

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Biologických disciplín

Vedoucí katedry: Doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

Diplomová práce

**Vliv dostupnosti minerálních živin a zaplavení na
růst ostřice štíhlé v nádobovém pokuse**

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

Autor: Bc. Pavla Nemeškalová

České Budějovice, duben 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury 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.

V Příštpě, 25. 4. 2012

.....
Bc. Pavla Nemeškalová

Poděkování:

Děkuji vedoucí mé diplomové práce doc. RNDr. Haně Čížkové, CSc. Za odborné vedení, ochotu a trpělivost, za její cenné rady a volný čas, který mi věnovala při zpracování diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi pomáhali při odběru vzorků. Na závěr děkuji své rodině, která mě podporovala po celou dobu mého studia, i když to někdy nebylo jednoduché.

Anotace

Diplomová práce je součástí projektu GAČR 526/09/1545 Význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce rostlin s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí, který se zaměřuje na účinky eutrofizace na vybraných mokřích loukách s organickou nebo minerální půdou v Třeboňské biosférické rezervaci. Výsledky tohoto projektu poslouží jako podklad pro rozvíjení vhodného managementu ekosystémů mokřích luk, zvláště pro místa vedená jako přírodní rezervace.

V rámci projektu byl založen nádobový pokus, pro nějž byla jako modelová rostlina vybrána ostřice štíhlá (*Carex acuta*), běžná dominanta mokřích luk a současně druh, který byl již předmětem řady studií. Cílem této práce bylo zjistit, jak *C. acuta* reaguje v kontrolovaných podmínkách na různou hladinu hnojení a míru zaplavení.

Všechny studované faktory měly průkazný vliv alespoň na některé růstové charakteristiky. Období odběru mělo vliv na hmotnost živé sušiny *C. acuta* a hmotnost jedné odnože *C. acuta*. Hnojení mělo vliv na počet kvetoucích a nekvetoucích odnoží, dále na sušinu živé a odumřelé *C. acuta* a hmotnost jedné odnože *C. acuta*.

Annotation

This MSc thesis is part of project of the Grant Agency of the Czech Republic GACR 526/09/1545 Importance of newly assimilated carbon for the plant-soil interactions in wet grassland ecosystems in varying environmental conditions, which focuses on the effects of eutrophication on selected wet meadows with mineral or organic soil in the Trebon Basin Biosphere Reserve. The results of this project will serve as a basis for developing a suitable ecosystem management for wet meadows, especially for sites registered as nature reserves.

A mesocosm experiments was carried out with *Carex acuta*, a dominant species of wet meadows that has already been subject of many studies. The aim of this work was to find out how *C. acuta* responds to different levels of fertilization and soil flooding under controlled conditions.

All factors studied significantly affected at least some growth characteristics. The period of sampling (spring, summer) affected the live standing stock and the dry weight of one tiller. Fertilization affected the numer of generative and vegetative tillers, the dry weights of live and dead standing stock and the dry weight of one tiller.

Obsah:

1. Úvod.....	7
2. Literární přehled.....	8
2. 1 Charakteristika mokřadů	8
2. 1. 1 Definice mokřadu.....	8
2. 1. 2 Funkce mokřadů.....	9
2. 1. 3 Klasifikace mokřadů	9
2. 1. 4 Ramsarská úmluva	10
2. 1. 5 Evropské iniciativy v ochraně mokřadů.....	11
2. 2 Mokřadní půdy	11
2. 2. 1 Organické a minerální půdy	12
2. 2. 2 Koloběhy minerálních prvků	13
2. 3 Voda a živiny v mokřadech.....	14
2. 4 Vlastnosti mokřadní vegetace	15
2. 4. 1 Charakteristika druhu <i>Carex acuta</i>	16
2. 4. 2 Vegetace vysokých ostřic.....	17
2. 4. 3 Požadavky rostlin na živiny (N, P, K).....	18
2. 4. 3. 1 Dusík	19
2. 4. 3. 2 Fosfor	20
2. 4. 3. 3 Draslík	21
2. 5 Mokřad jako uložisko uhlíku.....	22
2. 5. 1 Uhlík.....	22
2. 6 Narušení mokřadů	23
2. 6. 1 Eutrofizace	23
2. 6. 1. 1 Eutrofizace mokřadů	24
2. 6. 1. 2 Vliv eutrofizace na vegetaci.....	24
2. 7 Záblatské a Hamerské louky	25
2. 7. 1 Záblatské louky	25
2. 7. 2 Hamerské louky	26
3. Metodika	27
3. 1 Principy použitých metod	27
3. 1. 1 Základní pojmy	27
3. 1. 2 Stanovení nadzemní biomasy.....	28
3. 1. 3 Růstová analýza	28
3. 1. 4 Analýza variance.....	30
3. 2 Uspořádání pokusu a vlastní měření	32
3. 3 Matematické a statistické vyhodnocení	32
4. Výsledky	33
5. Diskuse.....	43
5. 1. Východiska pokusu	43
5. 2. Porovnání s výsledky předchozích měření v nádobovém pokusu	43
5. 3. Porovnání výsledků s výsledky terénních měření.....	44
6. Závěr	46
7. Literatura	47
8. Přílohy	51

1. Úvod

Diplomová práce je součástí projektu GAČR 526/09/1545 Význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce rostlin s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí, který se soustřeďuje na účinky eutrofizace na vybraných Mokřých loukách s organickou nebo minerální půdou v Třeboňské biosférické rezervaci. Řešitelem je Dr. Keith Edwards.

Mokřady jsou obohacovány živinami splachovanými ze zemědělských ploch. Dalším zdrojem živin jsou zbytkové koncentrace živin přítomné v předčištěných i nepředčištěných odpadních vodách, které se vypouštějí do vodotečí, které s mokřady sousedí. Hromadění těchto látek v mokřadech bývá uváděna jako jedna z ekologických funkcí mokřadů. Na mokřadní ekosystém často nahlížíme jako na černou schránku, do níž z jedné strany něco přitéká a z druhé něco odtéká, aniž bychom si kladli otázku, co se děje uvnitř mokřadu. Pokud se začneme zabývat procesy v mokřadech podrobněji, zjistíme, že jejich vegetace a mikrobiální společenstva citlivě reagují na změny v přísunu živin. Také se ukáže, že rostlinná společenstva mají své horní limity zátěže, které dokážou snést. Trvalý přísun živin do mokřadního ekosystému může způsobit přeměnu ekosystému z uložitelé uhlíku na zdroj uhlíku.

V rámci projektu byl založen nádobový pokus, jehož cílem bylo posoudit odpověď modelového dominantního druhu travinných mokřadů na simulovanou eutrofizaci v interakci s dalšími významnými faktory prostředí, tj. obsahem půdního organického uhlíku a výškou vodní hladiny. Pro pokus byla vybrána ostřice štíhlá (*Carex acuta*), která je běžnou dominantou mokřých luk a současně druh, který byl již předmětem řady studií. Práce navazuje na diplomovou práci Jany Sychrové obhájené v roce 2011 (Sychrová, 2011).

Cílem této práce je srovnat rychlost růstu rostlin ostřice štíhlé (*Carex acuta*) pěstovaných v kontrolovaných podmínkách při různé dostupnosti živin a míře zaplavení. Závěr práce a výsledky projektu mohou být užitečné jako základ pro rozvíjení přirozenějšího managementu ekosystémů, zvláště pro ekosystémy vedené jako přírodní rezervace.

2. Literární přehled

2. 1 Charakteristika mokřadů

2. 1. 1 Definice mokřadu

Existuje více různých definic mokřadů, například pro účely jejich mezinárodní ochrany. Podle textu Ramsarské úmluvy se mokřadem rozumí území s močály, slatinami, rašeliništi a vodami přirozenými nebo umělými, trvalými nebo dočasnými, stojatými i tekoucími, sladkými, brakickými nebo slanými, včetně území s mořskou vodou, jejíž hloubka při odlivu nepřesahuje 6 metrů (Chytil a kol., 1999).

Gerstmeier (1994) za mokřady považuje všechna suchozemská prostředí, jejichž ráz určuje voda. Mohou to být jezera, rybníky, prameny, potoky i řeky, ale zejména přechody mezi souší a vodou jako rašeliniště, bažinaté louky a lužní lesy.

Podle Šarapatky a Niggliho (2008) je mokřad výrazně zamokřené a zavodněné území, které administrativně není jezerem, nádrží nebo součástí aktivního koryta vodního toku. Voda v mokřadu vystupuje k terénu a nad terén a hloubka vody se pohybuje do 0,6 m. Jde o velmi členité přechodové prostředí s nejednoznačnou hranicí mezi vodou a souší, které vyniká pestrostí a bohatostí různých forem života.

Mokřady mohou být tedy definovány nejrůznějšími způsoby, všechny definice však mají tři základní rysy:

- a) v území je voda přítomna buď až k povrchu půdy nebo alespoň do kořenové zóny,
- b) půda mokřadů má zvláštní vlastnosti, které ji odlišují od ostatních půd (např. obsahem živin nebo nízkou hladinou kyslíku),
- c) v mokřadech se vyvíjí vegetace adaptovaná k zaplavení a rostliny, které zaplavení nesnesou, v ní nejsou přítomny (Kender, 2000).

Definice mokřadu jsou pouze přibližné a prakticky žádná z nich nepopisuje mokřady vyčerpávajícím způsobem. Tento problém souvisí mimo jiné s tím, že je obtížné určit přesné hranice mokřadů (Mitsch a Gosselink, 2000).

Mokřad se nacházejí ve všech klimatických pásmech, na nejrůznějších druzích půd, na kterých roste obměňující se vegetace. Spojujícím rysem většiny mokřadů je půda, která je saturovaná vodou. Nasycení půdy vodou určuje jak vlastnosti půdy, tak i typy organismů, které mokřady osídlují (Vymazal, 1995).

2. 1. 2 Funkce mokřadů

Mokřadní ekosystémy jsou velmi důležitým prvkem v krajině, jsou totiž domovem a životním stanovištěm pro velký počet živočichů, zvláště hmyzu, ryb, obojživelníků, plazů, ptáků i savců a také pro asi 200 druhů rostlin (Tlapák, 1994).

Vzájemné mnohonásobně provázané vztahy abiotických a biotických charakteristik mokřadů jim umožňují plnit řadu funkcí, důležitých pro existenci člověka v krajině (Kender, 2000). Za nejvýznamnější se považují:

- prostředí významná bohatým oživením, včetně řady vzácných a chráněných druhů rostlin a živočichů,
- aktivní zásoba vody v krajině. Mokřady, disponující houbovým efektem, jsou za přísušků schopny dotovat místní hydrografickou síť (oproti tomu většina malých vodních nádrží vytváří pasivní zásobu vody),
- fotosyntéza s následným ukládáním uhlíku do sedimentů,
- intenzivní výpar z vodní hladiny a z rostlin ovlivňující místní klima a přispívající ke stabilitě malého vodního koloběhu,
- tlumení průběhu povodní rozléváním do plochy mokřadu a zpomalováním jejich postupu,
- podpora a stabilizace zdrojů pitné vody,
- zdroje rákosí nebo proutí pro tradiční druhy výrob. Tato biomasa může sloužit také jako alternativní obnovitelný zdroj energie. Vzhledem k malému zájmu však mají tyto funkce okrajový význam (Šarapatka a Niggli, 2008).

2. 1. 3 Klasifikace mokřadů

Mokřady v České republice (Chytil a kol., 1999) zahrnují tyto typy:

- 1 – pramen, prameniště
- 2 – tok, úsek toku
- 3 – nivní jezero, mrtvé rameno, tůň
- 4 – lužní les, olšina či jiné mokřadní lesy
- 5 – zaplavovaná nebo mokrá louka
- 6 – jiné vodní a bažinné biotopy
- 7 – rákosina, ostřicová louka

- 8 – rašeliniště a slatiniště
- 9 – horské jezero
- 10 – slanisko
- 11 – kanál, stoka, příkop
- 12 – průmyslová odkalovací nádrž
- 13 – rybník, klausura
- 14 – soustava rybníků
- 15 – údolní nádrž
- 16 – lom, šterkovna, pískovna.

2. 1. 4 Ramsarská úmluva

Snaha o zachování dosud nevysušených mokřadů a ocenění jejich role v přírodě začala po r. 1930 v USA a ve Velké Británii. Ale až v r. 1962 byla zorganizována v Camargue mezinárodní konference, v jejíchž závěrech se poprvé objevuje nutnost přijetí mezinárodní konvence o ochraně mokřadů. Úmluva o mokřadech, majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva byla podepsána v r. 1971 v severoíránském Ramsaru. Prvními signatáři bylo 18 států. Do roku 2000 Ramsarskou konvencí již podepsalo 116 států a zahrnuje ochranu přes 71,3 mil. km² mokřadů na více než 1000 lokalitách (Ehrlich a Ondr, 2006).

Česká republika se k úmluvě připojila 1. ledna 1993. Mezi vybrané lokality, které jsou uvedeny v seznamu patří Šumavská rašeliniště, Třeboňské rybníky, Novozámecký a Břežský rybník, Lednické rybníky, Litovelské Pomoraví, Poodří, Krkonošská rašeliniště, Třeboňská rašeliniště, Mokřady dolního Podyjí, podzemní Punkva a Krušnohorské rašeliniště (Rybka, 1996).

Základem konvence je definice mokřadů, seznam území odpovídajících těmto definicím a zahrnutých do soupisu v textu konvence pro jednotlivé státy a podmínky pro zachování, změny a využívání těchto mokřadů (Hudec a Chytil, 1996).

Ramsarská konvence ukládá jako jednu ze základních povinností členských zemí vybrat mokřady (minimálně jeden), které svými přírodními hodnotami odpovídají schváleným podmínkám a zařadit je do kategorie mokřadů mezinárodního významu, které mají označení RS (Ramsar site) (Ehrlich a Ondr, 2006).

2. 1. 5 Evropské iniciativy v ochraně mokřadů

Od r. 1992 platí v EU Směrnice Rady č. 92/43/EEC k ochraně přírodních stanovišť a volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, která je významná mimo jiné i pro ochranu mokřadních stanovišť. Tato směrnice také otevřela cestu k budování sítě NATURA 2000, složené z území zvláštní ochrany a území zvláštního významu pro ochranu přírody. Mokřady tvoří významnou součást území programu NATURA 2000 (Ehrlich a Ondr, 2006).

Celoevropská strategie ochrany biologické a krajinné rozmanitosti jako návrh na zpracování celkové strategie vzešel v r. 1993 z Maastrichtské deklarace – Ochrana evropského přírodního dědictví. Strategie je evropským programem jak plnit Úmluvu o biologické rozmanitosti a byla přijata 55ti státy Evropy v r. 1995 (Ehrlich a Ondr, 2006).

Třemi hlavními cíli je zachování biologické rozmanitosti, udržitelné využívání složek biologické rozmanitosti a spravedlivé a rovnocenné rozdělování přínosů plynoucích z využívání genetických zdrojů (Hudec a Chytil, 1996).

2. 2 Mokřadní půdy

Mokřadní půdy jsou často označovány jako hydrické. Zaplavení způsobí vyčerpání kyslíku v půdě a snížení oxidačně-redukčního potenciálu (Brady a Weil, 2002). To dále vede ke snížení respirace mikrobiálního společenstva a k poklesu rychlosti mineralizace organické hmoty (Šantrůčková a kol., 2001). Organická hmota se tak v půdě za anaerobních podmínek hromadí (Vymazal, 1995).

Odlišnost mokřadních půd od ostatních suchozemských půd je dána vodním režimem. Hlavním důsledkem zaplavení půdy je omezená výměna plynů mezi půdou a atmosférou. V provzdušněných půdách je kyslík přítomen ve většině půdního profilu, v zaplavených půdách je pouze v tenké vrstvě na povrchu půdy. V hlubších vrstvách půdy se po zaplavení kyslík rychle spotřebovává a to vede ke zpomalení činnosti aerobních organismů, která se může i úplně zastavit. Jsou nahrazovány anaerobními mikroorganismy, které jako konečných akceptorů elektronů při respiraci místo kyslíku využívají oxidované formy dusíku, železa, síry a manganu v procesu tzv. anaerobní respirace. Přitom vzniká opět oxid uhličitý a oxidované formy prvků se redukují na NH_4^+ , Fe^{2+} , S^0 nebo S^{2-} a Mn^{2+} půdy (Čížková a Šantrůčková, 2006).

Tyto procesy anaerobní respirace mohou probíhat pouze tehdy, pokud do podpovrchových vrstev půdy pronikají z aerobní povrchové vrstvy oxidované formy N, Fe, S a Mn, nebo pokud mokřad periodicky vysychá, půda se zavzdušní a redukované formy prvků se zoxidují. Pokud ale spotřeba oxidovaných forem prvků převáží nad jejich přísunem, zpomalují se i procesy anaerobní respirace. Za těchto podmínek ve společenstvech půdních organismů začínají převládat fermentační mikroorganismy. Tyto organismy získávají energii ve fermentačních procesech, při kterých je do prostředí kromě oxidu uhličitého vylučováno mnoho organických meziproductů rozkladu, jako jsou organické kyseliny, alkoholy a ketony. Převaha fermentačních pochodů zpomaluje mineralizaci organické hmoty. Proto jsou také mokřady obvykle bohatší na organickou hmotu než dobře provzdušněné půdy (Čížková a Šantrůčková, 2006).

V zamokřených půdách se ukládá uhlík na poměrně dlouhou dobu. V anaerobním prostředí je zpomalena nebo až zastavena přeměna organických látek. V důsledku toho dochází k ukládání organické hmoty a tím uhlíku v mokřadní půdě. Pokud nedojde k odvodnění půdy, vytvoří se v půdě zásobárna organické hmoty a tím i uhlíku. Tato zásobárna je dlouhodobá a stabilní. Mokřadní ekosystém se stává v tomto případě vazačem uhlíku (Dušek a kol., 2008).

2. 2. 1 Organické a minerální půdy

Každá půda obsahuje složky minerální i organické. Za organické se považují takové půdy, jejichž obsah organické hmoty v sušině je v rozsahu 20–35% (tzn. 12-20% celkového uhlíku), půdy s menším obsahem organické hmoty jsou pak označovány jako minerální (Mitsch a Gosellink, 2000). Neoddělitelnou součástí půdy je její organický podíl, který tvoří neživá organická hmota a živé rostlinné a živočišné organismy. Základním a nejdůležitějším rozbořením organické složky půdy je určení organického uhlíku a zásoby humusu v půdě (Dykyjová a kol., 1989).

Poměr C : N v organické půdě je kolem 20:1. Půdy bývají nasyceny vodou více než 30 dní v roce. Díky tomu dochází k pomalé mineralizaci organické hmoty. V porovnání s minerálními půdami mají tmavší zbarvení, nízkou objemovou hmotnost a vysokou pórovitost (Brady a Weil, 2002).

U organických půd převažuje produkce nad dekompozicí, organický materiál a živiny tudíž pochází převážně z daného ekosystému (Johnston, 1991). Z globálního hlediska jsou organické půdy významným uložištěm dusíku a uhlíku (Waddington a Roulet, 2000).

Minerální půdy mají oproti organickým půdám vysokou objemovou hmotnost a dostupnost živin, nízkou pórovitost a nízkou schopnost poutat vodu (Mitsch a Gosellink, 2000). Poměr C:N v organickém podílu je asi 12:1 (Brady a Weil, 2002). Minerální půdy jsou závislé na přísunu živin ze zdrojů mimo ekosystém a jsou to tedy často půdy v okolí řek (Johnston, 1991). Minerální půdy jsou také sinky dusíku a uhlíku v organické podobě, ale v menší míře nežli organické půdy (Brady a Weil, 2002).

Organické a minerální půdy se od sebe odlišují způsobem vzniku a rozšířením (Brinkman a Van Diepen, 1995).

2. 2. 2 Koloběhy minerálních prvků

Koloběhy minerálních prvků zahrnují soubor biotických a abiotických látkových přeměn mezi všemi strukturními jednotkami ekosystému. Hlavními dynamickými složkami biologických cyklů jsou produkční a destrukční procesy. Je dobré si představit koloběhy jako systémy sestávající z jednotlivých bloků a toků. Bloky jsou ohraničené struktury ekosystému, jako je např. půda, atmosféra, zelené rostliny, atd. Rychlost toku se měří množstvím prvku na jednotku plochy nebo na jednotku hmotnosti za jednotku času (Rychnovská, 1985).

Organismy i rostliny potřebují k tomu, aby mohly žít, růst a rozmnožovat se, energii, uhlík, dusík, fosfor, síru a mnoho dalších živin, které zabudovávají do svých těl. V koloběžích všech prvků probíhají současně procesy mineralizace a imobilizace. V procesech mineralizace je organická hmota postupně přeměňována na minerální látky, v procesech imobilizace jsou naopak minerální látky zabudovávány do těl organismů a do půdní organické hmoty. Převažují-li v půdě procesy mineralizace nad procesy imobilizace, dochází k úbytku organické hmoty v půdě, k porušování půdní struktury a v dlouhodobém měřítku až k degradaci půd (Šantrůčková, 2001).

2. 3 Voda a živiny v mokřadech

Mokřady jsou ekosystémy s dostatečnou zásobou vody. Díky tomu hrají významnou roli ve vyrovnávání místního klimatu. Tento ekosystém je nejdokonalejší klimatizací naší planety. Vyrovnává teplotní rozdíly mezi dnem a nocí, mezi jednotlivými sezónami i mezi jednotlivými oblastmi, a tím tlumí extrémy v počasí. Klimatizační efekt mokřadů souvisí s úlohou mokřadů v tzv. malém koloběhu vody. Malý vodní cyklus je uzavřený koloběh vody, při kterém voda vypařená na pevnině spadne v podobě srážek opět nad pevninským prostředím (Kravčík a kol., 2007).

Uzavřený koloběh vody způsobuje menší energetické ztráty a pravidelné toky energie. Díky velkému obsahu vody jsou mokřady charakterizovány velkou produkcí biomasy, vysokou tepelnou kapacitou a velkou evapotranspirační rychlostí (Přibáň a Ondok, 1985).

Hydrologický režim v mokřadních ekosystémech vytváří velmi unikátní fyzikálně chemické podmínky a odlišuje je jak od terestrických ekosystémů na jedné straně, tak od vodních ekosystémů na straně druhé. Biochemické podmínky půdy ovlivňuje hloubka vody, vlastnosti proudů a frekvence a doba trvání záplav (Mitsch a Gosselink, 2000).

Hlavním činitelem změny vodní hladiny v mokřadech jsou záplavy a sucha. Krátkodobé jarní záplavy jsou pro růst biomasy mokřadních porostů prospěšné, protože s sebou přinášejí řadu živin, především dusíku. Naopak záplavy trvalejšího charakteru mohou být i nežádoucí. Dlouhotrvající záplavy brání rostlinám přejít do generativní fáze vývoje (Závodská, 1990).

Stoupající hladina vody může snížit dostupnost dusíku, ale naopak zvýšit dostupnost fosforu pro rostliny. Posuny mezi limitacemi jednotlivými živinami jsou způsobeny vysycháním a provzdušněním půdy mokřadních luk, což zvyšuje rychlost mineralizace dusíku a snižuje dostupnost fosforu, který se váže v komplexních vazbách např. se železem. Vysychání půdy způsobuje menší dostupnost draslíku a fosforu, protože se snižuje jejich difúze v půdě (Venterink a kol., 2001).

2. 4 Vlastnosti mokřadní vegetace

Mokřady se vyznačují typickou vegetací, která je přizpůsobena specifickým podmínkám zaplavení a jeho následkům. Rostliny se v mokřadech musejí vyrovnat s nedostatkem kyslíku v půdním prostředí. Rostliny se k těmto podmínkám adaptovaly jednak metabolicky a jednak anatomicky. Metabolická adaptace spočívá v přežití rostlin bez dostatečného přísunu kyslíku prostřednictvím využívání energie, kterou buňky získávají anaerobními fermentačními procesy. Metabolická adaptace umožňuje rostlinám bez kyslíku přežít jen určitou omezenou dobu. Rozhodující adaptací pro trvalé přežití a intenzivní růst je anatomická adaptace (Čížková a Šantrůčková, 2006).

Anatomickou adaptací se rozumí diferenciací rostlinných pletiv, především tvorba rozsáhlých mezibuněčných prostor v pletivech podzemních i nadzemních orgánů. Tato vzdušná pletiva (aerenchym) jsou navzájem propojena a slouží k vnitřnímu provětrávání, při kterém se kyslík z atmosféry dostává k buňkám podzemních orgánů, v jejichž okolí je kyslík vyčerpán. Díky této adaptaci nejsou závislé buňky podzemních orgánů na příjmu kyslíku z půdy (Čížková a Šantrůčková, 2006).

Anatomické adaptace jsou ve větší či menší míře vyvinuty u mnoha dosud zkoumaných jednoděložných i dvouděložných mokřadních bylin. Strukturální adaptace zajišťují buňkám podzemních orgánů, v jejichž okolí je kyslík vyčerpán, alternativní zásobení kyslíkem prostřednictvím tzv. vnitřního provětrávání (Čížková, 2006).

Aerenchymem prochází vzduch od listů přes stonky a popř. i oddenky do kořenů. Z kořenů vzduch přechází do zatopené půdy. Okolí kořene se tak oxiduje, proto při vytržení ostřice s kořenem je na jeho povrchu patrný rezavý povlak oxidovaného železa. Vzniklá oxidovaná vrstva zabraňuje průniku snadno redukovatelných iontů do kořenového pletiva (Hejný a kol., 2000).

Kromě této anatomické adaptace (vzdušných pletiv) se u mokřadních rostlin vyskytuje také povrchová ochrana mechanické povahy, tzv. ochranná bariéra. Je tvořena buňkami hypodermis, jejichž stěny jsou impregnovány kutinem, ligninem či suberinem. Tato vrstva chrání rostlinu před vstupem toxických látek a také zabraňuje úniku kyslíku z rostlinných pletiv do prostředí (Čížková a Šantrůčková, 2006).

2. 4. 1 Charakteristika druhu *Carex acuta*

Ostřice štíhlá se vyskytuje téměř v celé Evropě. Na vhodných stanovištích v územích s dostatkem vláhy roste také v severní Africe, v západní a v severní Asii. U nás jde o hojný druh rostoucí zejména na březích vod, na bažinných místech, zamokřených loukách i pastvinách (Hron a Zejbrlík, 1979).

Ostřice štíhlá dorůstá k 20–150 cm, lodyhy jsou jednotlivé nebo mírně trsnaté, oddenek plazivý, listy stejně dlouhé nebo delší než lodyhy, ploché, ale uvnitř s žlábkem. Pochvy listů obvykle hnědé nebo červenavé, neroztřepené a bez kýlu. Plevy jsou ostře kopinaté, černohnědé, měchýřky eliptické, oboustranně vypouklé (Hejný a kol., 2000).

Květenství tvoří $\frac{1}{6}$ až $\frac{1}{4}$ délky stonku. Většinou je s 1 až 2 červenohnědými samčími klásky, které jsou 2 až 6 cm dlouhé a se 3 až 5 černě zelenými stopkatými samičími klásky, které jsou 3 až 10 cm dlouhé. Plevy samčích klásků jsou podlouhlé obvejčité až eliptické. Pleva samičích klásků je podlouhle až kopinatě obvejčitá, 2,5 až 4 mm dlouhá. Mošničky jsou vejčité až kulovité, čočkovitě smáčklé, nažloutle zelenohnědé a krátce stopkaté. Mají krátký nedělený zobánek. Plody jsou opakvejčité, 2 mm dlouhé, 1,5 mm široké a tmavě hnědé (Soukupová, 1986).

V době plodu jsou listy sterilních výhonů tmavozelené až šedozelelé, stejně dlouhé nebo delší než stonky (Kubát, 2002).

Kořeny jsou trojího typu:

- drobné vláskovité kořínky s průměrnou tloušťkou méně než 0,5 mm dosahující nejvýše 0,05 m pod povrch půdy,
- hrubší vláknité kořeny (s průměrnou tloušťkou 0,5 až 1 mm) rozložené většinou do hloubky 0,15 až 0,25 m pod povrch
- drátovité půdní kořeny (průměrná tloušťka mezi 1 až 2 mm) dorůstající až 1 m hluboko (Soukupová, 1986).

Základní morfologickou jednotkou nadzemních částí ostřic je odnož. Podle funkce je lze rozdělit na vegetativní a generativní. Vegetativní odnože jsou mladší, vytrvávají celou vegetační sezónu a nesou většinu asimilačního aparátu rostlin. Jsou vytvořeny z krátké cca 0,1 m dlouhé báze a z ní vyrůstajících samonosných listů. U druhu *C. acuta* se ukazuje, že se vzrůstající výškou vodní hladiny klesá četnost rostlin s vyšším počtem vegetativních odnoží (Soukupová, 1986).

Generativní odnože ve své konstituci zahrnují trojhranná pevná stébla zakončená samčími a samičími květními klásky, vyrůstajícími v paždí listenů. Počet listů generativní odnože nebývá vyšší než 3. Jejich funkci doplňují 2 až 3 listeny, v jejichž paždí vyrůstají květenství. Ve srovnání s vegetativními orgány jsou listy těchto odnoží značně kratší, po odkvětu postupně zasychají a v druhé polovině léta – po vysemenění – zcela odumírají (Soukupová, 1986).

2. 4. 2 Vegetace vysokých ostřic

Mokřadní ekosystémy se stojatou až mírně tekoucí vodou a střední až vysokou dostupností minerálních živin často osídluje vegetace vysokých ostřic. Strukturou a druhovým složením se jedná o jednovrstevné až dvouvrstevné porosty s převahou vysokých ostřic. V porostu trsnatých ostřic jako je *Carex appropinquata*, *C. elata* a *C. paniculata* se na volných místech vyskytují také bažinné byliny vyššího vzrůstu jako je například kyprej obecný (*Lythrum salicaria*), čistec bahenní (*Stachys palustris*), pryskyřník velký (*Ranunculus Lingea*), dále i byliny poléhavého růstu např. vachta trojlistá (*Menyanthes trifoliata*), zábělník bahenní (*Potentilla palustris*) a bublinatky (*Utricularia spp.*). Porosty s převahou výběžkatých netrsnatých ostřic jako je *C. acuta*, *C. acutiformis*, *C. riparia*, *C. rostrata* a *C. vesicaria* jsou homogennější. Jejich struktura je dána výškou a zápojem dominantní ostřice. V hustě zapojených porostech ostřice pobřežní je nižší bylinné patro vyvinuto velmi slabě. Podobný charakter mají i porosty s chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*) nebo třtinou šedavou (*Calamagrostis canescens*). Druhově bohatší jsou porosty s převahou ostřice dvouřadé nebo ostřic tvořících rozvolněné trsy. Mechové patro bývá vyvinuto slabě nebo chybí. Variabilita v druhovém složení závisí zejména na půdní reakci a obsahu živin (Chytrý a kol., 2001).

Vegetace vysokých ostřic jsou rozšířeny po celém území České republiky od nížin po podhorský, výjimečně horský stupeň. Je vázána na různé typy mokřadů jako jsou říční ramena, mělčiny rybníků, tůň, podmáčené louky a zaplavované nivy. Výška vodního sloupce většinou výrazně kolísá během vegetačního období a přes léto většina ostřicových porostů zcela vysychá. Dlouhodobější nedostatek vody však zapříčiní ochuzení porostů o vlhkomilné druhy a navíc mohou do porostu pronikat nežádoucí ruderalní druhy (Chytrý a kol., 2001).

2. 4. 3 Požadavky rostlin na živiny (N, P, K)

Živiny jsou využívány k výstavbě vlastního těla rostliny a k životním procesům. Některé mají úlohu stavební, jiné funkční, popřípadě i obojí (Linhart, 2004).

Pokud jde o množství anorganických prvků dostupných rostlinám, dají se rozlišit tři základní stavy: nedostatek, dostatečná dodávka a škodlivý nadbytek některé živiny. Rostliny, trpí-li nedostatkem živin, jsou zakrslé a v některých případech kvetou, plodí a stárnou předčasně. Jde-li o nedostatek jen některých základních prvků, anebo jsou-li rostliny daného druhu mimořádně náročné na některé prvky, mohou se vyskytnout specifické nedostatkové příznaky. Ty jsou nejznámější u kulturních rostlin, ale vyskytují se i u rostlin planě rostoucích (Larcher, 1988).

Předpokládá se, že rostlinné druhy rostoucí na stanovištích s nízkou dostupností živin mají pomalý růst a na přídavek živin budou reagovat spíše akumulací živin v pletivech než zrychleným růstem (Verhoeven a kol., 1996).

Je-li dodávka živin přiměřená, mohou okamžitá množství přístupných živin kolísat v širokých rozmezích bez patrného působení na růst a vývoj rostlin. Jakmile jsou splněny požadavky rostliny na živiny, mírný přebytek některých živin není pro růst rostliny dále výhodný. Nelze však vyloučit, že se zlepší některé jiné ekologicky výhodné vlastnosti rostlin, poskytující jim náskok v konkurenci s jinými rostlinami: např. odolnost vůči napadení parazity nebo proti poškození za extrémních klimatických situací (Larcher, 1988).

Stupňování přídavku minerálních živin do půdy, zvláště jde-li o dělené dávky, vede ke zvyšování výnosu porostů přirozených i umělých (Rychnovská, 1985).

Rostlinné druhy se liší ve svých požadavcích na minerální výživu. Zemědělské plodiny a jejich požadavky na výživu jsou podrobně prostudovány, ale o požadavcích planě rostoucích rostlin je toho zatím známo málo (Larcher, 1988).

2. 4. 3. 1 Dusík

Celkový obsah dusíku v suchozemských půdách je $2,4 \cdot 10^{14}$ kg N, z toho $2,2 \cdot 10^{14}$ kg N se vyskytuje v organických formách a $0,2 \cdot 10^{14}$ kg N v minerálních formách (Stevenson a Cole, 1999). Obsah celkového dusíku je ovlivněn hloubkou půdního horizontu. Obecně platí, že koncentrace N se snižuje s hloubkou půdního horizontu. Více než 90% půdního dusíku se tedy vyskytuje v organických formách, z toho 5–10% ve formě aminosacharidů, 20–40% ve formě aminokyselin a proteinů, 1-5% ve formě biomasy a zbytek v těžko přístupných formách aromatických sloučenin nebo mykopeptidů (Úlehlová, 1989).

Organický dusík je v půdní organické hmotě (SOM) obsažen v mnoha sloučeninách, z nichž asi jen polovina byla identifikována. Mezi hlavní zdroje organického dusíku v půdě patří aminokyseliny, mikrobiální buněčné polymery a aminosacharidy, nukleové kyseliny, vitamíny, antibiotika a různé meziproducty metabolismu. Anorganické formy dusíku v půdě jsou naproti tomu charakterizovány velmi dobře. Jsou to velmi důležité substráty, meziproducty metabolismu, elektronové akceptory a produkty přeměn dusíku. Mezi hlavní anorganické formy dusíku se řadí plynné formy (N_2 , N_2O , NO , NH_3), rozpustné formy (NO_2^- , NO_3^-) a amonný iont (NH_4^+), který může být rozpuštěn nebo fixován v jílových strukturách (Sylvia a kol., 1998).

Dusík se v mokřadech vyskytuje v několika odlišných chemických formách a je většinou nejvíce limitující živinou v zaplavených půdách. Díky přítomnosti anoxických podmínek v mokřadních půdách je mikrobiální denitrifikace nitrátů na plynné formy dusíku a jejich následné uvolňování do atmosféry jednou z nejvýznamnějších cest, kudy se N ztrácí z litosféry a hydrosféry do atmosféry (Úlehlová, 1989).

Nitráty slouží jako jeden z prvních terminálních akceptorů elektronu v mokřadních půdách poté, co se vyčerpá kyslík, což z nich činí důležitou sloučeninu při oxidaci organické hmoty (Mitsch a Gosselink, 2000).

V oblastech mírného pásma je dusík (a další živiny) přijímán především ve vegetačním období jaro - léto, tedy v období, kdy jak nadzemní, tak podzemní části rostlin rostou. Na konci vegetačního období jsou u trvalých rostlin živiny translokovány do podzemních orgánů. Rychlost translokace zásobních látek se liší podle druhu rostlin a je ovlivňována celou řadou faktorů (Vymazal, 1995).

Dusík je rostlinami přijímán pouze v anorganické formě jako nitrát NO_3^- nebo jako amonný iont NH_4^+ . Proto o zásobení rostlin dusíkem na stanovišti nerozhoduje celkové množství dusíku v půdě, ale to množství, které je vázáno v přístupné formě pro rostliny. V matečné hornině se dusík zpravidla nevyskytuje. Často bývá přístupného dusíku pro rostliny v půdě nedostatek a podle zákona minima se stává i limitujícím činitelem pro růst a výživu rostlin, a tím i selekčním faktorem, který eliminuje ze stanoviště druhy náročné na dusíkovou výživu (Slavíková, 1986).

Nedostatek dusíku od samého začátku vegetace má za následek omezení tvorby stavebních i funkčních bílkovin, což se projeví zabrzděním růstu všech orgánů. Listy sice zachovávají svůj charakteristický tvar, ale jsou menší až zakrnělé, stébla a stonky jsou slabé. Rostliny s porušenou výživou dusíkem od samého začátku vegetace proto dříve kvetou a rychleji dozrávají. Prvním nápadným projevem je žloutnutí starších (spodních) listů. Nadbytek dusíku způsobuje nadměrné dýchání, a tak snižuje výtěžek fotosyntézy (Larcher, 1988).

2. 4. 3. 2 Fosfor

Celkový obsah fosforu v půdě kolísá od 0,03 do 0,13% fosforu. Fosfor se nachází ve vazbách organických a anorganických. Převážná část minerálních sloučenin fosforu v půdě je ve formách ve vodě nerozpustných, proto je pro rostliny málo přístupný. Organický fosfor představuje podstatnou část celkového obsahu fosforu v půdě. Tato frakce zahrnuje zbytky rostlin, živočichů i půdních mikrobů. Proto se organický fosfor hromadí převážně v horním humusovém horizontu půdy a s hloubkou jeho obsah klesá (Richter, 1997).

Fosfor vázaný v organických látkách je uvolňován díky působení enzymů – fosfatáz. Půdní živočichové mají fosfatázy v zažívacím traktu. Půdní mikroorganismy, ale i kořeny rostlin dokáží fosfatázy uvolňovat do půdy a organické formy fosforu jsou rozkládány mimo buňku, v půdním roztoku (Šantrůčková, 2001).

Fosfor se na rozdíl od dusíku neztrácí z půdy v plynné formě. Pokud se dostane do mokřadních ekosystémů, může způsobit expanzi řas a některých mokřadních rostlin a může dojít k „udušení“ mokřadu nebo alespoň k narušení jeho rovnováhy (Brady a Weil, 2002).

Fosfor přijímají rostliny ve formě orthofosforečnanů H_2PO_4^- (převažuje v kyselých půdách s pH mezi 4 - 5,5) a HPO_4^{2-} (převažuje v zásaditých půdách) nebo ve formě jednoduchých organických sloučenin. Fosfor v organické podobě tvoří 10–50 % veškerého fosforu v půdě. V alkalických půdách se fosfor vyskytuje ve sloučeninách s vápníkem, kdežto v kyselých půdách se váže na hliník nebo železo a vznikají nerozpustné sloučeniny. Nejdostupnější je tedy fosfor při pH 6–7. V zaplavených půdách vzniká redukční prostředí a fosfor se přeměňuje na rozpustné formy a tím se stává dostupným. Fosfor dodaný do půdy v hnojivech je využit v průměru z 15% (Šimek, 2007).

Fosfor zvyšuje odolnost proti nízkým teplotám. Podporuje vývin kořenového systému a tím lepší zásobování rostlin ostatními živinami a vláhou. Nedostatek fosforu způsobuje nahnědlé zbarvení částí listů a předčasné opadávání (Linhart, 2004). Na rozdíl od dusíku dokáže rostlina regulovat nedostatek fosforu tím, že jej uvolňuje z organických rezerv. Proto se nedostatečný příjem fosforu neobjevuje okamžitě. Nadbytečný přísun fosforu vede k výskytu nekrotických na listech, jejich postupnému odumírání, k předčasné zralosti rostlin, a tím k výnosovým redukcím (Bair, 1988).

2. 4. 3. 3 Draslík

Celkový obsah draslíku v půdě dosahuje hodnot až kolem 3% a je silně závislý na mateční hornině (Richter, 1997).

Při nedostatku příjmu draslíku dochází k omezení rozvoje kořenů, poruchám vodního režimu, omezením transportu glycidů a narušením syntézy bílkovin. Rostliny trpící nedostatečným příjmem draslíku jsou charakteristicky zavadlé. Kořenový systém je nedostatečně vyvinutý a na starších listech se vyskytují nekrózy (Bair, 1988).

2. 5 Mokřad jako uložisko uhlíku

Ekosystémy mokřadů jsou utvářeny pod vlivem maximálního zásobení půdy vodou i maximálně možné hustoty záření. Životní cyklus a adaptace rostlin jsou určovány těmito faktory. Tato stanoviště poskytují optimální podmínky pro fotosyntézu rostlin a vlivem výhodné struktury porostů mají největší čistou primární produkci uhlíku ze všech biomů (až o třetinu vyšší než tropický deštný les). Ze všech biomů mají mokřady také největší celkový obsah uhlíku v ekosystému. Rovněž trvalá biomasa je poměrně velká a tvoří ji hlavně podzemní orgány rostlin. Hlavní zásobník uhlíku v ekosystémech mokřadů je v detritu (Slavíková, 1986).

Odhaduje se, že organické půdy mokřadů ukládají $0,13 \times 10^9$ t C rok⁻¹, pokud nejsou narušeny. V případě odvodnění uvolňují až $0,21 \times 10^9$ t C rok⁻¹. Čísla jsou hrubými odhady, ale naznačují důležitou úlohu mokřadů coby zásobníku uhlíku (Vymazal, 1995).

2. 5. 1 Uhlík

Uhlík je jeden z nejdůležitějších prvků na Zemi. Tvoří anorganické i organické sloučeniny. Vyskytuje se v atmosféře, hydrosféře, biosféře a pedosféře. Mezi těmito systémy dochází k jeho neustálé výměně (Šimek, 2003).

Půdní organická hmota představuje největší světovou zásobu uhlíku a energie v suchozemských ekosystémech. Zásoba organického uhlíku v půdě je přibližně 5x větší než zásoba v atmosféře a v živých organismech. Hlavním zdrojem uhlíku v půdní organické hmotě jsou rostliny – primární producenti. Celkový roční vstup uhlíku do půdy je odhadován na $37,5 \times 10^9$ g C (Šantrůčková, 2001).

Přísun uhlíku v nadzemních částech rostlin je relativně dobře znám, zatímco přísun organických látek ve formě kořenových exudátů a odumřelých kořenů je ve většině případů značně nejistý. Odhaduje se, že se takto do půdy dostává asi 20–40% uhlíku fixovaného na fotosyntéze (Šimek, 2003).

Rostliny ovšem skladují uhlík pouze dočasně. Po jejich odumření jsou rychle rozkládány a mineralizovány mikroorganismy a část fotosyntézou asimilovaného uhlíku tvoří půdní organickou hmotu (Gleixner a kol., 2001).

2. 6 Narušení mokřadů

Nepříznivý zásah v mokřadu, který způsobí nepravidelné kolísání vodní hladiny (např. pokles hladiny povrchové nebo spodní vody, či příliš dlouhé nebo naopak nedostatečné periody sucha), může způsobit narušení nebo zánik mokřadu se všemi jeho specifickými rysy. Mokřady účinně rozdělují energii v prostoru i čase, pomáhají zkracovat a uzavírat koloběh vody, udržují vysoký obsah vody a rozpuštěných látek v půdě a tím zmenšují jejich ztráty (Kender, 2000).

Degradace a zánik mokřadů má za následek nejen zhoršování místního klimatu, ale i uvolňování oxidu uhličitého do atmosféry, živiny a další látky odtékající s vodou zvyšují trofii a snižují kvalitu. Vysoušení mokřadů, zprůtočnění jejich částí a následné zastavění vede ke snížení retenční kapacity krajiny a zvyšuje povodňovou vlnu v dolních částech povodí. Současně je povodí ochuzováno o živiny (dochází např. k okyselování a stárnutí půd) (Kender, 2000).

2. 6. 1 Eutrofizace

Trofie (úživnost) vyjadřuje schopnost vodního prostředí dodávat organismům živiny, aby mohly růst, rozmnožovat se a produkovat další organickou hmotu. Trofie vyjadřuje především kvantitativní poměry živin, které mají rozhodující vliv na kvantitativní složení biocenóz (Tlapák, 1992).

Eutrofizace je podle Smitha (1999) soubor přírodních a uměle vyvolaných procesů vedoucích ke zvyšování obsahu anorganických živin stojatých a tekoucích vod. Eutrofizace je přírodní děj, jenž v důsledku lidské činnosti přesáhl přirozené meze. Přírodní eutrofizace je způsobena uvolňováním dusíku a fosforu, případně silikátů, z půdy, sedimentů a odumřelých vodních organismů.

Umělá eutrofizace je způsobena intenzivní zemědělskou výrobou a některými druhy průmyslových odpadních vod. Především jde o odpadní vody z potravinářského průmyslu, ale i ostatních průmyslových odvětví. Znečištění živinami se může šířit půdou, ovzduším, geologickým podložím a vodou (Tlapák, 1992).

2. 6. 1. 1 *Eutrofizace mokřadů*

Mokřady jsou v posledních desetiletích celosvětově vystaveny nadměrnému vstupu živin. Živiny obsažené v anorganických i organických hnojivech jsou vyplavované ze zemědělských půd do okolních ekosystémů. Dochází k eutrofizaci zasažených ekosystémů (Denmead a Raupach, 1993). Důsledky nadměrného vstupu živin do mokřadů jsou popsány v mnoha studiích hlavně v souvislosti s výzkumem limitujících prvků, kterými jsou nejčastěji dusík a fosfor (Teng a kol., 2003). Dalšími důsledky eutrofizace jsou změny v druhovém složení vegetace a zvýšení primární produkce (Venterink a kol., 2001) a změny v druhovém složení společenstev živočichů a půdních mikroorganismů (Galatowitsch a kol., 2000).

V důsledku přidavku živin do půdy rostliny zvyšují produkci biomasy (Šantrůčková a kol., 2001). Tím se zvětší i množství opadu a tvorba kořenových exudátů. To vše následně znamená větší přísun organické hmoty do půdy. Vstup živin do nezemědělských ekosystémů způsobí v dlouhodobějším časovém horizontu změnu druhového složení flóry i fauny (Oorschot, 1994).

Tím se změní chemické složení opadu, chemické složení nebo množství kořenových exudátů a množství plynů transportovaných rostlinným aerenchymem do atmosféry (Keller a kol., 2005).

2. 6. 1. 2 *Vliv eutrofizace na vegetaci*

Dusík a fosfor patří mezi faktory, které limitují rostlinný růst, při jejich nadbytku rostliny skutečně více rostou. Zádrhel spočívá v tom, že zvýšená hladina živin zvýhodňuje jen pár vyvolených druhů. Ostatní rostliny silně eutrofizovaná stanoviště nesnáší nebo neumí nadbytku živin využít tak dobře, jako právě těch několik málo vyvolených, kteří na stanovišti časem převládají. Často se jedná o nepříliš oblíbené druhy jako např. kopřivy. Příliš úživná stanoviště navíc vyhovují invazním rostlinám např. všem druhům křídlatek, které tam mohou plně projevit své výhody oproti domácím druhům a nadobro je potlačit. Eutrofizace vede k výraznému snižování lokální druhové bohatosti, změně druhového složení a utváření druhově chudých porostů (Šafarčíková a Kouřil, 2006).

Zvýšená hladina živin v půdě samozřejmě ovlivňuje také půdní mikroorganismy nebo živočichy, např. motýly může ohrozit změna druhového

složení vegetace spojená s vymizením živných rostlin pro jejich housenky. Že je na stanovišti něco v nepořádku, ovšem nejlépe odvodíme ze stavu vegetace (Šafarčíková a Kouřil, 2006).

Nevhodné životní podmínky pro vodní organismy poškozují strukturu a funkci ekosystému. Aby mohly být ekosystémy obnoveny musí se výrazně omezit přísun živin jak zvnějšku, tak zevnitř (Pokorný, 1996).

2. 7 Zábłatské a Hamerské louky

Edwards (2009) se zabýval simulovanou eutrofizací na lokalitách Zábłatské a Hamerské louky. Zábłatské louky jsou marginálním mokřadem v záplavové oblasti Zábłatského rybníka s organickou půdou, Hamerské louky jsou biotopem na minerální půdě. Na vybraných lokalitách byly vytyčeny 4 bloky označené dřevěnými kůly. Každý blok byl ještě rozdělen na tři plochy o velikosti 3,5 x 3,5 m, které se lišily intenzitou hnojení. První varianta byla vysoce hnojená (cca 300 kg NPK ha⁻¹. rok⁻¹), druhá mírně hnojená (cca 65 kg NPK ha⁻¹. rok⁻¹) a třetí varianta byla bez hnojení. Hnojení ploch se provádělo nepřetržitě již od roku 2006. Hnojivo bylo rozděleno do dvou dávek. V r. 2009 hnojení nebylo provedeno kvůli dlouhotrvajícím záplavám (Sychrová, 2011).

V průběhu r. 2006 - 2008 bylo popsáno složení rostlinných druhů pomocí fytoocenologických snímků. Podle Edwards (2009) se na Zábłatských loukách vyskytovaly zejména tyto druhy: ostřice štíhlá (*Carex acuta*) a ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*). Mezi běžné druhy byly zahrnuty kyprej vrbice (*Lythrum salicaria*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) a svízel bahenní (*Galium palustre*). Dále zde byl mech károvka hrotitá (*Calliargonella cuspidata*).

Na Hamerských loukách zpočátku dominoval zblochan vodní (*Glyceria maxima*), ale zastoupení ostřice štíhlé (*Carex acuta*) vzrostlo do konce vegetačního období 2007 tak, že dominovala se zblochanem vodním (*Glyceria maxima*) (Edwards, 2009).

2. 7. 1 Zábłatské louky

Zábłatské louky se nachází na východním okraji Třeboňské pánve 1 km jižně od obce Lhota u Dynína. Leží v nadmořské výšce 427 m. n. m. a zaujímají plochu

okolo 108 ha. Záblatské louky byly v roce 1994 správou CHKO Třeboňsko vyhlášeny Přírodní rezervací (Sychrová, 2011).

Celkově lze Záblatské louky charakterizovat jako okrajový (marginální) mokřad umístěný v zaplavovaném území velkého rybníka. Podle klasifikace Mitsche a Gosselinka (2000) Záblatské louky patří mezi „ vnitrozemské mělké mokřady“, které jsou charakteristické sezónními záplavami. V těchto typech mokřadů je povrch půdy pokrytý vodou alespoň po část vegetačního období vodním sloupcem 10 - 15 cm.

Záblatské louky jsou každoročně koseny na sušších místech. Většina však zůstává nekosena, a to především část bezkolencových luk při pobřeží rybníka, které jsou takto ponechány přirozenému vývoji bez zásahu člověka. V rezervaci jsou pozemky roztrženy mezi několik soukromých vlastníků a rozsah obhospodařovaných ploch není stálý. V minulém století v 70. a 80. letech, byla společenstva luk těžce poškozena, a to nadměrnou aplikací prasečí kejdy z blízkých výkrmen. V dnešní době je zde užívání hnojiv zakázáno a stav rezervace se již rapidně zlepšil (Pícek, 2008).

2. 7. 2 Hamerské louky

Jedná se o lokalitu ležící východně od obcí Val a Hamry. Nadmořská výška lokality je 415 m. n. m.. I přes regulaci toku, která zde v minulosti proběhla, se zde zachovaly zbytky meandru, odstavená říční ramena a tůň v záplavové oblasti řeky. Jedná se převážně o ploché říční údolí, s vodním tokem nížinného charakteru, s dobře vymezenou nivou, na kterou jsou vázána pestrá mokřadní stanoviště (Pícek, 2008).

Dle klasifikace Mitsche a Gosselinka (2000) bychom mohli Hamr zařadit mezi oblasti vnitrozemských mokřadních luk, v kterých je půda většinou bez stojaté vody během převážné části vegetačního období. Tyto louky se mohou vyskytovat v mělkých pánvích a vytvářet bahnitý povrch v mělkých prohlubních. Často mohou tvořit přechody mezi mělkými mokřady a zemědělsky obhospodařovanými plochami.

Na lokalitě Hamr je dominantní rostlina zblochan vodní (*Glyceria maxima*). Mezi ostatní druhy zde se vyskytující patří např. pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*), psárka luční (*Alocepurus pratensis*), ostřice měchýřkatá (*Carex vesicaria*) a jiné (Pícek, 2008).

3. Metodika

3. 1 Principy použitých metod

3. 1. 1 Základní pojmy

Pro vysvětlení pojmů jsem použila definice podle Rychnovské (1985), Larchera (1988), Nečase a Květa (1966) a Dykyjové a kol. (1989).

Biomasa je nejčastěji definována jako hmotnost sušiny živých organismů v daném čase na určité jednotce zemského povrchu – tedy na jednotce plochy půdy, dna či vodní hladiny. V rostlinné ekologii bývají do pojmu biomasa zahrnovány všechny živé i neživé části rostlin, spolu s opadem i stařinou.

Nadzemní biomasa je tvořena zelenou částí rostlin.

Podzemní biomasa je tvořena kořeny trav, oddenky, hlízkami a cibulemi.

Produktivita čili výkon ve vytváření sušiny je přírůstek produkce za jisté období. Stanoví se u rostlinných porostů a společenstev a musí být vztažena na jednotku plochy porostu.

Produkce je syntetická práce asimilující rostliny a lze ji vyjádřit množstvím vytvořené celkové sušiny nebo její definované části.

Primární produkce je vytvořené množství sušiny (nadzemní i podzemní) porostů, rostliny nebo její části za jisté časové období, vztažené na jednotku plochy porostu (dna, vodní hladiny). Primární produkce se používá ve všech případech růstové analýzy a dělí se na čistou a hrubou primární produkci.

Čistá produkce je přírůstek sušiny rostliny nebo porostu po odečtení ztrát dýcháním, ale po přičtení ztrát vzniklých opadem, odumřením nadzemních částí i kořenů požerky zvířat, úbytky na konto parazitů, symbiontů.

Hrubá produkce je teoretická hodnota, kterou v přírodě při jednorázovém stanovování nezjistíme. Zahrnuje v sobě kromě zjištěné biomasy i ztráty dýcháním, odumřením, opadem, okusem zvířat apod.

Celková produkce je součet hodnot produkce nadzemních a podzemních částí.

Čistá produkce ekosystému je celková produkce biomasy nebo energie po odečtení respiračních ztrát. Je-li tato hodnota přibližně rovna nule, ekosystém neroste, tzn. nemění se pozitivně kvantitativně. Je to teoretický pojem, konkrétní hodnota se těžko stanovuje.

3. 1. 2 Stanovení nadzemní biomasy

Množství nadzemní biomasy je možno určit mnoha různými způsoby, které lze rozdělit do dvou hlavních směrů či přístupů. Destruktivní zjišťování je spojeno s odebráním rostlin a poškozováním porostu. Biomasy stanovujeme buď přímo váhově, nebo nepřímým stanovováním obsahu vody, obsahu chlorofylu, obsahu dusíkatých látek apod. Navíc získaný materiál nebo jeho dílčí vzorek je možno využít i pro další sledování např. velikosti asimilačního aparátu, stanovení obsahu chlorofylu, k chemickým analýzám i ke stanovení energetické hodnoty biomasy (Jakrllová, 1987).

Nedestruktivní zjišťování se provádí bez porušení rostlinné pokrývky, přičemž se používá prostého odhadu, analogie s paralelními vzorky, nebo se používá úbytků paprsků beta nebo gama při procházení jejich proudy porostem. Existuje metoda na základě analýzy výměn plynů porostem, vpichová metoda, na množství biomasy se usuzuje také podle spektrálního složení při dálkových průzkumech Země. Při nedestruktivních měřeních se uplatňuje metoda prováděná na základě alometrických vztahů. Alometrie měří růst rostlinných orgánů v závislosti na vývoji jiných orgánů. Alometrické vztahy představují logaritmickou či exponenciální závislost mezi růstem a biometrickými prvky (např. mezi výškou a hmotností). Výhodou nedestruktivního stanovení je ponechání porostu pro opakované měření, čímž se snižuje rozptyl měřených hodnot a často také menší časová nenáročnost (Jakrllová, 1987).

3. 1. 3 Růstová analýza

Růstová analýza umožňuje sledovat vytváření a hromadění biomasy rostliny nebo její populace, popř. i celého společenstva v průběhu času a tak zjišťovat, jak se na jejich růstu projevují vnější a vnitřní faktory (Rychnovská, 1985).

Růstová analýza jednotlivých druhů skládajících společenstvo může být vhodným indikátorem aktuální rovnováhy uvnitř společenstva a mezi společenstvem a stanovištěm. Rostliny se totiž mohou trvale vyskytovat na určitém stanovišti jen tehdy, jestliže je jejich růstová bilance pozitivní po více roků (Rychnovská, 1985).

Výhodou růstové analýzy je to, že jejím východiskem jsou snadno zjistitelné hodnoty čisté produkce (např. váha sušiny) a rozměrů asimilačního ústrojí (tj. obvykle listová plocha). Z uvedených hodnot a jejich časových změn se vypočítávají hodnoty charakterizující blíže produkční proces v závislosti na vnějších a vnitřních vlivech (Nečas a Květ, 1966).

Metody růstové analýzy jsou v podstatě metodami biometrickými a alometrickými: využívají a hodnotí se nejen naměřené parametry samotné, ale i jejich vzájemné poměry a vztahy. Pro růstovou analýzu je třeba znát tyto primární charakteristiky (Dykyjová a kol., 1989):

- a) hmotnost sušiny živé biomasy u zvolených částí rostlin (ze sušiny je nutno vždy vycházet, protože obsah vody v čerstvé biomase velmi kolísá)
- b) hmotnost sušiny odumřelých částí dosud spojených s rostlinou, tzv. stařina
- c) hmotnost sušiny odumřelých částí již odpadlých od rostliny tzv. opad
- d) velikost listové plochy živé rostliny.

Při sledování růstu během sezóny a zjišťování přírůstků je důležitý zvolený časový interval mezi postupnými odběry vzorků nebo nedestruktivním měřením přímo na rostlině. Volba časových intervalů závisí na charakteru studované otázky, ale též na typu studované vegetace, na životních formách i na klimatických situacích ve sledovaném časovém úseku. Volba počtu intervalů je však velmi omezena časovými možnostmi pracovníka nebo pracovní skupiny. Intervaly nemusí být stále stejné, nejhustší však bývá období velké růstové periody. V klasickém pojetí růstové analýzy se číselné údaje získávaly destruktivním způsobem z reprezentativních plošek porostu (Dykyjová a kol., 1989).

Přírůstek biomasy rostlin se nejčastěji vztahuje na jednotku plochy porostu. V tom případě mluvíme o rychlosti růstu porostu a označujeme mezinárodní zkratkou CGR (z angl. *crop growth rate*).

Hodnota přírůstku biomasy lze vypočítat ze vztahu:

$$\text{CGR} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{1}{P} \quad [\text{hmotnost} \times \text{plocha}^{-1} \times \text{čas}^{-1}]$$

P je plocha, na níž byly změřeny hmotnosti biomasy W_1 a W_2 v čase t_1 a t_2 . Rychlost růstu porostu (CGR) se velmi často užívá pro srovnávání produkční schopnosti porostů kulturních plodin nebo celých rostlinných společenstev rostoucích na různých typech stanovišť.

Přírůstek hmotnosti sušiny za určitý časový interval vztažený na hmotnost sušiny biomasy rostliny (W) představuje relativní růstovou rychlost. Označuje se mezinárodní zkratkou RGR (z angl. *relative growth rate*).

Relativní rychlost růstu (RGR) lze vypočítat ze vztahu:

$$R = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \quad [(\text{hmotnost přírůstků sušiny}) \times (\text{hmotnost sušiny})^{-1} \times \text{čas}^{-1}]$$

Při znalosti růstové dynamiky studovaného druhu můžeme odběry soustředit do klíčových období životního cyklu, v jednom termínu pak lze vyhodnotit větší počet srovnávaných vzorků (Slavíková, 1986).

3. 1. 4 Analýza variance

Statistické metody, které umožňují provádět vícenásobné porovnávání středních hodnot, jsou soustředěny pod souhrnným názvem analýza rozptylu (ANOVA – Analysis of Variance). Tato metoda je založena na hodnocení vztahů mezi rozptyly porovnávaných výběrových souborů (testování shody středních hodnot se převádí na testování shody dvou rozptylů).

Základním úkolem analýzy rozptylu je posouzení hlavních a interakčních účinků jednotlivých faktorů (kategoriálních nezávislých proměnných, jejichž hodnoty nazýváme úrovně faktorů) na závisle proměnnou (proměnné) kvantitativního typu. Interakce mezi dvěma faktory je interpretována tak, že při různých hladinách jednoho faktoru rostliny reagují jinak na vliv druhého faktoru.

Pro vysvětlení pojmů jsem použila definice podle Budíkové a kol. (2010).

Interval spolehlivosti je bodový odhad parametru, neumožňuje přímo zjistit, jak blízko leží skutečný parametr k odhadu. Často je potřebné zjistit oblast, kde se skutečně parametr s velkou pravděpodobností nachází. K tomu slouží intervalové odhady.

Pravděpodobnost (p) náhodného jevu je číslo, které je mírou očekávatelnosti výskytu jevu. Náhodným jevem rozumíme opakovatelnou činnost prováděnou za stejných (nebo přibližně stejných) podmínek, jejíž výsledek je nejistý a závisí na náhodě.

Směrodatná odchylka (SD) je jednoduchá míra proměnlivosti nebo rozptýlu dat v souboru. Nízká směrodatná odchylka ukáže, že všechny datové body jsou velmi blízké (stejně) hodnotě, zatímco vysoká směrodatná odchylka ukáže, že data jsou rozptýlena přes velký rozsah hodnot. Směrodatná odchylka měří rozptýlenost kolem průměru. $SD = 0$ pouze v případech, kdy se všechna data rovnají stejné hodnotě, jinak $SD > 0$. Stejně jako průměr je i směrodatná odchylka silně ovlivněna extrémními hodnotami, i jedna nebo dvě odlehlé hodnoty ji silně zvětšují. Je-li rozdělení dat silně zešikmené (zjistíme pomocí koeficientu šikmosti), směrodatná odchylka neposkytuje dobrou informaci o rozptýlenosti dat - v těchto případech používáme kvantilové charakteristiky.

Variační koeficient používáme, jestliže chceme posoudit relativní velikost rozptýlenosti dat vzhledem k průměru. Počítáme ho, když chceme porovnat rozptýlenost dat skupin měření stejné proměnné s různým průměrem, nebo v případech, kdy se mění velikost směrodatné odchylky tak, že je přímo závislá na úrovni měřené proměnné.

F- test (F) rozhoduje, zda pokusný zásah má vliv na proměnlivost zkoumané náhodné veličiny v populaci. Je důležitý i pro porovnání přesnosti dvou metod měření. Celkový F-test testuje nulovou hypotézu. Testujeme tedy, zda hodnota vysvětlované proměnné závisí na lineární kombinaci vysvětlujících proměnných. Pokud bychom nulovou hypotézu nezamítli, znamenalo by to, že množina vysvětlujících proměnných je zvolena zcela špatně a museli bychom najít jinou, lepší skladbu těchto proměnných. Je třeba poznamenat, že nezamítnutí nulové hypotézy je jev velmi ojedinělý.

3. 2 Uspořádání pokusu a vlastní měření

V roce 2009 byl založen nádobový pokus v areálu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity. V pokusu byly nádrže, které měly dva různé druhy půdy (organická a minerální), dvě úrovně vodní hladiny (nízká a vysoká) a dvě úrovně hnojení (bez hnojení a s vysokým hnojením). Vysoká úroveň vodní hladiny byla s povrchem půdy tj. 0 cm, nízká úroveň vodní hladiny byla 30 cm pod povrchem půdy. Úrovně hnojení zahrnovaly variantu bez hnojení a vysoké hnojení $300 \text{ kg}^{-1} \text{ NPK} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Každá varianta pokusu byla umístěna v nádrži o velikosti 180x110x60 cm. V každé nádrži bylo umístěno deset nádob o velikosti 40x40x50 cm s perforovaným dnem pro umožnění volného proudění vody. Nádoby byly očíslovány od 1 do 10. V nádobách byly přestěhovány rostliny ostřice štíhlé od léta roku 2009.

Odběr nadzemních částí proběhl ve dnech 11., 16. a 18. 5. 2011 a dále 13. 6. 2011. Množství nadzemní biomasy jsem určovala destruktivní metodou.

Každá nádoba byla rozpuřena deskou. Polovinu nádoby jsem sklídila v jarním termínu, druhou část nádoby jsem sklídila v letním termínu. Sklizeň rostlin v nadzemní části boxu jsem prováděla ostřiháním kvetoucích i nekvetoucích odnoží, které jsem po spočítání vložila do označeného sáčku. Do dalších označených sáčků jsem vložila stařinu (suché části rostliny vytvořené v předešlém roce) a ostatní rostlinné druhy. Sáčky jsem vložila do sušárny a nechala je sušit při teplotě 85°C do konstantní hmotnosti. Biomasu jsem následně stanovovala váhově v laboratoři. Získaná data z laboratoře jsem zaznamenala do počítače k jejich dalšímu zpracování.

3. 3 Matematické a statistické vyhodnocení

Matematické vyhodnocení dat bylo provedeno prostřednictvím programu MS Excel. Pro statistické vyhodnocení dat byl použit program STATISTICA 10.0 (Statsoft, USA). Pro hodnocení rozdílů mezi variantami byla použita třífaktorová ANOVA (faktory: půda, hladina vody, úroveň hnojení) se zohledněním opakování (nádrž).

4. Výsledky

V tabulce č. 4. 1 jsou uvedeny výsledky jednorozměrné statistické analýzy efektů ovlivňujících růst ostřice štíhlé (*Carex acuta*) v nádobovém pokuse. Červeně jsou zvýrazněny výsledky, které jsou statisticky průkazné při $p \leq 0,05$.

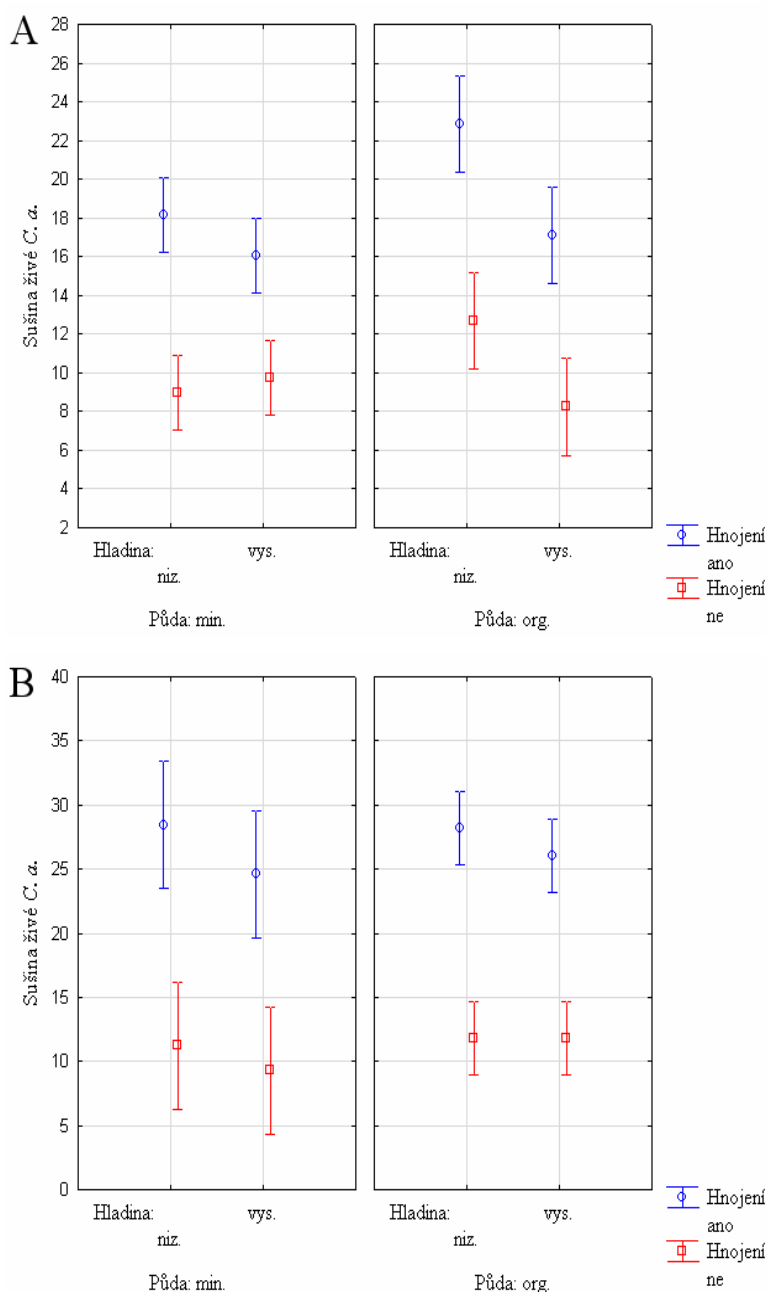
Všechny studované faktory měly průkazný vliv alespoň na některé růstové charakteristiky. Období odběru mělo vliv na hmotnost živé sušiny *C. acuta* a hmotnost jedné odnože *C. acuta*. Půda měla vliv na počet kvetoucích odnoží, také ovlivnila hmotnost živé sušiny *C. acuta* (i když pouze na hranici průkaznosti) a sušinu odumřelé *C. acuta*. Výše hladiny ovlivnila sušinu živé a odumřelé *C. acuta* a také hmotnost jedné odnože. Hnojení mělo vliv na počet kvetoucích a nekvetoucích odnoží, dále na sušinu živé a odumřelé *C. acuta* a hmotnost jedné odnože *C. acuta*.

Z interakcí dvou faktorů byly nejzajímavější interakce spojené s obdobím odběru. Období odběru s půdou a období odběru s výškou hladiny ovlivnilo růst *C. acuta* ve stejných parametrech. Jedná se o počet nekvetoucích odnoží, sušinu odumřelé *C. acuta* a hmotnost jedné odnože. Interakce období odběru s hnojením ovlivnilo sušinu živé *C. acuta* a také hmotnost jedné odnože.

Tabulka č. 4. 1. Jednorozměrné výsledky statistické analýzy efektů ovlivňujících růst ostřice štíhlé (*Carex acuta*) v nádobovém pokuse.

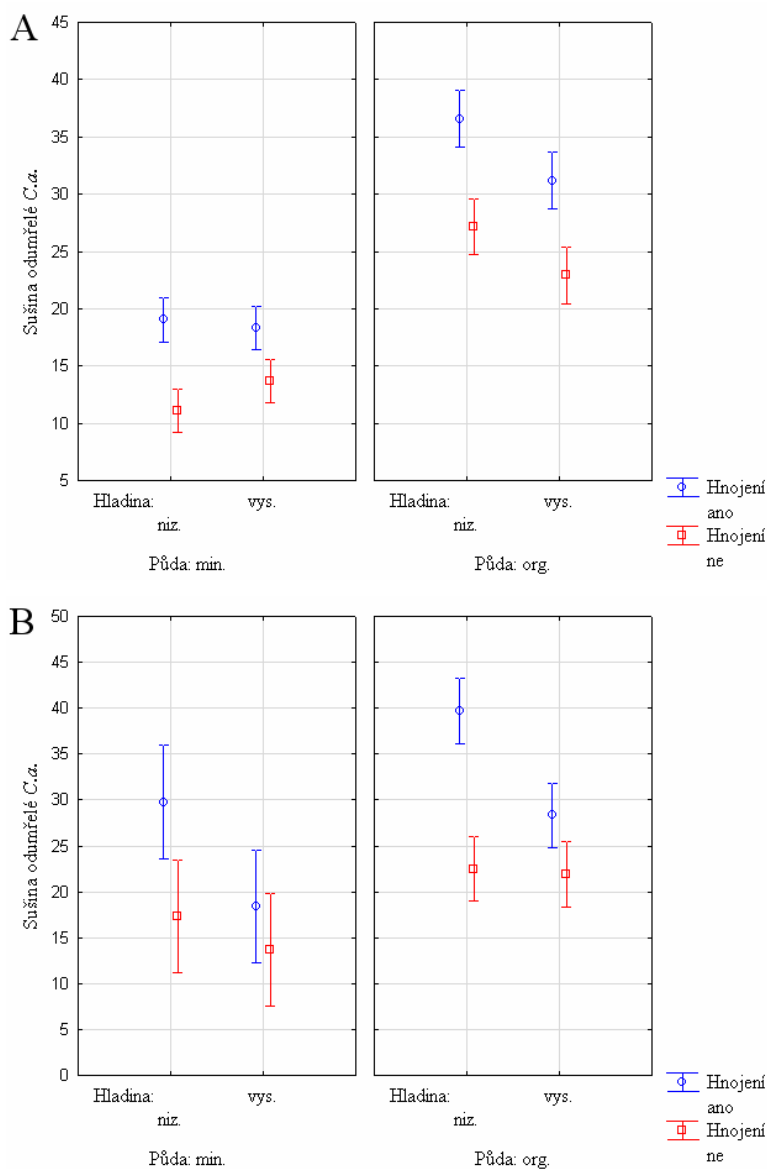
Efekt	Počet kvetoucích odnoží		Počet nekvetoucích odnoží		Sušina živé <i>C. a.</i>		Sušina odumřelé <i>C.a.</i>		Sušina ostatních druhů		Hmotnost 1 odnože	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Období (O)	0,002	0,9677	1,982	0,1631	37,777	0,0000	3,103	0,0820	2,851	0,0952	87,681	0,0000
Půda (P)	8,558	0,0045	2,435	0,1226	3,922	0,0511	179,785	0,0000	1,870	0,1754	3,455	0,0667
Výše hladiny(V)	3,138	0,0803	0,060	0,8064	10,051	0,0022	27,514	0,0000	3,646	0,0598	6,695	0,0115
Hnojení (H)	44,291	<0,0001	19,595	<0,0001	255,229	<0,0001	114,655	<0,0001	0,823	0,3671	103,517	<0,0001
O*P	0,279	0,5988	5,088	0,0268	0,379	0,5399	11,619	0,0010	1,142	0,2884	4,447	0,0381
O*V	0,999	0,3206	17,196	0,0001	0,346	0,5583	8,480	0,0047	5,503	0,0215	13,481	0,0004
O*H	1,820	0,1812	0,074	0,7868	21,951	0,0000	2,552	0,1141	1,445	0,2329	13,437	0,0004
P*V	0,052	0,8206	0,026	0,8724	0,753	0,3880	1,635	0,2048	0,676	0,4133	2,357	0,1287
P*H	0,433	0,5123	2,819	0,0970	0,076	0,7831	3,031	0,0855	4,387	0,0394	5,029	0,0277
V*H	0,200	0,6561	0,159	0,6913	1,857	0,1768	11,986	0,0009	1,447	0,2325	1,271	0,2629
O*P*V	3,709	0,0577	2,103	0,1509	4,148	0,0450	4,788	0,0316	0,851	0,3592	0,067	0,7968
O*P*H	0,889	0,3487	1,450	0,2321	0,778	0,3803	0,044	0,8337	0,442	0,5079	2,588	0,1116
O*V*H	0,007	0,9354	6,602	0,0120	0,000	0,9886	4,435	0,0384	2,792	0,0986	3,081	0,0830
P*V*H	0,200	0,6561	3,904	0,0516	0,045	0,8325	0,017	0,8968	0,955	0,3313	0,406	0,5259
O*P*V*H	0,324	0,5711	3,081	0,0830	0,095	0,7588	0,600	0,4409	1,500	0,2243	2,981	0,0881

Na obr. č. 4. 1. je znázorněna sušina živé biomasy *C. acuta* v nádobovém pokuse. V minerální půdě byl zjištěn průkazný vliv hnojení v období obou odběrů, který měl vliv na tvorbu sušiny živé biomasy. V organické půdě byl vliv hnojení také průkazný jako u půdy minerální. Neprokázalo se, že by na tvorbu biomasy měla vliv zvýšená hladina vody.



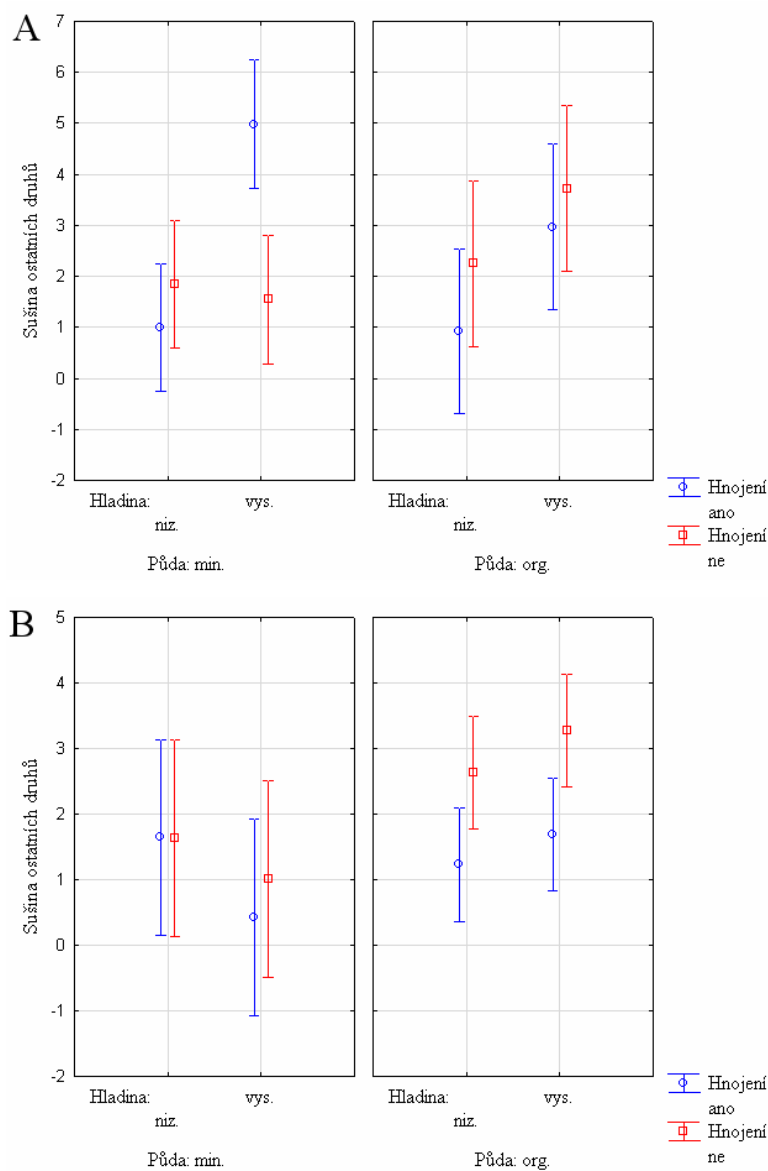
Obr. č. 4. 1. Sušina živé biomasy ostrice štíhlé (*Carex acuta*) v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

Na obr. č. 4. 2. je znázorněna sušina odumřelé biomasy *C. acuta* v nádobovém pokuse. V minerální půdě byl zjištěn průkazný vliv hnojení na jaře. Do letního odběru se vliv hnojení zmenšil a nebyl již statisticky průkazný. Jinou dynamiku měl vliv hnojení při nízké vodní hladině.



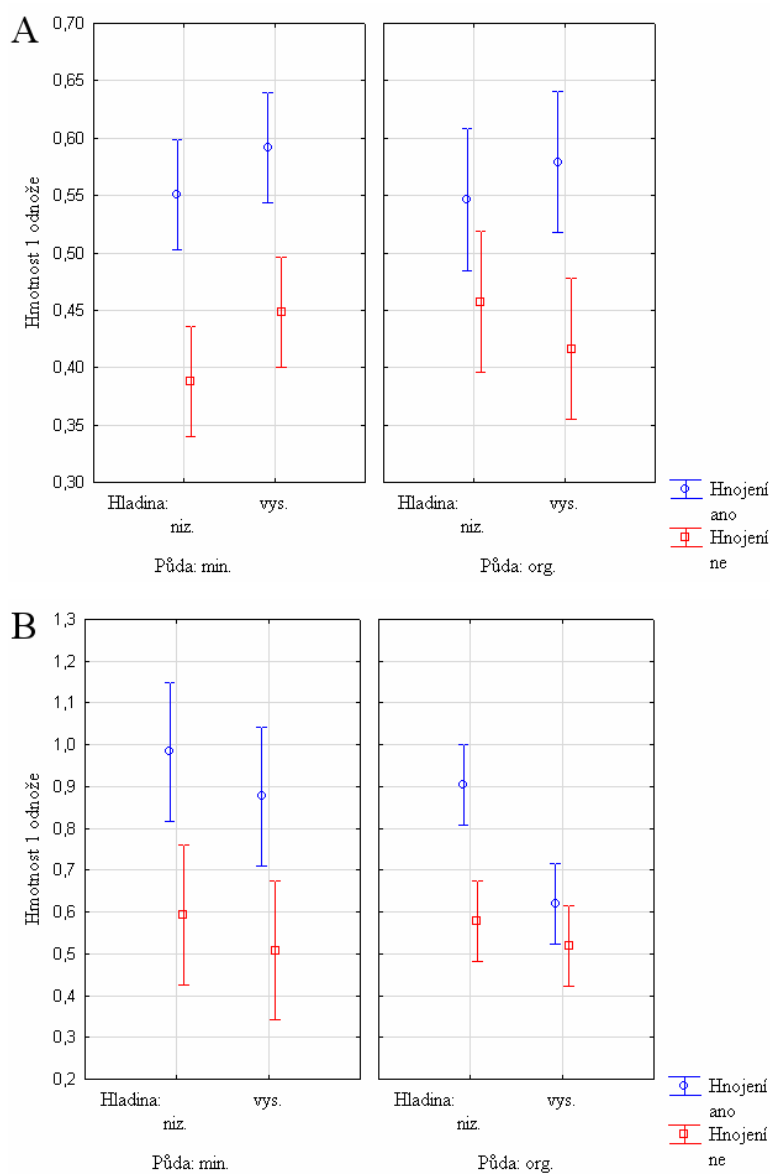
Obr. č. 4. 2. Sušina odumřelé biomasy ostřice štíhlé (*Carex acuta*) v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

Obr. č. 4. 3. znázorňuje sušinu biomasy ostatních druhů v nádobovém pokuse. Biomasa ostatních druhů byla ve všech variantách řádově menší než biomasa *C. acuta*. Největší biomasu vytvořily ostatní druhy v minerální půdě, která byla hnojená a měla vysokou hladinu vody.



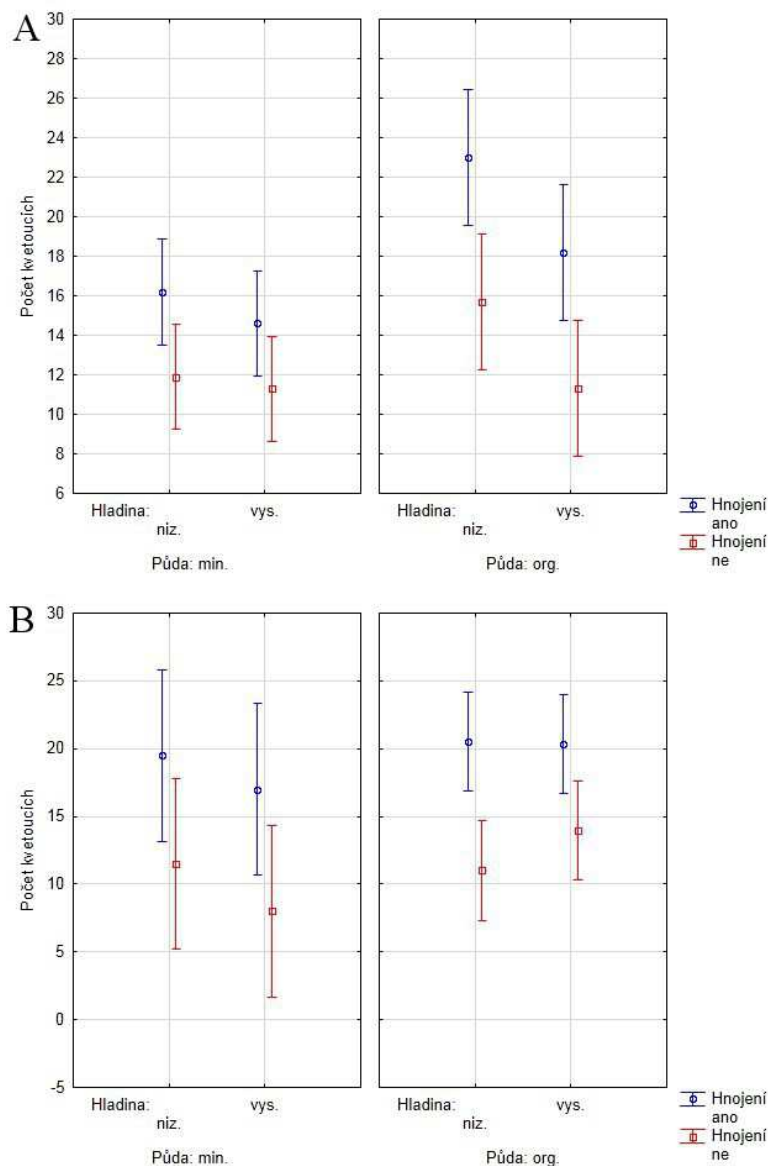
Obr. č. 4. 3. Sušina biomasy ostatních druhů v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

Na obr. č. 4. 4. je znázorněna hmotnost jedné odnože v nádobovém pokuse. V minerální půdě byl zjištěn průkazný vliv hnojení na jaře. Do letního odběru se vliv hnojení zmenšil a nebyl již statisticky průkazný. Jinou dynamiku měl vliv hnojení při nízké vodní hladině. Projevil se pouze v organické půdě v letním období.



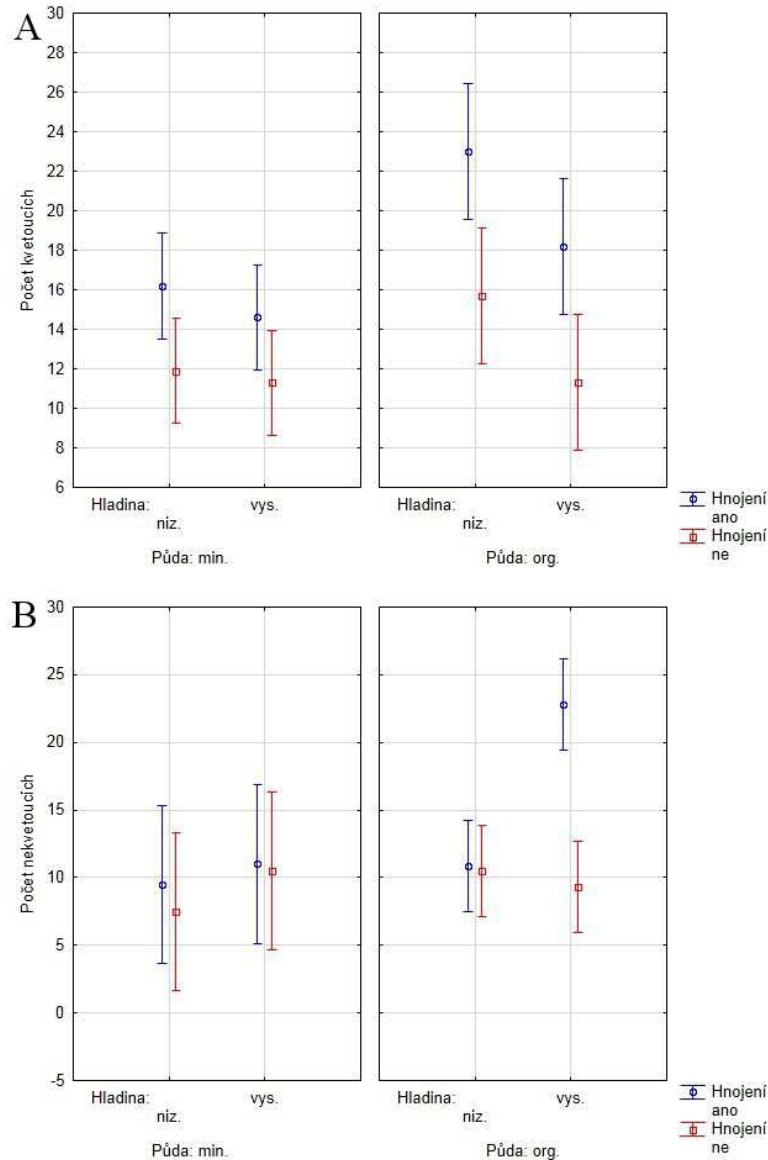
Obr. č. 4. 4. Hmotnost 1 odnože v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

Na obr. č. 4. 5. je znázorněn počet kvetoucích odnoží v nádobovém pokuse. V minerální půdě nebyl žádný průkazný vliv hnojení. Průkazný vliv hnojení nastal pouze v létě, v organické půdě, při nízké hladině vody.



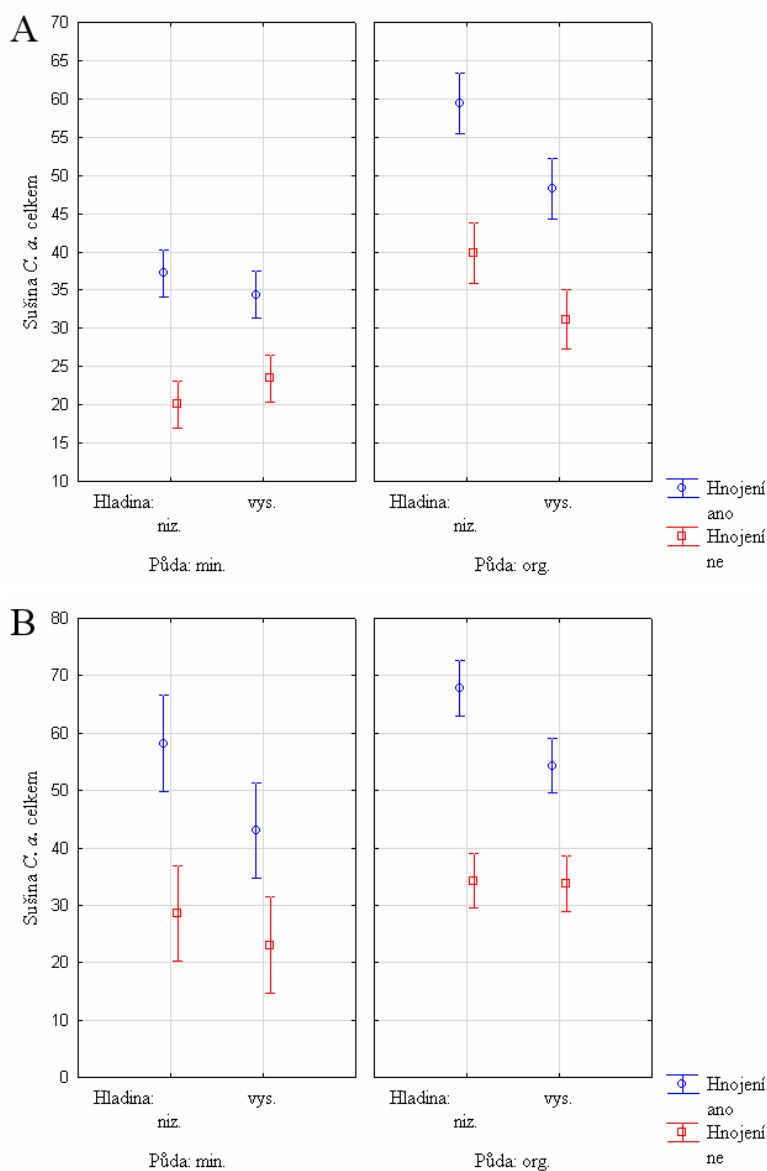
Obr. č. 4. 5. Počet kvetoucích odnoží v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

Na obr. č. 4. 6. je znázorněn počet nekvetoucích odnoží v nádobovém pokuse. Stejně jako u předchozího obrázku, zde není velmi průkazný vliv hnojení. Jediný průkazný vliv nastal v létě, v organické půdě, při vysoké hladině hnojení.



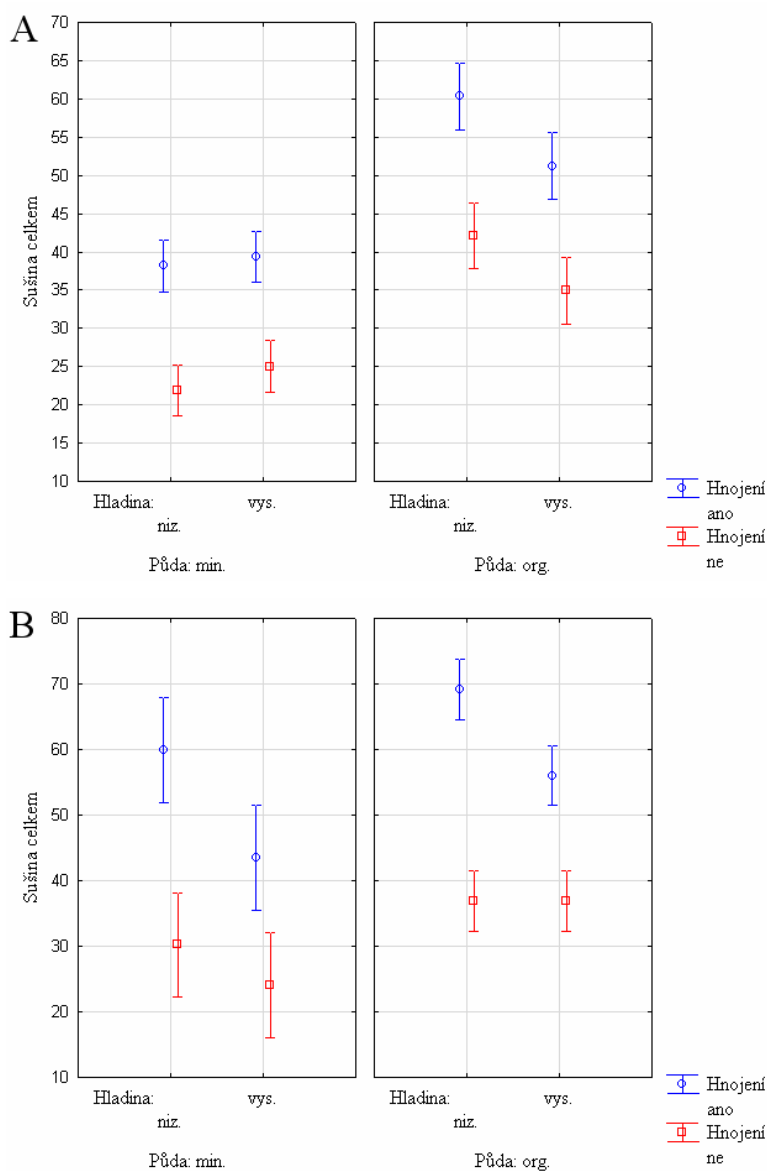
Obr. č. 4. 6. Počet nekvetoucích odnoží v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

Obr. č. 4. 7. znázorňuje celkovou sušinu nadzemní biomasy *C. acuta* celkem v nádobovém pokuse. V minerální půdě při vysoké i nízké hladině je průkazný vliv hnojení na jaře, v létě je tento vliv průkazný pouze při nízké hladině vody. V organické půdě je vliv hnojení průkazný, jak při nízké, tak při vysoké hladině vody na jaře i v létě.



Obr. č. 4. 7. Celková sušina nadzemní biomasy *C. acuta* celkem v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

Obr. č. 4. 8. znázorňuje sušinu biomasy celkem v nádobovém pokuse. Průkazný vliv hnojení nastal ve všech případech, jak v minerální, tak v organické půdě, při nízké i vysoké hladině vody.



Obr. č. 4. 8. Sušina biomasy celkem v nádobovém pokuse v jarním (A) a letním (B) období. Legenda: min. – minerální půda, org. – organická půda, niz. – nízká hladina vody, vys. – vysoká hladina vody

5. Diskuse

5. 1. Východiska pokusu

Mokřadní ekosystémy jsou velmi často zatěžovány živinami. Ovšem současně s živinami na mokřadní rostliny působí celý komplex dalších faktorů, který je velmi složitý a nikdy přesně nelze určit, který konkrétní faktor kterou změnu v chování rostlin vyvolá. Proto je důležité doplnit terénní pozorování experimentem v kontrolovaných podmínkách.

Pokud jsou rostliny vystaveny dlouhodobým změnám živin a zatopení na svém stanovišti, může dojít ke změně druhového složení. Proto má největší význam studie chování dominantních druhů. Studovaná *C. acuta* je dominantní druh pro mokřady. Přirozeně se vyskytuje v podmínkách se střední až vysokou zásobou živin. Společenstvo této rostliny, ale může být dále vystaveno dalšímu zvyšování dostupnosti živin což může vést k postupnému nahrazení jiným dominantním druhem.

Zaplavení rostlin významně ovlivňuje jejich životní funkce a následně růst. Soukupová (1983) provedla studii na životní strategii u mokřadních travin. Za hlavní faktory ovlivňující růst rostlin mokřadního ekosystému považuje působení výšky hladiny vody. Ekofáze je okamžitý stav prostředí určený výškou vodní hladiny vzhledem k povrchu substrátu. Provedla pokus s cílem přesněji určit ekofázi pro mokřadní rostliny. Ekofáze rozdělila na tři: litorální (s mělkou vrstvou vody), limosní (bez vodního sloupce, s povrchem nasyceným vodou) a terestrickou (bez dominantního uplatnění vody). Zjistila, že *Carex acuta* nejlépe snáší litorální ekofázi, ale také bez problémů přežívá limosní ekofázi a krátkodobě i terestrickou.

5. 2. Porovnání s výsledky předchozích měření v nádobovém pokusu

Sychrová (2011) zjišťovala jaký má vliv hnojení na růst *C. acuta*. Zaměřila se na studium dynamiky růstu odnoží do délky. Zjistila, že hnojení mělo jen malý vliv na růst generativních odnoží. Statisticky se odlišovala pouze varianta s minerální půdou, nízkou hladinou vody a bez hnojení od varianty s organickou půdou, nízkou hladinou vody a s hnojením. U vegetativních odnoží se prokázal vliv půdy a hnojení.

Výrazný a statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn v délce odnoží rostlin v minerální půdě s nízkou hladinou vody. Nehnojené odnože pěstované v minerální půdě s nízkou vodní hladinou byly dále průkazně menší než odnože rostlin ve všech variantách s organickou půdou. Pomocí nádobového pokusu Sychrová zjistila, že hnojení nemá na růst odnoží *C. acuta* příliš velký vliv. Ovšem současně upozorňuje na to, že růst nadzemních odnoží má dvě složky: růst odnoží do délky a zvětšování počtu odnoží. Počet odnoží Sychrová neměřila, proto mohla ze svých výsledků učinit pouze dílčí závěry.

Ve své práci jsem na poznatky Sychrové navázala a doplnila je o další data, která Sychrová v předchozím roce nemohla získat. Zjistila jsem, že hnojení mělo vliv nejen na počet odnoží, ale také na hmotnost jedné odnože. Ukazuje se tedy, že růst odnoží do délky, který měřila Sychrová, nebyl příliš dobrým indikátorem vlivu hnojení na růst ostřice štíhlé.

5. 3. Porovnání výsledků s výsledky terénních měření

Terénní měření byla prováděna na Zábłatských a Hamerských loukách. Hnojení na Zábłatských loukách probíhalo od roku 2006. V letech 2006 - 2008 byla lokalita hnojena dvakrát během vegetační sezóny (Pícek a kol., 2008).

Pícek a kol. (2008) sledovali řadu rostlinných a půdních parametrů simulované eutrofizace (po dobu dvou let) dvou lokalit mokřých luk na Třeboňsku lišících se zejména obsahem půdní organické hmoty a trofií. Signifikantní vliv hnojení byl nalezen pouze na živinami chudé lokalitě s organickou půdou, a to nárůst celkových emisí oxidu uhličitého, nárůst půdní respirace měřené in situ a nárůst poměru nadzemní rostlinné biomasy : podzemní na eutrofizovaných plochách oproti kontrole. Další parametry (jako např. obsah uhlíku a dusíku v mikrobiální biomase, rychlost nitrifikace, denitrifikace, mineralizace a asimilace dusíku) stanovené v půdě z eutrofizovaných ploch se překvapivě od ploch kontrolních nelišily.

Edwards (2009) se v letech 2006-2008 zabýval výzkumem vlivu hnojení na nárůst biomasy. V roce 2007 dosahovala nadzemní primární produkce biomasy nejvyšších hodnot na plochách intenzivně hnojených (504 g.m²). Na plochách s nízkou intenzitou hnojení pak (396 g.m²) a nejmenší nadzemní biomasu měly plochy nehnojené (378 g.m²). Je pravděpodobné, že velká produkce v roce 2009 byla

umožněna díky mimořádně příznivému počasí na jaře 2009. Z práce Edwardse vyplývá, že vyšší dávka hnojení přispívala k vyšší produkci nadzemní biomasy.

Lazárková (2010) prováděla měření biomasy v této lokalitě v roce 2009. Zaznamenala nejvyšší průměrnou hmotnost biomasy výnosu (živé + mrtvé) na záblatských lokalitách intenzivně hnojených (549,13 g.m⁻²), nejméně na plochách nehnojených (483,47 g.m⁻²) a na plochách mírně hnojených pak 439,25 g.m⁻². Ve své práci uvádí, že nelze očekávat rozdíly v produkci biomasy mezi plochami různých variant. Uvádí, že je to z důvodu vynechání pohnojení lokality. Provedla statistický test podle kterého se skutečně neprokázal rozdíl mezi variantami.

Na lokalitě Hamr Sláma (2010) zaznamenal na intenzivně hnojených plochách 494,89 g.m⁻² biomasy, na lokalitách mírně hnojených 392,18 g.m⁻² a na lokalitách nehnojených 414,68 g.m⁻². Na jeho plochách narostlo méně biomasy než na Záblatských loukách. Tento jev si vysvětluje rozdílnými stanovištními a půdními podmínkami. Na Hamerských loukách je totiž půda minerální a na Záblatských loukách organická. Navíc Hamerské louky jsou často postihovány záplavami. Prováděné hnojení tedy nemá takový účinek, protože s odcházející vodou odcházejí i živiny v ní rozpuštěné.

Dosud provedená měření podporují pohled, že lokalita s organickou půdou (Záblatské louky) je citlivější na přidání hnojiv, než lokalita s minerální půdou (Hamr). Předběžné výsledky uhlíkové bilance nasvědčují tomu, že na Hamerských loukách je množství ztrát uhlíku v podobě CO₂ podobné jako množství CO₂ fixované rostlinami, tedy že uhlíková bilance je vyrovnaná, a to u kontrolní varianty bez hnojení i u varianty s vysokým hnojením. Záblatské louky ještě stále fungují jako uhlíkové úložiště, ale se stoupajícím hnojením dochází k poklesu jeho kapacity. To je ve shodě s výsledky půdní respirace a mikrobiálními studii. Tyto výsledky rovněž podporují naši hlavní hypotézu, že nárůst živin bude silněji ovlivňovat rašelinné půdy než půdy minerální (Edwards, 2009). Získané výsledky rovněž podporují tvrzení, že aplikace hnojení dosud nebyla dostatečně dlouhá pro významný efekt. Je obvyklé, že efekty na rostlinnou produkci a diverzitu pouze po 4 a více letech po přidání živin.

6. Závěr

Diplomová práce je součástí projektu GAČR 526/09/1545 Význam nově asimilovaného uhlíku pro interakce s půdou v mokřadních travinných ekosystémech v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí, který se soustřeďuje na účinky eutrofizace na vybraných mokřích loukách s minerální nebo organickou půdou v Třeboňské biosférické rezervaci. Cílem práce bylo zjistit, jak *C. acuta* reaguje v kontrolovaných podmínkách na různou hladinu hnojení a míru zaplavení.

- Uspořádání nádobového pokusu zahrnovalo dva druhy půd (organická a minerální), dvě úrovně vodní hladiny (vysoká a nízká) a dvě úrovně hnojení (bez hnojení a s vysokým hnojením).
- Jednorozměrné výsledky statistické analýzy prokázaly vliv některých efektů na růstové charakteristiky. Vliv období odběru ovlivnil hmotnost živé sušiny *C. acuta* a hmotnost jedné odnože *C. acuta*. Druh půdy ovlivnil počet kvetoucích odnoží, hmotnost živé sušiny *C. acuta* i sušinu odumřelé *C. acuta*. Výše hladiny ovlivnila sušinu živé a odumřelé *C. acuta* a také hmotnost jedné odnože. Hnojení mělo vliv na počet kvetoucích a nekvetoucích odnoží, dále na sušinu živé a odumřelé *C. acuta* a hmotnost jedné odnože *C. acuta*.
- Z interakcí dvou faktorů byly nejzajímavější interakce spojené s obdobím odběru. Období odběru s půdou a období odběru s výškou hladiny ovlivnilo růst *C. acuta* ve stejných parametrech.

7. Literatura

BRADY, N. C., WEIL, R. R. (2002): Nature and properties of soils. Thirteenth edition, Prentice Hall, New Persey.

BRINKMAN, R., VAN DIEPEN, C. A. (1995): Mineral soils. In: Patten B. C. (1990): Wetlands and shallow continetal water bodies. Natural and human relationships. SPB Academic Publishing bv, The Hague,130 s.

BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M., MAROŠ, B. (2010): Průvodce základními statistickými metodami. Grada Publishing a.s. ISBN 8024732432, 272 s.

ČÍŽKOVÁ, H. (2006): Faktory ovlivňující dynamiku porostů rákosu obecného v kulturní krajině. [Habilitation práce] Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita. České Budějovice, 53 s.

ČÍŽKOVÁ, H., ŠANTRŮČKOVÁ, H. (2006): Procesy spojené s eutrofizací mokřadů. Živa 5/2006. 201-204 s.

DENMEAD, O. T., RAUPACH, M. R. (1993): Agricultural Ecosystem Effects on Trace Gases and Global Climate Change. American Society of Agronomy 55: 19-43

DUŠEK, J., VAVRUŠKOVÁ, M., ČÍŽKOVÁ, H. (2008): Úloha mokřadu v uhlíkovém cyklu, In:Pithart, D., Benedová, Z., Křováková, K.: Ekosystémové služby říční nivy. – Sborník příspěvku z konference, Třeboň, Ústav systémové biologie a ekologie AVČR, 44-47 s.

DYKYJOVÁ, D., JAKRLOVÁ, J. (1989): Metody studia růstu a růstová analýza. In: Dykyjová D. a kolektiv (1989): Metody studia ekosystémů. Academia, Praha.

EDWARDS, K. (2009): Závěrečná zpráva projektu GAČR 526/06/0276 „Eutrofizace mokřých luk.

EHRlich, P., ONDR, P. (2006): Revitalizační úpravy drobných vodních toků. Jihočeská univerzita. České Budějovice.

GALATOWITSCH, S. M., WHITED, D. C., LENTIHEN, R., HUSVETH, J, SCHIK, K. (2000) The vegetation of wet meadows inrelation to their land-use. Environmental Monitoring and Assessment 60: 121-144

GERSTMEIER, R. (1994): Steinbachův velký průvodce přírodou. GeoCenter, Praha, 191 s.

GLEIXNER, G., CZIMCZIK, C. J., KAMER, CH., LÜHKER, B., SCHMIDT, M. (2001): Plant Compounds and Their Turnover and Stabilization as Soil Organic Matter, Global Biogeochemical Cycles in the Climate System, Academic Press, 201-205 s.

- HEJNÝ, S. A KOLEKTIV (2000): Rostliny vod a pobřeží. East West Publishing Company, Praha.
- HRON, F., ZEJBRLÍK, O. (1979): Rostliny luk, pastvin, vod a bažin. SPN, Praha, 423 s.
- HUDEC, K., CHYTIL, J. (1996): Historie Ramsarské konvence ve světě a u nás. Ramsarská konvence a její uplatnění v České republice. Mokřady České republiky. Sborník abstraktů z celostátního semináře k 25. výročí Ramsarské konvence. JAVA Třeboň.
- CHYTIL, J., HAKROVÁ, P., HUDEC, K., HUSÁK, Š., JANDOVÁ, J., PELLANTOVÁ, J. (1999): Mokřady České republiky – přehled vodních a mokřadních lokalit ČR. Český ramsarský výbor, Mikulov.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M. (2001): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- JAKRLOVÁ, J. (1987): Destruktivní stanovení nadzemní biomasy. In: Rychnovská, M. a kol. (1987): Metody studia travinných ekosystémů. Academia, Praha.
- JOHNSTON, C. A (1991) Sediment and nutrient retention by freshwater wetlands: effect on surface water quality. *Critical Reviews in Environmental Control* 21: 491–565
- KELLER, J. K., BRIDGHAM, S. B., CHAPIN, C. T., IVERSEN, C. M. (2005): Limited effects of six years of fertilization on carbon mineralization dynamics in a Minnesota fen. *Soil Biology & Biochemistry* 37: 1197-1204
- KENDER, J. (2000): Teoretické a praktické aspekty ekologie krajiny. Ministerstvo životního prostředí ve spolupráci s vydavatelstvím ENIGMA, s. r. o.
- KUBÁT, K. (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 927 s.
- KUBÍN, P. (1994): Změny obsahu zásobních sacharidů mokřadních rostlin na oligotrofních a eutrofních stanovištích. [Diplomová práce], Přírodovědecká fakulta, Praha.
- KRAVČÍK, M., POKORNÝ, J., KOHUTIAR, J., KOVÁČ, M., TÓTH, E. (2007): Voda pre ozdravenie klímy - Nová vodná paradigma. *Municipalia*, 93 s.
- LARCHER, W. (1988): Fyziologická ekologie rostlin. Academia, Praha.
- LINHART, J. (2004): Změna vlivů současného zemědělství na přírodní složky prostředí. In: *Ekologické zemědělství: Zemědělství v chráněných územích*. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 78 s.
- LAZÁRKOVÁ, K. (2010): Vliv minerálního hnojení na primární produkci travinného mokřadního porostu. [Bakalářská práce], Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice.

MITSCH, W. J., GOSSELINK, J. G. (2000): Wetlands, Third Edition. John Wiley & Sons, New York, 920 s.

NEČAS, J., KVĚT, J. (1966): Hodnocení produktivity rostlin a porostů metodami růstové analýsy. In: Šesták Z., Čatský J. a kol. (1966): Metody studia fotosyntetické produkce rostlin. Academia, Praha.

OORSCHOT, M. M. P. (1994): Plant production, nutrient uptake and mineralization in river marginal wetlands: the impact of nutrient additions due to former land use. In: Mitsch W.J (1994) Global Wetlands: Old World and New.Sb. 4. Mezinárodní konference o mokřadech. Elsevier. Amsterdam.

POKORNÝ, J. (1996): Rozvoj vodních makrocyt v mělkých jezerech a rybnících. In Eiselová, M. (ed.). Obnova jezerních ekosystémů – holistický přístup, odborná příručka. Wetlands International 32., 36-43.

PICEK, T., KAŠTOVSKÁ, E., EDWARDS, K., ZEMANOVÁ, K., DUŠEK, J. (2008): Short term effects of experimental eutrophication on carbon and nitrogen cycling in two types of wet grassland. Community Ecology 9: 1–8.

PŘÍBÁŇ, K., ONDOK, J. P. (1985): Heat Balance components and evapotranspiration from a sedge - grass marsh. Folia Geobot. Phytotaxon., 20: 41-56.

RICHTER, R. (1997): Půdní úrodnost. Institut výchovy a vzdělání Mze ČR, Praha.

RYBKA, V. (1996): Mokřady Střední Moravy. Sagittaria.

RYCHNOVSKÁ, M. (1985): Primární produkce a vazba sluneční energie v porostech. In: Rychnovská M, Balátová E., Úlehlová B., Pelikán J. (1985): Ekologie lučních porostů. Academia, Praha.

SLAVÍKOVÁ, J. (1986): Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

SLÁMA, M. (2010): Vliv minerálního hnojení na primární produkci travinného mokřadního porostu. [Bakalářská práce], Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice.

SMITH, V. H., TILMAN, G. D., NEKOLA, J. C. (1999): Eutrophication: Impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environmental pollution 100: (1-3), 179-196 s.

SOUKUPOVÁ, L. (1986): Studie životní strategie u mokřadních travin. [Kandidátská disertační práce], Třeboň.

STEVENSON, F. J., COLE, M. A. (1999): Cycles of Soil. John Wiley and Sons, 427 s.

SYCHROVÁ, J. (2011): Vliv dostupnosti minerálních živin a zaplavení na růst ostřice štíhlé v nádobovém pokuse. [Diplomová práce], Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice.

SYLVIA, D. M., FUHRMANN, J. J., HARTEL, P. G., ZUBERER, D. A. (1998): Principles and Applications of Soil Microbiology. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River.

ŠAFARČÍKOVÁ, S., KOUŘIL, M. (2006): Živiny v krajině. Daphne ČR - Institut aplikované ekologie, České Budějovice, 6-12 s.

ŠANTRŮČKOVÁ, H. (2001): Ekologie půdy. Biologická fakulta Jihočeské univerzity, Ústav půdní biologie AV ČR, České Budějovice.

ŠANTRŮČKOVÁ, H., PICEK, T., ŠIMEK, M., BAUER, V., KOPECKÝ, J., PECHAR, L., LUKAŘSKÁ, J., ČÍŽKOVÁ, H. (2001): Decomposition processes in soil of a healthy and a declining *Phragmites australis* stand. Aquatic Botany 69: 217-234

ŠARAPATKA, B., NIGGLI, U., A KOLEKTIV (2008): Zemědělství a krajina: cesty k vzájemnému souladu. Univerzita Palackého, Olomouc.

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

TENG, Y., BAILEY, S. E., FOSTER, N. W., HAZLETT, P. W. (2003) Response of advance regeneration to intensity of harvest and fertilization on boreal wetlands. Forestry Chronicle 79: 119 - 126

TLAPÁK, V. (1992): Činitele ovlivňující jakost vody. In: Tlapák V., Šálek J., Legát V. (1992): Voda v zemědělské krajině. Zemědělské nakladatelství Brázda ve spolupráci s MŽP ČR, Praha.

ÚLEHLOVÁ, B. (1989): Koloběh dusíku v travních ekosystémech. Academia, Praha.

VENTERINK, H. O., VAN DER VLIET, R. E., WASSEN, M. J. (2001): Nutrient limitation along a productivity gradient in wet meadows. Plant and Soil 234: 171-179

VERHOEVEN, J. T. A., KOERSELMAN, W., MEULEMAN, A. F. M. (1996): Nitrogen- or phosphorus-limited growth in herbaceous, wet vegetation: relations with atmospheric inputs and management regimes. Trends in Ecology and Evolution 11: 494-497.

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

WADDINGTON, J. M., ROULET, N. T. (2000) Carbon balance of a boreal patterned peatland. Global Change Biology 6: 87-96

ZÁVODSKÁ, Z. (1990): Primární produkce chřastice rákosovité v nivě horního toku Lužnice. [Diplomová práce.] České Budějovice, katedra rostlinné výroby AF Vysoká škola Zemědělská v Praze, 37 s.

8. Přílohy

8. 1 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 11. 5. 2011
8. 2 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 18. 5. 2011
8. 3 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 11. 7. 2011
8. 4 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 16. 7. 2011
8. 5 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 11. 7. 2011
8. 6 Popisné statistiky pro počet kvetoucích odnoží v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 7 Popisné statistiky pro počet nekvetoucích odnoží v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 8 Popisné statistiky pro počet kvetoucích a nekvetoucích odnoží celkem v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 9 Popisné statistiky pro živou sušinu *C. acuta* odnoží v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 10 Popisné statistiky pro odumřelou sušinu *C. acuta* v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 11 Popisné statistiky pro sušinu ostatních druhů v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 12 Popisné statistiky pro celkovou sušinu v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 13 Popisné statistiky pro hmotnost 1 odnože v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 14 Popisné statistiky pro počet kvetoucích odnoží v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou
8. 15 *C. acuta* před sklizní
8. 16 Uspořádání nádob v bazénu
8. 17 Uspořádání nádob v bazénu
8. 18 Přehled všech nádrží
8. 19 Přehled všech nádrží

Příloha č. 8. 1 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 11.5.2011.

min - minerální půda, niz - nízká hladina vody, vys - vysoká hladina vody, *C.a.* - *Carex acuta*

Označení		Varianta			Počet živých odnoží			Sušina (g)				
Č. bazénu	Č. květináče	Půda	Hladina	Hnojení	Kvetoucích	Nekvetoucích	Celkem	Živá <i>C. a.</i>	Odumřelá <i>C.a.</i>	<i>C. a.</i> celkem	Ostatní druhy	Sušina celkem
11	8	min	niz	ano	13	21	34	18,47	13,08	31,55	0,77	32,32
8	6	min	niz	ano	17	25	42	22,41	21,85	44,26	0,61	44,87
11	9	min	niz	ano	22	21	43	19,28	23,96	43,24	0,90	44,14
11	10	min	niz	ano	22	25	47	21,45	18,11	39,56	0,25	39,81
14	7	min	niz	ne	12	13	25	8,90	12,35	21,25	0,08	21,33
4	9	min	niz	ne	9	11	20	7,82	11,90	19,72	2,29	22,01
14	8	min	niz	ne	13	10	23	9,18	7,82	17,00	0,29	17,29
14	10	min	niz	ne	13	8	21	8,61	9,64	18,25	1,63	19,88
16	6	min	vys	ano	14	13	27	15,16	19,06	34,22	11,68	45,90
12	10	min	vys	ano	15	16	31	15,91	22,16	38,07	3,30	41,37
16	9	min	vys	ano	14	11	25	13,76	15,61	29,37	4,63	34,00
16	10	min	vys	ano	14	18	32	17,31	17,48	34,79	5,55	40,34
13	8	min	vys	ne	10	4	14	6,91	10,09	17,00	3,81	20,81
2	9	min	vys	ne	12	11	23	12,20	16,75	28,95	0,51	29,46
13	9	min	vys	ne	11	19	30	11,79	16,51	28,30	1,83	30,13
13	10	min	vys	ne	11	8	19	7,09	11,37	18,46	0,40	18,86

Příloha č. 8. 2 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 18. 5. 2011.

min - minerální půda, niz - nízká hladina vody, vys - vysoká hladina vody, *C.a.* - *Carex acuta*

Označení		Varianta			Počet živých odnoží			Sušina (g)				
Č. bazénu	Č. květináče	Půda	Hladina	Hnojení	Kvetoucích	Nekvetoucích	Celkem	Živá <i>C. a.</i>	Odumřelé <i>C. a.</i>	<i>C. a.</i> celkem	Ostatní druhy	Sušina celkem
13	8	min.	vys.	ne	15	10	25	12,69	10,68	23,37	0,64	24,01
2	9	min.	vys.	ne	8	10	18	8,66	13,73	22,39	0,60	22,99
11	8	min.	niz.	ano	24	20	44	23,76	20,41	44,17	1,37	45,54
8	6	min.	niz.	ano	12	10	22	16,12	19,58	35,70	0,70	36,40
14	7	min.	niz.	ne	11	14	25	8,31	10,23	18,54	0,97	19,51
4	9	min.	niz.	ne	14	12	26	9,41	14,51	23,92	3,36	27,28
16	6	min.	vys.	ano	16	10	26	13,07	15,89	28,96	8,62	37,58
12	10	min.	vys.	ano	12	13	25	16,23	21,87	38,10	1,77	39,87
13	9	min.	vys.	ne	10	8	18	8,11	13,26	21,37	1,82	23,19
13	10	min.	vys.	ne	18	14	32	12,03	16,19	28,22	1,47	29,69
11	9	min.	niz.	ano	13	19	32	15,95	15,39	31,34	0,72	32,06
11	10	min.	niz.	ano	13	18	31	16,04	19,01	35,05	1,82	36,87
14	8	min.	niz.	ne	12	11	23	9,47	7,26	16,73	4,26	20,99
14	10	min.	niz.	ne	17	10	27	10,14	12,41	22,55	1,47	24,02
16	9	min.	vys.	ano	20	8	28	19,86	18,54	38,40	9,40	47,80
16	10	min.	vys.	ano	12	15	27	21,77	17,81	39,58	0,07	39,65
2	8	min.	vys.	ne	10	15	25	10,25	13,54	23,79	3,71	27,50
2	10	min.	vys.	ne	8	9	17	7,93	14,81	22,74	0,65	23,39
4	7	min.	niz.	ne	11	17	28	10,31	14,11	24,42	3,48	27,90
4	10	min.	niz.	ne	7	9	16	7,53	10,76	18,29	0,66	18,95
8	9	min.	niz.	ano	15	14	29	15,54	23,02	38,56	1,79	40,35
8	10	min.	niz.	ano	11	7	18	12,62	15,88	28,50	1,01	29,51
12	5	min.	vys.	ano	13	13	26	13,46	16,89	30,35	3,97	34,32
12	7	min.	vys.	ano	16	9	25	14,08	17,80	31,88	0,84	32,72

Příloha č. 8. 3 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 11. 7. 2011.

min - minerální půda, niz - nízká hladina vody, vys - vysoká hladina vody, *C.a.* - *Carex acuta*

Označení		Varianta			Počet živých odnoží			Sušina (g)				
Č. bazénu	Č. květináče	Půda	Hladina	Hnojení	Kvetoucích	Nekvetoucích	Celkem	Živá <i>C. a.</i>	Odumřelá <i>C. a.</i>	<i>C. a.</i> celkem	Ostatní druhy	Sušina celkem
2	7	min.	vys.	ne	6	14	20	9,07	12,40	21,47	0,61	22,08
2	9	min.	vys.	ne	10	7	17	9,58	15,01	24,59	1,41	26,00
4	7	min.	niz.	ne	12	8	20	11,17	16,51	27,68	1,45	29,13
4	10	min.	niz.	ne	11	7	18	11,30	18,19	29,49	1,81	31,30
8	8	min.	niz.	ano	19	11	30	27,26	27,89	55,15	2,17	57,32
8	9	min.	niz.	ano	20	8	28	29,64	31,67	61,31	1,12	62,43
12	7	min.	vys.	ano	15	10	25	21,28	22,34	43,62	0,40	44,02
12	8	min.	vys.	ano	19	12	31	27,97	14,49	42,46	0,44	42,90

Příloha č. 8. 4 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 16. 7. 2011.

org - organická půda, niz - nízká hladina vody, vys - vysoká hladina vody, *C.a.* - *Carex acuta*

Označení		Varianta			Počet živých odnoží			Sušina (g)				
Č. bazénu	Č. květináče	Půda	Hladina	Hnojení	Kvetoucích	Nekvetoucích	Celkem	Živá <i>C. a.</i>	Odumřelá <i>C. a.</i>	<i>C.a.</i> celkem	Ostatní druhy	Sušina celkem
1	2	org.	niz.	ne	23	8	31	17,21	29,88	47,09	6,14	53,23
1	4	org.	niz.	ne	14	11	25	13,08	26,95	40,03	3,09	43,12
1	6	org.	niz.	ne	20	5	25	11,23	26,87	38,10	0,63	38,73
3	7	org.	vys.	ano	18	15	33	20,52	36,30	56,82	3,03	59,85
3	8	org.	vys.	ano	24	9	33	20,31	31,87	52,18	6,24	58,42
3	10	org.	vys.	ano	19	8	27	16,39	31,99	48,38	0,98	49,36
5	2	org.	vys.	ne	9	8	17	7,24	20,66	27,90	4,20	32,10
5	3	org.	vys.	ne	8	9	17	5,33	26,44	31,77	3,12	34,89
5	5	org.	vys.	ne	10	7	17	6,41	23,55	29,96	2,06	32,02
6	8	org.	niz.	ne	13	12	25	7,41	24,28	31,69	1,83	33,52
6	9	org.	niz.	ne	11	18	29	12,29	24,70	36,99	0,80	37,79
6	10	org.	niz.	ne	13	17	30	14,89	30,25	45,14	1,03	46,17
7	4	org.	niz.	ano	34	24	58	30,39	40,10	70,49	1,87	72,36
7	9	org.	niz.	ano	23	20	43	25,03	35,33	60,36	0,34	60,70
7	10	org.	niz.	ano	21	17	38	22,76	34,90	57,66	0,98	58,64
9	1	org.	vys.	ne	8	11	19	8,53	18,68	27,21	5,08	32,29
9	5	org.	vys.	ne	22	5	27	12,77	24,92	37,69	5,65	43,34
9	7	org.	vys.	ne	11	9	20	9,20	23,41	32,61	2,25	34,86
10	1	org.	vys.	ano	11	19	30	12,70	31,37	44,07	2,68	46,75
10	2	org.	vys.	ano	20	9	29	18,43	29,70	48,13	2,10	50,23
10	6	org.	vys.	ano	17	8	25	14,30	25,74	40,04	2,78	42,82
15	2	org.	niz.	ano	21	20	41	24,53	28,72	53,25	1,24	54,49
15	3	org.	niz.	ano	13	16	29	14,61	37,13	51,74	0,46	52,20
15	4	org.	niz.	ano	26	16	42	19,82	43,13	62,95	0,67	63,62

Příloha č. 8. 5 Počty odnoží a sušina rostlin v nádobovém pokuse dne 11. 7. 2011.

org - organická půda, niz - nízká hladina vody, vys - vysoká hladina vody, *C.a.* - *Carex acuta*

Označení		Varianta			Počet živých odnoží			Sušina (g)				
Č. bazénu	Č. květináče	Půda	Hladina	Hnojení	Kvetoucích	Nekvetoucích	Celkem	Živá <i>C. a.</i>	Odumřelá <i>C. a.</i>	<i>C. a.</i> celkem	Ostatní druhy	Sušina celkem
1	2	org.	niz.	ne	14	16	30	13,68	23,43	37,11	4,22	41,33
1	4	org.	niz.	ne	5	11	16	10,72	27,55	38,27	4,78	43,05
1	6	org.	niz.	ne	15	12	27	10,21	21,43	31,64	2,14	33,78
3	7	org.	vys.	ano	33	27	60	35,78	31,82	67,60	0,87	68,47
3	8	org.	vys.	ano	14	18	32	24,12	27,18	51,30	2,60	53,90
3	10	org.	vys.	ano	20	18	38	24,85	24,75	49,60	2,75	52,35
5	2	org.	vys.	ne	11	7	18	11,33	17,36	28,69	3,20	31,89
5	3	org.	vys.	ne	13	10	23	12,58	27,37	39,95	2,51	42,46
5	5	org.	vys.	ne	18	6	24	11,82	20,55	32,37	3,58	35,95
6	8	org.	niz.	ne	9	11	20	13,12	23,59	36,71	1,37	38,08
6	9	org.	niz.	ne	11	5	16	13,15	22,17	35,32	0,71	36,03
6	10	org.	niz.	ne	12	8	20	9,77	16,89	26,66	2,57	29,23
7	4	org.	niz.	ano	17	10	27	26,46	28,03	54,49	3,23	57,72
7	9	org.	niz.	ano	17	8	25	22,90	46,76	69,66	0,52	70,18
7	10	org.	niz.	ano	24	13	37	28,50	42,53	71,03	1,31	72,34
9	1	org.	vys.	ne	17	9	26	12,24	24,23	36,47	3,90	40,37
9	5a	org.	vys.	ne	11	9	20	11,79	19,64	31,43	3,43	34,86
9	5b	org.	vys.	ne	14	15	29	11,03	22,06	33,09	3,05	36,14
10	1	org.	vys.	ano	24	33	57	26,35	27,64	53,99	2,30	56,29
10	2	org.	vys.	ano	14	24	38	23,16	29,79	52,95	1,12	54,07
10	6	org.	vys.	ano	17	17	34	21,89	28,69	50,58	0,49	51,07
15	2	org.	niz.	ano	20	14	34	36,70	41,43	78,13	0,29	78,42
15	3	org.	niz.	ano	20	12	32	28,91	43,83	72,74	0,68	73,42
15	4	org.	niz.	ano	25	8	33	25,79	35,43	61,22	1,34	62,56

Příloha č. 8. 6 Popisné statistiky pro počet kvetoucích odnoží v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Počet kvetoucích odnoží				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	16	4,8	1,5	12,8	19,6
J	min.	niz.	ne	10	12	2,7	0,9	9,9	13,9
J	min.	vys.	ano	10	15	2,4	0,7	12,9	16,3
J	min.	vys.	ne	10	11	3,1	1,0	9,1	13,5
J	org.	niz.	ano	6	23	6,9	2,8	15,8	30,2
J	org.	niz.	ne	6	16	4,7	1,9	10,7	20,6
J	org.	vys.	ano	6	18	4,3	1,7	13,7	22,6
J	org.	vys.	ne	6	11	5,4	2,2	5,7	17,0
L	min.	niz.	ano	2	20				
L	min.	niz.	ne	2	12				
L	min.	vys.	ano	2	17				
L	min.	vys.	ne	2	8				
L	org.	niz.	ano	6	21	3,4	1,4	16,9	24,1
L	org.	niz.	ne	6	11	3,6	1,5	7,2	14,8
L	org.	vys.	ano	6	20	7,3	3,0	12,7	28,0
L	org.	vys.	ne	6	14	3,0	1,2	10,9	17,1

Příloha č. 8. 7 Popisné statistiky pro počet nekvetoucích odnoží v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Počet nekvetoucích odnoží				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	18	6,0	1,9	14	22
J	min.	niz.	ne	10	12	2,6	0,8	10	13
J	min.	vys.	ano	10	13	3,2	1,0	10	15
J	min.	vys.	ne	10	11	4,2	1,3	8	14
J	org.	niz.	ano	6	19	3,1	1,3	16	22
J	org.	niz.	ne	6	12	5,0	2,1	7	17
J	org.	vys.	ano	6	11	4,6	1,9	7	16
J	org.	vys.	ne	6	8	2,0	0,8	6	10
L	min.	niz.	ano	2	10				
L	min.	niz.	ne	2	8				
L	min.	vys.	ano	2	11				
L	min.	vys.	ne	2	11				
L	org.	niz.	ano	6	11	2,6	1,0	8	14
L	org.	niz.	ne	6	11	3,7	1,5	7	14
L	org.	vys.	ano	6	23	6,4	2,6	16	30
L	org.	vys.	ne	6	9	3,1	1,3	6	13

Příloha č. 8. 8 Popisné statistiky pro počet kvetoucích a nekvetoucích odnoží celkem v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Počet kvetoucích a nekvetoucích odnoží celkem				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	34	9,7	3,1	27	41
J	min.	niz.	ne	10	23	3,6	1,1	21	26
J	min.	vys.	ano	10	27	2,5	0,8	25	29
J	min.	vys.	ne	10	22	5,9	1,9	18	26
J	org.	niz.	ano	6	42	9,4	3,8	32	52
J	org.	niz.	ne	6	28	2,8	1,1	25	30
J	org.	vys.	ano	6	30	3,2	1,3	26	33
J	org.	vys.	ne	6	20	3,9	1,6	15	24
L	min.	niz.	ano	2	29				
L	min.	niz.	ne	2	19				
L	min.	vys.	ano	2	28				
L	min.	vys.	ne	2	19				
L	org.	niz.	ano	6	31	4,5	1,8	27	36
L	org.	niz.	ne	6	22	5,8	2,4	15	28
L	org.	vys.	ano	6	43	12,1	5,0	30	56
L	org.	vys.	ne	6	23	4,0	1,6	19	28

Příloha č. 8. 9 Popisné statistiky pro živou sušinu *C. a.* v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Sušina živé <i>C. a.</i> (g)				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	18,2	3,5	1,1	15,6	20,7
J	min.	niz.	ne	10	9,0	0,9	0,3	8,3	9,6
J	min.	vys.	ano	10	16,1	2,9	0,9	14,0	18,1
J	min.	vys.	ne	10	9,8	2,3	0,7	8,1	11,4
J	org.	niz.	ano	6	22,9	5,3	2,2	17,3	28,4
J	org.	niz.	ne	6	12,7	3,3	1,4	9,2	16,2
J	org.	vys.	ano	6	17,1	3,2	1,3	13,7	20,5
J	org.	vys.	ne	6	8,2	2,6	1,1	5,5	11,0
L	min.	niz.	ano	2	28,5				
L	min.	niz.	ne	2	11,2				
L	min.	vys.	ano	2	24,6				
L	min.	vys.	ne	2	9,3				
L	org.	niz.	ano	6	28,2	4,7	1,9	23,3	33,1
L	org.	niz.	ne	6	11,8	1,7	0,7	10,0	13,6
L	org.	vys.	ano	6	26,0	5,0	2,0	20,8	31,3
L	org.	vys.	ne	6	11,8	0,6	0,2	11,2	12,4

Příloha č. 8. 10 Popisné statistiky pro odumřelou sušinu *C. a.* v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Sušina odumřelé <i>C.a.</i> (g)				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	19,0	3,5	1,1	16,5	21,5
J	min.	niz.	ne	10	11,1	2,4	0,8	9,4	12,8
J	min.	vys.	ano	10	18,3	2,2	0,7	16,7	19,9
J	min.	vys.	ne	10	13,7	2,4	0,8	12,0	15,4
J	org.	niz.	ano	6	36,6	4,9	2,0	31,4	41,7
J	org.	niz.	ne	6	27,2	2,5	1,0	24,5	29,8
J	org.	vys.	ano	6	31,2	3,4	1,4	27,6	34,8
J	org.	vys.	ne	6	22,9	2,8	1,2	20,0	25,9
L	min.	niz.	ano	2	29,8				
L	min.	niz.	ne	2	17,4				
L	min.	vys.	ano	2	18,4				
L	min.	vys.	ne	2	13,7				
L	org.	niz.	ano	6	39,7	6,8	2,8	32,5	46,8
L	org.	niz.	ne	6	22,5	3,5	1,4	18,9	26,2
L	org.	vys.	ano	6	28,3	2,4	1,0	25,8	30,8
L	org.	vys.	ne	6	21,9	3,5	1,4	18,1	25,6

Příloha č. 8. 11 Popisné statistiky pro sušinu *C. a.* celkem v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Sušina <i>C. a.</i> celkem (g)				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	37,2	5,7	1,8	33,1	41,3
J	min.	niz.	ne	10	20,1	2,8	0,9	18,1	22,1
J	min.	vys.	ano	10	34,4	4,1	1,3	31,5	37,3
J	min.	vys.	ne	10	23,5	4,1	1,3	20,5	26,4
J	org.	niz.	ano	6	59,4	6,9	2,8	52,2	66,6
J	org.	niz.	ne	6	39,8	5,6	2,3	33,9	45,7
J	org.	vys.	ano	6	48,3	5,9	2,4	42,1	54,5
J	org.	vys.	ne	6	31,2	3,8	1,6	27,2	35,2
L	min.	niz.	ano	2	58,2				
L	min.	niz.	ne	2	28,6				
L	min.	vys.	ano	2	43,0				
L	min.	vys.	ne	2	23,0				
L	org.	niz.	ano	6	67,9	8,5	3,5	58,9	76,8
L	org.	niz.	ne	6	34,3	4,4	1,8	29,7	38,9
L	org.	vys.	ano	6	54,3	6,7	2,7	47,3	61,4
L	org.	vys.	ne	6	33,7	4,0	1,6	29,5	37,8

Příloha č. 8. 12 Popisné statistiky pro sušinu ostatních druhů v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Sušina ostatních druhů (g)				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	0,99	0,51	0,16	0,63	1,36
J	min.	niz.	ne	10	1,85	1,45	0,46	0,81	2,89
J	min.	vys.	ano	10	4,98	3,85	1,22	2,23	7,74
J	min.	vys.	ne	10	1,54	1,29	0,41	0,62	2,46
J	org.	niz.	ano	6	0,93	0,57	0,23	0,33	1,52
J	org.	niz.	ne	6	2,25	2,11	0,86	0,04	4,47
J	org.	vys.	ano	6	2,97	1,76	0,72	1,12	4,82
J	org.	vys.	ne	6	3,73	1,49	0,61	2,16	5,29
L	min.	niz.	ano	2	1,65				
L	min.	niz.	ne	2	1,63				
L	min.	vys.	ano	2	0,42				
L	min.	vys.	ne	2	1,01				
L	org.	niz.	ano	6	1,23	1,07	0,44	0,11	2,35
L	org.	niz.	ne	6	2,63	1,59	0,65	0,96	4,30
L	org.	vys.	ano	6	1,69	0,98	0,40	0,66	2,71
L	org.	vys.	ne	6	3,28	0,48	0,20	2,78	3,78

Příloha č. 8. 13 Popisné statistiky pro celkovou sušinu v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Úroveň faktoru					Sušina celkem (g)				
Období	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	38,2	5,7	1,8	34,1	42,3
J	min.	niz.	ne	10	21,9	3,5	1,1	19,4	24,4
J	min.	vys.	ano	10	39,4	5,0	1,6	35,8	42,9
J	min.	vys.	ne	10	25,0	4,0	1,2	22,2	27,8
J	org.	niz.	ano	6	60,3	7,2	2,9	52,8	67,9
J	org.	niz.	ne	6	42,1	7,0	2,9	34,7	49,4
J	org.	vys.	ano	6	51,2	6,7	2,7	44,3	58,2
J	org.	vys.	ne	6	34,9	4,3	1,8	30,4	39,5
L	min.	niz.	ano	2	59,9				
L	min.	niz.	ne	2	30,2				
L	min.	vys.	ano	2	43,5				
L	min.	vys.	ne	2	24,0				
L	org.	niz.	ano	6	69,1	7,6	3,1	61,1	77,1
L	org.	niz.	ne	6	36,9	5,1	2,1	31,6	42,2
L	org.	vys.	ano	6	56,0	6,3	2,6	49,4	62,7
L	org.	vys.	ne	6	36,9	3,8	1,6	32,9	41,0

Příloha č. 8. 14 Popisné statistiky pro hmotnost 1 odnože v nádobovém pokuse s ostřicí štíhlou.

J - jaro, L - léto, min. - minerální půda, org. - organická půda, N - počet opakování

Období	Úroveň faktoru				Hmotnost 1 odnože (g)				
	Půda	Hladina vody	Hnojení	N	Průměr	SD	SE	-95%	95%
J	min.	niz.	ano	10	0,55	0,09	0,03	0,48	0,62
J	min.	niz.	ne	10	0,39	0,04	0,01	0,36	0,42
J	min.	vys.	ano	10	0,59	0,10	0,03	0,52	0,66
J	min.	vys.	ne	10	0,45	0,06	0,02	0,41	0,49
J	org.	niz.	ano	6	0,55	0,05	0,02	0,49	0,60
J	org.	niz.	ne	6	0,46	0,09	0,04	0,36	0,55
J	org.	vys.	ano	6	0,58	0,08	0,03	0,50	0,66
J	org.	vys.	ne	6	0,42	0,06	0,02	0,35	0,48
L	min.	niz.	ano	2	0,98				
L	min.	niz.	ne	2	0,59				
L	min.	vys.	ano	2	0,88				
L	min.	vys.	ne	2	0,51				
L	org.	niz.	ano	6	0,91	0,12	0,05	0,78	1,03
L	org.	niz.	ne	6	0,58	0,17	0,07	0,40	0,75
L	org.	vys.	ano	6	0,62	0,10	0,04	0,52	0,72
L	org.	vys.	ne	6	0,52	0,09	0,04	0,42	0,61

Příloha č. 8. 15. *C. acuta* před sklizní



Příloha č. 8. 16. Uspořádání nádob v bazénu



Příloha č. 8. 17. Uspořádání nádob v bazénu



Příloha č. 8. 18. Přehled všech bazénů



Příloha č. 8. 19. Přehled všech bazénů

