

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**Zemědělská fakulta**

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.

**Diplomová práce**

**Vliv vodního režimu na růst a kvalitu vybraných travních druhů.**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan st. Moudrý, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Antonín Machura

České Budějovice, 2014

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Antonín MACHURA**  
Osobní číslo: **Z12750**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie**  
Název tématu: **Vliv vodního režimu na růst a kvalitu vybraných travních druhů**  
Zadávací katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

### Z á š a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracování literární rešerše shrnující problematiku pěstování trav, možností jejich využití a ekonomických a technologických aspektů produkce.
2. Seznámení se s metodikou pěstování zvolených druhů travin a metodikou vlastních pokusů.
3. Spolupráce při ošetřování pokusných porostů v laboratorních a polních podmínkách.
4. Terénní práce v pokusných lokalitách (odběry vzorků), a laboratorní práce na ZF JU v Českých Budějovicích.
5. Vyhodnocení získaných dat.
6. Interpretace výsledků.

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, fotografická příloha  
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu včetně tabulek  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

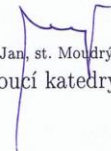
- Frydrych, J., a kol.: Energetické využití některých travních druhů. ÚZPI Praha, 2001, 36 s.  
Petříková, V., a kol.: Energetické plodiny. Profipress Praha, 2006, 127 s.  
Holmes, E., et. al.: Grass, its production and utilization, Blackwell Scientific Publications, 1980, 295 s.  
Zimmermann, M. H.: Xylem Structure and the Ascent of Sap, Springer-Verlag, Berlin, 1983, 143, s.  
Součková, H., Moudrý, J.: Využití fytomasy pro energetické účely. JU ZF České Budějovice, VÚZE, 2005, 123 s.  
Klimeš, F.: Lukařství a pícninářství: biodiagnostika a speciální pratotechnika. JU ZF, České Budějovice, 2004, 157 s.  
Klimeš, F.: Harmonizace produkčních a mimoprodukčních funkcí travních porostů. JU ZF, České Budějovice, 1999, 27 s.  
Klimeš, F.: Lukařství a pastvinářství. JU ZF, České Budějovice, 1997, 140 s.  
Klimeš, F.: Studium vlivu výživy na kvantitativní a kvalitativní charakteristiky travních porostů: II. díl, JU ZF, České Budějovice, 1983, 250 s.  
Klimeš, F.: Studium vlivu výživy na kvantitativní a kvalitativní charakteristiky travních porostů: I. díl, JU ZF, České Budějovice, 1983, 156 s.  
Demela, J.: Praktické travinářství a jetelářství. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1956, 470 s.  
Poulik, Z.: Výživa a hnojení pícních kultur. Institut výchovy a vzdělávání MZE ČR, Praha, 1996, 36 s.  
Šantrůček, J.: Encyklopedie pícninářství. ČZU (Praha), Praha, 2007, 157 s.  
Šantrůček, J.: Základy pícninářství. ČZU (Praha), Praha, 2001, 146 s.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.  
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií  
Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.  
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání diplomové práce: 7. února 2013  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2014

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentů 13  
370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 11. března 2013

## **Poděkování**

Touto cestou děkuji především vedoucímu diplomové práce panu Ing. Janu Moudrému, Ph.D. za věnovaný čas, cenné rady, obětavou a vytrvalou pomoc při psaní této diplomové práce. Další poděkování patří prof. Ing. Janu Moudrému CSc. za poskytnuté rady a připomínky při konzultacích. Dále technickým pracovníkům katedry Aplikovaných rostlinných biotechnologií za pomoc při terénních pracích a informace i užitečné rady. V neposlední řadě i své rodině, především za jejich pochopení, podporu a pomoc.

## **Prohlášení**

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

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

V Českých Budějovicích .....

.....

Bc. Antonín Machura

## Abstrakt

Mezi podstatné faktory ovlivňující výnos i kvalitu travního porostu patří výživný a vodní režim. Voda je v přírodě a samozřejmě také v zemědělství nejdůležitější faktor limitující výkon rostlin. Práce se zabývá vlivem vodního režimu na klíčení vybraných druhů trav vhodných pro energetické využití. Pro sledování byly vybrány následující druhy trav: srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.) odrůdy Padánia, chrastice rákosovitá (*Phalaroides arundinacea* L.) odrůdy Chrastava a Szarvasi I (*Agropyron elongatum* L.). Práce popisuje problematiku pěstování trav a hodnotí vliv vodního stresu na klíčení semen. Nejvyšší klíčivost v podmínkách vodního stresu dosáhla Szarvasi I (69 %) a srha laločnatá (54,6 %). Naopak nejnižšího procenta klíčivosti dosáhla chrastice rákosovitá (28,6 %). Dále porovnává výnosy sušiny vybraných druhů při jarní sklizni, které byly v prvním roce po založení v průměru 3,3 t.ha<sup>-1</sup>. Metodika řešení byla založena na vlastním měření dat a informacích získaných z Českého hydrometeorologického ústavu.

Klíčová slova: trvalé travní porosty, suchovzdornost, vodní stres, klíčení.

## **Abstract**

The main factors affecting the yield and the quality of grassland are nutrient availability and water regime. In nature and of course in agriculture, water is the most important factor influencing plant growth and reproduction. The aim of this thesis was to evaluate the effect of water regime on germination of selected grass species. We have focused on the following grass species, suitable for use in energy: *Dactylis glomerata* L. Padánia cultivar, *Phalaroides arundinacea* L., Chrastava cultivar and *Agropyron elongatum* L. Under water stress condition, the highest germination rate of 69 % was observed in *Agropyron elongatum* L., followed by *Dactylis glomerata* L. (54, 6 %). The lowest germination rate of 28, 6 % was recorded in *Phalaroides arundinacea* L. This study also compares dry matter yields of selected species during spring harvest. Average yield was 3,3 t.ha<sup>-1</sup> in the first year. This work is based on authors own measurement and on the information obtained from Czech hydrometeorological institute.

Key words: permanent grassland, drought resistance, water stress, germination.

## Obsah

1 Úvod.....	9
2 Literární rešerše.....	10
2.1 Historie trav a vymezení trav .....	10
2.2 Charakteristika trav .....	11
2.3 Morfologická charakteristika .....	12
2.3.1 Kořeny.....	13
2.3.2 Stonek.....	13
2.3.3 Listy .....	13
2.3.4 Květy .....	14
2.3.5 Obilky.....	14
2.4 Rozdělení travních porostů .....	15
2.4.1 Trávy trsnaté.....	15
2.4.2 Trávy výběžkaté .....	16
2.5 Rozdělení TTP .....	16
2.6 Příjem látek do buňky .....	17
2.6.1 Osmóza.....	17
2.6.2 Difuze.....	18
2.7 Voda v rostlinném těle .....	18
2.7.1 Příjem vody rostlinou.....	19
2.7.2 Příjem vody kořeny .....	19
2.7.3 Vedení vody v rostlině .....	20
2.7.4 Výdej vody .....	21
2.7.4.1 Transpirace.....	21
2.7.4.2 Gutace .....	22
2.8 Klíčení.....	22
2.9 Suchovzdornost.....	23
2.9.1 Suchovzdornost u travních porostů.....	25
2.10 Energetické rostliny .....	26
2.11 Možnosti využití energetických trav .....	27
2.12 Ekonomické zhodnocení pěstování trav.....	29



2.13 Chrastice rákosovitá .....	31
2.13.1 Základní informace .....	31
2.13.2 Popis plodiny a agrotechnika .....	31
2.14 Srha laločnatá .....	33
2.14.1 Základní informace .....	33
2.14.2 Popis plodiny a agrotechnika .....	35
2.15 Szarvasi I.....	36
2.15.1 Základní informace .....	36
2.15.2 Popis plodiny a agrotechnika .....	37
3 Cíl práce .....	39
4 Materiál a metodika.....	40
4.1 Laboratorní pokusy .....	40
4.2 Venkovní pokusy .....	42
5 Výsledky .....	47
5.1 Laboratorní pokusy .....	47
5.1.1 Szarvasi I.....	47
5.1.2 Chrastice rákosovitá .....	49
5.1.3 Srha laločnatá .....	50
5.1.4 Vzájemné porovnání .....	52
5.2. Venkovní pokusy .....	55
6 Diskuze.....	58
7 Závěr .....	62
8 Použitá literatura .....	39
9 Přílohy.....	82

## 1 Úvod

Travní porosty představují pestrý a složitý ekosystémem s nezastupitelnou rolí v ochraně genofondu rostlinných a živočišných společenstev. Je důležité tyto ekosystémy obdělávat a tím je uchovávat v kulturním stavu. Na jeho udržení má značný vliv zemědělství, coby jeden z nejhlavnějších činitelů ovlivňující travní společenstva. Úroveň obhospodařování trvalých travních porostů je přímo úměrná poptávce po objemných krmivech. Tento trend lze pozorovat v českém zemědělství, kde se stavy skotu stále snižují a tím klesá potřeba pícninářsky využívat travní druhy. Proto se v dnešní době lidé snaží o ošetřování travních porostů, což vede k zachování a podpoře mimoprodukčních funkcí. Travní porosty se významně podílejí na uchování ekologické stability v krajině a přispívají tím k její celkové ochraně. Další možností využití travních porostů, pokud nejsou obhospodařovány k pícninářským účelům, je pěstování jako obnovitelného zdroje fytohmoty vhodného pro energetické využití. Význam a získávání energie z obnovitelných zdrojů je v dnešní době velmi často diskutovaným tématem. V našich podmínkách již mají značné zastoupení a dá se předpokládat, že jejich význam i nadále poroste.

Při pěstování energetických plodin je za jeden z nejvýznamnějších parametrů považován i jejich výnos a kvalita. Mezi významné faktory ovlivňující tyto parametry patří výživný a vodní režim. Tyto faktory jsou závislé na klimatických podmínkách dané lokality. Voda je v přírodě a samozřejmě také v zemědělství nejdůležitější faktor limitující výkon rostlin. V zemědělství nabývá na důležitosti především vliv vodního režimu, který se mění také díky změně klimatu. Vodní deficit snižuje výnosy biomasy více než všechny ostatní faktory dohromady. Sucho je pokládáno za hlavní hrozbu způsobovanou klimatickými změnami, nízkým úhrnem srážek a vysokými teplotami během růstu. V naší zemi je podle dlouhodobých predikcí očekáván postupný nárůst průměrné teploty spojený s poklesem srážek. Na základě těchto prognóz se v současnosti intenzivně zkoumají a hledají travní druhy, které jsou schopny odolávat těmto klimatickým změnám a přitom uplatňovat svůj výnosový potenciál. Zkoumání jednotlivých trav a sledování vlivu vodního režimu na jejich růst je tedy stále aktuálnější tématem.

## 2 Literární rešerše

### 2.1 Historie trav a vymezení trav

Trávy se rozšířily v průběhu miliónů let, a to před dobou ledovou v třetihorách. Společně s býložravci vytvořili celosvětový životní prostor (Reichholf, 1999) a dnes travní porosty představují ve středoevropských podmínkách významný prvek krajiny (Mrkvička, 1998). Naše louky se začaly vyvíjet v době, kdy začal člověk – zemědělec odstraňovat původní les (Gerža, 2013). Naopak Hejcman a kol., (2013) uvádí, že se na základě analýz prováděných ve střední Evropě dospělo k závěru, že trávy přírodního původu byly přítomny v lese ještě před zahájením zemědělské činnosti v neolitu. Díky zemědělcům se husté lesy měnily na světlé pláně. Střední Evropa byla před dvěma tisíciletími lety z velké části pokryta lesem. V nížinách a středních polohách dominoval dubohabrový les. V horách převládaly jehličnaté lesy, především horské smrčiny. Když byly stromy poraženy a velké části lesů pokáceny, mohlo slunečné záření plně pronikat až k zemskému povrchu, což podpořilo růst trav a bylin. Mýcení lesů vytvořilo nový typ krajiny, nejvíce odpovídající typu stepi, travinnému biotopu (Reichholf, 1999). Trvalé travní porosty představují náhradní typ vegetace na místech, která byla odlesněna uměle, lidskou rukou (Šarapatka a Čížková, 2007).

Přirozené travinné porosty existují v nejrůznějších oblastech světa. Dnes se táhnou přes velká území střední Asie, nížiny mezi Aralským jezerem a Černým mořem. V historické době se vyskytovaly v Panonii (Maďarsku) a jejich poslední výběžky sahaly až do střední Evropy. V Africe se jim říká savany, v Jižní Americe pampy a Severní Americe prerie. Mohou se vytvořit všude tam, kde jsou dány určité klimatické podmínky (Reichholf, 1999). Vznik a vývoj travních porostů je podmíněn jejich pravidelným obhospodařováním a využíváním, bez nichž by se naprostá většina luk a pastvin přeměnila postupnou sukcesí v lesní společenstva (Mrkvička, 1998).

Z nutnosti zabezpečení krmiva docházelo ke kácení lesů a k trvalému vymezení luk, které se nacházely především ve vlhkých údolích potoků a v okolí rybníků a mokřin (Lokoč a kol., 2010). Velmi často dávají konečnou podobu krajině

a hrají velmi důležitou ve výživě lidí i zvířat (Marinelli, 2006). V dřívějších dobách byly technické možnosti omezené, ale přesto zemědělec hospodařil intenzivně a podle potřeb. Díky tomuto mnohaletému hospodaření se v krajině vyvinuly druhově bohaté louky, které se na první pohled poznají převahou trav a velkým počtem bylin. V minulých desetiletích byla bohužel většina těchto luk zničena, ať už rozoráním, odvodněním, nadměrným hnojením, dosevem nově vyšlechtěných druhů nebo kombinací výše zmíněného (Gerža, 2013). Louky se zakládají v oblastech s dostatkem vodních srážek nebo na pozemcích s dostatečnou zásobou podzemní vody. Jelikož se jedná se o uměle založený porost travních druhů, které úplně využívají stanovištní podmínky a vzájemně se v porostu doplňují, popřípadě si částečně konkurují. Do skladby je třeba zařadit takové druhy, které optimálně využívají nadzemní i půdní vrstvy (Krejčí a Varga, 1994).

## 2.2 Charakteristika trav

Mezi trávy jsou řazeny druhy náležející do čeledi lipnicovitých (*Poaceae* L.) (Skládanka a kol., 2012). Do skupiny trav na celé Zemi zařazujeme kolem 10 tisíc druhů (Řimovský a kol., 1992), z nichž se na území našeho státu vyskytuje necelých 240 (Ondřej, 1997). Na našem území se na utváření travních společenstev významněji podílí pouze 30 až 40 druhů. Současný český sortiment povolených odrůd k pěstování a množení obsahuje 26 druhů a hybridů s odlišnými vlastnostmi (Šantrůček a kol., 2001). Travní porost je jedinou kulturou schopnou díky funkčnosti ekosystémových vazeb samoobnovy a takto dočasně nahradit funkci lesa (Hrabě a kol., 2008).

Druhové složení travních porostů má velký význam nejen pro zajištění jejich produkčních možností, ale i pro volbu správných pratotechnických opatření, které je zkulturnují nebo umožňují udržet jejich produkční schopnost. Floristické složení trvalých travních porostů je tedy výslednicí působení všech ekologických faktorů komplexního vlivu celého ekosystému a podmínek obhospodařování, v němž by měla převládat antropická složka (Šantrůček a kol., 2001).

Gerža (2013), uvádí, že v dnešní krajině převažují chudé, intenzivně využívané louky. Travní biom zaujímá na Zemi plochu přibližně 24 mil. km<sup>2</sup> a je využíván převážně extenzivně (Šantrůček a kol., 2001), což představuje dvojnásobek

orné půdy a zároveň cca 1/5 souše (Klimeš, 2004). Trvalé travní porosty zaujímaly v roce 2012 v ČR dle ČÚZK 23,5 % zemědělské půdy (ČÚZK, 2013).

V našich klimatických podmínkách je výskyt široké škály trvalých travních porostů (TTP) podmíněn kromě stanovištních podmínek zejména zemědělskými aktivitami (Šarapatka a Hejman, 2004). Jejich zastoupení a význam pro pícninovou základnu v jednotlivých výrobních oblastech vzrůstá s nadmořskou výškou. V kukuřičné a řepařské oblasti se omezují téměř výhradně na neoratelné plochy, jakož jsou podmáčené, svažité a kamenité pozemky. Jejich podíl v hospodářcích podnicích zřídka přesáhne 5 % zemědělské půdy. V bramborářské oblasti zaujímají 20 až 30 % a v horské oblasti 30 až 70 % zemědělské půdy (Velich, 1996).

Hlavní účelem pěstování trávy v zemědělství je poskytnout krmiva pro polygastry. Tráva je využívána především pro pastvu, ale v mnoha oblastech je velké množství rostlin ponecháno na senáž nebo seno (Wilkins a Humphreys, 2003). Travní porosty mají vedle nesporného zemědělského významu velmi důležité a nenahraditelné nevýrobní (mimoprodukční) funkce, které neustále nabývají na významu v souvislosti s nevhodnými hydrologickými poměry a s narušenými biologickými cykly v krajině apod. (Šnobl a kol., 2007). Nerespektuje se dostatečně jejich další význam v tvorbě a ochraně životního prostředí. Obhospodařování nebo ošetřování všech travních porostů je objektivní nutnost. Buď řádnou pratotechnikou s využitím na píci, nebo modifikovanou pratotechnikou pro zachování ekologické stability travních porostů. Přesto zůstává značná část travních porostů nevyužívána a zanedbána (Fiala, 2001).

### **2.3 Morfologická charakteristika**

Trávy jako nejdůležitější složka lučních, pastevních a ostatních jetelotravních společenstev se vyznačují nejen druhovou rozmanitostí, ale i značnými vnitrodruhovými (odrůdovými) odlišnostmi (Hrabě a kol., 2004).

### 2.3.1 Kořeny

Při klíčení a vzcházení trav se nejprve vyvíjí primární zárodečné kořeny. Tento jednoduchý kořenový systém, plní svoji funkci pouze po krátký čas. Nahrazen je sekundárním kořenovým systémem, který vyrůstá z odnožovací uzliny. Jedná se o systém poměrně jemných a silně rozvětvených kořenů svazčitého charakteru (Skládanka, 2008). Podle Lodgeho a Murphyho (2006) je 20 % kořenové hmoty ve vrstvě 0 – 5 cm a 60 % zasahuje do hloubky 5 – 30 cm. Pouze malá část kořenů proniká do větších hloubek. Svobodová (1998) však uvádí, že jednotlivé kořeny mohou pronikat do hloubky 1,5 m a u suchovzdorných druhů až do 3,5 m. Hloubka zakořenění závisí především na druhu, půdních podmínkách a intenzitě využívání. Z kulturních druhů má nejdelší kořeny kostřava ovčí, metlice trsnatá a lipnice smáčknutá. Skládanka, (2008) napsal, že mocnost kořenového systému trav je omezena intenzitou a výškou kosení. Životnost kořenů je omezená životností příslušné odnože, která bývá zpravidla 1 až 1,5 roku.

### 2.3.2 Stonek

Typickým stonkem trav je duté nevětvené stéblo s plnými nody (kolénky) (Hrouda, 2010). Články mezi nody nazýváme internodia (Undersander a kol., 1996). Kolénky mají zpevňující funkci. Jsou v nich růstová pletiva a stéblo se odtud prodlužuje. Stébla někdy přecházejí v podzemní oddenky (Nováková, 2004). U země jsou nody vzdáleny blízko od sebe a z větší části jsou skryta v půdě. Z těchto podzemních kolének (nazývaných odnožovací uzliny), tráva odnožuje a regeneruje (Ondřej, 1997).

### 2.3.3 Listy

Travní listy vyrůstají z kolének ve dvou řadách rovnoběžně se stonkem. Listy se střídají od kolénka ke kolénku vždy na protilehlých stranách a skládají z těchto hlavních částí: listová čepel (rozšířená část listu, většinou plochá nebo ve tvaru V. Listová pochva (obaluje celé stéblo, je buď otevřená tzn., nesrůstá nebo uzavřená, srostlá, některé jsou zploštělé, jiné zaoblené) (Leithead a kol., 1971). Na přechodu pochvy a čepele listu se nacházejí dva orgány (ouška a jazýček), jejichž přítomnost a tvar je obvykle druhově charakteristická, často tak napomáhají při určování ve

sterilním stavu (Hrouda, 2010). Jazyček (ligule) - blanitý nebo třásnitý, brání průniku nečistot a vody mezi listovou čepel a pochvu. Některé traviny mají ouška na spodní části čepele a slouží k rozpoznání jednotlivých druhů trav (Leithead a kol., 1971).

#### **2.3.4 Květy**

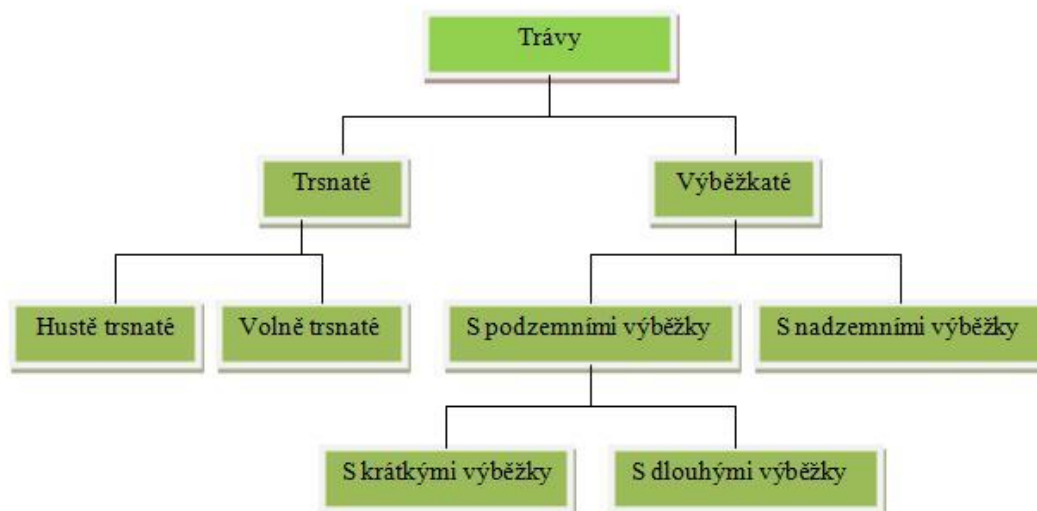
Trávy jako větrosprašné rostliny nemusejí vytvářet nápadné květy poutající opylovače. Pyl je pasivně přenášen větrem a vzdušnými proudy, proto musí jejich květenství podstatně převyšovat úroveň jejich listů (Strinbach, 1998). Květenství trav se nazývá lata a je buď rozkladitá (lipnice, psinečky) nebo stažená v lichoklas (jílky, bojínky). Kvetoucí trávy lze nalézt především v lučních porostech a extenzivních trávnicích (Ondřej, 1997). Květ se skládá z vnitřního okvětí redukovaného ve dvě nepatrné pleny (lodivulae) a vnějšího okvětí přeměněného v blanitou plušku (palea). Pod každým květem je poměrně veliký listen – plucha (lemma). Často bývá protažena v nápadně dlouhou osinu. Jeden, zřídka více květů, tvoří dohromady klásek na bázi podepřený dvěma listeny – plevami (glumae). Klásky se seskupují v květenství (Nováková, 2004).

#### **2.3.5 Obilky**

Typickým plodem trav je obilka (caryopsis) s vysokým obsahem škrobu, vzácněji se vyskytuje bobule. Zralé obilky mohou vypadávat i s pluchami (obilky okoralé, pluchaté) nebo netkví pevně v pluchách, pak hovoříme o tzv. nahých obilkách (Nováková, 2004). U některých druhů vyrůstají z pluch osiny, které se mohou olamovat. Klíčivost těchto obilek se snižuje. Velikost obilek jednotlivých travních druhů je různá. Čím větší obilky, tím větší je výsev a naopak. Ve velkých obilkách se koncentruje také více zásobních látek potřebných pro klíčení a vzcházení (Skládanka, 2007).

## 2.4 Rozdělení travních porostů

Šantrůček a kol., (2001), dělí trávy podle habitu a způsobu odnožování následovně viz obrázek 1.



Obrázek 1 Rozdělení trav (podle Šantrůčka a kol., 2001)

### 2.4.1 Trávy trsnaté

Po vzejití trsnatých trav z obilek (semen) vyrůstají individuální rostliny na jednom místě. A pokud nevykvetou a nevytvoří semena (plody), jejich trs pouze mohutní a rostlina se z místa dále nešíří (Ondřej, 1997).

Hustě trsnaté trávy vytvářejí jednotlivé kompaktní vystoupavé trsy. Samy nejsou schopny vytvořit trvale zapojený porost. Odnožovací uzlina bývá umístěna hlouběji pod povrchem půdy (až 50 mm a více). Jsou tak přizpůsobeny méně příznivým podmínkám. Jejich počáteční vývin z obilky je pomalý a jsou vytrvalé (10 až 70 let) (Svobodová, 2004). Z pícninářského hlediska se jedná spíše o plevelné rostliny, jejichž vyšší prevalence charakterizuje počátek degradace porostu. Některé druhy jsou však šlechtěny pro zakládání speciálních porostů např. metlice trsnatá, kostřava ovčí (Římovský a kol., 1992).

Trávy volně trsnaté mají většinou trsy rozložené, některé však tvoří trsy kompaktnější a vystoupavé jako například srha laločnatá nebo ovsík vyvýšený. Uspořádání trsů je u některých druhů závislé na způsobu využívání a frekvenci sklizně (Římovský a kol., 1992). Mezi tyto trávy patří naše nejdůležitější trávy



s nejvyšší kvalitou a výnosností (Šantrůček a kol., 2001). Volně trsnaté druhy vytvářejí řídkší trsy a mají mělčeji uloženou odnožovací uzlinu. Jejich porost se proto lépe zapojuje než u hustě trsnatých druhů, zvláště při vyšší frekvenci sečení. Vývin z obilky je rychlejší, plného rozvoje dosahují rostliny ve 2. až 3. roce vegetace. Vytrvalost je omezená 1 až 10 let, nejsou tak odolné vůči stresům, vyžadují však více živin i vody, proto při intenzivním ošetřování dobře obrůstají po sečích. Přesto nejsou ani tyto druhy schopny trvale vytvářet zapojený porost (Svobodová, 1998).

#### **2.4.2 Trávy výběžkaté**

Výběžkaté trávy vzejdou také na jednom místě, ale jsou schopny se z tohoto místa šířit vegetativně dál do svého okolí pomocí nadzemních nebo podzemních, krátkých nebo dlouhých kořenových výběžků, na nichž se vytvářejí dceřiné rostliny (Ondřej, 1997). Tyto výběžky vyplňují prázdná místa mezi rostlinami (Faruqui a kol., 2002). Počáteční vývin z obilky je pomalý, plného vývinu dosahují ve 3. – 4. roce vegetace a tvoří obyčejně méně plodných výhonků. Jsou velmi vytrvalé, za příznivých podmínek může rostlina setrvat na stanovišti desítky až stovky let. Druhy s nadzemními výběžky (psineček psí, psineček výběžkatý) jsou náročnější na závlahu a vlhkost půdy v povrchových vrstvách. Druhy s podzemními výběžky mohou vytvářet výběžky krátké (50 – 100 mm); vzniklé trsy jsou velmi řídké a zaujímají nepravidelnou plochu. Druhy s dlouhými podzemními výběžky (0,2 až 1 m) obsazují vždy větší plochu (až několika m<sup>2</sup>). Některé druhy trav vytvářejí jak nadzemní, tak podzemní výběžky (Svobodová, 2004).

### **2.5 Rozdělení TTP**

Trvalé travní porosty (TTP) u nás zaujímají téměř čtvrtinu (zhruba 980 tis. ha) z celkové výměry zemědělské půdy (Gaisler a kol., 2011). Nejjednodušší rozdělení travních porostů je dáno hlavním způsobem obhospodařování, a to na louky a pastviny. Jelikož na loukách fungují jiné přírodní zákonitosti než na pastvinách, liší se podle toho i zásady šetrného hospodaření (Šoch, 2009).

Podle způsobu využívání dělíme TTP na:

- a) absolutní louky: využívány pouze sečně, pastva je znemožněna nedostatečnou únosností drnu, zejména zpočátku vegetačního období a na podzim. To může být ovlivněno například vlhkostním režimem nebo mělkostí půdního profilu,
- b) absolutní pastviny: neoratelné plochy, kde jejich svažitosť a nerovnost povrchu znemožňuje sečení,
- c) pastevní louky: umožňují obdělávání jak pastvou, tak i sečí. Mohou být absolutní (neoratelné) nebo obnovitelné (oratelné),
- d) speciální travní porosty: určeny k nezemědělskému využívání (okrasné, hřišťové, protierozní, atd.) (Šantrůček a kol., 2001).

## 2.6 Příjem látek do buňky

Příjem i výdej látek z buňky umožňuje především cytoplazmatická membrána, která má vlastnosti polopropustné čili semipermeabilní blány. Vytváří bariéru buňky, udržující osmotickou rovnováhu mezi vnitřním a vnějším prostředím. Není jen statickou strukturou oddělující od sebe různá prostředí, ale jedná se o strukturu vysoce dynamickou se stálým pohybem molekul v rovině membrány, kolmo na ni, i ve vazbě na nelamelární struktury lipidu (Krpeš, 2004). Buňky aktivně regulují příjem a výdej látek, a to i proti koncentračnímu spádu (např. protonovými pumpami), k čemuž je potřebná energie, jen aby mohly přijmout selektivně z prostředí látky, které potřebují. V živé buňce jako v otevřeném systému probíhá stálá výměna látek s prostředím. Abychom pochopili, jak se voda a v ní rozpuštěné látky dostaly z prostředí do buňky, je nutno nejdříve objasnit dva základní pojmy: difuzi a osmózu (Kincl a Krpeš, 2006).

### 2.6.1 Osmóza

Čistý pohyb vody přes polopropustnou bariéru (membránu, blánu) se nazývá osmóza. Taková membrána propouští na základě koncentračního spádu jen velmi malé molekuly rozpouštědla, pro ostatní látky je prakticky nepropustná (Ördög a Zoltán, 2011). Pokud se přes membránu dostávají, pak aktivním transportem s využitím bílkovinných přenašečů v membráně a s výdejem energie (aktivní transport probíhá někdy i proti koncentračnímu spádu). Osmózou se voda dostává do

vnitřního prostoru buněk a v rámci tohoto prostoru, kde se dále pohybuje v základní cytoplazmě, buněčné šťávě vakuol atd. Vnitřní prostor buněk je samozřejmě za běžných podmínek koncentrovanějším roztokem než okolí buňky (případně okolí kořenů - kořenových vlásků), proto je voda do buněk osmoticky skutečně nasávána. Síla, která při tomto nasávání vzniká, se nazývá osmotický tlak. Plazmolýzou označujeme jev, při kterém dochází u buňky v silně hypertonicím prostředí k osmotickému vysávání vody z buňky a cytoplazmatická membrána se odchlípí od buněčné stěny a celý protoplast se smrští (Herrmann, 2007).

### **2.6.2 Difuze**

Fyzikální děj, při kterém se částice všech látek v roztocích (včetně H<sub>2</sub>O) samovolně mísí, se nazývá difuze. Pronikají z míst s jejich vyšší koncentrací do míst s koncentrací nižší (podle koncentračního spádu), dokud se nevyrovnají. Děj probíhá i tehdy, jsou-li roztoky odlišné koncentrace odděleny propustnou membránou. V buňce je takovou membránou buněčná stěna (Kubát a kol., 2003). Do buňky mohou pronikat pouze ty látky, které mohou volně procházet membránami (Krpeš, 2004).

## **2.7 Voda v rostlinném těle**

Z velkého počtu chemických sloučenin, ze kterých se skládá rostlinný organismus, vyniká svou nepostradatelností, důležitostí i množstvím voda. Ve vodním prostředí život vznikl, vyvíjel se a všechny fyziologicko-biochemické procesy v něm v podstatě probíhají (Nováček, 2009). Voda je pro život rostlin nezbytná. Tvoří průměrně 70 % hmoty živých rostlinných buněk (Ördög a Zoltán, 2011). Její obsah v buňkách je závislý na stáří rostliny, fyziologickém stavu a především se liší v závislosti na funkční specializaci konkrétní buňky a pletiva (např. buňky řas obsahují až 98 % vody, suchá semena rostlin 5 – 14 %) (Herrmann, 2007). Rostlina obsahuje v jednotlivých částech svého těla určité množství vody a tím udržuje pevnost rostlinných pletiv i tvar orgánů. Voda v rostlině není ve stacionárním stavu, ale neustále se pohybuje, protože „protéká“ všemi buňkami a každá buňka více méně stále přijímá a vydává vodu. Podle poměru mezi příjmem a výdejem dochází k dosycování pletiv vodou nebo naopak ke vzniku vodního

deficitu. Dostatečná hydratace pletiv je nezbytná pro normální proces biochemických a fyziologických procesů jako je fotosyntéza, respirace, růst atd. (Kincl a Krpeš, 1994).

Podle schopnosti krátkodobé kompenzace změny obsahu vody dělíme rostliny na:

**a) poikilohydrické** (tolerantní k vyschnutí): sinice, některé zelené řasy s buňkami bez centrální vakuoly, které při nedostatku vody zmenšují svůj objem s minimálním narušením ultrastruktur buňky,

**b) homoiohydrické**: buňky mají velké centrální vakuoly, které vytvářejí v buňce zásoby vody pro krátkodobé vyrovnání kolísání mezi příjmem a výdejem vody, čili pro optimální hydrataci protoplastu (živého obsahu buňky) (Krpeš, 2004).

### 2.7.1 Příjem vody rostlinou

Obecně platí, že voda je přijímána a vedena rostlinou na základě gradientu vodního potenciálu z místa s vyšší volnou energií do místa s energií nižší (gravitační). U nižších rostlin se příjem vody uskutečňuje jejich celým povrchem. Vyšší rostliny mají pro příjem vody vyvinutý specifický orgán – kořen (Hejnák, 2005). Kromě půdní vláhy mohou suchozemské rostliny přijímat vodu ve formě rosy, deště a vzdušné vlhkosti i nadzemními orgány (listy), což je typické pro epifyty. Tento mimokořenový příjem je zvláště důležitý při nedostatku vody v půdě (Kincl a Krpeš, 2006).

### 2.7.2 Příjem vody kořeny

Kořeny přijímají vodu, která je dále dopravována do vyšších částí rostliny pomocí cévních svazků. Vodivé struktury mají specializované složení, které umožňuje transportovat velké množství vody s velkou účinností (Hacke a kol., 2001). Kořenová soustava aktivně nasává vodu z půdy. Její příjem do těla rostliny je závislý na teplotě, množství vzduchu (dýchání) a obsahu vody v půdě i koncentraci roztoku minerálních látek (Krpeš, 2004). Pro efektivní absorpci vody kořenem musí být povrch kořene v těsném kontaktu s půdou. Absorpční plocha kořenů, důležitá pro příjem vody, je ovlivněna velikostí a složením kořenového systému, zvětšuje ji růst

kořenů a kořenových vlásků. Hustota a množství kořenů i hloubka prokořenění ovlivňuje celkový příjem a následnou dopravu vody do kořene (Sperry a kol., 1998).

Kořeny jsou hydrotopické a rostou do míst vyššího vodního potenciálu, což pravděpodobně určuje hydrosenzitivní kořenová čepička. Schopnost rostlin zásobovat se vodou závisí na rozložení kořenů v půdním profilu. Například trávy mají rozvinutý kořenový systém, ale jsou mělce kořenící a po dobu vegetační sezóny využívají zejména vodu ze srážek. Naproti tomu stromy mají většinou kořenový systém zasahující do hloubky půdního profilu (Hejnák, 2005). Voda je převážně přijímána v nových částech kořenového systému tam, kde obvykle dochází k největší tvorbě kořenových vlásků. Při nedostatečném kontaktu povrchu kořenů s půdní vláhou může půda, která se nachází nejbližší povrchu kořenů, při vysoké rychlosti odpařování omezovat tok vody do kořenů. Tento stav může dojít až k zastavení toku vody v rostlině (Sperry a kol., 1998). Pokud kolem kořenů voda ubývá, zpomaluje se také transpirační rychlost, až nastane děj, kdy už rostliny nemohou ve svých pletivech udržovat nižší vodní potenciál, než který je v půdě, a voda nemůže být rostlinou přijímána. Turgor (buněčné napětí) v buňkách začne postupně klesat a rostliny uvadají. Tento stav je uváděn jako bod trvalého vadnutí (Sperry a kol., 2002).

### 2.7.3 Vedení vody v rostlině

Voda je v rostlinách vedena především cévními svazky. Jími se pohybuje na delší vzdálenosti (Herrmann, 2007). Voda se dostává od pletiv s vyšším vodním potenciálem k pletivům s potenciálem nižším. To znamená, že čím výše jsou na rostlinách postaveny například listy, tím mají nižší hodnotu vodního potenciálu a větší schopnost nasávat vodu. Cévy dřevní částí cévního svazku tedy stoupá souvislý transpirační proud (sloupec) vody, který překonává zemskou přitažlivost (Kincl a Krpeš, 2006). Na pohybu vody v rostlině se podílí několik faktorů, z nichž jsou nejdůležitější:

**a) Transpirační sání:** savá síla vzniklá odpařováním vody přes průduchy rostlin. Transpirace neustále odebírá vodu v cytoplazmě a vakuolách buněk mezofylu listů. Tím v těchto buňkách roste osmoticky tlak. V mezofylu zároveň slepě končí cévní svazky, ze kterých je na základě osmotického gradientu voda aktivně vysávána.

Voda se odpařuje rovněž z mezibuněčných prostor. K funkčnímu působení transpiračního sání přispívá jednak adheze molekul vody ke stěnám cév a buněčným stěnám v mezofylu, jednak koheze molekul vody, díky které se vodní sloupec ve svazcích cévních nepřetrhne. Při vedení vody na kratší vzdálenosti působí difúze, osmóza a bobtnání mezi jednotlivými buňkami (Herrmann, 2007).

**b) Kořenový vztlak:** velice energeticky náročný, uplatňuje se při nevhodných podmínkách pro transpiraci. Důležité jsou dobrá dostupnost vody v půdě a vhodné podmínky pro aktivní příjem živin (Hejnák, 2005). Vztlak také urychluje pohyb vody a živin v rostlině. Vzniká v noci při zastavení transpirace nebo také po dešti, kdy má půda i vzduch velký obsah vody (Mengel a kol., 2001).

#### **2.7.4 Výdej vody**

Cévy vedená voda obsahuje minerální a jiné látky, které zůstávají v těle rostliny, zatímco z nadzemních orgánů, především z listů, se do prostředí neustále uvolňuje přebytečná voda ve skupenství plynném (transpirace) nebo v kapalném (gutace) (Krpeš, 2004).

##### **2.7.4.1 Transpirace**

Transpirace je výdej vody ve formě vodní páry vně listů do okolní atmosféry. Voda může být vydávána průduchy – transpirace stomatární, nebo povrchem epidermálních buněk krytých kutikulou – transpirace kutikulární. Rostlina vydává vodu do atmosféry hlavně listy. Obecně bývá u bylin uváděno, že z celkové transpirace připadá na listovou plochu asi 80 % a na stonky asi 20 % (Hejnák, 2005). Kutikulární, u níž jde o odpařování vody celým povrchem listu přes kutikulu, má význam jen u rostlin s tenkou kutikulou (Kincl a Krpeš, 2006). Stomatární transpirace je na rozdíl od kutikulární, regulovatelná otevíráním a zavíráním průduchu. Herrmann, (2007) uvádí, procentuelní zastoupení transpirace: kutikulární přibližně 1 % a stomatární 99 % vody. Příčinou transpirace je negativní pokles (gradient) vodního potenciálu mezi transpirujícím povrchem listu a k němu přilehlou nenasycenou vrstvou vzduchu. Při transpiraci je pak třeba vidět fyzikální složku transpirace, ovlivňovanou fyziologickým stavem transpirujícího pletiva, čili i biologickou složku transpirace (Kincl a Krpeš, 2006).

#### **2.7.4.2 Gutace**

Pojem gutace označuje protlačování kapek vody z končících cév přes mezenchym a vzniká na základě kořenového vzlaku. Výdej vody je ovlivněn vlhkostí a teplotou vzduchu, intenzitou slunečního záření, obsahem vody v rostlině, fyziologickým stavem listů apod. (Herrmann, 2007). Ke gutaci dochází jen tehdy, je-li okolní vzduch zcela nasycen vodními parami a při dobré zásobě vody v půdě (Hejnák, 2005).

#### **2.8 Klíčení**

Tvorba semen a jejich dormance neboli klid semen jsou významné adaptace na život na souši a na sezónní klimatické poměry. Dormance semen umožňuje druhu nejen přežít nepříznivá období, ale současně poskytuje možnost rozšiřovat areál výskytu a přetrvávat v čase (Pavlová a Fischer, 2011). Definovat dormanci je obtížné, protože ji lze „měřit“ pouze při absenci klíčení (Finch-Savage a Leubner-metzger, 2006). Procházka a kol., (1998) považuje dormance v širším slova smyslu jako být odpočinek, dočasné zastavení viditelných projevů růstu. Nezbytnost odolávat nízkým teplotám během zimy, popř. v některých oblastech horkým a suchým podmínkám. Dormance semen je často značně prodloužená a semena jsou schopna vyklíčit i po několika letech.

Podle Hermannové a kol., (2007), je klíčení semen mechanismus, ve kterém mají morfologické a fyziologické změny za následek aktivaci embrya. Někteří autoři definují klíčení semen jako obnovení metabolické a růstové aktivity za příznivých podmínek (Finch-Savage a Leubner-Metzger, 2006). Klíčení rostlin začíná z fyziologického hlediska příjmem vody a končí startem prodloužení embryonální osy, zpravidla kořínku (Houba a kol., 2002). Pokud se dostanou obilky vysušené na vzduchu do styku s vlhkostí, přijímají vodu a bobtnají, podstatně zvětšují svůj objem. K tomu, aby obilka začala klíčit, je třeba mít k dispozici nejen přiměřené množství vody, dostatek kyslíku ale i vhodnou teplotu. Mnohé druhy trav mírného pásma vyžadují ke klíčení minimální teplotu 5 – 8 °C, teplomilné druhy vyžadují teplotu vyšší. Při příliš nízké či vysoké teplotě klíčení neprobíhá (Míka a kol., 2002).

Na počátku procesu klíčení spotřeba kyslíku prudce narůstá. S postupující hydratací pletiv se zvyšuje dýchání, které bylo u suchých semen velmi malé. Po

dokončení hydratace pletiv další příjem kyslíku stagnuje. Jeho nedostatek se projevuje poklesem procenta klíčivosti semen (Houba a kol., 2002). Některé druhy trav klíčí normálně a plně jen na světle, např. (*Poa pratensis* L.). U dalších druhů působí osvětlení příznivě na průběh klíčení (Míka a kol., 2002).

## 2.9 Suchovzdornost

Voda sehrává nezastupitelnou úlohu v životě každé rostliny. Roční spotřeba vody pro trávy je přibližně 700 mm (Otevřel a kol., 2006). Sucho je pro ekosystémy často považováno za hlavní hrozbu při globálních změnách klimatu. Vodní stres omezuje výnosy biomasy více než všechny ostatní biotické a abiotické faktory dohromady (Lambers a kol., 2008). Četnost a rozsah regionálního období sucha se od roku 1970 zvyšuje. V Evropě a středomořských oblastech se očekávají častější období sucha doprovázená vlnami veder, o čemž svědčí sucha v roce 2003 (Schar a kol., 2004). S postupným zvyšováním teploty prostředí v rámci globálního oteplování jsou trávy čím dál víc vystavené letním horkům a nerovnoměrnému rozdělení srážek během roku. Na období déle trvajících nedostatků vody trávy reagují přechodem do stavu dormance. To jim sice umožňuje přežít toto nepříznivé období, ale za cenu snížení výnosu a estetické hodnoty porostu (Kovár a Gregorová, 2009).

Suchovzdornost je dědičně založený komplexní znak na všech chromozomech (Bláha, 2009). Jde je vlastnost umožňující rostlinám snášet období sucha (vodního deficitu v půdě) nebo období vysokých teplot a s tím spojeného vzdušného sucha, bez výrazného zhoršení vývinu a snížení produkce. Suchovzdornost závisí na řadě okolností a faktorů: na množství a mohutnosti kořenové soustavy, poměru nadzemní, podzemní hmoty, morfologických a anatomických zvláštnostech lodyh a listů, které mohou ovlivnit vodní hospodářství rostlin, regenerační schopnosti, rychlosti vývinu, aj. (Graman a Čurn, 1998). Je třeba rozeznávat sucho půdní, charakterizované nedostatkem fyziologicky dostupné vody v půdě a atmosférické, které je zvláště nebezpečné, protože nastoupí v krátké době a rostliny se mu většinou nestačí přizpůsobit (např. suchý padavý vítr nazývaný fén). Pro vyšší výnosy je zvláště nepříznivé, když po vlhkém jaru a začátku léta, kdy byly



příznivé podmínky pro bujný růst, přijde sucho nebo suché větry v druhé polovině léta (Kincl a Krpeš, 2006).

K vnějším faktorům ovlivňujícím suchovzdornost patří intenzita slunečního záření, teplota, vlhkost půdy a vzduchu, vítr, exhalace a jiné. K vnitřním faktorům řadíme druh a věk rostliny, zdravotní stav, obsah vody, tvar listů a jejich rozložení a další. V případě dostatečného zásobení půdy vodou, je množství vytranspirované vody téměř výlučně odrazem evaporačních požadavků ovzduší daných aktuálním stavem ovzduší. V době snížené dostupnosti půdní vody, tedy ve fázi vysychání půdy, reagují průduchy rostlin částečným až úplným uzavřením, čímž dojde k redukci transpirace (Matejka a kol., 2009). Nejvýznamnějším meteorologickým prvkem ovlivňujícím transpiraci a evapotranspiraci, je sluneční záření, které formuje průběh ostatních faktorů (Nalevanková kol., 2013).

V suchých prostředích nalezneme obecně několik odlišných způsobů, jakými si rostliny zajistily odolnost vůči suchu. Jedním z nich je terofytní životní forma, která umožňuje vyhnout se období sucha tím, že ho rostlina přečká v podobě semene (dormance) (Falteisek a kol, 2006). Podle Bluma (2005) suchovzdornost z hlediska fyziologie interaguje s velikostí a načasováním stresu. Zde se načasováním rozumí fáze vývoje rostliny, kdy dochází k napětí. Rostliny mohou odolávat suchu buď vyhýbáním se dehydrataci, nebo tolerancí k dehydrataci. Vyhýbání se dehydrataci je definováno jako schopnost rostliny, která při suchém období dokáže získat vodu díky silné konkurenceschopnosti a dlouhým kořenům. Tolerance dehydratace rozumíme relativní kapacitu k udržení nebo zachování funkce rostlin v dehydrovaném stavu. Tento způsob efektivní rezistence proti suchu je u rostlin vzácný.

Sucho redukuje růst rostlin, ovlivňuje biochemicko-fyziologické a následně morfologické pochody a způsobuje masivní ztráty na výnosech. Působení sucha se nejčastěji manifestuje redukcí efektivnosti klíčových procesů jako fotosyntézy a respirace (Škodáček a Prášil, 2012). U rostlin odolných proti suchu zjišťujeme, že mají otevřené průduchy i při nedostatku vody. Ztrácejí vodu velmi pomalu, protože v jejich základní cytoplazmě stoupá za vodního deficitu množství hydrofilních koloidně dispergovaných částic, které pevně poutají množství vody, nezbytné pro hlavní fyziologické funkce. Zesílení hydrolytických procesů za nedostatku vody

u rostlin odolných proti suchu nastává také mnohem později. Vedle fyziologických zvláštností mají rostliny odolné proti suchu i některé anatomické a morfologické zvláštnosti (tloušťka kutikuly, voskový povlak listů, trichomi, velikost a postavení průduchů atd.). Některé rostliny za nedostatku vláhy svinují a skládají listy (kostřava, srha) a tím prakticky zmenšují transpirační povrch listů (Kincl a Krpeš, 2006). Na nedostatek mohou reagovat tvorbou celé řady látek, které zvyšují osmotický tlak v buňkách, zejména se zvyšuje koncentrace kyseliny abscisové (ABA). Zvyšující se koncentrát ABA v listech má za následek zavírání průduchů rostlin. Při nedostatku vody patří kyselina abscisová k významným mediátorům exprese genů pro stresové proteiny. Regulací genové aktivity se zvyšuje nebo snižuje tvorba enzymů i strukturních proteinů, nepřímo pak i ostatních metabolitů. Zavírání průduchů omezuje výměnu plynů (kyslík a oxid uhličitý) a tím se snižuje rychlost fotosyntézy i dýchání (Hnilička a kol., 2003). Odolnost rostlin proti nedostatku vody není po celou vegetační dobu stejná. Nejvíce se snižuje v tzv. kritických obdobích. Nejkritičtější je tedy období mezi odnožováním a metáním jařin. O tuto analýzu se opírá i vědecká předpověď výnosu sklizně (Kincl a Krpeš, 2006).

Při nedostatku vody se tvoří listy s menší plochou čepele, dostaví-li se však nedostatek vody až v době, kdy listy již dosáhly konečné velikosti, může vodní deficit navodit stárnutí a opad listů. Při nedostatku vody se mění distribuce asimilátů v rostlině ve prospěch kořenů, což může zajistit jejich růst a pronikání do oblastí, v nichž je voda pro rostlinu dostupná. Kořenové meristémy v oblastech s nedostatkem vody zasychají a odumírají (Falteisek a kol., 2006). Při silném vodním stresu může dojít dokonce k porušení membrán a uhynutí rostlin (Jenks a Hasegawa, 2005).

### **2.9.1 Suchovzdornost u travních porostů**

Dlouhá období sucha mají negativní vliv i na travní porosty (Bláha a kol., 2003). V souvislosti se změnami klimatu se suchovzdornost stala aktuálním tématem i u trav. Existují různé formy sucha (trvalé, krátkodobé, sucho spojené s horkem, nedostatek vláhy v důsledku nízké hladiny spodní vody atd.) a jednotlivé travní druhy se výrazně liší v odolnosti vůči nim (Našinec, 2009).

Testování suchovzdornosti je metodicky obtížné (Bláha, 2009). Volí se spíše laboratorní metody porovnání tvorby hmoty (sušiny) v podmínkách sucha a v podmínkách závlahy, v klimakomorách, nebo se používají i nepřímé metody. V polních podmínkách se porovnává produkce dosahovaná u novošlechtění nebo odrůd v suchých oblastech (ročnících) a v oblastech s normálním průběhem roku (Graman a Čurn, 1998). Výsledky u odrůd mnoha plodin ve střední Evropě naznačily, že velká část z nich již nedokáže v některých srážkově chudých letech s omezeným množstvím vody v povrchové vrstvě dosáhnout svých maximálních možností. V naší zemi je podle evropských dlouhodobých předpokladů očekáván postupný nárůst průměrné denní teploty v době vegetace a pokles srážek, tedy situace podobná jako na Balkáně, ale v mírné podobě. (Bláha, 2009) V současné době se problémů se suchovzdorností věnuje čím dál více lidí (Schmitz a Schütte, 2001).

## **2.10 Energetické rostliny**

Energetické rostliny lze charakterizovat jako nenáročné, ale rozhodně by tím neměl vznikat dojem, že se jedná o plodiny bezúdržbové nebo plevelné (Petříková a kol., 2006). Termínem jsou označovány taxony dřevin, trvalek a bylin tedy botanické druhy, kultivary, klony, přírodní i záměrní kříženci, které jsou využívány nebo testovány pro záměrnou produkci biomasy k energetickému využití (resp. pevných, kapalných a plyných biopaliv) (Weger, 2011). Rostliny bylinného charakteru, pěstované pro získávání energie, lze rozdělit na několik skupin. Z praktického hlediska se tyto rostliny dělí na jednoleté a víceleté či vytrvalé. Dále lze tyto rostliny členit podle botanického zařazení, např. na „energetické“ obiloviny, „energetické“ trávy a celou další velkou skupinu rostlin dvouděložných. Do této skupiny se pak řadí vzrůstné statné rostliny, zpravidla netradiční, z nichž některé byly dříve pěstovány jako plodiny zemědělské. Případně se jedná o rostliny okrasné, nebo planě rostoucí. Hlavním kritériem jsou vysoké výnosy nadzemní hmoty (Petříková, 2005).

Pěstování energetických rostlin představuje nový trend umožňující využít ladem ležící zemědělskou půdu a nabízející nové zemědělské aktivity s využitím stávajících zařízení a technologií (Noskovič a Kaminsky, 2004). Negativní dopady

na životní prostředí a snižující se zásoby fosilních paliv, měly za důsledek zvýšení zájmu o obnovitelné zdroje energie. Pro výrobu energie je biomasa atraktivní náhradou a za fosilní paliva. Produkce těchto rostlin zabraňuje degradaci půdy a odlesňování pozemků. Pokud budou pěstovány na přebytku ploch udržitelným způsobem, poslouží nejen ke stále rostoucí poptávce po energii, ale také zmírní mnoho environmentálních, sociálních a ekonomických problémů (Rahman a kol., 2013). Obnovitelné zdroje hrají i nadále důležitou roli v energetické politice vyspělých zemí. Nejen že nahradí klasická fosilní paliva, pomáhají snížit emise skleníkových plynů a sníží rizika spojená se změnou klimatu, ale jejich využití má také mnoho dalších výhod. V poslední době se stává energetická bezpečnost stále důležitějším aspektem. Rozvojové země, jsou vysoce závislé na dovozu primárních energetických zdrojů, často od potenciálně politicky nebo ekonomicky nestabilních oblastí. Tato závislost vytváří mnoho rizik, zejména ekonomické a politicko-strategické. Hlavní výhodou těchto rostlin je možnost sklizení standardními zemědělskými stroji (Havlíčková a Suchý, 2010).

V současné době poskytuje biomasa převážnou většinu energie z obnovitelných zdrojů spotřebované v průmyslu a to především v papírenském průmyslu (Conti a kol., 2013). V České republice pěstování energetických rostlin teprve dostává do širšího podvědomí zemědělců, zatím jsme ve fázi výzkumu a jejich pěstování je zatím na experimentální úrovni (Petříková a kol., 2006).

## **2.11 Možnosti využití energetických trav**

Využití fytomasy pěstované na zemědělské půdě podporuje restrukturalizaci našeho zemědělství při částečném přechodu od potravinářských komodit k alternativním technickým, nebo energetickým plodinám (Doskočilová a kol., 2013). V roce 2008 se Evropská unie zavázala, že zvýší podíl energie z obnovitelných zdrojů do roku 2020 na 20 % z celkové spotřeby energie (Maunonen, 2009).

Fytomasa z energetických rostlin je po jejich sklizení v různé formě, nejčastěji jde o hranaté a válcové balíky nebo řezanku. Hranaté balíky jsou vhodné zejména z hlediska uskladnění a následných logistických operací. Je však nutné je skladovat v zastřešených prostorech. Zde je třeba zdůraznit, že sklizeň v této formě nesmí být prováděna v dešti, neboť po zmoknutí je materiál znehodnocen a dále je

nepoužitelný. V mimořádných případech lze balíky krátkodobě skladovat na volné ploše (Kára a kol., 2005). Dostatečně slisované balíky pak navlhají pouze na povrchu a do vnitřních vrstev voda neproniká. To je výhodou při nutnosti venkovního skladování (Souček, 2009). Je dobré balíky zakrýt plachtou, která je chrání před deštěm. Výhoda válcových balíků částečně obalených folií spočívá v jejich dlouhodobé skladovatelnosti na poli. Nevýhodou je obtížná manipulace a často problémy s rozdužením. Pro získání materiálu ve formě řezanky je možné použít jedno i dvoufázovou sklizeň. Při dvoufázové sklizni je porost posečen, usušen na pozemku a následně sebrán sběracím lisem. Vykazuje běžně vlhkost pod 15 % umožňující dlouhodobé skladování a různé druhy zpracování. Při jednofázové sklizni sklízecí řezačkou je produktem řezanka o vlhkosti cca 25 % a je tedy nutné ji dosušet (Kára a kol., 2005).

Pastorek, (2004) uvádí, že způsob jakým se bude získaná biomasa využívat, je dán fyzikálními a chemickými vlastnostmi hmoty. Hlavní parametr je vlhkost, která rozděluje využití biomasy mezi mokré a suché procesy. Vlhkost okolo 50% je zhruba hranice, která procesy rozděluje. Pokud je obsah sušiny menší než 50%, jedná se o mokré proces, v opačném případě se jedná o proces suchý.

a) Suché procesy – termochemická přeměna biomasy

- spalování - proces rychlé oxidace, nutnost přístupu vzduchu,
- zplyňování - (500 – 950 °C) proces, organické materiály se bez přístupu vzduchu přeměňují na hořlavé plyny,
- pyrolýza - (300 – 2 000 °C) technologie, působení na biomasu teplotou, která převyšuje mez její chemické stability, vznik plynů, olejů.

b) Mokré procesy – biochemická přeměna biomasy

- alkoholové kvašení - postupný rozklad sacharidů pomocí kvasinek za vzniku CO<sub>2</sub> a bioethanolu, vstupní surovina musí být cukernatá či škrobnatá,
- metanové kvašení - rozkladem či hnitím organických látek vzniká bioplyn.

c) Fyzikální a chemická přeměna na palivo

- mechanická - výroba štěpky, pelet, lisování,
- chemická - přeměna olejů, esterifikace (Havličková a kol., 2010).

Energetické trávy mohou být využity i zpracováním v bioplynových stanicích spolu s dalšími fermentovatelnými surovinami (Ministerstvo zemědělství, 2013). Výtěžnost proti spalování je sice pouze kolem 50 %, ale kromě energie se získává i kvalitní humusotvorné hnojivo. Spalování travní hmoty je v současnosti také jednou z možností jejího využití pro energetické účely. Spalování sena, (musí být suché max. vlhkost 20 %) je možné zatím pouze v kotlích, které byly původně určeny pro spalování slámy a jsou vybaveny rozdrůžovačem balíků, tzn. kotle nad 500 kW tepelného výkonu (Frydrych a kol., 2006). Biomasa pro vytápění je využívána zejména ve formě slisovaných částí rostlin jako pelety nebo brikety (Ministerstvo zemědělství, 2013). Potom je možné spalovat seno v kotlích určených pro spalování pelet (mají vyšší obsah popele než dřevní pelety). Další z možností využití energetických trav je ve směsných palivech jako je např. seno-dřevní štěpka či seno-uhlí a to ve formě pelet či volně ložené (Frydrych a kol., 2006).

## **2.12 Ekonomické zhodnocení pěstování trav**

Pravidelné sledování a hodnocení výrobních a ekonomických ukazatelů každého podnikání je podmínkou pružné reakce na měnící se ekonomické a další podmínky výroby. Pouze na základě spolehlivých výsledků a jejich předpokládaného vývoje lze přijímat a realizovat kvalifikovaná opatření k jejich zlepšování. Toto konstatování platí i pro využívání TTP (Kvapilík a Kohoutek, 2009). Ekonomika pěstování je z pohledu potenciálních pěstitelů klíčovou otázkou, v konečné fázi ovlivňuje jejich rozhodnutí o tom, zda budou plodiny za určitým účelem pěstovat či nikoliv (Stražil a kol., 2011).

Pro ekonomické hodnocení je základem kalkulace nákladů a výnosů, které vycházejí z technologických postupů pěstování, jako například hnojení, sklizeň, odvoz produkce a úprava porostu po sklizni. Ekonomické hodnocení zahrnuje variabilní, fixní a celkové náklady na 1 ha, výnos hlavního produktu a náklady na jednotku hlavního produktu (Kavka a kol., 2006). Rozhodujícím faktorem pěstování a využití energetických plodin je cena vypěstované biomasy jako biopaliva nebo suroviny pro výrobu biopaliv, a tudíž i náklady na pěstování. Při rozhodování o pěstování zemědělských plodin na bioplyn jsou důležité nejenom hektarové výnosy fytomasy a ekvivalentní produkce metanu z 1 ha, ale rovněž hodnocení výrobních

nákladů na jejich produkci, které mohou postavení jednotlivých plodin vylepšit nebo zhoršit (Ust'ák a kol., 2012, a).

Technologické náklady (variabilní a fixní náklady) na výrobu sena jsou podle Mrkvičky a Hakla, (2013), za intenzivních podmínek 22 065 Kč.ha<sup>-1</sup> a 3 940 Kč.t<sup>-1</sup>. Abrham a Kovářová, (2006), provedli výzkum, kde výsledkem pěstování a spracování porostů vybraných energetických plodin byla suchá hmota ve válcových a hranolovitých balících. Úhlavním konkurentem pro tuto oblast využití je hnědé uhlí. Při pokusu vycházel z pořizovací ceny hnědé uhlí od 800 do 850 Kč.t<sup>-1</sup>. Náklady na 1 tunu biopaliva se pohybují od 1 158 Kč.t<sup>-1</sup> do 2 062 Kč.t<sup>-1</sup> bez dotací SAPS. S dotací se náklady pohybovaly od 872 Kč.t<sup>-1</sup> do 1 464 Kč.t<sup>-1</sup>. Z výsledků vyplívá, že náklady na tato paliva jsou stále značně vysoké a jen některé z nich mohou být konkurence schopné (chrástice, š'ovík), ostatní jsou na trhu v podstatě neprodejná.

## **2.13 Chrastice rákosovitá**

### **2.13.1 Základní informace**

Chrastice rákosovitá (*Phalaroides arundinacea L.*), nazývaná také lesknice rákosovitá, cizosprašná výběžkatá tráva z čeledi lunicovité (*Poaceae*). Tato vytrvalá tráva je náročná na vodu a živiny, nenáročná na agrotechniku, dávající ve vhodných podmínkách vysoké výnosy nadzemní fytomasy. Snáší dobře zastínění, nebo krátkodobé zaplavení (Petříková a kol., 2006). Je také odolná vůči mrazíkům (Lewandowski a kol., 2003). Jedná se o autochtonní druh, který je rozšířen na celém území našeho státu všude tam, kde je dostatek půdní vláhy. Běžně se pěstuje jako píce (čerstvá píce, seno, siláž) (Moudrý a Stražil, 1999). Původní oblastí výskytu chrastice rákosovité je Evropa, mírné oblasti Asie, Severní Amerika a Severní Afrika (Weber, 2003). Shield, (2012), uvádí, že pochází z Velké Británie. Často se vyskytuje v souvislých porostech na zamokřených loukách, v inundačních oblastech podél vodních toků příkopů. V některých státech je předmětem šlechtění a využívá se jako významný vysoce produkční pícní druh. Na venkovských zahradách se často pěstuje okrasná pestrolistá forma (Straková a kol., 2007).

S ohledem na to, že chrastice rákosovitá obsahuje určité (i když velmi nízké) množství halucinogenních látek, byla tato plodina nařízením vlády č. 455/2009 Sb. zařazená od 1. 1. 2010 v Trestním zákoníku ČR do skupiny rostlin, jejichž pěstování je (obdobně jako konopí seté) trestné. S ohledem na rozsáhlou rozšířenost přírodních porostů chrastice po celé ČR se tento úkon jeví jako nesmyslný a aplikace této legislativy byla v praxi prakticky nemožná. Proto bylo původní ustanovení nařízení vlády č. 455/2009 Sb. účinností od 5. 1. 2012 novelizováno nařízením vlády č. 3/2012 Sb. a pěstování chrastice rákosovité není dále omezeno (Ust'ak a kol., 2012, a).

### **2.13.2 Popis plodiny a agrotechnika**

S trávou se můžeme setkat v nížinách, ale i horských oblastech, je vytrvalá mohutná a dorůstající do výšky 80 až 250 cm (Straková a kol., 2007). Chrastice vytváří dlouhé podzemní rhizomy, které jsou rozprostřeny těsně pod povrchem půdy. Rozmnožuje se generativně i vegetativně (Weber, 2003). Mohutný kořenový systém roste do značné hloubky (Ust'ak a kol., 2012, b). Stébla bývají velmi statná, přímá



nebo nejvýše na bázi zahnutá, hladká, s 4 – 6 kolénky (Steinbach, 1998). Sterilní výhony jsou hustě olistěné. Tmavozelené listy mají 10 – 35 cm dlouhé a 0,6 – 2 cm široké, ploché a dlouze zašpičatělé čepele. Pochvy listů můžeme popsat jako hladké, úzké, dolní někdy drsné, bílé blanitě lemované (Ust'ak a kol., 2012, a). Jazyček je dlouhý, tupý, později roztřepený, vernace stočená, květenství vzpřímená hustá lata 5 – 25 cm dlouhá, úzká, laločnatá, často načervenalá, v době květu rozložená. Plodem chrastice je pluchatá, žlutohnědá až hnědá, lesklá (Straková a kol., 2007), okoralá asi 1,7 mm velká obilka. Hmotnost tisíce semen se pohybuje okolo 0,8 g. V ČR kvete v červnu a červenci (Ust'ak a kol., 2012, a).

Chrastici vyséváme na nezaplevelené pozemky. Vhodnou předplodinou jsou luskobilní směsky a obiloviny, které následují buď po píce, nebo po ozimé řepce. Agrotechnika záleží na tom, za jakým účelem chrastici pěstujeme. Můžeme ji pěstovat na semeno, píci nebo pro průmyslové využití. Na semeno se seje na přiměřeně vlhký pozemek na podzim nebo časně z jara. Výsevek při pěstování na semeno činí 8 – 10 kg.ha<sup>-1</sup> do širších řádků 500 – 700 mm (Moudrý a Strašil, 1999). Při pěstování na píci, se seje do užších řádků 125 – 300 mm, výsevek se pohybuje od 25 do 30 kg.ha<sup>-1</sup>. Aby se sklídila dobrá kvalita píce, je třeba její porosty sklídit ještě před metáním, kdy má rostlina vysoký podíl bílkovin. Obvykle se sklízí dvě až tři seče za rok (Petříková a kol., 2006).

Porosty chrastice určené pro energetické využití se zakládají obdobně jako na píci. Doporučují se však sklízet přes zimu nebo brzy na jaře před novým obrážením, kdy mají rostliny nízký obsah vody (12 – 20 %). Na rozdíl od pěstování na píci se většina plodin stejně tak jako chrastice sklízí pro energetické účely pouze jedenkrát do roka. Z tohoto důvodu je dosahováno nižších výnosů, než u píce u které se provádí více sečí. Porosty je možné každoročně přihnojovat nejlépe na jaře počátkem vegetačního období (Ust'ak a kol., 2012, a). Petříková a kol., 2006, doporučuje hnojení na základě půdních podmínek dávkou 50 až 80 kg N.ha<sup>-1</sup>. Moudrý a Strašil, (1999), uvádí, že při polních pokusech dosahovali výnosu od 5,3 do 12,6 t.ha<sup>-1</sup>. V polních pokusech v jihovýchodní Anglii bylo v průměru sklizeno 4,67 t.ha<sup>-1</sup> (Allinson a kol., 2012). Frydrych a kol., (2009), ve svých pokusech pěstoval chrastici rákosovitou odrůdu „Chrastava“ a dosáhl výnosu 11,76 t.ha<sup>-1</sup>.

V českém seznamu odrůd je v současné době zaregistrovanou k ochraně práv jediná odrůda chrastice rákosovité pod názvem „Chrastava“ (příhlašovatel Výzkumný ústav pícninářství, spol. s.r.o., 2007) (Ust'ak a kol., 2012, a). Díky svému rozšíření a relativně vysokým výnosům fytomasy se chrastici rákosovité věnuje stále větší pozornost jako alternativní plodině (Casler a kol., 2009).

## **2.14 Srha laločnatá**

### **2.14.1 Základní informace**

Srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.) patří do skupiny volně trsnatých trav (Bradley a Fishel, 2010). Srha je středně hluboko kořenící vytrvalá tráva, původem z Evropy (Hackney a Dear, 2007). V našich podmínkách jde o přizpůsobivou a dominantní rostlinu (Urban a Šarapatka, 2003). Druhový název srhy laločnaté neboli srhy říznačky nevystihuje její pícninářské vlastnosti. Vyniká velmi příznivou reakcí na hnojení a výborně zhodnotí vyšší dávky dusíku. Pro tyto vlastnosti je tento druh nepostradatelný pro intenzivní pícninářství (Veselá, 2001). V dnešní době se hojně pěstuje i pro energetické účely. Nachází se na stanovištích, jako jsou louky, pastviny, polosuché trávníky a okraje lesů. Srha je řazena mezi nejvýnosnější trávy se širokým uplatněním v nejrůznějších podmínkách. V České republice roste hojně od nížin po horské oblasti, celkově se vyskytuje téměř v celé Evropě, v Alpách až do nadmořských výšek 2 000 m. Druhotně se rozšířila v mírných pásech téměř celého světa. V přirozených a polopřirozených travních porostech se srha laločnatá vyskytuje na středně vlhkých (mezofytních) stanovištích s širší stanovištní amplitudou od stupně suššího (mezoxerofytního) až po stupeň vlhčí (mezohygrofytní) (Koloničný a Hase, 2011).

Srha snáší dobře sušší podmínky i polostín (Bradley a Fishel, 2010). Při své ranosti bývá poškozena jarními mrazíky, velmi rychle však regeneruje. Nejlépe jí vyhovuje mezofytní stanoviště s dostatkem vláhy, dále také dostatečně vlhké písčitohlinité až hlinité humózní půdy. Stejně tak snáší i slabě kyselé půdy. Nevyhovující jsou půdy extrémně těžké, neroste na oligotrofních stanovištích. Srha dokáže dobře osvojovat vláhu i živiny a vyniká stabilními výnosy i v sušších letech. Vláhový deficit snižuje výnosy i kvalitu srhy, protože se zvyšuje obsah ligninu a křemíku (Koloničný a Hase, 2011). Velmi dobře snáší sešlapávání, častější a nízké

sečení. (Rumball a kol., 1997). Bush a kol., (2012), uvádí, že rostliny jsou náchylné na sešlapání, pouze v prvním roce. Je přizpůsobena zavlažování nebo vysoké vlhkosti a potřebuje dostatečnou vlhkost půdy na přežití zimy, ovšem nesnáší trvaleji zamokřené stanoviště (Cook a kol., 2012). Tato rostlina se může stát v některých regionech nebo stanovištích nežádoucí nebo invazivní a může vytlačit žádoucí, původní vegetaci, je velmi konkurenceschopná. Na jaře zahajuje růst jako jedna z prvních trav, je také mrazuvzdorná (Bush, a kol., 2012). Patří mezi agresivní trávy, což je podmíněno její raností, vysokým vzrůstem, rychlým obrůstáním, ale i délkou vegetační doby (Šnobl a kol., 2007).

Srha je vynikající tráva pro pěstování na fytomasu, může produkovat více než 6 tun z hektaru vysoce kvalitního sena. Vyšší výnosy se očekávají při smísení s vojtěškou. Sečení na seno je vhodné provádět při metání nebo těsně po něm. Srha je stravitelná pro hospodářská zvířata, spasou 20 až 25 cm vysoký porost. Při dostatečné půdní vlhkosti poskytuje v létě vynikající opětovný růst. Netoleruje úzkou a nepřetržitou pastvu, ale je uzpůsobena rotační pastvě (Cook a kol., 2012). Plného výnosu dosahuje již 2. až 3. roku vegetace. Při dostatečné výživě, vláze a příznivých podmínkách vydrží v porostu 6 – 10 let, avšak po 5. roce její vitalita klesá. (Veselá, 2001). Tempo růstu se pohybuje od 60 do 80 kg sušiny.ha<sup>-1</sup>.den<sup>-1</sup>. Skutečné množství vyrobené fytomasy je ovlivněno mnoha faktory, včetně elevace, aspektu, půdní vlhkosti a teploty (Hackney a Dear, 2007)

V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky jsou registrovány následující odrůdy: Ambassador (rok zápisu 2003), Barexcel (2005), Dana (syn.: Baridana) 1992), Horizont (2008), Intensiv (2000), Lada (1995), Niva (1982), Toscali (1998), Vega (syn.: Lyra) (1995), Velana (1996), Zora (1993). Dále jsou podány žádosti na další odrůdy: Hapsung 2Ho, Benchmark Plus, Extend, Harvestar (Stražil a kol., 2011). Podle Vorlíčka a kol., (2009), jsou u nás nejrozšířenějšími odrůdami: Zora, Dana, Velana, Lada.

### 2.14.2 Popis plodiny a agrotechnika

Srha laločnatá patří k nejstarším kulturním, pícninářsky velmi výnosným travám (Straková a kol., 2007). Výška této trvalé traviny se výrazně liší typem odrůdy. (Hackney a Dear, 2007) Cook a kol., (2012), uvádí, že srha dorůstá do výšky 50 až 160 cm. Vytváří rozsáhlý kořenový systém a je schopna zakořenit do hloubky až 2 metrů (Bush a kol., 2012). Stéblo má mohutné a přímé (Straková a kol., 2007). Listy se můžou v závislosti na odrůdě lišit délkou a mohou měřit mezi 10 a 80 cm (Hackney a Dear, 2007). Mají šedozelenou barvu, pochvy listů výrazně smáčknuté (Straková a kol., 2007). Listové čepele jsou 3 – 8 mm široké (Bradley a Fishel, 2010). Jazyček je dlouhý, zoubkovaný a většinou roztřepený. Ouška nejsou vyvinuta a vernace složená (Straková a kol., 2007). Květenství je u srhy trojúhelníkovitá lata s téměř vzpřímeným vrcholem a větvkami téměř kolmo odstávajícími s hustě nahloučenými klásky (Straková a kol., 2007). Termín květu se pohybuje od května do července (Toman, 2001). Plodem je trojhranná, zahnutá, žlutavá, na vrcholu obvykle tmavší, až nafialovělá, zašpičatělá obilka. Plucha až pětižeborná, s krátkou šavlovitě zahnutou osinou. Délka obilky se pohybuje v rozmezí 4,5 – 6,3 mm. Hmotnost tisíce semen se pohybuje mezi 0,7 – 1,3 g (Straková a kol., 2007).

Srhu lze zasévat prakticky po všech předplodinách. Vhodnou předplodinou jsou luskoobilní směsky a obilniny, které následují buď po pícnině, nebo po ozimé řepce. Srha se zasévá na jaře do vhodné krycí plodiny (např. pšenice jarní), obdobně jako ovsík. Termín setí je co nejdříve z jara, maximálně do konce dubna. Šířka řádku je 20 – 25 cm, hloubka setí 2 – 2,5 cm (Koloničný a Hase, 2011). Při přisevu srhy se doporučuje rozstup řádků 70 až 110 cm. Hloubka by se měla pohybovat od 1 do 2 cm. Setí by se mělo provádět na pozemek bez plevelů (Bush a kol., 2012). Hlavním výnosovým faktorem je dusík, který dokáže výborně zhodnotit. Dávky dusíku by měly být nejméně 100 – 250 kg.ha<sup>-1</sup>. Na oligotrofních stanovištích neroste a při ročních dávkách dusíku pod 100 kg.ha<sup>-1</sup> má sníženou vitalitu, konkurenci a produkční schopnost (Havličková a kol., 2010). Ochrana rostlin proti chorobám, plevelům a škůdcům je obdobná jako u ostatních trav pěstovaných na píci nebo na semeno. Plného výnosu dosahuje srha od druhého roku. Za příznivých podmínek vydrží na stanovišti 7 – 10 let. Výnos v třetím užitkovém roce lze dosáhnout přes

10 t.ha<sup>-1</sup> při aplikaci vysoké dávky kejdy. Výnosy z víceletých odrůdových pokusů jsou při hnojení dusíkem (100 kg.ha<sup>-1</sup>) a trojsečném využití okolo 13 t.ha<sup>-1</sup> (Koloničný a Hase, 2011). K získání kvalitní píce se má porost první seče sklídit na počátku metání (polovina května) a její porosty mají být využity trojsečně (Veselá, 2001). Kvalita srhy laločnaté klesá při překročení termínu sklizně v 1. seči, ale díky ozimému charakteru vytváří v další seči především listové výhony a možnosti využití jsou širší. Patří mezi druhy vhodné pro využití koncem vegetačního období (Havlíček a kol, 2008). Sklizeň na osivo se obvykle provádí v polovině července. Osivo by při skladování nemělo přesáhnout 12% vlhkost. Průměrný výnos je 250 až 300 kg.ha<sup>-1</sup> který lze očekávat v zavlažovaných podmínkách. Semeno zůstává životaschopné po dobu nejméně 10 let na základě dobrých podmínek skladování. Výnos semen klesá s přibývajícím věkem. Zbytky plodin z polí po sklizni na osivo musí být odstraněny po každé sklizni, aby se udrželo zdraví rostlin. Porosty jsou obvykle produktivní po dobu nejméně 4 let (Bush a kol, 2012).

## **2.15 Szarvasi I**

### **2.15.1 Základní informace**

Szarvasi I náleží do čeledi lipnicovitých (*Poaceae* L.) (Murray, 2005). Tato tráva je původem z jižní Evropy, Turecka a jižního Ruska. Szarvasi I má několik vědeckých jmen (nejčastější jsou *Agropyron elongatum* L. nebo *Elymus elongatus* L.), ale také mnoho dalších jmen nevědeckých, jako například maďarská energetická tráva nebo tráva Szarvasi, (Neff, 2013). Podle Humera a Schrabauera, 2009, se můžeme setkat s názvy "Mamutí tráva", Obří pšeničná tráva. Jedná se o novou energetickou plodinu, která byla nedávno představena. Kultivar byl oficiálně uznán maďarským centrálním zemědělským úřadem v roce 2004. Byla vyšlechtěna v Maďarsku a její pěstování by mělo poskytnout biomasu pro výrobu energie. Tato energetická tráva byla vyšlechtěna v rámci specifického hybridu tolerujícího sucho. 10 let byly prováděny pokusy ve městě Szarvas (Východní Maďarsko) (Csete a kol., 2011).

Při pokusech zemědělského vzdělávacího centra Triesdorf byl sklizený výnos Szarvasi I o 10 % vyšší než u kukuřice. Tato rostlina je absolutně odolná vůči mrazu a současně rezistentní vůči suchu (Holub, 2013). Porosty Szarvasi jsou nyní známé jako kukuřičné alternativy a to díky vysokému podílu bílkovin a sušiny (Rudolft, 2013). Nejstarší porosty se nacházejí v Maďarsku, jsou staré 18 let (Idel, 2013). Podle Martina, 2013, by Szarvasi I mohla v budoucnu hrát větší roli v substrátu mixu bioplynových stanic, vzhledem ke dvěma sklizním v celkové výši kolem 19 tun sušiny na hektar. Zejména v okrajových oblastech a v oblastech ochrany vod by maďarská tráva Szarvasi I mohla představovat šetrnější řešení k životnímu prostředí a ekonomicky rozumnou alternativu. I přes relativně nízkou potřebu dusíku je biomasa z trávy poměrně vysoká. To je velkou výhodou zejména pro ochranu vod. Kromě toho poskytuje víceletou kontinuální kulturu, která výrazně zlepšuje ochranu proti erozi.

### **2.15.2 Popis plodiny a agrotechnika**

Jedná se o trvalou trsnatou travu, má silné kořeny, které sahají do hloubky 1 až 3 m. Stonek je šedavě-zelené a řídce listnatý, rovný, s hladkým povrchem, vysoký 180 až 220 cm. Počet nódů se pohybuje od 2 do 4 (Janowszky a Janowszky, 2002). Listy jsou šedo nebo modro-zelené, až 30 cm dlouhé, často jsou pokryty krátkými, tuhými chloupky což dělá jejich povrch drsný. Ouška jsou dobře vyvinutá a jazýček může dosáhnout délky cca 0,7 mm (Sennard a Moore, 2006). Květenství je rovný klas dlouhý 20 – 30 cm. Semena mají tvar kopí, 0,8 – 1,2 cm dlouhé o hmotnosti 2,8 – 3,8 g (Janowszky a Janowszky, 2002). Navzdory vysokému výnosu biomasy je díky kořenovému systému dobře přizpůsoben suchu a nevyžaduje speciální půdní podmínky, ale preferuje písčité a zásadité půdy. Jako trvalá travina může žít 10 až 15 let (Vashegyi a kol, 2011).

Vhodnou předplodinou je obilnina sklizená v mléčné zralosti (Heinz a Roth, 2013). Optimální dobu setí uvádí Fisherová, 2012, od poloviny srpna do poloviny září. Výsevek se pohybuje v závislosti na typu půdy 18 kg.ha<sup>-1</sup> pro lehké písčité půdy a až 25 kg.ha<sup>-1</sup> pro těžké jílovité půdy (Heinz a Roth, 2013). Hloubka setí by neměla přesáhnout 1 cm. Hnojení: 60 – 80 kg N.ha<sup>-1</sup>, organické hnojení je také možné

(Holub, 2013). Použití herbicidů jen při 3 listém stádiu, následná regulace plevelů je možná mechanická za pomoci lučních bran (Fisher, 2012). Sklízí se dvě seče, první do konce června a druhá v září těsně před květem, (Sedivec a kol., 2010) výška strniště by měla být 15 cm (Fisher, 2012). Sklizeň na semeno se provádí na konci července až začátkem srpna (Janowszky a Janowszky, 2002).

### 3 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo posouzení vlivu vodního režimu na klíčivost vybraných druhů trav, kterými byly srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.) odrůdy Padánia, chrastice rákosovitá (*Phalaroides arundinacea* L.) odrůdy Chrastava a Szarvasi I (*Agropyron elongatum* L.). Porovnání klíčivosti vybraných druhů trav bylo sledováno v rozdílných vláhových poměrech. Dalším cílem bylo porovnat výnosnost daných druhů trav při jarním termínu sklizně v prvním roce po založení.

#### Hypotézy:

1. Hypotéza – Rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav nepřesáhne v průměru 40 %.
2. Hypotéza – Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 30 %.
3. Hypotéza – Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě je vyšší než 50 %.
4. Hypotéza – Výnosy fytomasy Szarvasi I jsou vyšší než výnosy chrastice rákosovité.



## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Laboratorní pokusy

Testy klíčivosti byly založeny na metodice pro zkoušení osiv podle Trnky, (2004).

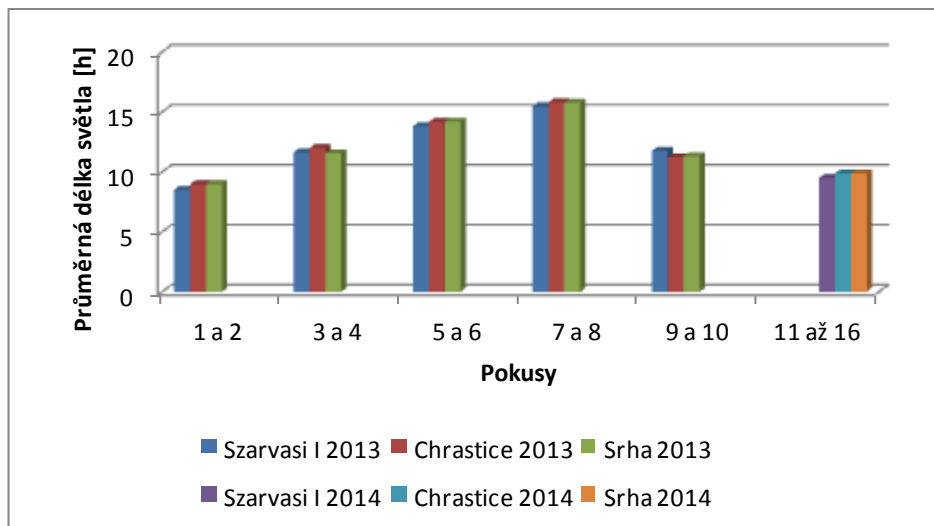
Filtrační papír o průměru 150 mm se označí: první suchá varianta a druhý mokrá varianta. Takto popsané filtrační papíry se vloží do dvou skleněných Petriho misek a následně se mírně navlhčí vodou z rozprašovače. Do misek se vloží 2x50 semen jednotlivého druhu trav, která se vyskládají v pěti řadách po deseti semenech pro následné snadnější vyhodnocování. Následně se misky přiklopí víčkem.

Poté se nastaví teplotní datalogger na interval měření teploty po jedné hodině. Mokrý varianta se pravidelně kontroluje 1x za 24 hodin a zalévá pomocí jemného rozprašovače na vodu, aby byla stále mokrá. Zálivka přetrvává až do dosažení požadované velikosti rostlinky (4 cm). Zalévání se nepřerušuje. U suché varianty se postupuje stejně až do té doby, dokud nezačne osivo klíčit. Za klíčící semeno je považováno podle Procházky, (1998) semeno, u něhož dojde k viditelnému klíčení, tj. k růstu radikuly embrya skrze prasklou testu semene. Následně se u této varianty odklopí víčka misek na dobu 48 hodin a zálivka se přeruší. Po 48 hodinách se opět navlhčí filtrační papír a přiklopí se víčka, aby došlo k navázání na proces klíčení. Zálivka přetrvává až do doby, než většina rostlinek nedosáhne délky 4 cm. Spočítají se rostliny, které dosáhly požadované délky klíčku, ale započítají se i klíčky, které jsou vzešlé a evidentně životaschopné.

Poté se ukončí měření datalogger a naměřené hodnoty se k následnému vyhodnocení stáhnou do notebooku pomocí kabelu k přenosu dat. Průběh klíčení byl sledován v jednodenních intervalech až do plného vyklíčení osiva.

Tímto způsobem se prováděly experimentální pokusy u vybraných druhů trav: u srhy laločnaté (*Dactylis glomerata* L.) odrůdy Padánia, chrastice rákosovité (*Phalaroides arundinacea* L.) odrůdy Chrastava a Szarvasi I (*Agropyron elongatum* L.). Pokusy pro sledování vlivu vodního na klíčení trav probíhaly v roce 2013 a 2014 v laboratorních prostorech Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích při průměrné teplotě 22,6 °C a ve venkovní buňce, kde byla

průměrná teplota 5,6 °C. Na pokusy měla vliv teplota a délka světla během dne. V grafu 1 je znázorněna průměrná doba světla při jednotlivých pokusech. Tyto údaje byly získané z Českého hydrometeorologického ústavu (dále ČHMÚ) na základě východu a západu Slunce.



Graf 1 Průměrná délka světla během jednotlivých pokusů (podle ČHMÚ)

## 4.2 Venkovní pokusy

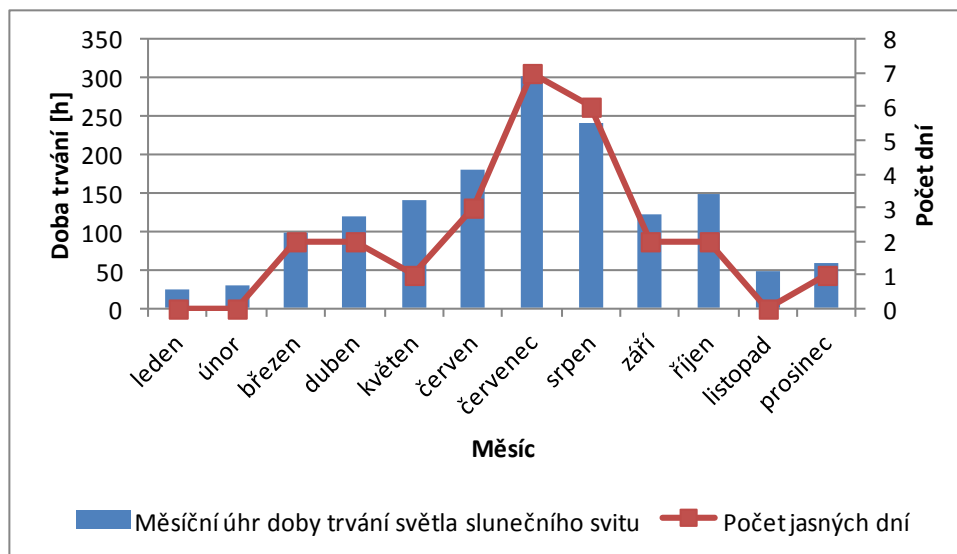
V rámci aplikovaného výzkumu byly prováděny maloparcelkové pokusy, které proběhly na školním pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Na pozemku bylo vykolíkováno 24 ploch o rozměrech 1,25 x 8 m. Tyto parcelky byly následně osety chraстicí rákosovitou odrůdy Chrastava a Szarvasi I, rozdělení parcel je patrné z obrázku 2. U těchto trav bude v rámci dalších výzkumů sledována jejich výnosnost, protierozní vliv a odolnost vůči suchu (obrázek 7).

Lokalita školního pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích se nachází v obilnářské výrobní oblasti s nadmořskou výškou 384 - 386 m. V tabulce 1 jsou znázorněny vybrané ukazatele půdy ze školního pozemku, které vyhodnotila na základě odebraného vzorku firma AGRO-LA Jindřichův Hradec.

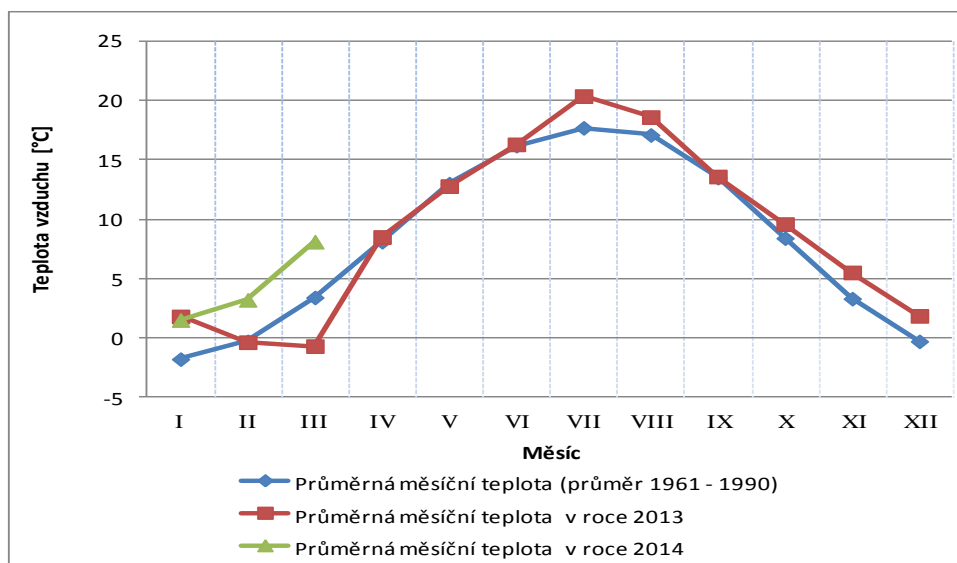
Tabulka 1 Vybrané ukazatele půdy ze školního pozemku v Českých Budějovicích

Ukazatel	Obsah v laboratorní sušině	Jednotka
draslík (K)	110	mg.kg <sup>-1</sup>
fosfor (P)	129	mg.kg <sup>-1</sup>
hořčík (Mg)	86	mg.kg <sup>-1</sup>
vápník (Ca)	901	mg.kg <sup>-1</sup>
pH (CaCl <sub>2</sub> )	6,25	
půdní druh	písčito-hlinitý	
půdní typ	kambizem pseudoglejová	
nadmořská výška	384 – 386 m	

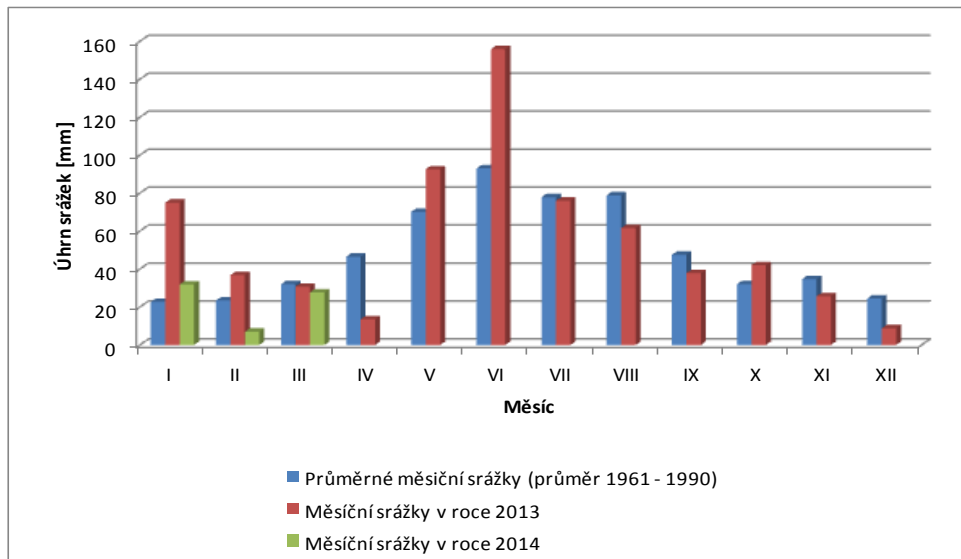
Na pokusy působily také přírodní ukazatele, které patří mezi důležité faktory působící na růst a vývin rostlin. Mezi ně se řadí měsíční srážkové úhrny [mm], průměrné měsíční teploty [°C] a délka slunečního svitu [h]. V grafu 2 je znázorněn měsíční průběh trvání slunečního svitu a počet jasných dní v roce 2013 v Českých Budějovicích. Měsíční srážkové úhrny z roku 2013 a 2014 jsou v grafu 4, dále porovnány s dlouhodobým průměrem z let 1961 až 1990 podle ČHMÚ. Průměrné měsíční teploty vzduchu v roce 2013 a 2014 ve srovnání s dlouhodobým průměrem z let 1961 až 1990 v Českých Budějovicích jsou uvedeny v grafu 3.



Graf 2 Doby trvání slunečního svitu a počtu jasných dní České Budějovice 2013 (podle ČHMÚ)



Graf 3 Průměrné měsíční teploty vzduchu v Českých Budějovicích (podle ČHMÚ)



Graf 4 Měsíční srážky v Českých Budějovicích (podle ČHMÚ)

Pokusu předcházelo desikování pozemku za pomoci totálního herbicidu Roundup po předplodině pšenici jarní. Poté se provedla podzimní orba do hloubky 25 cm. Na jaře (15.4.2013) proběhla předseťová příprava za pomoci kompaktoru, následně se na celý pozemek aplikovalo hnojivo v dávce 8 kg.240 m<sup>-2</sup> trojitého superfosfátu a 6 kg.240 m<sup>-2</sup> síranu amonného. 16.4.2013 bylo provedeno rozměření a vykolíkování jednotlivých parcelek na rozměry 1,25 x 8 m schéma těchto parcelek je patrné z obrázku 2. 17.4.2013 proběhlo setí obou druhů secím strojem Hege 80 Wintersteiger v agregaci s Zetorem 7745. Chrastice rákosovitá (*Phalaroides arundinacea* L.) odrůda Chrastava byla zasetá do hloubky 3 cm s roztečí řádků 5 cm a výsevkem 50 g na parcelku, tedy na 10 m<sup>2</sup>. Szarvasi I (*Agropyron elongatum* L.) bylo seto ve formě podsevu v kombinaci s ječmenem jarním (*Hordeum vulgare* L.). Výsevek byl 35 g Szarvasi I a 250 g ječmene na parcelku při hloubce setí 3 cm a roztečí řádků 5 cm. Téhož dne se provedlo válení hladkými válci. 7.6.2013 se aplikoval herbicid Starane – dávka dle návodu. 14.6.2013 byla provedena odplevelovací seč. 5.9.2013 se aplikoval ledek amonný v dávce 100 kg.ha<sup>-1</sup> = 100 g.parcelka<sup>-1</sup>.

Obrázek 2 Schéma rozdělení parcel

<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ C 8</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ B 8</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ A 8</b>
<b>SZARVASI I C 7</b>	<b>SZARVASI I B 7</b>	<b>SZARVASI I A 7</b>
<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ C 6</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ B 6</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ A 6</b>
<b>SZARVASI I C 5</b>	<b>SZARVASI I B 5</b>	<b>SZARVASI I A 5</b>
<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ C 4</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ B 4</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ A 4</b>
<b>SZARVASI I C 3</b>	<b>SZARVASI I B 3</b>	<b>SZARVASI I A 3</b>
<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ C 2</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ B 2</b>	<b>CHRASTICE RÁKOSOVITÁ A 2</b>
<b>SZARVASI I C 1</b>	<b>SZARVASI I B 1</b>	<b>SZARVASI I A 1</b>

1.4.2014 bylo provedeno sklizení fytomasy z maloparcelkových pokusů na školním pozemku. Na jednotlivých parcelkách se vybralo místo, kde byl porost průměrný a zde se položila tzv. „čtvrtmetrovka“ (obrázek 9). Za pomoci zahradnických nůžek se na čtvrt metru odebrala čerstvá fytomasa. Vzorke byly vloženy do sáčků patrně z obrázku 10, označeny podle jednotlivých odběrných míst, které jsou znázorněny na obrázku 2 a zváženy. Tyto vzorky se daly vysoušet na 24 h do sušárny pícnin (Kovopodnik Broumov, obrázek 12) při teplotě 50 °C a po uplynutí této doby se opět zvážily. Na základě rozdílných hodnot z čerstvého a vysušeného materiálu se zjistil výnos v sušině. Hmotnost zelené hmoty, i hmotnost vysušené hmoty se následně přepočítala na hektarový výnos.

## 5 Výsledky

### 5.1 Laboratorní pokusy

Při pokusech s vybranými druhy trav bylo provedeno 16 pokusů v podobných podmínkách a 4 pokusy v extrémně nízkých teplotách (1,3 až 12,8 °C) ve venkovní buňce na školním pozemku. V těchto podmínkách vyklíčila pouze tráva Szarvasi I. Z celkového počtu 200 semen vyklíčilo až po 18 dnech pouze 27. Chrastice rákosovitá zplesnivěla. Srha rákosovitá neprojevovala žádnou reakci. Dále 10 pokusů proběhlo v roce 2013 a 6 v následujícím roce. Tyto pokusy se prováděly v laboratorních podmínkách, kde průměrná teplota byla 22,6 °C.

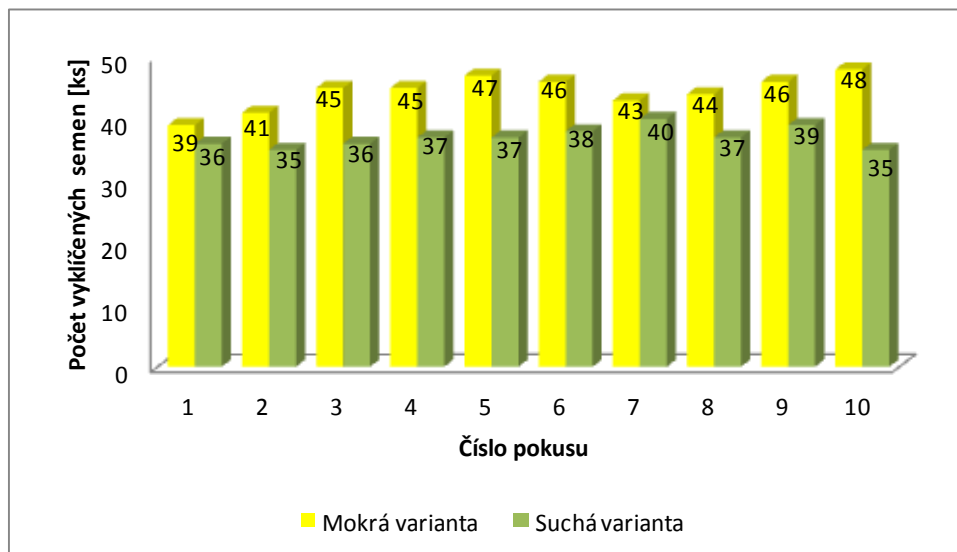
#### 5.1.1 Szarvasi I

Tráva Szarvasi I se během pokusů vyznačovala rovnoměrnou rychlostí vzcházení. První klíčky se u této trávy začaly objevovat už ve třetím dni pokusu. Vyrůstu 4 cm dosahovala u mokré varianty v sedmém dni po založení, jak je vidět na obrázku 3. U suché varianty, u které se po vytvoření klíčků na 48 hodin přerušilo zalévání, dosáhly rostlinky požadované délky v rozmezí 10 až 13 dnů od založení pokusu. Počet vyklíčených a životaschopných rostlinek z deseti pokusů v roce 2013 po ukončení zalévání je znázorněn v grafu 5.



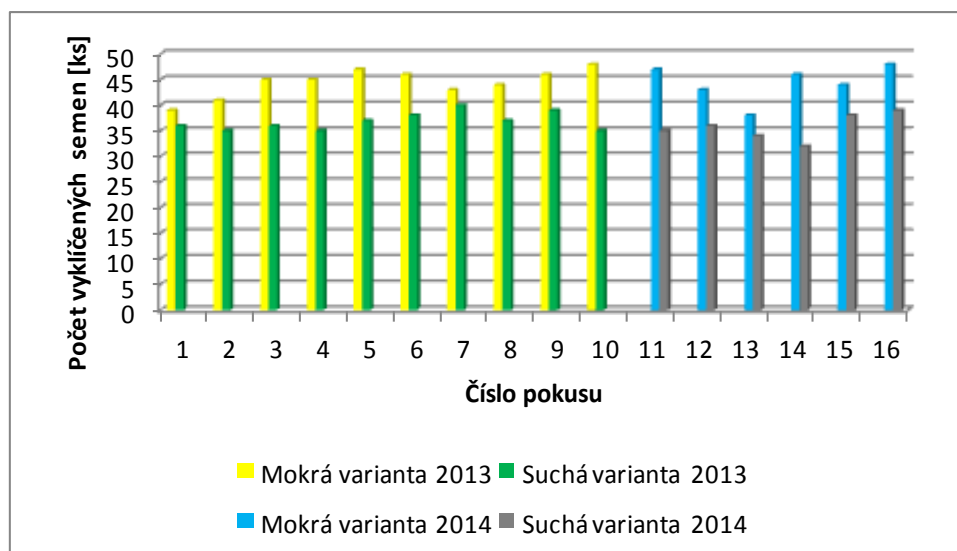
Obrázek 3 Szarvasi I po 7 dnech





Graf 5 Počet vzešlých semen u Szarvasi I v roce 2013

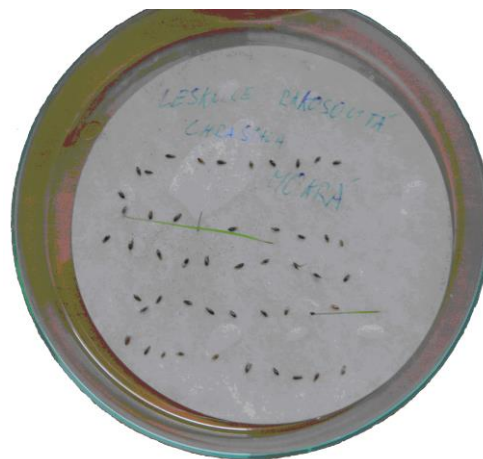
V roce 2014 bylo na pokusy použito nové osivo získané od firmy Eurofarms, s.r.o. V grafu 6 je lze vidět porovnání osiv z roku 2012 a 2013. Mezi osivy z jednotlivých let nejsou patrné velké rozdíly. Rychlost vzcházení, dosažení požadované délky a počet celkově vzešlých rostlinek je totožný. Rostliny během pokusů nejevily žádné vizuální vady ani odlišnosti.



Graf 6 Porovnání a počet vzešlých semen u Szarvasi I v roce 2013 a 2014

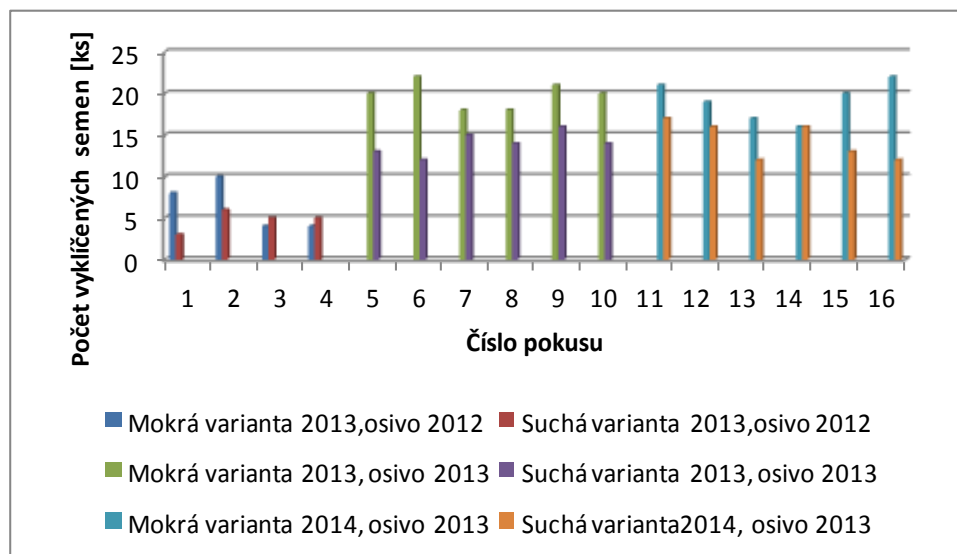
### 5.1.2 Chrastice rákosovitá

Při pokusech byla použita odrůda Chrastava. V pokusech 1 až 4 bylo použito osivo z roku 2012. Ve zbývajících pokusech v roce, (2013 i 2014) bylo použito osivo z roku 2013. Vytváření klíčků se začalo objevovat u osiva z roku 2012 po 7 dnech od prvního zalití. Rostlinky dosahovaly požadované délky u mokré varianty 9 až 10 dnů po vyklíčení. U suché varianty dorůstaly do délky 4 cm velice nerovnoměrně až po 28 dnech od založení a vzhledově byly plesnivé. Na obrázku 4 je vidět pokus s Chrasticí rákosovitou po 15 dnech od založení (mokrý variant). V pokusech 5 až 10, které byly prováděny v roce 2013



s novým osivem, začala semena vytvářet nové klíčky stejnoměrně po 4. dnu od založení. Vzcházení bylo rovnoměrné a požadované délky dosahovaly rostlinky u mokré varianty po 11 až 12 dnech, u suché po 25 dnech. Nové osivo dosahovalo mnohem lepších výsledků, jak je patrné z grafu 7. V pokusech 11 až 16 bylo také použito nové osivo, ale uskutečněny byly v roce 2014. Rostliny měly podobnou tendenci jako v předchozích pokusech. Požadované délky bylo dosaženo při nerovnoměrném dorůstání avšak s jedním rozdílem, rostlinky byly vizuálně bez plísně či jiných odlišností.

Obrázek 4 Chrastice po 15 dnech



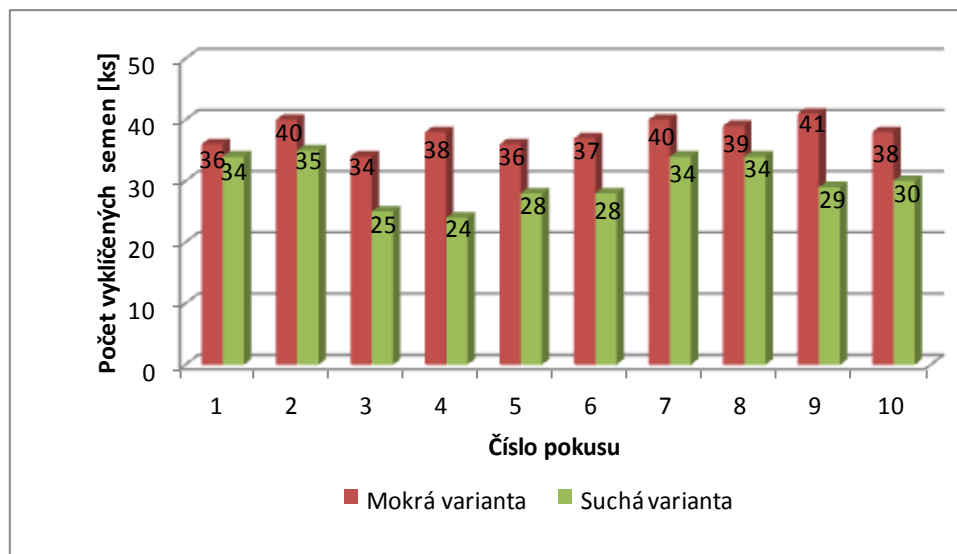
Graf 7 Porovnání jednotlivých osiv u chrastice rákosovité

### 5.1.3 Srha laločnatá

U všech pokusů se srhou laločnatou odrůdy Padánia bylo použito pouze osivo z roku 2012. V grafu 8 jsou znázorněny pokusy prováděné v roce 2013. Srha vytvářela klíčky stejnoměrně mezi 4 až 5 dnem od založení. Rostlinky v mokré variantě dorůstaly do délky 4 cm oproti ostatním druhům nejmaleji, a to až ve 20 dnech od založení. U suché dokonce až 1 měsíci. Na obrázku 5 je možno vidět pokus se srhou v mokré variantě po 10. dnu od založení. Pohledový stav rostlinek byl jak v mokré, tak i suché variantě dobrý.

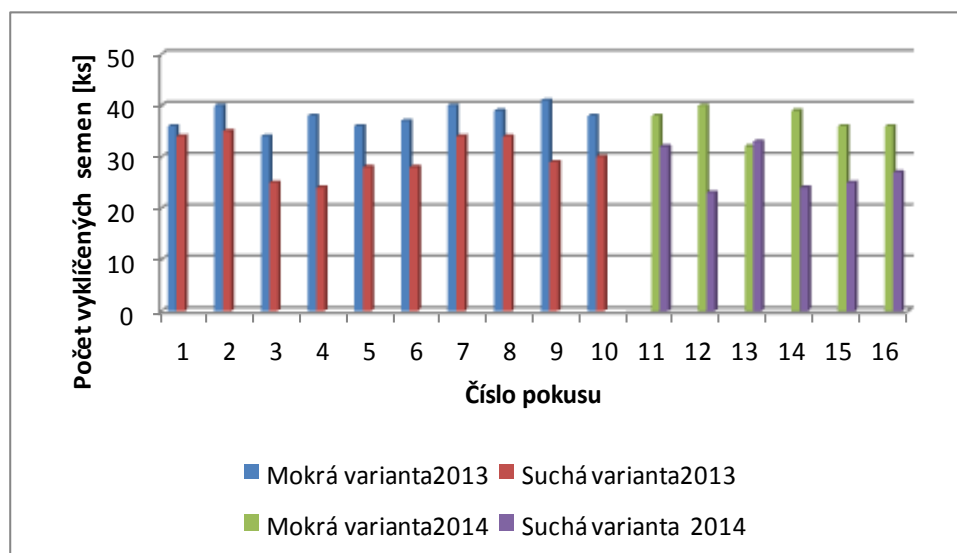


Obrázek 5 Srha laločnatá po 10 dnech



Graf 8 Počet vzešlých semen u srhy laločnaté v roce 2013

Doba klíčení v pokusech v roce 2013 trvala taktéž 4 až 5 dní. Ostatní sledované parametry byly také srovnatelné. Počet vzešlých a životaschopných rostlin v roce 2013 je vidět v grafu 8. Počet vzešlých a životaschopných rostlin v roce 2014 je patrný z grafu 9 - tomto grafu je také porovnaný rok 2013 (pokusy 1 až 10) a 2014 (pokusy 11 až 16).

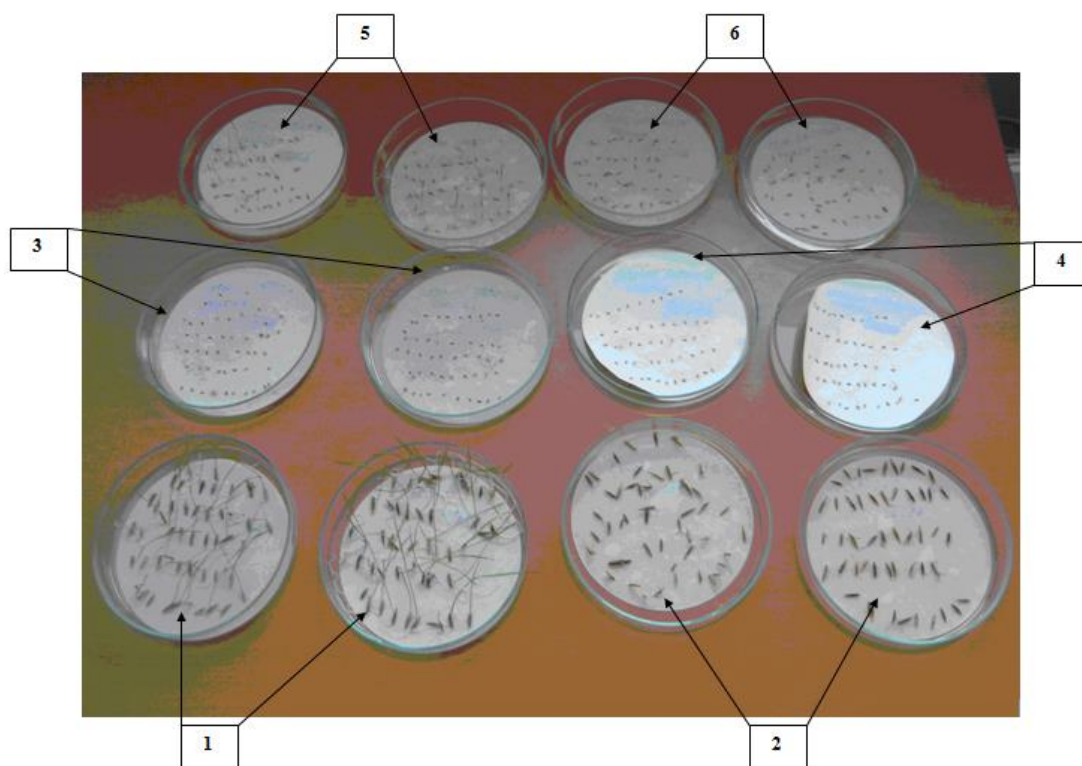


Graf 9 Porovnání a počet vzešlých semen u srhy laločnaté v roce 2013 a 2014

### 5.1.4 Vzájemné porovnání

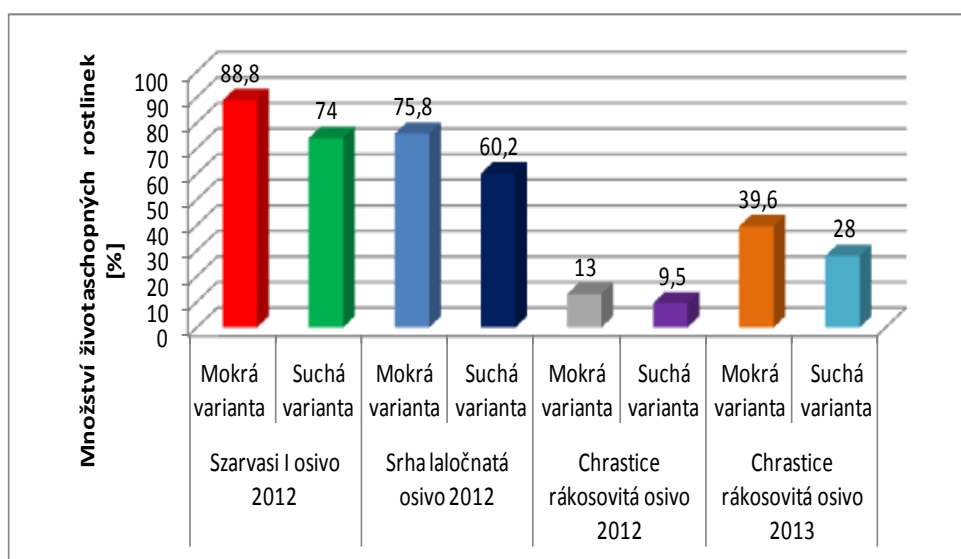
Na základě získaných výsledků u měření jednotlivých druhů trav se provedlo jejich vzájemné srovnání. Porovnávaly se výsledky z pokusů v rychlosti vyklíčení a počtu rostlin, které dosáhly požadované délky mezi zkoumanými trávami.

V rychlosti klíčení se nejlépe jevila tráva Szarvasi I, u které se klíčky objevovaly již ve 3 dnu od založení pokusu. O dva dny déle klíčilo osivo srhy laločnaté a chrastice rákosovitá začala vytvářet klíčky ve čtvrtém až pátém dnu. Osivo chrastice rákosovité z roku 2012 začalo vytvářet klíčky až 7. den po založení. Na obrázku 6 jsou vidět rozdíly u jednotlivých trav při pokusu v 8 dnu po založení.



Obrázek 6 Pokusné Petriho misky s jednotlivými trávami 8 dní od založení, 1 Szarvasi I mokrá varianta, 2 Szarvasi I suchá varianta, 3 chrastice rákosovitá mokrá varianta, 4 chrastice rákosovitá suchá varianta, 5 srha laločnatá mokrá varianta, 6 srha laločnatá suchá varianta

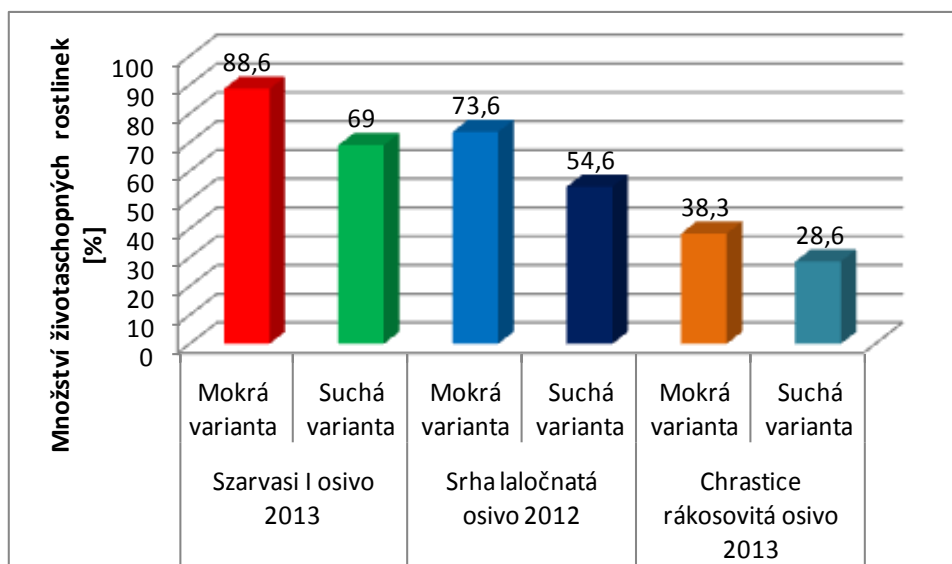
Nejvyšší počet vyklíčených a životaschopných rostlinek jak v mokré variantě, tak v podmínkách simulovaného vodního stresu dokázalo v průměru v roce 2013 (graf 10) i 2014 (graf 11) Szarvasi I. Dále následovala srha laločnatá, která měla celkovou průměrnou procentuální úspěšnost u klíčivosti mokré varianty v roce 2013 75,8 % a v roce 2014 73,6 %. U suché varianty byly průměrné úspěšnosti v roce 2013 60,2 % a v roce 2014 54,6 %. Po celou dobu pokusu se pracovalo se stejným osivem. Na rozdíl od chrastice rákosovité, u které se zkoumala dvě časově odlišná osiva. Průkazně méně vyklíčilo osivo chrastice rákosovité z roku 2012, v porovnání s osivem z roku 2013. Rozdíly mezi osivem nakoupeným v roce 2012 a 2013 jsou vidět v grafu 10. 6 pokusů s osivem z roku 2013 bylo prováděno v roce 2013, průměrný počet života schopných rostlinek byl u mokré varianty 20 a u suché 14. V roce 2014 bylo použito pouze osivo z roku 2013, výsledky jsou patrné v grafu 11.



Graf 10 Průměrné množství životaschopných rostlinek v pokusech z roku 2013

Klíčivost trávy Szarvasi I v pokusech překonala všechny ostatní druhy. Szarvasi I měla v roce 2013 z osiva 2012 procentuální úspěšnost ve vytvoření životaschopných rostlinek u suché varianty 74 % a u mokré 88,8 %. Podobné výsledky byly i s osivem z roku 2013, ale pouze u mokré varianty, u suché varianty byla úspěšnost o 5 % nižší než u pokusů z osiva z roku 2012. Tím se potvrdila 1. hypotéza, tj. rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných

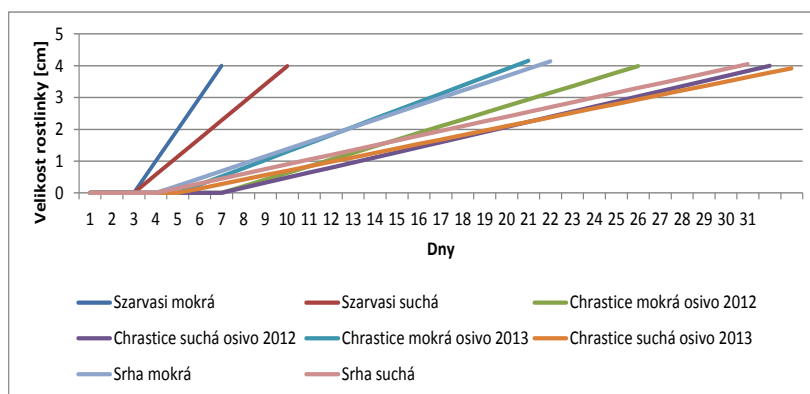
druhů trav nepřesáhne v průměru 40 %. Zároveň se částečně potvrdila 2. hypotéza, že průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 30 %. Jak je patrné z grafu 10 a 11, těchto hodnot nedosáhlo osivo chrastice rákosovité ani v jednom případě. Hranici 30 % atakovalo pouze osivo z roku 2013 a to v roce 2013 i 2014, kde se průměrná hodnota pohybovala od 28 % do 28,6 %. Srha laločnatá a Szarvasi I tuto hypotézu zcela potvrdily. 3. hypotéza se také potvrdila pouze u Szarvasi I a u srhy laločnaté, průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě dosáhla více než 50 %. Těchto hodnot nedosáhla opět chrastice rákosovitá při žádném z prováděných pokusů, jak je patrné z grafu 10 a 11.



Graf 11 Průměrné množství životaschopných rostlinek v pokusech z roku 2014

V průměrné rychlosti růstu rostlinky byla opět nejrychlejší tráva Szarvasi I (suchá i v mokré variantě) patrné z grafu 12. U suché varianty dosáhly rostlinky 4 cm 7 dnů po začátku klíčení a u mokré po 5 dnech. Srha laločnatá z osiva z roku 2012 dosáhla požadované délky u mokré varianty 26 dní od založení porostu a u suché, kde působil vodní stres 32 dní. U chrastice rákosovité z osiva 2013 byla dosažená délka rostlinky za podstatně kratší dobu než u osiva z roku 2012. Mokrá varianta dosáhla v průměru požadované velikosti za 22 dnů po založení a u suché po 30 dnech, s rozdílným počtem vzešlých rostlinek v porovnání osiv z roku 2012 a 2013, jak je vidět v grafu 7. Mokrá varianta u srhy laločnaté dosáhla 4 cm

v průměru 17 den od začátku klíčení. U suché varianty dosahovaly rostlinky požadované délky 25 den od klíčení.

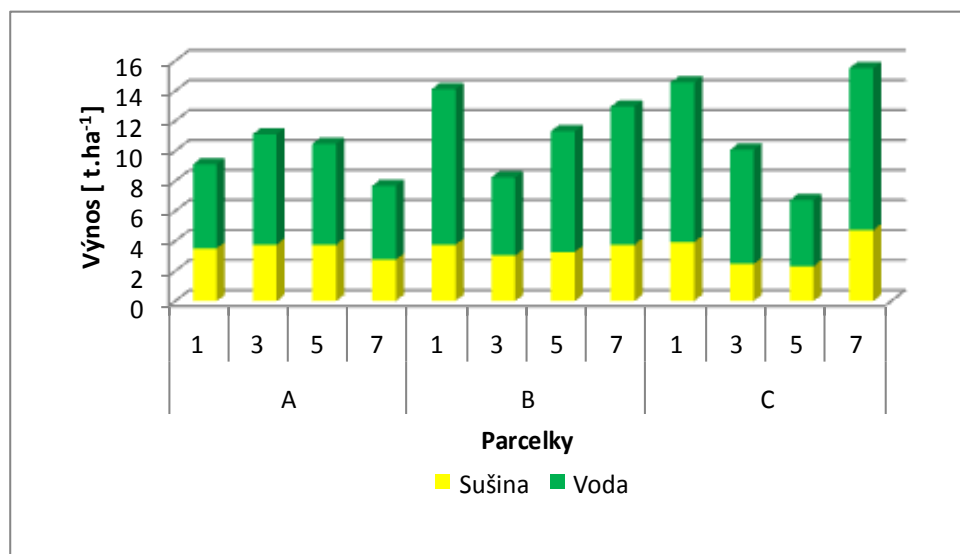


Graf 12 Rychlost vzcházení a dosažení požadované délky rostlinky

## 5.2. Venkovní pokusy

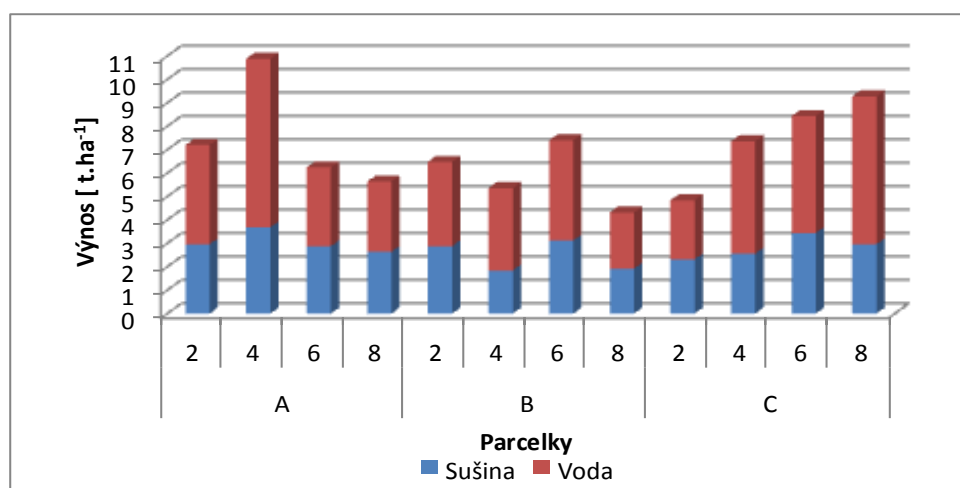
Tyto pokusy se uskutečnily na školním pozemku Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Úkolem bylo zjistit výnosy jednotlivých druhů trav v první seči od založení. Jednalo se o 24 parcelek o jednotlivé ploše 10 m<sup>2</sup>, kde 12 z nich bylo oseto Szarvasi I (*Agropyron elongatum* L.) a 12 chrasticí rákosovitou (*Phalaroides arundinacea* L.) odrůdou Chrastava. Rozložení jednotlivých druhů je patrné z obrázku 2. Z každé parcelky byl odebrán čtvrtmetr porostu patrné z obrázku 8 a 11, který byl následně zvážěn, přepočítán na hektarový výnos zelené píče. Po té byly vzorky vloženy do sušárny pícnin. Po vysušení se vzorky znovu zvážily a přepočítaly na hektarový výnos jednotlivých trav v sušině. Rozdíl vzniklý mezi jednotlivým vážením ukázal obsah vody v rostlinách. V grafu 13 je znázorněn hektarový výnos sušiny a vody trávy Szarvasi I. Tato tráva se během svého růstu vyznačovala rovnoměrným vzcházením i následným růstem. Rostliny od odplevelovací seče (viz. Metodika) dorostly do průměrné výšky 25 cm. Výnosy této trávy v zeleném stavu dosáhly v 8 parcelkách z 12 většího výnosu než 10 t.ha<sup>-1</sup>. Po vysušení a následném přepočtu se hodnoty sušiny pohybovaly v rozmezí od 2,32 do 4,72 t.ha<sup>-1</sup>. Rostliny u Szarvasi I byly zelené po celou dobu pokusu, což se nedá říci o porostech chrastice, která začala usychat po prvních mrazících.





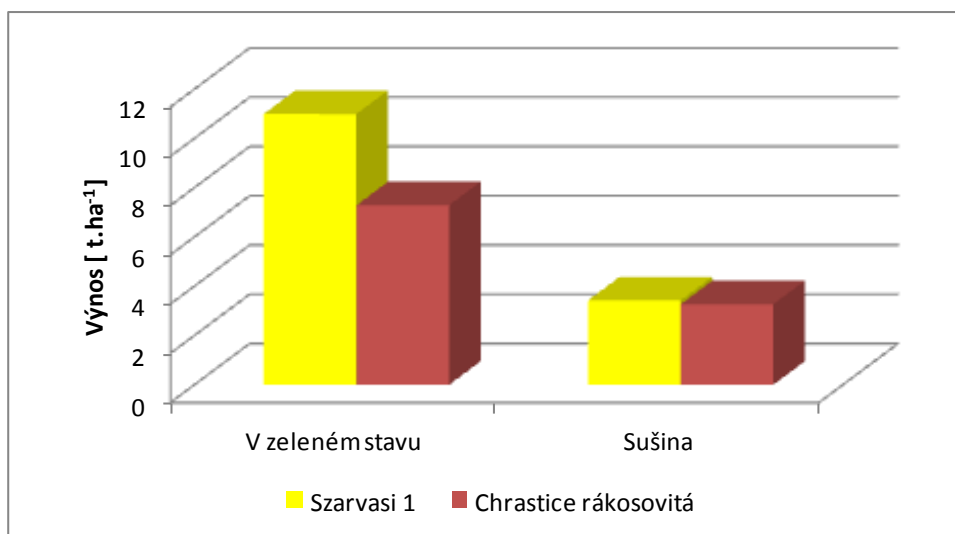
Graf 13 Výnos sušiny a obsah vody v jednotlivých parcelkách u Szarvasi I

Chrastice rákosovitá během růstů také rovnoměrně vzcházela a měla rovnoměrný růst. Výnos této trávy v sušině je vidět v grafu 14. Chrastice rákosovitá dosáhla při pokusech v zeleném stavu nejnižšího výnosu 4,32 t·ha<sup>-1</sup> v parcelce B8 a naopak nejvyššího v parcelce A4 a to 10,88 t·ha<sup>-1</sup>. V sušině dosáhla odrůda Chrastava výnosů v rozmezí od 1,92 do 3,68 t·ha<sup>-1</sup>.



Graf 14 Výnos sušiny a obsah vody v jednotlivých parcelkách u chrastice rákosovité

Průměrné výnosy Szarvasi I v zeleném stavu dosáhly  $10,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a jak je patrné z grafu 15. Chrastice rákosovitá dosáhla výnosu v zeleném stavu v průměru  $7,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Rozdíl výnosů v zeleném stavu obou sledovaných trav je  $3,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , za to u výnosu v sušíně nelze potvrdit takto vysoký rozdíl. Tráva Szarvasi I dosáhla průměrného výnosu v sušíně  $3,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a chrastice rákosovitá o dvě desetiny méně než Szarvasi I. Těmito hodnotami se potvrdila i poslední 4. hypotéza, že výnosy Szarvasi I jsou vyšší než výnosy chrastice rákosovité.



Graf 15 Výnos v sušíně a v zeleném stavu u jednotlivých trav

## 6 Diskuze

### Klíčení

Kvalitní osivo je chápáno podle Pazderů, (2009) jako základní předpoklad pro založení optimálního porostu. Za hlavní hodnotu definující kvalitu osiva je považována laboratorní klíčivost. Hodnota klíčivosti osiva zkoumaná při běžných a laboratorních podmínkách, může být při vyhodnocování výsledků rozdílná. (Gottwaldová a Bláha, 2009). Prach a kol., (2009) konstatuje že, úspěšnost klíčení jednotlivých druhů trav je přes 90 %. K druhům, které nejlépe vzcházejí, patří sveřep vzpřímený a kostřava žlábkatá (*Festuca rupicola* L.). Tuto hranici 90 % překonal pouze jeden zkoumaný druh a to pouze v tzv. mokré variantě. Tráva Szarvasi I v mokré variantě překonala hranici 90 % v 9 pokusech z 16 (graf 6). V tzv. suché variantě tedy ve vodním stresu se hodnoty klíčení u Szarvasi I pohybovaly v roce 2013 v průměru 74 % a v roce 2014 69 %. Pokusy se srhou laločnatou v letech 2003 a 2004 prováděl Qiu a kol., (2008), při kterých dospěl k závěru, že procentní podíl u vzcházení rostlin se při každodenním zalévání pohyboval v roce 2003 v rozmezí od 47% do 92% a v roce 2004 od 47% do 91%. Tyto výsledky lze potvrdit, jelikož při pokusech se dospělo k výsledkům v tomto rozmezí. U pokusů se srhou laločnatou odrůda Padánia s procentuální úspěšností klíčení u mokré varianty pohybovala v rozmezí mezi 73 – 76 %. Tento výsledek se přibližoval klíčivosti Szarvasi I u suché varianty. V pokusech, kde na srhu působil vodní deficit, bylo dosaženo průměrné procentuální úspěšnosti v klíčení 60,2 % v roce 2013 a 54 % v roce 2014. Tyto hodnoty jsou znázorněné v grafu 8 a 9. Podobné pokusy se srhou laločnatou odrůdy Padánia provedl Bernas, (2012). Výsledky, které uvádí u procentuální klíčivosti, jsou odlišné. Mokrý varianta dosáhla průměrné klíčivosti 38 % a suchá 25 %. Tyto rozdíly jsou téměř dvojnásobné. Autor neuvádí stáří osiva, a proto se lze domnívat, že tyto rozdílné výsledky jsou zapříčiněné stářím osiva. Vliv tohoto faktoru se potvrdil u pokusů s chřasticí rákosovitou, u téže odrůdy kde se hodnoty klíčení pohybovaly na opačném konci stupnice. V roce 2013 bylo použito osivo z roku 2012, které u suché varianty dosáhlo úspěšnosti 9,5 % a u mokré 13 %. U osiva z roku 2013 byla klíčivost o poznání lepší, u mokré varianty byla o 26,6 % vyšší než u osiva z roku 2012 a suché varianty vyšší o 18,5 %. Výsledky u chřastice

v jednotlivých letech jsou totožné. Tyto výsledky potvrzuje Kopecký, (2012), kde ve své práci uvádí procentuální úspěšnost klíčení u chrastice rákosovité v mokré variantě 38,4 %. V suché variantě ovšem uvádí podstatně nižší klíčivost průměrně 13,8 %.

Z grafu 10 a 11 je patrné celkové srovnání klíčivosti zkoumaných druhů. Pomyslné první místo obsadila tráva Szarvasi I, druhá srha laločnatá a třetí chrastice rákosovitá. Tento výsledek koresponduje s tvrzením Skládanky, (2007), že se ve velkých obilkách koncentruje více zásobních látek potřebných pro rychlost klíčení a vzcházení, (velikost obilky Szarvasi I: 8 – 12 mm, srhy laločnaté: 4,5 – 6,3 mm, chrastice rákosovité: 1,7 mm). Rozdíly mezi pokusy u jednotlivých trav ve variantách s vodním stresem (suchá varianta) a bez vodního stresu (mokrý varianta) byly značné. Tyto výsledky se daly očekávat, jelikož jak uvádí Neckář a kol., (2006) nedostatek vody v době klíčení značně zpomalí vývoj rostlinky.

Na základě tvrzení Rawlinsové a kol., (2012) byly provedeny 4 pokusy s klíčením vybraných druhů trav v rozmezí teplotě 1,3 – 12,8 °C. Tito autoři uvádějí, že většina travních druhů vykazuje vysokou klíčivost (> 50%) v konstantních teplotách, a to i při teplotě 5 °C. Knot a Vrzalová, (2011) tvrdí, že optimální teplota pro klíčení se pohybuje mezi 15 – 20 °C, ale potvrzují fakt, že minimum je 5 °C. Nízká teplota v období počátečního vývoje může negativně ovlivnit jak klíčení, tak vzcházení, ale také pozdější vývin, a tím i konkurenční schopnost druhu.

V těchto podmínkách se provedly 4 pokusy a to se Szarvasi I, srhou laločnatou a chrasticí rákosovitou. V podmínkách, kde byla průměrná teplota během dne 6,4 °C a během noci 5,5 °C, vyklíčila pouze tráva Szarvasi I. Z celkového počtu 200 semen, vyklíčilo po 18 dnech jen 27. Dosažení délky 4 cm tráva dosáhla po dalších 28 dnech. Z toho vyplývá, že procentuální klíčivost byla 13,5 %. Pokusy se srhou laločnatou byly v těchto podmínkách bez odezvy. V pokusných Petriho miskách tato tráva nevzkazovala žádnou činnost. Chrastice rákosovitá při těchto teplotách zplesnivěla. To mohlo být způsobeno nepoužitím žádného klíčidla, zatímco Knot a Vrzalová, (2011) ve svých pokusech klíčidlo používali. Výsledky získané z pokusů jsou tak odlišné od zjištění výše zmíněných autorů.

## Rychlost vzcházení

Při pokusech se sledovala i rychlost vzcházení jednotlivých druhů trav. Vzhledem k tomu, že se jednotlivé druhy vyznačovaly rozdílnou dobou klíčení, může být každý druh ovlivněn jinými faktory. Martinek a Svobodová, (2009) uvádí, že jedinci jednoho druhu tak mohou získat konkurenční výhodu a následkem je změna poměru druhů v porostu, případně výpadku některého z nich. Rychlost klíčení však může být ovlivněna i odrudou, stářím osiva a teplotou prostředí, ale i dalšími faktory. Rychlost klíčení semen, podle Bláhy a Hniličky, (2006) silně ovlivňují také dědičné vlivy a vnější prostředí. Dosud nebyl nalezen jakýkoliv klíčový enzym pro vitalitu a energii klíčení. Klíčení je komplexní fyziologický proces, který nastartuje příjem vody.

Testy klíčivosti ukázaly významné rozdíly v rychlosti klíčení. U pokusů, které se prováděly, se projevil vliv faktoru stáří osiva na rychlost klíčení. U chrastice rákosovité byl rozdíl mezi jednotlivými osivy výrazný jak je vidět na grafu 10 a 11. Osivo u chrastice z roku 2012 dosáhlo klíčků v průměru v 7 až 8 dnu od založení porostu. Novější osivo z roku 2013 dokázalo vytvořit klíčky za 4 až 5 dnů. Tento rozdíl se dá přisuzovat zejména již zmiňovanému stáří osiva. Tento faktor se neprojevil u rychlosti klíčení zkoumané trávy Szarvasi I. Kde byla doba vzcházení jednotná a to 3 dny od prvního zavlažení jak u osiva z roku 2012, tak u osiva z roku 2013. Srha laločnatá měla dobu vzcházení rovnoměrnou při všech prováděných pokusech v laboratorních podmínkách. Doba do vytvoření klíčku byla u této trávy v průměru 4,5 dne. Z pokusů Martinka a Svobodové, (2009) vyplývá, že variabilita v rychlosti klíčení u travních druhů je velká, 5 až 36 dnů. V pokusech se o těchto hodnotách dá říci, že se výrazně odchyľuje tráva Szarvasi I s dobou vyklíčení 3 dnů. Další dva zkoumané druhy se v tomto rozmezí pohybují.

## Vliv světla

U většiny plodin obvykle není světlo nezbytnou podmínkou klíčení, přesto jeho intenzita klíčení ovlivňuje. Tato citlivost se začíná projevovat při nabobtnání semen (Houba, 2002). Světlo je faktor životního prostředí, který má různorodý dopad na klíčení. Podle pokusů prováděných Ahmadiho a kol., (2013) má lepší vliv na rychlost klíčení u chrastice kratší doba světla. Při 16 hodinách světla denně byla

klíčivost 80 % a při 12 hodinách světla denně 88 %. S tímto poznatkem se dá souhlasit u chřastice rákosovité, kde měla délka světla vliv na klíčení. V pokusech 7 a 8 svítilo světlo v průměru 15 hodin a vyklíčilo 18 rostlinek. V pokusech 5 a 6 jak je patrné z grafu 7 svítilo světlo v průměru 12 hodin a vyklíčilo 20 a 22 rostlinek. A u pokusu 9 a 10 svítilo světlo 11 hodin viz. graf 10 a vyklíčilo 21 a 20 rostlinek. U srhy laločnaté a Szarvasi I neměla délka světla na klíčení vliv.

### Výnos fytomasy

Výnosy fytomasy trav jsou značně ovlivňovány půdně-klimatickými podmínkami, hnojením dusíkem nebo termínem sklizně (Weger a kol., 2012). Při pokusech měla na výnos fytomasy pozitivní vliv mírná zima 2013 / 2014, při které nedošlo k výraznému poškození porostu. Literatura uvádí, že tráva Szarvasi I má problém překonat mrazíky v prvním roce od založení a až poté je mrazuvzdorná (Fisher, 2012). Lze konstatovat, že díky mírné zimě jsou založeny výborné porosty, které jsou vhodné pro další zkoumání. Tyto problémy nehrozily u chřastice rákosovité, která je mrazuvzdorná (Lewandowski a kol., 2003). Průměrné výnosy v sušině v prvním roce po založení byly u trávy Szarvasi I a chřastice rákosovité, jak je vidět v grafu 15, téměř totožné. Szarvasi I  $3,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  a u chřastice  $3,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Průměrný výnos zelené hmoty v prvním roce po založení sklizený během pokusů byl u chřastice  $7,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  a u Szarvasi I  $10,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Z těchto výsledků lze vyvodit průměrný obsah vody, který byl u Szarvasi I 68,8 % a u chřastice 55,5 %. Tento rozdíl je zapříčiněn prvními mrazíky, které podle Wegera a kol., (2012) porosty chřastice vysuší. Tito autoři také doporučují sklízet porosty chřastice přes zimu nebo po zimě brzy na jaře před novým obrážením, kdy mají rostliny nízký obsah vody. Rostliny Szarvasi I byly zelené po celou dobu pokusu to má za následek vyšší obsah vody v rostlinách v době sklizně. Kopecký, (2012) ve svém výzkumu, kde sklízel chřastici rákosovitou po prvním roce od založení, dospěl k podobné hodnotě a to  $2,9 \text{ t}$  sušiny.  $\text{ha}^{-1}$ . Výsledky, které byly dosaženy v prvním roce od založení, napovídají, že lze předpokládat, rostoucí potenciál v následujících sklizních jelikož Kollárová a kol., (2007) uvádí, že výnosy travních porostů se pohybují o 1 do  $15 \text{ t}$  sušiny.  $\text{ha}^{-1}$ .

## 7 Závěr

Ze získaných výsledků vyplývá řada zjištění. U testů suchovzdornosti vybraných travních druhů prováděných v laboratorních podmínkách se jako nejsuchovzdornější ukázala tráva Szarvasi I. Při vodním deficitu dokázala dosáhnout průměrné klíčivosti 69 %. Srha laločnatá odrůdy Padánia vykázala průměrnou klíčivost v suché variantě 60,2 %. Jako nejméně suchovzdorná tráva se pokusech ukázala chrastice rákosovitá odrůdy Chrastava, která dosáhla průměrné klíčivosti v suché variantě 18,7 % a v mokré 26,3 %. Na druhou stranu dosáhla nejmenšího rozdílu mezi suchou a mokrou variantou, která byla 7,6 %. U mokré varianty dosáhla nejvyššího procenta opět tráva Szarvasi I a to 88,8 %. Rozdíl mezi mokrou a suchou variantou činil u tohoto druhu 19,6 %. Srha laločnatá vykázala v suché variantě procentuální úspěšnost 75,8 %. U této trávy činil rozdíl 15,6 %.

Na základě těchto údajů lze potvrdit hypotézu 1 (Rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav nepřesáhne v průměru 40 %.). Hypotézu 2 (Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 30 %.) nelze zcela potvrdit, stejně tak ani hypotézu 3 (Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě je vyšší než 50 %.). Tyto hypotézy se potvrdily pouze u srhy laločnaté odrůdy Padánia a Szarvasi I.

Výsledky získané po jarním termínu sklizně v prvním roce po založení maloplošných parcelek potvrdily hypotézu 4 (Výnosy fytomasy Szarvasi I jsou vyšší než výnosy chrastice rákosovité.). Hodnoty získané z těchto parcelek byly přepočítány na hektarový výnos. Tráva Szarvasi I dosáhla průměrného výnosu v zeleném stavu  $10,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Výnos chrastice rákosovité odrůdy Chrastava v zeleném stavu byl o  $3,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  nižší. Takto razantní rozdíl se ovšem neukázal po následném vysušení v sušárně pícnin. Chrastice rákosovitá vykázala průměrný výnos v sušině  $3,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tráva Szarvasi I po následném vysušení a přepočtu dosáhla průměrného výnosu v sušině  $3,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Ze zjištěných výnosů jak zelené hmoty, tak sušiny lze predikovat zvyšování výnosů v následujících sklizních.

Díky prognózám o změně klimatu je snaha o zkoumání jednotlivých plodin odolných proti vodnímu deficitu a nejsou výjimkou ani travní druhy. Výsledky výzkumu ukazují, že trávy Szarvasi I a srha laločnatá odrůdy Padánia jsou schopny odolávat klimatickým změnám a přitom uplatňovat svůj výnosový potenciál. Nejlepších výsledků však dosahovala tráva Szarvasi I, která má z třech zkoumaných druhů nejlepší předpoklady pro využití v oblastech ohrožovaná suchem. Tráva se prezentovala vysokým procentem klíčení v podmínkách vodního stresu a lze ji tedy doporučit jako vhodnou plodinu do těchto podmínek. Srhu laločnatou je možno doporučit do směsí v kombinaci s travními druhy, které jsou považovány za suchovzdorné. Chrastici rákosovitou odrůdy Chrastava nelze na základě výsledků z pokusů doporučit jako suchovzdornou plodinu.



## 8 Použitá literatura

1. ABRHAM, Z., KOVAŘOVÁ, M.: *Tuhá paliva – ekonomika a konkurenceschopnost*. [online] 2006 [cit. 2014-01-07]. Dostupné z: <[http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/ekonomika/tuha\\_biopaliva.pdf?menuid=487](http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/ekonomika/tuha_biopaliva.pdf?menuid=487)>.
2. AHMADI, A., HOSSEINI, M., ZEIDALI, E.: *Study of ecological characteristics of canary grass (*Phalaris minor*)*. TJEAS Journal, ročník 16, 2013, č. 3, s. 1835 – 1840, ISSN 2051-0853.
3. ALLINSON, G., MORRIS, C., LISTER, S. a kol.: *Effect of nitrogen fertiliser application on cell wall composition in switchgrass and reed canary grass*. Biomass and Bioenergy Pergamon, číslo 40, 2012, s. 19 – 26, ISSN 0961-9534.
4. BERNAS, J.: *Význam trvalých travních porostů a suchovzdornost vybraných druhů trav - ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.) a srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.)*. Diplomová práce, Moudrý, J., České Budějovice, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012.
5. BLÁHA, L.: *Význam vlastností semen trav pro hodnocení suchovzdornosti*. Praha, Úroda, Profi Press, ročník 57, 2009, čís. 10, s. 49 – 51, ISSN 0139-6013.
6. BLÁHA, L., HNILIČKA, F.: *Význam vlastností kořenů a semen pro odolnost rostlin vůči abiotickým stresorům*. IN HNILIČKA, F.: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2006, 300 s., ISBN 80-86555-85-2.
7. BLÁHA, L., BOCKOVÁ, R., HNILIČKA, F., a kol.: *Rostlina a stres*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003, 156 s., ISBN 80-86555-32-1.

8. BLUM, A.: *Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are They compatible, dissonant, or mutually exclusive?* Australian Journal of Agricultural Research, Csiro Publishing, 2005, č. 56, s. 1169 – 1168, ISSN 0004-9409.
9. BRADLEY, K., FISHEL, F.: *Identifying grass seedlings*. Missouri, University of Missouri Extension and Agricultural Infomation, 2010, 23 s.
10. BUSH, T., OGLE, D., JOHN, L., STANNARD, M., JENSEN, K.: *Plant Guide for Orchardgrass (Dactylis glomerata)*. Aberdeen, USDA-Natural Resources Conservation Service, Aberdeen Plant Materials Center, 2012.
11. CASLER, M., CHERNEY, J., BRUMMER, CH.: *Biomass Yield of Naturalized Populations and Cultivars of Reed Canary Grass*. BioEnergy Research, Governmen, 2009, č. 2, s. 165 – 173, ISSN 1939-1234.
12. CONTI, J., HOLTBERY, P., BEAMON, J.: *International Energy Outlook 2013*. Washington D. C. U.S. Energy Information Administrativ, 2013, 300 s.
13. COOK, J., BRUMMER, J., MEIMAN, P., GOURD, T.: *Colorado Forage Guide*. Colorado, Colorado State University Cooperative Extension, 2012, 36 s.
14. CSETE, S., STRANCZINGER, S., SZALONTAI, B., a kol.: *Tall Wheatgrass Cultivar Szarvasi-1 (Elymus elongatus subsp. ponticus cv. Szarvasi-1) as a Potential Energy Crop for Semi-Arid Lands of Eastern Europe*. IN NAGERIPOUR, M.: *Sustainable Growth and Applications in Renewable Energy Sources*. InTech Europe, Rijeka, 2011, 338 s., ISBN 978-953-307-408-5.
15. ČZUK: [online]. 2013 [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <  
<http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1695>>.

16. DOSKOČILOVÁ, A., DOSTÁLOVÁ, H., CHLÁDEK, M., a kol.: *Biomasa pro energii*. Tábor, Střední průmyslová škola strojní a stavební, 2013, 86 s.
17. FALTEISEK, L., FIKÁČEK, M., HODAČ, L., a kol.: *Organismy a abiotické faktory prostředí*. Praha, Národní institut dětí a mládeže MŠMT, 2006, 112 s., ISBN 80-86784-39-8,.
18. FARUQUI, S., SURESH, G., PANDEY, K.: *Grasses and legumes for tropical pastures*. Jhansi, Indian Grassland and Fodder Research Institute, 2002, 47 s.
19. FIALA, J.: *Hospodářský a ekologický význam travních porostů*. Úroda, Profi Press , ročník 49, 2001, č. 5, s. 14 – 16, ISSN 0139-6013.
20. FINCH-SAVAGE, W., LEUBNER-METZGER, G.: *Seed dormancy and the control of germination*. New Phytologist, Journal compilation, ročník 171, 2006, č. 3, s. 501 – 523, ISSN 1469-8137.
21. FISCHER, S.: *Mehrjährige Dauerkultur liefert alternative Energie*. [online] 2012 [cit. 2013-12-09]. Dostupné z: <<http://www.lw-heute.de/mehrjaehrige-dauerkultur-liefert-alternative-energie>>.
22. FRYDRYCH, J., ANDERT D., JUCHELKOVÁ, D.: *Výnosový potenciál trav vhodných k energetickému využití*. Agritech Science, 2009, č. 2, s. 1 – 5, ISSN 1802-8942.
23. FRYDRYCH, J., LENŽA, L., LENŽOVÁ, N., a kol.: *Možnosti energetického využívání biomasy*. Valašské Meziříčí, Regionální energetické centrum, o. p. s., 2006, 17 s.
24. GAISLER, J., PAVLŮ, V., MLÁDEK, J. a kol.: *Obhospodařování travních porostů ve vztahu k agro-environmentálním opatřením*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha, 2011, 24 s., ISBN 978-80-7427-084-0.

25. GERŽA, M.: *Ekologické zemědělství a louky*. [online]. [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: <<http://biospotrebitel.cz/wp-content/uploads/2012/06/EZ-a-louky.pdf>>.
26. GOTTWALDOVÁ, P., BLÁHA, L.: *Klíčivost semen – změny v průběhu roku*. IN ŠVACHULA, V.: *Osivo a sadba*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009, 164 s., ISBN 978-80-213-1891-5.
27. GRAMAN, J., ČURN, V.: *Šlechtění rostlin*. České Budějovice, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita, 1998, 133 s., ISBN 80-7040-300-4.
28. HACKNEY, B., DEAR, B., *Cocksfoot*. Primefact, Profitable and sustainable primary industries, číslo 281, 2007, s. 280 – 286, ISSN 1832-6668.
29. HACKE, U., SPERRY, J., POCKMAN, W., a kol.: *Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by, negative pressure*. Oecologia, Springer-Verlag, č. 126, 2001, s. 457 – 461, ISSN 0029-8549.
30. HAVLÍČEK, Z., SKLÁDANKA, J., DOLEŽAL, P., a kol.: *Pastevní chov zvířat v podmínkách cross compliance*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 86 s., ISBN 978-80-7375-237-8.
31. HAVLÍČKOVÁ, K., SUCHÝ, J.: *Development model for energy crop plantations in the Czech Republic for the years 2008–2030*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, svazek 14, 2010, s. 1925 – 1936, ISSN 1364-0321.
32. HAVLÍČKOVÁ, K., SUCHÝ, J., WEGER, J., a kol.: *Analýza potenciálu biomasy v České republice*. Průhonice, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., 2010, 498 s., ISBN 978-80-85116-72-4.

33. HEJCMAN, M., HEJCMANOVÁ, P., PAVLŮ, V., BENEŠ, J.: *Origin and history of grasslands in Central Europe– a review*. Grass and Forage Science, ročník 68, 2013, čís.3, s. 345 – 364, ISSN 1365-2494.
34. HEINZ, M., ROTH, T.: *Hohes Weizengras als Biogassubstrat*. Triesdorf, Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf, 2013, 7 s.
35. HEJNÁK, V.: *Fyziologie rostlin*. Praha, Česká zemědělská univerzita (Praha). Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Katedra zahradnictví, 2005, 159 s., ISBN 978-80-213-1667-6.
36. HERRMANN, B.: *Fyziologie rostlin*. Opava, Mendelovo Gymnázium Opava, 2007, 14 s.
37. HERMANN, K., MEINHARD, J., DOBREV, P., a kol.: *1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid and abscisic acid during the germination of sugar beet (*Beta vulgaris L.*): a comparative study of fruits and seeds*. Oxford, Journal of Experimental Botany, Oxford Journals, ročník 58, 2007, č. 11, s. 3047 – 3060, ISSN 0022-0957.
38. HNILÍČKA, F., HNILÍČKOVÁ, H., BLÁHA, L.: *Působení vnějších negativních faktorů na rostliny, abiotické faktory*. IN BLÁHA, L., BOCKOVÁ, R., HNILÍČKA, F., a kol.: *Rostlina a stres*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003, 156 s., ISBN 80-86555-32-1.
39. HOLUB, P.: *Szarvasy*. [online] 2013 [cit. 2013-12-07]. Dostupné z: <<http://www.holub-consulting.de/Pflanzensorten.html?Szarvasy>>.
40. HOUBA, M., HOSNEDL, V., PROKINOVÁ, E., a kol.: *Osivo a sadba*. Praha, Ing. Martin Sedláček, 2002, 186 s., ISBN 80-902413-6-0.

41. HRABĚ, F., CAGAŠ, B., HEJDUK, S., a kol.: *Vzdělávání v oblasti péče o veřejnou zeleň a travnaté sportovní plochy*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 239 s., ISBN 978-80-7375-242-2.
42. HRABĚ, F., CAGAŠ, B., CITAROVÁ, E. a kol.: *Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi*. Olomouc, Vydavatelství ing. Petr Baštan, 2004, 117 s., ISBN 80-903275-1-6.
43. HROUDA, L.: *Trávy a jejich příbuzní napříč biotopy*. Živa, Nakladatelství Academia, SŠ AV ČR, v. v. i., ročník 58, 2010, č.1, s. 110 – 114, ISSN 0044-4812.
44. HUMER, J., SCHRABAUER, J.: *Trockenheitstolerante Futter- und Energiegräser auf dem Prüfstand*. [online] 2009 [cit. 2013-12-07]. Dostupné z: <<http://noe.lko.at/?id=2500%2C1485932%2C%2C>>.
45. IDEL, S.: *Energiegras soll Mais ersetzen*. [online] 2013 [cit. 2013-12-09]. Dostupné z: <[http://www.nwzonline.de/oldenburg-kreis/wirtschaft/energiegras-soll-mais-ersetzen\\_a\\_6,2,739225373.html](http://www.nwzonline.de/oldenburg-kreis/wirtschaft/energiegras-soll-mais-ersetzen_a_6,2,739225373.html)>.
46. JANOWSZKY, J., JANOWSZKY, Z.: *"Szarvasi-1" Energygrass*. [online] 2002 [cit. 2013-12-08]. Dostupné z: <[ww.energiafu.hu/nemesit\\_en.html](http://www.energiafu.hu/nemesit_en.html)>.
47. JENKS, M., HASEGAWA, P.: *Plant abiotic stress*. Victoria, Blackwell Publishing, 2005, 270 s., ISBN 978-14051-2238-2.
48. KÁRA, J., STRAŠIL, Z., HUTLA, P., a kol.: *Energetické rostliny*. Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha, 2005, 81 s., ISBN 80-86-884-06-6.
49. KAVKA, M., BENEŠ, V., BRANT, V., a kol.: *Normativy zemědělských výrobních technologií*. ÚZPI Praha, 2006, 376 s. ISBN 80-7271-164-4.

50. KINCL, M., KRPEŠ, V.: *Základy fyziologie rostlin*. Ostrava, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, 2006, 220 s., ISBN 80-239-8375-X.
51. KINCL, M., KRPEŠ, V.: *Fyziologie rostlin*. Ostrava, Pedagogická fakulta Ostravské univerzity, 1994, 220 s., ISBN 80-7042-078-2.
52. KLIMEŠ, F.: *Lukařství a pastvinářství*. České Budějovice, Jihočeská univerzita zemědělská fakulta, 2004, 157 s., ISBN 80-7040-738-7.
53. KNOT, P., VRZALOVÁ, J.: *Vliv teploty na klíčivost a počáteční vývoj vybraných travníkových druhů trav*. Praha, Zahradnictví, Profi Press, ročník 9, 2011, čís. 7, s. 50 – 51, ISSN 1213-7596.
54. KOLLÁROVÁ, M., PLÍVA, P., JELÍNEK, A. a kol.: *Zásady pro obhospodařování travních porostů*. Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2007, 54 s., ISBN 978-80-86884-20-2.
55. KOLONIČNÝ, J., HASE, V.: *Využití rostlinné biomasy v energetice*. Ostrava, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011, 151 s., ISBN 978-80-248-2541-0.
56. KOPECKÝ, M.: *Význam trvalých travních porostů a vliv vodního stresu na klíčivost vybraných druhů trav - bojínky luční (*Phleum pratense*), chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), sveřep horský (*Bromus catharticus*)*. Diplomová práce, Moudrý, J., České Budějovice, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2012.
57. KOVÁR, P., GREGOROVÁ, H.: *Dopad vodného stresu na obsah asimilačních pigmentů travníkových druhů trav pěstovaných v bezzávlahových podmínkách*. IN IN BLÁHA, L.: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin, (Sborník příspěvků)*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha – Ruzyně, 2009, 390 s., ISBN 978-80-87011-91-1.

58. KREJČÍ, V., VARGA, S.: *Zemědělská výroba II*. Praha, Ministerstvo zemědělství, 1994. 92 s., ISBN 80-7105-092-X.
59. KRPEŠ, V.: *Ekofyziologie rostlin*. Ostrava, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, 2004, 79 s.
60. KUBÁT, K., KALINA, T., KOVÁČ, J., a kol.: *Botanika*. Praha, Scientia, pedagogické nakladatelství, 2003, 231 s., ISBN 80-7183-266-9.
61. KVAPILÍK, J., KOHOTEK, A.: *Chov přežvýkavců a trvalé travní porosty*. Praha, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha – Uhřetěves, 2009, 25 s., ISBN 978-80-7403-039-0.
62. LAMBERS, H., CHAPIN, S., PONS, T.: *Plant physiological ecology*. New York, Springer Science+Business Media, 2008, 604 s., ISBN 978-0-387-78340-6.
63. LEWANDOWSKI, I., SCURLOCK, J., LINDVALL, E., CHRISTOU, M.: *The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe*. Biomass and Bioenergy, Pergamon, číslo 25, 2003, s. 335 – 361, ISSN 0961-9534.
64. LEITHEAD, H., YARLETT, L., SHIFLET, T.: *100 native forage grasses in 11 southern states*. Washington, D. C., Soil Conservation Service U.S. Department of Agriculture 1971, 216 s.
65. LODGE, M., MURPHY, R.: *Root depth of native and sown perennial grass-based pastures, North-West Slopes, New South Wales. 1. Estimates from cores and effects of grazing treatments*. Australian Journal of Experimental Agriculture, ročník 43, 2006, č. 3, s. 337 – 345, ISSN 0816-1089.



66. LOKOČ, R., LOKOČOVÁ, M., KOLÁŘOVÁ, M.: *Vývoj krajiny v České republice*. [online]. 2010 [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: <[http://www.lowaspol.cz/\\_soubory/KR\\_kniha.pdf](http://www.lowaspol.cz/_soubory/KR_kniha.pdf)>.
67. MARINELLI, J.: *Rostliny*. Praha, Euromedia Group, 2006, 512 s., ISBN 80-242-1579-9.
68. MARTINEK, J., SVOBODOVÁ, M.: *Co ovlivňuje dobu klíčení trav?* Praha, Zahradnictví, Profi Press, ročník 7, 2009, čís. 4, s. 44 – 45, ISSN 1213-7596.
69. MARTIN, V.: *Riesenweizengras als Alternative für die Biogasanlage?* [online] 2013 [cit. 2013-12-07]. Dostupné z: <<http://www.agrarheute.com/ernte-energiegras>>.
70. MARRAY, L.: *Tall Beat Grass Review*. The State of Victoria, Department of Primary Industries, 2005, 20 s., ISBN 1 74146 428 5.
71. MATEJKA, F., STŘELCOVÁ, K., HURTALOVÁ, I., a kol.: *Seasonal changes in transpiration and soil water content in a spruce primeval forest during a dry period*. IN STŘELCOVÁ, K., MATYÁŠ, C., KLEIDON, A., a kol.: *Bioclimatology and Natural hazards*. Springer Netherlands, 2009, 297 s., ISBN 978-1-4020-8876-6.
72. MAUNONEN, K.: *Energy from field energy crops – a handbook for energy producers*. Jyväskylä, Jyväskylä Innovation Oy, 2009, 63 s.
73. MENGEL, K., KIRKBY, A., APPEL, T. a kol.: *Principles of plant nutrition*. Dordrecht, Springer Kluwer Academic Publishers. 2001, 807 s., ISBN 978-1-4020-0008-9.

74. MÍKA, V., FIALA, J., KOHOUTEK, A., a kol.: *Morfogeneze trav*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Ruzyně, 2002, 200 s., ISBN 80-86555-20-8.
75. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ: *Možnosti energetického využití biomasy*. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR, 2013, 67 s., ISBN 978-80-7434-122-9.
76. MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z.: *Pěstování alternativních plodin*. České Budějovice, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 1999, 165 s., ISBN 80-7040-383-7.
77. MRKVIČKA, J.: *Pastvinářství*. Praha, Česká zemědělská univerzita, 1998, 82 s., ISBN 80-213-0403-0.
78. MRKVIČKA, J., HAKL, J.: *Louky*. [online] 2013 [cit. 2014-01-07]. Dostupné z: <<http://www.agronormativy.cz/genframes;jsessionid=89D46B5E695F3A84F50720E51C965EF8?thl=2&snid=7657&otn=str1>>.
79. NALEVANKOVÁ, P., STŘELCOVÁ, K., SITKOVÁ, Z., a kol.: *Sucho jako faktor limitující transpiráciu dospělých jedinců buka*. IN HNILIČKA, F.: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin, (Recenzovaný sborník příspěvků)*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha – Ruzyně, 2013, 326 s., ISBN 978-80-7427-131-1.
80. NAŠINEC, I.: *Problematika testování suchovzdornosti trav*. IN BLÁHA, L.: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin, (Sborník příspěvků)*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha – Ruzyně, 2009, 390 s., ISBN 978-80-87011-91-1.

81. NECKÁŘ, K., BRANT, V., HLAVÍČKOVÁ, D., VENCLOVÁ, V.: *Klíčivost semen rodu Lolium multiflorum L. a Lolium perenne L. v závislosti na teplotě a hodnotě vodního potenciálu*. IN HNILIČKA, F.: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2006, 300 s., ISBN 80-86555-85-2.
82. NEFF, R.: *Szarvasi zeigte am hessischen Standort auch Schwächen*. [online] 2013 [cit. 2013-12-09]. Dostupné z: <<http://www.lw-heute.de/szarvasi-zeigte-hessischen-standort-schwaechen>>.
83. NOSKIEVIČ, P., KAMINSKÝ, J.: *Reálné možnosti obnovitelných zdrojů v České republice*. [online] 2004 [cit. 2013-12-09]. Dostupné z: <<http://vec.vsb.cz/userfiles/pdf/studijni-materialy/fakta2.pdf>>.
84. NOVÁČEK, F.: *Fytochemické základy botaniky*. Olomouc, Fontána, 2009, 284 s., ISBN 978-80-7336-457-1.
85. NOVÁKOVÁ, A.: *Okrasné trávy*. Praha, Grada Publishing, 2004, 98 s., ISBN 80-247-0820-5.
86. ONDŘEJ, J.: *Trávník – základ zahrady*. Praha, Grada Publishing, 1997, 124 s., ISBN 80-7169-478-9.
87. OTEVŘEL, R., STRAKA, J., PŘIBYL, M.: *Trávníky*. Brno, ERA group, 2006, 111 s., ISBN 80-7366-043-1.
88. ÖRDÖG, V., ZOLTÁN, M.: *Plant physiology. Debrecen*, Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem, 2011, 115 s.
89. PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVIČ, P.: *Biomasa*. Praha, FCC PUBLIC, 2004, 286 s., ISBN 80-86534-06-5.

90. PAVLOVÁ, L., FISCHER, L.: *Růst a vývoj rostlin*. Praha, Univerzita Karlova v Praze, 2011, 325 s., ISBN 978-80-246-1913-2.
91. PAZDERŮ, K.: *Význam energie klíčení pro hodnocení kvality osiva*. IN ŠVACHULA, V.: *Osivo a sadba*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009, 164 s., ISBN 978-80-213-1891-5
92. PETŘÍKOVÁ, V.: *Rostliny pro energetické účely*. Praha, Česká energetická agentura, 2005, 34 s.
93. PETŘÍKOVÁ, V., SLADKÝ, V., STRAŠIL, Z. a kol.: *Energetické plodiny*. Praha, Profi Press, 2006, 127 s., ISBN 80-86726-13-4.
94. PRACH, K., JONGEPIEROVÁ, A., JÍROVÁ, A., LENCOVÁ, K.: *Obnova travinných ekosystémů*. Praha, Živa, Divize Nakladatelství Academia, 2009, č. 4, s. 165 – 168, ISSN 0044-4812.
95. PROCHÁZKA, S., MACHÁČKOVÁ, I., KREKULE, J., a kol.: *Fyziologie rostlin*. Praha, Akademie věd České republiky, 1998, 484 s., ISBN 80-200-0586-2.
96. QUI, J., BAI, Y., COULMAN, B., ROMO, J.: *Mechanisms regulating seedling emergence of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) and western wheatgrass (*Pascopyrum smithii* [Rydb.] L.): Dormancy change, seed fate and seeding date*. Environmental and Experimental Botany, Elsevier Science, ročník 62, 2008, č. 2, s. 185 - 194, ISSN 0098-8472.
97. RAHMAN, M., MOSTAFIR, S., LAHDELMA, P.: *Extension of energy crops on surplus agricultural lands: A potentially viable option in developing countries while fossil fuel reserves are diminishing*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, svazek 28, 2013, s. 108 – 119, ISSN 1364-0321.

98. RAWLINS, J., ROUDNY, B., DAVIS, S., EGGET, D.: *Predicting germination in semi-arid wildland seedbeds. I. Thermal germination models*. Environmental and Experimental Botany, Elsevier Science, ročník 76, 2012, č. 2, s. 60 – 67, ISSN 0098-8472.
99. REICHHOLF, J.: *Pole a loky*. Praha, Knižní klub, 1999, 223 s., ISBN 80-7176-873-1.
100. RUDOLPT, W.: *Sanfte Sanierer und grüne Rohstoffpumpe*. Biogas Journal ročník 16, 2013, č. 6, s 66 – 69.
101. RUMBALL, W., MILLER, J., CLAYDON, R.: *Grasslands Tekapo' cocksfoot (Dactylis glomerata L.)*. New Zealand Journal of Agricultural Research, číslo 40, 1997, s. 365 – 367, ISSN 0028-8233.
102. ŘÍMOVSKÝ, K., HRABĚ, F., VÍTEK, L.: *Pícninářství, Polní pícniny*. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně, 1992, 165, ISBN 80-7157-038-9.
103. SHIELD, I., BARRACLOUGHT, T., RICHE, A., YATES, N.: *The yield response of the energy crops switchgrass and reed canary grass to fertiliser applications when grown on a low productivity sandy soil*. Biomass and Bioenergy, Pergamon, číslo 42, 2012, s. 86 – 96, ISSN 0961-9534.
104. SCHAR, CH., VIDAL, L., LUTHI, D., a kol.: *The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves*. Zürich, Nature, Atmospheric and Climate Science, 2004, č. 427, s. 332 – 336, ISSN 0028-0836.
105. SCHMITZ, G., SCHÜTTE, G.: *Plants resistant against abiotic stress*. Hamburg, University of Hamburg Research Center for Biotechnology, 2001, 247 s., ISBN 3-7643-6475-0.

106. SEDIVEC, K., TOBER, D., DUCKWITZ, W., DEWALD, D., PRINTZ, J.: *Grasses for the Northern Plains*. North Dakota, U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service 2010, 89 s.
107. SENNARD, E., MOORE, G.: *Tall wheat grass*. [online] 2006 [cit. 2013-12-08].  
Dostupné z:  
<[http://www.agric.wa.gov.au/objectwr/imported\\_assets/content/past/tall%20wheat%20grass](http://www.agric.wa.gov.au/objectwr/imported_assets/content/past/tall%20wheat%20grass)>.
108. SKLÁDANKA, J.: *Biologie trávnickových druhů*. IN HRABĚ, F., CAGAŠ, B., HEJDUK, S., a kol.: *Vzdělávání v oblasti péče o veřejnou zeleň a travnaté sportovní plochy*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 239 s., ISBN 978-80-7375-242-2.
109. SKLÁDANKA, J.: *Biologie trávnickových druhů*. IN HRABĚ, F., MÜLLER-BECK, K. SKLÁDANKA, J. a kol.: *Zelené vzdělávání*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 300 s., ISBN 978-80-7375-107-4.
110. SKLÁDANKA, J., DOLEŽAL, P., VYSKOČIL, I.: *Trávy*. [online]. 2012 [cit. 2013-11-17].  
Dostupné z:  
<[http://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picvk/index.php?N=3&I=0](http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picvk/index.php?N=3&I=0)>.
111. SOUČEK, J.: *Možnosti zpracování a využití slámy*. Praha, Zemědělec, Profipress, ročník 17, 2009, č. 24, s. 9 – 10, ISSN 1211-3816.
112. SPERRY, J., ADLER, F., CAMPBELL, G., a kol.: *Limitation of plant water use by rhizosphere and xylem conductance: results from a model*. *Plant, Cell and Environment*, ročník 21, 1998, č. 4, s. 347 – 359, ISSN 1365-3040.
113. SPERRY, J., STILLER, V., HACKE, U.: *Water deficits and hydraulic limits to leaf water supply*. *Plant Cell and Environment*, ročník 25, 2002, č. 2, s. 251 – 263, ISSN 1365-3040.

114. STEINBACH, G.: *Trávy lipnicovité, šáchorovité, sítinovité a rostliny podobné travám Evropy*. Praha, Ikar Praha, s.r.o., 1998, 287 s., ISBN 80-7202-260-1.
115. STRAKOVÁ, M., STRAKA, J., MICHALÍKOVÁ, L., PLEVOVÁ, K.: *Kapesní atlas trav*. Rousínov, Ministerstvo zemědělství, 2007, 46 s.
116. STRAŠIL, Z., KOHOUTEK, A., DIVIŠ, J., a kol.: *Trávy jako energetická surovina*. České Budějovice, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. ve spolupráci se Zemědělskou fakultou Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 2011, 36 s., ISBN 978-80-7427-078-9.
117. SVOBODOVÁ, M.: *Trávník*. Praha, Grada Publishing, 2004, 88 s., ISBN 80-247-091.
118. SVOBODOVÁ, M.: *Trávníky*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 1998, 81 s., ISBN 80-213-0380-8.
119. ŠANTRŮČEK, J., MRKVIČKA, J., SVOBODOVÁ, M., a kol.: *Základy pícninářství*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001, 146 s., ISBN 80-213-0764-1.
120. ŠARAPATKA, B., ČÍŽKOVÁ, S.: *Diverzita travních porostů v ekologickém zemědělství ve vztahu k dotační politice 2007*. IN: *Ekológia trávneho porastu VII*, Zborník príspevkov, Banská Bystrica, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva Banská Bystrica, 2007, ISBN 978-80-88872-69-6.
121. ŠARAPATKA, B., HEJCMAN, M.: *Diverzita a ekologické zemědělství*. Praha, Ministerstvo životního prostředí ČR, 2004, 48 s.

122. ŠKODÁČEK, Z., PRÁŠIL, I.: *Suchovzdornost rostlin a její genetická a biochemická podstata*. IN BLÁHA, L., HABERLE, J., HAJÁKOVÁ, L.: *Vybrané kapitoly z fyziologie rostlin a zemědělského výzkumu*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby v.v.i., 2012, 200 s., ISBN 978-80-7427-087-1.
123. ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J., BARANYK, K., a kol.: *Základy rostlinné produkce*. Praha, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze, 2007, 172 S., ISBN: 978-80-213-1340-8.
124. ŠOCH, M.: *Využití trvalých travních porostů jako krajinného prvku*. [online]. 2009 [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <<http://fzp.ujep.cz/projekty/wd-44-07-1/dokumenty/aktivity/A419.pdf>>.
125. TOMAN, J.: *Přírodou krok za krokem*. Praha, Albatros nakladatelství, 2001, 191 s., ISBN 80-00-00912-9.
126. TRNKA, Z.: *Metodika zkoušení osiv a sadby*. [online] 2004 [cit. 2014-01-07]. Dostupné z: <[http://osivo-sadba.cz/wp-content/uploads/Zkouseni\\_Osiva\\_Sadby\\_Metodika.pdf](http://osivo-sadba.cz/wp-content/uploads/Zkouseni_Osiva_Sadby_Metodika.pdf)>.
127. UNDERSANDER, D., CASLER, M., COSGROVE, D.: *Identifying pasture grasses*. Wisconsin, Cooperative Extension Publication 1996, 58 s.
128. URBAN, J., ŠARAPATKA, B.: *Ekologické zemědělství*. Praha, Ministerstvo životního prostředí, 2003, 278 s., ISBN 80-7212-274-6.
129. UŠŤAK, S., STRAŠIL, Z., VÁŇA, V., HONZÍK, R.: *Pěstování chrastice rákosovité *Phalaris arundinacea* L. pro výrobu bioplynu*. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012, 24 s., ISBN 978-80-7427-101-4. a)



130. USŤAK, S., HOLOUBEK, Z., HONZÍK, R., VÁŇA, V.: *Provozní ověření pěstování chrastice rákosovité jako perspektivní energetické plodiny na méně úrodných půdách*. Agritech Science, 2012, č. 1, s 1 – 6, ISSN 1802-8942. b)
131. VASHEGYI, I., CSECH, E., SÉVAI, L., FODOR, F.: *Chelator-enhanced lead uptake, accumulation in energy grass (Agropyron elongatum cv. "Szarvasi-1")*. International Journal of Phytoremediation, Taylor and Frensis, ročník 13, 2011, č. 3, s. 302 – 315, ISSN 1522-6514.
132. VELICH, J.: *Praktické lukařství*. Praha, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1996, 57 s., ISBSN 80-7105-129-2.
133. VESELÁ, M.: *Trávy*. IN ŠANTRŮČEK, J., MRKVIČKA, J., SVOBODOVÁ, M., a kol.: *Základy pícninářství*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001, 146 s., ISBN 80-213-0764-1.
134. VORLÍČEK, Z., HANUŠ, O., ŠINDELKOVÁ, I.: *Zvýšení podílu energie v objemných krmivech ekologických farem pěstováním vhodných travních a jetelovino-travních směsí*. Troubsko, Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o. Troubsko, 2009, 16 s., ISBN 978-80-86908-09-0.
135. WEBER, E.: *Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds*. Zurich, CAB International, 2003, 560 s., ISBN 0-85199-695-7.
136. WEGER, J.: *Energetické plodiny v České republice a v EU*. [online]. 2011 [cit. 2013-10-07]. Dostupné z: <<http://mail.vukoz.cz/vuoz/biomass.nsf/pages/a.html>>.
137. WEGER, J., STRAŠIL, J., HONZÍK, R., BUBENÍK, J.: *Možnosti pěstování biomasy jako energetického zdroje v Ústeckém kraji*. Průhonice, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i, 2012, 78 s., ISBN 978-80-85116-66-3.

138. WILKINS, P., HUMPHREYS, M.: *Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture*. Journal of Agricultural Science, Cambridge University Press 2003, s. 129 – 150, ISSN 1916-9752.

## 9 Přílohy



Obrázek 7 Pohled na pokusná políčka



Obrázek 8 Odebírání fytomasy Szarvasi I z pozemku



Obrázek 9 Tzv. čtvrtmetrovka s porostem Szarvasi I



Obrázek 10 Odebraná fytomasa z pozemku před první sklizní



Obrázek 11 Porost chrastice rákosovité před první sklizní



Obrázek 12 Fytomasa v sušičce