

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta v Lednici

Ústav ovocnictví



Zahradnická
fakulta

OVĚŘOVÁNÍ ÚČINKU FYTOHORMONŮ NA
DIFERENCIACI KOŘENŮ U DŘEVITÝCH ŘÍZKŮ PODNOŽÍ
JÁDROVIN

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Tomáš Nečas, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Ondřej Pavlíček

Lednice 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „*Ověřování účinku fytohormonů na diferenciaci kořenů u dřevitých řízků podnoží jádrovín*“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne

Podpis diplomanta.....

Poděkování:

Při této příležitosti bych rád poděkoval Ing. Tomáši Nečasovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce a zajištění potřebného rostlinného materiálu.

OBSAH

1	ÚVOD.....	6
2	CÍL PRÁCE	7
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
3.1	Význam podnoží pro ovocné dřeviny	8
3.1.1	Faktory ovlivňující transplantaci roubu na podnož.....	9
3.2	Vliv fytohormonů a ostatních látek na rhizogenezi	10
3.2.1	Auxiny	10
3.2.2	Gibereliny	13
3.2.3	Cytokininy	14
3.2.4	Etylen.....	14
3.2.5	Brassinosteroidy	15
3.2.6	Retardanty a fenolické látky	16
3.2.7	Kyselina abscisová	17
3.2.8	Vitamíny, mikroprvky, trofické a humusové látky	17
3.2.9	Ránové hormony a polyaminy	18
3.3	Vliv vnějších podmínek na rhizogenezi	18
3.3.1	Substrát.....	18
3.3.2	Světlo.....	19
3.3.3	Voda	20
3.3.4	Teplota.....	20
3.4	Množení podnoží dřevitými řízký	21
3.4.1	Matečné rostliny.....	22
3.4.2	Vliv stáří matečných rostlin na tvorbu adventivních kořenů.....	23
3.4.3	Vliv doby a místa odběru letorostů na rhizogenezi.....	23
3.4.4	Odběr výhonů z matečných rostlin	24
3.4.5	Dřevité řízký a jejich úprava.....	25
3.4.6	Stimulace řízků	26
3.4.7	Skladování, výsadba a dopěstování řízků.....	28
3.4.8	Tvorba adventivních kořenů	29
3.5	Experimenty množení podnoží dřevitými řízký	31
3.6	Charakteristika vybraných druhů podnoží.....	36

4	MATERIÁL A METODIKA.....	38
4.1	Charakteristika stanoviště.....	38
4.2	Použité podnože.....	38
4.3	Stimulátory.....	38
4.4	Termobox.....	39
4.5	Metodika založení pokusu.....	40
4.5.1	Příprava dřevitých řízků.....	40
4.5.2	Tepelná stimulace.....	41
4.5.3	Výsadba a dopěstování dřevitých řízků.....	41
4.5.4	Metodika zpracování výsledků z pokusu.....	41
5	VÝSLEDKY.....	42
5.1	Tvorba kalusu.....	42
5.2	Výtěžnost řízků.....	43
5.3	Výtěžnost řízků celkem.....	47
5.4	Statistické vyhodnocení pokusu.....	49
5.4.1	Vliv fytohormonů na tvorbu kalusu.....	49
5.4.2	Vliv podnože na tvorbu kalusu.....	49
5.4.3	Vliv tvorby kalusu na výtěžnost řízků.....	50
5.4.4	Vliv fytohormonů na výtěžnost řízků.....	50
5.4.5	Vliv podnože na výtěžnost řízků.....	52
5.4.6	Anova s interakcemi.....	53
6	DISKUSE.....	54
7	ZÁVĚR.....	56
8	SOUHRN.....	57
9	RESUME.....	57
10	POUŽITÉ ZDROJE.....	58
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	67
12	SEZNAM PŘÍLOH.....	68
13	PŘÍLOHY.....	69

1 ÚVOD

Rostlinná těla tvoří harmonický celek, který je vzájemně propojený. Základním projevem této celistvosti jsou růstové korelace, tedy vztahy mezi orgánovou soustavou, pletivou a buňkami. Pokud dojde k narušení celistvosti rostliny různým druhem poškození, dochází k regeneraci, která má za následek obnovu celistvosti. Tento jev má zásadní význam pro vegetativní rozmnožování dřevitými řízkami, především tvorbou adventivních (náhradních) kořenů (ŠEBÁNEK, 2008).

Adventivní kořeny se na rozdíl od laterálních kořenů, které jsou kořenovými větvemi, vytvářejí na listech, stoncích, oddencích a starších sekundárně ztloustlých kořenech. V místě řezu (poranění), nebo v jeho blízkosti vznikají tzv. ránové kořeny (LEK, 1924).

Vegetativně množení jedinci, na rozdíl od generativně množených, mají stejný genotyp jako matečná rostlina. Disponují tedy stejnými vlastnostmi a lze je tímto způsobem uchovat i do budoucna, což je v ovocnictví velmi žádané z pohledu potřeby rozmnožování podnoží pro roubování ušlechtilých odrůd s ohledem na skutečnost, že lze tímto způsobem získat školkařský materiál relativně rychle a levně (PSOTA, ŠEBÁNEK 1999).

Z výzkumů zákonitostí integrity a vývoje rostlin vyplývá, že fytohormony a jejich interakce hrají významnou roli v procesech regenerace. Tvorbu a růst kořenů stimulují v rostlině především auxiny v závislosti na jejich koncentraci, vnějších podmínkách a působení s dalšími aktivními látkami v rostlině, které mohou mít synergický či antagonistický vliv na účinek auxinů (PROCHÁZKA *et al.*, 1997).

Auxiny rozdělujeme na endogenní, tedy auxiny, které se již v rostlině nacházejí a vznikly nativní cestou biochemickými procesy. Další skupinou jsou syntetické auxiny (auxinoidy), které vykazují obdobnou aktivitu jako nativní auxiny. Exogenně aplikované auxinoidy se využívají pro podporu zakořeňovací schopnosti u dřevitých řízků, což je jeden z hlavních limitujících faktorů tohoto způsobu množení. Řízky většiny druhů rostlin zakořeňují lépe po aplikaci auxinů, nežli bez nich (KUTINA, 1988).

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je zpracování literárního přehledu o využití fytohormonů při množení podnoží jaderovin dřevitými řízkami. Dále založit pokus s vybranými druhy podnoží a provést ošetření příslušnými fytohormony. Získaná data vyhodnotit a statisticky zpracovat do tabulek a grafů.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Význam podnoží pro ovocné dřeviny

Podnož s naštěpovanou kulturní odrůdou tvoří dvousložkový organismus, symbiont, umožňující intenzivní pěstování ovocných dřevin. Jednotlivé podnožové odrůdy umožňují lepší využití podmínek prostředí, do nichž byla rostlina vysazena společně s naroubovanou kulturní odrůdou. Podnož ovlivňuje naštěpovanou odrůdu v mnoha ohledech. Jedná se především o růst oslabující účinek, urychlení nástupu do plodnosti, zvýšení počtu jedinců na hektar, zvýšení specifické plodnosti, mrazuodolnosti atd. (VACHŮN, 1996). Vliv podnoží na mrazuodolnost se prokázal jako nejvýraznější v porovnání s náchylností či odolností vůči jiným škodlivým činitelům (SOUČEK, 1948). Podnož tvoří prostředníka mezi naštěpovanou odrůdou a půdou, zabezpečuje různou intenzitu kotvení v půdě a vede do naštěpované odrůdy vodu a minerální látky (VACHŮN, 1996).

Intenzita kotvení rozhoduje o tom, zda rostlina bude potřebovat oporu po celou dobu jejího života, nebo jen v mládí. Na mohutnosti kotvení má značný vliv použitá podnož, která je však ovlivňována mnoha dalšími faktory jako poloha stanoviště, půdní druh a hladina podzemní vody (OPLT, ČERNÝ, 1962).

V podnožích probíhá syntéza některých aminokyselin, fytohormonů a dalších látek, které ovlivňují formování nadzemní soustavy naštěpovaných odrůd. Vzhledem k různým vlastnostem podnoží, je zde poměrně široká manévrovací možnost pro výběr takových, které mají optimální vliv na naštěpované odrůdy v daných přírodních a hospodářských podmínkách. Pro úspěšné použití podnože je třeba dobrá afinita s naštěpovanou odrůdou (VACHŮN, 1996).

Podnož ovlivňuje intenzitu růstu svými kořeny, kmenem a spojením s roubem. Kořenový systém zakrsle rostoucích podnoží je menší a nepronurůstá hluboko do půdy. Zakrslý růst může být způsoben mírnou morfologickou či biochemickou inkompatibilitou s roubem, což může mít za následek změny v produkci a transportu minerálů, asimilátů, fytohormonů a vody. Může zde docházet také k tvorbě fenolů či jiných chemických látek inhibujících růst. Inkompatibilita se nejlépe projeví za stresových podmínek. (WEBSTER, 2002). Podnože jsou dlouhodobě a komplexně působící činitelé, které nelze v průběhu života rostliny nahradit a chybnou volbou podnože opravit (VACHŮN, 1996).

3.1.1 Faktory ovlivňující transplantaci roubu na podnož

Jedním ze základních předpokladů srůstu podnoží s roubem je přiložení obou částí k sobě opačnými póly, to znamená bazální částí roubu k apikální části podnože. Při hojení ran a srůstání roubu s podnoží se aktivuje činnost kambia (meristemického pletiva), které odděluje dovnitř buňky xylemu a vně buňky floemu. Tímto způsobem vzniká hojivé pletivo (kalus), který se následně pokrývá suberinem. Při transplantaci se propojí vodivé dráhy ve svazcích cévních pletiv roubu a podnože po vytvoření kalusu a diferenciaci xylemu a floemu. Tvorbu kalusu podněcují "ránové hormony" vznikající v místě poranění (kyselina traumátová, glutamová aj.) Dělení buněk podněcují cytokininy. Vznik jednotlivých vodivých pletiv v pletivu kalusu indukují různé hormonální látky v určité interakci. Jejich vliv lze nahradit aplikací auxinoidu pro tvorbu xylemu a auxinoidu se sacharózou pro tvorbu floemu (KUTINA, 1988).

Další neopomenutelný faktor ovlivňující úspěšné roubování je schopnost vzájemného srůstu a snášenlivosti obou rostlinných částí. Tato vlastnost se nazývá afinita (kompatibilita), která se liší druhově a odrůdově. Roubojeme-li rostliny příliš botanicky vzdálené, nebo se špatnou afinitou, nevznikne dostatečně silné propojení mezi cévními svazky. V místě dotyku se vytvoří pouze zával a později dojde k odlomení obou částí. Pokud proběhne roubování na jaře s narašenými rouby, kambium nestačí vytvořit kalus, nedojde k propojení cévních svazků a roub zaschne. Příklady špatného srůstu jsou roubovanci jabloň-hrušeň, kdoule-hrušeň, jeřáb-hrušeň. Někteří roubovanci nesrůstají ani mezi některými odrůdami hrušní (VILKUS, 2003).

Případná disafinita se dá řešit mezištepováním odrůdy s dobrou afinitou k podnoží. U kdouloní se pro mezikmen používají nejčastěji Hardyho máslovka, Konference a odrůdy ze skupin Old Home, OHxF aj. (NEČAS, 2010).

Dostatek vláhy v jarních měsících a teplé vlhké počasí v době očkování a po něm působí příznivě na srůstání oček a roubů. Za deštivého počasí se zásadně nerouboje, protože mokré řezné rány nesrůstají. Řezné rány na podnoží a roubu musí být hladké a spíše delší, aby se zvýšila plocha srůstu. Obě části musí k sobě těsně doléhat a být pevně uvázány, případné nerovnosti nelze úvazkem opravit. Kambiální plochy se musí dotýkat. Dobře zakořenělá podnož zvyšuje úspěšnost srůstu i dalšího vývoje. Podmínkou je také použití kvalitních vyzrálých roubů, připravených ve vhodnou dobu. Pro ošetření nezakrytých řezných ran a okrajů lze použít štěpařský vosk (VILKUS, 2003).

3.2 Vliv fytohormonů a ostatních látek na rhizogenezi

Auxiny, cytokininy, gibereliny, kyselina abscisová a ethylen patří mezi pět klasických skupin rostlinných hormonů (KENDE, ZEEVAART, 1997). Představy o hormonální funkci se vyvinuly z četných experimentů, ve kterých aplikace fytohormonů prokázala efekt na buněčné dělení kambia, rozšiřování buněk a řízení diferenciací do různých typů kambiálních derivátů (MELLEROWICZ *et al.*, 2001).

Účinku hormonu musí vždy předcházet vazba na příslušný receptor (bílkoviny). Fytohormon se může vázat na receptor umístěný na membráně a signál je pak veden dále do buňky systémem druhých posílů, nebo proniká přímo do buňky, váže se na rozpustný receptor v cytoplasmě a takto vzniklý komplex dále putuje do jádra, kde vyvolá změnu v expresi některých genů (PROCHÁZKA *et al.*, 1997).

Auxin a etylen jsou obvykle popisovány jako aktivátory, zatímco cytokininy a gibereliny se jeví jako inhibitory tvorby adventivních kořenů, dokonce i když byly pozorovány některé pozitivní účinky. V komerční produkci se pro podporu rhizogeneze u dřevitých řízků používají především kyselina indolyl-máselná (IBA), naftyl-octová (NAA) a indolyl-octová (IAA). Tvorba adventivních kořenů je klíčový krok ve vegetativním množení dřevitými řízkami, což se vztahuje k přítomnosti auxinu (KIM *et al.*, 1998; MCCLELLAND *et al.*, 1990).

Tvorba adventivních kořenů je proces indukovaný a regulovaný vnějšími a vnitřními faktory, jako je teplota, světlo, fytohormony, trofické látky, minerální látky a další molekuly. Fytohormony mají přímý vliv na buněčné dělení a růst buněk. Nepřímo se podílejí na interakci s jinými fytohormony a molekulami. V posledních letech bylo navrženo a odzkoušeno mnoho modelů, které ukázaly vliv na vývoj rostlinného růstu (JAILLAIS, CHORY, 2010; NEMHAUSER *et al.*, 2006; SANTNER, ESTELLE, 2009).

3.2.1 Auxiny

Auxiny pochází ze skupiny tryptofanových derivátů, které se podílejí na mnoha aspektech vývoje rostlin (WOODWARD, BARTEL, 2005). Jedná se o regulaci růstu a vývoje rostlin, vliv na časná stádia embryogeneze, organizaci apikálního meristému, větvení nadzemních částí rostliny a tvorbu hlavního kořene, včetně postranních a adventivních kořenů. (WENT, THIMANN, 1937). Auxin se také podílí na

gravitropismu a fototropismu (KEPINSKI, LEYSER, 2005). V rostlině se pohybuje výrazně bazipetálně (PSOTA, ŠEBÁNEK 1999).

Tyto mnohočetné účinky na rostlinná těla vyplývají z jeho efektu na buněčné dělení, elongaci a působení na určitá stádia diferenciacie buněk. Auxin je syntetizován především ve vrcholových částech rostliny a mladých listech, kde je aktivně transportován do jiných tkání, aby koordinoval růst a reakci na změny v prostředí (DAVIES, 2004).

Kyselina indol-3-octová (IAA) je nejdůležitější nativní auxin, je proto v rostlině velmi rychle enzymaticky rozkládána IAA-oxidázou. Je tedy třeba volit vyšší koncentrace oproti ošetření kyselinou indol-3-octovou (IBA) či naftyloctovou (NAA). Je rozpustná v etanolu a v praxi se používá méně (ŠEBÁNEK, 2008).

Dalším přírodním auxinem je kyselina fenyloctová (PAA). Nachází se ve všech rostlinách a nejvíce jí bylo doposud nalezeno v plodech ovocných stromů. Vyskytuje se v řádově vyšších koncentracích a má podstatně nižší účinnost než IAA (PROCHÁZKA *et al.*, 1997).

Kyselina naftyloctová (NAA) patří mezi syntetické auxiny a je poměrně dobře rozpustná v horké vodě a etanolu. Je velmi účinná a tím pádem toxická při předávkování. Vyznačuje se vysokou metabolickou stabilitou (u IBA je střední a u IAA nízká) (KLERK *et al.*, 1999).

Kyselina 2,4-dichlorfenoxyoctová (2,4-D), syntetický auxin, je dobře rozpustná v etanolu, ale špatně rozpustná ve vodě. Působí jako herbicid. Pro zakořeňování se používá v koncentracích až 20x nižších než IAA, nebo IBA. Při předávkování je velmi toxická (ŠEBÁNEK, 2008).

Syntetické auxiny jsou látky vykazující podobnou aktivitu jako auxiny nativní. Strukturně jsou tvořeny aromatickým jádrem, v jehož postranním řetězci je navázána karboxylová skupina. Všechny doposud známé syntetické auxiny jsou slabé organické kyseliny. Syntetické auxiny lze rozdělit do čtyř skupin: naftalenové kyseliny- α -naftyloctová kyselina (NAA), chlorfenoxykyseliny- kyselina 2,4-dichlorfenoxyoctová (2,4-D), benzoové kyseliny- 2,3,6- a 2,4,5-trichlorbenzoová (dicamba) a deriváty kyseliny pikolinové (picloram) (PROCHÁZKA *et al.*, 1997).

Působení auxinu na dřevité řízky je spojeno s vazbou na receptorový protein a depresí genů proteolýzí (DHARMASIRI, ESTELLE, 2004). Účinnost exogenně aplikovaného auxinu je úzce propojena s hladinou endogenního auxinu v řízcích. Je-li

obsah endogenního auxinu vysoký, přidaný auxin exogenně může mít inhibiční vliv na rhizogenezi (BIASY, 1989; FOGACA, FETT-NETTO, 2005).

Optimální koncentrace auxinu kolísá ve vztahu k určité fázi tvorby adventivních kořenů. To znamená, že optimální koncentrace pro indukční fázi, nemusí být optimální pro následnou vývojovou fázi. Z pozorování pokusu kultivace jabloňových explantátů se ukázalo, že nejlepší zakořeňovací výkon je dosažen při použití NAA v širokém rozmezí koncentrací. Přestože auxin může indukovat tvorbu kořenů, je obvykle třeba nutné poranění pro zakořeňování. Dochází zde k tvorbě stresových látek, které mají hlavní vliv na fázi dediferenciace (KLERK *et al.*, 1999).

Pro první stimulaci kořenění u řízků bylo poprvé použito IAA (COOPER, 1935). Následně byla objevena IBA, která byla považována ještě za účinnější (ZIMMERMAN, WILCOXON, 1935). V současné době se IBA používá běžně na vyvolání tvorby kořenů u explantátů a je účinnější než IAA (EPSTEIN, LUDWIG-MÜLLER, 1993). Je také nejčastěji používaný auxin pro množení dřevitými řízků. Vysoce aktivní je zvláště draselná sůl IBA, která byla dlouho považována za syntetický auxin, ale v rostlinách se vyskytuje v přirozené formě (LUDWIG-MÜLLER, EPSTEIN, 1994) a může se také podílet na vzniku IAA (HARTMANN *et al.*, 2002). Exogenně aplikovaná IBA upravuje hladinu auxinu v pletivech řízků. V průběhu rhizogeneze přímo stimuluje zakládání i růst adventivních kořenů. Po její aplikaci se kořenové základy tvoří na bázi řezu, po celé délce poranění i proti němu. Účinnost IBA se zvyšuje za současného použití NAA, nebo nikotinamidem (OBDRŽÁLEK, PINC, 1997).

Lepší výkon IBA oproti IAA lze vysvětlit několika možnostmi: vyšší stabilitou, rozdíly v metabolismu, rozdíly v transportu a konverzi IBA na IAA. IBA dává často lepší výsledky, protože méně stimuluje uvolňování etylenu (MULLINS, 1972). Konverze IBA na IAA se vyskytuje v mnoha rostlinných druzích (LUDWIG-MÜLLER, EPSTEIN, 1994). Nicméně u explantátů *Malus sp.*, IBA indukovala více kořenů, než IAA i když byla přeměněna na IAA jen na velmi nízké úrovni, což naznačuje, že buď IBA sama byla aktivní, nebo že modulovala aktivitu IAA (KRIKEN *et al.*, 1992).

Auxin je jedním z hlavních endogenních fytohormonů, u kterého je známo, že je úzce zapojen do tvorby adventivních kořenů (WIESMAN *et al.*, 1988). Přičemž fyziologické fáze zakořeňování korelují se změnami v endogenní koncentraci auxinu (HELOIR *et al.*, 1996). Vysoká endogenní koncentrace auxinu je obvykle spojena s vysokou mírou zakořeňování na začátku procesu rhizogeneze (BLAŽKOVÁ *et al.*, 1997; CABONI *et al.*, 1997).

Mimo přímé ošetření řízků lze také podpořit tvorbu adventivních kořenů postříkem matečných rostlin, ze kterých budou řízky odebírané, vodným roztokem auxinoidu. Odběr řízků proběhne za 9-40 dní od ošetření (KUTINA, 1988).

Při aplikaci exogenního auxinu na řízky, endogenní koncentrace auxinu dosahuje vrcholu po zranění (GASPAR *et al.*, 1996; GATINEAU *et al.*, 1997).

Vysoké koncentrace auxinu mohou mít nežádoucí účinky na vývoj kořenů (EDSON *et al.*, 1991, MASON, 1989). Auxin může zvýšit rychlost biosyntézy etylenu a stimulovat jeho produkci (RIOV, YANG, 1989). Vztah auxinu a etylenu k vývoji adventivních kořenů byl prověřen několika pokusy (MULLER *et al.*, 1998). IAA indukovaná etylenem může být faktorem, jenž se podílí na stimulaci náhodného zakořeňování (PAN *et al.*, 2002).

Znalost účinku auxinů není dodnes úplně pochopena (DELARUE *et al.*, 1998).

3.2.2 Gibereliny

Jedná se o terpenoidní sloučeniny vznikající z kyseliny mevalonové. Gibereliny (GA) jsou syntetizovány především mladými listy, semeny a kořeny. Transport probíhá obousměrně, často ke zdroji auxinu. Podporují prodlužovací růst zakrslých typů rostlin, elongaci buněk a přerušují dormanci. Ve vyšších koncentracích nepůsobí na rostliny toxicky (PSOTA, ŠEBÁNEK 1999).

GA mají negativní vliv na tvorbu adventivních kořenů, jak vyplynulo z pokusů Jansena (1967), Hansena (1988) a Kawaie (1997). Zářez pod jedním ze vstříčných listů *Briophyllum crenatum* způsobil přerušování transportu GA z kořenů. To mělo za následek poklesu hladiny endogenního GA v listu nad zářezem a následnou tvorbu adventivních kořenů pod ním (ŠEBÁNEK, SLABÝ, 1979).

U řízků dřevin působí aplikace GA na rhizogenezi rovněž negativně. Předpoklad pro vznik adventivních kořenů je spojen s poklesem endogenní hladiny GA v bazální části řízků (KRÁLÍK *et al.*, 1980; ŠEBÁNEK *et al.*, 1991). Aplikací GA lze účinek auxinu úplně vyrušit (RAUSCHEROVÁ *et al.*, 1992).

Schopnost tvorby adventivních kořenů u letorostů klesá s přibývajícím věkem rostliny, protože dochází ke zvýšení endogenní hladiny GA (KLÍČOVÁ *et al.*, 1987).

3.2.3 Cytokininy

Jsou to látky odvozené od purinu, existují ale také látky nepurinové povahy s cytokininovými vlastnostmi. Syntéza cytokininů (CK) probíhá především v kořenech, odtud se pohybují akropetálně. CK tvořené v pupenech se pohybují bazipetálně. Jako ostatní rostlinné hormony mají cytokininy pleiotropní účinek. Jsou nezbytné pro dělení buněk, ruší apikální dominanci, zpomalují stárnutí listů a podobně (PSOTA, ŠEBÁNEK 1999).

Význam CK pro stimulaci buněčného dělení na zakládání adventivních kořenů na řízcích je nesporný. Exogenní aplikace cytokininů se však ukázala jako negativní v procesu rhizogeneze (STADEN, HARTY, 1988). Účinek IAA může být snížen se současnou aplikací cytokininu benzyladeninu (BA) (RAUSCHEROVÁ *et al.*, 1992).

Spíše negativní vliv CK na tvorbu adventivních kořenů může souviset s tím, že jsou syntetizovány v kořenech. Exogenně dodané CK však působí specificky na různé fáze tvorby adventivních kořenů. Matečnice ošetřené cytokininy produkovaly řízky s lepší kořenicí schopností, protože rostoucí pupeny na segmentech stonkových řízků podporují vznik adventivních kořenů. Tvorbě adventivních pupenů předchází vzestup hladiny endogenních CK a aplikace exogenních cytokininů stimuluje vznik adventivních pupenů. To znamená, že exogenní aplikace CK na apikální část řízků podněcující růst pupenů může pozitivně ovlivnit vznik adventivních kořenů na bazální části řízku (ŠEBÁNEK, 2008).

3.2.4 Etylen

Je chemicky nejjednodušší fytohormon. Inhibuje elongaci buněk, stimuluje dozrávání plodů a klíčení semen, urychluje senescenci listů a jejich opad. Podporuje také rašení pupenů. Rostliny syntetizují etylen (ET) ve zvýšeném množství za stresových podmínek, nebo po ošetření auxinem (PSOTA, ŠEBÁNEK 1999).

ET se tvoří při vysoké koncentraci auxinu a tak může ovlivňovat rhizogenezi (BROCK, KAUFFMAN, 1991). Prekurzor ET kyselina aminocyklopropan-karboxylová (ACC) se prokázala, jako látka stimuluje schopnost tvorby kořenů u řízků *Malus sp.* (KLERK *et al.*, 1999). Kyselina chloretylfosfonová (CEPA) uvolňující etylen podpořila kořeneň řízků u *Salix sp.* (KAWASE, 1971).

Mnoho autorů vyslovuje hypotézu, že auxinem stimulované zakořeňování se může dít prostřednictvím tvorby ET. Nicméně pozitivní účinek ET na tvorbu adventivních kořenů se neprokázal u všech pokusných modelů (RAUSCHEROVÁ *et al.*, 1992).

Působení ET na rhizogenezi je tedy nejspíše variabilní a závislý na druhu rostliny a prostředí (PSOTA, 1997) Poranění spojené s přípravou řízků okamžitě zvedá syntézu ET (SMART *et al.*, 2003). ET sám o sobě nejspíše není přímo zodpovědný za tvorbu adventivních kořenů (MONCOUSIN *et al.*, 1989).

ET může podporovat zakořeňování řízků tím, že způsobuje hromadění auxinu v letorostech etylenovou inhibicí transportu auxinu (WAMPLE, REID, 1979).

3.2.5 Brassinosteroidy

Molekula brassinosteroidů (BR) má v základu steroidní skelet 5 α -cholestanu s 7-oxolaktonovým kruhem a dvěma vicinálními hydroxylovými skupinami v kruhu a v postranním řetězci. Dnes je známo více než 30 typů endogenních BR vyskytujících se v širokém spektru rostlinných orgánů, kromě kořenů, kde jejich výskyt nebyl doposud dostatečně podložen. Nejvyšší koncentrace BR se nachází v reprodukčních orgánech. K nejrozšířenějším BR patří brassinolid, castasteron a typhasterol (CUTLER *et al.*, 1991; SAKURAI, FUJIOKA 1993; ADAM, PETZOLD, 1994).

BR se vyznačují vysokým stimulačním účinkem dlouhivého růstu. BR jsou aktivní pouze na světle a výrazně interagují s IAA v závislosti na době aplikace. Pokud jsou aplikovány jako první, působí synergicky. Následná aplikace působí spíše inhibičně. BR nijak neovlivňují metabolismus ani transport IAA, pravděpodobně zvyšují citlivost pletiv na IAA. BR inhibují zakládání adventivních kořenů, retardují opad listů a plodů a stimulují diferenciaci tracheálních elementů. BR vykazují výrazný protistresový účinek. Rostliny ošetřené BR lépe snášejí sucho či nízké teploty (CUTLER *et al.*, 1991; SAKURAI, FUJIOKA 1993).

BR indukují tvorbu některých stresových proteinů např. heat shock proteins (HSP) i při normální teplotě. Zároveň také indukují tvorbu specifických granul v cytoplasmě. Tyto mechanismy souvisí s ochranou struktury bílkovin (PROCHÁZKA *et al.*, 1997).

3.2.6 Retardanty a fenolické látky

Chlorcholinchlorid (CCC) inhybuje tvorbu endogenních giberelinů. Z tohoto důvodu je jeho vliv na rhizogenezi pozitivní, zvláště u rostlin s vysokou hladinou endogenních giberelinů (LIBBERT, URBAN, 1964).

Paclobutrazol (přípravek Cultar) patřící mezi retardanty triazolového typu také může pozitivně ovlivnit rhizogenezi (DAVIES, 2004). Paclobutrazol v interakci s IAA vykazoval synergický účinek. Obdobně tomu bylo i při exogenní aplikaci IBA společně s paclobutrazolem (HENRIQUE *et al.*, 2006). Pozitivní účinek na rhizogenezi u paclobutrazolu souvisí s jeho schopností aktivovat endogenní IAA (ŠEBÁNEK, 2008).

2,2-dimethylhydrazin kyseliny jantarové (SADH) stimuloval tvorbu adventivních kořenů u různých druhů okrasných dřevin sám o sobě i v kombinaci s auxinem (READ, HOYSLER, 1969; BOJARCZUK, JANKIEWICZ, 1975a).

2,3,5-trijodbenzoová kyselina (TIBA) snižuje hladinu IAA v rostlině. Blokuje její bazipetální transport a sama se šíří akropetálně. Snižuje apikální dominanci podmíněnou auxiny a podporuje rozvětvení (KUTINA, 1988).

Fenolické látky působí jak inhibiči, tak stimulaci tvorby adventivních kořenů. Stimulační efekt fenolů může být způsoben jejich vlivem na biosyntézu IAA, nebo ovlivněním jejího rozkladu. O-difenoly, p-difenoly a polyfenoly (kyselina katechová, gallová, syringová, kávová, quercetin aj.) mohou inhibovat činnost IAA-oxidázy, nebo přímo reagovat s IAA a tím jí chránit před oxidací. Naproti tomu monofenoly a m-difenoly (kyselina salicylová, p-hydroxybenzoová, vanilinová, p-kumarová, aj.) působí antagonisticky s IAA, protože stimulují aktivitu IAA-oxidázy. Inhibice může být způsobena potlačením syntézy IAA, snížením aktivity IAA, GA, CK na růst, nebo aktivací jejího odbourávání (KUTINA, 1988).

Fenoly mohou tvořit komplexy s indolovými auxiny a tím mohou přímo působit na dělení buněk na bázi řízků (GASPAR, 1981).

3.2.7 Kyselina abscisová

Patří k terpenoidním inhibitorům. Je složena ze tří terpenoidních jednotek, strukturně se podobá karotenoidům (KUTINA, 1988). K abscinů náleží především kyselina abscisová (ABA) a její prekursor xanthonin a kyselina faserová. Jedná se o růstové regulátory s převážně inhibičním účinkem. Jejich syntéza probíhá především v dospělých listech a kalíptře. ABA urychluje stárnutí a opad listů, posiluje dormanci pupenů i semen, indukuje uzavírání průduchů a podílí se na geotropismu kořenů. ABA brzdí prodlužovací růst (PROCHÁZKA, 1994).

Tvorbu adventvních kořenů lze podpořit aplikací ABA, u které se prokázal pozitivní vliv na rhizogenezi u řízků šeříku (BOJARCZUK, JANKIEWICZ, 1975b). Stimulační efekt byl vyšší, pokud se společně aplikovala ABA a IAA. U rostlin s vysokým obsahem endogenních GA může být působením ABA rušen jejich inhibiční vliv na tvorbu adventvních kořenů (COLEMAN, GREYSON, 1976).

3.2.8 Vitamíny, mikroprvky, trofické a humusové látky

Pro tvorbu kořenových primordií jsou důležité především vitamíny B₁, B₂, B₆, K, vitamín C a kyselina nikotinová (KUTINA, 1988). U většiny rostlinných druhů jsou vitamíny syntetizovány v dostatečném množství, proto je jejich dodání pro rhizogenezi není nezbytné. V mnoha metodikách je doporučována kombinace IBA s kyselinou nikotinovou (ŠEBÁNEK, 2008). Humusové látky stimulují tvorbu adventvních kořenů (SCHNITZEN, POAPST, 1967). Jejich přesný vliv na rhizogenezi je stále zkoumán (ŠEBÁNEK, 2008).

Pokud řízky obsahují dostatečné množství uhlovodanových zásobních látek v podobě škrobu, není nutné dodání organických látek pro optimální rhizogenezi (HAISSING *et al.*, 1992). Pokud tomu tak není, je vhodné dodat tyto látky v podobě cukrů např. glukózy (JAIN, NANDA, 1972). Pozitivní vliv glukózy na tvorbu adventvních kořenů se projevoval i při nižší koncentraci auxinu. U zelených řízků mají nejvyšší schopnost zásobit rostlinu cukry zelené listy ponechané na řízku (NEWTON *et al.*, 1992).

Železo, mangan, zinek a bór mohou působit příznivě na rhizogenezi vzhledem k jejich významu pro optimální fungování meristému (BOJARCZUK, JANKIEWICZ, 1975a). Jak již bylo řečeno, důležitý je i obsah N v rostlinách matečnic, jehož vliv na rhizogenezi se liší podle daného rostlinného druhu (ŠEBÁNEK, 2008).

3.2.9 Ránové hormony a polyaminy

Tvorbu kalusu podněcujej ránové hormony vznikající v místě poranění (kyselina traumatová, glutamová aj.) (KUTINA, 1988). Poranění bazálního konce řízků přispívá k tvorbě adventivních kořenů, protože vede ke vzniku tzv. ránových hormonů podnětujících buněčné dělení (HOWARD, 1973). Byla izolována tzv. traumatová kyselina indukující již v nepatrných koncentracích buněčné dělení. Po poranění může dojít i ke zvýšené biosyntéze cytokininů (ŠEBÁNEK *et al.*, 1983).

Pozitivní vliv poranění u hormonálně ošetřených řízků může však spočívat v tom, že se zvýší plocha pro vstup aplikovaných fytohormonů (JANKIEWICZ, 1979).

Z pokusů Kosiny a Nečase (2007) se pozitivní vliv naštípnutí báze v délce 2 cm u podnožových řízků hrušní před chemickou stimulací jednoznačně neprokázal.

Polyaminy jsou organické sloučeniny obsahující dvě, nebo více amino skupin (NH₂). Aplikace auxinu na řízky sice podněcuje tvorbu polyaminů (NAG *et al.*, 2001), ale jejich pozitivní vliv na tvorbu adventivních kořenů nebyl doposud prokázán (GENY *et al.*, 2002). Mechanismus působení polyaminů na tvorbu adventivních kořenů zůstává stále neobjasněn (GASPAR *et al.*, 1997).

3.3 Vliv vnějších podmínek na rhizogenezi

3.3.1 Substrát

Rašelina se uplatňuje ve všech kombinacích a poměrech pro množárenské substráty. Společným znakem všech typů rašelin je schopnost poutat vysoký objem vody. Z chemického hlediska obsahuje rašelina rozmanité spektrum organických i anorganických látek. Organické látky tvoří nezměněné části rostlin, na jejich stavbě se podílejí především lygnany, glycidy, taniny, glykosidy, organické kyseliny, tuky, vosky, pryskyřice, sloučeniny dusíku atd. Tyto látky podléhají dalšímu rozkladu (humifikaci). Organické látky lze rozdělit podle rozpustnosti ve vodě, benzenu, hydrolyzovatelné silnějšími kyselinami a látky nehydrolyzovatelné, kam patří huminové kyseliny, fulvokyseliny, humíny, flobafeny a bitumen. Výše uvedené látky mají stimulační charakter na remeristemizaci a iniciaci kořenových primordií (MATUŠKOVIČ, 2004).

Substrát pro zakořeňování řízků má značný vliv na úspěch množení. Základní složku tvoří rašelina. Pro množení dřevin je však optimální směs rašeliny s pískem v poměru 2:1 s pH 4,5, při 1:1 kolem 5 a 1:4 okolo 6. U hrušně je optimální pH substrátu 5,7 (SPETHMANN, 2005).

Dalším vhodným substrátem může být směs rašeliny a písku, nebo perlitu, v poměru 1:1 až 3:1, popř. směs rašeliny, písku a perlitu v poměru 3:1:1 nebo 2:1:1 s pH 5-6 (pH lze upravit přidávkem mletého vápence cca 2-3 kg/m³). Perlit v substrátu působí jako porézní složka, která zlepšuje strukturu a tepelnou bilanci. Při použití ve směsi, může těmito vlastnostmi kompenzovat nedostatky u více rozložené vrchovištní nebo slatinné rašeliny, která tyto vlastnosti postrádá. Jako drenážní součást substrátu lze použít drcený pěnový polystyren. Jedná se o vysoce porézní materiál s uzavřenými póry, takže absorbuje pouze nepatrné množství vody a míchání do směsi substrátu může probíhat pouze za současného zvlhčování (OBDRŽÁLEK, PINC, 1997; MATUŠKOVIČ, 2004). Pro jarní výsadbu dřevitých řízků do pařeniště lze využít metody založení na teple. Čerstvá koňská mrva s listím se umístí do hlubokého nepromrzlého pařeniště ve 40-50 cm vrstvě. Tato vrstva se ušlape a pařeniště se přikryje dřevěnými deskami. Za 2-3 dny se na mrvu umístí cca 15 cm silná vrstva zahradní zeminy a na ni tenká vrstva písku, která se mělce zapraví. Povrch zeminy musí být vzdálen od skla asi 25 cm. Pro výsadbu řízků by pára vzniklá z koňské mrvy měla být odvětraná a půda by měla být mírně vlhká a teplá asi 22-24 °C (OPLT, ČERNÝ, 1962).

3.3.2 Světlo

Jak již bylo zmíněno, světlo může ovlivnit tvorbu adventivních kořenů etiolizací bazálních částí řízků zvýšením hladiny endogenního auxinu. Zastínění matečných rostlin může mít pozitivní vliv na schopnost rhizogeneze u řízků z nich odebraných (ŠEBÁNEK, 2008).

U některých druhů může světlo působit pozitivně na rhizogenezi, u některých negativně. Do mitotické aktivity tvorby kořenů v pericyklu podnícené auxiny může zasahovat také fytochrom, jak prokázaly pokusy s modrým a červeným světlem o různé vlnové délce (KUTINA, 1988).

Intenzita a úroveň světla je částečně daná použitým krycím materiálem pro množitelství stavby. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při snížení světelné kapacity o 20-25 %, což má zásadní vliv na také na teplotu prostředí. Ve velkovýrobních

podmínkách se uplatňují stínící sítě zavěšené ve výšce 2,5 m. Tak se dosáhne přiměřeného světelného rozptylu a zároveň se zvýší vlhkost prostoru o 10-15 % (MATUŠKOVIČ, 2004).

3.3.3 Voda

Existence rostlinné hmoty je vázána na přítomnost vody. Podle druhu jsou rostliny tvořeny z více než 50 % vodou. Voda slouží také jako zdroj vodíku, který je nezbytný pro stavbu uhlohydrátů. Příjem vody je zprostředkován osmotickými jevy prostřednictvím kořenového systému. Základním předpokladem příjmu vody z půdy je dostatečná vlhkost. Z toho vyplývá, že j období nedostatku vláhy je potřeba zavlažovat. Zalévat však neznamena dodávat vodu ve velkém objemu, ale v potřebném množství a ve správnou dobu. Nadbytek půdní vlhkosti vede ke špatnému vývoji kořenového systému, zvláště u mladých rostlin (LUTZ, 1985).

Voda tvoří zásadní limitující faktor množitelského prostředí. Působí jako transportní a termoregulační složka a sama je považována za živinu. Tvoří rozhodující hmotnostní složku substrátu, tak i množeního materiálu. V technologicky nejvyspělejších podnicích je nositelem rozpuštěných živin a chemických protektivních látek, které jsou cílené a programově automatizované. Aplikace vody do množitelských prostorů prošla za posledních 20 let kvalitativním vývojem od různých rotačních defenzorů, zmlžovačů až po jemné rosící trysky řízené automatizovaným systémem. Délka intervalů mezi jednotlivými aplikacemi vody tryskami se mění v závislosti na teplotě, charakteru sluneční radiace a stavu zakořeňujícího procesu. Objem dodané vody musí být regulován, aby nedocházelo ke kumulaci a následnému rozvoji hnilobných chorob a fyziologických poruch. Je proto vhodné, aby prostory byly vybavené drenážním systémem a optimálním množitelským substrátem (MATUŠKOVIČ, 2004).

3.3.4 Teplota

Teplota, vlhkost a světlo jsou faktory, které působí v množárenském prostředí a významně ovlivňují zakládání a růst kořenů, prorůstání pupenů a růst letorostů (OBDRŽÁLEK, PINC, 1977). Látková výměna je u rostlin v souladu s ostatními růstovými faktory závislá zejména na teplotě. Růst a vývoj probíhají pouze za určité teploty. Aktivita rostlin začíná zhruba při 5-15 °C a zesiluje až přibližně po teplotu 25-35 °C. Potom se látková výměna zpomaluje, až se při teplotě 55 °C úplně zastaví.

Změny teploty působí v závislosti na světelných podmínkách pro jednotlivá vývojová stadia rostlin. Příjem vody je také závislý na teplotě. Teplota půdy by měla dosahovat hodnot teploty vzduchu. Vhodnější a prospěšnější je vyšší teplota půdy. Zvláště pro množení mladých rostlin na jaře (LUTZ, 1985).

Technické zařízení pro tepelnou stimulaci se nazývá termobox. Účelem zařízení je udržovat konstantní teplotu (20 °C) u bázi řízků pro podporu tvorby kalusu a vrchní část udržovat v chladu, aby nedošlo k předčasnému vyrašení pupenů, což by následně negativně ovlivnilo proces rhizogeneze (KOSINA, NEČAS, 2007).

3.4 Množení podnoží dřevitými řízký

V ovocnictví je vegetativní rozmnožování velice starý a rozšířený způsob pro množení elitních rostlin vybraných z přírodních populací nebo získaných ze šlechtitelských programů. (OPLT, ČERNÝ, 1962). Tvorba adventivních kořenů je nezbytným krokem ve vegetativním množení, který rozhoduje o efektivitě výtěžnosti (KLERK *et al.*, 1999).

Pro mnoho rostlin je to rychlý a ekonomický způsob množení, zvláště pro rostliny s nízkou reprodukční schopností, špatnou klíčivostí semen, nebo rostliny, které ztrácí vlastnosti matečné rostliny při množení ze semene (DAVIES *et al.*, 1994).

Vegetativní rozmnožování pomocí řízků se rozumí jako použití částí lodyžních segmentů matečné rostliny pro množení v nesterilních podmínkách (In-Vivo). Pro podporu tvorby adventivních kořenů a s tím spojené zvýšení množitelského koeficientu se používají auxinové preparáty exogenně aplikované na báze řízků. Tyto segmenty jsou vkládány do vhodného substrátu, který vytvoří optimální vlhkostní, tepelné a jiné vhodné podmínky pro další rozvoj. Výhodou tohoto způsobu množení je získání uniformních jedinců s vlastnostmi matečné rostliny v poměrně velkém počtu, oproti generativnímu množení (ŠEBÁNEK, 2008).

Vedle chemické stimulace je vhodné použití tepelné stimulace na bázi řízků pro podporu tvorby kalusu a následné rhizogeneze. Podnože vypěstované ze dřevitých řízků mají lépe vyvinutý kořenový systém, než podnože množené z oddělků. Jejich újem po vyškolování je lepší a jsou vhodné pro produkci výpěstků metodou roubování v ruce (KOSINA, NEČAS, 2007).

3.4.1 Matečné rostliny

Před založením porostu je třeba zjistit výskyt škodlivých organismů v dané oblasti a vytvořit tak dostatečné izolační vzdálenosti. Pro založení matečnice by měl být použit především certifikovaný výsadbový materiál. Přednost by se měla dávat rostlinám množených z meristémů popř. zakořeněným dřevitým či bylinným řízkům i oddělkům. Řízky odebrané z takovýchto rostlin zakořeňují lépe, než řízky pocházející z rostlin v generativní fázi. Po celou dobu trvání výsadby matečnice je třeba zajistit optimální agrotechnické zásahy v podobě řezu, odplevelení a ochrany proti chorobám a škůdcům (KOSINA, NEČAS, 2007).

Matečné rostliny, které jsou pravidelně přihnojované a zavlažované, chráněné před škůdci a chorobami, jsou schopné produkovat kvalitní množitelský materiál. Nežádoucí je jednostranné přehnojování dusíkem. Získané řízky hůře koření a jsou náchylnější k houbovým infekcím. Doporučuje se hluboký řez nízko nad zemí, aby výhony vyrůstaly v blízkosti kořenů. Tímto řezem lze v zimním období získat výhony vhodné pro letní odběr i pro následné zimní řízkování (OBDRŽÁLEK, PINC, 1997).

Porost se udržuje ve fázi intenzivního vegetativního růstu opakovaným řezem každý rok (MATUŠKOVIČ, 2004).

Nejlepší výsledky se dosahují u množitelského materiálu sklizeného z mladých matečných rostlin. Ze starších matečných rostlin lze též získat snadno zakořeňující řízky, pokud jsou na vhodném stanovišti a poskytují dostatečně dlouhé jednoleté přírůstky. (OBDRŽÁLEK, PINC, 1997).

U dřevin se špatnou kořenící schopností se využívá stará metoda zastínění matečných rostlin před odběrem řízků. Je zde využíván pozitivní vliv etiolizace (tj. zesílení prodlužovacího růstu lodyh) na schopnost rhizogeneze. Matečné rostliny jsou po seříznutí na hlavu zastíněny tmavým krytem. Rašící etiolované letorosty se nechají narůst do délky asi 10 cm a poté jsou postupně přivykány na světlo. Následně se provede odběr řízků. Existuje také poměrně složitější technika, která spočívá v obalení vyrašených letorostů černou páskou na bazální části. Obalená část letorostu pod páskou etiolizuje. Zpravidla po několika týdnech po ošetření se provede odběr řízků (PSOTA, ŠEBÁNEK, 1999).

3.4.2 Vliv stáří matečných rostlin na tvorbu adventivních kořenů

Starší pletivo tvoří hůře adventivní kořeny, než mladé pletivo. Tato skutečnost souvisí do jisté míry s měnícím se hormonálním stavem rostliny během ontogeneze (ŠEBÁNEK, 2008). Z ontogenetického hlediska strom nestárne jako celek. Apikální části stromu se jeví jako starší, oproti nižším částem, protože vyrůstají již na staré rostlině. Spodní části vyrostly, když byla rostlina mladá (PROCHÁZKA *et al.*, 1997). Proto juvilejní oblast je u adultních stromů ve spodní části koruny a adultní oblast se nachází v její vrchní části. Řízky získané ze spodnější části koruny lépe koření (KRENKE, 1950).

Zvláště juvilejní charakter mají řízky odebrané z výhonů na kořenových řízcích, nebo z výmladků na starých pařezech (SKALSKI, 1959).

Diferencované specializované pletivo ztrácí schopnost buněčného dělení, proto nastává problém při řízkování starších stromů. Nejvyšší schopnost tvorby adventivních kořenů mají řízky odebrané z jedinců starých 3-10 let. S přibývajícím věkem matečných stromů se snižuje kvalita zakořenění u odebraných řízků. Tento stav souvisí s vyšší hladinou endogenních giberelinů. Rostliny koření pomaleji, kořeny jsou kratší a jejich počet nižší. Následný růst již zakořenělých řízků je pomalejší, úmrtnost vyšší a habitus horší (PSOTA, ŠEBÁNEK, 1999).

Vliv stáří matečné rostliny je možno do určité míry překonat omlazením (rejuvenilizací). Rouby ze starého stromu se naroubují na mladý semenáček. Řízky získané z takového roubu vykazují lepší kořenicí schopnost (HAUCK, 1987).

K rejuvenilizaci vede také opakované vegetativní množení, kdy s každým rozmnožovacím cyklem stoupá schopnost zakořenění. Mezi další způsoby rejuvenilizace patří odběr řízků z často sestřihávaných matečnic. Lepší kořenicí schopnost vykazovaly řízky odebrané z každoročně seřezávaných matečnic jabloně, oproti řízkům odebraných z neseřezávaných stromů (HOWARD, 1968).

3.4.3 Vliv doby a místa odběru letorostů na rhizogenezi

Obecně lze říci, že se vstupem dřevin do endogenní dormance se většinou snižuje zakořeňovací schopnost u řízků z nich odebraných a naopak z výstupu z ní se zvyšuje. U hrušní nejlépe zakořeňují řízky v časném podzimu, na začátku dormance a nejhůře v hluboké dormanci (listopad, prosinec) Od února, kdy nastává konec dormance, je schopnost tvorby adventivních kořenů obnovena (ŠEBÁNEK, 2008).

Boční řízky zakořeňují lépe, než řízky odebrané z terminálních výhonů. Pokud jsou na řízku pupeny generativní, koření hůře v porovnání s řízky nesoucí pouze vegetativními pupeny (KUTINA, 1988).

U dřevin, které mají vznik adventivních kořenů vázaný na činnost kambia, je schopnost rhizogeneze největší na bazální části prýtu a akropetálně klesá. Apikální řízky s neukončeným dlouhivým růstem, které jsou tvořené primárními pletivy, spontánně nezakořeňují (LUX, 1978).

Letorosty u dřevin jsou více vzdáleny od kořenového systému syntetizující gibereliny a cytokininy. Proto jsou zde rozhodující pro zakořenění stonkových řízků auxiny, tvořící se ve vrcholu prýtu. Schopnost tvorby kořenů se zde může měnit v průběhu roku a liší se u jednotlivých druhů. Často může být rozhodující obsah trofických látek v bazální části letorostů. Lepší koření schopnost byla prokázána u řízků hrušně a jabloně z bazální části letorostu, než z apikální (SPETHMANN, 2005).

Pokud již začala proudit míza ve zdřevnatělých letorostech, zhotovené řízky z těchto letorostů koření hůře. Je to dáno spotřebou plastických látek uložených na podzim pro růstové pochody na úkor tvorby adventivních kořenů (TURECKAJA, 1949).

3.4.4 Odběr výhonů z matečných rostlin

Dřevité řízky se získávají z bezlistých vyzrálých letorostů dřevin na podzim, nebo v zimě před příchodem silnějších mrazů. Řízky lze odebírat i časně z jara. Většinou se jedná o jednoleté vyzrálé výhony, nejlépe nerozvětvené. Délka řízků získaných z jednoho výhonu se pohybuje okolo 15-30 cm. Delší řízky mohou zakořeňovat lépe, vzhledem k větší zásobě trofických látek (ŠEBÁNEK, 2008).

Dřevité řízky jabloní lze zakořeňovat o délce 60 cm. Takto dlouhé zakořenělé řízky mohou být v roce zasazení očkovány (TSIPOURIDIS *et al.*, 2005; HOWARD, 1973).

Výhony se odebírají z matečných rostlin odstřížením zahradnickými nůžkami, popř. pneumatickými. Řez musí být veden co nejbližší k bázi výhonu. V případě že chceme zvýšit počet výhonů v následujícím roce, ponecháme čípek maximálně s dvěma pupeny. Nejvhodnější výhony pro přípravu řízků jsou na bázi s průměrem 7-12 mm. Při množení kdouloní lze akceptovat sílu výhonu 5 mm. Výhony by neměly být odebírány při teplotách klesajících pod bod mrazu (-3 °C). Výtěžnost výhonů z jedné matečnice

kolísá ve vztahu k druhu, vitalitě, průběhu počasí během vegetace a stáří rostliny. Doba odběru výhonů je od druhé poloviny ledna až do konce února. Výhony se po odběru sváží do balíků odpovídající velikosti a skladují se do doby řízkování v chladárně při teplotách do +5 °C, přičemž doba skladování by neměla přesáhnout 14 dní. U lednových odběrů může nastat problém s uskladněním řízků v období od jejich vytažení z termoboxu do doby školkování. Tyto řízky se skladují delší dobu a může zde být vyšší incidence houbových a plísňových chorob (KOSINA, NEČAS, 2007).

Nařezané řízky se uloží do bezmrazého prostoru s vysokou vzdušnou vlhkostí. Vhodné je umístění řízků do vlhkého písku, nebo do PE sáčků. Za příznivých podmínek vytvoří do jara kalus, což může podpořit kořenící schopnost. Teplota v prostoru by měla být konstantní okolo 0 °C. Při vyšších teplotách dochází k rašení a napadání houbovými chorobami (VILKUS, 2003).

3.4.5 Dřevité řízky a jejich úprava

Dřevité řízky se získávají ze stonkových segmentů nadzemních částí dřevnatých rostlin. Stonek je kryt pokožkou a kůrou. Těmito částmi je uzavřen střední válec, ve kterém se nacházejí cévní svazky. Cévní svazky oddělují dřeňové paprsky vybiehající ze středního válce. Kambium, oddělující dovnitř dřevo a vně lýko, umožňuje druhotné tloušťnutí cévních svazků a prodlužování dřeňových paprsků, což má za následek růst do šířky. Kambium se začíná dělit na jaře v době rašení listů a jeho činnost ustává obvykle koncem srpna, začátkem září, se snižujícími se teplotami (VILKUS, 2003).

Během vegetace vznikají v letorostech kořenové základy, které se skládají ze skupin buněk sekundárních dělivých pletiv rozprostřených v místech průsečíků dřeňových paprsků s kambiem. Vnější konce dřeňových paprsků jsou v blízkosti lenticel, kterými si vznikající kořeny z dělivého pletiva proráží cestu ven. Rozmístění kořenových primordií jsou situována především kolem pupenu ve vrchní části internodia a bazální části letorostu (TURECKAJA, 1949).

V okolí pupenů je nejvíce trofických a ochranných látek podílejících se na patologické regeneraci v oblasti řezných ran vzniklých u připravovaných řízků. Řízky reagují na poranění ucpáním přerušovaných cévních svazků slizovitými a glejovými látkami. U ovocných dřevin se v místě poranění často hromadí fenolické látky, které mají protektivní funkci proti choroboplodným zárodkům. Tvorba závalu je podporována cytokininy a ránovými hormony (MATUŠKOVIČ, 2004).

Činnost kambia je významná také při hojení ran a tvorbu kalusu, který zakryje místo poranění, pokud tedy rána není moc velká. Pro optimální tvorbu kalusu je vhodné vlhké a teplé prostředí (VILKUS, 2003).

Z odebraných výhonů se zhotovují řízky o délce 35-40 cm. V případě nedostatku materiálu lze akceptovat délku 25 cm. U hrušňových podnoží se z odebraného výhonu připraví pouze jeden bazální řízek. Pokud jsou výhony dostatečně dlouhé a silné, lze připravit z jednoho výhonu jeden řízek bazální a jeden mediální. Mediální řízek má zpravidla nižší kořenící schopnost. U kdouloní se mediální řízky nezhotovují vůbec, protože tvoří tenké a krátké výhony. U podnoží Pyrodwarf a Rheus 3 lze použít celé výhony, neboť koření dobře z apikální, mediální i bazální části. Při řízkování se musí zachovat bazální část v maximální míře. Vrechní řez lze provést kdekoli, bez ohledu na polohu oka, ale pro lepší manipulaci se doporučuje 5 mm nad posledním okem (KOSINA, NEČAS, 2007).

3.4.6 Stimulace řízků

Každý rostlinný druh, včetně růstových regulátorů mají své specifické schopnosti a vlastnosti, co se týká tvorby adventivních kořenů. Z tohoto důvodu je třeba vždy volit optimální typ stimulatoru, koncentraci a metodu aplikace adekvátní k danému rostlinnému druhu. V současné době se pro zakořeňování dřevitých řízků používají preparáty např. Seradex B No.3 s 0,8 % IBA Hormodin, Hormex, Rhizopon A s IAA, Rhizopon AA s IBA a Rhizopon B obsahující NAA. Rhizopon AA se používá ve formě pudru v koncentraci 1-2 %. Rhizopon A se používá jako roztok o koncentraci 50-100 mg/l pro kořenění dřevitých řízků listnatých stromů. Rhizopon B se používá pouze pro některé druhy v koncentraci 0,1-0,2 %. Seradex B je vhodný u všech druhů a od Rhizoponu AA se liší koncentrací IBA (KUTINA, 1988). Stimulátory pro tvorbu adventivních kořenů u dřevitých řízků lze v dostatečné kvalitě koupit jako komerční produkty Rhizopon AA, Racine, Stimulax, AS-1, apod., kde odpadá potřeba jejich přípravy (KOSINA, NEČAS, 2007).

Stimulace řízků nejčastěji používanými růstovými regulátory IAA, IBA a NAA lze aplikovat několika metodami. Metoda zředěných roztoků spočívá v ponoření bazální části řízků v délce 1-3 cm do vodního roztoku v koncentraci 10-200 mg.l⁻¹ po dobu 12-24 hodin. Při kratší době máčení je třeba vyšší koncentrace roztoku. Metoda koncentrovaných roztoků se liší od předchozí metody v době expozice a koncentraci

roztoku. Bazální části řízků se ponoří na 2-5 sekund do alkoholově-vodního roztoku např. IBA 1000 mg.l⁻¹ připraveného rozpuštěním 1 g IBA v 500 ml 95 % etanolu doplněném 500 ml vody. Ošetřené řízky se oklepou a vkládají do substrátu. Metoda práškových preparátů: Pudr se připravuje rozpuštěním příslušné stimulační substance v malém množství etanolu a následně se roztok míchá s talkem, nebo s dřevěným uhlím až do odpaření alkoholu. Příklad 100-1500 mg stimulantu se rozpustí v 2-10 ml 95 % etanolu a rozetře se do odpaření ve 100g talku. Výsledná koncentrace takto připraveného pudru je 0,1-1,5 %. Zvlhčené řízky se bazální částí ponoří do prášku, jeho nadměrné množství se oklepe a ošetřené řízky se vkládají do substrátu s předem připravenými jamkami. Pokud by se řízky přímo píchali do substrátu, pudr by se setřel z báze řízků a došlo by ke snížení stimulačního efektu. Účinná látka proniká do řízků pozvolna, proto je stimulační efekt dlouhodobý. Pro dřevité řízky jsou optimální koncentrace IBA v metodě zředěných roztoků 50 mg.l⁻¹, IAA 200-250 mg.l⁻¹. Při metodě koncentrovaných roztoků je optimální koncentrace 1000-1500 mg.l⁻¹ u IBA a 1000 mg.l⁻¹ u NAA po dobu expozice 5 sekund (ŠEBÁNEK, 2008).

Kosina a Nečas (2007) doporučují pro stimulaci rhizogeneze u vybraných dřevitých řízků podnoží hrušní lihový roztok IBA v koncentraci 2,5 g/l. Příprava stimulatoru začíná rozpuštěním 2,5 g IBA v 500 ml 96 % etanolu a následně se doplní destilovanou vodou na objem 1000 ml. Takto připravený roztok se nalije do nízké nádoby (Petriho misky) na úroveň 3-5 mm. Řízky se ponoří bazální částí do roztoku cca na 5 vteřin. Po stimulaci se řízky umístí do vodorovné polohy a nechají se oschnout. Následně se řízky nasvazkují po 20 kusech tak, aby báze byly v jedné rovině (to je důležité pro následnou tepelnou stimulaci v termoboxu). Tyto svazky se následně svážou do balíku po 10-20 kusech. Ke stimulaci lze použít také komerční přípravek Rhizopon AA (2 % IBA) ve formě pudru. Před další manipulací je vhodné řízky ošetřit desinfekčním přípravkem savo v koncentraci do 2 %, nebo Previcur 607 SL 0,15 %.

Pokud není možné použít termobox, umístí se nasvazkované řízky do PVC pytlů a prosypou se navlhčeným perlitem. Následně se umístí do tmavého sklepa s teplotami přibližně 7-9 °C. Jakmile se v bazální části řízků vytvoří kalus, popř. první základy kořenů, uskladní se do doby vyškolování v chladu a temnu při teplotách 2-5 °C (NEČAS, 2010).

Pokud je termobox k dispozici, řízky se bezprostředně po chemické stimulaci umísťují do termoboxu. Pokud nelze umístit všechen materiál najednou, lze řízky skladovat v polyetylenových pytlích v chladárně při teplotách do +2 °C. Délka

skladování by neměla přesáhnout 3 týdny. Principem této stimulace je podpora tvorby kalusu a kořenů zahřátím v bazální části řízků na teplotu +20-21 °C po určitou dobu, která je závislá na druhu rostliny. Kdouloňové podnože vyžadují cca 3-4 týdny a hrušňové typy asi 5 týdnů. Při vyšších teplotách (22 °C) se doba tepelné stimulace zkracuje. Při dalším zvyšování teploty může dojít k nevratnému poškození bází řízků. Při delším pobytu řízků v termoboxu se mohou vytvořit dlouhé bílé a velice tenké kořeny, které se většinou znehodnotí při další manipulaci. Terminální části řízků musí být zároveň udržovány v chladu, aby nedošlo k rašení pupenů. Před umístěním řízků do termoboxu se na dno rozprostře zvlhčený a fungicidně ošetřený Experlit EP 150 ve vrstvě 2 cm (KOSINA, NEČAS, 2007).

Na tuto vrstvu se pokládají balíky řízků jejich bazální částí těsně vedle sebe. Mezi svazky se umístí dva půdní teploměry, kterými se kontroluje teplota na bázi řízků. Následně se celý termobox zasype vrstvou perlitu, tak aby řízky byly zcela překryté a prostory mezi balíky zcela vyplněné. Po dobu trvání tepelné stimulace se nepřidává žádná voda. Zhruba po 3 týdnech se provede kontrolní odběr jednoho balíku a podle stavu kalusu a kořenů se tepelná stimulace případně přeruší (KOSINA, NEČAS, 2007).

3.4.7 Skladování, výsadba a dopěstování řízků

Po tepelné stimulaci v termoboxu se řízky přemístí do PE pytlů a zasypou se suchým perlitem tak, aby jím byl vyplněn všechn prázdný prostor. Do doby školkování jsou řízky v PE pytlích skladovány v chladárně do +2 °C. Na jaře proběhne vyškolování, hned jak to klimatické a půdní podmínky dovolí na předem připravený pozemek. Ve VŠÚO Holovousy se osvědčil následující postup výsadby. Ve školce je vyorána radlicí rýha do hloubky 18-20 cm lichoběžníkového profilu s dolní šířkou 3 cm a horní 8 cm. Do takto připravené rýhy se vysazují podnože ve vzdálenosti 1-2 cm od sebe. Vzdálenost mezi rýhami se volí podle dostupné mechanizace. S řízky se musí zacházet šetrně, aby nedošlo k poškození vzniklých kořenů. Po vysazení do brázdy se řízky částečně zasypou okolní zeminou či rašelinou a zalijí se vodou. Poté se brázda zcela zasype okolní zeminou a okolí řízků se ušlape. Osvědčilo se i nahrnutí vysazených řízků cca o 10-15 cm hrůbkem zeminy. Po výsadbě je vhodné nasadit závlahu. Během vegetace se provádí ochrana proti chorobám, škůdcům a plevelům. Po zakořenění a viditelné tvorbě přírůstků se hrůbky postupně rozhrnují při okopávce. Na podzim se řízky vyorají, vytřídí a nasvazkují (KOSINA, NEČAS, 2007).

Na Zahradnické fakultě v Lednici jsou řízky běžně dopěstovávány v pařeništi pod doplňkovou závlahou. V tomto případě je třeba volit lehčí směs substrátu v poměru 4:1:1 rašelina, písek, kompost. Tato směs se obměňuje a desinfikuje každý rok. Nemělo by docházet k přemokření substrátu, zvláště při dopěstování *Cydomalus* a kdouloňových podnoží. Výsadba probíhá zapícháním řízků ve vzdálenosti 1-2 cm v řádku a 10-15 cm mezi řádky. Těsně nad povrchem substrátu zůstane pouze vrcholový pupen (KOSINA, NEČAS, 2007). Dobře kořenící druhy se řízkují na volné záhony, hůře kořenící pod fóliový kryt a nejhůře kořenící ve sklenících (KUTINA, 1988). Ve sklenících je vhodné využití vyhřívaných stolů pro ohřev bazálních částí řízků (MATUŠKOVIČ, 2004).

3.4.8 Tvorba adventivních kořenů

Tvorba adventivních kořenů je organizovaný vývojový proces, který zahrnuje určité biochemické, fyziologické a histologické procesy indukující zahájení vývoje a prodlužování kořenového primordia (DAVIES *et al.*, 1994). Proces tvorby adventivních kořenů se skládá z několika dílčích biochemických procesů, z nichž každý má své vlastní požadavky (KEVERS *et al.*, 1997). Vývoj rostlin je modulován genetickými a environmentálními faktory, které mají vliv na biosyntézu auxinů, metabolismus, transport látek a signální dráhy (HAN *et al.*, 2009).

Tvorba kořenů i každého nového orgánu je geneticky zakódovaná ve struktuře deoxyribonukleové kyseliny (DNA). Auxin je hlavní činitel, který kontroluje využití genetické informace, syntézu specifické informační ribonukleové kyseliny (i-RNA), podmiňující iniciaci kořenů. Pravděpodobně stimulatory tvorby kořenů působí jako depresory a inhibitory jako represory odpovídajících genů (KUTINA, 1988).

Náhodné kořeny mohou vzniknout přirozeně z pletiva stonku za stresových podmínek. Tvorba náhradních kořenů může být také vyvolána mechanickým poškozením, nebo při regeneraci *In-Vitro* (LI *et al.*, 2009). Jedná se o postembryonální strukturu, která může pocházet z tkáně stonku, listu či mimopericyklové tkáně ve starých kořenech (GEISS *et al.*, 2009). Adventivní kořeny vznikají nejčastěji endogenně dělením buněk lýka na okraji cévních svazků, mezisvazkového parenchymu, dřevňového paprsku či kambiálního válce. U některých druhů byl však pozorován i mezogenní vznik adventivních kořenů (LUXOVÁ, 1974).

Tvorba adventivních kořenů na řízku má polární charakter. Z toho vyplývá, že adventivní kořeny se tvoří vždy v bazální části a výhonky na apikálním pólu (KUTINA, 1988). Existují nejméně dva způsoby vzniku adventivních kořenů: přímou organogenezí z kambia, nebo z kalusu, který se formuje po mechanickém poškození pletiv. Místo vzniku adventivních kořenů je druhově předurčené a nelze jej měnit ani aplikací auxinů (FRIEDMAN *et al.*, 1979). Intenzita tvorby kalusu však nemusí být přímo úměrně pozitivní na intenzitu tvorby adventivních kořenů. Dokonce intenzivně se tvořící kalus může někdy tvorbě kořenů bránit (STEFANCIC *et al.*, 2006).

Proces tvorby adventivních kořenů může být rozdělen do tří fází: dediferenciace, indukční fáze a diferenciaci, z nichž každá má rozdílný požadavek na koncentraci auxinu (KLERK *et al.*, 1999). První etapa kořenění se nazývá indukční fáze. Tato fáze probíhá ještě před buněčným dělením potřebným ke vzniku adventivních kořenů. Jedná se o procesy předcházející morfologickým změnám a probíhají na biochemické úrovni (ŠEBÁNEK, 2008). Následná fáze iniciační, na které se podílejí vnitřní pletiva stonku (pericykl, lýková pletiva i jeho vnější stavby v primární kůře). Tato fáze je spojená s dělením buněk. U dřevitých řízků se na tvorbě adventivních kořenů mohou také podílet pletiva blízka kambiu i kambium samotné či dřevní parenchym (LUXOVÁ *et al.*, 1991).

Z kořenových primordií se během poslední fáze diferenciaci vyvinou kořeny. (KLERK *et al.*, 1999). Nastává exprese kořenových primordií primární kůrou stonkového segmentu v adventivní kořeny (KEVERS *et al.*, 1997). Pozitivní vliv auxinu je nejpatrnější ve druhé fázi, zatímco ve třetí fázi je již patrná vysoká citlivost kořenů k auxinu a může dojít k zastavení prodlužovacího růstu kořenů (ŠEBÁNEK, 2008). U dřevin první fáze trvá 0-12 dní, druhá fáze 12-14 dní a třetí fáze 14-18 dní (ROUT, 2006). Mezi vzdáleností vzniku kořenových primordií na řízcích od báze a množstvím aplikovaného auxinoidu je přímo úměrný vztah. Čím větší množství auxinoidu se aplikuje, tím dále od báze se tvoří kořenová primordia (KUTINA, 1988).

U krtičníku se adventivní kořeny tvořily vždy na straně, kde z pupenu rostl prýtl, bez ohledu na to, zda byl list ponechán či ne. Z rašících pupenů vychází hormonální vliv podněcující vznik kořenů. Účinek pupenů lze napodobit auxinem (DOSTÁL, 1912).

Dormantivní pupeny mají však opačný efekt. Špatně zakořenělý řízek může být přinucen zakořenit, když se na něj transplantuje roub ze snadno zakořeňující rostliny, na kterém musí být ponechány listy (KUTINA, 1988).

3.5 Experimenty množení podnoží dřevitými řízkami

Na pokusných pozemcích v Lednici byly vysazeny následující podnože otestované na přítomnost virů: "Pyrodwarf", "Rhenus 3", "Cydomalus", "BA 29" a "Fox 11". Dále podnože: "OHxF 333", "MA", "Sydo", "Adams", "S1", sazenice *Pyrus communis* a dvě asijské odrůdy, "Shiseiky" a "Mansan". V zimních měsících lednu a únoru, byly odebrány 15- 20 cm dlouhé dřevité řízkami, které se připravily standardním způsobem. Dezinfekce proběhla 1 % roztokem přípravku Previcur. Tepelná stimulace proběhla v termoboxu. Po vytvoření kalusu, se řízkami skladovaly při teplotě do 5 °C ve vlhkém perlitu až do výsadby do pařeniště. Pro ošetření řízků bylo použito 1 % roztoku přípravku Racine (2,5 % a-naphtalen kyseliny octové) a 0,5 % Rhizopon AA (2,5 % indol-3-másečná kyselina). Pro porovnání byla založena i neošetřená kontrola. Do formace kalusu se všechny varianty udržovaly při 21 °C po dobu 25-35 dní. Nejlepší tvorba kalusu byla pozorována u podnoží "Cydomalus" a "Pyrodwarf" se 100 % úspěchem. Dále "RHENUS 3", 74 %, "OHxF" 333 76 % a kdoule "BA 29" 68 %. Hůře tvořily kalus podnože *Pyrus communis* a "Mansan". Zde nebyl žádný významný rozdíl ve tvorbě kořenů ve vztahu k fytohormonálnímu ošetření. Tvorby nejlepších kořenových systémů se dosáhlo u "Pyrodwarf" (94 %), "Rhenus 3" (69 %) a "S 1" (67 %). Průměrný výkon podaly podnože "Cydomalus", "MA" a "OHxF 333". Nejchudší výsledky byly zaznamenány v "Sydo", "Adams", sazenice *Pyrus communis* a kultivarů "Mansan", "Shiseiky" a kdouli "BA 29". Nejhorší ujmoutí bylo pozorováno u "BA 29", *Pyrus communis* a kultivarů "Mansan", "Shiseiky". O trochu lepších výsledků se dosáhlo u podnoží "Cydomalus" a "OHxF 333". Ostatní varianty obsahovaly jen po jedné ze zbývajících podnoží. Experiment neprokázal žádné statisticky významné rozdíly vlivu jednotlivých fytohormonů na tvorbu kalusu a úspěšnosti ujmoutí, nicméně byl prokázán vztah mezi schopností tvořit kalus a následného ujmoutí. Ekonomicky přijatelné procento úspěchu množení dřevitými řízkami je 60 % a více. V experimentu se tedy pro vhodnost množení dřevitými řízkami nejlépe prokázala podnož "Pyrodwarf" a za ní následují podnože "Rhenus 3" a "S 1". Někteří autoři měli mnohem lepší výsledky s polodřevitými řízkami, nicméně tento pokus ukazuje, že lze úspěšně množit některé druhy podnoží i dřevitými řízkami. Největším problémem při množení hrušňových podnoží dřevitými řízkami je volba vhodného substrátu pro podporu tvorby kalusu. Těžké, mokré a kyselé půdy (stejně jako ty s nadbytkem vápníku) inhibují tvorbu kořenů a

zvyšují ztráty. Další studie by se měly více zaměřit na zlepšení pěstební techniky, aby se zvýšila celková úspěšnost (KOSINA, NEČAS, 2006).

Hartmann *et al.* (1960) uvádí, že podnože typu "Old Home"- *Pyrus communis* mohou být snadno množeny metodou dřevitých řízků s dobrou ekonomickou výtěžností. Odběr řízků proběhl v listopadu 16. a 15. prosince 1959 a 15. ledna 1960. Ke stimulaci byla použita IBA. Předběžné studie v roce 1957 ukázaly, že po aplikaci určitých regulátorů růstu a následném skladování v teple před výsadbou, mohly být získány podnože v komerčně užitečných procentech. Další testy s dřevitými řízků "Old Home" byly prováděny v průběhu sezóny 1959-60. Po odebrání se výhony zakrátkily na čtvrtiny a nasvazkovaly. Slabé terminální a nevyhovující řízky se odstranily. Podle data odběru se řízky rozdělily do tří variant pro ošetření IBA 100, 200 a 300 ppm po 75 kusech v každé variantě. Ve variantě 1 se řízky ponořily bazální částí v roztoku IBA po dobu 24 hodin a poté se ihned vysazeny ve školce do řádku. Ve variantě 2 se řízky ošetřily stejně jako ve variantě 1, ale následně se umístily do boxů s mírně vlhkou rašelinou při teplotě okolo 18 °C, až do prvních známek objevu kořenů a následně byly vyškolkovány. Ve variantě 3 se řízky ošetřily stejně jako ve variantě 1 a 2, ale následně se umístily do boxů s rašelinou do tří čtvrtin. Řízky se nacházely bazální částí v rašelině, zatímco horní polovina byla vystavena vzduchu. Spodní část řízků byla vytápěna okolo 20 °C a vrchní část držena v chladu. Po prvních známkách objevení kořenů se řízky vyškolkovaly. Nejlepších výsledků se dosáhlo ve variantě 2, kromě řízků odebraných 15. ledna 1960. Řízky odebrané 16. listopadu 1959 ošetřené IBA 100 ppm dosahovaly úspěšnosti 37,3 %, IBA 200 ppm 53,3 % a IBA 300 ppm 42,7 %. Řízky odebrané 15. prosince 1959 ošetřené IBA 100 ppm dosahovaly úspěšnosti 24,3 %, IBA 200 ppm 35,1 % a IBA 300 ppm 24,3 %. Ve variantě 2 bylo dosaženo kladného výsledku pouze u řízků odebraných 16. listopadu 1959 při ošetření IBA 200 ppm 33,3 % a IBA 300 ppm 22,7 %. Ostatní varianty byly ekonomicky nevýznamné (HARTMANN *et al.*, 1960).

V dalším pokusu byly odebrány dřevité výhony hrušně "Old Home" na konci listopadu 1960. Použily se střední ¼ palce (6,4 mm) v průměru a velké výhony 7/16 palce (11 mm) pro testování zakrácené na 6 palců (15,24 cm). Bazální částí se ponořily do hloubky jednoho palce a expozice trvala po dobu 24 hodin v 200 ppm roztoku IBA, připraveným rozpuštěním IBA v malém množství etanolu a následně zředěným destilovanou vodou na požadovanou koncentraci. Ošetřené řízky se potom umístily do vlhké rašeliny při teplotě 70 ° F (21,1 °C) po dobu 3 týdnů pro vytvoření kalusu. Potom

byly skladovány ve vlhké rašelině na 36 až 38 ° F (3,3 °C), až do 20. března 1961, kdy proběhla výsadba do školky v Corvallis v Oregonu. Experiment ukázal, že mnohem lepší tvorba kořenů proběhla u středních řízků 56 % úspěšnosti, než u větších výhonů, kde byl výsledek nulový (WESTWOOD *et al.*, 1963).

Tab. č. 1: Úspěšnost tvorby kořenů v závislosti na velikosti obvodu dřevitých řízků (WESTWOOD *et al.*, 1963).

Velikost řízku	Procento kořenění
Velké (7/16 palce)	0
Střední (1/4 palce)	56

Druhý pokus byl založen z výhonů odebraných 8. Listopadu 1961. Ošetření IBA a tepelná stimulace proběhla pro všechny varianty stejně jako v předchozím pokusu, ale za použití jiných druhů výhonů z různých částí matečného stromu. Výsledek ukázal, že středně velké řízky, které rostly na mateřské rostlině vodorovně, zakořenily nejlépe 93 %, nicméně většina ostatních variant také podala uspokojující výsledky. Pouze řízky vyhotovené z výhonů rostoucích dolů zakořenily hůře (WESTWOOD *et al.*, 1963).

Tab. č. 2: Úspěšnost tvorby kořenů u dřevitých řízků podle velikosti a polohy odběru na matečném stromu (WESTWOOD *et al.*, 1963).

Velikost řízku	Pozice výhonů	Procento kořenění
Malé (pod 3/16 palce)	Horizontální	58
Střední (okolo 1/4 palce)	Horizontální	93
Střední (okolo 1/4 palce)	Vzpřímené	63
Střední (okolo 1/4 palce)	Dolů rostoucí	31
Střední (okolo 1/4 palce)	Zaštípnuté v červenci	71

Následující pokus byl založen pro stanovení efektu kroužkování na následnou schopnost kořenění. Kroužkování se provádí ostrým nožem, kdy se jeden řez vede kolem celého obvodu větve a protne kůru. V tomto případě se neodstraňoval pás kůry. Řez se ponechal bez ošetření. Polovina větví jedné nejmenované hrušně, která za normálních podmínek netvoří kořeny z řízků, byla kroužkována na začátku srpna 1961.

Následně byly odebrány výhony z okroužkované a neokroužkované části na začátku listopadu a další postup v ošetření je stejný, jako u předchozích variant. Řízky odebrané z neokroužkované části nevytvořily žádné kořeny, zatímco kořeny odebrané z okroužkované části vytvořily kořeny z 20 %. Je tedy možné, že tato metoda by mohla zvýšit procento kořenění řízků u hrušně “Old Home“ (WESTWOOD *et al.*, 1963).

Další experiment proběhl za účelem určení nejvhodnějšího média a koncentrace IBA pro metodu množení dřevitými řízků u podnože Malling-Merton 111. Tato studie byla provedena v Khorasan Razavi Natural Resource and Agricultural Research Center, in Mashad v Íránu v letech 2009 a 2010. Použito bylo koncentrací 0, 1 500, 2 500 a 3 500 mg.l⁻¹ IBA rozpuštěné v rozpouštědle složeného z 50 % etanolu a 50 % destilované vody. Kontrolní řízků se ošetřily destilovanou vodou. Expozice trvala 10 sec. Dále byly použity tři média pro kořenění: kokos s rašelinou, perlit a kokos s rašelinou + perlit v poměru 1:1). Odběr řízků proběhl v únoru. Řízky zakráčeny na 20 cm se fungicidně ošetřily přípravkem Captan, ponořením na 5 sec. Do výše uvedených médií se řízků vysazovaly po ošetření IBA tak, že třetí internodium od terminálu bylo 1 cm pod povrchem média. Řízky byly následně drženy pod vodní mlhou po dobu 45 dnů na vytápěném stole ve skleníku. Spodní část byla vytápěna na teplotu 24 °C. Teplota ve skleníku se udržovala okolo 21 °C a relativní vzdušná vlhkost 70-80 %. Nejvyššího procenta zakořenění a počtu kořenů se dosáhlo u kombinace 2 500 mg.l⁻¹ IBA s médiem kokos s rašelinou + perlit (37,03 %). Největší délka kořenů byla dosažena u kombinace 1 500 mg.l⁻¹ IBA s médiem kokos s rašelinou + perlit (9,83 cm) (RAHIMI DVIN *et al.*, 2011).

Následující pokus byl zaměřen na testování jabloňových podnoží typu “East Malling“ a “Malling-Merton“ pro množení metodou dřevitých řízků. Dřevité řízků byly odebrány v Oregonu 2. Ledna 1964 z jednoletých výhonů a seříznuty na délku 8 palců (20,32 cm) na pásové pile. Následně se takto upravené řízků ponořily bázemi do vodného roztoku IBA v koncentraci 100 ppm po dobu 24 hodin. Dále byl pokus rozdělen do tří variant. V každé variantě bylo použito 90 řízků. V první variantě byly řízků ihned vyškolkovány po ošetření IBA do předem připravené půdy do hloubky asi 7 palců. Ve druhé variantě se řízků po ošetření skladovaly ve vlhké rašelině se spodním vytápěním při 70 °F (21,1 °C) asi tři týdny před vyškolčováním. Ve třetí variantě byly řízků umístěny stejně, jako ve druhé variantě s rozdílem, že vrchní poupata byla držena v chladu. Řízky ve druhé a třetí variantě byly vysázeny 27. Ledna. Na bazálních částech řízků byl vytvořen kalus, u některých byly patrné základy kořenů. Tyto řízků byly

šetrně zasazeny také do hloubky 7 palců. Teplota půdy se v této době pohybovala okolo 45 °F (7 °C). Nejlepších výsledků bylo dosaženo u podnoží M 9, M 7, M 26 a MM 111 ve třetí variantě. Velmi slabého výsledku bylo dosaženo u podnože MM 104 v každé variantě. Obecně nejhorších výsledků se dosáhlo při přímém vyškolkování ve variantě 1 (HARTMANN *et al.*, 1960).

Karakurt *et al.* (2009) založil pokus pro výzkum účinku rozmezí koncentrací IBA (1000, 2000 a 4000 ppm), 2 kmenů *Agrobacterium Rubi* [Rhizobium Rubi] (A-18), *Bacillus subtilis* (OSU-142) a 4 sacharidů (glukóza, sacharóza, sorbitol a mannitol) na tvorbu kořenů u dřevitých řízků podnože MM 106 ve skleníkových podmínkách. Jednotlivé samostatné ošetření neindukovaly zakořenění, s výjimkou IBA při 1000 ppm, OSU-142 a A-18. Kombinace ošetření byly úspěšnější, pokud jde o zakořenění a tvorbu kalusu. A-18 + sorbitol, OSU-142 + sorbitol + 2000 ppm IBA, A-18 + sorbitol + 2000 ppm IBA a A-18 + sorbitol + 4000 ppm IBA indukovaly nejvyšší procento zakořenění (30 %) a OSU -142 + sorbitol nejvyšší míru kalusu (70 %). IBA při koncentraci 1000 ppm indukovala nejvyšší počet tvorby adventivních kořenů (16,5 %). U ošetření A-18 se dosáhlo největší tloušťky náhodných kořenů (1,61 mm). Výsledky ukázaly, že dvojkombinace a trojkombinace IBA, bakterií a sacharidy byly účinnější při zvyšování kvality a procenta zakořenění u dřevitých řízků více než při samostatné aplikaci sacharidů, IBA a bakterií samotných (KARAKURT *et al.*, 2009).

3.6 Charakteristika vybraných druhů podnoží

Hrušně patří mezi obtížně kořenící druhy ze dřevitých řízků a pro úspěšné množení je tedy třeba brát v potaz mnoho faktorů, jako jsou genotypové vlastnosti, přírodní podmínky pro další růst a sezónní proměny, včetně vhodně zvolené aplikace auxinů. V závislosti na genotypu kolísá procento kořenění od 30 % do 90 % (MITCHAM *et al.*, 2007).

US šlechtitelský program: Old Home x Farmingdale (OHxF)

Řada OHxF je jedna z poměrně nedávno vyšlechtěných podnoží vhodná pro různé klimatické a půdní podmínky. Prof. Reimer z Oregon State College pátral po podnožích *P. communis* rezistentních ke spále růžovitých (*Erwinia amylovora*). Nalezl tuto selekci a pojmenoval ji „OLD HOME“. Tato podnož sice netrpěla spálou, ale byla málo plodná. Dále našel další sazenice odolné vůči spále a nazval je FARMINGDALE 18 po městu, odkud pocházel. Po křížení těchto dvou skupin vznikla série OHxF, kterou vyseletoval L. Brooks z Oregonu U.S.A. v roce 1960. Jedná se o patentované podnože (CAMPBELL, 2003). Hlavní způsob množení je pomocí meristemických kultur *in-vitro* (NEČAS, 2010).

Selekce podnoží typu OHxF 18, 97, 217, 333 a 513 jsou středně vzrůstné až vzrůstné a lze je snadno množit pomocí dřevitých řízků, zatímco mezikmenová selekce OHxF 40, 51, 69 a 97, považovaná spíše za slabě vzrůstné, je poměrně obtížně množitelná touto metodou (MIELKE *et al.*, 2008).

➤ **OHxF 87** (Daytor) je svou intenzitou růstu a specifickou plodností na úrovni BA-29. Plodí cca o 6 % více než BA-29. Velikost plodů je poněkud menší, než u odrůd naštěpovaných na kdouloni. Kořenové výmladky tvoří minimálně (KOSINA, NEČAS, 2007).

Podnož je obtížně množitelná dřevitými řízků. Dále je odolná vůči spále růžovitém, fytoplazmě *Pear decline* a nízkým teplotám. Má dobrou afinitu k evropským i asijským odrůdám (NEČAS, 2010).

➤ **OHxF 69** (Daynir) je středně silně rostoucí podnož vzrůstem podobná BP 1. Množení dřevitými řízků je obtížné. Vykazuje dobrou produkční schopnost s vysokým výnosem, mírně předčasná, dobře kotví se slabou tendencí tvořit výmladky (CAMPBELL, 2003).

V porovnání s BA-29 rostly stromy na této podnoži ve VŠOÚ Holovousy o 11 % silněji. Plodnost byla cca o 6 % vyšší a plody menší než na kdouloni BA-29 (KOSINA, NEČAS, 2007).

➤ **OHxF 333** (Brokmal) je citlivá k virovým chorobám a háďátkům. Uvádí se, že je rezistentní ke spále růžovitých a částečně tolerantní k puchýřovité rakovině kůry způsobené *Phytophthora canker*. Tvoří slabé výhony. V produkci a množství je stejná či lepší, než BA-29 (CAMPBELL, 2003).

Má pozitivní vliv na brzký nástup do plodnosti a negativní vliv na velikost plodů. S odrůdou Konference může mít špatnou afinitu. Má dobrou afinitu s evropskými i asijskými odrůdami (NEČAS, 2010).

➤ **OHxF 260** růst této podnože je přibližně o 11 % silnější než u BA-29. Plodnost v pokusech VŠOÚ Holovousy byla oproti kdouloni nižší o 10 % a hmotnost plodu o 18 % nižší. Stromy na této podnoži nemají tendenci podrústat (KOSINA, NEČAS, 2007).

➤ **Cydomalus** (*Malus domestica* Borg. x *Cydonia oblonga* Mill.), původně ruské křížení. Jedná se o středně až slabě vzrůstnou podnož (přibližně na 60 % OHxF 333), snášející vyšší obsah vápníku v půdě (6-7 % CaCO₃) a nízké teploty. Afinita s odrůdami hrušní a jabloní je dobrá. Množitelnost dřevitými řízků je také dobrá. Lze ji uplatnit jako kmenotvornou odrůdu (KOSINA, NEČAS, 2007).

➤ **M 2** tzv. pravý dužén. Má obecně méně větvený kořenový systém, hůře se ujímá ve školce a slaběji kotví v sadu. Je velmi citlivá k půdní asfyxii. Má nižší schopnost přijímat Ca, než M 16, ale vyšší příjem K. Zvyšuje obsah vitamínu C v plodech. Roste asi o 20 % slaběji, než pláně. Způsobuje pomalejší nástup do plodnosti u naštěpovaných odrůd. Má zvýšenou odolnost vůči *Erwinia amylovora* (VACHŮN, 1996).

➤ **M 9** tzv. žluté metzké janče. Název odvozen od barvy plodů a města Metz ve Francii. Tato podnož je používána ve školkách více jak 300 let. Ve srovnání s plánětem je růst o 40-50 % slabší. Ve většině zemí se jedná o hlavní podnož pro moderní pěstitelské systémy jabloní. Podnož koření plytce a slabě, vyžaduje oporu. Je citlivá k *Agrobacterium tumefaciens*, *Rosalina necatrix*, *Erwinia amylovora* a *Eriosoma lanigerum*. Relativně odolná je k límcové hnilobě *Phytophthora cactorum*. V porovnání s ostatními podnožemi má kratší dormanci a v mimořádně tvrdých zimách může namrzat. Tato podnož významně přibližuje plodnost a zvyšuje specifickou plodnost. Dovede udržet i plody z hůře opylených květů. Vyžaduje humózní, bohaté půdy. Citlivá k asfyxii. Výtěžnost v hrůbkové matečnici je poměrně nízká (VACHŮN, 1996).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika stanoviště

Rostlinný materiál byl odebrán z matečnic Ústavu ovocnictví ZF v Lednici na Moravě a z VŠOÚ Holovousy. Lednice leží na 48° 48' severní zeměpisné šířky a 16° 48' zeměpisné délky v nadmořské výšce okolo 173 m.n.m. Podle agroklimatické rajonizace se jedná o makrooblast teplou a suchou, řazenou do přechodného oceánského a kontinentálního podnebí charakteristickou mírnými zimami. Suma aktivních teplot je větší než 2800 °C s průměrnými ročními srážkami okolo 490,3 mm. Průměrná roční teplota je 9,2 °C. Teploty – 20 °C, škodlivé pro teplomilné ovocné druhy, se vyskytují pouze 1-2 x za 10 let. Převládají severovýchodní větry. Půda je nivní, hlinito-písčítá, středně těžká, propustná s obsahem humusu okolo 2 %. Zařazení oblasti spadá do kukuřičného výrobního typu.

Obec Holovousy se nachází v okrese Jičín 50° 22' zeměpisné šířky a 15° 34' zeměpisné délky v kraji Královéhradeckém. Rozprostírá se na jižním úpatí hřebene Chlum s nejvyšší nadmořskou výškou 449 m. Pod tímto hřebenem je otevřená rovinná krajina, jejíž nadmořská výška se pohybuje okolo 290 m.n.m. 40-letý průměr ročních teplot je 8,14 °C, za vegetaci (duben-září) 14,33 °C a průměr ročního úhrnu srážek 654,7 mm. Převažující půdní typ je hnědozem.

4.2 Použité podnože

V pokusech byla sledována schopnost tvorby adventivních kořenů u dřevitých řízků vybraných podnoží rodu *Malus* a *Pyrus*. Jednalo se o druhy OHxF 69, 87, 260 a 333. Dále mezirodový kříženec *Cydomalus* (CM) a podnože rodu *Malus* M 9 a M 2.

4.3 Stimulátory

Racine- komerční přípravek od japonské firmy Asahi Chemical, Ltd. Jedná se o speciální roztok aromatických nitrosloučenin a syntetického auxinu (NAA 2,5 %). Auxinová složka stimuluje dělení a diferenciaci buněk, aromatické nitrosloučeniny působí na pohyb plazmy v rostlinných buňkách – urychlují důležité transportní procesy, podporují vitalitu buněk a jejich růst. V pokusu byla použita 1 % koncentrace.

IBA- Je chemicky více stálá než IAA. Výjimku tvoří zásobní roztoky např. v isopropanolu, kdy nebyly zjištěny při běžných podmínkách žádné změny ani po 4-6 měsících. IBA je téměř nerozpustná ve vodě, proto se musí opět pracovat s předroztoky v org. rozpouštědlech. Je klasifikovaná jako toxická látka. Práce s ní je tedy poměrně nebezpečnější. Stimulátor se připraví tak, že 10 g IBA se rozpustí v 500 ml čistého 96 % etanolu a poté se roztok doplní destilovanou vodou na objem 1000 ml. Pro pokus byl použit 1 % roztok.

IAA- z uvedených sloučenin je nejméně stálá, zejména za přístupu vzduchu a působení světla. Proto se má skladovat při teplotách 2-7 °C v temnu. Podobně se musí zacházet i se směsmi. Sloučenina je prakticky nerozpustná ve vodě. Je tedy nutnost při převádění do vodného roztoku použít organická rozpouštědla např. aceton či lépe alkoholy. Bezpečnost práce s IAA je relativně bez problémů, je klasifikována jako zdraví škodlivá. Pro pokus byl použit 1 % lihový roztok připravený stejným způsobem, jako u IBA.

Brassinosteroidy- Po chemické a tepelné stimulaci před samotnou výsadbou do pařeniště proběhlo u vybraných variant rozdělení na poloviční počet kusů a následné ošetření brassinolidem v nízké koncentraci 0,01 %. Jedná se o varianty: OHxF 69 Racine, OHxF 260 Racine a M 2 IAA, IBA a Racine.

4.4 Termobox

Termobox lze popsat jako bednu se skeletem z ocelových L profilů. Stěny jsou opláštěny vodotěsnou překližkou, nebo lépe deskami z laminátu. Z vnější strany jsou odizolovány 50 mm deskami polystyrenu. Dno je tvořeno ocelovým roštem, na kterém je položena umělohmotná síťovina s oky do 1 mm. Na ní je rozprostřena 30 mm vrstva keramzitu. Na vrstvě keramzitu je položen děrovaný nerezový plech. Na spodní straně plechu je upevněna pravidelná smyčka topného kabelu s výkonem 150 W/m². Děrovaný plech s topným kabelem je překryt síťovinou z umělé hmoty, aby nedošlo k pronikání perlitu do keramzitu. Ve výšce 10 mm nad plechem je umístěn termostat. Dno termoboxu je vně odizolováno 10 mm vzduchovou mezerou a 50 mm deskami z polystyrenu. Tato zařízení jsou umístěná v chladném prostředí do +2 °C (KOSINA, NEČAS 2007).

4.5 Metodika založení pokusu

4.5.1 Příprava dřevitých řízků

Dřevité výhony byly odebrány 25.1.2014 zahradnickými nůžkami co nejblíže u báze výhonů. Téhož dne proběhlo řízkování na segmenty o délce přibližně 25 cm a šířce 0,8-1,3 mm z bazálních a mediálních částí výhonů. Řez byl veden mírně šikmo na osu výhonu cca 5 mm pod nejspodnějším očkem a vrchní řez 5 mm nad posledním očkem.

Následně se řízky nasvazkovaly po 30 ks podle druhu a označily cedulkou, přičemž báze řízků byly v jedné rovině. Dále proběhla desinfekce ponořením řízků do vodného roztoku s přípravkem Previcur o koncentraci 1 % po dobu 3 minut. Po oschnutí následovala stimulace výše uvedenými roztoky se stimulatory. Svazky řízků se ponořily bazální částí do připraveného roztoku v nádobách cca 4 cm hluboko po dobu 10 minut.

Po oschnutí se řízky vložily do PE pytlů a uskladnily v chladárně při teplotě do 4 °C. O tři dny později proběhlo vložení do termoboxu (28.1.2014). Celkově bylo testováno 7 druhů podnoží po 30 ks v každém opakování, včetně neošetřené kontroly.

Po chemické a tepelné stimulaci, před samotnou výsadbou do pařeniště, proběhlo u vybraných variant ve všech opakování rozdělení na poloviční počet kusů (15 ks). Po rozdělení bylo 15 kusů řízků ošetřeno brassinolidem (BRS) v nízké koncentraci 0,01 %. Jedná se o varianty: OHxF 69 Racine, OHxF 260 Racine a M 2 IAA, IBA a Racine. Pro každou variantu bylo využito tepelné stimulace v termoboxu. Tabulka č. 5 uvádí počet segmentů a jednotlivé varianty. Varianty s následným rozdělením a ošetřením BRS jsou vyznačeny červeně.

Tab. č. 3: Počet testovaných dřevitých řízků

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Celkem
OHxF 87	90	90	90	90	360
OHxF 69	90	90	90	90	360
OHxF 260	90	90	90	90	360
OHxF 333	90	90	90	90	360
CM	90	90	90	90	360
M 9	90	90	90	90	360
M 2	90	90	90	90	360
Celkem	630	630	630	630	2520

4.5.2 Tepelná stimulace

Před samotnou tepelnou stimulací proběhla příprava zakořeňovacího substrátu (Experlit EP 150). Nejprve se navlhčil a poté ošetřil fungicidním přípravkem Previcur 607 SL (25 ml na 10 l vody) do doby kdy po smáčknutí držel substrát tvar, ale nevolňovala se z něj voda. Vložení řízků proběhlo 28.1.2014, tedy tři dny po stimulaci chemické. Na dno termoboxu se vysypal připravený experlit ve vrstvě cca 10 cm a do něj se bazální částí vpichovaly dřevité segmenty. Následně byl umístěn půdní teploměr. Jednotlivé varianty byly označeny a celý prostor se zasypal experlitem. Termostat se nastavil na teplotu 20 °C. Po dobu tepelné stimulace se nepřidávala žádná voda. Po třech týdnech byla provedena kontrola tvorby kalusu. Zakalusení nebylo v té době dostatečné, tak se pokračovalo ve stimulaci a kontroly probíhaly po třech dnech. Řízky byly vyjmuty z termoboxu po 31 dnech. Poté byly řízky nasvazkovány a vloženy do PE pytlů. Řízky v PE pytlích se skladovaly v chladícím boxu do + 4 °C, až do doby výsadby.

4.5.3 Výsadba a dopěstování dřevitých řízků

Výsadba řízků proběhla 20.3.2014 do předem připraveného pařeniště s rašelinovým substrátem RS II. Řízky se do půdy vysazovaly kolmo k povrchu substrátu ve sponu cca 3 cm v řádku a 10 cm mezi řádky tak, aby nad povrchem zůstal vrcholový pupen. Ihned po výsadbě byla provedena závlaha s přípravkem Previcur.

Během vegetace se prostor mezi řízky udržoval v bezplevelném stavu manuálním odplevelováním. Proběhlo také přihnojení a ošetření proti mšicím insekticidním přípravkem. K vyrovnání vodního deficitu byla použita doplňková závlaha z mlžících trysek. Vyhodnocení pokusu proběhlo 28.11.2014.

4.5.4 Metodika zpracování výsledků z pokusu

Výsledky pokusu byly zpracovány pomocí programu STATISTICA 12. Byla použita jednofaktorová analýza rozptylu pro stanovení statistické průkaznosti mezi působením jednotlivých faktorů na sledovaný znak. Dále Anova s interakcemi: Podnož*Varianta. Pro následnou zkoušku bylo použito některých analýz z „Post hoc tests“. Některé grafy a tabulky byly zhotoveny pomocí programu Microsoft Excel.

5 VÝSLEDKY

5.1 Tvorba kalusu

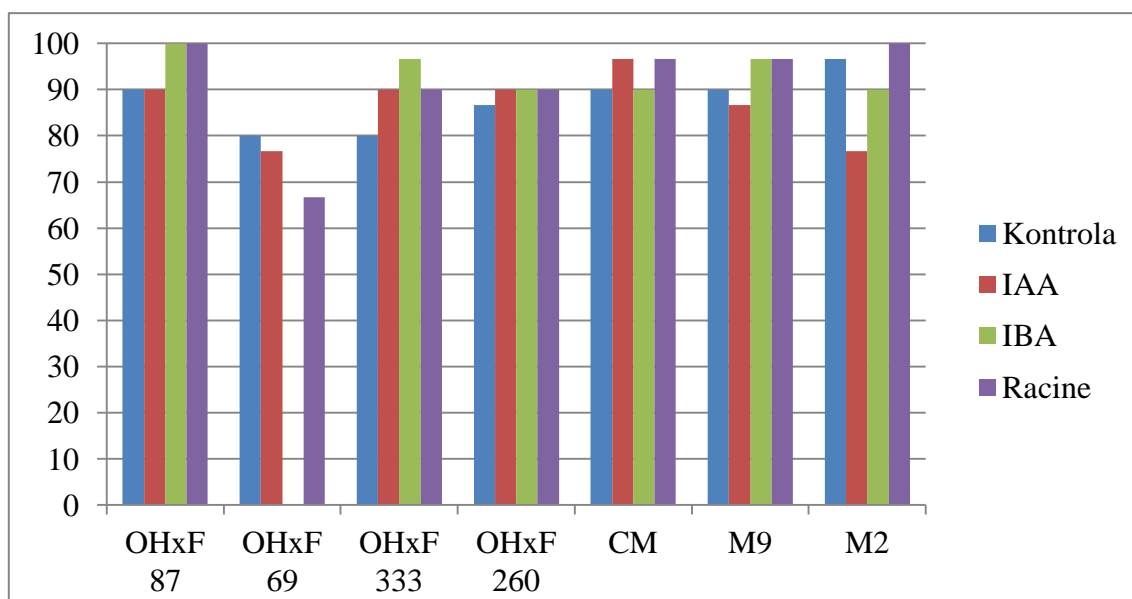
Tabulka č. 4. udává počet řízků určených pro tepelnou stimulaci. Tabulka č. 5 znázorňuje výsledky tvorby kalusu u jednotlivých variant. Z celkového počtu 2 520 kusů vytvořilo kalus 2 181 řízků (86,55 %). Nejlépe kalus tvořila podnož OHxF 87 (95 %), při celkovém součtu ze všech variant. Nejhorší tvorba kalusu byla u podnože OHxF 69 (55,83 %), při celkovém součtu ze všech variant. Jako nejefektivnější stimulant pro podporu tvorby kalusu vyšel přípravek Racine (91,43 %), při celkovém součtu u všech druhů podnoží. Z grafu č. 1 lze vidět vyjádření výsledků v procentech.

Tab. č. 4: Počet tepelně stimulovaných řízků

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Celkem (ks)
OHxF 87	90	90	90	90	360
OHxF 69	90	90	90	90	360
OHxF 260	90	90	90	90	360
OHxF 333	90	90	90	90	360
CM	90	90	90	90	360
M 9	90	90	90	90	360
M 2	90	90	90	90	360
Celkem (ks)	630	630	630	630	2520

Tab. č. 5: Tvorba kalusu u jednotlivých variant

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Celkem (ks)
OHxF 87	81	81	90	90	342
OHxF 69	72	69	0	60	201
OHxF 333	72	81	87	81	321
OHxF 260	78	81	81	81	321
CM	81	87	81	87	336
M9	81	78	87	87	333
M2	87	69	81	90	327
Celkem (ks)	552	546	507	576	2181



Graf č. 1: Výsledky tvorby kalusu vyjádřené v procentech

5.2 Výtěžnost řízků

Vzhledem k technickým potížím na množárně došlo ke znehodnocení variant ošetřených BRS ve všech opakování. Vzhledem k tomuto faktu byly přizpůsobeny další výpočty a statistické zpracování výsledků.

Tabulka č. 6 ukazuje celkový počet testovaných řízků pro jedno opakování, včetně rozdělených variant ošetřených BRS (0,01 %) po chemické a tepelné stimulaci, před výsadbou do pařeniště.

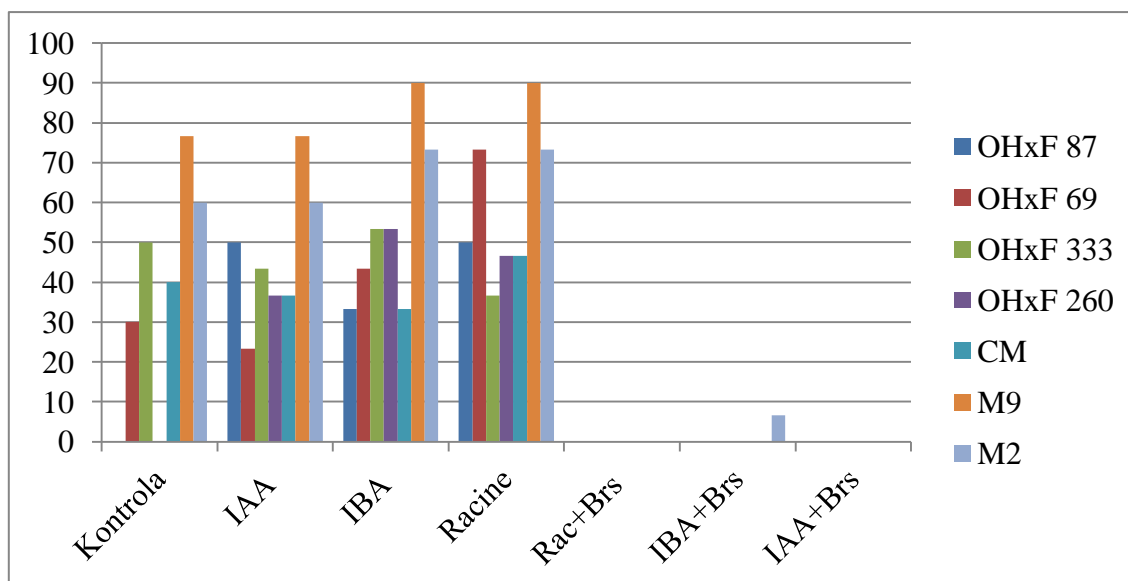
Tab. č. 6: Počet testovaných řízků pro jedno opakování

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Rac+Brs	IBA+Brs	IAA+Brs	Celkem (ks)
OHxF 87	30	30	30	30				120
OHxF 69	30	30	30	15	15			120
OHxF 333	30	30	30	30				120
OHxF 260	30	30	30	15	15			120
CM	30	30	30	30				120
M9	30	30	30	30				120
M2	30	15	15	15	15	15	15	120
Celkem (ks)	210	195	195	165	45	15	15	840

Výtěžnost řízků v prvním opakování udává tabulka č. 7. Zde dopadly nejlépe varianty M 9 IBA (90 %) a M 9 Racine (90 %). Z hrušňových podnoží OHxF 69 Racine (73,333 %), OHxF 333 IBA (53,333 %) a OHxF 260 IBA (53,333 %). Nulový výsledek byl u kontrolních variant OHxF 87 a OHxF 260. Výsledky u variant ošetřených BRS nejsou průkazné. Graf č. 2 ukazuje výtěžnost řízků v procentech.

Tab. č. 7: Výtěžnost řízků v prvním opakování

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Rac+Brs	IBA+Brs	IAA+Brs	Celkem (ks)
OHxF 87	0	15	10	15				40
OHxF 69	9	7	13	11	0			40
OHxF 333	15	13	16	11				55
OHxF 260	0	11	16	7	0			34
CM	12	11	10	14				47
M9	23	23	27	27				100
M2	18	9	11	11	0	(1)	0	49
Celkem (ks)	77	89	103	96	0	(1)	0	365



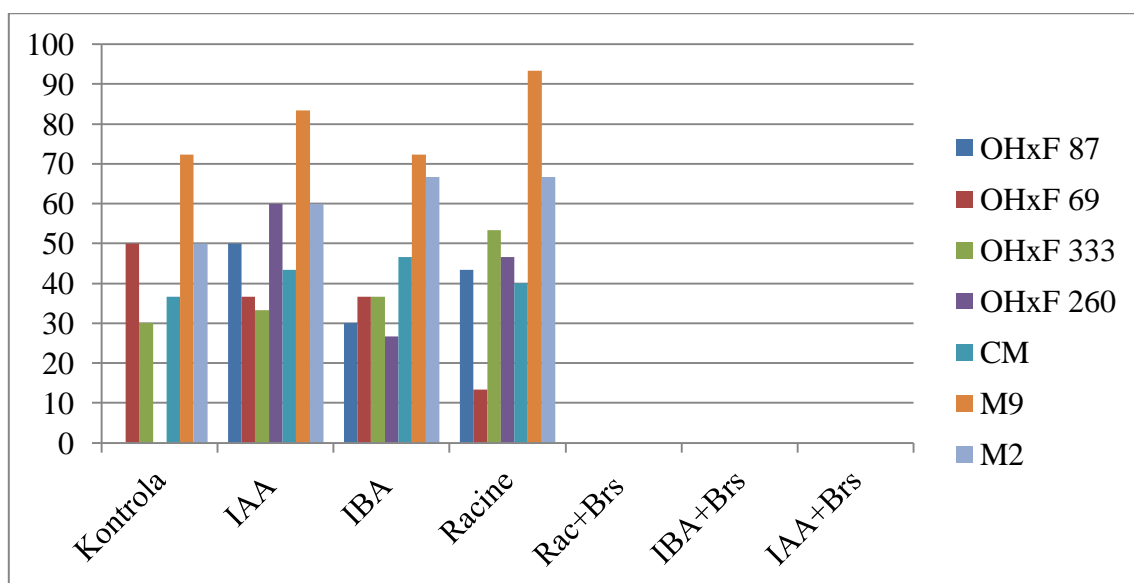
Graf č. 2: Výtěžnost řízků v prvním opakování v procentech

Z celkového počtu 840 kusů vyrostlo 365 dřevitých řízků 43,57 %. Pokud bychom vyloučili z výpočtů znehodnocené varianty s BRS (75 ks), celková výtěžnost řízků by dosáhla 47,71 %. Ekonomicky efektivní výtěžnosti 60 % dosáhly v tomto opakování podnože OHxF 69, M 9 a M 2. Účinnost stimulantů nebyla ve vztahu ke kontrole vždy kladná.

Ve druhém opakování bylo dosaženo nejlepších výsledků u variant M 9 Racine (93,333 %) a M 9 IAA (83,333 %). Z hrušňových podnoží OHxF 260 IAA (60 %) a OHxF 333 Racine (53,333 %). Nulový výsledek byl opět u kontrolních variant OHxF 87 a OHxF 260. Kontrolní varianta OHxF 69 dopadla lépe (50 %), než při ošetření fytohormony. U kontrolní varianty M 9 bylo dosaženo stejného výsledku, jako při ošetření IBA. Výsledky u variant ošetřených BRS nejsou průkazné.

Tab. č. 8: Výtěžnost řízků ve druhém opakování

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Rac+Brs	IBA+Brs	IAA+Brs	Celkem (ks)
OHxF 87	0	15	9	13				37
OHxF 69	15	11	11	2	0			39
OHxF 333	9	10	11	16				46
OHxF 260	0	18	8	7	0			33
CM	11	13	14	12				50
M9	22	25	22	28				97
M2	15	9	10	10	0	0	0	44
Celkem (ks)	72	101	85	88	0	0	0	346



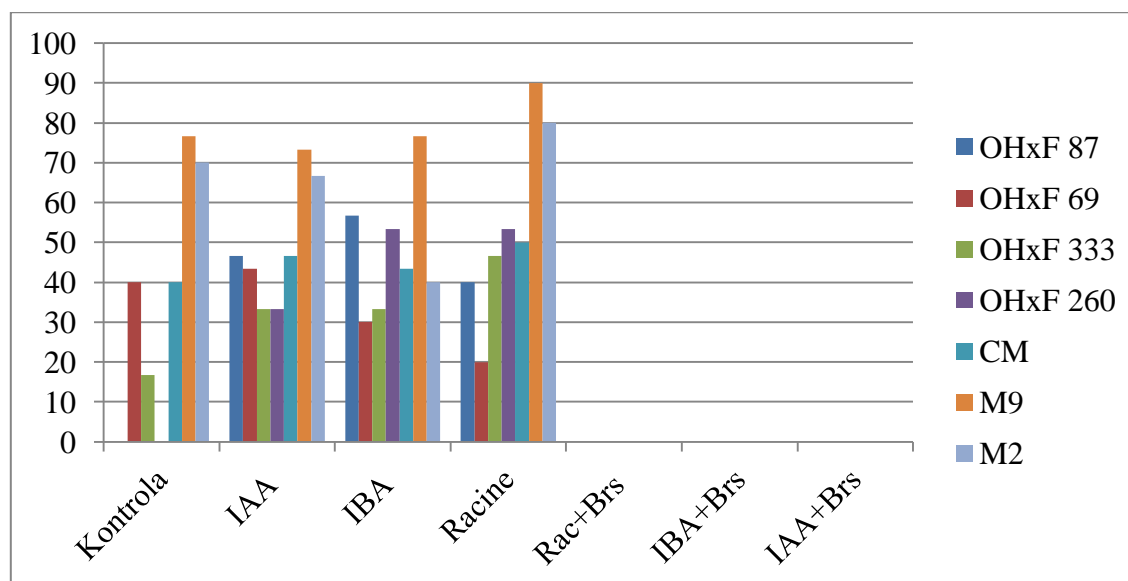
Graf č. 3: Výtěžnost řízků ve druhém opakování v procentech

Z Grafu č. 3, který vyjadřuje výsledky v procentech, je patrná výtěžnost řízků v jednotlivých variantách. Celková výtěžnost je 41,19 %. Po vyloučení variant s BRS by celková výtěžnost byla 45,23 %. Nejlepších výsledků dosáhly podnože M 9 a M 2.

Tabulka č. 9 znázorňuje výtěžnost řízků ve třetím opakování. Nejlepší výsledek byl u variant M 9 Racine (90 %) a M 2 Racine (80 %). Nulové výsledky byly opět dosaženy u podnoží OHxF 87 a OHxF 260 v kontrolní variantě. Přípravek Racine působil nejhůře u podnoží OHxF 69 a OHxF 87, v porovnání s ošetření IAA a IBA. Výsledky u variant ošetřených BRS nejsou průkazné.

Tab. č. 9: Výtěžnost řízků ve třetím opakování

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Rac+Brs	IBA+Brs	IAA+Brs	Celkem (ks)
OHxF 87	0	14	17	12				43
OHxF 69	12	13	9	3	0			37
OHxF 333	5	10	10	14				39
OHxF 260	0	10	16	8	0			34
CM	12	14	13	15				54
M9	23	22	23	27				95
M2	21	10	6	12	0	0	0	49
Celkem (ks)	73	93	94	91	0	0	0	351



Graf č. 4: Výtěžnost řízků ve třetím opakování v procentech

Graf č. 4 vyjadřuje výsledky třetího opakování v procentech. Celková výtěžnost řízků byla vyšší než ve druhém opakování, ale nižší než v prvním opakování s celkovým počtem 351 kusů (41,79 %). Po vyloučení variant s BRS by celková výtěžnost byla 45,88 %.

5.3 Výtěžnost řízků celkem

Celkový počet testovaných řízků ve všech opakování udává tabulka č. 10. Tabulka č. 11 znázorňuje celkovou výtěžnost podnoží, která dosáhla 42,2 %. Po vyloučení výsledků variant s BRS by celková výtěžnost dosáhla 46,3 %. Výsledky u variant ošetřených BRS nejsou průkazné.

Tab. č. 10: Celkový počet testovaných řízků ve všech opakování

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Rac+Brs	IBA+Brs	IAA+Brs	Celkem (ks)
OHxF 87	90	90	90	90				360
OHxF 69	90	90	90	45	45			360
OHxF 333	90	90	90	90				360
OHxF 260	90	90	90	45	45			360
CM	90	90	90	90				360
M9	90	90	90	90				360
M2	90	45	45	45	45	45	45	360
Celkem (ks)	630	585	585	495	135	45	45	2520

Tab. č. 11: Celková výtěžnost řízků ze všech opakování

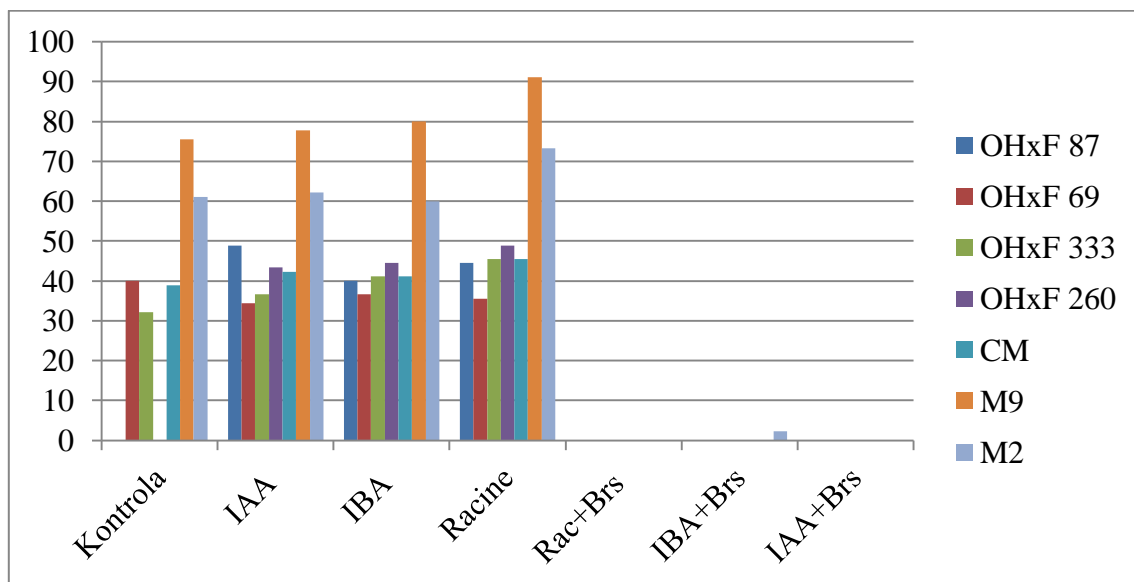
Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Rac+Brs	IBA+Brs	IAA+Brs	Celkem (ks)
OHxF 87	0	44	36	40				120
OHxF 69	36	31	33	16	0			116
OHxF 333	29	33	37	41				140
OHxF 260	0	39	40	22	0			101
CM	35	38	37	41				151
M9	68	70	72	82				292
M2	55	28	27	33	0	(1)	0	143
Celkem (ks)	223	283	282	275	0	(1)	0	1063

Tabulka č. 12 udává celkovou výtěžnost řízků v procentech. Nejvyšší výtěžnosti celkem dosáhla podnož M 9 (81,111 %), při součtu ze všech variant. Podnož M 2 s celkovou výtěžností 63,6 % se umístila na druhém místě. Z hrušňových podnoží s celkovou výtěžností 41,9 % dopadla nejlépe podnož CM a OHxF 333 (38,9 %). Nejhorší výsledek byl dosažen u OHxF 87 (33,3 %).

Nejlépe působící stimulant s hodnotou 55,6 % vyšel přípravek Racine. Nejnižší výtěžnost byla u neošetřené kontroly (35,4 %). Přípravek Racine působil nejlépe na výtěžnost u podnoží OHxF 333, OHxF 260, CM, M 9 a M 2. Na ošetření IAA nejlépe reagovala podnož OHxF 87. Podnož OHxF 69 dosáhla celkové nejvyšší výtěžnosti v neošetřené kontrole. Nulová výtěžnost byla v kontrolních variantách podnoží OHxF 87 a OHxF 260.

Tab. č. 12: Celková výtěžnost řízků ze všech opakování v procentech

Varianta	Kontrola	IAA	IBA	Racine	Rac+Brs	IBA+Brs	IAA+Brs	Celkem (%)
OHxF 87	0	48,9	40	44,444				33,3
OHxF 69	40	34,4	36,7	35,556	0			36,8
OHxF 333	32,222	36,7	41,1	45,556				38,9
OHxF 260	0	43,3	44,4	48,889	0			32,1
CM	38,889	42,2	41,1	45,556				41,9
M9	75,556	77,8	80	91,111				81,1
M2	61,111	62,2	60	73,333	0	(2,2)	0	63,6
Celkem (%)	35,4	48,4	48,2	55,6	0	(2,2)	0	



Graf č. 5: Celková výtěžnost řízků v procentech

5.4 Statistické vyhodnocení pokusu

5.4.1 Vliv fytohormonů na tvorbu kalusu

Tabulka č. 13 udává popisné statistiky pro zvolené efekty. Z tabulky č. 14. nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vlivem ošetření fytohormony a tvorbou kalusu.

Tab. č. 13: Popisné statistiky vlivu fytohormonů na tvorbu kalusu

Efekt	Popisné statistiky						
	Úroveň Faktor	N	Kalus Průměr	Kalus Sm.odch.	Kalus Sm.Ch.	Kalus -95,00%	Kalus +95,00%
Celkem		28	77,89286	16,84205	3,18285	71,36219	84,4235
Varianta	Kontrola	7	78,85714	5,39841	2,04041	73,86444	83,8498
Varianta	IAA	7	78,00000	6,70820	2,53546	71,79595	84,2041
Varianta	IBA	7	72,42857	32,14476	12,14958	42,69963	102,1575
Varianta	Racine	7	82,28571	10,51529	3,97441	72,56069	92,0107

Tab. č. 14: Jednorozměrné testy významnosti pro vliv fytohormonů

Efekt	Jednorozm. výsledky pro každou záv. proměnnou Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	Stupně volnosti	Kalus SČ	Kalus PČ	Kalus F	Kalus p
Abs. člen	1	169884,3	169884,3	557,9124	0,000000
Varianta	3	350,7	116,9	0,3839	0,765544
Chyba	24	7308,0	304,5		
Celkem	27	7658,7			

5.4.2 Vliv podnože na tvorbu kalusu

Tabulka č. 15 udává popisné statistiky pro zvolené efekty. Z tabulky č. 16 byla zjištěna existence statisticky průkazného vlivu podnože na tvorbu kalusu. Podnož OHxF 69 vytvořila kalus statisticky průkazně hůře, než ostatní druhy podnoží. Mezi ostatními druhy podnoží byly zjištěny méně významné rozdíly.

Tab. č. 15: Popisné statistiky vlivu podnože na tvorbu kalusu

Efekt	Popisné statistiky						
	Úroveň Faktor	N	Kalus Průměr	Kalus Sm.odch.	Kalus Sm.Ch.	Kalus -95,00%	Kalus +95,00%
Celkem		28	77,89286	16,84205	3,18285	71,36219	84,4235
Podnož	OHxF 87	4	85,50000	5,19615	2,59808	77,23176	93,7682
Podnož	OHxF 69	4	50,25000	33,88584	16,94292	-3,66993	104,1699
Podnož	OHxF 333	4	80,25000	6,18466	3,09233	70,40883	90,0912
Podnož	OHxF 260	4	80,25000	1,50000	0,75000	77,86317	82,6368
Podnož	CM	4	84,00000	3,46410	1,73205	78,48784	89,5122
Podnož	M9	4	83,25000	4,50000	2,25000	76,08950	90,4105
Podnož	M2	4	81,75000	9,28709	4,64354	66,97217	96,5278

Tab. č. 16: Jednorozměrné testy významnosti pro vliv podnože

Efekt	Jednorozm. výsledky pro každou záv. proměnnou Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	Stupně volnosti	Kalus SČ	Kalus PČ	Kalus F	Kalus p
Abs. člen	1	169884,3	169884,3	891,2799	0,000000
Podnož	6	3655,9	609,3	3,1967	0,021735
Chyba	21	4002,8	190,6		
Celkem	27	7658,7			

5.4.3 Vliv tvorby kalusu na výtěžnost řízků

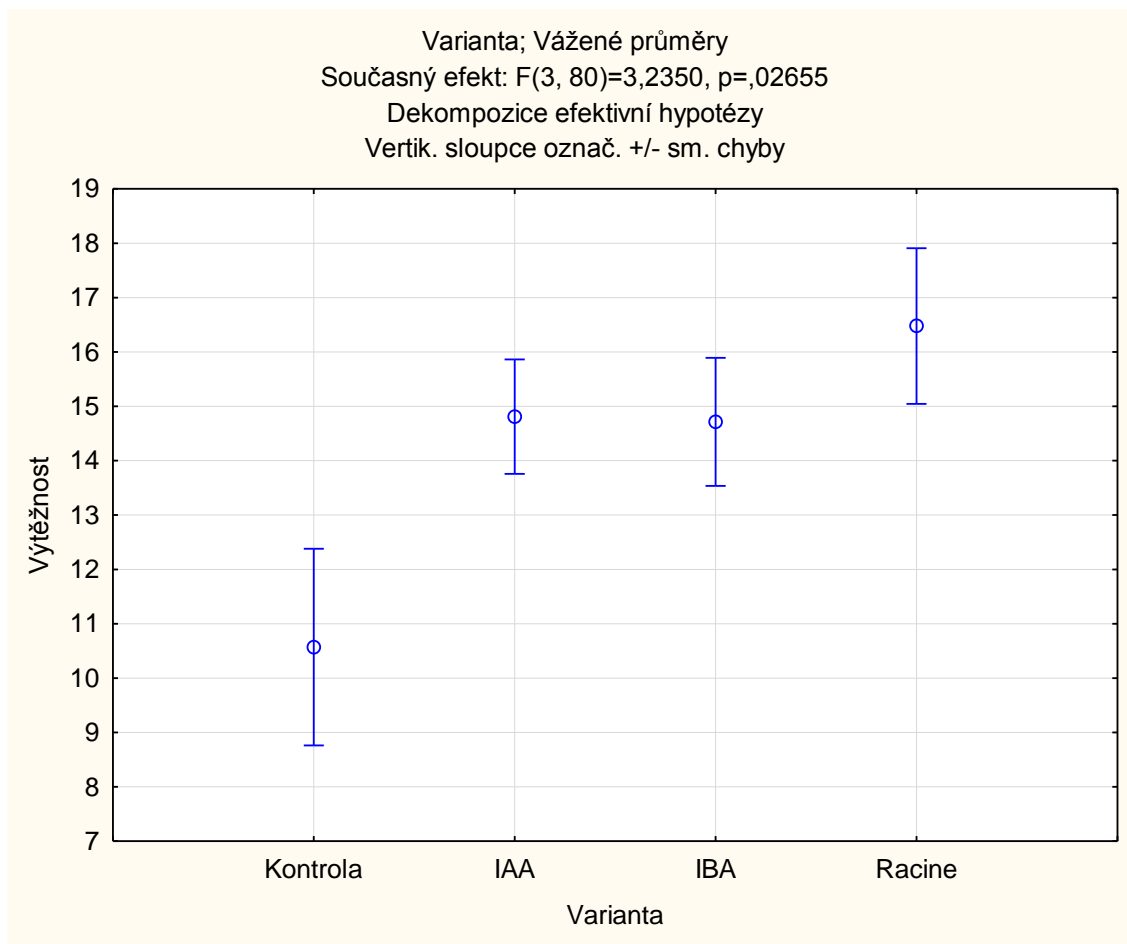
Z tabulky č. 17 nebyla zjištěna existence statisticky průkazného vlivu tvorby kalusu na výtěžnost řízků.

Tab. č. 17: Jednorozměrné testy významnosti pro vliv Kalus/Výtěžnost

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Výtěžnost celkem Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	24571,02	1	24571,02	62,71936	0,000000
Kalus	1497,74	7	213,96	0,54616	0,789542
Chyba	7835,23	20	391,76		

5.4.4 Vliv fytohormonů na výtěžnost řízků

Z grafu č. 6 lze pozorovat existenci statisticky průkazného rozdílu ve vlivu fytohormonů na výtěžnost řízků. Tento rozdíl byl prokázán mezi kontrolní variantou a přípravkem Racine, IAA a IBA. Mezi IBA, IAA a Racine nebyl prokázán rozdíl.



Graf č. 6: Jednofaktorová analýza rozptylu pro vliv fytohormon/ výtěžnost řízků

Tab. č. 18: Jednorozměrné testy významnosti pro vliv fytohormon/výtěžnost

Efekt	Jednorozm. výsledky pro každou záv. proměnnou Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	Stupně volnosti	Výtěžnost SČ	Výtěžnost PČ	Výtěžnost F	Výtěžnost p
Abs. člen	1	16801,71	16801,71	409,3106	0,000000
Varianta	3	398,38	132,79	3,2350	0,026547
Chyba	80	3283,90	41,05		
Celkem	83	3682,29			

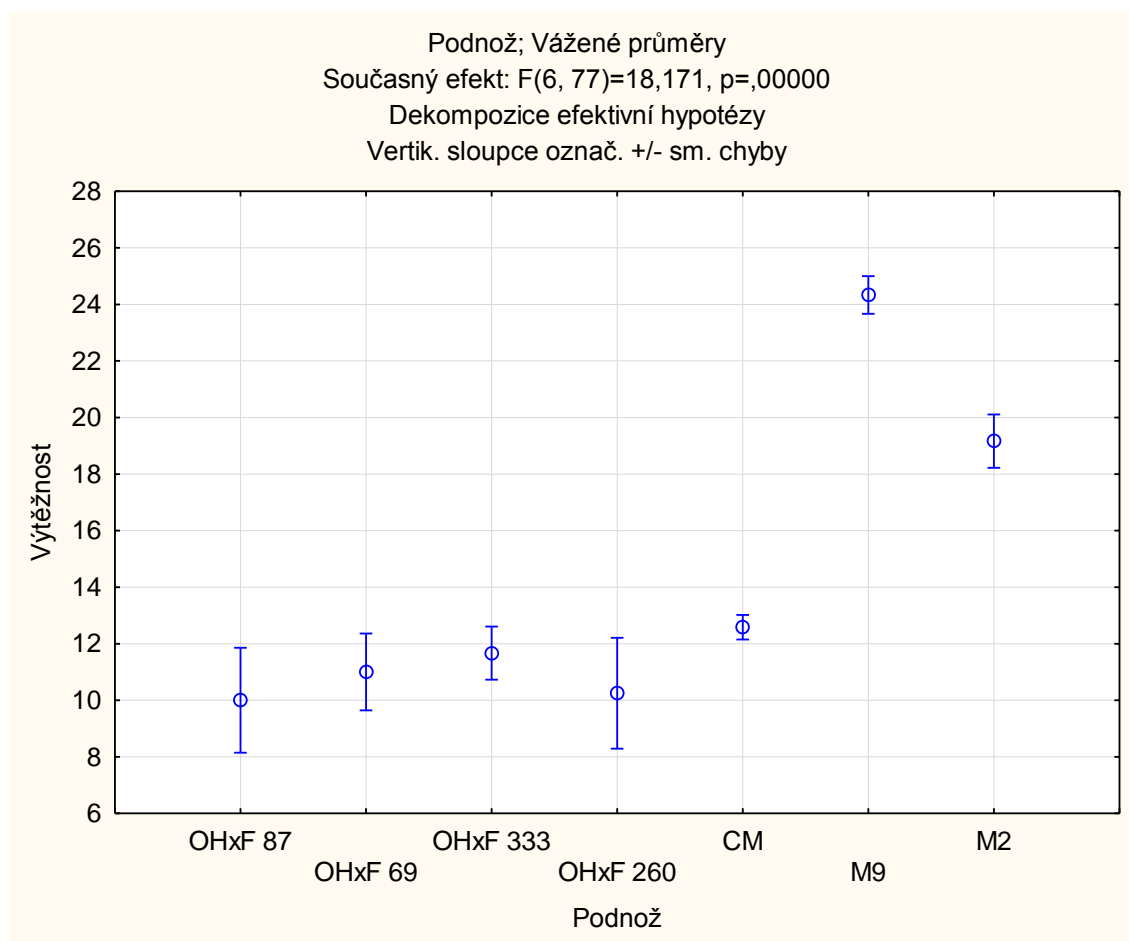
Tabulky č. 18 a 19 vyjadřují konkrétní číselné hodnoty potvrzující pravdivost tvrzení o existenci statisticky průkazného rozdílu mezi kontrolou a přípravkem Racine, IAA a IBA.

Tab. č. 19: Tukeyův HSD test pro proměnnou výtěžnost

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná Výtěžnost (Tabulka1) Přibližné pravděpodobnosti pro post hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 41,049, sv = 80,000				
	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}
		10,571	14,810	14,714	16,476
1	Kontrola		0,148477	0,163556	0,019316
2	IAA	0,148477		0,999965	0,833845
3	IBA	0,163556	0,999965		0,809535
4	Racine	0,019316	0,833845	0,809535	

5.4.5 Vliv podnože na výtěžnost řízků

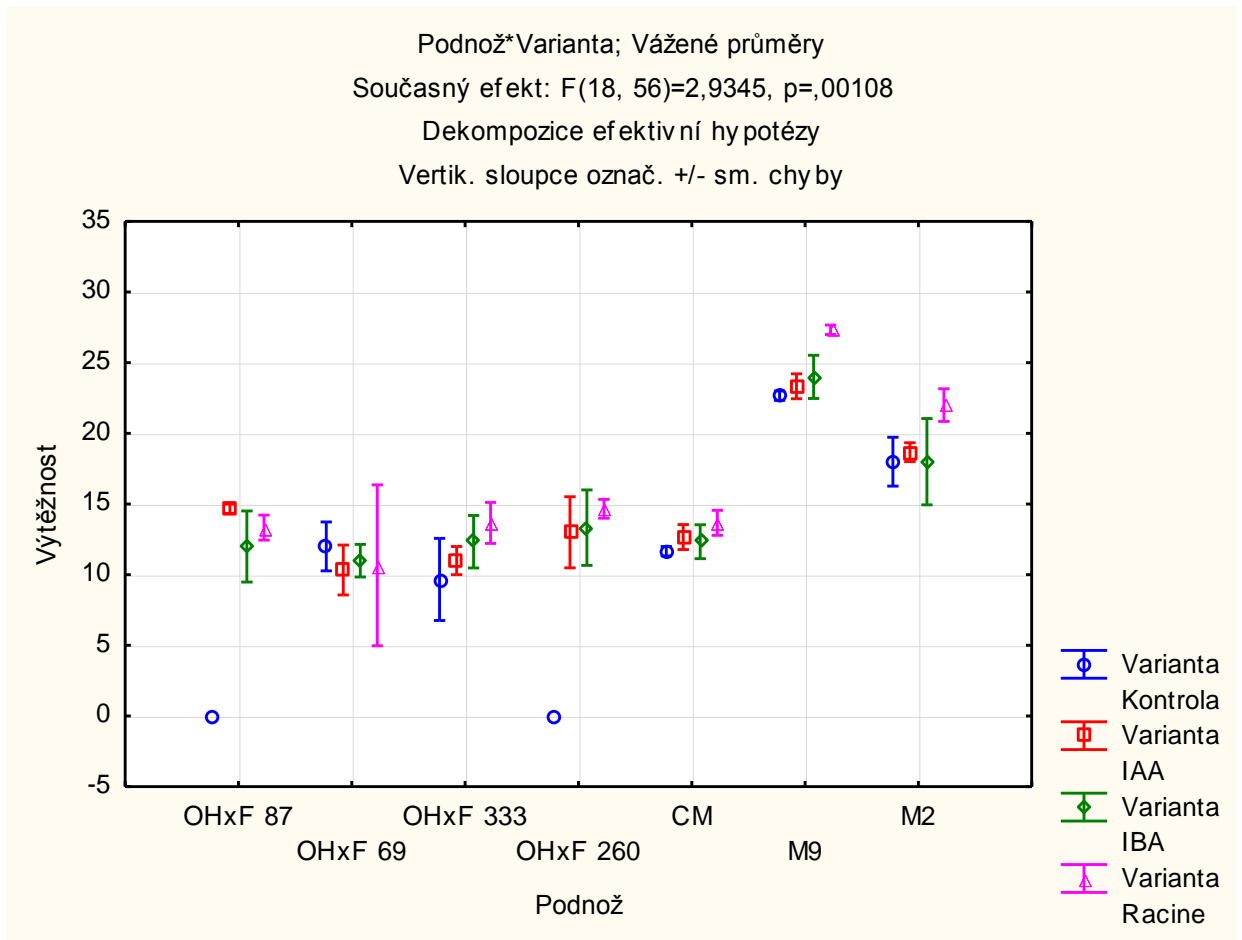
Statisticky průkazný vliv podnože na výtěžnost řízků byl prokázán u podnoží M 9 a M 2. Podnož M 9 měla statisticky průkazně největší vliv na výtěžnost v porovnání s ostatními druhy podnoží. Podnož M 2 měla statisticky průkazně nižší vliv na výtěžnost řízků, než podnož M 9, ale vyšší než ostatní druhy podnoží. Mezi zbývajících druhů podnoží byl pozorován statisticky průkazný rozdíl u podnože CM (viz graf č. 7.).



Graf č. 7: Jednofaktorová analýza rozptylu pro vliv podnože/ výtěžnost řízků

5.4.6 Anova s interakcemi

Graf č. 8 ukazuje působení stimulátorů v rámci jednotlivých druhů podnoží. Přípravek Racine působil statisticky průkazně nejlépe u podnože M 9. U podnože M 2 nebyl prokázán statistický průkazný rozdíl mezi působením Racine a IBA, ale mezi Racine, IAA a neošetřenou kontrolou ano. Chybová úsečka přípravku Racine u podnože OHxF 69 je největší ze všech, což značí vysokou variabilitu působení.



Graf č. 8: Anova s interakcemi Podnož*Varianta

6 DISKUSE

Kutina (1988) uvádí tvrzení, že řízků většiny druhů rostlin zakořeňují lépe po aplikaci auxinů, nežli bez nich. Podnož OHxF 69 dosáhla v pokusu celkově nejvyšší výtěžnosti v neošetřené kontrole. Podnože CM, M 9 a M 2 dosahovaly v kontrolních variantách ekonomicky efektivní výtěžnosti (60 %). Jejich výtěžnost se dokonce výrazně nelišila od některých variant s fytohormony. Naproti tomu podnože OHxF 87 a OHxF 260 v kontrolní variantě dosáhly nulové výtěžnosti.

Fogaca, Fett-Netto (2005) a Biasy (1989) uvádějí hypotézu o vztahu hladiny endogenního auxinu s exogenně aplikovaným auxinem. Pokud je obsah endogenního auxinu v řízcích vysoký, exogenně přidané auxiny mohou mít inhibiční vliv na rhizogenezi. Účinnost exogenně aplikovaného auxinu je tedy úzce propojena s hladinou endogenního auxinu v řízcích. Vzhledem k tomu, že výtěžnost řízků je závislá na tvorbě kořenů, lze tuto hypotézu aplikovat na výsledky pokusu u podnože OHxF 69. Všechny typy fytohormonů aplikovaných u podnože OHxF 69 vykazovaly inhibiční efekt, protože nejvyšší celkové výtěžnosti bylo dosaženo v neošetřené variantě.

Klerk *et al.* (1999) poukazuje na optimální koncentraci auxinu, která kolísá ve vztahu k určité fázi tvorby adventivních kořenů. To znamená, že optimální koncentrace pro indukční fázi, nemusí být optimální pro následnou vývojovou fázi. Z pozorování pokusu kultivace explantátů *Malus* sp. nejlepší zakořeňovací výkon nastal při použití NAA v nejširším rozmezí koncentrací. Tato vlastnost NAA by mohla souviset s výsledky diplomové práce, kdy přípravek Racine (2,5 % NAA) vyšel jako nejlepší stimulant pro výtěžnost dřevitých řízků. Výjimku tvoří pouze podnože OHxF 69 a OHxF 87, kde bylo nejvyšší celkové výtěžnosti dosaženo v jiných variantách.

Mielke *et al.* (2008) hodnotil podnož OHxF 333, jako snadno množitelnou metodou dřevitých řízků a OHxF 69, jako hůře množitelnou. Z výsledků pokusu diplomové práce podnož OHxF 333 nedosáhla hranice ekonomické výtěžnosti. Nicméně její celková výtěžnost byla vyšší, než u podnože OHxF 69. Nečas (2010) hodnotil podnož OHxF 87 jako hůře množitelnou, což se slučuje s výsledky pokusu.

V pokusech Kosiny a Nečase (2007) byly množeny podnože obdobnou metodou, jako v diplomové práci. U podnože CM dosáhli 100 % tvorby kalusu a u podnože OHxF 333 76 %. Dále prokázali vztah mezi vlivem tvorby kalusu na výtěžnost řízků.

V pokusech diplomové práce bylo dosaženo 96,7 % tvorby kalusu u podnože CM ve variantě s IAA a Racine. U podnože OHxF 333 96,7 % ve variantě s IBA. Lepšího výsledku bylo tedy dosaženo u OHxF 333. Na rozdíl od pokusu Kosiny a Nečase, nebyl nalezen statisticky průkazný vztah mezi vlivem tvorby kalusu a výtěžností řízků. Z výše jmenovaných podnoží ani jedna nedosáhla hranice výtěžnosti 60 % v obou pokusech.

Hartmann *et al.* (1960) množil podnože typu "Old Home" metodou dřevitých řízků. Jako stimulant použil IBA v rozmezí koncentrací 100-300 ppm (0,01-0,03 %). Doba expozice IBA na bazální části řízků trvala 24 hodin. Použil také tepelnou stimulaci obdobně, jako v diplomové práci. Nejlepšího výsledku dosáhl u koncentrace 200 ppm IBA (53,3 %). Westwood *et al.* (1963) Rahimi Dvin *et al.* (2011) a Hartmann *et al.* (1960) dosáhli nejlepší tvorby kořenů při použití tepelné stimulace na bázi řízků. Westwood *et al.* (1963) také nejlépe hodnotil koncentraci IBA 200 ppm u podnože typu "Old Home". V dalším pokusu dosáhl lepších výsledků při použití řízků o průměru 6,4 mm, než 11 mm. Rahimi Dvin *et al.* (2011) zkoumal vhodnost média pro tvorbu kořenů u podnože MM 111. Jako stimulant použil IBA v koncentraci 0-3 500 mg.l⁻¹. Doba expozice bazálních částí řízků trvala 10 vteřin. Pro tepelnou stimulaci byla použita teplota 24 °C. Nejvyšší výtěžnosti dosáhl u kombinace IBA 2 500 mg.l⁻¹ a kokos, rašelina a perlit (37,03%).

Zásadní rozdíly v metodických postupech jednotlivých autorů a diplomové práce jsou v termínu odběru výhonů pro řízkování, koncentrace stimulantu a doba expozice stimulantu na bazální části řízků. Hartmann *et al.* (1960) dosáhl u podnože typu "Old Home" výtěžnost 53,3 %. Tento výsledek nebyl dosažen v pokusech diplomové práce ani u jedné z hrušňových podnoží. Naproti tomu u jabloňových podnoží bylo dosaženo lepších výsledků, než v pokusu Rahimi Dvin *et al.* (2011). Z výsledků pokusů jednotlivých autorů lze jednoznačně potvrdit vhodnost tepelné stimulace bazálních částí řízků.

7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo ověřit účinek fytohormonů na tvorbu kořenů u vybraných druhů podnoží jaderovin. Pro pokus byly použity různé typy stimulatorů a sedm druhů podnoží. Pokus byl založen na jaře roku 2014 na pozemku ZF v Lednici na Moravě. Materiál pro řízkování pocházel z pozemků Ústavu ovocnictví ZF a VŠOÚ Holovousy.

Během pokusu došlo k technickým potížím na množárně, kvůli kterým nebylo možné správně vyhodnotit rozdělené varianty ošetřené brassinolidem. Vzhledem k této skutečnosti byly výsledky u výše zmíněných variant prohlášeny za neprůkazné.

Celkem bylo hodnoceno 2 520 dřevitých řízků. Po tepelné stimulaci v termoboxu vytvořilo kalus 86,55 % řízků. Nejlépe tvořila kalus podnož OHxF 87 (97%) a nejhůře OHxF 69 (55,83 %). Nebyl zjištěn statisticky průkazný vliv stimulatorů na tvorbu kalusu, ale vliv druhu podnože byl prokázán. Podnož OHxF 69 tvořila kalus statisticky prokazatelně hůře, než ostatní druhy podnoží. Dále nebyl prokázán vliv tvorby kalusu na výtěžnost dřevitých řízků.

Nejvyšší celkové výtěžnosti v provedeném pokusu dosáhly jabloňové podnože M 9 (91,1%) a M 2 (73,3 %) ve variantě s přípravkem Racine. Z hrušňových podnoží OHxF 87 (48,9 %) ve variantě s IAA a OHxF 260 (48,9 %) s přípravkem Racine. Celkové nejvyšší výtěžnosti bylo dosaženo při ošetření přípravkem Racine (55,6 %).

Dále byl potvrzen statisticky průkazný rozdíl ve vlivu stimulatorů na výtěžnost řízků mezi přípravkem Racine, IBA, IAA a neošetřenou kontrolou. Statisticky průkazný byl i vliv podnože na výtěžnost dřevitých řízků. Podnož M 9 dosáhla statisticky průkazně nejvyšší výtěžnosti ze všech druhů podnoží. Za ní následuje podnož M 2. Mezi ostatními druhy podnoží byl nalezen statisticky průkazný rozdíl u podnože Cydomalus.

Podnože obecně tvořily kalus v dostatečné míře, nicméně celková tvorba kořenů tomu není v přímé úměrnosti. Celkové ekonomické výtěžnosti 60 % dosáhly ve všech variantách pouze podnože M 9 a M 2. Podnož OHxF 69 dosáhla ekonomické výtěžnosti pouze v prvním opakování (73,3 %) a OHxF 333 ve druhém opakování (60 %). Je třeba zdůraznit, že tato metoda množení má v sobě velký potenciál, vzhledem ke své dostupnosti a možnosti vytvářet velký počet jedinců se stejným genotypem. Do budoucna je tedy potřeba neustále hledat vhodné stimulační přípravky a koncentrace, včetně médií pro kořenění a následné dopěstování řízků.

8 SOUHRN

Diplomová práce se zabývá problematikou množení podnoží jaderovin pomocí dřevitých řízků. V práci byl hodnocen vliv několika faktorů na celkovou efektivitu metody. Testovány byly podnože typu OHxF, Cydomalus, M 9 a M 2.

V první části jsou uvedeny informace z literárních zdrojů o významu podnoží, vlivu fytohormonů a vnějších podmínek na tvorbu kořenů, charakteristiku vybraných druhů podnoží a technologické postupy používané v pokusech i v praxi. Ve druhé části je popsán materiál a metodika pokusu diplomové práce. Získané výsledky jsou zde statisticky zpracovány a vyhodnoceny.

Nejvyšší výtěžnosti bylo dosaženo u jabloňových podnoží M 9 a M 2. Z hrušňových podnoží dopadly nejlépe Cydomalus a OHxF 333. Nejlepší vliv na výtěžnost měl přípravek Racine.

9 RESUME

This thesis deals with the propagation of pome rootstocks using hardwood cuttings. There was evaluated the effects of several factors on the overall effectiveness of this method. The tested rootstocks were OHxF types, Cydomalus, M 9 and M 2.

The first part consists the information from literature sources about importance of rootstocks, influence of phytohormones and external conditions on root formation, characteristics of selected species rootstock and technological procedures used in experiments and in practice.

In the second part describes the material and methods attempt thesis. The results are statistically processed and evaluated. The highest yield was achieved at apple rootstock M 9 and M 2. From the pear rootstocks the fell best Cydomalus and OHxF 333. Best affect yield product should Racine.

10 POUŽITÉ ZDROJE

1. ADAM G., PETZOLD U.. 1994: Naturwissenschaften 81:210-217.
2. BIASY, L. A., 1998: treated with padobutrazol. The Plant Propagator 32:7-9
3. BLAŽKOVÁ A, SOTTA B, TRANVAN H, MALDINEY R, BONNET M, EINHORN J, KERHOAS L, MIGINIAC E (1997). Auxin metabolism and rooting in young and mature clones of *Sequoia sempervirens*. *Physiol Plant* 99(1):73-80.
4. BOJARCZUK, K., JANKIEWICZ, L. S., 1975a: Influence of phenolic substances on rooting of softwood cuttings of *Populus alba* L. and *P. eanescens* Sm. *Acta Agrobot.* 28:121-129
5. BOJARCZUK, K., JANKIEWICZ, L. S., 1975b: Rooting of *Syringa vulgaris* L. softwood cuttings using auxin, vitamins, phenolic substances, indols, SADH and abscisic acid. *Acta Agrobot.* 28:229-239
6. BROCK, T. G., KAUFFMAN, P. B., 1991: Growth regulators: an account of hormones and growth regulation. In: Steward F. C. (ed.). *Plant Physiology a treatise*, Vol. X. Academic Press. San Diego: 277-340
7. CABONI E, TONELLI MG, LAURI P, IACOVACCI P, KEVERS C, DAMIANO C, GASPAR T (1997). Biochemical aspects of almond microcuttings related to *in vitro* rooting ability. *Biologia Plantarum* 39:91-97.
8. CAMPBELL J., (2003). Pear rootstocks. *Agfacts / Department of Agriculture, New South Wales. Orange Agricultural Institute: Former Research Scientist.* ISSN 07257759.
9. COLEMAN, W., GREYSON, R., 1976: Root regeneration from leaf cuttings of *Lycopersieum esculentum* Mill. Application of the leaf plas- tochrom index and responses to exogenous gibberellic acid. *J. Experimental Botany* 27:1339-1351
10. COOPER WC (1935). Hormones in relation to root formation on stem cuttings. *Plant Physiology* 10:789-794.
11. CUTLER H. G., YOKOTA T.. ADAM G., (eds), 1991: Brassinosteroids. Chemistry, Bioactivity and Applications. ACS Symp. Ser. 474, American Chemistry Society Washington.
12. DAVIES PJ (2004). *Plant hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!* Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

13. DAVIES, F. T. J., DAVIS, T. D. & KESTER, D. E. (1994) Commercial importance of adventitious rooting to horticulture. *Basic Life Sciences; Biology of adventitious root formation*. Plenum Publishing Corp.; Plenum Press.
14. DELARUE M, PRINSEN E, ONCKELEN HV, CABOCHE M, BELLINI C (1998). Sur2 mutations of *Arabidopsis thaliana* define a new locus involved in the control of auxin homeostasis. *Plant J* 14(5):603-611.
15. DHARMASIRI, N., ESTELLE, M (2004): Auxin signalling and regulated protein degradation. *Trends in Plant Science* Vol.9 No.6: 302-308
16. DOSTÁL, R., 1912:0 korelačním vztahu mezi systémem lodyžním a kořenovým. *Rozpravy Čes. Akad. tř. II.* 21:1-38
17. EDSON JL, WENNY D, FINS L (1991). Propagation of Western Larch by Stem Cuttings. *West J Appl Forest* 6:47-49.
18. EPSTEIN E, LUDWIG-MÜLLER J (1993). Indole-3-butyric acid in plants: occurrence, synthesis, metabolism and transport. *Physiologia Plantarum* 88:382-389.
19. FOGACA, C. M., FETT-NETO, A. G., 2005: Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of *Eucalyptus* species differing in recalcitrance. *Plant Growth Regulation* 45:1-10
20. FRIEDMAN R., ALTMAN A., ZAMSKI E., 1979: *J. Exp. Bot.* 30:769—777.
21. GASPAR T, KEVERS C, PENEL C, GREPPIN H, REID D, THORPE T (1996). Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. *In Vitro Cell Develop Biol Plant* 32(4):272-289.
22. GASPAR, T., 1981: Rooting and flowering two antagonistic phenomena from a hormonal point of view. In: JEFFCOAT, B. (ed.): *Aspects and Prospects of Plant Growth Regulators*: 39-49
23. GASPAR, T., KEVERS, C., HAUSMAN, J. P., 1997: Indissociable chief factors in the inductive phase of adventitious rooting. In: Altman A., Waisel Y., (editors). *Biology of Root Formation and Development*. New York and London. Plenum Press: 55-64
24. GATINEAU F, FOUCHE JG, KEVERS C, HAUSMAN JF, GASPAR T (1997). Quantitative variations of indolyl compounds including IAA, IAA aspartate and serotonin in walnut microcuttings during root induction. *Biol Plant* 39:131-137.
25. GEISS G, GUTIERREZ L, BELLINI C (2009). *Adventitious Root Formation: New Insights and Perspectives*, Wiley-Blackwell.

26. GENY, L., DALMASSO, R., BROQUEDIS, M., 2002: Polyamines and adventitious root formation in *Vitis vinifera* L. Journ Int. Sci. Vignes Vin 36:97-102.
27. HAISSIG, B. E., DAVIS, T. D., RIEMENSCHNEIDER, D. E., 1992: Researching the controls of adventitious rooting. *Physiol. Plant* 84:310-317
28. HAN H, ZHANG S, SUN X (2009). A review on the molecular mechanism of plants rooting modulated by auxin. *Afr J Biotech* 8(3):348-353
29. HARTMANN H., GRIGGS W, HANSEN C. (1960). Old home pear rootstock propagated by hardwood cuttings. *Calif Agr* 14(10):9-10. DOI: 10.3733/ca.v014n10p9
30. HARTMANN H., HANSEN C., LORETI F. (1965). Propagation of Apple rootstocks by Hardwood Cuttings. *California Agriculturae*, page 4-5
31. HARTMANN, H. T., KESTER, D. E., DAVIES, Jr. F. T., GENEVE, R. L., 2002: Principles of propagation by cuttings. In: *Plant Propagation: Principles and practices*, ed. Hartmann H. T. Prentice Hall, Upper Saddle River: 277-340.
32. HAUCK, O., 1987: The effect of the origin of spruce cuttings on their rooting ability. *Lesnictví* 33 (6): 533-540
33. HELOIR MC, KEVERS C, HAUSMAN JF, GASPAR T (1996). Changes in the concentrations of auxins and polyamines during rooting of in-vitro-propagated walnut shoots. *Tree Physiol* 16(5):515-519.
34. HENRIQUE, A., CARNPINHOS, E. N., ONO, E. O., DE PINHO, S. Z., 2006: Effect of plant growth regulators in the rooting of *Pinus* cuttings. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49:189-196
35. HOWARD, B. H., 1968: The influence of indolyl-3-butyric acid and basal temperature on the rooting of apple rootstock hardwood cuttings. *J. Hort. Sci.* 43:23-31
36. HOWARD, B. H., 1973: Factors affecting rooting response of plants to growth regulators application. *Acta Hort.* 34:93-106
37. CHILD, R. D.; HUGHES, R. F (1978). Factors influencing rooting in hardwood cuttings of apple cultivars.[Conference paper]. *Acta Horticulturae* (Netherlands). no. 79.
38. International Conference of Perspectives in European Fruit Growing: proceeding : Lednice/Czech Republic, October 18-20.2006 = Mezinárodní konference o perspektivách pěstování ovocných druhů v Evropě: sborník příspěvků: v Lednici,

- říjen 18.-20.2006. Editor Tomáš Nečas. Brno: Department of Fruit Growing, Faculty of Horticulture in Lednice, Mendel University of Agriculture and Forestry, 2006, 286 s. ISBN 80-7157-975-0.
39. JAILLAIS Y, CHORY J (2010). Unraveling the paradoxes of plant hormone signaling integration. *Nat Struct Mol Biol* 17(6):642-645.
 40. JAIN, M. K., NANDÁ, K. K., 1972: Effect of temperature and some antimetabolites on the interaction effect of auxin and nutrition in rooting etiolated stem segments of *Salix tetrasperma*. *Physiol. Plant.* 27:169-172
 41. JANKIEWICZ, L. S., 1979: Fizjologia roślin sadowniczych. PWN, Warszawa
 42. JANKIEWICZ, L. S., 1979: Fizjologia roślin sadowniczych. PWN, Warszawa
 43. JANSEN, J., 1967: Die Wirkung von Gibberellinsäure auf Wurzelbildung von Tomatenstecklingen. *Planta* 74:371-378
 44. KARAKURT, Halil, et al. Effects of indol-3-butyric acid (IBA), plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and carbohydrates on rooting of hardwood cutting of MM106 apple rootstock. *African Journal of Agricultural Research*, 2009, 4.2: 60-64.
 45. KAWAI, Y., 1997: Effects of exogenous BAP, GA and ABA on endogenous auxin and rooting of grapevine hardwood cuttings. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 60:93-98
 46. KAWASE, M., 1971: Diffusible rooting substances in woody ornamentals. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 6:116-119
 47. KENDE H, ZEEVAART J (1997). The Five “Classical” Plant Hormones. *Plant Cell* 9(7):1197-1210.
 48. KEPINSKI S, LEYSER O (2005). Plant development: auxin in loops. *Curr Biol* 15(6):208-210.
 49. KEVERS C, HAUSMAN JE, FAIVRE-RAMPANT O, EVERS D, GASPAR T (1997). Hormonal control of adventitious rooting: progress and questions. *J Appl Bot Angew Bot* 71:71-79.
 50. KIM MS, KLOPFENSTEIN NB, CREGG BM (1998). *In vitro* and *ex vitro* rooting of micropropagated shoots using three green ash (*Fraxinus pennsylvanica*) clones. *New For* 16:43-57.
 51. KLERK, Geert-Jan de, Wim van der KRIEKEN a Joke C. de JONG. Review the formation of adventitious roots: New concepts, new possibilities. *In Vitro Cellular*

- & Developmental Biology - Plant [online]. 1999, vol. 35, issue 3, s. 189-199 [cit. 2015-02-15]. DOI: 10.1007/s11627-999-0076-z.
52. KLÍČOVÁ, Š., KRÁLÍK, J., ŠEBÁNEK, J., 1987: The level of endogenous gibberellins of *Quereus robur* cuttings in relation to the age of the plant and to transplantation. Acta Univ. Agr. A Brno XXXV: 4-7
 53. KOSINA, Josef a Tomáš NEČAS. Metodika množení vybraných hrušňových podnoží dřevitými řízkami. Holovousy: Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský, 2007, 21 s. ISBN 978-80-87030-10-3.
 54. KRÁLÍK, J., ŠEBÁNEK, J., 1980: Effect of growth promoters and inhibitors rooting of cuttings of *Populus x euroamericana* (Dode) Quinier cultivar Marilandica. Acta Univ. Agr. A Brno XVIII: 59-70
 55. KRENKE, M. P., 1950: Regeneracija rasténij. Izd. A lead. Nauk SSSR Moskva
 56. KUTINA, Josef. Regulátory růstu a jejich využití v zemědělství a zahradnictví. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1988, 414 s.
 57. LI, Shi-Weng, Lingui XUE, Shijian XU, Huyuan FENG a Lizhe AN. Mediators, Genes and Signaling in Adventitious Rooting. The Botanical Review [online]. 2009, vol. 75, issue 2, s. 230-247
 58. LIBBERT, E., URBAN, L., 1964: Förderung der Stecklingsbewurzelung bei Windepflanzen durch das „antigibberellin“ CCC. Naturwissenschaften 51:92-93
 59. LUDWIG-MULLER J, VERTOCNIK A, TOWN CD (2005). Analysis of indole-3-butyric acid-induced adventitious root formation on Arabidopsis stem segments. J Exp Bot 56(418):2095-2015
 60. LUDWIG-MULLER, J., EPSTEIN, E., 1994: Indole-3-butyric acid in Arabidopsis thaliana III. In vivo biosynthesis. J. Plant Growth Regul. 14:7-14
 61. LUTZ, Armin. Pařeniště, fóliové kryty a skleníky. 1.vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985, 176 s.
 62. LUX A.. 1978: Biológia (Bratislava) 33:11-16.
 63. LUXOVÁ M., 1991: Regeneration of adventitious roots. In: Šebánek J., Sladký Z., Procházka S, (eds): Experimental Morphogenesis and Integration of Plants. Academia, Praha 1991.
 64. LUXOVÁ M., 1974: Zemědělská botanika I. SZN, Praha.
 65. MASON WL (1989). Vegetative propagation of hybrid larch (*Larix × eurolepis* Henry) using winter cuttings. For Suppl 62:189-199.

66. MATUŠKOVIČ, Ján. Technológie ovocinárskeho škôlkárstva. Vyd. 1. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2004, 221 s. ISBN 80-8069-383-8.
67. MC CLELLAND MT, SMITH MAL, CAROTHERS ZB (1990). The effects of *in vitro* and *ex vitro* root initiation on subsequent microcutting root quality in three woody plants. *Plant Cell Tissue Org Cult (Historical Archive)* 23:115-123.
68. MELLEROWICZ EJ, BAUCHER M, SUNDBERG B, BOERJAN W (2001). Unravelling cell wall formation in the woody dicot stem. *Plant Mol Biol* 47(1-2):239-274.
69. MIELKE, E.A., TURNER, J. AND SUGAR, D. 2008. Pear production on 'Old Home × Farmingdale' (OHxF) interstem-rootstock combinations. *Acta Hort. (ISHS)* 800:645-652.
70. MITCHAM, Elizabeth J a Rachel B ELKINS. Pear production and handling manual. Oakland, Calif.: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2007, v, 215 p. ISBN 1879906651.
71. MONCOUSIN, C., FAVRE, J., GASPARD, T., 1989: Early changes in auxin and ethylene production in vine cuttings before adventitious rooting. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 19:253-292.
72. MULLER A, GUAN C, GALWEILER L, TANZLER P, HUIJSER P, MARCHANT A, PARRY G, BENNETT M, WISMAN E, PALME K (1998). AtPIN2 defines a locus of Arabidopsis for root gravitropism control. *Embo J* 17(23):6903-6911.
73. MULLINS, M. G., 1972: Auxin and ethylene in adventitious root formation in *Phaseolus aureus* (Roxb.). In: Carr D. J. *Plant Growth Substances. 1970. Springer Ver. Berlin: 526-533*
74. NAG, S., SAHA, K., CHOUDHURI, M. A., 2001: Role of auxin and polyamines in adventitious root formation in relation to changes in compounds involved in rooting. *J. Plant Growth Regul.* 20:182-194
75. NEČAS, Tomáš. Pěstujeme hrušně a kdouloně. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 102 s., [8] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-247-2500-0.
76. NEMHAUSER JL, HONG F, CHORY J (2006). Different plant hormones regulate similar processes through largely nonoverlapping transcriptional responses. *Cell* 126(3):467-475.

77. NEWTON, A. C., MUTHOKA, P. N., DICK, J. Me., 1992: The influence of leaf area on the rooting physiology of leafy stem cuttings of *Terminalia spinosa* Engl. Trees 6: 210-215
78. OBDRŽÁLEK, Jiří, MIROSLAV PINC a D. E. KESTER. Vegetativní množení listnatých dřevin: New concepts, new possibilities. Průhonice: Výzkumný ústav okrasného zahradnictví, 1997, 118 p. ISBN 80-851-1613-8.
79. OPLT, Jaroslav a Ladislav ČERNÝ. Zakořeňování a štěpování ovocných rostlin. 3. vyd., (v ČSAV 3. vyd.). Praha: ČSAV, 1962, 280 s.
80. PAN R, WANG J, TIAN X (2002). Influence of ethylene on adventitious root formation in mung bean hypocotyl cuttings. Plant Growth Regul 36(2):135-139.
81. PROCHÁZKA, Stanislav a Jiří ŠEBÁNEK. Regulátory rostlinného růstu. Vyd. 1. Praha: Academia, 1997, 395 s. ISBN 80-200-0597-8.
82. PROCHÁZKA, Stanislav. Morfologie a fyziologie rostlin. 1.vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1994, 222 s. ISBN 80-7157-108-3.
83. PSOTA, V., 1997: In: Regulátory rostlinného růstu. Academia Praha: 192-193
84. PSOTA, Vratislav a Jiří ŠEBÁNEK. Za tajemstvím růstu rostlin: návody k experimentům. 1. vyd. Praha: Scientia, 1999, 187 s. ISBN 80-7183-093-3.
85. RAHIMI DVIN S., E. GANJI MOGHADAM A M. KIANI. Rooting Response of Hardwood Cuttings of MM111 Apple Clonal Rootstock to Indolebutyric Acid and Rooting Media. Asian Journal of Applied Sciences [online]. 2011, vol. 4, issue 4, s. 453-458 [cit. 2015-03-31]. DOI: 10.3923/ajaps.2011.453.458.
86. RAUSCHEROVÁ, L., KRÁLÍK, J, ŠEBÁNEK, J., 1992: *Ligustrum vulgare* L. as a model for the study of rhizogenesis. Acta Sci. Acad, nat. Bohemoslov. Brno 26 (2): 1-48.
87. READ, P. E., HOYSLER, V. C., 1969: Stimulation and retardation of adventitious root formation by application of B-nine and cycocel. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:314-316.
88. RIOV J, YANG S (1989). Ethylene and auxin-ethylene interaction in adventitious root formation in mung bean (*Vigna radiata*) cuttings. J Plant Growth Regul 8(2):131-141.
89. ROUT, G. R., 2006: Effect of auxins on adventitious root development from single node cuttings of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and associated biochemical changes. Plant Growth Regul. 48 (2): 111-117
90. SAKURAI A., FUJIOKA S., 1993: Plant Growth Regul. 13:147-159.

91. SANTNER A, ESTELLE M (2009). Recent advances and emerging trends in plant hormone signalling. *Nature* 459(7250):1071-1078.
92. SCHNITZEN, M., POAPST, P. A., 1967: Effect of soil humic compound on root initiation. *Nature* 213:598-599.
93. SLASKI, J., 1959: Wstępne badania nad wegetatywnym rozmnożaniem drzew owocowych bez podkladek. *Prače Komisji Nauk Roln. i Lesn. Pozn. Tow. Przyj. Nauk* 5:1-79
94. SMART, D. R., KOCSIA, L., WALKER, M. A., STOCKERT, C., 2003: Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. *J. Plant Growth Regul.* 21: 296-314
95. SOUČEK, Josef. Slivoňové podnože. Praha: Brázda, 1948, 62 s.
96. SPETHMANN, W., 2005: Effect of length of cuttings, substrate pH and mineral nutrition on rooting of *Pyrus communis* cultivars. *Eur. J. Hort. Sci.* 70 (4):189-194
97. STADEN, J., HARTY, A. R., 1988: Cyto-kinins and adventitious root formation. In: DAVIS, T. D., HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. (ed.). *Adventitious Root Formation in Cuttings*. PORTLAND OR: Dioscorides Press: 185-20L
98. STEFANCIC, M., STAMPAR, F., OSTERC, G., 2006: Influence of endogenous LAA levels and exogenous IBA on rooting and quality of leafy cuttings of *Prunus*, GiSelA 5⁺. *J. Hort. Sci. and Biotechnology* 81 (3): 508-512
99. ŠEBÁNEK, J. (ed.), 1983: *Fyziologie rostlin*. SZN Praha
100. ŠEBÁNEK, J., KLÍČOVÁ, Š., REINÔHL, V., 1991b: The effect of paclobutrazol on the level of endogenous IAA in relation to the rooting of cuttings and abscission of petioles. *Bioch. Physiol. Pflanzen, Jena* 187:89-94
101. ŠEBÁNEK, J., SLABÝ, K., 1979: The correlative effect of the stem apex on the level of endogenous gibberellins in *Bryophyllum crenatum* leaves. *Biol. Plant* 21:311-314
102. ŠEBÁNEK, Jiří. Fyziologie vegetativního množení dřevin = Physiology of vegetative propagation of woody species: monografie. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-807-3752-385.
103. TSIPOURIDIS, C., THOMIDIS, T., MICHAELIDES, Z., 2005a: Influence of some external factors on the rooting of GF677, peach and nectarine shoot hardwood cuttings. *Austral. J. Experimental Agriculture*. 45 (I): 107-113.

104. TSIPOURIDIS, C., THOMIDIS, T., MICHAELIDES, Z., 2005b: Factors influencing the rooting of peach GF677 (peach x almond hybrid) hardwood cuttings in a growth chamber. *New Zealand J. Crop and Hort. Sci.* 33 (2): 93-98.
105. TURECKAJA, P. *Prijemy uskoreného rozmnoženija rastenij putem čerenkovanija*. Moskva: Izdatel'stvo akademii nauk SSSR, 1949, 166 s.
106. VACHŮN, Zdeněk. *Ovocnictví: podnože ovocných dřevin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1996, 65 s. ISBN 80-7157-217-9.
107. VAN DER KRIKEN WM, BRETELER H, VISSER MHM (1992). Uptake and metabolism of indolebutyric acid during root formation on *Malus microcuttings*. *Acta Bot Neerlandica* 41:435-442.
108. VAN DER LEK, H. A. A., 1924: Root development in woody cuttings. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 28: 211-230.
109. VILKUS, Eduard. *Roubování a očkování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003, 86 s., [6] s. obr. příl. ISBN 80-247-0539-7.
110. WAMPLE R. L., REID D. M., 1979: *Physiol. Plant.* 45:219-226.
111. WEBSTER, A.D. 2004. Vigour mechanisms in dwarfing rootstocks for temperate fruit trees. *Acta Hort. (ISHS)* 658:29-41
http://www.actahort.org/books/658/658_1.htm
112. WENT FW, THIMANN KV (1937). *Phytohormones*. New York, The Macmillan Company.
113. WESTWOOD M.N., CHESTNUT N.E. (1963). How to propagate Old Home pear rootstocks. *Horticulturae department Oregon State University Corvallis, OR*. Vol. 7, Issue 1, Page 3,4.
114. WIESMAN Z, RIOV J, EPSTEIN E (1988). Comparison of movement and metabolism of indole-3-acetic acid and indole-3-butyric acid in mung bean cuttings. *Physiol Plant* 74(3):556-560.
115. WOODWARD AW, BARTEL B (2005). Auxin: regulation, action, and interaction. *Ann Bot* 95(5):707-735.
116. ZIMMERMAN PW, WILCOXON F (1935). Several chemical growth substances which cause initiation of roots and other responses in plants. *Contrib Boyce Thompson Inst* 7:209-229.

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

2,4 D	- 2,4 dichlorfenoxy-octová kyselina
ABA	- Kyselina abscisová
ACC	- Kyselina 1-aminocyklopropan-1-karboxylová
BA	- Benzyladenin
BR	- Brassinosteroidy
BRS	- Brassinolid
CCC	- Chlorcholinchlorid
CEPA	- Kyselina chloretylfosfonová
CK	- Cytokininy
CM	- Cydomalus
DNA	- Deoxyribonukleová kyselina
ET	- Etylen
GA	- Gibereliny
HSP	- Heat shock proteins
IAA	- Kyselina indolyloctová
IBA	- Kyselina indolylmáselná
i-RNA	- Informační ribonukleová kyselina
NAA	- Kyselina naftyloctová
PAA	- Kyselina fenylloctová
SADH	- 2,2-dimethylhydrazin kyseliny jantarové
TIBA	- Kyselina 2,3,5-trijodbenzoová

12 SEZNAM PŘÍLOH

Graf č. 9: Jednofaktorová analýza rozptylu pro vliv fytohormonů na tvorbu kalusu

Graf č. 10: Jednofaktorová analýza rozptylu pro vliv podnože na tvorbu kalusu

Graf č. 11: Jednofaktorová analýza rozptylu pro vliv podnože na výtěžnost řízků

Tabulka č. 20: Tukeyův HSD test pro vliv fytohormon/kalus

Tabulka č. 21: Tukeyův HSD test pro vliv podnož/kalus

Tabulka č. 22: Popisné statistiky pro vliv tvorby kalusu na výtěžnost

Tabulka č. 23: Popisné statistiky pro vliv fytohormonů na výtěžnost

Tabulka č. 24: Jednorozměrné testy významnosti pro vliv podnož/výtěžnost

Tabulka č. 25: Popisné statistiky pro anova s interakcemi

Obrázek č. 1: Připravené roztoky pro stimulaci řízků

Obrázek č. 2: Dřevité segmenty před stimulací

Obrázek č. 3: Stimulace dřevitých řízků

Obrázek č. 4: Stimulace dřevitých řízků

Obrázek č. 5: Uložení dřevitých řízků do termoboxu

Obrázek č. 6: Tvorba kalusu po tepelné stimulaci v termoboxu

Obrázek č. 7: Tvorba kalusu po tepelné stimulaci v termoboxu

Obrázek č. 8: Výsadba do pařeniště

Obrázek č. 9: Stav pokusu 9 dní po výsadbě

Obrázek č. 10: Stav pokusu 11.4.2014

Obrázek č. 11: Stav pokusu 3.10.2014

Obrázek č. 12: Kořenový systém podnože M 9

Obrázek č. 13: Kořenový systém podnože M 2