

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Studijní obor: Agroekologie

Studijní program: B4131 Zemědělství

Katedra: Biologických disciplín

Bakalářská práce

Zhodnocení fenotypové variability komerčních kultivarů a planých populací chrastice rákosovité v experimentálních podmínkách

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Hana Čížková, CSc.

Autor: Vojtěch Januš

Konzultant: Mgr. Daša Bastlová, Ph.D.

České Budějovice, duben 2013

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím literatury a pramenů uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Vojtěch Januš

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Doc. RNDr. Haně Čížkové, CSc. za odborné vedení, trpělivost a podporu. Také bych rád poděkoval mé konzultantce Mgr. Daše Bastlové, Ph.D. a RNDr. Janu Květovi, CSc. za odborné rady a pomoc při realizaci experimentu na pozemku Botanického ústavu AV ČR v Třeboni. Dále bych chtěl poděkovat doktorandce Tereze Kákové za spolupráci a pomoc při sběru dat během sezóny 2012. Také bych chtěl poděkovat zaměstnancům Botanického ústavu AV ČR Třeboň a ostatním, kteří mi v průběhu pokusu pomáhali se sběrem dat. V neposlední řadě bych rád poděkoval svým rodičům, celé rodině a mým přátelům za pomoc a podporu.

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je součástí projektu AMVIS 20-LH 11039. Cílem práce je zhodnocení růstových charakteristik a fenotypové variability u planě rostoucích populací a komerčních kultivarů chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*) v nádobovém pokuse.

V rámci projektu byl založen experimentální pokus na pozemku Botanického ústavu AV ČR Třeboň. V rámci předložené bakalářské práce byly zjišťovány morfologické vlastnosti zkoumaných rostlin v průběhu vegetační sezóny, 26. 6 – 18. 9. 2012. Na konci pokusu byla použita destruktivní metoda k zjištění nadzemní biomasy. Rostliny z přirozených populací dosahovaly vyšších hodnot studovaných charakteristik než komerční kultivary. Nejvyšší průměrné hodnoty nadzemní biomasy pak dosáhly populace pocházející z oblasti Dyje (433 g).

Annotation

The bachelor thesis is part of the project AMVIS 20-LH 11039. This work is aimed at evaluating the growth characteristic and phenotypic variation of wild populations and commercial cultivars of Reed canary grass (*Phalaris arundinacea*) in experimental conditions.

Within the frame of this project an experiment was established at the Institute of Botany in Třeboň. Within the Bc Thesis, morphological characteristics of the studied plants were investigated during the vegetation period, 26. 6. – 18. 9. 2012. A destructive method was used for aboveground biomass sampling at the end of experiment. Plants from native populations had higher values of studied characteristics than commercial cultivars. The highest value of aboveground biomass had population from the area of Dyje river (433 g).

Obsah

1 ÚVOD.....	7
2 LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
2.1 Faktory prostředí.....	8
2.1.1 Záření	8
2.1.2 Teplota	8
2.1.3 Půdní podmínky	9
2.1.4 Vodní režim	10
2.1.5 Stres.....	10
2.2 Interakce genotypu a prostředí.....	11
2.3 Charakteristika studovaného druhu	12
2.3.1 Využitelnost studovaného druhu.....	12
2.3.2 Morfologické znaky studovaného druhu	13
2.3.3 Studium rostlinné produkce a růstová analýza.....	13
2.4 Dynamika rostlinných společenstev.....	14
2.4.1 Invazní rostliny ve společenstvech.....	15
3 METODIKA.....	17
3.1 Založení pokusu.....	17
3.2 Měření a odběry.....	18
4 VÝSLEDKY.....	21
4.1 Morfologická charakteristika kvetoucích prýtlů	21
4.1.1 Laty	21
4.1.2 Listy	23
4.1.3 Stébla.....	24
4.1.4 Prýty	25
4.2 Sezónní dynamika růstu	26
4.2.1 Přirůstání prýtlů do výšky.....	26
4.2.2 Odnožování	29
4.3 Produkce biomasy.....	31
4.3.1 Průměrné charakteristiky jednoho stébla.....	31
4.3.2 Charakteristiky kvetoucích rostlin.....	33
4.3.3 Biomasa celé rostliny	35
5 DISKUSE	36

5.1 Omezení použité metody	36
5.2 Vztah mezi genotypem a růstovými a morfologickými charakteristikami a tvorbou biomasy	36
5.3 Srovnání výsledků s pracemi jiných autorů.....	37
6 ZÁVĚR	38
7 POUŽITÁ LITERATURA	39
8 PŘÍLOHY.....	42

1 ÚVOD

Chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea* L.) je vytrvalá rostlina, schopná za krátký čas vyprodukovat poměrně velké množství biomasy. V některých oblastech se díky svému ranému růstu a rychlé tvorbě biomasy chrastice stává konkurenčním druhem původních druhů. Chrastice se využívá v kořenových čistírnách odpadních vod, dále se pěstuje jako krmivo pro hospodářská zvířata a také se využívá jako zdroj biomasy pro energetické účely.

Tato práce je součástí projektu LH-11039, který si klade za cíl zhodnotit genetickou variabilitu původních populací, komerčních pícninářských a okrasných kultivarů chrastice rákosovité s různou mírou expansivity v ČR. Mým úkolem v rámci týmové spolupráce bylo zhodnocení fenotypové variability rostlinného materiálu, který byl dále použit pro molekulárně genetické analýzy.

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat růstové a morfologické charakteristiky kultivarů a planých populací chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*) pěstovaných za standardních podmínek v nádobovém pokuse.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Faktory prostředí

Na stanovišti působí na rostlinu vždy komplex faktorů současně (Slavíková, 1986). Pro jednotlivé vlivy prostředí lze s určitou opatrností stanovit meze, které už nejsou pro vývoj a růst rostliny optimální a kdy jsou nutné změny vlastností rostlin pro další úspěšné rozmnožování a vývoj. Na živé organismy však nikdy nepůsobí pouze jednotlivé faktory vnějšího prostředí, ale celý komplex vlivů, abiotických (fyzikálních a chemických) a biotických faktorů (živých organismů včetně člověka), které vstupují do vzájemných interakcí (Bláha a kol., 2003).

2.1.1 Záření

Záření je pro rostlinu zdrojem energie a stimulatorem vývoje, ale může způsobit i poškození rostliny. Všechna tato působení jsou vázána na zachycování světelných kvant. Každý proces závislý na záření je zprostředkován speciálními fotoreceptory, protože fotochemicky mohou být účinná pouze absorbovaná kvanta. Každý z těchto procesů je charakterizován absorpčním spektrem, odpovídajícím akčnímu spektru s ním sdruženého fotobiologického děje. Při fotoenergetických procesech slouží energie získaná absorpcí záření k vyvolání metabolických reakcí nebo chemických přeměn způsobem, který přímo závisí na množství pohlcených kvant. Pro průběh fotosyntetických procesů v zelených rostlinách se využívá radiační energie vlnové délky mezi 380 a 710 nm. Toto fotosynteticky účinné záření (PhAR; obvykle definované jako oblast 400 – 700 nm) je důležitou veličinou v rostlinné ekologii. Fotoreceptory působící při fotosyntéze jsou tvořeny chlorofyly s maximální absorpcí v červené a modré části spektra a přídatnými plastidovými pigmenty, jako jsou karoteny a xantofyly, které absorbují v modré a UV oblasti. Nedostatek chlorofylu v rostlině způsobuje zpomalení fotosyntézy a dochází k projevům chlorózy. Tento jev se u rostlin projevuje při počátečním rozvoji listů, a také ke konci vegetační sezóny, kdy listy začínají žloutnout (Larcher, 1988).

Rod chrastice (*Phalaris*) patří mezi heliosciofyty, což jsou druhy tolerantní ke stoprocentnímu relativnímu ozáření, ale snášející i zastínění různého stupně (Slavíková, 1986).

2.1.2 Teplota

Nezbytným faktorem pro život a existenci rostlin je vhodná teplota. V rámci rostliny mohou být její jednotlivé části ohřáty na různou teplotu. Na tento jev má velký vliv postavení rostliny k dopadajícímu záření a její expozice k větrnému proudu. Většinou jsou teploty povrchu rostlin blízké teplotám vzduchu, a proto pro vyjádření vlivu teploty na život rostlin

jsou porovnávány s teplotami vzduchu (Slavíková, 1986). Optimální, minimální a maximální teploty pro rostlinu se mohou posunout při adaptaci rostlin k podmínkám prostředí. Rychlost fotosyntézy a dýchání se přizpůsobují té teplotě, která v daném čase převládá. Přejídné teplotní přizpůsobení vzniká v několika dnech či hodinách. Spočívá ve změně koncentrace substrátů, záměně některých enzymů za izoenzymy, mající stejnou funkci, ale odlišná teplotní optima, a také v inkorporaci lipidů odolných ke chladu nebo teplu do biomembrán. Závislost fotosyntézy rostliny na teplotě se tak může měnit o několik stupňů Celsia. Aktivita dýchání se zvyšuje při adaptacích na chlad a snižuje při adaptacích na teplo (Larcher, 1988).

2.1.3 Půdní podmínky

Zrnitostní složení silně ovlivňuje konzistenční a technologické vlastnosti půd, soudržnost, přilnavost a zpracovatelnost. Proto se často v praxi tyto vlastnosti spojují se zrnitostí a půdy s vyšším obsahem písku se označují jako lehké, půdy s obsahem silitu jako střední a s obsahem jílu jako těžké. Humusové zeminy obsahují přes 20 % humusu a označují se jako písčité, hlinité a jílovité podle obsahu jílnatých částic (< 0,01 mm) podobně jako u slínu a vápenatých živin: do 20 % písčité, do 45 % hlinité, přes 45 % jílovité (Jandák a kol., 2004).

Písčítý substrát má v jemnozemi přes 90% zrna o velikosti 0,1 – 2 mm, zatímco podíl jílnatých částic je maximálně pouze asi do 10%. Tato extrémní zrnitostní skladba je základem, který určuje další důležité fyzikální vlastnosti písčítých půd. Písčité substráty mají vysoký podíl hrubých (nekapilárních) pórů, který je naopak spojen s vysokým podílem objemu pevné půdní složky (zrn písku). Mezi charakteristické vlastnosti písčítých substrátů patří nejen nízká hodnota pH, ale i nízký obsah živin a nízká sorpční schopnost (oligotrofní substráty). Vysoký podíl nekapilárních pórů a nízká adsorpce způsobují převahu gravitační vody nad kapilární a adsorpční. Tyto substráty jsou tedy pro vodu velmi silně propustné, a tím i v povrchové vrstvě rychle vysychají. Vodní potenciál těchto půd je pro nízkou sorpční schopnost a nedostatek kapilárních vazeb vysoký. Voda, je-li přítomna, je dobře přístupná kořenům rostlin (Slavíková, 1986).

Chrastice rákosovitá se vyskytuje na půdách písčítých i rašelinných s jílovitými, jílovitě-písčítými a rašelinnými sedimenty. Vyžaduje chemické složení půdy s těmito parametry: pH 7,2; HCO_3^- 8,64; NO_3^- 9,28; NO_2^- 1,95; NH_4^+ 0,17; H_2PO_4^- 1,82; SO_4^{2-} 4,61; Ca^{2+} 32,83; Mg^{2+} 10,85; K^+ 6,96 mg/100 g (Hejný & Sytník, 1993).

2.1.4 Vodní režim

Chrastice rákosovitá patří mezi emerzní rostliny, tzn. rostliny, které obsazují okraje vodních nádrží a jezer, tedy vlastní pobřeží čili eulitorál. V eulitorálu dochází ke kolísání vodní hladiny. V letním období je hladina vody zpravidla tak nízká, že dominantní rostliny jsou svou převažující nadzemní částí v atmosférickém prostředí. Rostliny jsou adaptovány na změny prostředí, tedy jak na vodní, tak na atmosférické podmínky. Eulitorální rostliny mají většinou vyvinutý mohutný kořenový systém, který je důležitý pro zásobování vodou a minerálními živinami zvláště v období snížené hladiny vody. Podzemní orgány v půdě přezimují (Slavíková, 1986).

Chrastice rákosovitá se vyskytuje na březích průtočných či uzavřených sladkovodních nádrží, na aluviálních plochách s výškou vody 0 – 100 cm. Na březích rybníků, pískoven, struh, na bažinných loukách, v olšinách, v bažinách a na prameništích. Je přizpůsobena k bohatým, lehkým, slabě kyselým až neutrálním půdám, s vysokou vlhkostí. Je charakterizována vysokým přizpůsobením podmínkám se střídáním emfází (v zimní a jarní periodě – litorální a limózní, v letní periodě – terestrické). Základní část vegetativního cyklu probíhá v terestrické ekofázi. Při snížení hladiny vody rychle obsazuje volné pobřežní plochy. Ale dlouhodobé vyschnutí nesnáší a po dvou až třech letech se její společenstva začínají zředňovat (Hejný a kol., 1993).

Chrastice rákosovitá vyžaduje chemické složení vody s těmito parametry: pH 6,7 - 6,9; humus 3,27 - 6,61 %; HCO_3^- 4,12 - 7,48; N 0,10 – 0,69; P_2O_5 0,12 – 0,49; K_2O 0,20 – 0,66 (Hejný a kol., 1993).

2.1.5 Stres

Stres je fyziologický stav rostliny vystavené mimořádně nepříznivým podmínkám. Nemusí však nutně znamenat ohrožení jejího života, ale vyvolává tzv. poplachovou odpověď organismu, pokud právě není ve stádiu klidu. Protoplazma reaguje na stres počátečním zrychlením metabolismu. Zvýšená respirace, kterou můžeme pozorovat jako stresovou reakci, je výrazem úsilí o nápravu poškození a o přizpůsobení struktury pro zvládnutí nové situace. Stresová situace se stává závodem mezi adaptačním mechanismem a destrukčními procesy v protoplazmě, které vedou ke smrti (Larcher, 1988).

Například dojde-li k překročení horní či spodní kritické hranice teploty, mohou se buněčné struktury a funkce poškodit natolik, že protoplazma bezprostředně odumře. První účinek tepelného stresu se objeví při zastavení pohybu protoplazmy. Ten je přímo závislý na energii dodávané dýcháním a na dostupnosti fosfátů s vysokým energetickým obsahem. Poté

se snižuje rychlost fotosyntézy. Poškození chloroplastů je doprovázeno často trvalou inhibicí fotosyntézy. V konečném stádiu je porušena polopropustnost biologických membrán, takže buněčné struktury selhávají a buněčná plazma proniká do mezibuněčného prostoru (Larcher, 1988).

Další typy stresů u rostlin mohou nastat při nedostatku či nadbytku živin a minerálních látek v půdě (např. nadbytek dusíku způsobuje bujný růst listů a jejich až namodralou barvu). Toxický vliv na rostlinu může mít zvýšené množství těžkých kovů (Cr, Ni, Zn, Pb, atd.), resp. jejich iontů. Pomineme-li přirozené způsoby kontaminace půdy toxickými látkami (výbuch sopky), tak výskyt toxických kovů v prostředí souvisí většinou s lidskou činností. Dalšími půdními stresory mohou být změny pH či zasolení půd. Mezi fyzikální stresory patří vodní stres resp. sucho, dále teplota, ať už vysoká či nízká, a záření, ať už jde o intenzitu či záření UV (Bláha a kol., 2003).

Na stres existují různé adaptace, základní dělení je na adaptace dané prostředím (modulační a modifikační) a adaptace genetické (evoluční). Modulační adaptace probíhají rychle a jsou dočasné, tedy když se vrátí původní situace, vrací se i původní chování (Larcher, 1988). Modifikace je nedědičná fenotypická změna, která trvá do vyznění příčiny, jež ji způsobuje. Rostlina například změní svůj habitus pod vlivem vnějších podmínek, ale její potomstvo má opět původní tvar těla (Bláha a kol., 2003). Evoluční adaptace mají svůj základ v genotypických změnách. Určují rozdíly ve stavbě těla a jeho funkcích, často velice nápadné, které se objevují v distribuci rozličných rostlinných druhů a ekotypů. Tyto genotypové rozdíly se uchovávají, i když se jedinec ocitne v prostředí, které takové adaptace přímo nevyžadují (Larcher, 1988).

2.2 Interakce genotypu a prostředí

Obecně lze tvrdit, že rostliny projevují rozsáhlejší fenotypovou proměnlivost než vyšší živočichové. U živočichů je individuální variabilita udržována ve velmi úzkých hranicích, které jsou již od raných stádií vývoje řízeny přesnými mechanismy, které nevratně rozhodují o tvaru a vlastnostech hlavních orgánů. Do jisté míry to platí i o rostlinných strukturách. Mezi rostlinami a živočichy je však jeden podstatný rozdíl, který spočívá v tom, že u všech rostlin přetrvává oblast nediferencovaných dělivých pletiv, meristémů, ze kterých se postupně diferencují jednotlivé orgány s omezeným růstem. V důsledku tohoto rozdílu je individuální vývoj rostlin vystaven vnějším vlivům mnohem intenzivněji a déle, než je tomu u živočichů (Briggs & Walters, 2001).

Reakce na podmínky prostředí typické pro chrastici rákosovitou popsal Hejný a kol. (1993). V podmínkách mírné antropogenní eutrofizace nádrží se vitalita a produktivita populací chrastice rákosovité zvyšuje. Při vyšlapávání a spásání fytohmoty se porosty zředují. Při jarním sečení se podporuje růst nadzemních výběžků. Vypalování brzdí obnovu výběžků.

2.3 Charakteristika studovaného druhu

Rodové jméno *Phalaris* pochází ze starořeckého slova označující trávu s lesklými listy. Druhové jméno *arundinacea* znamená rákosovitá a pochází z latinského „*arundo*“ pro označení rákosu a koncovka „*acea*“ znamená podobná (Hyam & Pankhurst, 1995). Patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*) (Lavergne & Molofsky, 2007). U druhu *Phalaris arundinacea* bylo popsáno mnoho vnitrodruhových forem, variet a poddruhů. Tyto kategorie jsou založeny na charakteristikách, jako jsou množství výhonů, barva listů, tvar a barva květní laty. Rozdíly ve výšce u dospělé rostliny, a v barvě, tvaru a velikosti květní laty mohou být ovlivněny prostředím, ve kterém rostlina vyrůstá. Nejsou známy žádné podstatné rozdíly v morfologických vlastnostech mezi přirozenými genotypy a umělými odrůdami (Anderson, 1961). Chrastice rákosovitá je indikátorem aluviálních substrátů, písčitých pobřežních ploch podél řek a potoků, ploch s kolísáním hladiny vody. (Hejný a kol., 1993).

2.3.1 Využitelnost studovaného druhu

Chrastice rákosovitá je v České republice nejčastěji využívána ve vegetačních čistírnách odpadních vod s horizontálním podpovrchovým průtokem, kde je pěstována buď jako jediný druh nebo v kombinaci s rákosem obecným (*Phragmites australis* L.) pro jejich jednoduché pěstování a dobré přezimování během zimního období (Vymazal & Kröpfelová, 2005; Vymazal, 2006). Využití chrastice bylo také popsáno v USA (např. Behrends a kol., 1994, Bernard & Lauve, 1995, Wallace & Knight, 2006) v seznamu druhů rostlin využitelných pro vegetační čistírny s horizontálním podpovrchovým průtokem. Mæhlum a kol. (1999) uvádí použití chrastice Norsku ve vegetačních čistírnách pro jímání průsakové vody. Platzer a kol. (2002) popisují použití chrastice rákosovité také v čistírnách odpadních vod s horizontálním podpovrchovým průtokem v Nikaragui.

Chrastice se využívá také při zpevnování břehů a půd kvůli možné erozi (Weber, 2003). Tato rostlina se také využívala jako krmivo na pastvinách, a to především její odrůdy s nízkým obsahem alkaloidů (Lavergne & Molofsky, 2007). . Dalším využitím chrastice rákosovité je kultivace na produkci biomasy, která se dále využívá pro přímé spalování, vlákninu, buničinu či výrobu papíru. Proto je o chrastici od 80. let 20. století zvýšený zájem jako o zdroj biomasy ((Lewandowski & Schmidt, 2006, Lavergne & Molofsky, 2007).

2.3.2 Morfologické znaky studovaného druhu

Chrastice rákosovitá je robustní, trsnatá, vytrvalá rostlina, hemikryptofyt, euochtofyt, helofyt, magnograminid, anemofil, anemochor a C-stratég (Hejný a kol., 1993). Dobře snáší chladné podnebí. Životní činnost ozimých výběžků a zakládání nových pupenů se přerušuje při minimálních teplotách pod -30°C . Při mírné zimě zajišťuje tato schopnost urychlené rozrůstání na jaře. S tím souvisí schopnost druhu zaujímat velké plochy. Díky rychlému vývoji podzemních i nadzemních výhonů na jaře potlačuje vývoj mnohých bylinných edifikátorů pobřežního pásu (např. *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*) (Hejný a kol., 1993). Produkuje stébla z plazivých oddenků (Holt, 1954). Stébla dorůstají 0,6 – 2 m výšky. Listové čepele jsou ploché, 0,2 – 2 cm široké a dosahují délky okolo půl metru. V našich podmínkách kvete od května do srpna a plodí od července do října. Rozmnožuje se vegetativně (výběžky, oddenky) a semeny. Převládá vegetativní rozmnožování (Hejný a kol., 1993). Květy jsou uspořádány do husté, větvené laty, která může dosahovat délky 5 – 20 cm (Gleason & Cronquist, 1991). Nezralé laty jsou kompaktní a špičaté. Klásky jsou také špičaté, světlé a až 5 mm dlouhé. Lata obsahují nejčastěji tři kvítky, z nichž dva jsou velmi malé, přímé a neplodné. Jednou z typických vlastností rodu *Phalaris* je přítomnost několika neplodných kvítků (Anderson, 1961). V neplodných kvítcích jsou pluchy dlouhé přibližně 1 mm (Gleason & Cronquist, 1991), zatímco v plodných jsou dlouhé 3 – 4,5 mm. Plevy jsou silně stlačené a bezosinaté (Hickman, 1993).

2.3.3 Studium rostlinné produkce a růstová analýza

Stav a změny anatomických struktur často citlivě odrážejí změny prostředí a mohou tak být vodítkem pro poznání a interpretaci funkcí probíhajících v rostlinách. Takto mohou být studovány všechny vegetativní části rostlin, jako jsou kořeny, oddenky, stonky apod., především však listy (Rychnovská a kol., 1987).

Produkcí se rozumí množství biomasy, vytvořené porostem či rostlinou za určitý čas (Slavíková, 1986). Produkce se dále dělí na produkci hrubou a čistou. Hrubou produkcí se označuje celková produkce sušiny i s odumřelými částmi rostlin. Čistá produkce se odvozuje od hrubé po odečtení podílu odumřelých částí (Nečas & Květ, 1966). Biomasa se označuje organická hmota porostů či jednotlivých rostlin v určitém okamžiku. Zahrnuje i mrtvé buňky rostlin v dřevní hmotě stromů a někdy jsou započítány i odumřelé části rostlin. Biomasa je výsledkem produkčních procesů, například fotosyntézy a také procesů degradačních, tedy opadu či dýchání. Lze ji rozdělit na biomasu nadzemní a podzemní, dále na vegetativní a reprodukční části rostlin (Slavíková, 1986).

Růstová analýza je soubor metod, kterými popisujeme a kvantitativně vyjadřujeme růstový proces. Jimi můžeme postihnout nejen výsledek růstového procesu, tedy produkce rostlinné biomasy, ale pomocí postupných odběrů i jednotlivé fáze růstu. Přírůstek rostlinné biomasy je možno zachytit buď jako celek nebo rozdělený na nadzemní (asimilující) a podzemní (zásobní) orgány; nebo ještě podrobněji rozdělený na jednotlivé orgány nebo výšková patra celého porostu (Dykyjová, 1970).

Růstová analýza umožňuje sledovat vytváření a hromadění biomasy rostliny, její populace nebo celého společenstva v průběhu času a tím zjišťovat, jak se projevují vnější a vnitřní faktory na jejich růstu. Primárními měřenými hodnotami při růstové analýze jsou obvykle hmotnost sušiny nebo rozměry fotosyntetického aparátu. Hmotnost sušiny můžeme rozdělit na sušinu celé rostliny a na jednotlivé hmotnosti sušin jednotlivých částí jako jsou nadzemní části a podzemní části rostlin, tedy stébla, listy a kořeny. U fotosyntetického aparátu sledujeme plochu listů, plochu celého zeleného povrchu rostlin, obsah chlorofylu apod. Tyto primární hodnoty se zjišťují během růstu rostlin ve vhodných časových intervalech (Slavíková, 1986).

2.4 Dynamika rostlinných společenstev

Úspěšný život (růst, vývoj, rozmnožování, přežívání a šíření) populace závisí na tom, jak populace může reagovat na ty faktory prostředí, které její život na příslušném stanovišti omezují. Chrastice rákosovitá je C-stratég (Hejný a kol., 1993). Konkurenční (C-) stratégy jsou rostlinné druhy s vysokou konkurenční schopností, tj. jejich strategie bude obsahovat především ty vlastnosti, které jsou pro rostlinu konkurenčně výhodné. Jsou to relativně značná výška rostlin, velká plocha asimilačního aparátu a jeho hustý zápoj, schopnost větvení v nadzemních i podzemních částech (kořenech a oddencích) rostlin, relativně velké listy, které poměrně krátce vytrvávají, schopnost intenzivně využívat zdroje výživy pouze v době vegetačního růstu, velká potenciální relativní růstová rychlost a velká biomasa, dosahující nosné kapacity území, dlouhověkost (vytrvalé rostliny), malý podíl roční produkce věnovaný semenům, většina asimilátů a minerální výživy je rychle přemísťována do vegetativních částí a rezervních orgánů, na stres odpovídají rychlou změnou poměru podzemní biomasy k nadzemní biomase, tvoří velké množství odumřelé biomasy (odpad, detritus). Optimum růstu těchto stratégů je na stanovištích s dostatečnou zásobou minerálních látek a vody a bez narušování (disturbance) jejich biomasy. Za takových podmínek jsou C-stratégy konkurenčně nejsilnější (Slavíková, 1986).

V subalpínských srhových nivách v posledním desetiletí dochází místy k expanzi chrastice rákosovité (*Phalaris arundinacea*), která postupně vytlačuje původní druhy vysokobylinných niv. Proti expanzi tohoto druhu se osvědčila opakovaná každoroční seč. Lada dříve obhospodařovaných luk a mezofilních pastvin na mnoha místech zarůstají konkurenčně silnými nitrofilními druhy včetně chrastice rákosovité. Mezi konstantní druhy patří chrastice u aluviálních psárkových luk. Může zde i převládat, zvláště při opuštění těchto luk. V tomto případě začne převládat kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) doprovázená chrasticí rákosovitou a současně začíná klesat druhová diverzita. V méně narušených nivách může být ještě patrná charakteristická zonace společenstev, kde psárkové louky přecházejí v terénních sníženinách s déle stagnující záplavovou vodou, do porostů vysokých ostřic s *Carex acuta* nebo *C. vulpina* a do porostů s *Phalaris arundinacea*. Dalším stanovištěm, kde je konstantním druhem chrastice rákosovitá, jsou vlhké kontinentální zaplavované louky. V porostech, kde nehrozí šíření invazních druhů, stačí provést seč jednou za dva roky. Ponechání ladem však vede ke stejnému případu jako u aluviálních psárkových luk, dochází tedy k rychlému šíření domácích konkurenčních druhů, mezi které chrastice rákosovitá patří. Na nesečených místech se rychle šíří chrastice rákosovitá jak u vysychavých kontinentálních zaplavovaných luk, tak u vysokobylinných kontinentálních luk. V druhém případě, tedy u vysokobylinných kontinentálních luk, lze podle vlhkosti stanoviště a frekvence seče hovořit o porostové variantě *Phalaris arundinacea*. Tato varianta má jako diagnostické mokřadní druhy *Lythrum salicaria*, *Phalaris arundinacea*, *Poa pratensis* a *Scirpus sylvaticus*. Jde o vysokobylinné, jen příležitostně sečené porosty na místech každoročně zaplavovaných nebo i po část vegetačního období zamokřených. Chrastice rákosovitá se dále vyskytuje na ladech vlhkých luk s ostřicí třeslicovitou. Tato lada tvoří blokované sukcesní stádium vývoje od opuštěných luk k potočním olšinám, a proto se vyskytují zpravidla v mozaikách s vlhkými loukami a lady svazu *Calthion palustris*, na kterých dominuje *Deschampsia cespitosa*, *Phalaris arundinacea*, *Scirpus sylvaticus* a vysoké ostřice. Místy se s větší pokryvností uplatňuje chrastice rákosovitá na vlhkých tužebníkových ladech s vrbinou obecnou (Chytrý, 2007).

2.4.1 Invazní rostliny ve společenstvech

Problém biologických invazí se stal jedním z klíčových témat v ochraně biologické rozmanitosti, a jejich kontrola a řízení se staly nákladné a pracné (Pimentel, 2002). Na rozdíl od většiny zavlečených, zdomácnělých rostlinných druhů nezpůsobujících problémy na výrazně narušených místech nebo nezvětšujících svůj areál, existuje několik druhů, které takovéto chování vykazují. Těmto druhům se říká invazní (Weber, 2003).

Mezinárodní unie pro ochranu přírody (IUCN, The International Conservation Union of Nature) uvádí definici invazního druhu jako „Cizí druh, který se usídí v přirozených či polopřirozených ekosystémech či stanovištích, je původcem změny a ohrožuje přirozenou biologickou rozmanitost“ (McNeely, 2001). Z předchozí definice vyplývá, že invazní rostliny nejsou přirozené v místech, kde se chovají invazním způsobem (Weber, 2003).

Chrastice rákosovitá může být invazní na vlhkých lokalitách, a proto je často cílem kontrol. Vzhledem k tomu, že je tolerantní k nízkým teplotám a začíná růst brzy na jaře, může vytlačovat jiné druhy. V mezích stanoviště se chrastice rozšiřuje plazivými oddenky a vytváří husté a nepropustné trsy vegetace. Nová stanoviště jsou obsazována semeny (Lavergne & Molofsky, 2004).

Invazní rozšíření chrastice rákosovité je na Aljašce, v Austrálii, Kanadě i v USA (Lavergne & Molofsky, 2004). Další země, kde se tato rostlina invazně rozšiřuje, ať už ve větší či menší míře, jsou Afghánistán, Anglie, Argentina, Belgie, Česká republika, Čína, Finsko, Indonésie, Kolumbie, Korea, Maďarsko, Mauritánie, Německo, Polsko, Portoriko, Portugalsko, Švédsko a Turecko (Holm a kol., 1991). Na Zemi je také několik oblastí, kde se sice chrastice rákosovitá vyskytuje, ale nemá zde invazní charakter. Jedná se o tropickou oblast Asie, Jižní Afriku, Jižní Ameriku, ostrov Hawai a Nový Zéland (Weber, 2003).

3 METODIKA

Genotypy chrastice rákosovité pěstované v nádobovém pokuse, v Botanickém ústavu Akademie věd ČR v Třeboni, byly zkoumány ze dvou hledisek. Moje práce byla zaměřena na zkoumání těchto rostlin z hlediska růstu a morfologických vlastností. Z hlediska genetického je zkoumala doktorandka Tereza Kávová.

3.1 Založení pokusu

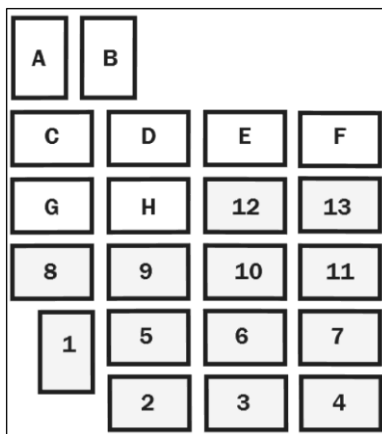
Zdrojové rostliny chrastice rákosovité pro pokus byly získány v roce 2011, v první fázi projektu LH-11039. Tyto rostliny byly zasazeny do samostatných květníků. Květníky, řádně označené místem původu, byly umístěny v kádích z laminátu. Kádě byly rozmístěny na vyhrazené a pískem zpevněné ploše. Před zimou bylo nutné rostliny zazimovat. Zazimování proběhlo na podzim roku 2011 na pozemku BÚ Třeboň zahrnutím květníků vrstvou opadaného listí.

Na konci dubna 2012 se vybíraly zdrojové rostliny pro vlastní růstový pokus. Výběr byl proveden na základě kondice jednotlivých rostlin po přezimování. Bylo vybráno 42 zdrojových rostlin, které se dělily na tři skupiny. První skupinu tvořilo 18 kusů komerčních kultivarů, druhou skupinu tvořilo 7 dalších kultivarů poskytnutých šlechtitelskou stanicí Zubří (OSEVA PRO, s.r.o. pobočka Zubří) a třetí skupinu tvořilo 18 rostlin odebraných z planých populací (příloha č. 1.). Pro začátek se vybralo 12 oddělků (části oddenků = rhizomů) od každé zdrojové rostliny. Před zasazením se u každého oddělku zvažila jeho čerstvá hmotnost na analytických vahách.

Dvanáct oddělků z každé zdrojové rostliny se rozdělilo po 4 oddělcích do 3 květníků. Do květníků se oddělky sázely do pomyslných rohů čtverce. Oddělky byly označeny barevnými, plastovými brčky, jejichž barva se zaznamenala pro lepší orientaci v datech při pozdějším jednocení rostlin. Jednotlivé květníky byly rozlišeny bílými plastovými destičkami s kódem rostliny a písmenem A, B nebo C (3 květníky od každé zdrojové rostliny). Pro pokus byly použity plastové květináče o průměru 26 cm a o objemu 7 l. Pěstební substrát tvořila důkladně promíchaná směs písku a pomalu rozpustného hnojiva OSMOCOTE (6g hnojiva/1 l písku). Květníky byly po desíti náhodně vybraných kusech umístěny v jednotlivých nádržích z laminátu o rozměrech 187 x 106 cm a vysokých 15 cm.

Na pokusné ploše BÚ v Třeboni bylo rozmístěno 21 nádrží. Nádrže vyhrazené pro vlastní pokus byly označeny čísly 1 – 13. Ostatní nádrže byly využity pro zachování zdrojových rostlin a nesly písmenné označení A – H. Prázdné nádrže E a F později sloužily jako rezervní

nádrže pro slaběji rostoucí jedince (obr. č. 1.). V nádržích se udržovala stálá hladina vody ve výšce cca 15 cm. Koncem května (24. 5. 2012) byl počet rostlin v každém květníku zredukován z původních čtyř na jednu rostlinu. Při jednocení byl zohledněn stav mladých rostlin a jejich velikost (tj. byly ponechány rostliny co nejpodobnějšího vzrůstu), z důvodů snížení variability rostlin pře začátkem studování a měření.



Obr. č. 1. Na obrázku je znázorněno rozložení nádrží a jejich označení. Nádrže 1-13 byly využity pro růstový pokus. Nádrže A, B, C, D, G, H sloužily pro zachování zdrojových rostlin. Nádrže E a F byly nevyužité, ale později se do nich přemístily pomaleji rostoucí rostliny.

3.2 Měření a odběry

Koncem června (26. 6. 2012) se začalo s pravidelným měřením rostlin. Některé rostliny byly v té době napadeny mšicemi, a proto byly preventivně všechny ošetřeny, standardním postupem, přípravkem MOSPILAN 20 SP proti mšicím. V tomto období byl také použit přípravek ROUNDUP (totální herbicid, účinná látka – glyfosát) na plevely rostoucí mezi nádržemi.

Měření probíhala každý týden v odpoledních hodinách. K měření se používal svinovací metr. Na rostlinách se měřila výška trsu, šířka trsu a počet odnoží. Výška trsu se měřila od povrchu substrátu po nejvyšší výhon rostliny. Měření výšek jednotlivých rostlin (nejvyšších prýtů, resp. výhonů u rostliny) začalo probíhat v týdenních intervalech od 26. 6. do 4. 9. 2012. Při zjišťování počtu odnoží se pracovalo od 26. 6. v týdenních intervalech do 17. 7., a poté se zjistil výsledný počet odnoží na konci pokusu, tj. 17. 9. 2012. Šířka trsu se měřila ve dvou na sebe kolmých směrech (šířka 1, šířka 2; platilo, že š. 1 > š. 2). Počet odnoží se zjišťoval součtem všech vzešlých odnoží o délce větší než 5 cm. V případě, že z báze jedné odnože vyrůstaly další tři, bylo počítáno se čtyřmi, místo jedné.

Při pravidelném měření v týdenních intervalech se odebíralo z každého květníku prvních 5 prýtů s rozkvetlou květní latou. Případné další kvetoucí prýty (tzn. 6., 7., atd.) byly odstraněny, aby nedocházelo k opylení jiných rostlin. U odebíraných prýtů se za čerstva určoval bazální průměr prýtu, jeho celková délka (vč. květní laty), počet kolének a počet listů. U květní laty se zjišťovala její délka a na ni kolmá šířka (měřená v nejširší části laty). K tomuto měření se používal svinovací metr a elektronické posuvné měřítko. Poté se každý prýt nůžkami rozdělil na tři části (stonek, listy a květní latu). Jednotlivé vzorky se vložily do označených papírových sáčků, ve kterých byly v sušárně dosušeny (při 80°C) na konstantní hmotnost a poté zváženy na analytických vahách. Výsledky morfologické charakteristiky kvetoucích prýtů byly rozděleny do čtyř kategorií (laty, listy, stonky, prýty). V polovině srpna byly vybrány slabší a menší rostliny a ty byly přemístěny do rezervních nádrží E a F, aby nedocházelo k zastiňování a následnému zpomalení růstu.

Na konci sezóny (12. 9. – 18. 9. 2012) se rostliny ostříhaly, a tím se nádobový pokus ukončil. Při odběrech nadzemní biomasy byly vybírány tři prýty pro pozdější porovnání. První prýt byl odebírán ze středu trsu, druhý z hustějšího okraje trsu a třetí z řidšího okraje trsu. Tyto prýty se nůžkami rozdělily na část listů a část stébel. Takto rozdělené části prýtů od každé rostliny se vložily do označených papírových sáčků (3 stébla zvlášť a listy 3 stébel zvlášť), které se v sušárně vysušily (při 80°C) na konstantní hmotnost, a poté byly zváženy na analytických vahách. Po odběru tří prýtů byla ostříhána nadzemní biomasa ve výšce 1 cm, která byla také v sušárně vysušena (při 80°C) na konstantní hmotnost a zvážena na analytických vahách.

Při odběrech nadzemní biomasy byla hodnocena panašovanost (dvou- nebo vícebarevné pruhování nebo skvrnitost zelených částí rostlin), která se dělila na dvě hlavní kategorie (označené A – ano – panašovaná; N – ne – nepanašovaná) a na tři podkategorie (AB – panašované bíle, AR – panašované růžově, AŽ – panašované žlutě). Na základě panašovanosti některých kultivarů byly zkoumané rostliny, původně rozdělené do tří skupin podle jejich původu (popsáno v kapitole 3.1 Založení pokusu) přerozděleny do tří nových skupin. První skupinu představovaly genotypy odebrané v předchozím roce z okolí velkých řek ČR a ty byly označeny jako „přirozené populace“. Druhou skupinu tvořila část komerčních kultivarů s odstíny listů zelené barvy, označené jako „zelené kultivary“. Třetí skupinu tvořila část komerčních kultivarů s panašovanými listy, která byla označena jako „panašované kultivary“. Kultivary byly rozděleny do dvou skupin na základě předpokladu, že rostliny s panašovanými listy mají v průběhu růstu nižší hodnoty sledovaných charakteristik, než rostliny s přirozeně zelenými listy.

U květníků s ostříhanou nadzemní biomasou se určovala pokryvnost a hustota trsu. Pokryvnost se udávala v %. Hustota trsu měla tři kategorie (1 – kompaktní trs, 2 – řídký trs, 3 – rozvolněný trs). Po určení těchto charakteristik se začaly promývat kořeny ve studené vodě, aby se zbavily zbytků substrátu. Dále se sušily a nakonec byly vloženy do papírových sáčků, ve kterých se v sušárně dosušily na konstantní hmotnost, a poté se zvažily na analytických vahách.

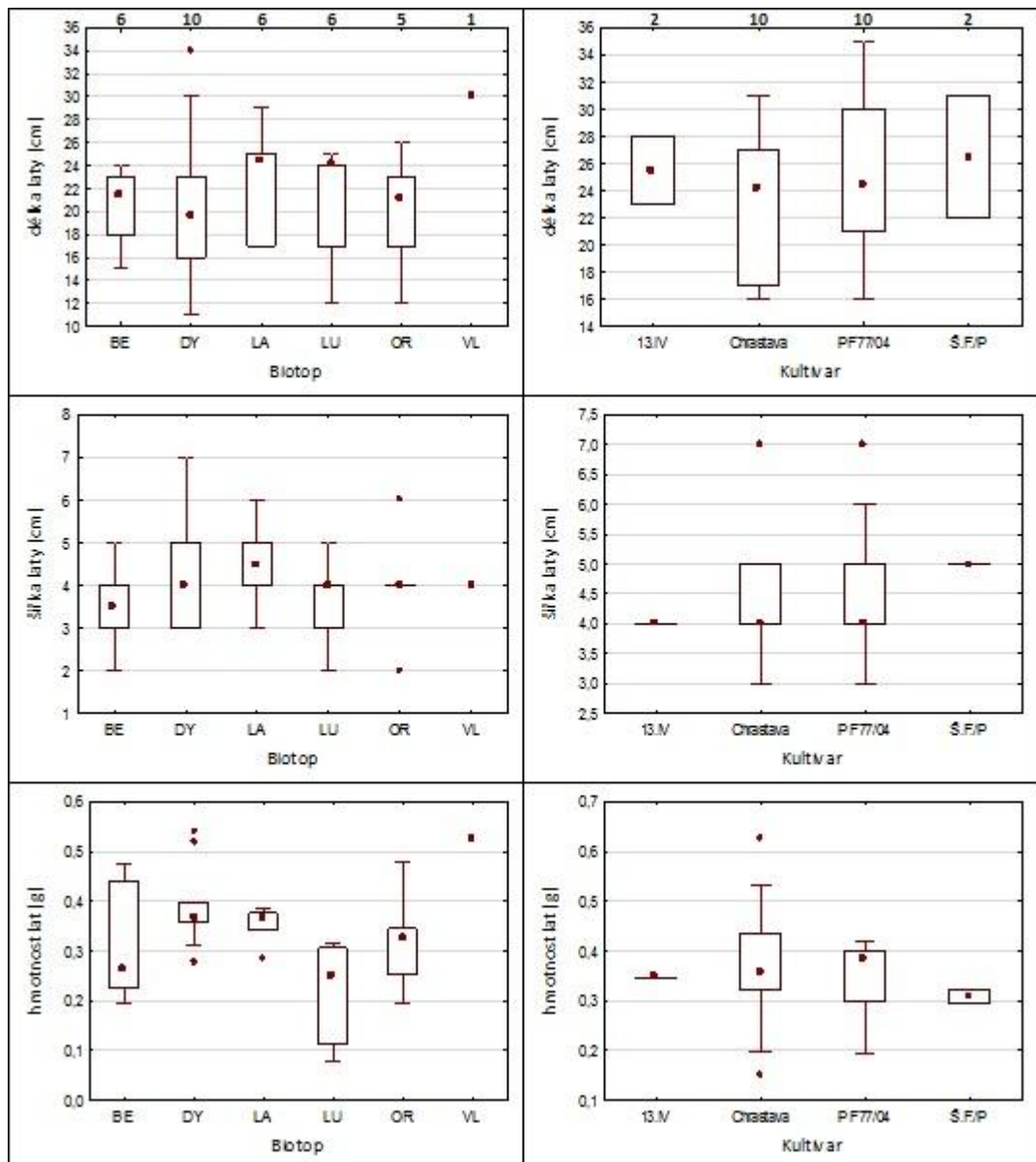
4 VÝSLEDKY

4.1 Morfologická charakteristika kvetoucích prýtů

Morfologické charakteristiky jednotlivých částí i celých prýtů jsou pro lepší orientaci v následujících porovnáních rozděleny na dvě skupiny. První skupina „biotopy“ označuje rostliny pocházející z populací na přirozených biotopech. Druhá skupina „kultivary“ označuje ostatní pěstované rostliny, a to jak kultivary se zelenými listy, tak i jediný kvetoucí genotyp z kultivarů s panašovanými listy (Š.F./P).

4.1.1 Laty

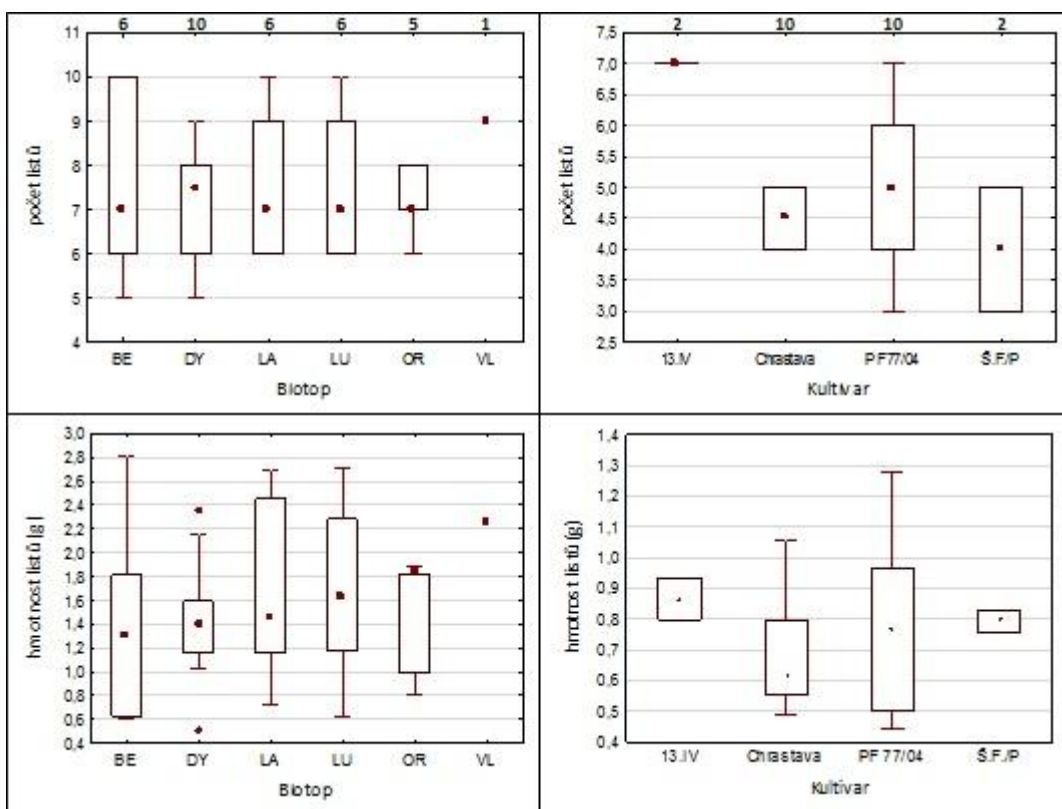
V průměrných hodnotách délek a šířek květních lat hodnocených u rostlin rozdělených na rostliny z populací na přirozených biotopech a na kultivary nebyl zjištěn podstatný rozdíl mezi skupinami (obr. č. 2). Průměrná délka lat u biotopů byla 21,2 cm a u kultivarů 24,2 cm. Maximální hodnoty v rámci biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Dyje (34 cm), u kultivarů to byl genotyp PF 77/04 (35 cm). Minimální hodnoty v rámci přirozených biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Dyje (11 cm), u kultivarů to byly genotypy PF 77/04 a Chrastava (16 cm). Průměrná šířka lat u biotopů (4 cm) byla menší než u kultivarů, kde dosáhla 4,5 cm. Maximální hodnoty u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti genotyp Dyje (7 cm), u kultivarů to byly kultivary PF 77/04 a Chrastava (7 cm). Minimální hodnoty u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Berounka, Lužnice a Orlice (2 cm), u kultivarů to byly genotypy PF 77/04 a Chrastava (3cm). Také při hodnocení průměrných hmotností lat nebyl zjištěn pozorovatelný rozdíl mezi skupinami, jak je opět patrné na obrázku č. 2. Průměrná hmotnost u populací z přírodních biotopů 0,3 g byla menší než u kultivarů, kde byla průměrná hmotnost lat 0,4 g. Maximální hodnoty u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Dyje (0,5364 g), u kultivarů to byl genotyp Chrastava (0,6241 g). Minimální hodnoty u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Lužnice (0,0787 g), u kultivarů to byl genotyp Chrastava (0,1501 g).



Obr. č. 2. Hodnocení délky, šířky a hmotnosti lat z odebraných kvetoucích prýtů. V levé části obrázku jsou uvedeny hodnoty pro rostliny z přirozených populací a vpravo jsou uvedeny hodnoty komerčních kultivarů. Bod uvnitř krabicového grafu označuje medián, krabice (box) vymezuje dolní a horní kvartil a úsečky udávají rozsah neodlehých hodnot. Čísla v horní části obrázku nad krabicovými grafy udávají počty měření jednotlivých rostlin. Přirozené biotopy zahrnují pobřežní oblasti podél Berounky (BE), Dyje (DY), Labe (LA), Lužnice (LU), Orlice (OR) a Vltavy (VL).

4.1.2 Listy

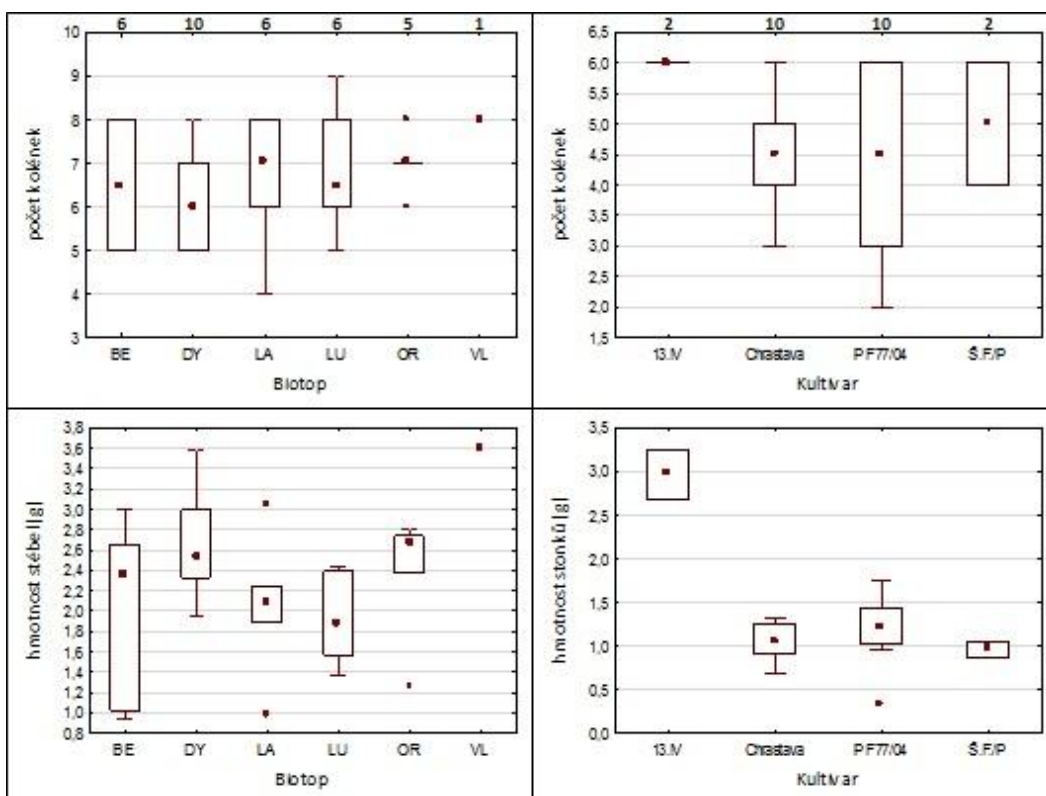
Průměrný počet listů byl podobně jako průměrná hmotnost listů vyšší, u genotypů z přirozených populací než u kultivarů (obr. č. 3). Průměrná hodnota u biotopů byla 7,5 ks, u kultivarů byl průměrný počet listů 4,9 ks. Maximální hodnoty u biotopů dosáhly genotypy populací z oblasti Berounky, Labe a Lužnice (10 ks), u kultivarů to byly genotypy 13.IV a PF 77/04 (7 ks). Minimální hodnoty v rámci biotopů dosáhly rostliny z populací podél Berounky a Dyje (5 ks), u kultivarů to byly genotypy PF 77/04 a Š.F./P (3 ks). Průměrná hmotnost sušiny u rostlin z přirozených biotopů (1,6 g) byla větší než u kultivarů, kde průměrná hmotnost listů byla 0,7 g. Maximální hodnoty v rámci přirozených biotopů dosáhly rostliny odebrané podél Labe (2,4578 g), u kultivarů pak genotyp PF 77/04 (1,2778 g). Minimální hodnoty u biotopů dosáhla rostlina z oblasti Dyje (0,5021g), u kultivarů to byl genotyp PF 77/04 (0,4440 g).



Obr. č. 3. Hodnocení počtu a hmotnosti listů z odebraných kvetoucích prýtů. V levé části obrázku jsou uvedeny hodnoty pro rostliny z přirozených populací a vpravo jsou uvedeny hodnoty komerčních kultivarů. Bod uvnitř krabicového grafu označuje medián, krabice (box) vymezuje dolní a horní kvartil a úsečky udávají rozsah neodlehých hodnot. Přirozené biotopy zahrnují pobřežní oblasti podél Berounky (BE), Dyje (DY), Labe (LA), Lužnice (LU), Orlice (OR) a Vltavy (VL).

4.1.3 Stébla

V porovnání průměrných počtů kolének na stéblech a průměrných hmotností dosáhly opět rostliny z přirozených populací vyšších hodnot než komerční kultivary (obr. č. 4). Průměrná hodnota 6,7 ks kolének na stéblo u přirozených biotopů byla větší než 4,6 ks u kultivarů. Maximální hodnoty počtu kolének v rámci kategorie biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Lužnice (9 ks), u kultivarů to byly genotypy 13.IV, Chrastava, PF 77/04 a Š.F./P (6 ks) a naopak minimálních hodnot u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Labe (4 ks) a u kultivarů to byl genotyp PF 77/04 (2 ks). Průměrná hodnota hmotnosti stébel u biotopů byla 2,4 g a nižší hodnotu měly kultivary, kde průměrná hmotnost stébel byla 1,3g. Maximální hmotnosti stébel dosáhly rostliny z biotopů v oblasti Vltavy (3,5823 g) a u kultivarů to byl genotyp 13.IV (3,2518 g). Minimální hmotnosti stébel dosáhly rostliny z biotopů v oblasti Berounky (0,9311 g) a genotyp PF 77/04 (0,3433 g) u kultivarů.



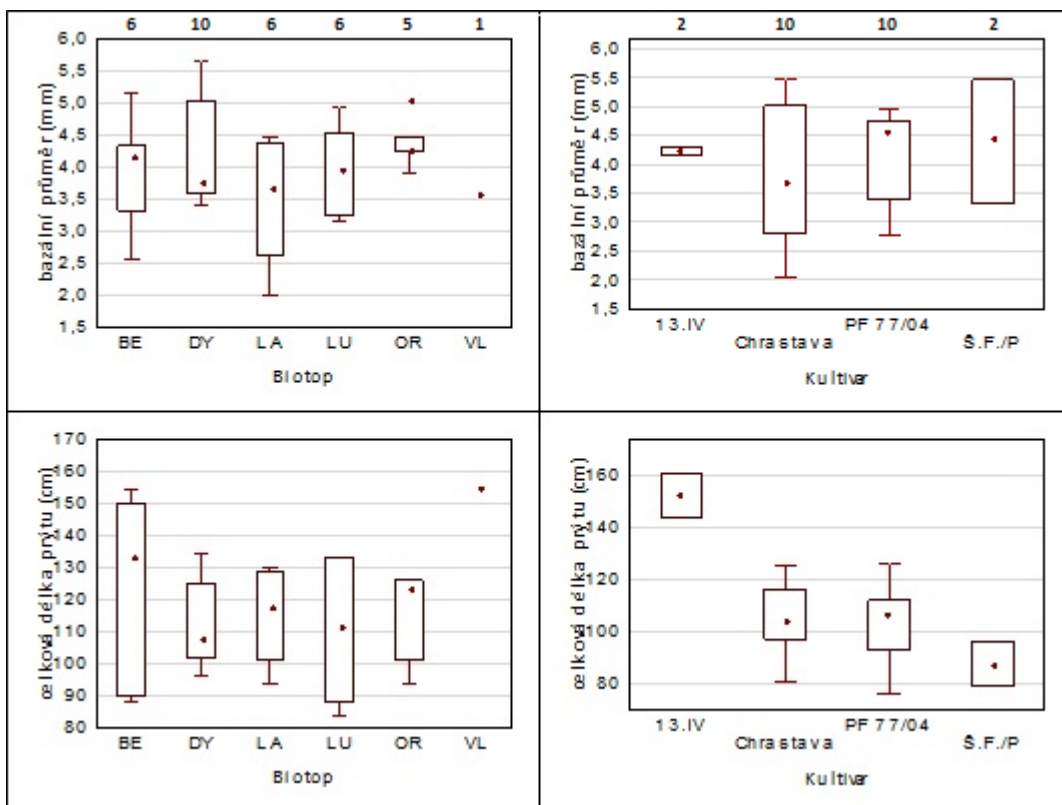
Obr. č. 4. Hodnocení počtu kolének a hmotnosti stébel z odebraných kvetoucích prýtů.

V levé části obrázku jsou uvedeny hodnoty pro rostliny z přirozených populací a vpravo jsou uvedeny hodnoty komerčních kultivarů. Bod uvnitř krabicového grafu označuje medián, krabice (box) vymezuje dolní a horní kvartil a úsečky udávají rozsah neodlehých hodnot. Čísla v horní části obrázku nad krabicovými grafy udávají počty měření jednotlivých rostlin. Přirozené biotopy zahrnují pobřežní oblasti podél Berounky (BE), Dyje (DY), Labe (LA), Lužnice (LU), Orlice (OR) a Vltavy (VL).

4.1.4 Prýty

Průměrné hodnoty bazálních průměrů odebraných prýtů byly u rostlin z přírodních populací a komerčních kultivarů velmi podobné (obr. č. 5). Průměrný bazální průměr byl u biotopů 4,0 mm a velmi podobné hodnoty dosáhly kultivary s hodnotou 4,1 mm. Maximálního bazálního průměru u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Berounky (5,14 mm) a u kultivarů to byl genotyp Chrastava (5,47 mm). Minimální hodnoty u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Labe (2,01 mm) a genotyp Chrastava (2,05 mm) u kultivarů.

Při hodnocení celkové délky prýtů byly zjištěny vyšší hodnoty u rostlin z přirozených populací než u komerčních kultivarů. Průměrná délka odebraných prýtů u biotopů (117,3 cm) byla větší než kultivarů, kde průměrná celková délka byla 106,1 cm. Maximální délky prýtů mezi biotopy dosáhly současně rostliny z populací v oblastech Berounky a Vltavy (154 cm) a u kultivarů to byl genotyp 13.IV (161 cm). Minimální délky prýtů u biotopů dosáhly rostliny z populace v oblasti Lužnice (84 cm), u kultivarů to byl genotyp PF 77/04 (76 cm).



Obr. č. 5. Hodnocení bazálního průměru odebraných kvetoucích prýtlů a celková délka těchto kvetoucích prýtlů. V levé části obrázku jsou uvedeny hodnoty pro rostliny z přirozených populací a vpravo jsou uvedeny hodnoty komerčních kultivarů. Bod uvnitř krabicového grafu označuje medián, krabice (box) vymezuje dolní a horní kvartil a úsečky udávají rozsah neodlehklých hodnot. Čísla v horní části obrázku nad krabicovými grafy udávají počty měření jednotlivých rostlin. Přirozené biotopy zahrnují pobřežní oblasti podél Berounky (BE), Dyje (DY), Labe (LA), Lužnice (LU), Orlice (OR) a Vltavy (VL).

4.2 Sezónní dynamika růstu

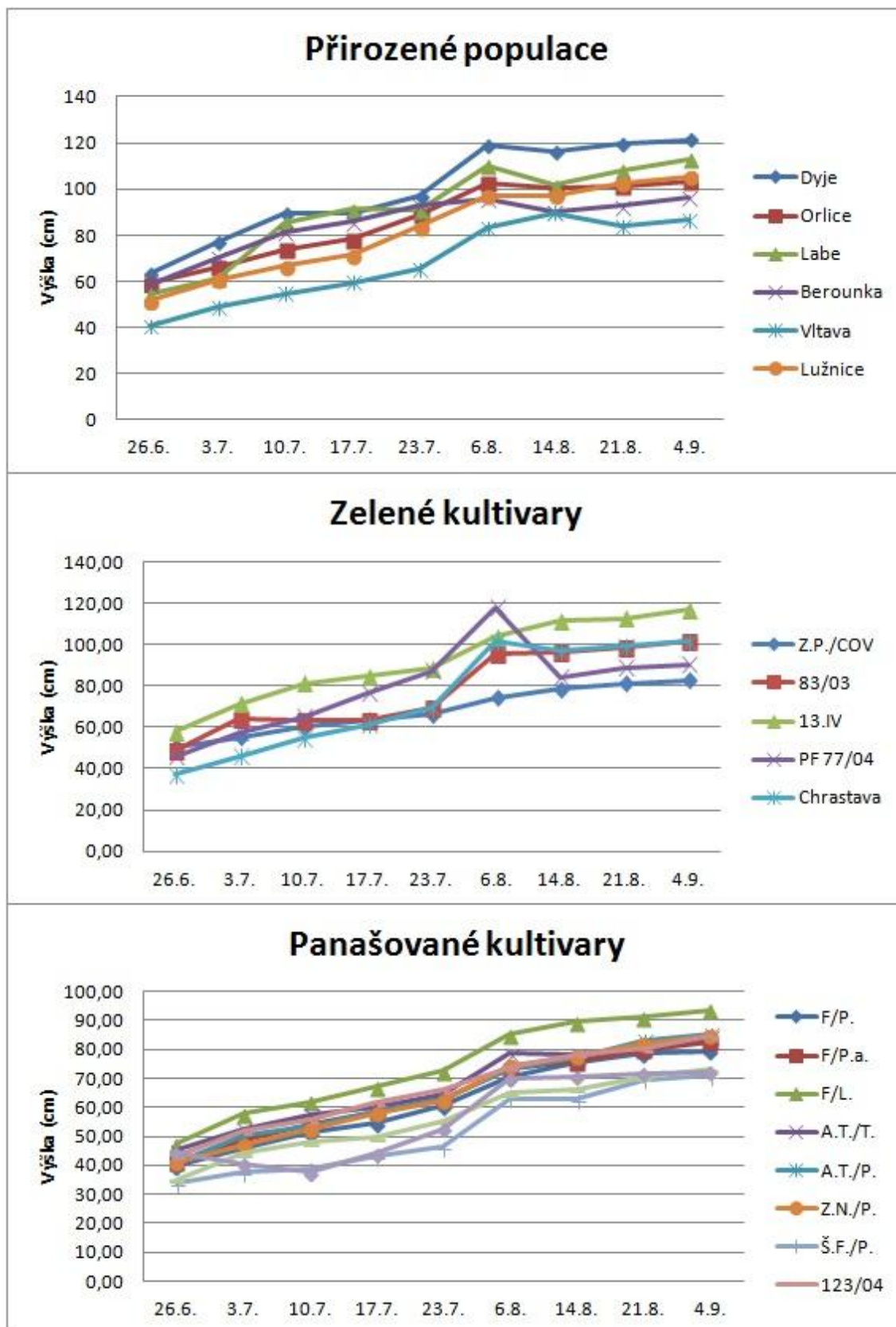
Studované rostliny jsou v následujících charakteristikách rozděleny do tří skupin. První skupina „přirozené populace“ zahrnuje populace z přirozených biotopů okolo velkých českých řek. Uměle kultivované rostliny se zelenými listy tvoří kategorii „zelené kultivary“ a třetí skupina „panašované kultivary“ je tvořena uměle kultivovanými rostlinami s panašovanými listy.

4.2.1 Přirůstání prýtlů do výšky

Průměrné hodnoty výšek prýtlů jsou zobrazeny na obr. č. 6. Ze sledovaných skupin dosahovaly relativně vysokých hodnot rostliny z přirozených populací a kultivary se zelenými

listy. Naopak nejmenšího vzrůstu dosáhly kultivary s panašovanými listy. Celková průměrná výška prýtů byla 91,81 cm.

Ze skupiny rostlin z přirozených populací dosáhly nejvyšší průměrné výšky rostliny populace z Dyje, které na konci pozorování dosáhly hodnoty 121,44 cm. Mezi průměrně vysoké rostliny patřily populace z Labe a Lužnice a nejmenší průměrné výšky dosáhly populace z Vltavy a to 86,61 cm. U skupiny kultivarů se zelenými listy dosáhl na konci pozorování nejvyšší průměrné výšky 116,67 cm genotyp 13. IV. Genotyp PF 77/04 dosáhl maximální výšky mezi kultivary se zelenými listy 6. 8., a to 118 cm, na konci pozorování však jeho průměrná výška byla 90 cm. Nejmenší průměrné výšky dosáhl genotyp ZP/COV a to 82,83 cm. Ze skupiny kultivarů s panašovanými listy dosáhl nejvyšší průměrné výšky genotyp F/L s hodnotou na konci pozorování 93,67 cm. Nejmenšího průměrného vzrůstu dosáhl s hodnotou 70,83 cm na konci pozorování genotyp Š.F/P.

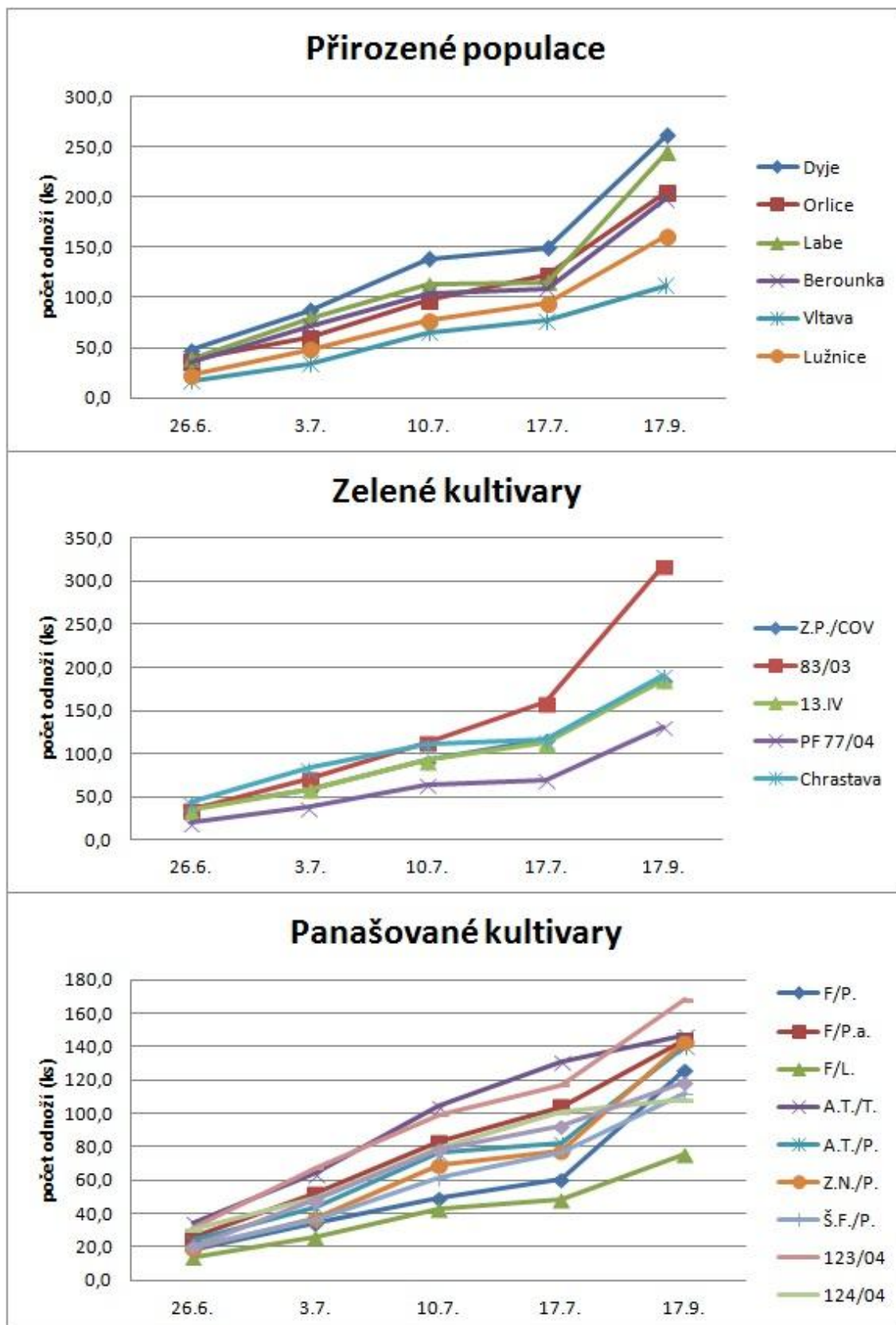


Obr. č. 6. Průměrné hodnoty výšky rostlin chrastice rákosovité, pěstované v pískové kultuře během vegetační sezóny 2012. Termíny zelené, resp. panašované kultivary označují kultivary se zelenými, resp. panašovanými listy.

4.2.2 Odnožování

Průměrné počty odnoží jsou zobrazeny na obr. č. 7. Rostliny z přirozených populací a kultivary se zelenými listy měly velmi podobné množství odnoží, oproti kultivarům s panašovanými listy, u kterých byly hodnoty asi o jednu třetinu nižší.

Ve skupině rostlin z přirozených populací byly největší rostliny populace z Dyje s hodnotou 261 odnoží na konci pozorování. Nejmenšího průměrného počtu odnoží dosáhly rostliny z populace v oblasti Vltava s hodnotou na konci pozorování 112 odnoží. Maximálních počtů odnoží mezi studovanými skupinami dosáhly kultivary se zelenými listy, kde dosáhl největšího průměrného počtu odnoží genotyp 83/03 s hodnotou na konci pozorování 318 odnoží a nejmenšího počtu dosáhl genotyp PF 77/04 s hodnotou na konci pozorování 131 odnoží. Nejmenších počtů odnoží mezi sledovanými skupinami dosáhly kultivary s panašovanými listy. Největšího průměrného počtu odnoží na konci pozorování dosáhl genotyp 123/04 s hodnotou 168 odnoží a nejmenšího počtu dosáhl genotyp F/L s hodnotou 75 odnoží na konci pozorování.



Obr. č. 7. Průměrné počty odnoží u rostlin chrastice rákosovité, pěstované v pískové kultuře během vegetační sezóny 2012. Termíny zelené, resp. panašované kultivary označují kultivary se zelenými, resp. panašovanými listy.

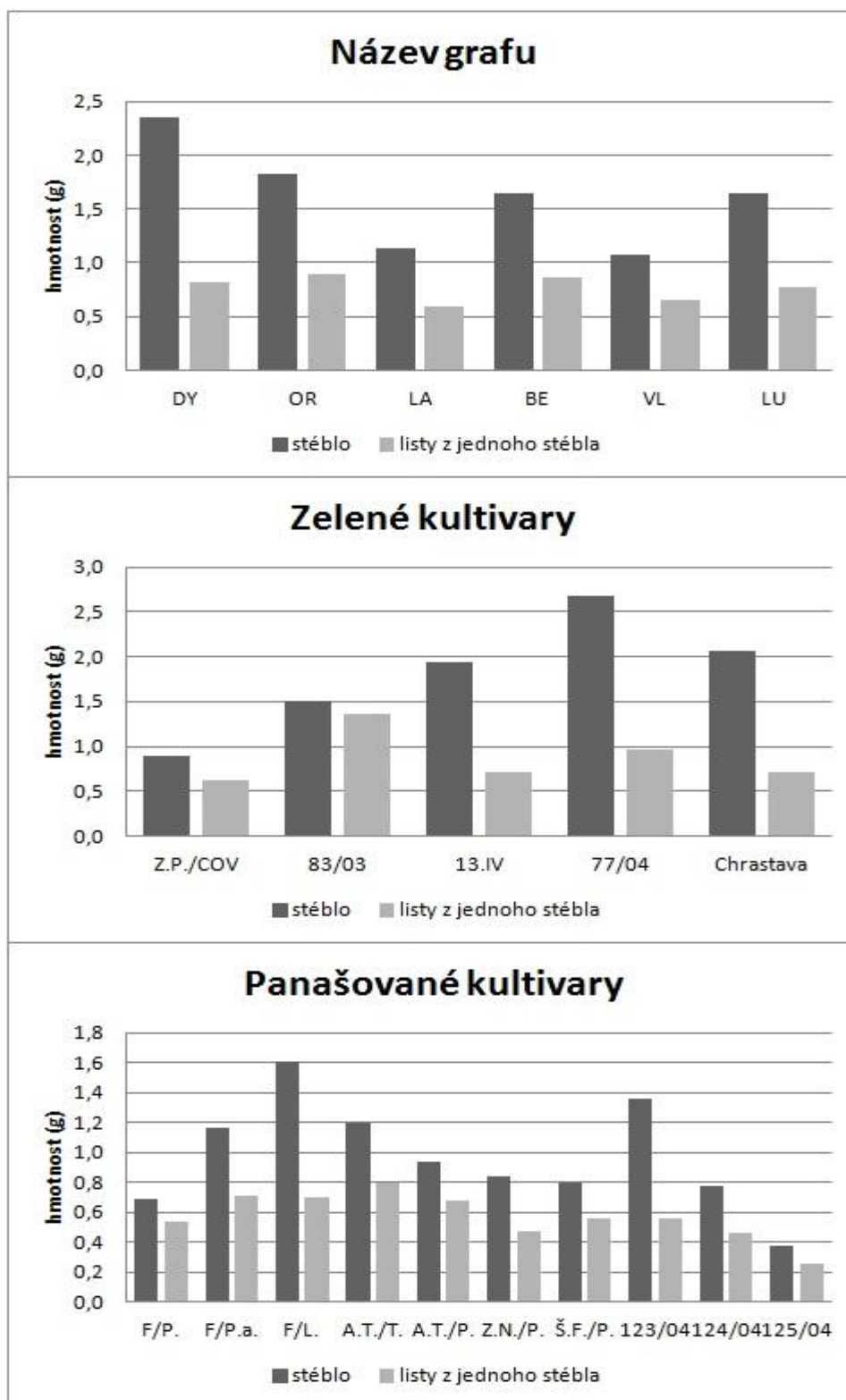
4.3 Produkce biomasy

V této kapitole jsou výsledky rozděleny na průměrné charakteristiky jednoho stébla a biomasy celých rostlin. Studované rostliny jsou v následujících charakteristikách rozděleny do tří skupin. První skupina „přirozené populace“ zahrnuje populace z přirozených stanovišť okolo velkých českých řek. Uměle kultivované rostliny se zelenými listy tvoří kategorii „zelené kultivary“ a třetí skupina „panašované kultivary“ je tvořena uměle kultivovanými rostlinami s panašovanými listy.

4.3.1 Průměrné charakteristiky jednoho stébla

U tří stébel odebraných na konci sezóny byla zjišťována průměrná hmotnost jednoho stébla a průměrná hmotnost listů jednoho stébla. Nejvyšších průměrných hmotností dosáhly kultivary se zelenými listy, ve středních polohách získaných hodnot se pohybovaly rostliny z přirozených populací a nejnižších hmotností dosáhly kultivované rostliny s panašovanými listy (obr. č. 8).

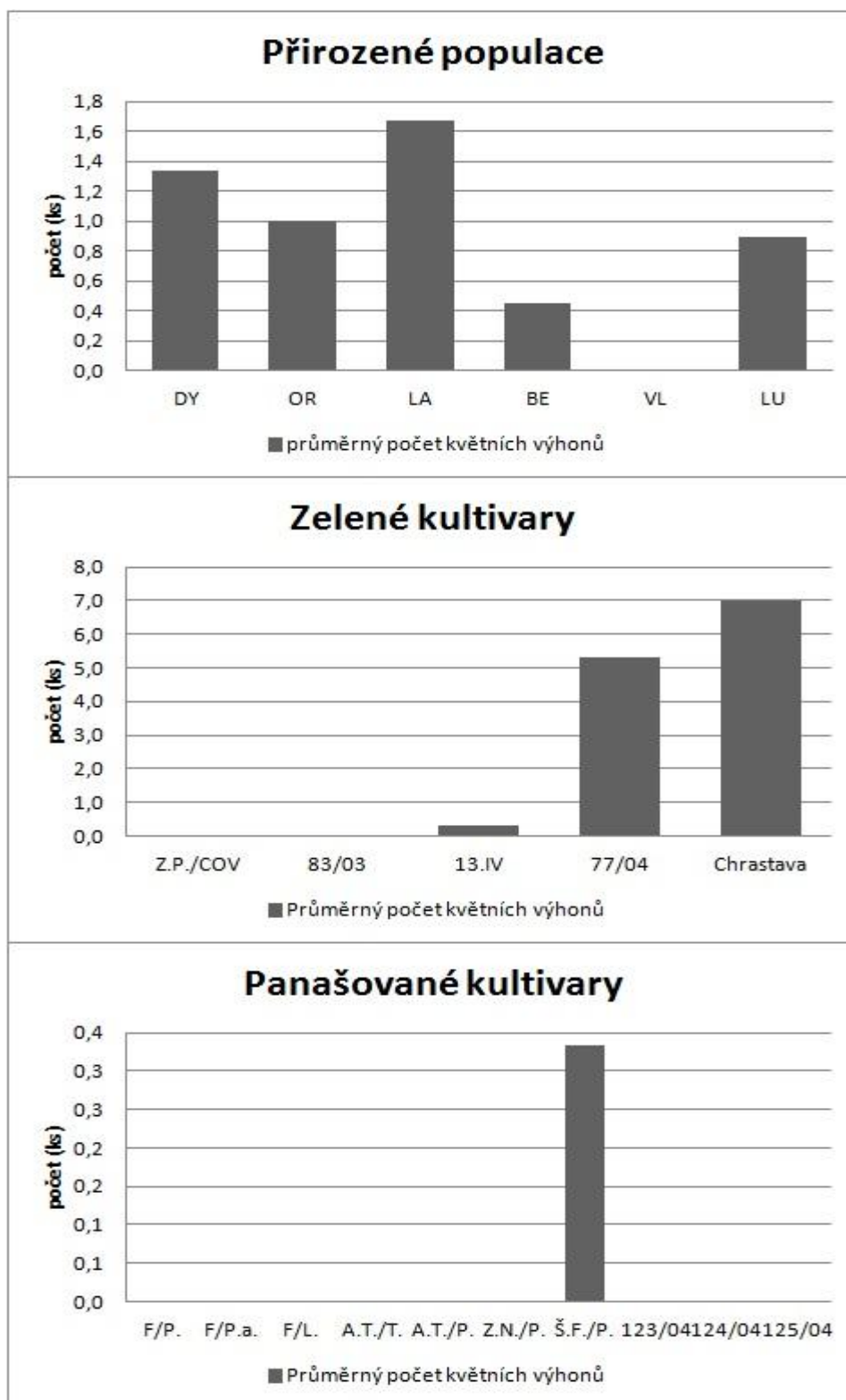
Maximální průměrná hmotnost jednoho stébla u rostlin z přirozených populací byla u populace z Dyje (2,3519 g), u kultivarů se zelenými listy to byl genotyp PF 77/04 (2,6733 g) a u kultivarů s panašovanými listy genotyp F/L (1,6117 g). Při hodnocení průměrné hmotnosti listů jednoho stébla byly maximální hodnoty získány z rostlin z přirozených populací u populace z Orlice (0,9008 g), u kultivarů se zelenými listy genotyp 83/03 (1,3522 g) a u kultivarů s panašovanými listy to byl genotyp A.T./T (0,7944 g).



Obr. č. 8. Průměrné hmotnosti jednoho stébla a průměrné hmotnosti listů z jednoho stébla u rostlin chřastice rákosovité, pěstované v pískové kultuře během vegetační sezóny 2012. Termíny zelené, resp. panašované kultivary označují kultivary se zelenými, resp. panašovanými listy. Přirozené biotopy zahrnují pobřežní oblasti podél Berounky (BE), Dyje (DY), Labe (LA), Lužnice (LU), Orlice (OR) a Vltavy (VL)

4.3.2 Charakteristiky kvetoucích rostlin

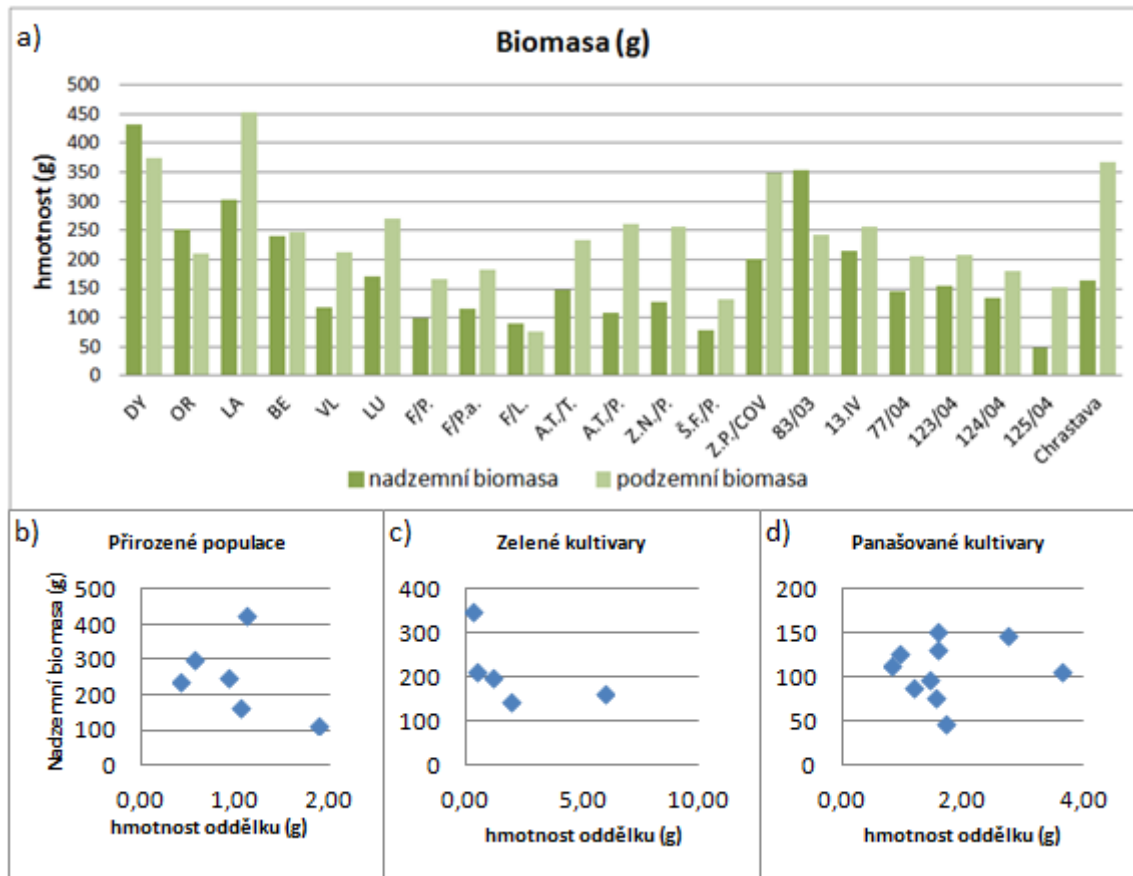
Celkový počet kvetoucích prýtů, zjištěný u všech rostlin na konci pokusu, je znázorněn na obr. č. 9 jako průměry pro jednotlivé populace z přirozených biotopů a pro genotypy kultivarů. Celkově nejvíce (pět ze šesti) kvetoucích rostlin bylo mezi rostlinami z přirozených populací a nejméně kvetoucích rostlin (jedna z desíti) měly kultivary s panašovanými listy. Maximální počet kvetoucích prýtů na jednu rostlinu byl zjištěn u jednoho z kultivarů se zelenými listy, tj. genotyp Chrastava (7 ks) (obr. č. 9). Z rostlin z přirozených populací dosáhla maximálních průměrných hodnot populace z povodí Labe (1,67 ks), Nejmenší počet kvetoucích prýtů byl zjištěn u kultivarů s panašovanými listy, a to u jediného kvetoucího genotypu genotyp Š.F./P (0,33 ks).



Obr. č. 9. Průměrné počty květních výhonů na jednu rostlinu u různých genotypů chrastice rákosovité, pěstovaných v pískové kultuře během vegetační sezóny 2012. Termíny zelené, resp. panašované kultivary označují kultivary se zelenými, resp. panašovanými listy. Přirozené biotopy zahrnují pobřežní oblasti podél Berounky (BE), Dyje (DY), Labe (LA), Lužnice (LU), Orlice (OR) a Vltavy (VL).

4.3.3 Biomasa celé rostliny

Průměrné hmotnosti nadzemní a podzemní biomasy dosáhly různého poměru pro různé genotypy (obr. č. 10). Nejčastěji byla vyšší hodnota podzemní biomasy (17 z 21 případů). Maximální průměrné hmotnosti nadzemní biomasy dosáhla populace z oblasti Dyje (433,02 g). Maximální průměrné hmotnosti podzemní biomasy dosáhla populace z oblasti Labe (451,66 g). Naopak minimální průměrné hmotnosti nadzemní biomasy dosáhl genotyp 125/04 (48,34 g) a minimální průměrné hmotnosti podzemní biomasy genotyp F/L (75,78 g).



Obr. č. 10. Průměrné hodnoty nadzemní a podzemní biomasy (a) všech populací a genotypů chrastice rákosovité, pěstované v písčité kultuře pěstované během vegetační sezóny 2012. V dolní části obrázku je znázorněn vztahy mezi nadzemní biomasou a hmotností oddělků pro rostliny z přirozených populací, a dále pro kultivary se zelenými, resp. panašovanými listy označené jako zelené, resp. panašované kultivary. Přirozené biotopy zahrnují pobřežní oblasti podél Berounky (BE), Dyje (DY), Labe (LA), Lužnice (LU), Orlice (OR) a Vltavy (VL)

5 DISKUSE

5.1 Omezení použité metody

Metoda srovnávacích měření morfologických a růstových charakteristik byla zvolena tak, aby umožnila srovnání fenotypových vlastností různých genotypů za stejných podmínek definovaných podmínkami pokusu. Na podkladě získaných dat tedy můžeme usuzovat na rozdíly v morfologických charakteristikách kvetoucích prýtů, sezónní dynamice růstu a tvorbě biomasy mezi studovanými genotypy. Nemůžeme ale činit závěry týkající se růstu těchto genotypů na přirozených biotopech či v jiných kultivačních podmínkách, které by byly výrazně odlišné od podmínek provedeného pokusu.

Další omezení použité metody souvisí s délkou pokusu. Byl totiž proveden pouze jednoletý pokus, kdežto chrastice je rostlina vytrvalá. To byl hlavní důvod toho, že ne všechny rostliny v této jedné vegetační sezóně vykvetly. Na druhou stranu při pěstování chrastice rákosovité pro energetické účely, kdy se po jedné vegetační sezóně nadzemní biomasa odebírá, mohou výsledky této práce sloužit k výběru produkčních genotypů, vhodných k dalšímu zkoumání v této oblasti.

5.2 Vztah mezi genotypem a růstovými a morfologickými charakteristikami a tvorbou biomasy

Fenotyp je projevem genotypu a prostředí. Prostor pro pěstování všech rostlin bylo v pokusu sjednoceno, a proto se více projevil vliv genotypu. Stejný rozsah experimentálních podmínek vyvolá u jedinců s různými genotypy různý rozsah fenotypových odpovědí, přičemž někteří jedinci jsou plastičtější než jiní (Weber, 2003).

Vlastnosti určitého genotypu se vyvíjely v evoluci díky evolučním adaptacím (tzv. přírodní výběr) a šlechtěním (Weber, 2003). Kultivary chrastice rákosovité použité v pokusu byly výsledkem určitého šlechtění, ať už šlo o šlechtění na vysokou produkci biomasy u genotypu Chrastava či šlechtění pro okrasné účely u panašovaných kultivarů. Naopak rostliny pocházející z přirozených populací se vyvíjely díky evolučním adaptacím na podmínky na jejich biotopech. Tyto rostliny z oblastí kolem velkých českých řek se musely adaptovat na vodní režim oblasti, na množství živin v prostředí, na konkurenci v prostředí, ve kterém vyrůstaly, na množství záření a na konkrétní faktory dané oblasti (nadmořská výška, množství toxických látek v prostředí, přítomnost přirozených herbivorů atd.).

Opakovaná měření výšky rostlin a počtu odnoží ukázala, že populace pocházející z přírodních podmínek rostou jinak než kultivary chrastice rákosovité. Panašovanost rostlin měla vliv na rychlost růstu a tvorby biomasy. Všeobecně panašované rostliny vykazovaly pomalejší růst do výšky a nižší tvorbu biomasy než ostatní rostliny se zelenými listy, ať už šlo o kultivary či rostliny z přirozených populací.

5.3 Srovnání výsledků s pracemi jiných autorů

Ze získaných dat mohu s výsledky jiných autorů porovnat průměrnou délku výhonů (výšku prýtů) narostlých během sezóny 2012. U mého pokusu byla celková průměrná výška výhonů 91,81 cm, přičemž rostliny z přirozených populací dosáhly průměrné délky výhonů 104,19 cm, oproti komerčním kultivarům, kde byl průměr 86,86 cm. Ho (1979) zaznamenal na skotských jezerech průměrné délky výhonů mezi 161 a 164 cm. Dušek & Květ (1996) zaznamenali průměrnou délku výhonů 121 cm na kořenové čistírně Chmelná v ČR. Jedním z důvodů, proč délka stébel v mém pozorování byla menší oproti zaznamenaným hodnotám autorů Duška a Květa (1996) a Ho (1979), mohlo být stáří sledovaných rostlin. Citovaní autoři totiž uvádí průměrné hodnoty pro rostliny starší než jeden rok, ve srovnání s se stářím méně než rok u rostlin v mém jednoletém pokusu. Vymazal & Kröpfelová (2003) zaznamenali u pozorovaných sedmi kořenových čistíren nejvyšší průměrnou délku výhonů 135 cm v lokalitě Zbednice a nejnižší průměrnou délku výhonů 58 cm na lokalitě Cista. Mnou zjištěná průměrná výška výhonů spadá do zaznamenaných průměrných hodnot Vymazala & Kröpfelové.

Nadzemní a podzemní biomasa udávaná jinými autory je v jednotkách hmotnosti na určitou plochu (g/m^2). V mém pokusu byla zjišťována nadzemní a podzemní biomasa pouze u jednotlivých rostlin, proto nemohu své výsledky srovnávat s ostatními autory, u kterých jsou hodnoty vztaženy na jednotku plochy. Přepočet mých výsledků na jednotku plochy (m^2) by byl nepřesný.

6 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zaměřil na rychlost růstu jednotlivých rostlin, dále u kvetoucích rostlin na morfologické charakteristiky prýtů s rozkvetlou květní latou a na hodnoty nadzemní biomasy na konci pokusu.

Největší průměrné výšky výhonů v rámci přirozených populací dosáhly rostliny z oblasti řeky Dyje (121,44 cm). Mezi komerčními kultivary dosáhl největší průměrné výšky genotyp 13.IV (113,67 cm). V počtu odnoží dosáhl nejvyšších průměrných hodnot na konci pokusu genotyp 83/03 s 318 odnožemi. Největšího průměrného počtu odnoží z přirozených populací dosáhly rostliny z oblasti řeky Dyje s 261 odnožemi. U morfologických charakteristik kvetoucích prýtů byly naměřeny větší hodnoty u listů, stébel a celých prýtů u rostlin z přirozených populací. U kultivarů byly naproti tomu zjištěny větší hodnoty morfometrických charakteristik rozkvetlých lat. Maximální průměrná hmotnost nadzemní biomasy na konci vegetační sezóny (18. 9. 2012) byla u přirozených populací 433,02 g (řeka Dyje) a u komerčních kultivarů to byl genotyp 83/03 s 353,11 g.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- Anderson, D.E. (1961): *Taxonomy and distribution of the genus Phalaris*. Iowa State Journal of Science 36:1-96.
- Behrends, L.L., E. Bailey, M.J. Bulls, H.S. Coonrod, F.J. Sikora (1994): *Seasonal trends in growth and biomass accumulation of selected nutrients and metals in six species of emergent aquatic macrophytes*. In: Proceedings of 4th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, ICWS'94 Secretariat, Guangzhou.
- Bernard, J.M., T.E. Lauve (1995): *A comparison of growth and nutrient uptake in Phalaris arundinacea L. growing in a wetland and a constructed bed receiving landfill leachate*. Wetlands 15: 176-182.
- Bláha L., F. Hnilička, H. Hniličková, V. Holubec, J. Müllerová, J. Štolcová, J. Zieglerová (2003): *Rostlina a stres*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Briggs, D., S.M. Walters (2001): *Proměnlivost a evoluce rostlin*. Univerzita Palackého, Olomouc.
- Dušek, J., K. Květ (1996): *Monitoring of Plants in Constructed Wetlands*. Final Report of a Research Project 206/94/1621. Institute of Botany, Třeboň, Czech Republic.
- Dykyjová, D. (1970): *Comparative biometry of Phragmites communis ecotypes and its significance to investigation of reed-stand productivity*. In: Dykyjová, D. (ed.): Productivity of Terrestrial Ecosystems. Production In: Czechosl. IBP/PT-PP Report No I., Praha, s. 105-110.
- Gleason, H. A., A. Cronquist (1991): *Manual of the Vascular Plants of the Northeastern United States and Adjacent Canada*. D. VanNostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey.
- Hejný S., Z. Hroudová, Š. Husák, D.V. Dubyna, H. Ořahelová, S.M. Stojko, L.A. Tassenkevič, J.R. Šeljag-Sosonko, O. Jeřábková (1993): *Charakteristika makrofitov preevulažňonnych territorij Ukrainy i Čecho-Slovakii*. In: Hejný S., Sytník K.M. (ed): Makrofity – indikatory izmenenij prirodnoj sredy. Naukova dumka, Kiev 434: 72-397.
- Hickman, J.C. (1993): *The Jepson Manual: Higher Plants of California*. University of California Press, Berkeley, California.

- Ho, Y.B. (1979): *Growth, chlorophyll and mineral nutrient studies on Phalaris arundinacea L. in three Scottish lochs*. Hydrobiologia 63, 33-43.
- Holm, L.G., J.K. Pancho, J.P. Herberger, P.L. Plunkett (1991): *A geographical atlas of World Weeds*. Krieger Publishing Co., Malabar, Florida.
- Holt, I.V. (1954): *Initiation and development of the inflorescence of Phalaris arundinacea L. and Dactylis glomerata L.* Iowa State College Journal of Science 28: 603-621.
- Hutchinson, M. (1992): *Vegetation Management Guideline: Reed Canary Grass (Phalaris arundinacea L.)*. Natural Areas Journal 12: 159.
- Hyam, R., R. Pankhurst. (1995): *Plants and their names: a concise dictionary*. Oxford University Press, Oxford.
- Chytrý M. (2007): *Vegetace České republiky: 1 Travná a keříčková vegetace*. Academia, Praha.
- Jandák J., A. Prax, E. Pokorný (2004): *Půdoznalství*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Larcher, W. (1988): *Fyziologická ekologie rostlin*. Academia, Praha.
- Lavergne, S., J. Molofsky (2007): *Increased genetic variation and evolutionary potential drive the success of an invasive grass*. The Proceedings of National Academy of Science, USA.
- Lewandowski I., U. Schmidt (2006): *Nitrogen, energy and land use efficiencies of miscanthus, reed canary grass and triticale as determined by the boundary line approach*. Agriculture, Ecosystems and Environment. 112: 335-346.
- Mæhlum, T., W.S. Warner, P. Stålnacke, P.D. Jenssen (1999): *Leachate treatment in extended aeration lagoons and constructed wetlands in Norway*. In Mulamootil, G., E.A. McBean & F. Revers (ed.), *Constructed Wetlands for the Treatment of Landfill Leachates*. Lewis Publisher/CRC Press, Boca Raton, FL.
- McNeely, J.A. (2001): *The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Nečas J., J. Květ (1966): *Hodnocení produktivity rostlin a porostů metodami růstové analýsy*. In: Šesták Z., Čatský J. (ed.): *Metody studia fotosyntetické produkce rostlin*. Academia, Praha.

- Pimentel, D. (2002): *Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal and mikrobe species*. CRC Press, Boca Raton.
- Platzer, M., V. Cáceres, N. Fong, R. Haberl (2002): *Investigations and experiences with subsurface flow constructed wetlands in Nicaragua, Central America*. In: Proceedings of 8th International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control. University of Dar es Salaam and IWA, Arusha, Tanzania.
- Rychnovská, M., E. Balátová-Tuláčková, I. Bár, K. Fiala, J. Gloser, J. Jakrlová, Z. Makušová, M. Tesařová, B. Úlehlová, V. Zelená (1987): *Metody studia travinných ekosystémů*. Academia, Praha.
- Slavíková, J. (1986): *Ekologie rostlin*. SPN, Praha.
- Vymazal, J. (2006): *The use of constructed wetlands for wastewater treatment in Czech Republic*. In Burk, A.R. (ed.), Focus on Ecology Research. Nova Science Publishers Inc., New York.
- Vymazal, J., L. Kröpfelová (2005): *Growth of Phragmites australis and Phalaris arundinacea in constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic*. Ecological Engineering 25: 606-621.
- Wallace, S.D., R.L. Knight (2006): *Small Scale Constructed Wetland Treatment Systems. Feasibility, Design, Criteria, and O&M Requirements*. Water Environment Research Foundation, Alexandria, VA.
- Weber, E. (2003): *Invasive plants of the World – a reference guide to environmental weeds*. Cabi Publishing, Zurich, Švýcarsko.

8 PŘÍLOHY

Příloha č. 1. Seznam zdrojových rostlin použitých pro experimentální pokus v sezóně 2012.

NÁZEV kultivaru	PŮVOD	KÓD ROSTLIN
Komerční kultivary		
"Picta"	Zahradnictví Flos s.r.o.	F/P.
"Phalaris arundinacea"	Zahradnictví Flos s.r.o.	F/P.a.
"Luteopicta"	Zahradnictví Flos s.r.o.	F/L.
"tricolor"	Agrostis Trávníky	A.T./T
"Picta"	Agrostis Trávníky	A.T./P.
plants for constructed wetlands	Zahradnictvi Pelikan	Z.P./COV
"Picta"	Zahradnictví Najmanovi	Z.N./P.
Kultivary získané z firmy OSEVA PRO, s.r.o. pobočka Zubří		
<i>Phalaris arundinacea</i>	wild flora	83/03
<i>Phalaris arundinacea</i>	wild flora	13.IV
<i>Phalaris arundinacea</i>	wild flora	PF 77/04
<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>	wild flora	123/04
<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>	wild flora	124/04
<i>Phalaris arundinacea</i> var. <i>picta</i>	wild flora	125/05
<i>Phalaris arundinacea</i>	"Chrastava"	Chrastava
Plané populace		
Řeka Dyje, Lednice, levá strana toku, vlevo od silnice č. 422, blízko mostu	DY 1	
	DY 2	
	DY 3	
Řeka Orlice, Týniště nad Orlicí, pravá strana toku, polní cesta naproti benzínové pumpy na silnici č. 11	OR 1	
	OR 2	
	OR 3	
Řeka Labe, Hradec Králové, cesta mezi obcemi Skalička a Lochenice, odbočka vlevo před mostem do Lochenic, levý břeh řeky	LA 1	
	LA 2	
	LA 3	
Řeka Berounka, Srbsko, levý břeh řeky, odebráno uprostřed vesnice	BE 1	
	BE 2	
	BE 3	
Řeka Vltava, Zlatá Koruna nad jezem, Rájov	VL 1	

	VL 2
	VL 3
Řeka Lužnice, 1 km východně od města, podél východní části břehu řeky v kempu západně od Klikova	LU 1
	LU2
	LU3