

MOŽNOST URYCHLENÍ INDUKCE A DIFERENCIACE KVETENÍ DUBŮ PACLOBUTRAZOLEM A VLÁHOVÝM DEFICITEM

INDUCTION OF EARLY FLOWERING OF OAKS BY PACLOBUTRAZOL AND WATER TREATMENT

JOLANA KYSELÁKOVÁ – MARIE BENEDÍKOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice

ABSTRACT

During 2008 and 2009, paclobutrazole (phytohormone) spray and water stress treatments were done to induce flowering in 3-year-old graftings and cuttings of pedunculate oak (*Quercus robur*). In 2009, 2-year-old *Q. virgiliana* and *Q. pubescens* graftlings were included in the tests as well. The aim was to obtain early flowering in these oaks. Three treatments were used, i.e. paclobutrazole (phytohormone) spray, water stress and paclobutrazole spray in combination with water stress. Control treatments plants received only irrigation water as needed. One year after treatment neither paclobutrazole nor water stress alone affected flower induction. After 2 years, only male flowers occurred in the grafted-plants both in the water stress and paclobutrazole treatments. One year after treatment the plants in the control treatment flowered.

Klíčová slova: *Quercus robur*, *Q. virgiliana*, *Q. pubescens*, indukce kvetení, paclobutrazol

Key words: *Quercus robur*, *Q. virgiliana*, *Q. pubescens*, flower induction, paclobutrazole

ÚVOD

Všeobecně známá skutečnost, že jednotlivé druhy dubů jsou schopné vzájemného křížení (MORRISON-HILL, BUCK 1980; BACILIERI et al. 1994; STEINHOFF 1998; KLEINSCHMIT, KLEINSCHMIT 2000; PETIT et al. 2003; CURTU et al. 2007), ke kterému občas dochází za vhodných podmínek v přirozeném prostředí, dává možnost využít genetického potenciálu těchto dřevin i v záměrném křížení. Předpokládá se tím dosažení některých žádoucích vlastností, jako dobrý vzrůst, zlepšení fenologické charakteristiky (např. ranost rašení, odolnost k pozdním mrazíkům), v neposlední řadě i vyšší odolnost k některým chorobám, případně škůdcům. Záměrné křížení *in situ* je technicky a časově velmi náročné. Proto se provádí jednodušeji na menších rostlinách získaných přenesením roubov z vybraných stromů s požadovanými vlastnostmi na podnože v nádobách. U dlouhověkových lesních dřevin přesto většinou nedochází v přijatelně krátkém období (např. 3 – 4 roky, které jsou obvyklé u roubovanců ovocných dřevin) ke kvetení. Pro pokusné účely a hybridizaci je zapotřebí zkrátit období juvenilní fáze stromu a dosáhnout fáze reprodukční, tj. kvetení a následně fruktifikace.

Časnější fruktifikaci dřevin je možné uměle dosáhnout urychlením přechodu z juvenilní fáze do dospělosti. Pro indukci kvetení se využívají postupy založené na samostatném nebo kombinovaném působení fytohormonů a jiných chemických látek nebo vodního stresu, jak je uváděno například pro topoly (MEILAN 1997), olivovníky (BADR et al. 1970) nebo citrusy (SOUTHWICK et al. 1986). U citrusů se dařilo iniciovat květní pupeny u roubovanců již po 5 týdnech působením vodního stresu a nízkých teplot. Předpokládá se, že jak rostlinné hormony (zvláště gibereliny), tak i vláhový a teplotní stres hrají u některých rostlin důležitou roli v iniciaci kvetení. Výše uvedení autoři se shodují, že podmínky, za kterých dochází ke kvetení, jsou pro každou dřevinu odlišné. V Polsku se úspěšně využívaly komerční

přípravky na bázi inhibitorů biosyntézy giberelinu, obsahující účinné látky chlormequat, trinexapac-ethyl, daminozid, proxeadione calcium a nověji paclobutrazol, který způsobuje zkrácení výhonů okrasných keřů a dřevin a urychlení kvetení (MAROSZ, MATYSIAK 2005).

Jednou z důležitých rolí giberelinů u stromů je stimulace prodlužování buněk. Když je tvorba giberelinů inhibována, dochází sice k dělení buněk, ale nové buňky se neproduklují. Výsledkem jsou výhony se stejným počtem listů a internodií, stlačené do kratší délky (PROCHÁZKA, ŠEBÁNEK et al. 1997; ARRON et al. 1997). Některé komerční retardanty růstu (látky brzdící dlouhivý růst) se projeví jako inhibitory biosyntézy giberelinů. Do skupiny inhibitorů oxidačních a hydroxylačných reakcí vedoucích ke tvorbě aktivních giberelinů patří také paclobutrazol. Jeho hlavním účinkem je inhibice syntézy giberelinu inhibicí oxidace kaurenu na kyselinu kaurenovou (KRISANAPOOK et al. 1990).

Jedinečná struktura paclobutrazolu, která mu dovoluje poutat atomy železa v enzymech nezbytných pro tvorbu giberelinů má také schopnost poutání enzymů nezbytných k tvorbě steroidů u hub, stejně jako prosazovat destrukci kyseliny abscisové. Potlačováním růstu paclobutrazolem dochází k blokování složité syntézy terpenoidů při tvorbě giberelinů, spojené s inhibicí enzymů, které katalyzují metabolické reakce. Po mnoho let bylo považováno za jediný účinek na stromy ošetřené paclobutrazolem pouze zkracování výhonů nebo nižší vzrůst rostlin. Novější výzkumy však doložily, že paclobutrazol částečně blokuje nahromaděné množství terpenoidů. Tím dochází ke zvýšené tvorbě hormonu kyseliny abscisové a složky chlorofylu fytylu, prospěšných pro zdraví a růst stromů (CHANEY 2004). V návaznosti na tyto změny dochází k přechodu z juvenilní fáze do dospělosti. Těchto vlastností giberelinů se dá vhodně využít především v oblasti šlechtitelské.

Důležité je období, ve kterém je aplikace paclobutrazolu prováděna. Například u jabloní nastává cyklus kvetení během 9 – 10 měsíců po

ošetření, po určité době kdy probíhá diferenciací letních pupenů, při objevení květních primordií a po dokončení tvorby květních částí na jaře v následujícím vegetačním období. Od počátku morfologické diferenciací v červenci se do září až října objevují např. u jabloní primordia pestíků. Další tvorba květních částí se objevuje až s přechodem rostlin do stavu zimní dormance (KOUTINAS et al. 2010).

Z fyziologického vývoje plyne, že u dubů je nutné přistoupit k iniciaci kvetení nejpozději od začátku růstu letních jánských výhonů, přičemž k ošetření by mělo docházet nejméně po dobu do růstu těchto výhonů až do ukončení růstu a založení dormantních pupenů, ze kterých v následujícím vegetačním období vyrůstají květní a vegetativní výhony.

U nás se dosud stimulace dubů za účelem urychlení kvetení neprováděla. Naše úsilí bylo proto v dílčí části výzkumného projektu „Využití genových zdrojů domácích druhů dubů pro reprodukci adaptabilních lesních ekosystémů“ zaměřeno na prověření metod vedoucích k urychlení kvetení roubovanců dubů, které budou následně použity pro vnitrodruhové i mezidruhové křížení. Vliv fytohormonu paclobutrazol a vláhového stresu byl testován na roubovancích dubu letního (*Quercus robur* L.), dubu jadranského (*Q. virgiliana* Ten.), dubu pýřitého (*Q. pubescens* Willd.) a řízkovancích dubu letního.

Účinná látka paclobutrazol byla vybrána na základě zpráv o podobných pokusech na dřevinách a její dostupnosti. V Evropě (CHRISTOV et al. 1995; MEILAN 1997) i v Severní Americe (BADR et al. 1970; ARORA et al. 2003; YUCEER et al. 2003) byly zkoumány triazolové růstové regulátory inhibující biosyntézu kyseliny gibberelové, z nichž nejčastěji používanou látkou byl paclobutrazol.

MATERIÁL

Pro testování byly použity roubovance a řízkovance dubů vypěstované v průběhu řešení výzkumných úkolů v minulých letech. Pokus byl zahájen v roce 2008 s tříletými roubovanci dubu letního slavonského, o rok později s dvouletými roubovanci dubu jadranského a pýřité-

ho. Protože roubovanců byl k dispozici jen omezený počet, byly do pokusu zařazeny také tři a čtyřleté řízkovance dubu letního původem z provenienčních ploch (zakládány v roce 1985). Jako kontrolní vzorek sloužilo vždy 10 sazenic od každého druhu (roubovance i řízkovance). Počty roubovanců a řízkovanců dubu v jednotlivých variantách pokusu jsou uvedeny v tabulce 1. Sazenice byly pěstovány v plastových kontejnerech o objemu 4 a 8 litrů v pěstební substrátu složeném se zahradnického univerzálního substrátu a písku v poměru 4:1.

METODIKA

K indukci květních pupenů byly testovány 3 varianty: kombinované působení fytohormonu paclobutrazol a vláhového stresu, působení vláhového stresu a aplikace paclobutrazolu postříkem na list.

Paclobutrazol (C₁₅H₂₀CIN₃O), (Sigma Aldrich Laboratorchemikalien GmbH) v koncentraci 50 mg na 1 litr vodního roztoku byl aplikován postříkem na list společně s přidavkem 20 ml tekutého hnojiva Wuxal super (Bayer CropScience, Aglukon Specialdünger GmbH Co. KG, Düsseldorf, Německo). Postřík byl aplikován opakovaně ve dvou-týdenních intervalech v době od začátku června do poloviny srpna. Celkem proběhlo 5 – 6 ošetření během 12 – 13 týdnů. Aplikace byla zahájena vždy před rašením jánských výhonů a pokračovala v době jejich růstu. V následujícím roce byly roubovance i řízkovance opakovaně stejným způsobem ošetřovány opět v období, kdy se tvoří základy pletiv (diferenciací pletiv) pro vývoj květů v následujícím vegetačním období.

Vláhový stres byl zajištěn úplným vyschnutím substrátu po zálivce, prováděné přibližně každé 2 týdny. Při kombinovaném působení vláhového stresu a paclobutrazolu byl fytohormon aplikován vždy po opětovném zamokření sazenic kapkovou závlahou po dobu 48 hodin.

Pokusy probíhaly ve skleníku i na venkovní ploše. Ve skleníku byla monitorována teplota vzduchu, substrátu i vlhkost substrátu. Teplota

Tab. 1.

Počet roubovanců a řízkovanců dubu v jednotlivých variantách pokusu
Grafting plants and cuttings number of oak in particular treatments

Skupina rostlin/ Group of plants	Začátek pokusu/ Beginning of treatment	Věk/ Age	Druh/ Species	Varianty pokusu/ Variation of treatments			Kontrola/ Control
				vláhový stres + paclobutrazol/water stress + paclobutrazole	vláhový stres/ water stress	paclobutrazol/ paclobutrazole	
Počty rostlin v roce 2008/Number of plants in 2008							
Roubovance/ Graftings plants	2008	3	<i>Q. robur</i>	30	12	12	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	3	<i>Q. robur</i>	40	10	11	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	4	<i>Q. robur</i>	10	13	23	10
Počty rostlin v roce 2009/Number of plants in 2009							
Roubovance/ Graftings plants	2008	4	<i>Q. robur</i>	26	5	9	10
Roubovance/ Graftings plants	2009	2	<i>Q. virgiliana</i> , <i>Q. pubescens</i>	9	7	4	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2009	3	<i>Q. robur</i>	5	5	0	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	4	<i>Q. robur</i>	40	10	9	10
Řízkovance/ Cuttings plants	2008	5	<i>Q. robur</i>	10	13	23	10

vzduchu, substrátu a vlhkost substrátu byla měřena po dobu vegetace pomocí datalogeru s čidlem vlhkosti. Vyschnutí substrátu bylo zjišťováno na základě zjištěného poklesu vlhkosti na hodnotu kolem 30 % (± 2 %).

Na podzim 2009 byly u deseti rostlin v každé variantě pokusu včetně kontroly změřeny s přesností na 1 mm délky všech výhonů – hlavních i laterálních – pro hodnocení vlivu paclobutrazolu a vláhového stresu na zkrácení výhonů. Bylo zjišťováno procento omezení růstu v porovnání s kontrolní skupinou.

Během vegetace byly pokusné rostliny preventivně ošetřovány fungicidy (Falcon, Talent, Sulikol) proti houbovým chorobám (padlí) a současně přihnojovány na list 2% roztokem Wuxalu.

VÝSLEDKY A DISKUSE

V zastíněném skleníku se denní teploty vzduchu (6.00 až 22.00 hod. letního času) ve vegetačním období pohybovaly od 17 °C do 29,5 °C, noční teploty (22.00 až 6.00 hod. letního času) byly od 15 °C do 21 °C. Vlhkost substrátu byla v době závlahy 100 % a během dalších 14 dní bez závlahy poklesala na 30 %. Teplota substrátu ve dne byla mezi 10 °C a 32,8 °C. Uvedená maximální teplota byla dosažena jednorázově v červenci 2008 při poklesu vlhkosti substrátu na 30 %. Noční teplota substrátu dosahovala 7,5°C až 22°C. Rychlost snižování vlhkosti byla závislá na průběhu počasí ve venkovním prostředí. Při vysokých denních teplotách, např. v červenci, trvalo vyschnutí substrátu jen 7 dní, naopak při poklesu venkovních teplot v září se doba vysychání substrátu prodloužila až na 15 dní v roce 2008 a 20 dní již v srpnu roku 2009. Ve venkovních podmínkách se noční teplota vzduchu ve vegetačním období pohybovala v rozmezí 4 °C až 20,5 °C, denní 9 °C až 32,5 °C.

Výsledek jednoleté stimulace kvetení bylo možné vyhodnotit teprve na počátku jara dalšího roku. Z výše uvedených členů jednotlivých pokusů se u žádného z nich nepodařilo vyvolat kvetení. Naopak některé pokusné rostliny nepřežily přezimování. Zimu 2008/2009 nepřežilo 9 roubovanců z varianty stimulace kvetení kombinací paclobutrazolu a sucha a 6 roubovanců, na které působil pouze stres ze sucha. Ve variantě stimulace paclobutrazolem ve venkovních podmínkách nepřežily 3 roubovance dubu letního a 2 mladší řízkovance. Ačkoliv ošetření paclobutrazolem má současně vyvolávat vyšší odolnost ke

stresu životního prostředí (PROCHÁZKA, ŠEBÁNEK et al. 1997) včetně tolerance k vodnímu stresu (CHANEY et al. 1996), v našem pokusu se tato skutečnost nepotvrdila. Usuzujeme, že je to v důsledku negativního vlivu inkompatibility roubov a podnoží dubů, kterou nedokážeme ovlivnit.

Pro pokus v roce 2009 byly počty uhynulých roubovanců doplněny a rozšířeny o dvouleté roubovance dubu jadranského a pýřitého. Do první a druhé varianty pokusu bylo doplněno 10 tříletých řízkovanců.

Při vyhodnocení dvouleté stimulace kvetení na jaře 2010 byly pozorovány některé roubovance se samčími květy a některé s květy obojího pohlaví (samčí i samičí). Z řízkovanců dubu letního byl zaznamenán jeden dub pouze se samčími květy. U roubovanců dubů sekce *Dascia* se samotný vláhový stres nijak neprojevil, žádný dub nevykvetl. Tabulka 2 ukazuje výslednou úspěšnost stimulace kvetení roubovanců v jednotlivých variantách pokusu.

Na obr. 1 je nasazení generativních orgánů vyjádřeno v procentech z počtu rostlin v jednotlivých variantách pokusu podle druhů dubů a rozděleno na podíl jedinců s květy obou nebo pouze jednoho pohlaví.

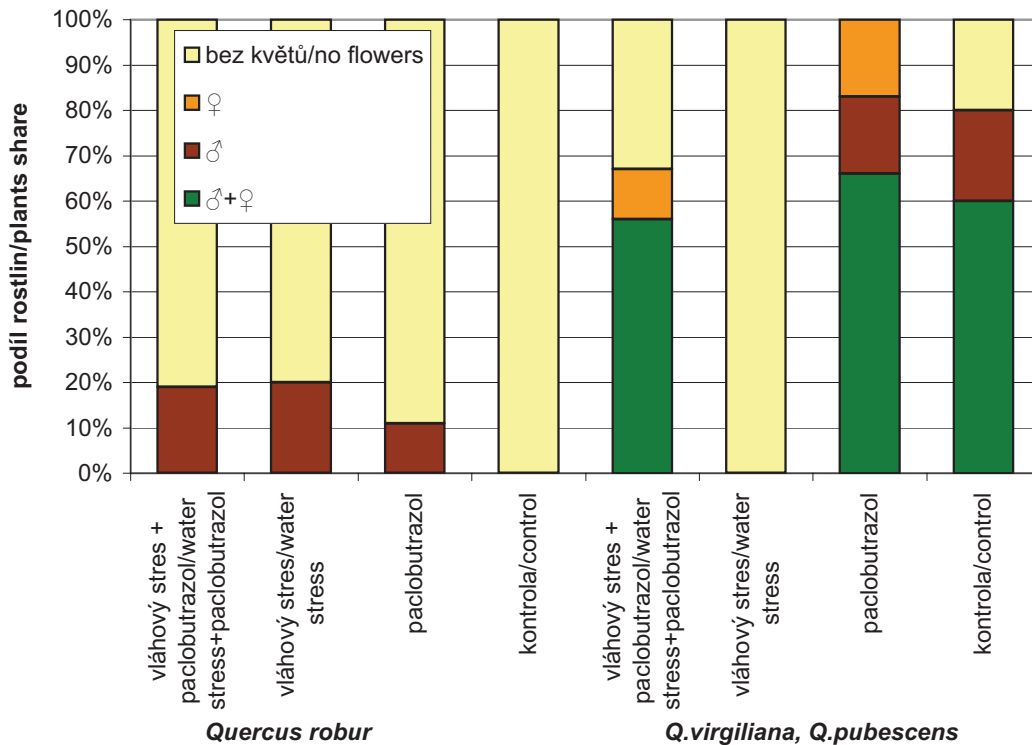
Z dvouletého pozorování zatím nevyplývá, že by použité způsoby indukce květních pupenů měly podstatný vliv na urychlení kvetení dubů. Je však nutné vzít na vědomí, že k založení květních pupenů přispívá mnoho vnitřních i vnějších činitelů, včetně vláhového stresu a fytohormonů, přičemž zkrácení doby nutné k vyvolání kvetení nemůže být, oproti jiným rostlinám u dřevin, konkrétně u dubů, tak výrazné.

Jsou známy pokusy s regulací růstu pomocí paclobutrazolu u lesních dřevin, jako borovice (*Pinus strobus* L.), duby (*Quercus alba* L., *Q. rubra* L., *Q. falcata* var. *pagodaefolia* Elliot), javor (*Acer macrophyllum*), jasan (*Fraxinus americana* L.), jilm (*Ulmus parviflora*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa* L.), ořešák černý (*Juglans nigra* L.), platan (*Platanus acerifolia*) (ARRON et al. 1997; ARORA et al. 2003; BAI et al. 2004). Uvedené práce však zkoumaly vliv ošetření paclobutrazolem na růstové faktory jako jsou: zkrácení výhonů, změny listové plochy, narůstání kambia, případně zvyšování tolerance k suchu a rezistence k houbovým chorobám. Jejich výsledky prokázaly zkrácení výhonů po tříleté aplikaci paclobutrazolu, ale procento omezení růstu je u jednotlivých druhů stromů, stejně jako u různých druhů dubů velmi rozdílné (např. výsledky BAI et al. 2004; *Q. rubra*: hlavní výhon 17%, laterální výho-

Tab. 2.

Nasazení generativních orgánů u roubovanců dubů na jaře 2010 u všech variant pokusu z let 2008 a 2009
Occurrence of flowers in *Quercus robur*, *Q. virgiliana* and *Q. pubescens* graftlings plants in spring

Druh dubu, rok pokusu/ Species, year of treatment	Varianty pokusu/ Variation of treatments						Kontrola/Control	
	vláhový stres + paclobutrazol/ paclobutrazole + water stress		vláhový stres/ water stress		paclobutrazol/ paclobutrazole			
	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers	počet pokus. rostlin/ test plants number	počet rostlin s květy/ plants number with flowers
<i>Quercus robur</i> , 2008, 2009	26	5	5	1	8	1	10	0
<i>Quercus robur</i> , 2009	-	-	-	-	1	0	-	-
<i>Quercus virgiliana</i> , 2009	8	6	6	0	2	2	8	5
<i>Quercus pubescens</i> , 2009	1	1	1	0	1	1	2	1
Celkem/ Total	35	12	12	1	12	4	20	5



Obr. 1.

Úspěšnost indukce kvetení roubovanců dubů v % podle druhů a variant pokusu (hodnocení na jaře 2010)

Fig. 1.

Effect of flowery induction methods on flower development in oak species (Spring 2010)

ny 26%, *Q. alba*: hlavní výhon 46%, laterální výhony 66%). V našem případě byly u roubovanců dubu letního po dvouleté aplikaci paclobutrazolu v kombinaci s vláhovým stresem zkráceny hlavní výhony o 17,6 %, laterální o 25,8 %. Působením pouze vláhového stresu došlo ke zkrácení hlavních výhonů o 18,7 %, laterálních o 17,3 %, při aplikaci paclobutrazolu 4,5 % a 26,9 %. V případě řízkovanců se projevil rozdíl proti kontrole pouze ve variantě pokusu s aplikací paclobutrazolu bez vláhového stresu, a to u hlavních výhonů o 13,2 %, u laterálních o 19,9 %.

Jiné práce zkoumající chemickou indukci kvetení se zabývaly ovocnými či okrasnými dřevinami (MAUS 1987; KÖHNE, KREMER-KÖHNE 1989; MATAA et al. 1998; YELENOSKI et al. 1993; ABOD, JENG 1993; RANNEY et al. 1994; MAROSZ et al. 2005; CHUTICHUDAT et al. 2006). Při zakládání květních a listových pupenů na zkrácených prýtech dřevin nebo přímo v samotném terminálním pupenu se různé typy pupenů zakládají na prýtech v úžlabí mladých listů v průběhu jarních a letních měsíců a jejich diferenciaci je usměrňována charakterem endogenních látek. V závislosti na tom dochází také ke změnám v růstu dřevin. Mění se nejen výška, ale i habitus a rychlost růstu, později uspořádání a vzájemný poměr květních a listových pupenů. Vyšší počet listových pupenů vyvolá větvení prýtů a zahušťování koruny stromu, zvýšený počet květních pupenů vede k nadměrné násadě plodů, jejich přednostnímu zásobování asimiláty a bývá příčinou periodické plodnosti. Z uvedeného je patrné, že regulací projevů apikální dominance je možné těmto nežádoucím jevům čelit. U roubovanců je možné (mimo výběru nejhodnější podnože) příslušnou kombinací živin, především dusíku, fosforu a draslíku prodloužit nebo uspišit reprodukční vývoj. V neposlední řadě je možné použít syntetických retardantů, které omezují dlouhýv růst letorostů a podporují năsadu květních pupenů (PROCHÁZKA, ŠEBÁNEK 1997; BAI et al. 2004). Z uvedených skutečností vyplývá možnost urychlit kvetení kombinací několika ovlivňujících faktorů. Pro naše pokusy jsme

použili kombinaci působení antigiberelinu paclobutrazolu (komerčně se v některých zemích využívá i jako retardant růstu okrasných dřevin – viz výše) a vláhového stresu, který u rostlin vede také k založení květů a vytvoření semen. Paclobutrazol byl jako účinná látka zvolen na základě publikovaných výsledků jiných autorů s indukcí kvetení a fruktifikace u jiných dřevin (KÖHNE et KREMER-KÖHNE 1989; YELENOSKY et al. 1993; BAI et al. 2004; CHUTICHUDAT et al. 2006). Výsledky se mohou projevit nejdříve v následujícím růstovém období, často ale teprve po dvou i více letech.

Naše výsledky byly částečně ovlivněny ztrátou pokusných rostlin v důsledku inkompatibilit. U dubů dochází velmi často k odlučitelnosti roubovanců od podnože, a to i po několika letech, kdy již roubovanci normálně rostou. Dochází k tomu náhle a téměř nepředvídatelně při určitém stresu. Z toho důvodu se snižovaly počty pokusných rostlin u některých věkových kategoriích, které nebylo možné odpovídajícím způsobem nahradit. Je to také jedním z důvodů zdánlivě úspěšnosti v nasazení květních pupenů u kontrolních jedinců. Zvlášt negativní vliv mělo přezimování na stresované jedince ve skleníkové variantě při indukci vláhovým stresem a kombinací paclobutrazolu a vláhového stresu. Úhyn roubovanců umístěných venku a v kontrolní skupině naopak nebyl v prvním roce vůbec zaznamenán.

Přes všechny uvedené negativní vlivy se vyskytli úspěšnější jedinci vytvářející květy již po dvouleté aplikaci paclobutrazolu. U roubovanců dubu letního se však objevily pouze květy samčí. Jenom roubovance dubů sekce *Dascia* vytvořily květy samčí i samičí. Ale je nutné uvést, že duby z této sekce bez problémů kvetly i v kontrolní skupině rostlin (6 jedinců).

Protože se dosud vliv ošetření pokusných rostlin paclobutrazolem a účinek vláhového stresu projevily jen částečně, budeme nadále pokračovat v aplikaci vyšších dávek fytohormonu (100 mg paclobutrazolu v 1 litru roztoku).

ZÁVĚR

Po prvním roce stimulace květních pupenů působením paclobutrazolu a vláhového stresu se v žádné variantě pokusu nepodařilo vyvolat u řízkovanců ani roubovanců dubu letního kvetení. Po dvou letech působení paclobutrazolu vykvetly některé roubovance dubu letního, a to pouze samčími květy. Jen roubovance dubů sekce *Dascia* vytvářely květy obou pohlaví, samotný vláhový stres se ale u těchto druhů nijak neprojevil, žádný dub nevykvetl. U řízkovanců dubu letního byl zaznamenán jeden dub pouze se samčími květy.

Při hodnocení dvouleté stimulace kvetení roubovanců a řízkovanců dubu aplikací fytohormonu paclobutrazol se tento interval ukázal jako nedostatečný pro uspěšení kvetení dubů. Naše výsledky ukazují, že pro danou dřevinu je doba působení krátká a množství použité aktivní látky je pro vyvolání předčasného kvetení zřejmě nedostatečné. Jelikož ke změnám vedoucím ke tvorbě květů dochází postupnou inhibicí giberelinů zvyšujícím se množstvím antigiberelinu v rostlině, je třeba z hlediska dlouhověkosti dubů počítat s delší dobou aplikace fytohormonu. Přejít z vegetativního růstu na generativní je pravděpodobně také určitým způsobem závislý na dosažitelném věku rostliny. To znamená, že je možné dobu do začátku kvetení u dubů zkrátit v určitém poměru k běžně potřebné době dospívání stromu do generativní fáze, tedy do doby kdy je schopen kvést a plodit semena.

Poděkování:

Príspevek byl zpracován s finanční podporou MZe v rámci výzkumného projektu č. QH82305 Využití genových zdrojů domácích druhů dubů pro reprodukci adaptabilních lesních ekosystémů.

LITERATURA

- ABOD S. A., JENG L. T. 1993. Effects of paclobutrazol and its method of application on the growth and transpiration of *Acacia mangium* seedlings. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 16: 143-150.
- ARORA R., ROWLAND L. J., TANINO K. 2003. Induction and bud dormancy in woody perennials: a science comes of age. *HortScience*, 38: 911-921.
- ARRON G. P., BECKER S. DE, STUBBS H. A., SZETO E. W. 1997. An evaluation of the efficacy of tree growth regulators paclobutrazol, flurprimidol, dikegulac and uniconazole for utility line clearance. *Journal of Arboriculture*, 23: 8-16.
- BACILIERI R., LABBE T., KREMER A. 1994: Intraspecific genetic structure in a mixed population of *Quercus petraea* (Matt.) Leibl and *Q. robur* L. *Heredity*, 73: 130-141.
- BADR S. A., HARTMANN H. T., MARTIN G. C. 1970. Endogenous gibberellins and inhibitors in relation to flower induction and inflorescence development in the olive. *Plant Physiology*, 46: 674-679.
- BAI S., CHANEY W., QI Y. 2004. Response of cambial and shoot growth in trees treated with paclobutrazol. *Journal of Arboriculture*, 30: 137-145.
- CURTU A. L., GAILING O., FINKELDEY R. 2007. Evidence for hybridization and introgression within a species-rich oak (*Quercus* spp.) community. *BMC Evolutionary Biology*, 7: 218.
- CHANEY W. R., PREMACHANDRA G. S., HOLT H. A. 1996. Physiological basis for benefits of tree growth regulators. In: *Proceedings of the Western Plant Growth Regulator Society*, volume 8: papers presented at the annual meeting, January 24 and 25, 1996, Sacramento, California. Fremont, The Society: 18.
- CHANEY W. R. 2004. Paclobutrazol: More than just a growth retardant. [on-line]. Presented at Pro-Hort Conference, Peoria, Illinois, February 4th. IN 47907. [cit. 20. října 2010]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.prohort.org/TreeGrowth.pdf>
- CHRISTOV CH., TSVETKOV I., KOVACHEV V. 1995. Use of paclobutrazol to control vegetative growth and improve fruiting efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 21: 64-71.
- CHUTICHUDET B., CHUTICHUDET P., BOONTIANG K., CHANABOON T. 2006. Effect of chemical paclobutrazol on fruit development, quality and fruit yield of kaew mango (*Mangifera indica* L.) in Northeast Thailand. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9: 717-722.
- KLEINSCHMIT J., KLEINSCHMIT J. G. R. 2000. *Quercus robur* – *Quercus petraea*: a critical review of the species concept. *Glasnik za Šumske Pokuse*, 37: 441-451.
- KÖHNE J. S., KREMER-KÖHNE S. 1989. Comparison of growth regulators paclobutrazol and uniconazole on avocado. *South African avocado growers' association yearbook*, 12: 38-39.
- KOUTINAS N., PEPELYANKOV G., LICHEV V. 2010: Flower induction and flower bud development in apple and sweet cherry. *Biotechnology & Biotechnological Equipment Journal*, 1: 1549-1558.
- KRISANAPOOK K., MOTOMURA Y., SAITO T., OGATA R., SUBHADRA-BANDHU S. 1990. The effect of paclobutrazol, calcium and hydrogen cyanamide on growth cessation and bud burst of apple growth under warm glashouse condition. *Kasetsart Journal: Natural Science*, 24: 218-223.
- MAROSZ A., MATYSIAK B. 2005. Influence of growth retardants on growth and flower bud formation in rhododendron and azalea. *Dendrobiology*, 54: 35-40.
- MATAA M., SHIGETO T., KOZAKI I. 1998. Relative effects of growth retardant (paclobutrazol) and water stress on tree growth and photosynthesis in Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 67: 28-34.
- MAUS W. L. 1987. Effect of paclobutrazol and uniconazole-P on *Hibiscus rosa-sinensis*. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 100: 373-375.
- MEILAN R. 1997. Floral induction in woody angiosperms. *New Forests*, 14: 179-202.
- MORRISON-HILL P. S., BUCK P. 1980. Interspecific hybridization in a natural oak population with particular regard to introgression. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*, 60: 48-53.
- PETTIT R. J., BODÉNÈS C., DUCOUSO A., ROUSSEL G., KREMER A. 2003. Hybridization as a mechanism of invasion in oaks. *New Phytologist*, 161: 151-164.
- PROCHÁZKA S., ŠEBÁNEK J. et al. 1997. *Regulátory rostlinného růstu*. Praha, Academia: 395 s.
- RANNEY T. G., BIR R. E., CONNER J. L., WHITMAN II. E. P. 1994. Use of paclobutrazol to regulate shoot growth and flower development of „Roseum Elegans“ rhododendron. *Journal of Environmental Horticulture*, 12: 174-178.
- SOUTHWICK S. M., DAVENPORT T. L. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. *Plant Physiology*, 81: 26-29.
- STEINHOFF S. 1998. Kontrollierte Kreuzungen zwischen Stiel- und Traubeneiche: Ergebnisse und Folgerungen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 169: 163-168.
- YELENOSKY G., VU C. J. V., BAUSHER M. G. 1993. Paclobutrazol-induced dwarfing of „Valencia“ orange trees. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 106: 329-332.
- YUCEER C., KUBISKE M. E., HARKESS R. L., LAND S. B. 2003. Effects of induction treatments on flowering in *Populus deltoides*. *Tree Physiology*, 23: 489-495.

INDUCTION OF EARLY FLOWERING OF OAKS BY PACLOBUTRAZOL AND WATER TREATMENT**SUMMARY**

The goal of our work was to induce early flowering in graftings or cuttings of *Quercus robur*, *Q. virgiliana* and *Q. pubescens*. The treatments included the application of (i) paclobutrazole (50 mg /L), (ii) water stress and (iii) a combination of the two. Control treatment plants received only irrigation water as needed. In the first treatment the paclobutrazole was sprayed onto the plant leaves fortnightly starting in early June. In the second treatment, water stress was induced by allowing the growing medium to dry between fortnightly applications of irrigation water. For the third treatment (paclobutrazole and water stress) the phytohormone was applied for 48 hrs via drip irrigation.

The experiments were done with 3-year-old graftings and cuttings of *Quercus robur* and 2-year-old graftings of *Q. virgiliana* and *Q. pubescens*. The *Q. robur* graftings and cuttings were treated in both 2008 and 2009, while the *Q. virgiliana* and *Q. pubescens* graftlings were treated only in 2009.

No effects were noted for the *Quercus robur* graftings or cuttings 1 year after treatment. Repeated application in 2008 and 2009 resulted only in male flowers developing on 20% of the grafted plants in the water stress and paclobutrazole spray treatments.

Graftings of oaks arisen in the first year formed male and female flowers. Treatment by only water stress had no effect as any oak had no flowers. However, in this group 1-year-old grafted plants flowered while in the plants originating from cuttings only one plant produced male flowers.

Two years after treatment the effects of the paclobutrazole (alone) and water stress treatments on major and lateral shoot growth were assessed. Application of paclobutrazole combined with water stress decreased major shoot and lateral growth of grafted plants by 17.6% and 25.8%, respectively. Water stress alone resulted in a reduction in major shoot and lateral growth by 18.7% and 17.3%, respectively, while the corresponding reductions in both growth parameters for the paclobutrazole treatment was 4.5% and 26.9%, respectively. For cuttings, only the application of paclobutrazole without water stress decreased major shoot growth by 13.2% and lateral growth by 19.9% (all percentages based on growth of control treatment plants).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Marie Benedíková, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., VS Kunovice
Na Záhonech 601, 686 04, Kunovice, Česká republika
tel.: 602 565 695; e-mail: benedikova@vulhmuh.cz