

1. Úvod

Louky mají ve střední Evropě mezi ostatními ekosystémy, které si zasluhují ochranu, poněkud zvláštní postavení. Jedná se o druhově bohatá společenstva, která byla formována poměrně nedávno v důsledku lidské činnosti. Během Atlantiku (6 500 - 4 800 př.n.l.), kdy podnebí nabylo oceánského charakteru začal neolitický člověk odlesňováním výrazně měnit ráz krajiny a přerušil tak přirozený trend rozvoje lesů ve střední Evropě. Na odlesněných místech vznikaly pastviny, na kterých mnohé druhy našly vhodné podmínky (Rychnovská 1993, Březovják et Jankovská 2007). Otevření krajiny, rozvoj zemědělství, stěhování velkých skupin obyvatelstva a rostoucí význam obchodu s domestikovanými zvířaty v neolitu podporovali další šíření lučních a stepních druhů z teplejších oblastí, ale i odjinud. Střední Evropa a zvláště pak její jihovýchodní část se tak stala významnou křižovatkou rostlinných a živočišných migrací. V této době se zřejmě z větší části zformoval zásobník druhů (species pool) přirozené vegetace.

Klasické louky, tak jak je chápeme dnes tj. sečně využívané travní porosty se specifickým druhovým složením, mohly vznikat nejdříve v době železné, protože do té doby nebyl znám nástroj, kterým by bylo možné travní porost rychle a efektivně sklízet. První kosa se u nás objevují teprve zhruba kolem roku 500 př.n.l. (Buček 2000).

Velké změny v původním obhospodařování luk nastaly v 20. století spolu s rychlou intenzifikací zemědělství. Po roce 1948 dochází v Československé republice k radikální kolektivizaci, vytvářejí se velké půdní celky a intenzivním hospodařením dochází k poklesu rozlohy trvalých travních porostů (Mládek et al. 2002). Největší a proto velmi cenné komplexy druhově bohatých suchých luk se nachází v Chráněné krajinné oblasti Bílé Karpaty. Po roce 1984 bylo několik tisíc hektarů karpatských druhově bohatých společenstev přeměněno na ornou půdu, degradováno hnojením či ponecháno ladem a díky útlumu zemědělské výroby se výměra neobhospodařovaných ploch i v posledních desetiletí nadále zvyšovala (Mackovčín et al. 2002). Od roku 1993 je v úzké spolupráci ZO ČSOP Bílé Karpaty a Správy CHKO Bílé Karpaty řešen projekt „Obnova květnatých luk v Bílých Karpatech“, jehož hlavním cílem je vytvoření regionální semenné směsi pro Bílé Karpaty a přilehlou část Pomoraví.

Velká rozloha lučních porostů v Bílých Karpatech se nachází v lučním komplexu Čertoryje. Roste tam více než 450 druhů cévnatých rostlin, z nichž 7 druhů je v České republice kriticky ohrožených, 19 silně ohrožených a 20 ohrožených (Jongepier et Jongepierová 1990).

Nejrozšířenějším společenstvem v rezervaci Čertoryje je společenstvo asociace *Brachypodio-Molinietum*, jeho druhová bohatost se však v rámci území liší. Nejbohatší louky, až okolo osmdesáti druhů na šestnácti metrech čtverečních, se vyskytují na prudkém jihozápadním svahu nad údolím Járkovce, což jistě souvisí s orientací svahu, ale také s kvalitnější péčí, které se této části rezervace dostává.

Kosí se pečlivěji a téměř o měsíc později, než většina zbylé části rezervace to znamená až po dozrání semen i později plodících druhů. To jistě příznivě ovlivňuje vývoj a obnovu druhové skladby luční vegetace. Větší část území však zaujímají louky na severovýchodních, západních či severozápadních svazích, jejichž druhová diversita je nižší (okolo čtyřiceti až padesáti druhů na šestnácti metrech čtverečních). Tyto louky se začínají kosit už v první polovině června (Bravencová et al. 2004).

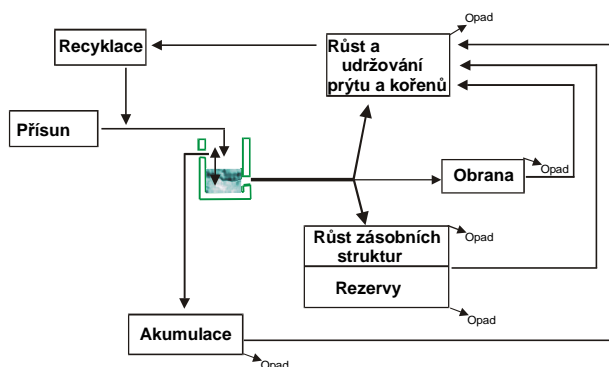
Asociace *Brachypodio-Molinietum* se od ostatních, plošně minoritně zastoupených, lučních společenstev liší velkým počtem druhů. Např. *Brachypodium pinnatum*, *Molinia arundinacea*, *Bromus erectus*, *Filipendula vulgaris*, *Cruciata glabra*, *Cirsium pannonicum*, *Sanguisorba officinalis*, *Betonica officinalis* a další (Bravencová et al. 2004).

Ke studii jsem si zvolila druh, který je na druhově bohatých loukách v Bílých Karpatech dominantní a má tak zásadní význam pro fungování celého společenstva. Bezkolenec rákosovitý (*Molinia arundinacea*) kvete v pozdním létě a je značně citlivý na kosení a pastvu (Grant et al. 1996). Na opuštěných a mírně hnojených loukách může dosáhnout pokryvnosti až 40-70%, ale to je vždy spojeno s podstatně nižší druhovou rozmanitostí (Klimeš et al. 2000). Tendence k dominanci na opuštěných loukách byla objevena na několika lokalitách, ale není jasné za jakých okolností se zvyšuje hojnost jednotlivých trav a jaký mechanismus je za to odpovědný (Klimeš et Klimešová 2002).

Hlavním tématem práce je studium zásobních sacharidů v bazálních internodiích a kořenech během roku. Většina produkčně - ekologických studií týkajících se travinných porostů bývá zaměřena na dynamiku jejich nadzemních částí a opomínají z metodických a technických důvodů podzemní části rostlin (Fiala 2005). Rostliny během života mají

k dispozici určité množství zdrojů. Jako zdroj může sloužit světlo, voda, minerální látky. Tyto zdroje rostlina získává a dále investuje do růstu, obrany před herbivory nebo mrazem, semenné produkce, na údržbu (např. dýchání) nebo je může uložit jako zásoby (Obr. 1. Chapin 1990).

Význam zásobních sacharidů nespočívá pouze ve vyživování rostliny při přežívání zimy, zaplavení nebo intenzivním jarním růstu, kdy vlastní asimilace nestačí pokrýt požadavky, ale zároveň i jako regenerační rezerva, která zásobuje rostlinu po poškození (White 1973). U studovaného druhu tedy můžeme očekávat důležitou úlohu zásobních sacharidů při regeneraci po pokosení.



Obr. 1. Možné investice uhlohydrátů v rámci rostliny Chapin et al. (1990), upraveno.

Práce probíhala na lokalitě Čertoryje v Bílých Karpatech pomocí pravidelných odběrů a laboratorní studie byla provedena v Botanickém ústavu AVČR v Třeboni.

1.1. Cíle práce:

- 1.) Jaká je dynamika zásobních látek u sledovaného druhu?
- 2.) Jaký je růst a investice biomasy do jednotlivých rostlinných orgánů v průběhu vegetační sezóny ?

2. Literární přehled

2.1. Růst a růstové formy rostlin

Růst je nejcharakterističtějším projevem života rostlin. Rozumíme jím nevratné (ireverzibilní) přibývání hmoty rostlin spojené s účinností živé protoplazmy. (Šebánek et al. 1983). Růst závisí v první řadě na zmnožení počtu buněk a na zvětšení jejich rozměrů do konečného stavu. Tyto procesy probíhají jen v úzce vymezených zónách zvaných *meristémy*. Již v embryonálním stavu se vyčleňují dva typy primárních meristémů, jeden pro růst kořenů a druhý pro růst nadzemních částí. Tyto meristémy se udržují aktivní v apikálních částech kořene a výhonku prakticky po celý život rostliny a jejich aktivita určuje architekturu rostliny. I když se rostlinné tělo skládá z několika stále se opakujících částí, v závislosti na velikosti, vytrvání a poloze těchto částí můžeme rozlišit velké množství růstových forem.

Na bělokarpatských loukách běžně najdeme rostliny s různých růstových forem: klonální vytrvalé rostliny, neklonální trvalky a monokarpické rostliny (jednoletky a dvouletky). *Molinia arundinacea* má klonální charakter růstu a je silným kompetitorem (Salim et al. 1988). Za klonální považujeme takový růst, který vede k produkci potenciálně samostatných dceřinných rostlin. Nejčastěji zastoupeným typem orgánu klonálního růstu je na bělokarpatských loukách epigeogenní oddenek s krátkými přírůstky. Druhy mající tento typ oddenku jsou navíc v louce nejhojnější. Klonální orgány neslouží jen k vegetativnímu šíření, ale nesou zásobu pupenů a asimilátů, které jsou nezbytné pro regeneraci rostlin po pokosení (Klimešová et al. in prep.). Jedna z nejčastějších strategií klonálního růstu na loukách je produkce dceřinných rostlin (klonálně vzniklých potomků) v těsné blízkosti mateřské rostliny (např. trsnaté trávy). Tato strategie se nazývá „phalanx“ (Lovett Doust 1981). Tento termín původně určený pro sevřené válečné formace středověkého Řecka, naznačuje i strategie těchto rostlin: tvoří husté neproniknutelné, ale málo pohyblivé trsy. Odstranění takových dominant může vést ke zřetelným odezvám ostatních druhů (Lepš 1999).

Potenciálně dominantní rostliny jsou obvykle větší než jejich sousedé a tudíž sečením ztrácí větší množství nadzemní biomasy. Výhoda v kompetici o světlo, kterou měly v první části sezóny, je vyvážena většími ztrátami v druhé části sezóny velkou ztrátou biomasy (ztráta kompetiční asymetrie mezi velkými a malými druhy, Shwinning et Weiner 1998). Díky potlačení potenciálních dominant kosením je možná koexistence velkého množství druhů na loukách (Klimeš in prep.).

2.2.Zásobní látky

Podle Chapina et al. (1990) rozlišujeme pět základních způsobů nakládání s asimiláty: akumulaci, tvorba rezerv, investice do obrany, investice do růstu a udržování struktur (Obr. 1). Akumulace a ukládání látek probíhá hlavně ve vakuolách a plastidech rostlinných buněk, díky čemuž jsou izolovány od jiných metabolických drah probíhající v buňce.

Ukládání zásobních látek je charakteristickou vlastností naprosté většiny rostlin (Chapin et al. 1990). Zásobní látky jsou obvykle ukládány do zásobních orgánů jako jsou hlízy, cibule, zásobní kořeny, která nacházíme pod povrchem půdy. Tím jsou chráněny před případným poškozením. Zásobní látky plní významnou funkci při intenzivním jarním růstu, regeneraci po poškození či při “nákladné” tvorbě reprodukčních orgánů.

Dostupná terénní data ukazují větší rozdíly v opětovném růstu jednotlivých rostlin po sečení. Druhy, které dosahují dominance na nesečených lukách mají také vyšší schopnost obnovy po disturbanci (např. pokosu) pomocí vegetativního růstu (Richards et Caldwell 1985). Tento regenerativní proces může být rychlejší, pokud jsou k dispozici uhlohydrátové zásoby. V poslední době byl vztah mezi opětovným růstem a akumulací uhlohydrátů předmětem otázek, protože množství rezerv není obvykle limitující pro opětovný růst rostlin (Richards et Caldwell 1985, Hogg et Lieffers 1991). Zdá se však mimo pochybnost, že přinejmenším nejranější fáze vegetativní regenerace jsou do velké míry závislé na zásobách uhlohydrátů. Velké uhlohydrátové rezervy jsou také užitečné pro přihnosené rostliny, protože během období nutričního růstu, který je

obvykle krátký, využití snadno dostupného dusíku může být limitováno uhlohydrátovou dostupností (White 1973).

Potenciálně dominantní rostliny na loukách mohou díky svému přístupu ke světlu v první části sezóny vázat asimilací více uhlíku než malé rostliny. Ne všechen uhlík je využit k růstu, část je uložena právě do podzemních zásob, díky nimž je možná regenerace po seči. Umožňuje tvorba velkých zásob uhlohydrátů u velkých druhů kompenzaci ztrát, které jim vznikají kosením?

Z hlediska fyziologické funkce lze studované sacharidy rozdělit na sacharidy - volné (to jsou metabolické intermediáty transportované rostlinou, nejčastěji fruktósa, glukóza a sacharóza) a zásobní (polysacharidy, nejčastěji škroby a polyméry fruktósy - fruktany), jejichž hlavní funkcí je dlouhodobá akumulace energie (Janeček 2001). Celkový obsah sacharidů stoupá ze zvětšováním buněk. V případě, že metabolické nároky na sacharózu jsou v daný okamžik nižší než translokované sacharózy, její část se může uložit v meristému ve formě škrobu, který v průběhu prodlužování buněk může vstupovat do metabolických drah (Kolek et al. 1988).

2.3. Vztahy lučních porostů k prostředí

Na rostliny v lučním ekosystému a jejich primární produkci působí celá řada faktorů, především v podobě limitujících zdrojů (světlo, srážky, živiny, prostor) a z toho vyplývající kompetice o ně, ale také mnohé disturbance či fluktuace podmínek prostředí (výkyvy teplot, změny dostupnosti vody, délka vegetační sezóny (Tilman 1987). Na bělokarpatkých loukách jsou to např. letní přísušky. Je nápadné, že lokality s druhově nejbohatšími lučními porosty jsou vždy orientovány k jihu. Na rozdíl od obdobných lokalit v jiných územích, je zde půda poměrně hluboká a má značnou vodní kapacitu (Klimeš in prep.).

Rovněž jemné zrnitostní složení půd na karpatském flyši, který většinou tvoří půdy s mírně odlišnou strukturou výrazně zpomaluje vysychání při vysokých letních teplotách. Přesto může v létě po pokosení horní vrstva půdy silně vysychat. Zatímco dlouhodobé sucho vede ke značné mortalitě druhů teplomilných druhů v oblastech, kde je na jižních svazích mělký půdní profil, na bělokarpatských loukách většina jedinců přežívá, byť jejich růst je v tomto období silně omezen. Mohutnější rostliny, které jsou

navíc zpravidla náročnější na přísun vody trpí v těchto podmínkách více než malé druhy, což opět přispívá k potlačení kompetičních vlivů a ke koexistenci (Klimeš in prep.).

3. Metodika

3.1. Popis lokality

Národní přírodní rezervace Čertoryje je rozsáhlý komplex typických květnatých bělokarpatských luk s vysokou krajinářskou hodnotou a výskytem četných chráněných a ohrožených rostlin a živočichů.

NPR Čertoryje leží v jihovýchodní části Moravy v okrese Hodonín a je součástí Chráněné krajinné oblasti Bílé Karpaty. Nadmořská výška je 430-440 m. Rezervace byla vyhlášena 17. 6. 1987. Leží v katastrálním území obcí Hrubá Vrbka, Kněždub a Tvarožná Lhota. Celková výměra rezervace činí 325,6 ha, ochranného pásma 369,3 ha.

Geologické poměry

Území rezervace leží na magurském flyši, který je zde tvořen vrstvami jílovců malých mocností (většinou pestře zbarvených) a vrstvami pískovců o větších mocnostech, které v území převládají. Důležitou vlastností většiny typů flyšových pískovců Bílých Karpat je častý obsah uhličitánu vápenatého (Bravencová et al. 2004).

Hydrologické poměry

Území odvodňuje říčka Radějovka a její levostranný přítok, potok Járkovec. Oba toky pramení v ochranném pásmu rezervace poblíž slovenských hranic a protékají územím severozápadním směrem (Jongepier et Jongepierová 1990). V letních měsících toky Járkovce a Radějovky často téměř vysychají.

V rezervaci se nachází i několik drobných periodických toků, které jsou však kromě brzkého jara a období vytrvalých dešťů vyschlé.

Významným prvkem území jsou luční svahová prameniště, kterých je v rezervaci okolo čtyřiceti. Nejčastěji se vyskytují na jihozápadním a severovýchodním svahu nad údolím potoka Járkovce (Bravencová et. al. 2004).

Klima

V jednotlivých částech NPR Čertoryje nejsou patrné výrazné klimatické rozdíly. Území je řazeno do mírně teplých oblastí MT10, MT5 a MT3 (Quitt 1971, 1975). V oblasti MT10 leží severní část rezervace. Je zde dlouhé, teplé léto a krátká, mírně teplá a suchá zima. Průměrné červencové teploty dosahují 17-18 °C. Oblasti MT5 a MT3 se liší od MT10 kratším létem a delší, vlhčí zimou. Průměrná červencová teplota činí 16-17 °C. Sem spadá jižní část studovaného území.

Údaje o teplotách a srážkách pocházejí z klimatické stanice ve Strážnici. Maximum srážek zde připadá na červen až srpen, minimum pak na leden až březen. Nejteplejším měsícem roku je červenec s průměrnou teplotou 19,9 °C, nejchladnějším je leden s průměrnou teplotou -1,9 °C (Bravencová et. al. 2004).

Obhospodařování luk

V minulosti nebyly louky hnojeny, kosily se jednou ročně koncem června. V posledních 40 letech až do vyhlášení chráněného území byly některé porosty pravidelně hnojeny (cca. 100-150 kg NPK/ha). Tím došlo ke změně druhové skladby, mnohé druhy se udržely jen na nehnojených plochách. Příkřejší svahy, hůře dostupné stávající technice, přestaly být koseny a postupně zarostly náletem dřevin , především hlohu (*Crateagus sp.*) a bezkolencem (*Molinia arundinacea*). Po vyhlášení rezervace v roce 1987 louky přestaly být hnojeny. Porosty křovin v centru rezervace byly postupně vyklučeny (cca.20 ha) a bylo zde obnoveno pravidelné kosení (Jongepier et al. 1994).

3.2. Studovaný druh

Rod *Molinia* byl a stále je po taxonomické stránce předmětem četných studií, čehož důkazem je velké množství publikovaných jmen a nomenklatorických kombinací. Rod popsal Schrank (1789), který do něj zařadil dva druhy: *Molinia arundinacea* Schrank a *M. varia* Schrank. Posledně zmíněným jménem však označil již dříve popsaný druh *Aira caerulea*, který později Moench správně přeřadil do rodu *Molinia* jako *M. caerulea* (L.) (Dančák 2002).

Molinia arundinacea – (bezkolenec rákosovitý) (*Poaceae*)- je vytrvalá tráva roste v hustých okrouhlých trsech. Je více než 100 cm vysoká a kvete v období července a srpna. (Grau a kol. 1998). Listy jsou hlavně v přízemním trsu, dolní lodyžní články jsou silně zkráceny a horní prodlouženy, takže je tráva zdánlivě bez kolének. Vyskytuje se převážně od nížin do středních poloh na vlhkých loukách a ve světlých lesních porostech.

Molinia arundinacea má hypogeogenní sympodiální oddenky (začínají růst pod zemí) skládající se z krátkých přírůstků, rostoucí těsně při povrchu půdy. Její výhony jsou monocyklické, odnožování je intravaginální. Báze výhonu je tvořena jedním nebo dvěma zesílenými internodii sloužícími jako zásobní orgán. *M. arundinacea* má kořeny tlusté okolo 2-3 mm. a dlouhé okolo 1,5 m. Boční pupeny jsou na bázi zásobního internodia. Několik z nich je využíváno pro jarní růst nových výhonů, v případě pokosení z nich však vyrůstají náhradní výhony tutéž sezónu (Klimeš et Klimešová 2002).

3.3 Odběr vzorků

Během vegetační sezóny 2006 proběhlo celkem pět odběrů (21. dubna, 18. května, 8. června, 23. srpna a 7. října) na lokalitě Čertoryje v Bílých Karpatech. Aby byla pokryta variabilita v rámci louky prováděla jsem odběry na celkově deseti stanovištích, z nichž každé mělo velikost cca. 5 x 5 metrů. Při každém odběru jsem odebrala na každém stanovišti čtyři trsy *M. arundinacea*, každý trs jsem rozdělila na stonkovou část a na stará a mladá bazální internodia a kořeny. Stonkovou část jsem

zvážila, usušila při 80°C a opět zvážila na analytických vahách (Kern 770). U červnových a říjnových odběrů jsem listy naskenovala (15 listoví) a poté upravila ve Photoshopu 7, kde jsem výběr listů převedla na černobílý obrázek a podle počtu pixelů a rozlišení (300 DPI) vypočetla specifickou plochu listu (m²/ kg). Podzemní rostlinné orgány jsem promyla, zaznamenala počet a zvážila. Poté jsem je zabalila do alobalu a umístila do tekutého dusíku. Tyto vzorky jsem poté lyofilizovala.

3.4. Analýza uhlohydrátů v kořenech rostlin a v bazálních internodiích

V kořenech a bazálních internodiích jsem stanovovala obsahy škrobů a volných transportovatelných sacharidů (glukosa, fruktosa a sacharosa).

3.4.1. Stanovení škrobu

Použila jsem enzymatickou metodu AA/ AMG 11/01 (kit od firmy Megazyme). Při této metodě je škrob hydrolyzován ve dvou fázích, v první fázi se škrob částečně hydrolyzuje a úplně rozpustí pomocí termostabilní α -amylázy a ve druhé fázi se škrobové dextriny kvantitativně hydrolyzují na glukózu za užití amyloglukosidázy. Množství glukózy, která vznikla rozkladem škrobu ve vzorku, je poté stanoveno spektrofotometricky při 510 nm, vzorek se barví reagensy na stanovení glukózy.

Vzorky kořenů a bazálních internodiích jsem rozemlela pomocí mlýnku (pulverisette 9, fa. Fritsch). Dále byly dosušeny při 50°C a poté jsem přesně navázila 100 mg vzorku (analytické váhy Mettler AE 163) a dala do skleněné zkumavky. Jako kontrolu jsem použila stejnou navážku kukuřičného škrobu. Do zkumavek jsem přidala 5 ml 80% etanolu a inkubovala v horké vodní lázni (Memmer GmbH, Schwabach, Germany) při 83°C po dobu 12 minut a každé 3 minuty míchala na vortex mixéru. Zkumavky byly odstředěny při 3000 rpm po dobu 10 minut (centrifuga Janetzki T23) a supernatant jsem slila do 25 ml lahvičky (proces extrakce se opakoval třikrát). Supernatant jsem nechala odpařit při 50°C, po odpaření jsem přidala 10 ml destilované vody a alikvotní podíl jsem přenesla do plastové lahvičky a zamrazila (tento extrakt jsem dále použila pro stanovení volných sacharidů, viz kapitola 2.4.2).

Do zkumavek jsem přidala 0,2 ml vodného roztoku etanolu pro lepší rozptýlení a poté jsem zkumavky třepala na vortexu. Okamžitě po třepání jsem přidala 3 ml termostabilní alfa- amylázy (300 jednotek U) v MOPS pufru (Mops- sodná sůl 50mM, pH 7,0; chlorid vápenatý 5mM, azid sodný 0,02 %). Poté jsem zkumavky opět protřepala na vortexu a inkubovala ve vroucí vodní lázni po dobu šesti minut. (Po 2 a 4 minutách znovu protřepány). Zkumavky jsem na 30 minut umístila do vodní lázně při teplotě 50°C a přidala jsem 4 ml pufru octanu sodného (200 mM, pH 4,5) a 0,1 ml amyloglukosidázy (20 U). Během inkubace jsem zkumavky 2x protřepala na vortexu.

Vzorky jsem kvantitativně přenesla do 100 ml odměrné baňky, promyla destilovanou vodou a důkladně promíchala. Z odměrné baňky jsem odebrala alikvotní podíl a ten byl odstředěn při 3000 rpm po dobu 10 minut. 0,1 ml odstředěného vzorku jsem dvojmo přenesla na dno skleněné testovací zkumavky. Dále jsem přidala do každé zkumavky 3 ml GOPOD reagentie včetně glukózové kontroly a reagenčního slepého vzorku. Poté jsem vzorky inkubovala při 50°C ve vodní lázni po dobu 20 min. Absorbance každého vzorku na glukózové kontroly byla odečítána při 510 nm na spektrofotometru (Spekol 210).

3.4.2. Analýza volných sacharidů

Volné sacharidy jsem analyzovala pomocí kapalinové chromatografie na systému ICS-3000 od firmy Dionex, s elektrochemickým detektorem a kolonou CarboPac PA1. Jako eluent jsem použila 200 mM NaOH. Standardy fruktosy, glukosy a sacharosy jsem použila od firmy Dr. Ehrenstorfer.

3.4.3. Statistické zpracování

Výsledky pokusů byly zpracovány v programu Statistica 7 za použití obecných lineárních modelů (ANOVA). Pro dosažení normálního rozdělení jsem pro procentuální data použila arcsinovou transformaci:

$$p' = \arcsin \sqrt{p}$$

Pro statistické testy jsme si zvolila hladinu významnosti $p=0,05$.

4. Výsledky

4.1. Růstové parametry druhu *M. arundinacea*

Hmotnost listů se během vegetační sezóny výrazně měnila stejně tak hmotnost jarního bazálního internodia. U loňského internodia nedošlo ke statisticky průkazným změnám. U nového internodia po kosení také nebyla změna statisticky podložena (Tabulka 1).

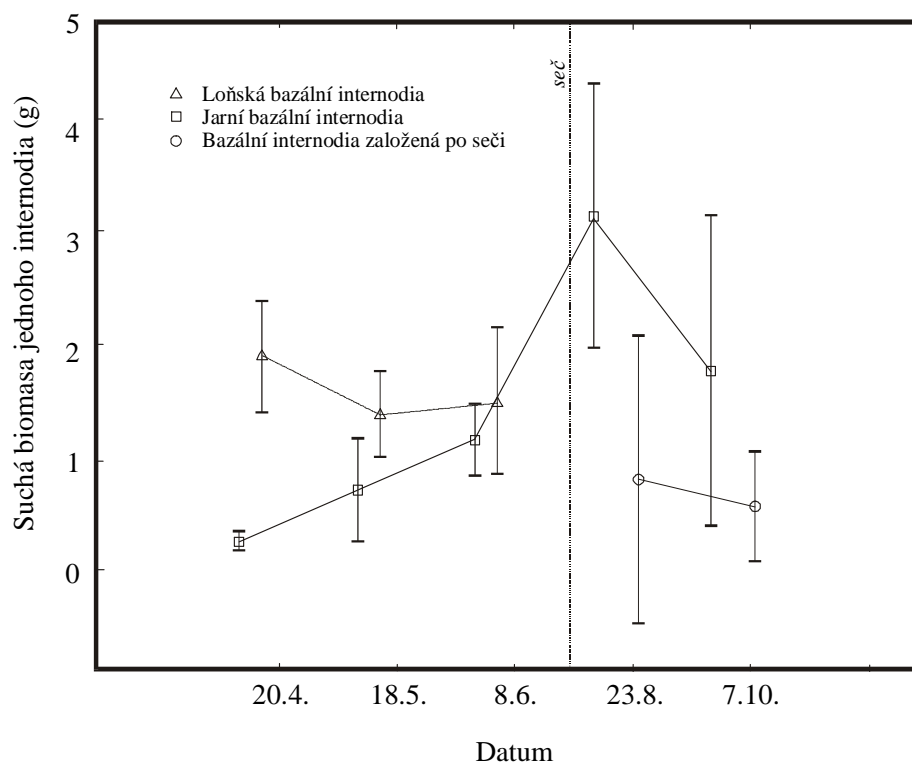
Tabulka 1: Změny hmotností jednotlivých orgánů druhu *M. arundinacea* v průběhu sezóny

Vysvětlovaná proměnná	df	F	p
Suchá hmotnost jednoho výhonu (bez bazálního internodia)	4	16,87	0,000
Suchá hmotnost jarního bazálního internodia	4	17,41	0,000
Suchá hmotnost loňského internodia	2	2,65	0,089
Suchá hmotnost nového internodia po kosení	1	0,30	0,589

Hmotnosti loňského bazálního internodia byla nejvyšší na začátku vegetační sezóny při dubnovém odběru. V dalších dvou měsících hmotnost klesla pod 2 g, začátkem července došlo k seči a poté k následnému odumření báze výhonu.

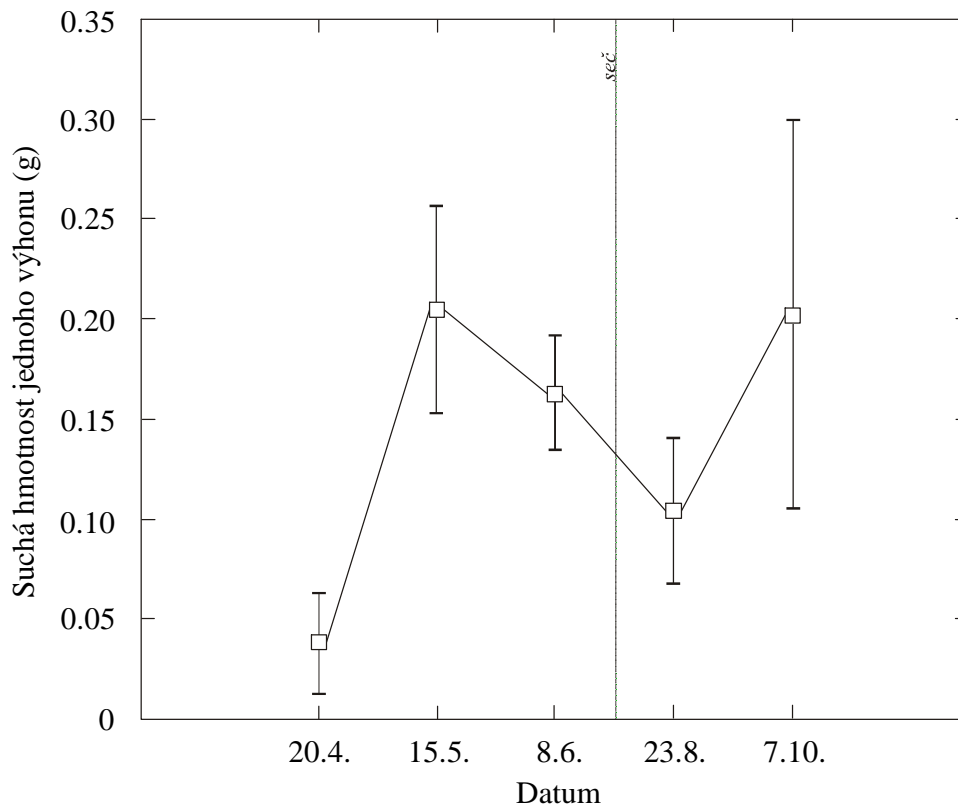
U jarního bazálního internodia docházelo k postupnému narůstání hmotnosti a vrchol byl zaznamenán v srpnu.

U bází, které byly založeny po seči hmotnost mírně (ale statisticky neprůkazně) klesala (Obr. 4.1.).



Obr. 4.1. Změny hmotností jednotlivých orgánů druhu *M. arundinacea* během vegetační sezóny, vyneseny průměry a směrodatné odchylky.

U nadzemního výhonu došlo na začátku vegetační sezóny k nárůstu biomasy. V červnu však byl zaznamenán její mírný pokles. Po seči, kdy rostliny ztratily většinu své nadzemní biomasy, dochází během regenerace k jejímu opětovnému růstu (Obr. 4.2.).



Obr. č. 4.2. Suchá hmotnost jednoho výhonu během vegetační sezóny (g). Svislá přerušovaná linie znázorňuje datum seče.

Výsledky SLA (specifická listová plocha m^2/kg) plocha listu/suchá biomasa listu.

SLA v červnu a říjnu se statisticky významně neliší (ANOVA, $F=0,089$; $p=0,767$), průměr SLA=14,00.

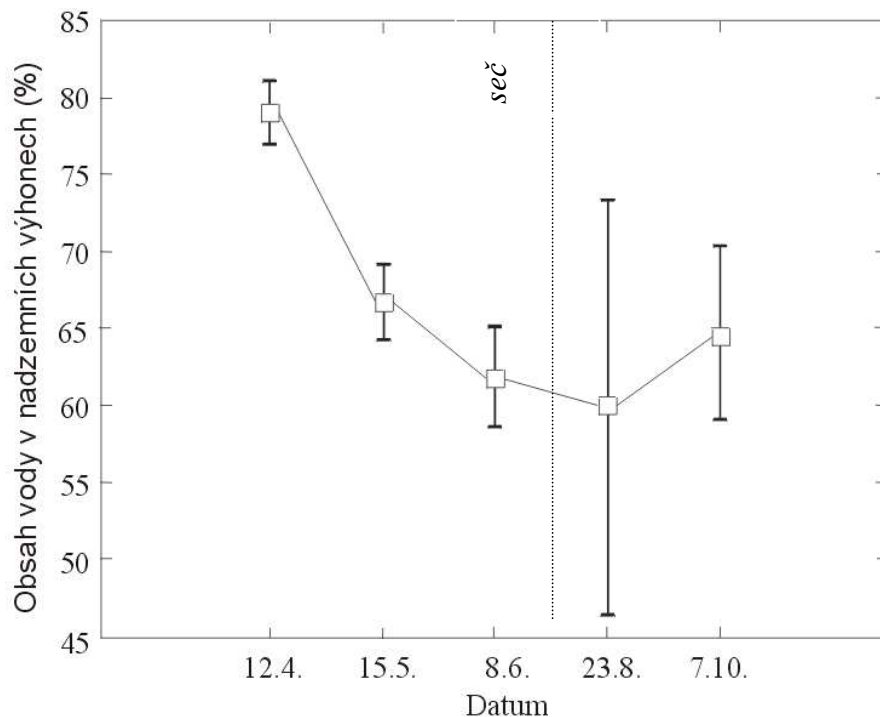
4.2. Obsahy vody v jednotlivých orgánech druhu *M. arundinacea*

Obsah vody v nadzemním výhonu se během vegetační sezóny průkazně měnil. Stejně tak docházelo ke změnám v jarním bazálním internodiu. Změna obsahu vody v ložském internodiu a v novém internodiu po pokosení nebyla statisticky průkazná. Obsah vody v kořenech během sezóny se sice měnil, ale rozdíly mezi odběry jsou na hranici průkaznosti (Tabulka 2).

Tabulka 2: Změny obsahu vody v jednotlivých orgánech druhu *M. arundinacea* během vegetační sezóny.

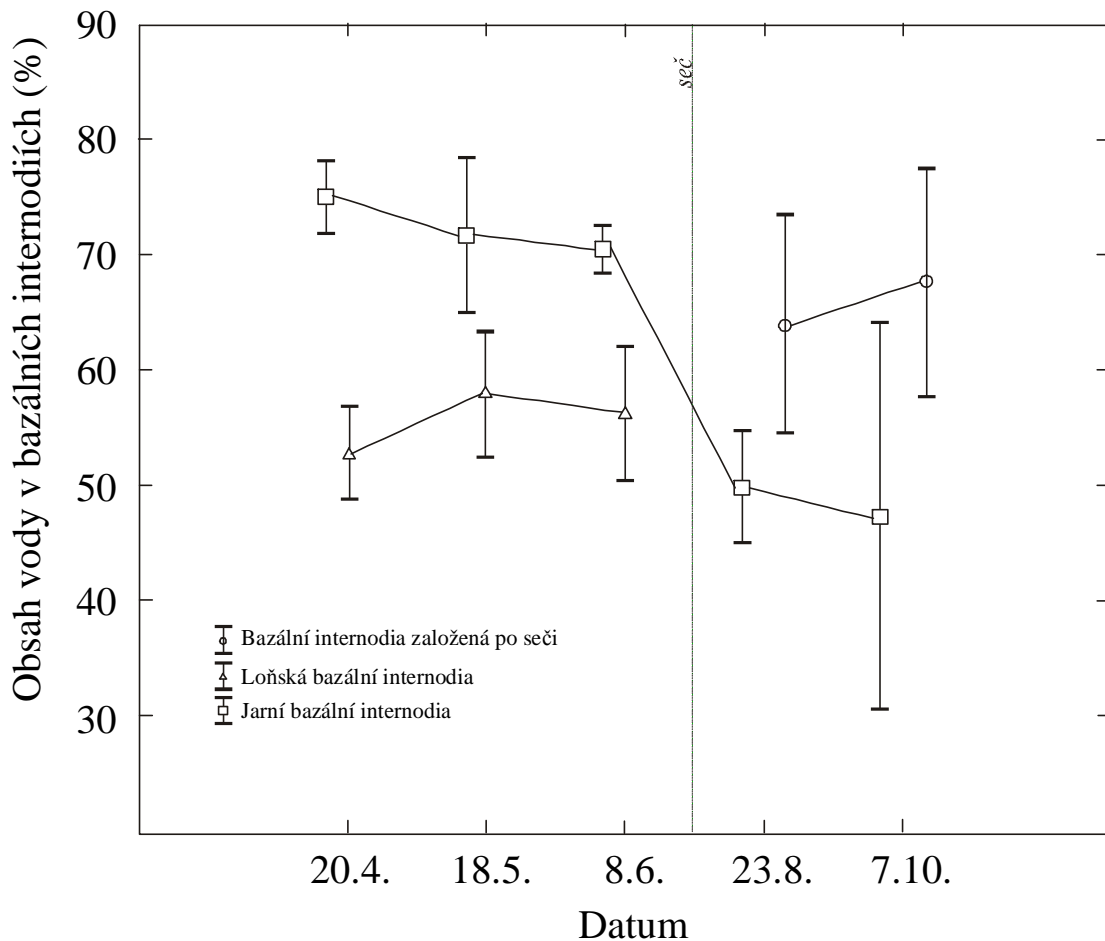
Vysvětlovaná proměnná	df	F	p
Obsah vody v jednom výhonu (bez bazálního internodia)	4	13,26	0,000
Obsah vody v jarním bazálním internodiu	4	23,73	0,000
Obsah vody v loňském internodiu	2	2,226	0,127
Obsah vody v novém internodiu po kosení	1	0,826	0,375
Obsah vody v kořenech	4	2,47	0,059

Maximální obsah vody v nadzemním výhonu (78%) byl zaznamenán hned na začátku vegetační sezóny během dubna. V dalších měsících následoval pokles a v říjnu došlo k opětovnému nárůstu obsahu vody v nadzemním výhonu (Obr. 4.3.).



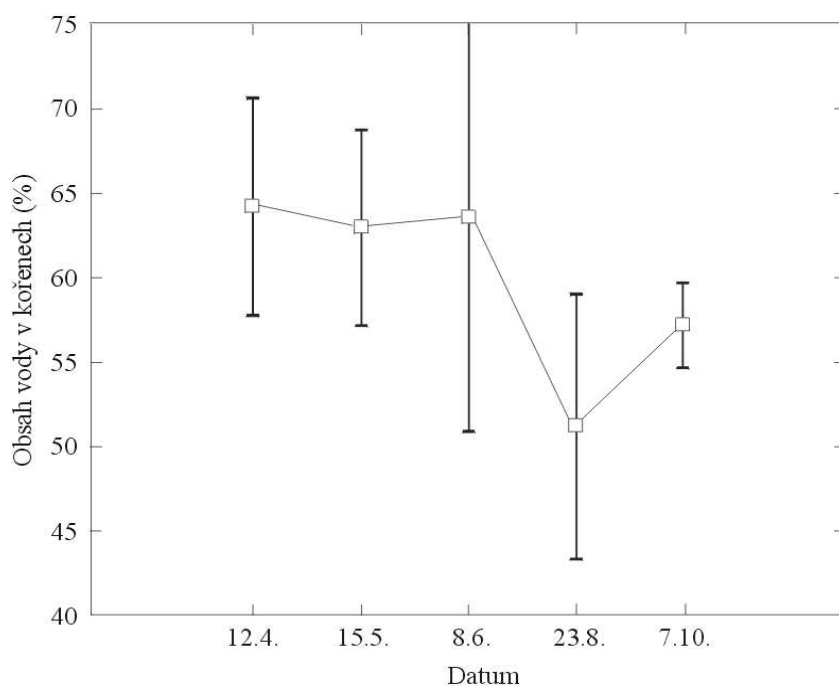
Obr. 4.3. Množství vody v nadzemním výhonu během vegetační sezóny.

Největší obsah vody (85%) byl zjištěn u jarních bazálních internodií při prvním odběru v dubnu, poté následoval pokles. U starých baz. internodií byl obsah vody vyrovnaný (okolo 65%). U bazálních internodií, které vznikly po seči se obsah vody zvyšoval a při říjnovém odběru dosáhl hodnoty 78% (Obr. 4.4).



Obr. 4.4. Obsah vody v bazálních internodiích (%) během vegetační sezóny, vyneseny průměry a směrodatné odchylky.

U kořenů je obsah vody během prvních třech odběrů celkem vyrovnaný cca (64%), po seči však nastává velmi prudký pokles na 52%, v říjnu dochází k nárůstu (Obr 4.5.).



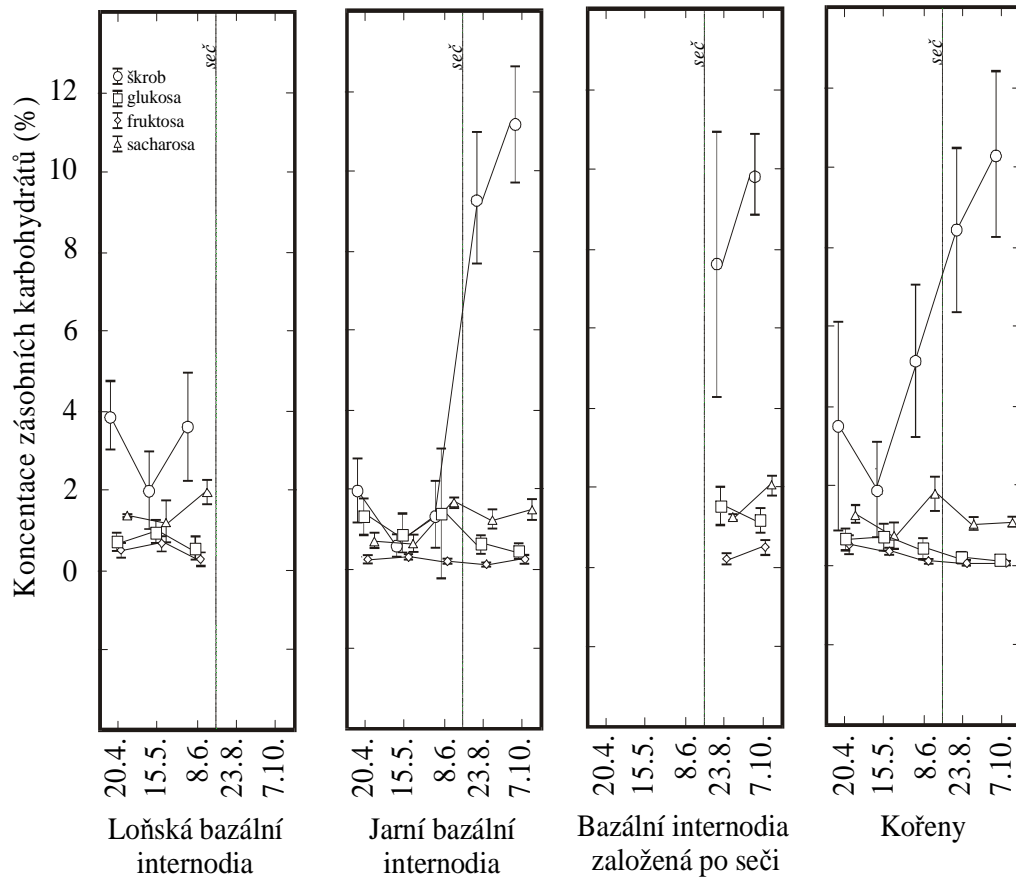
Obr. 4.5. Obsah vody v kořenech (%) během vegetační sezóny, vyneseny průměry a směrodatné odchylky.

4.3. Koncentrace zásobních látek v jednotlivých orgánech druhu *M. arundinacea*

Tabulka 3: Změny koncentrací zásobních sacharidů v jednotlivých orgánech druhu *M. arundinacea* před sečí.

Vysvětlovaná proměnná	vysvětlující	df	F	p
Koncentrace zásobních látek	datum	8	13,96	0,000
	orgán	8	11,00	0,000
	Orgán*datum	16	2,22	0,007

V bazálních internodiích i kořenech byly zjištěny vysoké obsahy škrobu, které se v průběhu odběrů výrazně lišily. V květnu došlo k poklesu, jak u bazálních internodií, tak u kořenů. Poté však následoval vzestup. Největší obsah škrobu byl zaznamenán u jarních bazálních internodií na konci vegetační sezóny 11% a u kořenů 10%. Obsahy volných sacharidů byly během odběrů poměrně vyrovnané, největších hodnot dosahovala sacharóza (Obr. 4.6.).



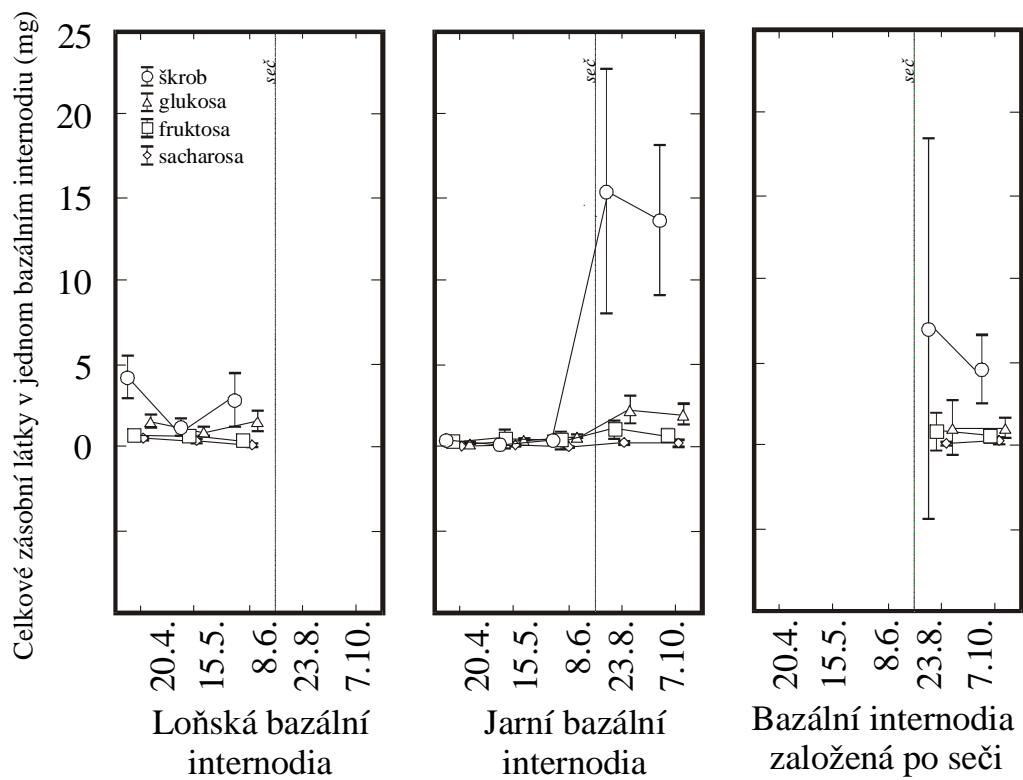
Obr. 4.6. Koncentrace zásobních uhlohydrátů během vegetační sezóny 2006, vyneseny průměry a směrodatné odchylky.

4.4. Obsahy zásobních látek v bazálních internodiích druhu *M. arundinacea* během vegetační sezóny 2006.

Celkový obsah zásobních látek se během vegetační sezóny měnil a to různě v jednotlivých kohortách bazálních internodií. Tyto změny měly podobný průběh jako změny koncentrací (Tabulka 4, Obr. 4.7.).

Tabulka 4: Změny celkového obsahu zásobních sacharidů v bazálních internodiích druhu *M. arundinacea* po seči.

Vysvětlovaná proměnná	vysvětlující	df	F	p
Celkový obsah zásobních sacharidů	datum	4	21,12	0,000
	orgán	8	12,43	0,000
	Orgán*datum	8	3,42	0,002



Obr. 4.7. Změny celkového obsahu zásobních sacharidů v bazálních internodiích druhu *M. arundinacea*, vyneseny průměry a směrodatné odchylky.

5. Diskuze

5.1. Růst *M.arundinacea* během roku

Molinia arundinacea kvete podobně jako *M. caerulea* v pozdním létě, kdy také v nekoseném porostu dosahuje maximální tvorby biomasy (Taylor et al. 2001). Má práce však ukázala, že na kosených suchých loukách může být toto maximum srovnatelné s biomasou před sečí a rostlina je tak schopna „pouze“ kompenzovat ztrátu vlivem sečení. Mé výsledky jsou tak v souladu s jinými pracemi, které ukázaly, že relativně velká ztráta biomasy velkých dominantních druhů umožňuje přežívání menších druhů a má za následek zvýšení druhové bohatosti (Weiner 1990, Shwinning a Weiner 1998, Lepš 1999). K poklesu biomasy došlo však již mezi 15. květnem a 8. červnem. Zde se domnívám, že šlo o pokles způsobený „letním“ suchem, které je v této oblasti typické. U příbuzné *Molinia caerulea*, kterou studoval na vlhkých loukách Janeček (2001) k tomuto poklesu nedocházelo. Šlo však o vlhkou louku, kde voda není limitující.

S rozvojem biomasy na začátku vegetační sezóny souvisí rozvoj jarních bazálních internodií, které dosahují maxima na konci léta. U loňských internodií dochází po pokosení k odumírání a k poklesu hmotnosti. Byla zde potvrzena tvorba nových bází staršími po pokosení v pozdější vegetační sezóně (Jefferies 1915). Nepodařilo se zde však zachytit zakládání nových bází, proto by bylo vhodné pro příští studie začít s dřívějšími odběry.

5.2. Obsah vody v rostlinných orgánech

Maximální obsah vody v listech byl na začátku vegetačního období, kdy listy nemají plně vyvinuta strukturní pletiva a po zimním období je dostatek vláhy.

Obsah vody v kořenech byl v prvních třech odběrech vyrovnaný, po seči však došlo k poklesu obsahu vody, které mohlo být dáno vlivem vysychání horní vrstvy půdy (de Bello – ústní sdělení). Obsah vody v jarních internodiích po pokosení velmi intenzivně klesá. Dochází ke kumulaci škrobu, tvrdnutí bazálních internodií a ukládání hemicelulóz (Janeček – ústní sdělení).

5.3. Zásobní látky u *M. arundinacea*

Studie zásobních látek u *M. arundinacea* potvrdila funkci bazálních internodií jako zásobních orgánů, ale ukázala i velkou rezervu v kořenech. V bázích i kořenech byly zjištěny obsahy škrobu, které jsou hlavní zásobní látkou. Nejvíce škrobu bylo zjištěno u nových bází u podzimních odběrů.

Množství zásobních látek se mění během sezóny, nejméně jich nalézáme v období rychlého růstu, před kvetením a po dozrání semen, naopak nejvíce zásobních látek je u vytrvalých rostlin nacházeno na konci vegetační sezóny před obdobím vegetačního klidu (Suzuki et Steufer 1999). Prudký nárůst koncentrací ve všech zásobních orgánech u *M. arundinacea* byl zaznamenán v srpnu (až na cca. 8 %). Tyto zásoby jsou zjevně určeny pro rychlý jarní růst v následující vegetační sezóně. Podstatně vyšší hodnoty škrobů zaznamenal (Janeček 2001), 30-40%, který však používal nevhodnou metodu kyselé hydrolýzy. Před začátkem analýz jsme u 15 vzorků testovali přítomnost fruktanů. Ty se však na rozdíl od práce Klimeše a Klimešové (2002) nepodařilo prokázat.

Zdá se, že starší báze, které již nemají nadzemní výhony, slouží po seči jako zásobárna uhlohydrátu novějším bazálním internodiím.

6. Závěr

1. Dynamika zásobních látek

Z mého studia zásobních uhlohydrátů u druhu *Molinia arundinacea* vyplývá, že maximální akumulace zásobních látek probíhá až na konci vegetační sezóny v souladu s pozdní fenologií druhu. V době seče byly zásoby na svém sezónním minimu, přesto však byly dostatečné k rychlé regeneraci biomasy, která však byla pravděpodobně omezována letním suchem.

2. Růst a investice do jednotlivých orgánů

Produkce biomasy jarních bazálních internodií *M. arundinacea* dosahuje svého maxima v druhé polovině května a na konci léta. Po seči dochází k odumírání loňských bazálních internodií a vytvářejí se nová internodia.

7. Literatura

- Bravencová L., Jongepierová I., Jongepier W.J. (2004): Botanický inventarizační průzkum Národní přírodní rezervace Čertoryje (deponováno Zpráva CHKO Bílé Karpaty)
- Březovják Š., Janovská Z. (2007): Člověk a les v průběhu věků: Vesmír, ročník 86/ (137) 160-161
- Buček A. (2000): Krajina České republiky a pastva. Veronica 14: 1-7
- Dančák M. (2002) : Taxonomický okruh *Molinia caerulea* ve střední Evropě, Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha 37:35-41
- Fiala K. (2005): Stanovení sezónních změn v růstu kořenů a jejich roční produkce, Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 40, Mater. 20:13-24
- Grant S.A., Torvell L., Common T.G., Sim E.M & Small J.L., (1996): Controlled grazing studies *Molinia* grassland: effects of different seasonal patterns and levels of defoliation on *Molinia* growth and response of swards to controlled grazing by cattle. Journal of Applied Ecology 33:1267-1280
- Grau J., Klieh B., Kremer B.P., Rambold G.S., Schlehofer A. (1990): Trávy, München
- Hogg E.H. et Lieffers, V.J. (1991): The relationship between seasonal changes in rhizome carbohydrate reserves and recovery following disturbance in *Calamagrostis canadensis*. Can. J. Bot. 69:641-646
- Chapin F.S., Schulze E.D. et Mooney H.A. (1990): The ecology and economics of storage in plants. Annu. Rev. Ecol Syst. 21:423-47
- Janeček Š. (2001): Sezónní změny kompetičních a růstových vlastností klonálního druhu *Molinia caerulea* – Magisterská práce, Biologická fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice
- Jefferies T.A. (1915): Ecology of the purple heath grass (*Molinia caerulea*). Journal of Ecology 3: 93-109
- Jongepierová I., Jongepier J.W., Klimeš L. (1994): Obnova druhově bohatých luk v Bílých Karpatech. Příroda, Praha 1:185-189
- Klimeš L., Jongepierová I. et Jongepier J.W. (2000): The effect of mowing on a previously abandoned meadow: a ten-years experiment. Příroda, Praha 17:7-24

- Klimeš L., Klimešová J. (2002): The effects of moving and fertilization on carbohydrate reserves and regrowth of grasses: do they promote plant coexistence in species- rich meadows? *Evolutionary Ecology* 15:363-382
- Klimeš L. Druhové bohatství luk (in prep.)
- Klimešová J., Klimeš L., Latzel V. Růstové formy lučních rostlin (in prep.)
- Kolek J., Kozinka V. et al. (1988): *Fizológia koreňového systému rastlín*, Slovenská akadémia vied, Bratislava
- Lepš J. (1999): Nutrient status, disturbance and competition: an experimental test of relationships in wet meadow. *Journal of Vegetation Sciences* 10: 219-230
- Lovett Doust, L. (1981): Population dynamics and local specialization in a clonal perennial *Ranunculus repens*. I. The dynamics of ramets in contrasting habitats- *Journal of Ecology* 69: 743-755
- Mackovčín P., Jatiová M. et al. (2002): Zlínsko, Chráněná území ČR, svazek II pp 244-246
- Mládek J., Pavlů V., Hejčman M., Gaisler J. (2006): *Pastva jako prostředek údržby trvalých porostů v chráněných územích*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha
- Richards J.H. et Caldwell M.M. (1985): Soluble carbohydrates, concurrent photosynthesis and efficiency in regrowth following defoliation: a field study with *Agropyron* species. *J.Appl.Ecol.* 22: 907-920
- Rychnovská M. (1993): *Struktura a fungování seminaturálních luk*, Academia Praha
- Salim K. A., Carter P.L., Shaw S., Smith C.A.(1988): Leaf abscission zones in *Molinia caerulea* (L.) Moench, the purple moor grass. *Annals of Botany* 62 :429-436
- 907-920
- Schwinning S. & Weiner J (1998): Mechanism determining the degree of size asymmetry in competition among plants, *Oecologia* 113:447-455
- Suzuki J.I. et Steufer J.F. (1999): The ecological and evolutionary significance of storage in clonal plants, *Plant Species Biology* 14:11-17
- Šebánek J. et al. (1983): *Fyziologie rostlin*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha

Taylor K., Rowland A.P. and Jones H.E. (2001): *Molinia caerulea* (L.) Moench.
Journal of Ecology 89: 126-144.

Tilman D. (1987): On the meaning of competition and the mechanism of competitive
superiority, Functional Ecology 1:304-315

Weiner J. (1990): Asymmetric competition in plant populations, TREE 5: 360-364

White L.M. (1973): Carbohydrate reserves of grasses: a review-Journal of range
management 26:13-18

internetové zdroje:

Klimešová J. (2005): <http://clopla.butbn.cas/cz>

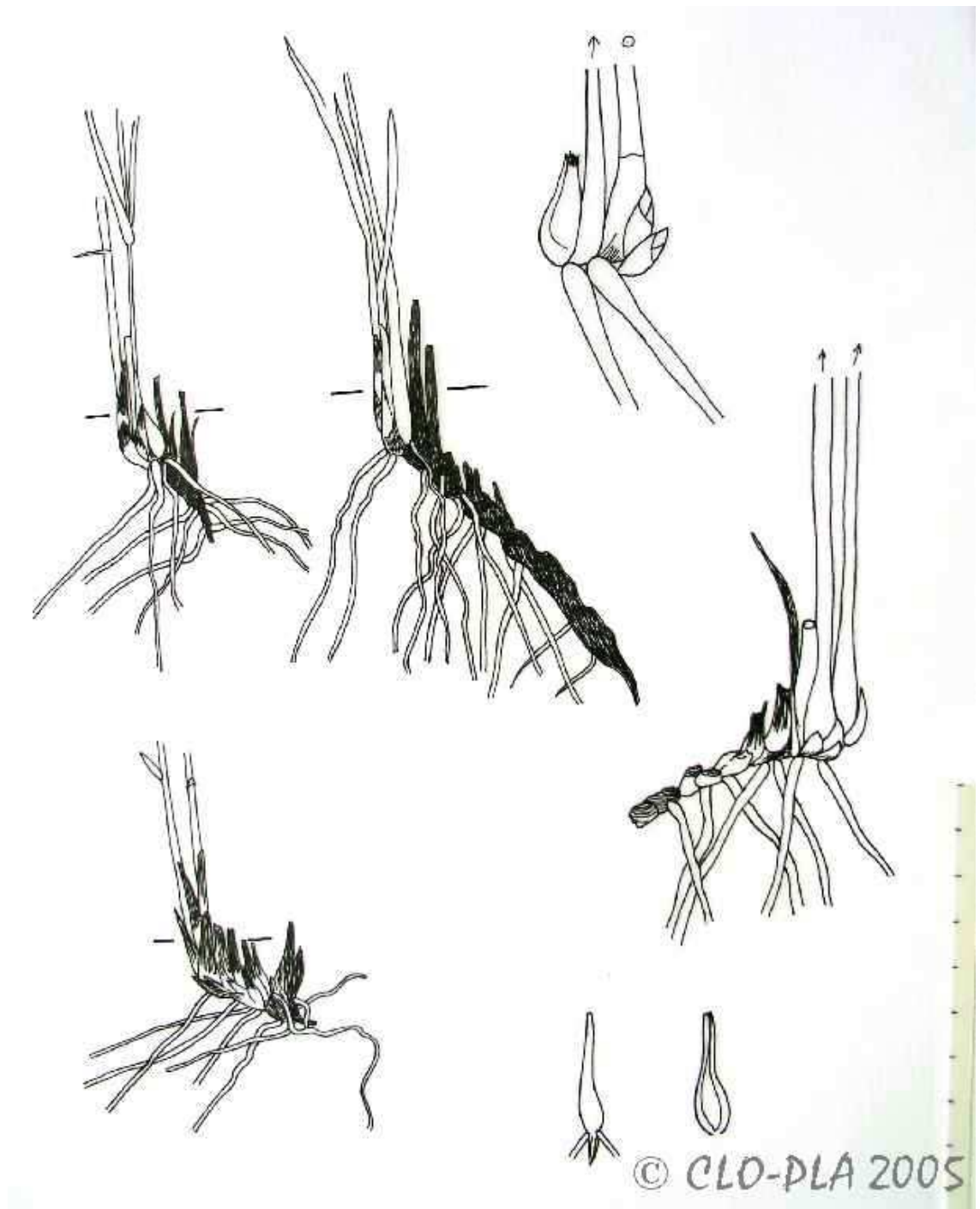
8. Přílohy



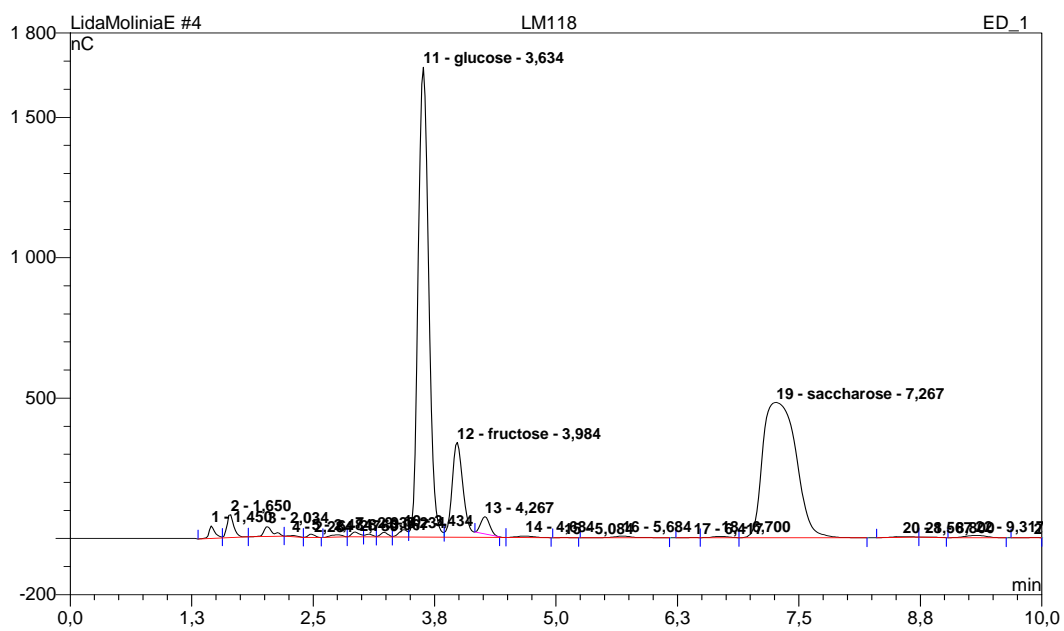
Obr. 7.1. Charakteristický vzhled NPR Čertoryje s rozptýlenými stromy.



Obr. 7.2. NPR Čertoryje v době po pokosení



Obr. 7.3. Kořeny a bazální internodia u druhu *Molinia arundinace* (Klimešová 2005)



Obr. 7.4. Ukázka chromatogramu