

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Diplomová práce

**SROVNÁNÍ EKOLOGICKÝCH NÁROKŮ A FUNKČNÍCH
VLASTNOSTÍ DRUHU *FILIPENDULA VULGARIS* NA
DRUHOVĚ BOHATÝCH LOUKÁCH BÍLÝCH KARPAT:
ANALÝZA RŮSTU A STANOVENÍ ZÁSOBNÍCH LÁTEK
METODOU KAPALINOVÉ CHROMATOGRRAFIE.**

Ivo Oliva

Vedoucí práce: Ing. Zuzana Balounová, PhD.

Konzultant: Mgr. Štěpán Janeček, PhD.

České Budějovice

2009

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, fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s užitím citované literatury.

V Českých Budějovicích, dne

.....

Poděkování:

Především bych rád poděkoval mému konzultantu Mgr. Štěpánu Janečkovi, PhD., který mi poskytl nejednu radu při vyhodnocování výsledků a za veškerý jeho čas při řešení problémů v průběhu celé práce. Dále velice děkuji mé školitelce Ing. Zuzaně Balounové, PhD. za odborné vedení práce, mým rodičům za veškerou podporu mého studia a všem kolegům z řad spolužáků za možnost konzultace dílčích problémů .

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ÚVOD..... | 1 |
| 1.1 Cíle práce | 1 |
| 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED | 2 |
| 2.1 Růst rostlin a charakter rozdělování zdrojů | 2 |
| 2.1.1 Růst rostlin..... | 2 |
| 2.1.2 Rozdělení zdrojů (asimilátů) v rostlině | 3 |
| 2.1.3 Utváření orgánů, vývoj a rozdělování zdrojů u vytrvalých rostlin | 3 |
| 2.1.4 Charakter rozdělování zdrojů u klonálních rostlin a jejich důsledky pro růst, růstové formy lučních rostlin | 4 |
| 2.2 Dynamika zásobních látek | 6 |
| 2.2.1. Tvorba zásobních látek..... | 6 |
| 2.2.2 Krátkodobé kolísání obsahu zásobních látek | 7 |
| 2.2.3 Sezónní kolísání obsahu zásobních látek | 8 |
| 2.3 Vliv kosení na rostliny | 10 |
| 2.3.1 Tvorba zásob sacharidů a obnova růstu po kosení | 10 |
| 2.3.2 Vliv kosení na luční společenstva | 13 |
| 3. METODIKA | 15 |
| 3.1 Popis lokality | 15 |
| 3.1.1 Geologické podmínky | 15 |
| 3.1.2 Hydrologické podmínky..... | 15 |
| 3.1.3 Klima..... | 16 |
| 3.2 Studovaný druh..... | 16 |
| 3.3 Odběr a měření rostlin | 17 |
| 3.4 Analýzy sacharidů v kořenech rostlin..... | 17 |
| 3.4.1 Stanovení škrobu..... | 17 |
| 3.4.2. Analýza volných sacharidů..... | 18 |
| 3.4.3 Statistické zpracování | 19 |
| 3.5 Seznam zkratek..... | 19 |
| 4. VÝSLEDKY | 20 |
| 4.1 růstová analýza studovaného druhu..... | 20 |
| 4.2 stanovení zásobních látek v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 27 |
| 5. DISKUZE | 37 |
| 5.1 Analýza růstu <i>F. vulgaris</i> během vegetačního období | 37 |
| 5.2 Změny zásobních TNC v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 38 |
| 6. ZÁVĚR | 41 |
| 7. GRANT..... | 42 |
| 8. LITERATURA..... | 43 |
| 8.1 internetové zdroje | 48 |

SEZNAM OBRÁZKŮ:

| | |
|--|----|
| Obr. 1: Produkce louky v průběhu vegetační sezóny | 20 |
| Obr. 2: Produkce nadzemní biomasy <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny | 21 |
| Obr. 3: Produkce podzemní biomasy <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny | 22 |
| Obr. 4: Celková produkce biomasy <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny | 23 |
| Obr. 5: rozdělení biomasy <i>F. vulgaris</i> do jednotlivých orgánů | 24 |
| Obr. 6: Obsah vody v listech <i>F. vulgaris</i> během vegetační sezóny | 25 |
| Obr. 7: Obsah vody v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 26 |
| Obr. 8: Koncentrace TNC v kořenech <i>F. vulgaris</i> během vegetační sezóny | 27 |
| Obr. 9: Koncentrace fruktózy v kořech <i>F. vulgaris</i> během vegetační sezóny..... | 28 |
| Obr. 10: Koncentrace glukózy v kořech <i>F. vulgaris</i> během vegetační sezóny | 29 |
| Obr. 11: Koncentrace sacharózy v kořech <i>F. vulgaris</i> během vegetační sezóny | 30 |
| Obr. 12: Koncentrace škrobu v kořech <i>F. vulgaris</i> během vegetační sezóny | 31 |
| Obr. 13: Celkové množství TNC v kořenech <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny .. | 32 |
| Obr. 14: Celkové množství fruktózy v kořenech <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny | 33 |
| Obr. 15: Celkové množství glukózy v kořenech <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny | 34 |
| Obr. 16: Celkové množství sacharózy v kořenech <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny | 35 |
| Obrázek 17: Celkové množství škrobu v kořenech <i>F. vulgaris</i> v průběhu vegetační sezóny | 36 |

SEZNAM TABULEK:

| | |
|---|----|
| Tab. 1: Změna produkce louky v čase..... | 20 |
| Tab. 2: Změna nadzemní produkce <i>F. vulgaris</i> | 21 |
| Tab. 3: Vliv okolní biomasy na nadzemní biomasu <i>F. vulgaris</i> | 21 |
| Tab. 4: Změna podzemní produkce <i>F. vulgaris</i> v čase | 22 |
| Tab. 5: Vliv okolní biomasy na podzemní biomasu <i>F. vulgaris</i> | 22 |
| Tab. 6: Změna celkové biomasy <i>F. vulgaris</i> v čase..... | 23 |
| Tab. 7: Vliv okolní biomasy na celkovou biomasu <i>F. vulgaris</i> | 23 |
| Tab. 8: Vliv okolní biomasy na investice do jednotlivých orgánů | 24 |
| Tab. 9: Vliv okolní biomasy na obsah vody v listech <i>F. vulgaris</i> | 25 |
| Tab. 10: Vliv okolní biomasy na obsah vody v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 26 |
| Tab. 11: Vliv okolní biomasy na koncentraci TNC v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 27 |
| Tab. 12: Vliv okolní biomasy na koncentrace jednotlivých cukrů v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 28 |
| Tab. 13: Vliv okolní biomasy na celkové množství TNC v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 32 |
| Tab. 14: Vliv okolní biomasy na celkové množství jednotlivých cukrů v kořenech <i>F. vulgaris</i> | 33 |

Oliva, I. 2009: Srovnání ekologických nároků a funkčních vlastností druhu *Filipendula vulgaris* na druhově bohatých loukách Bílých Karpat: Analýza růstu a stanovení zásobních látek metodou kapalinové chromatografie. [The comparison of ecological and functional characteristics of species *Filipendula vulgaris* in rich species meadows of White Carpatian Mountains: Analysis of growth and assesment of carbohydrate storage by method of liquid chromatography]. Faculty of Agriculture, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Abstract

Filipendula vulgaris is not dominant species undemanding on locality. The biomass of studied species was rising as well as the biomass of competitors in time. Influence of surroundings biomass was inconclusive. The aim of this study was evaluation of dynamism of total nonstructural carbohydrates (TNC) in species *F. vulgaris* during vegetation season. It was tested influence of competitors on plants and it was included influence of mowing too. TNC in roots didn't vary significantly. After mowing plant quickly regenerated.

Key words: growth, carbohydrate reserves, mowing, competitors, *Filipendula vulgaris*

Souhrn

Filipendula vulgaris je nedominantní luční druh nenáročný na stanoviště. Biomasa studovaného druhu rostla stejně jako biomasa kompetitorů v průběhu vegetačního období. Vliv okolní biomasy kompetitorů byl statisticky vyhodnocen jako neprůkazný. Cílem práce bylo vyhodnocení dynamiky zásobních sacharidů u druhu *F. vulgaris* během vegetační sezóny. Byl testován vliv kompetitorů na rostliny a byl také zahrnut vliv kosení. Zásoby sacharidů v kořenech významně nekolísaly. Po kosení rostliny rychle regenerovaly.

Klíčová slova: růst, sacharidové rezervy, kosení, kompetitor, *Filipendula vulgaris*

1. ÚVOD

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 (Jongepier et Jongepierová 1990) (Matoušová 2007).

V této práci byl studován druh *Filipendula vulgaris* na zajímavé lokalitě, ležící na území CHKO Bílé Karpaty, která je vyjímečná svými druhově bohatými suchými loukami. Chráněná krajinná oblast Bílé Karpaty byla zřízena výnosem Ministerstva kultury ČSR č.j.17.644/80 ze dne 3.listopadu 1980, o zřízení chráněné krajinné oblasti, rozprostírající se na ploše 715 km² (skutečná výměra CHKO však dnes činí 746,6 km²) na území okresů Hodonín, Uherské Hradiště a Zlín. Jejím řídicím orgánem je Správa CHKO (Anonymus 2009, nepublikováno). Louky Bílých Karpat patří k druhově nejbohatším a svou rozlohou i k nejrozsáhlejším travním společenstvům Evropy. (Jongepierová ed. 2008).

Hlavním tématem této práce byla studie zásobních sacharidů u druhu *Filipendula vulgaris*, jejich kolísání v průběhu vegetační sezóny a analýza růstu. Zásobování je hlavní funkcí rostlin spolu se získáváním živin, transportem, růstem, ochranou a reprodukcí. Podle Chapina et al. (1990) jsou zásoby definovány jako zdroje, které se tvoří v rostlině a mohou být v budoucnosti mobilizovány na podporu biosyntézy pro růst nebo jiné rostlinné funkce (Chapin et al. 1990). Sacharidové rezervy vyšších rostlin slouží jako substrát pro dýchání v období nedostatečné fotosyntézy (Matches et al. 1963). U studovaného druhu byl zahrnut vliv kosení, a tedy nutnost vypořádat se s touto situací může poukázat na význam tvorby a využití zásobních sacharidů v období strádání rostliny.

Na lokalitě Čertoryje v Bílých Karpatech proběhlo 5 pravidelných oděrů s následným vyhodnocením v laboratořích Botanického ústavu AV ČR v Třeboni.

1.1 Cíle práce

- 1) Jaký je průběh růstu a investice biomasy do jednotlivých orgánů rostliny během vegetační sezóny, zahrnující vliv kosení?
- 2) Jak se mění obsah zásobních sacharidů v nadzemních a podzemních orgánech u studovaného druhu a jaký vliv na tuto skutečnost může mít okolní biomasa.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Růst rostlin a charakter rozdělování zdrojů

2.1.1 Růst rostlin

Růst je nejcharakterističtějším projevem života rostlin, rozumíme jím nevratné (ireverzibilní) přibývání hmoty rostliny. Růst organismů je spojen se složitým metabolismem, a vyžaduje proto přísun energie prostřednictvím dýchání. Zvláště intenzivně dýchají rostoucí orgány, jako jsou například vrcholové části lodyh a kořenů (Šebánek et al. 1983).

Další procesy související se specializací vytvořených buněk nazýváme diferenciací. Společným působením obou těchto procesů dochází k postupným tvarovým změnám (morfogenezi), které provázejí rostlinu po celý její život, tedy v průběhu jejího ontogenetického vývoje (Gloser 1995).

U vyšších rostlin závisí růst na zvětšování objemu buněk a na jejich dělení, ale růst je již omezen jen na určité embryonální části zvané meristémy. Tím se liší rostliny od živočichů, jejichž růst se děje v organismu jako celku. Rostlinné meristémy jsou při tom u kořenů a stonků embryonální po dlouhou dobu (u stromů po staletí), u listů a květů však jen po omezenou dobu. U kořenů je při tom intenzita dělení buněk vysoká při samém vrcholu, zatímco zvětšování objemu buněk spojené s intenzivním prodlužovacím růstem se děje až v zóně několika milimetrů od vrcholu (Šebánek et al. 1983). Kromě toho se u většiny rostlin dodatečně zakládají sekundární meristémy mimo apikální zóny (interkanálně, např. kambium) (Gloser 1995).

Často je zdůrazňován kvantitativní charakter rostlinného růstu, nejde-li při zvětšování objemu ještě o utváření spojené se změnami kvalitativními. V tomto smyslu, jestliže např. nalodyze přibývají internodia oddělená nody s přisedlými listy, rozumíme růstem, růst vegetativní. Teprve po určité době růstu se začnou zakládat květy, což je již kvalitativní vývojová změna (Šebánek et al. 1983).

Termín kvetení a růstu je závislý na zdrojích, protože tvorba a zánik meristémů jsou ovlivněny charakterem rostlinných zdrojů nebo vztahem stavu zdrojů jako rostlinné hormonální rovnováhy (Takeda et al. 1980; Marino et Greene 1981; Goldschmidt et Colomb 1982; Diggle 1994; Geber et al. 1997) (Geber et al. 1997).

Kořen působí stimulačně na růst stonku. Listy, které dospějí, zastaví svým zábranným vlivem tento prodlužovací růst. Základním principem harmonie celistvosti rostlin je určitá žádoucí rovnováha mezi stimulačním vlivem kořenů a zábranným vlivem listů. Dospělý list působí na růst zábranně, avšak velmi mladý list naopak stimulačně. Se stoupající listovou plochou klesá její produktivnost na jednotku této plochy. Obecně je tedy možno hodnotit jako mylnou představu, že větší listová plocha znamená větší výnos. To platí jen do hodnoty

optimální listové pokryvnosti. Ta může být např. 3 až 5 m² listové plochy na 1 m² půdy (Psota et Šebánek 1999).

2.1.2 Rozdělení zdrojů (asimilátů) v rostlině

Asimiláty vytvořené u vyšších rostlin ve specializovaných fotosyntetizujících pletivech jsou pouze z malé části spotřebovávány v místech jejich tvorby. Zčásti tu slouží k produkci energie (respirace) a zčásti se z nich tvoří a obnovují strukturální jednotky samotných fotosyntetizujících buněk. Převážná část vytvořených asimilátů je však v celistvé rostlině transportována do jiných orgánů nebo jejich částí, kde se spotřebovávají nebo ukládají. Transport a distribuce asimilátů v celistvých rostlinách se nedějí nahodile, ale probíhají podle přesného schématu platného pro většinu rostlin. Toto schéma distribuce asimilátů se však mění kontinuálně během růstu a vývoje rostlin a má značný vliv na morfologické utváření rostlin a jejich výnosové vlastnosti. Obecně platí, že tok asimilátů v rostlinách probíhá ve směru od zdroje asimilátů k místům využití asimilátů. Základním zdrojem asimilátů jsou fotosyntetizující listy, avšak v určité etapě ontogeneze rostlin jím mohou být také zásobní orgány. Všechny části rostlin, které nejsou schopny pokrýt vlastní nutriční potřeby, mohou atrahovat (přitahovat, importovat) asimiláty. Znamená to, že zásobní pletiva mohou buď importovat asimiláty nebo působit jako jejich zdroj (Šebánek et al. 1983). Nicméně existuje důkaz, že příjem a transport některých živin může převyšovat požadavky pro růst (Schulze 1991) (Bazzaz 1997).

Také existuje vztah mezi konstrukčními náklady a rychlostí růstu rostlin. Jestliže jsou konstrukční náklady vysoké, hmota rostoucího organismu musí být nižší pro fixaci uhlíku. Požadované zdroje pro rostlinný růst nemohou být dostupné současně. V některých případech tato neshoda v dostupnosti zdrojů může způsobit redukci růstu a změnu v rozdělování. Některé rostliny přijímají základní dostupné zdroje (jako je voda a živiny) dokud nejsou přístupné jiné zdroje a zpracovávají je dohromady (Bazzaz 1996).

2.1.3 Utváření orgánů, vývoj a rozdělování zdrojů u vytrvalých rostlin

Rostlinné orgány a jejich formování je silně propojeno s obdobím kvetení, jak lze vidět u druhů kvetoucích na jaře, kde samotné preformování orgánů je běžnější než u druhů kvetoucích na podzim. To může být výhodou pro rychlý nástup kvetení brzy v období růstu, kdy jsou teploty obecně nízké. Dá se předpokládat, že při takto zrychleném vývoji dochází i k preformování vegetativních struktur, což by byla důležitá skutečnost pro lesní druhy rostlin, které přijímají velkou část uhlíku před olistěním stromů brzy na jaře (Yoshie et Yoshida 1987, 1989). Tento rychlý vývoj by mohl být důležitý i pro rostliny, které rostou v podmínkách zvýšených teplot, kde je po určitou dobu vegetační sezony nedostatek vody jež je limitující pro růst a reprodukci rostliny (Raukiaer 1934) (Geber et al. 1997).

Zatímco se rostlina vyvíjí z aktuálního výhonu, zároveň se již připravuje na vývoj v dalším roce což se začíná projevovat v podzemí, kde se již vzniklé oddenky připravují na větvení a tvorbu dalších oddenků příštího roku. Přibližně v květnu se jeden či více sympodiálních segmentů začíná prodlužovat z postranních oddenkových pupenů. Dále dochází k větvení a tvorbě výhonových pupenů obsahujících buď vegetativní nebo pohlavní výhony. Na vytvoření nové rostliny mají vliv pouze nové delší segmenty které vytváří preformované výhonové pupeny (Geber et al. 1997).

2.1.4 Charakter rozdělování zdrojů u klonálních rostlin a jejich důsledky pro růst, růstové formy lučních rostlin

Habitus mnoha druhů rostlin se dá rozdělit na jakési jednotky pravidelně se opakující v průběhu celé rostliny. Jsou to segmenty oddenku s nody, obsahujícími základy orgánů získávání zdrojů (listy nebo kořeny) a úžlabními pupeny. Pupyeny mohou tvořit další tyto jednotky a nebo popř. zakončit růst lodyhy , vytvořením květenství. Množství a rozložení těchto jednotek vykazuje značnou variabilitu a závisí tudíž na druhu rostliny. Jelikož se jednotlivá stanoviště rostlin značně liší zásobou živin, kvalitou stanoviště a dostupnosti zdrojů, je pravděpodobné, že i rostliny stejného druhu mohou vykazovat rozdílnou plastickou reakci na lokální zásobu zdrojů v heterogenních lokalitách. Zde by mohlo být dělení práce v aktivitě získávání zdrojů u odlišných jednotek (Hutchings 1997).

V příznivých podmínkách mnoho modelových druhů vytváří kořeny stejně jako listy na nodech (Mogie et Hutchings 1990) a u mnoha modelových druhů s plagiotropickými oddenky (tj. oddenky rostoucími horizontálně), je vytváření kořenů z nodů normální, prokazující klonalitu. U těchto druhů může proto každá jednotka získávat všechny esenciální zdroje a potenciálně přežít, jestliže se oddělí z rodičovské rostliny (Bell 1984). U těchto rostlin se pro jednotky používá termín výhon (Jackson et al. 1985). Jelikož rostliny vytváří obrovský počet výhonů na velkém prostoru, mohou být tyto rostliny až po staletí geneticky zachovány (Cook 1983). Spojením výhonů všech klonů jedné mateřské rostliny získáme variabilní růstové podmínky a lze také očekávat zobrazení plasticity při rozdělování zdrojů v jiném poměru než u mateřské rostliny (Hutchings 1997).

Při porovnávání klonů, je jednodušší porovnávat klony ve stejném vývojovém stupni, než v té samé velikosti, protože druhy rostoucí v horizontální rovině zřídka zažijí homogenní podmínky. Rostliny upravují rozdělování zdrojů podle heterogenně distribuovaných zdrojů z jednotlivých částí lokality. V tom samém čase, změny v morfologii a ve větvení mohou podporovat lokální hojnost zdrojů popř. únik od jejich nedostatku (Hutchings et de Kroon 1994) (Hutchings 1997).

Klonální orgány neslouží jen k vegetativnímu šíření, ale nesou i zásobu pupenů a asimilátů, které jsou nezbytné pro regeneraci rostlin po pokosení (Klimeš et Klimešová 2001). Protože různé typy oddenků se těmito vlastnostmi liší, je možno očekávat, že zásoby pupenů a asimilátů mají pro koexistenci druhů v louce nějaký význam (Klimeš et Klimešová 2001). Například velké dominantní druhy, jako jsou bezkoleneček rákosovitý (*Molinia arundinacea*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), nahrazují po pokosení velké ztráty biomasy regenerací na úkor podzemních zásob, které jsou větší než u vzrůstem nižšího svehřepu vzpřimeného *Bromus erectus* (Klimešová et al. 2008).

Na bělokarpatkých loukách lze běžně nalézt rostliny s různými typy orgánů klonálního růstu, neklonální trvalky a monokarpické rostliny (jednoletky a dvouletky). Nejčastěji zastoupeným typem orgánu klonálního růstu je epigeogenní oddenek s krátkými přírůstky. Druhy mající tento typ oddenku jsou navíc v louce nejhojnější (Klimeš et Klimešová 2000). Rostliny klonální (tedy vegetativně produkující potenciálně nezávislé potomky) jsou v loukách častější než neklonální a monokarpické rostliny (Mauer et al. 2003) a mezi klonálními rostlinami převládají druhy s pomalým šířením (Tamm et al. 2001). Klonální růst a laterální šíření podle některých autorů podporují koexistenci velkého počtu druhů (Van Der Maare et Sykes 1993), ale na bělokarpatkých loukách nebyla zvýšená mobilita klonálních druhů s dlouhými oddenky potvrzena (Klimeš 1999) (Klimešová et al. 2008).

U studovaného druhu *Filipendula vulgaris* se vyskytuje typ klonálního růstu „*Rumex obtusifolius*.“ Charakteristické jsou vytrvalé oddenky, formované nad zemí (= epigeotropní oddenky, Serebjakov a Serebjakova 1965). Oddenky jsou kratší než 10 cm. Distální část oddenku je přikryta půdou a humusem nebo tažená do půdy tahem kořenů. Nody nesou zelené listy, internodia jsou krátká. Oddenky slouží jako zásobní orgány a jako banka pupenů a nesou kořeny. Vegetativní rozšiřování je obvykle nízké (nad několik cm/rok). Rozklad z bazální části oddenků začíná obvykle po více než deseti letech. Větvení je monopodiální a sympodiální. Rozklad začíná rozpadem primárního kořene a pokračuje staršími částmi oddenků (Klimešová et Klimeš 1998). Vytrvalost epigeogenních oddenků se značně odlišuje mezi druhy. Kořeny má podél klonálního růstového orgánu. Distribuce listů do poloviční růžice (Klimešová et Klimeš 2005).

Druhým typem klonálního růstu u studovaného druhu je „*Rumex acetosella*.“ Je charakterizován laterálními kořeny primárního kořenového systému nebo vedlejšími kořeny s adventivními pupeny. Kořeny s adventivními pupeny slouží jako zásobní orgán a jako spojení mezi výhony. Laterální a vedlejší kořeny se rozkládají během několika let z důvodu oddělení od mateřské rostliny. Rašení z adventivních pupenů na horizontálních kořenech během intenzivního vegetativního šíření (Klimešová et Klimeš 1998).

2.2 Dynamika zásobních látek

2.2.1. Tvorba zásobních látek

Pro většinu druhů rostlin je charakteristická tvorba zásob sacharidů, ale typické je to zejména pro vytrvalé píce (Chapin et al. 1990). Tyto rezervy slouží jako zdroj energie pro růst a vývoj rostliny, jakmile produkce fotosyntézy již nestačí pokrýt metabolické potřeby rostliny (Sonneveld 1962) (Alison et Hoveland 1989).

Obecně jsou známy tři způsoby tvorby zásobních látek. Jsou to, akumulace, jako zmnožení komponentů nepodporující přímo růst rostliny, formování rezerv, jako metabolicky regulované komponenty zásob, jež mohou přímo ovlivnit růst a recyklace, což je reutilizace komponentů jejichž fyziologické funkce mohou přispět k růstu nebo ochraně rostliny ale nemusí být plně dostačující pro její aktuální potřebu (Chapin et al. 1990).

Akumulace je nejméně nákladným a nejběžnějším způsobem tvorby zásob v rostlinách. Tento proces se především odehrává ve vakuolách a plastidech což umožňuje oddělení a zamezení degradace zásob jinými metabolickými drahami. Akumulace uhlíku se děje při vysoké světelné intenzitě, nízkém obsahu živin, vody nebo při solném stresu. Uhlík se primárně akumuluje v rostlině v závislosti na druhu, jako škrob, fruktany nebo jako sacharóza. Po zmírnění stresu jsou tyto zásoby použity na podporu růstu rostliny (Chapin et al. 1990).

Na chromatografu bylo zjištěno, že hlavním sacharidem rozpustným v ethanolu je sacharóza (Lytle et Hull 1980). Hlavními zásobními látkami u *Poa pratensis* a *Agrostis palustris* jsou rozpustné cukry, zvláště fruktany (Green et Beard 1969). Sprague a Sullivan také zjistili, že fruktany jsou nejdůležitějšími zásobními sacharidy *Dactylis glomerata* spolu s menším množstvím sacharózy a redukcujících cukrů (Colby et al. 1965). Také u *Medicago sativa* a *Lotus corniculatus* jsou hlavními komponenty zásobních sacharidů škrob, sacharóza, glukóza a fruktóza (Nelson et Smith 1968). Primárním nestrukturálním sacharidem je škrob, zahrnující více než 72 – 77% z TNC v nadzemních a podzemních orgánech (Anderson et al. 1989).

Kořeny slouží jako důležitý orgán skladování zásobních látek u mnoha druhů bylin (Buwai et Trlica 1977). Mezi hlavní dostupné nebo rozpustné sacharidové rezervy přítomné u trav patří cukry (glukóza, fruktóza a sacharóza), fruktany a škroby (Colby et al. 1965).

2.2.2 Krátkodobé kolísání obsahu zásobních látek

Na krátkodobé kolísání zásobních látek mají vliv povětrnostní podmínky (Colby et al. 1965), zejména teplota převyšující optimální hodnotu pro růst rostliny a dále nízká intenzita světla nebo malá listová plocha. Za takovýchto podmínek může dojít k negativní energetické rovnováze, kde fotosyntetické dodávky nepostačují na poptávku rostliny. V této situaci pravděpodobně dochází k použití přebytků nebo zásob sacharidů, pokud jsou v rostlině k dispozici (Brown et Blaser 1965).

Manipulace se světlem, živinami a vodou přímo indikuje, že úroveň zásobních látek je citlivá na krátkodobé změny v prostředí. Za přírodních podmínek úroveň sacharidů klesá během špatného počasí, když respirace a růst vyžadují zvýšení příjmu uhlíku (Burns 1972).

Velký vliv na ukládání a reutilizaci zásobních vodorozpustných sacharidů má nedostatek vody. Rostliny při vodním deficitu ukládají méně sacharidů než rostliny, které jsou tomuto stresu odolné. Může to být způsobeno snížením listové plochy jako reakcí na vodní deficit a tím snížení povrchu pro aktivní proces fotosyntézy (Davidson et Chevalier 1992).

Bathurst et Mitchell zjistili, že v podmínkách plného světla a nižší teploty produkuje rostlina velké množství cukrů, ale při zvýšení teploty a umístění do zastíněného prostředí vykazují pastevní druhy rostlin nejnižší produkci v alkoholu rozpustných sacharidů (Green et Beard 1969). Sullivan et Sprague prokázali, že sacharidové rezervy se akumulují rychle v chladném počasí (50-60 ° F), ale nehromadí se, či dokonce klesají v horkém počasí (70-80 a 80-90 ° F.) (Colby et al. 1965). Opačný trend byl zaznamenán u *Cynodon dactylon*. Sacharidy se hromadily za vyšších teplot přesto, že intenzita čisté fotosyntézy byla očividně nízká, kvůli vyššímu poměru list-kořen, ve srovnání k nižším teplotám (Schmidt et Blaser 1969). Obsah rozpustných sacharidů byl nejvyšší při vysoké světelné intenzitě s teplotami od 15 do 30° C (Garza et al. 1965).

Bylo prokázáno, že teplota přímo ovlivňuje respiraci rostliny a na základě toho můžeme tvrdit, že akumulace celových nestrukturálních sacharidů, označovaných jako TNC, je přímo ovlivňována teplotou prostředí. Jestliže se teplota prostředí nachází pod optimem pro růst vykazuje rostlina maximální ukládání sacharidů. Pakliže je teplota a ostatní faktory prostředí v optimu pro růst rostliny, nedochází již k maximální akumulaci sacharidů z důvodů zvýšené potřeby na současnou fotosyntézu, ale naopak se úroveň TNC v zásobních orgánech sníží (Younger et al. 1978).

Na akumulaci zásob TNC má vliv i rovnoměrnost rozložení teplot prostředí v průběhu vegetace. Jestliže budou letní teploty rovnoměrně vysoké, zásoby TNC budou klesat, to ale platí i u krátkých period zvýšených teplot. Narozdíl od mírnějších teplot po dlouhou dobu se zásoby TNC nijak nemění a ani růst rostliny není výrazně ovlivněn (Younger et al. 1978).

Obecně pro mladé rostliny jsou příznivé vysoké teploty; nicméně s postupujícím stářím rostlin se zvyšuje množství nefotosyntetizujících tkání a vysoké teploty zvyšují respiraci více, než zvyšují fotosyntézu, zvláště když takové teploty převládají v noci, kdy se fotosyntéza zastavuje (Garza et al. 1965).

2.2.3 Sezónní kolísání obsahu zásobních látek

Obecně zásoby sacharidů: 1) klesají s prudkým nástupem jarního růstu; 2) obnovují se po počáteční jarní ztrátě; 3) klesají během zapojovací fáze nebo během zrání, což závisí na druhu; 4) jsou obnovené po fázi zrání (Perry et al. 1974). V chladné části roku rostlina akumuluje fruktózu a sacharózu, zatímco v teplé části roku ukládá neredukující cukry a škroby (Schmidt et Blaser 1969). Mellavanie přidružuje maximum redukujících cukrů k rapidnímu vegetačnímu růstu, maximum sacharózy k diferenciaci a největší množství zásobních polysacharidů ke krátké periodě, předcházející sekundárnímu růstu (Green et Beard 1969).

Oproti koncentracím volně transportovatelných sacharidů (Bartoš 2008), škroby jasně ukazují na sezónní výkyvy a jsou hlavní zásobní frakcí. Cukry působí jako meziprodukty syntézy a degradace. Jednou z významných výjimek je, že při stresu, jako je sucho nebo zima, může být škrob přeměněn na cukry a potom se sacharóza stává hlavní frakcí (Nelson et Smith 1968). Na to poukázali Lytle et Hull (1980). Sacharóza byla hlavním sacharidem extrahovaným ze stonků a kořenů během roku. Kořeny nikdy neobsahovaly více než 4% škrobu, zatímco v ethanolu extrahovatelných cukrů 20% suché hmotnosti na začátku jara a na podzim (Lytly et Hull 1980). Také u *Molinia caerulea* byl zřetelný nárůst především u hlavního transportního sacharidu – sacharosy, jejíž koncentrace na konci roku dosahuje cca. 10 %. Glukóza a fruktóza vykazují také prudký nárůst, koncentrace však dosahují výrazně nižších hodnot, a to jak v bázích, tak i v kořenech (cca. 3-4 %) (Bartoš 2008).

Procento TNC vždy klesá s počátkem růstu, dokud fotosyntéza prvních listů nezačne rostlinu zásobovat energií potřebnou pro respiraci a růst. Při velice časném jarním odběru byly překvapivě nízké celkové koncentrace nestrukturních karbohydrátů v zásobních orgánech. Zřejmě bylo značné množství zásob prodýcháno v období vegetačního klidu (Bartoš 2008). Poměr doby a množství těchto TNC se snižuje variabilně mezi jednotlivými druhy a podmínkami prostředí (White et al. 1972). Například u vytrvalých rostlin se zásoby uhlíku, dusíku a fosforu snižují při intenzivním růstu rostliny, a k recyklaci živin z listů zpět do zásobních orgánů dochází, až když se růst rostliny zastaví, např. vlivem stárnutí (Chapin et al. 1990). Stárnutí rostliny by mohlo být vysvětlením letního vzestupu obsahu cukrů v kořenech vysokých forem roslin (Lytly et Hull 1980).

Živinné limity u druhu ostřice *Eriophorum vaginatum*, rostoucí v tundře, zmenšují růst tohoto druhu, pokud akumulace rezerv začíná pozdě v létě. Za předpokladu přidání živin, růst i akumulace rezerv (ve formě cukrů, argininu a cukernatých fosfátů) pokračuje současně (Chapin et al. 1990).

Troughton při srovnávání sezónních reakcí, zjistil, že zásoby sacharidů v kořenech různých druhů pícninových trav se obecně snižují s růstem nových výhonků brzy na jaře a během pozdního jara a léta se opět zvyšují (Green et Beard 1969). To se ale netýká rostliny *Onobrychis viciaefolia*, která si zásobu sacharidů udržovala na nízké úrovni až do pozdního léta a do uvadnutí, nebo vykazovala jen menší cyklické změny. To podpořilo hypotézu, že tato rostlina nespotřebovává zásobní sacharidy k započnutí růstu na jaře, ale využívá k získání energie sacharidy syntetizované ze stávající listové plochy (Cooper et Watson 1968).

U rostliny *Cynodon dactylon* Weinmann uvedl, že vysoký podíl sacharidů byl obecně nejvíce využit na jaře kde korespondoval s rašením nových výhonků. Listy hromadily sacharidy během celého vývoje až do jejich opadu. (Schmidt et Blaser 1969). Brown zjistil, že obsah TNC u *Poa pratensis* se zvyšuje na podzim a na jaře (Younger et al. 1978).

Roční kolísání zásob jednoduchých sacharidů v kořenech *Spartina alterniflora* ukázalo, že mezi březnem a dubnem byly rezervy mobilizovány pro využití pro počáteční růst. Vysoké formy druhu *S. alterniflora* obsahovaly v březnu v kořeni více než 60 mg jednoduchých sacharidů na gram suché hmoty oproti nízkým formám (Lytle et Hull 1980).

Redukci sacharidových rezerv způsobuje sekundární rostlinný růst v pozdním létě (Green et Beard 1969), ale i během druhé poloviny května nástup maximálního vegetativního vývoje a nástup maximálního prodlužování stébel a vznik a vývoj semen. Toto kritické období s nízkou úrovní sacharidů lze vysledovat v červnu a začátkem července (Colby et al. 1965).

V srpnu během kvetení a tvorby semen se obsah jednoduchých cukrů ve vysokých stoncích *Spartina alterniflora* pohyboval okolo 10% suché hmotnosti, ale mezi zářím a říjnem poměrně rychle poklesl, což bylo shodné s průběhem v kořenech. Stonkové tkáně nízkých rostlin udržely relativně vysoký obsah jednoduchých sacharidů během října a kořeny zvýšily obsah sacharidů během podzimu a zimy (Lytle et Hull 1980).

S nástupem letní dormance uprostřed července poklesla hladina fruktózy na stopové množství u druhu *Poa pratensis*, ale množství sacharózy a oligosacharidů zůstalo relativně konstantní (Green et Beard 1969). V Riverside a Santa Ana byla úroveň TNC u *Poa pratensis* nižší na začátku října, pravděpodobně se zde projevil efekt předcházejících letních vysokých teplot (Younger et al. 1978).

Koncentrace TNC v nadzemních a podzemních tkáních *Panicum virgatum* se lineárně zvýšily od června do mléčného stádia uprostřed srpna, poté se měnily jen mírně. Od června do července byla však koncentrace TNC přibližně o 19% vyšší v nadzemních orgánech (Anderson et al. 1989).

V bazálních internodiích i kořenech u druhu *Molinia arundinacea* 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. Prudký nárůst koncentrací ve všech zásobních orgánech u *M. arundinacea* byl zaznamenán v srpnu (až na cca. 8 %). 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 (Matoušová 2007).

Obecně lze říci, že nejvyšší obsah sacharidů v kořenech se vyskytuje od začátku dubna a postupně se snižuje do první poloviny května jelikož dochází k jejich mobilizaci pro podporu růstu nadzemních orgánů. Naopak v období druhé poloviny května se v nadzemní biomase nachází nejvyšší obsah sacharidů. Další nárůst rezerv v kořenech nastává až od srpna do září. V jiných zdrojích se uvádí, že obsah sacharidů v nadzemní biomase klesá od konce května kvůli translokaci rezerv a k akumulaci do podzemních orgánů. Tato akumulace rezerv je podstatná pro intenzivní růst nadzemních částí a nových kořenů následující jaro (Fiala 1993). Jestliže tvoří zásobní sacharidy pohotově dostupný energetický zdroj pro růst a metabolické procesy v rostlině, tak znalost vzorců sezónní akumulace sacharidů a jejich využití by pomohla k pochopení reakcí vytrvalých rostlin (Langille et al. 1968).

2.3 Vliv kosení na rostliny

2.3.1 Tvorba zásob sacharidů a obnova růstu po kosení

Vytrvalé rostliny potřebují pro přežití zimy, počáteční růst na jaře a znovuoobnovení růstu po pokosení, dostatečné množství sacharidových zásob, než fotosyntéza vyrovná negativní energetickou bilanci rostliny (White et al. 1972).

Rychlost znovuoobnovení růstu vytrvalých rostlin je ovlivněna indexem listové plochy, konkurenčním zachycením světla a reutilizací sacharidových zásob uložených v oddenku, stolonech a kořenech. Pečlivě posečené rostliny mají velice nízký index listové plochy a proto je nízká i denní akumulace sušiny (Ward et Blaser 1961).

Několik studií indikovalo, že kosení nebo pastva snižuje kořenovou hmotu, zatímco jiné studie ukázaly malou nebo žádnou změnu v kořenovém systému po defoliaci. Růst kořenů a zvyšování rezervy sacharidů je důležité pro udržení produkce píce po defoliaci (Buwai et Trlica 1977).

Jakmile dojde k posečení rostliny, rostlina se ihned dostává do negativní energetické bilance. Jelikož rostlina potřebuje vytvořit nové tkáně a nemá pro získání energie z fotosyntézy dostatečnou listovou plochu, dochází zde k využití sacharidových rezerv a tím je jejich zásoba snížena na nízkou úroveň. Když rostliny znovu získají listovou plochu, je více energie k dispozici (Brown et Blaser 1965).

Weaver et Darland (1947) zjistili, že nekosené rostliny měly větší kořenovou hmotnost a více postranních větví. Naopak hlubší kořeny a méně mrtvého kořenového materiálu vykazovaly kosené rostliny (Buwai et Trlica 1977). To podložilo tvrzení několika vědců jež uvedl, že pastva nebo kosení snižuje hmotnost kořenové soustavy (Hanson et Stoddart 1940; Weaver 1950; Hedrick 1958; Schuster 1964).

Růst rostliny 2 až 7 dní po kosení může být silně limitován nízkým obsahem zásobních sacharidů což může vést ke značně zpomalenému znovuobnovení růstu. Jestliže úroveň sacharidových rezerv poklesne pod kritickou úroveň může dojít až k zániku výhonků (White et al. 1972). Při managementu sečení je nutné si uvědomit, že když rostlině odebereme nejučinnější část z fotosyntetického aparátu, na kterém jsou závislé vysoké výnosy použije rostlina naakumulované sacharidy k znovuobnovení růstu. Jakmile nebude vytvořen dostatečný odstup mezi následnými sečeními, aby rostlina znovu vytvořila mohutný fotosyntetický aparát a dokázala naakumulovat potřebné množství sacharidů, může zde nastat problém vyčerpání rostliny (Booyesen et Nelson 1975).

Vnímavost rostlin k poškození při kosení se zvyšuje při velkém vyčerpání zásobních sacharidů (TNC), ale pokud jsou rezervy použity ke zvětšení listové plochy, lze se domnívat, že se tato ztráta částečně vyrovná zvyšující se fotosyntetizující plochou (White et al. 1972). Využitím velkého množství zásobních sacharidů dochází ke strádání rostlin jako odpověď na časté kosení nebo pastvu, ale některé studie ukazují na strádání rostlin jako na malý pozůstatek sacharidů při frekventovaném kosení, které silně potlačuje znovuobnovení růstu. Jsou-li totiž rostliny opakovaně koseny a ponechány ve tmě, zastaví se obnova jejich růstu ještě předtím než dojde k úplnému vyčerpání sacharidových rezerv (Chapin et al. 1990).

Jak se zvyšuje fotosyntetizující plocha po kosení, úroveň sacharidových rezerv v kořenech se zvyšuje (Davis et al. 1995).

Jelikož časté kosení nebo pastva způsobují úbytek TNC v kořenech což může mít vliv na pokles růstu a ztrátu na výnosech (Sheaffer et al. 1988); lze využít podzimní rezervy TNC jako ukazatel stresu rostlin, který je způsoben právě frekvencí sklizně a projevuje se na porostu (Gossen et al. 1994).

Tlak pastvy a kosení se musí regulovat aby nedocházelo k velkým defoliacím, a aby bylo rostlině umožněno vytvořit dostatečnou listovou plochu. Tu je potřeba zachovat po celou dobu vegetačního období k udržení dostatečné listové plochy a životaschopnosti rostliny. Pokud by byly defoliace častější došlo by ke snížení sacharidových rezerv a časový interval, potřebný pro jejich doplnění by byl nedostačující (Booyesen et Nelson 1975). Jednou z výjimečných vlastností *Dactylis glomerata* je rapidní obnovení růstu po sklizni a její spolehlivý růst během letních měsíců. Teorie i polní výzkumy ukázaly, že úroveň rezerv sacharidů během těchto kritických period hraje důležitou roli v obnovení růstu a vývoj tohoto druhu (Colby et al. 1965).

Vytrvalé bobovité pícniny se mohou odlišovat v obsahu zásobních látek v kořenech podle odezvy na různé typy obhospodařování (Davis et al. 1995).

V kořenech *Lotus corniculatus* se snižoval obsah TAC od zahájení růstu po kosení. Je zajímavé, že sacharidy neakumuloval do kořenů ale investoval je do obnovení růstu nadzemní části a k podpoře aktivního úžlabního větvení. Tímto se dá vysvětlit větší důležitost zbytkové listové plochy nad zásobními sacharidy v kořenech. U vojtěšky se to ale děje naopak, nejprve naakumuluje dostatek sacharidů do kořenů a poté je investuje do růstu po kosení (Nelson et Smith 1968). U druhu *Paspalum dilatatum* byla zjištěna koncentrace TAG 1,5 – 2 krát vyšší ve stonkových bázích než v kořenech, což ukazuje na vyšší snížení rezerv po kosení u kořenů, než u stonkových bází. Pro rostlinu představují neprušené výhonky větší fotosyntetickou plochu, a více místa k akumulaci sacharidů, pro okamžité použití (Watson et Ward 1970).

Charakteristickým risem většiny bobovitých, je vyčerpání zásobních sacharidů po sklizni, což bylo dokázáno i u druhu *Coronilla varia*. *Coronilla varia* vstupuje do zimní periody s vysokou úrovní celkových dostupných sacharidů srovnatelnou s *Medicago sativa*, může to být způsobeno menší obnovou růstu po kosení (Langille et al. 1968). U druhů *Onobrychis viciaefolia* a *Medicago sativa* byla původní karbohydrátová úroveň dosažena rychleji při pokosení na konci sezóny než na počátku léta (Cooper et Watson 1968). Rostliny sklizené velmi pozdě před příchodem mrazu, nemají již šanci na obnovení růstu, a proto vykazují úroveň TNC jako rostliny s adekvátním odpočinkem po defoliaci (Owensby et al. 1970; McKendrick et al. 1975) (Forwood et al. 1988). Volba doby kosení je velmi důležitá, protože včasné poslední kosení zajistí rostlině dostatek času k nahromadění zásob sacharidů chránící rostlinu před zmrznutím (Cooper et Watson 1968).

U pokusů s *Panicum virgatum* bylo zjištěno, že 3 týdny po kosení, v druhé polovině června, byla průměrná koncentrace TNC v nadzemních i podzemních orgánech přibližně 20 g/kg. U rostlin pokosených v časnějším termínu, poklesla zásoba TNC na pouhých 5 a 2g/kg. U později sklizených rostlin byla koncentrace TNC v nadzemních orgánech nižší než u dříve pokosených rostlin, ale v kořenech se zásoba TNC držela přibližně na stejné úrovni 44g/kg u obou rostlin 3 týdny po pokosení (Anderson et al. 1989).

Je pravda, že výhonky které obsahují vyšší zásobu sacharidových zásob, jsou schopny vytvořit větší množství sušiny, než výhonky s menší zásobou, ale bylo dokázáno, že tento obsah naakumulovaných sacharidů není tak důležitý jako stupeň defoliace (Watson et Ward 1970).

Rostliny potřebují určitou minimální zásobu sacharidů pro zajištění rychlé obnovy po sklizni. Za takovouto hranici by se dala považovat koncentrace sacharidů 10 – 15%. Jak ukázal výzkum rostliny *Medicago sativa*, tento druh obsahoval tuto hraniční koncentraci i ve fázi kvetení což by znamenalo, že rostlina je schopná odolat nepřízním jako je defoliace bez výrazně ovlivněné schopnosti znovuobnovení růstu (Matches et al. 1963).

Při pokusech na kvetoucích výhonech *Dactylis glomerata* nekosených do poloviny června, byl zaznamenán vyšší obsah TNC, než u nekvetoucích jedinců i když zde byl stejný management využívání. Bylo zjištěno že TNC se snížily během prvních 2 týdnů po kosení a jejich koncentrace byla obnovena až ve 4. týdnu. Z těchto výsledků je zřejmé, že pro podpoření vitality rostliny lze doporučit obnovovací periodu 30 - 35 dní, což by měla být pro tento druh odpovídající délka (Taylor et Templeton 1966).

Je zajímavé, že u některých rostlin nemá kosení výrazný vliv na obsah sacharidových rezerv. Například zásoba TNC v kořenech *Boutelotta gracilis* nebyla nijak výrazně ovlivněna kosením. Celkové rezervy sacharidů v kořenech tohoto druhu rovněž neukázaly žádné rozdíly mezi sečemi. Fisher (1966) zjistil, že časté kosení *Boutelotta gracilis* během vegetačního období má malý vliv na obsah TNC. Welch (1968) také zjistil, že nejsou žádné rozdíly v úrovni TNC u préríjní *Calamovilfa longifolia* kosené nebo spásané v různých intenzitách. Účinky defoliace neměly negativní dopad na úroveň TNC a celkové zásoby sacharidů kosených těchto druhů rostlin. Odolnost *Boutelotta gracilis* vůči kosení nebo spásání může být způsobena schopností tohoto druhu udržovat odpovídající kořenový růst přenosem více asimilovaných sacharidů na podzemní kořenovou produkci (Buwai et Trlica 1977).

2.3.2 Vliv kosení na luční společenstva

V člověkem udržovaných travinných společenstvech, k nimž patří také louky, je pravidelné obhospodařování nezbytné pro udržení vysoké druhové diverzity (Klimešová et al. 2008), a na rozdíl od mnohých dalších ekosystémů, opakovaně vyžadují značné množství energie, aby nezanikly (Bakker et al. 1980). Kosení je silně selektivní faktor, ovlivňující jednotlivé druhy různou měrou v závislosti na jejich velikosti a množství zásob uložených pod zemí (Klimeš 2008).

Například *Vicia tenuifolia*, víceletý druh netvořící přizemní růžici listů, při kosení ztratí 95% své nadzemní biomasy, kdežto rozetový druh *Ajuga reptans* není sečí téměř vůbec ovlivněn, protože při kosení ve výšce 10 cm ztratí jen 6% nadzemní biomasy. Regenerace větších druhů po kosení je proto pomalá a jejich kompetiční vliv na menší druhy je na jistou dobu silně potlačen, takže i druhy, které by společně bez narušení nemohly koexistovat, spolu díky kosení přežívají (Klimeš 2008).

Snad každý laik si je vědom, že nekosená louka dříve nebo později zaroste křovím a později lesem. Na většině bělokarpatských luk je tento proces mimořádně rychlý, protože příslušné druhy dřevin jsou v dostatečné hustotě přítomné na všech lokalitách. Po přerušení kosení tedy mohou okamžitě využít nabízený prostor. Méně je zřejmé, že kosení je selektivní faktor, ovlivňující jednotlivé druhy různou měrou v závislosti na jejich velikostech a množství zásob uložených pod zemí. Regenerace větších druhů po kosení je pomalá a jejich kompetiční vliv na menší druhy je na jistou dobu silně potlačen, takže i druhy, které by společně bez narušení nemohly koexistovat, spolu díky kosení přežívají (Klimeš 2008).

Na bělokarpatských loukách však existují i další faktory, které se uplatňují do jisté míry obdobným způsobem. Prvním z nich jsou letní přísušky. Je nápadné, že lokality s druhově nejbohatšími lučními porosty jsou v Bílých Karpatech vždy orientovány k západu, jihozápadu až jihu. Na rozdíl od podobných lokalit v jiných územích je zde půda poměrně hluboká a má značnou vodní kapacitu. Rovněž jemné zrnitostní složení půd na karpatském flyši, který většinou tvoří vrstvy s mírně odlišnou strukturou, výrazně zpomaluje vysychání půdního profilu i při vysokých letních teplotách. Přesto může v létě po pokosení horní vrstva půdy silně vysychat. Zatímco dlouhodobé sucho vede k značné mortalitě teplomilných druhů v oblastech, kde je na výslunných 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 konkurenčních vlivů a ke koexistenci více druhů (Klimeš 2008).

Pestrost růstových forem, fenologie a konkurenčních vlastností jednotlivých druhů naznačuje, že pravidelné kosení jednou ročně v jednotlivých letech prováděné od června do září, nejlépe mozaikovitým způsobem, je při daném stavu luk nejvhodnější (Klimeš 2008).

Louky zůstanou i v budoucnu ekosystémem blížícím se požadavky na údržbu například trávníku v parku. Pokud tato údržba nebude zajištěna, povede to zákonitě k ústupu a vymizení mnohých druhů, v první řadě těch, které jsou již dnes vzácné a ohrožené. Bělokarpatské louky tedy jsou osobitými a velmi dynamickými společenstvy, mimořádně citlivými na malé změny ve způsobu obhospodařování, chodu počasí a přísunu živin. V České republice představují svým druhovým složením, kulturní historií i rozlohou unikátní typ vegetace, který mimo Bílé Karpaty nemá obdoby (Klimeš 2008).

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. Jedná se o jedno z nejcennějších území CHKO Bílé Karpaty. Krajinářsky to je ojedinělé území, které nemá obdobu v celé střední Evropě.

NPR Čertoryje je součástí vymezeného krajinného celku Vojšická vrchovina. Louky jsou ohraničeny převážně bukovými lesy s vyvinutým keřovým lemem. 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 (Bravencová et al. 2004).

3.1.1 Geologické podmínky

Z geologického hlediska patří Bílé Karpaty k vnějším Západním Karpatům. Jsou výsledkem horotvorných pohybů v třetihorách, kdy byly vyvrásněny také Alpy a celý Karpatský oblouk. Na jejich geologické stavbě se podílí flyšové pásmo, bradlové pásmo a vídeňská pánev (Pechanec et Jongepierová 2008). Území rezervace, ve kterém probíhala studie, 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 uhličitanu vápenatého (Bravencová et al. 2004).

3.1.2 Hydrologické podmínky

Bílé Karpaty náleží k povodí Moravy a Váhu, jež patří k úmoří Černého moře (Pechanec et Jongepierová 2008). Území rezervace Čertoryje 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).

3.1.3 Klima

Území leží v oblasti na přechodu mezi přímořským a pevninským podnebím (Pechanec et Jongepierová 2008). 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).

3.2 Studovaný druh

Filipendula vulgaris

Tento druh má oddenek málo ztloustlý, přídatné kořeny s podlouhle vejcovitými až kulovitými hlízovitými ztlustěninami. Lodyha je přímá, (10-)30 – 80(-100) cm vysoká, jednoduchá nebo v horní části chudě větvená, oblá nebo mělce rýhovaná, celá lysá. Listy jsou přetřhovaně lichozpeřené, v obrysu podlouhle kopinaté, přizemní většinou četné, růžicovitě nahloučené. Všechny listy bývají lysé; palisty podlouhle polosrdčité, hrubě zubaté. Květenství je velké, bohaté, obvykle širší než delší. Květy zčásti přisedlé, zčásti dlouze stopkaté, (5-)6četné; kališní lístky trojúhelníkovitě vejčité; korunní lístky podlouhle obvejčité, znenáhla zúžené v krátký nehet. Nažky jsou v obrysu nesouměrně podlouhlé, rovné, hustě chlupaté (Slavík et al. 1995).

F. vulgaris je málo proměnlivý druh; variabilita je téměř výhradně omezena na individuální odchylky povahy stanovištních modifikací. Vzácně se vyskytuje forma *hevesiensis*, lišící se od typu listy na rubu dlouze štětinatě chlupatými. V zahradách pěstované rostliny jsou většinou plnokvěté (Slavík et al. 1995).

Vyskytuje se na výslunných travnatých a keřnatých stráních, sušších, popř. i vlhčích loukách, na travnatých a keřnatých enklávách v polích, v úbočí úvozních cest a železniční náspů. Na půdách mírně vlhkých, vysychavých a suchých (též střídavě vlhkých), hlubších, humusem bohatých, ale i na mělkých, minerálních, písčitohlinitých; na silikátových i vápenitých podkladech. Nalézá se ve společenstvech řádů *Brometalia erecti*, *Origanetalia vulgari*, *Prunetalia* a v rozvolněných společenstvech řádu *Quercetalia pubescentis*; řidčeji, ale rovněž význačně ve společenstvech svazů *Arrhenatherion*, *Molinion* a *Cnidion venosi*.

V submontánním stupni karpatské oblasti se vyskytuje ve společenstvech svazu *Nardo – Agrostion tenuis* (Slavík et al. 1995).

V ČR je rozšířen v termofytiku a na většině území mezofytika; v oreofytiku neroste. V planárním a zejména v kolinním a suprakolinním stupni se vyskytuje dosti hojně až roztroušeně, v karpatské oblasti roztroušeně i v submontánním stupni. Pěstuje se zřídka v zahradách jako okrasná rostlina (Slavík et al. 1995).

Filipendula vulgaris nemá hlavní kořen, ale má jiné zásobní orgány. Pupy: v úrovni nad 10 cm má 1 - 10 sezónních pupenů; od 0 do 10 cm má 1 – 10 sezónních pupenů; 0 cm má 1 – 10 sezónních pupenů a od 0 do -10 cm má méně než 10 vytrvalých pupenů (Klimešová et Klimeš 2005).

3.3 Odběr a měření rostlin

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, byly odběry prováděny na celkově deseti stanovištích, z nichž každé mělo velikost cca. 5 x 5 metrů. Při každém odběru se odebraly na každém stanovišti dvě rostliny *Filipendula vulgaris*, a zároveň od každé rostliny okolní živá biomasa a opad do vzdálenosti 13 cm od rostliny. Každá rostlina byla rozdělena na stonkovou a kořenovou část. Stonková část se zvažila, usušila při 80 °C a opět zvažila na analytických vahách (Kern 770). Listy byly naskenovány pro následnou úpravu ve Photoshopu 7 a podle počtu zjištěných pixelů se vypočetla specifická plocha listu (m²/m²). Podzemní rostlinné orgány byly promyty a zváženy. Poté se zabalily do alobalu a umístily do tekutého dusíku. Tyto vzorky se poté lyofilizovaly. Po lyofilizaci byly znovu zváženy a rozdrceny ve šrotovníku na jemný prášek.

3.4 Analýzy sacharidů v kořenech rostlin

V kořenech studovaného druhu byly stanoveny obsahy škrobů a volných transportovatelných sacharidů (glukóza, fruktóza a sacharóza).

3.4.1 Stanovení škrobu

Byly použity enzymatická metoda 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 reagenty na stanovení glukózy.

Rozemleté vzorky kořenů byly dále dosušeny při 50°C a poté se přesně navážilo 100 mg vzorku (analytické váhy Mettler AE 163) a přemístily se do skleněné zkumavky. Jako kontrola byla použita stejná navážka kukuřičného škrobu. Do zkumavek se přidalo 5 ml 80% etanolu a inkubovaly se v horké vodní lázni (Memmer GmbH, Schwabach, Germany) při 83°C po dobu 12 minut a každé 3 minuty probíhalo míchání na vortex mixéru. Zkumavky byly odstředěny při 3000 rpm po dobu 10 minut (centrifuga Janetzki T23) a supernatant poté slit do 25 ml lahvičky (proces extrakce se opakoval třikrát). Supernatant se nechal odpařit při 50°C, po odpaření bylo přidáno 10 ml destilované vody a alikvotní podíl byl přenesen do plastové lahvičky a zamražen (tento extrakt se dále použil pro stanovení volných sacharidů, viz kapitola 2.4.2).

Do zkumavek se přidalo 0,2 ml vodného roztoku etanolu pro lepší rozptýlení a poté se zkumavky třepaly na vortexu. Okamžitě po třepání bylo přidáno 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 se zkumavky opět protřepaly na vortexu a inkubovaly ve vroucí vodní lázni po dobu šesti minut (Po 2 a 4 minutách znovu protřepány). Zkumavky se na 30 minut umístily do vodní lázně při teplotě 50°C a bylo přidáno 4 ml pufru octanu sodného (200 mM, pH 4,5) a 0,1 ml amyloglukosidázy (20 U). Během inkubace se zkumavky 2x protřepaly na vortexu.

Vzorky byly kvantitativně přeneseny do 100 ml odměrné baňky, promyty destilovanou vodou a důkladně promíchány. Z odměrné baňky byl odebrán alikvotní podíl a ten byl odstředěn při 3000 rpm po dobu 10 minut. 0,1 ml odstředěného vzorku se dvojmo přeneslo na dno skleněné testovací zkumavky. Dále se přidalo do každé zkumavky 3 ml GOPOD reagentie včetně glukózové kontroly a reagenčního slepého vzorku. Poté byly vzorky inkubovány 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 byly analyzovány pomocí kapalinové chromatografie na systému ICS-3000 od firmy Dionex, s elektrochemickým detektorem a kolonou CarboPac PA1. Jako eluent byl použit 200 mM NaOH. Standardy fruktózy, glukózy a sacharózy se použily od firmy Dr. Ehrenstorfer.

3.4.3 Statistické zpracování

Pro zhodnocení byl použit program STATISTIKA (Anon. 1996) aplikace Obecných Lineárních Modelů (ANOVA, MANOVA). Pro grafické znázornění Systém R (R Development Core Team 2008) a v grafech byl použit medián i průměr pro větší vypovídací schopnost. Pakliže v analýzách vystupovala biomasa, jakožto vysvětlovaná proměnná, byla data logaritmicky transformována – funkce $\text{Log}(x+1)$ - pro dosažení normálního rozdělení dat, ze stejných důvodů byla data transformována arcsinovou funkcí u procentuálních dat (investice do jednotlivých orgánů, obsah vody, koncentrace TNC).

3.5 Seznam zkratk

CHKO – chráněná krajinná oblast

NPR – národní přírodní rezervace

LAI – index listové plochy

TNC – celkové množství nestrukturálních sacharidů

CGR – růstový poměr

Nomenklatura v celé práci sjednocena dle Slavík (1995).

Tato práce proběhla v rámci grantu GAČR 526/06/0723, jejímž řešitelem byla Jitka Klimešová. Jelikož výzkum probíhal u více druhů rostlin, se stejným cílem a na téže lokalitě, byla pro všechny druhy stanovena stejná metodika. Tímto grantem byla též podpořena práce Klečkové (2009) a Matoušové (2008).

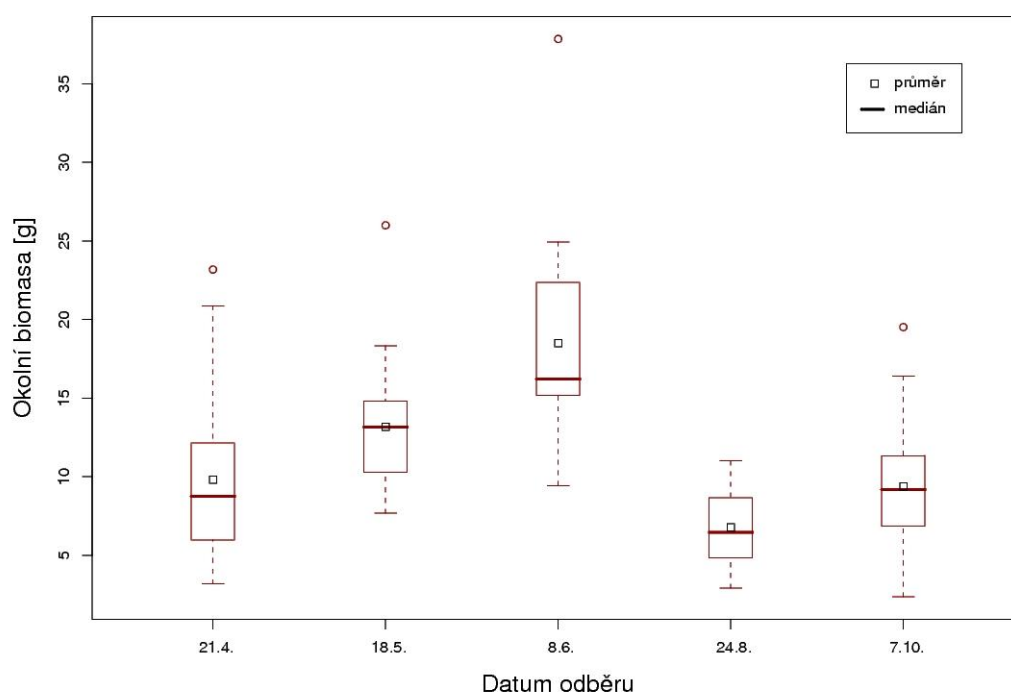
4. VÝSLEDKY

4.1 růstová analýza studovaného druhu

Tabulka 1: Změna produkce louky v čase

| | d.f. | F | P |
|-----|------|------|--------------|
| Čas | 4 | 28,1 | 0,000 |

Ze statistického zpracování je zřejmé, že změna produkce louky je statisticky průkazná (tabulka 1).



Obr. 1: Produkce louky v průběhu vegetační sezóny

Produkce biomasy louky se zvyšovala od začátku vegetace až na maximum v červnu. Po pokosení opět zvyšovala svoji produkci ale ne již tak intenzivně jako na počátku vegetace (obr. 1).

Tabulka 2: Změna nadzemní produkce *F. vulgaris*

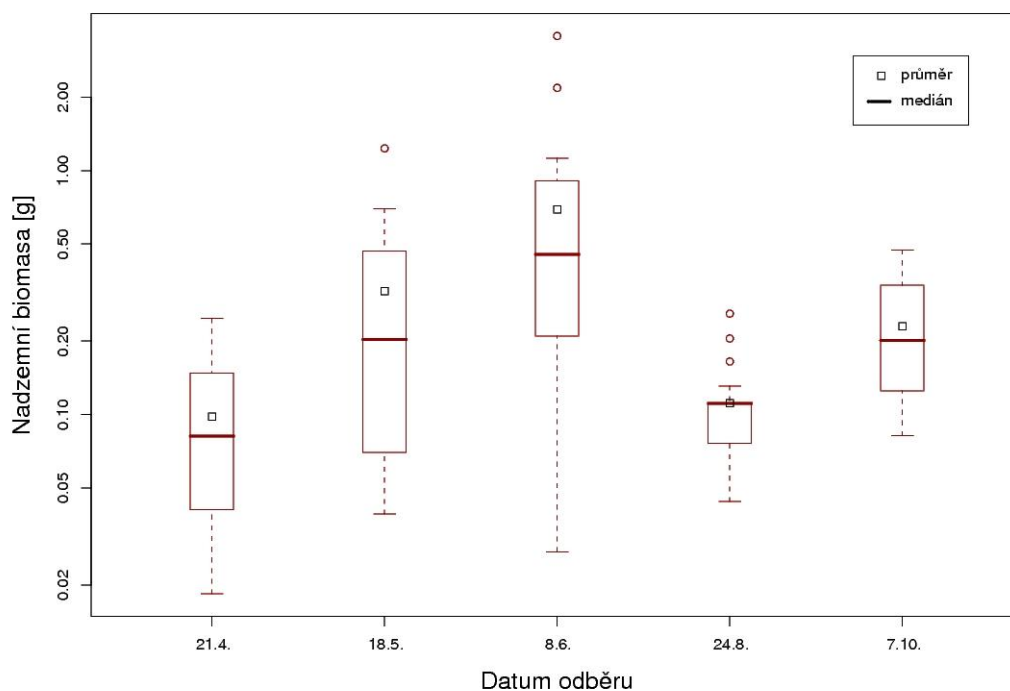
| | d.f. | F | P |
|-----|------|-------|--------------|
| Čas | 4 | 6,481 | 0,000 |

Statisticky průkazná byla i změna produkce nadzemní biomasy studovaného druhu (tabulka 2).

Tabulka 3: Vliv okolní biomasy na nadzemní biomasu *F. vulgaris*

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|--------------|
| Čas | 4 | 2,805 | 0,031 |
| Okolní biomasa | 1 | 0,069 | 0,793 |
| Čas*Okolní | 4 | 0,417 | 0,796 |

Vliv okolní biomasy na nadzemní produkci *F. vulgaris* byl statisticky neprůkazný, což se dá vysvětlit jako růst *F. vulgaris* neomezený okolní biomasou. *F. vulgaris* tudíž měnila svoji produkci v čase přibližně stejně jako okolní biomasa (tabulka 3).

**Obr. 2: Produkce nadzemní biomasy *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny**

Produkce biomasy *F. vulgaris* se zvyšovala podobně jako u okolní biomasy od začátku vegetace až na své maximum v červnu a po kosení opět zvyšovala svoji produkci (obr.2).

Tabulka 4: Změna podzemní produkce *F. vulgaris* v čase

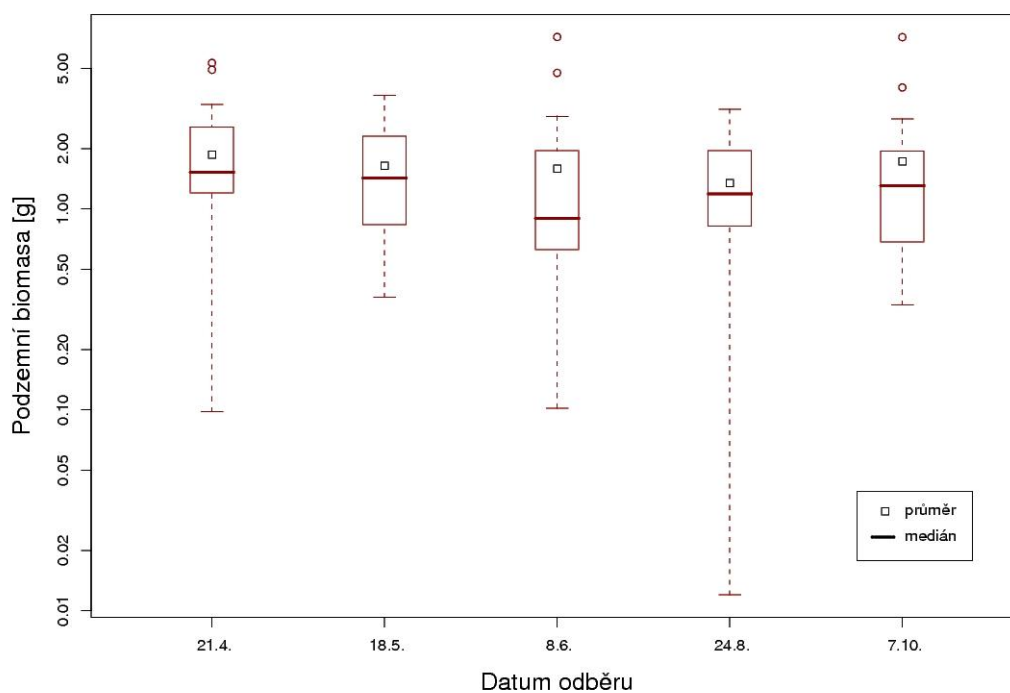
| | d.f. | F | P |
|-----|------|-------|-------|
| Čas | 4 | 0,532 | 0,713 |

Změna biomasy kořenů se ukázala jako statisticky neprůkazná (tabulka 4).

Tabulka 5: Vliv okolní biomasy na podzemní biomasu *F. vulgaris*

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------|
| Čas | 4 | 0.382 | 0.821 |
| Okolní biomasa | 1 | 0.231 | 0.632 |
| Čas*Okolní | 4 | 0.297 | 0.879 |

Vliv okolní biomasy na biomasu kořenů *F. vulgaris* byl také statisticky neprůkazný (tabulka 5).

**Obr. 3: Produkce podzemní biomasy *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny**

Biomasa kořenů se v průběhu vegetační sezóny výrazně neměnila, ale na své minimum klesla při maximálním nárůstu nadzemní biomasy před kosením (obr 3)

Tabulka 6: Změna celkové biomasy *F. vulgaris* v čase

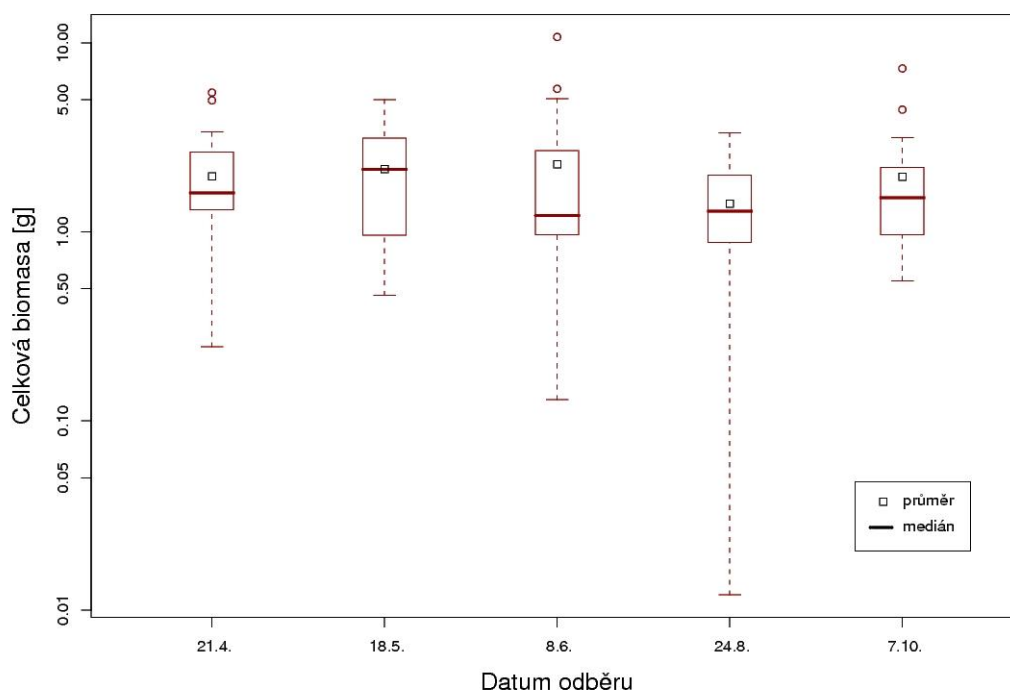
| | d.f. | F | P |
|-----|------|-------|-------|
| Čas | 4 | 0,731 | 0,576 |

Změna celkové produkce v závislosti na čase nebyla statisticky průkazná (tabulka 6).

Tabulka 7: Vliv okolní biomasy na celkovou biomasu *F. vulgaris*

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------|
| Čas | 4 | 0.551 | 0.699 |
| Okolní biomasa | 1 | 0.284 | 0.595 |
| Čas*Okolní | 4 | 0.377 | 0.825 |

Statistické vyhodnocení vlivu okolní biomasy na celkovou biomasu cílového druhu nebylo průkazné. Okolní biomasa by se tak dala hodnotit jako bez vlivu na biomasu *F. vulgaris* (tabulka 7).



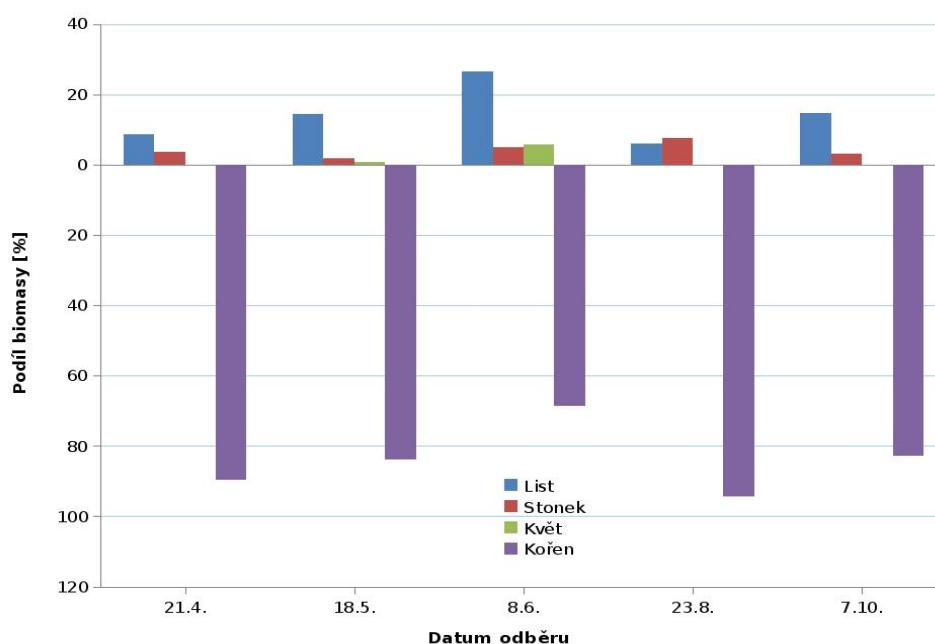
Obr. 4: Celková produkce biomasy *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny

Produkce biomasy *F. vulgaris* měla střídavě vzestupný a sestupný charakter. Kolísání nebylo výrazné ale od prvního odběru biomasa *F. vulgaris* vzrostla, poté viditelně poklesla a po kosení byla na minimální hodnotě, což se do posledního odběru výrazně nezměnilo (obr. 4).

Tabulka 8: Vliv okolní biomasy na investice do jednotlivých orgánů

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------------|
| Čas | 16 | 1.923 | 0.02 |
| Okolní biomasa | 4 | 0.427 | 0.788 |
| Čas*Okolní | 16 | 0.665 | 0.827 |

Vliv okolní biomasy na investici *F. vulgaris* do jednotlivých orgánů byl statisticky neprůkazný. Investice *F. vulgaris* do jednotlivých orgánů nebyla tedy nijak ovlivněna vývojem okolní biomasy (tabulka 8).

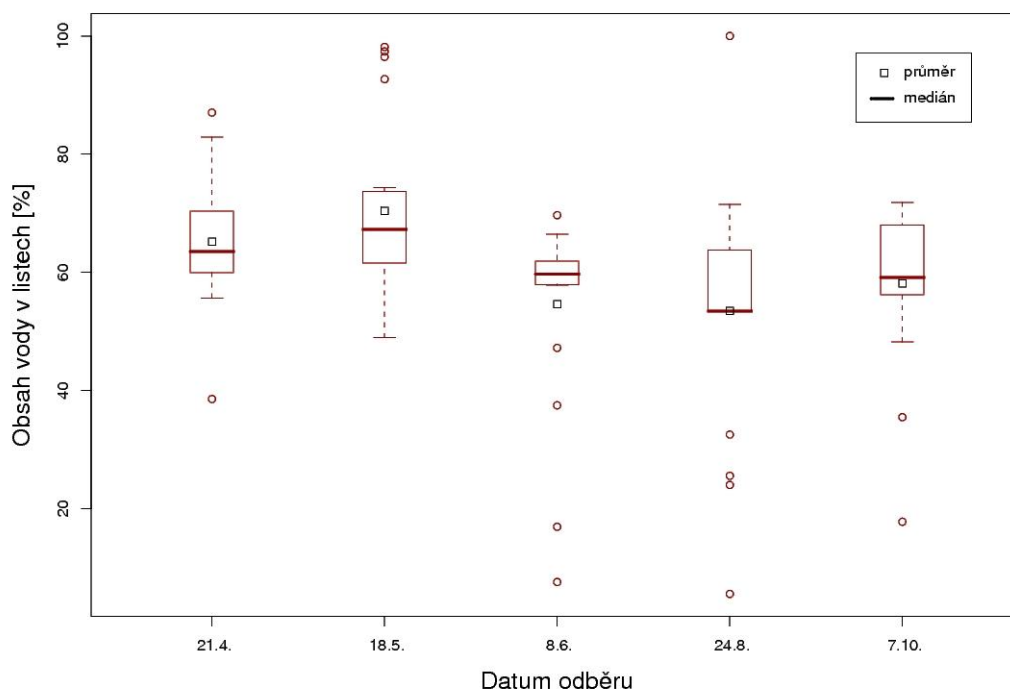
**Obr. 5: rozdělení biomasy *F. vulgaris* do jednotlivých orgánů**

Největší investice *F. vulgaris* byly zaznamenány do kořene a do listů. Jejich procentické hodnoty se měnily v průběhu vegetační sezóny v závislosti na tvorbě nadzemní biomasy. Nejnižší hodnoty biomasy kořenů bylo dosaženo při maximálním nárůstu nadzemní hmoty před kosením. Po pokosení bylo největší zastoupení biomasy *F. vulgaris* v kořeni, ale s opětovným nárůstem nadzemní hmoty se opět snižovalo (obr. 5).

Tabulka 9: Vliv okolní biomasy na obsah vody v listech *F. vulgaris*

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|--------------|
| Čas | 4 | 5.184 | 0.001 |
| Okolní biomasa | 1 | 0.810 | 0.371 |
| Čas*Okolní | 4 | 1.380 | 0.249 |

Vliv okolní biomasy na změnu obsahu vody v listech *F. vulgaris* byl statisticky neprůkazný (tabulka 9).



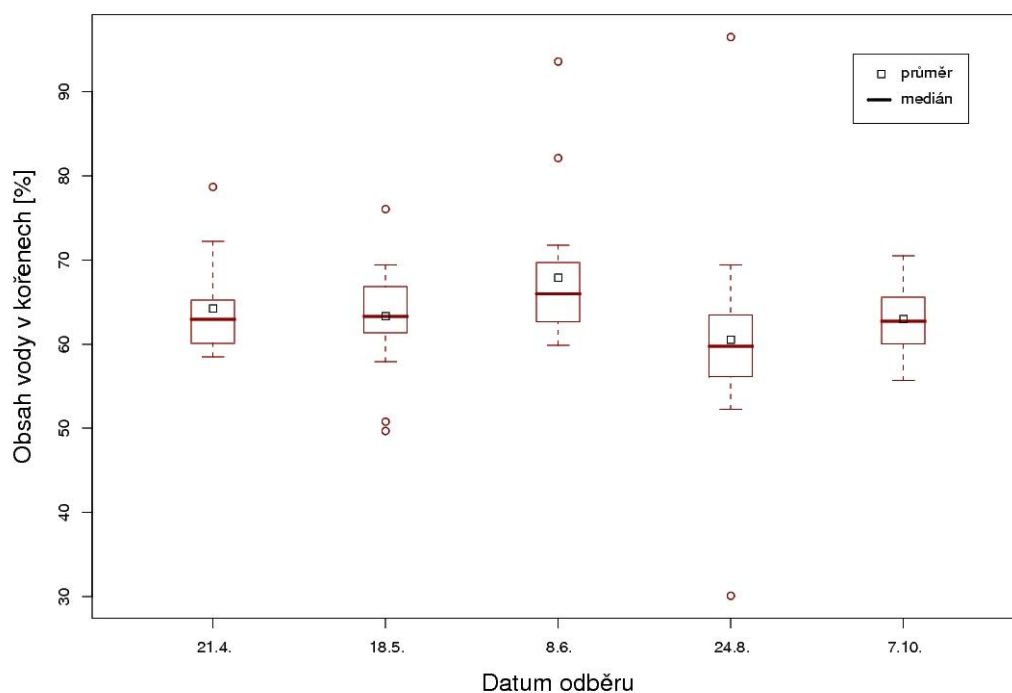
Obr. 6: Obsah vody v listech *F. vulgaris* během vegetační sezóny

Obsah vody v listech *F. vulgaris* se do druhého odběru zvyšoval, poté klesl a po kosení nepatrně stoupl. Tento obsah vody v listech si *F. vulgaris* udržela až do posledního odběru (obr.6).

Tabulka 10: Vliv okolní biomasy na obsah vody v kořenech *F. vulgaris*

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------|
| Čas | 4 | 0.606 | 0.659 |
| Okolní biomasa | 1 | 0.015 | 0.904 |
| Čas*Okolní | 4 | 0.105 | 0.980 |

Okolní biomasa neprokázala statistický vliv na obsah vody v kořenech *F. vulgaris* (tabulka 10).



Obr. 7: Obsah vody v kořenech *F. vulgaris*

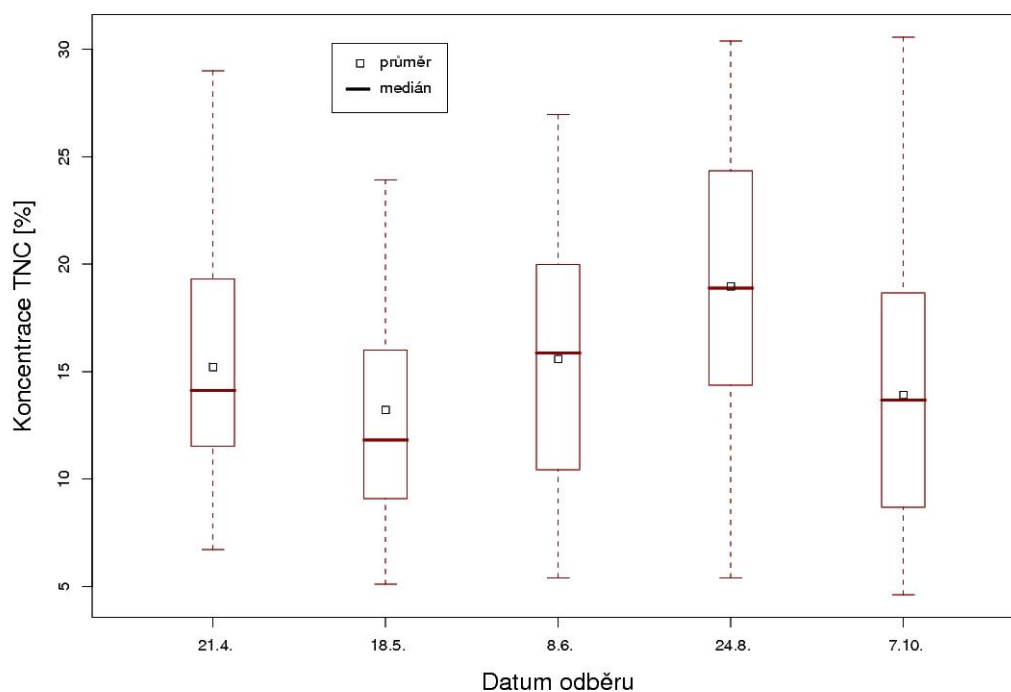
Obsah vody v kořenech *F. vulgaris* se v průběhu sezóny nepatrně zvyšoval z 63% na 68%, což bylo maximum před kosením. Po kosení se obsah snížil téměř o 10% a po obnovení růstu se začal opět zvyšovat (obr. 7).

4.2 stanovení zásobních látek v kořenech *F. vulgaris*

Tabulka 11: Vliv okolní biomasy na koncentraci TNC v kořenech *F. vulgaris*

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------|
| Čas | 4 | 0.120 | 0.975 |
| Okolní biomasa | 1 | 0.001 | 0.979 |
| Čas*Okolní | 4 | 0.251 | 0.908 |

Okolní biomasa neměla statisticky průkazný vliv na koncentraci TNC v kořenech *F. vulgaris* (tabulka 11).



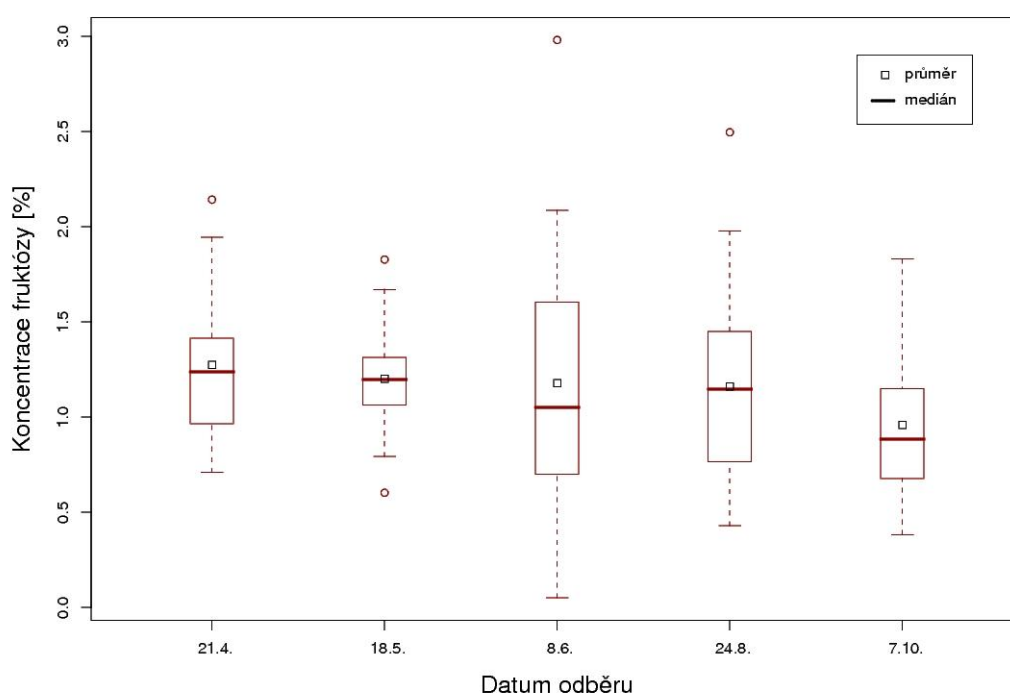
Obr. 8: Koncentrace TNC v kořenech *F. vulgaris* během vegetační sezóny

Koncentrace zásobních TNC se snižovala se započnutím růstu rostliny až do vytvoření dostatečně veliké nadzemní hmoty. Od května se tedy zásoba TNC postupně zvyšovala a zvrát opět nastal ke konci vegetační sezóny (obr. 8).

Tabulka 12: Vliv okolní biomasy na koncentrace jednotlivých cukrů v kořenech *F. vulgaris*

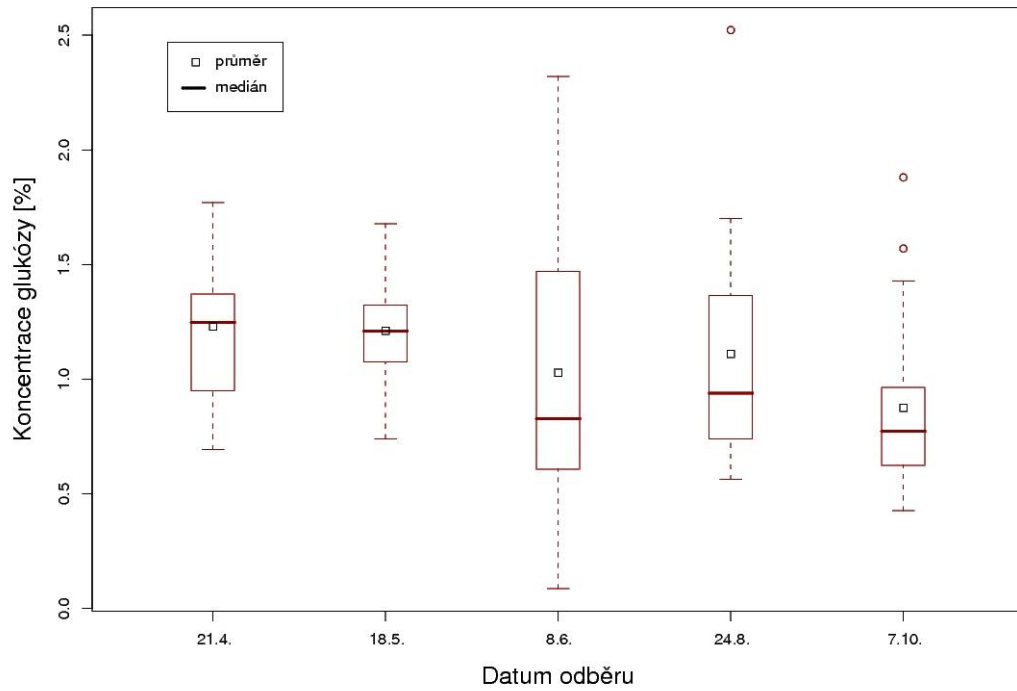
| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------|
| Čas | 16 | 0.934 | 0.531 |
| Okolní biomasa | 4 | 0.231 | 0.920 |
| Čas*Okolní | 16 | 0.567 | 0.07 |

Statisticky se neprokázal vliv okolní biomasy na koncentraci jednotlivých cukrů v kořenech *F. vulgaris*. Téměř průkazná byla však interakce času a okolní biomasy (tabulka 12).



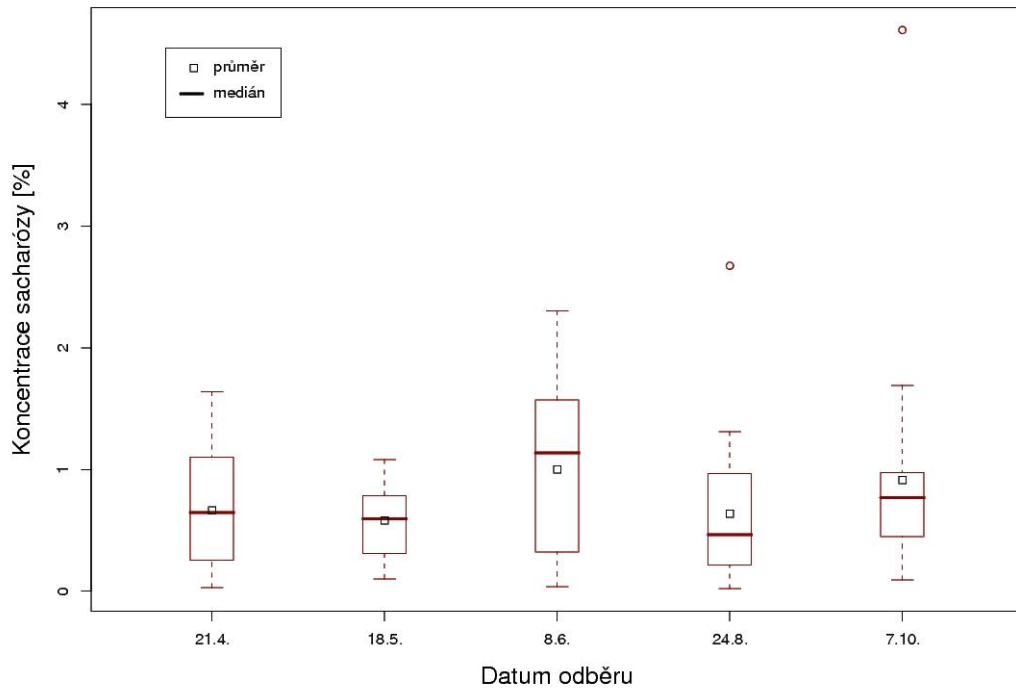
Obr. 9: Koncentrace fruktózy v kořech *F. vulgaris* během vegetační sezóny

Koncentrace fruktózy v kořenech *F. vulgaris* se od dubna do června snižovala, po kosení vzrostla a ke konci sezóny opět poklesla na své minimum za celou vegetační sezónu (obr. 9).



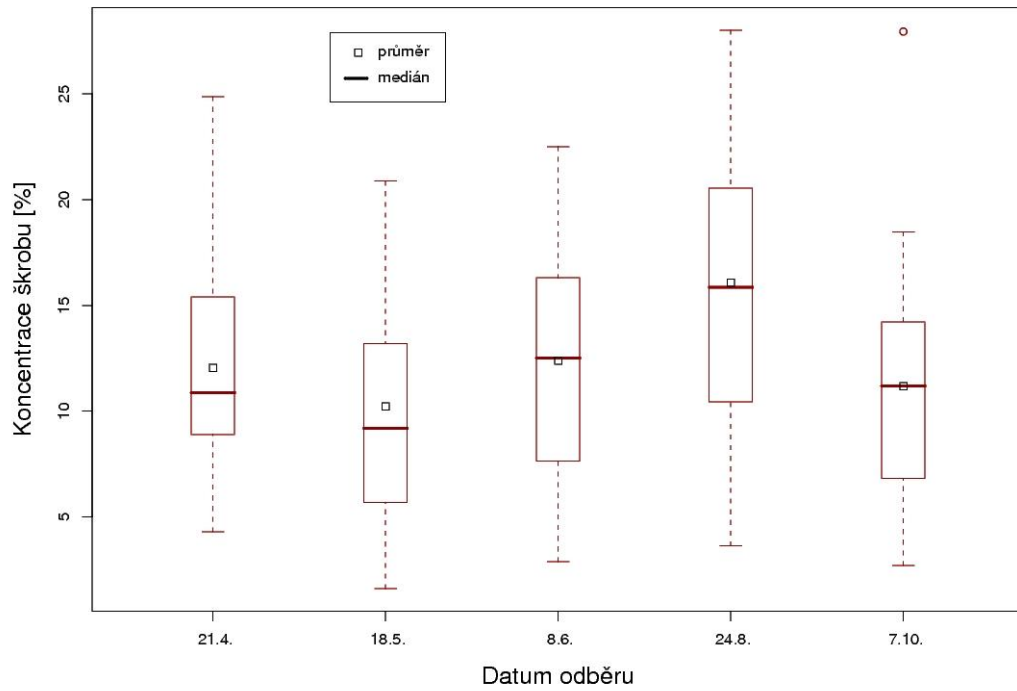
Obr. 10: Koncentrace glukózy v kořech *F. vulgaris* během vegetační sezóny

Koncentrace glukózy v kořenech *F. vulgaris* se, podobně jako u fruktózy na obr. 9, od dubna do června snižovala, v srpnu vzrostla a ke konci sezóny opět poklesla na své minimum za celou vegetační sezónu (obr. 10).



Obr. 11: Koncentrace sacharózy v kořech *F. vulgaris* během vegetační sezóny

Sacharoza vykazovala odlišný průběh než glukóza a fruktóza, její koncentrace se v kořenech *F. vulgaris* nejprve od dubna do května snížila, ale poté náhle vzrostla na své maximum. Po kosení opět klesla a do konce vegetační sezóny měla rostoucí charakter (obr. 11).



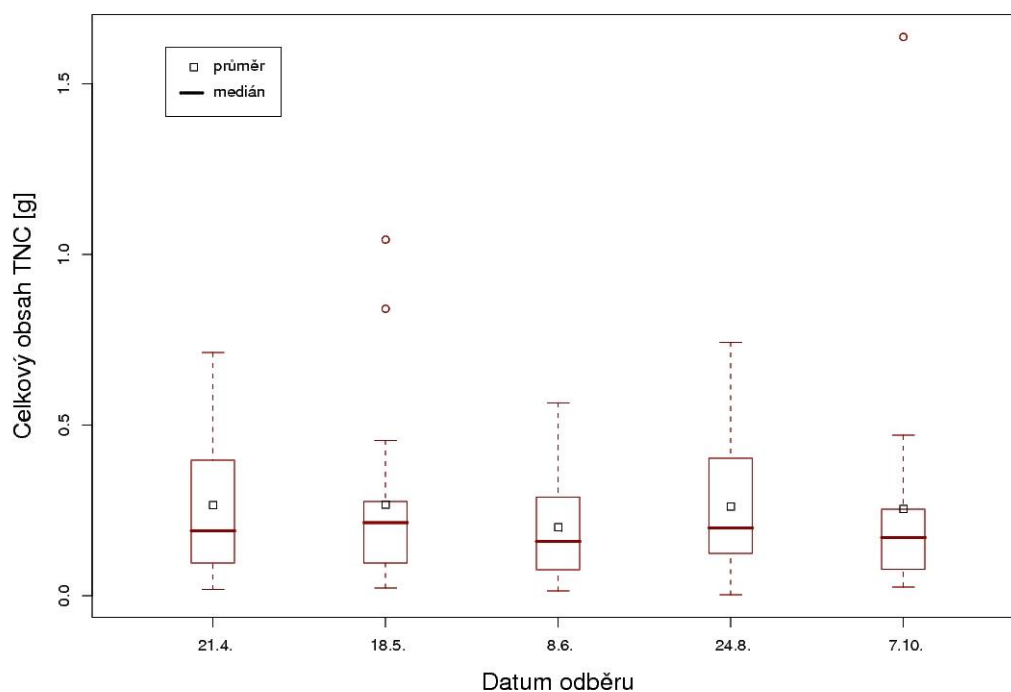
Obr. 12: Koncentrace škrobu v kořech *F. vulgaris* během vegetační sezóny

Koncentrace škrobu v kořenech *F. vulgaris* poklesla od dubna do května na minimum, a poté se zvyšovala až do srpna, kde dosáhla maxima. Do konce vegetační sezóny se opět projevil klesající průběh (obr. 12).

Tabulka 13: Vliv okolní biomasy na celkové množství TNC v kořenech *F. vulgaris*

| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------|
| Čas | 4 | 0.173 | 0.952 |
| Okolní biomasa | 1 | 0.072 | 0.789 |
| Čas*Okolní | 4 | 0.193 | 0.941 |

Okolní biomasa neměla průkazný statistický vliv na celkové množství zásobních sacharidů v kořenech *F. vulgaris* během vegetační sezóny (tabulka 13).



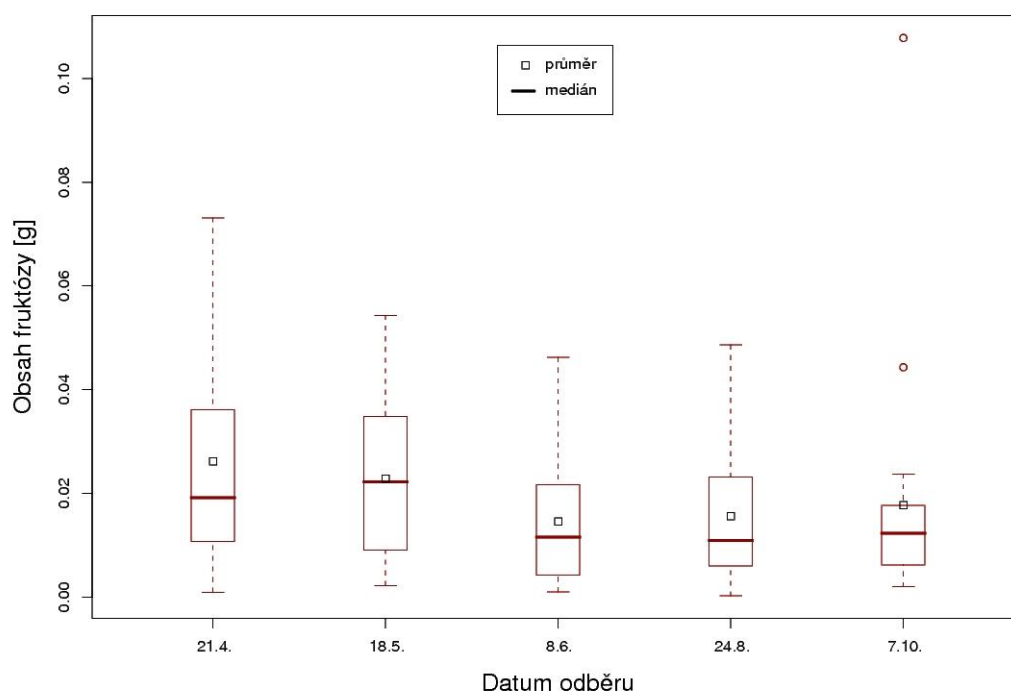
Obr. 13: Celkové množství TNC v kořenech *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny

Celkový obsah zásobních sacharidů v kořenech *F. vulgaris* se v průběhu sezóny postupně snižoval. Po kosení byl zaznamenán vzestup a následný pokles na konci sezóny (obr. 13).

Tabulka 14: Vliv okolní biomasy na celkové množství jednotlivých cukrů v kořenech *F. vulgaris*

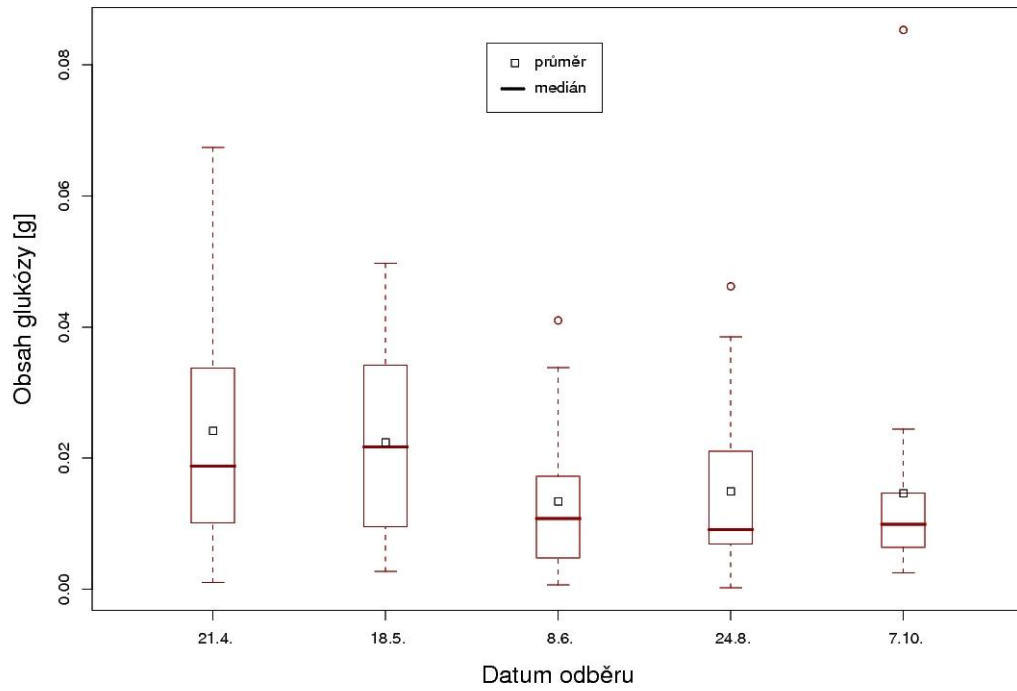
| | d.f. | F | p |
|----------------|------|-------|-------|
| Čas | 16 | 0.879 | 0.594 |
| Okolní biomasa | 4 | 0.263 | 0.901 |
| Čas*Okolní | 16 | 0.407 | 0.980 |

Na celkové množství jednotlivých cukrů v kořenech *F. vulgaris* neměla okolní biomasa statisticky prokazatelný vliv (tabulka 14).



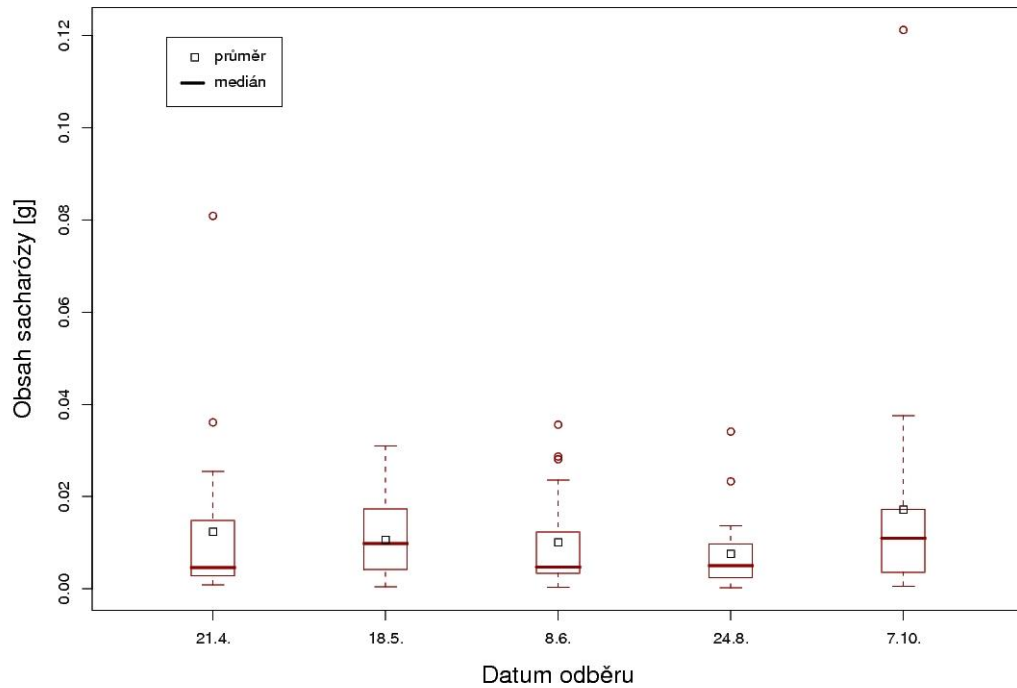
Obr. 14: Celkové množství fruktózy v kořenech *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny

Množství fruktózy v kořenech *F. vulgaris* klesalo až do pokosení, kdy se její obsah nepatrně zvýšil. Do konce vegetační sezóny se množství fruktózy výrazně nezměnilo (obr. 14).



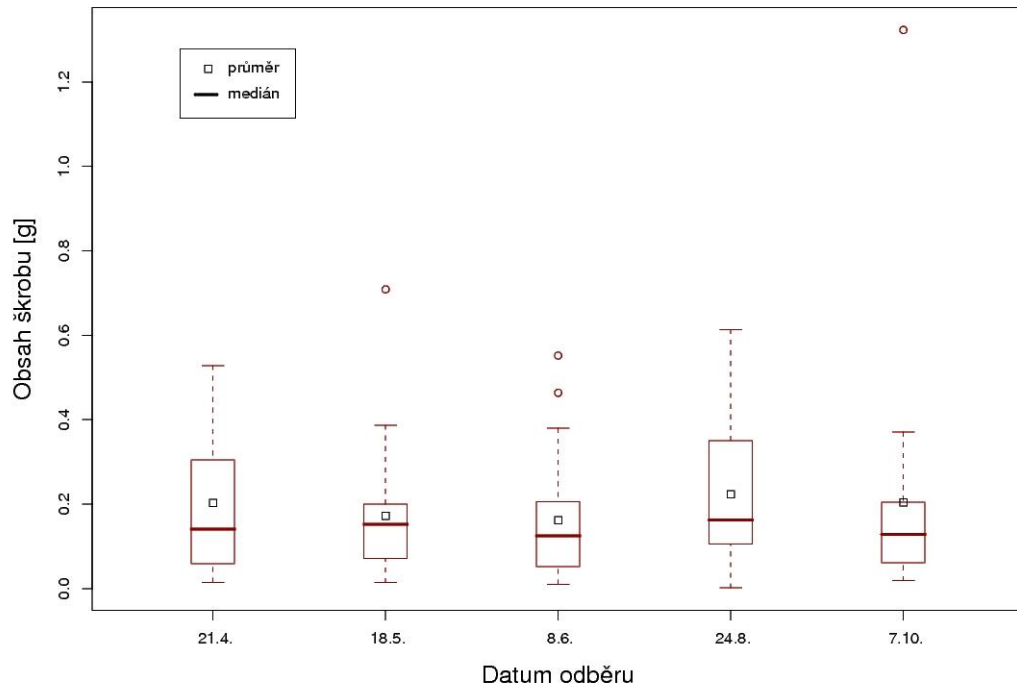
Obr. 15: Celkové množství glukózy v kořenech *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny

Celkové množství glukózy v kořenech *F. vulgaris* klesalo v průběhu celé sezóny. I po kosení lze vidět spíše stále klesající charakter (obr. 14).



Obr. 16: Celkové množství sacharózy v kořenech *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny

Celkové množství sacharózy v kořenech *F. vulgaris* se zvyšovalo od dubna do května, a poté stále klesalo až do pokosení. Zvyšování množství sacharózy bylo opět zaznamenáno až od srpna do října (obr. 16).



Obrázek 17: Celkové množství škrobu v kořenech *F. vulgaris* v průběhu vegetační sezóny

Množství škrobu obsažené v kořenech *F. vulgaris*, se velmi nepatrně snižovalo až do kosení. Poté se jeho množství zvýšilo a od srpna se opět postupně snižovalo až na hodnoty, které vykazoval na počátku vegetace (obr. 17).

5. DISKUZE

5.1 Analýza růstu *F. vulgaris* během vegetačního období

Studovaný duh, *Filipendula vulgaris* vykazoval intenzivní růst po celou dobu vegetace a svého maxima dosáhl v červnu před pokosením porostu. Růst nadzemní produkce nebyl znatelně ovlivněn v období pravděpodobně zvýšených teplot, na rozdíl od studie, kde Nelson et Smith (1968) zjistili, že listová plocha u *Medicago sativa* se vyvynula dříve a rychleji než u *Lotus corniculatus* v každém období růstu. Rostlina vykazovala urychlený vývoj během letního období a koncem července a během srpna (suché období) byly hodnoty LAI nižší (Nelson et Smith 1968). Také Matoušová (2007), která prováděla svoji práci ve stejné oblasti, CHKO Bílé Karpaty, zjistila, že k poklesu biomasy došlo u *Molinia arundinacea* již mezi 15. květnem a 8.červnem a domnívá se, že šlo o pokles způsobený „letním“ suchem, které je v této oblasti typické. Podobné výsledky zaznamenala i Klečková (2009) u studovaného druhu *L. niger*, kde nadzemní biomasa dosáhla svého maxima v červnu a později v létě zaznamenala výraznější pokles, což mohlo být také způsobeno letními přísušky, které jsou pro oblast zájmové lokality typické.

Dle Matoušové (2007), byl obsah vody v kořenech *Molinia arundinacea* 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). Studie druhu *Filipendula vulgaris* do jisté míry potvrdila zjištění Matoušové (2007), protože obsah vody v kořenech se v průběhu sezóny zvyšoval pouze o 5%, na své maximum před kosením. Po kosení se obsah snížil přibližně o 10% a po obnovení růstu se začal opět zvyšovat. Změna obsahu vody v kořenech *F. vulgaris* po kosení byla menší než u *Molinia arundinacea*. Obsah vody do jisté míry korespondoval s vývojem podzemní biomasy kořene vyjádřené v gramech sušiny, lišící se pouze opačnou tendencí vývoje. Obecně *F. vulgaris* vykazovala neprůkazné změny obsahu vody v kořeni.

Maximální obsah vody v listech na začátku vegetačního období, kdy listy *Molinia arundinacea* nemají plně vyvinuta strukturní pletiva, zjistila Matoušová (2007). Ke stejnému závěru a k potvrzení této práce dospěla i Klečková (2009), kdy na počátku sezóny byl zjištěn nejvyšší obsah vody v listech a stoncích druhu *L. niger*. Poté se již obsah vody výrazně neměnil. Vývoj obsahu vody v listech *F. vulgaris* byl ale zcela odlišný. Do druhého odběru se obsah vody v listech zvyšoval, poté klesl a po kosení nepatrně stoupl. Tento obsah vody v listech si *F. vulgaris* udržela až do posledního odběru. Obecně se u rostliny *F. vulgaris* měnil obsah vody velice málo, v rozmezí 10% během celého vegetačního období, kde bylo zahrnuto i kosení. Z těchto poznatků lze usoudit, že tento druh není limitován suchem a na obsah vody v listech nemá větší vliv ani kosení, z důvodů rychlého znovuoobnovení růstu rostliny.

5.2 Změny zásobních TNC v kořenech *F. vulgaris*

Kořeny slouží jako důležitý orgán skladování zásobních látek u mnoha druhů bylin (Buwai et Trlica 1977). *Filipendula vulgaris* nemá hlavní kořen, oddenek málo ztloustlý, a má přídatné kořeny s podlouhle vejcovitými až kulovitými hlízovitými ztluštěninami, které slouží jako hlavní zásobní orgán této rostliny.

Studie zásobních látek u *F. vulgaris* ukázala, že *F. vulgaris* nereaguje na kosení výraznou změnou zásob TNC, což se shoduje s teorií, že sveřep reaguje lépe na sečení, protože při kosení ztrácí menší podíl nadzemní biomasy. Narozdíl od velkých dominantních druhů, jako jsou bezkoleneček rákosovitý (*Molinia arundinacea*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), které nahrazují po pokosení velké ztráty biomasy regenerací na úkor podzemních zásob, které jsou větší než u vzrůstem nižšího sveřepu vzpřímeného (*Bromus erectus*) (Klimeš et Klimešová 2001) (Klimešová et al. 2008).

Obecně zásoby sacharidů: 1) klesají s prudkým nástupem jarního růstu; 2) obnovují se po počáteční jarní ztrátě; 3) klesají během zapojovací fáze nebo během zrání, což závisí na druhu; 4) jsou obnovené po fázi zrání (Perry et al. 1974). Vývoj zásobních sacharidů u studovaného druhu v této práci, byl v souladu s obecným vývojem zásob sacharidů u ostatních druhů bylin. Také u *F. vulgaris* klesla zásoba TNC v kořenech na jaře a obnovila se do května. Dale však z důvodů kosení, nebyl vývoj zásob stejný jako obecný model, jelikož rostlině nebyly poskytnuty podmínky pro vytvoření květu a semen, a tudíž nebylo možno posoudit do jaké míry by se s tím rostlina vyrovnala, vzhledem k zásobám TNC v kořenech.

Mezi hlavní dostupné nebo rozpustné sacharidové rezervy přítomné u trav patří cukry (glukóza, fruktóza a sacharóza), fruktany a škroby (Colby et al. 1965). Hlavními zásobními látkami u *Poa pratensis* a *Agrostis palustris* jsou rozpustné cukry, zvláště fruktany (Green et Beard 1969). Sprague a Sullivan také zjistili, že fruktany jsou nejdůležitějšími zásobními sacharidy *Dactylis glomerata* spolu s menším množstvím sacharózy a redukujících cukrů (Colby et al. 1965). Ve své studii, zjistila stejný výsledek i Patáčová (2007), kdy při analýzách zásobních látek druhu *Plantago lanceolata* byl v kořenech nalezen pouze minimální obsah škrobu. Hlavním zásobním polysacharidem byly fruktany. Studií druhu *Filipendula vulgaris*, bylo zjištěno, že narozdíl od trav byl základním zásobním sacharidem škrob a jeho množství z celkových TNC tvořilo 75 – 80%. Podobně tomu bylo i u *Panicum virgatum*. Zde byl škrob také primárním nestrukturálním sacharidem, zahrnujícím více než 72 – 77% z TNC v nadzemních a podzemních orgánech (Anderson et al. 1989). Také u *Medicago sativa* a *Lotus corniculatus* jsou hlavními komponenty zásobních sacharidů škrob, sacharóza, glukóza a fruktóza (Nelson et Smith 1968).

Brown zjistil, že obsah TNC u *Poa pratensis* se zvyšuje na podzim a na jaře (Younger et al. 1978). *F. vulgaris* neprokázala jakoukoli podobnost ve vývoji obsahu TNC s *Poa pratensis*, ani po nástupu letní dormance uprostřed července, kdy poklesla hladina fruktózy u *Poa pratensis* na stopové množství, a množství sacharózy a oligosacharidů zůstalo relativně konstantní (Green et Beard 1969).

Studiem druhu *F. vulgaris* bylo zjištěno, že obsah škrobu, jako hlavního zásobního sacharidu, se výrazně nemění v průběhu sezóny, až na znatelnější vzestup v srpnu a potom náhlý pokles na své minimum na konci sezóny. Tento pokles by mohl být způsoben stárnutím rostliny a zároveň vlivem zvýšených teplot, jež popsal ve své práci Garza (1965), který zjistil, že pro mladé rostliny obecně jsou příznivé vysoké teploty; nicméně s postupujícím stářím rostlin se zvyšuje množství nefotosyntetizujících tkání a vysoké teploty zvyšují respiraci více, než zvyšují fotosyntézu, zvláště když takové teploty převládají v noci, kdy se fotosyntéza zastavuje (Garza et al. 1965). Lze se také domnívat, že snížení koncentrace škrobu v kořenech *F. vulgaris*, mohlo být způsobeno, již zmíněným stárnutím rostliny a větším “prodýcháním sacharidů”, na což ukazuje zvýšená koncentrace volného transportního sacharidu, sacharózy.

U většiny druhů pícninových trav, se obecně zásoby sacharidů v kořenech snižují s růstem nových výhonků na jaře a během pozdního jara a léta se opět zvyšují (Green et Beard 1969). Z vývoje celkového množství TNC v kořenech *F. vulgaris* (obr. 13)m, lze souhlasit s tímto názorem pouze částečně, jelikož u studovaného druhu nedošlo již od časného jara k postupnému snižování sacharidových zásob ale ke snížení došlo až v červnu. Počáteční vývoj zásobních sacharidů byl tedy podobný jako u rostliny *Onobrychis viciaefolia*, která si zásobu sacharidů udržovala na nízké úrovni až do pozdního léta a do uvadnutí, nebo vykazovala jen menší cyklické změny (Cooper et Watson 1968).

Na vrcholu léta byl u *F. vulgaris* zaznamenán vzestup TNC, způsobený zvýšením obsahu škrobu, i když byl u ostatních sacharidů zaznamenán pokles. Pravděpodobná příčina by mohla být v aktuálních potřebách rostliny, kdy rostlina zároveň spotřebovává určité množství volných cukrů z kořene a určitou část asimilátů ukládala do kořene ve formě škrobu. Tento vývoj sacharidových zásob by se dal vysvětlit i jako sekundárním rostlinným růstem rostlin v pozdním létě, jež popsal Green et Beard (1969).

V srpnu během kvetení a tvorby semen se obsah jednoduchých cukrů v kořenech *Spartina alterniflora* pohyboval okolo 10% suché hmotnosti, ale mezi zářím a říjnem poměrně rychle poklesl (Lytle et Hull 1980). Vývoj zásobních sacharidů u *F. vulgaris* se shodoval s vývojem zásobních sacharidů *Spartina alterniflora*, s tím rozdílem, že z důvodů pokosení porostu jsme nemohli zaznamenat úbytek sacharidů u studovaného druhu. *Filipendula vulgaris* tudíž neinvestovala zásobní sacharidy, zřejmě připravené na zásobování energií průběh kvetení a dozrávání semen, ale naopak zde došlo k určitému navýšení těchto zásob sacharidů. Domnívám se že to mohlo být způsobeno časovým odstupem třetího odběru od kosení, kde

rostlina mohla ještě nahromadit určité množství sacharidů, nebo dostatečně velkou zbytkovou plochou po kosení a rychlým nárůstem nové nadzemní biomasy.

V bazálních internodiích i kořenech u druhu *Molinia arundinacea* byly zjištěny vysoké obsahy škrobu, které se v průběhu odběrů výrazně lišily stejně jako u studovaného druhu *F. vulgaris*. Prudký nárůst koncentrací ve všech zásobních orgánech u *M. arundinacea* byl zaznamenán v srpnu (až na cca. 8 %). Podobný nárůst zásobních sacharidů v kořenech byl zjištěn i *F. vulgaris* u všech druhů sacharidů, kromě sacharózy, kde v srpnu byla její koncentrace jednoznačně na minimální hodnotě. Obsahy volných sacharidů *M. arundinacea*, byly během odběrů poměrně vyrovnané, největších hodnot dosahovala sacharóza (Matoušová 2007). To se však nepotvrdilo u *F. vulgaris*, kde nejvyšších hodnot dosahovala fruktóza s glukózou.

6. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo, zjistit jaký je průběh růstu a investice biomasy do jednotlivých orgánů rostliny během vegetační sezóny, zahrnující vliv kosení a zodpovědět otázku, jak se mění obsah zásobních sacharidů v nadzemních a podzemních orgánech u studovaného druhu a jaký vliv na tuto skutečnost může mít okolní biomasa kompetitorů.

V této práci jsem došel k těmto závěrům:

1. Průběh růstu *Filipendula vulgaris* je intenzivní od začátku vegetace do svého maxima v červnu a po kosení se velmi rychle obnovuje.
2. Největší investice biomasy rostliny probíhá do kořene a listů, kde se vzájemný poměr mění dle růstu nadzemní biomasy, jejíž nárůst snižuje množství biomasy kořenů.
3. Obsah zásobních sacharidů v kořenech *F. vulgaris*, se snižoval se započnutím jarního růstu, po vytvoření určité nadzemní biomasy s kladnou energetickou bilancí, došlo k období růstu TNC. Rostoucí charakter vykazovaly zásobní sacharidy i po kosení, od srpna se již zásoba TNC rapidně snižovala.
4. Vliv kosení se projevil pouze na koncentraci sacharózy, která měla odlišný vývoj koncentrace v kořenech *F. vulgaris*.
5. Biomasa kompetitorů nevykázala negativní vliv na růst *F. vulgaris*, ani na obsah TNC v kořenech studovaného druhu.
6. Voda není limitujícím faktorem pro *F. vulgaris*.

7. GRANT

Tato práce byla podpořena grantem GAČR 526/06/0723, jejímž řešitelem byla Jitka Klimešová.

Název projektu: Které funkční vlastnosti rostlin jsou spojeny s druhovými změnami v různě obhospodařovaných loukách?

Podstata projektu: Oligotrofní druhově bohaté louky jsou rostlinná společenstva vytvořená tradičním obhospodařováním a ohrožená hnojením a neobhospodařováním. Druhové změny jsou v těchto společenstvech často sledovány, ale málo je známo o roli funkčních vlastností rostlin v těchto změnách. V tomto projektu se zjišťovalo, jestli vybrané funkční vlastnosti rostlin jsou relevantní studované problematice tím, že se použily pro interpretaci druhových změn na suchých oligotrofních loukách v Bílých Karpatech a vlhkých oligotrofních loukách u Českých Budějovic, na kterých je uplatňováno různé obhospodařování. Testovala se hypotéza, že stejný typ obhospodařování sice vede k různému druhovému složení na sledovaných loukách, ale k převládnutí stejných funkčních vlastností. Příspěvkem k porozumění klíčových funkčních vlastností rostlin zvýhodněných při různém obhospodařování se může zlepšit strategie managementu v ochraně, obnově a udržitelném rozvoji oligotrofních luk ve studovaných územích.

8. LITERATURA

Alison, M. W., Jr., Hoveland, C. S. (1989): Birdsfoot Trefoil Management. I. Root Growth and Carbohydrate Storage. *Agronomy Journal* 81 (September – October), 739 – 745.

Anderson, B., Matches, A. G., Nelson, C. J. (1989): Carbohydrate Reserves and Tillering of Switchgrass Following Clipping. *Agronomy Journal* 81 (January - February), 13 – 16.

Anon. (1996): STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Stat Soft, Tulsa, OK.

Bartoš, M. (2008): Vliv managementu na růst a tvorbu zásob karbohydrátů druhu *Molinia caerulea* – Magisterská práce, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice

Bazzaz, F. A. (1997): Allocation of Resources in Plants. *In: Bazzaz, F. A., Grace, J. (1997): Plant Resource Allocation.* 1- 30 s. Academic Press.

Booyesen, P. deV., Nelson, C. J. (1975): Leaf Area and Carbohydrate Reserves in Regrowth of Tall Fescue. *Crop Science* 15 (March – April), 262 – 266.

Bravencová, L., Jongepierová, I., Jongepier, W. J. (2004): Botanický inventarizační průzkum Národní přírodní rezervace Čertoryje (deponováno Správa CHKO Bílé Karpaty)

Brown, R. H., Blaser, R. E. (1965): Relationships Between Reserve Carbohydrate Accumulation and Growth Rate in Orchardgrass and Tall Fescue. *Crop Science* 5 (January – February), 577 – 582.

Burns, R. E. (1972): Environmental Factors Affecting Root Development and Reserve Carbohydrates of Bermudagrass Cuttings. *Agronomy Journal* 64 (June), 44 – 45.

Buwai, M., Trlicka, M. J. (1977): Defoliation Effects on Root Weights and Total Nonstructural Carbohydrates of Blue Grama and Western Wheatgrass. *Crop Science* 17 (January – February), 15 – 17.

Colby, W. G., Drake, M., Field, D. L., Kreowski, G. (1965): Seasonal Pattern of Fructosan in Orchardgrass Stubble as Influenced by Nitrogen and Harvest Management. *Agronomy journal* 57 (March), 169 – 173.

Cooper, C. S., Watson, C. A. (1968): Total Available Carbohydrates in Roots of Sainfoin (*Onobrychis viciaefolia* Scop.) and Alfalfa (*Medicago sativa* L.) when Grown Under Several Management Regimes. *Crop Science* 8 (January – February), 83 – 85.

Davidson, D. J., Chevalier, P. M. (1992): Storage and Remobilization of Water-Soluble Carbohydrates in Stems of Spring Wheat. *Crop Science* 32 (January – February), 186 – 195.

Davis, D. K., McGraw, R. L., Beuselinck, P. R., Roberts, C. A. (1995): Total Nonstructural Carbohydrate Accumulation in Roots of Annual Lespedeza. *Agronomy Journal* 87 (January - February), 89 – 92.

Fiala, K. (1993): Underground biomass in meadow stands. *In: Rychnovská, M. [ed.] (1993): Structure and functioning of seminatural meadows, s. 133-150. 1. Vydání. Praha: Academia, nakladatelství Československé akademie věd, 1993. 388 s. ISBN 80 – 200 – 0353 – 3.*

Garza, R. T., Barnes, R. F., Mott, G. O., Rhykerd, C. L. (1965): Influence of Light Intensity, Temperature and Growing Period on the Growth, Chemical Composition and Digestibility of Culver and Tanverde Alfalfa Seedlings. *Agronomy Journal* 57 (September), 417 – 420.

Geber, M. A., de Kroon, H., Watson, M. A. (1997) : Development and resource Allocation in Perennial. *In: Bazzaz, F. A., Grace, J. (1997): Plant Resource Allocation. 113 – 137 s. Academic press.*

Gloser, J. (1995): Fyziologie rostlin. 2. Rozšířené vydání. Masarykova univerzita v Brně, 1998. 157 s. ISBN 80 – 210 – 1789 – 9.

Gossen, B. D., Horton, P. R., Wright, S. B. M., Duncan, C. H. (1994): Field Response of Alfalfa to Harvest Frequency, Cultivar, Crown Pathogens, and Soil Fertility: Io Survival and Yield. *Agronomy Journal* 86 (January - February), 88 – 93.

Green, D. G., Beard, J. B. (1969): Seasonal Relationships Between Nitrogen Nutrition and Soluble Carbohydrates in the Leaves of *Agrostis palustris* Huds., and *Poa pratensis* L. *Agronomy Journal* 61 (January - February), 107 – 111.

Grulich, V. (2008): Fytogeografie. *In: Jongepierová, I. [ed.] (2008): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains), s. 81-88. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 2008. 461 s. ISBN 978 – 80 – 903 444 – 6 – 4.*

Hutchings, M. J. (1997): Resource Allocation Patterns in Clonal Herbs and Their Consequences for Growth. *In: Bazzaz, F. A., Grace, J. (1997): Plant Resource Allocation. 161 – 186 s. Academic Press.*

Chapin, F. S., Schulze, E. D., Mooney, H. A. (1990): The Ecology and Economics of Storage in Plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21, 423 – 447.

Jongepierová, I. [ed.] (2008): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains). ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 2008. 461 s. ISBN 978 – 80 – 903 444 – 6 – 4.

Jongepierová, I., Deván, P., Devánová, K., Piro, Z., Hájek, M., Konvička, O., Mládek, J., Spitzer, L., Poková, H. (2008): Údržba travních porostů. *In: Jongepierová, I. [ed.] (2008): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains), s. 433-444. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 2008. 461 s. ISBN 978 – 80 – 903 444 – 6 – 4.*

Klimeš, L. (2008): Druhové bohatství luk. *In: Jongepierová, I. [ed.] (2008): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains)*, s. 89-94. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 2008. 461 s. ISBN 978 – 80 – 903 444 – 6 – 4.

Klimešová, J., Klimeš, L., Latzel, V. (2008): Růstové formy lučních rostlin. *In: Jongepierová, I. [ed.] (2008): Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains)*, s. 95- 100. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 2008. 461 s. ISBN 978 – 80 – 903 444 – 6 – 4.

Langille, A. R., McKee, G. W. (1968): Seasonal Variation in Carbohydrate Root Reserves and Crude Protein and Tannin in Crownvetch Forage, *Coronilla varia L.* *Agronomy Journal* 60 (July – August), 415 – 419.

Lytle, R. W., Jr., Hull, R. J. (1980): Annual Carbohydrate Variation in Culms and Rhizomes of Smooth Cordgrass (*Spartina alterniflora* Loisel). *Agronomy Journal* 72 (November – December), 942 – 946.

Matches, A. G., Mott, G. O. Bula, R. J. (1963): The Development of Carbohydrate Reserves in Alfalfa Seedlings Under Various Levels of Shading and Potassium Fertilization. *Agronomy Journal* 55 (March), 185 – 188.

Matoušová, L. (2007): Sezónní růst a změny zásobních sacharidů u druhu *Molinia arundinacea* – Bakalářská práce, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice

Mrkvička, J. (1998): Pavstvinářství. 1. Vydání. Česká Zemědělská Univerzita v Praze, 1998. 82 s. ISBN 80 – 213 – 0403 – 0 .

Nelson, C. J., Smith, D. (1968): Growth of Birdsfoot Trefoil and Alfalfa. III. Changes in Carbohydrate Reserves and Growth Analysis Under Field Conditions. *Crop Science* 8 (January - February), 25 – 28.

Psota, V., Šebánek, J. (1999): Za tajemstvím růstu rostlin, Návody k experimentům. 1. Vydání. Praha: Scientia, spol s r.o., pedagogické nakladatelství, 1999. 187 s. ISBN 80 – 7183 – 093 – 3.

Patáčová, E. (2007): Vliv kompetice a živin na dynamiku zásobních látek druhu *Plantago lanceolata* - Bakalářská práce, Biologická fakulta Jihočeské university, České Budějovice.

R Development Core Team (2008): A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.

URL <http://www.R-project.org>.

Rychnovská, M. [ed.] (1987): Metody studia travinných ekosystémů. 1. Vydání. Praha: Academia, nakladatelství Československé akademie věd, 1987. 269 s. ISBN 21 – 119 – 87.

Schmidt, R. E., Blaser, R. E. (1969): Effect of Temperature, Light, and Nitrogen on Growth and Metabolism of 'Tifgreen' Bermudagrass (*Cynodon* spp.). Crop Science 9 (January – February), 5 – 9.

Slavík, B. (1995): Květena České Republiky 4. 1. Vydání. Praha: AV ČR, 1995. 529 s. ISBN 80 – 200 – 0384 – 3.

Šebánek, J., Gréc, L., Javor, A., Švihra, J. (1983): Fyziologie rostlin. 1. Vydání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1983, 560 s.

Taylor, T. H., Templeton, W. C., Jr. (1966): Tiller and Leaf Behavior of Orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) in a Broadcast Planting. Agronomy Journal 58 (March – April), 189 – 192.

Ward, C. Y., Blaser, R. E. (1961): Carbohydrate Food Reserves and Leaf Area in Regrowth of Orchardgrass. Crop Science 1 (January – February), 366 – 370.

Watson, V. H., Ward, C. Y. (1970): Influence of Intact Tillers and Height of Cut on Regrowth and Carbohydrate Reserves of Dallisgrass (*Paspalum dilatatum* Poir.). Crop Science 10 (September – October), 474 – 476.

White, L. M., Brown, J. H., Cooper, G. S. (1972): Nitrogen Fertilization and Clipping Effects on Green Needlegrass (*Stipa viridula*, Trin.): III. Carbohydrate Reserves. Agronomy Journal 64 (November – December), 824 – 828.

Younger, V. B., Nudge, F. J., Spaulding, S. (1978): Seasonal Changes in Nonstructural Carbohydrate Levels and Innovation Number to Kentucky Bluegrass Turf Growing in Three Plant-Climate Areas. Agronomy Journal 70 (May – June), 407 – 411.

8.1 internetové zdroje

Anonymus (2009): Chráněná krajinná oblast karpaty. Informační portál správy CHKO Bílé Karpaty. [cit. 2009 – 25 – 03]. Dostupný z <http://www.bilekarpaty.cz/pages/chko.htm>

Klimešová, J., Klimeš, L. (1998): CLOPLA1 (CLOnal PLAnts, version 1) – a database of clonal growth in plants of central Europe [online]. [cit. 2008 – 03 – 23]. Dostupné z: <<http://www.butbn.cas.cz/klimes/>>.

Klimešová, J., Klimeš, L. (2005): CLOPLA3 (CLOnal PLAnts, version 3) – Clonal plants database [online]. Poslední aktualizace 20. 10. 2006 [cit. 2008 – 03 – 23]. Dostupné z: <<http://www.butbn.cas.cz>>.