

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: 4106T019 Agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Význam trvalých travních porostů a suchovzdornost vybraných
druhů trav - ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius L.*) a srha
laločnatá (*Dactylis glomerata L.*)**

Autor diplomové práce:

Bc. Jaroslav Bernas

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Význam trvalých travních porostů a suchovzdornost vybraných druhů trav - ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.) a srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.)“ vypracoval samostatně, a veškerá použitá literatura, kterou cituji, je zařazena do seznamu v závěru práce. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 27. 4. 2012

.....

Bc. Jaroslav Bernas, autor

Poděkování:

Tímto si dovoluji poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Moudrému, Ph.D. a konzultantovi prof. Ing. Janu Moudrému, CSc. za cenné rady, odborné připomínky a všestrannou pomoc při vypracování diplomové práce. Dále děkuji technickým pracovníkům katedry aplikovaných rostlinných biotechnologií za pomoc při terénních pracích.

V Českých Budějovicích dne 27.4. 2012

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na trvalé travní porosty a na jejich všeobecný význam a využití. Dalším hlavním tématem je suchovzdornost vybraných travních druhů (*Arrhenatherum elatius L.* a *Dactylis glomerata L.*). Tato část se zabývá odolností trav na projevy sucha, reakcí na nedostatek vody a vlivem nedostatku vody na produkci a růst. Práce vychází z laboratorních pokusů, kde se pozorovala klíčivost trav při nedostatku vody. Výsledkem je porovnání vybraných travních druhů a jejich reakce na nedostatek vody při klíčení. Dílčím úkolem bylo i porovnání výnosů sušiny při jarní seči u sledovaných druhů trav.

Klíčová slova: Trvalé travní porosty, suchovzdornost, vodní stres

Abstract

The thesis is focused on permanent grassland and their general importance and their use. Another major theme is the drought of selected grass species (*Arrhenatherum elatius L.* and *Dactylis glomerata L.*). This part deals with the protection from droughts, the reaction to the lack of water, the lack of water and its influence on production and growth. The work is based on laboratory experiments, which examined the germination of grass in the absence of water. The result is a comparison of selected grass species and their reaction to the lack of water during germination. Partial task was to compare yields from dry after spring harvest.

Keywords: Permanent grassland, drought, water stress

1 ÚVOD	6
2 Literární přehled	7
2.1 Význam a využití travních porostů	7
2.1.1 Obecná charakteristika travních porostů	7
2.1.1.1 TTP dle vzniku	9
2.1.1.2 TTP dle způsobu využití.....	10
2.1.2 Historie TTP	11
2.1.3 Produkční funkce luk a pastvin	12
2.1.4 Vybrané mimoprodukční funkce	15
2.1.4.1 Mimoprodukční funkce luk	16
2.1.4.2 Mimoprodukční funkce pastvin	17
2.1.4.3 Estetika	18
2.1.4.4 Biodiverzita – druhové složení.....	18
2.1.5 Rozloha	20
2.1.6 Sečení a pastva	22
2.2 Vliv prokořenění na erozi	24
2.2.1 Protierozní ochrana	24
2.2.2 Kořenový systém trav	26
2.3 Vhodnost trav pro různé klimatické a půdní podmínky	28
2.3.1 Podnebí.....	28
2.3.2 Vliv podnebí na floristické složení.....	28
2.3.3 Ekolog. požadavky	29
2.3.3.1 Vodní režim TTP	30
2.3.3.2 Výživa a ošetřování TTP.....	33
2.4 Odolnost trav proti suchu	36
2.4.1 Mrazuvzdornost	39
2.4.2 Vodní režim rostlin	40
2.4.3 Klíčení semen.....	42

2.4.4 Vodní stres	44
2.4.5 Výnosová variabilita - vliv počasí.....	45
2.4.6 Konkurenční schopnost	47
2.5 Specifikace travních druhů	48
2.5.1 Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius</i> L.) (Median)	48
2.5.1.1 Charakteristika	48
2.5.1.2 Botanické zařazení a popis.....	48
2.5.1.3 Nároky na stanoviště	49
2.5.1.4 Používané odrůdy (odrůda Median)	49
2.5.2 Srha laločnatá (<i>Dactylis glomerata</i> L.) (Toscali a Padania)	50
2.5.2.1 Charakteristika	50
2.5.2.2 Botanické zařazení a popis.....	50
2.5.2.3 Nároky na stanoviště	51
2.5.2.4 Používané odrůdy (odrůda Toscali a Padania).....	52
3 Cíl práce.....	53
4 Materiál a metodika.....	54
4.1 Projekt	56
4.2 Laboratoř, pracoviště.....	56
4.3 Založení vzorku a péče.....	57
4.4 Selektce, sčítání a vyhodnocení.....	59
5 Výsledky a diskuse	61
5.1 Suchovzdornost vybraných druhů trav.....	61
5.2 Maloplošné parcelky	70
6 Závěr	74
7 Literatura	76
8 Přílohy	85

1 ÚVOD

Travní porosty představují ve středoevropských podmínkách významný prvek krajiny i soustavy hospodaření na půdách. Travní porosty mají krom produkčního významu celou řadu nenahraditelných ekologických funkcí, kterými ovlivňují celkovou biologickou rovnováhu krajiny. Travní porosty vynikají nad ostatními zemědělskými kulturami v ochraně půdy před větrnou a vodní erozí. Tato funkce je zajištěna celoročním pokryvem půdy, který zpomaluje odtok srážkové vody a zvyšuje její vsakování. Travní porosty zajišťují také ochranu půdy v záplavových oblastech vodních toků a částečně tak omezují jejich zanášení a eutrofizaci.

Travní porosty mají i vodohospodářskou funkci, která má životně důležitý význam, spočívající především v zadržování srážkové vody. V našich podmínkách jsou vodní zdroje omezené a z území vody odtékají. Infiltrace dešťových srážek do půd travních porostů je vyšší než u orných půd. Tím je zaručena převážně stálá zásoba podzemní vody, která pozitivně ovlivňuje dostatek vody ve vodních tocích a vodní režim půd v nejproduktivnějších oblastech.

Voda patří z globálního hlediska mezi nejdůležitější zdroje v zemědělství. Největší konzument vody je v zemích EU i u nás zemědělství. Velká část EU se pomalu dostává do situace, kdy přirozené zdroje vody jsou menší, než-li spotřeba. To vede ke snaze dosáhnout různými cestami vyšší efektivnosti využití vody v produkci rostlinné jak v systému závlah, tak pomocí fyziologických zákonitostí. V moderní době je sucho největším problémem zemědělců. Sucho je forma přírodní katastrofy, která se projevuje nedostatkem srážkové a nebo podzemní vody. V důsledku měnících se podmínek počasí se dá očekávat, že sucho bude stále více častějším jevem. Je tedy nezbytné hledat v rostlinné produkci druhy a odrůdy co možná nejvíce odolné vůči suchu a sledovat jejich suchovzdornost. Člověk bojuje se suchem umělým zavlažováním rostlin. Při využití povrchové vody používá nejčastěji zavlažování postřikem (postřikovacím zařízením), podmokem (rozvod náhony a příkopy do brázd, kde se voda vsakuje), záplavou. Kromě umělého zavlažování je třeba v zemědělské praxi především zajistit agrotechnická opatření, která spočívají především střídání plodin náročných na vodu s rostlinami méně náročnými.

2 Literární přehled

2.1 Význam a využití travních porostů

2.1.1 Obecná charakteristika travních porostů

Jednou z nejvýznamnějších skupin z víceletých pícnin pěstovaných na orné půdě jsou pícní trávy, které mimo ornou půdu jsou důležitou složkou trvalých travních porostů (luk, pastvin) a trávníků (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Travní porosty, též drnový fond, přírodní nebo trvalé travní porosty představují v našem zemědělství nejrozsáhlejší skupinu pícnin (KLESNIL et al., 1980). Travní porosty jsou velmi složitými společenstvy s komplikovanými a zatím vzájemně ne plně prozkoumanými vztahy (KVÍTEK et al., 1997). Trvalé travní porosty jsou však ve všech evropských zemích významným krajinným prvkem s mnohdy cennými a pro jednotlivé oblasti charakteristickými společenstvy rostlin a živočichů (KVAPILÍK, KOHOUTEK, 2009). Význam víceletých pícnin, kam patří i některé trávy, jako zdroje kvalitního krmiva a zúrodňující složky osevních postupů se stále zvyšuje (ŠANTRŮČEK et al., 1995). Většina lučních porostů u nás je výsledkem lidské činnosti. Druhové složení luk závisí na geologické poloze (včetně nadmořské výšky), stanovištních podmínkách a na způsobu obhospodařování (pastva, či frekvence a doba sečí, pratotechnika) (KVÍTEK et al., 1997). KOHOUTEK et al. (2007) udává, že převážná část výměry TTP se nachází ve vyšších nadmořských výškách s horším geologicko-petrografickým substrátem než je v úrodných nížinných polohách, což ovlivňuje jejich produkční potenciál.

Trvalý travní porost (TTP) je charakterizován jako trvalé, smíšené společenstvo početných jednoděložných a dvouděložných druhů, jehož druhová skladba je funkcí komplexu ekologických faktorů (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Trvalé travní porosty jsou zemědělské pozemky se souvislým pokryvem s převahou travin ve vytrvalých lučních či pastevních porostech, bez ohledu na označení pozemku v katastru nemovitosti (Nařízení vlády č.24/1999), zákon č.252/1997 Sb. (O zemědělství) definuje TTP jako stálou pastvinu, popřípadě souvislý porost s převahou travin určený ke krmným účelům nebo technickému využití, který může být nejvýše 5 let rozorán za účelem zúrodnění (KOLLÁROVÁ et al., 2007).

Travními porosty je nazýváme pro převahu druhů z čeledě lipnicovitých (*Poaceae*) (MRKVIČKA, 1998). Z trvalého charakteru travních porostů vyplývá, že není nutné každoroční zpracování půdy, setí apod. Tomu odpovídá relativně vysoká výnosová jistota a nízké náklady na produkci píce a to při širokém rozsahu intenzity hospodaření od extenzivního po vysoce intenzivní (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Travní porosty představují ve středoevropských podmínkách významný prvek krajiny i soustavy hospodaření na půdě (MRKVIČKA, 1998).

Trávy patří do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), která je nesmírně bohatá. Celosvětově je určeno přes 3500 druhů. Na území ČR v přirozených i kulturních porostech se vyskytuje asi 240 druhů, z nichž mnohé nemají praktický význam. Na utváření travních společenstev se významně podílí pouze 30-40 druhů (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Význam smíšeného lučního společenstva spočívá nejen v plnohodnotnosti píce pro skot, ale i v dokonalejším využití půdního a nadzemního prostoru pro růst a tvorbu výnosu píce (VELICH, 1996).

Z biologických vlastností trav jsou pro produkci píce nejdůležitější rychlost vývinu, vytrvalost, stádijní vývoj, odnožování a konkurenční schopnost. Rychlost vývinu je doba, v průběhu které vysetá tráva dosáhne plný rozvoj a poskytne maximální výnos píce. Vývin je nepřímě úměrný vytrvalosti. Nejrychlejší vývin má jílek mnohokvětý, jílek vytrvalý a ovsík vyvýšený (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Travní porosty mají vysokou výnosovou schopnost, která vyplývá z toho, že smíšené společenstvo komplementárněji využívá půdní prostor k příjmu vody a živin i nadzemní prostor k zachycení slunečního záření (VELICH et al., 1991). Biomasa je v našich podmínkách nejperspektivnější obnovitelný zdroj energie. Její energetické využití má mnohostranný význam (MOTLÍK, VÁŇA, 2002). V současné době se na celé světě zvyšuje zájem o využití rostlinné biomasy jako obnovitelného energetického zdroje, a to především z důvodu omezení produkce skleníkových plynů a snižování produkce biologických odpadů (SOUČKOVÁ et al., 2006). Důležitou součástí v produkci biomasy je dřevní hmota z lesů. Slabým místem této produkce je přímá úměra s množstvím hmyzích škůdců, kteří produkci ovlivňují (GRASSI, ZIBETTA, 1986). Rostlinná biomasa je tvořena řadou sloučenin; jako zdroj energie mají největší význam celulóza, hemicelulózy, škrob, lignin, oleje a pryskyřice (MURTINGER, 2007). Biomasa z luk a pastvin je v mnoha směrech vhodná pro výrobu energie. Je vhodná jako vstupní surovina pro výrobu bioplynu.

Formy využívání travních porostů si mohou konkurovat, například využití pro biomasu na výrobu bioplynu a využití pro živočišnou výrobu (PROCHNOW et al., 2009).

Většina travních porostů je součástí malo – či velkoplošných chráněných území nebo jsou zařazeny do kostry ekologické stability při tvorbě ÚSES (KVÍTEK et al., 1997). Trvalé travní porosty jsou také nedílnou součástí ekologického zemědělství, které je důležitou alternativou hospodaření pro ty zemědělské činnosti a oblasti hospodaření, kde je žádoucí upřednostnit ochranu přírody a udržování či zvyšování biodiverzity prostředí, ve kterém žijeme, nad krátkodobým ekonomickým ziskem (MOUDRÝ, MOUDRÝ, ROZSYPAL, 2007).

2.1.1.1 TTP dle vzniku

Louky a pastviny, nazývané podle převažující agrobotanické složky travními porosty, rozdělujeme podle vzniku na původní, přírodní a seté (VELICH et al., 1991).

a) Původní travní porosty

Trvalá společenstva, která se vyvinula na stanovištích, jejichž podmínky vylučují existenci lesa. Jsou to stanoviště nad hranicí lesa s dlouhodobou sněhovou pokrývkou, s velmi drsnými klimatickými podmínkami (náhorní travní porosty – hole) (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Většina nich se u nás nachází nad hranicí lesa (1200-1500m.n.m.) (VELICH, 1996). Dále jsou to lokality na příkrých svazích, na rašelinách, v povodí toků s pravidelnými záplavami. Jejich floristické složení je v rovnováze s komplexem stanovištních podmínek. Jsou botanickou zvláštností a jejich význam je omezený (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Původní travní porosty z geobotanického hlediska představují v podstatě klimatogenní, druhově velmi pestré fytoocenózy. Jako klimaxová společenstva jsou v mírném pásmu velmi vzácná, neboť se udržela pouze v subalpínském pásmu nebo jako fragmenty stepních společenstev. Převážná většina luk a pastvin ve střední Evropě má nyní antropogenní charakter, tj. vliv práce člověka (PETR et al., 1987).

b) Přírodní travní porosty

Trvalá společenstva (fytoocenózy) vzniklá samozatravněním po určitém zásahu člověka do lesního společenstva, které se udržují pravidelným využíváním (sečením, pastvou nebo kombinovaně), zabráňujícím zalesnění. Jejich floristické

složení je výrazně ovlivněno činností člověka (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Většina přírodních travních porostů se vyznačuje velkou proměnlivostí druhového složení i bez zásahů člověka (KVÍTEK et al., 1997). Vyznačují se dobře vyvinutým a zapojenějším drnem a přítomností charakteristických lučních druhů (např. toten lékařský, hrachor luční aj.) (VELICH, 1996). Podle intenzity obhospodařování (hnojení, ošetřování) mohou být nekulturní, polokulturní nebo kulturní. Druhové složení je v rovnováze s komplexem stanovištních podmínek (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Jsou významným zdrojem píce, zejména v bramborářském a horském výrobním typu, kde se nachází 86 % z celkové plochy trvalých travních porostů (TTP) v ČR (VELICH et al., 1991).

c) Uměle založené travní porosty

Vznikají vysetím směsí kulturních trav a jetelovin za účelem dočasného až trvalého využívání. Tyto umělé fytoocenózy jsou ve svém druhovém složení výrazně ovlivněny složením vyseté směsi (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Po uplynutí dosti dlouhé doby (10-20 let) nabývá setý porost charakteru přírodního porostu a stává se obrazem (funkcí) stanoviště (VELICH, 1996). Bývají v průměru mnohem produktivnější, ale autoregulační stabilita je snižena (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Intenzivní louky a pastviny jsou kulturní nebo umělé travní porosty s vysokou úrovní pratechniky (hnojení, mechanické ošetřování apod.). Intenzivní louky jsou v optimálních podmínkách nejméně třísečné, intenzivní pastviny lze využít na 5 pastevních cyklů (KVÍTEK et al., 2004). Intenzita obhospodařování není závislá na abiotických faktorech, ale na tendenci sklonu klesat s nadmořskou výškou. To znamená, že oblastí nejvíce náchylné k intenzifikaci lze objevit na mírných svazích nižších poloh, kde je potenciálně vysoká výnosnost, nízké výrobní náklady a dobrá dostupnost pro mechanizaci (PETER et al., 2008).

2.1.1.2 TTP dle způsobu využití

1) Absolutní louky

Jsou využívány pouze sečně, pastva je zde znemožněna nedostatečnou únosností drnu, zejména v první polovině vegetačního období a na podzim. Toto je ovlivněno vlhkostním režimem, mělkostí a štěrkovitostí půdy a erozním ohrožením (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Umožňují pouze sečné využívání lehčími stroji v obdobích s nižší vlhkostí půdy (VELICH, 1996).

2) Absolutní pastviny

Jsou neoratelné plochy, kde svažitost a nerovnost povrchu znemožňují sečení (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Nacházejí se na stanovištích se sklonem nad 15-20° (VELICH, 1996).

3) Pastevní louky

Umožňují kombinované využití sečením i pastvou. Mohou být absolutní (neoratelné) i obnovitelné (oratelné) (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Pícninářsky jsou nejpříznivějším typem luk (VELICH, 1996).

4) Speciální travní porosty

Určeny k nezemědělskému využití (okrasné, hřišťové, protierozní aj.) (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

2.1.2 Historie TTP

Z historického hlediska travní porosty vždy patřily k základním zdrojům obživy člověka, zejména v horských oblastech, kdy se jako alternativní zdroj mouky využíval pýr plazivý (GÁBORČÍK et al., 2006). Typické travní porosty jsou omezeny hlavně na oblast mírného pásma. Proto lukařství a pastvinářství má největší tradici v evropských státech (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Od příchodu prvních pastevců až do starší doby železné (750 – 500 př. n. l.) byl chov hospodářských zvířat založen převážně na pastvě. Teprve v průběhu 19. století se zvířata v souvislosti s intenzifikací zemědělství a zaváděním osevních postupů mnohde celoročně nebo po značnou část roku dostávala do stájí, aby zajistila dostatečnou produkci chlévské mrvy pro zvětšující se produkci luk a polí (HÁKOVÁ et al., 2004).

K rozsáhlému zornování a snižování podílu TTP ze zemědělské půdy v České republice došlo v letech 1950-1980 (ŠANTRŮČEK et al., 2001). V tomto období došlo ke snížení plochy TTP na zemědělské půdě z 25 % na 17 % (VELICH, 1996). MRKVIČKA (1998) uvádí, že došlo ke snížení z 24 % na 21 %. Vývoj ploch travních porostů v posledním období vykazuje vzrůstající tendenci. Travní porosty zaujímají cca 950tis. ha (stav k 1.1.1999 dle statistické ročenky ČR), z toho louky 663tis. ha a pastviny 284tis. ha. Toto činí přibližně 22,10 % výměry ze zemědělské půdy (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Dle VELICHA (1996) se podíl luk z plochy TTP podle dosud tradičně uplatňované statistické evidence pohybuje kolem 70 %, zbytek

je evidován jako pastviny. Přijetí koncepce „dosažení soběstačnosti ve výrobě obilovin“, znamenalo zvýšené rozorávání trvalých travních porostů, především ve vyšších polohách, za účelem zvýšení výměry orné půdy.

Od roku 1920 bylo v České republice rozoráno 260 tisíc ha luk, tedy jedna čtvrtina z původní rozlohy asi jednoho milionu hektarů (KVÍTEK et al., 1997).

2.1.3 Produkční funkce luk a pastvin

Píce travních porostů je původním a nejrozšířenějším zdrojem výživy skotu. Smíšené, druhově pestré luční společenstvo poskytuje píci s vyváženým obsahem organických i anorganických živin (VELICH, 1996). Svoji celospolečensky významnou úlohu mohou travní porosty plnit při pravidelném využívání produkované píce, což je podmíněno chovem polygastrických zvířat, ovcí apod. (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Tradičním, ekologickým a smysluplným způsobem využívání trvalých travních porostů (TTP) je chov přežvýkavců a koní (KVAPILÍK, KOHOUTEK, 2009). Údržba travních porostů bez chovu skotu pouhým sečením nebo mulčováním nepřináší celospolečensky návratnost nákladů, ale působí problémy s rozkladem biomasy, poškozením spodních vod nitráty, nepříznivé změny spektra porostu apod. (POZDÍŠEK et al., 2004). Způsob, doba i frekvence využití významně ovlivňují produkční schopnost travních porostů a především kvalitu píce (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Pod pojmem využití travních porostů rozumíme – kdy (v jaké fázi), jakým způsobem (kosením, spásáním, mulčováním) a jak často je příslušný porost sklizen (KONVALINA et al., 2007). Travní porosty mají významnou produkční úlohu při zajišťování krmivové základny a jejich význam vzrůstá se stoupající nadmořskou výškou (PETŘÍK et al., 1987). K pastvinám se přiřazují i takové luční porosty, které jsou pastvou ovlivněny, ale hlavní způsob jejich využití je výroba konzervovaných krmiv (sena, travní siláže) (MLÁDEK et al., 2006). Určující faktory pro trvalou prosperitu trvalých travních porostů, ať přirozených nebo umělých, jsou především zásoba živin, vody a pravidelná sklizeň (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Pro tvorbu nové organické hmoty má dle POSPIŠILA a VILČEKA (2000) nenahraditelné zastoupení sluneční záření, které je zdrojem energie pro všechny fyziologické procesy v rostlinných společenstvech.

Travní porosty zajišťují hospodářské a sociální funkce, které v podmínkách okrajových (marginálních) oblastí tvoří převážně přirozené fytoocenózy a představují pro člověka trvalý zdroj obživy a možnost jeho existence ve spojení s chovem hospodářských zvířat (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Louky jsou zdrojem levné přirozené píce pro skot, ostatní přežvýkavce a koně. Levnost produkce luční píce vyplývá z toho, že odpadají náklady na zpracování půdy a zakládání porostů, zejména u dlouhodobějších až trvalých lučních porostů. Louky se náklady na produkci 1t píce řadí spolu s víceletými pícninami k nejlévnějším zdrojům píce a předčí je pouze pastviny (VELICH, 1996).

Travní porosty se z hlediska mírného pásma dělí na mezofilní, produkčně výkonnější travní společenstva, a xerofilní stepní asociace. Zatímco travní mezofyta produkují podle úrovně výživy 3-10 t/ha sušiny, pak produkční schopnost xerofyt činí pouze 1-3 t/ha (PETR et al., 1987).

Dlouhodobější až vytrvalé luční porosty plně využívají celé vegetační období k růstu a tvorbě výnosu. Výnosy suché píce se pohybují v rozmezí 3-10 t/ha i více, a to v závislosti na přirozené úrodnosti a vodním režimu lučních stanovišť a na úrovni hnojení, zejména dusíkem (VELICH, 1996). MRKVIČKA (1998) uvádí, že výnosová variabilita je vzhledem k ekologickým podmínkám velmi široká (1-15 t/ha), totéž tvrdí i KOLLÁROVÁ et al. (2007) a píše, že závisí také na způsobu údržby TTP. Výnosy sušiny píce z luk se v posledních 10 (20) letech pohybují kolem 3-4,5 t/ha a píce pastvin asi 1,5 t/ha, což je u spásaných porostů velmi nepřesné v důsledku odhadů. Nízké a kolísavé výnosy ukazují na málo intenzivní obhospodařování travních porostů (KLESNIL et al., 1980). Produkce travního porostu také závisí na jeho výšce a hustotě (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). Jako nejproduktivnější trávy lze označit sruhu říznačku, jílek mnohokvětý, ovsík vyvýšený, kostřavu rákosovitou, bojínek luční a chrastici rákosovitou (VELICH et al., 1991). ŠANTRŮČEK et al. (1995) popisuje jílek mnohokvětý, sruhu říznačku a bojínek luční, taktéž jako travní komponent podporující výnosovou jistotu a omezující zaplevelení.

Nejvyšší produkce na travních porostech (>10 t/ha) je dosahováno v oblastech Atlantiku. Tyto oblasti tvoří severozápadní Španělsko, západní Francie, Irsko, Wales a Anglie, Benelux, sever Německa a jihozápadní část Norska. Nejvyšší

zaznamenané výnosy jsou v Nizozemí, kde je ve vhodné kombinaci vhodné klima a pastevní využití (SMIT, METZGER, EWERT, 2008).

Regiony s nejnižší produktivitou jsou ve Středomoří. Zde se louky a pastviny potýkají s velkým vlhkostním stresem a roční výnosy jsou omezeny v průměru na 1,5 t/ha. Mírně vyšší výnosy jsou dosahovány v horských oblastech (např. Pyreneje a Sierra Nevada (Španělsko), Balkán a na sever Řecka). Při použití závlahy se však výnosy dosahují až 15 t/ha. Středomořské pastviny jsou velmi rozmanité ekosystémy, skládající se z mnoha druhů trav a bylin (SMIT, METZGER, EWERT, 2008).

Díky nízkým nákladům na udržování lučních porostů umožňují louky produkci levné píce v poměrně širokém rozmezí intenzity hospodaření. U polních pícnin a plodin je tato možnost velmi omezená. Např. kukuřici na siláž je nutno vzhledem k poměrně vysokým nákladům na založení porostu pěstovat velmi intenzívně a dosahovat výnosy sušiny nejméně 10 t/ha, jinak se její pěstování stává neefektivní (VELICH, 1996).

Výnosnost, druhové složení a kvalita píce jsou výsledkem působení komplexu stanovištních podmínek ať již relativně stálých, pratotechnicky neovladatelných (orografické, klimatické a některé půdní podmínky), tak i pratotechnicky ovladatelných (vodní a výživný režim, využívání porostu aj.). Obecně zde platí vztah, že trvalý travní porost je více méně přesnou funkcí komplexu stanovištních podmínek (VELICH et al., 1991). Velké rozdíly v produktivitě pastvin v Evropě jsou způsobeny regionálními rozdíly a způsobem využívání. Produkce je také v korelaci s ročními srážkami, průměrnou roční teplotou a délkou vegetačního období (SMIT, METZGER, EWERT, 2008).

Při snižování podílu luk ze zemědělské půdy vzrůstá potřeba organických hnojiv pro zvýšený podíl orné půdy a současně se zmenšuje zdroj organické hmoty (píce) z luk, které nutně nevyžadují organické hnojení (VELICH, 1996).

Ekonomika způsobu údržby travních porostů např. chovem ovcí není ztrátová ani za předpokladu, že dopravní vzdálenosti od chovatele na pastvinu nepřesahují 40-50km (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Ekonomický význam pastvy skotu spočívá v možnosti efektivního využívání travních porostů (zejména svahových), dosažení vysoké užitkovosti a produktivity práce při menších požadavcích na stavební a strojní investice (KLESNIL et al., 1980). Spásání travních porostů není pouze

nejekonomičtějším způsobem využití travních porostů; má rovněž nezanedbatelný přínos pro člověka, hospodářská zvířata a životní prostředí (KONVALINA et al., 2007).

2.1.4 Vybrané mimoprodukční funkce

Tento ekosystém (TTP) má současně význam i mimoprodukční (stabilizační, produkce kyslíku, filtrační, protierozní, estetickou, krajnotvornou aj.) (GÁBORČÍK et al., 2006). Trvalé travní porosty jsou kombinací různých ekologických funkcí z oblasti ochrany přírody, vody, půdy a klimatu. Přeměna travních porostů na ornou půdu je doprovázena výrazným úbytkem těchto funkcí (NITSCH et al., 2012).

Travní porosty mají vedle zemědělského významu i velmi důležité a nenahraditelné mimoprodukční (nevýrobní) funkce. Soubor těchto funkcí je dán již jejich vznikem v historických dobách (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Mimoprodukční funkce travních porostů také představují významný stabilizační prvek pro krajinu (MRKVIČKA, 1998). Jedná se především o ochranu půdy v inundačních územích vodních toků. Dále ochrana půdy před erozními vlivy vody všeobecně a zvláště na svažitéch terénech (KLESNIL et al., 1980). Tyto příznivé vlastnosti mají jak přírodní, tak i umělé travní porosty. Naopak umělý, správně hnojený výnosný travní porost chrání půdu lépe než nekulturní přírodní trvalý porost, jehož drn nemá potřebnou pevnost a hustotu (PETŘÍK et al., 1987). Travní porost je třeba využívat i pro jeho regenerující účinky na půdní úrodnost a využívat ho při střídání plodin (VACH et al., 1996).

Travní porosty mají také velký význam v ochraně hydrosféry před kontaminací různými chemickými látkami. Tento význam se bude se vzrůstající chemizací rostlinné výroby stále zvyšovat (KLESNIL et al., 1980).

Výměna plynů nad travními porosty pozitivně ovlivňuje kvalitu ovzduší. V průběhu fotosyntetického procesu odebírá porost z ovzduší oxid uhličitý, který fixuje v produkované biomase za současné výroby kyslíku. Omezuje tím nepříznivé působení skleníkového efektu a proces globálního oteplování (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Prostřednictvím polygastrických zvířat je organická hmota ze zkrmené píče transformována, zčásti se v procesu trávení rozkládá. Zbývajících 30-40 % přijaté organické hmoty je vylučováno výkaly. Organická hmota ve formě statkových hnojiv

se uplatňuje především na orné půdě a je významným faktorem její úrodnosti (MRKVIČKA, 1998).

Neužité, strukturní a humózní půdy trvalých travních porostů mají vysokou infiltrační schopnost. Tento efekt se uplatňuje zejména na svažitéch pozemcích, kde TTP zvyšují retenční schopnost půdy, zvláště při přívalových a dlouhotrvajících deštích (KOLLAROVÁ et al., 2007).

2.1.4.1 Mimoprodukční funkce luk

Luční porost je víceleté až vytrvalé smíšené společenstvo trav, jetelovin a ostatních dvouděložných druhů vytvářející drn, které se udržuje pravidelným využíváním nebo extrémně drsnými klimatickými podmínkami, znemožňující existenci lesa (VELICH, 1996). Pokud není porost využíván, přechází postupně zpět do stádia lesa (KVÍTEK et al., 1997). Intenzivně kultivované louky patří k nejvíce druhově bohatým druhům půd v Evropě (NITSCH et al., 2012). Jejich obnova, poté co jsou zničeny nebo přeměněny, je velmi obtížná a zdoluhavá (KLEIJN et al., 2009). V porovnání s ornou půdou, jsou charakterizovány vysokým obsahem uhlíku, zejména v půdní organické hmotě (NITSCH et al., 2012).

Louky mají kromě produkční funkce další, stejně významné a nezastupitelné mimoprodukční ekologické funkce v tvorbě a ochraně krajiny a životního prostředí. Především je to bezpečná ochrana půdy před erozí na svažitéch plochách a v zaplavovaných územích kolem vodních toků (VELICH, 1996). Trvalý vegetační kryt chrání půdu před vysycháním, přímým slunečním zářením a proti účinku dešťových kapek, a proto mají travní porosty schopnost zadržovat vodu a zajišťují tak prevenci proti škodám z přívalových dešťů (ŠARAPATKA et al., 2006).

Louky mají význam nejen jako ochranná bariéra vodních zdrojů v pásmech hygienické ochrany (PHO), ale také jako prostředek k omezení ztrát splavováním živin z výše položených polí. Jejich sklizením vrátíme tyto živiny do zemědělského ekosystému (VELICH, 1996). Nadzemní biomasa TTP zachycuje na svém povrchu velké množství vody a snižuje tak rychlost povrchového odtoku a přispívá k jeho zadržení (KOLLAROVÁ et al., 2007).

Louky jsou jedním ze základních prvků přírodní rovnováhy a stability kulturní zemědělské krajiny. Plné uplatnění jejich mimoprodukčních funkcí podporuje stát dotacemi, které by měli zemědělci při hospodaření na loukách a

pastvinách co nejvíce využívat (VELICH, 1996) i na úkor toho, že zemědělství patří z hlediska harmonizace českých legislativních norem s evropskými k jednomu z nejobtížnějších (HRABÁNKOVÁ, BRANDOVÁ, 2001).

Využívané travní porosty představují z hlediska ochrany životního prostředí, zejména hydrosféry, jednu z nejlepších a nejlevnějších možností (MRKVIČKA, 1998). Jsou nejdokonalejší ochranou půdy před erozí a vodních zdrojů před znečištěním škodlivými látkami, zejména nitráty (VELICH, 1996).

2.1.4.2 Mimoprodukční funkce pastvin

Při pohledu do dnešní krajiny to nevypadá, ale pastva je jedním z hlavních faktorů, které utvářely evropskou přírodu (MLÁDEK et al., 2006). Pastviny se od lučních společenstev liší četností odběrů nadzemní biomasy, což se projevuje ve vegetačním krytu (ŠARAPATKA et al., 2006). Extenzívně obhospodařované pastviny mají nízké vyplavování dusičnanů v mimovegetačním období srovnatelné se sečnými porosty (KVÍTEK et al., 2004). Pastviny poskytují řadu zásadních lokálních funkcí pro životní prostředí, jako je ukládání uhlíku, ochrana podzemních a povrchových vod (PROCHNOW et al., 2009).

Vodohospodářská funkce travních porostů spočívá především v zadržování srážkové vody. Infiltrace dešťových srážek do půd luk a pastvin je vyšší než u půd intenzivně obdělávaných. Tím je zajištěna převážně stálá zásoba podzemní vody (MRKVIČKA, 1998). Trvalé travní porosty mohou být rezervoáry vody tehdy, mají-li vysokou produkční schopnost a podmínky pro velkovýrobní využívání (KLESNIL et al., 1980).

Luční a pastevní porosty jsou převážně zdrojem kvalitního humusu. V podmínkách příznivých pro mineralizaci půdní organické hmoty se ustálí mírně snížená hladina celkového půdního dusíku. Tyto procesy dále působí na zadržování srážkové vody. To má zvláštní význam v našich podmínkách, kde jsou vodní zdroje omezené a z našeho území vody odtékají (MRKVIČKA, 1998).

Je nutno dodržovat správné zatížení pastvin velikostí stáda, aby nedocházelo k nevratnému poškození drnu. V místech soustřeďování pasených zvířat a v zimním období je nutno přijímat taková opatření, aby zde nedocházelo k erozi, vyšlapávání drnu a kontaminaci vod (KVÍTEK et al., 2004). Množství zvířat na pastvině se označuje jako zatížení pastviny. Zatížení pastviny je vyjadřováno počtem nebo

hmotností zvířat na jednotku plochy. Obvykle se v České republice udává v počtech dobytčích jednotek (DJ) na 1ha pastviny (1 DJ je 500 kg živé hmotnosti zvířete – ovce a koza 0,2 DJ, kůň 1,3 DJ a skot 1,0 DJ), v zahraničí se udává i vyjádření v kg nebo i v počtech kusů druhů zvířat stejné kategorie na 1ha (HÁKOVÁ et al., 2004).

2.1.4.3 Estetika

Louky a pastviny působí esteticky v krajinném prostředí (KLESNIL et al., 1980). Estetická funkce travních porostů se uplatňuje v širokém měřítku (vzhled krajiny). V horských oblastech a podhorských oblastech zajišťují travní porosty v makroreliefu estetický vzhled krajiny porosty holin, v nížinných polohách pak přirozené louky v nivách vodních toků. Obdobně plní estetickou funkci různé trávníky (krajinné aj.) (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Jsou významným krajnotvorným prvkem utvářejícím kulturně-estetický vzhled krajiny s mnohdy cennými a pro jednotlivé oblasti a způsoby využívání charakteristickými společenstvy rostlin a živočichů (FRYDRYCH et al., 2010). V ČR je pro údržbu travních porostů dotační titul Mze dle specifikovaných podmínek (MRKVIČKA, 1998).

2.1.4.4 Biodiverzita – druhové složení

Přírodní trvalé travní porosty se vyznačují neobyčejně pestrým a rozdílným floristickým složením, takže difference v jejich výnosové schopnosti i kvalitě je podstatně větší než u polních plodin (KLESNIL et al., 1980). Botanické složení trvalých travních porostů je ovlivněno půdně-klimatickými podmínkami prostředí. Optimální botanické složení trvalého travního porostu je přibližně následující: 50-70 % trav, 30-50 % leguminóz a jiných rostlin neleguminózového typu (KONVALINA et al., 2007). Druhové bohatství travních porostů pochází z velké části z místních flór lesů, břehů, toků, přirozených světlin a hojně též z přirozeného, byť stěhovavého bezlesí lavinových drah, zvířecích shromaždišť apod. (ŠARAPATKA et al., 2006). KOLLÁROVÁ et al. je toho názoru, že vzhledem k tomu, že TTP jsou rezervoáry bohatých společenstev rostlin a živočichů, je nutné při obhospodařování volit diferencovaný přístup a zohlednit jejich vitální požadavky. Zachování biodiverzity vhodných druhů, jejich početnosti v zapojených travních porostech má zásadní význam pro udržení celkové ochrany prostředí (MRKVIČKA, VESELÁ, NIŇAJ,

2007). Dominantním typem travních porostů v mnoha zemích Evropy jsou intenzivní louky, ty mají však obecně nízkou ekologickou hodnotu (PLANTUREUX, PEETERS, McCracken, 2005).

Oproti lesům patří trvalé travní porosty k nejstabilnějším ekosystémům souše. V rámci polnohospodářských plodin a kultur jsou nejstabilnějším ekosystémem s vysokým stupněm biodiverzity (GÁBORČÍK et al., 2006). Druhové složení TTP je výslednicí dlouhodobého působení komplexu stanovištních podmínek a pratechniky, které ovlivňují vitalitu a konkurenční schopnost jednotlivých druhů (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Trvalý travní porost (luční) je smíšené společenstvo, v němž je zastoupeno až 50 druhů rostlin, které podle botanických a pícninářských vlastností rozdělují do 3 základních agrobotanických složek: trávy, jeteloviny (leguminózy) a ostatní byliny (VELICH, 1996). ŠANTRŮČEK et al. (2001), na rozdíl od VELICHA (1996) uvádí, že smíšená travní společenstva (fytocenózy) jsou složeny ze čtyř základních agrobotanických skupin, tj. trav, ostatních jednoděložných druhů, leguminóz a ostatních dvouděložných druhů.

Za jinak stejných podmínek je v pravidelně spásaném porostu v průměru o 20-30 % menší počet druhů než v porostu sečeném (KLESNIL et al., 1980). O významu kosení pro udržení biodiverzity se nikdy nepochybovalo. Už naši předkové věděli, že kosa dělá louku loukou (GÁBORČÍK et al., 2006). První kosy se u nás objevují teprve zhruba kolem roku 500 př.n.l., nebyly to však kosy dnešní vzhledu, ale nástroje krátké, s nimiž se biomasa musela sklízet výše nad zemí a nechávat poměrně vysoké strniště (MLÁDEK et al., 2006).

Počet druhů (druhová diverzita) TTP je závislý na stanovištních podmínkách, zejména na vodním, výživném režimu a na způsobu exploatace. Při extrémní úrovni základních ekologických faktorů (vodním a výživném režimu) a pastevním využití, se druhová diverzita redukuje. Význam smíšeného společenstva spočívá v komplexnějším využití všech vegetačních faktorů v nadzemním i půdním prostoru (živin, vody, světla apod.) (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Druhově bohaté porosty se v soustavě zemědělského hospodaření dosud výrazně neuplatňují, neboť v minulých letech byl důraz dáván především na složku produkční (KVÍTEK et al., 1997). Ve smíšeném porostu probíhá samovolné přirozené střídání druhů. Neprojevuje se zde únava půdy tak, jako na orné půdě, kde jejímu vzniku předcházíme vhodným střídáním plodin v osevních postupech

(VELICH, 1996). ŠANTRŮČEK et al. (2001) naopak uvádí, že v důsledku spontánního (samovolného) střídání druhů (druhov^á alternace) se projevuje tzv. půdní únava. Botanická diverzita travních porostů také souvisí s ochranou vodních zdrojů (KVÍTEK et al., 2004).

Druhov^é složení trvalých (lučních) porostů, na němž závisí jejich výnosnost a kvalita píce, není náhodné. Je výsledkem dlouhodobého působení celého komplexu stanovištních podmínek (VELICH, 1996). Stanovištní podmínky méně výhodné pro tvorbu biomasy vedou u přirozených luk k bohatšímu floristickému složení, kdežto produkční optimální podmínky vedou ke zmenšení druhové diverzity (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Změny v podílu zastoupených druhů mohou být sezónní, každoroční, cyklické i trvalejšího charakteru (VELICH et al., 1994).

Druhov^é složení málo hodnotných lučních porostů na stanovištích s vyhovujícím vodním režimem můžeme zlepšovat neradikálním způsobem, při němž zlepšujeme stávající porost pomocí hnojení, využívání nebo přísevem, popř. jejich kombinací, nebo radikálním způsobem, který spočívá náhradě stávajícího porostu novým, nebo jeho obnovou (VELICH, 1996). Mnoho let soustavného zanedbávání péče o louky a pastviny, a na druhé straně jejich intenzifikace, se dnes projevují absencí základních znalostí o systému hospodaření na trvalých travních porostech ve vztahu ke zvýšení jejich druhové bohatosti (KVÍTEK et al., 1997).

Udržování a zvyšování biodiverzity v zemědělsky obhospodařované krajině, je prioritní v oblasti životního prostředí na celém světě. I malé pastviny v Evropě významně přispívají k podpoře biodiverzity zemědělské krajiny. Druhov^á rozmanitost travních porostů je výsledkem tradičního extenzivního způsobu hospodaření a interakce s celou řadou místních podmínek (ISSELSTEIN, JEANGROS, PAVLU, 2005).

2.1.5 Rozloha

Trvalé travní porosty tvoří v zemích Evropské unie 51 milionů ha půdy, tzn. 31 % zemědělské půdy (KONVALINA et al., 2007). V evropských zemích není plocha travních porostů stejná. Největší plochy jsou např. ve Velké Británii (63 % z.p.), v Holandsku (58 %) a v Rakousku (56 % z.p.) (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Trvalé travní porosty zaujímá největší podíl ploch půdy na západě a severu Velké Británie, kde jsou oblasti méně vhodné k obdělávání půdy. Podnebí je příznivé pro

růst trav, ale není vhodné pro tvorbu sena a udržení dobré půdní struktury (HOLMES, 1980). Rozloha trvalých travních porostů na Slovensku je nad 834 600 ha, což činí v celkové výměře polnohospodářské půdy 34 % a představují tak jeden ze základních obnovitelných zdrojů objemového krmiva pro hospodářská zvířata (GÁBORČÍK et al., 2006). Největší výměru trvalých travních porostů má americký kontinent a Ásie. V rozvojových zemích dosahuje podíl pastvin kolem 60-70 % ze zemědělské půdy (MRKVIČKA, 1998). Například v Norsku a na Islandu je podíl travních porostů na zemědělských půdách 61-99 %, zatímco ve Finsku a Dánsku jen <10 %. Ve střední Evropě jsou pastviny zvláště důležité v horských oblastech (Rakousko, Černá Hora, Slovinsko a Švýcarsko > 50 % zemědělské půdy), zatímco v nížinách se luk a pastvin týká pouze 20-25 % zem. půdy. Ve Středomoří jsou louky a pastviny taktéž hojně zastoupeny (30-40 %). V evropském Rusku, zejména v severní části země, jsou travní porosty hlavní jednotkou územního systému (SMIT, METZGER, EWERT, 2008).

Trvalé travní porosty (louky a pastviny) zaujímají v ČR v současné době kolem 900 tisíc ha, což představuje asi 19 % zemědělské půdy. Jejich zastoupení a význam pro pícninovou základnu v jednotlivých výrobních oblastech obecně vzrůstá se stoupající nadmořskou výškou (VELICH, 1996). V České republice činil podíl TTP na celkové výměře půdy v ekologickém zemědělství v roce 2005 82,4 % (KONVALINA et al., 2007). Podíl zatravnění na celkové výměře zemědělské půdy ve sledovaném souboru zemědělských podniků roste v relaci k nadmořské výšce lineárně. V produkčních oblastech do 450m.n.m. je podíl zatravnění 16,22 %, v přechodných oblastech od 450 do 600m.n.m. dosahuje podíl zatravnění 33,94 % a v polohách nad 600m.n.m. již 76,47 % (MOUDRÝ, MOUDRÝ, ROZSYPAL, 2007).

V České republice činí rozloha TTP (včetně pastvin) k roku 2008 980 tis. ha (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD). KVÍTEK et al. (2004) tento údaj upravuje na 968 tis. Ha TTP. V bramborářské oblasti zaujímají 20-30 % a v horské oblasti 30-70 % zemědělské půdy a jsou zde hlavním zdrojem polobílkovinné (louky) až bílkovinné (pastviny) píce (VELICH, 1996). Což potvrzuje i MRKVIČKA (1998), podle kterého je v bramborářských a podhorských oblastech soustředěno 80 % výměry luk a pastvin.

Krom plošného charakteru trvalých travních porostů je nutné se na tuto kulturu dívat z trojrozměrného pohledu (produkce, duchovní hledisko a krajina tvořena loukami a pasekami) (GÁBORČÍK et al., 2006).

2.1.6 Sečení a pastva

Travní porosty lze využívat sečením (luční využití), spásáním (pasevní využití) nebo kombinovaně (KLESNIL et al., 1980). Seč (kosení) je tradiční metoda, která se prvotně využívala k získávání krmiva pro hospodářská zvířata, druhotně pro udržování druhové skladby a struktury porostu v optimálním stavu a to jak z hlediska ekonomického, ekologického i estetického (KOLLÁROVÁ et al., 2007). Jak píše STRAŠIL et al. (2011), požadavkem agrární politiky státu s ohledem na péči o trvalé travní porosty je alespoň dvojí přesečení ročně. Toto opatření má zamezit rozvoji dřevních náletů a ruderálních plevelů.

Pastvě i jiné komprimaci drnu jsou trávy výborně morfologicky uzpůsobeny, zejména jílek vytrvalý a lipnice luční (VELICH kol., 1991). Luční porost zpravidla využívá vodu racionálněji než pasevní. Příčina je v tom, že pasevní porost je využíván intenzivněji než luční a častěji obrůstá (MRKVIČKA, 1998). KLESNIL et al. (1980) rovněž potvrzuje, že se pasevní porost obrůstá rychleji než sečný. Absolutní spotřeba vody z 1ha se při zvýšeném výnosu zvyšuje. Značný vliv má právě i způsob využívání travního porostu. Kdyby měl pasevní porost poskytnout takový výnos jako sečný, spotřeboval by více vody (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Pastva, za nízké intenzity chovu, se zdá být výhodnější při obnově různých porostů a podporuje individuální výkony pasoucích se zvířat (ISSELSTEIN, JEANGROS, PAVLU, 2005).

Počet sečí, při němž se dosáhne maximálního výnosu, závisí na stanovištních podmínkách, na druhovém složení a na úrovni dusíkatého hnojení (VELICH, 1996). HÁKOVÁ et al. (2004) dodává, že období a počet sečí jsou voleny zejména s ohledem na optimální technologickou zralost píce (tj. kompromis mezi kvalitou a výnosem píce) a jsou přizpůsobeny typu porostu, nadmořské výšce, zeměpisné orientaci, tvaru a svažitosti pozemku, klimatickým a půdním podmínkám i typu užívaných nástrojů.

Raná první seč zkracuje dobu zastínění nižších druhů a omezuje jejich ústup. Obdobně působí i zvýšení počtu sečí (KLESNIL et al., 1980). Pro stanovení

optimálního termínu sklizně je nutné zvážit nejen kvalitativní a kvantitativní aspekty, ale současně i požadavky porostu pro další obrůstání (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). S vyšším počtem sečí se zvětšuje konkurenční schopnost a zastoupení nízkých trav, leguminóz a ostatních méně vzrůstných druhů, a tím i hustota drnu, kdežto vzrůstnější, zejména dvouděložné druhy jsou potlačovány (VELICH, 1996). Při vícesečném využití interval mezi poslední a předposlední sečí má být co nejdelší, aby se uložilo dostatek rezervních látek v podzemních orgánech (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Sečené travní porosty jsou náchylnější k nežádoucímu překypření, které nutno odstranit válením (VELICH et al., 1991).

Optimální doba 1.seče je ta, která současně zajistí maximální výnos stravitelných živin, požadovanou kvalitu píce a příznivé podmínky pro obrůstání do 2. seče. Tomu odpovídá 1.seč v období od plného vysloupkování do 50 % metání převládajících trav (VELICH, 1996). Při 1 až 2 sečích vytvářejí travní porosty větší a hlubší kořenový systém než při 3 (4) sečích nebo při pastevním využití (KLESNIL et al., 1980). Doba 2. a 3. seče (otavy) nemá na kvalitu píce tak velký vliv. Jejich píci tvoří převážně listy trav a ostatních druhů (VELICH, 1996). KVÍTEK et al. (2004) uvádí, že včasná první seč znamená sice nižší výnos, ale vyšší kvalitu a vyšší výnos v druhé seči.

U stále sečených lučních porostů činí celková pokryvnost 70-95 %, (5-30 % prázdných míst), u pastevních porostů pak vždy nad 95 % (KLESNIL et al., 1980).

Pasta jako přímé zkrmování živých rostlin zvířaty ovlivňuje travní porosty podstatně výrazněji než sečení. Pasení zjednodušuje druhové složení porostu eliminací druhů, které nesnášejí častější defoliaci a sešlapávání (VELICH et al., 1991). Ve světovém zemědělství se pastva provádí v nejširší škále od extenzity až po vysokou intenzitu (PETŘÍK et al., 1987).

Optimální způsob využití travních porostů představuje střídavá pastva a kosení, při kterém je dosahováno optimálního botanického složení, zejména zastoupení jetelovin na úrovni 20-30 % (FRYDRYCH et al., 2010). Správnou údržbou lze ovlivňovat retenční a infiltrační schopnost TTP. Správná údržba zvyšuje infiltraci a retenci vody a tím zajišťuje lepší dosažitelnost a využitelnost vody pro rostliny (KOLLAROVÁ et al., 2007).

HÁKOVÁ et al. (2004) a KOLLÁROVÁ (2007) uvádí, že v pícninářsky využívaných porostech odpovídají seče následujícímu harmonogramu:

- První jarní seč začíná přibližně v půli května a trvá přibližně do první poloviny června (u travních porostů je to od počátku metání do počátku kvetení převládajících trav).
- Druhá seč (otavy) probíhá asi za 40 (u trojsečných luk) až 60 (u dvojsečných luk) dní po první seči, tj. mezi 21. červnem až 10. srpnem
- Třetí seč (pozdně letní) následuje přibližně 40 až 45 dní po seči druhé, tj. asi od 1. srpna.
- Čtvrtá seč (podzimní) je méně častá, obvykle je to období po 10. září.

2.2 Vliv prokořenění na erozi

2.2.1 Protierozní ochrana

Jednou z nejvýznamnějších funkcí travních porostů je protierozní ochrana půdy, v čemž travní porosty řádově předstihují ostatní zemědělské plodiny. Ta se však může plně uplatnit jen u dobře zapojených, hustých, výnosných a vhodně využívaných porostů (KLESNIL et al., 1980). Travní porosty při dobrém zapojení omezují téměř plně odnos půdních částic a omezují smývání látek (např. hnojiv) do vodních toků. Uplatňuje se přitom zejména schopnost rostlinného pokryvu snížit kinetickou energii dešťových kapek dopadajících na zemský povrch. Ve srovnání s okopaninami nebo kukuřicí je u travních porostů tato schopnost dvojnásobná. Děje se tak už při hmotnosti sušiny nadzemní hmoty 0,2 t/ha (FIALA, 2011). Mají vysokou retenční schopnost poutat dusík a vodu (vyšší obsah kořenové hmoty, vyšší pórovitost a maximální kapilární kapacita než polní plodiny (KVÍTEK et al., 2004). Významná je také schopnost TTP udržovat dobré fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, její strukturu a obsah humusových látek (KOLLÁROVÁ et al., 2007).

Trávy vytváří pevný, hustý drn, který nejlépe odolává pastvě hospodářských zvířat i těžké sklizňové technice. Pozitivně ovlivňují úrodnost půdy, díky hustému kořenovému systému chrání půdu před erozí (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Také zabraňují vyplavování živin (zejména nitrátů) do spodiny a obohacují ornici o humus (VELICH et al., 1991). Svým retenčním působením travní porosty omezují povrchový odtok (smyv) škodlivých látek do vodních zdrojů a zamezují tak její eutrofizaci (KOLLÁROVÁ et al., 2007). Mohutná podzemní biomasa (kořenový systém) také představuje významný stabilizační prvek, protože je zásobárnou

přístupných živin a energie. Hmotnost její sušiny kolísá v extrémních hodnotách mezi 1-45 t/ha, u průměrných porostů je v rozmezí 2-6 t/ha (KLAPP, 1971).

Z hlediska půdní ochrany mají také jetelotrávy velký význam jako činitel proti erozi půdy. Půdu zpevňuje hustý shluk svazčitých kořenů trav a kořenů jetele, u kterých hluboké kořeny zabraňují sesuvu zpevněné povrchové vrstvy (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Travní porosty snižují účinky eroze asi 100krát proti orné půdě (KVÍTEK et al., 1997).

Travní porosty chrání půdu proti erozi nejen svojí drnovou vrstvou, ale i tím, že podporují vytváření drobtovité struktury. Obohacují půdu o organickou hmotu, jenž je zdrojem humusu. Na takových strukturních půdách se zadržuje značně větší množství srážkové vody (KLESNIL et al., 1980). Nejvýraznější protierozní funkci plní dobře zapojené, hustě prokořeněné a vhodně využívané luční porosty (KVÍTEK et al., 2004). Většina našich půd trpí nedostatkem humusu a naopak pod trvalými travními porosty je jeho přebytek (PETŘÍK et al., 1987).

Z mimoprodukčních aspektů půdní organická hmota (humusotvorný materiál, meziprodukty rozkladu a syntézy aj.) jako celek příznivě ovlivňuje pod travními porosty především protierozní, retenční a biofiltrační schopnost travního drnu. Vyšší obsah organické hmoty v půdě se odráží i ve vyšší vododržnosti, což se promítá v průměrných hodnotách vlhkosti půdy (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Plynule vracejí dekompozičním procesem organickou hmotu do půdy: odumřelá hmota reprezentuje 60-70 % veškeré biomasy za rok = 5-15 t/ha/rok a stejné množství organické hmoty zůstává jako trvalá zásoba, jejíž biologická funkce v krajině je nenahraditelná (KVÍTEK et al., 1997). Louky svou hustě prokořeněnou drnovou vrstvou s vyšším obsahem humusu v lučních půdách představují účinný biologický filtr chránící podzemní vodu před znečišťováním nežádoucími látkami (VELICH, 1996). Proto trávy současně zabraňují proplavování živin, zejména dusičnanů, do spodiny a chrání tak pramenité vody před nežádoucí kontaminací (PETŘÍK et al., 1987).

Vodohospodářská funkce travních porostů spočívá především v zadržování srážkové vody. Tím je zaručena převážně stálá zásoba podzemní vody, což má zvláštní význam v našich podmínkách, kde jsou vodní zdroje omezené a z našeho území vody odtékají (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Travní porosty vynikají nad ostatními zemědělskými kulturami v ochraně půdy před vodní a věrnou erozí. Protierozní funkce travních porostů je zajištěna

celoročním pokryvem půdy, který zpomaluje odtok srážkové vody a zvyšuje její vsakování. Tak je zajištěna ochrana půdy v inundačních (záplavových) oblastech vodních toků a částečně tak omezení jejich zanášení a eutrofizace. Podobně plní tuto funkci travní porosty na svazích (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Na svahových zapojených travních porostech je menší půdní eroze při sečném využití než při pastvě (MRKVIČKA, 1998). V současné ekonomické situaci je vhodné na strmých až středně strmých svazích erodovaných půd, vyjmout půdu z rotačního cyklu produkčního zemědělství s využitím travních porostů. Toto opatření zvýší obsah půdní organické hmoty a sníží erodovatelnost půdy (FULLEN, 1998). Dle KLESNILA et al. (1980) je na svahových zapojených travních porostech nejmenší eroze právě při využití sečí, kdežto při využití oplůtkovou pastvou je eroze 2-3krát větší a při volné pastvě dokonce 23krát větší.

Ochranná funkce ve vztahu k hydrosféře je umožněna schopností kořenového systému vytvářet dokonalý biologický filtr, který omezuje znečištění podzemních vod různými chemickými látkami, hnojivy, především nitráty a chrání je i před mechanickým znečištěním smyvem minerálních a organických složek půdy (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

2.2.2 Kořenový systém trav

Kořenový systém trav se vyvíjí převážně v povrchové vrstvě půdy do 20cm, v níž bývá 90 % všech kořínků, jednotlivé kořínky pronikají hlouběji. Maximální hloubka zakořenění u většiny trav je do hloubky 1,5 m, pouze u suchovzdornějších druhů kořínky pronikají hlouběji (až 3m). Hloubka zakořenění se mění nejen podle druhových vlastností, ale i závislosti od stanovištních podmínek a intenzity využívání. Na pastvinách je hloubka kořenového systému podstatně menší, stejně jako na stanovištích s vyšší vlhkostí a vyšším obsahem živin (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Dle LARCHERA (1988) mají rostliny rostoucí právě v suchých oblastech kořeny, rozrůstající se hluboko do půdy.

Kořenové systémy a jejich modifikace mají rozhodující význam pro příjem živin a vody. Podzemní orgány ovlivňují chování a růst celé rostliny, zejména z hlediska odolnosti proti suchu a nízkým i vysokým teplotám (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Z morfologického hlediska hlavní předností trav je schopnost vytvářet nesmírně hustý drn, tvořený členitou nadzemní i podzemní biomasou.

Velkou hustotou se vyznačuje kořenový systém trav, který v podobě jemných vlásků proniká každou hrudkou půdy. Celková délka všech kořínků v orniční vrstvě na 1m² dosahuje neuvěřitelné hodnoty 20-100km, což představuje 10-50t kořenové hmoty na 1ha (PETŘÍK et al., 1987). Trávy (obiloviny) mají intenzivní kořenový systém, který je tvořen velkým množstvím krátce a hustě větvených kořenů. Z relativně malého objemu půdy může rostlina vyčerpat všechnu pro ni dostupnou vodu (SLAVÍKOVÁ, 1986).

Z našich pícních trav nejrychleji a nejmohutněji zakořeňuje ovsík vyvýšený. Mělký kořenový systém mají nekulturní trávy s nadzemními výběžky, např. lipnice obecná (ŠANTRŮČEK et al., 2001). V sušších oblastech zakořeňují kulturní rostliny obvykle hlouběji než na vlhčích stanovištích. Kořeny však nepronikají do půdního profilu, kde je obsah vody nižší než odpovídá bodu vadnutí (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980).

Životnost kořenů je poměrně krátká a nepřesahuje životnost příslušné odnože (1-1,5 roku). Odumírání a tvorba nových kořenů probíhá současně téměř po celý rok (ŠANTRŮČEK et al., 2001). ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ a VÍTEK (1989) ve své publikaci uvádí, že životnost kořenů je omezena životností příslušné odnože, která se pohybuje mezi 1 až 2 roky.

Travní drn se vyznačuje vyšší schopností akumulace půdní organické hmoty až k ekologicky rovnovážnému stavu, při kterém je obsah Cx přibližně 2-3x větší než na orné půdě ve srovnatelných ekologických podmínkách (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Trávy patří k plodinám, které rozkladem svých kořenů zvyšují podíl organických látek. V půdě pod trvalými travními porosty se nachází ve vrstvě o mocnosti 300mm 3-7 t/ha sušiny (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989).

V současné době přibyla travním porostům další, spíše strategická funkce, a to funkce „konzervační“ při ochraně a zachování úrodnosti orné půdy. Zde se uplatňuje zejména schopnost travních porostů udržovat dobré chemické a fyzikální vlastnosti půdy, zejména její strukturu a obsah humusových látek (FIALA, 2011).

2.3 Vhodnost trav pro různé klimatické a půdní podmínky

2.3.1 Podnebí

Podnebí neboli klima je možno charakterizovat jako dlouhodobý režim počasí. Představuje průměrné podmínky vzdušného prostředí na určité lokalitě nebo oblasti, odvozené z měření meteorologických prvků za dlouhou dobu (PETR et al., 1987). Klimatické podmínky působí v prostředí nad půdou a jsou důsledkem fyzikálních jevů. Představují celý komplex faktorů, tj. atmosférické srážky, teplota, proudění a vlhkost vzduchu, intenzita slunečního záření, který lze z praktického hlediska kvantifikovat ekologickou řadu podle zemědělských výrobních typů (MRKVIČKA, 1998).

Trvalé travní porosty představují v české i rakouské krajině významný krajinný segment a stejně tak část zemědělského výrobního systému. Rakouské louky a pastviny se nacházejí převážně v okolí Alp, nebo přímo v alpském pohoří. Jedná se o vlhké oblasti, kde není zapotřebí zavlažování. Oproti tomu jsou TTP v České republice v sušších oblastech a takéž bez zavlažování. Proto se výroba značně liší podle místa, podle jednotlivých let a průběhu vegetačního období. To má zásadní význam pro chovatele mléčného skotu, protože tento systém produkce je ohrožen rizikem nepříznivých povětrnostních podmínek (TRNKA et al., 2011). Až 89 % trvalých travních porostů na obhospodařované půdě v Alpách je polopřirozených (PETER et al., 2008).

2.3.2 Vliv podnebí na floristické složení

Klima působí na složení a výnosy travních porostů především množstvím a rozdělením atmosférických srážek, vzdušnou vlhkostí, teplotou, délkou vegetační doby, kvalitou a intenzitou světla, kvalitou a prouděním vzduchu (KLESNIL et al., 1980).

Počasí významně ovlivňuje kvalitu píce. U stejného druhu trávy při obdobných podmínkách a při srovnatelné fenofázi nebo datu sklizně se každoročně mění složení píce. K mnohem větším kvalitativním změnám dochází vlivem počasí, pokud jde o druhové složení lučních porostů. Každoročně se na přírodní louce

vymění 25-30 % jedinců. Z hlediska citlivosti na počasí se rozdělují luční komponenty do 4 kategorií. Druhy velmi stabilní, druhy stabilní s mírnou měnlivostí, druhy středně fluktuabilní a druhy jednoleté, leguminózy a trávy s plazivými oddenky (PETR et al., 1987).

2.3.3 Ekolog. požadavky

Ekologické faktory, určují druhovou skladbu luk a pastvin, lze rozdělit do dvou skupin: na faktory, které lze lidskou činností změnit málo nebo vůbec (klimatické poměry, geologický podklad a vlastnosti půdy, druhový soubor patřičné oblasti) a na faktory člověkem ovlivnitelné (vodní režim, obsah humusu, fyzikální vlastnosti půdy, obsah živin, pratotechnika, frekvence a způsob provedení sečí, pastva) (KVÍTEK et al., 1997). Ekologické požadavky trav vyplývají z morfologie kořenového systému. O možnostech uplatnění a výnosech jednotlivých druhů trav rozhodují především vlhkostní poměry. Pro intenzivní travní porosty jsou vhodné oblasti s ročním úhrnem srážek 600-700mm, v závislosti na půdních vlastnostech a na množství přístupných živin (VELICH et al., 1991). MRKVIČKA (1998) tvrdí, že optimální podmínky jsou ve vlhčí části bramborářského výrobního typu se srážkami nad 700mm a to také potvrzuje ŠANTRŮČEK et al. (2001). Travní porosty zauímají nejrozsáhlejší stanoviště od úrodných pozemků až po neúrodné plochy (KLESNIL et al., 1980).

Kulturním travám vyhovují všechny půdy, které splňují jejich požadavky na vodní, vzdušný a výživný režim v drnové vrstvě do hloubky 0,1-0,2m (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Trávy mají minimální nároky na ostatní půdní vlastnosti, neboť jsou vesměs ekologicky plastické a při dostatku vláhy a živin dávají uspokojivé výnosy i na mělkých půdách (VELICH et al., 1991). KVÍTEK et al. (1997) tvrdí, že důležité ekologické faktory ve vztahu k lučním porostům jsou následující: půdní druh a typ, kvalita humusu, hloubka půdního profilu, půdní acidita, pufrovitost půdy, obsah živin v půdě, vodní poměry, půdní teplota, nadmořská výška, expozice a svažitost, reliéf terénu.

S ekologickými faktory úzce souvisí konkurence. Konkurenční schopnost druhu se podpoří, jestliže stanovištní podmínky biologickým potřebám travního drnu vyhovují (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989).

Většina druhů trav z hlediska půdní reakce se vyznačuje velkou přizpůsobivostí. Pícní trávy rostou na půdách s pH od 5-6,5 (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Travám vyhovují půdy s vhodným vodně-vzdušným režimem (80 % max. vodní kapacity), většinou dobře prosperují na těžších půdách s reakcí kolem hodnoty 6-6,5pH (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). KVÍTEK et al. (1997) poukazuje na to, že vliv podkladů nelze zjednodušovat jen na otázku pH. Značné rozdíly ve vegetaci způsobují rozdílné typy zvětralin a následná pedogeneze.

Trávy spotřebovávají ve vegetačním období denně 3-4mm srážek, při čemž potřeba srážkové vody je v průběhu vegetace nerovnoměrná (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Atmosférické srážky zabezpečují významný podíl potřebné vody, na kterou jsou travní porosty náročné, to dokazuje vysoký transpirační koeficient (TK = množství vody v litrech potřebné k produkci 1kg sušiny) (MRKVIČKA, 1998). Ideální rozdělení srážek je v zimě 15 %, na jaře 25, v létě 40 a na podzim 20 % (KLIMEŠ, 1997). V dubnu a v 1. polovině května travní porost využívá zásobu půdní vody a proto je rozhodující rovnoměrné rozdělení srážek od poloviny května do září (KLESNIL et al., 1980). Transpirační koeficient u trav je variabilnější než u jetelovin (300-1000) a lze jej výrazně snížit hnojením až o 30-50 % (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Obecně jsou travní porosty méně náročné na teploty než jiné zemědělské plodiny. V našich podmínkách zajišťují růst denní teploty od 17 do 21°C. Při vyšších hodnotách se růst značně omezuje a ustává při teplotě 30-35°C. Maximálních přírůstků biomasy je dosahováno při teplotě 13-22°C ve dne a 10-15°C v noci (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Udržení nebo zvýšení kvality a výnosnosti píce TTP je možné dosáhnout úpravou stanovištních podmínek (především vodního a výživného režimu) a cílevědomým využíváním porostu (MRKVIČKA, 1998). Úpravu vodního režimu však nelze chápat jednostranně jen v odvádění vody. Úkolem odvodnění je odvést škodlivou nadbytečnou půdní vlhkost z pozemku, nikoliv z krajiny, kde ji naopak třeba zadržet (KLESNIL et al., 1980).

2.3.3.1 Vodní režim TTP

Ze všech nezbytných faktorů života patří hlavní a rozhodující místo vodě. Ani jeden z ekologických faktorů neurčuje tak podstatně existenci a rozšíření rostlin jako

voda (ŠEBÁNEK et al., 1983). Voda je pro život rostliny nezbytná. Všechny biologické procesy probíhají za účasti vody. Voda je rozpouštědlem látek, složkou struktury makromolekul a celé buňky (KINCL, FAUSTUS, 1978).

Vodní režim je faktorem, který rozhoduje o možnostech využívání porostů (MRKVIČKA, 1998). Dále je faktorem, který rozhoduje o možnostech exploatace porostů a výrazně ovlivňuje porostovou skladbu (nejvíce na začátku vegetační období), dynamiku nárůstu, výnosy a kvalitu píce, totéž uvádí i VESELÁ, MRKVIČKA, KOCOURKOVÁ (2003). Při extrémních hodnotách obsahu vody v půdě se v travách zvyšuje podíl nestravitelných pletiv a pokožka i trichomy jsou více inkrustovány. KLESNIL et al. (1980) rovněž píše, při přebytku i nadbytku vody v půdě se v travních porostech zvyšuje podíl nestravitelných pletiv. Travní porost se nejlépe vyvíjí na takových stanovištích, kde kořenový systém porostu je trvale a v dostatečném množství zásoben půdní vodou a netrpí jejím nadbytkem ani nedostatkem (VELICH et al., 1991). Přibližně třetina výměry našich luk a pastvin trpí přebytkem vody v půdě, což se negativně projevuje především ve zhoršené nutriční hodnotě píce a v technických problémech při ošetřování a sklizni (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980).

Celkový obsah vody v půdě v daném okamžiku za daných podmínek označujeme jako půdní vlhkost. Pro využití půdní vody rostlinami není však rozhodující jen absolutní množství vody v půdě, ale i pohyblivost půdní vody a mohutnost sil, které ji v půdě poutají (ŠEBÁNEK et al., 1983).

Významně ovlivňuje i mimoprodukční funkce travních porostů. Zdrojem půdní vody je voda vertikální, dále podzemní a záplavová. Obsah vody v půdě je daný především úrovní hladiny podzemní vody, jejíž vliv může být nejen kladný, ale i nepříznivý. Příznivě působí tehdy, když je hladina podzemní vody v hloubce, ze které může kapilárně vzlínat ke kořenové soustavě. Travní porosty jsou podstatně náročnější na vodu než převážná většina polních plodin (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Atmosférické srážky mají určující význam pro druhovou skladbu a vývoj travinných porostů tam, kde nejsou kompenzovány jiným zdrojem (podzemní voda) (KVÍTEK et al., 1997). Denní potřeba vody dobrého lučního porostu během vegetace je podle teploty 2-3mm (VELICH, 1996). Vyplývá to z mělkého kořenového systému trav, nižší sací schopností kořenů a vysokého transpiračního koeficientu (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Hodnoty transpiračního koeficientu pro travní porosty značně kolísají.

Za příznivých podmínek dosahují hodnoty 300-400, avšak při nedostatku živin nebo při abnormálně vysokých teplotách to bývá 700-800 (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Intenzivním hnojením lze snížit transpirační koeficient o 30-50 % (VELICH et al., 1991). Vodní režim lučních půd ovlivňuje řada dalších faktorů: teplota, půdní druh, svažitost a expozice terénu, výživa a složení porostu, atd. (KLESNIL et al., 1980). Úroveň vodního režimu stanovišť se v průběhu roku podstatně mění, takže nejspolehlivějším kritériem pro určení ekologických stupňů je druhové složení porostů (VESELÁ, MRKVIČKA, KOCOURKOVÁ 2003). Jsou klasifikovány především podle floristického složení, zejména na zastoupení jílků, psinečků a kostřav. Tyto skupiny a druhy TTP nejsou jednotlivé a striktně dané třídy, ale pododdělení, které pokrývají souvislé pásmo od jednoho extrému do druhého (HOLMES, 1980). Z hlediska požadavků travních porostů na vodu rozdělujeme podmínky tohoto procesu do těchto základních ekologických stupňů hygrosérie: xerofytní, mezoxerofytní, mezofytní, mezohygrofytní a hygroyfytí (VESELÁ, MRKVIČKA, KOCOURKOVÁ 2003).

Vodní režim je kvantifikován pětistupňovou trofickou řadou:

- 1) **Xerofytní stupeň (H1)** – Vyskytuje se na velmi suchých stanovištích. Neumožňuje existenci kvalitních trav. Přebvládají zde vytrvalé, neproduktivní a tvrdé druhy stepního charakteru. Tyto porosty plní spíše mimoprodukční funkci (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Poskytují nanejvýš chudou pastvu ovcím (VELICH, 1996). MRKVIČKA (1998) dále uvádí, že intenzifikace je neekonomická a lokality lze pastevně využít pouze v jarním a podzimním období. Patří sem také halofilní (slanomilné) rostliny (ŠEBÁNEK et al., 1983).
- 2) **Mezoxerofytní, suchá stanoviště (H2)** – Mají hluboko úroveň podzemní vody, špatně využitelnou pro většinu kulturních plodin. Plochy lze využít občasnou pastvou při udržení jejich ekologických funkcí (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Vyskytují se v oblastech se srážkami kolem 600mm (VELICH, 1996). Na těchto stanovištích přebvládají porosty pýru plazivého, ovsíku vyvýšeného, při nedostatku živin porosty kostřavy ovčí a červené (MRKVIČKA, 1998).
- 3) **Mezofytní, vlhčí stupeň (H3)** – Představuje z produkčního hlediska optimální stav vodního režimu pro většinu hodnotných trav, jetelovin a

ostatních bylin (KLESNIL et al., 1980). Zde jsou rozšířeny nejhodnotnější porostové typy (*Alopecuretum*, *Trisetetum*, *Festucetum pratense* aj.). Travní drn je, s výjimkou delšího dešťového období, dostatečně únosný pro mechanizační prostředky (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Srážkové úhrny se pohybují v hodnotách nad 700mm (VELICH, 1996).

- 4) **Mezohygrofytní porosty (H4)** – Vznikají na půdách mírně nebo dočasně zamokřených. Je zde zvýšená hladina spodní vody (méně než 0,4m pod povrchem půdy). Trvalé využívání je zde méně vhodné a předpokládá vysoké vklady na odvodnění. Tyto lokality mají spíše mimoprodukční význam (ŠANTRŮČEK et al., 2001). V porostech převládají nízké ostřice, sítiny, metlice trsnatá, při dostatku živin i psárka luční, chrastice rákosovitá nebo lipnice obecné (MRKVIČKA, 1998). Mnohé tyto dočasně zamokřené louky jsou stanovištěm ohrožených druhů rostlin a živočichů a je třeba je zachovat (VELICH, 1996).
- 5) **Hygrofytní stupeň (H5)** – Porosty s neúnosnou, rozbahněnou půdou, tvořící neplodné plochy a je charakterizován trvalým zamokřením s celoročním přebytkem vody v půdním profilu. V současnosti by byly vysoké náklady na odvodnění nerentabilní, a proto tyto plochy mají význam spíše krajinnotvorný a vodohospodářský (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Výnosy mohou být uspokojivé, ale píce je podřadná a využitelná v případě nouze nebo jako stelivo (MRKVIČKA, 1998).

2.3.3.2 Výživa a ošetřování TTP

Ve srovnání s ornou půdou je odlišnost ve způsobu hnojení a nárocích na mechanické ošetřování. Hnojení je možné pouze povrchově, přesto využití živin je dokonalejší než u plodin na orné půdě. Při ošetřování travních porostů nelze šablonovitě přenášet principy agrotechniky z orné půdy (např. vláčení). Proto se používá termín pratotechnika (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Schopnost travních porostů efektivně využít vysoké dávky živin nemá mezi zemědělskými plodinami období (ŠARAPATKA et al., 2006). Hnojení travních porostů představuje hlavní pratotechnický výnosový prvek, který současně ovlivňuje druhové složení luční fotosyntézy, půdní reakci, koncentraci půdního roztoku, činnost mikroflóry, obsah humusu i vodní režim (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Hnojení lučních

porostů zvyšuje výnosy a ovlivňuje kvalitu píce dvojitým způsobem. Jednak přímo tím, že podporuje růst všech zastoupených druhů (obdobně jako na orné půdě), jednak nepřímo tím, že více podporuje růst náročnějších a hodnotnějších druhů, a tím zlepšuje druhové složení porostu (VELICH, 1996). Hnojení je nezbytné provádět na základě zpracovaného plánu hnojení a údajů z agrotechnického zkoušení půd (KONVALINA et al., 2007). Zlepšování trvalých travních porostů hnojením a vhodným managementem je možná neekonomičtější způsob zvýšení jejich produktivity (HOLMES, 1980). Hnojením neovlivníme pouze vlastní výživný režim, ale také pH, koncentraci půdního roztoku, vodní režim, světelný požitok jednotlivých vzrůstových druhů, edafon apod. (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Totéž tvrdí i KLESNIL et al. (1980) a dodává, že celý tento komplex se pak promítá v druhovém složení fytoocenózy.

Při zvýšení úrovně hnojení musíme zvýšit i intenzitu využívání, což je možné jen při použití vhodných konzervačních metod. Konečně vyprodukovaná píce musí být plně využita odpovídajícím stavem a užitkovostí skotu (VELICH, 1996). Pravidelné využívání je navíc podmínkou existence trvalých travních porostů (KLESNIL et al., 1980).

Pokud je zajištěn dostatečný, pravidelný přísun vody a živin, pak dobrých výnosů píce lze dosáhnout prakticky na každé půdě (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Hnojením travních porostu podle pedoklimatických podmínek lze dosáhnout výnosů sena 7-10 t/ha (VELICH et al., 1991). Převážná většina našich lučních půd trpí největším nedostatkem N a P, kdežto naopak zásoba K bývá zpravidla relativně nejvyšší (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Hnojení travních porostů bude v budoucnu orientováno na efektivní využívání statkových hnojiv a bude omezováno podle § 33 odst. 2 zákona č. 254/2001 Sb., které je poplatné nitrátové směrnici EU. I u porostů nehnojených minerálními hnojivy je možno dosahovat vynikající produkce a kvality píce (FRYDRYCH, 2010).

Obsah humusu je pod travními porosty vyšší (3-10 %) než u většiny orných půd. Čím je půda vlhčí, tím více obsahuje humusu, ale jeho kvalita je nepřímo úměrná množství (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Rostlinné živiny odebrané sklizněmi píce mohou být nahrazovány jednak z půdních zdrojů, jednak z atmosféry (zejména dusík) a konečně hnojením, popř. též migrací ze sousedních, výše položených pozemků, zejména polí (VELICH, 1996).

Podle výživného režimu (tj. schopnosti zásobovat porost živinami) lze členit půdní stanoviště lučních porostů: 1) Velmi chudá živinami, 2) Chudá živinami, 3) Středně úrodná, 4) Velmi úrodná, 5) Přehnojená (VELICH, 1996). MRKVIČKA (1998) tvrdí, že výživný režim půdy je rozhodujícím komplexním činitelem, který při dostatku vláhy určuje konkurenční a produkční schopnost pastevních druhů. Podle MRKVIČKY (1998) se taktéž dělí na pět stupňů a vyjadřuje se obsahem dusíku v půdách (N1-N5) nebo celkovou zásobou přijatelných živin:

- 1) Oligotrofní půdy (N1) – Jedná se o půdy s velmi nízkou zásobou živin. Výnosy nekvalitního sena kolísají okolo 1 t/ha. Porosty se využívají extenzivní pastvou nebo jednosečně.
- 2) Mezo oligotrofní půdy (N2) – Půdy s malou zásobou přijatelných živin. Umožňují výskyt nízkých, ale již kvalitnějších druhů. Výnosy sena kolísají max. do 3 t/ha.
- 3) Mezotrofní půdy (N3) – Mají střední zásobu živin a umožňují existenci největšímu počtu nízkých a středních kulturních druhů trav a jetelovin. Výnosy kvalitní píče se pohybují od 2 do 4 t/ha sena.
- 4) Mezo eutrofní půdy (N4) – Zajišťují optimální podmínky výživy pro vysoké kulturní trávy. Jsou zde značně variabilní výnosy kvalitní píče (4,0 – 10,0 t/ha).
- 5) Eutrofní půdy (N5) – Půdy s jednostranným nadbytkem draslíku (+N), které jsou výsledkem dlouhodobého nadměrného nevyrovnaného hnojení. Bujný vzrůst zaručuje vysoké výnosy (5,0 – 11,0 t/ha sena), ale zvýšený obsah vlákniny a draslíku snižuje kvalitu píče.

Hnojení oligotrofních půd je vesměs neekonomické a na dalším stupni je jeho účinnost kolísavá v závislosti na dalších faktorech. Naopak nejvyšších přírůstků výnosů po přihnojení se dosahuje na mezotrofních půdách a někdy i na mezo eutrofních stanovištích (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980).

Maximální výnosy se dosahují na stanovištích, kde všechny faktory jsou v optimálních stupních pro rozvoj výkonných lučních druhů. Čím vzdálenější je určitý ekologický stupeň od optima, tím nepříznivěji ovlivňuje produkční schopnost porostu i kvalitu píče (KLESNIL et al., 1980). Na stanovištích s upraveným vodním

režimem je pak výživa a hnojení rozhodujícím faktorem, na kterém závisí výnosy píce (VELICH et al., 1991).

Stejně jako nadměrné intenzifikační tlaky (nadměrné hnojení a využití, odvodňování, obnovy, používání zemědělské techniky s vysokými měrnými tlaky na půdu aj.), tak i zanedbávání jakékoliv péče o travní porosty (což je v současné době aktuálnější) vedou k degradaci travních porostů, k snižování jejich druhové a biotopové rozmanitosti, až konečně při vypuštění jejich pravidelného využívání k jejich zániku, protože v naprosté většině případů zde představují travní porosty společenstva polopřirozená, náhradní (sekundární), zde klimaxovým (závěrečným) stadiem sukcese je les (ŠOCH, 2009).

2.4 Odolnost trav proti suchu

Sucho je často považováno za hlavní hrozbu pro ekosystémy při globálních změnách klimatu. Vodní stres omezuje výnosy biomasy více než všechny ostatní biotické a abiotické faktory dohromady. 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 (WALTER et al., 2011). Doba trvání mezi vstupy srážek je primární determinant ve variabilitě půdní vlhkosti. Většina scénářů klimatických změn počásí předpovídá stále extrémnější výkyvy srážek. Ty se budou pravděpodobně projevovat jako delší období sucha střídané velkými srážkovými úhrny (FAY, SCHULTZ, 2009). KROESA, SUPITB (2011) došli ve svém výzkumu pro pastviny a louky v Nizozemsku k závěru, že stres působený suchem je silnější než stres působený zasolenou spodní vodou. Budoucí spotřeba vody pro zavlažování se může navýšit až o 11-19 %.

KNAPP et al. (2002) uvádí, že extrémní výkyvy srážek mají za následek zvýšení rozmanitosti rostlinných druhů a změny luk a pastvin. Změny ve složení rostlinných společenstev v rámci extrémních výkyvů srážek, zejména na jaře, by se daly z části omezit vhodným osivem a sadbou.

Většina lučních druhů může růst i v méně příznivých vláhových poměrech, které však negativně působí na výnos i kvalitu píce. Při přebytku i nadbytku vody v půdě se v travách zvyšuje podíl nestravitelných pletiv, pokožka i trichomy jsou více inkrustovány (KLESNIL et al., 1980). Při přebytku vody v půdě trpí

nedostatkem kyslíku zase kořeny rostlin, což se nakonec opět projeví snížením rychlosti fotosyntézy (KINCL, KRPEŠ, 2006). S fyziologií příjmu a výdeje vody souvisejí savá síla kořenů a bod vadnutí. Suchomilné rostliny se nazývají xerofyty, vlhkomilné hydrofyty (PRACH, 1996).

Kořenový systém trav tvoří v povrchové vrstvě půdy většinou souvislou, velmi hustou síťovinu dosahující mocnosti kolem 150-200mm. V této vrstvě se nacházejí asi čtyři pětiny veškeré hmotnosti kořenů a pouze malá část proniká do hloubky 1,5m, u suchovzdorných trav výjimečně do hloubky větší (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). Pomineme-li suchovzdorné rostliny, tak jednou z nejčastějších reakcí kořenů rostlin na sucho je prodlužování délky kořenů. Tato reakce je typická u jednoletých rostlin, zejména u zemědělských plodin (BLÁHA, 2011).

LARCHER (1988) se domnívá, že naděje rostliny na přežití extrémní zátěže působené suchem, jsou tím větší, čím déle může zdržet nebezpečné snížení vodního potenciálu protoplazmy (schopnost oddálit vysušení) a čím více může protoplazma vyschnout bez poškození (schopnost snášet vysušení). Podstatné je také to, jak uvádí FAY, SCHULTZ (2009), že tolerance na různou vlhkost půdy (sucho) závisí také na fázi vývoje rostliny.

Nižší náročnost na vodu je třeba spíše chápat jako schopnost daného druhu přežít i v podmínkách s omezeným přísunem vláhy bez ohledu na výši produkce (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). U rostlin odolných proti suchu zjišťujeme, že mají otevřené průduchy i při nedostatku vody. Některé rostliny svinují a skládají listy (kavyl, kostřavy, srha aj.) (KINCL, KRPEŠ, 2006). PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al. (1980) také tvrdí, že na nedostatek vody nereagují rostliny jen uzavřením průduchů, ale i svinováním listů. Z kulturních trav nejlépe přečká přísušky sveřep bezbranný, ovsík vyvýšený a srha laločnatá (říznačka). Naopak dočasnou záplavu snáší psárka luční, lipnice luční, bojínek luční, kostřava luční a červená (VELICH et al., 1991).

Mírné sucho výrazně nepoškozuje trávy, naopak trávy lépe přirůstají než za stálého zamokření. Mírné sucho nevádí např. medyňku vlnatému, který na tuto situaci reaguje přírůstkem a to i z důvodu, že je přizpůsoben na dlouhodobý nedostatek vody. Přesto je typickou reakcí na vodní stres snížení listové plochy a celkově nadzemní biomasy (PEDROL, RAMOS, REIGOSA, 2000).

Suchovzdornější druhy kulturních trav (kostřava luční aj.) mají TK (traspirační koeficient) 530 až 555 (MRKVIČKA, 1998).

Je třeba rozeznávat sucho půdní, charakterizované nedostatkem fyziologicky dostupné vody v půdě a atmosférické (KINCL, KRPEŠ, 2006). Atmosférické je zvláště nebezpečné, protože nastoupí v krátké době a rostliny se mu většinou nestačí přizpůsobit (KINCL, FAUSTUS, 1978).

Odolnost rostlin proti nedostatku vody není po celou vegetační dobu stejná. Nejvíce se snižuje v tzv. kritických obdobích. U pšenice jarní sucho ovlivňuje jednotlivé fenologické fáze, tvorbu pohlavních buněk a počet zrn v klasu. Nejkritičtější je období mezi odnožováním a metáním jařin (KINCL, KRPEŠ, 2006). V pokusech, zaměřených na zpomalení růstu u pšenice v důsledku vodního stresu se ukázalo, že nedostatek vody (sucho) zpomaluje růst v závislosti na růstové fázi a intenzitě záření (JACKSON, SLATER, PINTER Jr, 1983).

Jak popisuje GRAMAN a ČURN (1998), rostliny (hlavně zemědělské plodiny) se dají šlechtit i na odolnost proti suchu (suchovzdornost). Suchovzdornost 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. BLÁHA (2011) ve svém článku píše, že odolnost vůči suchu a odolnost vůči vysoké teplotě a jejich kombinace jsou výhodné pro suché oblasti, ale v oblastech s velmi proměnlivým počasím nemají takové uplatnění. Pouze jako součást široké adaptability.

Odolnost suchu je složitá vlastnost, neboť závisí na řadě okolností a faktorů: na množství a mohutnosti kořenové soustavy, na poměru nadzemní a podzemní hmoty, na morfologických a anatomických zvláštnostech lodyh a listů, které mohou ovlivnit vodní hospodářství rostlin, na regenerační schopnosti a rychlosti vývinu aj. Přičemž je genetikou suchovzdornosti velmi složitá vzhledem k mnoha faktorům, které ji podmiňují nebo ovlivňují (GRAMAN, ČURN, 1998). Suchovzdornost je komplexní znak založený na všech chromozómech a je proto obtížné testovat jej na rozdíl od řady jiných znaků jen v polních podmínkách, kde působí řada různých stresorů a reprodukovatelnost výsledků v jednotlivých letech je obtížná. Tolerance a rezistence vůči suchu u rodů, druhů a odrůd jednotlivých plodin vychází z různých fyziologických zákonitostí (BLÁHA, 2009).

Dále GRAMAN a ČURN (1998) dále píší, že testování suchovzdornosti je metodicky dost obtížné. Volí se spíše laboratorní metody porovnáním 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

2.4.1 Mrazuvzdornost

Dle LARCHERA (1988) je pro rostliny, které vyčnívají nad povrch sněhu, zima nejen chladným, ale hlavně suchým obdobím.

Růst rostliny a celkovou produkci biomasy ovlivňuje klima a teplota. Zejména jarní chladné teploty mají vliv na klíčení a tvorbu listové plochy (tím i zachycení sluneční energie). Mezi jednotlivými rostlinnými druhy existují rozdíly v jejich závislosti na teplotě. Diskutuje se, jak touto cestou zvýšit u rostlin produkci biomasy. Biochemické a fyziologické příčiny tohoto jevu nejsou zatím jasně popsány. Je ale známo, že se asimilace snižuje v důsledku působení nízkých teplot (GRASSI, ZIBETTA, 1986).

Mrazuvzdornost volně trsnatých trav se v průběhu stárnutí v jednotlivých letech snižuje a je příznakem snížené vitality. Nejvýrazněji se projevuje u srhy laločnaté (říznačky), která v prvních čtyřech letech života je mrazuvzdorná, kdežto v 5.-9. roce při holomrazech bývají poškozeny vegetační vrcholy generativních výhonků a jarní regenerace probíhá jen formou sterilních výhonků (PETR et al., 1987). Dle GRAMANA a ČURNA (1998) je mrazuvzdornost odolnost vůči teplotám pod 0°C, tedy vůči jarním i podzimním mrazíkům a zimním mrazům a holomrazům. Odolnost limituje přežití rostlin, tedy jejich přezimování.

Rostliny se velmi liší ve své odpovědi na teplotu. Ty dobře přizpůsobené k nízkým teplotám jsou schopné růst a fotosyntetizovat i při teplotě -10°C a jsou obvykle schopny vydržet krátkodobě teploty pod nulou bez trvalého poškození buněčných funkcí (GRASSI, ZIBETTA, 1986). Obecně jsou travní porosty méně náročné na teploty než jiné zemědělské plodiny (MRKVIČKA, 1998). Po vzejití jsou trávy ve fázi prvního děložního lístku i mladé rostlinky velmi otužilé a snášejí krátkodobý pokles teploty pod -10°C. Pod sněhovou pokrývkou s mocností nad 50mm vzešlý porost nebývá poškozen ani při teplotě vzduchu nad sněhem -25°C

(PETR et al., 1987). Nízké teploty v období vegetačního klidu nemají podstatný vliv na produkční schopnost travních porostů, avšak silné holomrazy mohou výrazně změnit poměr komponentů. Nejvíce vymrzají oba jílky, ovsík vyvýšený a medyněk vlnatý, to znamená druhy méně vytrvalé (KLESNIL et al., 1980). Nově vzešlý porost může být ve fázi děložního lístku poškozen déletrvajícími holomrazy pod -20°C . K nejčastějším škodám však dochází v předjaří při střídavém rozmrazání půdy, kdy se velmi slabé kořínky trav se přetrhají a po přisušku klíčenci zaschnou (PETR et al., 1987). Mrazuvzdornost závisí na rostlinné části, kterou rostlina přezimuje (odnožovací uzel u obilnin a trav, kořenový krček u jetelovin, řepky) a na její lokalizaci v půdě (GRAMAN, ČURN, 1998).

Extrémní teplotní podmínky v mimovegetačním období způsobují vymrzání nebo poškození méně odolných rostlin. Proto je důležité podpoření mrazuvzdornosti správnou frekvencí využívání porostů (sečení, pastevní cykly) a usměrněnou výživou (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Na údolních loukách v předjaří bývají travní porosty poškozeny nejčastěji ledovou vrstvou, která porost mechanicky poškodí a zamezí přístupu vzduch ke kořínkům, takže druhy trav a jetelovin citlivější na aeraci hynou. V tomto směru jsou nejodolnější psárka luční (*Alopecurus pratensis*), lesknice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*) a psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*) (PETR et al., 1987).

V horských oblastech působí po dlouhotrvající sněhové pokrývky v nížinách závažné škody na kulturních travních porostech plíseň sněžná (*Fusarium nivale*) (PETR et al., 1987).

2.4.2 Vodní režim rostlin

Na stavbě rostlinného těla se nejvíce ze všech látek uplatňuje voda. Hlavním procesem, který určuje, kolik vody kořeny přijmou za určitou časovou periodu (např. za 24h), je transpirace. Deficit vody v rostlinném těle totiž nemůže být příliš velký a dlouhodobý. Rostlina jej musí vyrovnat zvýšeným příjmem (PROCHÁZKA et al., 1998). Vodní bilance rostliny (změna obsahu vody v rostlině) je určována rozdílem mezi množstvím přijaté vody a vody vydané (SLAVÍKOVÁ, 1986). Přesto kořen není jen pasivní trubice, která nasaje tolik vody, kolik se jí z rostliny vypaří do atmosféry. Morfologie a anatomie kořenového systému spolurozhodují o míře stresu suchem a tedy o přežití rostliny v daném prostředí (PROCHÁZKA et al., 1998).

Postup vody do kořenu se uskutečňuje kořenovými vlásky. Voda migruje přes stěny buněk prvotní kůry až do buněk dřevního parenchymu. Při pohybu vody z půdy do kořenu jde o síly imhibiční v tzv. apoplastickém pohybu, který umožňují micely buňky a koloidní stav buněčného obsahu. Druhý pohyb vody v kořenu se uskutečňuje symplastickou cestou přes cytoplazmu mimo vakuoly a přes plazmodermy. Poslední pohyb vody se děje na základě osmotických sil z vakuoly do vakuoly (ŠEBÁNEK et al., 1983).

Voda je nezbytná pro zachování optimální hydratace základní cytoplazmy a průběh oxidoredukci přímo v procesu fotosyntézy (KINCL, KRPEŠ, 2006). Obsah vody v rostlinách často kolísá, a přesto právě na tomto proměnném obsahu vody do značné míry závisí mechanické vlastnosti rostlinného těla nebo alespoň listů, květů a plodů, stav průduchů i dlouhivý růst (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Vedle fyziologických zvláštností mají rostliny odolné proti suchu i některé anatomické a morfologické zvláštnosti (tloušťka kutikuly, voskový povlak listů, trichómy, zmenšení listové plochy, velikost a postavení průduchů) (KINCL, FAUSTUS, 1978).

Mechanismy, které v rostlině podmiňují pohyb a zadržení vody, se označují jako skladovací. Tyto mechanismy jsou založeny na osmotickém pohybu, na inhibici a na elasticitě buněčné stěny. Tyto mechanismy musí fungovat za všech okolností (ZIMMERMANN, 1983).

Rostliny mohou přijímat vodu celým povrchem těla. Kromě půdní vláhy mohou suchozemské rostliny přijímat vodu ve formě rosy, deště a vzdušné vlhkosti i nadzemními orgány (KINCL, KRPEŠ, 2006).

Osmotický pohyb vody umožňuje retenci vody v živé tkáni rostliny. Některé rostliny mají speciální buňky k ukládání vody, které se nacházejí v blízkosti fotosyntetických buněk. Jejich stěny se deformují podle výdeje vody a v závislosti na osmotickém tlaku a znovu se doplňují. Jedná se o denní bobtnání (ZIMMERMANN, 1983). Voda se nachází v rostlinných pletivech právě jako zásobní rezervní látka, což umožňuje rostlinám vydržet delší období bez příjmu vody (ŠEBÁNEK et al., 1983). U rostlin odolných proti suchu zjišťujeme, že mají otevřeny 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 průběh hlavních fyziologických

funkcí. Také zesílení hydrolytických procesů za nedostatku vody u rostlin odolných proti suchu nastává mnohem později (KINCL, FAUSTUS, 1978).

Listy, plody a jiné části rostlin se zmenšují nebo zvětšují v důsledku změn obsahu vody (ZIMMERMANN, 1983). Pro normální funkci buňky, pletiva, orgánu či celé rostliny je třeba voda v dostatečném množství. Obsah vody v rostlinné buňce dosahuje často 70-90 %, často i více. Listy trav (*Poaceae*) obsahují kolem 85 % vody (ŠEBÁNEK et al., 1983).

2.4.3 Klíčení semen

Semeno klíčí, jakmile přijme určité množství vody. Nejdříve však bobtná, přičemž uhrazuje při zrání ztracenou hydratační vodu. Přijímáním vody zvětšuje svůj objem, a tak vzniká známý bubřivý tlak. Plně nabuřelé obilky pšenice (a jiných lipnicovitých) obsahují 55 % vody vzhledem ke své hmotnosti (KINCL, FAUSTUS, 1978). Zvláště pak objemový růst při klíčení je založen na intenzivním příjmu vody (HESS, 1983). Klíčení je obnovení metabolické aktivity semen vedoucí k prodloužení buněk radikuly a hypokotylu embrya. Semena v endogenní dormanci mohou klíčit až po jejím odeznění. Semenům bez endogenní dormance postačí ke klíčení zbobtnání ve vodě, jsou-li přítom splněny další vnější podmínky (teplota, obsah kyslíku a u některých druhů intenzita rostlin). Bobtnat mohou i mrtvá semena, neschopná klíčit (PROCHÁZKA et al., 1998). Příjem vody suchých semen začíná bobtnáním, tj. čistě fyzikálním procesem. Na toto bobtnání navazuje proces příjmu vody, spojený s klíčením (HESS, 1983). S pronikáním vody do semen začínají fyzikálně chemické procesy, které vedou k růstu základní cytoplazmy a k dělení buněk a tím k růstu zárodku. Voda aktivuje enzymy, které štěpí složité zásobní látky (škrob, proteiny, oleje-dle povahy pletiva) na látky jednoduché, potřebné pro růst pletiv. Uvolňuje se teplo, intenzita dýchání se mnohonásobně zvyšuje. Jakmile kořínek (*radicula*) protrhne o semenění, říkáme, že semeno klíčí (KINCL, FAUSTUS, 1978).

V samotném embryu mohou být brzdící mechanismy (nedospělé embryo, dozrávání za ztráty vody, nepropustnost pro vodu a pro plyny, inhibitory). Jestliže dojde k jejich odstranění, pak je embryo schopno klíčit. Klíčí však tehdy, pokud jsou splněny všechny potřebné podmínky, čili podmínky klíčení (HESS, 1983).

Při klíčení se relativní tlak vodní páry, nebo-li stupeň nasycení vodou (hydratura) lehce vyrovnává mezi rostlinou a okolím (ŠEBÁNEK et al., 1983).

Klíčení semen závisí na celém komplexu podmínek, z něhož některé jsou naprosto nezbytné, jiné jsou specifické pro semena některých druhů rostlin. K nezbytným faktorům lze přičíst vodu, teplotu a kyslík (KINCL, FAUSTUS, 1978). Klíčivost semen a počáteční růst je kritickou fází pro rozvoj vedoucí k vytvoření nových jedinců v rostlinných společenstvech. Tyto dva aspekty jsou velmi citlivé na variabilitu prostředí a zejména vyžadují příznivé podmínky půdní vlhkosti, které jsou však jen zřídka statické (FAY, SCHULTZ, 2009). Abiotické stresory nemusí působit stejným způsobem v různých vývojových fázích. Dojde-li k nedostatku vody v průběhu bobtnání zpravidla nemusí dojít k porušení klíčku. Nastane-li však nedostatek vody ve fázi klíčení, které je již spojeno s buněčným dělením, objemovým růstem a růstu klíčku, pak k porušení klíčku již dochází. V mnohých embryích je však již bobtnání spojeno s tvorbou mRNA. Důležitá je i schopnost obilky umět si vodu udržet např. při krátkodobých výskytech vysokých teplot. Při velkých ztrátách vody může dojít k prodýchání značného množství zásobních látek, někdy i k zaschnutí klíčících rostlin nebo mohou být tyto poškozeny i vysokými teplotami (MARTINEK, SVOBODOVÁ, KRÁLÍČKOVÁ, 2009).

Některá semena však neklíčí, i když jsou živá a mají splněny všechny vnější podmínky potřebné ke klíčení. Tyto příčiny mohou být různé a zahrnujeme je do tzv. vnitřních podmínek klíčení (ŠVIHRA, KUPKA, ŠEBÁNEK, 1989).

Také teplota vody je důležitá hned při bobtnání semen, protože teplá voda rychleji proniká do semena než voda studená. Například u pšenice obecné je minimální, optimální a maximální teplota 3-4, 25, 30-32°C, u ovsa setého 4-5, 25, 30°C a u kukuřice seté 8-10, 35, 45°C (KINCL, FAUSTUS, 1978). Z toho tedy vyplývá, jak také uvádí PECHAROVÁ a HEJNÝ (1993), že množství tepla ke klíčení semen je u jednotlivých druhů značně rozdílné.

Většina travních druhů začíná klíčit při teplotě 2-5°C, nejrychleji však klíčí při 20-25°C, u teplomilných druhů při 25-30°C. Maximální teplota při klíčení trav mírného pásma se udává 30-32°C (PETR et al., 1987). Je třeba očekávat, že druhy, které mají nízké celkové procento klíčení při konstantních teplotách, ale vysoké procento klíčení při střídavých teplotách, budou mít těžko předvídatelnou klíčivost (RAWLINS et al., 2012). HARDEGREE, VAN VICTOR (1999) prováděli pokusy

zaměřené na testování vlivu teploty na klíčení v laboratorních podmínkách, které simulovaly denní střídání teplot. Účelem této studie bylo měření klíčivosti podle terénních proměnných teplotních podmínek a odhadnout rozdíly mezi klíčením v konstantních teplotách. Autoři předpokládali, že okamžitá klíčivost je nezávislá na teplotní historii, tedy na konstantní teplotě při klíčení.

Formování, kvalita a funkčnost travního porostu je dána zejména v prvních fázích jeho vývinu. Znalost vlastností obilek v období prvního příjmu vody a počátku klíčení u jednotlivých travních druhů nám pomáhá minimalizovat dopad negativních vnějších faktorů, které mohou do značné míry ovlivnit strukturu porostu. Klíčení zjednodušeně definujeme jako obnovení metabolické aktivity obilky a je dáno vnitřními faktory (genetickou výbavou a aktuálním stavem osiva) a faktory vnějšími (dostatkem vody, kyslíku, optimální teplotou, u některých druhů i světlem (MARTINEK, SVOBODOVÁ, KRÁLÍČKOVÁ, 2009). Jak tvrdí NONOGAKI, BASSEL, BEWLEY (2010), v současné době jsou zatím jen omezené možnosti pro zlepšení klíčivosti genetickou manipulací. Výzvou je zvýšit rychlost a procento klíčení v oblasti zahradnictví, lesnictví a zemědělství.

2.4.4 Vodní stres

Ze všech abiotických faktorů, které omezují růst a produktivitu rostlinstva na kontinentu naší planety, stojí na prvním místě nedostatek vody. Voda na rozdíl od minerálních živin, má velmi rychlý koloběh v ekosystémech a její zásoba v rostlinách i v půdě stačí jen na poměrně krátkou dobu (PROCHÁZKA et al., 1998). Při nedostatku vody rostliny uzavírají průduchy, což lze chápat jako měřítko schopnosti druhu vázat vodu. Tím se však druhotně narušuje výměna plynů mezi rostlinou a prostředím, zamezuje se přístupu CO_2 do listů, a proto se fotosyntéza zastavuje. Nedostatkem vody se snižuje přísun minerálních látek, snižuje se růst a tím i celková asimilační plocha rostlin (KINCL, KRPEŠ, 2006). U rostlin dobře zásobených vodou se udržuje koncentrace CO_2 v listech díky otevřeným průduchům (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980). Stejně jako sucho tak i zasolení půdy ovlivňuje potenciál vody. Průduchy jsou citlivé na změny v potenciálu půdní vody a jejich uzavírání je obvykle doprovázeno stresem ze sucha a zasolení. Snižování aktivity průduchů snižuje i intenzitu fotosyntézy nižším příjmem CO_2 a tím i produkci biomasy (MARICLE, COBOS, CAMPBELL, 2007). Množství vody v pletivech

úzce souvisí s růstem rostliny. Když se snižuje obsah vody, zpočátku se zvýší intenzita dýchání, avšak po určité době zřetelně klesá (KINCL, FAUSTUS, 1978). Při nedostatku přístupné vody v půdě dochází obvykle po počátečním a přechodném vadnutí k trvalému až nenávratnému vadnutí (ŠEBÁNEK et al., 1983). Sucho (vodní stres) zvyšuje množství sušiny v listech a obsah cukru (SCHUT, KETELAARS, 2002).

Pokud je v půdě takové množství vody, při kterém rostlina trvale vadne, tj. není schopna vodu znovu přijímat a obnovovat svůj turgor, označuje tento stav jako bod trvalého vadnutí (SLAVÍKOVÁ, 1986).

Vzhledem ke složitým vztahům mezi množstvím vody v rostlině a v okolním prostředí nelze dosti dobře zavést jednoduché kritérium, podle kterého bychom hodnotili, jak velkému stresu z nedostatku vody (vodnímu stresu) je rostlina vystavena (PROCHÁZKA et al., 1998).

Schopnost rostlin zabraňovat vodnímu deficitu nebo jej kompenzovat, případně se mu životním rytmem vyhnout, je tak rozmanitá, že téměř pro každý typ stanoviště by bylo možno popsat mnoho adaptací na stanovištní vlhkost, především na sucho (SLAVÍKOVÁ, 1986). Například laboratorní výzkum, prováděný za účelem zjištění klíčivosti semen půdní banky v období sucha v Australské savaně, poskytl údaje, dle kterých je hustota a druhová bohatost klíčivých semen výrazně vyšší na konci období sucha, než na jeho počátku. Hustota a druhová bohatost klíčivých semen byla výrazně zvýšena díky působení ohně a vysokých teplot. Je to výsledek vysoké úrovně dormance některých druhů trav (SCOTT et al., 2010).

2.4.5 Výnosová variabilita - vliv počasí

Při nedostatku vody se zpomaluje vlivem sníženého turgoru růst a v období klíčení se oddaluje vzcházení. V obou případech se snižuje listová plocha, čímž se snižuje i využití slunečního záření porostem a celková tvorba sušiny (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980).

Víceleté pícní trávy mají velmi mělký kořenový systém, a proto jsou velmi citlivé na počasí, zejména na množství a rozdělení dešťových srážek. Výnosová variabilita všech travních porostů je mimořádně velká, s výjimkou velmi vlhkých údolních lokalit. Avšak i na mezotrofních stanovištích s relativně příznivou hladinou podzemní vody v extrémně suchých letech dochází k výrazné výnosové depresi,

neboť tyto mezofilní fytoocenózy zakořeňují mělčeji než trávy na sušších stanovištích (PETR et al., 1987). Dynamika rostlinných společenstev a proměnlivé srážkové poměry mají v travních porostech vliv na klíčivost semen a brzký růst (FAY, SCHULTZ, 2009). Kvalita píce trav je rovněž velmi variabilní. Diference v nutriční hodnotě travní píce jsou nejvýrazněji ovlivněny intenzitou hnojení a fenofází v době sklizně, kdežto druhové a odrůdové rozdíly jsou u kulturních trav podstatně menší (VELICH et al., 1991).

Plodiny jsou citlivější na nedostatečné zásobování vodou v určitých úsecích vegetace, což označujeme jako kritická období. O kukuřici je například známo, že výrazně snižuje výnosy vlivem nedostatku vláhy v době květu. U pšenice se snižuje produkce nejvýrazněji při nedostatku vody asi 10 dnů před metáním (PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al., 1980).

Podle KINCLA, FAUSTUSE (1978) je pro výši sklizně zvláště nepříznivé, když po vlhkém jaru a začátku léta, kdy byly příznivé podmínky pro bujný růst, přijde sucho v druhé polovině léta.

Fenofáze v době sklizně výrazně ovlivňuje obsah jednotlivých živin. Nejvíce živin, kromě bezdusíkatých látek výtažkových, obsahují trávy před metáním a v době metání. Ve fázi květu rychle klesá obsah nejdůležitějších živin. V této době rovněž celá nadzemní biomasa značně inkrustuje a hubne, neboť přibývá obsah vlákniny, ligninu a křemíku (VELICH et al., 1994).

Výnosová variabilita je vzhledem k ekologickým podmínkám velmi široká (1-15 t/ha). Výnosy sušiny píce z luk se v posledních 10 (20) letech pohybují kolem 3,4-4,3 t/ha a píce pastvin asi 1,5 t/ha, což je u spásaných porostů velmi nepřesné v důsledku odhadů. To je cca o 40 % méně než v zemích EU s vyspělým zemědělstvím, kde se výnosy pohybují v rozmezí 7-8 t/ha (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Z rozboru vlivu počasí na klíčení pícních trav vyplývá, že nejvhodnější dobou pro založení porostu je časné jaro, kdy je dostatek vláhy. Letní setba může být úspěšná pouze ve vlhkých letech nebo humidních oblastech a při závlaze. Podzimní setba v říjnu nebo listopadu je již velice riskantní, neboť porost dobře přezimuje pouze za příznivých meteorologických podmínek. Travní porosty se proto doporučuje zakládat nejpozději do konce srpna a v nižších polohách do poloviny

září. Při dodržení těchto podmínek trávy dostatečně zakoření a nahromadí alespoň minimální zásobu rezervních látek (PETR et al., 1987).

2.4.6 Konkurenční schopnost

Trávy se převážně pěstují ve směsích a proto je nutné sledovat jejich konkurenční schopnost, která je ovlivněna danými ekologickými podmínkami. Největší vliv na změnu konkurenční schopnosti jednotlivých druhů má vodní (hydrosérie) a výživný (trofosérie) režim půdy (ŠANTRŮČEK et al., 2001). PRACH (1996) taktéž uvádí, že je konkurence mezi rostlinami ovlivněna ekologickými podmínkami. Konkurence se děje především o prostor (konkurence o světlo), živiny a vodu. Je definována jako interakce mezi jedinci nebo populacemi při využívání zdrojů, vedoucí ke snížení růstu a reprodukce.

Konkurenční schopnost jednotlivých druhů trav nelze bez specifikace konkrétních ekologických podmínek generalizovat. Při optimální kombinaci výnosotvorných faktorů jsou konkurenčně zdatné vysoké, rané druhy (psárka luční, srha říznačka, ovsík vyvýšený), s výraznou reakcí na dusíkaté hnojení (VELICH et al., 1991).

Dominantní druh má vždy v daných podmínkách nejvyšší vitalitu a konkurenční schopnost a proto lépe charakterizuje ekologické vlastnosti stanoviště (VELICH et al., 1994). Pro příklad sveřep střešní (*Bromus tectorum L.*) dnes dominuje na milionech hektarů pastvin ve středohoří na západě Spojených států i v Evropě. Studie prováděné s tímto druhem ukázaly, že tento travní druh má schopnost rychle klíčit při nízkých teplotách na podzim, v zimě i na jaře. Proto vyklíčil v laboratorních pokusech 2-5krát rychleji než 5 jiných žádanějších travních druhů (HARDEGREE et al., 2010). RAWLINS et al. (2012) také potvrzuje, že sveřep střešní (*Bromus tectorum L.*) klíčí rychleji než jiné trvalé trávy, zejména při nižších teplotách.

2.5 Specifikace travních druhů

2.5.1 Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.) (Median)

2.5.1.1 Charakteristika

Ovsík vyvýšený je víceletá vysoce vzrůstná tráva, využívaná tradičně jako kvalitní pícnina. Dorůstá až do výšky 150cm, proto má dobré předpoklady i pro využití k energetickým účelům (PETŘÍKOVÁ et al., 2006). I na chudších půdách vždy přesáhne výšku minimálně 50cm (REGAL, 1953). Jedná se o travu domácího původu, proto se jí v našich podmínkách dobře daří (PETŘÍKOVÁ et al., 2006). Je to dominantní druh v nížinných extenzivních aluviálních loukách (HRABĚ, BUCHGRABER, 2009). Předností ovsíku vyvýšeného je jeho vynikající produkční schopnost a vzdornost vůči přísušku (VELICH et al., 1994). PETŘÍK et al. (1987) rovněž uvádí, že jeho předností je suchovzdornost a vysoké výnosy (8-12 t/ha). Z těchto vlastností vyplývá jeho hojnost na sušších stanovištích (CZ BIOM, 2011). Jak uvádí VRZAL a NOVÁK (1995), je také vhodný k protieroznímu zatravnění svažitéch pozemků a náspů.

2.5.1.2 Botanické zařazení a popis

Ovsík vyvýšený je volně trsnatá, vysoká tráva jarního charakteru. Plodonosná stébla ovsíku dosahují 120 – 150cm. Trs je vzpřímený, středně hustý, v průměru je vysoký 80 – 130cm. Stéblo je hrubší, středně poléhavé se středním olistěním. Listy jsou široké, dlouhé, typicky převislé, řídce ochmýřené (PETŘÍKOVÁ et al., 2006). Povrch listu bývá posetý trichomy, ale jejich výskyt není pravidelný a kolísá podle stanoviště a roční doby (REGAL, 1953). Má delší latu, semeno je osinaté. HTS je 2,8 až 3,4g. Ovsík vyvýšený má široce rozvětvenou kořenovou síť pronikající většinou hluboko do půdy, takže dobře odolává i přísuškům. Je středně odolný vůči chorobám. Ovsík poměrně dobře obrůstá, ale nesnáší sešlapování. Jedná se o travu víceletou, vydrží na stanovišti tři roky (až 5) (PETŘÍKOVÁ et al., 2006).

Ovsík vyvýšený má ploché listy, 4-8mm široké, svrchu krátce chlupaté, pochvy listů lysé, jazýček krátký, uťatý, zubatý. Lata ovsíku je 10-20cm dlouhá. Klásky 8-12mm dlouhé, 2květé, jen s 1 kolénkatou osinou. Spodní pleva je 1žilná a horní 3žilná. Ovsík vyvýšený se nejčastěji vyskytuje na živných loukách a na mezích

u cest. Je to vydatná pícní tráva, hojně zastoupená po celé Evropě (SCHAUER, 2005). Ovsík vyvýšený je obecně doporučován pro sklizeň na semeno a slámu pro energetické účely. Pro účely výlučně energetické se sklízí celková nadzemní hmota, kde se uvádí průměrné výnosy 5 – 9 t/ha (CZ BIOM, 2011).

2.5.1.3 Nároky na stanoviště

Ovsík vyvýšený se hodí do oblastí spíše mírnějšího klimatu, neboť nesnáší příliš drsné podmínky. Vyhovují mu i mírně sušší stanoviště, neboť se díky svému bohatě rozvinutému kořenovému systému dokáže poměrně dobře zásobovat půdní vláhou (PETŘÍKOVÁ et al., 2006). Dává přednost teplým, kyprým, živinami bohatým a hlubokým půdám, dostatečně humózním, s dostatkem vápna (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). Je značně náročným druhem na stanovištní podmínky, zejména na obsah živin. Dobře mu vyhovují půdy na vápencovém podkladě (CZ BIOM, 2011). Vhodnější je jeho pěstování v lučních porostech určených ke sklizni, než na pastvinách, kde trpí sešlapáváním (PETŘÍKOVÁ et al., 2006). V našich klimatických podmínkách je nejvíce rozšířen v přirozených travních porostech řepařských oblastí (REGAL, 1953).

2.5.1.4 Používané odrůdy (odrůda Median)

V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky k 1.10.2007 jsou zapsány jen 2 odrůdy Rožnovský a Medián. Odrůda Medián je pozoruhodná bezosinatou obilkou a snadným vyséváním (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008). Její předností je vysoký výnos kvalitní hmoty, vhodnost do sušších podmínek a snadnost manipulace s osivem vzhledem k jeho bezpečnosti (ŠANTRŮČEK et al., 2003). Ve světě existuje více odrůd ovsíku vyvýšeného, žádná však u nás není registrovaná. Bezosinatá je také např. polská odrůda Wiwena. Odrůdy jsou vesměs šlechtěny na vysoký výnos biomasy. Naše šlechtěné odrůdy ovsíku vyvýšeného jsou vhodné především do pahorkatinných oblastí při jejich dobré přizpůsobivosti středoevropským klimatickým podmínkám (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008). Odrůda Rožnovský – od roku 1940. Je to odrůda středně pozdní. Byla vyšlechtěna výběrem z přirozených porostů na Valašsku, v tehdejší zemské výzkumné stanici pícninářské v Rožnově pod Radhoštěm (PETŘÍKOVÁ et al., 2006).

2.5.2 Srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.) (Toscali a Padania)

U srhy laločnaté (říznačky) bylo zjištěno, že při zvýšení teploty z 11°C na 26°C je vzestup intenzity respirace 45 %. Denní teploty nad 30°C podstatně zpomalují obrůstání travních porostů v červenci srpnu (KLESNIL et al., 1980). Déle trvající přisušek negativně ovlivňuje jak výnos, tak kvalitu píce (PETŘÍK et al., 1987).

Při vztažení na vegetační období pak v optimálních podmínkách teplých oblastí, kde voda a živiny nejsou limitujícím faktorem, lze u nově setých travních porostů dosáhnout úrody sušiny píce 15-20 t/ha (HRABĚ, BUCHGRABER, 2009). Dle HOLÚBKA et al. (1997) je teoreticky možný biologický výnos (píce+kořenová fytomasa) za rok kolem 30 t/ha.

2.5.2.1 Charakteristika

Srha laločnatá je víceletá až vytrvalá tráva středně náročná na vláhu a živiny, která je nenáročná na agrotechniku a má vynikající stabilní produkci v širším spektru ekologických podmínek (PETŘÍKOVÁ et al., 2006). Pro intenzivní pícninářství je to druh nepostradatelný (VELICH et al., 1994). Lze jí využít jako monokulturu na 2-3 užitkové roky, má však větší využití v jetelotravních směskách (ŠANTRŮČEK et al., 1995). Již od 18. stol. se řadí mezi kulturní trávy a patří k nejlepším pícním travám (REGAL, 1953). Autochtonní druh, který je rozšířen na celém našem území a také v mírném pásmu Euroasie a Jižní Ameriky (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008). Vytváří silné trsy a při intenzivním využívání a hnojení je silně konkurenčním druhem (HRABĚ, BUCHGRABER, 2009).

2.5.2.2 Botanické zařazení a popis

Srha laločnatá patří do čeledi lipnicovité (Poaceae). Je to víceletá až vytrvalá tráva, volně trsnatá. V lučních porostech vytváří mohutné, široké trsy s obloukovitými listy. Srha laločnatá vytváří středně hluboký až hluboký kořenový systém svazčitých kořenů s maximálním množstvím kořenové hmoty v hloubce 5 – 25cm. V nadzemní části tvoří listové výhonky, stébelné fertlní výhonky a méně zkrácené stébelné výhonky. Listy jsou dlouhé, v mládí složené, s velkým jazýčkem a

zploštěnými listovými pochvami, které jsou matné a lysé. Stébla jsou vzpřímená a nesou charakteristické květenství, tzv. staženou latu. Srha laločnatá patří mezi převážně ozimé trávy, plodná stébla tvoří ve 2. roce vegetace a metá jen do 1. seče, po posečení tvoří jen dlouhé listové výhonky, případně zkrácené stébelné výhonky (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008). Patří k velmi raným travám, protože na jaře obrůstá velmi rychle a její další růst je také velmi intenzivní (REGAL, 1953). Srhu velmi citlivě poškozují pozdní mrazíky, právě proto, že má rychlý vývoj na jaře, ale během vegetačního klidu, pod sněhovou pokrývkou i bez ní je poměrně odolná (STEJSKAL, 1964). Plodem je středně velká kýlnatá, mírně prohnutá obilka s krátkou osinou, 4-7mm dlouhá a 1,5mm široká, HTS 0,70-1,30g. Po zasetí se srha laločnatá dosti rychle vyvíjí a plného vývinu dosahuje již druhého roku, s maximálním rozvojem ve 2. - 5. roce vegetace. Maximálních výnosů dosahuje v 1. - 4. užitkovém roce (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008). Na stanovišti setrvává více let, její vytrvalost může být až 10 let, ale hospodářsky je významná jen 4-5 let (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). Délku vytrvalosti 5 let s tím, že se jedná o travu s pozdním rytmem růstu udává i TAGRO ČERVENÝ DVŮR, S.R.O. (2011). VELICH et al. (1994) dodává, že po pátém roce její vitalita klesá, což se projevuje za dočasně nepříznivých podmínek (holomrazy, sucho). Z jara brzy obrůstá, avšak mohou ji částečně poškozovat pozdní mrazíky. V rámci skupiny druhů kulturních píceň trav vytváří zapojené porosty s vyšší vytrvalostí a dobrou konkurenční silou vůči plevelům (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008). V porostu se její trsy široce rozkládají a potlačují ostatní druhy (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). Srha laločnatá je šedo zelená rostlina, klásky 3-4květé, zelené, často nafialovělé, klubíčkovitě uspořádané na větévkách laty. Kvetoucí lata je s 3úhelníkovým obrysem, vzpřímená, s odstávající spodní větévkou laty. Plevy jsou tuhé, neprosvítavé. Volně se vyskytuje na živných (hnojených) loukách a pastvinách po celé Evropě (SCHAUER, 2005).

2.5.2.3 Nároky na stanoviště

V přirozených a polopřirozených travních porostech se srha laločnatá vyskytuje na středně vlhkých (mezofytních) stanovištích se širší stanovištní amplitudou od stupně suššího (mezoxerofitního) až po stupeň vlhčí (mezohygrofytní), je tedy značně přizpůsobivá. Na živiny je náročná až středně náročná a vyskytuje se na půdách středně až bohatě zásobených živinami (stupeň

mezotrofní až eutrofní) (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008). Nejvíce je zastoupena v řepařském výrobním typu, vyskytuje se i v horských oblastech, ale nikoli na okrajích lesa (ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ, VÍTEK, 1989). V našich přírodních podmínkách je plastickým druhem, ale subalpínském pásmu již neroste (VELICH et al., 1994). Proti jiným travám snáší srha laločnatá velmi dobře zastínění, protože má velkou asimilační plchu (REGAL, 1953). Na půdní reakci není zvláště citlivá, je dobře přizpůsobivá půdní reakci v rozmezí pH od 4,0 do 7,5 s optimem pH kolem 5,5. Srha si dokáže dobře osvojovat vláhu i živiny a vyniká stabilními výnosy i v sušších letech (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008).

2.5.2.4 Používané odrůdy (odrůda Toscali a Padania)

Odrůdovému šlechtění srhy laločnaté je u nás i ve světě věnována pozornost již řadu let s ohledem na její široké pícninářské uplatnění na loukách i na pastvinách, včetně použití v travních směsích určených pro dlouhodobější zatravňování orné půdy. V seznamu odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize České republiky k 1.10.2007 je zapsáno celkem 10 odrůd (Ambassador, Barexcel, Dana, Intensiv, Lada, Niva, Vega, Velená, Zora), vesměs šlechtěných na vysoký výnos pícní biomasy. Jako ověřené pro podmínky podhorských oblastí Jižních Čech lze doporučit odrůdy Lada, Niva, Vega, Zora. V ČR se šlechtí srha laločnatá již řadu let, zejména na šlechtitelských stanicích Větrov, Hladké Životice a Tagro Červený Dvůr. Naše šlechtěné odrůdy srhy laločnaté jsou při jejich dobré přizpůsobivosti středoevropským klimatickým podmínkám vhodné především do pahorkatinných až podhorských oblastí. Byly šlechtěny především na výnos a kvalitu píce (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008).

Odrůda Toscali je dle STRAŠILA et al. (2011) zaregistrována již od roku 1998. Dle informací šlechtitelské stanice odrůda Toscali nevytváří vystoupavé trsy, má nízkou drsnost listů a stébel, listy jsou světle zelené barvy, ve směsích není agresivní, lze ji kombinovat s vojtěškou nebo s jetelem, a má vysokou chuťnost píce. Také dodává, že Padania je odrůda v Čechách množena od roku 1999 a je původem z Itálie (TAGRO ČERVENÝ DVŮR, S.R.O., 2011). Odrůda Padania se morfoloogicky a fyziologicky příliš neliší od našich odrůd (Dana, Zora). Co se týče termínu počátku kvetení, jedná se o ranou odrůdu se vzpřímeným trsem. Délka nejdelšího stébla je okolo 110cm (OSEVA PRO, S.R.O., 2011).

3 Cíl práce

Hlavním úkolem diplomové práce bylo posouzení vlivu vodního režimu na klíčivost vybraných druhů trav, kterými byly ovsík vyvýšený (Median) a srha laločnatá (Toscali, Padania), porovnat odolnost proti suchu u obou odrůd srhy říznačky a posoudit výnosnost vybraných druhů trav vhodných pro energetické využití při jarním termínu seče.

Cíle práce:

- 1. Porovnat klíčící schopnost vybraných druhů trav vlivem změny vodního režimu v laboratorních podmínkách**
- 2. Porovnat dvě vybrané odrůdy srhy laločnaté (Toscali, Padania) z hlediska klíčící schopnosti vlivem změny vodního režimu v laboratorních podmínkách**
- 3. Posoudit výnosnost vybraných druhů trav vhodných pro energetické využití při jarním termínu seče.**

Hypotézy:

- 1. Hypotéza – Rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav nepřesáhne v průměru 40 %**
- 2. Hypotéza – Odrůda srhy laločnaté Padania je při klíčení odolnější proti přísušku než odrůda Toscali**
- 3. Hypotéza – Nejvíce odolná proti přísušku v době klíčení je srha laločnatá odrůda Padania**
- 4. Hypotéza – Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 30 %**
- 5. Hypotéza - Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě je vyšší než 50 %**
- 6. Hypotéza – Nejvyššího výnosu při jarní seči dosáhne srha laločnatá Padania.**

4 Materiál a metodika

Hlavní náplní diplomové práce bylo posouzení vlivu vodního režimu na klíčivost vybraných druhů trav, kterými byly ovsík vyvýšený (Median) a srha laločnatá (Toscali, Padania), porovnat odolnost proti suchu u obou odrůd srhy laločnaté (říznačky) a posoudit výnosnost vybraných druhů trav vhodných pro energetické využití při jarním termínu seče.

Tato práce byla prováděna v laboratoři Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Pro tyto účely byly zvoleny tři druhy potenciálně vhodných trav pro energetické využití. Jednalo se o ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*) - Median a dvě odrůdy srhy laločnaté (říznačky) (*Dactylis glomerata*) – Toscali, Paadania.

Součástí diplomové práce byla spolupráce při založení porostů vybraných travních druhů a odrůd na pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Od každého druhu byly osety tři parcelky o rozměrech 15m x 1,25m (rozloha parcelky - 18,75m²). Jejich rozmístění je znázorněno v tabulce 1. Pro naše účely byla provedena jejich jarní seč.

Tabulka 1 – Plán rozložení políček (barevně jsou vyznačeny sledované druhy)

1 A Chrastice rákosovitá- Chrastava	8 B Lipnice luční- Balin	5 C Jílek mnohokvětý- Romul
2 A Ovsík vyvýšený- Medián	9 B Srha laločnatá- Toscali	6 C Kostrava červená- Tábořská
3 A Srha laločnatá- Padánia	10 B Psineček tenký- Teno	7 C Bojínek luční- Sobol
4 A Sveřep horský- Tacit	1 B Chrastice rákosovitá- Chrastava	8 C Lipnice luční- Balin
5 A Jílek mnohokvětý- Romul	2 B Ovsík vyvýšený- Medián	9 C Srha laločnatá- Toscali
6 A Kostrava červená- Tábořská	3 B Srha laločnatá- Padánia	10 C Psineček tenký- Teno
7 A Bojínek luční- Sobol	4 B Sveřep horský- Tacit	1 C Chrastice rákosovitá- Chrastava
8 A Lipnice luční- Balin	5 B Jílek mnohokvětý- Romul	2 C Ovsík vyvýšený- Medián
9 A Srha laločnatá- Toscali	6 B Kostrava červená- Tábořská	3 C Srha laločnatá- Padánia
10 A Psineček tenký- Teno	7 B Bojínek luční- Sobol	4 C Sveřep horský- Tacit

4.1 Projekt

Součástí projektu MŠMT č. 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy v energetice“ byl směr, zabývající se vybranými travními druhy. Jednalo se o potenciální zdroje biomasy pro energetické využití.

Diplomová práce na tento projekt navazuje. Hlavním směrem diplomové práce bylo posouzení vlivu vodního režimu na klíčivost vybraných druhů trav, kterými byly ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius L.*) (Median) a srha laločnatá (*Dactylis glomerata L.*) (Toscali, Padania), porovnat odolnost proti suchu u obou odrůd srhy laločnaté (říznačky) a posoudit výnosnost vybraných druhů trav vhodných pro energetické využití při jarním termínu seče.

4.2 Laboratoř, pracoviště

Pokusy probíhaly ve školní laboratoři. Laboratoř byla vybavena pracovními pulty s příslušenstvím. Pro práci byly nutné Petriho misky, filtrační papírky a stříčka pro zavlažování. Nejdůležitější bylo osivo trav, zakoupené ve firmě TAGRO Červený Dvůr, s.r.o. Toto osivo bylo používáno po celou dobu výzkumu. Část laboratorního vybavení a pracovní deska je znázorněna na obrázku 1.

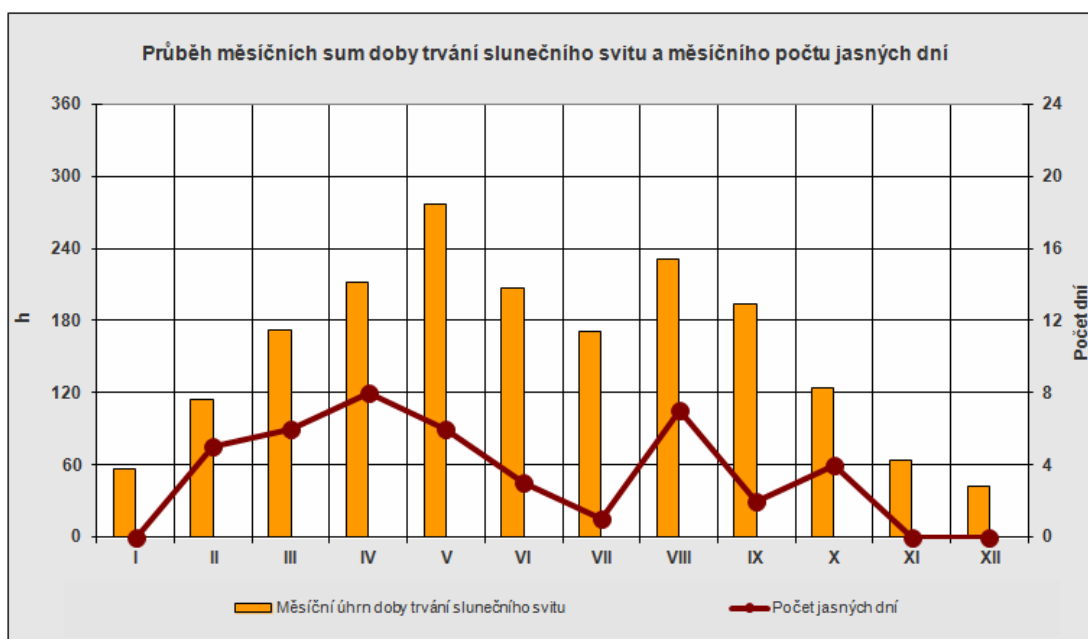
Obrázek 1 – Pracovní deska laboratoře



4.3 Založení vzorku a péče

Vzorky pro sledování vlivu vodního režimu na odolnost trav proti suchu byly zakládány ve školní laboratoři za co možná nejvíce konstantních teplot, přičemž jediným faktorem, který se v průběhu sledování měnil, byla délka světelné periody dne a intenzita slunečního svitu. Tento prvek je při klíčení důležitým faktorem, není však vždy rozhodujícím faktorem. Pro přehled je doba slunečního svitu zaznamenána v grafu 1.

Graf 1 - Doby trvání slunečního svitu České Budějovice 2011 (zdroj: ČHMÚ)



Přičemž údaje z roku 2012 z měsíce ledna, února a března jsou: 74,5h (leden), 95,4h (únor), 206,3h (březen).

Do Petriho misek se vložil list filtračního papíru, který se následně ovlhčil. Další krok spočíval v rozložení přesného počtu (50ks) semen vybraných druhů trav. V rámci každého pokusu se zakládaly dvě Petriho misky od každého vybraného druhu trav, **tzv. suchá a mokrá varianta**. Vzorky obou variant byly pravidelně kontrolovány a zavlažovány po 24 hodinách. Tento pokus byl proveden celkem desetkrát. Rozložení Petriho misek se semeny trav je znázorněn na obrázku 2.

Obrázek 2 – Petriho misky se semeny trav



Mokrý varianta spočívala v pravidelném zavlažování semen v Petriho miskách tak, aby byl filtrační papír stále vlhký, a tím co nejvíce simuloval vhodné prostředí pro klíčení semen. Na této variantě se sledovala pouze klíčivost daného druhu v laboratorních podmínkách v době od prvního zavlažení (založení vzorku) do 5cm výšky vzešlých rostlinek.

Suchá varianta byla založena pro účel sledování suchovzdornosti u vybraných druhů trav. Založení pokusu bylo totožné s mokrou variantou. To znamená, že se pravidelně po 24h zavlažovala. Změna v zavlažování nastala až v době, kdy se začal objevovat klíček. V této fázi se pro rychlé vysušení odklápělo horní sklíčko Petriho misky. Doba, po kterou byl filtrační papír vysoušen a odklopeno horní sklíčko misky, byla celkem 48 hodin. Následně se vzorek opět zavlažil, aby došlo k navázání na proces klíčení. Celková doba mezi jednotlivými zalitími byla 72h. Doba od prvního zavlažení semen až po jejich vyklíčení byla rozdílná dle druhu a odrůdy (3-6 dnů). Proces klíčení je fyziologický děj a je závislý na přítomnosti vody a na odolnosti rostliny (semene) snášet její krátkodobou nepřítomnost. Na tomto základě byl postaven tento pokus. Při obnovení procesu klíčení byla semena dále pravidelně zavlažována (znovu intervaly po 24h) do té doby, dokud většina vzešlých rostlinek nedosáhla 5cm výšky.

Založení parcelk na areálu univerzity: Setí proběhlo v květnu 2011. Setbě předcházela úprava pozemku, na němž se nacházela políčka z dřívějších pokusů

oseté lesknici (chraštíci) rákosovitou, ovsíkem vyvýšeným a srhou laločnatou (říznačkou). Tento porost byl zlikvidován aplikací totálního herbicidu. Následně byly rostlinné zbytky na půdním bloku rozdrčeny pomocí rotavátoru. Poslední operací předseťové přípravy bylo vláčení. Po těchto operacích byl pozemek připraven pro nové osetí. Po vysetí jednoho druhu trav se secí stroj zbavil zbytku osiva, aby nedošlo ke smíchání s jiným druhem. Další zásah spočíval v odplevelovací seči, provedené na konci července téhož roku, z důvodu podpoření růstu žádoucích trav a zlikvidování vzešlých plevelných rostlin.

Při těchto pokusech znamenaly důležitý faktor měsíční srážkové úhrny (mm), průměrné měsíční teploty (°C) a délka slunečního svitu (h) uvedená v grafu 1. Údaje o srážkách a teplotách jsou zaznamenány v grafu 2 - Měsíční srážkové úhrny České Budějovice 2011 a grafu 3 - Průměrné měsíční teploty vzduchu České Budějovice 2011 v příloze.

Místní podmínky u lokality hrají zásadní roli při pěstování energetických trav. Hlavní charakteristiky oblasti v Českých Budějovicích jsou znázorněny v tabulce 2.

Tabulka 2 – Hlavní charakteristiky oblasti

	České Budějovice
Nadmořská výška (m.n.m.)	380
Půdní druh	Písčito-hlinitý
Půdní typ	Kambizem pseudoglejová
Roční průměrná teplota vzduchu - dlouhodobá (°C)	8,1
N = dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 (mm)	659mm
PH půdy (KCl)	6,4

4.4 Selektce, sčítání a vyhodnocení

Ve fázi, kdy měly rostlinky zhruba 5cm, se s vzorky pracovalo dále. Úkolem bylo spočítat množství takto vzešlých semen v suché i mokré variantě u všech vybraných druhů trav. Započítávaly se i rostliny vzešlé, které nedosahovaly výšky

5cm, ale byly životaschopné. Veškeré údaje se zaznamenávaly do tabulek. Rozdíly v počtu vyklíčených semen mezi suchou a mokrou variantou i rozdíly mezi jednotlivými druhy byly opět zaznamenány.

U parcelek založených na areálu univerzity byla na jaře 2012 (26.3.) provedena první sklizeň biomasy pomocí sekačky s prstovou žací lištou. Po posečení byla zvážena přesná hmotnost biomasy ze sklizených políček a výnos přepočten na plochu 1ha. Rovněž byl odebrán a zvážen vzorek, který se nechal vysušit. Po zjištění rozdílu hmotností „čerstvého“ a suchého vzorku byl přepočítán hektarový výnos biomasy na výnos sušiny. Výnosy sušiny byly pro naše účely směrodatné.

5 Výsledky a diskuse

5.1 Suchovzdornost vybraných druhů trav

Prováděné pokusy poskytly řadu zajímavých údajů o sledovaných druzích. Veškeré vysledované údaje byly postupně zpracovány do grafické podoby a vyhodnoceny. Dá se říci, že výsledky získané z tohoto výzkumu mají opodstatnění zejména v rámci lukařství a pastvinářství a ekoenergetiky.

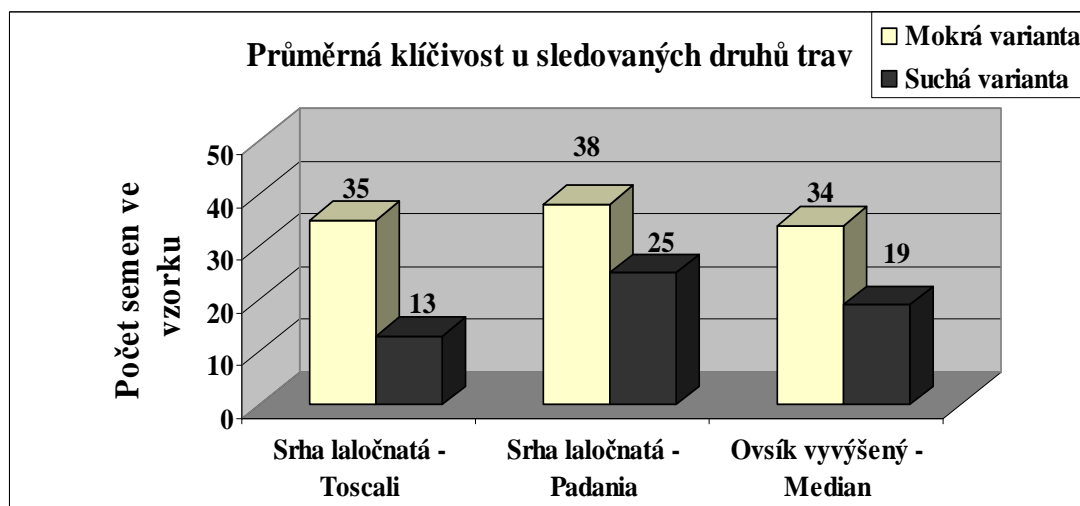
V dílčích pokusech, prováděných laboratorně za pomoci Petriho misek a jiného základního vybavení, byla vysledována klíčivost u srhy laločnaté (*Dactylis glomerata*), a to u odrůdy Toscali a Padania, a také u ovsíku vyvýšeného (*Arrhenatherum elatius*) odrůdy Median.

Klíčivost a zároveň reakce na změnu vodního režimu v simulovaných podmínkách, byla podstatou pro zjištění jejich odolnosti proti suchu (suchovzdornosti). Každý travní druh byl sledován v 10 opakováních v rámci tzv. mokré a suché varianty (viz metodika). Z těchto získaných údajů se dá porovnat klíčící schopnost vybraných druhů trav vlivem změny vodního režimu v laboratorních podmínkách.

Výsledky z pokusů, které prováděl FAY a SCHULTZ (2009) rovněž potvrzují, že intervaly v zalévání (čili suchá a mokrá varianta) způsobují rozdíly ve variabilitě půdní vlhkosti (v našem případě filtračního papíru), které ovlivňují klíčení, růst, přežití a v neposlední řadě množství biomasy.

Srovnání klíčící schopnosti u jednotlivých druhů je zobrazena v grafu 4.

Graf 4 – Průměrná klíčivost u sledovaných druhů trav



Z uvedeného grafu (4) lze vyčíst, že v průměru nejvíce klíčila odrůda srhy laločnaté Padania v mokré i suché variantě. Tento výsledek tedy jednoznačně potvrzuje **hypotézu 3** a to, že nejvíce odolná proti přísušku v době klíčení je srha laločnatá odrůda Padania. Je tedy také zřejmé, že srha laločnatá Padania nejlépe reagovala na stanovené laboratorní podmínky a je třeba dodat, že má vysokou odolnost na střídající se podmínky prostředí. Tato reakce je zásadní pro pěstování každého rostlinného druhu. Protože běžné bývá to, jak píše FAY a SCHULTZ (2009), že jsou semena v půdě v přírodních podmínkách vystavena obdobím střídání suchých a mokřých podmínek prostředí způsobených epizodickou povahou srážek. Rovněž jako v námi provedených laboratorních testech.

Z grafu lze také vyčíst rozdíl v klíčivosti mezi odrůdami srhy laločnaté. Z těchto výsledků je patrné, že i v rámci jednoho druhu se mohou vyskytovat rozdíly mezi odrůdami v průběhu bobtnání a počátku klíčení, kdy stres suchem již vede k nevratnému poškození obilky, jak také konstatuje MARTINEK, SVOBODOVÁ a KRÁLÍČKOVÁ (2011).

Dále je viditelný, u všech sledovaných druhů, velký rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou. Jedná se o reakci na změnu vodního režimu v průběhu klíčení, kdy po vyklíčení semene došlo k dočasnému přerušení závlahy.

U většiny druhů snižuje dehydratace (v závislosti na době) klíčivost, nebo může přimět k vegetačnímu klidu ve srovnání s konstantní hydratací (FAY, SCHULTZ, 2009). Právě tato věda vysvětluje rozdíl v klíčivosti mezi oběmi variantami.

Vezmeme-li srhu laločnatou Padanii v porovnání s ovsíkem vyvýšeným Medianem, je možné říci, že i když je ovsík vyvýšený odolný proti suchu, což potvrzuje i PETŘÍK et al. (1987) a VELICH et al. (1994) a posuzují ovsík vyvýšený jako odolný vůči přísušku a sušším stanovištím, jeho reakce na klíčivost v laboratorních podmínkách není taková jako právě u srhy laločnaté Padanie. Průměrná klíčivost v pokusech provedených v laboratorních podmínkách se dá odůvodnit následujícím. Laboratorní klíčivost a klíčivost polní je odlišná věc, která se liší v celé řadě podmínek. Je tedy možné, že ovsík vyvýšený (Median) zcela nenaplní svoje schopnosti v laboratorních podmínkách natolik, jak by tomu bylo v pokusech polní klíčivosti (vzcházivosti). Naopak srha laločnatá Padania klíčí lépe v laboratorních podmínkách a předčí tak ovsík vyvýšený. Pro porovnání v pokusech prováděných BLÁHOU et al. (2006) na třech odrůdách (Amanta, Estova, Ebi) ozimé pšenice bylo zjištěno, že laboratorní klíčivost byla oproti polním pokusům vyšší u všech třech odrůd a to o 1-10 %.

Z důvodu podobnosti mezi obilninami a travinami se dá říci, že i tato skutečnost může mít vliv na námi prováděné pokusy. Přičemž srha laločnatá Padania reagovala na laboratorní podmínky lépe než zbylé dva vzorky. Pokud vezmeme za příklad opět obilniny, HOSNEDL (2009) píše, že v provozních podmínkách pouze výjimečně vzejdou všechny vyseté klíčivé obilky. U obilnin za dobrých půdních podmínek dosahuje index polní vzcházivosti hodnot 0,8 – 0,9 i vyšších (odpovídá 80 až 90 % relativní vzcházivosti), za podmínek méně příznivých nebo stresových může být jeho hodnota výrazně snížena, např. na 0,4 – 0,5 (relativní vzcházivost 40 - 50 %). Pokud klesne podíl vzešlých obilek pod určitý limitovaný počet, pak platí vztah „čím větší vitalita, tím nižší redukce rostlin při vzcházení.“

Navíc BLÁHA et al. (2006) uvádí, že důležitý je též vliv efektivnosti využití vody na vitalitu klíčících rostlin a zejména na rozdíl mezi polní vzcházivostí a laboratorně stanovenou klíčivostí. Z jeho dřívějších prací ve většině případů vyplynulo, že vitalita, tedy energie klíčení rostlin, je pro predikci polní vzcházivosti vhodnější ukazatel, než laboratorně stanovená klíčivost.

Přesto, že jsme se snažili udržet semena při klíčení v co možná nejvíce konstantních teplotách, abychom se vyvarovali reakci na jejich změnu, není možné se těmto změnám, ač malým, vyhnout. Je také obtížné jednoznačně stanovit, jaká bude reakce na změny střídání teplot. Kupříkladu HARDEGREE, VAN VICTOR

(1999) prováděli pokusy zaměřené na testování vlivu teploty na klíčení v laboratorních podmínkách, které simulovaly denní střídání teplot. Účelem této studie bylo měření klíčivosti podle terénních proměnných teplotních podmínek a odhadnout rozdíly mezi klíčením v konstantních teplotách. Autoři předpokládali, že okamžitá klíčivost je nezávislá na teplotní historii, tedy na konstantní teplotě při klíčení. Naopak v experimentech, které prováděl LU et al. (2008), se optimální teploty pro klíčení pohybovaly mezi 20-25°C. Rovněž také uvádí, že optimální teplota půdy pro úspěšné setí je 20-25°C, s tím, že maximální klíčivost byla hlášena při 27,8°C a 17,8°C v rámci denního střídání teplot. PETR et al. (1987) píše, že většina travních druhů začíná klíčit při teplotě 2-5°C, nejrychleji však klíčí při 20-25°C, u teplomilných druhů při 25-30°C. Maximální teplota při klíčení trav mírného pásma se udává 30-32°C.

Co se týče predikce klíčivosti z hlediska teplot, také se nedá zcela jasně říci, který travní druh či odrůda vyklíčí v největším počtu. Jak uvádí RAWLINS et al. (2012), většina druhů trav v pokusech vystavených konstantním denním teplotám měla vysokou klíčivost (> 50 %) a to i při 5°C. S tímto výsledkem lze souhlasit, protože i v námi provedených pokusech jsme dosáhli v poměrně konstantních teplotách u všech sledovaných trav klíčivosti vyšší než 50 % (v mokré variantě). Zároveň je podstatné říci, že vzhledem k výsledkům z našeho pokusu se potvrdila **hypotéza 5** - Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě je vyšší než 50 %. Tento údaj potvrzuje níže vložený graf 9 – Průměrný procentuální rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav.

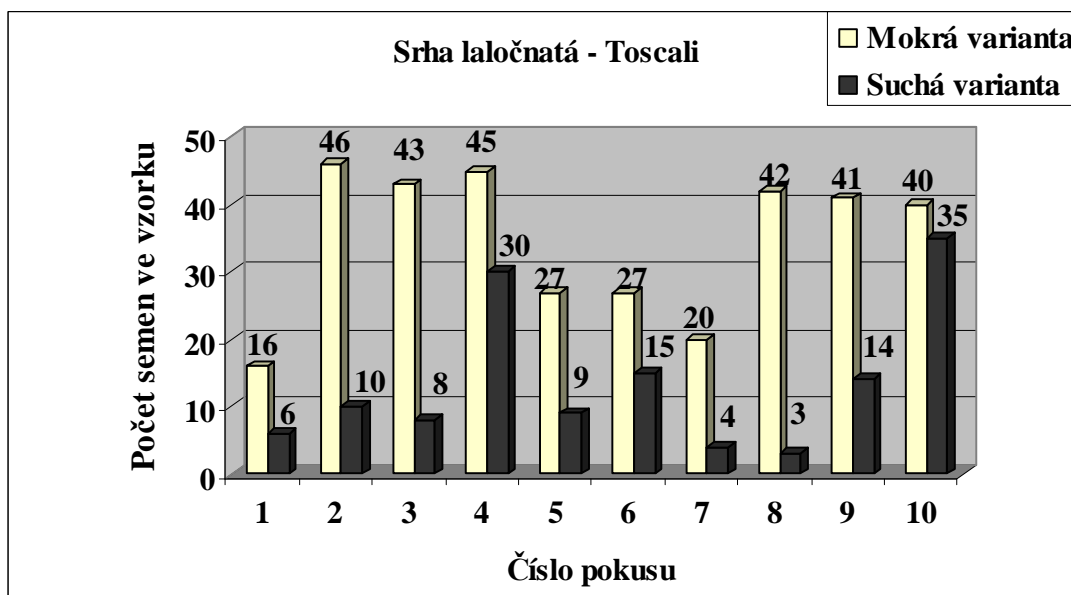
V laboratoři jsme pokusy nevystavovali přímému slunečnímu svitu. Přesto byly vzorky přes den v místnosti, kam denní světlo pronikalo. Řada autorů uvádí, že každý druh a odrůda reaguje při klíčení na přítomnost světla jinak. Například LI et al. (2011) tvrdí, že u některých druhů vystavení světlu zvyšuje klíčivost, a naopak u některých snižuje a prodlužuje i dobu klíčení. Tyto reakce jsou připisovány různým přizpůsobením na podmínky prostředí. I MARTINEK (2011) uvádí, že světlo obvykle není podmínkou klíčení, nicméně některé druhy klíčí rychleji na světle než ve tmě.

Předpokládáme ale, že tento faktor neměl zásadní vliv na námi prováděné pokusy, vzhledem k umístění Petriho misek se semeny mimo přímé osvětlení. Přesto byl pozorovatelný rozdíl v délce klíčení. Semena klíčila 3-5 dní po založení vzorku

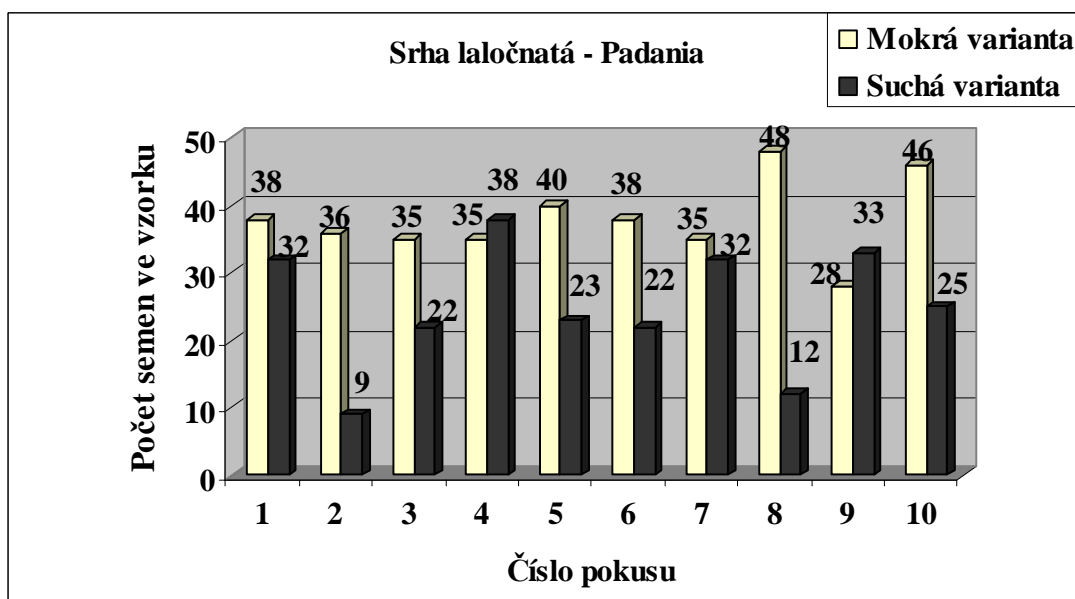
(okem viditelný klíček). Do výšky 5cm dorostly rostlinky sledovaných druhů v mokré variantě průměrně za 14 dnů, v suché za 17 dnů. Přičemž srha laločnatá *Padania* dosáhla požadovaných 5cm v mokré variantě v průměru za 14dnů, v suché za 17 dnů, srha laločnatá *Toscali* ve variantě mokré za 16 dnů a variantě suché za 19 dnů. Ovsík vyvýšený dosahoval požadované velikosti v suché variantě průměrně za 13 dnů a v suché variantě za 15 dnů. Ve variantě mokré i suché byla pozorovatelné změna doby klíčení v rámci jednotlivých měsíců. Např. v září a říjnu byla doba, za kterou rostlinky dosáhly 5cm výšky kratší, než v měsíci prosinci či lednu. Růst se v prosinci a lednu prodloužil v některých případech o 10-12 dnů v suché i mokré variantě. Také byla viditelná zhoršená kvalita klíčících semen i vzešlých rostlinek. Je zřejmé, že délka světelné periody ovlivňuje dobu klíčení, ale nemá vždy zásadní vliv na počet vzešlých semen.

Provedené laboratorní pokusy způsobují rozdíly ve vláhovém režimu, tedy i v příjmu vody semeny sledovaných trav a tím jejich rozdílnou klíčivost. Jednotlivé rozdíly v klíčivosti u jednotlivých druhů z deseti opakování jsou zaznamenány v grafu 5, 6 a 7.

Graf 5 – Klíčivost srhy laločnaté (odrůda Toscali) v 10 opakováních

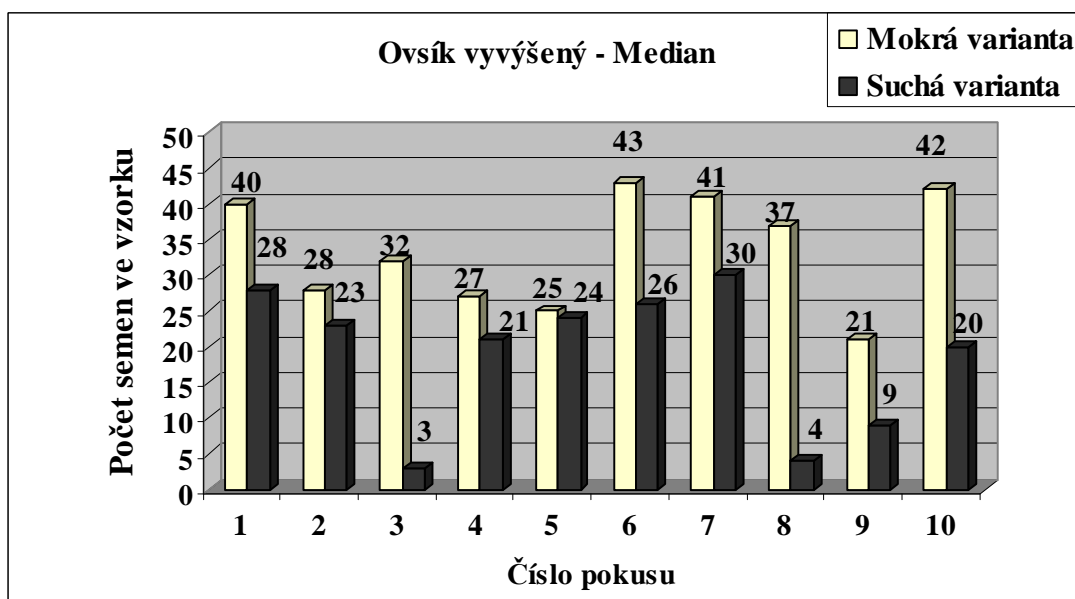


Graf 6 – Klíčivost srhy laločnaté (odrůda Padania) v 10 opakováních



V grafu 6 (srha laločnatá Padania) je pozorovatelné to, že ve dvou případech (číslo pokusu 4, 9) došlo k vyklíčení většího počtu semen u suché varianty. Je to důkaz dobré reakce na přísušek a potvrzuje to tak teorii o nejlepší reakci na přísušek mezi sledovanými druhy. Tímto výsledkem se můžeme přiblížit k tvrzení, že některé druhy či odrůdy reagují vyšší klíčivostí na střídavé podmínky vodního režimu. FAY a SCHULTZ (2009) informují, že tolerance na variabilitu při zavlažování, se mezi jednotlivými druhy při klíčení a růstu brzy mění. Některé druhy vykazují zvýšenou klíčivost v rámci těchto cyklů hydratace a dehydratace ve srovnání s osivem udržovaným v konstantní hydrataci. Toto však v našem případě u drtivé většiny pokusů neplatí. V souhrnu nám klíčila semena více v mokré variantě, a to u všech druhů. Výjimku tak tvořila dvě zmiňovaná opakování u srhy laločnaté Padanie.

Graf 7 – Klíčivost ovsíku vyvýšeného (odrůda Median) v 10 opakováních



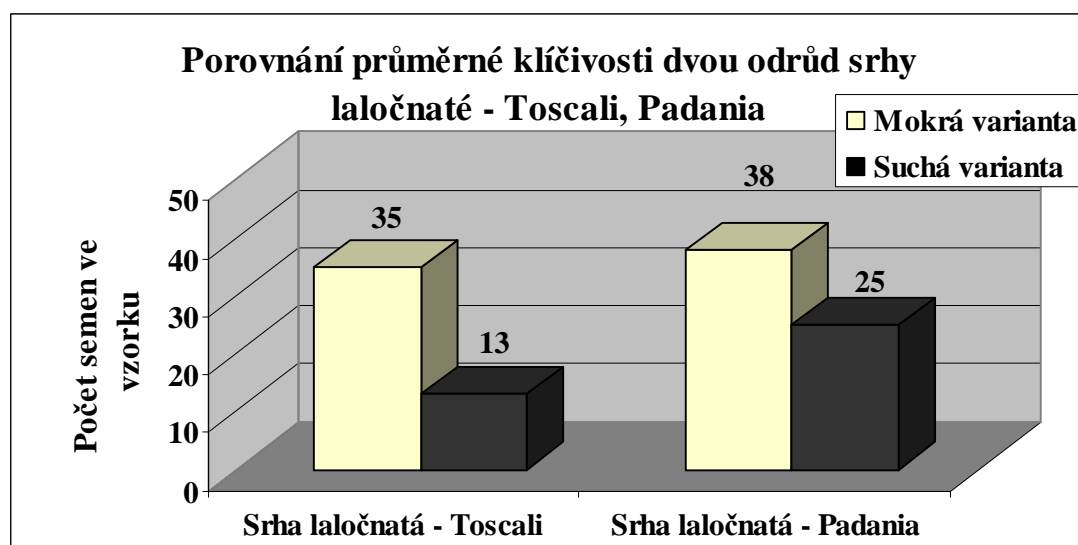
U všech třech sledovaných trav (v grafech 5, 6 a 7) je vidět, často výrazná, rozdílnost při klíčení v jednotlivých opakováních. Nejedná se o změnu podmínek, nebo o výraznou metodickou chybu. Tento jev je vysvětlitelný tím, že semena mají v průběhu roku rozdílnou klíčivost.

U většiny rostlinných druhů existuje optimální doba klíčení, která je regulována celou řadou známých vlivů. V průběhu roku lze u semen zjistit pravidelnou periodicitu, tj. období, kdy semena klíčí s odlišnou rychlostí a vykazují i odlišnou klíčivost. I přes specifické vlastnosti každého druhu a odrůdy je možno v obecné rovině vytipovat období s maximální a minimální klíčivostí v průběhu roku bez zjevných příčin. U některých plodin, zejména u těch, které mají nižší klíčivost nebo kde po sklizni působí dormance a retardační látky, může mít období minimální klíčivosti podstatný vliv i na výsledky testování osiv. Procento klíčivosti je základním kritériem kvality osiva. Přestože se klíčivost osiva hodnotí za standardních, optimálních laboratorních podmínek, jsou v některých případech získány rozdílné výsledky (GOTTWALDOVÁ, BLÁHA, 2009).

Nicméně tyto výsledky jsou zajímavé hlavně z hlediska průměrné klíčivosti, jelikož se nedá vycházet jen z jednotlivých vzorků.

Data, získaná z laboratorních pokusů jsou stavebním kamenem pro porovnání rozdílu v klíčivosti mezi oběmi odrůdami (Toscali, Padania) srhy laločnaté. Tyto srovnání se nacházejí v grafu 8.

Graf 8 – Porovnání průměrné klíčivosti dvou odrůd srhy laločnaté – Toscali, Padania

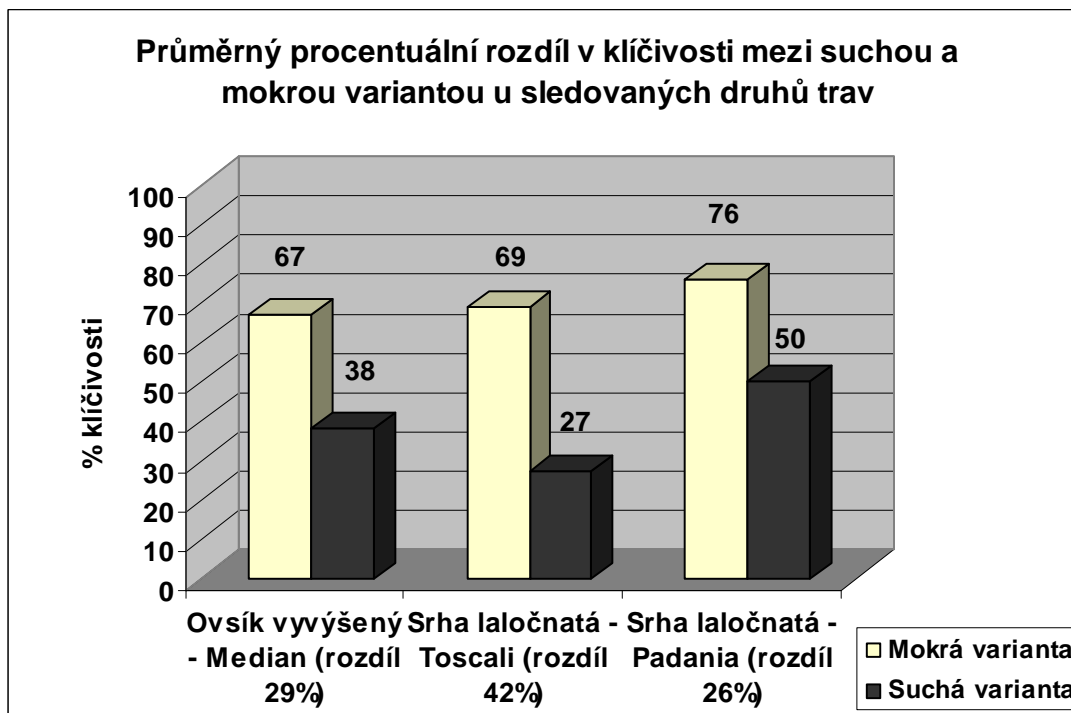


Jak již bylo uvedeno, srha laločnatá Padania, se jeví jako nejodolnější co se týče změny vodního režimu, v našem případě odolnosti vůči suchu, tedy suchovzdornosti. Tuto vlastnost je možné vysvětlit na základě jejího původu šlechtění. Jedná se o odrůdu pocházející z Itálie. Byla tedy šlechtěna pro účely pěstování v podmínkách jižní Evropy a oblasti středomoří, kde jsou v obecné rovině často nižší příjmy vláhy při klíčení i samotném růstu rostlin, a tak se dá předpokládat, že její odolnost vůči přísušku je v porovnání s odrůdou Toscali vyšší. Co se týče jen mokré varianty, je průměrná klíčivost dosti podobná, přesto v přepočtu na procento (69 % Toscali, 78 % Padania) je tento rozdíl hlubší. U suché varianty je tento rozdíl ještě výraznější (27 % ku 50 %). Tento graf jednoznačně potvrdil **2. hypotézu** – Odrůda srhy laločnaté Padania je při klíčení odolnější proti přísušku než odrůda Toscali. Jak vypovídá MARTINEK (2011), rozdíly v celkové klíčivosti a v rychlosti klíčení osiva se liší nejen mezi jednotlivými druhy, ale i mezi odrůdami v rámci jednoho druhu.

Zkušeností se srhou laločnatou má také LELIÉVRE et al. (2011). Výsledky pokusů které prováděl vypovídají, že srha laločnatá (říznačka) má vyšší toleranci k dehydrataci pletiv v porovnání např. s kostřavou luční. Pokusy byly prováděny ve středomořské oblasti v průběhu jedné sezony a srha laločnatá měla v porovnání s kostřavou luční o 10-20 % vyšší odolnost proti vysychání. Tento test se dá

považovat jako důkaz o její suchovzdornosti nejen jako vzešlé trávy, ale i její odolnosti při klíčení.

Graf 9 – Průměrný procentuální rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav



Nejvyšší procentuální rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou byl vysledován u srhy laločnaté Toscali (42 %). Je tedy zřejmé, že se tímto vyvrací **hypotéza 1** a to, že rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav nepřesáhne 40 %. Naopak nejnižší průměrný rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou je u srhy laločnaté Padanie (26 %). Za ní nezaostává ovsík vyvýšený, u kterého není rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou tak markantní (29 %) jako u srhy laločnaté Toscali. Je to však z důvodu jeho nižší klíčivosti ve variantě mokré.

4. Hypotézu – Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 30 %, se rovněž nepodařilo potvrdit. Je to z důvodu nedosažení této hodnoty u srhy laločnaté Toscali, která se z pohledu suchovzdornosti jeví jako nejhorší a její průměrná klíčivost ve variantě suché byla 27 %.

Různé druhy a různé odrůdy reagují jinak na změnu vodního režimu při klíčení. Záleží na podmínkách a na vlastnostech semen jednotlivých druhů a jejich odrůd. Důležitá je rovněž reakce samotného osiva na přítomnost vody a rychlost

jejího příjmu. BLÁHA et al. (2006) zjistili, že existují meziodrůdové rozdíly v rychlosti příjmu vody u semen a v efektivnosti využití přijaté vody na klíčení rostlin (nutné množství vody pro počátek klíčení). U méně odolných odrůd vůči stresům se efektivnost využití vody klíčovými semeny snižuje.

Pro shrnutí je tedy důležité vyzdvihnout srhu laločnatou Padanii jako nejlépe reagující na námi stanovené laboratorní podmínky. Její klíčivost byla v průměru nejvyšší jak v mokré, tak suché variantě (76 % mokrá varianta, 50 % suchá varianta). Dá se tedy říci, že od její poměrně dobré klíčivosti vychází předpoklad její odolnosti na sucho i jako vzešlé rostliny. Přesto, že je srha říznačka považována za druh odolávající suchu, což potvrzuje KINCL, KRPEŠ (2006) a PETR, ČERNÝ, HRUŠKA et al. (1980), van EEKEREN et al. (2010) tvrdí, že nelze najít důkaz, že by to bylo způsobeno jejím hlubším zakořeněním a účinnějším využitím půdní vody klíčovými semeny i jako samotné rostliny.

Ovsík vyvýšený Median měl průměrnou klíčivost v suché variantě 38 %, oproti tomu druhá odrůda srhy laločnaté Toscali jen 27 %. U varianty mokré naopak lépe reagovala srha laločnatá Toscali, s průměrnou klíčivostí 69 %, oproti ovsíku vyvýšenému (67 %). Pro přehled je průměrná procentuální klíčivost zaznamenána v následující tabulce 3.

Tabulka 3 – Přehled průměrné klíčivosti v % u sledovaných druhů trav

	Mokrá varianta (%)	Suchá varianta (%)
Srha laločnatá Padania	76	50
Srha laločnatá Toscali	69	27
Ovsík vyvýšený Median	67	38

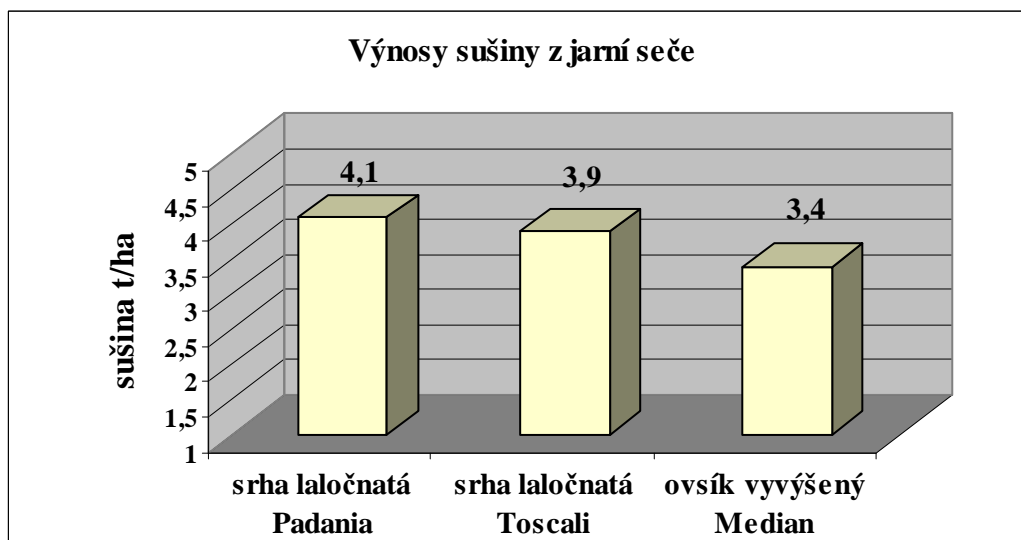
5.2 Maloplošné parcelky

V březnu 26.3.2012 byla provedena jarní seč maloplošných parcelky. Výnosy z těchto pokusů nám pomohou specifičtěji určit rozdíl mezi sledovanými druhy a posoudit jejich polní vzcházivost a následný výnos. Tato sklizeň byla specifická tím, že se jednalo o první seč od založení parcelky (nepočítaje odplevelovací seč-viz metodika). Veškerá rostlinná hmota byla sklizena z maloplošných parcelky podle

předem stanoveného postupu. Biomasa byla odebírána vždy z parcelk určených ke sklizni a následně byla přepočítána na hektarovou plochu. K přepočítávání došlo až po usušení do minimální vlhkosti. V průběhu sklizně se neobjevil problém, který by ztěžoval sklizeň.

Výsledky z jarní seče u nově založených maloplošných parcelk jsou vyhodnoceny v grafu 10.

Graf 10 – Výnos sušiny z jarní seče



Ovsík vyvýšený Median vydal nejnižší výnos sušiny ze všech sledovaných trav (3,4 t/ha), naopak nejvyšší srha laločnatá Padania (4,1 t/ha). Jako o něco rozdílný příklad pro porovnání lze uvést výnosy KOHOUTKA et al. (2009). Ten prováděl v polovině října 2008 na porostech trav odplevelovací seč a dále uvádí, že vývoj porostů byl v roce 2009 o 10-14 dnů rychlejší než v běžných letech a proto provedl první seč již 29.4.2009. Jeho výnosy dosahovaly u ovsíku výnosu 4,7 t/ha a výnos srhy laločnaté v průměru 4 odrůd 3,99 t/ha. Rozdílné výnosy lze vysvětlit odlišností stanovištních podmínek a také ošetřením porostu (60 kg/ha N, 35 kg/ha P a 100 kg/ha K). Rozdílná je i doba seče. V našem případě jsme prováděli seč již 26.3., oproti KOHOUTKOVÍ et al. (2009), který provedl seč až 29.4., tedy téměř o měsíc déle. V našem případě byla také seč provedena brzy, aby nedošlo k výraznému obrůstání a zvýšení obsahu vody.

Dle PETŘÍKOVÉ (1999) mají největší význam pro energetické účely rostliny vytvářející vysoký výnos (alespoň 10 t/ha suché hmoty) a rostliny víceleté, nebo vytrvalé, jejichž porosty nemusí být každoročně nově zakládány. Zároveň PETŘÍKOVÁ (1999) popisuje ovsík vyvýšený jako travu dosahující výnosů celkové

nadzemní suché hmoty kolem 7 –9 t/ha. Pro účely výlučně energetické se sklízí celková nadzemní hmota, kde se uvádí průměrné výnosy 5 – 9t sušiny/ha (CZ BIOM, 2011). Avšak jedná se o výnosy z více sečí za rok a již z děle zapojených porostů. Produkce sušiny se u NERUŠILA et al. (2010) v průměru dvou užitkových roků pohybovala u ovsíku vyvýšeného v hodnotě 13,54 t/ha sušiny a u srhy laločnaté 13,10 t/ha sušiny. Jedná se o extrémní výnosy z porostů, které byly využívány až čtyřsečně s průměrnou dávkou 180 kg/ha N. HRABĚ a BUCHGRABER (2009) tvrdí, že v optimálních podmínkách teplých oblastí, kde voda a živiny nejsou limitujícím faktorem, lze u nově setých travních porostů dosáhnout 15-20t sušiny/ha.

Náš výnos lze odůvodnit tím, že porost nebyl v průběhu jeho vývoje a růstu přihnojován. Jelikož je ovsík vyvýšený náročný na příjem živin, což také potvrzuje PETŘÍKOVÁ (2006) a rovněž i ŘÍMOVSKÝ, HRABĚ a VÍTEK (1989), je možné, že nedostatek tohoto vstupu měl významný vliv na jarní výnos. Další jev, mající pravděpodobně vliv na snížený výnos ovsíku, bylo zimní období, kdy měla sněhová pokrývka vliv na poléhání, a také holomrazy (konec ledna a začátek února 2012), které rovněž poškozují porost. Jak uvádí HAVLÍČKOVÁ et al. (2008), je možné sklízet porosty ovsíku až po přezimování časně na jaře, avšak při vyšších ztrátách (25-40 %) biomasy v závislosti na sněhové pokrývce a nadmořské výšce. Přesto je nutno říci, že poměrně vysokých ztrát se nevyhneme při sklizni, a to zejména u ovsíku vyvýšeného, a také srhy říznačky. V tomto ohledu se dá v našem případě počítat se ztrátami kolem 5-20 %. Je tedy důležité správně a kvalitně provádět seč.

Nutno brát znovu na zřetel fakt, že se jednalo o první seč po založení políček, přičemž byla na těchto pokusech provedena odplevelovací seč, která se následně projevila v jarním výnosu sníženou produkcí i přes schopnost ovsíku vyvýšeného na jaře rychle obrůstat. Jak uvádí řada autorů, v prvním roce se nedosahuje takových výnosů, jako je tomu ve 2-3 roce vegetace. To platí i pro srhu laločnatou. Za faktor snižující výnos se dá rovněž považovat nízký srážkový úhrn v měsíci červnu a srpnu (2011), tedy první dva měsíce po osetí.

Nejvyššího výnosu sušiny jsme dosáhli u srhy laločnaté Padanie (4,1 t/ha). Tento výsledek je důvodem pro potvrzení **hypotézy 6** - Nejvyššího výnosu při jarní seči dosáhne srha laločnatá Padania. Výsledek se dal přepokládat nejen z důvodu výnosových vlastností srhy říznačky, ale i z důvodu výnosů z dřívějších pokusů pěstování srhy laločnaté na těchto parcelách. V dřívějších pokusech

prováděných na stejném pozemku dosahovaly průměrné výnosy sušiny u srhy laločnaté 7 t/ha a u ovsíku vyvýšeného 6,3 t/ha (BERNAS, 2010). I tak byl ale, stejně jako u ovsíku vyvýšeného, výnos snížen ztrátami přes zimu a ztrátami při sklizni. Rovněž i výnos srhy laločnaté Toscali (3,9 t/ha). Je možné sklízet porosty srhy až po zimě. Při jarní sklizni je však třeba počítat opět se ztrátami 25-40 % biomasy (HAVLÍČKOVÁ et al., 2008).

Zdali je návaznost mezi nejvyšším výnosem i nejvyšší klíčivostí u srhy laločnaté Padanie, není zcela jistě prokazatelné. Jak již bylo uvedeno výše, není vhodné porovnávat laboratorní klíčivost s klíčivostí polní. Přesto je však nutno srhu laločnatou Padanii popsat jako nejlepší ze sledovaných trav.

6 Závěr

Ze získaných výsledků lze vyzdvihnout řadu zjištění. U testů suchovzdornosti trav se jako nejlepší jevila srha laločnatá Padania s klíčivostí 50 % v suché variantě, naopak jako nejhorší srha laločnatá Toscali s klíčivostí ve variantě suché 27 %. Ovsík vyvýšený vykazoval průměrnou klíčivost v suché variantě 38 % a zaostal tak jen za srhou laločnatou Padanií. U varianty mokré bylo nejvyšší průměrné procento opět u srhy laločnaté Padanie, a to 76 %. Dále srha laločnatá Toscali s 69 % a ovsík vyvýšený s 67 % klíčivosti v mokré variantě. V rámci těchto údajů se podařilo potvrdit hypotézu 3 (nejvíce odolná proti přisušku v době klíčení je srha laločnatá odrůda Padania) a rovněž hypotézu 5 (průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě je vyšší než 50 %). Naopak nepotvrdila se hypotéza 1 (rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav nepřesáhne v průměru 40 %) a hypotéza 4 (průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 30 %).

Ve výsledku nelze říci, že by se jednalo o vyloženě suchovzdorné typy, rozdíly v odolnosti vůči suchu jsou však vysledovatelné a dají se tedy potvrdit rozdíly suchovzdornosti nejen mezi druhy, ale i mezi odrůdami v rámci jednoho druhu.

Z porovnání odrůd srhy laločnaté dosahovala lepších výsledků odrůda Padania. Rozdíl v průměrné klíčivosti v suché variantě činil mezi odrůdami 23 % (Padania 50 %, Toscali 27 %). Rozdíl v průměrné klíčivosti ve variantě mokré u obou odrůd 7 % (Padania 76, Toskali 69 %). Z výsledku porovnání obou odrůd srhy laločnaté se podařilo potvrdit hypotézu 2 (odrůda srhy laločnaté Padania je při klíčení odolnější proti přisušku než odrůda Toscali).

Jednalo se o první pokusy v návaznosti na projektu MŠMT č. 2B06131 „Nepotravinářské využití biomasy v energetice“ a v budoucnu se v něm bude pokračovat. Následně získaná data budou sloužit jako hodnotný prvek k predikci klíčivosti při zakládání travních porostů a porostů sloužících k energetickému využití.

Výsledky z 10 opakování přinesly rozdílné údaje s velkými výkyvy klíčivosti u sledovaných trav. Tyto rozdílné klíčivosti jsou znázorněny v grafu 5, 6 a 7. Tento

jev lze připsat výrazné sezónní klíčivosti, o které je již vedena diskuse ve výsledcích. Je však důležité vycházet ze získaných dat jako celku, nikoli z jednotlivých sledování. Celkové výsledky práce lze považovat rovněž za dílčí a bude vhodné na ně dále navazovat.

Výsledky získané po seči maloplošných parcelek potvrdily návaznost na klíčivost v laboratorních podmínkách. Není však možné porovnávat laboratorní klíčivost a polní klíčivost a je třeba uvést jen to, že srha laločnatá Padania se jeví jako nejvhodnější a nejlépe reagující sledovaný travní druh (odrůda). Její výnos, přepočten na hektarovou plochu, byl 4,1t. Pravděpodobný důvod tohoto výnosu je popsán v části diskuse. Další dva sledované druhy poskytly následující výnosy sušiny – srha laločnatá Toscali 3,9 t/ha a ovsík vyvýšený 3,4 t/ha. Tímto se mohla potvrdit hypotéza 6 (nejvyššího výnosu při jarní seči dosáhne srha laločnatá Padania). Údaje o výnosech jsou však v rámci této práce považovány spíše jako doplňkové.

7 Literatura

1. BERNAS, J. Energetické využití trav. České Budějovice, 2010. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
2. BLÁHA, L. Hodnocení vybraných vlastností semen trav a jejich význam pro hodnocení suchovzdornosti. In Osivo a sadba. PAZDERŮ, K. Vydání 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze - Katedra rostlinné výroby, 2009. s. 143-149
3. BLÁHA, L. Znaky adaptability k podmínkám stresu u zemědělských plodin. Úroda. 2011, 10, s. 726 – 734.
4. BLÁHA, L.; HNILIČKA, F. Význam vlastností kořenů a semen pro odolnost rostlin vůči abiotickým stresorům. In Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2006. HNILIČKA, F. Vydání 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. s. 1-10
5. CZ BIOM: Ovsík vyvýšený. Biom.cz [online]. 2011-07-31 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ovsik-vyvyseny>>. ISSN: 1801-2655.
6. ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV [online]. 2012 [cit. 2012-04-04]. Historická data: Počasí: Měsíční data České Budějovice. Dostupné z WWW:http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_9_Mesicni_data&nc=1&portal_lang=cs#PP_Mesicni_data
7. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. 2011 [cit. 2011-04-09]. Česká republika od roku 1989 v číslech . Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/cr_od_roku_1989#09>.
8. FAY, P. A.; SCHULTZ, M. J. Germination, survival, and growth of grass and forb seedlings: Effects of soil moisture variability. Acta Oecologica. 2009, 35, p. 679-684
9. FIALA, J. LFA.cz [online]. 2011 [cit. 2011-05-17]. Aktuality. Dostupné z WWW: <<http://www.lfa.cz/aktuality/ekottp070123.html>>.
10. FRYDRYCH, J., et al. Biom.cz [online]. 2010 [cit. 2011-07-04]. Hospodaření na půdě ve zranitelných oblastech se zřetelem na trvalé travní porosty.

- Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/hospodareni-na-pudeve-zranitelných-oblastech-se-zretelem-na-trvale-travní-porosty>>.
11. FULLEN, M. A. Effects of grass ley set-aside on runoff, erosion and organic matter levels in sandy soils in east Shropshire, UK. *Soil & Tillage Research*. 1998, 46, p. 41-49.
 12. GÁBORČÍK, N., et al. Tráva a kosa. Nitra : Genotyp, 2006. 137 s.
 13. GOTTWALDOVÁ, P.; BLÁHA, L. Klíčivost semen – změny v průběhu roku. In Osivo a sadba. PAZDERŮ, K. Vydání 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze - Katedra rostlinné výroby, 2009. s. 87-90
 14. GRAMAN, J.; ČURN, V. Šlechtění rostlin (obecná část). České Budějovice: ZF JU 1998, 133 s.
 15. GRASSI, G; ZIBETTA, H. Energy from biomass – 1: Proceedings of the First Contractors' Meeting, 29-30 April 1986. London: ELSEVIER Applied Science, 1987. 467 s.
 16. HÁKOVÁ, A., et al. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000. In [online]. [s.l.] : [s.n.], 2004 [cit. 2011-04-24]. Dostupné z WWW:<[http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/3F65DC4A2F4984BBC1256F5600370350/\\$file/planeta_nelesnibiotopy_proweb1.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/3F65DC4A2F4984BBC1256F5600370350/$file/planeta_nelesnibiotopy_proweb1.pdf)>.
 17. HARDEGREE, S. P., et al. A comparison of cumulative-germination response of cheatgrass (*Bromus tectorum* L.) and five perennial bunchgrass species to simulated field-temperature regimes. *Environmental and Experimental Botany*. 2010, 69, p. 320-327
 18. HARDEGREE, S.P. ; VAN VICTOR, S.S. Predicting germination response of four cool-season range grasses to field-variable temperature regimes. *Environmental and Experimental Botany*. 1999, 41, p. 209–217
 19. HAVLÍČKOVÁ, K., et al. Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Průhonice : VÚKOZ Průhonice, 2008. 83 s.
 20. HESS, D. Fyziologie rostlin. Praha : Academia, 1983. 348 s.
 21. HOLMES, W. Grass: its production and utilization. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1980. 295 s.
 22. HOSNEDL, V. Kvalita osiva obilnin, její hodnocení a význam pro využití výnosového potenciálu odrůd. In Osivo a sadba. PAZDERŮ, K. Vydání 1.

- Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze - Katedra rostlinné výroby, 2009. s. 49-54
23. HRABÁNKOVÁ, M.; BRANDOVÁ, K. Podpory rozvoje venkova z EAGGF podle nařízení rady 1257/1999 ES. Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 2001. 50 s.
 24. HRABĚ, F.; BUCHGRABER, K. Pícninářství : Travní porosty. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 155 s.
 25. ISSELSTEIN, J. ; JEANGROS, B.; PAVLU, V. Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – A review. *Agronomy Research*. 2005, 3, p. 139-151.
 26. JACKSON, R. D.; SLATER, P. N.; PINTER Jr, P. J. Discrimination of growth and water stress in wheat by various vegetation indices through clear and turbid atmospheres. *Remote Sensing of Environment*. 1983, 3, p. 187-208
 27. KINCL, M.; FAUSTUS, L. Základy fyziologie rostlin. Praha : Státní pedagogické nakladatelství , 1978. 176 s.
 28. KINCL, M.; KRPEŠ, V. Základy fyziologie rostlin. Ostrava : Ostravská univerzita, 2006. 220 s.
 29. KLAPP, E. Wiesen und Weiden. Berlín : Parey, 1971. 338 s.
 30. KLEIJN, D., et al. On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society*. 2009, 276, p. 903–909.
 31. KLESNIL, A., et al. Pícninářství II.. Praha : Vysoká škola zemědělská v Praze, 1980. 208 s.
 32. KLIMEŠ, F. Lukařství a pastvinářství. České Budějovice : ZF JCU, 1997. 140 s.
 33. KNAPP, A. K., et al. Rainfall variability, carbon cycling, and plant species diversity in a mesic grassland. *Science*. 2002, 298, 2202–2205.
 34. KOHOUTEK, A, et al. Výkonnost travních druhů v první seči po rychloobnově TTP v teplém a suchém jaru 2009. In: Informační bulletin svazu marginálních oblastí (SMO) [online]. 2009 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.lfa.cz/aktuality/SMObulletin09056.pdf>
 35. KOHOUTEK, A.; ODSTRČILOVÁ, V.; NERUŠIL, P.; KOMÁREK, P. Obnova trvalých travních porostů v LFA: METODIKA PRO PRAXI. Praha:

- Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. v Ústavu zemědělských a potravinářských informací, 2007. 28 s.
36. KOLLÁROVÁ, M., et al. Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2007. 54 s.
 37. KONVALINA, P., et al. Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. 118 s.
 38. KVAPILÍK, J.; KOHOUTEK, A. Chov přežvýkavců a trvalé travní porosty: Uplatněná certifikovaná metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha 10 - Uhřetěves, 2009. 25 s.
 39. KVÍTEK, T., et al. Udržení, zlepšení a zakládání druhově bohatých luk. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, 1997. 52 s.
 40. KVÍTEK, T., et al. Základy managementu využívání zón diferenciované ochrany trvalými travními porosty v povodí vodárenských nádrží. Praha : VÚMOP, 2004. 59 s.
 41. LARCHER, W. Fyziologická ekologie rostlin. Praha: Academia, 1988. 368 s.
 42. LELIÉVRE, F., et al. Water use efficiency and drought survival in Mediterranean perennial forage grasses. *Field Crops Research*. 2011, 121, p. 333–342
 43. LI, J., et al. Effects of light, hydropriming and abiotic stress on seed germination, and shoot and root growth of pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*). *Industrial Crops and Products*. 2011, 34, p. 1543-1549
 44. LU, H., et al. Determining optimal seeding times for tall fescue using germination studies and spatial climate analysis. *Agricultural and forest meteorology*. 2008, 148, p. 931-941
 45. MARICLE, B. R.; COBOS, D. R.; CAMPBELL, C. S. Biophysical and morphological leaf adaptations to drought and salinity in salt marsh grasses. *Environmental and Experimental Botany*. 2007, 60, p. 458–467.
 46. MARTINEK, J. Konkurenční schopnosti metlice trsnaté *Deschampsia caespitosa* /L./ Beauv. ve směsích s vybranými travníkovými druhy. 2011: Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. 181 s.
 47. MARTINEK, J.; SVOBODOVÁ, M.; KRÁLÍČKOVÁ, T. Dynamika klíčení osiva kostřavy červené za stresových podmínek. In *Osivo a sadba*.

- PAZDERŮ, K. Vydání 1. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze - Katedra rostlinné výroby, 2009. s. 149-152
48. MARTINEK, J.; SVOBODOVÁ, M.; KRÁLÍČKOVÁ, T. Stres suchem a dynamika klíčení vybraných travníkových odrůd lipnice luční. In Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011. BLÁHA, L.; HNILÍČKA, F. Vydání 1. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011. s. 246-250
49. MLÁDEK, J., et al. Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích . Praha : VÚRV, 2006. 104 s.
50. MOTLÍK, J.; VÁŇA, J. Biom.cz [online]. 2002 [cit. 2011-07-04]. Biomasa pro energii (1) Zdroje. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasa-pro-energii-1-zdroje>>.
51. MOUDRÝ, J.; MOUDRÝ, J.; ROZSYPAL, R. Analýza ekologického zemědělství na orné půdě. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. 30 s.
52. MRKVIČKA, J. Pastvinářství. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 1998. 82 s.
53. MRKVIČKA, J.; VESELÁ, M.; NIŇAJ, M.. Trvalé travní porosty : Jejich funkce v krajině. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007. 3 s.
54. MURTINGER, K: Možnosti využití biomasy. [online]. 2007 [cit. 2011-07-19]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/moznosti-vyuziti-biomasy>>.
55. NERUŠIL, P., et al. Kvalita píče trav z obnovených TTP v letech 2009 – 2010 predikovaná technikou NIRS. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 6 - Ruzyně, Výzkumná stanice Jevíčko, 2010. 7 s.
56. NITSCH, H., et al. Cross compliance and the protection of grassland – Illustrative analyses of land use transitions between permanent grassland and arable land in German regions. Land Use Policy. 2012, 29, p. 440– 448
57. NONOGAKI, H.; BASSEL, G., W.; BEWLEY, J., D. Germination—Still a mystery. Plant Science. 2010, 179, p. 574-581
58. OSEVA PRO, S.R.O. [online]. 22.7.2011 [cit. 2012-04-04]. Semenářství. Dostupné z WWW: <http://www.oseva.cz/semearstvi/Cesky/semearstvi.htm>

59. PEDROL, N.; RAMOS, B; REIGOSA, M. J. Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits velvet-grass: a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. *Journal of plant physiology*. 2000, 157, p. 383-393.
60. PECHAROVÁ, E.; HEJNÝ, S. *Botanika I: Obecná část*. České Budějovice: DONA, České Budějovice, 1993. 175 s.
61. PETER, M., et al. Changes over three decades in the floristic composition of fertile permanent grasslands in the Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2008, 125, p. 204–212.
62. PETR, J., et al. *Počasí a výnosy*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 368 s.
63. PETR, J.; ČERNÝ, V.; HRUŠKA, L., et al. *Tvorba výnosu hlavních polních plodin*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1980. 448 s.
64. PETŘÍK, M., et al. *Intenzivní pícninářství*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 480 s.
65. PETŘÍKOVÁ, V. *Rostliny pro energetické účely*. Praha: Česká energetická agentura, 1999. 34 s.
66. PETŘÍKOVÁ, V., et al. *Energetické plodiny*. Praha : Profi Press, s.r.o., 2006. 127 s.
67. PLANTUREUX, S.; PEETERS, A.; McCracken, D. Biodiversity in intensive grassland: Effect of management, improvement and challenges. *Agronomy Research*. 2005, 3, p. 153-164.
68. POSPIŠIL, R.; VILČEK, J. *Energetika sústav hospodárenia na pôde*. Bratislava : Výzkumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2000. 108 s.
69. POZDÍŠEK, J., et al. *Využití trvalých travních porostů chovem skotu bez tržní produkce mléka*. *Zemědělské informace*. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2004. 103 s.
70. PRACH, K. *Úvod do vegetační ekologie*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996. 95 s.
71. PROCHÁZKA, S., et al. *Fyziologie rostlin*. Praha : Akademie věd České republiky, 1998. 484 s.
72. PROCHNOW, A., et al. Bioenergy from permanent grassland – A review: 1. Biogas. *Bioresource Technology*. 2009, 100, p. 4931–4944.

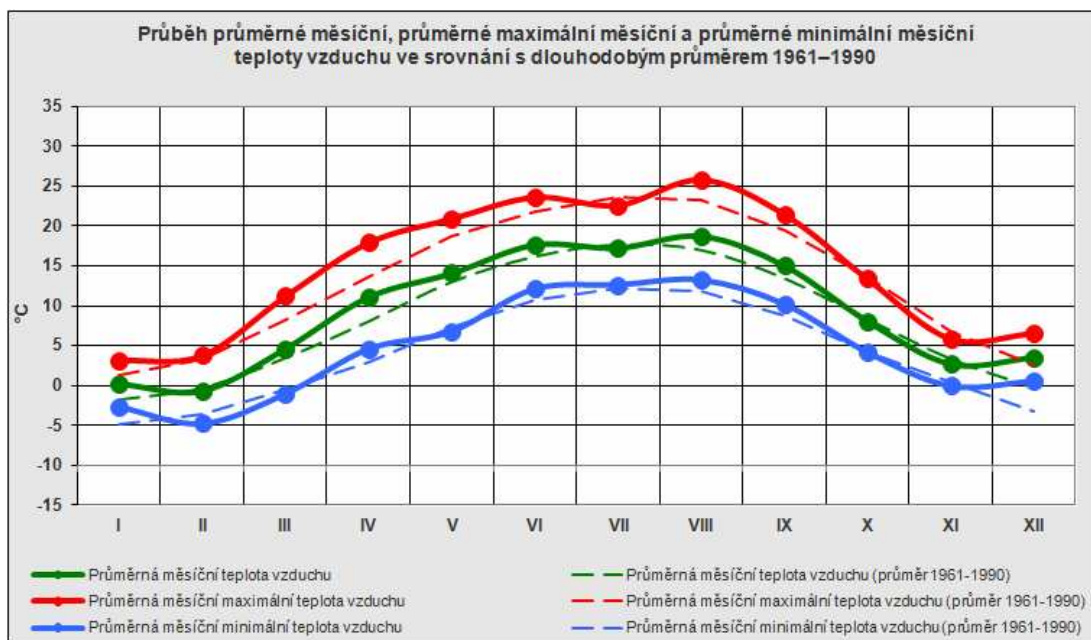
73. RAWLINS, J. K., et al. Predicting germination in semi-arid wildland seedbeds. I. Thermal germination models. *Environmental and Experimental Botany*. 2012, 76, p. 60-67
74. REGAL, V. Pícní a plevelné trávy. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 1953. 291 s.
75. ŘÍMOVSKÝ, K.; HRABĚ, F.; VÍTEK, L. Pícninářství : Polní pícniny. Brno : Vysoká škola zemědělská v Brně, 1989. 165 s.
76. SCOTT, K., et al. Soil seed banks confer resilience to savanna grass-layer plants during seasonal disturbance. *Acta Oecologica*. 2010, 36, p. 202-210
77. SCHAUER, T. Svět rostlin. Mnichov : BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, 2005. 495 s.
78. SCHUT, A. G. T.; KETELAARS, J. J. M. H. Early detection of drought stress in grass swards with imaging spectroscopy. *Plant Research International*. 2002, 51, p. 319-337
79. SLAVÍKOVÁ, J. Ekologie rostlin. Praha : Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 368 s.
80. SMIT, H.J.; METZGER, M.J.; EWERT, F. Spatial distribution of grassland productivity and land use in Europe. *Agricultural Systems*. 2008, 98, p. 208–219.
81. SOUČKOVÁ, H., et al. Nepotravinářské využití fytomasy. České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2006. 95 s.
82. STEJSKAL, B. Rostlinná výroba III. : Pícninářství, zelinářství, ovocnářství. Praha : Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1964. 220 s.
83. STRAŠIL, Z., et al. Trávy jako energetická surovina: Certifikovaná metodika pro praxi. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2011. 36 s.
84. ŠANTRŮČEK, J. Encyklopedie pěstování víceletých pícnin na orné půdě. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 2003. 60 s.
85. ŠANTRŮČEK, J., et al. Základy pěstování víceletých pícnin na orné půdě. Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1995. 32 s.
86. ŠANTRŮČEK, J., et al. Základy pícninářství. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001. 146 s.
87. ŠARAPATKA, B., et al. Ekologické zemědělství v praxi. Šumperk : PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, 2006. 502 s.

88. ŠEBÁNEK, J., et al. Fyziologie rostlin. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1983. 558 s.
89. ŠOCH, M. Využití trvalých travních porostů jako krajinného prvku. Ústí nad Labem, 2009. 24 s. Zpráva o řešení A419. Univerzita J.E. Purkyně, Fakulta životního prostředí.
90. ŠVIHRA, J.; KUPKA, J.; ŠEBÁNEK, J. Fyziológia rastlín. Bratislava: Príroda Bratislava, 1989. 384 s.
91. TAGRO ČERVENÝ DVŮR, S.R.O. [online]. 2011 [cit. 2012-03-20]. Seznam odrůd ve vlastnictví TAGRO Červený Dvůr, s.r.o. v roce 2011. Dostupné z WWW: <http://www.tagro.cz/odrudy.html>
92. TRNKA, M., et al. Evaluating drought risk for permanent grasslands under present and future climate conditions. Procedia Environmental Sciences. 2011, 3, p. 50-57.
93. VACH, M., et al. Ekologická optimalizace rostlinné výroby. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996. 32 s.
94. Van EEKEREN, N., et al. Effect of individual grass species and grass species mixtures on soil quality as related to root biomass and grass yield. Applied Soil Ekology. 2010, 45, p. 275-283
95. VELICH, J. Praktické lukařství. Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1996. 57 s.
96. VELICH, J., et al. Pícninářství. Praha : Vysoká škola zemědělská , 1991. 204 s.
97. VELICH, J., et al. Pícninářství. Praha : Vysoká škola zemědělská , 1994. 203 s.
98. VESELÁ ,M.; MRKVIČKA, J.; KOCOURKOVÁ, D. Indikátory vodního režimu travních porostů. Praha : Katedra pícninářství a trávnickářství ČZU v Praze, 2003. 5 s.
99. VRZAL, J.; NOVÁK, D. Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin. Praha : Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1995.
100. WALTER, J., et al. Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses. Environmental and Experimental Botany. 2011, 71, p. 34-40.

101. ZIMMERMANN, M. H. Xylem structure and the ascent of sap.
Berlin: Springer-Verlag, 1983. 143 s.

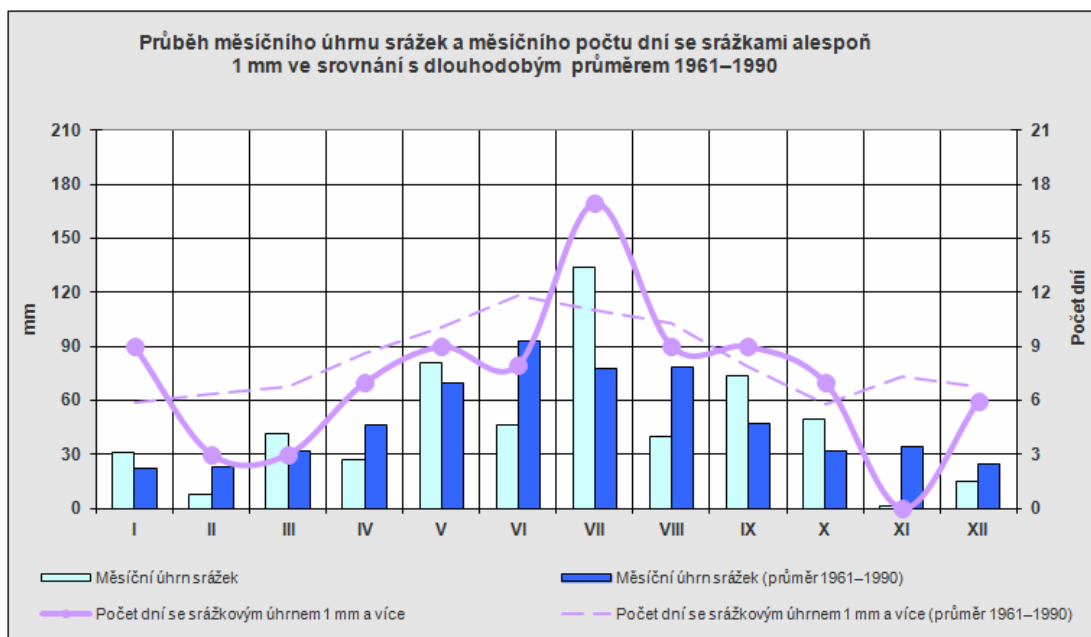
8 Přílohy

Graf 2 - Průměrné měsíční teploty vzduchu České Budějovice 2011 (zdroj: ČHMÚ)



Údaje z roku 2012 z měsíce ledna, února a března jsou: 1,5°C (leden), -4,1°C (únor), 6,5°C (březen).

Graf 3 - Měsíční srážkové úhrny České Budějovice 2011 (zdroj: ČHMÚ)



Údaje z roku 2012 z měsíce ledna, února a března jsou: 43,1mm (leden), 19,7mm (únor), 7,7mm (březen).

Obrázek 3 – Příprava vzorku



Obrázek 4 – Nízká vzcházivost u sledovaného druhu - rostlinky připravené k selekci a sčítání (cca 5cm)

