

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Agroekologie**

Katedra: **Katedra Biologických disciplín**

Vedoucí katedry: **doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vliv režimu zaplavení na růst ostřice štíhlé (*Carex
acuta*) v nádobovém pokuse**

Vedoucí diplomové práce: **prof. RNDr. Hana Čížková, CSc.**

Konzultant diplomové práce: **Ing. Jitka Vítková**

Autor diplomové práce: **Bc. Vojtěch Januš**

České Budějovice, 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou 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 diplomové 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

Podpis:

Bc. Vojtěch Januš

Poděkování

V první řadě bych chtěl tímto způsobem poděkovat vedoucí své diplomové práce, paní prof. RNDr. Haně Čížkové, CSc. za odborné vedení, důležité rady a za všechny čas, který mi věnovala. Také bych chtěl poděkovat své konzultantce Ing. Jitce Vítkové, za její odbornou pomoc a užitečné rady během realizace experimentu. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi v průběhu experimentu všestranně vycházeli vstříc a pomáhali mi s odběry a tříděním biomasy. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při studiu.

Anotace

Diplomová práce je součástí projektu GA ČR P504/11/1151 Úloha rostlin v bilanci skleníkových plynů ostřicového slatiniště. Výsledky tohoto projektu budou sloužit jako podklad pro analýzy skleníkových plynů v přirozených mokřadních biotopech.

V rámci projektu byl založen nádobový pokus, kde byl sledován růst a morfologické změny ostřice štíhlé během vegetační sezóny. Ostřice štíhlá již byla předmětem řady studií. Cílem této práce je srovnání rychlosti růstu rostlin ostřice štíhlé (*Carex acuta*) pěstovaných v kontrolovaných podmínkách simulující různý režim zaplavení stanoviště.

Během vegetační sezóny byl sledován počet odnoží a maximální výška rostlin. Destruktivní metodou byla na podzim zjištěna nadzemní a podzemní biomasa. Zvýšená hladina v polovině vegetačního období způsobila zpomalení růstu do výšky a vytváření nových odnoží. Snížená hladina v polovině vegetačního období působila na rostliny rychlejším růstem do výšky. Podzemní biomasu průkazně negativně ovlivnila zvýšená vodní hladina v polovině vegetačního období.

Klíčová slova:

ostřice štíhlá, nádobový pokus, zaplavení, ekofáze

Annotation

This MCs thesis is part of the Grant Agency of Czech Republic GACR P504/11/1151 The role of plants in balance of greenhouse gases in Carex fens. The results of this project will serve as a basis for another analyses of greenhouse gases in natural wetland biotops.

Growth and morphological changes of *Carex acuta* were monitored in mesocosm experiment during the growing season. *Carex acuta* has already been the subject of numerous studies. The aim of this study is to compare the growth rate of plants *C. acuta* grown under controlled conditions, simulating different regimes of flooding habitat.

Number of shoots and maximum plant height were observed during the growing season. Destructive method has been used to fall aboveground and belowground biomass in autumn. Elevated water levels in the middle of the growing season caused a slowdown in growth in height and the creation of new shoots. Reduced water level of the mid-growing season seemed to faster growth of plants in height. Underground biomass significantly negatively affected by increased water level in the middle of the growing season.

Key words:

Carex acuta, mesocosm experiment, flooding, ecophase

OBSAH

1. ÚVOD.....	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	9
2.1 Charakteristika mokřadů.....	9
2.1.1 Vodní hladina v mokřadech	9
2.1.2 Zamokřená půda	10
2.2 Charakteristika mokřadní vegetace	11
2.2.1 Adaptace metabolické	11
2.2.2 Adaptace anatomické a morfologické	11
2.2.3 Stres	12
2.2.4 Fenotypová plasticita	14
2.3 Záplavy	14
2.4 Bilance uhlíku	14
2.5 Charakteristika rodu <i>Carex</i>	15
2.5.1 Společenstva s ostřicí štíhlou	16
2.5.2 Charakteristika druhu <i>Carex acuta</i>	16
3. METODIKA.....	19
3.1 Vymezení použitých termínů	19
3.2 Pokusný materiál.....	19
3.3 Založení pokusu	20
3.4 Vodní režim nádrží	21
3.5 Měření a odběry biomasy	22
4. VÝSLEDKY	24
4.1 Sezónní dynamika růstu	24
4.1.1 Sezónní chod počtu odnoží	24
4.1.2 Výška odnoží	27
4.2 Produkce biomasy.....	29
4.2.1 Průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy.....	29
4.2.2 Průměrná hmotnost kořenů	31
4.2.3 Průměrná hmotnost oddenků.....	33
4.2.4 Poměrné zastoupení celkové podzemní biomasy.....	34
4.3 Další pozorování.....	38
5. DISKUSE	39
5.1 Omezení použité metody.....	39

5.2 Zhodnocení výsledků nádobového experimentu.....	39
5.3 Srovnání výsledků s pracemi jiných autorů.....	42
5.3.1 Srovnání morfologické stavby rostlin zjištěné experimentálně a v přirozených biotopech	43
5.3.2 Srovnání produkce ostřice štíhlé zjištěné experimentálně a v přirozených biotopech	43
6. ZÁVĚR.....	45
7. LITERATURA	46
8. SEZNAM PŘÍLOH.....	52

1. ÚVOD

V posledních letech jsme svědky klimatických změn, vedoucích v našich podmínkách ke zvyšování průměrných ročních teplot a tím k delším obdobím sucha. Jedním z hlavních faktorů, ovlivňujících tuto skutečnost, je zvyšování podílu skleníkových plynů v atmosféře, mimo jiné také uhlíku ve formě CO₂ a CH₄. Mokřadní ekosystémy jsou významnými zdroji uhlíku, jehož dostupnost je limitována výškou vodní hladiny, přítomností rostlin a slunečním zářením.

Předkládaná diplomová práce je součástí projektu GA ČR P504/11/1151 Úloha rostlin v bilanci skleníkových plynů ostřicového slatiniště. Hlavním přínosem této práce je zhodnocení růstu ostřice štíhlé v nádobovém pokuse s různým vodním režimem. V tomto pokuse jsou podmínky nastaveny tak, aby rozdíly mezi sledovanými variantami byly hlavně ve vodním režimu. Ten byl v tomto pokuse určujícím faktorem fenotypových charakteristik rostlin.

Tato práce navazuje na dlouhodobý výzkum ostřicového slatiniště Mokřých Luk u Třeboně a na experimentální nádobové pokusy s ostřicí štíhlou.

Hlavní cíle diplomové práce jsou:

1. Vypracovat literární přehled poznatků o vlivu zaplavení na růstové vlastnosti mokřadních rostlin
2. Zdokumentovat účinek čtyř různých variant režimu zaplavení na růstové charakteristiky rostlin v nádobovém pokusu
3. Diskutovat zjištěné výsledky z hlediska morfologické stavby a produkce rostlin ve vztahu k záplavovému režimu jejich přirozených biotopů

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Charakteristika mokřadů

Dle článku 1 Ramsarské úmluvy je mokřad definován jako území bažin, slatin, rašelinišť i území pokrytá vodou, přirozeně i uměle vytvořená, trvalá či dočasná, s vodou stojatou či tekoucí, sladkou, brakickou či slanou, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje šest metrů (www.mzp.cz, 1.4.2016). Jako mokřad označují Mitsch a Gosselink (2000) přechodný ekosystém mezi vodním a suchozemským ekosystémem.

Zvláštními vlastnostmi mokřadů jsou přítomnost vody v blízkosti povrchu půdy či alespoň v kořenové zóně, dále mají mokřadní půdy jiné vlastnosti než půdy ostatní a v neposlední řadě se zde vyskytují hlavně rostliny, které jsou přizpůsobené na zaplavení, resp. nejsou zde přítomny rostliny nesnášející zaplavení (Mitsch a Gooseling, 2000).

Ekosystémy mokřadů jsou tvořeny hlavně díky nadprůměrnému zásobení půdy vodou a maximální možné hustotě záření. Adaptace a životní cyklus rostlin jsou určovány především těmito faktory (Smith a kol., 2004). Rovněž trvalá biomasa je poměrně velká a tvoří ji hlavně podzemní orgány rostlin (Slavíková, 1986).

V evropském měřítku patří mokřady, včetně močálů, vrchovišť a rašelinišť k nejohroženějším ekosystémům, z důvodu jejich plošného úbytku v posledním desetiletí. V EU jsou to 2% území a v síti Natura 2000 jsou zastoupeny ze 4,3% (State of nature in the EU, 2015). Z těchto 2% resp. 2 486 000 km² tvoří 1%, tedy 20 000 km² uměle vytvořené mokřady (Čížková a kol., 2013).

2.1.1 Vodní hladina v mokřadech

Mokřadní ekosystémy jsou charakterizovány dostatečnou zásobou vody, díky níž produkují více biomasy, probíhá zde velmi rychle evapotranspirace a také mají vysokou tepelnou kapacitu (Kravčík a kol., 2007). Vodní režim může být v mokřadech odlišný a díky jeho opakování jej lze lépe charakterizovat jako například mokřad se stojatým, tekoucím či kolísavým vodním sloupcem.

Ekofáze může být popsána jako skutečné "aktuální prostředí", s ohledem na výšku vodní hladiny a speciální ekologické faktory, které určují základní niky

v studovaném biotopu. U stojatých vod rozděluje Hejný (1978) ekofáze na hydrofázi (vodní prostředí), litorální ekofázi (velmi mělká voda), limózní ekofázi (nezaplavená, přesto vodou nasycená půda) a terestrickou ekofázi (povrchově vyschlá půda).

Ekoperioda je časový sled ekofází během jedné vegetační sezóny v regionech mírného pásma. Existuje několik typů ekoperiod. Ekoperiody se stabilní vodní hladinou jsou tvořeny sledem ekofází se stabilním hydro-litorálním gradientem. Tyto ekoperiody poskytují základní podmínky pro společenstva vytrvalých makrofyt, jak na otevřené vodě, tak i na pobřeží. Společenstvům tvrdé litorální vegetace (svaz *Phragmition*) a porostům vysokých ostřic (*Caricion rostratae* a *C. gracilis*) vyhovuje stabilní hydrologický režim. Ekoperiody s rychlým a zřetelným poklesem vodní hladiny jsou sledem ekofází s charakteristickým litorálně-terestrickým gradientem. Tyto ekoperiody dávají podnět k výměně vodních rostlinných společenstev z obojživelných (*Amfifyty*) na suchozemská společenstva. Ekoperiody s výrazně rostoucí hladinou jsou sledem ekofází s terestricko-litorálním gradientem. Tímto stimulují regeneraci společenstev obojživelných a vodních rostlin (Dykyjová & Květ, 1978).

Ekocykly jsou popsány jako sled ekoperiod během několika let. Ani ekofáze a ani ekoperiody samy neomezují či nestanovují selektivní účinky životního prostředí na populace a společenstva rostlinných druhů. Je to průběh a kombinace ekofází, které jako články v řetěze dohromady formují definitivní typ dlouhodobého ekocyklu, který určuje druh a míru adaptace pobřežních a vodních živočichů, rostlin a jejich společenstev na prostředí (Dykyjová & Květ, 1978).

2.1.2 Zamokřená půda

V půdě nasycené vodou probíhá rozklad velmi pomalu. Nedostatek kyslíku zde způsobuje zpomalení mineralizace organické hmoty (Čížková, 2006). Životní podmínky rostlin žijících v zatopené půdě jsou určovány pomalým pohybem plynů a jejich odlišnou rozpustností ve vodě. Rostliny rostoucí v dočasně zaplavené půdě čelí překonávání určitých edafických faktorů. V půdě, kde je zvyšován podíl vodní složky, dochází k vytěsnění různých plynů z půdních pórů. Protože difúze plynných látek ve vodním prostředí je 10 000 krát pomalejší než ve vzduchu, dochází k výraznému zdržení dostupnosti kyslíku k rostlinným orgánům (Feng a kol., 2002; Jackson & Colmer, 2005). Dále dochází ke spotřebě zásobního kyslíku dýcháním

rostliny a dalšími chemickými procesy, což má za následek, že se půda stává hypoxická až anoxická během několika hodin až dní po zaplavení (Ernst, 1990).

Kyslík je v této půdě přítomen pouze v tenké vrstvě na povrchu půdy (Čížková & Šantrůčková, 2006). Dlouhotrvající zamokření půdy může u těžkých kovů, jako jsou železo či mangan, způsobit jejich částečné rozpuštění, a tedy i zpřístupnění rostlinám, ve kterých se koncentrují ve fyto toxických koncentracích (Ponnamperuma, 1984; Končalová, 1990; Mainiero, 2004). Zamokření způsobuje také zpomalení rozkladu organických látek, které se ve formě opadu nadzemní biomasy a odumřelého kořenového systému v půdě hromadí (Vymazal, 1995). Nahromaděné organické látky obsahují živiny, které se vlivem střídání ekofází v půdě mineralizují a poté jsou vyplavovány (Pokorný a kol., 1996).

2.2 Charakteristika mokřadní vegetace

Rostliny rostoucí v mokřadech jsou adaptovány zejména na růst v částečně i zcela zamokřené půdě, protože jejich kořenový systém je přizpůsoben k trvalému zaplavení (Hejný a kol., 2000). S vyšší hladinou vody dochází k nedostatečnému prokysličení a hromadění toxických látek v půdě. Mokřadní rostliny jsou adaptovány na toto prostředí anatomicky i metabolicky, přičemž anatomické přizpůsobení má rozhodující vliv na intenzivní růst a trvalé přežití (Čížková a Šantrůčková, 2006).

2.2.1 Adaptace metabolické

Za pomoci změn v buněčném metabolismu jsou buňky rostlinných částí schopny po určitou dobu přežívat i při nedostatku kyslíku. Metabolickou adaptací většiny mokřadní vegetace je získání energie pro buněčný metabolismus pomocí anaerobních fermentačních procesů. Aby mohla tato fermentace proběhnout, musí rostlina nejdříve nashromáždit dostatek sacharidových složek. Bez přítomnosti kyslíku mohou přežívat po určitou dobu všechny vyšší rostliny, ale většina mokřadních rostlin vydrží déle bez přítomnosti kyslíku, než typicky suchozemské rostliny. Podle míry odolnosti daného druhu mohou tyto metabolické adaptace umožnit přežití bez kyslíku jen po omezenou dobu, tedy několik hodin až měsíců (Čížková, 2006).

2.2.2 Adaptace anatomické a morfologické

Adaptace, pomáhající rostlinám v zamokřených biotopech intenzivně růst a trvale přežít, se nazývají strukturní a řadí se do nich jak adaptace anatomické, tak

adaptace morfologické. Rostliny v mokřadech mají na toto prostředí adaptován především kořenový systém. V zamokřené půdě se kořeny rostlin dostávají do prostředí téměř bez kyslíku, a zde také mohou být potenciálně přítomny fytotoxiny, např. sloučeniny železa či manganu, sirovodík a jiné organické sloučeniny produkované anaerobními mikroorganismy (Ponnamperuma, 1984; Končalová, 1990). V anoxickém prostředí pomáhají rostlinám se zásobou kyslíku aerenchymatická pletiva. Ty mají, zejména u oddenků a kořenů, obzvláště velké vzdušné prostory zajišťující příjem dostatečného množství kyslíku. Tento systém navzájem propojených vzdušných prostorů umožňuje vnitřní provětrávání (Končalová, 1990, Čížková a Šantrůčková, 2006). Tímto způsobem se například dostává atmosférický kyslík ze vzdušných kořenů k půdním kořenům (Armstrong, 1978) a oddenkům (Studer and Brändle, 1984). Díky těmto anatomickým adaptacím nejsou buňky podzemních orgánů závislé na příjmu kyslíku z půdy (Čížková, 2006). Aerenchymatická pletiva přivádí vzduch listy a stonky do kořenů a oddenků. Tento vzduch částečně prochází kořeny do zamokřené prostředí, přičemž zde oxiduje a na povrchu kořenů vytváří charakteristický rezavý povlak. Tato vrstva zoxidovaného železa brání průniku snadno redukovatelných iontů do pletiva kořenů (Hejny a kol., 2000).

Další anatomickou adaptací je u mokřadních rostlin tzv. ochranná bariéra, sloužící jako mechanická, povrchová ochrana pletiv. Tvoří ji buňky hypodermis, v jejichž buněčných stěnách mají výrazné zastoupení kutin, lignin nebo suberin. Tato ochranná bariéra, zamezuje úniku kyslíku z pletiv do prostředí a také brání toxickým látkám volně vstupovat do rostlin (Čížková a Šantrůčková, 2006).

2.2.3 Stres

Stres je fyziologický stav rostliny vystavené mimořádně nepříznivým podmínkám. Nemusí však nutně znamenat ohrožení jejího života, ale vyvolává tzv. poplachovou odpověď organismu, pokud se právě nenachází 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 k úhynu rostliny (Larcher, 1988).

Grime (2001) definuje stres jako vnější faktory omezující rychlost produkce sušiny v celé rostlině nebo některé její části. Například, dojde-li k překročení horní či spodní 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 často doprovázeno trvalou inhibicí fotosyntézy. V konečném stádiu je porušena selektivní propustnost 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, například 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, tedy sucho, dále teplota, ať už vysoká či nízká a záření, ať už jde o intenzitu či záření UV (Bláha a kol., 2003).

Adaptace rostlin na stres dělí Larcher (1988) na adaptace dané prostředím a adaptace genetické. Mezi adaptace dané prostředím řadí modulační a modifikační, resp. fyziologické a strukturní (anatomické). Tyto adaptace jsou dočasné a mají relativně rychlý průběh. Příkladem modulační, resp. fyziologické adaptace je pohyb listů, kterými rostlina zachytává dopadající světlo. Modifikační adaptace, resp. strukturní zahrnují adaptace rostlin k průměrným podmínkám během jejich vegetace. Díky těmto adaptacím se rostlinám daří na stanovištích s minimálním množstvím energie. Adaptace genetické (evoluční) často určují velmi nápadné rozdíly, patrné v distribuci různých rostlinných druhů a ekotypů (sciofyty a heliofyty). Tyto adaptace se zakládají na genotypických změnách.

Vyjmenované typy adaptací se vzájemně překrývají a tím umožňují rostlinám citlivé přizpůsobení k prostředí, tedy zajišťují nejvyšší možné využití energie (Larcher, 1988).

2.2.4 Fenotypová plasticita

Fenotypovou plasticitu lze definovat jako rozdíly v růstu nebo vývoji organismu vyvolané prostředím (Alpert & Simms, 2002). Mokřadní rostliny vykazují vůči záplavám různé fyziologické a morfologické adaptace (Braendle & Crawford, 1999). Tyto adaptace jsou často spojeny s vysokou fenotypovou plasticitou (Mommer & Visser, 2005). Vysoká fenotypová plasticita se nejvíce projevuje v počátečním stádiu invazí v narušeném prostředí. Díky ní dokáže rostlina obsadit více biotopů, v nichž se dokáže lokálně adaptovat (Parker a kol., 2003).

Ontogenetický vývoj u rostlin je charakteristický epigenetický výběr, kdy různě situované buňky v konfrontaci s jejich fyzikálně-chemickým prostředím vytvářejí morfogenetické vzorce. Ontogeneze je u rostlin celoživotní flexibilní proces, protože modulární růst neustále vystavuje meristémy přímým vlivům prostředí (Čížková, 2006).

2.3 Záplavy

Jarní záplavy lze klasifikovat jako průtokové, srážko-odtokové regionální povodně, způsobené tající sněhovou pokrývkou při současném dešti. Zvýšením teploty ovzduší dochází k tání sněžných srážek, kdy v tocích a nádržích dochází k sezónnímu zvýšení hladiny. Trvají delší dobu a mívají větší objem povodňové vlny. Vyskytují se především na středních a velkých povodích (Just a kol., 2005).

Letní záplavy lze zařadit mezi průtokové, srážko-odtokové povodně, tzv. regionální povodně. Jsou způsobeny vydatnými dlouhotrvajícími (regionálními) dešti. Vyznačují se dlouhou dobou trvání a velkým objemem povodňové vlny. Nejčastěji se vyskytují na středních a především na velkých povodích. V ČR jsou srážky v průběhu roku poměrně proměnlivé. Vydatné srážky se vyskytují především od začátku května do konce srpna (Just a kol., 2005).

2.4 Bilance uhlíku

Mokřady poskytují optimální podmínky pro fotosyntézu rostlin a vlivem výhodné struktury porostů mají nejvyšší čistou primární produkci uhlíku ze všech ekosystémů (Smith a kol., 2004). A to díky maximálnímu zásobení půdy vodou a hustotě záření, které poskytují mokřadním ekosystémům ideální podmínky pro fotosyntézu adaptovaných rostlin (Slavíková, 1986; Čížková, 2006).

Uhlík patří k nejrozšířenějším prvkům na celé Zemi. Je základním stavebním prvkem většiny organických a anorganických sloučenin. Nachází se v pedosféře, hydrosféře, biosféře a nejvíce v atmosféře. Mezi těmito systémy dohází nepřetržitě k jeho výměnám neboli tokům (Šimek, 2007). V ekosystémech tyto toky omezují a řídí jejich komplexní vnitřní struktury, tvořené druhovou diverzitou, zastoupením jednotlivých druhů, množstvím omezujících stanovištních podmínek a klimatickými podmínkami (Úlehlová, 1989).

Při sledování uhlíkové bilance v ekosystémech jsou užívány dva způsoby. Gazometrický způsob využívá přímé měření CO₂ a jeho výměnu mezi sledovanou částí ekosystému a jeho okolím. Bývá užívána zejména při studiu dynamiky fixace uhlíku a jeho výměnou s okolím v krátkodobém měřítku. Produkční přístup stanovuje množství uhlíku vázaného v různých složkách ekosystému a jejich změny v delším časovém horizontu (Čížková, 2006). Jednotlivé části ekosystému, resp. zásobníky uhlíku jsou vždy určeny konkrétně, zaměřené na cíl studie. Obvykle je u sledování rostlinných společenstev určeno pět základních kategorií. Patří sem nadzemní biomasa živá, podzemní biomasa živá, nadzemní biomasa odumřelá, podzemní biomasa odumřelá a poslední kategorií je zastoupení organického uhlíku v půdě (Čížková a kol., 2004). Zhodnocením gazometrických a produkčních dat matematickými modely lze získat ucelený přehled o uhlíkové bilanci (Čížková, 2006).

Uhlík je v mokřadech akumulován mokřadními rostlinami, a to jak nadzemními orgány, tak i podzemní biomasou. Opadem a odumřelou biomasou se uhlík dostává do mokřadní půdy, kde se díky pomalému anaerobnímu rozkladu hromadí (Slavíková, 1986; Asaeda a kol., 2002; Dinka a kol., 2004; Čížková, 2006). Vymazal (1995) u mokřadních půd odhaduje roční fixaci uhlíku na $0,13 \times 10^9$ t C, a při odvodnění je do prostředí uvolňováno až $0,21 \times 10^9$ t C rok⁻¹. Tyto údaje ukazují, jak velkou zásobárnou uhlíku mokřadní půdy jsou.

2.5 Charakteristika rodu *Carex*

Carex L. je rod patří do čeledi šáchorovitých (*Cyperaceae*). Do tohoto rodu je řazeno kolem 2000 druhů rozšířených po celém světě. Nejvíce druhů je rozšířeno v oblasti mírného pásma severní polokoule. Jiné druhy se vyskytují v arktických či tropických oblastech. V Evropě je do tohoto rodu řazeno 220 druhů (Soukupová,

1986). V ČR uvádí Chytrý (2001) u rodu *Carex* 58 druhů rozšířených v mnoha biotopech. Vyskytuje od nížin po podhůří, téměř na celém území ČR (viz příloha č. 10).

2.5.1 Společenstva s ostřicí štíhlou

Nejrozšířenějším společenstvem s ostřicí štíhlou jsou v ČR vegetace vysokých ostřic (Tall-sedge beds). Tato vegetace má dle růstové formy dominantního druhu buď homogenní či mozaikový charakter. Vegetace vysokých ostřic je vázána na mokřadní stanoviště s převažující eutrofizací. Například zaplavované potoční a říční nivy, podmáčené terénní sníženiny na loukách, tůně a říční ramena v pokročilém stádiu sukcese, a také pobřežní mělčiny vodních nádrží (Chytrý 2001).

Modelovým příkladem vegetace vysokých ostřic jsou Mokré louky u Třeboně, kde ostřice štíhlá koexistuje spolu s ostřicí měchýřkatou (*Carex vesicaria*) na místech, která jsou pravidelně zaplavována (Soukupová, 1988). Lokalita se nachází pod jihozápadním cípem rybníka Rožmberk. Oblast zasahují sezónní záplavy, a to jak při jarním tání sněhu, tak při letních přívalových deštích. Hydrologii stanoviště významně ovlivňuje hospodaření na rybníku Rožmberk, zvláště při jeho vypouštění, kdy dochází k poklesům hladiny podzemních vod (Jeník, 1983).

Výška vodního sloupce je během vegetační sezóny v těchto mokřadech kolísavá, kdy na konci jara a na začátku léta dochází u ostřicových porostů k vysychání. Což má zpravidla za následek nástup ruderalních druhů na místa ochuzená o porosty vlhkomilných druhů (Chytrý, 2001).

2.5.2 Charakteristika druhu *Carex acuta*

Geografické rozšíření ostřice štíhlé je Kavkaz (Předkavkaz), západní a východní Sibiř, Arktida (dolní tok řeky Ob), Skandinávie, východní Evropa, oblast Středozeří, severní Mongolsko, severní Afrika. V ČR se v nížinách a pahorkatinách vyskytuje běžně. V podhorských a horských stanovištích se vyskytuje vzácně. Z hlediska ekologického se jedná o heliofyty (mokřadní rostlina, vyrůstající ze dna, její zelené části prorůstají na povrch) a nitrofyty. Výskyt je na březích s půdním zamokřením, pobřežní mělčiny stojatých i průtočných mezo-eutrofních nádrží, v jezerech, starých korytech, aluviálních mělčinách koryt řek, na bažinatých loukách, nížinných ostřico-bylinných mokřadech, v olšínách a lužních lesích. Půdy na stanovištích *C. acuta* se vyznačují vysokým obsahem humusu, v půdním roztoku je

zvýšený obsah sloučenin Ca a Mg. Poměry složení zelené hmoty ostřice štíhlé (ve fázi vegetace): protein 22,3%, popel 7,9%, bílkoviny 15,5%, tuky 3%, celulóza 25,9 %, bezdusíkaté extrahovatelné látky 40,9%. Chemické složení (v % absolutní sušiny) je 1,54 – 2,13 dusíku, 0,37 – 0,44 fosforu, 1,12 – 1,65 draslíku, 0,22 – 0,29 sodíku, 0,14 – 0,25 vápníku, 0,10 – 0,11 hořčíku. V minulosti byla hospodářsky využívána jako dobrá podestýlka a částečně také jako krmivo. Ostřice má také krajinařský význam jako ochrana břehů a vody (Hejný a kol., 1993).

Z biologického hlediska je ostřice štíhlá kryptofyt, euochtofyt, helofyt (vyšší vodní rostliny s oddenky v bahně a s vegetativními orgány nad hladinou), magnocaricid, hydrochor (rozšiřování diaspor vodou), K-stratég (Hejný a kol., 2000). Vyváří hybridy s *C. acutiformis*, *C. nigra*, *C. elata*, *C. bužii*, *C. caespitosa* (Hejný a kol., 1993). Vyskytuje se většinou na mělkých až mírně se svažujících březích vodních útvarů. Roste na podložích tvořenými glejovými jíly či na sezónně zaplavovaných nebo podmáčených organogenních sedimentech (Hroudová & Zákavský, 2002). Je řazena mezi horizontálně oddénkaté ostřice, vytvářející podzemní vodorovné oddenky, které se v prvním vegetačním období nevětví (Soukupová, 1986).

Z botanického hlediska se jedná o vytrvalé 20 až 150 cm vysoké byliny. Kořeny jsou specializované na absorpci i transport vody a minerálních látek. Mají také funkci ukotvení rostliny v půdě. U kořenů dochází k jejich prodloužení pouze na jejich koncích (Fosket, 1994). Ostřice štíhlá má svazčitý kořenový systém, tvořený drobnými vláskovitými kořeny, hrubšími vláknitými kořeny a drátovitými půdními kořeny. Drobné vláskovité kořeny zasahují cca 5 cm pod povrch půdy, hrubší vláknité kořeny se vyskytují v hloubce 15 – 25 cm pod povrchem půdy a drátovité půdní kořeny dosahují až 1 m hluboko. V posledním typu kořenů je aerenchymatický prostor zastoupen až ze 45 %. Oddenky ostřice štíhlé jsou plagiotropní (Hejný a kol., 1993), plazivé a na svém povrchu mají velmi dlouhé, tmavé šupiny. Stébla jsou jednotlivá nebo mírně trsnatá. Stéblo je trojhranné, na konci vegetační sezóny dochází před rozkvětem k jeho ohnutí, což často způsobuje prasknutí stébla (Soukupová, 1986). Listy jsou stejně dlouhé nebo delší než lodyhy, ploché, ale uvnitř listu se nachází žlábek. Pochvy listů mají většinou hnědé až červené zbarvení, jsou neroztřepené a bez kýlu (Hejný a kol., 2000). Listy dosahují šířky 6 až 9 mm a délky 30 až 150 cm. Listové čepele jsou dvakrát podélně přehnuté. Zbarvení listů je na

vrchní straně lesklé a zelené, zatímco na spodní straně je matné a šedozelelé. Listy se postupně zužují až na trojhrannou, převislou špičku. Květenství ostřice štíhlé tvoří 1/6 až 1/4 délky stonku. Uspořádání klásku je androgenního charakteru, kdy samčí klásky vykvétají před samičími. Ostřice štíhlá kvete akropetálně, tedy odspodu a opylení probíhá anemofilně. Samčích klásků se v květenství vyskytuje 1 až 2, jsou 2 až 6 cm dlouhé a mají červenohnědé zbarvení. Samičích klásků bývá v květenství 3 až 5, jsou 3-10 cm dlouhé a mají červenozelené zbarvení. Semena jsou opakvejčitá, 2 mm dlouhá a tmavě hnědé barvy. Jejich distribuci do okolního prostředí nejčastěji zajišťuje vítr, voda či vodní ptactvo (Soukupová, 1986). Plevy jsou ostře kopinaté a černohnědé se světlou střední ploškou, užší a obvykle delší než mošnička (měchýřek). Měchýřky jsou eliptické a oboustranně vypouklé, 2,5-3,0 mm dlouhé, hnědavé s tenkými žilkami, náhle zúžené v krátký zobánek. Květy jsou jednopohlavní a plodem je nažka (Hejný a kol., 1993; Hejný a kol., 2000).

Ontogeneze a růst ostřice štíhlé jsou rozděleny na malý a velký životní cyklus. Velký životní cyklus zahrnuje vývoj rostliny od semene přes juvenilní, virgální a generativní rostlinu až po senilní rostlinu (Alexeev, 1988, Soukupová, 1988). Nejdůležitějším stádiem velkého životního cyklu je generativní rozmnožování. Malý životní cyklus zahrnuje vývoj jednotlivých odnoží a umožňuje vegetativní rozmnožování rostlin (Soukupová, 1986).

3. METODIKA

3.1 Vymezení použitých termínů

Biomasa = souhrn všech látek tvořících těla všech, v tomto případě rostlinných organismů, vzniká primární produkcí a je obnovitelným zdrojem energie (fotosyntéza a sluneční záření). (Šesták a kol., 1965)

Produkce biomasy = v tomto případě se jedná o množství biomasy vytvořené rostlinami během jedné vegetační sezóny (Nečas, J a Květ, J., 1965).

Sezónní dynamika růstu = zde se rozumí průběh všech periodických i neperiodických změn ve struktuře porostu sledovaných rostlin během jedné vegetační sezóny (Dykyjová, D., Květ, J., 1978).

Biomasa kořenů vztažená na jednotku objemu substrátu = Udává hmotnostní zastoupení biomasy kořenů v objemu pěstebního substrátu jako měřítko prokořenění substrátu.

Biomasa oddenků vztažená na jednotku objemu substrátu = analogicky jako kořenová biomasa vztažená na jednotku objemu substrátu udává míru zastoupení biomasy oddenků v objemu pěstebního substrátu

3.2 Pokusný materiál

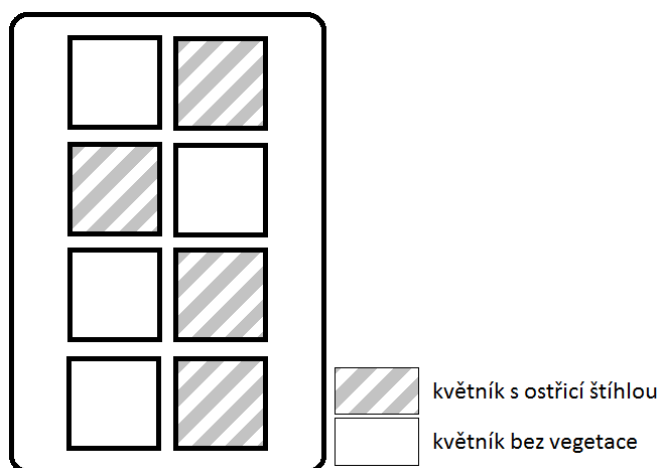
Rostliny pro pokus byly získány vegetativním namnožením rostlin odebraných na Mokřých loukách u Třeboně v r. 2008, které byly nadále pěstovány v nádobové kultuře.

Na počátku pokusu bylo nutné rozdělit tyto rostliny, tak aby pro experiment byly získány pouze rostliny ostřice štíhlé. Aby bylo pro pokus poskytnuto dostatečné a přehledné množství rostlin, bylo zapotřebí tyto malé rostliny opět přesadit do nových kelímků. Koncem října 2013 byly matečné rostliny rozděleny na jednotlivé odnože, které byly přesazeny do kelímků o objemu 0,5 l. Jako substrát byl použit místní rozmělněný kompost. Celkem bylo k dispozici 746 nově přesazených odnoží, ve 391 kelímcích.

3.3 Založení pokusu

Pro pokus bylo k dispozici na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity 8 laminátových nádrží s rozměry 187 x 106 x 40 a 8 laminátových nádrží o rozměrech 187 x 106 x 60 cm. Byl stanoven počet čtyř květníků do každé nádrže. Pro pokus byly vybrány květníky o rozměrech 40 x 40 x 37,5 cm a objemu 60 l. Začátkem listopadu 2013 bylo přesazeno do předem namíchaného substrátu 128 rostlin, tedy do každého květníku byly rozsazeny do protilehlých rohů dvě rostliny. Substrát tvořila rašelina s jemným pískem v objemovém poměru 2:1, tedy 36 l rašeliny a 18 l písku, což dohromady dalo ideálních 54 l substrátu. Použitá rašelina měla tyto vlastnosti: celkový obsah organických látek 92 – 96%; pH 3,2 – 4,5; elektrická vodivost <0,6 mS/cm. Ve stejnou dobu bylo všech 64 květníků uloženo do osmi laminátových nádrží, kde byla udržována hladina vody cca 5 cm. Při příchodu prvních mrazů na začátku prosince byla voda vyčerpána, aby nedošlo k poškození rostlin a květníků.

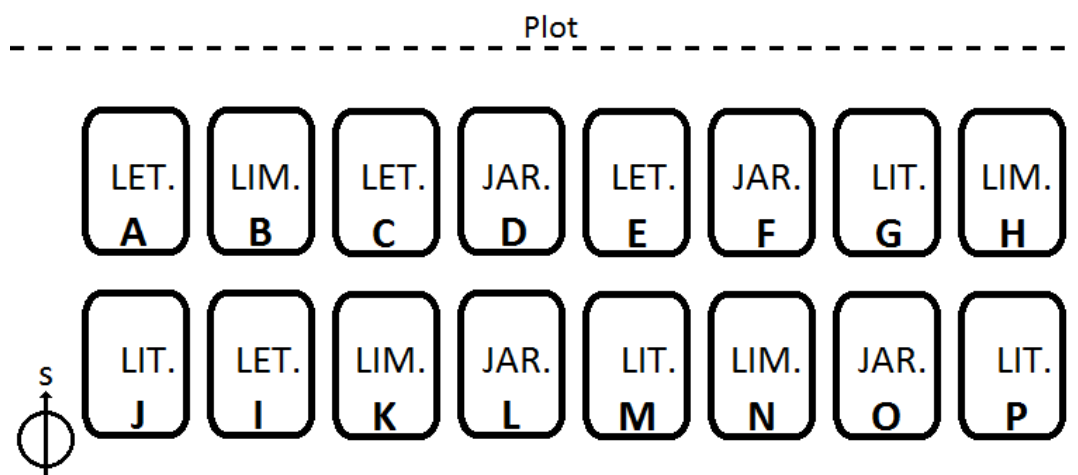
V první polovině května 2014 bylo do všech květníků, tedy s vegetací i bez ní, aplikováno dlouho rozpustné hnojivo Osmocote®Plus 15+10+12+2Mgo. Délka působení hnojiva je 5 až 7 měsíců. Chemické složení použitého hnojiva bylo 15% dusíku (7,9% nitratového dusíku, 7,1% amoniakálního dusíku), 10% fosforu, 12% draslíku, 2% hořčíku, 0,02% bóru, 0,05% mědi, 0,4% železo (0,2% síran železnatý, 0,2% ve formě EDTA), 0,08% manganu, 0,02% molybdenu a 0,015% zinku. Hnojivo bylo zapraveno do rýhy o hloubce 10 cm, vedené po pomyslné úhlopříčce květníku mezi rostlinami (viz příloha č. 11). Do všech květníků bylo zapraveno 162 g hnojiva (3 g/l l). Dne 13. 5. 2014 byly všechny květníky (128 ks) náhodným losováním rozmístěny do všech 16 nádrží (viz příloha č. 12) tak, aby v každé nádrži byly 4 květníky s vegetací a 4 bez vegetace (obr. č. 1).



Obr. č. 1 Příklad rozmístění květníků v nádrži. V každé nádrži byly 4 květníky s ostřicí štíhlou (*Carex acuta*) a 4 květníky bez vegetace. Jejich rozmístění bylo vždy náhodně určeno losem.

3.4 Vodní režim nádrží

Jakmile byly všechny květníky s vegetací i bez ní rozmístěny, bylo zapotřebí stanovit vodní režim v jednotlivých nádržích. Byly stanoveny čtyři typy vodního režimu – simulace limózního stanoviště (dále jen Limózní), simulace litorálního stanoviště (dále jen Litorální), simulace jarní záplavy (dále jen Jarní) a simulace letní záplavy (dále jen Letní). Přiřazení variant bylo provedeno náhodným losováním, výsledný design pokusu je zobrazen na obr. č. 2. Vodní režim u varianty Limózní byl zadán tak, že hladina vody v nádrži byla udržována 10 cm pod povrchem substrátu v květnících (cca 25 cm ode dna nádrže). U varianty Litorální byla hladina vody udržována pod okrajem nádrže, tedy asi 20 cm nad povrchem substrátu v květnících (cca 55 cm ode dna nádrže). Varianta Jarní probíhala první tři měsíce jako Litorální a další tři měsíce jako Limózní. Vodní režim stanovený pro variantu Letní, měl opačný sled než u Jarní, tedy první tři měsíce byl nastaven stejný režim jako u Limózní a další tři měsíce byl převeden na Litorální. Změna vodní hladiny u variant Jarní a Letní proběhla 30. 7. 2014. Tyto čtyři varianty vodního režimu byly náhodným losováním přiděleny k jednotlivým šestnácti nádržím, takovým způsobem, že každá varianta měla čtyři opakování. V letních měsících se ve vodním sloupci rozrostly řasy a sinice, které bylo potřeba průběžně odstraňovat, pomocí jemných sítok.



Obr. č. 2 Označení nádrží - LIM. – varianta Limózní, LIT. – varianta Litorální, JAR. – varianta Jarní, LET. – varianta Letní

3.5 Měření a odběry biomasy

K sledování dynamiky růstu ostřice štíhlé během vegetační sezóny 2014 byl zaznamenáván sezónní chod počtu odnoží a sezónní chod maximálních výšek. Měření proběhla ve dnech 20.5., 4.6., 25.6., 15.7., 30.7. a 5.10.2014. Protože byly rostliny kultivovány druhým rokem, kdy ostřice vytváří generativní odnože, bylo měření odnoží a maximálních výšek dále rozděleno na hodnoty u rostlin kvetoucích a hodnoty u rostlin nekvetoucích v sledované vegetační sezóně. Počet kvetoucích rostlin byl zaznamenán 13. 5. 2014 a 25. 6. 2014. Později už nebyl pozorován nárůst kvetoucích výhonů, a tak bylo toto měření ukončeno. Maximální výška nejvyšší odnože od povrchu substrátu po špičku nejdelšího nataženého listu a počet odnoží byly zjišťovány od 20. 5. 2014 ve dvoutýdenních intervalech po konec června, a poté až při sklizni. Průběžná měření ostřice štíhlé se během vegetační sezóny 2014 uskutečnila šestkrát. Poslední měření bylo uskutečněno počátkem října, tedy v době, kdy byla vybraná část rostlin odebrána pro hodnocení nadzemní a podzemní biomasy.

Odběr nadzemní biomasy proběhl 7. - 8. 10. 2014. Odebíralo se z každé nádrže po dvou květnících. Tyto květníky byly vybrány náhodným výběrem (viz příloha č. 13). Zbylé dva květníky byly v nádrži ponechány pro pokračování pokusu v příštím roce. Celkem bylo tedy sklizeno 32 květníků s vegetací. Vždy den před odběrem byly rostliny vytaženy z nádrží označeny lihovým fixem a uloženy do stínu, kde do druhého dne odtekla přebytečná voda ze substrátu. Před samotným odběrem

nadzemní biomasy byl každý květník s rostlinami vyfotografován, změřena maximální výška nejvyšší odnože po nejdelší natažený list a zjištěn celkový počet odnoží. Sklizeň nadzemní biomasy byla provedena zahradními nůžkami, těsně nad povrchem substrátu. Následně byla sklizená nadzemní biomasa za čerstva zvážena s přesností na dvě desetinná místa (viz příloha č. 17). Čerstvá biomasa byla vážena pro oba květníky z každé nádrže. Jeden vzorek z každé nádrže byl poté usušen v sušárně do konstantní hmotnosti. Poměr suché a čerstvé hmotnosti byl následně použit pro přepočítání čerstvých hmotností zbývajících vzorků na sušinu.

Odběr podzemní biomasy probíhal od poloviny do konce října. Z každé nádrže byl pro zjištění podzemní biomasy vybrán jeden květník s odebranou nadzemní biomasou, neboli vždy 4 květníky s odebranou nadzemní biomasou od každé varianty. Pro zjištění podzemní biomasy bylo vždy odebráno 5 vzorků, a to H, S_a, S_b, D_a, D_b. U střední části S_a i S_b byl určen počet jednotlivých výhonů. Nejdříve byl květník jako celek vyklopen na pracovní plochu, kde byla odstraněna nožem či nůžkami jeho "horní" vrstva (viz příloha č. 18, A). V této vrstvě se nejvíce vyskytovaly báze rostlin, které již pomalu začínaly znovu rašit, a u variant Litorální a Jarní byl v této horní části zvýšený podíl vodních kořenů. Celá tato vrstva byla vložena do samostatného pytle a označena písmenem "H". Dále byl vzorek bez horní části úhlopříčně rozřezán (viz příloha č. 18, B). Řez musel procházet oběma rohy, do kterých byly původně zasazeny sazenice ostřice. Poté byla vybrána jedna polovina k dalšímu zkoumání, a ta druhá byla vyřazena na kompost. Dále bylo zapotřebí získat střední vrstvu vzorku. Tato vrstva byla stanovena 7 cm od zarovnaného horního okraje vzorku. Po rozdělení zbylého vzorku v hloubce 7 cm vznikly 2 části, a to "střední" a "dolní" (viz příloha 18, C a D). Obě tyto poslední vrstvy byly dále rozděleny na dvě poloviny, a to *a* a *b*. U střední vrstvy byl zjišťován počet výhonů, a to dle počtu bází a v každé polovině *a* i *b* zvlášť. Poté byly tyto vrstvy vymyty od zbytků substrátu, rozděleny na jednotlivé rostlinné orgány (viz příloha č. 20) a v sušárně vysušeny na konstantní hmotnost. Rozdělení substrátu na vrstvy a výběr vzorků je znázorněn v příloze č. 14.

Vodní režim ve všech nádržích byl počátkem listopadu 2014 snížen na jednotnou hladinu cca 5 cm, aby se rostlinám vydal signál, že nadchází zima a rostliny se tak mohly připravit na období vegetačního klidu.

4. VÝSLEDKY

4.1 Sezónní dynamika růstu

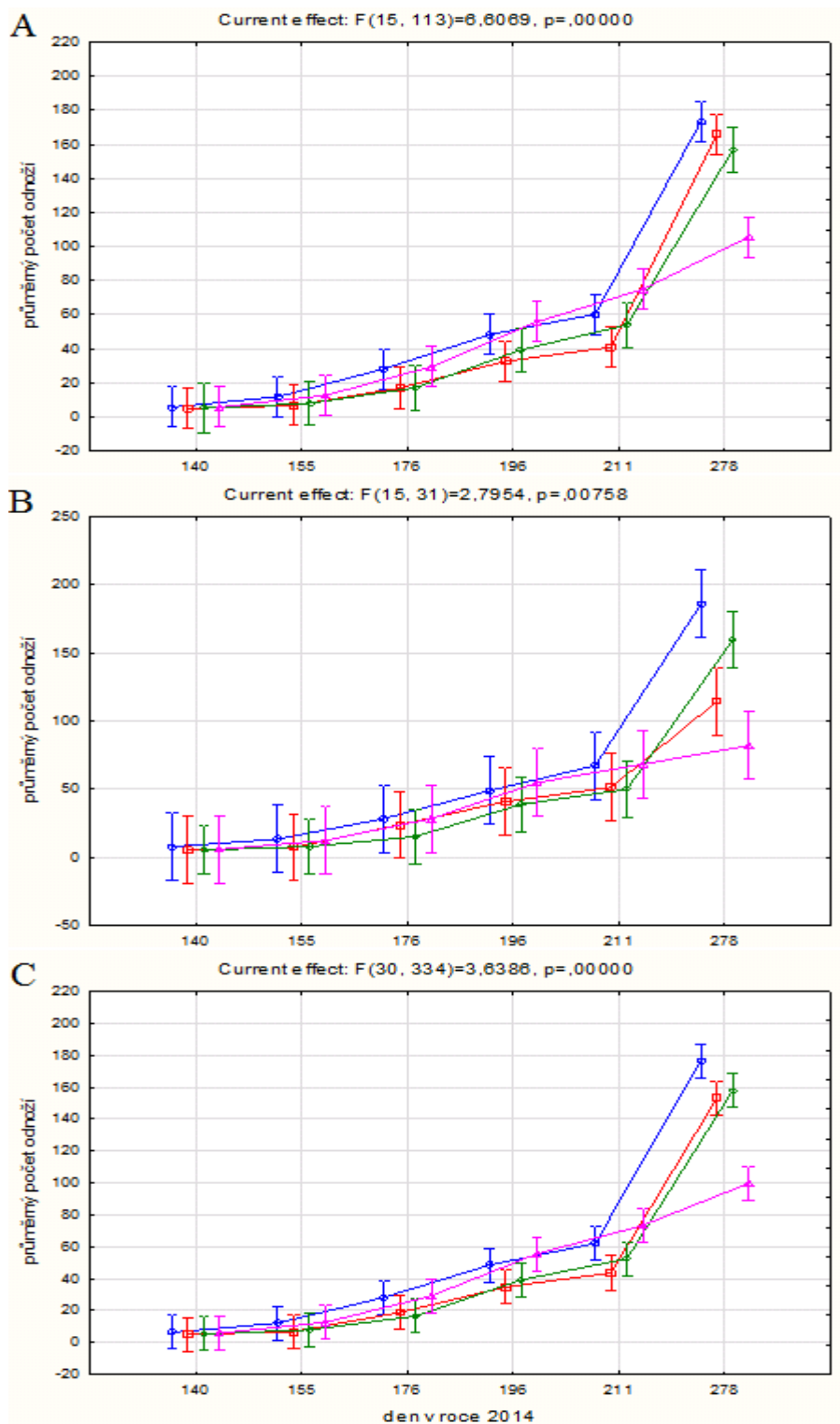
4.1.1 Sezónní chod počtu odnoží

Průměrné počty odnoží v závislosti na kvetení jsou zobrazeny na obr. č. 3. Rostliny, které během vegetační sezóny kvetly, měly průměrný počet odnoží menší než u nekvetoucích rostlin.

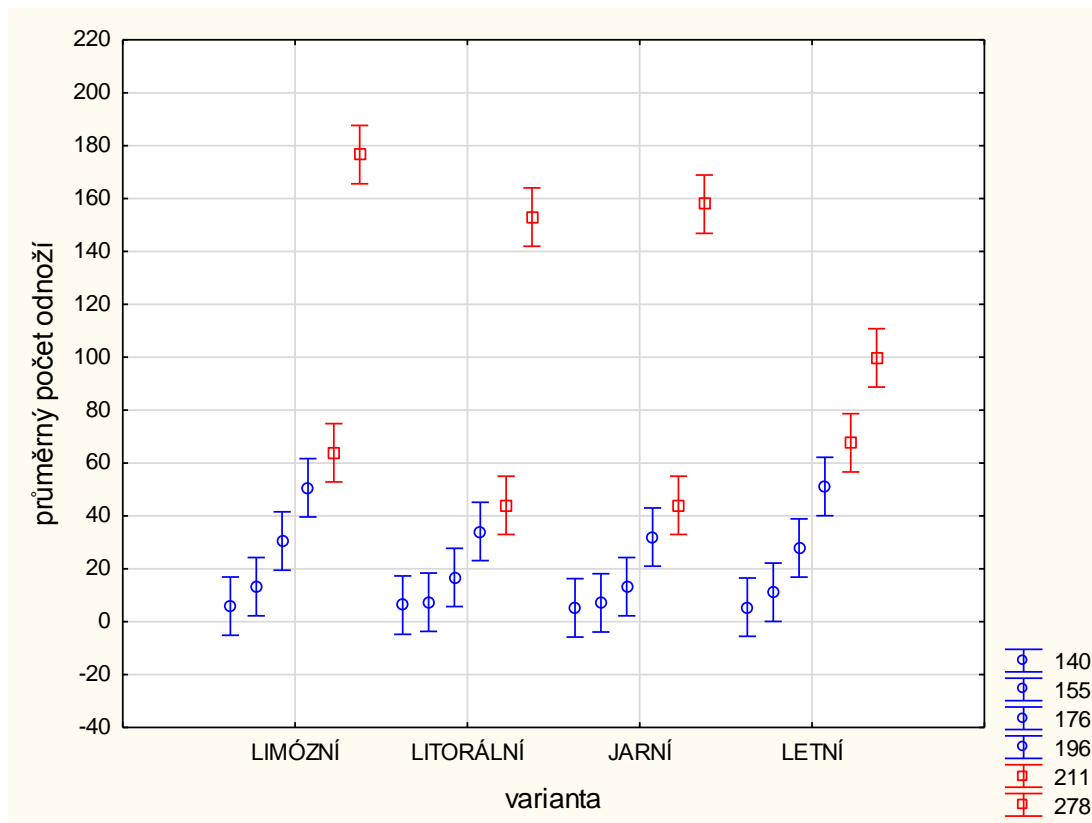
Z rostlin nevytvářejících během vegetační sezóny květy, dosáhly největšího průměrného počtu odnoží v období sklizně rostliny z varianty Limózní, méně pak Litorální a Jarní. Statisticky průměrně nejméně odnoží tvořily rostliny z varianty Letní. U kvetoucích rostlin nejvyšších průměrných hodnot dosáhly rostliny z varianty Limózní a Jarní. Oproti těmto variantám dosáhla varianta Letní statisticky nižších hodnot. Litorální se od Letní statisticky nelišila, přesto horní hraniční hodnota konfidenčního intervalu se shodovala s dolní hraniční hodnotou konfidenčního intervalu varianty Jarní. V průměru všech rostlin byly nejvyšší průměrné hodnoty naměřeny u variant Limózní, Jarní a Litorální. Statisticky nejnižší průměrné hodnoty dosáhly rostliny z varianty Letní.

Ze sledovaných variant pouze varianta Limózní vytvářela u rostlin s generativními odnožemi průměrně nejvíce odnoží. Všechna měření počtu odnoží během vegetační sezóny jsou tabulkově zpracována v přílohách 1 až 4.

Průměrné počty odnoží ve vztahu k datu měření a tedy hladině vody jsou zobrazeny na obr. č. 4. Při prvním měření byl počet odnoží mezi variantami vyrovnaný (3 ± 1 ks, $n = 128$). Od druhého do čtvrtého měření se u rostlin z varianty Limózní a Letní začaly více vytvářet nové odnože než u zbylých dvou variant. Tento trend byl zachován až do pátého měření, po němž byl změněn vodní režim (srov. kap. 3,4). V pátém měření dosáhly největšího průměrného počtu odnoží rostliny z varianty Letní (68). U varianty Letní byl zaznamenán i maximální počet odnoží a to 96 (kód rostliny E35). Při posledním šestém měření dosáhly největšího průměrného počtu odnoží rostliny z varianty Limózní (177). Maximální počet odnoží byl zaznamenán u varianty Litorální a to 257 odnoží (kód rostliny J24).



Obr. č. 3 Průměrný počet odnoží ostřice štíhlé v nádobovém pokuse a jejich nárůst během vegetační sezóny (20.5. – 5.10.2014). **A** – vegetativní rostliny, které během této sezóny nevytvářely kvetoucí odnože, **B** – rostliny s kvetoucími odnožemi, **C** - průměrné hodnoty všech rostlin. Varianty jsou rozlišeny barevně: Limózní – modrá, Litorální – červená, Jarní – zelená, Letní - fialová. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.



Obr. č. 4 Vliv vodní hladiny na počet odnoží ostřice štíhlé během vegetační sezóny 2014. Modrá – data z prvních tří měsíců (V, VI, VII) sledovaného vegetačního růstu; červená – data z následujících tří měsíců (VIII, IX, X) sledovaného vegetačního růstu, kdy byl změněn vodní režim u variant simulujících jarní a letní záplavy. Číselné hodnoty v legendě udávají den v roce, ve kterém bylo měření provedeno. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.

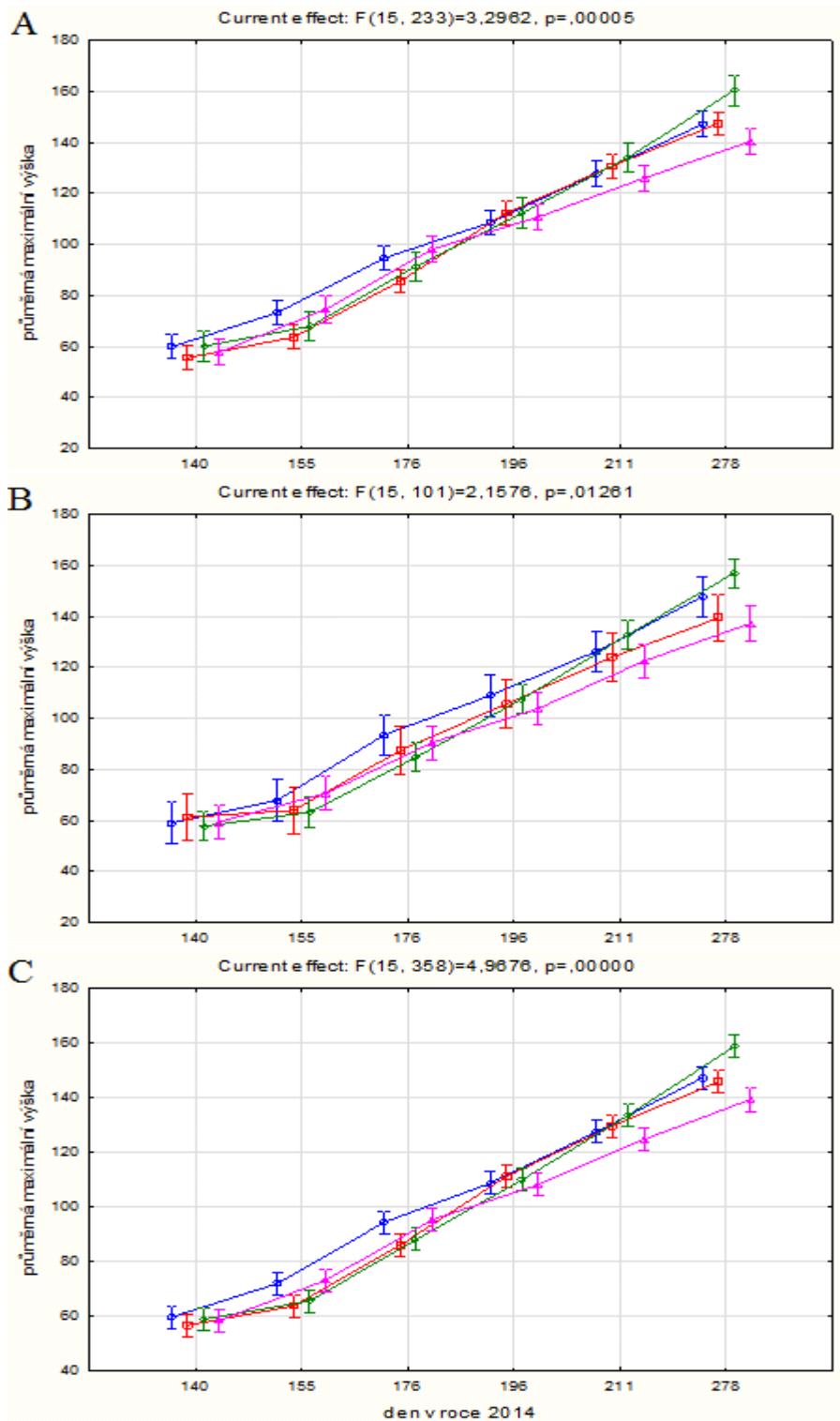
4.1.2 Výška odnoží

Průměrná délka odnoží je zobrazena na obr. č. 5. Rostliny, které během vegetační sezóny kvetly, měly průměrnou délku odnoží menší než u nekvetoucích rostlin.

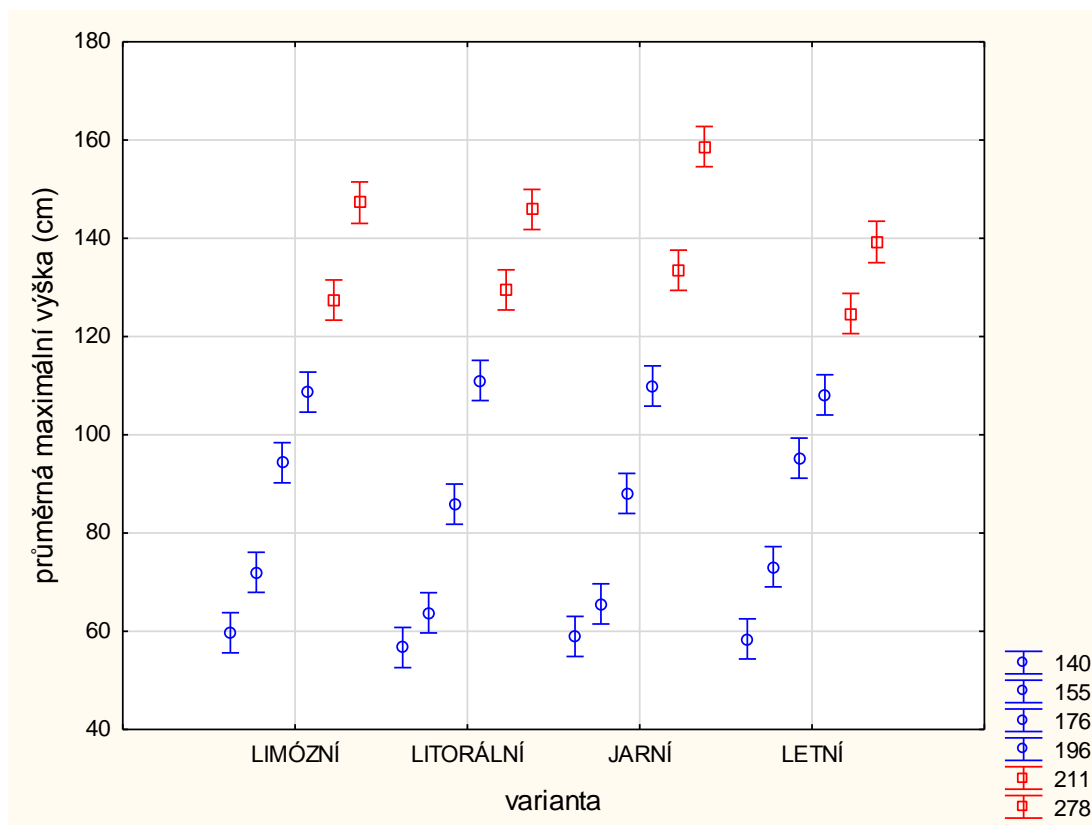
Z rostlin nevytvářejících během vegetační sezóny květy, dosáhly statisticky největší průměrné výšky v období sklizně rostliny z varianty Jarní. Průměrné maximální výšky rostlin variant Litorální a Limózní dosáhly podobných hodnot ($1,48 \pm 0,1$ m, $n = 18$). Průměrně nejmenší délku tvořily rostliny varianty Letní. U kvetoucích rostlin statisticky vyšší průměrné délky dosáhly v období sklizně rostliny z varianty Jarní než Litorální a Letní. Přitom se hodnoty Jarní statisticky nelišily od Limózní. Hodnoty variant Limózní, Litorální a Letní se statisticky nelišily. V průměru všech rostlin byla signifikantně nejvyšší průměrná maximální výška v období sklizně u varianty Jarní. Průměrné maximální výšky rostlin variant Litorální a Limózní dosáhly podobných hodnot ($1,42 \pm 0,2$ m, $n = 32$). Nejnižší průměrné hodnoty dosáhly rostliny z varianty Letní.

Průměrná výška rostlin ve vztahu k datu měření a tedy hladině vody je zobrazena na obr. č. 6. Při prvním měření byla výška rostlin mezi variantami vyrovnaná ($0,59 \pm 0,1$ m, $n = 128$). Od druhého do třetího měření rostliny z varianty Limózní a Letní začaly rychleji růst do výšky než rostliny zbylých dvou variant. U čtvrtého měření byly průměrné maximální výšky rostlin poměrně vyrovnané mezi všemi variantami ($1,09 \pm 0,07$, $n = 128$). V pátém měření dosáhly nejvyšší průměrné výšky rostliny z varianty Jarní (134 cm). Maximální výška 147 cm byla zaznamenána u rostliny z varianty Litorální (kód rostliny J23). Při posledním šestém měření dosáhly nejvyšší průměrné výšky rostliny z varianty Jarní (159 cm). Maximální výška 169 cm byla zaznamenána u rostliny z varianty Jarní (kód rostliny D15).

Ze sledovaných variant pouze varianta Limózní vytvářela u rostlin s generativními odnožemi průměrně nejvyšší maximální výšky. Všechna měření maximálních výšek rostlin během vegetační sezóny jsou tabulkově zpracována v přílohách 5 až 8.



Obr. č. 5 Průměrná výška rostlin ostřice štíhlé v nádobovém pokuse a její vývoj během vegetační sezóny (20.5. - 5.10.2014). **A** - vegetativní rostliny, které během této sezóny nevytvářely kvetoucí odnože, **B** - rostliny s kvetoucími odnožemi, **C** - průměrné hodnoty všech rostlin. Varianty jsou rozlišeny barevně: Limózní – modrá, Litorální – červená, Jarní – zelená, Letní - fialová. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.

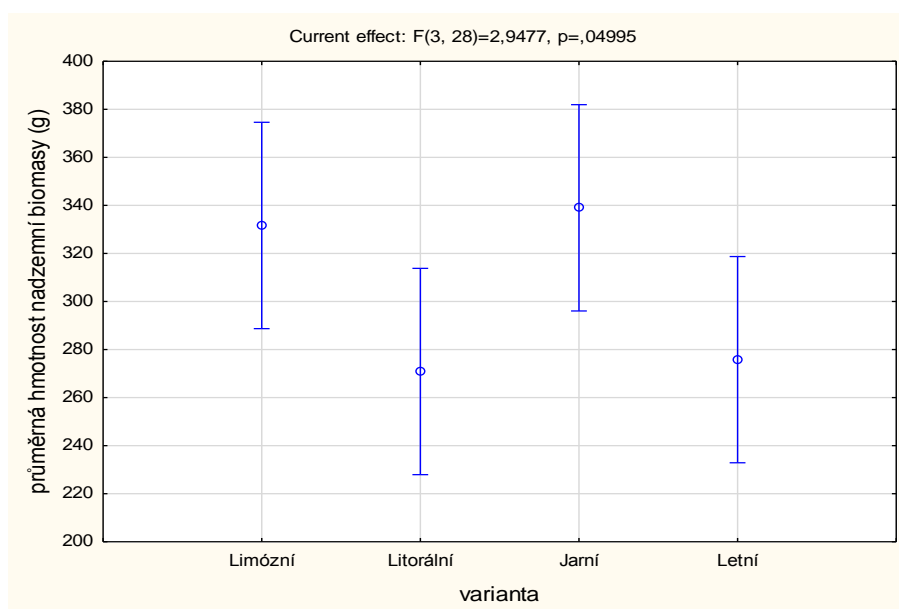
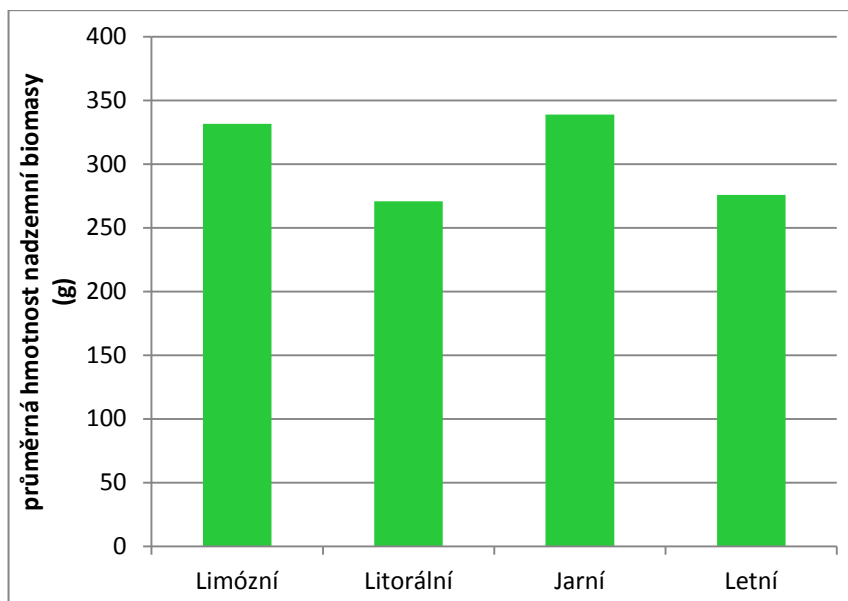


Obr. č. 6 Vliv vodní hladiny na výšku ostřice štíhlé během vegetační sezóny 2014. Modrá – data z prvních tří měsíců (V, VI, VII) sledovaného vegetačního růstu; červená – data z následujících tří měsíců (VIII, IX, X) sledovaného vegetačního růstu, kdy byl změněn vodní režim u variant simulujících jarní a letní záplavy. Číselné hodnoty v legendě udávají den v roce, ve kterém bylo měření provedeno. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.

4.2 Produkce biomasy

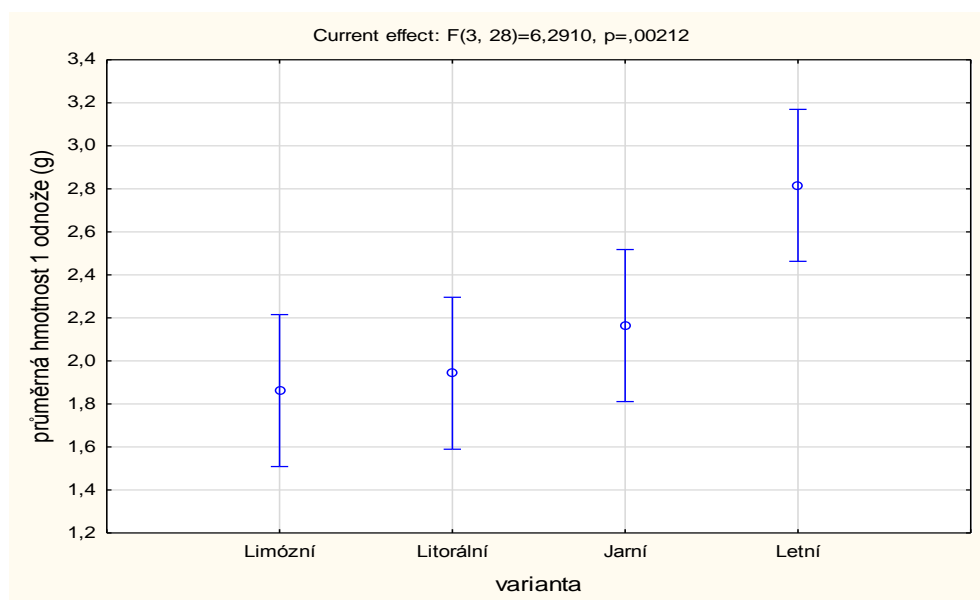
4.2.1 Průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy

Průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy jsou zobrazeny na obr. č. 7. Varianty Limózní a Jarní dosáhly velmi podobných průměrných hodnot kolem 330 g. Oproti těmto dvěma dosáhly varianty Litorální a Letní sice nižších, ale přesto velmi podobných hodnot kolem 270 g. Vliv varianty zaplavení na tvorbu nadzemní omasy byl statisticky průkazný. Čerstvá hmotnost a sušina nadzemní biomasy sklizených rostlin jsou zaznamenány v příloze č. 9.



Obr. č. 7 Průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy. V horní části obrázku znázorněná ve sloupcovém grafu. Ve spodní části obrázku znázorněna pomocí jednocestné analýzy variance. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.

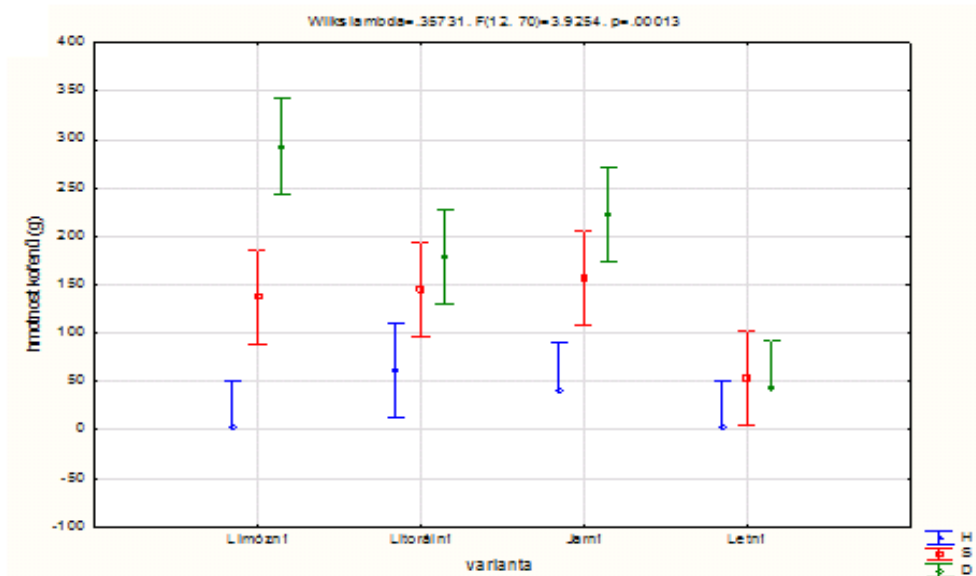
Průměrná hmotnost jedné odnože je zobrazena na obr. č. 8. Nejvyšší hmotnosti jedné odnože dosáhly rostliny z varianty Letní (2,81 g) a nejnižší hmotnosti rostliny z varianty Limózní (1,86 g). Hmotnost jedné odnože u varianty Letní byla statisticky vyšší než u variant Limózní a Litorální.



Obr. č. 8 Průměrná hmotnost jedné odnože (g) mezi variantami Limózní, Litorální, Jarní a Letní. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.

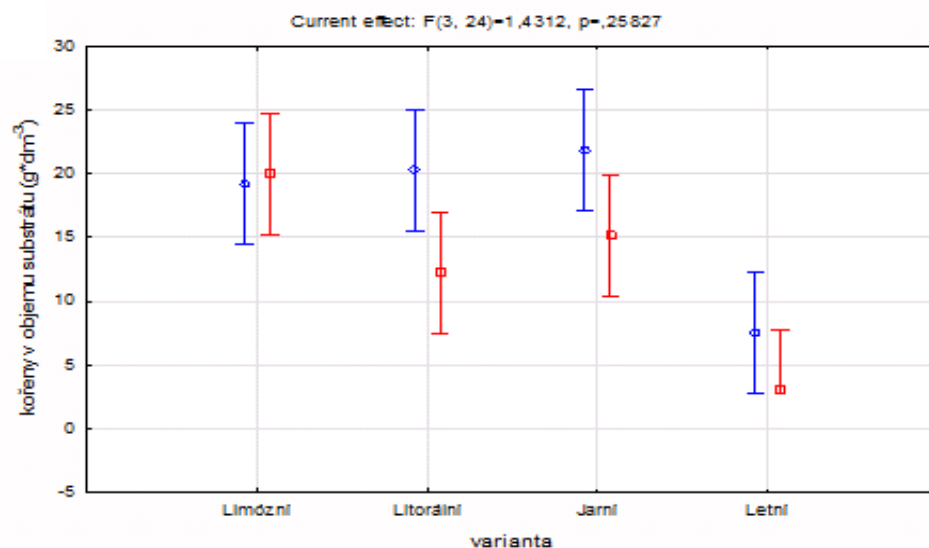
4.2.2 Průměrná hmotnost kořenů

Průměrná hmotnost kořenů v různých vrstvách substrátu je zobrazena na obr. č. 9. V horní vrstvě substrátu vytvářely větší množství kořenů pouze rostliny z variant Litorální (61g) a Jarní (41g). Rozdíl mezi variantami nebyl statisticky průkazný, ale ukazuje na vliv vyšší hladiny na začátku vegetace. Ve střední vrstvě dosahovaly podobné hmotnosti kořenů rostliny z variant Jarní (157g), Litorální (145g) a Limózní (138g). Signifikantně nejmenší hmotnost kořenů v této vrstvě vytvořila varianta Letní (54g). V dolní vrstvě dosáhly nejvyšší průměrné hmotnosti kořenů rostliny z varianty Limózní (293g) a nejméně z varianty Letní (44g). Varianta Limózní byla statisticky vyšší než Litorální a Letní. Varianta Letní v dolní vrstvě dosáhla statisticky nejmenší hmotnosti kořenů.



Obr. č. 9 Průměrná hmotnost kořenů (g) v jednotlivých vrstvách pěstebního substrátu mezi sledovanými variantami. Modrá – horní vrstva (H), červená – střední vrstva (S), zelená – dolní vrstva (D). Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly, n=4.

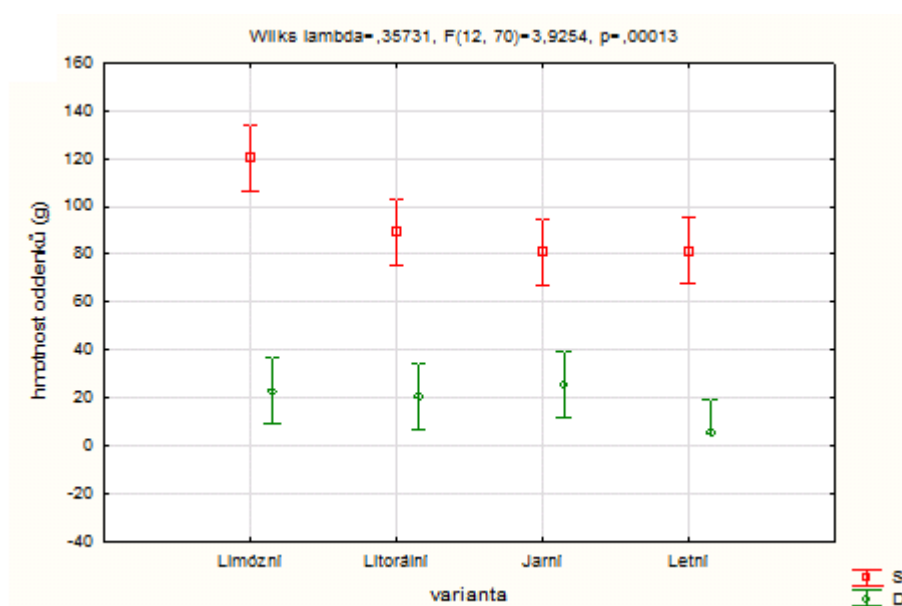
Statistické zhodnocení průměrné sušiny podzemní biomasy vztažené na jednotku objemu substrátu je zobrazeno na obr. č. 10. Průměrná sušina kořenů vztažená na jednotku objemu substrátu (dále kořeny v objemu substrátu) byla nejvyšší ve střední vrstvě u rostlin z varianty Jarní ($22 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) a v dolní vrstvě u rostlin z varianty Limózní ($20 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$). Kořeny rostlin z varianty Letní dosáhly statisticky menší hmotnosti vztažené na objem střední vrstvy než ostatní varianty.



Obr. č. 10 Průměrná sušina kořenů vztažená na jednotku objemu substrátu. Střední vrstva – modrá; dolní vrstva – červená. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly, n=4.

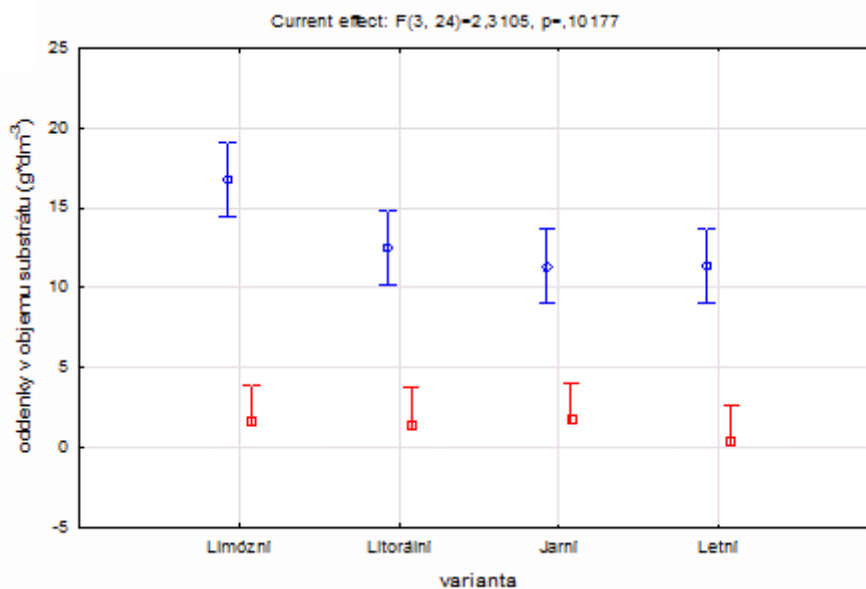
4.2.3 Průměrná hmotnost oddenků

Průměrná hmotnost kořenů v různých vrstvách substrátu je zobrazena na obr. č. 11. Hmotnosti oddenků byly v horní vrstvě zanedbatelné (menší než 1g). Ve střední vrstvě dosáhly signifikantně nejvyšší průměrné hmotnosti oddenků rostliny z varianty Limózní (120,04g) a nejméně rostliny z variant Jarní a Letní (81g). V dolní vrstvě bylo průměrné množství oddenků poměrně vyrovnané mezi variantami. Nejvyšší průměrné hmotnosti oddenků v této vrstvě dosáhly rostliny z varianty Jarní (25,77g) a nejméně z varianty Letní (5,81g).



Obr. č. 11 Průměrná hmotnost oddenků (g) v jednotlivých vrstvách pěstebního substrátu mezi sledovanými variantami. Červená – střední vrstva (S), zelená – dolní vrstva (D). Množství oddenků v horní vrstvě bylo zanedbatelné, proto není tato vrstva zahrnuta ve statistickém hodnocení. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly, n=4.

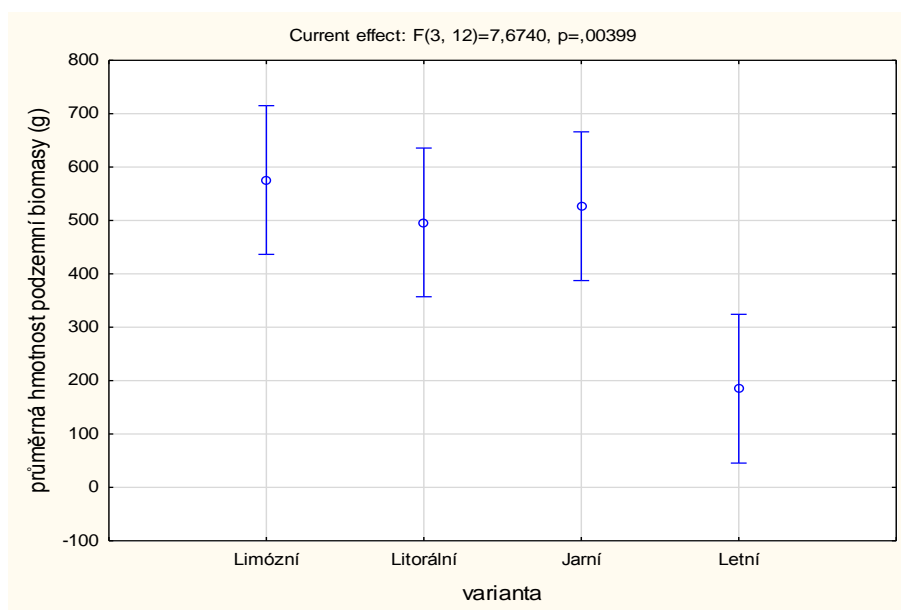
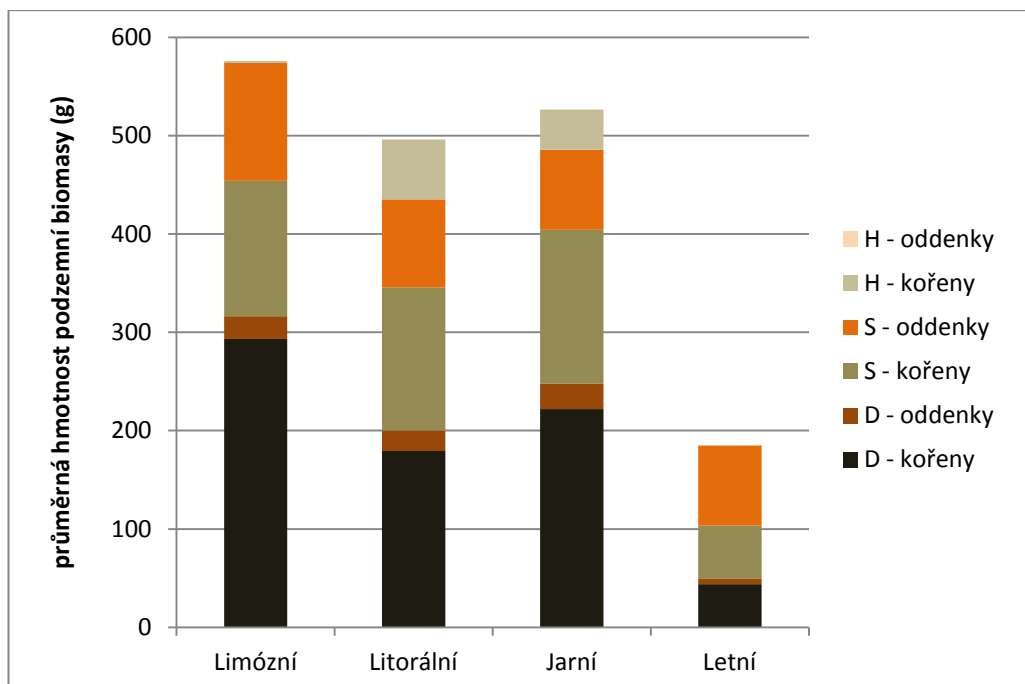
Statistické zhodnocení průměrné sušiny oddenků vztažené na jednotku objemu substrátu je zobrazen na obr. č. 12. Průměrná sušina oddenků vztažená na jednotku objemu substrátu (dále oddenky v objemu substrátu) byla nejvyšší ve střední vrstvě u rostlin z varianty Limózní ($16,74 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) a v dolní vrstvě u rostlin z varianty Jarní ($1,76 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$).



Obr. č. 12 Průměrná sušina oddenků vztažená na jednotku objemu substrátu. Střední vrstva – modrá; dolní vrstva – červená. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.

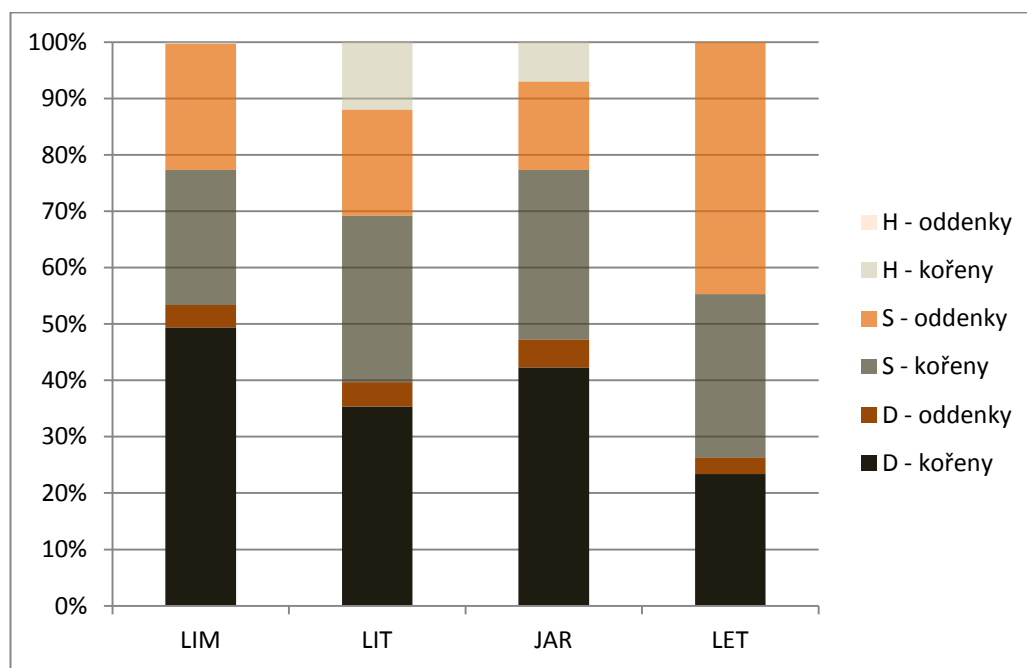
4.2.4 Poměrné zastoupení celkové podzemní biomasy

Průměrné hmotnosti sušiny podzemní biomasy jsou zobrazeny na obr. č. 13. Varianty Limózní, Jarní a Litorální dosáhly podobných průměrných hmotností celkové podzemní biomasy. Ve variantě Letní byla průměrná hmotnost podzemní biomasy výrazně nižší. Rozdíl této hodnoty byl od ostatních variant statisticky průkazný.



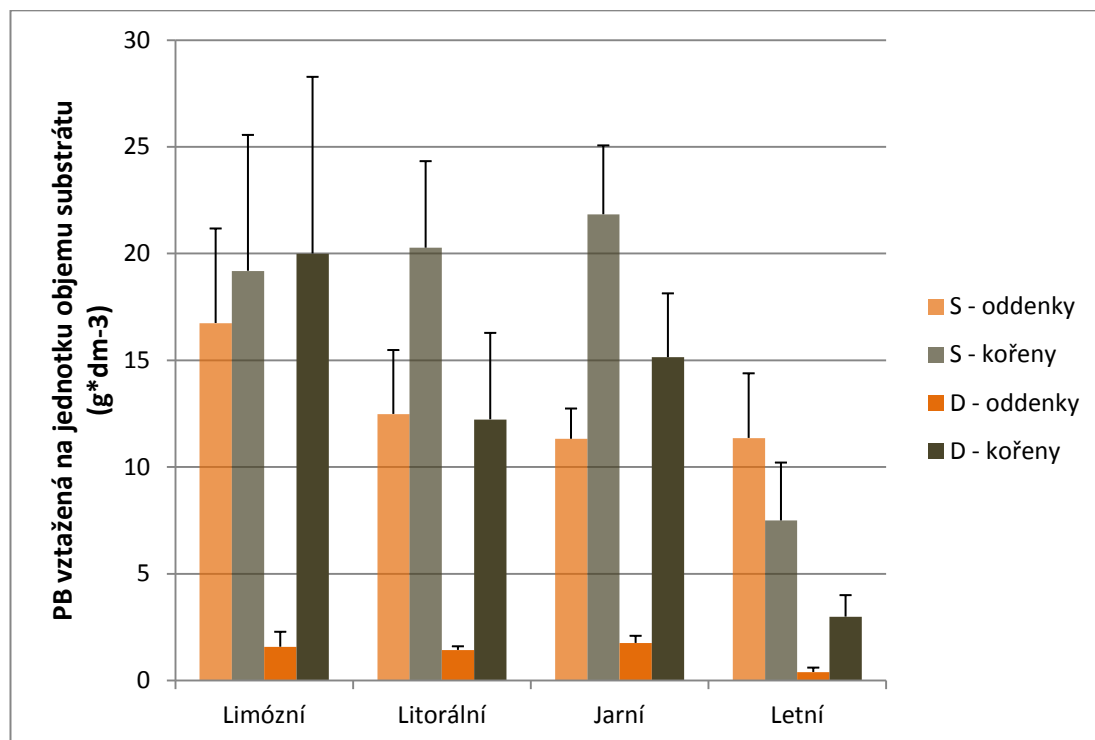
Obr. č. 13 Průměrná hmotnost sušiny podzemní biomasy. V horní části obrázku znázorněná ve sloupcovém grafu - kořeny (hnědá), oddenky (oranžová). Zjišťováno ve 3 vrstvách – H (horní), S (střední), D (dolní). Ve spodní části obrázku znázorněna pomocí jednocestné analýzy variance. Bod označuje průměrnou hodnotu, úsečky značí 0,95% konfidenční intervaly.

Průměrné procentní zastoupení hmotnosti kořenů a oddenků v jednotlivých vrstvách je zobrazeno na obr. č. 14. V horní vrstvě měly největší procentní zastoupení hmotnosti kořenů rostliny z varianty Litorální (12%) a nulové zastoupení měly rostliny z varianty Letní. U oddenků v horní vrstvě bylo u všech variant téměř nulové procentní zastoupení. Ve střední vrstvě měly největší procentní zastoupení hmotnosti kořenů rostliny z varianty Jarní (30%) a nejméně měly rostliny z varianty Limózní (24%). Dále ve střední vrstvě dosáhly největší procentní zastoupení hmotnosti oddenků rostliny z varianty Letní (44%) a nejméně z varianty Jarní (15%). V dolní vrstvě měly největší procentní zastoupení hmotnosti kořenů rostliny z varianty Limózní (49%) a nejméně z varianty Letní (24%). Dále v dolní vrstvě dosáhly největšího procentní zastoupení hmotnosti oddenků rostliny z varianty Jarní (5%) a nejméně z varianty Letní (3%).



Obr. č. 14 Průměrné procentní zastoupení hmotnosti sušiny oddenků a kořenů ve 3 vrstvách substrátu – H (horní), S (střední), D (dolní). Oddenky se v horní vrstvě vyskytovaly v zanedbatelném množství.

Hmotnostní zastoupení kořenů a oddenků v objemu vrstvy pěstebního substrátu je zobrazena na obr. č. 15. Jedná se o hustotu prokořenění určité vrstvy substrátu. Ze tří zkoumaných vrstev (horní, střední a dolní), byly vybrány dvě s největším zastoupením podzemních rostlinných orgánů. Ve všech variantách byly oddenky vždy více zastoupeny ve střední vrstvě než v dolní. U variant Litorální, Jarní a Letní byly i kořeny více zastoupeny ve střední vrstvě než v dolní. Pouze varianta Limózní měla ve střední i dolní vrstvě stejnou hustotu prokořenění.



Obr. č. 15 Průměrná sušina podzemní biomasy (PB) vztažená na jednotku objemu substrátu. Hodnoty byly zjišťovány ve dvou vrstvách – střední (S) o objemu 7,2 dm³ a dolní (D) o objemu 14,5 dm³. Úsečky znázorňují směrodatnou odchylku, n=4.

Hmotnostní poměr podzemních k nadzemním částem R/S byl u varianty Limózní 1,5, Litorální 1,5, Jarní 1,4. Statisticky průkazně nejmenší poměr R/S 0,6 byl zjištěn u varianty Letní. Hmotnostní poměr kořenů k nadzemním částem byl u variant Limózní, Litorální a Jarní velmi podobný ($1,13 \pm 0,3$ Lim, n = 12). Statisticky nižší hodnota tohoto poměru byla u varianty Letní 0,32. Hmotnostní poměr oddenků k nadzemním částem byl u všech variant vyrovnaný ($0,32 \pm 0,08$, n = 16). Statistické zhodnocení těchto poměrů je v příloze č. 15.

4.3 Další pozorování

V některých květnících také během sezóny vyklíčilo několik nežádoucích rostlinných druhů, které by se v ostřicovém společenstvu ve volné přírodě pravděpodobně neprosadily, proto byly cíleně odstraňovány. Jako příklad těchto rostlin uvádím merlík bílý (*Chenopodium album* L.), pampeliška (*Taraxacum spp.*) či kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica* L.). Na rostlinách bylo zpozorováno také několik drobných živočichů, a to larvy slunéčka sedmitečného (*Coccinella septempunctata septempunctata* L.), slunéčka východního (*Harmonia axyridis* Pallas), druh *Hippodamia tredecimpunctata* L., mšice (čeleď *Aphididae*) a přechodně i někteří zástupci z čeledi můrovitých (*Noctuidae*). Ve vodním sloupci pak byl pozorován potápník dvouskvrnný (*Agabus bipustulatus* L.). Tyto rostliny a organismy nebyly předmětem studia, a proto nebyl hodnocen jejich vliv na růst a produkci rostlin v nádobovém pokuse.

5. DISKUSE

5.1 Omezení použité metody

Metody použité při sledování růstu ostřice štíhlé (*Carex acuta*) v nádobovém pokuse měly za cíl vytvořit optimální podmínky studovaných biotopů a jevů v nich probíhajících (jarní a letní záplava), a tím přispět k získání průkazných dat a informací o růstu a produkci. Prostředí vytvořené pro tento pokus vzniklo syntézou poznatků z předchozích pokusů, které sledovaly různé aspekty růstu ostřice štíhlé a vlivy prostředí na její růst. Na základě toho byl určen poměr a složení substrátu, dávka hnojení a výška vodní hladiny v nádržích.

Protože experiment probíhal ve venkovním prostředí, kde růst probíhal pod vlivem aktuálního počasí a okolního prostředí, bylo třeba počítat i s negativními vlivy s tímto spojené. Stav vodní hladiny v nádržích během sezóny bylo potřeba kontrolovat a případně doplňovat, aby odpovídal nastaveným podmínkám pokusu. Během vegetačního období způsobilo hnojivo, resp. jeho podíl ve vodním sloupci, mírnou eutrofizaci vody kolem květníků, díky čemuž se v některých nádržích přemnožily řasy a sinice. Toto mohlo mít vliv na rostliny s vysokou vodní hladinou. Proto jsme tyto nežádoucí organismy odstraňovali (srov. kap. 3.4). Kvalitu vody také ovlivňoval opad listů ze stromů, rostoucích v blízkosti pokusné plochy a pyl kvetoucích bylin a stromů. V pokusu nebyla sledována kvalita, ale hladina vody.

Hmotnost podzemní biomasy nebyla zjišťována ihned po odběru. Důvodem bylo velké množství vzorků a poměrně časově náročný rozbor jednotlivých částí podzemní biomasy. Některé vzorky byly rozebrány i týden po sklizni, což přináší potenciální riziko, že by tím mohla být ovlivněna hmotnost podzemních orgánů. Tato situace by nastala, pokud by z podzemních částí začaly vyrůstat nové nadzemní výhony, či pokud by tyto podzemní orgány začaly odumírat. To se ovšem v pokuse nestalo, protože vzorky byly uchovány v chladném prostředí lednice.

5.2 Zhodnocení výsledků nádobového experimentu

Tento pokus byl jednoletý, tedy sledoval malý životní cyklus (short life-cycle), který ve své práci popisuje Soukupová (1988). V rámci tohoto cyklu byl sledován růst odnoží a maximální výšky rostlin.

Nárůst odnoží během vegetační sezóny je nejlépe zobrazen na obr. č. 4. Na počty odnoží od května do konce července příznivě působila nižší hladina vody (varianty Limózní a Letní). Vyšší hladina u varianty Letní od srpna do října působila na počty odnoží negativně. Po snížení vodní hladiny u varianty Jarní nebyl prokázán vliv na počet odnoží. V porovnání s variantou Limózní, která s nízkou hladinou po celou dobu vegetace nevytvořila více odnoží než varianta Jarní. Statisticky se Jarní nelišila ani od Litorální, i když měly první 3 měsíce stejné podmínky růstu, počet odnoží při sklizni byl téměř shodný.

Na obr. č. 6 je zachycena maximální výška rostlin v průběhu vegetační sezóny. Průměrnou maximální výšku rostlin v období od května do konce června příznivě ovlivňovala nižší hladina vody (varianty Limózní a Letní). Protože v červenci byly hodnoty u všech variant vyrovnané, nelze usuzovat na pozitivní či negativní působení vodní hladiny na průměrnou maximální výšku. Od srpna do října působilo na průměrnou maximální výšku rostlin příznivě snížení vodní hladiny u varianty Jarní a naopak u varianty Letní zvýšení hladiny působilo spíše negativně.

Průměrná hmotnost sušiny nadzemní biomasy byla ovlivněna výškou vodní hladiny v druhé polovině vegetační sezóny a sezónním cyklem růstu ostřice štihlé. Soukupová (2002) popsala u tohoto druhu zvýšený růst nadzemní biomasy od konce srpna do poloviny září. Sledované varianty, které měly v tuto dobu zvýšenou hladinu vody (Letní a Litorální), měly při sklizni nižší hmotnost sušiny nadzemní biomasy (viz obr. č. 7). Vyšší hladina vody, snížila teplotu substrátu v “dolní“ vrstvě v době (srpen – září), kdy ostřice soustředí svůj rozvoj na růst kořenů. Obě varianty s nižšími hodnotami nadzemní biomasy, měly také v dolní vrstvě menší zastoupení kořenů (viz obr. č. 9).

Průměrná hmotnost jedné odnože (obr. č. 8) byla u varianty Letní signifikantně vyšší než u variant Limózní a Litorální. Rostliny v této variantě byly vystaveny stresové situaci, v podobě zvýšení hladiny v polovině vegetační sezóny. Rostliny varianty Letní reagovaly na tuto situaci zpomalením růstu, a to sice neprůkazně do výšky (obr. č. 6), ale statisticky průkazně počtem nově vytvořených odnoží (obr. č. 4). Nahromaděné zásobní látky pro vývoj nových odnoží, nebyly využity v době intenzivního růstu kvůli vyšší hladině vody. Ta způsobila snížení teploty substrátu a tím také zpomalení růstu rostliny. Proto byly zásobní látky

využity k zesílení buněčných stěn rostlinných pletiv, což se projevilo na vyšší hmotnosti jedné odnože u varianty Letní.

V horní vrstvě tvořily velké množství průměrné sušiny kořenů varianty s vyšší hladinou vody na začátku vegetační sezóny (Litorální a Jarní). To bylo způsobeno zaplavením rostlin v prvních třech měsících růstu. Zatímco varianty Limózní a Letní měly v této vrstvě zanedbatelné množství průměrné sušiny kořenů (viz příloha č. 18). Kořeny rostlin z varianty Limózní zabíraly v dolní vrstvě více prostoru než ve střední vrstvě (viz obr. č. 12). U ostatních variant kořeny zabíraly vždy více prostoru ve vrstvě střední. Tato míra prokořenění v dolní vrstvě je způsobena nízkou hladinou vody po celou dobu vegetace. V dolní vrstvě tedy klesla anaerobióza, resp. zvětšila se difúzní vzdálenost pro plyny.

Oddenky v dolní vrstvě nezabíraly téměř žádný prostor. Důvodem byla zřejmě nízká teplota substrátu, způsobená stálým vodním sloupcem.

Jarní záplavy na mokřadní porosty působí příznivěji, tím že přináší nové živiny, a to především dusík, na který většina mokřadních rostlin reaguje v tomto období intenzivního růstu velmi pozitivně. Navíc nadzemní části rostlin ostřice štíhlé jsou zatím malé a proti mechanickému poškození jsou chráněny stařinou. Letní záplava častěji přispívá k mechanickému poškození rostlin, díky svému působení během období, kdy ostřice kvetou či se vysemeňují (Zedler & Kercher, 2004). Mechanické poškození v přírodních biotopech při letních záplavách je způsobeno nejen výškou hladiny, ale také charakterem nástupu povodně. Ty většinou nastupují ve vlnách, a tedy proud vody a nikoli výška hladiny mechanicky poškozují rostliny. Při simulaci záplav v nádobovém pokuse k mechanickému poškození rostlin nedošlo, protože nádrže byly napouštěny šetrným způsobem. Při záplavě je zatopen půdní profil a tím je dále zvýšen deficit kyslíku v půdním profilu. Záplavy jsou pro rostliny méně škodlivé na jaře, kdy je teplota půdy ještě nízká a rychlost metabolických pochodů rostlinných částí i půdních mikroorganismů je dosud malá. Záplava na konci léta, může pro rostlinu znamenat jisté riziko, protože v tomto období dochází k intenzivnímu růstu podzemních orgánů. Zvýšená hladina vody, způsobuje snížení teploty v substrátu, a tím i zpomalení mikrobiálních a rostlinných procesů. Rostlina využívá přes období vegetačního klidu podzemní orgány jako rezervoár zásobních látek (Soukupová, 2002).

5.3 Srovnání výsledků s pracemi jiných autorů

Jak již bylo zmíněno výše v metodice, rostliny použité pro pokus, byly získány odběrem z Mokřých Luk u Třeboně v roce 2008, a poté byly uchovávány v nádobové kultuře. Na Mokřích Loukách probíhají studie již od 70. Let 20. Století. Hovorka (2012) shrnuje ve své práci tento výzkum. Od roku 1974 Novák do roku 2011 (Hovorka) shromáždil data o nadzemní biomase ostřice ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$). Hodnoty se pohybovaly od 140 – 550 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. Květ a kol. (2002) provedli výzkum Mokřých Luk na nekosené části v letech 1976 až 1986. Výzkum byl zaměřen na biomasu rostlin, primární produkci a akumulaci minerálních živin. Hodnotili zde nadzemní biomasu *Carex spp.*, kde dominovaly *Carex gracilis* a *Carex vesicaria*. V roce 1976, což byl velmi suchý rok, vytvořily *Carex spp.* kolem 180 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ sušiny nadzemní biomasy. Rok 1977 byl naopak velmi vlhký a u *Carex spp.* nebyla zaznamenána žádná hodnota. V průměrném roce 1978 vytvořily *Carex spp.* kolem 130 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ sušiny nadzemní biomasy. Rok 1979 byl relativně suchý, přesto ostřice vytvořily podobné množství jako v předchozím roce. 1980 byl rok s vlhkým jarem a *Carex spp.* dosáhla maximální hodnoty mezi sledovanými roky, a to 480 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ sušiny nadzemní biomasy. V následujících 4 letech klesaly ročně průměrné hodnoty od 230 po 160 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ sušiny nadzemní biomasy. Velká jarní záplava a dvě menší v průběhu vegetace způsobily nárůst nadzemní biomasy *Carex spp.* na 200 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. V roce 1986 byla snížena hladina rybníka Rožmberk, což způsobilo také pokles podzemní vody, *Carex spp.* reagovala na sníženou dostupnost vody v tomto roce negativně, vytvořila kolem 40 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ sušiny nadzemní biomasy. Tímto výzkumem prokázali vliv vodní hladiny na přítomnost rostlinných druhů na lokalitě. Kuncová (2009) na Mokřích loukách zaznamenala u ostřice štíhlé v roce 2006 (3 záplavy během vegetace) sušinu nadzemní biomasy 414 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$, 2007 (suchý rok, nulové srážky v dubnu) 423 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ a v roce 2008 uvádí 618 $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$. Kuncová zde uvádí maximální hodnoty, zjištěné destruktivními odběry během sezóny. Maxima se většinou pohybovala v letním období, nelze je tedy srovnat s hodnotami zjištěnými při sklizni v říjnu v rámci tohoto experimentu. Z její studie lze usuzovat na negativní vliv záplav (2006), a to především letních na produkci biomasy ostřice štíhlé.

Nadzemní biomasa rostlin ostřice štíhlé v experimentu dosáhla průměrného obsahu sušiny v období sklizně (1. polovina října 2014) u varianty Limózní 31,2 %, Litorální 29,8 %, Jarní 29,8 % a u varianty Letní 32,1 %. Soukupová (1983) uvádí u

ostřice štíhlé roční průměr obsahu sušiny v nadzemních částech 35,2%. Její jednoletý výzkum byl zaměřen na kultivační nádobové pokusy, kde byla ostřice štíhlá pěstována v pískové kultuře ve třech různých ekofázích. Hodnota Soukupové je ročním průměrem získaných dat. V mém případě jde o údaj zjištěný jednorázově, při sklizni na podzim.

Květ a kol. (2002) uvádí poměr R/S u ostřice štíhlé 1,8 – 3,3. Tato data byla zjištěna během jednoletého pozorování ve venkovním kultivačním experimentu. Soukupová (1983) uvádí průměrný hmotnostní poměr R/S u ostřice štíhlé pěstované v jednoleté pískové kultuře 1,22. Výsledky tohoto pokusu dosáhly průměrných hodnot R/S mezi všemi variantami 1,25. Rozdíl je dán různým pěstebním substrátem a různým souborem zkoumaných dat zaměřených na jiné ekofáze.

5.3.1 Srovnání morfologické stavby rostlin zjištěné experimentálně a v přirozených biotopech

Průměrný počet odnoží zjištěný v tomto pokuse nelze srovnávat s hodnotami zjištěnými v terénu. Důvodem je stáří sledovaných porostů. Maximální výška rostlin je s terénními měřeními lépe srovnatelná. V tomto pokuse byl průměr maximálních výšek všech variant na konci sezóny $1,48 \pm 0,1$ m ($n = 128$). Tento průměr odpovídá i výsledkům Jeremy a Tutin (1968) a Casper a Krausch (1980), kteří u ostřice štíhlé uvádí průměrnou výšku 1,2 (1,5) m. Maximální výška rostlin v tomto experimentu byla naměřena 5. 10. 2014 u varianty Jarní 169 cm. Kuncová (2009) zjistila maximální výšku ostřice štíhlé 157 cm na Mokřých loukách u Třeboně 13. 6. 2008. Tento rok byl z hlediska dlouhodobých pozorování průměrným, co se týče vodního režimu. Její výzkum byl zaměřen na nadzemní produkci zaplavované louky s dominantní ostřicí štíhlou.

5.3.2 Srovnání produkce ostřice štíhlé zjištěné experimentálně a v přirozených biotopech

V rámci programů IBP (Mezinárodní biologický program) a M&B (Člověk a biosféra) byly provedeny rozsáhlé studie dynamiky biomasy v ekosystémech mokřadů (Dykyjová a Květ, 1978; Bernard a kol., 1988; Westlake a kol., 1998). Produkce zjištěná v tomto pokuse je vztažena na velikost pěstební nádoby. Nelze ji tedy srovnávat s daty zjištěnými v terénu, kde je hmotnost biomasy vztažena nejčastěji na 1 m^2 . Přesto zde uvádím několik hodnot zjištěných v terénu. Květ a

Ondok (1973) uvádí u ostřice štíhlé a ostřice měchýřkaté průměrnou sušinu nadzemní biomasy 402 – 732 g*m⁻². Baradziej (1974) uvádí roční průměr sušiny nadzemní biomasy ostřice štíhlé 580 g*m⁻². Droste (1984) uvádí u nadzemní biomasy ostřice štíhlé 807 g*m⁻². Hejný a kol. (1981) uvádějí roční průměr sušiny nadzemní biomasy ostřice štíhlé a ostřice měchýřkaté 530 – 1390 g*m⁻². V tomto pokuse byla průměrná hmotnost všech variant u nadzemní biomasy 304,34 ± 64,62 g.

Soukupová (2002) zjistila na Mokřích Loukách u Třeboně, že největší růst podzemní biomasy ostřice štíhlé probíhá od konce srpna, do poloviny září. Z pokusu vyplývá, že růst podzemních orgánů se opravdu nejvíce rozvíjí v tomto období. Toto tvrzení se opírá o výsledky u varianty Letní ve srovnání s variantou Limózní. Obě varianty měly první tři měsíce sledování stejný vodní režim, a lze tedy předpokládat, že se podzemní orgány vyvíjely v tomto období stejně. V dalších třech měsících nastalo u varianty Letní zaplavení celého pěstebního substrátu, což způsobilo zpomalení růstu nových kořenů (viz příloha č. 16).

6. ZÁVĚR

Tato diplomová práce je součástí projektu GA ČR P504/11/1151 Úloha rostlin v bilanci skleníkových plynů ostřicového slatiniště. Cílem práce bylo zhodnocení vlivu zaplavení na růst ostřice štíhlé (*Carex acuta*) v nádobovém pokuse. Byl sledován chod počtu odnoží a chod maximálních výšek rostlin během vegetační sezóny. Destruktivní metodou byla při sklizni zjištěna produkce nadzemní a podzemní biomasy.

Na počty odnoží od května do konce července příznivě působila nižší hladina vody. Zvýšení hladiny v polovině vegetačního období způsobilo zpomalení růstu nových odnoží. Maximální počet odnoží 257 ks byl zjištěn 5.10.2014 u varianty Litorální. Průměrnou maximální výšku rostlin v období od května do konce června příznivě ovlivňovala nižší hladina vody. Zvýšení hladiny v polovině vegetačního období způsobilo zpomalení růstu do výšky. Snížení hladiny v polovině vegetačního období působilo na rostliny rychlejším růstem do výšky. Maximální výška rostlin 169 cm byla zjištěna 5.10.2014 u varianty Jarní.

Mezi zjištěnými průměrnými hodnotami nadzemní biomasy byl statisticky průkazný rozdíl. Maximální hmotnost sušiny nadzemní biomasy 339,01 g byla zjištěna u varianty Jarní. Podzemní biomasu průkazně negativně ovlivnilo zvýšení vodní hladiny v polovině vegetačního období. Na zvýšenou vodní hladinu v první polovině vegetace reagovaly rostliny tvorbou kořenů nad povrchem substrátu. Maximální hmotnost sušiny podzemní biomasy 576 g byla zjištěna u varianty Limózní.

7. LITERATURA

- Alexeev, Yu. E. (1988): Ontogenesis in sedges of the *Carex* species. *Aquat. Bot.*, 30: 63-72.
- Alpert, P., Simms, E.L. (2002): The relative advantages of plasticity and fixity in different environments: when is it good for a plant to adjust? *Evolutionary Ecology* 16: 285-297.
- Armstrong, W. (1978): Root aeration in wetland condition. In: D.D. Hook and R.M.M. Crawford (Eds.), *Plant Life in Anaerobic Environments*. Ann Arbor Science, Ann Arbor, MI., s. 269-297.
- Asaeda, T., Nam, L.H., Hietz, P., Tanaka, N., Karunaratne, S. (2002): Seasonal fluctuations in live and dead biomass of *Phragmites australis* as described by a growth and decomposition model: implications of duration of aerobic conditions for litter mineralization and sedimentation. *Aquat. Bot.* 73: 233-239.
- Baradziej, E. (1974): Net primary production of two marsh communities Nera Ispina in the Niepolonice Forest (Southern Poland), *Ekol. Pol.*, 22: 145-172.
- Bernard, J.M., Solander, D., Květ, J. (1988): Production and nutrient dynamics in *Carex* wetlands. *Aquat. Bot.* 30: 125-147.
- Bláha, L., Hnilička, H., Holubec, V., Müllerová, J., Štolcová, J., Zieglerová, J. (2003): *Rostlina a stres*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Breandle, R., Crawford, R.M.M. (1999): Plants as amphibians. *Perspect. Plant Ecol. Evol.* 2: 56-78.
- Casper, S.J., Krausch, H.-D. (1980): Pteridophyta und Anthophyta. 1. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. (Eds.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 23 VEB Gustav Fischer, Jena, s. 403.
- Čížková, H., Pokorný, J., Květ, J., Bauer, V. (2004): Cyklus a bilance uhlíku v mokřadech. *Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice*. Series for Crop Science 21: 265-268.

- Čížková, H. (2006): Faktory ovlivňující dynamiku porostů rákosu obecného (*Phragmites australis* [CAV.] Trin. Ex Steudel) v kulturní krajině. [Habilitationální práce] Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice, 53 s.
- Čížková, H., Šantrůčková, H. (2006): Procesy spojené s eutrofizací mokřadů. *Živa* 5: 201-204.
- Čížková, H., Květ, J., Comín, F. A., Laiho, R., Pokorný, J., Pithart, D. (2013): Effect on climate change on wetlands: Actual state of European wetlands and their possible future in the context of global climate change. *Aquatic Sciences.*, 75: 3-26.
- Dinka, M., Ágoston-Szabó, E., Tóth, I. (2004): Changes in nutrient and fibre content of decomposing *Phragmites australis* litter. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 89: 519-535.
- Droste, M. (1984): Above ground standing crop and production of *Carex gracilis* Curt. in a fen, *Arch. Hydrobiol.*, 100: 533-538.
- Dykyjová, D., Květ, J. (1978): Pond littoral ecosystems: Structure and Functioning. *Ecological studies* 28. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Ernst, W.H.O., (1990): Ecophysiology of plants in waterlogged and flooded environments. *Aquatic Botany.* 38: 73-90.
- Feng, G., Wu, L., Letey, J., (2002): Evaluating aeration criteria by simultaneous measurement of oxygen diffusion rate and soil-water regime. *Soil Science.* 167: 495-503.
- Filipová, M. (2006): Úloha vegetačního pokryvu v koloběhu uhlíku vybraného mokřadního ekosystému. (Diplomová práce, Ústav biologie rostlin, fakulta Agronomická, Mendlova Zemědělská a Lesnická Univerzita v Brně).
- Fosket, D.E. (1994): *Plant growth and development: A Molecular Approach.*, Academic Press Limited., London., s. 581.
- Grime, J.P. (2001): *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties.* Second edition. John Wiley & Sons Ltd., England., s. 418.

- Hejný, S., Husák, Š. (1978): Higher Plant Communities. In: D. Dykyjová, J. Květ (Eds.), Pond littoral ecosystems: Structure and Functioning. Ecological studies 28. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, s. 23-64.
- Hejný, S., Květ, J., Dykyjová, D. (1981): Survey of biomass and net production of higher plant communities in fishponds. *Folia Geobot, Phytotaxon.*, 16: 73-94.
- Hejný, S., Hroudová, Z., Husák, Š., Dubyna, D.V., O'ahelová, H., Stojko, S.M., Tasenkevič, L.A., Šeljag-Sosonko, J.R., Jeřábková, O. (1993): Charakteristika makrofitov pereuvlažňonnych territorij Ukrainy i Čecho-Slovakii. In: Hejný, S., Sytník, K. M. (Eds.): Makrofity – indikatory izmenenij prirodnoj sredy. Naukova dumka, Kiev 434: 72-397.
- Hejný, S., Husák, Š., Květ, J., Pecharová, E., Pokorný, J. (2000): Rostliny vod a pobřeží. East West Publishing Company. Praha., s. 13-55.
- Hovorka, F. (2010): Nadzemní produkce nesečeného mokřadního porostu. (Bakalářská práce, katedra biologických disciplín, fakulta Zemědělská, Jihočeská univerzita, České Budějovice).
- Hovorka, F. (2012): Dynamika nadzemní biomasy ostřicového slatiniště. (Diplomová práce, katedra biologických disciplín, fakulta Zemědělská, Jihočeská univerzita, České Budějovice).
- Hroudová, Z., Zákravský, P. (2002): Littoral plant communities and soils. In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L. (Eds.), *Freshwater Wetlands and their Sustainable Future A Case Study of the Třeboň Basin Biosphere Reserve*. CRC Press, Boca Raton., s. 195-209.
- Jackson, M.B., Colmer, T.D. (2005): Response and Adaptation by Plants to Flooding Stress. *Annals of Botany*. 96: 501-505.
- Jeník, J. (1983): Mokré Louky u Třeboně: modelová lokalita biosférického fondu. In: Jeník, J., Květ, J. (Eds.): *Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboně*. Studie ČSAV, 4/83, s. 9-17.
- Jeremy, A.C., Tutin, T.G. (1968): *British Sedges*. British Society of the British Isles, London, s. 199.

- Just, T., Matoušek, V., Dušek, M., Fischer, D., Karlík, P. (2005): Vodohospodářské revitalizace a jejich uplatnění v ochraně před povodněmi. 3. ZO ČSOP Hořovicko, Praha., s. 108-119.
- Končalová, H. (1990): Anatomical adaptations to waterlogging in roots of wetland graminoids: limitations and drawbacks. *Aquat. Bot.*, 38: 127-134.
- Kravčík, M., Pokorný, J., Kohutiar, J., Kováč, M., Tóth, E. (2007): Voda pre ozdravenie klímy – Nová vodná paradigma. *Municipalia*, 93 s.
- Kuncová, Š. (2009): Nadzemní produkce porostu zaplavované louky s dominantní ostřicí štíhlou (*Carex acuta*). (Diplomová práce, katedra biologických disciplín, fakulta Zemědělská, Jihočeská univerzita, České Budějovice).
- Květ, J., Ondok, J.P. (1973): Zonation of higher-plant shoot biomass in the littoral of the Opatovický fishpond. In: Hejný, S. (Ed.): *Ecosystem Study on Wetland Biome in Czechoslovakia*. Czechosl. IBP/PT-PP Rep. No. 3, Trebon, s. 87-92.
- Květ, J., Lukavská, J., Tetter, M. (2002): Biomass and net primary production in graminoid vegetation. In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L. (Eds.): *Freshwater Wetlands and their Sustainable Future. A Case Study of the Třeboň Basin Biosphere Reserve*. Czech Republic. CRC Press, Boca Raton, s. 293-304.
- Larcher, W. (1988): *Fyziologická ekologie rostlin*. Academia, Praha.
- Mainiero, R., Kazda, M. (2004): Effects of *Carex rostrata* on soil oxygen in relation to soil moisture. *Plant and Soil*. 270: 311-320.
- Mitsch, W.J., Gosselink, J.G. (2000): *Wetlands*. John Wiley & Sons, NY, 920 s.
- Mommer, L., Visser, E.J.W. (2005): Underwater photosynthesis in flooded terrestrial plants: a matter of leaf plasticity. *Ann. Bot.*, 96: 581-589.
- Nečas, J., Květ, J. (1965): Hodnocení produktivity rostlin a porostů metodami růstové analýsy. In: Šesták, Z., Čatský, J. (Eds.): *Metody studia fotosynthetické produkce rostlin*. Academia, Praha, s. 106-108.

- Novák, Z. (1977): Produktivita ostřicových společenstev na Mokřích Loukách u Třeboně v závislosti na mikroklimatu. (Diplomová práce, fakulta Pedagogická, Jihočeská univerzita, České Budějovice).
- Parker, I.M., Rodriguez, J., Loik, M.E. (2003): An evolutionary approach to understanding the biology of invasions: local adaptation and general-purpose genotypes in the weed *Verbascum lapsus*. *Conservation Biology* 17: 59-72.
- Pokorný, J., Eiseltová, M., Květ, J. (1996): Ekologický význam mokřadů v krajině. Obecné problémy mokřadů. Mokřady České republiky. Sborník abstraktů z celostátního semináře k 25. Výročí Ramsarské konvence. JAVA, Třeboň.
- Ponnamperuma, F.N. (1984): Effects of flooding on soils. In: T.T. Kozlowski (Ed.), *Flooding and Plant Growth*. Academic Press, Orlando, FL., s. 10-46.
- Slavíková, J. (1986): Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Smith, L.C., MacDonald, G.M., Velichko, A.A., Beilman, D.W., Borisova, O.K., Frey, K.E., Kremenetski, K.V., Sheng, Y. (2004): Siberian peatlands a net carbon sink and global methane source since the early holocene. *Science*, 303: 353-356.
- Soukupová, L. (1983): Vliv ekofáze na růst ostřic *Carex gracilis* CURT. a *C. canescens* L. In: Jeník, J. a Květ, J.: Studie zaplavovaných ekosystémů u Třeboně. Academia, Praha, s. 39-43.
- Soukupová, L. (1986): Strategie mokřadních travin. (Kandidátská disertační práce, Botanický ústav ČSAV Třeboň).
- Soukupová, L. (1988): Short life-cycles in two wetland sedges. *Aquat. Bot.*, 30: 49-62.
- Soukupová, L. (1990): Coexisting competitors in sedge-grass Maryland. In: Krahulec, F., Agnew, A.D.Q., Agnew, S., Willems, J.H. (Eds.): *Spatial processes in plant communities*, Academia, Praha, s. 145-159.
- Soukupová, L. (2002): Life strategie sof graminoid Populations in the Wet Meadows. In: Květ, J., Jeník, J., Soukupová, L. (Eds.): *Freshwater Wetlands and their*

Sustainable Future. A Case Study of the Třeboň Basin Biosphere Reserve. Czech Republic. CRC Press, Boca Raton, s. 255-267.

State of nature in the EU (2015): Results from reporting under the nature directives 2007-2012. European Environment Agency, s. 173.

Studer, C. and Brändle, R. (1984): Sauerstoffkonsum und Versorgung der Rhizome von *Acorus casus* L., *Glyceria maxima* (Hartmann) Holmberg, *Menyanthes trifoliata* L., *Phalaris arundinacea* L., *Phragmites communis* Trin. Und *Typha latifolia* L. Bot. Helv., 94: 23-21.

Šesták, Z., Čatský, J., Avratovščuková, N., Bartoš, J., Janáč, J., Kubín, Š., Květ, J., Nečas, J., Slavík, B., Smetánková, M., Šetlík, I., Vozněsenskiij, V.L. (1965): Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Academia, Praha.

Šimek, M. (2007): Základy nauky o půdě. 1. Neživé složky půdy. 2. dotisk. České Budějovice

Úlehlová B. (1989): Koloběhy minerálních prvků v půdě zprostředkované rozkladači. In: Dykyjová, D. a kol.: Metody studia ekosystémů. Academia, Praha, s. 539-547.

Vymazal, J. (1995): Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách. ENVI s.r.o., Třeboň, 146 s.

Westlake, D.F., Květ, J., Szczepański, A. (Eds.) (1998): The Production Ecology of Wetlands. Cambridge University Press, Cambridge.

Zedler, J.B., Kercher, S.M. (2004): Causes and consequences of invasive plants in wetlands: Opportunities, Opportunists, and Outcomes. Critical Reviews in Plant Science. 23: 431-452.

www.cne.cz, staženo dne 15.4.2016

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Počet odnoží – variant Limózní

Příloha č. 2: Počet odnoží – variant Litorální

Příloha č. 3: Počet odnoží – variant Jarní

Příloha č. 4: Počet odnoží – variant Letní

Příloha č. 5: Maximální výška nejvyšší odnože po nejdelší natažený list - Limózní

Příloha č. 6: Maximální výška nejvyšší odnože po nejdelší natažený list - Litorální

Příloha č. 7: Maximální výška nejvyšší odnože po nejdelší natažený list - Jarní

Příloha č. 8: Maximální výška nejvyšší odnože po nejdelší natažený list - Letní

Příloha č. 9: Čerstvá hmotnost a sušina nadzemní biomasy na konci pokusu

Příloha č. 10: Mapa výskytu ostřice štíhlé v ČR podle záznamů v ND OP

Příloha č. 11: Schéma aplikace dlouho rozpustného hnojiva do substrátu

Příloha č. 12: Výsledné schéma náhodného rozmístění květníků s vegetací a bez vegetace

Příloha č. 13: Náhodným losováním vybrané rostliny pro sklizeň nadzemní a podzemní biomasy

Příloha č. 14: Schéma odběru podzemní biomasy ostřice štíhlé v nádobovém pokusu

Příloha č. 15: Průměrné hodnoty hmotnostního poměru R/S mezi sledovanými variantami

Příloha č. 16: Srovnání průměrné hmotnosti sušiny nadzemní a podzemní biomasy

Příloha č. 17: Odběr nadzemní biomasy

Příloha č. 18: Detail kořenů v horní vrstvě (H), čerstvě po sklizni nadzemní biomasy

Příloha č. 19: Rozdělení podzemní biomasy na vrstvy – H, S, D

Příloha č. 20: Rozdělení vzorku podzemní biomasy – báze, oddenky, kořeny

Příloha č. 21: Detail 2 oddenků – prorostení jednoho oddenku druhým

Příloha č. 1 Počet odnoží - varianta Limózní, nádrže B, H, K, N. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž B								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	5	6	7	8				
20.5.2014	9	5	3	3	5,0	2,4	49,0	4
4.6.2014	13	10	12	7	10,5	2,3	21,8	4
25.6.2014	34	32	26	14	26,5	7,8	29,4	4
15.7.2014	59	54	47	27	46,8	12,2	26,0	4
30.7.2014	65	58	57	37	54,3	10,4	19,2	4
5.10.2014			193	150	171,5			2
Nádrž K								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	25	26	27	28				
20.5.2014	5	7	6	4	5,5	1,1	20,3	4
4.6.2014	16	19	16	12	15,8	2,5	15,8	4
25.6.2014	31	44	43	39	39,3	5,1	13,0	4
15.7.2014	58	59	68	65	62,5	4,2	6,6	4
30.7.2014	73	76	87	82	79,5	5,4	6,8	4
5.10.2014	220		160		190,0			2
Nádrž H								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	45	46	47	48				
20.5.2014	7	8	8	4	6,8	1,6	24,3	4
4.6.2014	19	12	14	11	14,0	3,1	22,0	4
25.6.2014	37	27	37	21	30,5	6,8	22,4	4
15.7.2014	59	34	48	52	48,3	9,1	18,9	4
30.7.2014	72	46	58	69	61,3	10,2	16,7	4
5.10.2014		136	171		153,5			2
Nádrž N								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	53	54	55	56				
20.5.2014	4	6	6	10	6,5	2,2	33,5	4
4.6.2014	11	9	13	18	12,8	3,3	26,2	4
25.6.2014	30	19	39	36	31,0	7,6	24,7	4
15.7.2014	57	45	55	66	55,8	7,5	13,4	4
30.7.2014	70	55	68	83	69,0	9,9	14,4	4
5.10.2014	231			152	191,5			2

Příloha č. 2 Počet odnoží - varianta Litorální, nádrže J, G, M, P. Červeně – max. hodnota celého pozorování. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž J								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	21	22	23	24				
20.5.2014	3	6	3	6	4,5	1,5	33,3	4
4.6.2014	3	8	3	8	5,5	2,5	45,5	4
25.6.2014	12	17	10	13	13,0	2,5	19,6	4
15.7.2014	25	32	24	24	26,3	3,3	12,7	4
30.7.2014	34	45	34	37	37,5	4,5	12,0	4
5.10.2014		161		257	209,0			2
Nádrž G								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	41	42	43	44				
20.5.2014	5	4	6	5	5,0	0,7	14,1	4
4.6.2014	6	9	7	6	7,0	1,2	17,5	4
25.6.2014	9	12	13	15	12,3	2,2	17,7	4
15.7.2014	30	32	28	35	31,3	2,6	8,3	4
30.7.2014	42	39	33	44	39,5	4,2	10,5	4
5.10.2014			130	155	142,5			2
Nádrž M								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	49	50	51	52				
20.5.2014	5	8	8	6	6,8	1,3	19,2	4
4.6.2014	7	8	9	7	7,8	0,8	10,7	4
25.6.2014	10	21	27	14	18,0	6,5	36,2	4
15.7.2014	27	34	58	32	37,8	12,0	31,7	4
30.7.2014	39	48	72	51	52,5	12,1	23,0	4
5.10.2014		162	161		161,5			2
Nádrž P								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	61	62	63	64				
20.5.2014	7	7	6	4	6,0	1,2	20,4	4
4.6.2014	9	9	7	4	7,3	2,0	28,2	4
25.6.2014	16	21	12	12	15,3	3,7	24,3	4
15.7.2014	34	26	23	28	27,8	4,0	14,5	4
30.7.2014	41	31	26	32	32,5	5,4	16,6	4
5.10.2014	131			67	99,0			2

Příloha č. 3 Počet odnoží – varianta Jarní, nádrže D, L, F, O. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž D								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	13	14	15	16				
20.5.2014	3	8	7	6	6,0	1,9	31,2	4
4.6.2014	7	8	8	9	8,0	0,7	8,8	4
25.6.2014	14	18	15	13	15,0	1,9	12,5	4
15.7.2014	24	32	33	30	29,8	3,5	11,7	4
30.7.2014	30	47	50	43	42,5	7,6	18,0	4
5.10.2014	154		127		140,5			2
Nádrž L								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	29	30	31	32				
20.5.2014	5	6	5	4	5,0	0,7	14,1	4
4.6.2014	6	8	6	6	6,5	0,9	13,3	4
25.6.2014	10	19	20	12	15,3	4,3	28,3	4
15.7.2014	28	37	41	42	37,0	5,5	14,9	4
30.7.2014	38	45	51	57	47,8	7,0	14,8	4
5.10.2014	160			184	172,0			2
Nádrž F								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	37	38	39	40				
20.5.2014	5	7	7	5	6,0	1,0	16,7	4
4.6.2014	7	9	9	7	8,0	1,0	12,5	4
25.6.2014	16	17	14	21	17,0	2,5	15,0	4
15.7.2014	32	29	32	39	33,0	3,7	11,1	4
30.7.2014	47	34	47	49	44,3	6,0	13,5	4
5.10.2014	146		153		149,5			2
Nádrž O								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	57	58	59	60				
20.5.2014	5	6	5	6	5,5	0,5	9,1	4
4.6.2014	7	7	6	8	7,0	0,7	10,1	4
25.6.2014	32	14	15	10	17,8	8,4	47,5	4
15.7.2014	45	29	35	31	35,0	6,2	17,6	4
30.7.2014	56	32	44	39	42,8	8,8	20,5	4
5.10.2014			173	166	169,5			2

Příloha č. 4 Počet odnoží – varianta Letní, nádrže A, C, I, E. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž A								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	1	2	3	4				
20.5.2014	4	5	4	4	4,3	0,4	10,2	4
4.6.2014	10	9	5	8	8,0	1,9	23,4	4
25.6.2014	27	26	20	28	25,3	3,1	12,3	4
15.7.2014	50	46	40	48	46,0	3,7	8,1	4
30.7.2014	58	48	47	53	51,5	4,4	8,5	4
5.10.2014	100	83			91,5			2
Nádrž C								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	9	10	11	12				
20.5.2014	11	5	6	7	7,3	2,3	31,4	4
4.6.2014	14	13	17	16	15,0	1,6	10,5	4
25.6.2014	26	26	30	41	30,8	6,1	20,0	4
15.7.2014	60	53	50	51	53,5	3,9	7,3	4
30.7.2014	84	67	74	81	76,5	6,6	8,6	4
5.10.2014	86	90			88,0			2
Nádrž I								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	17	18	19	20				
20.5.2014	4	4	5	6	4,8	0,8	17,5	4
4.6.2014	8	9	7	12	9,0	1,9	20,8	4
25.6.2014	26	24	23	30	25,8	2,7	10,4	4
15.7.2014	40	46	48	54	47,0	5,0	10,6	4
30.7.2014	68	62	66	80	69,0	6,7	9,7	4
5.10.2014	124	122			123,0			2
Nádrž E								
datum měření	květník č.				průměr	S.D.	variační koeficient (%)	počet měření
	33	34	35	36				
20.5.2014	3	7	5	6	5,3	1,5	28,2	4
4.6.2014	13	11	16	10	12,5	2,3	18,3	4
25.6.2014	30	26	36	22	28,5	5,2	18,1	4
15.7.2014	37	54	68	46	51,3	11,4	22,2	4
30.7.2014	69	78	96	58	75,3	13,9	18,5	4
5.10.2014			115	78	96,5			2

Příloha č. 5 Maximální výška nejvyšší odnože po nejdelší natažený list - varianta Limózní, nádrže B, H, K, N. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž B								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	5	6	7	8				
20.5.2014	62	69	68	59	64,5	4,2	6,4	4
4.6.2014	80	78	78	72	77,0	3,0	3,9	4
25.6.2014	95	103	99	96	98,3	3,1	3,2	4
15.7.2014	113	120	117	115	116,3	2,6	2,2	4
30.7.2014	126	137	137	130	132,5	4,7	3,6	4
5.10.2014	141	151	152	146	147,5	4,4	3,0	4
Nádrž K								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	25	26	27	28				
20.5.2014	63	78	54	61	64,0	8,7	13,7	4
4.6.2014	70	78	69	75	73,0	3,7	5,0	4
25.6.2014	94	100	95	95	96,0	2,3	2,4	4
15.7.2014	105	117	117	111	112,5	5,0	4,4	4
30.7.2014	128	134	134	131	131,8	2,5	1,9	4
5.10.2014	146	156	150	136	147,0	7,3	5,0	4
Nádrž H								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	45	46	47	48				
20.5.2014	63	57	54	57	57,8	3,3	5,7	4
4.6.2014	76	76	70	70	73,0	3,0	4,1	4
25.6.2014	93	95	96	88	93,0	3,1	3,3	4
15.7.2014	113	95	114	101	105,8	8,0	7,6	4
30.7.2014	136	92	141	118	121,8	19,2	15,8	4
5.10.2014	159	120	158		145,7	18,2	12,5	3
Nádrž N								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	53	54	55	56				
20.5.2014	54	69	79	54	64,0	10,6	16,6	4
4.6.2014	69	81	84	65	74,8	7,9	10,6	4
25.6.2014	90	95	104	96	96,3	5,0	5,2	4
15.7.2014	105	115	118	119	114,3	5,5	5,5	4
30.7.2014	125	135	135	128	130,8	4,4	4,4	4
5.10.2014	143	146	157	148	148,5	5,2	5,2	4

Příloha č. 6 Maximální výška nejvyšší odnože po nejdelší natažený list - varianta Litorální, nádrže J, G, M, P. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž J								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	21	22	23	24				
20.5.2014	75	63	68	65	67,8	4,5	6,7	4
4.6.2014	75	66	69	75	71,3	3,9	5,5	4
25.6.2014	87	90	85	100	90,5	5,8	6,4	4
15.7.2014	130	122	124	121	124,3	3,5	2,8	4
30.7.2014	142	143	147	140	143,0	2,5	1,8	4
5.10.2014	156	156	154	150	154,0	2,4	1,6	4
Nádrž G								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	41	42	43	44				
20.5.2014	48	74	52	49	55,8	10,6	19,1	4
4.6.2014	68	76	60	75	69,8	6,4	9,2	4
25.6.2014	97	88	88	97	92,5	4,5	4,9	4
15.7.2014	106	113	104	107	107,5	3,4	3,1	4
30.7.2014	122	122	126	138	127,0	6,6	5,2	4
5.10.2014	143	136	146	153	144,5	6,1	4,2	4
Nádrž M								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	49	50	51	52				
20.5.2014	46	70	74	58	62,0	11,0	17,7	4
4.6.2014	53	70	82	62	66,8	10,7	16,0	4
25.6.2014	73	89	85	89	84,0	6,6	7,8	4
15.7.2014	110	111	114	114	112,3	1,8	1,6	4
30.7.2014	135	134	139	131	134,8	2,9	2,1	4
5.10.2014	155	146	147	155	150,8	4,3	2,8	4
Nádrž P								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	61	62	63	64				
20.5.2014	58	61	68	62	62,3	3,6	5,8	4
4.6.2014	67	68	69	62	66,5	2,7	4,0	4
25.6.2014	87	97	84	94	90,5	5,2	5,8	4
15.7.2014	104	113	102	113	108,0	5,0	4,7	4
30.7.2014	117	124	122	129	123,0	4,3	3,5	4
5.10.2014	128	130	137	142	134,3	5,6	4,2	4

Příloha č. 7 Maximální výška nejdelší odnože po nejdelší natažený list - varianta Jarní, nádrže D, L, F, O. Červeně – max. hodnota celého pozorování. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž D								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	13	14	15	16				
20.5.2014	62	71	62	78	68,3	6,7	9,8	4
4.6.2014	69	72	72	83	74,0	5,3	7,2	4
25.6.2014	101	89	100	87	94,3	6,3	6,7	4
15.7.2014	117	117	118	112	116,0	2,3	2,0	4
30.7.2014	135	142	139	134	137,5	3,2	2,3	4
5.10.2014	156	155	169	151	157,8	6,8	4,3	4
Nádrž L								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	29	30	31	32				
20.5.2014	54	61	61	67	60,8	4,6	7,6	4
4.6.2014	61	64	66	70	65,3	3,3	5,0	4
25.6.2014	77	88	96	89	87,5	6,8	7,8	4
15.7.2014	115	111	114	112	113,0	1,6	1,4	4
30.7.2014	139	141	137	146	140,8	3,3	2,4	4
5.10.2014	160	159	158	165	160,5	2,7	1,7	4
Nádrž F								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	37	38	39	40				
20.5.2014	73	60	58	75	66,5	7,6	11,4	4
4.6.2014	73	68	66	75	70,5	3,6	5,2	4
25.6.2014	91	99	94	86	92,5	4,7	5,1	4
15.7.2014	109	110	112	120	112,8	4,3	3,8	4
30.7.2014	137	127	138	136	134,5	4,4	3,3	4
5.10.2014	161	152	168	161	160,5	5,7	3,5	4
Nádrž O								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	57	58	59	60				
20.5.2014	66	53	71	60	62,5	6,7	10,8	4
4.6.2014	66	58	71	69	66,0	4,9	7,5	4
25.6.2014	93	83	87	86	87,3	3,6	4,2	4
15.7.2014	110	109	114	105	109,5	3,2	2,9	4
30.7.2014	132	137	135	137	135,3	2,0	1,5	4
5.10.2014	148	158	167	151	156,0	7,3	4,7	4

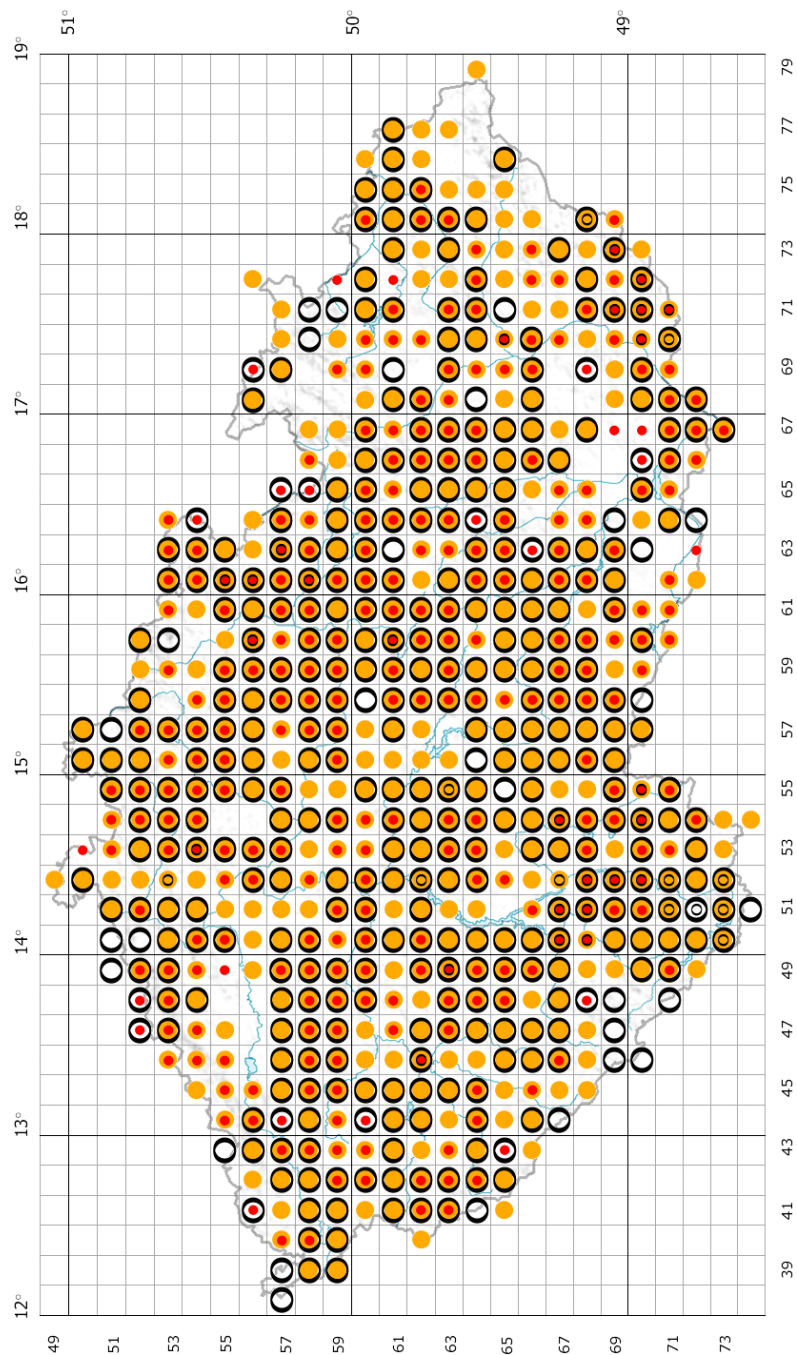
Příloha č. 8 Maximální výška nejdelší odnože po nejdelší natažený list – varianta Letní, nádrže A, C, I, E. (S.D. – směrodatná odchylka výběrová)

Nádrž A								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	1	2	3	4				
20.5.2014	68	62	57	66	63,3	4,2	6,6	4
4.6.2014	75	77	72	78	75,5	2,3	3,0	4
25.6.2014	104	104	94	103	101,3	4,2	4,2	4
15.7.2014	111	118	108	114	112,8	3,7	3,3	4
30.7.2014	128	136	118	130	128,0	6,5	5,1	4
5.10.2014	144	148	130	142	141,0	6,7	4,8	4
Nádrž C								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	9	10	11	12				
20.5.2014	79	57	84	76	74,0	10,2	13,8	4
4.6.2014	80	72	88	77	79,3	5,8	7,3	4
25.6.2014	95	91	99	107	98,0	5,9	6,0	4
15.7.2014	108	107	118	122	113,8	6,4	5,6	4
30.7.2014	130	131	132	135	132,0	1,9	1,4	4
5.10.2014	138	147	139	149	143,3	4,8	3,4	4
Nádrž I								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	17	18	19	20				
20.5.2014	59	74	64	58	63,8	6,3	9,9	4
4.6.2014	73	83	68	69	73,3	5,9	8,1	4
25.6.2014	90	95	89	99	93,3	4,0	4,3	4
15.7.2014	111	114	107	122	113,5	5,5	4,8	4
30.7.2014	129	124	119	128	125,0	3,9	3,1	4
5.10.2014	132	135		140	135,7	3,3	2,4	3
Nádrž E								
datum měření	květník č.				průměr (cm)	S.D. (cm)	variační koeficient (%)	počet měření
	33	34	35	36				
20.5.2014	59	72	75	59	66,3	7,3	11,1	4
4.6.2014	76	73	81	66	74,0	5,4	7,3	4
25.6.2014	98	93	101	87	94,8	5,3	5,6	4
15.7.2014	98	94	104	101	99,3	3,7	3,7	4
30.7.2014	122	120	140	127	127,3	7,8	6,1	4
5.10.2014	125	135	149	136	136,3	8,5	6,3	4

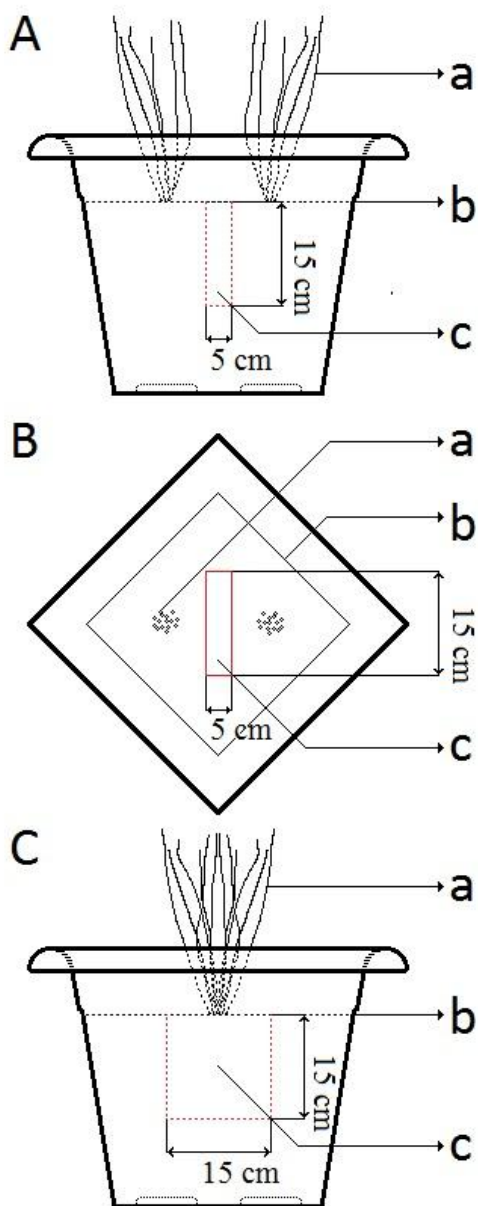
Příloha č. 9 Čerstvá hmotnost a sušina nadzemní biomasy v období sklizně (7. a 8. 10. 2014) v nádobovém pokuse s *Carex acuta*.

označení		varianta		biomasa		
nádrže	květníku	typ varianty	hladina vody	čerstvá (g)	sušina (g)	obsah vody (%)
B	7	Limózní	nízká	1120	353	68
B	8	Limózní	nízká	852	262	69
K	25	Limózní	nízká	1108	353	68
K	27	Limózní	nízká	1089	335	69
H	46	Limózní	nízká	449	138	69
H	47	Limózní	nízká	1275	407	68
N	53	Limózní	nízká	1548	476	69
N	56	Limózní	nízká	1106	330	70
J	22	Litorální	vysoká	1037	319	69
J	24	Litorální	vysoká	1154	324	72
G	43	Litorální	vysoká	734	226	69
G	44	Litorální	vysoká	905	275	70
M	50	Litorální	vysoká	776	239	69
M	51	Litorální	vysoká	970	301	69
P	61	Litorální	vysoká	789	243	69
P	64	Litorální	vysoká	806	240	70
D	13	Jarní	vys./níz.	999	297	70
D	15	Jarní	vys./níz.	1089	335	69
L	29	Jarní	vys./níz.	1189	366	69
L	32	Jarní	vys./níz.	1350	397	71
F	37	Jarní	vys./níz.	1145	352	69
F	39	Jarní	vys./níz.	1045	314	70
O	60	Jarní	vys./níz.	1031	317	69
O	59	Jarní	vys./níz.	1108	334	70
A	1	Letní	níz./vys.	1085	316	71
A	2	Letní	níz./vys.	896	276	69
C	9	Letní	níz./vys.	753	276	63
C	10	Letní	níz./vys.	810	249	69
I	17	Letní	níz./vys.	929	286	69
I	18	Letní	níz./vys.	963	247	74
E	35	Letní	níz./vys.	913	338	63
E	36	Letní	níz./vys.	708	218	69

Příloha č. 10 Mapa výskytu ostřice štíhlé v ČR podle záznamů v ND OP (1949 – 2015). Kartografická prezentace © AOPK ČR 2015, mapový podklad MŽP. Legenda: ● nálezy do roku 1949; ● nálezy v letech 1950-1989; ○ nálezy v letech 1990-2009; ○ nálezy od roku 2010.



Příloha č. 11 Schéma aplikace dlouho rozpustného hnojiva OSMOCOTE mezi dvě rostliny v každém květníku (A – nárys, B – půdorys, C – bokorys; a – rostlina ostřice štíhlé, b – úroveň substrátu v květníku, c – prostor vytvořený pro aplikaci hnojiva).



Příloha č. 12 Výsledné schéma náhodného rozmístění květníků s vegetací a bez vegetace provedené 13. 5. 2014. Květníky s vegetací jsou označeny číslicí 1 až 64. Květníky bez vegetace jsou označeny číslicí a písmenem A. Varianty s různým vodním režimem – limózní stanoviště (LIM), litorální stanoviště (LIT), simulace jarní záplavy (JAR), simulace letní záplavy (LET). Písmena pod variantami A-P jsou označení jednotlivých nádrží.

LET A	LIM B	LET C	JAR D	LET E	JAR F	LIT G	LIM H
2 4A	7A 6	9A 11A	13 15A	34 33	38A 38	44A 44	46 47A
4 1	8A 7	10 11	16 15	35 35A	37A 40A	41 43	48A 48
3A 1A	5 6A	12A 12	13A 14	34A 36	40 39	42 42A	46A 45A
3 2A	5A 8	9 10A	14A 16A	36A 33A	37 39A	41A 43A	45 47

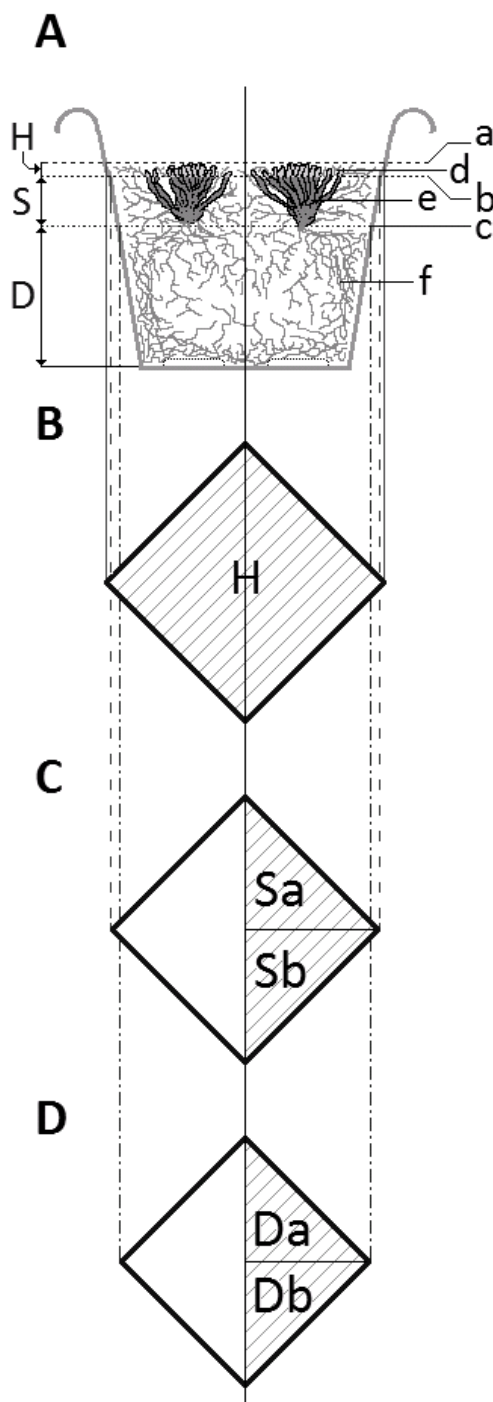
LIT I	LET J	LIM K	JAR L	LIT M	LIM N	JAR O	LIT P
19A 19	22A 23A	25 25A	32 32A	50 52A	56A 55	59 58A	61A 64
20 18A	21A 24	27A 27	30 31A	51A 51	54 55A	60 58	64A 63
17A 18	22 23	26A 26	30A 31	50A 49A	56 53A	59A 57	62 62A
20A 17	21 24A	28A 28	29 29A	49 52	53 54A	57A 60A	61 63A

s vegetací
bez vegetace

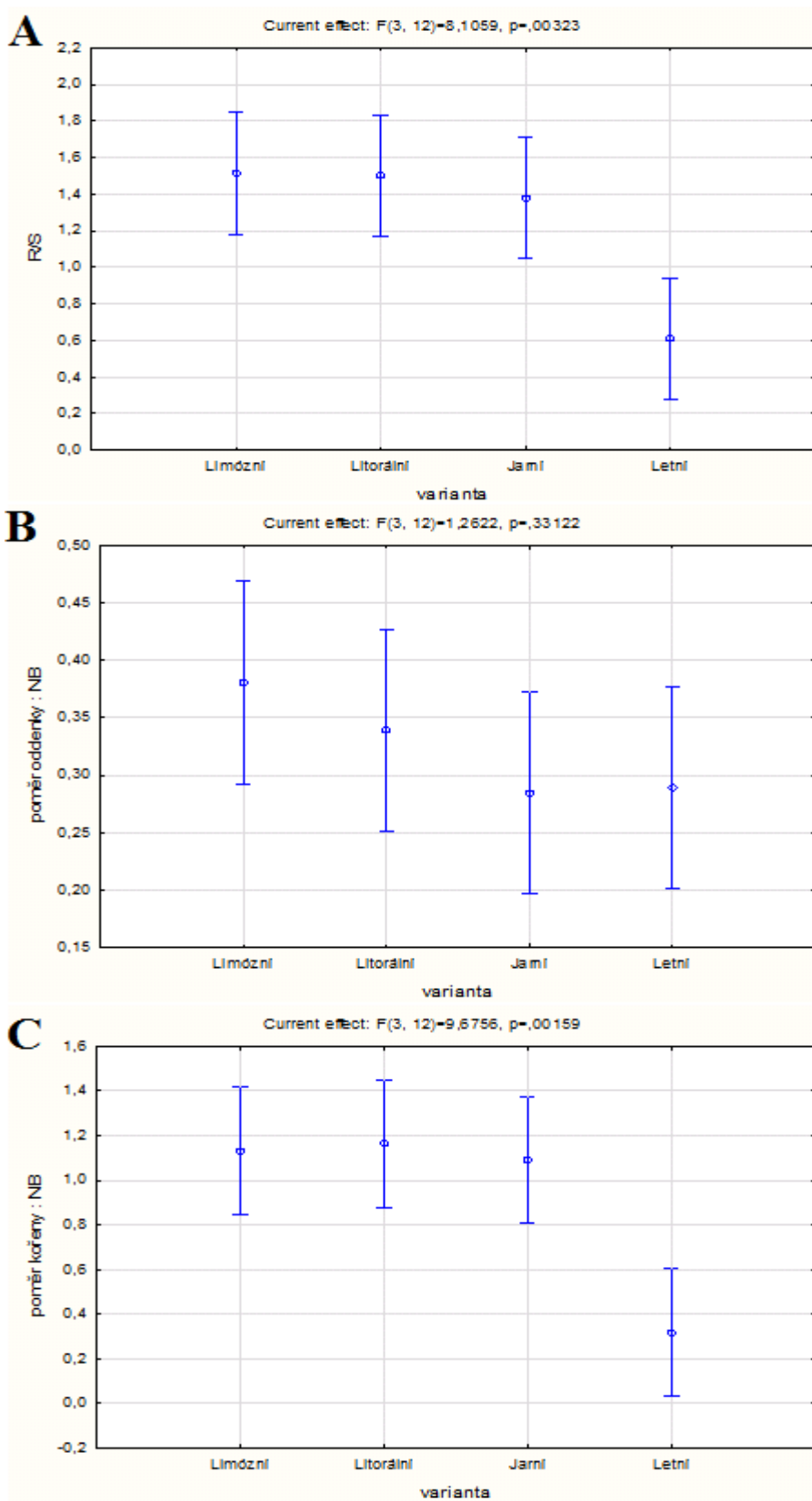
Příloha č. 13 Náhodným losováním vybrané rostliny pro sklizeň nadzemní a podzemní biomasy. Červená barva znázorňuje odebrané rostliny.

LETNÍ A		LIMÓZNÍ B		LETNÍ C		JARNÍ D		LETNÍ E		JARNÍ F		LITORÁLNÍ G		LIMÓZNÍ H	
2	4A	7A	6	9A	11A	13	15A	34	33	38A	38	44A	44	46	47A
4	1	8A	7	10	11	16	15	35	35A	37A	40A	41	43	48A	48
3A	1A	5	6A	12A	12	13A	14	34A	36	40	39	42	42A	46A	45A
3	2A	5A	8	9	10A	14A	16A	36A	33A	37	39A	41A	43A	45	47
LITORÁLNÍ J		LETNÍ I		LIMÓZNÍ K		JARNÍ L		LITORÁLNÍ M		LIMÓZNÍ N		JARNÍ O		LITORÁLNÍ P	
22A	23A	19A	19	25	25A	32	32A	50	52A	56A	55	59	58A	61A	64
21A	24	20	18A	27A	27	30	31A	51A	51	54	55A	60	58	64A	63
22	23	17A	18	26A	26	30A	31	50A	49A	56	53A	59A	57	62	62A
21	24A	20A	17	28A	28	29	29A	49	52	53	54A	57A	60A	61	63A

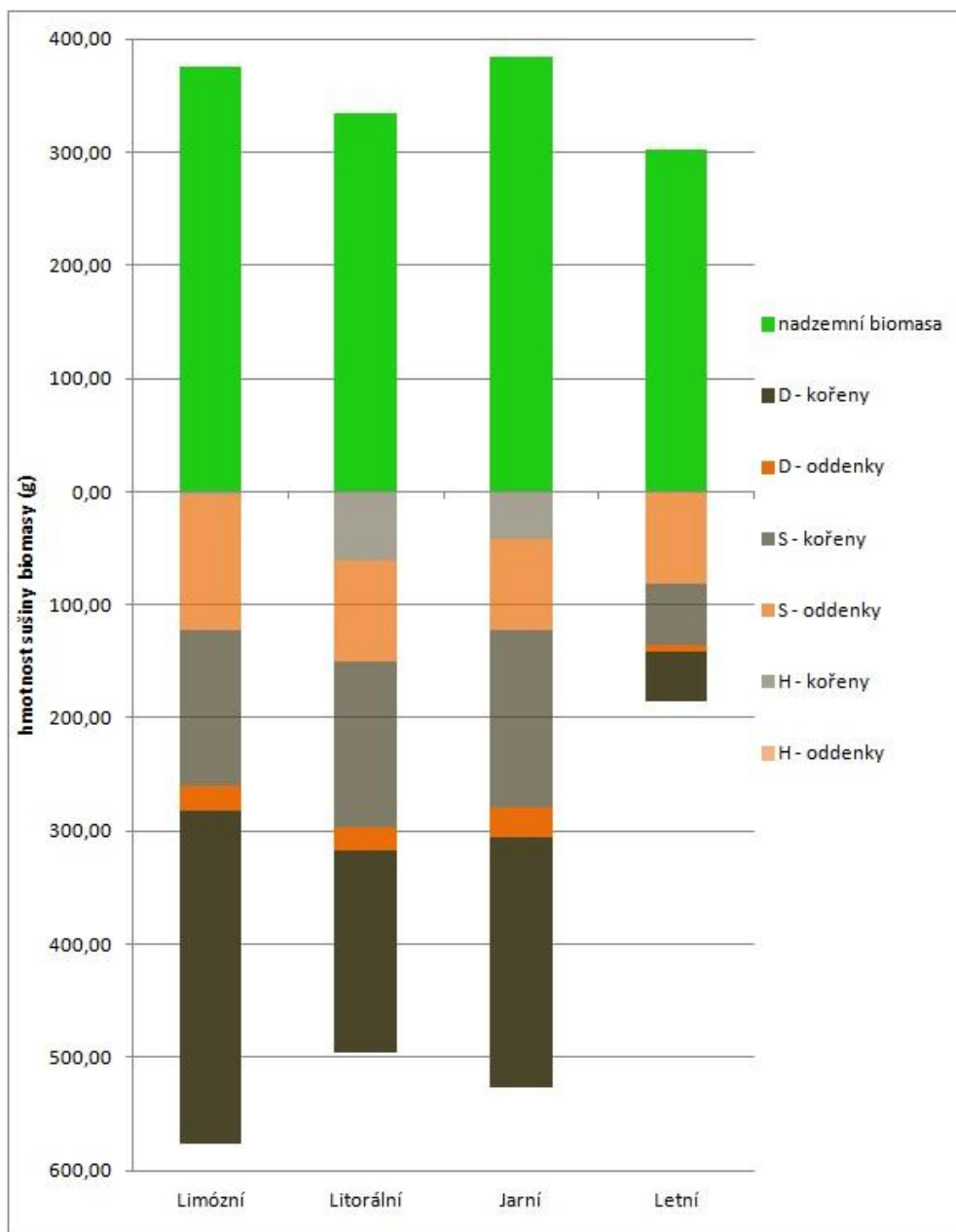
Příloha č. 14 Schéma odběru podzemní biomasy ostřice štíhlé v nádobovém pokusu. A – nárys, příčný řez a rozmístění kořenového systému v květníku, B – půdorys horní odebrané vrstvy, C – půdorys střední vrstvy a její následné rozdělení na vzorky S_a a S_b , D – půdorys dolní vrstvy a její následné rozdělení na vzorky D_a a D_b . H - horní odebraná vrstva, S - střední odebraná vrstva, D - dolní odebraná vrstva; a - výška odběru nadzemní biomasy, b – povrch substrátu a hranice H a S, c – hranice S a D, d – zbytky nadzemních částí po odběru, e – nejvíce odnoží a oddenků, f – kořeny a kořínky v D. B, C, D - vyšrafovaná odebíraná část kořenového balu.



Příloha č. 15 Průměrné hodnoty hmotnostního poměru R/S mezi sledovanými variantami. A - podzemní biomasa/nadzemní biomasa, B – oddenky/nadzemní biomasa, C – kořeny/nadzemní biomasa.



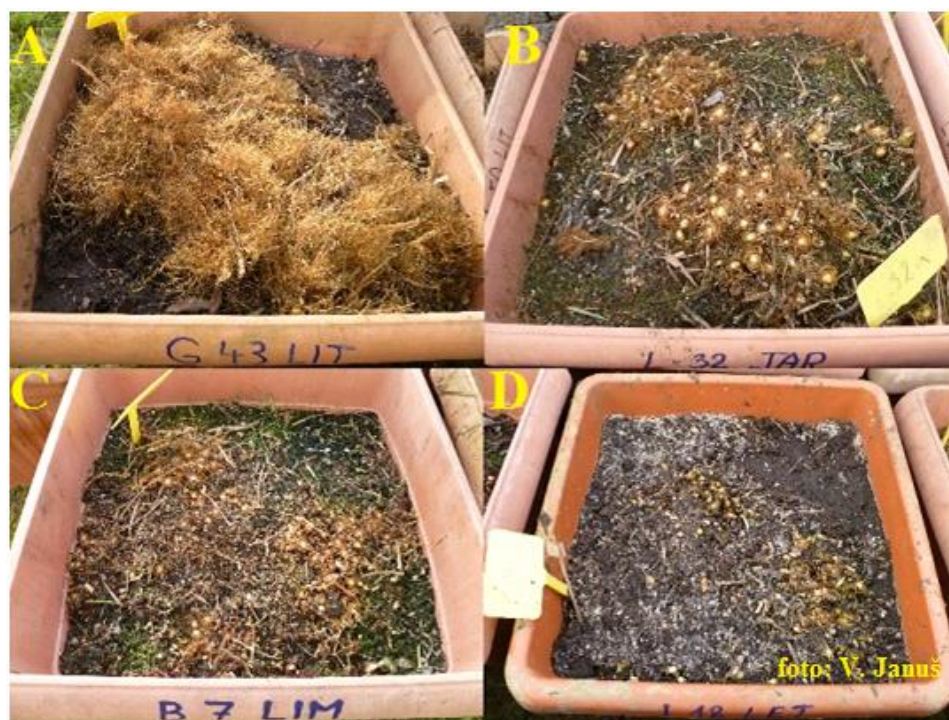
Příloha č 16 Srovnání průměrné hmotnosti sušiny nadzemní biomasy (zelená) a podzemní biomasy v různých vrstvách – kořeny (hnědá), oddenky (oranžová).



Příloha č. 17 Odběr nadzemní biomasy (říjen 2014). Zjišťování čerstvé hmotnosti.



Příloha č. 18 Detail kořenů v horní vrstvě (H), čerstvě po sklizni nadzemní biomasy (říjen, 2014). A – Litorální (G43); B – Jarní (L32); C – Limózní (B7); D – Letní (I18).



Příloha č. 19 Rozdělení podzemní biomasy na vrstvy. A – oddělení horní vrstvy (H) od zbytku vzorku, B – rozdělení vzorku úhlopříčným řezem na poloviny (jedna použita pro další zkoumání, druhá vyřazena na kompost), C - střední vrstva (S), D – dolní vrstva (D).



Příloha č. 20 Příklad rozdělení vzorku podzemní biomasy. Rozbor vzorku ze střední části na jednotlivé rostlinné orgány (Jarní, L29). Báze – vlevo nahoře, oddenky – vlevo dole, kořeny – pravá strana obrázku.



Příloha č. 21 Detail 2 oddenků – prorostení jednoho oddenku druhým v rašelino-pískovém (2:1) substrátu (Limózní, K27).

