

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

KATEDRA GENETIKY A FYZIOLOGIE LESNÍCH DŘEVIN

**HYBRIDIZACE DRUHŮ RODU *ABIES*
S DŮRAZEM NA ZÍSKÁNÍ EURO-
AMERICKÝCH HYBRIDŮ**

DISERTAČNÍ PRÁCE



Autor: Ing. Petr Škorpík

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

2015

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Hybridizace druhů rodu *Abies* s důrazem na získání euro-amerických hybridů“ 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.

Ve Vídni dne

Podpis autora

Úvodem mé práce bych především velice rád poděkoval prof. Ing. Jaroslavu Koblihovi, CSc. za jehož odborného vedení vznikla většina této práce a svému nynějšímu školiteli prof. Ing. Milanovi Lstibůrkovi, MSc., Ph.D. za odborné vedení při pracích na dokončení disertační práce a doktorského studia. Též děkuji Ing. Janu Stejskalovi, PhD., který mi poskytl cenné rady a v neposlední řadě i fyzickou pomoc během nezbytných prací spojených s kontrolovaným křížením. Děkuji své rodině a všem přátelům za trpělivost a podporu v mém studijním snažení. Práci bych rád věnoval své mamince.

OBSAH

Anotace	2
Annotation.....	3
Úvod	4
Cíle práce.....	6
Rozbor problematiky.....	7
Rod <i>Abies</i>	7
Hybridizace	12
Pěstování a trh vánočních stromků.....	18
Popis zkoumaných druhů.....	21
<i>Abies cephalonica</i> Loud.....	21
<i>Abies cilicica</i> (Ant. ex Kotschy) Carr.....	25
<i>Abies fraseri</i> [Pursh] Poir.....	29
<i>Abies koreana</i> Wils.	35
<i>Abies numidica</i> (Lann. Ex Carr.)	39
Materiál a metodika.....	42
Semenné sady.....	42
Kontrolované opylení.....	44
Vyhodnocení úspěšnosti křížení	45
Rok 2011	49
Rok 2012	50
Rok 2013	52
Výsledky	53
Výsledky z roku 2011.....	53
Výsledky z roku 2012.....	56
Výsledky z roku 2013.....	61
Diskuse.....	65
Souhrn.....	73
Seznam použité literatury a informačních zdrojů	75
Přílohy.....	95
Seznam příloh.....	95

ANOTACE

Práce je založena na kontrolovaném opylení různých druhů jedle ve smyslu mezidruhové hybridizace. Cílem tohoto postupu je vyšlechtění hybridního materiálu pro specifické potřeby lesního hospodářství a produkci vánočních stromků. Ke konkrétním šlechtitelským cílům v tomto směru patří odolnost vůči limitním ekologickým podmínkám (např. sucho), odolnost vůči chorobám, škůdcům atd. Předkládaná práce navazuje na dosavadní hybridizační program rodu *Abies* rozvíjený na školicím pracovišti a na jeho spolupráci s americkým pracovištěm (North Carolina State University Raleigh). Pro hybridizační práce jsou využívány především mediteránní druhy daného rodu (*A. cilicica*, *A. cephalonica*, *A. numidica*), druhy asijské (např. *A. koreana*) a druhy americké (především *A. fraseri*). Jako mateřské stromy jsou využívány hybridy *A. cilicica* x *A. cephalonica* s označením CZ1, CZ2 a *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*). Některá hybridní potomstva vykazují nejen zvýšený stupeň rezistence vůči například houbovým chorobám, ale také rychlejší růst v mladším věku, který je projevem heteroze. Často se také odlišují svým habitem či tvarem jehlic. Tito jedinci pak mohou nalézt využití až už jako okrasné dřeviny, vánoční stromky, nebo produkční dřeviny v oblastech silné antropogenní zátěže. Úspěšnost křížení se každoročně hodnotí na základě rentgenových snímků osiva. V roce 2011 byla nejúspěšnější kombinací CZ2 x NC26 s 18% plných semen. V roce 2012 to byly kombinace CZ1 x NC25 a CZ1 x NC76 s 7% plných semen, následovány kombinací CZ2 x NC25 s 6% a v roce 2013 pak F₂ generace klonu CZ1 s 8% plných semen. Hodnocení růstu mladých semenáčků z křížení v roce 2007 poukázalo na výrazný výškový růst potomstev [*A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)] x NC PC. Morfologie jehlic těchto zkoumaných hybridů vykazovala variabilitu v délce jehlic, jejich šířka nebyla pro rozlišení jednotlivých kombinací signifikantní.

Klíčová slova: mezidruhová hybridizace, hybridní osivo, rod *Abies*, morfologie jehlic

ANNOTATION

The experimental work is based on the control pollination of various fir species. Its aim is to establish hybrid progenies for specific needs of forestry and Christmas trees industry. Specific breeding objectives are in this sense hardiness and resilience to various environmental factors (such as draught) and resistance to pests and diseases etc. In this work guidelines of long – term research of Department of Genetics and Physiology of Forest Trees are followed. Current activities are connected to a traditional hybridization program within genus *Abies*, which has been recently extended by our cooperation with an American partner (North Carolina State University Raleigh). This experiment is in the long run based on bilateral international cooperation between Czech Republic and USA. Hybridizations include Mediterranean fir species (*A. cilicica*, *A. cephalonica*, *A. numidica*), Asian species (*Abies koreana*) and North American species (*Abies fraseri*). Hybrids *A. cilicica* x *A. cephalonica* (clones CZ1 and CZ2) and *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) were used as a mothers. Some of the offspring in addition to increased resistance feature also a remarkable heterosis effect at younger age and different growth habit and shape of needles. All this may in the future offer a wide range of applications, both for crops under strong anthropogenic pressure with changing climatic conditions, but also crops grown for the production of Christmas trees and outstanding ornamental cultivars. Annual crossing success is determined using X-ray imaging. In 2011 was the most successful combination CZ2 × NC26 with 18% of viable seeds. In 2012 were CZ1 x NC25 and CZ1 x NC76 with 7% of full seeds, followed by CZ2 x NC25 with 6%, and in 2013 F₂ generation of clone CZ1 with 8% of full seeds. The evaluation of young seedlings from control crossing in 2007 highlighted the significant accented height growth of complicated hybrid [*A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)] x NC PC. Morphology of needles showed variability in the length of needles, while their width was not significant for distinguishing different combinations.

Key words: Interspecific hybridization, genus *Abies*, hybrid seed, needle proportions and morfology

ÚVOD

Specifickou formou šlechtění lesních dřevin je mezidruhová hybridizace. Výchozím předpokladem je znalost přirozené hybridizace, kdy jednotliví vnitro či mezidruhová hybridní vznikají bez přispění člověka (NAMKOONG et al. 1988). Studium populací v hybridních zónách, kde se překrývají přirozené areály výskytu, a kde vznikají zmínění mezidruhová hybridní, taktéž studiem populační dynamiky jednotlivých druhů v jejich přirozených areálech a jejich genetické konstituce může dopomoci lépe pochopit a odhadnout pravděpodobnou úspěšnost vzniku nových hybridů umělou cestou. Pomáhá lépe pochopit procesy, které mohou napomoci k uchování a konzervaci genetických zdrojů dnes ohrožených dřevin (HARRISON 1993, FALCONER et MACKAY 1996).

Některí, ať už přirození nebo umělí hybridní jedinci, mohou představovat značný potenciál pro lesní hospodářství a to nejen v oblastech, kde se přirozeně vyskytují. Hybridní potomstva lesních dřevin mohou vykazovat zvýšenou odolnost vůči stresorům. Mohou se uplatnit jako zástupné dřeviny na místech, kde původní populace postupně odumírají. Mohou zvýšit dřevní produkci lesních porostů a tím pozitivně ovlivnit hospodářskou bilanci v hospodářských lesích (DE ASSIS 2000, VERRYIN 2000). Hybridy často tvoří zajímavé novotvary, které nalézají využití v okrasném sadovnictví, či v případě této práce, na trhu vánočních stromků (CHASTANGER et BENSON 2000). Druhy jako například *A. nordmaniana*, *A. procera*, *A. fraseri* a *A. balsamea* jsou velmi populárními vánočními stromky a to pro svůj vzhled, barvu a dlouhou retenci jehlic, které jsou silně aromatické (CHASTANGER et BENSON 2000). A právě druh *A. fraseri* je v Severní Karolíně ve Spojených státech amerických na plantážích vánočních stromků citelně ohrožen houbovými fytopatogeny a mšicemi rodu *Adelges*. Oba tyto škůdci mohou způsobit vysokou mortalitu jedinců a tím pádem značné ekonomické škody (MCMANAMAY et al. 2011, FRAMPTON et al. 2013). V Severní Karolíně, především v horských polohách, tvoří pěstování vánočních stromků až 67% celé zemědělské produkce. Na tento druh je přímo vázáno 98% ročního příjmu tamních pěstitelů, což v roce 2006 činilo zhruba 134 mil. \$ (STRICKLAND 2007) Nejvíce zastoupeným druhem je zde zmíněná *Abies fraseri*. Velmi závažným problémem se zde stal zavlečený druh kořenové hniloby způsobený patogenem *Phytophthora cinnamomi*, který je typický svým chronickým působením na zamokřených lokalitách či v terénních depresích. Omezená

možnost pěstovat nadále *A. fraseri* na postižených lokalitách zásadně narušuje hospodářský cyklus využívání půdy k pěstování vánočních stromků (FRAMPTON 2005, FRAMPTON et BENSON 2012). Jistým východiskem mohou být chemické prostředky ochrany výsadeb před působením hniloby, avšak tato opatření mívají pouze dočasný účinek (FRAMPTON 2005). Dalším možným řešením může být využití roubovanců s využitím podnoží druhů, u kterých je prokazatelně vyšší rezistence vůči kořenové hnilobě. Z biologického hlediska se jeví tato metoda jako velmi vhodná, ekonomická stránka, tedy rentabilita a efektivnost tohoto řešení je však zatím velmi těžce odhadnutelná (HINESLEY et BLAZICH 1980). Dalším prostředkem, jak získat v různé míře rezistentní jedince, je využití mezidruhových hybridů *A. fraseri* získaných za pomoci kontrolovaného křížení (WHITE et al. 2007, KOBLIHA et STEJSKAL 2009, STEJSKAL et al. 2011, FRAMPTON et al. 2013). Tyto dvě varianty spolu s jejich kombinacemi se dnes opět dostávají do popředí zájmu (FRAMPTON et al. 2013). Nejenom problematika možné odolnosti vůči fytopatogenům, ale též doposud stále ne zcela prozkoumané vztahy mediterránních druhů rodu *Abies*, poskytují nemalou škálu zajímavých problémů na poli hybridizace a šlechtění lesních dřevin.

CÍLE PRÁCE

Cílem práce je získání nových hybridů v rámci mezidruhového křížení uvnitř rodu *Abies*. Primárně se jedná o získání euro – amerických, taktéž euro – asijských hybridů za pomoci metody kontrolovaného opylení spolu s testováním životnosti hybridních semen a rozdílů mezi hybridními potomstvy. Získáním nových hybridů, kteří by vykazovali vyšší rezistenci vůči fytopatogenu *Phytophthora cinnamomi*, by bylo v konečném důsledku možné silně přispět k zachování pěstování *A. fraseri* v Severní Karolíně (USA) na stávajících plochách již infikovaných *P. cinnamomi* a tím zachovat ekonomickou bilanci produkce vánočních stromků v daném regionu bez potřeby zásadní změny jak druhové skladby, tak výměry produkčních ploch a jejich rozmístění. Práce se též věnuje problematice růstových a morfologických odlišností získaných mladých jedinců hybridních potomstev, což je v úzké spojitosti s využitím těchto kříženců pro případnou produkci vánočních stromků. Výsledky by měly dopomoci k hlubšímu poznání problematiky křížitelnosti různých druhů z rodu *Abies* a to druhů severoamerických spolu s evropskými a asijskými druhy, neboť není ještě zcela objasněna vzájemná hybridologická kompatibilita. Tato práce pak může být východiskem dalších hybridizačních pokusů a získaný hybridní materiál může tvořit geneticky cenný zdroj pro realizaci budoucích šlechtitelských programů.

ROZBOR PROBLEMATIKY

ROD *ABIES*

Rod *Abies* je vývojově velmi starý. Některé druhy jedlí jsou známy již od Miocénu. Centrum jejich původního výskytu lze hledat ve východní Asii a Severní Americe, což se odráží i v současném rozšíření druhů patřících do rodu *Abies*. Tento rod je druhým největším rodem v čeledi *Pinaceae*. Patří do oddělení *Spermatophyta*, pododdělení *Gymnospermatophyta*, třídy *Pinopsida*. Do dnešní doby panuje jistá nejednotnost z hlediska taxonomického členění. I když tento rod patří mezi nejlépe prozkoumané, užívá se při jeho popisu různých klasifikací. Mezi prvními se taxonomii rodu věnoval Linnae (rok 1753) a dále pak například Miller (rok 1754). Dnešní modernější klasifikace se většinou opírají o morfologické znaky a geografické rozšíření druhů (SPACH 1842, GORDON 1858, ENGELMANN 1878, MAYER 1890, KENT 1900, FRANCO 1950, HARLOW et HARRAR 1958, MATZENKO 1968, LIU 1971, FARJON et RUSHFORTH 1989, VIDAKOVIČ 1991, MUSIL et HAMERNÍK 2007, FARJON 2010). Počet jednotlivých druhů v rámci rodu je v literatuře velmi proměnlivý. Autoři ECKENVALDER (2009), FARJON (1990), FARJON et RUSHFORTH (1989) nebo RUSHFORTH (1987) uvádějí počty 39, 40, 45, 46, 49 nebo dokonce 55 samostatných druhů. Značná variabilita v počtu druhů je přisuzována mezidruhové hybridizaci probíhající v prolínajících se částech areálů přirozeného výskytu, takzvaných hybridních zónách (HARRISON 1993). V důsledku toho vznikají různé intermediární formy. Tak lze vysvětlit vznik drobných druhů často regionálního významu (LIU 1971). V těchto podmínkách pak obvykle dochází k introgresi, což komplikuje jasnou determinaci některých jedinců v potomstvu (HUNT 1993, PARDUCCI et al. 2000, POLITI et GEOGHIOU 2011). Přestože lze o introgresi průkazně mluvit ve vztahu k Severoamerickým jedlím, můžeme ji uvažovat také pro jedle Jihozápadní Číny, zvláště druhy podsekcce *Delavayanae*. Zpočátku byla předpokládána velikost rodu 32 druhů (SARGENT 1926), později někteří autoři uváděli až 52 druhů a 12 variet (VIGUÉ et GAUSEN 1928, VIGUÉ et GAUSEN 1929). Dohromady lze podle HIEKEHO (2008) mluvit o 40 až 50 druzích, podle SCHÜTTA (1994) pak o 48 samostatných druzích. V současnosti jsou standardně akceptované dvě koncepce rozdělení rodu *Abies*. Dle KRŮSMANNA (1983, 1995) lze dělit rod na 2 podrody, 6 sekcí a 43 druhů. LIU (1971) vypracoval odlišnou klasifikaci, kdy rozlišuje v rámci rodu 49 druhů, patřících do 15 sekcí. Ve své práci též rozlišuje až 27 variet. Jednu z posledních

revizí výše zmíněných klasifikací provedli FARJON et RUSHFORTH (1989). Nejaktuálnější systematické členění jedlí vychází z FARJONA (1990), s implementací nové klasifikace čínských druhů jedlí podle FU et al. (1999). Tato nová klasifikace vylišuje 49 druhů jedlí. Pro Evropu jsou uváděny 4 původní druhy jedlí a to *A. alba*, *A. cephalonica*, *A. pinsapo* a *A. numidica*. K nim jsou pak přiřazeny dva druhy *A. borisii – regis* a *A. nebrodensis*, často uváděné jako spontánní hybridy (FARJON 2010, LIU 1971, VENDRAMIN et al. 1997, PARDUCCI 2000).

V mediterránní oblasti se můžeme setkat s roděním jedlí do dvou sekcí. První je sekce *Abies*, kam se řadí *A. bornmuelleriana* Mattf., *A. borisi – regis* Mattf., *A. cephalonica* Loud., *A. equi – trojani* Asch., *A. nordmanniana* Spach. a *A. nebrodensis* Lojac. Druhou sekcí je sekce *Piceaster*. Zde nalezneme druhy *A. cilicica* de Lannoy, *A. marocana* Trabut, *A. numidica* Carrì`ere a *A. pinsapo* Boissier (ALIZOTI et al. 2011).

Jedle se vyskytují se převážně v mírném pásu severní polokoule. S největším počtem zástupců rodu *Abies* se lze setkat v Číně, Japonsku a v severo – západní části Severní Ameriky. Oblasti výskytu se táhnou od západní Evropy a sever Afriky, přes Himaláj až do východní Asie. Na druhé straně oceánu pak rostou v severní Americe a zasahují až do Guatemaly (HARLOW et HARRAR 1958, PILÁT 1964, LIU 1971, FARJON et RUSHFORTH 1989, GREGUSS et PAULE 1988, VIDAKOVIČ 1991, HUNT 1993).

S výjimkou dvou ryze boreálních druhů *Abies balsamea* a *Abies sibirica*, rostou zástupci rodu *Abies* v horských oblastech temperátních a subtropických biotů. Jedle jsou dobře adaptované na specifické klimatické podmínky svých domovských areálů (JENSEN et ROSS 2005). Paleobotanická historie jednotlivých druhů se odráží v jejich současném rozšíření. Jako příklad lze uvést práci BERSON et al. (2004), která na základě genetické studie popisuje postglaciální šíření druhu *A. alba* z Alpských refugií do lokalit v jihozápadní Evropě. Pro druhy Mediterránní oblasti bylo v posledních dekáдах vypracováno množství studií, především na základě využití DNA markerů, kdy byly potvrzeny taxonomické pozice čtyř hlavních druhů rodu *Abies*, jejich vzájemných hybridů a jejich evoluční historie (WRIGHT 1976, ALIZOTI et al. 2011, PARDUCCI et al. 2000, PARDUCCI et al. 2001, POLITI et GEORGHIOU 2011). Velice ucelený a obsáhlý přehled současných poznatků a literatury týkající se paleobotanického vývoje a vzájemných vazeb zástupců rodu *Abies* v Mediterránní oblasti vypracoval LINARES (2011).

Jedle lze popsat coby středně vysoké až vysoké stálezelené stromy dorůstající výšky 10 až 90 m s větvemi v pravidelných přeslenech. Rekordní záznamy pocházejí ze státu Washington na severozápadě Spojených států. Jedinec s největším zaznamenaným průměrem a objemem kmene patřil ke druhu jedle vznešená (*Abies procera*). Výčetní tloušťka dospělých jedinců se u jedlí pohybuje v rozmezí od 0,5 – 4m. Nejvyšší stromy náležely druhu *Abies grandis* (FOILES et al. 1990). Jedle patří mezi dlouhověkové stromy, které se mohou dožívat 700 až 800 let. Nejstarší objevené exempláře pravděpodobně patřily druhu jedle líbezná (*Abies amabilis*) rostoucí ve státě Washington, kde díky příznivému klimatu dosahují jedle svého růstového optima. Nelze však vyloučit, že se na území Kanady, v provincii British Columbia, vyskytovali a vyskytují ještě mnohem starší jedinci (VAN PELT 1996).

Jedle preferují horské oblasti s vyšší mírou vzdušné vlhkosti a se středně vlhkou a provzdušněnou půdou. Existují však druhy, které rostou i v aridnějších oblastech (SCHOPMEYER 1989, ALIZOTI et al. 2011, FARJON 2010, AUSSENAC 2002). Stejně, jako mnoho dalších rodů čeledi *Pinaceae* jsou jedle jednodomé. Habitus je typický jehlanovitou až kónickou korunou, která je často ve starším věku na vrcholku zaoblená až zploštělá s krátkými tuhými vrcholovými větvemi, které se nelámou pod tíhou napadaného sněhu. Jedle se od dalších rodů čeledi *Pinaceae* liší především značnou mírou uniformity habitu, kdy mívají jediný přímý kmen s přesleny větví v pravidelných rozestupech. Větvení je velmi pravidelné, každý rok se vytváří jeden terminální a dva boční výhony na špičkách růstově nejaktivnějších větví. Rod *Abies* tedy demonstruje geometrickou pravidelnost růstové formy, která se objevuje, i když ne s takovou pravidelností, též u rodů *Picea* a *Larix*. Například u rodu *Pinus* a rodu *Tsuga* tato pravidelnost zcela chybí (LIU 1971). Klíčící semenáčky mají 4 10 děloh. Borka bývá v mládí často hladká, pryskyřičnatá v dospělosti pak rozpraskaná či v plátech odlupčivá. Většinou nebývá příliš silná a jedle tedy nejsou nijak zvlášť odolné lesním požárům. Větvičky vyrůstají v přeslenech a horizontálně se rozkládají. Letorosty mohou být hladké i zbrázděné; listové jizvy bývají patrné. Pro jedle jsou typické ploché jehlice na spodní straně se dvěma bílými proužky průduchů a dvěma pryskyřičnými kanálky. Jehlice jsou na letorostech spirálovitě uspořádané, také se různým způsobem stáčejí. Velmi často vytvářejí dvouřadé či jednořadé uspořádání. Jehlice setrvávají na stromě 5 a více let, u *Abies amabilis* je ale potvrzena doba až 53 let do opadnutí. Jelikož řada druhů se v mládí vyvíjí spíše v zástinu, vzniká často nápadný rozdíl mezi stinnými a slunnými

jehlicemi. Slunné jehlice situované ve vrcholcích korun vyrůstají víceméně vzpřímeně a nebývají pokroucené. Stinné jehlice často slouží jako důležitý determinační znak. Samičí strobily jsou vzpřímené se zašpičatělými listeny. Asi nejtypičtější příklad dlouhých vyčnívajících listenů nalezneme u druhu *Abies bracteata.*, tento znak opět velmi dobře slouží k determinaci jednotlivých druhů (FARJON 1990, 2010).

Zralé šišky jsou na větvičce ve vzpřímené poloze, jsou vejčité až cylindrické, obvykle značně pryskyřičnaté, rozpadavé a jejich semenné šupiny jsou zpravidla kratší než listeny. Šišky se rozpadají již na stromě a jejich dřevnatá osa setrvává na větvi ještě delší čas. Semena jsou okřídlená a velmi mobilní (FARJON 1990). Celkově se jedle vyznačují menším počtem vyprodukovaných semen (FADY 1992, OWENS 1995). Menší genetická diverzita u některých izolovaných populací je pak často odpovědná za zhoršení reprodukční schopnosti jedinců (GODT et HAMRICK 2001).

Jedlové dřevo je mikroskopicky snadno rozpoznatelné díky absenci pryskyřičných kanálků (PILÁT 1964, LIU 1971, SILBA 1986, FARJON et RUSHFORTH 1989, GREGUSS et PAULE 1988, VIDAKOVIČ 1991, HIEKE 2008). Druhy jako například *A. nordmaniana*, *A. procera*, *A. fraseri* a *A. balsamea* jsou velmi populárními vánočními stromky a to pro svůj vzhled, barvu a dlouhou retenci jehlic, které jsou silně aromatické (CHASTANGER et BENSON 2000). Velmi široké pole využití mají jedle v okrasném sadovnictví (VAN GELDEREN et VAN HOEY SMITH 1995). Jedle bývají právem považovány za jedny z nejkrásnějších jehličnanů, což dokládají i druhová jména některých jedlí – *nobilis*, *grandis*, *amabilis* a *magnifica* (JENSEN et ROSS 2005). Jedlové dřevo je houževnaté, vysoce trvanlivé je – li v prostředí trvale prosyceném vodou. Jako technické stavební dříví není v současnosti příliš využíváno, neboť nedosahuje kvalit a vlastností dřeva smrkového či borového. Nejčastěji je využíváno při výrobě aglomerovaných materiálů či vlákniny. Řada produktů s takzvanou „borovou vůní“ je ovoněna destiláty získanými právě z jedlí (HUNT 1993). Olejnaté pryskyřice se také často využívají v lékařství, jako médium při tvorbě trvalých mikroskopických preparátů či jako lepidlo v optických systémech (BURNS et HONKALA 1990, HARLOW et HARRAR 1969, VAN GELDEREN et VAN HOEY SMITH 1995).

Z pohledu populační genetiky můžeme jak uvnitř, tak mezi populacemi mediterránních jedlí, pozorovat vysokou genetickou diversitu (PARDUCCI et al. 2001, SCALTSOYIANNES et al. 1999). Je to důsledek nespojitých areálů a velmi rozdílné velikosti jednotlivých populací. Na chromosomové úrovni není mezi těmito jedlemi výraznějšího rozdílu,

avšak morfologicky, anatomicky, na biochemické bázi a na molekulární úrovni jsou vysoce variabilní. Existuje velice pravděpodobná teorie o společném prapředku, od kterého se v období terciéru posléze začaly separovat migrací, následnou fragmentací populací a izolací jednotlivé sekce jedlí až po jednotlivé druhy, jak je známe dnes (PALAMAREV 1989, FARJON et RUSHFORTH 1989, LINARES 2011). ALIZOTI et al. (2011) uvádí tři sekce a to sekci jižní (*A. numidica*), sekci západní (*A. pinsapo*, *A. marocana*) a sekci východní (*A. cephalonica*, *A. bornmuelleriana*, *A. equi – trojani* a *A. nordmaniana*, *A. cilicica*, která se ovšem odlišuje ode všech ostatních). Genetická variabilita uvnitř populací vykazuje rostoucí trend ve směru od západu na východ. Přirozeným hybridům je věnována samostatná část v následující kapitole. Zde je vhodné zmínit, že u mediterránních jedlí je reprodukční mezidruhovú bariéra (reprodukční izolace) velmi slabá (MERGEN et al. 1964). To potvrzuje domněnky o tom, že největší roli při speciaci mediterránních druhů hrála geografická izolace. Středomořské populace jedlí vykazují vysokou variabilitu adaptativních znaků, jako například rezistence vůči suchu, růst, rašení a v mnoha dalších morfologických a anatomických znacích (ALIZOTI et al. 2011).

Problematika tvorby spontánních či umělých hybridů mezi jednotlivými druhy v rámci rodu *Abies* je již delší dobu známým přírodním fenoménem (ZOBEL et TALBERT 1984, NAMKOONG et KANG 1990, NIKLES 1992, 2000, DE ASSIS 2000, RETIEF et CLARKE 2000, POTTS et DUNGEY 2001). Hybridy jsou v lesnictví významné pro zvyšování produkce a kvality lesních dřevin (WHITE et al. 2007). V této práci se jedná o takzvané mezidruhové hybridy, kteří vznikají křížením dvou druhů uvnitř stejného rodu. Hybridní potomstvo obecně vykazuje znaky a charakteristiky obou rodičů. Potomstvo vzešlé z mezidruhového křížení bývá velmi často sterilní (TURNER et al. 2014). Je to jeden z mechanismů, který udržuje druhy oddělené. Velmi často za tím můžeme hledat rozdílnou velikost chromozomové sady (KEETON 1980).

Komerčně nacházejí využití obzvláště hybridy F_1 generace vznikající křížením dvou odlišných čistých druhů, další typy hybridů jako například F_2 hybridy vzniklé vzájemným křížením F_1 hybridů, zpětní kříženci F_1 hybridů s jedním nebo oběma čistými rodičovskými druhy, tri a tetra hybridy zahrnující 3 nebo 4 čisté druhy a další typy komplikovaných hybridů (NIKLES 1992, DE ASSIS 2000, VERRYIN 2000). Ve spojitosti s hybridy je dobré vysvětlit si dva důležité pojmy a to hybridní síla a heteroze. Jedná se v podstatě o synonyma, která se užívají k popsání hybridní superiority hybridních potomků nad rodičovskými druhy (definice výkonu, relativně vztažená k průměru rodičů, tzn. střední hodnota rodičů, nebo k výkonu lepších rodičů). V případě negativní hodnoty hybridní energie pro jeden nebo více znaků jsou hybridy velice blízko výkonu rodičovských druhů či jsou ještě horší než jejich rodiče (WHITE et al. 2007). Příčiny genetických a fyziologických mechanismů, podílejících se na hybridní síle nejsou stále ještě dostatečně pochopeny (FALCONER et MACKAY 1996, COOPER et MERRILL 2000). Existence a stupeň hybridní síly občas závisí na edafoklimatických podmínkách prostředí, kam jsou hybridy vysazeny (POTTS et DUNGEY 2001). Hybridní nadřazenost (vyšší síla) se nemusí objevit vždy a hybridy nemusí být vždy připraveny pro všechny zamýšlené typy výsadeb a pěstební programy (WHITE et al. 2007).

V lesnictví se hybridů namísto čistých druhů využívá především z následujících důvodů. Předně rostou rychleji a umožňují rozšiřovat areál využívání dřeviny i tam, kde není čistý druh zcela adaptován na edafo – klimatické podmínky. Hybridy mohou

kombinovat požadované znaky dvou a více rodičovských druhů což může vést k heterozii (vyšší hybridní síle). Propůjčují rezistenci vůči škůdcům. Hybridy mohou projevit větší homeostázi (fenotypovou stabilitu) díky vyšší míře heterozygoty. Umožňují či usnadňují produkci dřevních produktů v požadovaném množství a kvalitě. Ulehčují pěstování kultur a pomáhají při šlechtění lesních dřevin (WHITE et al. 2007). Shodně se o této problematice ve středoevropském kontextu věnovali PAULE et al. (1988), MÜLLER (1989), GREGUSS et LONGAUER (1996) či KOBLIHA et al. 2013a), kteří uvádějí, že právě mezidruhové hybridy by díky zvýšené vitalitě a odolnosti, jako důsledku zvýšené heterozygotnosti, mohly nalézt uplatnění zejména na stanovištích, kde lokální populace vyhynuly nebo jsou na ústupu, v důsledku rychle se měnících podmínek prostředí. Bez ohledu na mechanismus, vznik či produkci hybridů, kombinuje v sobě hybridizace alely, které by v přírodě pouze vzácně, nebo vůbec, přišly do vzájemného kontaktu (NAMKOONG et al. 1988, KERR et al. 2004). Při umělé hybridizaci jsou nejčastěji používány strategie:

Multiple population breeding je druh šlechtění, ve kterém je každý z originálních druhů brán jako separovaná šlechtitelská populace po mnoho šlechtitelských cyklů. Tyto populace jsou však hybridizovány každou generací s cílem získání F_1 hybridů jak pro testování, tak pro komerční využití. Druhová identita je zde zachována. Selektce jsou prováděny uvnitř každého rodičovského druhu na základě kvality hybridů, kterým dali vzniknout a takto selektovaní jedinci jsou pak využiti k tvorbě nové F_1 generace hybridů pro testování v dalším cyklu (NIKLES 1992).

Single population breeding je druhem šlechtění ve kterém je cílem vytvořit samostatný syntetický taxon kombinací všech rodičovských druhů za vzniku hybridní populace, se kterou se bude dále pracovat jako s jedinnou šlechtitelskou populací. Prvním krokem je provedení křížení mezi mnoha rodiči dvou či více druhů a zformování různých F_1 hybridních rodin. V následném cyklu je provedeno mnoho typů křížení. Hlavním rozlišovacím znakem od multiple population breeding strategie je to, že zde existuje jedna šlechtitelská populace sestávající se z různých typů kříženců, na kterou je aplikována selektce, křížení a testování. Každý cyklus křížení je testován a následnou selekcí tento proces vede ke vzniku úplně nového umělého druhu kombinujícího alely s neznámou frekvencí od všech zakladatelských druhů. Single population breeding syntetického hybridního taxonu může být mnohem efektivnější za podmínek, že variabilita a plodnost hybridního druhu není omezena drastickými karyotypovými

rozdíly mezi druhy (KERR et al. 2004). Metoda Single population breeding je flexibilní a méně finančně nákladná a nabízí potenciálně vyšší zisk (WHITE et al. 2007).

Pomocí metod kontrolované mezidruhov^é hybridizace je možné manifestovat biologickou koncepci druhu, fylogenetickou příbuznost a postavení jednotlivých druhů v průběhu evoluce a na druhé straně charakterizovat taxonomické vztahy (KORMUŤÁK 1982, KORMUŤÁK 1992, GREGUSS 1995, KORMUŤÁK 2004, ARNOLD 2006). Mezi nevýhody mezidruhov^é hybridizace patří častá absence křížitelnosti, nízká fertilita nebo sterilita potomstev. Disfunkce hybridů je společným znakem reprodukčních bariér. Je často způsobena negativní epistází mezi lokusy. Inkompatibilita není však zcela objasněna, neboť identifikovat vzájemně se ovlivňující lokusy s dopadem na celkový fenotyp je velmi obtížné (TURNER et al. 2014). U vzdálených hybridů dochází k poruchám v meiotickém cyklu (GREGUSS 1995). Mezi průvodní jevy mezidruhov^é hybridizace patří i narušení vysoce vyvinutých adaptivních systémů což může vést ke snížení životaschopnosti potomstev (KORMUŤÁK et al. 2013). Může též docházet k snížení tvorby semen a zvýšení frekvence abnormálních či podřadných semenáčků (GREGUSS 1995).

Přirozená hybridizace se odehrává v takzvaných **hybridních zónách**.

Hybridní zónou můžeme rozumět region, kde se potkávají dvě geneticky odlišné populace. Zde se kříží a vzniká tak hybridní potomstvo s kombinací alel rodičovských populací (HARRISON 1993).

Hybridní zóna může vzniknout plynulým klinálním přechodem, nebo sekundárním kontaktem dvou doposud alopatrických populací (RISING 1983). Obě varianty jsou si z hlediska vlastností potomstev rovny. Hybridní zóny můžeme dělit na přechodné a stabilní. Přechodná zóna se vyznačuje krátkodobostí, kdy se rodičovské populace setkají a následně dochází k vymizení jednoho z rodičovských typů. Dochází pak ke speciaci v jeden kompaktní, nový druh. Naproti tomu stabilní hybridní zóna může přetrvávat i tisíce generací díky protichůdnému působení toku genů a selekce, což zajišťuje její stabilitu.

Tok genů sice vede k sjednocení rodičovských typů, ale ekologicky rozdílná selekce adaptivní fenotypové variance a vnitřní hybridní inkompatibilita redukuje tok genů napříč hybridní zónou. Protiváha mezi selekcí a rekombinací, která nastává důsledkem toku genů, může vést k mozaice regionů s různým genomem, které se buď

homogenizují, nebo rozbíhají. Poznáním procesů uvnitř hybridní zóny odhalujeme vývoj speciace a architektury genomu druhů (HARRISON 1993).

V rámci rodu *Abies* nalezneme několik druhů, jež se v přírodě přirozeně kříží. V překrývajících se areálech tak vzniká spousta různých přechodových forem. Jako typické příklady spontánního křížení na Americkém kontinentu lze uvést hybrida *Abies phanerolepis*, vzniklého křížením druhů *A. balsamea* x *A. fraseri* (LIU 1971, LAING 1956), nebo další křížence druhů *A. bifolia* x *A. lasiocarpa*, *A. magnifica* x *A. procera*, *A. grandis* x *A. concolor* (LIU 1971, ZAVARIN et al. 1978).

V Evropě to mohou být kříženci *A. alba* x *A. cephalonica* (Fady et Westfall 1997), nebo recipročním křížením vzniklý hybrid *A. cephalonica* x *A. alba* (REHDER 1958). Známí jsou též spontánní kříženci z oblasti západního Turecka *A. cephalonica* x *A. nodmanniana* a *A. cephalonica* x *A. bornmuelleriana*, která vznikla křížením dvou předešlých druhů (AYTUG 1959, SEVIK 2012). V severní Africe se spontánně kříží *A. numidica* s *A. pinsapo* (REHDER 1958, PARDUCCI et al. 2000). Mezi asijské křížence patří *A. sibirica* x *A. nephrolepis* (BOBROV 1978) či *A. firma* x *A. homolepis* (LIU 1971). Komplexní přehled umělých hybridů pak ve své práci uvádí například KORMUŤÁK (2004). Jedná se o jeden z nejucelenějších přehledů kombinací křížení v rámci rodu *Abies*. Přehled přirozeně vzniklých hybridů v rámci rodu *Abies* jak je uvádí KORMUŤÁK (2004) shrnuje tabulka č. 1.

TABULKA 1. Přirození hybridy v rámci rodu *Abies* (KORMUŤÁK 2004)

Sekce		<i>Abies</i>								
		<i>A. alba</i>	<i>A. cephalonica</i>	<i>A. nordmanniana</i>	<i>Piceaster</i> <i>A. numidica</i>	<i>Grandes</i> <i>A. grandis</i>	<i>Nobiles</i> <i>A. procera</i>	<i>Balsameae</i> <i>A. fraseri</i>	<i>Elate</i> <i>A. nephrolepis</i>	<i>Homolepides</i> <i>A. homolepis</i>
	otec									
	matka									
<i>Abies</i>	<i>A. alba</i>		A							
<i>Abies</i>	<i>A. cephalonica</i>	A		A						
<i>Piceaster</i>	<i>A. pinsapo</i>				A					
<i>Grandes</i>	<i>A. concolor</i>					A				
<i>Nobiles</i>	<i>A. magnifica</i>						A			
<i>Balsameae</i>	<i>A. balsamea</i>							A		
<i>Pichta</i>	<i>A. sibirica</i>								A	
<i>Momi</i>	<i>A. firma</i>									A

A – existuje přirozený hybrid

Spontánní hybridizace výraznou měrou ovlivňuje evoluci rostlinných populací, často pak vede k speciaci nových taxonů (ARNOLD 1997). Neúplná reprodukční izolace druhů přispívá k přenosu genů jednoho druhu do genomu jiného druhu účastníčeho se reprodukčního procesu, mluvíme pak o takzvané introgresi (PAULE 1992, CRITCHFIELD 1988). Vznikat touto cestou mohou nová hybridní potomstva s rozšířenou genetickou variabilitou (KORMUŤÁK 1994, GREGUSS 1995). Jedle jsou poměrně odolné vůči inbreedingu (ARBEZ et al. 1990) a potomstvo získané hybridizací jedlí z blízkých geografických oblastí je všeobecně životaschopnější oproti potomstvu získanému hybridizací jedlí z oblastí geograficky vzdálenějších (MERGEN et GREGOIRE 1988).

Zvýšená vitalita je typ adaptivní heterozy. Díky ní například hybrid *A. pinsapo* x *A. alba* v porovnání s čistým druhem *A. alba* velmi dobře roste na stanovištích se sušší půdou ve španělském Katalánsku. AUSENAC (2002), jenž řešil fyziologické aspekty zmíněné suchovzdornosti jedlí, uvádí 3 druhy a to *A. numidica*, *A. nebrodensis* a *A. pinsapo*, které mají vysoký index aridity, který souvisí s jejich přirozenými stanovišti, která jsou charakteristická suchou půdou s mělkým profilem a relativně nízkými teplotami.

Naopak nejnižší hodnotu indexu aridity mají druhy *A. cilicica* a *A. cephalonica*. Index aridity může vypovídat o příčinách ústupu druhů, jako je zmíněná *A. cephalonica*, *A. cilicica*, či *A. nordmanniana* a *A. borisii – regis*, z jejich přirozených stanovišť, které jsou dnes vlivem klimatických změn vysoce aridní. Hybridizace spolu s druhy *A. numidica* a *A. pinsapo* se zdá být vhodným nástrojem pro vyšlechtění jedinců hodících se na stanoviště se sušší půdou. Své využití by v těchto podmínkách našly i přirození hybridy *A. pinsapo* x *A. alba* a *A. borisii – regis* (AUSSENAC 2002). MAYER (1981) pro aridní lokality doporučuje právě spontánní hybridy *A. borisii – regis*, *A. bornmuelleriana* a *A. equi – trojani*. Některé hybridy s atraktivním habitem vzniklým transgresí mohou nalézt uplatnění v odvětví pěstování vánočních stromků (MÜLLER 1989, PAULE et al. 1988, GREGUSS et LONGAUER 1996, KOBLIHA et al. 2013a, FRAMPTON 2013). Některé hybridy vykazují zvýšenou míru tolerance například k antropogennímu znečištění ovzduší (KORMUŤÁK 2004). V posledních letech s rozvojem moderních metod ve šlechtění lesních dřevin dochází k rychlejšímu prohlubování znalostí o kompatibilitě jednotlivých druhů a také o bariérách bránících úspěšné hybridizaci. Poznatky získané během hybridizačních pokusů nacházejí v současnosti uplatnění v programech konzervace genových zdrojů, tvorbě šlechtitelských programů, šlechtění dřevin na produkci a v případě jedlí na odolnost v úzké spojitosti i s produkcí vánočních stromků. Obsahově velice blízké tématu předkládané disertační práce, právě pro blízké spektrum zkoumaných hybridů, jsou publikace, které uveřejnili KORMUŤÁK (2004) a GALGÓCI (2010).

První zmínky o využití stálezelených dřevin jako dekorace při oslavách můžeme nalézt již od Biblických dob. Od 7. století n. l. je doloženo užívání zeleně při oslavách zimního slunovratu a tento zvyk byl převzat i do křesťanských svátků. Tradice vánočních stromků se začíná psát v 16. století ve Štrasburku, tehdy náležejícímu Německu. Během 18. století se tato tradice rozšířila po celém Německu a zároveň se začínají stromky zdobit jak papírovými ozdobami, tak voskovými svíčkami (ALBERS et DAVIS 1997). Za posledních zhruba 40 let dosáhla roční produkce vánočních stromků v Evropě a Severní Americe více jak 80 milionů živých stromků (CHASTAGNER et BENSON 2000).

Evropané při výběru vánočních stromků preferují spíše přirozeně otevřený habitus koruny. I v ostatních znacích lze nalézt drobné rozdíly v preferencích v porovnání s trhem v USA (FRAMPTON et MCKINLEY 1999, CHASTAGNER et BENSON). V Evropě se ročně vyprodukuje asi 50 mil. živých vánočních stromků. Mezi lídry trhu patří Německo, které vyprodukuje ročně kolem 19 mil. stromků. Následuje Francie s 9,2 mil, Dánsko s 8,5 mil, Belgie s 5,2 mil a Velká Británie s 4,4 mil. (DAVIDSON 1999). V 90. letech činil například finanční obrát Dánské produkce vánočních stromků 98 – 115 mil. \$, přičemž pouze 500 až 700 tis. stromků bylo spotřebováno přímo v Dánsku, zbytek pak byl exportován a to převážně do Německa a Velké Británie (FRAMPTON et MCKINLEY 1999). V roce 2005 pak roční finanční obrát vzrostl na 204 mil. \$, přičemž prakticky veškerý obrát byl vázán na druh *Abies nordmanniana* ("DANISH CHRISTMAS TREE SHORTAGE THREATENS PRICES ACROSS EUROPE". TERRA DAILY [online]). Při porovnání produkce a počtu obyvatel se Dánsko řadí na první místo v produkci vánočních stromků v Evropě a toto odvětví zde zaujímá přední místo v ekonomice celé země (FRAMPTON et MCKINLEY 1999). Situace v České republice není tak přesně zmapována, přesto Tisková zpráva Sdružení pěstitelů vánočních stromků 2014 [online] uvádí, že se průměrná roční spotřeba živých vánočních stromků pohybuje mezi 800 tis. až 1 mil. kusů. Mezi nejprodávanější druhy v České republice se řadí jedle kavkazská (40 – 50 %) a smrk pichlavý (cca 30%). Stále oblíbené jsou i domácí druhy smrk ztepilý a borovice lesní (oba se zhruba 10%).

Do Spojených Států přišla tradice vánočních stromků spolu s emigranty z Evropy (ALBERS et DAVIS 1997). První zpráva o zdobeném vánočním stromku na americké půdě je z roku 1781. Jednalo se o vánoční stromek v domácnosti německého důstojníka

v Montrealu v Kanadě (CHASTAGNER et BENSON 2000). Přesto, že tradice vánočních stromků v domácnostech v USA je již velmi dlouhá, pěstování vánočních stromků jako specializované odvětví je relativně mladým fenoménem (ALBERS et DAVIS 1997). Za místo konání prvního trhu vánočních stromků je považován New York. Došlo k tomu v roce 1851, kdy Marc Carr přivezl a začal prodávat stromky vytěžené v oblasti Catskill Mountains. Kolem roku 1900 se pak začínají objevovat první stromky vyprodukované na specializovaných farmách (ALBERS et DAVIS 1997).

Odvětví pěstování vánočních stromků procházelo velmi rychlým rozvojem a to i díky moderní vědě a novým technologiím. Po II. světové válce se rapidně zvyšuje podíl stromků vyprodukovaných na plantážích. Začíná se též se specializovanou úpravou tvaru korun za účelem jejího zahuštění (DAVIS 1996, KERWIN 1994). Plantážní hospodaření, které umožňuje vysokou produkci, vyžaduje intenzivní management. Ten v sobě zahrnuje přípravu půdy, hnojení, prevenci a kontrolu poškození a taktéž zmíněné cílené tvarování korun. Celý pěstitelský cyklus může trvat od 3 do 12 let (HINESLEY et CHASTAGNER 2004). Většinou však prodejních rozměrů kolem 1,5 až 2,5 m dorostou stromky za 4 až 5 let. Průměrná délka jednoho cyklu je 7 let (CHASTAGNER et BENSON 2000). Stromky vyprodukované na plantážích nejen v USA, ale i celosvětově, tvoří až 98% veškerých živých vánočních stromků na trhu (CHASTAGNER et BENSON 2000).

Současná produkce živých vánočních stromků v USA se pohybuje mezi 25 – 30 mil./rok. Na plantážích na zhruba 350 tis. akrech (142 tis. ha) roste až 350 mil. stromků. Tuto produkci zajišťuje více jak 15 tis. specializovaných farem, kde pracuje na 100 tis. zaměstnanců. Ročně se vysazuje zhruba 2000 stromků/akr půdy. Z tohoto množství se sklizně dožije asi 1 – 1,5 tisíce jedinců. Například v roce 2012 bylo vysázeno 46 mil. stromků. Mezi přední producenty Vánočních stromků se řadí státy Oregon, North Carolina, Michigan, Pensylvania, Wisconsin a Washington ("QUICK TREE FACTS". NATIONAL CHRISTMAS TREE ASSOCIATION [online]).

K nejžádanějším druhům vánočních stromků zde patří jedle balzámová (balsam fir), douglaska (Douglas fir), jedle fraserova (Fraser fir), jedle vznešená (noble fir), borovice lesní (Scotch pine), borovice vejmutovka (white pine) a další ("QUICK TREE FACTS". NATIONAL CHRISTMAS TREE ASSOCIATION [online]).

V roce 2004 tvořil celkový obrat z prodeje Vánočních stromků 506 mil. \$ z toho na lídra v produkci, stát Oregon, připadalo 143 mil. \$. O zbytek se pak dělily státy North Carolina, Washington a Michigan. V roce 2012 bylo v USA prodáno okolo 24,5 mil stromků za celkem 1,01 bilionu \$, při průměrné ceně 41,3 \$ za živý stromek. Zisk z jednoho akru plantáže se pohybuje mezi 600 – 1000 \$ ("CONSUMER SURVEY RESULTS - RETAIL MARKET VALUE - 2012". NATIONAL CHRISTMAS TREE ASSOCIATION [online]).

V Severní Karolíně, která má pro předkládanou práci největší význam, se vyprodukuje nejvíce stromků jedle *Abies fraseri*, jejíž plantáže (cca 1600 pěstitelů, produkční plocha zhruba 10 000 ha), se nacházejí v hornaté západní části státu. Na tento druh je přímo vázáno 98% ročního příjmu tamních pěstitelů, což v roce 2006 činilo zhruba 134 mil. \$ (STRICKLAND 2007) a v roce 2012 zhruba 75 mil. \$ ("NC CHRISTMAS TREES". NCDA&CS [online]). Hospodářskou důležitost dokládá fakt, že *A. fraseri* například v oblasti Avery County představuje dokonce celých 67% celé zemědělské produkce regionu (HINESLEY et CHASTAGNER 2004).

Přibližně od 90. let 20. století se neustále zvyšuje podíl umělých vánočních stromků v domácnostech. V roce 2000 činil tento podíl 58% z celkového množství prodaných stromků. Od roku 2004 není nárůst podílu umělých stromků tak razantní, přesto stále pokračuje oslabování trhu s živými stromky (DAVIS 1996, KOELLING 1999, CHASTAGNER et BENSON 2000, LANGER 2004).

POPIS ZKOUMANÝCH DRUHŮ

JEDLE ŘECKÁ

ABIES CEPHALONICA LOUD.

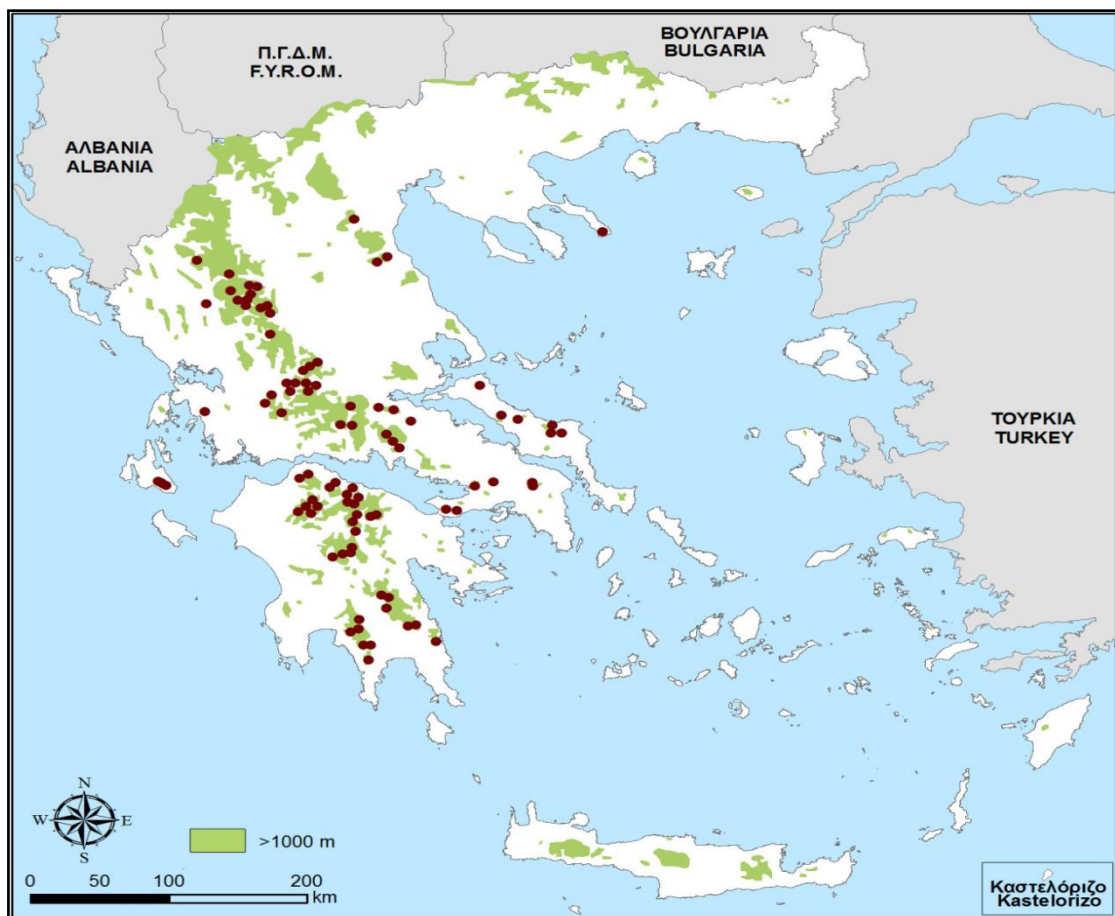
Taxonomické zařazení druhu: *Spermatophyta* – *Coniferophyta* – *Pinopsida* –
Pinales – *Pinacea* – *sect. Abies*

Domovinou této jedle je Řecko, kde se jí lidově říká *kukunaria*. Popsána byla poprvé v roce 1838 J. C. Loudonem na základě sběrů provedených na největším Iónském ostrově Cephalonia (PANETSOS 1975, LIU 1971). Dnes ji přirozeně rostoucí nalezneme na ostrovech Cephalonia, Euboea a na jihu Peloponéského poloostrova (LIU 1971, POLITI et al. 2011). V severní části areálu výskytu roste též jedle bělokorá (*Abies alba*). Na styku areálů přirozeného výskytu *A. alba* a *A. cephalonica* se nachází hybridní zóna, ve které roste *Abies borisii – regis* Mattf. (FARJON 2010). Jedná se o přirozeného introgresního hybrida výše zmíněných druhů, který je někdy považován za samostatný druh (BASSIOTIS 1956, MITSOPOULOS et PANETSOS 1987). BELLA et al. (2014) však na základě zkoumání chloroplastové DNA neidentifikovala druhově specifické haplotypy u *A. borisi – regis*, které by byly předpokládány pro samostatný druh, naopak *A. borisii – regis* vykazovala intermediární znaky obou dříve zmíněných druhů. Populace *A. cephalonica* vykazují nižší heterozygotnost avšak celkově vysoce variabilní genetickou strukturu. Mezi jednotlivými populacemi je úroveň vzájemné variability nižší, což je ovšem běžné u všech větrem opylovaných jehličnanů (FADY et CONKLE 1993). Zdá se, že *A. cephalonica* se odštěpila od společného předka s *A. alba* někdy před 90 000 lety. Během Holocénu docházelo k expanzi druhu z menších refugií, čemuž by mohla nasvědčovat nižší pozorovaná heterozygotnost (FADY et CONKLE 1993).

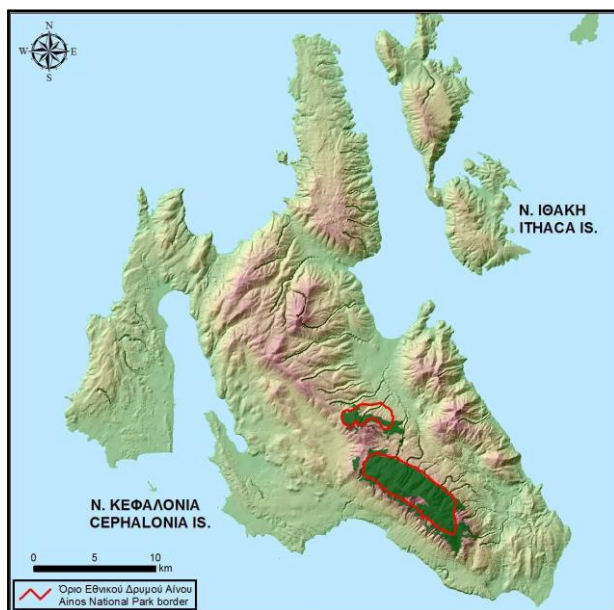
Ve středomořském regionu pak najdeme na Sicílii v pohoří Madonie Mountains přirozeně rostoucí endemický druh *Abies nebrodensis* (LIU 1971, VENDRAMIN et al. 1997, AKEROYD 2001). Současnou autochtonní populaci této dřeviny tvoří pouze 29 dospělých jedinců VIRGILIO et al. (2000). *A. nebrodensis* je proto zařazena na červenou listinu ohrožených druhů IUCN (VENDRAMIN et al. 1997, FARJON et PAGE 1999). Tento druh vykazuje silnou genetickou afinitu k *A. alba* a *A. numidica*, spíše než k druhu *A. cephalonica*. I přes velice malý počet jedinců je celková genetická variabilita populace

v oprovnání s *A. numidica* vyšší, což naznačuje příbuznost právě s druhem *A. alba* a to zvláště k populacím z jižní Itálie (DUCCI et al. 1999, PARDUCCI et al. 2001).

Západoturecký hybrid *Abies equi – trojani* vznikl přirozeným křížením *Abies cephalonica* a *Abies bornmuelleriana*, která pochází ze spontánní hybridizace druhů *Abies cephalonica* s *Abies nordmaniana* (HARLOW et HARRAR 1958, LIU 1971). Naposled jmenovaný druh je dle FARJONA (2010) spolu s *Abies equi – trojani* považován za synonymum pro jeden druh.



OBRÁZEK 1. Areál přirozeného rozšíření druhu *Abies cephalonica*. Zelenou barvou jsou v mapě označeny polohy s nadmořskou výškou větší jak 1000 m.n.m. (zdroj: http://www.foreasainou.gr/fusiko_perivallon_drumou/hlorida/h_kefalliniaki_elati, downloaded on 24 February 2015)



OBRÁZEK 2. Areál přirozeného rozšíření druhu *Abies cephalonica* na ostrově Cephalonia – červeně vyznačena hranice národního parku Ainos, tmavě zelená barva určuje porosty *A. cephalonica* (zdroj: http://www.foreasainou.gr/fusiko_perivallon_drumou/hlorida/h_kefalliniaki_elati_, downloaded on 24 February 2015)

Vzrůstem je jedle řecká statný strom v dospělosti okolo 30 m vysoký s výčetní tloušťkou dosahující až 1 m. Koruna je široce pyramidální. Kmen je přímý, sloupovitý, koruna ve stáří plochá a výše nasazená. Kůra je v mládí šedá či lehce narůžovělá, později bledě – hnědé barvy a výrazně rozbrázděná. Větve má štíhlé, světle hnědé někdy až nažloutlé. Jsou lysé s výraznými listovými jizvami. Pupeny jsou nažloutlé od pryskyřice, štíhlé až vejčité, 5 mm dlouhé s vejčité špičatými, červenohnědými šupinami. Jehlice jsou spirálovitě uspořádány kolem větvičky. Jsou 15 – 35 mm dlouhé, 2 – 2,5 mm široké, na konci značně zašpičatělé. Jsou tmavozelené s bělavými řadami průduchů. Průduchy jsou uspořádány ve dvou řadách a nejméně se jich nachází pod hrotem jehlice. Na řezu jsou viditelné dva středně velké pryskyřičné kanálky, které jsou umístěny marginálně či mediálně (CHRISTENSEN 1997).

Plodit strom začíná zhruba ve věku 20 – 25 let, v zápoji pak okolo 30 let (VIDAKOVIČ 1991, POLITI et al. 2011). Samčí strobily jsou soustředěny na spodní straně větví. Zralé šišky bývají 12 – 16 cm dlouhé a 3,5 – 4 cm široké, jsou štíhlé, cylindrické, tupě zakončené, mají hnědočervenou barvu a jsou lehce smolnaté. Semeno se začíná uvolňovat v říjnu, je trojúhelníkovité, 12 – 19 mm dlouhé, načervenalé (SILBA 1986, LIU 1971, VIDA KOVIČ 1991). Počet šišek je v různých letech značně variabilní stejně jako proměnlivý počet plných semen (PANETSOS 1975, POLITI et al. 2011).

Jedle řecká roste v nadmořských výškách od 600 – 2100 m. n. m. v Makedonii a Řecku. Preferuje půdy bohaté na vápenec, vlhké, ne však podmáčené. Vyhovuje jí mediteránní klima s úhrnem srážek 700 – 1500 mm za rok (MAKRIS 1962, LIU 1971). Snáší i velmi nízké teploty (BANNISTER et NEUER 2001). V porostech tvoří nejčastěji čisté směsi s podrostem *Juniperus oxycedrus*, ovšem v nižších polohách se k ní přidává i *Fagus orientalis*, *Quercus ssp.*, *Castanea sativa*, *Pinus nigra* a *Pinus halepensis* (HARLOW et HARRAR 1958). Během posledních padesáti let došlo k poklesu populací *A. cephalonica* a to hlavně v důsledku opakujících se extrémně suchých period, silným napadením hmyzem, jmelím a hlavně kořenovými hnilobami. Též požáry dnes hrají významnou roli v poškozování porostů *A. cephalonica* (HELIOTIS et al. 1988, KAILIDIS et al. 1968).

JEDLE CILICIJSKÁ

ABIES CILICICA (ANT. EX KOTSCHY) CARR.

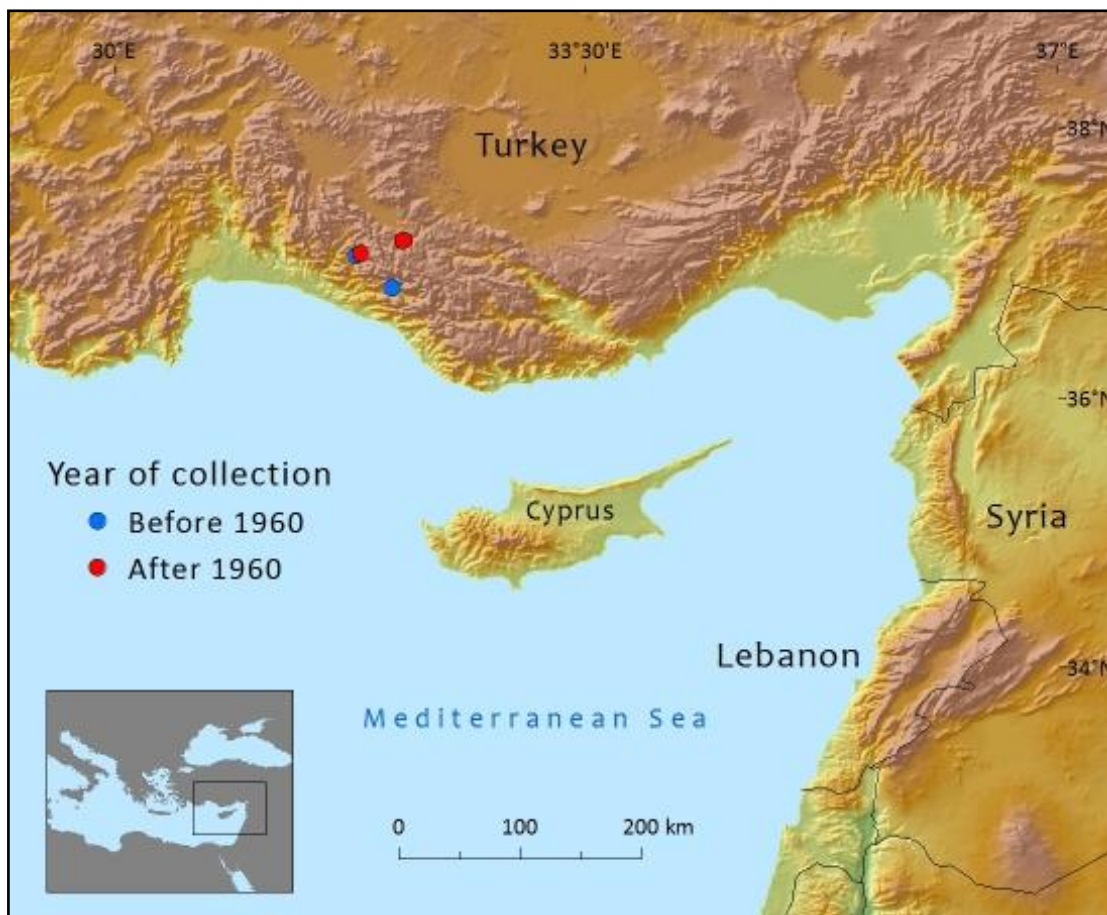
Taxonomické zařazení druhu: *Spermatophyta* – *Coniferophyta* – *Pinopsida* –
Pinales – *Pinacea* – *sect. Piceaster*

Jedná se o druh jedle rostoucí na východě Turecka v pohoří Taurus (Toros) v regionu Akseki, Antitaurus a Amanus. Setkat se s ní lze vzácně i v Sýrii (Lattakia) a Libanonu v severní oblasti Mt. Lebanon, Qammoua, Ain Toffaha a Seer Eddeniyea (BOZKUS 1988, KNEES et GARDNER 2013[online]). Stále jsou ovšem nalézány nové lokality, na které poukázal KELES et al. (2012). Ve své domovině je označována jako *Toros göknari*, v jižní Anatolii *Iledin* a například v USA se jí říká *Toros fir* právě podle místa původu. Byla objevena roku 1853 rakouským botanikem Theodorem Kotschym. Později byl popsán poddruh jedle cilicijské *Abies cilicica* Carr. subsp. *isaurica* Coode et Cullen (AWAD et al. 2014[online]).

Cilicica subsp. *isaurica*

Vyznačuje se smolnatými vegetativní pupeny a lysými letorosty čímž se odlišuje tento poddruh od *A. cilicica* subsp. *cilicica*.

Tento poddruh je endemický v oblasti jihozápadního Turecka v provincii Antalya a Konya v Isaurském Tauru. Odhadem zaujímá plochu 850 km² což je asi 25 % celkové plochy rozšíření *A. cilicica* v Turecku (KNEES et GARDNER 2013[online]). Nejčastěji roste v nadmořských výška od 1000 – 2000 m.n.m. ve smýšených porostech. Často může tvořit i čisté porosty. Dává přednost mělkým kamenitým půdám s dostatkem vápníku (DAVIS et al. 1965).



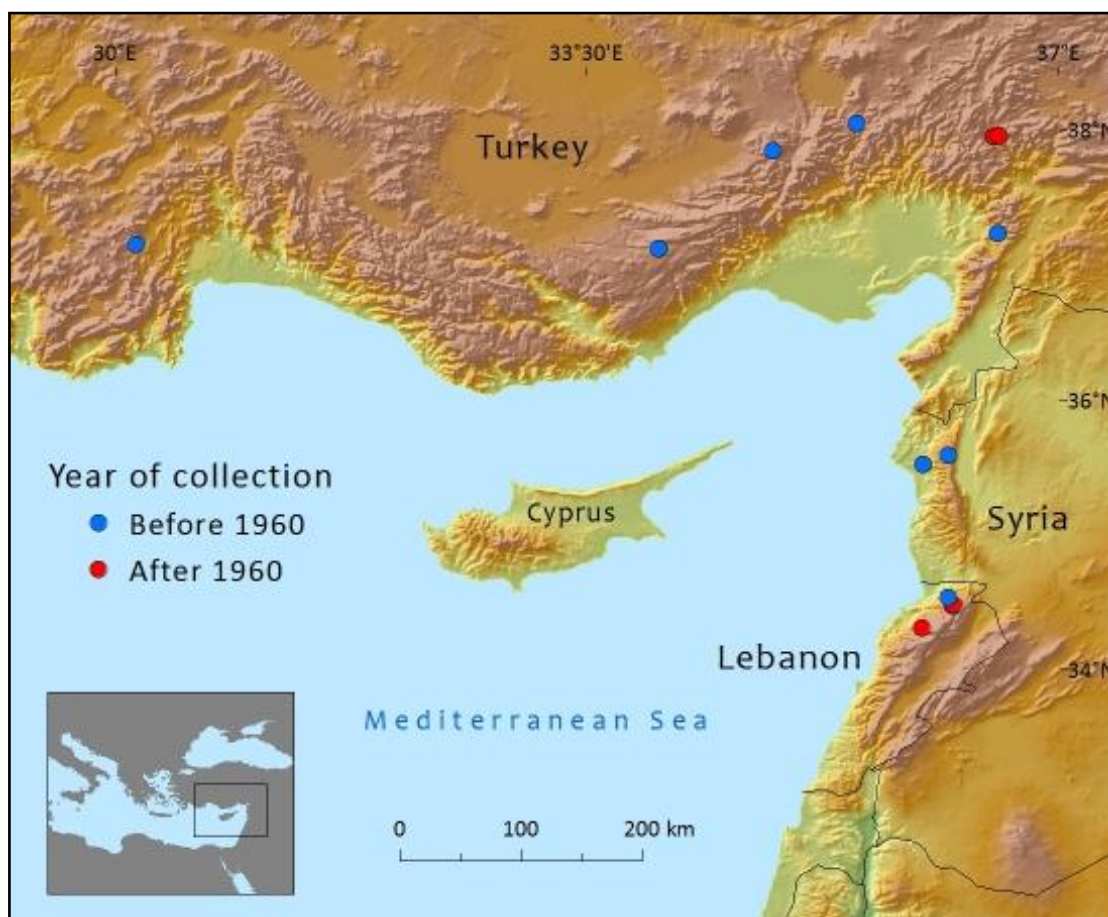
OBRÁZEK 3. Areál přirozeného rozšíření druhu *Abies cilicica* subsp. *isaurica* s místy nálezu před a po roce 1960 (zdroj: <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/abies-cilicica-subsp-isaurica>, downloaded on 24 February 2015)

Cilicica subsp. *cilicica*

Od *A. cilicica* subsp. *isaurica* se liší nesmolnatými pupeny a ochlupenými mladými letorosty. Tyto znaky mohou být značně variabilní a znesnadňují tak vzájemné rozlišení obou poddruhů *A. cilicica* (KNEES et GARDNER 2013[online]).

Jedle cilicijská je strom dorůstající v dospělosti 25 – 30 m a dosahující výčetní tloušťky 60 – 76 cm (LIU 1971, SILBA 1986). Kmen má přímý, korunu kuželovitou s přímo vzhůru směřujícími horními větvemi, spodní větve jsou nasazeny vodorovně. Borka je popelavě šedá, zprvu hladká, později je hluboce rozpraskaná na polygonální šupinovitě díly. Letorosty má hladké, červeno žluté, přecházející do šedé až olivově hnědé s roztroušenými krátkými hnědými chlupy. Vegetativní pupeny jsou cylindrické až kónické, obvykle bez pryskyřice, 3 – 4 mm dlouhé a 1 – 1,8 mm široké s šupinami lehce pýřitými. Jehlice jsou uspořádány okolo větévky a směřují vpřed. Často bývají dvouřadě

uspořádaný a svým rozložením připomíná písmeno V, jsou tmavě zelené, vespod světle sivě zelené s 2 – 3 krátkými stomatárními liniemi na svrchní straně a 6 – 7 liniemi vespod. Bývají 20 – 40 mm dlouhé a široké 1,5 – 3 mm, zakončené dvojitou špičkou. Na řezu pak mají 2 marginálně umístěné pryskyřičné kanálky. Samčí šištice jsou vejčité, 13 mm dlouhé a 8 mm široké, válcovité a nicí. Samičí šištice jsou pak cylindricky vejčité, přisedlé, na vrcholku spíše tupé. Zralé šišky jsou červeno hnědé, 15 – 30 cm dlouhé, 4 – 6 cm široké, což je řadí mezi jedle s největšími šiškami. Listeny jsou skryté a tvoří pouze asi 1/4, maximálně 1/2 délky šupiny. Šupiny jsou lehce ochmýřené, hrotité. Šišky dozrávají na přelomu srpna a září, rozpadat se začínají v říjnu. Semeno je červeno hnědé s obvejčítým křídlem až 2cm dlouhým. Samotné semeno je trojúhelníkovitého tvaru 3 – 6 mm dlouhé a široké zhruba 2 – 3 mm (LIU 1971, SILBA 1986, HUNT 1993, WHITE et MORE 2002).



OBRÁZEK 4. Areál přirozeného rozšíření druhu *Abies cilicica* subsp. *cilicica* s místy nálezu před a po roce 1960 (zdroj: <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/abies-cilicica-subsp.-cilicica>, downloaded on 24 February 2015)

Abies cilicica subsp. *cilicica* má relativně velký areál rozšíření odhadovaný na zhruba 2550 km², z kterého 95% se nachází v Turecku. Rozlohu čistých porostů *A. cilicica* subsp. *cilicica* je zhruba 640 km² (BOZKUS 1988). Roste v horských lesích v nadmořských výškách 1000 – 2100 m. n. m., na půdách spíše zásaditých a vápencových (LIU 1997, DAVIS 1965). Stanovištní nároky jsou prakticky shodné se subsp. *isaurica*. Na přirozených stanovištích panují specifické klimatické poměry se srážkově poměrně bohatými zimami s dlouho ležící sněhovou pokrývkou, ale s horkým a suchým létem. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí 1000 – 1500 mm (BOZKUS 1988).

V přirozených porostech velmi často tvoří kostru porostu. Roste ve směsi s druhy *Cedrus libani*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Juniperus excelsa*, *Quercus* sp. a druhy rodu *Taxus*. V nižších polohách jejího areálu tvoří keřové patro *Daphne oleoides* nebo *Lonicera* sp. (LIU 1971, ROLLEY 1948, OZTURK et al. 2010).

Právě místa výskytu *A. cilicica* jsou velmi náchylná ke změnám klimatu. V posledních pěti dekádách se neustále zvyšuje průměrná teplota a naopak klesá průměrný úhrn srážek. To zvyšuje rizika požáru a podílí se na zhoršujícím se zdraví stromů, které jsou poté náchylnější k patogenům. Riziko požáru se též zvyšuje s rostoucím množstvím turistů (Ozturk, 2010).

Abies cilicica vykazuje signifikantně menší genetickou diverzitu a nižší alelové četnosti než například středomořské populace *A. alba*, *A. bornmuelleriana* či *A. cephalonica*. Není tomu tak však v případě populací *A. alba* z francouzských Pyrenejí a francouzských jižních Alp a populací *A. cilicica* z oblasti Libanonu, kdy nebyly nalezeny signifikantní rozdíly v genetické diverzitě a alelových četnostech. Stejně tak se populace nelišily v porovnání s populacemi *A. marocana*. Vnitrodruhová populační struktura vykazuje nižší alelové četnosti a menší genetickou diverzitu u populací v jihozápadním cípu areálu přirozeného rozšíření. Populace jsou zde však v porovnání se severními partiemi areálu více diferencované. Celková genetická diverzita jednotlivých lokálních populací se nicméně mezi sebou výrazně nelišila (AWAD et al. 2014[online]).

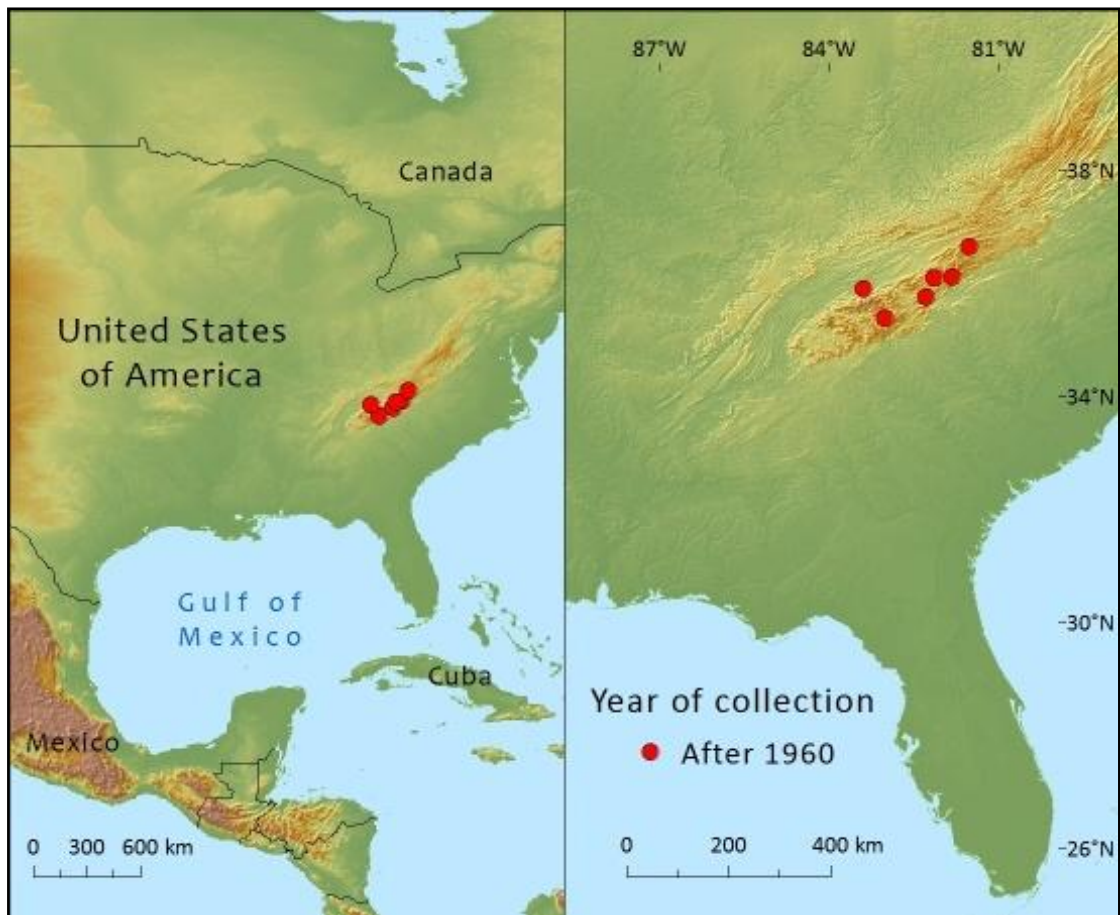
JEDLE FRASEROVA

ABIES FRASERI [PURSH] POIR.

Taxonomické zařazení druhu: *Spermatophyta* – *Coniferophyta* – *Pinopsida* –
Pinales – *Pinacea* – *sect. Balsameae*

V USA nazývána též fraser fir, southern balsam fir nebo she balsam. Objevena byla až poměrně pozdě Johnem Fraserem v roce 1811. Vědeckého označení se jí dostalo v roce 1817, přičemž druhové jméno obdržela po svém objeviteli (LIU 1971, HUNT 1993).

Dlouhou dobu byla jedle fraserova považována za varietu jedle balzámové *A. balsamea* var. *fraseri* Nutt. V současné době se uvádí jako samostatný druh a to zejména s přihlédnutím na odlišnou stavbu a velikost šišek (LIU 1971). V severní a západní Virginii lze nalézt stromy s intermediárními znaky mezi *A. balsamea* a *A. fraseri*. Tento spontánní hybrid se nazývá *A. balsamea* var. *phanerolepis*. Vzájemnou křížitelnost experimentálně potvrdili KLAEHN et WINIESKI (1962). V současné době rostou původní populace na šesti vrcholcích v Apalačském pohoří. Její populace od šedesátých let velmi silně klesá a je v současnosti zařazena na červenou listinu IUCN (DE SELM et BONER 1984, FARJON et al. 1998, FARJON et al. 1993, MOORE et al. 2008). Známa je též okrasný trpasličí kultivar *A. fraseri* cv. *prostata* s vodorovně rozprostřenými větvemi (KLAEHN et WINIESKI 1962).



OBRÁZEK 5. Areál přirozeného rozšíření druhu *Abies fraseri* s místy nálezu po roce 1960 (zdroj: <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/abies-fraseri>, downloaded on 24 February 2015)

Vzrůstem je jedle fraserova malý až středně velký strom dožívající se zhruba 150 let (OOSTING et BILLINGS 1951, LIU 1971). Největší změřený jedinec dosahoval výčetní tloušťky 86 cm a výšky 26,5 metru. Běžně dorůstá 12 – 20 (24) m s tloušťkou zhruba 40 – 70 (61) cm (BECK 1991). Strom mívá korunu kuželovitou a hustou. Kůra je v mládí šedá, hladká s pryskyřičnými puchýřky, později načervenalá, odlupčivá v šupinách. Mladé letorosty jsou žluto šedé, hustě pokryté načervenalými chloupky. Pupeny mají kuželovitě vejčitý až kulovitý tvar, jsou malé oranžově hnědé, silně nažloutle pryskyřičnaté. Jehlice jsou 10 – 25 mm dlouhé, zhruba 2 mm široké, ke konci slabě okrouhle vykrojené, někdy i lehce zašpičatělé. Na líci lesklé, sytě zelené s výraznou rýhou. Blíže špičky s bělavými řadami průduchů. Rub je pokryt 8 – 12 stomatárními liniemi. Po rozemnutí silně voní po terpentýnu. Na větvičce jsou jehlice směřované nahoru a dopředu, směrem ke spodní straně větvičky pak hřebenitě uspořádané.

Květní pupeny se začínají otvírat na začátku května až začátkem června. Samičí šištice jsou soustředěny v horní části koruny na koci větévek. Samčí žluto fialové květy se pak tvoří pod samičími květy v horní polovině koruny. Vzpřímené šišky bývají 3,5 – 6 cm dlouhé a 2,5 – 4 cm široké. Semenné krycí šupiny jsou výrazně delší než podpůrné šupiny, jsou zahnuté, čímž se odlišují od jedle balzámové. Plodit začíná zhruba v 15 letech (SPEERS 1962). Semeno je 4 – 5 mm dlouhé se stejně dlouhým nafialovělým oblým křídlem (LIU 1971). Dozrává během září až poloviny října. Po rozpadu šišek může být semeno šířeno větrem až na vzdálenost 1,6 km, nejčastěji však do vzdálenosti kolem 270 m, přičemž klíčivost se pohybuje okolo 50% (SPEERS 1962). Semena nejlépe klíčí ve vlhké, zrašelinělé půdě s dostatkem tlejícího dřeva (KORSTIAN 1937). Kromě generativního způsobu se dá též velmi úspěšně množit za pomoci řízků (HINESLEY et BLAZICH 1980). Lze ji dobře pěstovat i jako roubovance (WILLIAMS 1958). V přirozených podmínkách mohou též zakořeňovat spodní větve.

Přirozený areál rozšíření je nesouvislý. Roste na několika lokalitách na jihu Apalačských hor v jihozápadní Virginii, na západě Severní Karoliny a východě státu Tennessee v nadmořských výškách pohybujících se mezi 1550 – 2050 m. n. m. Současné subpopulace jsou pravděpodobně zbytky větší spojitě populace, která se táhla ve směru sever – jih (KLAEHN et WINIESKI 1962, ZAVARIN et SNAJBERK 1972, THOR et BARNETT 1974, BUSING et al. 1993).

Z hlediska ekologických nároků se jedná o druh rostoucí ve vlhkém a chladném klimatu, též nazývaném mikrotermální deštný les, s ročním úhrnem srážek 1900 – 2540 mm rozloženým během celého roku. Horizontální srážky jako jsou například mlhy, jsou velmi důležité, neboť se v oblastech přirozeného výskytu jedle fraserovi vyskytují až 65 dní v roce, převážně během vegetační sezóny (MARK 1958). Průměrná letní teplota se pohybuje kolem 16 °C, roční průměrná teplota pak okolo 6 °C v nejvyšších polohách (Mount Mitchell). V oblasti NP Great Smoky Mountains bývá roční průměrná teplota 9°C. Jedle fraserova roste na málo vyvinutých mělkých půdách, čemuž odpovídá i povrchový kořenový systém. Půdy bývají převážně kamenité, kyselé s dobře vyvinutým A₁ horizontem. Vyhýbá se půdám jílovitým a půdám se silnou akumulací železa (CRANDALL 1958). Porostní směsi tvoří hlavně s druhem *Picea rubens*. Roste spolu s dalšími dřevinami, kterými jsou například *Tsuga caroliniana*, *Acer sachcarum*, *Acer spicatum*, *Betula allghaniensis*, *Betula papyrifera*, *Fraxinus caroliniana*, *Sorbus americana* (WILLIAM 1958). Mezi křoviny rostoucí spolu s *A. fraseri* lze zařadit

Viburnum alnifolium, *Viburnum cassinoides*, *Sambucus pubescens*, *Vaccinium erythrocarpum*, *Menziesia pilosa*, *Rhododendron catawbiense*, *Ribes rotundifolium* a *Rubus canadensis* (BROWN 1941, CRANDALL 1958, DAVIS 1930, WILLIAM 1958). Tyto přirozené porosty nejsou z hlediska dřevní produkce významné, avšak velmi silně se podílí na půdoochranné a vodohospodářské funkci. Jejich ekologická hodnota spočívá též v tvorbě krajinného rázu. Významné uplatnění nachází jedle fraserova v oboru pěstování vánočních stromků. Díky svému vzhledu je nejpopulárnější vánoční jedlí na východě Spojených Států a roční hospodářský zisk se pohybuje v řádech milionů dolarů (THOR 1966, WILLIAMS 1958).

Relativně malé a po dlouhou dobu izolované populace běžně vykazují nízkou úroveň genetické variability (GODT et HAMRICK 2001). Potter et al. (2008) ve své práci na základě studia mikrosatelitových markerů odhalili, že se populace *A. fraseri* nacházejí mimo stav Hardy – Weinbergovi rovnováhy. Vykazují sníženou úroveň heterozygotity a vyšší stupeň inbreedingu. Genetická diverzita mezi jednotlivými populacemi není velká, přesto existují signifikantní rozdíly. Jako významný prvek se v tomto kontextu jeví vzájemná populační geografická izolovanost spíše než absolutní velikost jednotlivých populací. Nízká genetická variabilita mezi populacemi by mohla být způsobena tokem genů, což by znamenalo, že k výrazné fragmentaci areálu došlo v ne příliš vzdálené minulosti (HAMRIC et NASON 2000). Populace v severní části areálu přirozeného rozšíření vykazují menší alelovou variabilitu než je tomu u populací v jižní části areálu, která je charakterizována vyšší nadmořskou výškou. Je to zdá se důsledkem toho, že právě v jižní části se populace nacházejí blíže předpokládanému pleistocénnímu refugiu, odkud se pak *A. fraseri* zpětně šířila severním směrem, což s sebou neslo právě snižování alelové variability (Hewitt 1996).

V původních porostech ale především na produkčních plochách škodí na *A. fraseri* korovnice smrková *Adelges piceae* [Ratz.] původem z Eurasie. Od roku 1957 se rozšířila do všech částí již tak ostrůvkovitého areálu *A. fraseri* (SPEERS 1958). Korovnice napadá větve, letorosty i báze pupenů, primárně však škodí na kmeni. Při několikaletém opakovaném napadení dochází až k úhynu stromů (AMMAN 1966, ALDRICH et DROOZ 1967). Stromy oslabené sáním se stávají cílem domácích hmyzích škůdců jakým je například *Dendroctonus ponderosae*. Tyto stromy bývají též napadány václavkou *Armillaria mellea* či zavlečeným druhem *Cronartium ribicola* (KENDALL et KEANE 2001), celkově jsou pak náchylné k poškození větrem a sněhem (FEDDE 1973).

Že se nejedná o zanedbatelné poškození, dokládá fakt, že do roku 1980 na toto komplexní poškození odumřely miliony stromů. V posledních letech je pozorováno výrazné zlepšení stavu v minulosti napadených porostů hlavně ve vyšších polohách, které můžeme považovat za původní refugia *A. fraseri*. Přesto, že od roku 1954 kleslo zastoupení *A. fraseri* například v oblasti Black Mountains až o 60%, lze dle současných výsledků konstatovat, že se porosty nacházejí ve stadiu opětovné regenerace (MCMANAMAY et al. 2011).

U *A. fraseri* se na plantážích vánočních stromků v USA projevuje značná mortalita spojená s houbovým patogenem z rodu *Phytophthora* ssp. Tento rod patří mezi oomycétní houby způsobující kořenové hniloby a kmenové rakoviny (CHASTAGNER et BENSON 2000) a zahrnuje druhy *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schröter, *Phytophthora cinnamomi* Rands, *Phytophthora citricola* Sawada sensu lato, *Phytophthora cryptogea* Pethybridge et Lafferty, *Phytophthora drechsleri* Tucker, *Phytophthora gonapodyides* (Petersen) Buisman, *Phytophthora megasperma* Drechsler a *Phytophthora pseudotsugae* Hamm et Hansen (BENSON et GRAND 2000, BENSON et al. 1976, CHASTAGNER 1997, SHEW et BENSON 1982). Největší škody, řádově až 6 milionů \$ ročně, způsobuje druh *Phytophthora cinnamomi* (KOHLWAY et al 2014). Lokality zasažené touto houbou musí být často zcela vyjmuty z produkční plochy a není zde již prakticky možné jedli fraserovu pěstovat. Problém kořenových hnilob způsobených rodem *Phytophthora* je znám i z plantáží jedle vznešené ve státě Oregon a Washington. Spolu s probíhajícími klimatickými změnami se oblast zasažená *Phytophthorou* neustále zvětšuje (STURROCK et al 2011). Aktivní chemickou obranu lze úspěšně provádět pouze u mladých semenáčků ve školkách, pro plantáže již není tato metoda vhodná (BENSON et al. 2006). Dlouhodobě rozvíjenou strategií udržitelnosti jedle fraserovi na současných pěstebních plochách je výsadba roubovanců. Jedná se o metodu, kdy je jedle fraserova naroubována na podnož druhu rezistentního k rodu *Phytophthora*. Jedná se například o podnože druhu *A. firma* (HINESLEY et FRAMPTON 2002, HIBBERT - FREY et al. 2010). Konkrétně u tohoto druhu to však s sebou nese značné finanční náklady. Posledním a zatím nejaktuálnějším řešením je vyhledání rezistentních druhů a buď jejich přímé použití jako sazenic vánočních stromků namísto jedle fraserovi, nebo jejich křížení s druhem *A. fraseri*. Tyto druhy by měli splňovat nejen kritérium dostatečné odolnosti vůči kořenovým hnilobám způsobeným rodem *Phytophthora*, ale také by měli být dostatečně atraktivními druhy po stránce jejich vzhledu. Mezi takovéto druhy patří například *Abies bornmuelleriana* a *Abies equi – trojani* (FRAMPTON et al. 2013). Tyto

druhy jsou velmi blízce příbuzné druhu *A. nordmanniana*, která je jedním z nejpopulárnějších vánočních stromků na evropském trhu (FRAMPTONet BENSON 2012). Zatímco u *A. fraseri* je mortalita prakticky 100%, u sekci *Momi* a *Abies* je prokazatelně nižší (FRAMPTON 2005). U zmíněných druhů *Abies bornmuelleriana* a *Abies equi – trojani* se mortalita způsobená rodem *Phytophthora* pohybuje v rozmezí od 30 – 60%. Tato rezistence se jeví jako silně geneticky podmíněna (FRAMTON et al. 2013).

JEDLE KOREJSKÁ

ABIES KOREANA WILS.

Taxonomické zařazení druhu: *Spermatophyta* – *Coniferophyta* – *Pinopsida* –
Pinales – *Pinacea* – *sect. Elate*

Pochází z pohoří Chiri – san v provincii Keisho, v jižní části Korejského poloostrova. Dále ji lze nalézt v provincii Joelanum (Deok-yu-san) na hoře Mt. Togyu (Deojyu) a v provincii Gyeongsangnam na hoře Mt. Gaya. Dnes již nevelkou subpopulaci lze nalézt též na hoře Halla – san na malém vulkanickém ostrově Jeju – dao [Čedžudo] (WILSON 1920, KIM et CHOO 2000). Její současný areál výskytu není větší než 12km² (KIM et CHOO 2000) a v současnosti je zařazena na červené listině ohrožených druhů IUCN. Druh byl objeven kolem roku 1905 a své odborné pojmenování obdržel v roce 1920 (WHITE et MORE 2002).



OBRÁZEK 6. Areál přirozeného rozšíření druhu *Abies koreana* s místy nálezu po roce 1960 (zdroj: <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/abies-koreana>, downloaded on 24 February 2015)

Na Korejském poloostrově jsou domácí též další dva druhy jedlí a to *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. a *Abies holophylla* Maxim. V této skupině lze poměrně dobře odlišit *A. holophylla* od zbylých dvou druhů a to na základě tupého zakončení jehlic a skrytých podpůrných šupin šišek (LEE 1985). Velmi zajímavé pojednání o druhové proměnlivosti jehlic u těchto výše zmíněných druhů publikoval EO et HYUN (2013) U zbývajících dvou druhů *A. koreana* a *A. nephrolepis* je rozlišení na základě morfologických znaků velmi obtížné (SONG et al. 2008). To lze vysvětlit přirozenou hybridizací. Původní areál rozšíření *A. koreana* byl totiž v minulosti významně širší, než jak jej známe dnes. Je tedy velmi pravděpodobné, že docházelo k významné introgresi mezi čistými populacemi *A. nephrolepis* ze severní Číny a populacemi *A. koreana* (JIANG 2010). Ve čtvrtohorách, konkrétně v období Cenozoika, byl ostrov Jeju – dao spojen jak s Korejským poloostrovem, tak s částí dnešního Japonského souostroví (KIM 2002, KONG 2004). Přesto, že se na zmíněném ostrově vyskytuje reliktní flóra dokazující toto přímé spojení, Farjon et Rushfort (1989) též Liu (1971) vylíší *Abies veitchii*, možného křížence zmíněných druhů, jako samostatný druh, což je důsledkem opětovné dlouhodobé izolace těchto dvou druhů. Jako možný důkaz kontaktu obou druhů lze uvést, že na ostrově Shikoku je v roce 1916 udáván výskyt jedle, v minulosti popisované jako *A. veitchii* var. *reflexa*, nebo též *A. sikokiana* (KOIDZUMI 1916). Taktéž paralelní prezence druhu *A. koreana*. Yamanaka (1991) se přiklání k označení *A. veitchii* var. *sikokiana* příbuzné právě s *A. koreana*.

Vzrůstem se jedná o menší strom, ve své domovině dorůstající do výšky 10 – 18 m. Průměr kmene dosahuje 20 – 30 cm. Koruna je široce kuželovitá, hustě větvená, ve stáří na vrcholu tupá. Borka je v mládí hladká, světle šedě zbarvená s purpurovým nádechem a výraznými pryskyřičnými puchýřky, později hluboce rozbrázděná, uvnitř červenohnědá. Letorosty jsou mělce rýhované, našedlé až žlutavé, později načervenalé, zprvu jemně chlupaté, později olysálé. Pupeny má kulaté, kryté hnědými šupinami a bývají silně pryskyřičnaté. Jehlice hustě pokrývají větévku a svrchu ji překrývají. Vespod jsou rozestálé. Jehlice bývají dlouhé 10 – 20 mm, 2 – 2,5 mm široké, směrem k vrcholu se rozšiřující, na konci často vykrojené, vzácněji mohou být zaoblené, či špičaté. Barvu mají tmavě zelenou, na svrchní straně mají výraznou rýhu a jsou lesklé. Spodní strana jehlice je velmi nápadná díky výrazně křídově bílým pruhům, které občas splývají v celistvou bílou plochu. Samičí šištice vyrůstají na konci větviček během měsíce května, jsou tmavě nachově zbarvené. Zralé šišky jsou krátce stopkaté,

válcovité, 4 – 7 cm dlouhé, 2,5 – 2,8 cm široké. Před dozráním fialově purpurové. Semenné šupiny bývají 15 – 20 mm široké, ledvinovité, naspodu ouškaté, podpůrné šupiny jsou delší, ze šišky vyčnívající a jsou nazpět ohnuté. Semena včetně křídla měří 10 – 12 mm na délku, zbarvena jsou tmavě fialově až purpurově. Šišky dozrávají na přelomu října a listopadu (LIU 1971, SILBA 1986). Plodit jedle korejská začíná už od 5 let a tak spolu s výraznými jehlicemi vytváří velmi zajímavý a sadovnický ceněný habitus (WHITE et MORE 2002).

Roste ve vertikálním rozmezí 1000 – 1850 m n. m. v horských oblastech s chladným vlhkým klimatem. V období letních monzunů srážky dosahují kolem 1600 mm. Pro zimní období je charakteristický velmi silný severozápadní vítr a nízké teploty. Půdy jsou mělké, kamenité, chudé na humus. Mateřskou horninou je nejčastěji rula a žula. Na ostrově Cheju - dao se vyskytuje buď v čistých porostech nebo s příměsí listnáčů, hlavně břízou *Betula ermanii*. V jihokorejském pohoří Chiri - san roste s druhy *Picea jezoensis*, *Pinus koraiensis*, *Taxus cuspidata*, *Juniperus sargentii*, také s velkým množstvím listnatých dřevin jako je *Quercus mongolica*, *Malus baccata*, *Cornus controversa*, *Styrax shiraiana*, javory *Acer tchonskii*, *A. ukurunduense*, *A. tegmentosum*, *A. barbinerve*. Bohaté keřové patro tvoří především *Corylus sieboldiana*, *Berberis amurensis*, *Deutzia coreana*, *Rosa acicularis*, *Rhododendron faurei*, *R. tschonoskii*, *Vaccinium koreanum*, *Viburnum sargentii* (LIU 1971, KIM et CHOO 2000, KIM et al. 1998, 1997, LEE et CHO 1993, LEE et HONG 1995).

Významnou roli v populační dynamice *A. koreana* hraje fragmentace areálu, kdy jednotlivé populace jsou od sebe vzdáleny zhruba 40 – 250 km. To ovlivňuje tok genů a dochází v důsledku inbreedingu ke zhoršování adaptačních vlastností k měnícímu se prostředí. V něm se musí *A. koreana* potýkat nejen se změnami klimatu, ale též invazí patogenů a v oblasti Mt. Halla s rostoucí konkurencí invazní borovice a bambusu *Sasa quepaertensis* (CHO et al. 2005, CHO et al. 2007, WOO et al. 2008). Mezi houbové patogeny limitující přirozenou obnovu patří *Racodium therryanum* (CHO et al. 2005).

Poprvé byl pokles populací na regionální úrovni pozorován v roce 1980 (WOO 2009). Pokračující zmenšování areálu bylo provázeno chřadnutím a často i odumíráním jedinců v důsledku širšího komplexu klimatických změn a změn prostředí. Jako jeden příklad za všechny uvedme, že před 20 lety padlo za obětí budovaným ski resortům 30 – 40% subpopulací *A. koreana* v oblasti Deok – yu – san, což dohromady činilo celých 10%

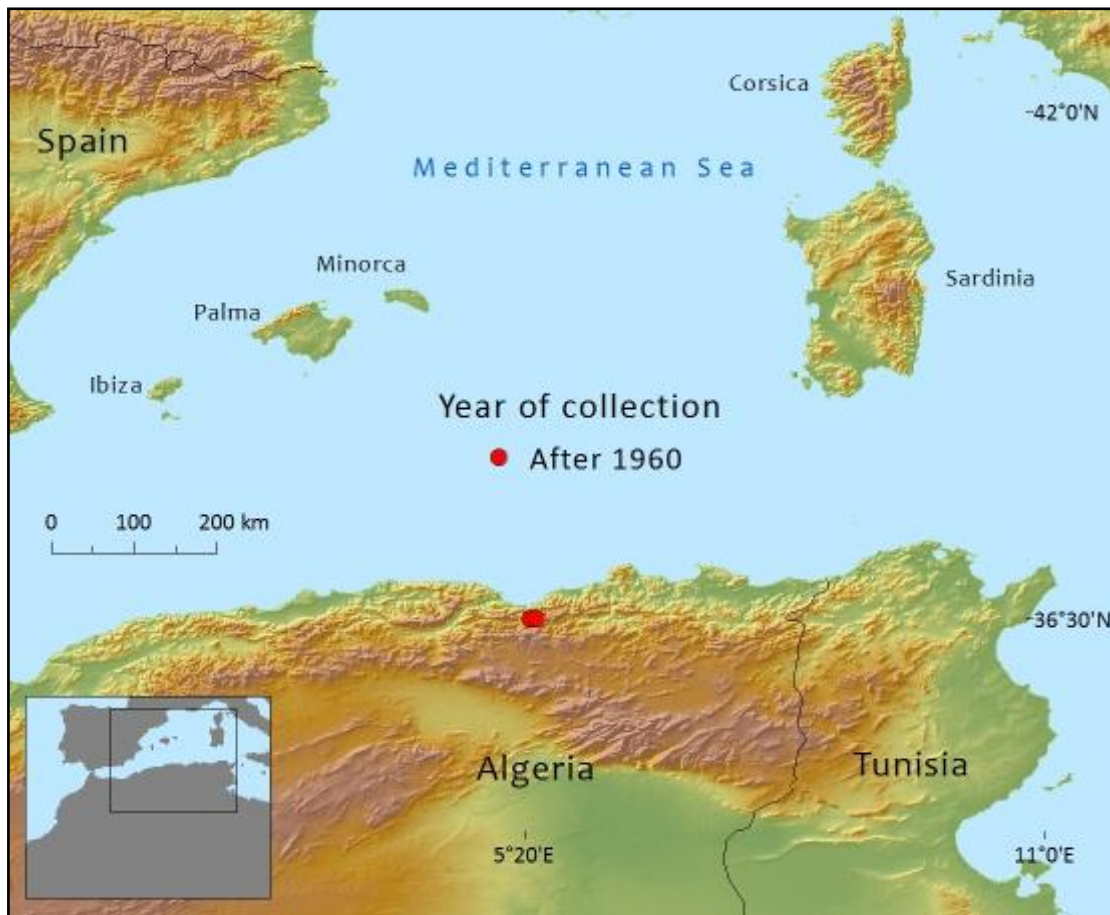
tohoto národního parku (KIM et al. 2013[online]). Problematika vlivu změn klimatu a jejich dopadů na populace *A. koreana* si do budoucna žádá širšího zkoumání (WOO 2009). Jako zásadní pro úspěšnou přirozenou regeneraci porostů *A. koreana* je podpora fruktifikace a pochopení faktorů, které ji ovlivňují (CHO 2007).

JEDLE NUMIDSKÁ – JEDLE ALŽÍRSKÁ

ABIES NUMIDICA (LANN. Ex CARR.)

Taxonomické zařazení druhu: *Spermatophyta* – *Coniferophyta* – *Pinopsida* –
Pinales – *Pinacea* – *sect. Piceaster*

Jedná se o endemický druh jedle rostoucí na hoře Mt. Babor (2004 m. n. m.), druhé nejvyšší hoře Alžírsko, a Mt. Tababor v pohoří Djebel Babor náležejícímu k pohoří Malý Atlas. Popsána byla v roce 1866 (FARJON 1990). Celková plocha, kde se *Abies numidica* vyskytuje je odhadována na zhruba 1 – 2,5 km². Úroveň poznání přirozených populací tohoto druhu je velmi nízká a to především díky velice striktně omezenému přístupu do národního parku Babor (YAHY et al. 2013 [online]). Je blízce příbuzná *Abies pinsapo* rostoucí více na západ v pohoří Rif (Maroko) a na jihu Španělska (FARJON 1990). Odborné pojmenování *Abies numidica* je dnes široce akceptováno (FARJON 2001, FARJON et PAGE 1999). Lze se setkat též s jedním ze starších pojmenování *Abies pinsapo* Boiss. var. *numidica* (de Lannoy ex Carriere) Solomon, které v současnosti užil například ECKENWALDER (2009). Velmi zajímavý je vztah mezi *A. numidica* a ostatními mediterránními druhy jedlí, jmenovitě *Abies cephalonica* a *Abies nebrodensis*. PARDUCCI et SCHMIDT (1999) poukázali na to, že *A. numidica* vykazuje jistou haplotypovou afinitu s *A. nebrodensis*. Tato blízkost je vysvětlována jako možný důsledek kontaktu *A. alba* a *A. numidica* v Miocénu, kdy byla oblast Sicílie, Evropy a Afriky spojena, což mohlo vyústit ve vzájemnou hybridizaci a vznik *A. nebrodensis* (PARDUCCI et al. 2001). V následující studii PARDUCCI et al. (2001) na základě alozymových analýz a vzájemných genetických distancí rozřadili zkoumané jedle do dvou příbuzných skupin. Zde spadala *A. nebrodensis* do společné skupiny s *A. alba*. Druhou skupinu pak tvořila *A. cephalonica* a *A. numidica*. Druh *A. numidica* vykazuje, ve srovnání s výše uvedenými druhy, nejmenší míru heterozygotnosti (SCALTSOYIANNES et al. 1999). Zároveň PARDUCCI et al. (2001) prokázali velice nízkou průměrnou genetickou vzdálenost mezi jednotlivými populacemi *A. numidica*. To je dáno dlouhým vývojem tohoto druhu v izolaci od ostatních druhů středomořských jedlí (PARDUCCI et al. 2001).



OBRÁZEK 7. Areál přirozeného rozšíření druhu *Abies numidica* s místy nálezu po roce 1960 (zdroj: <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/abies-numidica3>, downloaded on 24 February 2015)

Jedle numidská je vzrůstem středně velký strom dorůstající 20 – 35 m výšky s tloušťkou do jednoho metru. Koruna je kónická, hustě větvená, větve horizontálně rozkladité. Kůra je hnědošedé barvy, v mládí hladká v dospělosti pak šupinatá a rýhovaná. Letorosty jsou žluto – zelené, lesklé a hladké bez chloupků. Pupeny vejcovité, velké, tmavohnědé, nejvýš slabě pryskyřičnaté. Jehlice jsou špičaté, u starších stromů s rýhou u špičky, 1,5 – 2,5 mm dlouhé, široké 2 – 3 mm. Barvu mají tmavě zelenou se světlejším zeleno – bílým zbarvením blízko špičky. Na rubu jehlice jsou 2 zeleno bílé stomatární linie složené ze 7 – 10 řad. Na svrchní straně větví jsou jehlice kartáčovitě uspořádány, podél střední části výhonu chybí a bývají rozloženy ve tvaru V. Samičí šištice jsou žlutozelené. Šišky jsou cylindrické, hnědé, 10 – 20 cm dlouhé a 4 cm široké. Podpurné šupiny nejsou u uzavřené šišky viditelné. Semeno je okřídlené, 12 – 14 mm dlouhé (FARJON 1990, ECKENWALDER 2009).

Roste ve vyšších nadmořských výškách okolo 1800 – 2004 m. n. m. (vzácně pod 1200 m. n. m.) v oblasti středomořského klimatu charakterizovaném průměrnou roční teplotou okolo 18°C. Zimní teploty se pohybují kolem -1°C, maximálně do -10°C (GHARZOULI 2007). Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje mezi 1500 – 2000 mm. Největší část srážkového úhrnu tvoří zimní srážky v podobě sněhu. Léta jsou v oblasti přirozeného výskytu *Abies numidica* velmi horká a suchá. Patří mezi jedle s velmi vysokou tolerancí k suchu. Vzhledem k pozdnímu rašení není příliš náchylná k pozdním mrazům, avšak nízké zimní teploty spolu se znečištěním ovzduší tuto jedli dlouhodobě poškozují (VIDAKOVIC 1991).

Úbytek porostní plochy *A. numidica* je důsledkem změny přírodních podmínek zahrnujících kombinace negativních faktorů jako jsou požáry, sběr palivového dříví a pastva stád skotu a koz v letním období. Jistou ochranu dnes poskytuje krom statutu lokalit coby národního parku též stížený přístup a to především v zimních měsících. Přesto je nutné efektivně kontrolovat pohyb osob v národním parku, zabránit nekontrolovaným požárům, omezit nevhodné využívání lesů a pastvu dobytka. Svou roli má též cílený management původních lokalit či podpora zalesňování touto dřevinou i v jiných částech regionu (YAHY et al. 2013).

Roste často ve směsi s *Quercus mirbecki*, *Quercus faginea*, *Acer obtusatum*, *Populus tremula*, *Sorbus aria*, *Sorbus torminalis*, *Cedrus atlantica* a příležitostně s *Taxus bacata*. V keřovém patře pak nalezneme *Ilex aquifolium*, *Adenocarpus complicatus* ssp. *commutatus*, *Daphne laureola*, *Lonicera kabylica*, vzácně *Ribes petraeum* a *Rosa sicula* (MAIRE 1952, GHARZOULI et DJELLOULI 2005, GHARZOULI 2007).

MATERIÁL A METODIKA

SEMENNÉ SADY

K získání osiva a následně pak sazenic hybridních potomstev bylo využito metody kontrolovaného opylení realizovaného v hybridizačních semenných sadech k tomuto účelu zřízených, tabulka č. 2. Pro bližší seznámení je níže uveden jejich popis, historie a způsob založení.

TABULKA 2. Hybridizační semenné sady a jejich zeměpisná poloha

Evidenční číslo sadu	Umístění semenného sadu	GPS souřadnice
1	Kostelec nad Černými lesy – Truba	50°0'23.766"N 14°50'6.173"E
2	Kostelec nad Černými lesy – Truba	50°0.16203'N 14°50.10640'E
3	Prostějov – Seč	49°31'8.024"N 16°53'12.248"E
4	Kostelec nad Černými lesy – Truba	50°0.23587'N 14°50.03645'E

Pro založení semenných sadů byli využiti roubovanci dvou klonů mezidruhových hybridů F₂ generace *Abies cilicica* x *Abies cephalonica*. Tento materiál pochází z hybridizačních pokusů prof. Koblihy z pokusné školky Hády na ŠLP Křtiny VŠZ v Brně (dnes Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně). Zde bylo prof. Kantorem vysazeno 6 roubovanců zmíněného hybridu. Tito roubovanci pocházejí z roubů dvou stromů *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* rostoucích v arboretu Kysinhýbeľ u Banské Štiavnice. Zmíněný hybridní materiál poskytl prof. Kantorovi v 60. letech Ing. Gregus. V 80. letech prof. Kobliha kontrolovaným křížením získal zmíněné hybridy druhé filiální generace *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* a také cenný hybridní materiál kříženců s ostatními druhy jedlí. Pro tuto práci má význam především hybrid *A. koreana* x (*Abies cilicica* x *Abies cephalonica*). Do hybridizačních semenných sadů byl vysázen sadební materiál pocházející ze sekundárních roubů druhé filiální generace hybridu *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* naroubovaných na podnože domácí jedle bělokore. Pracovně jsou tyto klony označovány zkratkami CZ1 a CZ2.

Hybridizační semenný sad č. 1 byl založen v roce 1994 u šlechtitelské stanice Truba z materiálu roubovaného v roce 1991 a 1992. Původně obsahoval semenný sad 217 jedinců ve sponu 4 x 2 m, ovšem díky silnému podmáčení plochy klesl počet roubovanců na 154. Klon CZ2 je zde zastoupen 30 roubovanci. Kvetení v tomto sadě bylo poprvé pozorováno v roce 2001 u klonu CZ2, od roku 2006 pak pravidelně kvetou oba zastoupené klony. Schéma výsadby je zobrazeno v příloze č. 2.

Hybridizační semenný sad č. 2 tento semenný sad byl založen v roce 1996 na pozemcích Školního lesního podniku Fakulty lesnické a dřevařské v Praze v lokalitě Kostelec nad Černými lesy, porost 20A2. Vysazeno zde bylo 70 roubovanců (35 roubovanců klonu CZ1 a stejný počet roubovanců klonu CZ2). Sad je tvořen dvěma řadami, z nichž každá čítá 35 roubovanců a řadu tvoří roubovanci stejného klonu. Výsadbový spon byl zvolen 2 x 2 m. První kvetení bylo zaznamenáno v roce 2008. Roubovanci zde však kvetou velmi sporadicky a sad je pro hybridizační práce využíván velmi okrajově.

Hybridizační semenný sad č. 3 tento semenný sad byl založen v roce 1997 z roubovanců z roku 1993. Nachází se poblíž obce Seč u Prostějova. Je koncipován jako řadová výsadba podél oploceného okraje lesní školky. Je zde vysázeno 200 roubovanců (100 roubovanců od každého klonu). Opět se jedná o klony CZ1 a klon CZ2. Jednotlivé klony se ve výsadbě pravidelně střídají. Vzájemná vzdálenost jedinců činí 3 m. Poprvé zde bylo kvetení zaznamenáno v roce 2003. Jedná se o nejintenzivněji plodící sad se zastoupením klonů CZ1 a CZ2.

Hybridizační semenný sad č. 4 byl založen v květnu roku 1999 v porostu 20A9 na pozemku Školního lesního podniku Fakulty lesnické s dřevařské v Praze poblíž Kostelce nad Černými lesy. Vysazeno zde bylo 295 roubovanců (111 roubovanců klonu CZ1 a 184 roubovanců klonu CZ2) ve sponu 3 x 3 m. Plocha výsadby činí 0.31 ha. Design sadu se skládá z 16 řad a 20 sloupců. První kvetení zde bylo pozorováno v roce 2008. Roubovanci v sadu kvetou každý rok. Schéma výsadby je zobrazeno v příloze č. 3.

Testovací výsadba hybridních potomstev byla založena v roce 1996 nedaleko semenného sadu č. 4 v porostu 20A9. Plocha je rozdělena na menší bloky, kdy je každý blok tvořen jedinci jednoho druhu, nebo hybridem, o počtu 25 ks v schématu 5 x 5 jedinců. Výsadbový spon byl zvolen 1,2 x 1,2 m. Jedinci zde vysázení jsou potomstvy

spontánních hybridů z arboreta Kysinhýbel, čistých druhů rodu *Abies*, též složitého hybridu *Abies koreana* x (*Abies cilicica* x *Abies cephalonica*) vzniklého kontrolovaným křížením. Tento trihybridní materiál je velmi unikátní a každý jedinec je při evidenci křížení označován nezaměnitelnými souřadnicemi v rámci patřičného bloku výsadby. Schéma výsadby je zobrazeno v příloze č. 1. U tohoto složitého hybridu lze rozlišit tři různé formy:

- I. forma podobná *A. koreana* s tupě zakončenými jehlicemi, nižším vzrůstem a časnějším kvetením
- II. forma podobná *A. cilicica/cephalonica* s ostrými jehlicemi a rychlejším růstem
- III. forma s intermediárním charakterem.

KONTROLOVANÉ OPYLENÍ

Hybridizační semenné sady využitě v této práci jsou pravidelně sledovány z hlediska fenologie a před fyziologickou zralostí prašníků jsou u zvolených mateřských jedinců izolovány šištice pro následné kontrolované opylení pylem *A. fraseri* (pracovně označovaným zkratkou NC a číslem patřičného klonu) dodaným americkým partnerem, nebo pylem dalších euro – asijských druhů. Termíny prací jsou v tomto případě velmi pohyblivé v závislosti na počasí. Jedná se většinou o období od poloviny dubna do první poloviny května. Na celkový sled prací má také vliv výškový rozdíl semenných sadů, kdy semenný sad č. 3 v Seči u Prostějova mívá obvykle zhruba týdenní zpoždění z hlediska fenologie oproti semenným sadům číslo 1, 2 a 4 v Kostelci nad Černými lesy, které se se svou nadmořskou výškou cca 350 m. n. m., nacházejí o zhruba 200 výškových metrů níže než semenný sad č. 3.

Izolace samičích šištic byla prováděna v roce 2011 a 2012 papírovými sáčky, které zajišťují dobrou prodyšnost během vývoje šišek a předejde se tak možnému zapaření, což by mohlo vést k mortalitě šištic. V roce 2013 pak byly použity speciální mikrotexilní polinační sáčky s plastovým okénkem umožňujícím kontrolu šišek během jejich vývoje. Důvodem ke změně byla snaha zajistit vyšší odolnost vůči povětrnostním vlivům, než tomu bylo u sáčků papírových.

Kontrolované opylení bylo prováděno podle již dříve využívané metodiky, jak ji uvádí KOBLIHA et STEJSKAL (2009) a STEJSKAL et al. (2011). K aplikaci pylu byly použity velmi husté štětce s jemnou štetinou, které při práci nepoškozují opylované samiči

šišťice. Metoda vyžaduje velmi pečlivé nanesení pylu na celou šišťici. Tato metoda je časově více náročná, ovšem pro menší počet opylovaných šišťic dostatečně efektivní. Před samotným opylením je nutné při použití štětce sejmout izolační sáček. To lze v celku bez problému provést s menším a lehčím papírovým sáčkem. Následné nasazení je taktéž poměrně snadné. Při použití textilních sáčků docházelo při snímání díky jejich tuhosti k častějšímu poškození šišťic, nebo k jejich odlomení. Zde se jeví jako ideální řešení využití polinátoru bez nutnosti sáček snímat z izolované větve. Izolační sáčky bývají sejmuty zhruba 14 dní až tři týdny po opylení. Je dobré ponechat je nasazené, dokud se může v okolí vyskytovat volně poletující jedlový pyl. Opět se jedná o mechanismus prevence nechtěného sprášení volně poletujícím pylem.

VYHODNOCENÍ ÚSPĚŠNOSTI KŘÍŽENÍ

Zralé šišky byly sbírány ještě před jejich rozpadem zhruba v polovině září. U každé z šišek byla před sušením a luštěním změřena délka. Pro každou kombinaci byla zjištěna celková váha sebraných šišek a podílem počtu šišek v každé z kombinací byla zjištěna průměrná hmotnost jedné šišky. V roce 2013 v důsledku malého počtu šišek byla měřena hmotnost každé ze sebraných šišek samostatně. Následovalo jejich sušení při teplotě 20°C a luštění dle jednotlivých hybridních kombinací. Semena z let 2011 a 2012 byla luštěna za pomoci jednobubnové luštičky náležející do vybavení šlechtitelské stanice Truba. Následovalo odkřídlení semen. Semena z úrody 2013 pak nebyla pro zmíněný malý počet šišek luštěna bubnovou luštičkou, ale oddělena na speciálních sítích od zbytků šišky. Následně byla též odkřídlena. Po celou dobu sušení a luštění byla každá hybridní kombinace v každém z kroků pečlivě evidována a zpracovávána odděleně, aby nedošlo ke kontaminaci vzorku osivem jiné hybridní kombinace. Vyluštěná a odkřídlená semena byla znovu zvážena čímž byla zjištěna celková váha čistého osiva. Byla zpočtena průměrná hmotnost osiva v jedné šišce a to jako podíl celkové váhy čistého osiva a počtu šišek dané kombinace. U vyluštěného a roztríděného semenného materiálu byl následně zjišťován počet plných semen a to za pomoci rentgenových snímků osiva. Tato metoda je nedestruktivní ve srovnání s provedení řezu semenem jak jej popisuje POLITI et al. (2011) a umožňuje následné využití veškerého semenného materiálu pro další použití. Postup vychází z ČSN 48 1211 (Lesní semenářství – Sběr, jakost a zkoušky jakosti plodů a semen lesních dřevin). Pro tuto metodu je osivo vzorkováno, vždy 4 x 100 semen pro každou hybridní kombinaci. Tyto

vzorky se opět zváží a vypočte se průměrná hmotnost 1000 semen. Z tohoto údaje se poté vypočte celkový počet semen hybridní kombinace a průměrný počet semen v jedné šišce. Pro vytvoření rentgenového snímku byl použit film Foma AGFA CP-BU NEW 13 x 18 cm, který byl očíslován a pod tímto číslem následně evidován spolu s označením snímkané hybridní kombinace a číslem vzorku. Takto označený film se vloží do speciální, světlu nepropustné kazety. Vzorek osiva se rovnoměrně rozprostře na kazetu s rentgenovým filmem a je vystaven 1 – 2 vteřiny rentgenovému záření. Doba expozice je závislá od velikosti semene. Například drobná, silně smolnatá semena hybridních kombinací se složitým hybridem *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) vyžadují delší dobu expozice. Docílí se tak lepší čitelnosti snímku.

Snímek následně putuje do vývojky (Foma LTP), lázně přerušovače (Foma FOMACITRO) a ustalovače (Foma FOMAFIX). Po důkladném omytí se snímek vloží do roztoku smáčedla (Foma FOTONAL) a následně se z lázně vyjme, zavěsí a usuší. Manipulace s neexponovaným snímekem se vždy provádí v dokonale utěsněné fotokomoře vybavené červeným světlem. Vyhodnocení snímků se provádí okulárně, nejčastěji na prosvětlovacím pultu.

Pro lepší čitelnost některých snímků byla též využita metoda inverzních rentgenogramů, kdy byl snímek skenován při nastavení maximálního rozlišení pro sken fotografií a následně vytvořen jeho inverzní obraz za pomoci editoru fotografií Zoner Photo Studio 12. Takto zpracovaný snímek lze dle potřeby upravovat, měnit barvy, kontrast a v neposlední řadě měnit jeho velikost, což zpřesňuje následné vyhodnocení snímků. Počítá se množství plných semen na snímku. Ta bývají obvykle snadno rozpoznatelná.

Následně se počet plných semen ve všech čtyřech vzorcích vyjádří v procentech a vynásobí se celkovým počtem semen. Takto je získán údaj o celkovém množství plných semen v získaném osivu. Údaj o počtu plných semen ve vzorku slouží pro stanovení úspěšnosti mezidruhového křížení. Spolu s dalšími měřeními charakteristikami napomáhá odhalit případnou mezidruhovou variabilitu a odlišnosti v reprodukčním cyklu (POLITI et al. 2011, VELIOĞLU et al. 2012). Ostatní uvedené semenářské charakteristiky lze případně využít pro stanovení samičí reprodukční úspěšnosti v rámci semenného sadu (EL – KASSABY 1989, STOEHR et al. 2004). Pro zhotovení rentgenových snímků bylo s laskavým dovolením využito přístrojové vybavení

Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti v Kunovicích. Příklad rentgenogramu ukazuje obrázek č. 8.

Semenný materiál získaný hybridizací v uvedených semenných sadech byl až do roku 2012 pravidelně odeslán do Spojených států amerických partnerské univerzitě v Raleigh, která prováděla jeho další testování, především na míru rezistence vůči houbovým patogenům. Jednalo se o hybridní kombinace s nejvyšším dosaženým procentem plných semen. Semena byla přepravována ve speciálním boxu se suchým ledem a opatřena potřebnou dokumentací pro přepravu rostlinného materiálu, vydanou Státní rostlinolékařskou správou. Ostatní materiál je buď pečlivě skladován v mrazících boxech při teplotě -80°C na Katedře genetiky a fyziologie lesních dřevin, nebo byl vyset s cílem získat životaschopné semenáčky pro další testování. Provedení výsevu je popsáno níže v metodickém postupu pro rok 2012.



OBRÁZEK 8. Rentgenový snímek hybridní kombinace CZ2 x NC26 z roku 2011.
Šipka označuje plné semeno.

Tento rok byly přípravné a opylovací práce provedeny Ing. Stejskalem. Autor se zapojil do podzimních prací, především snímkování a vyhodnocení životnosti semen. Pro přehlednost jsou uvedeny práce provedené v tomto roce, jak je uvádí STEJSKAL et al. (2011) a KOBLIHA et al. (2013a). Pro potřeby prací byl zajištěn import zmraženého pylu *Abies fraseri* z USA. Jednalo se o pyl klonů NC11, NC26, NC42, NC44, NC46, NC51, NC53, NC54, NC97, NC113, NC142, NC153 ze sběru v roce 2010. V rámci přípravných prací byl sbírán také pyl hybridních klonů CZ1 a CZ2 (*Abies cilicica* x *Abies cephalonica*) a to v semenných sadech v Kostelci nad Černými lesy. Opylovací práce byly provedeny ve dnech 26. – 27. dubna. V semenném sadu č. 1 byl aplikován pyl *A. fraseri* NC51 a NC113 na 11 ramet klonu CZ1. V sadu č. 4 pak pyl s označením NC54, NC53, NC97, NC42, NC26, NC44 na 24 ramet klonu CZ1 a 3 ramety klonu CZ2. Semenný sad č. 2 byl tento rok poprvé využit ke kontrolovanému křížení. Na 3 ramety klonu CZ2 a na 2 ramety klonu CZ1 byl aplikován pyl klonu NC51. Testovací výsadba potomstev v Kostelci nad Černými lesy byla tento rok též využita k hybridizačním pokusům. Na jedince komplikovaného hybridu *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) pod označením 1/2, 1/4, 3/3, 3/4 a 5/1 byl aplikován pyl *A. fraseri* s označením NC11 a NC51.

V Seči u Prostějova v semenném sadu č. 3 bylo kontrolované křížení provedeno 28. dubna. Opyleno bylo celkem 6 ramet z toho 3 ramety klonu CZ1 a 3 ramety klonu CZ2. Aplikovaný pyl pocházel od klonů *A. fraseri* s označením NC53, NC42, NC11, NC26 a NC153.

V roce 2012 proběhla dne 27. dubna v Kostelci nad Černými lesy izolace šištice a jejich opylení bylo provedeno 30. dubna. V Seči u Prostějova byly šištice zaizolovány 1. května a následně opyleny 4. května. Pro opylovací práce byl využit přebytek pylu *A. fraseri* z předchozího roku. Pro semenné sady v Kostelci nad Černými lesy se jednalo o pyl klonů NC31, NC61, NC64, NC76. Tento pyl byl aplikován na jedince klonů CZ1 a CZ2 v sadech č. 1, č. 2, č. 4, také na trihybridní jedince *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) v testovací výsadbě hybridů v Kostelci nad Černými lesy. Celkem bylo izolováno a opyleno 60 šišek spolu se 17 šiškami trihybridních jedinců.

V semenném sadu č. 3 v Seči u Prostějova byl aplikován pyl *A. fraseri* klonů NC25, NC31, NC64, NC76 na 161 samičích šištice klonů CZ1 a CZ2. Při podzimním sběru zralých šišek bylo též sebráno 12 ks šišek CZ2, které byly zaizolovány spolu s ostatními šišticemi, ovšem nebyl na ně aplikován pyl žádného klonu *A. fraseri*. Výsledky rentgenogramů pak měly sloužit k ověření případné kontaminace. Podrobnosti o opylení v roce 2012 si lze prohlédnout v přílohách pod číslem 7, 8, 9, 10 a 11.

Na podzim roku 2012 byla též měřena výška sazenic vzešlých z kontrolovaného křížení v roce 2007 a vyšetých na podzim téhož roku. Jednalo se o kombinace CZ1 x PC, CZ2 x PC, F₂ Kostelec, F₂ Prostějov, CZ2 x NC52, CZ1 x NC73, CZ2 x NC73, CZ2 x NC84, též o tetrahybrid [*A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) pod označením 4/4] x NC PC. Pro následné zpracování dat byly vytvořeny tři zjednodušené skupiny a to F₂, CZ x NC a (*A. koreana* x CZ) x NC. Důvodem pro toto rozdělení byla značná příbuznost hybridních kombinací klonů CZ1 a CZ2 a jejich nesignifikantní rozdíly na základě analýzy variance mezi potomstvy těchto klonů opylených pylem *A. fraseri*, též velká variabilita v počtu měřených jedinců uvnitř potomstev F₂ generace. Pro vyhodnocení získaných dat byl využit program Statistica verze 12 (StatSoft). Použitými testy byla analýza variance ANOVA, metoda vícenásobné regresní analýzy a post – hoc Tukeyův HSD test. Hladina významnosti $\alpha=0,05$.

Sazenicím byly odebrány vzorky jehlic pro morfometrická měření. Ze směsného vzorku každé kombinace bylo vybráno a měřeno 20 jehlic. Jednalo se o jehlice z posledního přeslenu a to z oblasti v polovině délky větvičky. V laboratoři byla na každém vzorku

měřena posuvným měřítkem délka jehlic (mm) a jejich šířka (mm) v polovině délky jehlice. Pro vyhodnocení získaných dat byl využit program Statistica verze 12 (StatSoft). Použitými testy byla analýza variance ANOVA, metoda vícenásobné regresní analýzy a post – hoc Tukeyův HSD test. Hladina významnosti $\alpha=0,05$.

Hybridní osivo vzešlé z kontrolovaného křížení v roce 2011, které nebylo odesláno do USA, bylo v listopadu roku 2012 vyseto. Semena byla nejprve ošetřena proti plísni fungicidním přípravkem Vitan a poté vyseta do půdního substrátu a zahrnuta slabou vrstvou substrátu s vyšším obsahem písčité frakce. Jednalo se o kombinace CZ1 x NC51, CZ1 x NC44, CZ1 x NC26, CZ1 x NC54, CZ1 x NC42, CZ1 x NC97, CZ1 x NC113 a 1/2 x NC51.

Osivo kombinací CZ1 x NC76, CZ1 x NC25, CZ2 x NC31, CZ2 x NC25, 1/2 x NC64, 1/4 x NC64 a 4/5 x NC64 získané hybridizací v sezóně 2012 je skladováno při teplotě 5°C na Katedře genetiky a fyziologie lesních dřevin a připraveno k výsevu.

V tomto roce byly opylovací práce soustředěny pouze na semenné sady v Kostelci nad Černými lesy. Izolace šištice byla provedena 24. dubna. Tento rok byl velmi podprůměrný, co se týče zaznamenaného výskytu kvetoucích jedinců. Následné opylení pak probíhalo dne 3. května v semenných sadech č. 1, č. 2 a č. 4. Využit byl pyl *A. fraseri* ročník sběru 2010 a 2011. Samičí šištice v semenném sadu č. 1 byly opyleny pylem klonu NC61 z roku 2011. Jednalo se o 3 ramety klonu CZ1 s celkovým počtem 27 šištic. V semenném sadu č. 2 kvetl pouze jeden jedinec klonu CZ1 počtem 2 šištice. Zde byl aplikován pyl *A. fraseri* klonu NC11 z roku 2010. V semenném sadu č. 4 kvetly pouze 4 ramety klonu CZ1 v celkovém počtu 37 šištice. Aplikován zde byl pyl *A. fraseri* klonů NC61 z roku 2011 na ramety klonu CZ1, pyl klonu NC11 z roku 2010 (spolu s pylem NC61 z roku 2011) byl aplikován na nejsilněji kvetoucí rametu CZ1 na které kvetlo celkem 25 šištice. Čtyři šištice klonu CZ1 byly ponechány volnému opylení.

Dne 6. května bylo provedeno kontrolované křížení v testovací výsadbě hybridů v Kostelci nad Černými lesy. Zde bylo pozorováno velmi silné kvetení, což bylo v kontrastu se slabým kvetením v ostatních hybridizačních semenných sadech, které kvetly pouze sporadicky. Pro opylovací práce byl vybrán jeden jedinec *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) se souřadnicemi 3/2. Byl zde aplikován čerstvě sebraný pyl druhu *Abies numidica* z arboreta v Kostelci nad Černými lesy. Opyleno zde bylo celkem 30 samičích šištice. Podrobnosti o opylení v roce 2013 si lze prohlédnout v přílohách č. 12, 13, 14 a 15.

Sebrané zralé šišky byly vylušťeny a 18. října bylo provedeno rentgenové snímkování osiva. Proběhlo též vyhodnocení jarního vzházení výsevů z podzimu 2012, kdy se jednalo o vzešlý semenný materiál z kontrolovaného křížení v roce 2011.

VÝSLEDKY

VÝSLEDKY Z ROKU 2011

Tento rok byl poměrně úspěšným rokem z hlediska získaných plných semen vzešlých z kontrolovaného křížení. Zralé šišky byly v půli září sebrány ve všech semenných sadech v Kostelci nad Černými lesy, kde se jednalo o 149 šišek a v semenném sadu v Seči u Prostějova. Po změření a zvážení byly šišky vyluštny a semena odkřídlena. Vzorky osiva byly v půli října rentgenově snímkovány a na základě těchto snímků bylo stanoveno procento plných semen. Podrobně si lze výsledky prohlédnout v příloze č. 16, 17, 18, 19 a 20.

Nejúspěšnější hybridní kombinace, tedy kombinace s největším procentem plných semen byla kombinace ze semenného sadu č. 3 a to CZ2 x NC26 s 18%. Následovala hybridní kombinace CZ2 x NC11 s 11% plných semen, taktéž ze semenného sadu č. 3 v Seči u Prostějova. Kombinace z testovací výsadby potomstev v Kostelci nad Černými lesy s označením 1/2 x NC51 dosáhla 8% plných semen. Na dalších místech se umístily CZ2 x NC153 se 7% plných semen, CZ1 x NC26 taktéž se 7% a CZ1 x NC11 s 6% plných semen. Všechny tyto kombinace pocházejí ze semenného sadu č. 3 v Seči u Prostějova. U ostatních hybridních kombinací nepřekročilo procento plných semen 4%. V semenných sadech v Kostelci nad Černými lesy dosahovaly nejlepší kombinace pouze dvou procent plných semen. Příklad snímku úspěšné kombinace ukazuje obrázek č. 9.

Hybridní kombinace, jejichž osivo bylo v tomto roce zasláno do USA, shrnuje tabulka č. 3.

TABULKA 3. Hybridní kombinace z úrody 2011 odeslané NCSU Raleigh v USA

Označení hybridní kombinace
CZ1 x NC 53
CZ1 x NC 11
CZ2 x NC 26
CZ1 x NC 26
CZ1 x NC 97
CZ2 x NC 11
CZ2 x NC 153
CZ1 x NC 42
$3/4 [A. koreana \times (A. cilicica \times A. cephalonica)] \times NC11$

CZ1, CZ2 – klony hybridu *A. cilicica* x *A. cephalonica*
NC – klony *A. fraseri*



BRÁZEK 9. Rentgenový snímek druhého vzorku hybridní kombinace CZ2 x NC26 s 18% plných semen

Práce spojené s opylováním v roce 2012 byly obdobně náročné jako v roce 2011. Úroda šišek v tomto roce byla oproti minulým letům podprůměrná. V sadech v Kostelci nad Černými lesy bylo sebráno celkem 33 šišek vyjma šišek komplikovaného hybridu *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*). Po vyluštění a zhotovení rentgenových snímků testovaného osiva bylo odhaleno značné napadení semen hmyzími škůdci a to v sadech č. 1 a 4 v Kostelci nad Černými lesy. Příklad tohoto typu poškození si lze prohlédnout na obrázku č. 10.

Nejúspěšnějšími kombinacemi se 7% plných semen byly CZ1 x NC25 a CZ1 x NC76 ze semenného sadu č. 3 v Seči u Prostějova, dále pak následovaly kombinace CZ2 x NC25 s 6% a CZ2 x NC31 se 4% plných semen taktéž ze sadu č. 3. U dalších vzorků ze semenného sadu č. 3 byla značná část semen deformovaná a velmi špatně vyvinutá. Kontrolní vzorky nevykazovaly žádná plná semena a lze tedy potvrdit hypotézu, že izolace šištice proběhla včas a nedošlo tedy ke kontaminaci pylem ze semenného sadu, přestože při jarních pracech panovaly obavy o možném pozdním zahájení izolace. Vzorky ze semenných sadů v Kostelci nad Černými lesy byly nezvykle silně napadeny hmyzem a po přepočtu nedosahovaly ani jednoho procenta plných semen. Tento typ poškození v takovémto rozsahu, nebyl v předchozích letech u námi využívaných semenných sadů v Kostelci nad Černými lesy pozorován. Pokud bychom přistoupili na domněnku, že hmyz napadl slibně se vyvíjející a ne prázdná semena, pak by se v tomto roce mohlo u některých kombinací procento plných semen pohybovat okolo 10%. Vzorky z výsadby komplikovaných hybridů *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) přinesly následující výsledky. Pro kombinace 4/5 x NC64 a 1/2 x NC64 tvořil podíl plných semen 3%, u kombinace 1/4 x NC64 to byla 2% plných semen. Podrobné výsledky si lze prohlédnout v příloze č. 21, 22, 23, 24 a 25.

Hodnocení hybridních potomstev z křížení v roce 2007 na základě morfologické stavby jehlic, graficky vyvedený průzkum dat si lze prohlédnout v příloze č. 26 a 27. přineslo následující výsledky. Tukeyův test odhalil statisticky významné rozdíly mezi některými kombinacemi. Z hlediska délky jehlic byly statisticky průkazně nejodlišnější kombinace CZ2 x NC PC s nejkratšími jehlicemi a CZ1 x NC73. Ty se významně nelišili pouze mezi sebou a komplikovaným hybridem [*A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)

pod označením 4/4] x NC PC. Jednalo se o kombinace s nejkratší délkou jehlic. Zmíněný komplikovaný hybrid se prokazatelně odlišoval od kombinace CZ2 x NC73, u kterého byla zjištěna druhá největší délka jehlic a od potomstva F₂ Prostějov s nejdelšími jehlicemi ze všech zkoumaných kombinací. Mezi ostatními hybridními potomstvy nebyla zjištěna statisticky významná odlišnost v délce jehlic.

Sledovaná šířka jehlic již nevykazovala tak výraznou variabilitu. Tukeyův test neodhalil žádné statisticky významné rozdíly v šířce jehlic zkoumaných skupin jedinců. Na základě prostého škálování dle středních měla kombinace CZ2 x NC PC nejmenší šířku jehlic. Kombinace CZ2 x NC73 se zařadila jako kombinace s nejširšími jehlicemi. V souhrnu i přes neprůkaznost v šířce měla hybridní kombinace CZ2 x NC PC nejkratší a zároveň také nejužší jehlice. Kombinace CZ2 x NC73 s nejširšími jehlicemi měla druhou největší délku jehlic ze zkoumaných kombinací. Mediány délek a šířek jehlic pro jednotlivé kombinace v porovnání s hodnotami čistých druhů uvádí tabulka č. 4.

TABULKA 4. Mediány délky a šířky jehlic hybridních kombinací a čistých druhů

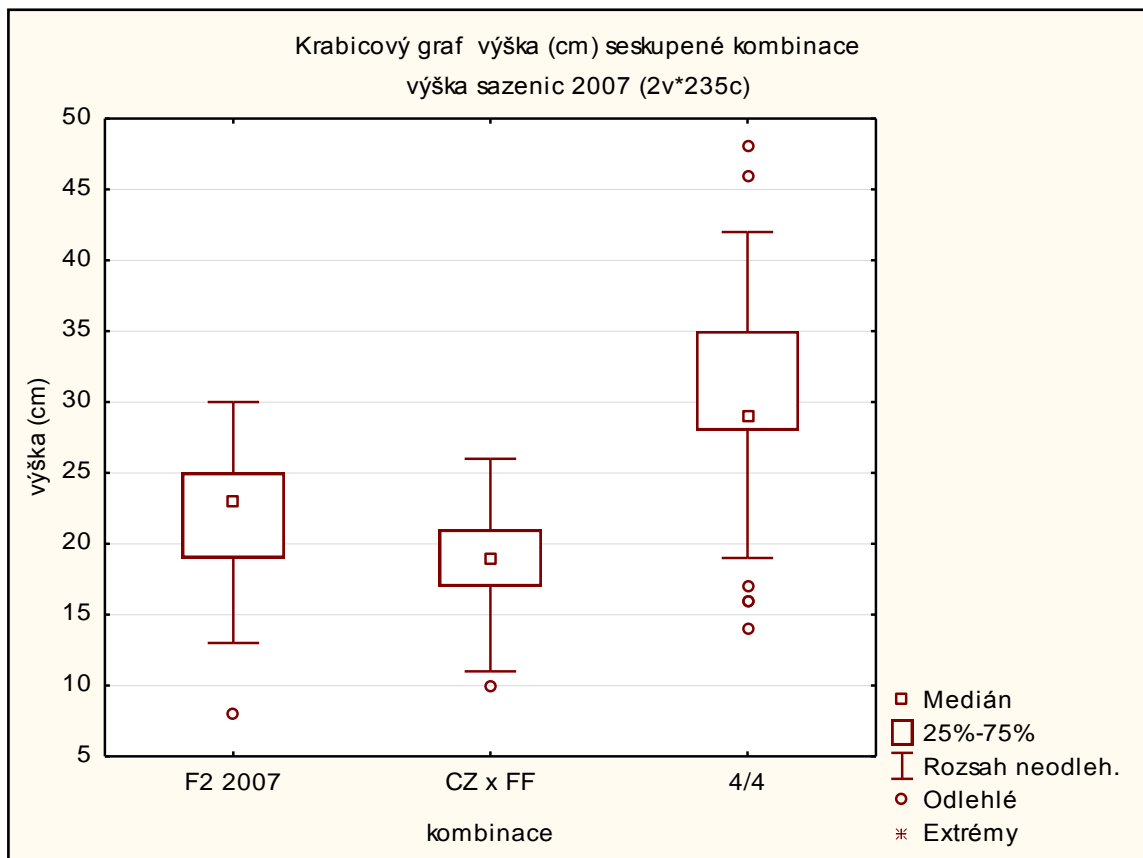
Hybridní kombinace	Hybridní kombinace		Čistý druh (Liu, 1971)		
	délka (cm)	šířka (mm)	délka (cm)	šířka (mm)	
(<i>A. koreana</i> x CZ) x PC	1,86	1,93	2,5 - 4	1,5 - 1,8	<i>Abies cilicica</i>
CZ1 x PC	2,09	1,9	1,5 - 3,5	2 - 2,5	<i>Abies cephalonica</i>
CZ2 x PC	1,69	1,94	1 - 2	2 - 2,5	<i>Abies koreana</i>
CZ2 x NC84	2,2	1,98	2 - 2	2,2	<i>Abies fraseri</i>
CZ2 x NC73	2,19	2,07			
CZ2 x NC52	2,05	1,83			
CZ1 x NC73	1,84	1,92			
F ₂ Prostějov	2,3	1,99			
F ₂ Kostelec	1,94	2			

CZ1 a CZ2 – klony hybridu *Abies cilicica* x *Abies cephalonica*

F₂ – druhá filiální generace hybridu *Abies cilicica* x *Abies cephalonica*

NC – klony *Abies fraseri*, PC – polycross pylem *Abies fraseri*

Morfometrická měření a jejich následná vyhodnocení, provedená na mladých sazenicích z kontrolovaného křížení v roce 2007, graficky vyvedený průřez dat si lze prohlédnout v příloze č. 28., přinesla následující výsledky. Krabicový graf č. 1. zobrazuje rozložení výšek dle jednotlivých kombinací křížení po sloučení do skupin. Výsledek ANOVA analýzy výšek jsou uvedeny v tabulce č. 5. Výsledky Tukeyova testu výšky sazenic (tabulka č. 6) u všech zkoumaných skupin odhalil statisticky významné rozdíly mezi všemi hodnocenými kombinacemi. Komplikovaný hybrid [*A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)] pod označením 4/4] x NC PC vykazoval největší výšku sazenic. V celkovém srovnání lze jako nejlépe rostoucí sazenice ve věku 4 let označit komplikovaného hybridu 4/4 x NC PC, následně pak F₂ potomstvo hybridu *A. cilicica* x *A. cephalonica*.



GRAF Č. 1. Rozdíly ve výšce sazenic (cm) skupin testovaných hybridních potomstev z roku 2007.

F₂ 2007 – druhá filiální generace *A. cilicica* x *A. cephalonica*, CZ1, CZ2 – klony *A. cilicica* x *A. cephalonica*, FF – klony *A. fraseri*, 4/4 – (*A. koreana* x CZ) x NC PC (polycross)

TABULKA 5. Analýza variance výšek (ANOVA) kombinací křížení v roce 2012 (Kobliha et al. 2014)

Efekt	Suma čtverců	Stupně volnosti	Průměr čtverců	F	P
Abs. člen	127901,4	1	127901,4	5427,563	0,0000
Kombinace	5082,8	2	2541,4	107,846	0,0000
Chyba	5467,1	232	23,6		

TABULKA 6. Výsledky post - hoc Tukeyova testu pro proměnnou výška sazenic v roce 2007

Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy. Chyba: meziskup. PČ = 23,565, sv = 232,00

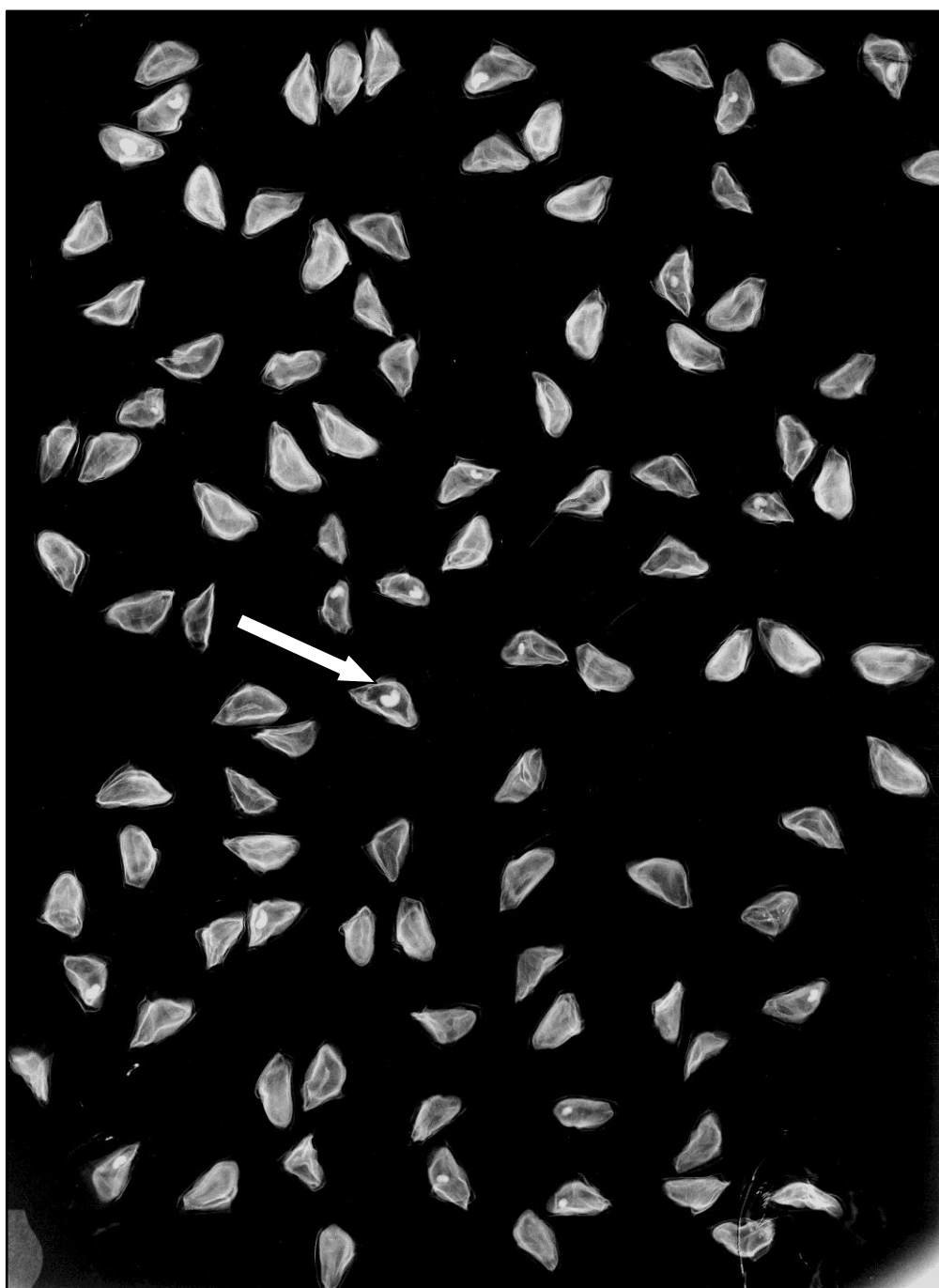
Kombinace	F2 2007	CZ x NC	4/4
F2 2007		0,000069	0,000022
CZ x NC	0,000069		0,000022
4/4	0,000022	0,000022	

CZ- klon hybridu *Abies cilicica x Abies cephalonica*

F₂ – druhá filiální generace hybridu *Abies cilicica x Abies cephalonica*

NC – klony *Abies fraseri*

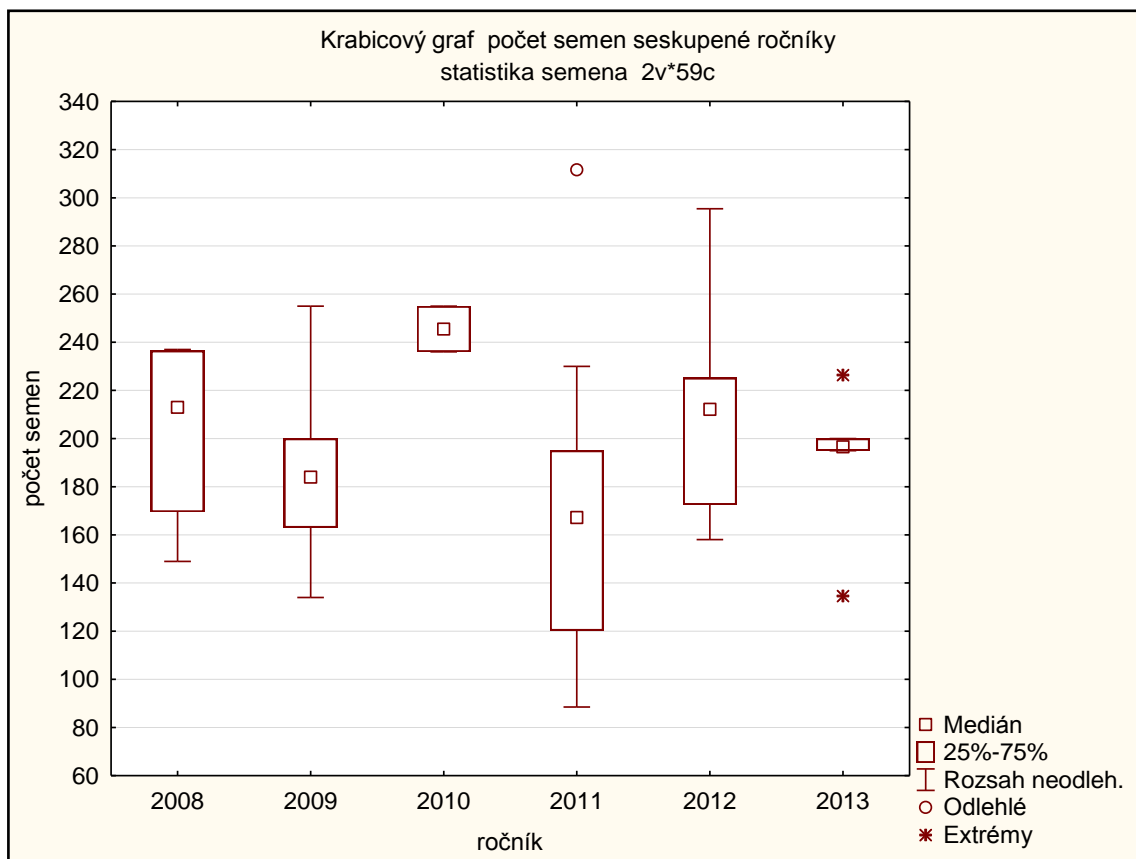
4/4 – označení souřadnic klonu *A. koreana x (Abies cilicica x Abies cephalonica)*



OBRÁZEK 10. Rentgenový snímek hybridní kombinace CZ1 x NC61 s viditelným poškozením semen hmyzem

V tomto roce nedošlo k opylení semenného sadu č. 3 v Seči u Prostějova a veškeré práce se soustředily na zbývající semenné sady v Kostelci nad Černými lesy. Při kontrolách kvetení ovšem v sadech č. 1, č. 2 a č. 4 nebyly pozorovány samičí šištice v obvyklé míře, ale spíše vše nasvědčovalo podprůměrnému stavu. Výjimkou byla výsadba testu potomstev kde jedinci *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) kvetly velmi silně. Ve všech semenných sadech s výjimkou výsadby testu potomstev bylo sebráno celkem 35 šišek. Rentgenové snímky odhalily napříč sady pouze malý počet plných semen. Jako nejúspěšnější kombinace se ukázala F₂ generace klonu CZ1 ze semenného sadu č. 4. Zde bylo zjištěno 8% plných semen. Všechny další kombinace křížení nevykazovaly žádné procento plných semen. U komplikovaného hybridu *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) opyleného pylem *A. numidica*, z kterého bylo získáno největší množství osiva, i přesto, že snímky vykazovaly patričnou kvalitu, bylo velmi těžké rozlišit plná semena od semen prázdných. Jak již bylo v této práci zmíněno, je to dáno malou velikostí semen, silnou smolnatostí a s tím spojenou špatnou rozlišitelností embrya na rentgenovém snímku. Proto by bylo vhodné semena této hybridní kombinace vysít dle výše popsané metodiky, nebo provést laboratorní kontrolu vzházení jak ji popsala například POLITI et al. (2011). Podrobné výsledky křížení si lze prohlédnout v tabulce č. 29, 30, 31 a 32.

Průběžně sledován a v tomto roce vyhodnocen byl vývoj počtu semen na jednu šišku. Situaci v semenných sadech klonů CZ1 a CZ2 číslo 1, 2, 3 a 4 ukazuje graf č. 2.



GRAF Č. 2. Vývoj změny počtu semen v jedné šišce v semenných sadech v Kostelci nad Černými lesy za období 2008 - 2013

TABULKA Č. 7. Analýza variance počtu semen (ANOVA) kombinací křížení v letech 2008 - 2013

Efekt	Suma čtverců	Stupně volnosti	Průměr čtverců	F	P
Abs. člen	1249917	1	1249917	708,8221	0,0000
Kombinace	19360	5	3872	2,1957	0,068385
Chyba	93459	53	1763		

Byla provedena analýza variance ANOVA (tabulka č. 7). Následoval post – hoc Tukeyův srovnávací test (příloha č. 33), přičemž se hledaly statisticky významné rozdíly mezi počtem semen na jednu šišku v závislosti na roku sklizně. Test neodhalil žádné statisticky významné rozdíly v počtu semen na jednu šišku. Lze tedy konstatovat, že počet semen v jedné šišce ve sledovaném období je více méně stabilní. Jisté odlišnosti v letech 2009 až 2011, kvůli kterým bylo provedeno statistické hodnocení, možná odrážejí amplitudu plodnosti semenných sadů v daném období v důsledku přechodu do interfáze semenných let, které se opakují u čistých mateřských druhů *A. cilicica*, *A. cephalonica* v rozmezí 3-5 let, jak uvádí POLITI et al. (2011).

Vyhodnocení vzcházení výsevů z roku 2012 (osivo z úrody 2011) je shrnuto v tabulce č. 8. Počet vzešlých semen z celkového očekávaného množství plných semen se v procentickém vyjádření pohyboval u výsevů provedených v USA mezi 5 – 39 %. Kromě dvou případů kombinací klonů CZ1 a CZ2 s klony NC26 a NC53 se u všech ostatních pohybovala vzcházivost nad 10 %. Vzcházivost u kombinací vyšetých v České republice se pohybovala v rozmezí 5 – 10 %. U kombinace s klonem NC44 vzešla čtyři semena oproti očekávanému nulovému počtu plných semen. Veškerý odeslaný semenný materiál z roku 2008 – 2011 byl výzkumníky z NCSU Raleigh vyšet. Inokulace patogenem rodu *Phytophthora* byla provedena na semenáčcích tří kombinací z roku 2009, přičemž infekci přežilo 23 ks CZ1 xNC73, 9 ks CZ1xNC PC a 35 ks F₂ generace *A. cilicica* x *A. cephalonica* (zdroj NCSU 2012).

TABULKA 8. Vzcházení 2012 - hybridní kombinace z úrody 2011

Očekávaný počet plných semen (ks) / úroda 2011	USA výsev 2012	Počet vzešlých semenáčků (ks)
117	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1x <i>A. fraseri</i> NC11	13
44	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1x <i>A. fraseri</i> NC26	6
18	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1x <i>A. fraseri</i> NC42	7
84	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1x <i>A. fraseri</i> NC53	4
129	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 2x <i>A. fraseri</i> NC11	14
56	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 2x <i>A. fraseri</i> NC26	5
66	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 2x <i>A. fraseri</i> NC153	13

Očekávaný počet plných semen (ks) / úroda 2011	ČR výsev 2012	Počet vzešlých semenáčků (ks)
0	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1 x <i>A. fraseri</i> NC44	1
0	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1 x <i>A. fraseri</i> NC44	3
21	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 2 x <i>A. fraseri</i> NC97	2
18	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1 x <i>A. fraseri</i> NC42	1
22	<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> 1 x <i>A. fraseri</i> NC54	1

A. cilicica x *A. cephalonica* 1, 2 – označení klonu *A. cilicica* x *A. cephalonica*
 NC – označení klonu *A. fraseri*

DISKUSE

Hybridizace druhu *Abies fraseri* s mediteránními druhy jedlí je velmi komplikované téma neboť potomstva vzešlá z tohoto mezidruhového křížení bývají velmi často sterilní (TURNER et al. 2014). Jisté srovnání výsledků této práce poskytují závěry prací, které publikovali KORMUŤÁK (2004) a GALGÓCI (2010) a výsledky transatlantické hybridizace druhů *Abies cephalonica* s druhem *Abies grandis*, jak je publikoval KANTOR et CHIRA (1971). Tito autoři použili při svých pokusech druh *Abies cephalonica* jako mateřský strom a aplikací pylu *A. cilicica*, *A. alba* a *A. nordmanniana* dosáhli přinejmenším 14% plných semen. Naopak použitím pylu *A. concolor*, *A. grandis* a *A. pinsapo* bylo dosaženo jen 0, 9 – 3, 3% plných semen. Při použití *A. grandis* jako mateřského stromu nebylo dosaženo uspokojivých výsledků a proto se jeví křížení *A. grandis* v pozici matky s ostatními druhy jako málo efektivní. Výsledku 1, 9% plných semen se podařilo získat pouze, když byl pro hybridizaci použit pyl *A. concolor*. Ostatní kombinace byly neúspěšné.

Obecně se pro úspěšné mezidruhové křížení doporučuje používat druhy s přirozeně se překrývajícím areálem rozšíření (KLAEHN ET WINIESKI 1962), přičemž lze uvažovat až s 60% úspěšností křížení. Musíme ale počítat s tím, že produkce semen je u rodu *Abies* obecně nižší (FADY 1992, OWENS 1995). Naopak hybridizací druhů s velmi od sebe vzdáleným přirozeným areálem lze dosáhnout maximálně 29% plných semen (MERGEN et al. 1964). Vysoký stupeň křížitelnosti byl potvrzen u mediteránních jedlí, jak ve svých pracech uvádí GREGUSS (1986, 1988 a, 1988b, 1992) taktéž KORMUŤÁK (1984, 1986, a 1992). Severo – americké druhy jedlí se, jak popisují MERGEN et al. (1964), HAWLEY et. DE HAYES (1985) a CRITCHFIELD (1988) jeví reprodukčně izolované a to nejen od mediteránních druhů, ale také mezi sebou v rámci Amerického kontinentu. Vzájemnou obtížnou křížitelnost mediteránních druhů jedlí s jedlemi americkými a asijskými prokázal též KORMUŤÁK (2004), který ovšem možnost křížení takto izolovaných druhů i přes nízkou pravděpodobnost nevyvrátil. Častá sterilita hybridů takto vzdáleně příbuzných druhů proto není ničím neočekávaným (STEBBINS 1950, JOHNSON 2008, TURNER et al. 2014). Může se též stát, že se očekávaná heteroze neprojeví a v případě negativní hodnoty hybridní energie pro jeden nebo více znaků jsou

hybridy velice blízko výkonu rodičovských druhů či jsou ještě horší než jejich rodiče (WHITE et al. 2007).

Hybridizace v roce 2007 přinesla slibné výsledky (KOBLIHA et STEJSKAL 2009), v následujících letech 2008, 2009 bylo očekáváno, že by úroda mohla přinést srovnatelný počet plných semen (STEJSKAL et al. 2011). Nicméně, výsledky z roku 2008 byly nepatrně odlišné v dosaženém procentu plných semen (STEJSKAL et al. 2011). Zdá se, že semenné sady číslo 1 a 3 vykazovaly rozdílné výsledky každý rok, ale jedná se pouze o předpoklad, neboť proměnlivost v produkci semen, která se projevovala i v sezónách 2011 a též 2012 a 2013, se nepodařilo statisticky prokázat. FUNDA (2012) k problematice plodnosti semenných sadů v jednotlivých letech uvádí, že semenné sady mohou vykazovat meziroční kolísání plodnosti a proto doporučuje hodnotit tento znak vždy separátně pro jednotlivé zkoumané roky. Na rozkolísanosti úrody během sledovaných let se také může podílet odlišná reprodukční aktivita hybridních roubovanců, kdy může docházet k neúplné fenologické synchronizaci. Některé vybrané příklady uvádí tabulka v příloze č. 34. Tento efekt má silný vliv při využití metody volného sprášení (BURCZYK et CHALUPKA 1997, MATZIRIS 1994). Zda a v jakém rozsahu se tento jev může podílet na snížení plodnosti při kontrolovaném opylení, je velmi obtížné prokázat. Též přirozená variabilita ve střídání let se silnou produkcí šišek, potažmo semene u druhů *A. cilicica* a *A. cephalonica* by mohla hrát významnou roli v plodnosti vzájemných kříženců. U zmíněných druhů se maximální plodnost a stabilizace cyklů projevuje až kolem 30 roku a jak uvádí POLITI et al. (2011) u různých jedinců může být silně variabilní. Z hybridizačních pokusů v předchozích letech se jako nejúspěšnější hybridní kombinace v roce 2008 ukázala CZ1 x NC73 s výslednými 16% plných semen. Kombinace CZ1 x PC s 10% plných semen, CZ1 x NC136 s 7% a CZ2 x PC (4%) byly též považovány za úspěšné (STEJSKAL et al. 2011). V roce 2009 nejúspěšnější hybridní kombinace CZ1 x NC81 rezultovala v 6% plných semen, zatímco ostatní kombinace poskytly stěží několik plných semen v rozmezí 1 – 2% z celého zkoumaného vzorku (STEJSKAL et al. 2011). V roce 2010 byla nejúspěšnější hybridní kombinací CZ2 x NC81 se 7% plných semen. Zbylé 3 hybridní kombinace oscilovaly kolem 5 %, ovšem žádná z nich neměla méně než 2% plných semen. V porovnání s předchozími 3 lety se jednalo o nejvíce vyrovnané výsledky. V roce 2009 semenné sady v Kostelci nad Černými lesy velmi silně plodily, a tak bylo kontrolované opylení prováděno pouze v Kostelci nad Černými lesy. Po aplikaci veškerého

dostupného pylu *A. fraseri* bylo přikročeno k aplikaci pylu *Abies koreana* a *Abies numidica* z lokálních zdrojů na zbylé neopylené šištice (STEJSKAL et al. 2011). V roce 2010 plodily všechny semenné sady výrazně méně. V Kostelci bylo kontrolované opylení provedeno pouze na dvou rametách. Pyl *A. fraseri* klonu NC81 byl vybrán s ohledem na dobré výsledky křížení z roku 2009 (STEJSKAL et al. 2011). Semenný sad číslo 3 v Seči u Prostějova plodil velmi slabě. V porovnání s rokem 2009 to bylo pouze 16 opylených ramet (oba klony CZ1 a CZ2) oproti 30 rametám v roce 2009, kdy byla zaznamenána zatím největší úroda od započetí hybridizačních pokusů (STEJSKAL et al. 2011). V roce 2011 bylo v semenných sadech v Kostelci nad Černými lesy opyleno více šištic v porovnání s rokem 2010. Nicméně, počet plných semen znatelně poklesl. Nejlepší kombinace v roce 2011 rezultovaly pouze v 2% plných semen (STEJSKAL et al. 2011), což bylo srovnatelné se spodní hranicí výsledků plných semen z roku 2009. V semenném sadu číslo 3 v Seči u Prostějova byl opylen prakticky stejný počet šištic jako v roce 2010. Zde byl zaznamenán mírný nárůst počtu plných semen. Nejúspěšnější kombinací zde byla CZ2 x NC26 s 18% plných semen, CZ2 x NC11 s 11% plných semen byla druhou nejúspěšnější kombinací. Zajímavých výsledků bylo dosaženo u komplikovaného hybridu *A. koreana* x (*Abies cilicica* x *Abies cephalonica*). Hybridní kombinace 1/2 x NC51 dosáhla 8%, 3/4 x NC11 dosáhla 4%, tyto výsledky převýšily veškeré hybridní kombinace s klony CZ1/CZ2.

Testování rezistence proti *Phytophthora cinnamomi* je pro americkou NCSU, se kterou Katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin na pokusech s rezistencí hybridů úzce spolupracovala, velmi zajímavým a důležitým praktickým vodítkem vzhledem k zamoření plantáží vánočních stromků v Severní Karolíně tímto patogenem (BENSON et GRAND 2000, FRAMPTON 2005, FRAMPTON et BENSON 2012). Výsledky vyhodnocení inokulace *Phytophthora cinnamomi* a následné přežívání hybridních semenáčků z pokusů provedených NC State University odhalily značné rozdíly v rezistenci u různých druhů uvnitř rodu *Abies* a u různých mezidruhových hybridních kombinací. Po přepočtení obdržených dat se mortalita semenáčků vzešlých z volného opylení *A. fraseri* po 17 dnech od vyklíčení pohybovala od 90 do 100%. Jiná byla situace u hybridních semenáčků pocházejících z mezidruhového křížení klonů CZ1 a CZ2 právě s druhem *A. fraseri*. V tomto případě se u semenáčků projevila pouze 50% mortalita. U druhu *A. cephalonica* dosahovala mortalita po inokulaci 50% a u *Abies cilicica* to bylo 14%.

Hybridní F₂ generace klonů CZ1 a CZ2 byla z hlediska mortality po inokulaci variabilní se stupněm mortality okolo 22%.

U Japonského druhu *Abies firma* byla zjištěna 0% mortalita po inokulaci patogenem *Phytophthora cinnamomi*. Tento druh se ukázal jako 100% rezistentní proti *P. cinnamomi* jak uvádí KOBLIHA et al. (2013a). Na americké straně publikoval výsledky testů rezistence FRAMPTON et BENSON (2012). Ti uvádějí, že poškození *P. cinnamomi* se velmi rapidně rozvíjí a již po 16 týdnech po inokulaci semen *A. fraseri* dosahuje mortalita 88,1%. Nižší mortalitu vykazovaly dvě z osmi taxonomických sekcí, jmenovitě *Momi* a *Abies*. U ostatních sekcí přesáhla mortalita 93%. Konečná mortalita se pak pohybovala od 11 % u druhu *Abies firma* do 100 % u některých dalších druhů. Podobných výsledků dosáhl již dříve například BENSON et al. (1997).

Výsledky kontrolovaného křížení provedeného v roce 2012 potvrdily dosavadní zkušenost s úspěšností hybridizace mezidruhových kříženců CZ1 a CZ2 s dalšími euro – americkými druhy jedlí. Procento plných semen pohybující se okolo hodnoty 7% se dlouhodobě ukazuje jako stabilní a odpovídá výsledkům z předchozích let, které publikoval KOBLIHA et STEJSKAL (2009) STEJSKAL et al. (2011) a KOBLIHA et al. (2013a). Celkově se nižší počet plných semen nevymyká závěrům o nižší mezisekcionální křížitelnosti v rámci rodu *Abies*, které publikoval například HAWLEY et DE HAYES (1985) či MERGEN et al. (1964). Často je to zapříčiněno neprorůstavostí pylové láčky, nebo již zmíněnou výraznou genetickou diferenciací (MERGEN et al. 1964, KANTOR et CHIRA 1971). Úspěšnost hybridizace je též ve značné míře odvislá od způsobu provedení samotného kontrolovaného křížení, dodržení procesu vlastních hybridizačních prací, taktéž od každoročně proměnlivých vnějších faktorů a aktuálního stavu mateřských jedinců, což je ve shodě se závěry které publikoval KORMUŤÁK et al. (2013). V roce 2012 to bylo zejména značné napadení semen hmyzem, které se negativně projevilo při vývoji semen. Taktéž byl pozorován zvýšený počet špatně vyvinutých semen v sadu č. 3 v Seči u Prostějova, kde bývala úspěšnost tradičně vyšší. Za snížením úspěšnosti křížení může být vývoj počasí, což popisuje například KORMUŤÁK (2004), nebo různé faktory vnitřní, či kvalita aplikovaného pylu (KORMUŤÁK 1981, KORMUŤÁK et DUBOVSKÝ 1984, GREGUSS 1995) či zmiňovaná přirozená meziroční kolísavost plodnosti u druhu *A. cephalonica* (POLITI et al. 2011).

Na základě míry variability v délce jehlic bylo možné rozlišit některé hybridní kombinace. Ve sledované šířce jehlic již nebyly odhaleny statisticky významné

proměnlivosti mezi jednotlivými hybridními kombinacemi. Na základě výsledků práce se potvrzuje, že morfologie jehlic je spolu s jejich anatomickou stavbou dobrým rozpoznávacím znakem v rámci rodu *Abies* jak pro čisté druhy, tak pro jejich hybridy, což prokázali též KLIKA et al. (1953), PILÁT (1964), GALGÓCI (2010), KORMUŤÁK (2004). Samotná morfologická stavba je ovšem znakem silně variabilním, což potvrzuje i LIU (1971) a mívá u potomstev silný intermediární charakter (KLAEHN et WINIESKI 1962). Často jsou pak značně morfologicky odlišné druhy jedlí na molekulární bázi překvapivě blíže příbuzné (ESTEBAN et al. 2009, ALBA – SÁNCHEZ et al. 2010). Pro přesnou verifikaci původu hybridních jedinců, respektive následné ověření původu celých potomstev by bylo v budoucnu vhodné využít náročnější laboratorní metody DNA analýzy (KREIKE 1990, NEALE et al. 1992, YOSHIHIKO et al. 2000, CLARK et al. 2000, KORMUŤÁK et al. 2004, ALBA – SÁNCHEZ et al. 2010, KORMUŤÁK et al. 2012, KORMUŤÁK et al. 2013).

Výška sazenic semenáčků z křížení v roce 2007 u komplikovaného hybridu [*A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) pod označením 4/4] x NC PC se statisticky významně lišila od ostatních hybridních kombinací klonů CZ1 a CZ2. Druhá filiální generace F₂ pocházející z klonů CZ1 a CZ2 ze semenného sadu č. 3 se též odlišovala svoji výškou od ostatních hybridních kombinací. Ve věku 4 let nejlépe odrůstají sazenice komplikovaného hybridu 4/4 x NC PC, následně pak F₂ potomstvo hybridu *A. cilicica* x *A. cephalonica*. U hybridů vzniklých křížením *A. cephalonica* x *A. nordmanniana* zaznamenal GALGÓCI (2010) výrazný heterózní efekt, přičemž u kombinace *A. cephalonica* x *A. alba* se tento efekt neprojevil. Kombinace CZ x NC se svou výškou v intervalu 17,5 – 20 cm prokazovali vyšší vliv heteroze než kombinace *A. numidica*, *A. alba* a *A. cephalonica* hodnocené GALGÓCIM (2010). Ještě výrazněji se heteroze projevila u F₂ generace hybridu *A. cilicica* x *A. cephalonica*, ovšem ukazuje se jako výrazně variabilnější což je ve shodě se závěry publikované GALGÓCIM (2010). Zmíněný hybrid *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) s mediánem výšky 29 cm výrazně přesáhl veškeré ostatní kombinace. Výraznou diferenciaci a značný efekt heteroze ve věku 4 let potvrzuje i GREGUSS (1994). Projev heteroze u kombinací s druhem *A. cilicica*, *A. cephalonica* a dalšími druhy jedlí a její dominanci nad čistými druhy popsali KOBLIHA (1988), KOBLIHA et JANEČEK (2003, 2005), JANEČEK et KOBLIHA (2007), KOBLIHA et al. (2013b).

Při kontrolách kvetení v Kostelci nad Černými lesy v roce 2013 nebyly pozorovány samičí šištice v obvyklé míře. Výjimkou byla výsadba testu potomstev kde jedinci *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) kvetly velmi silně. S výjimkou výsadby testu potomstev bylo sebráno celkem 35 zralých šišek, což bylo ve výsledku prakticky stejné množství jako v roce 2012. Jako nejúspěšnější se v tomto roce ukázala F₂ generace klonu CZ1 ze semenného sadu č. 4 s 8% plných semen. Ostatní kombinace křížení nepřinesly žádné procento plných semen. Z komplikovaného hybridu 3/2 *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) opyleného pylem *A. numidica* bylo získáno největší množství osiva. Úspěšnost křížení však byla pouze 1% plných semen.

Vzájemné mezidruhové křížení velmi podrobně popsal KORMUŤÁK (2004). Ten využil druh *A. cilicica* a *A. cephalonica* jako mateřský strom pro kontrolované křížení s druhy *A. alba*, *A. nordmaniana*, *A. concolor*, *A. kawakamii* a *A. numidica*. U druhů *A. concolor* a *A. kawakamii* bylo procento křížitelnosti nulové, u ostatních kombinací s *A. nordmaniana* a *A. numidica* bylo dosaženo velmi vysoké úspěšnosti křížení. Velmi dobrá vzájemná křížitelnost se ukázala také mezi oběma mateřskými druhy (KORMUŤÁK 2004). Dosažené procento křížitelnosti hybridu *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*) s *A. fraseri* je i přes značnou vývojovou izolovanost křížených druhů překvapivě vysoké a spolu s rychlým růstem mladých sazenic dává velmi dobré předpoklady pro možné budoucí využití (KOBLIHA et al. 2014).

Dle výsledků post – hoc Tukeyova testu počty semen v šiškách zůstávají stabilní a počty šišek i přes mírnou rozkolísanost v sezónách 2009 – 2011 taktéž nedokazují výrazné kolísání plodnosti. Pozorovaný pokles plných semen za poslední dva roky by bylo možné vysvětlit jako kombinaci následujících faktorů. V pozadí by mohl stát pokles klíčivosti disponibilního pylu *A. fraseri* způsobený delším skladováním, neboť čerstvý pyl z USA byl naposled obdržen v létě 2011 a to pyl sbíraný v témže roce. V roce 2013 se tedy již jednalo o pyl po dva roky skladovaný. Dobrá klíčivost pylu 75 až 90 % je jedním z důležitých předpokladů úspěšného kontrolovaného křížení (KORMUŤÁK 2004). POLITI et al. (2011) poukázala na spojitost mezi sezónami, kdy plodí více jak 60% jedinců v populaci a prokazatelně vyšším počtem plných semen, tedy nástupem semenného roku či přechodu do interfáze mezi semennými roky, kdy počet kvetoucích jedinců i počet plných semen klesá. Produkce semen může být velice variabilní a to jak meziročně, tak i mezi jednotlivými jedinci v populaci (MESSAOUD et al. 2007) a celková produkce semen je úzce korelována s velikostí šišek, která též

souvisí s tím, zda se daný jedinec nachází ve stádiu vyšší plodnosti, tedy semenném roce (GARCIA et al. 2000). Nedostatečnou distribuci pylu v semenném sadu (EDWARDS 2003) můžeme v případě umělého opylení vyloučit. Přichází ovšem v úvahu v případě kontrol, kdy nebyly šištice izolovány a byly ponechány volnému sprášení. V případě selfingu je též výsledný počet plných semen redukován (SORENSEN 1976). Krom již dříve popsaných příčin. Existuje mnoho dalších faktorů mezidruhově inkompatibility, které by mohly souviset s neprorůstavostí pylové láčky (MC WILLIAM 1959, KRIEBEL 1972), meiotickými poruchami s přímým dopadem na druhově prokazatelně rozdílnou klíčivost pylu (GALGÓCI 2010), s postzygotickým přerušením vývoje embrya, popsaným například u smrku (MIKKOLA 1969), nebo fyziologickým stádiem mateřských stromů (POLITI et al. 2011). Významný dopad na velikost úrody a počet plných semen bez ohledu na křížené druhy může sehrát vývoj počasí během celého procesu vývoje a zrání šištice. Například pozdní mrazy mohou přerušit vývoj šištice (FRANKLIN et RITCHIE 1970), nevhodné mikroklima uvnitř izolačních sáčků může též způsobit narušení vývoje či odumření šištice. Napadení hmyzem pak poškozuje nejen šišky samotné ale též semena v nich obsažená (PETRAKIS 2004).

V roce 2008 bylo v USA pylem klonů CZ1 a CZ2 opyleno 10 různých klonů *Abies fraseri*. Z tohoto křížení vzniklo 27 hybridních kombinací, přičemž 13 kombinací bylo vyseto a následující rok vzešlo. Nejlepších výsledků bylo dosaženo u kombinace NC74 x CZ2 s 44 semenáčky (1,3 %). Kombinace NC15 x CZ2 se 17 semenáčky (0,2 %), NC74 x CZ1 s 9 semenáčky (0,6 %), NC14 x CZ2 s 5 semenáčky (0,75 %) nebyly příliš úspěšné. Hybridní kombinace CZ1 x NC73 z křížení v roce 2008 vzešla v USA v počtu 322 semenáček (6,24 %). Z hybridní kombinace CZ1 x PC vzešlo 43 semenáček (0,98 %), CZ2 x PC poskytla 27 semenáček (0,4 %) a u kombinace CZ2 x NC136 to bylo 20 semenáček (0,6 %). V zanedbatelných počtech vzešly ještě další hybridní kombinace z křížení provedeného v České republice a to CZ1 x NC84, CZ1 x *Abies koreana* a CZ1 x *Abies balsamea* (STEJSKAL et al. 2011). Výsledky vzcházení v České republice z roku 2007 jak je publikovali STEJSKAL et al. (2011) vykazují obdobné hodnoty, jako tomu bylo u vzcházení v USA v roce 2008. Hybridní kombinace CZ x NC dosáhly hodnoty 4,7 % vzešlých semenáček, kombinace CZ x *A. numidica* pak 0,3 %.

U semen F₂ generace CZ1 a CZ2 ze semenného sadu č. 1 bylo dosaženo 14 % vzcházivosti a u semen ze semenného sadu č. 3 pak 12 % vzcházivosti. Počet vzešlých semen se při vzcházení v roce 2012 v procentickém vyjádření pohyboval mezi 5 – 39 %.

Jednalo se o osivo dodaného do USA v předešlém roce Katedrou genetiky a fyziologie lesních dřevin. Kromě dvou případů kombinací s klonem NC26 a NC53 se u všech ostatních pohybovala vzcházivost nad hranicí 10 %. Jedná se zatím o předběžné výsledky spočtené na základě obdržných dat z výsevu v roce 2012. Vzcházivost kombinací vyšetých v témže roce v České republice se pohybovala v rozmezí 5 – 10 %. U kombinace s klonem NC44 vzešla čtyři semena oproti očekávanému nulovému počtu. Jednalo se o osivo z kontrolovaného křížení v roce 2011 a zároveň o kombinace, které nebyly pro nízký počet plných semen odeslány do USA. Je patrné, že hybridní kombinace s vyšším počtem plných semen se projevují i vyšší vzcházivostí, což je v souladu s vyšší produkce a klíčivosti semen čistých druhů rodu *Abies* rostoucích v mediterránní oblasti (POLITI et al. 2011, VELIOĞLU 2012). V této práci lepší vzcházivost vykazovala semena, která pocházela z kombinací kde je klon CZ1 a CZ2 v pozici matky. Veškerý odeslaný semenný materiál z roku 2008 – 2011 byl, dle materiálů poskytnutých partnerskou NC State University, vyšet. Inokulace *Phytophthorou cinnamomi* byla provedena na semenáčcích tří kombinací z roku 2009, přičemž infekci přežilo 23 ks hybridních potomků CZ1 xNC73, 9 ks CZ1xNC PC a 35 ks F₂ generace *A.cilicica* x *A. cephalonica* (zdroj NCSU 2012) přičemž nejnovější výsledky pokusů přežívání tohoto materiálu publikovali FRAMPTON et BENSON (2012) a FRAMPTON et al. (2013).

Zakládání a využívání semenných sadů pro hybridizační práce, je v tomto kontextu velmi důležitým krokem. Dochází tím k usnadnění šlechtitelských prací a tím i produkci nových, či již osvědčených hybridních kombinací. Cílem této práce bylo podat přehled o využívání semenných sadů klonů *A. cilicica* x *A. cephalonica* se zaměřením na produkci nových hybridních kombinací. Poskytnout úvod do testování vniklých potomstev a předložení výsledků v návaznosti na požadavky lesnické praxe, se zvláštním přihlédnutím k pěstování vánočních stromků, především *A. fraseri* na plantážích v USA. Mezidruhová hybridizace je perspektivní cestou šlechtění lesních dřevin a to zejména díky zvýšené vitalitě a odolnosti hybridů, stejně jako díky jejich rychlejšímu růstu v důsledku heterozygotnosti (FALCONER et MACKAY 1996, COOPER et MERRILL 2000, KOBLIHA et al. 2013b). Velkou výhodou umělé hybridizace je široký výběr v rámci genofondu druhů. Touto cestou vznikají nová hybridní potomstva s rozšířenou genetickou variabilitou (KORMUŤÁK 1994). Jistou nevýhodou je zvýšená cena hybridního osiva, která například v Rakousku dosahuje trojnásobku ceny osiva z běžného semenného sadu (MAYER et al. 2011). Poznatky získané během hybridizačních pokusů nacházejí též uplatnění v programech šlechtění dřevin na produkci a v případě jedlí především na odolnost v úzké spojitosti s produkcí vánočních stromků (CHAHSTAGNER et BENSON 2000, WHITE et al. 2007). Hybridizační semenné sady využitě v této práci byly pravidelně sledovány z hlediska fenologie a před fyziologickou zralostí prašníků byly u vybraných mateřských jedinců izolovány samičí šištice. Kontrolované křížení prováděno pylem *A. fraseri* dodaným americkým partnerem, nebo pylem dalších euro – asijských druhů. Využita byla přímá aplikace pylu na šištici za pomoci štětce. Termín prací se pohyboval v období od poloviny dubna do první poloviny května. Zralé šišky byly sbírány ještě před jejich rozpadem zhruba v polovině září. Šišky byly změřeny a zváženy, usušeny a vylušťeny. Počet plných semen byl zjišťován za pomoci rentgenových snímků osiva, jak je detailně popsáno v metodické části této práce. Počty plných semen během let 2009 – 2011 kolísaly. Kolísání nevykazovalo meziročně výrazné rozdíly a zdá se, že pozorované výkyvy jsou hlavně důsledkem přirozené cykličnosti v rámci periodicity semenných let než čehokoli jiného. Při hybridizaci klonů *A. cilicica* x *A. cephalonica* s *A. fraseri* se dosažené počty u nejlepších kombinací pohybovaly okolo 18%. Běžně však klesaly pod 7%. Dlouhodobě

vyšší procento plných semen se objevuje u F_2 generace *A. cilicica* x *A. cephalonica*. Odrůstání mladých semenáčků je velmi dobré, jak potvrzují například výsledky hodnocení růstu komplikovaného hybridu *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*). Pokusy s rezistencí umělých hybridů získaných kontrolovaným křížením jsou prováděny výzkumnými pracovníky z NC State University v Raleigh, kam bylo osivo odesláno a kde bylo hybridní též inokulováno sporami *Phytophthora cinnamomi* a následně vyseto. Zde bylo dosaženo dílčích úspěchů, avšak výsledky nebyly zatím publikovány, neboť doposud nebyly testovány všechny hybridní kombinace. Na základě poznatků šlechtitelů z NC State University a se zaměřením na hledání potenciální rezistence u tureckých druhů jedlí *A. equi – trojani* a *A. bornmuelleriana* (FRAMPTON et BENSON 2012, FRAMPTON et al. 2013), by bylo v budoucnu vhodné zařazení těchto druhů do příštích cyklů kontrolovaného křížení. Velká míra proměnlivosti úspěšnosti křížení mezi mediteránními, asijskými a americkými druhy jedlí odráží velmi složité vztahy mezi jednotlivými druhy. Zároveň ovšem autor podává jasný důkaz, že je možné produkovat životaschopná potomstva geograficky velmi vzdálených druhů. Lze také potvrdit zvýšenou rezistenci získaných hybridních jedinců vůči kořenovým hnilobám způsobovaným houbami rodu *Phytophthora* (FRAMPTON et al. 2013).

Některé výsledky uvedené v této práci byly publikovány v následujících vědeckých člancích:

Kobliha, J. – Stejskal, J. – Škorpík, P. – Frampton, J., 2013: Recent results of Czech – American fir hybridization research. *Journal of Forest Science*, 59: 64 – 71.

Kobliha J., Škorpík P., Stejskal J., 2014: Hybridization results using the hybrid *Abies cilicica* x *Abies cephalonica*. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 13 (4): 23 – 31.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- Akeroyd, J. – Synge, H., 2001: Rare firs and fan-palms lead conservation in Sicily. *Plant Talk*, 42: 26–30.
- Alba – Sanchez, F. – López – Sáez, J. A. – Benito de Pndo, B. – Linares, J. C. – Nieto – Lugilde, D. – López – Merino, L., 2010: Past and present potential distribution of the Iberian *Abies* species: a phytogeographic approach using fossil pollen data and species distribution models. *Diversity and Distributions*, 16: 214 – 228.
- Albers, H. H. – Davis, A. K., 1997: *The wonderful world of Christmas trees*. Mid – Prairie Books, Parkersburg: 100.
- Aldrich, R. C. – Drooz, A. T., 1967: Estimated Fraser fir mortality and balsam woolly aphid infestation trend using aerial color photography. *Forest Science*, 13: 300 – 313.
- Alizoti, P. G. – Fady, B. – Prada, M. A. – Vendramin, G. G., 2011: *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use of Mediterranean firs (*Abies spp.*)*. Biodiversity International, Rome, Italy: 6 p.
- Amman, G. D., 1966: Some new infestations of the balsam woolly aphid in North Carolina, with possible modes of dispersal. *Journal of Economic Entomology*, 59: 508 – 511.
- Arbez, M. – Fady, B. – Ferrandes, P., 1990: Variabilite et amelioration genetique des sapins méditerranéennes – Cas du sapin de Céphalonie (*Abies cephalonica* Loud.). In: *International workshop: Mediterranean firs – adaptation, selection and silviculture*. Avignon, France: 43 – 57.
- Arnold, M. I., 1997: *Natural hybridization and evolution*. Oxford University Press, Oxford: 215.
- Arnold, M. I., 2006: *Evolution through genetic Exchange*. Oxford University Press, New York: 252.
- Aussenac, G., 2002: Ecology and ecophysiology of circum – Mediterranean firs in the context of climate change. *Annals of Forest Science*, 59 (8): 823 – 832.

- Awad, L. – Fady, B. – Khater, C. – Roig, A. – Cheddadi, R., 2014: Genetic Structure and Diversity of the Endangered Fir Tree of Lebanon (*Abies cilicica* Carr.): Implications for Conservation. Journal Plos One <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0090086>. Downloaded one 16 March 2015.
- Aytug, B., 1959: *Abies equi – trojani* Ashers. et Sinten. Est une espèce d'origine hybride d'après l'étude des pollens. Pollen et Spores, 1 (2): 273 – 278.
- Bannister, P. – Neuner, G., 2001: Frost resistance and the distribution of conifers. In: F. J. Bigras and S. J. Colombo (eds.), Conifer cold hardiness. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: 3 – 22.
- Bassiotis, K., 1956: Fir forest of Greece: Yearbook. Thessaloniki: Agric. For. Univ.: 1 – 89.
- Beck, D. E., 1991: *Abies fraseri* (Pursh) Poir. – Fraser Fir. In: Burns, R. M. –Honkala, B. H. (eds), Silvics of North America. Vol. 1. Conifers. USDA Forest Service Agric. Handb. 654. Washington, DC.: 47– 51.
- Bella, E. – Liepelt, S. – Parducci, L., 2014: Genetic insights into the hybrid origin of *Abies x borisii* – regis Mattf. Plant Syst. Evol., 301 (2): 749 - 759.
- Benson, D. N. – Grand, L. F. – Suggs, E. G., 1976: Root rot of Fraser fir caused by *Phytophthora drechsleri*. Plant Disease Report, 60: 238 – 240.
- Benson, D. N. – Hinesley, L. E. – Frampton, J. – Parker, K. C., 1997: Evaluation of six *Abies* spp. To *Phytophthora* root rot caused by *Phytophthora cinnamomi*. APS Biol. Cult. Tests, 13: 57.
- Benson, D. M. – Grand, L. F., 2000: Incidence of *Phytophthora* Root Rot of Fraser Fir in North Carolina and Sensitivity of Isolates of *Phytophthora cinnamomi* to Metalaxyl. Plant Disease, 84 (6): 661 – 664.
- Benson, D. M. – Sidebottom, J. R. – Moody, J., 2006: Control of *Phytophthora* root rot in field plantings of Fraser fir with fosetyl – Al and mefenozam. Online. Plant Health Progress: 7.
- Berson, T. R. – Litt, T. – Cheddadi, R., 2004: The spread of *Abies* throughout Europe since the last glacial period: combined macrofossil and pollen date. Vegetation History and Archaeobotany, 13: 257 – 268.

- Bobrov, E. G., 1978: *Losobrazujuschije chvojnyje SSSR*. Nauka, Leningrad: 199.
- Bozkus, F., 1988: The Natural Distribution and Silvicultural Characteristics of *Abies cilicica* Carr. in Turkey. Ph.D. Thesis. Istanbul University, Istanbul.
- Brown, D. M., 1941: Vegetation of Roan Mountain: a phytosociological and successional study. *Ecological Monographs*, 11 (1): 61 – 97.
- Burczyk, J. – Chalupka, W., 1997: Flowering and cone production variability and its effect on parental balance in Scots pine clonal seed orchard. *Annales Des Scièces Forestieres*, 54 (2): 129 – 144.
- Burns, R. M. – Honkala, B. H., 1990: *Silvics of North America*. Vol. 1. Conifers. USDA Forest Service, Agric. Handb. 654. Washington, DC.: 675.
- Busing, R. T. – White, P. S. – MacKenzie, M. D., 1993: Gradient analysis of old spruce-fir forests of Great Smoky Mountains circa 1935. *Canadian Journal of Botany*, 71: 951 – 958.
- Clark, C. M. – Wentworth, T. R. – O'Malley, D. M., 2000: Genetic discontinuity revealed by chloroplast microsatellites in eastern North American *Abies* (*Pinaceae*). *American Journal of Botany*, 87 (6): 774 – 782.
- Consumer survey results – Retail market value – 2012: National Christmas Tree Association. Available
<http://www.realchristmastrees.org/dnn/NewsMedia/IndustryStatistics/ConsumerSurvey.aspx>
 x via the Internet. Accessed 23 February 2015
- Cooper, M. – Merrill, R. E., 2000: Heterosis: Its exploitation in crop breeding. *In: Proc. Symposium on Hybrid Breeding and Genetics. Proceedings of the Queensland Forest Research Institute/Cooperative Research Center-Sustainable Production Forestry (QFRI/CRC-SPF) Symposium*. Noosa, Queensland, Australia: 316 – 329.
- Crandall, D. L., 1958: Ground vegetation patterns of the spruce – fir area of the Great Smoky Mountains National Park. *Ecological Monographs*, 28 (4): 337 – 360.
- Critchfield, W. B., 1988: Hybridization of the California firs. *Forest Science*, 34: 139 – 151.
- Danish Christmas Tree Shortage Threatens Prices Across Europe. *Terra Daily*, 6 November 2006. Available:
http://www.terradaily.com/reports/Danish_Christmas_Tree_Shortage_Threatens_Prices_Across_Europe_999.html
 via the Internet. Accessed 23 February 2015

- Davis, J. H. Jr., 1930: Vegetations of the Black Mountains of North Carolina: an ecological study. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* May: 291 – 319.
- Davis, A. K., 1996: The history of the Christmas tree industry in North America. *American Christmas Tree Journal*. 40(4): 5 – 11.
- Davis, P. H. – Cullen, J. – Coode, M. J. E. – Hedge, I. C., 1965: Materials for the Flora of Turkey: X. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh*, 26(2): 165 – 167.
- Davidson, E., 1999: Ten day visit provides revealing snapshot of Irish tree business. *Christmas Tree Lookout*, 32 (2): 30. – 32.
- De Assis, T. F., 2000: Production and use of *Eucalyptus* hybrids for industrial purposes. In: Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees. Proceedings of the Queensland Forest research Institute / Cooperative Research Center-Sustainable Production Forestry(QFRI/CRC – SPF) Symposium, Noosa, Queensland, Australia: 63 – 74.
- De Selm, H. R. – Boner, R. R., 1984: Understory changes in spruce-fir during the first 16 – 20 years following the death of fir. In: P. S. White (ed.), *Southern Appalachian spruce-fir ecosystem: its biology and threats*. Research/Resources Management Report SER – 71. U. S. Department of the Interior, National Park Service, Southeast Region, Atlanta, GA.
- Ducci, F. – Proietti, R. – Favre, J. M., 1999: Allozyme assessment of genetic diversity within the relic Sicilian fir *Abies nebrodensis* (Lojac.). *Mattei. Ann. For. Sci.*, 56: 345 – 355.
- Eckenwalder, J. E., 2009: *Conifers of the World: The Complete Reference*. Timber Press, Portland, Oregon: 720.
- Edwards, D. G. W., 2003: Breaking dormancy in tree seeds with special reference to firs (*Abies* species) – the 1.4 x solution. In: Proceedings of the ISTA Forest Tree and Shrub Seed Committee Workshop Prague – Průhonice, Czech Republic. Forestry and Game Management Research Institute Jíloviště – Strnady, ČR and Forestry Commission Research Agency, UK: 18 – 23.
- El – Kassaby, Y. A., 1989: Genetics of Douglas – fir seed orchards: expectations and realities. In: Proceedings from the 20th Southern Forest Tree Improvement Conference, Charleston, S. C.
- Engelmann, G., 1878: A synopsis of the American firs (*Abies* Link.). In: *Transaction of the St. Louis academic Sciences*, vol. 3: 593 – 602.

- Eo, J. K. – Hyun, J. O., 2013: Comparativ anatomy of the needles of *Abies koreana* and its related species. *Turkish Journal of Botany*, 37: 553 – 560.
- Esteban, L. G. – de Palacios, P. – García Fernández, F. – Martín, J. A., 2009: Wood anatomical relationships within *Abies* spp. From the Mediterranean area: a phyletic approach. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 18: 213 – 225.
- Fady, B., 1992: Effect of osmotic stress on germinaton and radicle growth in five provenances of *Abies cephalonica* Loudon. *Acta Oecol*, 13: 67 – 69.
- Fady, B. – Conkle, M. T., 1993: Allozyme Variation and Possible Phylogenetic Implications in *Abies cephalonica* Loudon and some Related Eastern Mediterranean firs. *Silvae Genetica*, 42 (6): 351 – 359.
- Fady, B. – Westfall, R. D., 1997: Mating system parameters in a natural population of *Abies borsi – regis* Mattfeld. *Ann. Sciec. For.*, 54: 643 – 647.
- Falconer, D. S. – Mackay, T. F. C., 1996: *Introdustion to Quantitativ Genetics*. Longman, Essex, UK: 464.
- Farjon, A., 2010: *A Handbook of the World's Conifers*. Brill Academic Publishers, Leiden, Netherlands: 1111.
- Farjon, A. – Page, C. N., 1999: *Conifers. Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Conifer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: 121.
- Farjon, A. et al. 1998: *Data collection forms for conifer species completed by the IUCN/SSC Conifer Specialist Group between 1996 and 1998*.
- Farjon, A., – Page, C. N. – Schellevis, N., 1993: A preliminary world list of threatened conifer taxa. *Biodiversity and Conservation*, 2: 304 – 326.
- Farjon, A. 1990. *Pinaceae: Drawings and Descriptions of the Genera Abies, Cedrus, Pseudolarix, Keteleeria, Nothotsuga, Tsuga, Cathaya, Pseudotsuga, Larix and Picea*. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany: 330 p.
- Farjon, A. – Rushforth, K. D., 1989: A clasification of *Abies* Miller (*Pinaceae*). In: *Notes RBG*, Edinburgh, 46 (1): 59 – 79.
- Fedde, G. F., 1973: Impact of the balsam woolly aphid on cones and seed produced by infested Fraser fir. *Canadian Entomologist*, 105: 673 – 680.

- Foiles, M. W. – Graham, R. T. – Olson, D. F. Jr., 1990: *Abies grandis* (Dougl. ex D. Don) Lindl. grand fir. In: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., technical coordinators. Silvics of North America. Vol. 1. Conifers. USDA Forest Service Agric. Handb. 654. Washington, DC: 52 – 59.
- Frampton, J. – McKinley, C., 1999: Christmas Trees and Greenery in Denmark – Production and Tree Improvement. American Christmas Tree Journal, 43 (2), 4 – 11.
- Frampton, J. 2005: Exotic fir research in North Carolina. Christmas Trees, 32 (1), 36 – 40.
- Frampton, J. – Benson, D. M., 2012: Seedling resistance to *Phytophthora cinnamomi* in the genus *Abies*. Annals of Forest Science, 69 (7): 805 – 812.
- Frampton, J. – Isik, F. – Benson, D. M., 2013: Genetic variation in resistance to *Phytophthora cinnamomi* in seedlings of two Turkish *Abies* species. Tree Genetics and Genomes, 9: 53 – 63.
- Franklin, J. F., 1974: *Abies* Mill. fir. In: Schopmeyer, C. S., technical coordinator. Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handb. 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 168 – 183.
- Franklin, J. F. – Ritchie, G. A., 1970: Phenology of cone and shoot development of noble fir and some associated true firs. Forest Science, 16: 356 – 364.
- Franco, J. D., 1950: Abietes. Lisboa: 59 – 79.
- Fu, L. G. – Li, N. – Mill, R. R., 1999: Sections on Cephalotaxaceae, Ginkgoaceae and Pinaceae. In: Wu Zheng-yi and Peter H. Raven (eds.). Flora of China, Volume 4. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden.
- Funda, T., 2012: Population genetics of conifer seed orchards. PhD Thesis, UBC Vancouver, Vancouver: 165.
- Galgóci, M., 2010: Anatomicko – biochemické aspekty vývinu medzidruhových hybridov jedlí (*Abies* sp.). Dizertačná práca. UKF v Nitre, Nitra: 190.
- Garcia, D. – Zamora, R. – Gomez, J. M. – Jordano, P. – Hodar, A., 2000: Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe. Journal of Ecology, 88: 436 – 446.
- Gharzouli, R. – Djellouli, Y., 2005: Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). Sécheresse 16 (3): 217 – 223.

- Gharzouli, R., 2007: Flore et végétation de la Kabylie des Babors etude floristique et phytosociologique des groupements forestiers et post-forestiers des djebels Takoucht, Adrar Ou – Mellal, Tababort et Babor. Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université Ferhat Abbas.
- Godt, M. J. W. – Hamrick, J. L., 2001: Genetic diversity in rare southeastern plants. *Nat Areas Journal*, 21: 61 – 70.
- Gordon, G., 1858: *The Pinetum*. Henry G. Bohn, London: 226.
- Greguss, L., 1986: Šlachtitel'ský program zvýšenia odolnosti jedle hybridizáciou. [Breeding program for increasing a hardiness of fir by hybridizations] In: Proceedings of the 7th national breeding conference. Spišská Nová Ves, 14. – 16. October 1986. Žilina, Slovakia, Dom techniky ČSVTS: 34 – 41.
- Greguss, L. – Paule, L., 1988: Artificial hybridization in the genus *Abies* (Review). In: IUFRO – Tannensymposium: 179 – 184.
- Greguss, L., 1988a: Trvalá výskumná plocha hybridných jedlí Drieňová. In: Exkurzní průvodce. Banská Štiavnica, VÚLH Zvolen, Zvolen: 9.
- Greguss, L., 1988b: Medzidruhovú hybridizácia – náhrada za ustupujúcu jedlu bielu. Interspecific hybridization – substitute for fading European Silver fir. *Lesnictví – Forestry*, 34: 797 – 808.
- Greguss, L., 1992: Hodnotenie začiatočného rastu medzidruhových jedlových hybridov na príklade trvalej výskumnej plochy Drieňová. *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 38: 223 – 238.
- Greguss, L., 1994: Trvalá výskumná plocha hybridných jedlí Mestská luka. In: Šlachtenie lesných drevín v meniacich sa podmienkach prostredia, Zvolen VŠLD: 193– 200.
- Greguss, L., 1995: Medzidruhovú hybridizácia lesných drevín v meniacich sa ekologických podmienkach. *Lesnictví – Forestry*, 41 (11): 531 – 540.
- Greguss, L. – Longauer, R., 1996: Prežívanie hybridných jedlí vo veku 15 rokov na troch trvalých výskumných plochách In: *Lesnícky časopis – Forestry Journal*, 42 (5/6): 363 – 370.
- Godt, M. J. W. – Hamrick, J. L., 2001: Genetic diversity in rare southerneast plants. *Nat. Areas J.*, 21: 61 – 70.

- Hamric, J. L. – Nason, J. D., 2000: Gene flow in forest trees. *In: Forest conservation genetics: principles and practice.* CSIRO Publishing, Collingwood, Australia: 81 – 90.
- Harlow, W. M. – Harrar, E. S., 1958: Pinacea – Abies. *In: Taxebook of Dendrology.* New York – Toronto – London: Mc Graw – Hill book company Inc.: 169 – 193
- Harlow, W. M. – Harrar, E. S., 1969: *Textbook of dendrology.* McGraw – Hill, New York: 512.
- Harrison, R. G. 1993: *Hybrid zones and the Evolutionary Process.* Oxford University Press: 364 p.
- Hawley, G. J., – DeHayes, D. H., 1985: Hybridization among several North American firs. I. Crossability. *Canadian Journal of Forest Research*, 15: 42 – 49.
- Heliotis, F. D. – Karandinos, M. G – Whiton, J. C., 1988: Air pollution and the decline of the fir forest in Parnis National Park, near Athens, Greece. *Environmental Pollution*, 54 (1): 29 – 40.
- Hewitt, G. M., 1996: Some genetic consequences of ice ages and their role in divergence and speciation. *Biol. J. Linn. Soc.*, 58: 247 – 276.
- Hibbert – Frey, H. – Frampton, J. – Balzich, F. A. – Hinesley, L. E., 2010: Grafting Fraser fir (*Abies fraseri*): effect of grafting date, shade and irrigation. *Horticultural Science*, 45 (4): 617 – 620.
- Hieke, K., 2008: *Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů.* Computer press a.s., Brno: 246.
- Hinesley, L. E., – Blazich, F. A. 1980: Propagation of Fraser fir by stem cuttings. *American Christmas Tree Journal*, 24 (2): 39 – 40.
- Hinesley, L. E. – Frampton, J., 2002: Grafting Fraser fir onto rootstock of selected *Abies* species. *Horticultural Science*, 37 (5): 815 – 818.
- Hinesley, L. E. – Chastagner, G. A., 2004: Christmas trees. *In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks.* Draft revision of Agric. Hdbk. 66. USDA, Agricultural Research Service, Beltsville: 11.
- Hunt, R. S., 1993: *Abies.* *Flora of North America* Editorial Committee (eds.): *Flora of North America North of Mexico*, Oxford University Press, Vol. 2.: 496.
- Charlesworth, D. – Charlesworth, B., 1987: Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 18: 237 – 268.

- Chastagner, G. A., 1997: Christmas tree diseases, insects, and disorders in the Pacific Northwest: identification and management. Washington State University Cooperative Extension, Pullman: 156.
- Chastagner, G. A. – Benson, D. M., 2000: The Christmas tree: traditions, productions, and diseases. Online. Plant Health Progress, doi:10.1094/PHP – 2000 – 1013 – 01 – RV.
- Christensen, K. I., 1997: *Abies* Miller. In: Flora Hellenica, vol. 1. Koeltz Scientific Books, Königstein. 1 – 3.
- Cho, H. K. – Miyamoto, T. – Takahashi, K. – Kim, D. S. – Hong, S. G. – Kim, J. J., 2005: First report on *Racodium therryanum* associated with seed infection of *Abies koreana* in Korea. Journal of Plant Pathology, 21 (3): 297 – 300.
- Cho, H. – Miyamoto, T. – Takahashi, K. – Hong, S. – Kim, J., 2007: Damage to *Abies koreana* seeds by soil-borne fungi on Mount Halla, Korea. Canadian Journal of Forest Research, 367 (2): 371– 382.
- Janeček, V. – Kobliha, J., 2007: Spontaneous hybrids within the genus *Abies* – growth and development. Journal of Forest Science, 53(5): 193 – 203.
- Jensen, E. C. – Ross, C. R., 2005: Trees to Know in Oregon. Oregon State University Extension Service, Corvallis: 152.
- Jiang, X., 2010: Atlas of Gymnosperms Woods of China. Science Press, Beijing: 238 p.
- Johnson, N. A., 2008: Hybrids incompatibility and speciation. Nature Education, 1 (1): 20.
- Kailidis, D. – Georgevitis, R., 1968: Bark beetle outbreak on fir on Parnis Mountain. Ministry of Agriculture, Forest Research Institute of Athens Publication, Athens.
- Kantor, J. – Chira, E., 1971: On the possibility of crossing certain species of the genus *Abies*. Acta Universitatis Agriculturae, 40: 15 – 27.
- Keeton, W. T. 1980: Biological science. New York. Norton: 800
- Keles, H. – Kara, A. – Yagan, Ö. – Dagdelen, M., 2012: A New Distribution Area of Taurus Fir (*Abies cilicica* Carr.) in Turkey. Journal of Forestry Faculty, Kastamonu Univ, Özel Sayı: 114 – 120.

- Kendal, K. C. – Keane, R. E., 2001: White bark pine decline: infection, mortality and population trends. *In: White bark pine communities, ecology and restoration*. Island Press, Washington, D. C.: 221 – 242.
- Kent, A. H., 1900: Veitch manual of the Coniferae. London: James Veitch and sons Ltd.: 486 – 545.
- Kerr, R. J. – Dieters, M. J. – Tier, B. – Dungey, H. S., 2004: Simulation of forest tree breeding strategies. *Canadian Journal of Forest Research*, 34: 195 – 208.
- Kerwin, J., 1994: A New Yorker searches for the most imperfect perfect Christmas tree. *The Pennsylvania Horticultural Soc.Green Scene* 23(2): 4 – 7.
- Klika, J. – Šiman, K. – Novák, F. A. – Kavka, B., 1953: Jehličnaté. ČSAV, Praha: 310.
- Kim, Y. S. – Chang, C. S. – Kim, C. S. – Gardner, M. F., 2013: *Abies koreana*. Threatened Conifers of The World <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/937>. Downloaded on 28 February 2015.
- Kim, T. H., 2002: Landforms at Mt. Halla in Jeju Island. *Journal of Basic Sciences Cheju National University*, 15: 15 – 28. (in Korean)
- Kim, G. T. – Choo, G. C., 2000: Comparison of growth condition of *Abies koreana* Wilson by districts. *Korean Journal of Environmental Ecology*, 14: 80 – 87.
- Kim, G. T. – Choo, G. C. – Baek, G. J., 1998: Studies on the structure of forest community in subalpine zone of Mt. Halla *Abies koreana* forest. *Journal of Korean Forestry Society*, 87: 366 – 371.
- Klaehn, F. U. – Winieski, J. A., 1962: Interspecific hybridization in the genus *Abies*. *Silvae Genetica*, 11(5/6): 130 – 142.
- Knees, S. G. – Gardner, M. F., 2013: *Abies cilicica subsp. cilicica*, Threatened Conifers of The World <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/95>. Downloaded on 16 March 2015.
- Kobliha, J., 1988: Proměnlivost hybridních potomstev v rámci rodu *Abies*. *Lesnictví*, 34(9): 769 – 780.
- Kobliha, J. – Pokorný, P., 1990: Výsledky autovegetativního množení různých hybridů v rámci rodu *Abies*. *Lesnictví*, 36(7): 617 – 624.

- Kobliha, J. – Snášelová, V. – Havel, L., 1991: Explantátové kultury – perspektivní možnost masového množení cenných hybridů z rodu *Abies*. *Lesnictví*, 37(4 – 5): 295 – 302.
- Kobliha, J., 1994: Hybridizace v rámci rodu *Abies* se zaměřením na získání hybridů generace F₂. *Lesnictví – Forestry*, 40 (12): 513 – 518.
- Kobliha, J. – Janeček, V., 2003: Growth and development of hybrid clonal material. *Ökologie und Waldbau der Weißtanne (Abies alba Mill.)* In: *Tagungsbericht zum 10. International IUFRO –Tannensymposium am 16. – 20. Sep. 2002 an der FAWT in Trippstadt. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland – Pfalz, Trippstadt: 68 – 76.*
- Kobliha, J. – Janeček, V., 2005: Development of hybrid fir clonal material. *Journal of Forest Science*, 51 (Special Issue): 3 – 12.
- Kobliha, J. – Janeček, V., 2005: Development of progenies from spontaneous hybrids within genus *Abies*. *Communicationes Instituti Forestalis Bohemicae*, 22: 53 – 60.
- Kobliha, J. – Janeček, V., 2007: Growth of hybrid clonal material within genus *Abies*. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczejim. Hugona Kołłątaja w Krakowie*, 439 (92): 63 – 73.
- Kobliha, J. – Stejskal, J., 2009: Recent Fir Hybridization Research in the Light of Czech – American Cooperation. *Journal of Forest Science*, 55(4): 162 – 170.
- Kobliha, J. – Stejskal, J. – Škorpík, P. – Frampton, J., 2013a: Recent results of Czech-American fir hybridization research. *Journal of Forest Science*, 59: 64 – 71.
- Kobliha, J. – Stejskal, J. – Lstibůrek, M. – Typta, J. – Tomášková, I. – Jakubův, P., 2013b: Testing of hybrid progenies and various species of genus *Abies* for forestry, decorating horticulture and Christmas tree production. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 12(4): 85 – 94.
- Kobliha, J. – Škorpík, P. – Stejskal, J. – Češka, P., 2014: Hybridization results using the hybrid *Abies cilicica x Abies cephalonica*. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 13(4): 23 - 31
- Koelling, M. R., 1999: Assuring there will be customers for real trees. *American Christmas Tree Journal*, 43(1): 26 – 31.
- Kohlway, W. – Frampton, J. – Whetten, R., 2014: Mapping Phytophthora Root Rot Resistance in Fir Species through Genotyping by Sequencing. In: *Book of Abstracts IUFRO 2014 – IUFRO Forest Tree Breeding Conference, KCC Prague 25. – 29. August 2014, CULS and IUFRO: 20.*

- Koidzumi, G., 1916: Decades plantarum novarum vel minus Cognitarum. Botanica Magazin – Tokyo, 30: 325 – 333.
- Kong, W. S., 2004: Species komposition and distribution of native Korean conifers. Journal of the Korean Geographical Society, 33: 528 – 543.
- Kormuťák, A., 1981: Cytological study on crossability of some *Abies* species. Biológia, 36 (4): 245 – 251.
- Kormuťák, A., 1982: Hybridological abilities of the European silver fir (*Abies alba* Mill.). In: Medzinárodná vedecká konferencia 30 VŠLD – 175 rokov lesníckeho vysokého školstva v ČSSR, Zvolen 7. – 9. August 1982, VŠLD: 95 – 102.
- Kormuťák, A., 1984: Hybridizácia ako cesta šľachtenia lesných drevín. In: Proceedings of the national seminar Hybridization and Variability of Forest Tree Species. 22. – 23. May 1984, Zvolen, Slovakia, VŠLD: 45 – 52.
- Kormuťák, A. – Dubovský, J., 1984: Embryo invalibility in *Abies concolor* var *lowiana* x *Abies alba* crossing. Biológia, 39 (1): 3 – 14.
- Kormuťák, A., 1986: Výškový rast vybraných druhov cudzokrajných jedlí a ich hybridov. In: Proceedings of the 7th national breeding conference. Spišská Nová Ves, 14. – 16. October 1986. Žilina, Slovakia, Dom techniky ČSVTS: 123 – 131.
- Kormuťák, A., 1992: Hybridizácia druhov *Abies concolor* (Gord. et Glend./Lindl.) a *Abies grandis* (Dougl./Lindl.) na Slovensku. Lesnictví – Forestry, 38: 759 – 769.
- Kormuťák, A., 1991: Utilization of introduced species of firs (*Abies* sp.) in artificial hybridisation. Thaiszia, 1: 113 – 118.
- Kormuťák, A., 1994: 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: 47 – 49.
- Kormuťák, A., 2004: Crossability relationships between some representatives of the Mediterranean, Northamerican and Asian firs (*Abies* sp.). Veda, Bratislava: 92.
- Kormuťák, A. – Vookova, B. – Ziegenhagen, B. – Kwon, H. Y. – Hong, Y. P., 2004: Chloroplast DNA Variation in Some Representatives of the Asian, North American and Mediterranean Firs (*Abies* spp). Silvae Genetica, 53 (3): 99 – 104.

- Kormuťák, A. – Vooková, B. – Salaj, T. – Čamek, V. – Galgóci, M. – Maňka, P. – Kuna, R. – Kobliha, J., 2012: Crossability Relationships between noble, Manchurian and Caucasian firs. *Acta Biologica Cracovensia*, 54 (2): 21 – 24.
- Kormuťák, A. – Vooková, B. – Čamek, V. – Salaj, T. – Galgóci, M. – Maňka, B. – Kuna, R. – Kobliha, J. – Lukáčik, I. – Gömöry, D., 2013: Artificial hybridisation of some *Abies* species. *Plant Systematics and Evolution*, 299: 1175 – 1184.
- Kormuťák, A. – Vooková, B. – Čamek, V. – Salaj, T. – Galgóci, M. – Maňka, B. – Boleček, P. – Kuna, R. – Kobliha, J. – Lukáčik, I. – Gömöry, D., 2013: Artificial hybridization of some *Abies* species. *Plant Systematics Evolution*, 299 (6): 1175 – 1184.
- Korstian, C. F., 1937: Perpetuation of spruce on cut-over and burned lands in the higher southern Appalachian Mountains. *Ecological Monographs*, 7 (1): 125 – 167.
- Kreike, J., 1990: Genetic analysis of forest tree populations: isolation of DNA from spruce and fir apices. *Plant Molecular Biology*, 14: 877 – 879.
- Kriebel, H. B., 1972: Interspecific incompatibility and invalidity problems in forest trees. Proc. 14th Meeting CTIA, Part 2, Fredericton, Canada: 67 – 84.
- Laing, E. V., 1956: The genus *Abies* and recognition of species. *Scottish Forestry*. 10 (1): 20 – 25.
- Langer, G., 2004: [Poll: Fake Christmas Trees Grow Popular](http://abcnews.go.com/US/PollVault/story?id=355330&page=1), *ABC News*, 23 December 2004. Available: <http://abcnews.go.com/US/PollVault/story?id=355330&page=1> via the Internet. Accessed 23 February 2015
- Lee, C. S. – Cho, H. J., 1993: Structure and dynamics of *Abies koreana* Wilson community in Mt Gaya. *Korean Journal of Ecology*, 16 (1): 75 – 91.
- Lee, Y. W. – Hong, S. C., 1995: Ecological studies on the vegetational characteristics of the *Abies koreana* forest. *Journal of the Korean Forestry Society*, 84: 247 – 257.
- Lee, T. B., 1985: *Illustrated Flora of Korea*. H.M.S. Seoul, Korea: 990 p.
- Linares, J. C., 2011: Biogeography and evolution of *Abies* (Pinaceae) in the Mediterranean Basin: the roles of long – climatic change and glacial refugia. *Journal of Biogeography*: 1 – 12.

- Liu, T. S., 1971: A monograph of the genus *Abies*. National Taiwan University, China – Taiwan, Taipei: 608.
- Maire, R. CH., 1952: Flore de l'Afrique du Nord. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris: 300.
- Mark, A. F., 1958: The ecology of southern Appalachian grass balds. *Ecological Monographs*, 28 (4): 293 – 336.
- Makris, K., 1962: Les types de forests d'*Abies cephalonica* et leur production. Athenis, Greece: 35.
- Matzenko, A. E., 1968: Conspectus generis *Abies* Mill. In: *Novosti Sistematiki vyssjikh Rastenii*, 5: 9 – 12.
- Matziris, D. I., 1994: Genetic variation in the phenology of flowering in black pine. *Silvae Genetica*, 43 (5 – 6): 321 – 328.
- Mayer, H., 1890: Monographie der abietineen des japanischen Reiches. Gustav Himmer (1980), München: 312.
- Mayer, R. H., 1981: Mediterran – Montane tannen – Arten und ihre Bedeutung für Anbauversuche in Mitteleuropa. In: *Cbl. Ges. Forstw.*, 98: 223 – 241.
- Mayer, P. et col. 2011: Lärche. *Praxis Information*. BFW. Wien, 25: 24.
- McManamay, R. H. – Resler, L. M. – Campbell, J. B. – McManamay, R. A., 2011: Assessing the Impacts of Balsam Woolly Adelgid (*Adelges piceae* Ratz.) and Anthropogenic Disturbance on the Stand Structure and Mortality of Fraser Fir [*Abies fraseri* (Pursh) Poir.] in the Black Mountains, North Carolina. *Castanea* 76 (1): 1 – 19.
- Mc William, J. R., 1959: Interspecific incompatibility in *Pinus*. *American Journal of Botany*, 46: 425 – 433.
- Mergen, F. – Burley, J. – Simpson, B. A. 1964: Artificial hybridization in *Abies*. *Der Zuchter*, 34: 242 – 251.
- Mergen, F. – Gregoire, T. C., 1988: Growth of hybrid fir trees in Connecticut. In: *Silvae Genetica*, 37 (3/4): 118 – 124.

- Messaoud, Y. – Bergeron, Y. – Asselin, H., 2007: Reproductive potential of Balsam fir (*Abies balsamea*), White spruce (*Picea glauca*) and Black spruce (*Picea mariana*) at the ecotone between mixed wood and coniferous forests in the boreal zone of western Quebec. *American Journal of Botany*, 94 (5): 746 – 754.
- Mikkola, L., 1969: Observations on interspecific sterility in *Picea*. *Annales Botanici Fennici*, 6: 33 – 36.
- Mitsopoulos, D. J. – Panetsos, C. P., 1987: Origin of variation in fir forests of Greece. *Silvae Genetica*, 36 (1): 1 – 15.
- Moore, P. T. – Van Miegroot, H. – Nicholas, N. S., 2008: Examination of forest recovery scenarios in a southern Appalachian *Picea – Abies* forest. *Forestry*, 81 (2): 183 – 194.
- Musil, I. – Hamerník, J., 2007: Jehličnaté dřeviny. *Lesnická dendrologie 1*. Academia, Praha: 352.
- Namkoong, G. – Kang, H. 1990: Quantitative Genetics of Forest Trees. *Plant Breeding Reviews*, 8: 139 – 188.
- Namkoong, G. – Kang, H. C. – Brouard, J. S., 1988: *Tree Breeding: Principles and Strategies*. Springer – Verlag, New York: 177.
- NC Christmas Trees: North Carolina Department of Agriculture & Consumer Services. Available <http://www.ncagr.gov/markets/commodit/horticul/xmastree/> via the Internet. Accessed 23 February 2015
- Neale, D. B. – Devey, M. E. – Jermstad, K. D. – Ahuja, M. R. – Alosi, M. C. – Marshall, K. A., 1992: Use of DNA markers in forest tree improvement research. *New Forests*, 6: 391 – 407.
- Nikles, D. G., 1992: Hybrids of forest trees: the base of hybrid superiority and a discussion of breeding methods. *Proceedings of the international Union of Forest Research Organizations(IUFRO), Conference Resolving Tropical Forest Research Concerns Through Tree Improvement, Gene Conservation and Domestication of New Species*. Cali, Columbia: 333 – 347.
- Nikles, D. G., 2000: Experience with some *Pinus* hybrids in Queensland, Australia. In: *Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees*. Proceedings of the Queensland Forest research Institute / Cooperative Research Center – Sustainable Production Forestry(QFRI/CRC – SPF) Symposium, Noosa, Queensland, Australia: 27 – 43.

- Oosting, H. J., – Billings, W. D., 1951: A comparison of virgin spruce fir forest in the northern and southern Appalachian system. *Ecology*, 32 (1): 84 – 103.
- Owens, J. N., 1995: Constraints to seed production: temperate and tropical forest trees. *Tree Physiol*, 15: 477 – 484.
- Ozturk, M. – Guceľ, S. – Kucuk, M. – Sakcali, S., 2010: Forest diversity, climate change and forest fires in the Mediterranean region of Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31: 1 – 9.
- Palamarev, E., 1989: Paleobotanical evidence of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. *Plant Systematics and evolution*, 162: 93 – 107.
- Panetsos, K. P., 1975: Monograph of *Abies cephalonica* Loudon. *Annals Forestry Zagreb*, 7: 1 – 22.
- Parducci, L. – Szmidt, A. E. – Madaghiele, A. – Anzidei, M. – Vendramin, G. G., 2000: Genetic variation at chloroplast microsatellites (cpSSRs) in *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei and three neighboring *Abies* species. *Theor Appl Genet*, 102: 733 – 740.
- Parducci, L. – Szmidt, A. E. – Ribeiro, M. M. – Drouzas, A. D., 2001: Taxonomic Position and Origin of the Endemic Sicilian fir *Abies Nebrodensis* (Lojac.) Mattei based on Allozyme Analysis. *Forest Genetics*, 8 (2): 119 – 127.
- Paule, L. – Yazdani, R. – Gomory, D., 1988: Monoterpene composition of silver fir (*Abies alba* Mill.) foliar oleoresin. In: IUFRO – Tannensymposium, Zvolen, Paule, L and Korpel, S. (eds): 49 – 66.
- Paule, L., 1992: Genetika a šľachtenie lesných drevín. *Príroda*, Bratislava: 304.
- Petrakis, P. V., 2004: Space allocation in *Melanophila knoteki knoteki* (Reitt) var. *hellenica* (Obersberger) (Col., Buprestidae) in the attack of Greek fir [*Abies cephalonica* Loud. var. *graeca* (Fraas) Liu]: a pattern to process approach. *J Appl Entomol*, 128: 70 – 80.
- Pilát, A., 1964: Jehličnaté stromy a keře našich zahrad a parků. Praha, ČAV: 507.
- Politi, P. I. – Georghiou, K. – Arianoutsou, M., 2011: Reproductive biology of *Abies cephalonica* Loudon in Mount Aenos National Park, Cephalonia, Greece. *Trees*, 25 (4): 655 – 668.

- Potter, K. M. – Frampton, J. – Josserand, S. A. – Nelson, C. D., 2008: Genetic variation and structure in Fraser fir (*Abies fraseri*): a microsatellite assessment of young trees. *Can. J. For. Res.*, 38: 2137 – 2137.
- Potts, B. M. – Dungey, H. S., 2001: Hybridisation of *Eucalyptus*: key issues for breeders and geneticists. In: Proceedings of the International Union of Forest Research Organizations(IUFRO), Conference on Developing the Eukalypt of the Future. Valdivia, Chile: 34.
- Quick Tree Facts: National Christmas Tree Association. Available <http://www.realchristmastrees.org/dnn/Education/QuickTreeFacts.aspx> via the Internet. Accessed 23 February 2015
- Rehder, A., 1958: Manual of Cultivated Trees and Shrubs. Macmillan, New York: 10 – 18.
- Retief, E. C. L. – Clarke, C. R. E., 2000: The effect of site potential on eucalypt clonal performance in coastal Zululand, South Africa. In: Proceedings of the international Union of Forest Research Organizations(IUFRO), Working Party, Forest Genetics for the Next Millenium, Durban, South Africa: 192 – 196.
- Rising, J. D., 1983: The Great Plains hybrid zones. *Current Ornithology*, 1: 131 – 157.
- Rolley, J., 1948: Forest conditions in Syria and Lebanon. *Unasyuva*, 2 (2): 77 – 80.
- Rushforth, K., 1987: Conifers. Facts on File Publications Inc., New York: 608.
- Sargent, C. S., 1926: Manual of the trees of North America. Cambridge: Reverside press: 50 – 61.
- Scaltsoyiannes, A. – Tsaktsira, M. – Drouzas, A. D., 1999: Allozyme differentiation in Mediterranean firs (*Abies*, *Pinaceae*). A first comparative study with phylogenetic implications. *Plant Systematics and Evolution*, 216: 289 – 307.
- Sevik, H., 2012: Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf). *African Journal of Biotechnology*, 11 (23): 6389 – 6396.
- Shew, H. D. – Benson, D. M., 1982: Fraser fir rot induced by *Phytophthora citricola*. *Plant Disease Repots*, 65: 688 – 689.
- Schopmeyer, C. S., 1974: Seeds of woody plants in the United States. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 450, Washington, DC. 883 p.

- Schopmeyer, C. S., 1989: Seed of Woody Plants in the United States. Forest Service, U. S. Department of Agriculture. Agriculture handbook No: 450, Washington: 883 p.
- Silba, J., 1986: An international census of the Coniferae. Phytologia memoir No. 8, OR: H. N. Moldenke and A. L. Moldenke. Corvallis, Oregon: 217.
- Song, J. H. – Lee, J. J. – Kang, K. S., 2008: Variation in cone, seed and bract morphology of *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. and *A. koreana* Wilson in native forests. Journal of Korean Forestry Society, 97: 565 – 569.
- Sorensen, F. C. – Franklin, J. F. – Wollard, R., 1976: Self – pollination effects on seed and seedling traits in noble fir. Forest Sci, 22: 155 – 159.
- Spach, E., 1842: Historie naturelle Des Végétaux – Phanérogames. Librairie encyclopédique de Roret, Paris: 11.
- Speers, C., 1958: The balsam woolly aphid in the Southeast. J. Forest, 56: 515 – 516.
- Speers, Ch. F., 1962: Fraser fir seed collection, stratification, and germination. Tree Planters' Notes, 53 (2): 7 – 8.
- Stebbins, G. L., 1950: Variation and evolution in plants. Columbia University Press, New York: 643.
- Stejskal, J. – Koblíha, J. – Frampton, J., 2011: Results of Czech-American Cooperation in Interspecific Fir Hybridization 2008, 2009. Journal of forest science, 57(3): 114 – 122.
- Stoehr, M. U. – Webber, J. – Woods, J., 2004: Protocol for rating seed orchard seedlots in British Columbia: quantifying genetic gain and diversity. Forestry, 77 (4): 297 – 303.
- Strickland, R., 2007: U. S. Department of Agriculture, Economic Research Services. Amber waves – did you know? Bull. 19. Available: <http://www.ers.usda.gov/AmberWaves/February08/PDF/DidYouKnow.pdf> via the Internet. Accessed 19 July 2011
- Sturrock, R. N. – Frankel, S. J. – Brown, A. V. – Hennon, P. E. – Kliejunas, J. T. – Lewis, K. J. – Worrall, J. J. – Woods, A. J., 2011: Climate change and forest diseases, Plant Pathology, 60: 133 – 149.
- Thor, E., Barnett, P. E., 1974: Taxonomy of *Abies* in the southern Appalachians: variation in balsam monoterpenes and wood properties. Forest Sci, 20 (1): 32 – 40.

- Thor, E., 1966: Christmas tree research in Tennessee. *American Christmas Tree Journal*, 10 (3): 7 – 12.
- Tisková zpráva SPVS na rok 2014: Sdružení pěstitelů vánočních stromků. Available http://www.vanocnistromek.cz/files/pro_clanky/spvs_tiskova_zprava_2014.pdf via Internet. Accessed 23 February 2015
- Turner, L. M. – White, M. A. – Tautz, D. – Payseur, B. A., 2014: Genomic Networks of Hybrid Sterility. *PLoS Genet* 10 (2): 1 – 23.
- van Gelderen, D. M. – van Hoey Smith, J. R. P., 1995: *Conifers*, 2nd edn. Timber Press, Portland: 269.
- van Pelt, R., 1996: *Champion Trees of Washington State*. University of Washington Press. Seattle, Washington: 114.
- Velioglu, E. – Tayanç, Y. – Çengel, B. – Kandemir, G., 2012: Genetic Variability of Seed Characteristics of *Abies* Populations from Turkey. *Journal of Forestry Faculty, Kasmonu Univ.* 2012: 27 – 35.
- Vendramin, G. G. Michelozzi, M. – Tognetti, R. – Vicario, F., 1997: *Abies nebrodensis* (Lojac.) Mattei, a relevant example of a relic and highly endangered species. *Bocconea*, 7: 383 – 388.
- Verryn, S. D., 2000: Eucalyptus hybrid breeding in South Africa. In: *Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees. Proceedings of the Queensland Forest research Institute / Cooperative Research Center-Sustainable Production Forestry(QFRI/CRC – SPF) Symposium, Noosa, Queensland, Australia: 191 –199.*
- Vidakovič, M., 1991: *Conifers. Morphology and variation*. Croatia, Zagreb: 754.
- Vigué, T – Gausson, H., 1928: Revision du genre *Abies* I. In: *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Nat. Du Toulouse*, 57: 369 – 434.
- Vigué, T – Gausson, H. (1929): Revision du genre *Abies* II. In *Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire Nat. Du Toulouse*, 58: 245 – 564.
- Virgilio, F., – Schicchi, R. – La Mela Veca, D., 2000: Aggiornamento dell'inventario della popolazione relitta di *Abies nebrodensis* (Lojac.). *Naturalista Siciliano*, 24 (1–2): 13– 54.
- White, T. L. – Adams, W. T. – Neale, D. B., 2007: *Forest genetics*. CABI: 682.

- White, J. – More, D., 2002: The Illustrated Encyclopedia of Trees. Timber Press: 800.
- Williams, W. K., 1958: Fraser fir as a Christmas tree. USDA Forest Service in cooperation with the Extension Service, Washington, DC.: 9.
- Wilson, E. H., 1920: The romance of our trees. Garden City, New York, Doubleday, Page & company: 278.
- Woo, S. Y., 2009: Forest decline of the world: A linkage with air pollution and global warming. African Journal of Biotechnology, 8 (25): 7409 – 7414.
- Woo, S. Y. – Lim, J. W. – Lee, D. K., 2008: Effects of temperature on photosynthetic rates in Korean Fir (*Abies koreana*) between healthy and dieback population. Journal of Integrative Plant Biology, 50 (2): 129 – 152.
- Wright, J. W., 1976: Introduction to Forest Genetics. Academic Press – New York, San Francisco, London: 463.
- Yahi, N. – Knees, S. G. – Gardner, M. F., 2013: *Abies numidica*. Threatened Conifers of The World <http://threatenedconifers.rbge.org.uk/taxa/details/104>. Downloaded on 28 February 2015.
- Yamanaka, T., 1991: Notes on the *Abies veitchii* in Shikoku. Acta Phytolaxonomica et Geobotanica, 42: 106.
- Yoshihiko, T. – Yoshihisa, S. – Yoshimura, K., 2000: Chloroplast DNA Inversion Polymorphism in Populations of *Abies* and *Tsuga*. Molecular Biology and Evolution, 17: 1302 – 1312.
- Zavarin, E. – Snajberk, K., 1972: Geographic variability of monoterpenes from *Abies balsamea* and *A. fraseri*. Phytochemistry, 11: 1407 – 1421.
- Zavarin, E. – Critchfield, W. B. – Snajberk, K., 1978: Geographic differentiation of monoterpenes from *Abies procera* and *Abies magnifica*. Biochemical Systematics and Ecology, 6: 267 – 278.
- Zobel, B. J. – Talbert, B. J. 1984: Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, New York: 448.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1. Test potomstev hybridů rodu *Abies* v Kostececi nad Černými lesy s barevně vyznačenou využívanou parcelou
- Příloha 2. Semenný sad č. 1. Kostelec nad Černými lesy
- Příloha 3. Semenný sad č. 4. Kostelec nad Černými lesy
- Příloha 4. Kontrola vývoje izolovaných samičích šištic na jaře 2013. Kontrola je usnadněna vlamínovaným průhledným okénkem
- Příloha 5. Roubovanec klonu *A. cilicica* x *A. cephalonica* s izolovanými samičími šišticemi před kontrolovaným opylením. Semenný sad č. 4. Kostelec nad Černými lesy
- Příloha 6. Opylovací práce v semenném sadu č. 4. v Kostelci nad Černými lesy. Na žebříku Ing. Stejskal, o bezpečnost dbá Dr. Bert Cregg z Michigan State University
- Příloha 7. Semenný sad č. 1, Schéma opylování v roce 2012
- Příloha 8. Semenný sad č. 2, Schéma opylování v roce 2012
- Příloha 9. Semenný sad č. 4, Schéma opylování v roce 2012
- Příloha 10. Semenný sad č. 3, Schéma opylování v roce 2012
- Příloha 11. Test potomstev, Schéma opylování v roce 2012
- Příloha 12. Semenný sad č. 1, Schéma opylování v roce 2013
- Příloha 13. Semenný sad č. 2, Schéma opylování v roce 2013
- Příloha 14. Semenný sad č. 4, Schéma opylování v roce 2013
- Příloha 15. Test potomstev, Schéma opylování v roce 2013
- Příloha 16. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 1, Kostelec nad Černými lesy – Truba, 2011

- Příloha 17. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 2, Kostelec nad Černými lesy – Truba, 2011
- Příloha 18. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 3, Prostějov – Seč, 2011
- Příloha 19. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 4, Kostelec nad Černými lesy – Truba, 2011
- Příloha 20. Výsledky křížení v testu potomstev, Kostelec nad Černými lesy, 2011
- Příloha 21. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č.1, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2012
- Příloha 22. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č.2, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2012
- Příloha 23. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 3, Prostějov – Seč, 2012
- Příloha 24. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č.4, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2012
- Příloha 25. Výsledky křížení v testu potomstev, Kostelec nad Černými lesy, 2012
- Příloha 26. Průzkum dat využitých pro analýzu rozdílů délek jehlic hybridních kombinací z křížení v roce 2007
- Příloha 27. Průzkum dat využitých pro analýzu rozdílů šířek jehlic hybridních kombinací z křížení v roce 2007
- Příloha 28. Průzkum dat využitých pro analýzu rozdílů výšek sazenic hybridních kombinací z křížení v roce 2007
- Příloha 29. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č.1, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2013
- Příloha 30. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 2, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2013
- Příloha 31. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 4, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2013
- Příloha 32. Výsledky křížení v testu potomstev, Kostelec nad Černými lesy, 2013

- Příloha 33. Výsledky post - hoc Tukeyova testu pro proměnnou průměrný počet semen v jedné šišce
- Příloha 34. Přehledová tabulka některých čistých druhů rodu *Abies* s uvedením reprodukčních charakteristik. Převzato a upraveno z POLITI et al. (2011)

PŘÍLOHA 1. Test potomstev hybridů rodu *Abies* v Kostelci nad Černými lesy s barevně vyznačenou využívanou parcelou

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	23	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	

1 - 21 potomstva spontánních hybridů

22 *Abies alba*

23 *Abies nordmaniana*

24 *Abies balsamea*

25 *Abies grandis*

26 *Abies procera*

27 *Abies concolor*

28 *Abies gracilis*

30 *Abies koreana* x (*Abies cilicica* x *Abies cephalonica*)

PŘÍLOHA 2. Semenný sad č. 1. Kostelec nad Černými lesy

												1		1		1	
				2		2						1				1	
				2		2						2		1		1	
				2								1		1		1	
2		1		2					1			1		1		1	
		1		2		2						1		1		1	
		1		2		2		1				1		1		1	
		1		2		2			1			1		1		1	
1		1		2			1					1		1		1	
2				2		2			1			1		1		1	
1		1				2		1		1		1		1		1	
1		1		2		1		1		1		1		1		1	
2				2		1		1		1		1		1		1	
B.Č.		1		2		1			1			1		1		1	
		1		2		1		2		1		1		1			
1		1				1			1			1		1			
						1		1		1		1		1		1	
1						1		1		1		1		1		1	
				2				1		1		1		1		1	
		2		2				1		1		1		1		1	
				1		1		1		2		1		1		1	
				2				1		1		1		1		2	
				1		1		1		1		1		1		1	
				2		1		1		1		1		1		1	
						1		1		2		1		1		1	

1 – klon *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* s označením CZ1

B. Č. – bez čísla

2 – klon *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* s označením CZ2

PŘÍLOHA 3. Semenný sad č. 4. Kostelec nad Černými lesy

1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1		1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2		1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
													2		1	1	1	1

1 – klon *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* s označením CZ1

2 – klon *Abies cilicica* x *Abies cephalonica* s označením CZ2



PŘÍLOHA 4. Kontrola vývoje izolovaných samičích šištíc na jaře 2013. Kontrola je usnadněna vlamínovaným průhledným okénkem (Škorpík 2013)





PŘÍLOHA 5. Roubovanec klonu *A. cilicica* x *A. cephalonica* s izolovanými samičími šišticemi před kontrolovaným opylením. Semenný sad č. 4. Kostelec nad Černými lesy (Škorpík 2013)



PŘÍLOHA 6. Opylovací práce v semenném sadu č. 4 v Kostelci nad Černými lesy. Na žebříku Ing. Stejskal, o bezpečnost dbá Dr. Bert Cregg z Michigan State University (Škorpík 2013)

PŘÍLOHA 7. Semenný sad č. 1, Schéma opylování v roce 2012



												1		1		1	
				2		2						1				1	
				2		2						2		1		1	
				2								1		1		1	
2		1		2					1			1 (4)		1		1	
		1 (4)		2		2						1 (1)		1		1	
		1		2		2		1				1		1		1	
		1		2 (7)		2			1			1		1		1	
1		1		2				1				1		1		1	
2				2		2				1 (1)		1		1		1	
1		1				2		1		1		1		1		1	
1		1		2		1		1		1		1		1		1	
2				2		1 (3)		1		1		1		1		1	
		1		2		1				1		1		1		1	
		1		2		1		2		1		1		1			
1		1				1				1		1		1			
						1		1		1		1		1		1	
1						1		1		1		1		1		1	
				2				1		1		1		1		1	
		2		2				1 (1)		1		1		1		1	
				1		1		1		2		1		1		1	
				2				1		1		1		1		2	
				1		1		1		1		1		1		1	
				2		1		1		1		1		1		1	
						1		1		2		1		1		1	

 NC 31 (2011)
 NC 64 (2011)

Čísla v závorkách označují počet opylených šišek
 1 – klon CZ1
 2 – klon CZ2

PŘÍLOHA 9. Semenný sad č. 4, Schéma opylování v roce 2012

1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1 (1)	1	1 (1)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1 (2)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1 (1)	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1 (1)	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1 (1)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1 (1)	1	1 (6)		1	1
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1 (1)
	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1 (1)	1
	1	1 (4)	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	1	1 (1)	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1 (1)	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2		1	1	1	1	1
	1	1	1 (3)	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	1	1	1 (1)	1 (2)	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1 (1)
	1 (1)	1	1	1	1 (2)	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
														2		1	1	1	1

 NC 76 (2011)
 NC 61 (2011)

Čísla v závorkách označují počet opylených šišek
 1 – klon CZ1
 2 – klon CZ2

PŘÍLOHA 10. Semenný sad č. 3, Schéma opylování v roce 2012

Číslo ramety

98	1 (7)
97	2 (8)
96	1 (13)
95	2 (12)
94	1 (2)
93	2 kontrola (3)
78	1 (7)
77	2 (12)
73	2 (20)
69	2 (5)
67	2 kontrola (9)
65	2 (2)
60	1 (9)
56	1 (42)
42	2 (8)
38	2 (5)
1	1 (7)

	NC 64 (2011)
	NC 76 (2011)
	NC 25 (2011)
	NC 31 (2011)

Číslo v závorkách označují počet opylených šišek

1 – klon CZ1

2 – klon CZ2

PŘÍLOHA 11. Test potomstev, Schéma opylování v roce 2012

5/5					5/1
4/5	(12)				4/1
3/5					3/1
2/5					2/1
1/5		(2)		(3)	1/1

	NC 64 (2011)
--	--------------

Číslo v závorkách označují počet opylených šišek

PŘÍLOHA 12. Semenný sad č. 1, Schéma opylování v roce 2013

											1		1		1	
				2		2					1				1	
				2		2					2		1		1	
				2							1	(2)	1		1	
2		1		2					1		1	(24)	1		1	
		1		2		2					1	(1)	1		1	
		1		2		2		1			1		1		1	
		1		2		2			1		1		1		1	
1		1		2				1			1		1		1	
2				2		2			1		1		1		1	
1		1				2		1		1	1		1		1	
1		1		2		1		1		1	1		1		1	
2				2		1		1		1	1		1		1	
		1		2		1			1		1		1		1	
		1		2		1		2		1	1		1			
1		1				1			1		1		1			
						1		1		1	1		1		1	
1						1		1		1	1		1		1	
				2				1		1	1		1		1	
		2		2				1		1	1		1		1	
				1		1		1		2	1		1		1	
				2				1		1	1		1		2	
				1		1		1		1	1		1		1	
				2		1		1		1	1		1		1	
						1		1		2	1		1		1	

 NC 61 (2011)




Čísla v závorkách označují počet opylených šišek

1 – klon CZ1

2 – klon CZ2

PŘÍLOHA 14. Semenný sad č. 4, Schéma opylování v roce 2013

1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1(4)	1(5)	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1(25)	1(4)
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1		1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2		1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
													2		1	1	1	1

 NC 61 (2011)
 kontrola
 3 sáčky NC61 (2011), NC 11 (2010)

Čísla v závorkách označují počet opylených šišek
 1 – klon CZ1
 2 – klon CZ2

PŘÍLOHA 15. Test potomstev, Schéma opylování v roce 2013

5/5					5/1
4/5					4/1
3/5			(30)		3/1
2/5					2/1
1/5					1/1

 A. numidica

Čísla v závorkách označují počet opylených šišek

PŘÍLOHA 16. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 1, Kostelec nad Černými lesy – Truba, 2011

Kombinace	CZ1 x NC113	CZ1 x NC51
počet šišek	6	12
průměrná délka šišek (cm)	12	11
celková hmotnost šišek (g)	410	860
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	68	72
celková hmotnost semen (g)	38	67
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	6	6
celková hmotnost 1000 semen (g)	62	63
celkový počet semen	616	1062
průměrný počet semen v 1 šišce	103	88
podíl plných semen ve vzorku (%)	2	0
očekávaný počet plných semen	1	3
CZ – klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC – klon <i>A. fraseri</i>		

PŘÍLOHA 17. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 2, Kostelec nad Černými lesy – Truba, 2011

Kombinace	CZ1 x NC51	CZ2 x NC51
počet šišek	12	3
průměrná délka šišek (cm)	11	11
celková hmotnost šišek (g)	940	380
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	78	127
celková hmotnost semen (g)	79	15
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	7	5
celková hmotnost 1000 semen (g)	49	45
celkový počet semen	1629	333
průměrný počet semen v 1 šišce	136	111
podíl plných semen ve vzorku (%)	0	1
očekávaný počet plných semen	0	3
CZ – klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC – klon <i>A. fraseri</i>		

PŘÍLOHA 18. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 3, Prostějov – Seč, 2011

Kombinace	CZ2 x NC153	CZ1 x NC42	CZ1 x NC26	CZ1 x NC53	CZ1 x NC11	CZ2 x NC11	CZ2 x NC26
počet šišek	5	9	4	13	11	6	1
průměrná délka šišek (cm)	15	16	14	17	15	15	16
celková hmotnost šišek (g)	630	950	240	950	1300	650	110
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	126	106	60	73	118	108	110
celková hmotnost semen (g)	59	110	43	172	140	84	21
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	12	12	11	13	13	14	21
celková hmotnost 1000 semen (g)	57	54	62	63	66	65	61
celkový počet semen	938	1831	627	2472	1947	1170	312
průměrný počet semen v 1 šišce	188	203	157	190	177	195	312
podíl plných semen ve vzorku (%)	7	1	7	3	6	11	18
očekávaný počet plných semen	66	18	44	74	117	129	56
CZ – klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC – klon <i>A. fraseri</i>							

PŘÍLOHA 19. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 4, Kostelec nad Černými lesy – Truba, 2011

Kombinace	CZ1 x NC54	CZ1 x NC44	CZ1 x NC26	CZ2 x NC97	CZ1 x NC42	CZ1 x NC53	CZ1 x NC97
počet šišek	20	30	22	10	21	8	5
průměrná délka šišek (cm)	12	14	13	16	14	12	12
celková hmotnost šišek (g)	1380	2420	1760	890	1450	680	630
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	69	80,7	80	89	69,0	85	126
celková hmotnost semen (g)	118	325	189	110	213	63	45
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	6	11	9	11	10,1	7,9	9
celková hmotnost 1000 semen (g)	54	47	50	53	63	66	61
celkový počet semen	2173	6900	3803	2068	3392	962	744
průměrný počet semen v 1 šišce	109	230	173	207	162	120	149
podíl plných semen ve vzorku (%)	1	0	0	1	0	1	2
očekávaný počet plných semen	22	0	0	21	0	10	15

CZ – klon *A. cilicica* x *A. cephalonica*, NC – klon *A. fraseri*

PŘÍLOHA 20. Výsledky křížení v testu potomstev, Kostelec nad Černými lesy, 2011

Kombinace	3/4 x NC11	1/2 x NC51
počet šišek	x	2
průměrná délka šišek (cm)	x	6
celková hmotnost šišek (g)	50	70
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	x	35
celková hmotnost semen (g)	7	8
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	x	4
celková hmotnost 1000 semen (g)	7	11
celkový počet semen	986	727
průměrný počet semen v 1 šišce	x	364
podíl plných semen ve vzorku (%)	4	8
očekávaný počet plných semen	39	58

3/4 - jedinec *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)

1/2 - jedinec *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)

NC - klon *A. fraseri*

PŘÍLOHA 21. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č.1, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2012

Kombinace	CZ1 x NC31	CZ2 x NC31	CZ1 x NC64
počet šišek	7	1	3
průměrná délka šišek (cm)	14	18	14
celková hmotnost šišek (g)	469	107	201
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	67	107	67
celková hmotnost semen (g)	52	13	25
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	7	13	8
celková hmotnost 1000 semen (g)	47	44	37
celkový počet semen	1106	295	676
průměrný počet semen v 1 šišce	158	295	225
podíl plných semen ve vzorku (%)	0	0	0
očekávaný počet plných semen	0	0	0

CZ – klon *A. cilicica* x *A. cephalonica*, NC – klon *A. fraseri*

PŘÍLOHA 22. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č.2, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2012

Kombinace	CZ1 x NC61
počet šišek	3
průměrná délka šišek (cm)	12
celková hmotnost šišek (g)	120
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	40
celková hmotnost semen (g)	27
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	9
celková hmotnost 1000 semen (g)	40
celkový počet semen	675
průměrný počet semen v 1 šišce	225
podíl plných semen ve vzorku (%)	0
očekávaný počet plných semen	0
CZ - klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC - klon <i>A. fraseri</i>	

PŘÍLOHA 23. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 3, Prostějov – Seč, 2012

Kombinace	CZ1 x NC25	CZ2 x NC25	CZ2 x NC31	CZ1 x NC64	CZ2 x NC64	CZ1 x NC76	CZ2 x NC76	F₂kontrol a
počet šišek	6	17	18	6	5	13	4	6
průměrná délka šišek (cm)	12	16	17	15	10	16	12	13
celková hmotnost šišek (g)	493	1879	1852	465	225	1480	345	492
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	82	111	103	78	45	114	86,25	82
celková hmotnost semen (g)	47	200	280	41	19	157	28	46
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	8	12	16	7	4	12	7	8
celková hmotnost 1000 semen (g)	55	76	67	30	24	70	33	37
celkový počet semen	855	2632	4179	1367	792	2243	848	1243
průměrný počet semen v 1 šišce	142	155	232	228	158	173	212	207
podíl plných semen ve vzorku (%)	7	6	4	0	0	7	0	0
očekávaný počet plných semen	60	158	167	0	0	157	0	0
CZ – klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC – klon <i>A. fraseri</i> F ₂ – druhá filiální generace hybridu <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i>								

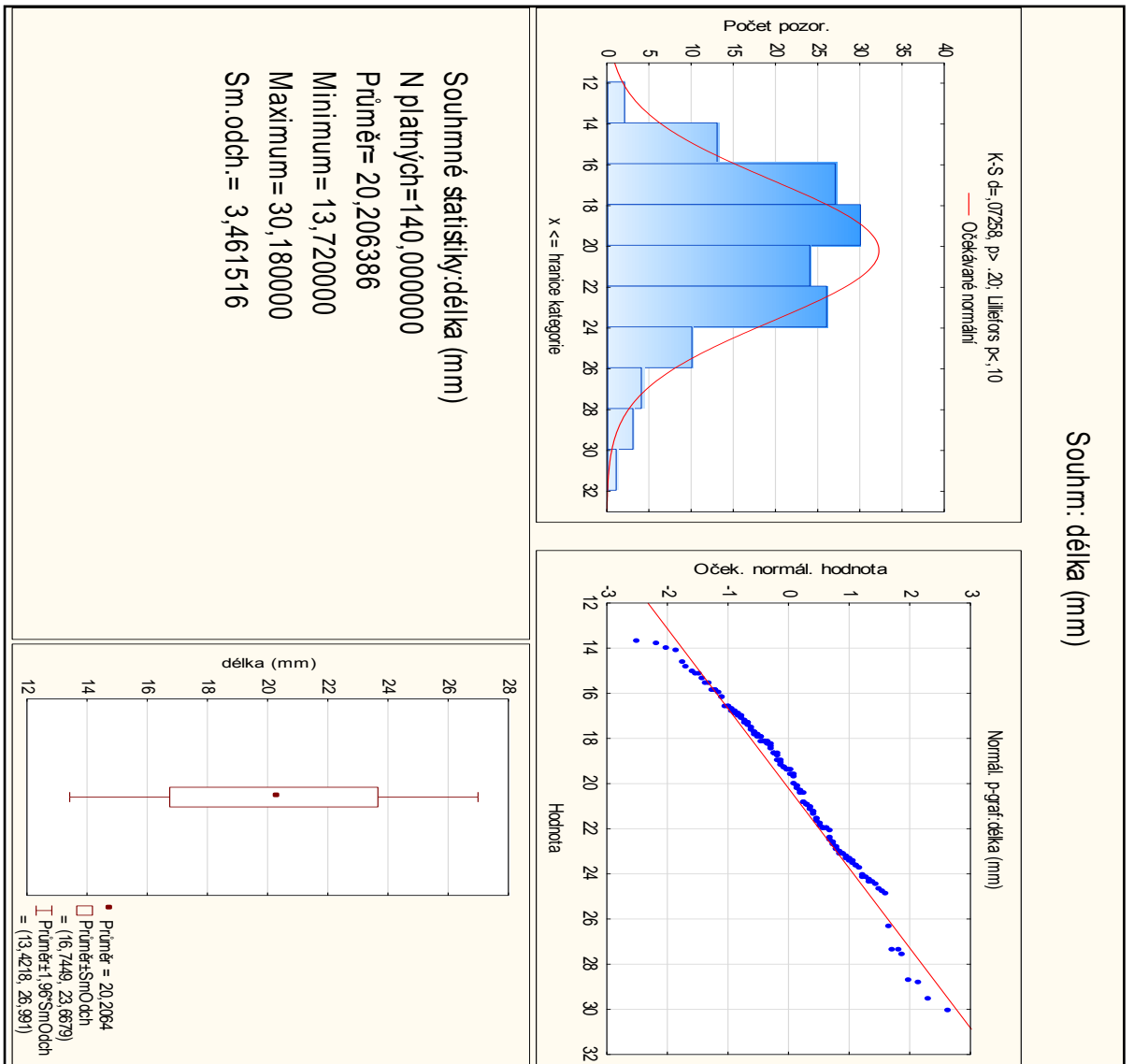
PŘÍLOHA 24. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č.4, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2012

Kombinace	CZ1 x NC61	CZ1 x NC76
počet šišek	8	11
průměrná délka šišek (cm)	14	16
celková hmotnost šišek (g)	485	735
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	61	67
celková hmotnost semen (g)	59	85
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	7	8
celková hmotnost 1000 semen (g)	34	44
celkový počet semen	1735	1932
průměrný počet semen v 1 šišce	217	176
podíl plných semen ve vzorku (%)	0	0
očekávaný počet plných semen	0	0
CZ - klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC - klon <i>A. fraseri</i>		

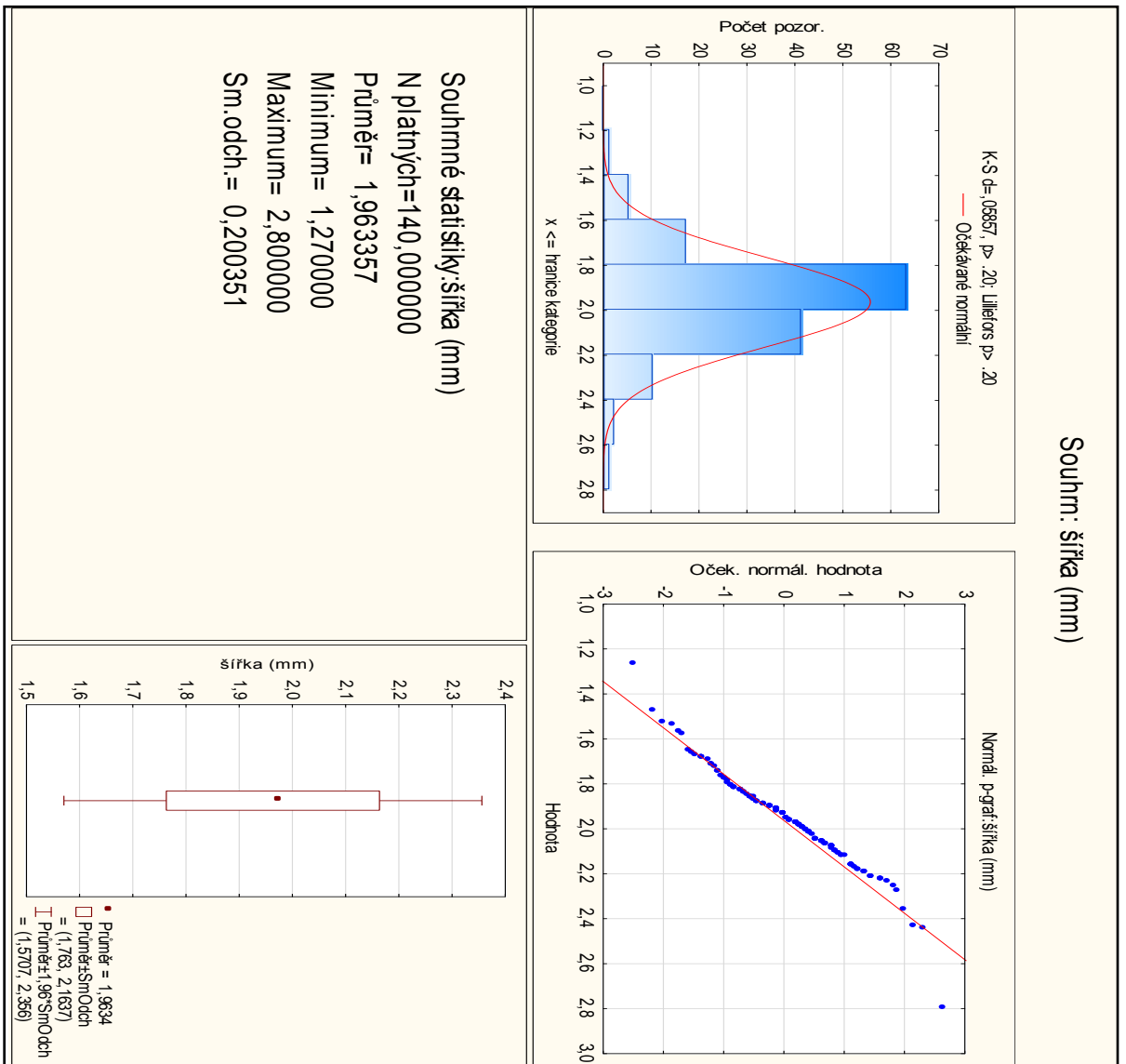
PŘÍLOHA 25. Výsledky křížení v testu potomstev, Kostelec nad Černými lesy, 2012

Kombinace	4/4 kontrola	1/2 x NC64	4/5 x NC64	1/4 x NC64	3/3 kontrola
počet šišek	2	3	11	2	2
průměrná délka šišek (cm)	8	11	11	10	8
celková hmotnost šišek (g)	35	121	440	70	35
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	18	40	40	35	18
celková hmotnost semen (g)	9	16	63	7	10
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	5	5	6	4	5
celková hmotnost 1000 semen (g)	15	18	20	13	13
celkový počet semen	600	889	3150	538	769
průměrný počet semen v 1 šišce	300	296	286	269	385
podíl plných semen ve vzorku (%)	0	3	3	2	0
očekávaný počet plných semen	0	27	95	11	0
CZ – klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , 4/4, 1/2, 4/5, 1/4, 3/3 - jedinec <i>A. koreana</i> x (<i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i>)					

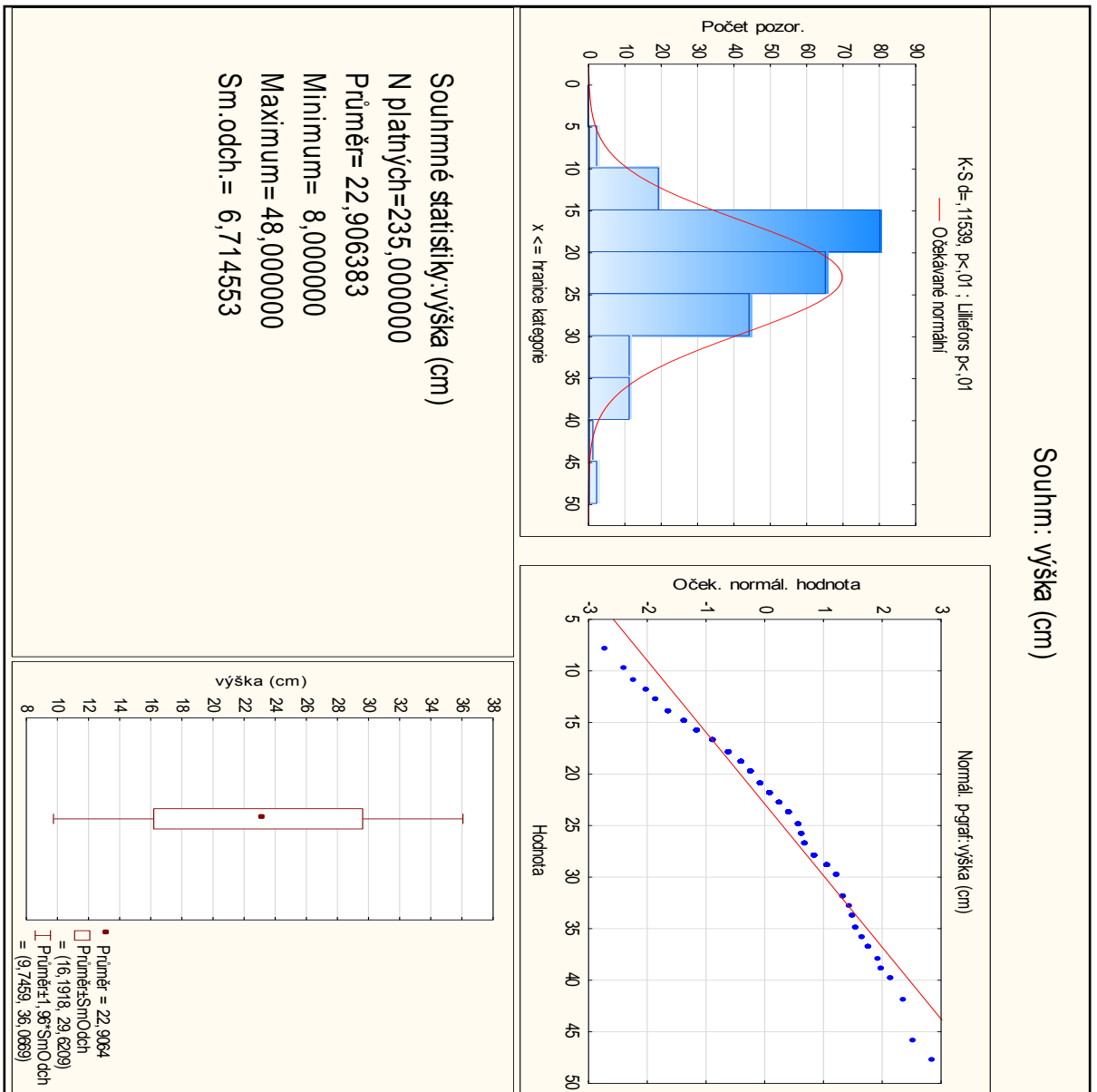
PŘÍLOHA 26. Průzkum dat využitých pro analýzu rozdílů délek jehlic hybridních kombinací z křížení v roce 2007



PŘÍLOHA 27. Průzkum dat využitých pro analýzu rozdílů šířek jehlic hybridních kombinací z křížení v roce 2007



PŘÍLOHA 28. Průzkum dat využitých pro analýzu rozdílů výšek sazenic hybridních kombinací z křížení v roce 2007



Kombinace	CZ1 x NC61 (2011)
počet šišek	11
průměrná délka šišek (cm)	16
celková hmotnost šišek (g)	555
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	50
celková hmotnost semen (g)	147
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	13
celková hmotnost 1000 semen (g)	68
celkový počet semen	2162
průměrný počet semen v 1 šišce	197
podíl plných semen ve vzorku (%)	0
očekávaný počet plných semen	0
CZ – klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC – klon <i>A. fraseri</i>	

PŘÍLOHA 30. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 2, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2013

Kombinace	CZ1 x NC11 (2010)
počet šišek	1
průměrná délka šišek (cm)	12
celková hmotnost šišek (g)	30
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	30
celková hmotnost semen (g)	10
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	10
celková hmotnost 1000 semen (g)	50
celkový počet semen	200
průměrný počet semen v 1 šišce	200
podíl plných semen ve vzorku (%)	0
očekávaný počet plných semen	0
CZ – klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , NC – klon <i>A. fraseri</i>	

PŘÍLOHA 31. Výsledky kontrolovaného křížení v sadu č. 4, Kostelec nad Černými lesy - Truba, 2013

Kombinace	F₂	CZ1 x NC11 (2010)	CZ1 x NC61 (2011)
počet šišek	4	3	16
průměrná délka šišek (cm)	16	13	14
celková hmotnost šišek (g)	180	140	690
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	45	47	43
celková hmotnost semen (g)	48	31	140
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	12	10	9
celková hmotnost 1000 semen (g)	53	53	65
celkový počet semen	906	585	2154
průměrný počet semen v 1 šišce	226	195	135
podíl plných semen ve vzorku (%)	8	0	0
očekávaný počet plných semen	72	0	0
CZ - klon <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i> , hybridu <i>A. cilicica</i> x <i>A. cephalonica</i>	NC - klon <i>A. fraseri</i>	F ₂ - druhá filiální generace	

Kombinace	3/2 x A. numidica
počet šišek	30
průměrná délka šišek (cm)	12
celková hmotnost šišek (g)	1145
průměrná hmotnost 1 šišky (g)	38
celková hmotnost semen (g)	250
průměrná hmotnost semen v 1 šišce (g)	8
celková hmotnost 1000 semen (g)	40
celkový počet semen	6250
průměrný počet semen v 1 šišce	208
podíl plných semen ve vzorku (%)	1
očekávaný počet plných semen	63

3/2 - jedinec *A. koreana* x (*A. cilicica* x *A. cephalonica*)

PŘÍLOHA 33. Výsledky post - hoc Tukeyova testu pro proměnnou průměrný počet semen v jedné šiřce

Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. $P\check{C} = 1763,4$, $sv = 53,000$

Ročník	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2008		0,9739	0,84961	0,63681	0,99999	0,99776
2009	0,9739		0,40211	0,76342	0,76688	0,99991
2010	0,84961	0,40211		0,14139	0,83471	0,62446
2011	0,63681	0,76342	0,14139		0,15304	0,8785
2012	0,99999	0,76688	0,83471	0,15304		0,97907
2013	0,99776	0,99991	0,62446	0,8785	0,97907	

PŘÍLOHA 34. Přehledová tabulka některých čistých druhů rodu *Abies* s uvedením reprodukčních charakteristik. Převzato a upraveno z POLITI et al. (2011)

Druh	Reproduktivní věk (let)	Období zrání šišek	Periodicita semenných let	Hmotnost 1000 semen	Zdroj
Mediterránní					
<i>A. alba</i>	60	konec května	3-4 roky	47,4 g	
<i>A. bornmuelleriana</i>	–	konec května	–	82,13 g	Velioğlu (2012)
<i>A. cephalonica</i>	53	začátek května	4 roky	–	
<i>A. cilicica</i>	–	začátek května	–	149,7 g	Velioğlu (2012)
<i>A. nordmanniana</i>	–	konec května	–	66,62 g	Velioğlu (2012)
<i>A. nebrodensis</i>	–	–	–	–	
<i>A. numidica</i>	–	polovina května	–	–	
<i>A. pinsapo</i>	50	polovina jara	–	–	
<i>A. equi - trojani</i>	–	–	–	71,78 g	Velioğlu (2012)
Severní Amerika					
<i>A. amabilis</i>	20	polovina května	2-3 roky	31,5 g	Schopmeyer (1974)
<i>A. balsamea</i>	–	konec května	2 roky	131 g	Schopmeyer (1974)
<i>A. fraseri</i>	15	začátek května	2 roky	134,5 g	Speers (1962)
<i>A. lasiocarpa</i>	20	polovina května	2-3 roky	76,7 g	Franklin (1974)

