

.JIHOČESKÁ UNIVERSITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Studijní program: zemědělské inženýrství

Studijní obor: agroekologie

TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Vliv vodního režimu na vybrané travní energetické druhy (suchovzdornost)
ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), sveřep horský (*Bromus carharticus*) a
bojínek luční (*Phleum pratense*)**

Autor diplomové práce:

Bc. Ondřej Bárta

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

2013/2014

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Vliv vodního režimu na vybrané travní energetické druhy (suchovzdornost) – ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), sveřep horský (*Bromus carharticus*) a bojínek luční (*Phleum pratense*)“ vypracoval samostatně, 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 jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 24. 4. 2014

.....

Bc. Ondřej Bárta

Abstrakt

Diplomová práce popisuje význam a využití trvalých travních porostů, přesněji tedy tzv. energetické druhy trav využívané v energetice. Pro naši práci jsme zkoumali tyto 3 druhy trav: ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), sveřep horský (*Bromus carharticus*) a bojínek luční (*Phleum pratense*). Dalším a hlavním úkolem bylo zjistit jejich odolnost proti suchu. Výsledky vychází z laboratorní práce, jež mezi sebou porovnávala 2 varianty. V jedné byla simulována normální vzcházivost daného druhu a v druhé vzcházivost stresovaná nedostatkem vody. Z uvedených výsledků jsme došli k závěru, že nelze říci, že by se jednalo o vyloženě suchovzdorné typy. U dvou zkoumaných druhů trav (bojínek a ovsík) jsou patrné rozdíly v odolnosti vůči suchu. Sveřep horský (odrůda - tacit) naopak prokázal být nejvíce suchovzdorným druhem. Zatímco nejlépe klíčící se jeví bojínek luční (odrůda - sobol).

Klíčová slova: trvalé travní porosty, vzcházivost, suchovzdornost

Abstract

This thesis describes the importance and use of permanent grasslands, or more so-called energy grasses used in the energy sector. For our study we examined these three grasses: Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), Sveřep horský (*Bromus carharticus*) and Bojínek luční (*Phleum pratense*). Another, the main task was to determine their resistance to drought. The results based on laboratory work, which between them compared the two variants. One was simulated normal emergence of the species and the second emergence stressed by lack of water. Based on these results, we conclude that we can not say that it would be a downright drought-resistant types. For the two studied species of grasses (Bojínek and Ovsík) are obvious differences in resistance to drought. Sveřep horský (variety - Tacit), however, proved to be the most drought-resistant species. While most sprouted out bojínek luční (variety - Sobol).

Key words: permanent grasslands, emergence, drought

Obsah

1. Úvod	7
2. Literární rešerše	8
2.1. Energetika	8
2.1.1 Fosilní paliva.....	10
2.1.2 Vodní a větrné energie.....	11
2.1.3 Sluneční energie.....	12
2.1.4 Jaderná energie.....	12
2.1.5 Biomasa.....	12
2.2. Biomasa	14
2.2.1 Způsob získávání energie z biomasy.....	15
2.2.2 Biomasa využitelná k energetickým účelům.....	17
2.2.2.1 Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům.....	17
2.2.2.2 Biomasa odpadní.....	18
2.3. Trvalé travní porosty (TTP)	19
2.3.1 Historie TTP.....	19
2.3.2 Charakteristika TTP	19
2.3.3 Produkční funkce TTP	21
2.3.4 Mimoprodukční funkce TTP.....	22
2.3.4.1 Ochrana vod.....	24

2.3.4.2 Ochrana půd.....	25
2.3.4.3 Estetická funkce.....	25
2.4. Energetické trávy.....	26
2.4.1 Bojínek luční (<i>Phaleum prantense</i> L.).....	27
2.4.1.1 Charakteristika plodiny.....	27
2.4.1.2 Botanické zařazení.....	28
2.4.1.3 Nároky na stanoviště.....	28
2.4.1.4 Využití produktu.....	29
2.4.2 Sveřep horský (<i>Bromus carharticus</i>).....	29
2.4.2.1 Charakteristika plodiny.....	29
2.4.2.2 Botanické zařazení a popis rostliny.....	29
2.4.2.3 Nároky na stanoviště.....	30
2.4.2.4 Využití produktu.....	30
2.4.3 Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius</i> L.).....	31
2.4.3.1 Charakteristika plodiny.....	31
2.4.3.2 Botanické zařazení a popis rostliny.....	31
2.4.3.3 Nároky na stanoviště.....	31
2.4.3.4 Využití produktu.....	32
2.5. Důležité vlivy prostředí při růstu rostlin.....	33
2.5.1 Koloběh vody.....	33

2.5.2 Infiltrace.....	34
2.5.3 Transpirace a evapotranspirace.....	34
2.5.4 Srážky.....	34
2.5.5 Mrazuvzdornost.....	35
2.5.6 Suchovzdornost.....	36
3. Cíl práce	38
4. Materiál a metodika.....	39
4.1 Laboratoř, pracoviště	39
4.2 Založení vzorku a péče.....	39
4.2.1 Mokrý varianta.....	40
4.2.2 Suchá varianta.....	40
4.3 Stav a jeho hodnocení	41
5. Výsledky a diskuse.....	42
6. Závěr	54
7. Seznam literatury.....	55
8. Přílohy.....	60

1. Úvod

Tato práce popisuje využití travních porostů v dnešní době, dále popisuje vliv vodního režimu na vybrané travní druhy. V dnešní době žije na Zemi více než 7 miliard lidí a počet lidí stále stoupá. Je potřeba pořád víc a víc energie. Bohužel fosilní paliva, na kterých jsme závislí, pomalu docházejí a proto vyspělé státy začínají tento problém řešit využitím obnovitelnými zdroji energie, jako jsou například : sluneční energie, vodní a větrná energie nebo energie z biomasy. Součástí biomasy jsou právě námi zkoumané energetické trávy. Energie získaná z biomasy je přeměněná na teplo, elektrický proud nebo pohonné hmoty. Využití biomasy má své výhody, jde totiž o lokální zdroj energie, který je obnovitelný a má menší negativní dopady na životní prostředí, také pomáhá utvářet krajinu. Trvalé travní porosty mají kromě produkčních funkcí, také několik mimoprodukčních.

Trvalé travní porosty podléhají fotosyntéze a pomáhají čistit okolní vzduch, dále dodávají do půdy živiny, např. vážou vzdušný dusík. Jejich další nenahraditelnou funkcí je zpomalení erozních vlivů na půdu, zmenšují dopady eroze. Brání dešťovým kapkám dopadat přímo na půdu, tím jí rozmělnit a posléze odnést z půdy živiny. Dále napomáhají vsakování vody do půdy díky dobrému kořenovému systému a pomáhají při tvorbě místního koloběhu vody evapotranspirací. Posléze plní ještě estetickou a krajinotvornou funkci.

Se zhoršujícími globálními problémy a zvyšující se teplotou povrchu země, je důležité pro zemědělce hledat či šlechtit odrůdy odolné na přisušky. Suchovzdorné rostliny se dají použít i v podmínkách s malou vodní zásobou a tím podporují místní krajinotvorné a hospodářské procesy.

2. Literární rešerše

2.1 Energetika

Současné procesy na světové politické scéně a ve světovém hospodářství jsou ve stále větší míře podmíněny činiteli spojenými s energetickou oblastí. Do této problematiky spadají nejen otázky zabezpečování jednotlivých ekonomik energetickými zdroji, ale také problémy znečištění životního prostředí, klimatických změn a energetické náročnosti celkového světového hospodářství (VOŠTA, 2008). K dnešnímu dni žije na povrchu Země více než 6,3 miliardy obyvatel. Průměrný roční přírůstek činí 1,3%, což způsobuje navýšení o 1 miliardu obyvatel každých 12 let. Avšak až 79% světové populace žije v méně rozvinutých regionech (Asie, Afrika, Latinská Amerika) (SLÁDEK, 1999). V roce 2000 45% světové populace žilo v městských oblastech (ve více rozvinutých zemích až 75%) (J. CLIMATOL, 2003). Zlepšující se lékařská a sociální péče způsobuje prodlužování délky života a současně s tímto trendem dochází k migraci obyvatel do městských aglomerací, kde je vyšší spotřeba energie než na venkově. V současnosti žije více než 50% obyvatel v městských aglomeracích. Přírůstek v těchto regionech činí 1,6% ročně a současně polovina těchto obyvatel zatím nedosáhla hranice 15 let (SLÁDEK, 1999).

Jak zmiňuje Kleczek (1999) ve své knize, energii čerpáme z hmoty (dřevo, uhlí, ropa, plyn, uran, voda v přehradě). V každém kousku hmoty o hmotnosti m je skrytá obrovská energie.

Energetika je významnou součástí hospodářství všech států a spotřeba energie stále poroste. Lidstvo prošlo dlouhým vývojem od využívání energie vlastního metabolismu a síly svalů přes využití energie zvířat, vody, větru, až k nejmodernějším a technicky nejdokonalejším zařízením v jaderných elektrárnách. Avšak zdroje energie, které dnes využíváme nejvíce, jsou neobnovitelné a postupem času dojdou. Dříve či později bude lidstvo stát před problémem, čím je nahradí. Proto nové technologie využívaných energetických zdrojů jsou a zejména obnovitelných zdrojů jsou prioritou vlád většiny států včetně vlády České republiky (LIBRA, POULEK, 2007).

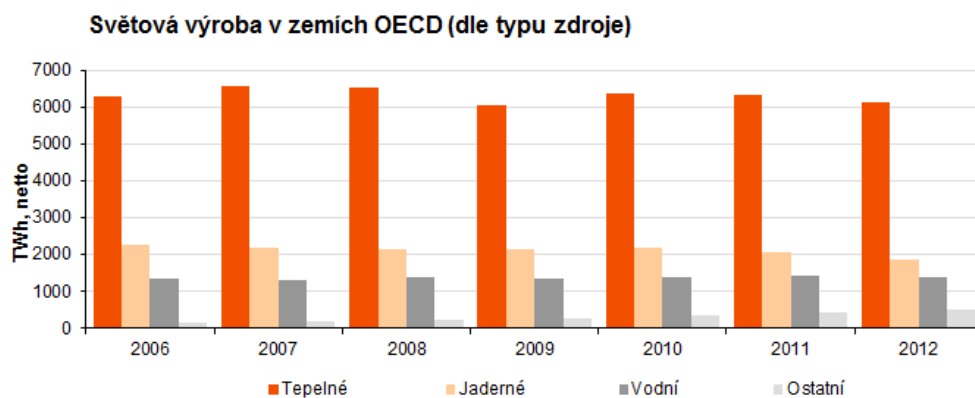
Hospodářský rozvoj našeho státu byl po léta zakládán na těžbě a spalování uhlí, jehož zásoby v přepočtu na jeho obyvatele patřily k největším na světě. V době největšího rozvoje těžby to bylo více než deset tun uhlí na každého z nás ročně a jen postupně se uhlí nahrazuje kapalnými a plynými palivy. Opět se však jedná o paliva fosilní, jejichž spalováním se uvolňuje oxid uhličitý a způsobuje, že se podstatnou měrou zesiluje skleníkový efekt (SLADKÝ, ŠAFARÍK, 2006).

Energie je pro hospodářský rozvoj důležitější než jiné suroviny především proto, že ostatní suroviny se dají celkem úspěšně nahrazovat jedna druhou, zatímco u jednotlivých zdrojů energie je to podstatně obtížnější (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998). Technický pokrok v posledním století a prudký růst počtu obyvatel vyvolává globální problémy a evokuje otázky, zda tzv. udržitelný rozvoj bude nadále možný. Spotřeba energie roste rychleji, než přibývá počet obyvatel. Má-li být trvale udržitelný rozvoj zachován, nemůže k dalšímu technickému pokroku docházet na úkor zvyšování výroby a spotřeby energie z neobnovitelných zdrojů (LIBRA, POULEK, 2007).

Obecně je světová potřeba pokrývána z 80% fosilními palivy – uhlí, ropa, zemní plyn. Fosilní paliva mají nejen negativní vliv na životní prostředí, ale jejich zdroje budou, s výjimkou světových zásob uhlí, v několika desetiletích vyčerpány (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998). Globálním problémem je nerovnoměrnost spotřeby energie. 20% lidí v tzv. vyspělých státech spotřebuje 80% světové výroby energie, polovina lidí nemá elektřinu, jen dřevo na topení (LIBRA, POULEK, 2007).

Obnovitelné zdroje jsou přírodní zdroje, které se neustále obnovují. Hlavním zdrojem přímé i nepřímé obnovitelné energie je Slunce. Mezi obnovitelné zdroje energie patří: přímá energie slunečního záření, energie vodních toků, energie větru, energie vnějšího prostředí, energie biomasy, v malé míře energie termálních vod a odpadová rekuperovaná energie včetně části energie získávané tepelnými čerpadly (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Obnovitelné zdroje dnes tvoří 18% světové výroby energie, jaderné zdroje tvoří 17%. Limitováni jsme vyčerpáním zásob ve fosilních palivech i ve štěpném materiálu pro jaderné elektrárny (LIBRA, POULEK, 2007).



(obr. č. 1, zdroj: ČEZ, a.s.)

Evropská unie považuje otázky energetiky ve spojení se snahou o zmírnění klimatické změny za jeden z nejvýznamnějších problémů prvních desetiletí 21. století. Postupně se specifikují programy, jejichž cílem je dosáhnout do roku 2020 tzv. 20-20-20: 20% snížení emisí skleníkových plynů (proti roku 1990), 20% zvýšení energetické efektivity a 20% podílu obnovitelných zdrojů energie (nepočítá se mezi ně tzv. velká hydroenergetika, elektrárny na velkých přehradách, ovšem ani jaderná energie). Evropská unie přitom doufá, že se jí podaří přesvědčit zbytek světa, hlavně USA a velké rozvojové státy, aby se k podobným iniciativám přidaly. Zásadní význam bude mít tzv. postkjótský režim, který bude sjednán od r. 2012, kdy skončí platnost Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě o změně klimatu (MOLDÁN, 2009).

2.1.1 Fosilní paliva

Fosilní paliva jsou zbytky prehistorické organické hmoty. Tyto zbytky jsou tvořeny především uhlíkem popřípadě uhlovodíky. Fosilní paliva se v přírodě vyskytují v různých formách pevných, kapalných i plyných. Obsahují velké množství uhlíku a vodíku, které nejsou chemicky vázány na jiné prvky a proto mají poměrně velkou výhřevnost (ŠKORPÍK, 2011). V přírodě vznikají organické látky zejména v zelených rostlinách z oxidu uhličitého a vody s dodáváním energie slunečního záření. Býložravci spotřebovávají energii těchto látek a přetvářejí látky na hmotu svého těla. Masožravci spotřebovávají energii těchto látek v masě býložravců. Z organických látek biomasy se za příznivých podmínek vytvoří během mnoho milionů let fosilní paliva, pokud se biomasa geologickými pochody dostala do hlubin, kde bez přístupu vzduchu byla vystavena vysokým teplotám a tlakům. Energie slunečního záření tedy byla po několikeré přeměně akumulována do

fosilních paliv. Fosilní paliva jsou pevná, kapalná, plynná – uhlí, rašelina, ropa, zemní plyn (LIBRA, POULEK, 2007).

V současné době se globální úsilí o řešení energetické situace zaměřuje především na náhradu fosilních paliv, která nemají budoucnost v dlouhodobé perspektivě, nemluvě o tom, že nejdůležitější zdroj, ropa, pochází z „politicky nejistých“ oblastí. Z fosilních paliv je v současné době nejméně energeticky škodlivým zdrojem energie zemní plyn. Není vyloučeno, že v průběhu dalších 30 let, se plyn stane dominantním zdrojem dříve, než fosilní paliva definitivně ustoupí obnovitelným zdrojům. Jeho výhodou je relativně nízká produkce škodlivin včetně skleníkových plynů (MOLDÁN, 2009).

2.1.2 Vodní a větrné energie

V současné době lidé využívají přes 4000 km³ vody za rok, což je téměř třetina z celkového množství disponibilního modrého toku. Z toho je určeno 70-80% pro zavlažování, 20% průmyslu a jen 6% pro spotřebu domácností. Více než polovina se ztratí odparem. V rozvojových zemích spotřeba vody na 1 obyvatele neustále stoupá, zatímco ve vyspělých státech je v podstatě stabilizována a spíše klesá. Za posledních 50 let se zvýšilo celkové množství využití vody čtyřikrát (MOLDÁN, 2009).

Vodní a větrné elektrárny patří k obnovitelným zdrojům energie (OZE). Obnovitelné zdroje jsou v dlouhodobém časovém horizontu nevyčerpatelné, jedná se opět o přeměněnou formu solární energie. Vyčerpají se až s koncem života Slunce. K obnovitelným zdrojům energie se řadí vlastní síla a síla zvířat, vodní energie, energie mořských proudů, geotermální energie, energie větru, energie akumulovaná v biomase či vodíku, solární energie. Kromě četných pozitiv mají však obnovitelné zdroje energie i svá negativa. Tato energie je dražší, neboť malovýroba bude vždycky dražší než velkovýroba. Například to je hlavní politický důvod, proč se Rakousko staví odmítavě k levnější energii z jaderné elektrárny Temelín. Velké přehradby porušují ekologickou rovnováhu a zatopují půdu, větrné elektrárny mění ráz krajiny a obtěžují hlukem, kotle na biomasu rovněž produkují exhalace často nebezpečnější než uhlí (LIBRA, POULEK, 2007).

2.1.3 Sluneční energie

Slunce je největší zdroj energie ve sluneční soustavě a veškerá energie na Zemi snad s výjimkou jaderné energie pochází z tohoto zdroje. Ve fosilních palivech a v biomase je tato energie akumulována po fotosyntetické přeměně anorganických látek na organické v zelených rostlinách, přičemž při fotosyntéze je využito jen cca 0,1% dopadající energie. Organické látky biomasy mohou být časem přeměněny na uhlí ropu či zemní plyn. Vodní energie je důsledkem vypaření vody hlavně z povrchu oceánu a její následné kondenzace na výše položených místech na pevnině, kde má vyšší potenciální energii. Vítr získává kinetickou energii nerovnoměrným zahříváním zemského povrchu (LIBRA, POULEK, 2007).

Získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Technická řešení pro využití sluneční energie k výrobě elektrické energie jsou již v uspokojivé podobě k dispozici. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu umožňuje získat se současnými solárními systémy z jednoho metru aktivní plochy až 110 kWh elektrické energie za rok (KLOBUŠNÍK, 2013).

2.1.4 Jaderná energie

V 50. letech 20. století byly spuštěny první jaderné elektrárny, do tohoto nového zdroje byly vkládány velké naděje. Jaderné technologie byla masivně podporována zejména jadernými mocnostmi, navzdory tomu se však rychle rozvíjela jen přibližně dvě desetiletí. Několik jaderných havárií, z nichž první byla 8. října 1957 v britském Windscale (později přejmenováno na Sellafield) a poslední velká v ukrajinském Černobylu 26. dubna 1986, spolu s nedůvěrou v bezpečnou izolaci jaderných odpadů způsobilo záporný postoj ve veřejnosti, který měl spolu s vysokou cenou a velmi náročnou stavbou jaderných zařízení za následek zpomalení a téměř úplné zastavení rozvoje této technologie v 80. a 90. letech (MOLDÁN, 2009).

2.1.5 Biomasa

Na počátku 20. století byla zkrmena tažnými zvířaty až třetina produkovaných obilovin hlavně ovesa. Dopravu zajišťovali především povozy a

energie zkrmené biomasy se tak přeměnila v mechanickou energii ve svalech zvířat. Jejich nahrazení motory na kapalná či plynná paliva a intenzifikace zemědělství přispěly k nadprodukcí potravin v poslední době. Pro zemědělskou půdu ležící ladem se hledalo nové využití a pěstování energetických plodin se ukázalo jako velmi vhodné. V biomase je akumulovaná solární energie. V zelených rostlinách vznikají organické látky z vody a oxidu uhličitého, tyto reakce jsou endotermické (LIBRA, POULEK 2007).

V současnosti leží v ČR ladem asi 0,5 mil. ha půdy a očekává se, že z hlediska produkce potravin nebude možné dlouhodobě využívat více než 1 mil. ha (z celkové rozlohy více než 3 mil ha orné půdy). Z hlediska udržitelného rozvoje je však nezbytné s touto půdou nadále dobře hospodařit. Jednou z významných možností je pěstování energetických plodin, přičemž pro naplnění cíle roku 2010 by stačilo využít asi polovinu uvedené výměry, tj. asi 250 tis. ha (SLADKÝ, ŠAFARÍK, 2006).

2.2 Biomasa

Biomasa je definována jako substance biologického původu (pěstování rostlin v půdě nebo ve vodě, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady). Podle Moudrého a Strašila (1998) pod pojmem biomasa se zahrnují veškeré přírodní produkty, které jsou výsledkem procesu fotosyntézy, schopného zachytit 1-3% dopadající sluneční energie. Biomasa je buď záměrně získávána jako výsledek výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství z údržby krajiny a péče o ni (PASTOREK, KÁRA, JEVÍČ, 2004).

Všude ve světě je do biomasy určené k energetickému využití vkládána naděje, že se stane alternativním obnovitelným energetickým zdrojem a v budoucnosti nahradí podstatnou část mizejících neobnovitelných klasických zdrojů energie (uhlí, ropné produkty, zemní plyn) (CENEK, 2001).

Teoretické propočty různých odborníků uvádějí roční celosvětovou produkci biomasy na úrovni 100 miliard tun, jejíž energetický potenciál se pohybuje kolem 1400 EJ. To je téměř pětkrát více, než činí roční světová spotřeba fosilních paliv (300 EJ). Čím je tedy limitováno využití biomasy k energetickým účelům a vyřešení jednoho z globálních problémů lidstva?

- 1) Produkce biomasy pro energetické účely konkuruje dalším způsobům využití biomasy (např. k potravinářským a krmivářským účelům, zajištění surovin pro průmyslové účely, uplatnění mimoprodukční funkce biomasy).
- 2) Zvyšování produkce biomasy vyžaduje rozšiřovat produkční plochy nebo zvyšovat intenzitu výroby biomasy, což přináší potřebu zvyšovat investice do výroby biomasy.
- 3) Získávání energie z biomasy v současných podmínkách s obtížemi ekonomicky konkuruje využití klasických energetických zdrojů. Tato skutečnost může být postupně měněna tlakem ekologické legislativy.
- 4) Maximální využití zdrojů biomasy k energetickým účelům z celosvětového hlediska je problematické vzhledem k rozmístění zdrojů biomasy a spotřebičů

energie, vzhledem k potížím s akumulací, transportem a distribucí získané energie. (PASTOREK, KÁRA, JEVIČ, 2004).

2.2.1 Způsob získávání energie z biomasy

Energie získaná z biomasy různými úpravami se vyskytuje ve formě pevné, kapalné nebo plynné a může být dále přeměna např. na teplo, elektrický proud nebo pohonné hmoty (MOUDRÝ, 1998).

Při využívání biomasy k energetickým účelům existují některé výhody oproti konvenčním palivům:

- menší negativní dopady na životní prostředí
- zdroj energie má obnovitelný charakter
- jde o tuzemský zdroj energie, snižuje se spotřeba dovážených energetických zdrojů
- zdroje biomasy nejsou lokálně omezeny
- řízená produkce biomasy přispívá k vytváření krajiny a péči o ni
- jde mnohdy o odpady, které se tímto účelně využívají

Moudrý (1998) potvrzuje tvrzení, jak ve své publikaci zmiňují Pastorek a Kára (2004), způsob využití rostlinné hmoty závisí na množství látek, na jejich skladovatelnosti, obsahu vody, struktuře a látkovém složení. Hodnota 50% sušiny je přibližná hranice mezi mokrým a suchými procesy. Látky s vysokým obsahem vody je nejlépe zpracovávat kvašením, látky s nízkým obsahem vody se hodí pro spalování nebo suchou destilaci. Obecně lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy (MOUDRÝ, 1998).

Tabulka získávání energie z biomasy modifikována dle Moudrého.

Získávání energie z biomasy	
thermochemická proměna biomasy (suché procesy):	zplynování
	spalování
biochemická přeměna biomasy (mokré procesy):	metanolové kvašení
	alkoholové kvašení
chemická přeměna	esterifikace
získávání odpadového tepla při zpracování biomasy	kompostování
	odpadních vod

Přestože existuje více způsobů využití biomasy k energetickým účelům, v praxi převládá ze suchých procesů spalování biomasy, z mokřých procesů výroba bioplynu anaerobní fermentací. Z ostatních způsobů dominuje výroba metylesteru kyselin bioolejů, získávaných v surovém stavu ze semen olejnatých rostlin. Do celkové bilance je nutné připočítat i bionaftu. V nejbližší době se předpokládá roční produkce 120 tis. tun (maximální množství asi 180 tis. t) bionafty a asi 22 mil. m³ bioplynu (PASTOREK, KÁRA, JEVÍČ, 2004).

Biomasa se ve světě podílí průměrně 66% na bilanci obnovitelných zdrojů energie, ve vyspělých státech je to 54% a v méně vyvinutých státech 75%. Při průměrném zhruba 5% podílu obnovitelných zdrojů na energetické bilanci v zemích EU biomasa pokrývá asi 2,9 celkové potřeby energie (MOUDRÝ, STRAŠIL, 1998).

Současný postoj EU, nárůst množství odpadů a stále rostoucí tlak na využívání biomasy je logickou odpovědí na zvyšování emisí. Lidská společnost produkcí CO₂, CH₄, SO₂, NO_x a dalších škodlivin, způsobuje skleníkový efekt a globální oteplování zemského klimatu. Nežádoucí emise škodlivin jsou způsobeny především spalováním fosilních paliv. Fosilní paliva jsou paliva vzniklá v dávné minulosti, která jsou v současnosti využívána. Při spalování fosilních paliv, vznikají odlišné emise než emise produkované při spalování biomasy. Zejména je však porušována bilance plynů v atmosféře (VÁŇA, 2001).

V roce 2003 se biomasa podílela 10,6% na světových primárních zdrojích energie, což je 79,9% ze všech obnovitelných zdrojů. Na podílu se však podílí převážně tradiční a méně efektivní způsoby využívání přímého spalování, které jsou využívány v chudých oblastech Afriky, Jižní Ameriky a Asie, kde je biomasa často hlavním nebo jediným zdrojem energie (WEGER, 2009).

Od 70. let minulého století se v západní Evropě pokusně ověřovalo více než 25 druhů dřevin pro produkci dřevní biomasy. Pro podmínky České Republiky se jeví jako nejvýhodnější vrby a topoly. MŽP byl vytvořen seznam doporučených druhů, který obsahuje bohatý sortiment cca 45 druhů vrb a topolů, které je možno pěstovat i u nás. Pro zakládání plantáží rychle rostoucích dřevin lze využít ekonomicky nerentabilní půdy pro zemědělské plodiny. Rovněž nelze opomenout i důležitou funkci plantáží rychle rostoucích dřevin pro zkvalitnění prostředí (problémové lokality) na rekultivovaných plochách, resp. plochách nevhodných pro pěstování potravinářských plodin z důvodů znečištění půdy a vody apod. Takto rekultivované plochy mají i další pozitivní vliv – přispívají k ochraně přírody (větší biodiverzita), poskytují úkryt a potravu pro drobnou zvěř, hnízdiště ptactva aj. (STRAŠIL, 2009).

2.2.2 Biomasa využitelná k energetickým účelům

Energetickou biomasu můžeme rozdělit do pěti základních skupin:

- fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy
- fytomasa olejnatých plodin
- fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukru
- organické odpady živočišného původu
- směsi různých organických odpadů

Z technologického hlediska existují dvě hlavní skupiny zdrojů energetické biomasy:

2.2.2.1 Biomasa záměrně produkována k energetickým účelům:

- Energetické plodiny lignocelulózoové:
 - energetické dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty a další stromové a keřovité dřeviny)
 - obiloviny (celé rostliny)
 - travní porosty (sloní tráva chrastice, trvalé travní porosty atd.)
 - ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz)
- Energetické plodiny olejnaté (řepka olejka, slunečnice, len, dýně na semeno)
- Energetické plodiny škrobno-cukernaté (brambory, cukrová řepa, obilí – zrno, topinambur, cukrová třtina, kukuřice) (CENEK, 2001).

2.2.2.2 Biomasa odpadní

- rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny (kukuřičná a obilná sláma, řepková sláma, zbytky z lučních a pastevních areálů, zbytky po likvidaci křovin a lesních náletů, odpady ze sadů a vinic)
- odpady z živočišné výroby (exkrementy z chovů hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady mléčnic, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit)
- biologicky rozložitelné komunální odpady (odděleně sbíraný papír, kuchyňské odpady, kaly z čistíren odpadních vod, organický podíl směsných komunálních odpadů, odpadní organické zbytky z údržby zeleně, odpady z tržišť apod.)
- organické odpady z potravinářských a průmyslových výrob (odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce, odpady z jatek, odpady z mlékáren, odpady z lihovarů a konzerváren, odpady z vinařských provozoven, odpady z dřevařských provozoven)
- lesní odpady (dřevní hmota z lesních probírek, kůra, větve, pařezy, kořeny po těžbě dřeva, palivové dřevo, manipulační odřezky, klest) (MUŽÍK, KÁRA, 2009).

2.3. Trvalé travní porosty (TTP)

2.3.1 Historie TTP

Pastva hospodářských zvířat sehrála podstatnou roli ve formování naší krajiny od počátku zemědělství až do současné doby. Začátek zemědělství u nás lze datovat do středního holocénu, což je zhruba asi před 7 000 – 6 500 lety, kdy na naše území zasáhlo neolitické zemědělství, šířící se do střední Evropy z Blízkého východu přes Balkán. Tehdejší zemědělci přinesli s sebou zásadní změnu ve způsobu získávání obživy. Pěstovali již kulturní plodiny a chovali domácí hospodářská zvířata. Svůj dobytek pásli v lese a tím prosvětlovali okolní les. Provozovali tedy lesní pastvu (NEUHASLOVÁ, 2001).

Podle nejnovějších studií byla pastva velkých divokých zvířat před zavedením zemědělských aktivit zodpovědná za udržení lesních světlin a drobných bezlesých ploch. Chov hospodářských zvířat byl založen výhradně na pastvě až do starší doby železné. K chovaným hospodářským zvířatům v té době patřil skot, ovce, kozy, méně prasata.

První kosa se u nás objevují teprve zhruba kolem roku 500 př. n. l. Nebyly to však kosa dnešního vzhledu, ale nástroje krátké, s nimiž se musela biomasa sklízet výše nad zemí a nechávat poměrně vysoké strniště. Teprve v této době mohla začít výroba sena a mohly vzniknout louky, i přesto se však zkrmování letniny (usušených větví a listů stromů) udrželo souběžně ještě hodně dlouhou dobu (MLÁDEK, 2006).

2.3.2 Charakteristika TTP

V případě trvalých travních porostů se jedná o vývojově mladá, převážně člověkem vytvořená polopřirozená společenstva, vázaná svou existencí na určitý hospodářský režim, např. kosení, pastvu, sešlap, hnojení chlévskou mrvou a podobně (HEJNÝ, 1988).

Travní porosty, též drnový fond, přírodní nebo trvalé travní porosty představují v našem zemědělství nejrozsáhlejší skupinu píce. Jsou to složitá, smíšená a botanicky pestrá společenstva trav, jetelovin a jiných dvouděložných druhů (tzv. bylin) (VELICH, 1994).

Vzniklá samo-zatravněním po určitém zásahu člověka do lesního společenstva, které se udržují pravidelným využíváním (sečením, pastvou nebo kombinovaně) znemožňujícím samovolnému zalesnění. Uměle založené travní porosty vznikají vysetím směsí kulturních trav a jetelovin za účelem dočasného až trvalého využívání (ŠANTRŮČEK, 2001).

Travní porosty jsou důležitou součástí biosféry a patří k biologicky nejaktivnějším a nejproduktivnějším fytoocenózám s rychlým výměnným cyklem a s vysokou schopností přemísťovat chemické prvky v biosféře. V našich podmínkách představují tyto cenózy jedny z nejstabilnějších ekosystémů v zemědělské krajině, které umožňují velmi dobrou ochranu půdy proti všem druhům eroze, využití minerálních a animálních hnojiv, ale i zadržení 80 až 90 % srážkové vody (KLIMEŠ, 1997).

Travní biom zaujímá na Zemi plochu přibližně 24 mil. km². Je využíván převážně extensivně, avšak v případě jeho racionální a ekologicky vyvážené exploataci představuje značnou rezervu pro budoucí generace. Typické travní porosty jsou omezeny na oblast mírného pásma. Proto lukařství a pastvinářství má největší tradici v evropských státech. Největší plochy jsou např. ve Velké Británii 63%, v Holandsku 58% a v Rakousku 56% (ŠANTRŮČEK, 2007).

Mrkvička (1998) uvádí, že travní porosty představují ve středoevropských podmínkách významný prvek krajiny i soustavy hospodaření na půdě. Vznik a vývoj travních porostů je zde podmíněn jejich pravidelným obhospodařováním a využíváním, bez něhož by se naprostá většina luk a pastvin postupnou sukcesí přeměnila v lesní společenstva.

Travním porostům vyhovují spíše vlhčí podmínky. Proto největší podíl přírodních luk a pastvin z celkové plochy připadá na bramborářskou výrobní oblast 46%, dále na výrobní oblast horskou 34% a nejméně na řepářskou 11,5% a kukuřičnou 8,5% výrobní oblast. Travní porosty zaujímají nejrozmanitější stanoviště

od úrodných pozemků až po neúrodné plochy, jež tvoří neplodnou půdu a jsou dosud nesprávně evidovány pod loukami či pastvinami (VELICH,1994).

2.3.3 Produkční funkce TTP

Louky a pastviny skýtají při minimu investované energie maximum krmiva s poměrně širokou sklizňovou dobou, V polních kulturách jsou sice průměrně vyšší výnosy z jednotky plochy, ale za cenu většího přísunu dodatečné energie ve formě hnojiv, herbicidů, pesticidů, lidské práce, mechanizačních prostředků a fosilních paliv potřebných k jejich pohonu. V jednotlivých přírodních oblastech zauímají trvale travní porosty různý podíl půdního fondu. Mají odlišné ekologické podmínky svých stanovišť, odlišné druhové složení i funkce a proto také různý produkční i mimoprodukční význam a ekologickou i ekonomickou hodnotu.

Převážná většina ekologických faktorů vykazuje vysokou variabilitu v působení na produktivitu a vývoj porostů. Proto správné posouzení vhodnosti stanoviště pro určitý systém a intenzitu obhospodařování je možné učinit pouze na základě komplexní ekologické analýzy v každém konkrétním případě (RYCHNOVSKÁ, 1985).

Přímá produkční funkce travních porostů se bezprostředně týká díky možnostem produkce dieteticky hodnotné píce i zdraví hospodářských zvířat, kvality živočišných produktů a ve svém důsledku i zdraví člověka (KLIMEŠ, 2004).

Výnosy travních porostů se pohybují v rozmezí 1 – 15 t/ha a mění se v závislosti na způsobu údržby TTP a ekologických podmínkách stanoviště.

Přestože produkční funkce trvalých travních porostů je v současné době potlačena, sehrává nadále v zemědělství pozitivní úlohu. Prostřednictvím polygastrických zvířat je organická hmota ze zkrmené píce transformována, z části se v procesu trávení rozkládá. Zbývajících 35 – 50% přijaté organické hmoty je vylučováno jejich výkaly. Organická hmota ve formě statkových hnojiv se na orné půdě stává zdrojem některých živin a je významným faktorem úrodnosti půdy (KOLLÁROVÁ, 2007).

Z produkčního hlediska mají trvanlivé porosty nezastupitelný význam při zajišťování krmivové základny dobytka (PETŘÍK, 1987). I když Kollárová (2007) uvádí, že produkční funkce trvale travních porostů je v současnosti potlačena, ale nadále sehrává v zemědělství pozitivní úlohu.

2.3.4 Mimoprodukční funkce TTP

Vedle zemědělského poslání mají trvalé travní porosty velmi důležitou mimoprodukční funkci v tvorbě a ochraně krajiny. Dále ochrana půdy před vodně erozivními jevy všeobecně a zvláště na svažitéch terénech. Travní porosty chrání podzemní vody před kontaminací chemickými látkami, průmyslovými hnojivami, zvláště nitráty a organickými hnojivami. Rovněž mají příznivý vliv na kondenzaci par (tvorbu rosy za suchých horkých dnů) a na vzdušnou vlhkost. Konečně louky a pastviny působí esteticky v krajinném prostředí (KLESNIL, 1980).

Trvalé travní porosty můžeme definovat jako pestré rostlinné společenstvo složené z trav jako dominujícího druhu, bobovitých rostlin a ostatních bylin, které je utvářeno stanovištními podmínkami nebo činností člověka. Podle podmínek se travní porosty dělí na přirozené, polopřirozené a umělé. Způsoby využívání travních porostů současně ovlivňují druhové složení a výnosnost. Současně chrání půdu proti účinkům vodní a větrné eroze, využívají se také jako biologický filtr v chráněných pásmech vodárenských nádrží a vodních toků. Mají význam pro zachování cenných rostlinných a živočišných společenstev (www.vfu.cz).

Při postupující koncentraci a specializaci zemědělské výroby se setkáváme zvláště v horské výrobní oblasti se situací, že na svazích nelze použít těžkou ani střední mechanizaci. V těchto případech se osvědčuje honová celosezonní pastva mladého skotu, při které lze respektovat zásady protierozní a krajinné ochrany. Takové využití porostů odpovídá velkovýrobním formám a nezasahuje rušivě do historicky vytvořeného rázu krajiny. Při zřizování pastevních areálů působí příznivě vhodně ponechané stromové nebo keřové pásy, kamenné snosy, vzrostlé solitérní stromy apod., jež plní mnohé hospodářské funkce i v ochraně krajiny (KLESNIL, 1980).

Pro ekologickou stabilitu má rozhodující význam snižování destabilizujících antropogenních vlivů, přičemž 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 (FIALA a GAISLER, 1999).

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 zdržuje značně větší množství srážkové vody. Tak se nejen omezuje eroze, ale zvyšují se také zásoby půdní vody, což je velmi důležité v podmínkách omezených vodních zdrojů (KLESNIL, 1980).

Travní porosty pozitivně ovlivňují celkovou bilanci a hospodaření s vodou, i když jsou jejím značným konzumentem. Optimální vlhkost půdy pro travní porosty má činit 80% maximální vodní kapacity. Tomu nejlépe odpovídá podle pedoklimatických podmínek hladina podzemní vody 400-700 mm pod povrchem půdy. Únosnost travního drnu je za tohoto stavu malá a dosahuje 60-120 kPa, což postačuje pouze pro lehčí a podmíněně i pro těžší mechanizaci, popř. pastvu. Při současné sklizňové mechanizaci vznikají tlaky 2-3 krát větší. To pochopitelně vyvolává i větší nároky na meliorační zásahy.

Rychnovská (1985) uvádí, že trvale travné porosty jsou schopny jednak symbiotickou a jednak nesymbiotickou fixací vázat atmosférický dusík. Vzhledem k druhové rozmanitosti trvale travních porostů akumulují různé porostní složky rozmanitá množství minerálních prvků. Odumřelé rostlinné části (nadměrné i podzemní) obohacují půdy o humus a podstatně přispívají k trvalému udržení optimálních půdních vlastností.

Kromě produkční funkce však travní porosty současně kladně ovlivňují životní prostředí. Bezpečně chrání půdu před erozí na svažitéch pozemcích a v inundačních polohách, vytvářejí biologický filtr v ochranném pásmu vodárenských nádrží a ochraňují podzemní vody před kontaminací chemickými prostředky. Jsou významným estetickým prvkem v krajinném plánování. Tyto příznivé vlastnosti mají jak přírodní, tak i umělé trvalé porosty. Naopak umělý, správně hnojený travní porost

chrání půdu lépe než nekulturní přírodní trvalý porost, jehož drn nemá potřebnou pevnost a hustotu.

Travní porosty 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, která je díky stálému pokryvu půdy drnem mnohonásobně účinnější než u porostů polních plodin (VELICH, 1996).

Jak zmiňují (VELICH, 1996) a (MRKVIČKA, 1998) mimoprodukční funkce TTP lze dělit na 3 skupiny:

- ochrana půd
- ochrana vod
- estetická funkce

2.2.4.1 Ochrana vod

Ochranná funkce hydrosféry s ohledem na kvalitu je umožněna schopností kořenového systému vytvářet dokonalý „biologický filtr“, který omezuje znečištění podzemních vod různými chemickými látkami, hnojivy, především nitráty a chrání je před mechanickým znečištěním smyvem minerálních a organických složek půdy (ŠANTRŮČEK, 2001).

Podle Hejduka (2007) travní porosty plní z hydrologického hlediska dvě významné funkce:

- Kvantitativní: zabraňují vzniku povrchového odtoku z přívalových dešťů a převádí tento odtok z orné půdy na podpovrchový.
- Kvalitativní (filtrační): díky silně rozvinuté kořenové soustavě zbavují zasakující vodu rozpuštěných živin, zejména nitrátů.

V některých situacích však mohou zvyšovat riziko povodní tím, že umožňují vznik povrchových odtoků vyšších než na orné půdě. Je to v případě odtoku ze zamrzlé půdy a odtoku z půdy poškozené zhutněním těžkou technikou nebo nadměrnou pastvou.

Kladné funkce však mnoho násobně převažují rizika. Travní porosty se stávají nástrojem pro omezování vodní eroze, ochranu vodních toků a intravilánu před splaveninami.

2.2.4.2 Ochrana půd

Vliv vegetačního pokryvu na smyv půdy se projevuje přímou ochranou povrchu před destruktivním působením dopadajících dešťových kapek a zpomalováním rychlosti povrchového odtoku a nepřímo působením vegetace na půdní vlastnosti, zejména pórovitost a propustnost, včetně omezení možnosti zanášení pórů rozplavenými půdními částicemi a mechanickým zpevněním půdy kořenovým systémem omezující možnost odnosu půdy (JANEČEK, 2005). Klesnil (1980) uvádí, že travní porosty chrání půdu proti erozi nejen svojí drnovou vrstvou, ale i tím, že podporují vytváření drobtovité struktury. Také obohacují půdu o organickou hmotu, která je zdrojem humusu. Takovéto půdy zadržují větší množství vod. Tak se nejen omezuje eroze, ale i zvyšuje zásoba půdní vody, což je důležité v podmínkách omezených vodních zdrojů.

2.2.4.3 Estetická funkce

Louky a pastviny působí esteticky v krajinném prostředí (KLESNIL, 1980). Estetická funkce travních porostů se uplatňuje v širokém měřítku (vzhled krajiny). V horských oblastech a podhorských oblastech zajišťují travní porosty v makroreliéfu estetický vzhled krajiny porosty holin, v nížinných polohách pak přirozené louky v nivách vodních toků.

Obdobně plní estetickou funkci různé trávničky (ŠANTRŮČEK, 2001). Jsou významným krajino tvorným 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).

2.4. Energetické trávy

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).

Přírodní louky a pastviny zpravidla nazýváme trvalými travními porosty (TTP), neboť by zde měly převládat trávy. Ve skutečnosti v degradovaných porostech se trávy vyskytují ve velmi rozdílném procentu. Tak např. v ostřicových porostech rostou ojediněle nebo dokonce zcela chybějí. Ovšem v kulturních, ale i polokulturních porostech plně dominují. Travní porosty mají významnou produkční úlohu při zajišťování krmivové základny a jejich význam vzrůstá se stoupající nadmořskou výškou (PETŘÍK a kol., 1987).

Druhou nejvýznamnější skupinou z víceletých pícnin pěstovaných na orné půdě jsou pícní trávy, které mimo ornou půdu jsou důležitou složkou trvalých travních porostů (luk, pastvin) a trávníků. V zemědělské výrobě a zejména v pícninářství jsou trávy důležitou botanickou čeledí (ŠANTRŮČEK, 2007).

Pícní trávy se na orné půdě pěstují převážně jako krátkodobé směsky s jetelem lučním, nebo jako dočasné louky a pastviny. Víceleté druhy z čeledi lipnicovitých v zemědělské terminologii nazýváme travami. Čeď lipnicovitých je nesmírně bohatá, neboť v celosvětovém měřítku zahrnuje kolem 10 000 druhů a v rámci ČR 240 druhů. Na utváření přírodních travních porostů se však významněji podílí pouze 30 druhů, z čehož je 16 druhů kulturních. Při zakládání umělých travních porostů se nejčastěji používá pět základních druhů trav a 11 druhů doplňkových (PETŘÍK, 1987).

Ve srovnání s leguminózami mají pícní trávy výrazné diference z hlediska morfologického, biologického i provozního. Mají celou řadu předností, pro které se ve vlhčích oblastech na mělkých půdách staly hlavním zdrojem objemné píce. Významná je schopnost intenzivního vegetativního rozmnožování, s čím je spojena u mnoha druhů i značná vytrvalost. Trávy vytváří pevný, hustý drn, který nejlépe

odolává pastvě hospodářských zvířat i těžké technice. Pozitivně ovlivňují úrodnost půdy, díky hustému kořenovému systému chrání půdu před erozí, zabraňují vyplavování živin (zejména nitrátů) do spodiny a obohacují ornici o humus (ŠANTRUČEK, 2007).

1. při dávce 200-300 N kg/ha a při dostatku vláhy produkují 10-15 t/ha sušiny.
2. jejich píce se snadněji konzervuje a při sklizni jsou menší ztráty
3. velmi rozdílná ranost základních druhů trav umožňuje sklízet nepřestárlou píci
4. výborná regenerační schopnost podmiňuje toleranci k pastvě i těžké mechanizaci, delší provozní vytrvalost trav je navíc umožněna jejich odolností proti chorobám a škůdcům
5. hustý kořenový systém vytváří biologický filtr v půdě, zajišťuje vynikající návratnost dodaných živin a ochranu podzemních vod
6. hustá nadzemní biomasa zabraňuje erozi půdy a naopak urychluje sedimentace suspendovaných částic z přeronové vody
7. kořeny trav obohacují půdu o humus a podmiňují drobtovitou strukturu půdy (PETŘÍK, 1987).

2.4.1 Bojínek luční (*Phaleum pratense* L.)

Bojínek luční je víceletá vzrostná tráva, vytvářející volné trsy. V příznivých podmínkách dosahuje obvykle výšky přes 1m. V čistém porostu nevytváří zapojený drn (REGAL, 1972). Bojínek luční patří mezi naše nejproduktivnější trávy, s větší výnosovou variabilitou, která je podmíněna srážkovými poměry (8-15 t/ha sušiny). Kvalita píce podobně jako u srhy závisí na fenofázi, ve které se sklízí. Do plného vymetání vykazuje stejné kvalitní vlastnosti jako nejkvalitnější trávy (PETŘÍK, 1987).

2.4.1.1 Charakteristika plodiny

Velich (1994) uvádí, kořenový systém bojínku je bohatý, ale mělký. Převaha kořenové hmoty je uložena do hloubky 100 mm. Hlavní část kořenů se však asi ze 70% rozprostírá v povrchové vrstvě půdy do 10 centimetrů. I na kyprých půdách se snadno proniknutelnou spodinou, zůstávají kořeny bojínku jen mělce rozloženy (REGAL, 1972). Odnožovací uzliny jsou cibulkovité. Stébla jsou poměrně silná, listy jsou v raném vývojovém stadiu velmi jemné, později mírně drsné, 5-10 mm široké a asi 300 mm dlouhé (VELICH, 1994). Jalové i stébelné výběžky jsou na basi pravidelně hlíznatě zduřelé, podle čehož se bojínek luční snadno pozná i ve sterilním stavu (REGAL, 1972). Mají vernaci stočenou. Ouška bojínek nemá, jazýček je dost vyvinutý, obloukovitě vyklenutý, po stranách má výrazné růžky. Květenství je stažený lichoklas dlouhý někdy až 200 mm. Obilky jsou oválné, pluchy na povrchu neulpívají příliš pevně, HTS činí 0,3-0,5 g. Klíčí rychle, vzchází asi 14 dnů po zasetí. Hloubka setí je střední, asi 20 mm (VELICH, 1994).

2.4.1.2 Botanické zařazení

Bojínek luční je volně trsnatá tráva vyššího vzrůstu. Odnožuje převážně extravaginálně. V době metání dosahuje výšky přes 1 metr. Poprvé seči metá málo, až středně. V populaci bojínku jsou zastoupeni jedinci jarého i ozimého charakteru. Na jaře a po seči roste poměrně rychle, generativně je však velmi pozdní. Vývin po zasetí je poměrně rychlý, plné produkce dosahuje až v dalším roce po výsevu. Vytrvalost 6-10 let (VELICH, 1994).

2.4.1.3 Nároky na stanoviště

Na stanovištní podmínky není bojínek příliš náročný. Dobře odolává drsným klimatickým podmínkám, snáší jak dlouho ležící sněh, tak i holomrazy. Vyhovují mu půdy střední a těžší. Vyžaduje dostatek vláhy. Lépe mu však vyhovuje stanoviště s častějšími a vydatnějšími srážkami, než přebytek vláhy v půdě, což je zpravidla spojeno a vyšší relativní vzdušnou vlhkostí. V sušších podmínkách má sníženou vitalitu, omezenou vytrvalost a nízkou produkci (VELICH, 1994).

Ekologická plasticita bojínku je podobná jako u kostřavy luční. Nejvíce je rozšířen ve vyšších vlhčích polohách a jeho areál zasahuje až do sub-alpínského pásma. Úspěšně byl vyzkoušen i za polárním kruhem, což prokazuje jeho otužilost

(KLESNIL, 1980). Není vhodný na vysloveně lehké půdy a vysušná stanoviště, nehodí se do kukuřičné ani řepařské výrobní oblasti (VELICH, 1994).

Na půdní druh i půdní reakci není náročný, takže roste při pH 3,6-7,2. Výborně vegetuje na rekultivovaných rašelinách přechodného typu. Sporadicky se objevuje na mezooligotrofních půdách, ale plnou vitalitu umožňují stanoviště s ročním zdrojem dusíku nad 100 kg/ha. Vyšší dávky dusíku mohou částečně kompenzovat nedostatek srážek, protože neobyčejně hustý porost omezuje půdní výpar (KLESNIL, 1980).

2.4.1.4 Využití produktu

Používá se především do jetelotravních směsek a dočasných travních porostů na orné půdě. Lze jej doporučit i do dlouhodobě využívaných lučních a pastevních porostů, zvláště na těžších půdách a v klimaticky drsnějších podmínkách našich vrchovin (VELICH, 1994). Původně se bojínek doporučoval jako nejlepší komponent pro jetelotravní směsky. To zůstává v platnosti i nyní, přestože minimálně v 1. užitkovém roce jetel utlačuje, ale jeho uplatnění je universálnější. Vzhledem k levnému osivu by měl být predominantním druhem ve všech pozdních sečených směskách. K tomu postačí přidat do směsky 7 kg/ha bojínku (KLESNIL, 1980).

2.4.2 Sveřep horský (*Bromus carharticus*)

Rod *Bromus* zahrnuje asi 150 druhů jednoletých či vytrvalých druhů. Sveřep horský, nebo také samužníkovitý, se rozšířil z Jižní Ameriky. Po první světové válce byl zavlečen do okolí Veselí nad Lužnicí a z něj byla vyšlechtěna odrůda Tacit. Jedná se o intenzivně rostoucí trsnatou vytrvalou travu vzpřímeného růstu vysokou 80 – 100 cm (HAVLÍČKOVÁ, 2007).

2.4.2.1 Charakteristika plodiny

Je to nově zavedeným výběžkatým druhem. Vyznačuje se rychlým jarním růstem se středně zelenou barvou listů a odolností proti plísni sněžné, rzi travní (ŠANTRŮČEK, 2001). V rámci tohoto druhu byla vyšlechtěna odrůda Tacit.

Je to vytrvalá, intenzivně rostoucí, kvalitní tráva. Tyto vlastnosti sveřepu samužníkovitého jej proto předurčují též pro úspěšné využívání k energetickým účelům. Rovněž semenářskou kulturu lze snadno a úspěšně založit. Při plném dozrání semene je statné stéblo sveřepu již dostatečně vyschlé, což je dalším dobrým předpokladem jeho využití pro přímé spalování (PETŘÍKOVÁ, 1999).

2.4.2.2 Botanické zařazení a popis rostliny

Tento sveřep začíná růst z jara dříve než ostatní sveřepy, má i dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům. Má vzpřímené trsy, dosahuje výšky 80 –100 cm, s velkým výnosovým potenciálem (PETŘÍKOVÁ, 1999). Listy jsou široké, měkké a neochlupené (HAVLÍČKOVÁ, 2007). Sveřep Tacit dobře obrůstá a vytváří plodná stébla i ve druhé seči, ale je třeba dbát na vyšší strniště. Při nízké seči (pod 5 cm) by zůstalo ve strništi málo zelených listů, čímž by se následné obrůstání zpomalilo (PETŘÍKOVÁ, 1999).

2.4.2.3 Nároky na stanoviště

Sveřep – Tacit je odrůda tolerantní na stanoviště, neboť se mu dobře daří od nížin až po podhůří. Snáší nižší pH, přísušky i tuhé zimy. Vhodné jsou půdy sušší, dostatečně provzdušněné, lehčí a nezamokřené (PETŘÍKOVÁ, 1999).

2.4.2.4 Využití produktu

Tvorba semene je standardně dobrá, dosahuje pravidelně kolem 1,5–2 t/ha kvalitního osiva. Celkový výnos nadzemní suché hmoty se pohybuje od 10 do cca 15 t/ha (PETŘÍKOVÁ, 1999). Je to pícninářský výnosný druh. Uplatnění má v lučních porostech nebo krátkodobých travních porostech na orné půdě (ŠANTRŮČEK, 2001). Sklizeň sveřepu pěstovaného do plného dozrání se provádí tradičním kombajnovým výmlatem. Následná sklizeň slámy pro energetické účely, se provádí sběracím lisem, který tvoří velké hranaté balíky. V takovéto formě je pak lze použít pro přímé spalování v biokotelnách. Pro energetické využití lze kulturu tohoto sveřepu založit obdobně, jako kulturu semenářskou, neboť není třeba dbát na stárnutí porostu, jako v případě sklizně kvalitních pícnin. Vysévá se brzy z jara, s výsevem jako pro semenářskou kulturu - cca 20-35 kg/ha (na píci je plný výsev: 30-40kg/ha) do řídce seté krycí plodiny (např. do jarní pšenice se snížením výsevu o 20-25%) (PETŘÍKOVÁ, 1999).

2.4.3 Ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius* L.)

Biomasa ovsíku se tradičně využívá ve směsích víceletých i krátkodobých lučních porostů. Vzhledem k vysokému hrubšímu stéblu, středně poléhavému má dobré předpoklady využití i v energetice, pro přímé spalování nebo jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu (PETŘÍKOVÁ, 2006).

2.4.3.1 Charakteristika plodiny

Ovsík vyvýšený je víceletá, vysoce vzrůstná tráva. Dorůstá až do výšky 150cm. Jedná se o travu domácího původu (STRAŠIL, 2011). Po zasetí se ovsík vyvíjí rychle a plných výnosů dosahuje již v prvním užitkovém roce, ale jeho vytrvalost je obvykle menší (KLESNIL, 1978).

2.4.3.2 Botanické zařazení a popis rostliny

Je to vysoká, volně trsnatá tráva, která na jaře začíná obrůstat velmi brzo (KLESNIL, 1978). Plodonosná stébla ovsíku dosahují 120-150cm. Trs je vzpřímený, středně hustý, průměru je vysoký 80 -130 cm. Stéblo je hrubší, středně poléhavé se středním olistěním. Listy jsou široké, dlouhé, typicky převislé, řídce ochmýřené (PETŘÍKOVÁ, 2006). Pochvy jsou hladké, mírně drsné, výjimečně s krátkými roztroušenými chloupky. Čepele listů se obvykle vyznačují velmi krátkými, jemnými chloupky na svrchní straně. Mladé listy v pochvě jsou stočené. Jazyček je dobře vyvinut je asi 2 mm vysoký a zřetelně zoubkovaný (REGAL, 1972). 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 odolává přísuškům (PETŘÍKOVÁ, 2006). Spásání a sešlapávání snáší špatně. Poskytuje vysoké výnosy píce kterou, přestože je tvořena velkým množstvím stébel, zvířata přijímají dobře a s chutí. V dočasných porostech poskytuje brzo na jaře velmi ranou a kvalitní píci, nahrazující píci z ozimých směsek (KLESNIL, 1978).

2.4.3.3 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. Výhodnější je jeho pěstování v lučních porostech určených ke sklizni, než na

pastvinách, kde trpí sešlapáváním (PETŘÍKOVÁ, 2006). V našich klimatických podmínkách je nejvíce rozšířen v přirozených travních porostech řepařských oblastí. Hojně se vyskytuje v příkopech podél silnic nebo na svažitéch mezích. Je to podmíněno dostatkem splavených živin (REGAL, 1972).

2.4.3.4 Využití produktu

Slámu lze po sklizni osiva využívat pro energetické účely, převážně k přímému spalování a to ve formě balíků, řezanky nebo i tvarovaných fytopaliv (peletky, brikety). Celková nadzemní hmota se používá pro energetické účely zpravidla suchá pro přímé spalování, nebo i zelená na senáž jako přídavek do fermentoru při výrobě bioplynu. Tento způsob využití zelené hmoty pro energetické účely je ale závislý na bioplynových stanicích, kterých zatím u nás není dostatek (PETŘÍKOVÁ, 2006).

2.5. Důležité vlivy prostředí při růstu rostlin

2.5.1 Koloběh vody

Ze zemského povrchu se stále vypařuje voda, která přechází ve formě vodní páry do atmosféry. Výpar vody neboli evaporace, se uskutečňuje z vodních povrchů, tj. z moří, jezer, řek a rybníků, ale i z povrchu pevné půdy, sněhu a ledu. Krom toho se na výparu podílí také rostliny. Sají totiž z půdy soustavou kořenů vodu, která se pak vypařuje zejména povrchem listů. Tento výpar se označuje jako transpirace. Souhrn evaporace a transpirace představuje tzv. evapotranspiraci. (KOPÁČEK, BEDNÁŘ, 2005). Autor píše, že lesy silně ovlivňují vodní a energetické cykly. Ale účinky lesa na vodní a energetické cykly a množství vody se liší v závislosti na okolních podmínkách (Takeshi OHTA, 2001). V bilančních úvahách se někdy zmiňuje ještě intercepce, tj. vypaření atmosférických srážek zachycených na rostlinách (KOPÁČEK, BEDNÁŘ, 2005).

Voda v přírodě se vyznačuje i při svých velkých hmotách, výjimečnou pohyblivostí, je v neustálém pohybu; jednak se přemísťují vodní masy ve stavu kapalném (i pevném) z výše položených míst do nižších, působením zemské tíže, jednak vlivem sluneční energie přecházející ze skupenství tuhého (sublimace) a kapalného (vypařování) v plynné (KREŠL, 2001).

Z celé planety se za rok vypaří cca 518 600 km³ vody, z čeho připadá asi 86% na oceány a jen 14% na souš. Totéž množství vody za rok spadne na povrch Země, ovšem cca 79% do moří a 21% na souš (KOPÁČEK, BEDNÁŘ, 2005).

2.5.2 Infiltrace

Infiltrace je součástí koloběhu vody. Jedná se, o vsakování vody do půdy a propustných hornin. Infiltrace je vedle kondenzací vodních par v půdě a kondenzací vodních par magmatu nejdůležitějším způsobem vzniku podzemní vody (PITTER, 2009). Dělíme ji na přirozenou a umělou. Přirozená infiltrace je taková, kdy dochází ke vsakování ze srážek, povrchových vod a sněhu. Za umělou infiltraci se pak

považuje vsakování vyvolané umělým zaplavením povrchu země (AMBROŽOVÁ, 2007).

2.5.3 Transpirace a evapotranspirace

Výdej vody rostlinami ve formě vodních par do ovzduší (gutace – výdej vodní páry v kapalném stavu) a tvoří tak nejpodstatnější část celkového výparu. Je určována komplexem činitelů a představuje celek vzájemně spojených procesů pohybu vody z půdy rostlinou do atmosféry a přechodem vláhy v listu z kapalného stavu do plynného (KREŠL, 2001). V přírodě probíhá současně výpar jak na plochách s vegetačním krytem, tak i výpar z půdy. Součet těchto jevů nazýváme evapotranspiraci (KREŠL, 2001).

2.5.4 Srážky

Primárním vstupem do hydrologické bilance vody v povodí jsou srážky. Srážky jsou výsledkem kondenzace nebo desublimace vodní páry v ovzduší, na povrchu půdy, předmětů a rostlin. Kondenzace je změna skupenství vody v ovzduší z plynného na kapalně. Desublimace je změna skupenství vody v ovzduší z plynného přímo na pevné (HRÁDEK, KUŘÍK, 2002).

Po dopadu srážek na zemský povrch jsou srážky zadržovány pokrývným porostem úměrně mocnosti těchto částí a době trvání srážek. Významnou roli hrají také akumulární prostory povodí – povrchové mikrodeprese, mokřady, nádrže aj. Ta část srážek, která je zachycena na půdním povrchu a na hrabance, je nazývána povrchová akumulace (KREŠL, 1999).

2.5.5 Mrazuvzdornost

Teplotní režim ovlivňuje rostlinná společenstva spíše svými extrémy než ročním průměrem, hlavně minimálními teplotami. Vliv minimálních teplot závisí na délce působení a na ročním období; např. mrazy jsou mnohem nebezpečnější během jara než v zimě. Mrazuvzdornost je důležitou vlastností některých druhů, avšak její mechanismus není dosud zcela objasněn (MORAVEC, 1994). Mrazuvzdornost, pod níž rozumíme schopnost snášet nízké teploty °C (VELICH, 1991). Mrazuvzdorností se rozumí odolnost hlavně vůči jarním i podzimním mrazíkům a zimním mrazům a holomrazům (GRAMAN, ČURN, 1997). Poškození rostlin mrazem spočívá v mechanickém poškození buněk ledem (PROCHÁZKA a kol., 1998).

Mrazuvzdornost je u rostlin, ať více nebo méně odolných vůči tomuto stresoru, sezónního charakteru a má cyklický průběh během roku. Citlivé je vždy parenchymatické pletivo a naopak buňky s pevnou stěnou jsou odolnější vůči mrazu. Mrazuvzdornost je založena na schopnosti dlouhodobě zabránit vzniku ledu uvnitř buněk a tolerovat jejich dehydrataci při zmrznutí vody v apoplastu. Schopnost zvyšování odolnosti rostlin vůči mrazu si vytvářejí především rostliny v oblastech, kde se sezóně mění charakter počasí (BLÁHA, 2003).

Při mrznutí buněk se vytvářejí v mezibuněčných prostorách krystalky ledu. Voda potřebná k jejich růstu je odebírána základní cytoplazmě. Ta se tedy čím dále, tím více zbavuje vody a buněčná šťáva se ve vakuolách zahušťuje. Porušuje se normální metabolismus buněk, vznikají jedovaté látky typu toxinů, až nakonec dojde k nevratné koagulaci cytoplazmy a buňky odumírají (KINCL, FAUSTUS, 1987). Při zmrznutí buněk se zvyšuje kyselá reakce základní cytoplazmy, což může ještě podporovat koagulaci jejich proteinů. Z uvedeného je zřejmý vliv vody na odolnost buňky vůči mrazu. Proto postřik rostlin studenou vodou na vyrašené a rozkvetlé ovocné vody je jednou z metod boje proti jarním mrazíkům (KINCL, KRPEŠ 2006).

Odolnost vůči mrazu je spojena se schopností rostlin zabránit vzniku ledu uvnitř buněk a tolerovat odvodnění buněk při zamrznutí vody v apoplastu. S tím souvisí též schopnost utlumit většinu buněčných funkcí. Snížení bodu tuhnutí roztoku rostlina dosáhne zvýšením koncentrace osmoticky aktivních látek (aminokyseliny, cukry atd.). Vytvořený led uvnitř buňky způsobuje téměř ve všech

28 případech neobnovitelná poškození vnitřních buněčných struktur, která vedou k rychlému odumírání poškozené rostliny. Při delší době trvání mrazu se krystalky ledu postupně rozrůstají. Růst krystalů je podporován transportem vody z cytosolu v důsledku značně nízkého vodního potenciálu na povrchu ledu (při $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ jen asi $-6,0\text{ MPa}$). Při překročení jisté hranice procesu mrznutí, která je specifická pro různá pletiva a druhy, dochází k nevratnému poškození buněk (BLÁHA, 2003).

2.5.6 Suchovzdornost

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, 1998).

Teplota působí ze všech klimatických faktorů na kvalitu píce nejvíce. Je určujícím činitelem geografické adaptace rostlinných druhů. V polních podmínkách bývá vysoký teplotní stres provázen stresem vláhovým, aniž by jeden z nich bylo možno vyčlenit (MÍKA, 1997).

Maximální teploty nejsou zcela tak nebezpečné. Řada rostlin zejména aridních oblastí je jim přizpůsobena, např. drobnými listy nebo jejich absencí, hustým bílým oděním apod. Vysoké teploty škodí v mírné zóně zřídka přímo; častěji působí nepřímo zvyšováním transpirace, které vede k vadnutí až uhynutí rostlin (MORAVEC, 1994). 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 zvláštích lodyh a listů, které mohou ovlivnit vodní hospodářství rostlin, na regenerační schopnosti a rychlosti vývinu aj. (GRAMAN, ČURN, 1987).

Sucho – nedostatek vody neboli vodní stres, je nejvíce limitující stresor pro rostliny, snižuje aktivitu všech enzymů v rostlině a zpomaluje růst rostliny. Příčinou nedostatku vody dostupné pro rostliny jsou nejčastěji klimatické poměry a průběh počasí. Vlastní příjem vody rostlinou je závislý také na obsahu živin a solí v půdě, ale i na půdní reakci. Vodní stres je často ovlivněn i zasolením (BLÁHA, 2003).

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. Suchovzdornost je významná vlastnost pro odrůdy určených do suchých lokalit např. na jižní Moravu (GRAMAN, ČURN, 1987).

Jde o komplexní vlastnost vyvolanou částečnými znaky a vlastnostmi biologickými, fyziologickými, anatomicko-morfologickými ovlivňujícími transpiraci apod. (ROD, 1982).

Testování suchovzdornosti je metodicky dost obtížné. Volí se spíše laboratorní metody porovnáním tvorby hmoty (sušiny) v podmínkách sucha a v podmínkách závlahy, v klima-komorách, nebo se používají i nepřímé metody. V polních podmínkách se porovnává produkce dosahovaná u novo-šlechtění nebo odrůd v suchých oblastech (ročnících) a v oblastech s normálním průběhem roku (GRAMAN, ČURN, 1987).

Vodní stres:

- Vzniká při jakékoli nerovnováze ve vodní bilanci rostlin kdy rychlost transpirace (E) je vyšší než rychlost absorpce (A).
- Vysoká E - nízká vlhkost vzduchu, vysoká teplota, vysoká ozářenost, silný vítr
- Nízká A - nedostatek vody v půdě, vysoká koncentrace solí, nízká teplota půdy
- Gradient vodního potenciálu mezi substrátem a nadzemní částí je nezbytný pro transport vody.
- Transport vody ze zásob a do zásob vyrovnává malé odchylky v A a E.
- Přejídný a trvalý vodní deficit
- Rychlost vzniku
- Pro rostlinu je důležité nejenom přežití stresu a co nejmenší poškození během stresu, ale i rychlá obnova všech procesů při rehydrataci (ANONYM, UNIVERSITA KARLOVA, 2012)

3. Cíl práce

Hlavním úkolem diplomové práce bylo posouzení vlivu vodního režimu na klíčivost vybraných druhů trav, kterými byly ovsík vyvýšený, bojínek luční a sveřep horský porovnat odolnost proti suchu a posoudit využití vybraných druhů trav vhodných pro energetické využití.

Hypotézy:

- 1. Hypotéza - Rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav nepřesáhne v průměru 40 %**
- 2. Hypotéza – Rozdíl v klíčivosti bojínku mezi suchou a mokrou variantou přesáhne v průměru 20%**
- 3. Hypotéza – Rozdíl v klíčivosti Ovsíku vyvýšeného mezi suchou a mokrou variantou nepřesáhne v průměru 15%**
- 4. Hypotéza – Rozdíl v klíčivosti Sveřepu horského mezi suchou a mokrou variantou nepřesáhne v průměru 15%**
- 5. Hypotéza – Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 40 %**
- 6. Hypotéza - Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě je vyšší než 60 %**

4. Materiál a metodika

Tato práce byla prováděna ve středně osvětlené místnosti s průměrnou pokojovou teplotou (22° C) v Českých Budějovicích. Pro tyto účely byly zvoleny tři druhy potenciálně vhodných trav pro energetické využití. Jednalo se o ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), sveřep horský (*Bromusc arharticus*) a bojínek luční (*Phleum pratense*)

4.1 Laboratoř, pracoviště

Pokusy probíhaly ve středně osvětlené místnosti s průměrnou pokojovou teplotou (22° C) v Českých Budějovicích. V místnosti byly vytvořeny pracovní plochy s příslušenstvím. Pro práci byly nutné Petriho misky, filtrační papírky a rozprašovač vody 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 a pomůcky



4.2 Založení vzorku a péče

Vzorky pro sledování vlivu vodního režimu na odolnost trav proti suchu byly zakládány v laboratoři za 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 faktorem rozhodujícím.

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

Sveřep (mokrý v.)



Sveřep (suchý v.)



Ovsík (mokrý v.)



Ovsík (suchý v.)



Bojínek (mokrý v.)



Bojínek (suchý v.)



4.2.1 Mokr varianta

Mokr varianta spoivala v pravidelnm zavlažování semen v Petriho miskách tak, aby byl filtrační papír stále vlhky a tm co nejvíce simuloval vhodné prostředí pro klíčení semen. Na této variantě se sledovala pouze klíčivost daného druhu v laboratorních podmínkách v době od prvního zavlaen (zaloen vzorku) do 5cm výšky vzešlých rostlinek.

4.2.2 Such varianta

Such varianta byla založena prošel sledování suchovzdornosti u vybraných druhů trav. Zaloen pokusu bylo toton s mokrou variantou. To znamen, že se pravideln po 24h zavlaovala. Změna v zavlažování nastala až v době, kdy se začal objevovat klíček. V této fázi se pro rychl vysuen odklplo horní sklíčko Petriho misky. Doba, po kterou byl filtrační papír vysoušen a odklopeno horní sklíčko misky, byla celkem 48 hodin. Nsledn se vzorek opět zavlail, aby došlo k navázání na proces klíčení. Celkov doba mezi jednotlivými závlahami byla 72h. Doba od prvního zavlaen semen až po jejich vyklen byla rozdln dle druhu a odrůdy (3-6 dn). Proces klíčení je fyziologick děj a je zvisl na ptmnosti vody a na odolnosti rostliny (semene) snášet její krátkodobou nepřtmnost. Na tomto základě byl postaven tento pokus. Při obnovn procesu klíčení byla semena dle pravideln zavlažována (znovu intervaly po 24h) do té doby, dokud vtina vzešlých rostlinek nedosáhla 5cm výšky.

4.3 Stav a jeho hodnocení

Popis stavu:

- Dobrý stav: dobrý vývoj rostlin a jejich růst, rostliny rostou vzpmen, minimln počet pln nebo vůbec adn. Pro vyhodnocen stavu počítáme s hodnotou (1).
- Neutrální stav: rostlina má dobr vývoj a růst, je však polhav, nktei jedinci nevzrstj a místy se vyskytuje pláčeš. Pro vyhodnocen stavu počítáme s hodnotou (0).
- patn stav:patn vývoj rostlin, polhav, pláčeš, mlo jedinců vzrůstá. Pro vyhodnocen stavu počítáme s hodnotou (-1).

Hodnotíme v rozmezí: $\langle 1; -1 \rangle$

Kde: $\langle 1; 0,33 \rangle$ je stav dobrý

$\langle 0,33; -0,33 \rangle$ je stav neutrální

$\langle -0,33; -1 \rangle$ je stav špatný

5. Výsledky a diskuse

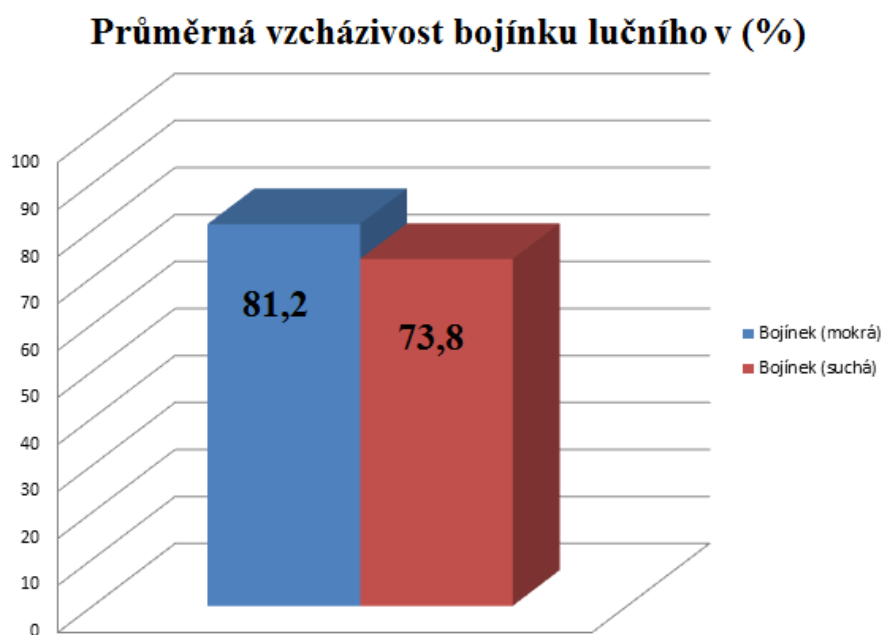
Ve fázi, kdy měly rostlinky zhruba 5cm, se s vzorky pracovalo dále. Úkolem bylo spočítat množství takto vzešlých semen v suché i mokré variantě u všech vybraných druhů trav. Započítávaly se i rostliny vzešlé, které nedosahovaly výšky 5cm, ale byly životaschopné. Veškeré údaje se zaznamenávaly do tabulek. Rozdíly v počtu vyklíčených semen mezi suchou a mokrou variantou i rozdíly mezi jednotlivými druhy byly opět zaznamenány. Naměřené hodnoty bereme pouze jako laboratorní, v přírodě se výsledky mohou výrazně lišit. Je to dáno několika faktory např. vliv teplota prostředí, vodní deficit, sluneční záření, živiny v půdě, různé choroby nebo škůdci. To vše např. popisuje Míka (1997) ve své knize. Klimatické podmínky jsou určujícím činitelem adaptace a růstového potenciálu trávy a jetelovin v dané oblasti. V centru přirozeného výskytu daného ekotypu mu místní podmínky vyhovují nejlépe a směrem k okrajům areálu rozšíření sílí účinky stresorů. Pod vlivy prostředí se rozumí biotické a abiotické vlivy, které působí na růst a vývoj rostliny. Jejich kumulativní působení se promítá do fyziologie rostliny a projevuje se v rychlosti růstu, rychlosti vývoje, ve výnosu i kvalitě.

Tabulka č. 1 Zobrazení průběhu výzkumu u bojínku lučního (sobol)

Bojínek luční (sobol)									
Pokus	Založeno	Doba klíčení	Počítáno		Stav		Vyklíčené		Dny bez vody
			Mokrá	Suchá	Mokrá	Suchá	Mokrá	suchá	
1	14.4.2013	7	5.5.2013	8.5.2013	dobry	Špatný	40	36	3
2	14.4.2013	7	5.5.2013	8.5.2013	dobry	neutrální	41	35	3
3	10.5.2013	7	31.5.2013	3.6.2013	neutrální	dobry	43	38	3
4	10.5.2013	7	31.5.2013	3.6.2013	dobry	dobry	41	40	3
5	2.7.2013	7	23.7.2013	26.7.2013	špatný	špatný	41	37	3
6	2.7.2013	7	23.7.2013	26.7.2013	dobry	neutrální	40	36	3
7	5.10.2013	7	26.10.2013	29.10.2013	dobry	neutrální	39	38	3
8	5.10.2013	7	26.10.2013	29.10.2013	dobry	neutrální	43	40	3
9	5.1.2014	7	26.1.2014	29.1.2014	neutrální	špatný	40	34	3
10	5.1.2014	7	26.1.2014	29.1.2014	dobry	neutrální	38	35	3
průměr					dobry	neutrální	40,6	36,9	Str. 43

Tabulka ukazuje přesný stav měření bojínku lučního, popisuje datum provedeného měření, počet vzešlých rostlinek v suché i mokré variantě a jejich stav. Z této tabulky je vytvořen graf č. 1. Bojínek luční vyšel nejlépe ze všech 3 testovaných trav, jak v mokré variantě, tak v suché variantě. Bojínek luční začal klíčit cca po 5 dnech po zavlhčení v Petriho miskách. Vývoj byl celkem rychlý a klíčky dosahovali 5 cm 16-17 den. Průměrný vývoj rostlinek byl dobrý, v suché variantě po 72 hodinovém stresu bez vody se jeho stav mírně zhoršil. Jeho stav se, ale navrácí k normálu, jak pokračujeme se zavlažováním i když ne do stejné podoby jako v mokré variantě. Nejvyšší klíčivost v mokré variantě jsme zaznamenali 86% a to v květnu a v říjnu, naopak nejmenší klíčivost byla v lednu a to 78%. Na druhé straně v suché variantě byla nejvyšší klíčivost, kterou jsme zaznamenali 80% a to také v květnu a v říjnu, naopak nejmenší klíčivost byla v lednu a v dubnu to 70%. Petřík (1987) uvádí, že bojínek luční se vyznačuje rychlým vývojem a vysokým množitelenským koeficientem. Tyto jeho přednosti u nás nebyly dosud plně využity. Lépe snáší přebytek vody v půdě, než přísušky kdy klesá výnos. Dle našich výsledků se bojínek výborně hodí pro využití v energetické oblasti. Díky tomu, že snáší dobře tvrdší klimatické podmínky jako holomrazy, déle ležící sníh a pozdní jarní mrazíky (KLESNIL, 1978).

graf č. 1: průměrná vzházivost bojínku lučního



Graf znázorňuje průměrnou vzcházivost bojínku lučního, dále vidíme, že nám vyvrací **2. Hypotézu – Rozdíl v klíčivosti bojínku mezi suchou a mokrou variantou přesáhne v průměru 20%**. Rozdíl u bojínku mezi suchou a mokrou variantou činí pouze 7,4 %. I když je bojínek na své stanoviště nenáročný, přesto má raději vlhčí prostředí. Námi vyvolaný 2 denní stres suchem pro něj nebyl překážkou. V předchozích letech výzkumu suchovzdornosti na JČU byli však zaznamenány výsledky jiné. Z těchto výsledků jsme vycházeli při tvorbě našich hypotéz. Např. Marek Kopecký vyzkoumal, že bojínek v mokré variantě vzchází průměrně 87,2 %, což se ukazuje, i naše měření. Naopak vzcházivost v suché variantě byla jen 44% a právě ta se od naší velmi liší. Může to zapříčinit různá poloha a podmínky laboratorních míst.

Tabulka č. 2 Zobrazení průběhu výzkumu u ovsíku vyvýšeného

ovsík vyvýšený									
Pokus	Založeno	Doba klíčení	Počítáno		Stav		Vyklíčené		Dny bez vody
			Mokrá	Suchá	Mokrá	Suchá	Mokrá	suchá	
1	14.4.2013	7	5.5.2013	8.5.2013	dobrý	dobrý	42	41	3
2	14.4.2013	7	5.5.2013	8.5.2013	neutrální	neutrální	39	37	3
3	10.5.2013	7	31.5.2013	3.6.2013	dobrý	neutrální	40	36	3
4	10.5.2013	7	31.5.2013	3.6.2013	dobrý	dobrý	41	40	3
5	2.7.2013	7	23.7.2013	26.7.2013	dobrý	neutrální	40	35	3
6	2.7.2013	7	23.7.2013	26.7.2013	neutrální	dobrý	38	33	3
7	5.10.2013	7	26.10.2013	29.10.2013	neutrální	Špatný	39	18	3
8	5.10.2013	7	26.10.2013	29.10.2013	dobrý	Špatný	37	13	3
9	5.1.2014	7	26.1.2014	29.1.2014	neutrální	dobrý	39	35	3
10	5.1.2014	7	26.1.2014	29.1.2014	dobrý	neutrální	40	27	3
průměr					dobrý	neutrální	39,5	31,5	

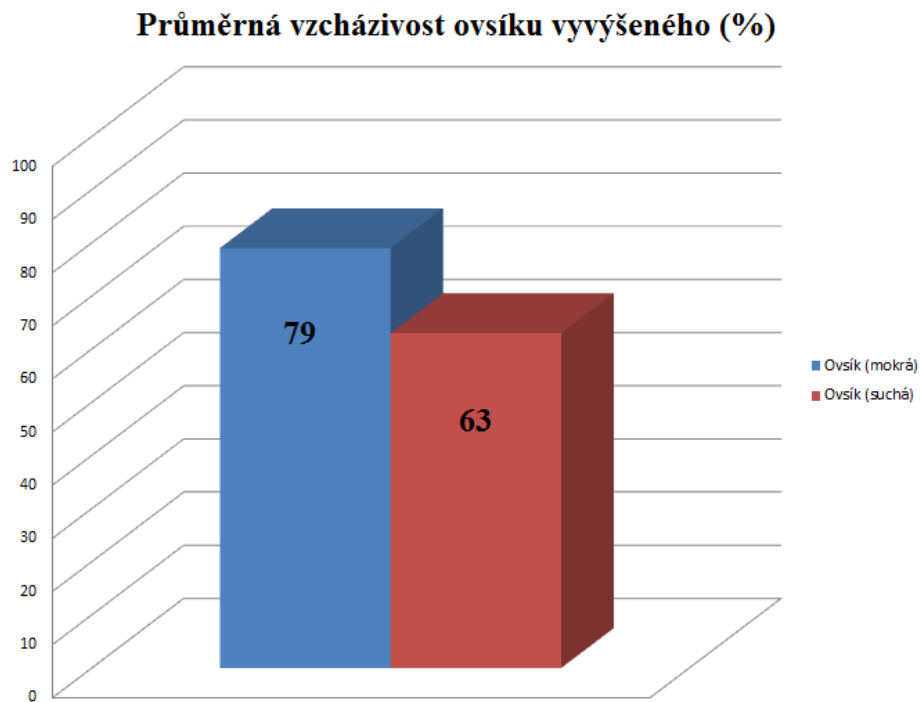
Tabulka ukazuje přesný stav měření ovsíku vyvýšeného, popisuje datum provedeného měření, počet vzešlých rostlinek v suché i mokré variantě a jejich stav. Z této tabulky je vytvořen graf č. 2. Ovsík vyvýšený začal vzcházet 4.-5. dnem po zavlhčení v Petriho miskách. Většina vzrostlých klíčků dosahovala 5 cm 14. dnem ode dne zasetí. Průměrný vývoj rostlin v mokré variantě byl dobrý a rychlý. V suché variantě byl trochu horší přesto, že ovsík vyvýšený pochází z mírného pásma střední a východní Evropy a Severní Ameriky. Je to spíše kontinentální a teplomilný druh. V současné době je rozšířen v celém mírném pásmu Evropy, Asie a Ameriky. Vyhovují mu teplé, sušší, živinami bohaté půdy s vyšším obsahem Ca a P (ANONYM, JČU, 2009).

Ovsík vyvýšený dobře snáší sucho díky jeho bohaté a hluboko pronikající kořenové soustavě, podle některých zdrojů až 2m. Na vláhu je ovsík vyvýšený nenáročný. Snáší přisušky a suché půdy. Vyhovují mu výslunné, teplé lokality. V horských oblastech se vyskytoval méně, v současné době proniká do výšek až do 800 m nad mořem (ANONYM, JČU, 2009).

Nižší výsledky v suché variantě si můžeme vysvětlit tím, že ovsík v kombinaci s vodním stresem na něj působil nedostatek živin. Na živiny je ovsík vyvýšený náročný, vyžaduje středně až dobře zásobené půdy živinami. Výborně reaguje na dodané živiny a dodané živiny u něj mají výbornou produkční účinnost. (ANONYM, JČU, 2009). Tuto myšlenku podporuje i autor ve svém článku (ANONYM, BIOM, 2011), ovsík je značně náročným druhem na stanovištní podmínky, zejména na obsah živin. Dobře mu vyhovují půdy na vápencovém podkladě. Drsnější podmínky vyšších poloh mu nesvědčí. Celkem dobře snáší zastínění. Je hojný zejména na sušších stanovištích. Na půdní kyselost není zvláště citlivý, je dobře přizpůsoben na půdní kyselost v rozmezí pH od 4,5 do 7,5 s optimem pH kolem 6.

Největší klíčivost ovsíku vyvýšeného v mokré variantě jsme zaznamenali 84% v dubnu, zatímco nejmenší 76% v červenci. V suché variantě nám ovsík nejvíce dosáhl 82% v dubnu a nejméně 26% v říjnu.

graf č. 2: průměrná vzcházivost ovsíku vyvýšeného



Graf znázorňuje průměrnou vzcházivost ovsíku vyvýšeného. Vidíme, že nám vyvrací **3. Hypotézu – Rozdíl v klíčivosti ovsíku vyvýšeného mezi suchou a mokrou variantou nepřesáhne v průměru 15%**. Rozdíl mezi mokrou a suchou variantou činí 16%. Je zde vidět, že ovsík má poměrně dobrou vzcházivost a až na 2 měření z období října se drží velice dobře. Toto mohlo být způsobeno několika faktory např. kvalitou osiva nebo nedostatkem živin. Martínek, Svobodová a Králíčková (2009) se domnívají, že nastane-li nedostatek vody ve fázi klíčení, které je již spojeno s buněčným dělením, objemovým růstem a růstem klíčku, dochází pak k porušení klíčku a při velkých ztrátách vody může dojít k prodýchání zásobních látek a následnému zaschnutí klíčících rostlin.

Graman a Čurn (1987) píší ve své publikaci, že 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 zvláštностech lodyh a listů, které mohou ovlivnit vodní hospodářství rostlin, na regenerační schopnosti a rychlosti vývinu aj.

V pokusu se tedy potvrdil také fakt, který uvádějí Martínek, Svobodová a Králíčková (2009), že období sucha na počátku klíčení osiva může významně ovlivnit celkovou klíčivost.

Ovsík je brán jako suchovzdorný a naše měření, až na 2 odchylky, toto tvrzení potvrdilo. Můžeme říci, že je hypotéza č. 3 potvrzena, ale můžou se najít případy, kdy může být klíčivost ovsíku pozastavena několika nepříznivými faktory výše uvedenými.

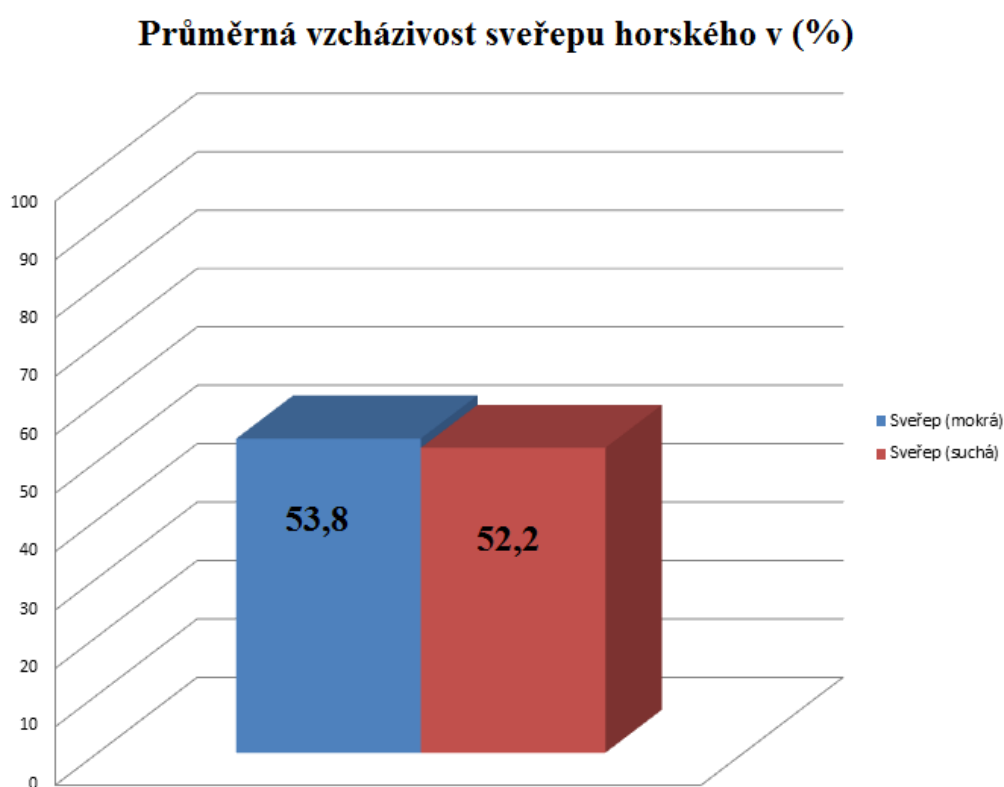
Tabulka č. 3 Zobrazení průběhu výzkumu u sveřepu horského (tacit)

Sveřep Horský (Tacit)									
Pokus	Založeno	Doba klíčení	Počítáno		Stav		Vyklíčené		Dny bez vody
			Mokrá	Suchá	Mokrá	Suchá	Mokrá	suchá	
1	14.4.2013	7	5.5.2013	8.5.2013	dobrý	neutrální	29	23	3
2	14.4.2013	7	5.5.2013	8.5.2013	neutrální	neutrální	35	32	3
3	10.5.2013	7	31.5.2013	3.6.2013	dobrý	dobrý	30	26	3
4	10.5.2013	7	31.5.2013	3.6.2013	dobrý	špatný	32	27	3
5	2.7.2013	7	23.7.2013	26.7.2013	neutrální	neutrální	33	28	3
6	2.7.2013	7	23.7.2013	26.7.2013	dobrý	dobrý	31	32	3
7	5.10.2013	7	26.10.2013	29.10.2013	špatný	špatný	17	15	3
8	5.10.2013	7	26.10.2013	29.10.2013	neutrální	špatný	18	15	3
9	5.1.2014	7	26.1.2014	29.1.2014	neutrální	dobrý	38	31	3
10	5.1.2014	7	26.1.2014	29.1.2014	dobrý	neutrální	36	32	3
průměr					dobrý	neutrální	26,9	26,1	

Tabulka ukazuje přesný stav měření sveřepu horského, popisuje datum provedení měření, počet vzešlých rostlinek v suché i mokré variantě a jejich stav. Z této tabulky je vytvořen graf č. 3. Sveřep horský začal taktéž klíčit 4.-5. dnem po prvním zavlhčení. Vývoj rostlinky byl v průměru dobrý a rychlý, 5 cm dosahoval průměrně 11.-12. den od vyklíčení. Největší klíčivost sveřepu horského v mokré variantě jsme zaznamenali 76% v lednu, zatímco nejmenší 34% v říjnu. V suché variantě nám sveřep nejvíce klíčil 64% v dubnu a v lednu, nejméně pak 30% v říjnu.

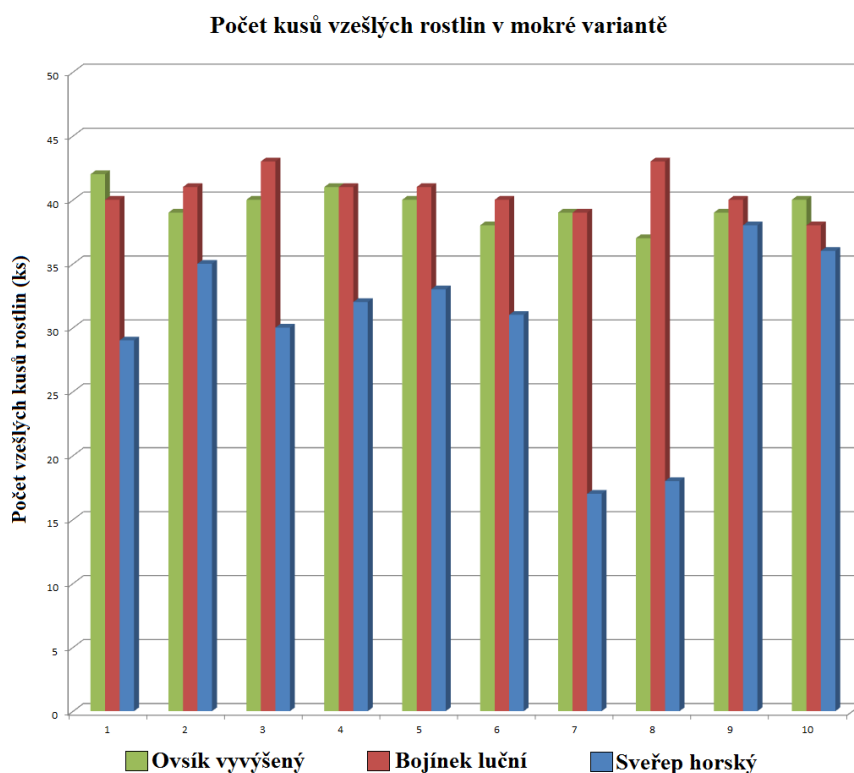
Klíčivost klesá s postupem času a může být ještě omezena dlouhou dobou skladování, nebo nevhodným způsobem skladování. Klíčivost semen závisí na vnitřních a vnějších podmínkách. Mezi nejdůležitější vnější faktory patří teplota, voda, kyslík, a někdy i světlo, nebo tma. Semena různých rostlin vyžadují různé podmínky pro úspěšné klíčení osiva. Podmínky klíčení jsou často odpovědí na běžné podmínky prostředí (RAVEN, et al, 2004).

graf č. 3: průměrná vzcházivost sveřepu horského



Graf znázorňuje průměrnou vzcházivost ovsíku vyvýšeného, dále vidíme, že nám potvrzuje **Hypotézu č. 4 – Rozdíl v klíčivosti Sveřepu horského mezi suchou a mokrou variantou nepřesáhne v průměru 15%**. Vidíme, že vzcházivost sveřepu mezi mokrou a suchou variantou je pouhých 1,6% z čehož usuzujeme, že je sveřep nejvíce odolný proti suchu. Tuto myšlenku potvrzuje i autor článku (ANONYM, JČU, 2009). Sveřep horský je perspektivní vzhledem ke značné suchovzdornosti. Sveřep horský je vhodný do krátkodobých a dočasných směsí s jetelem lučním a s travami pro využívání porostů kosením (ANONYM, JČU, 2009).

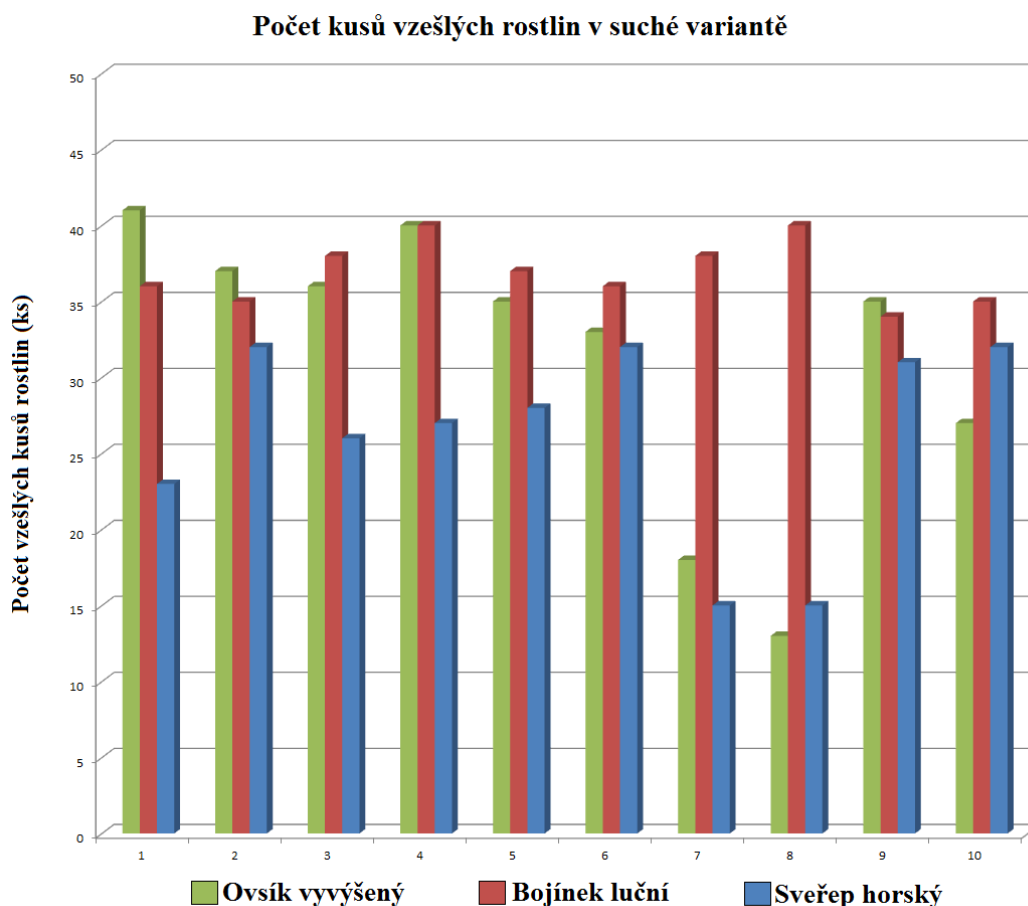
Graf č.4: Počet kusů vzešlých rostlin v mokré variantě



Počet kusů vzešlých rostlin v mokré variantě znázorňuje graf č. 4. Z grafu můžeme vyčíst, že nejméně obilek vzešlo sveřepu horského, dále je pak zřejmé, že bojínku lučnímu i ovsíku vyvýšenému se dobře daří ve vlhkém prostředí. Ovsík je v našich klimatických podmínkách nejvíce rozšířen v přirozených travních porostech řepařských oblastí. Hojně se vyskytuje v příkopech podél silnic nebo na svažitéch mezích. Je to podmíněno dostatkem splavených živin (REGAL, 1972). Velich (1994) doporučuje využít bojínek do dlouhodobě využívaných lučních a pastevních porostů, zvláště na těžších půdách a v klimaticky drsnějších podmínkách.

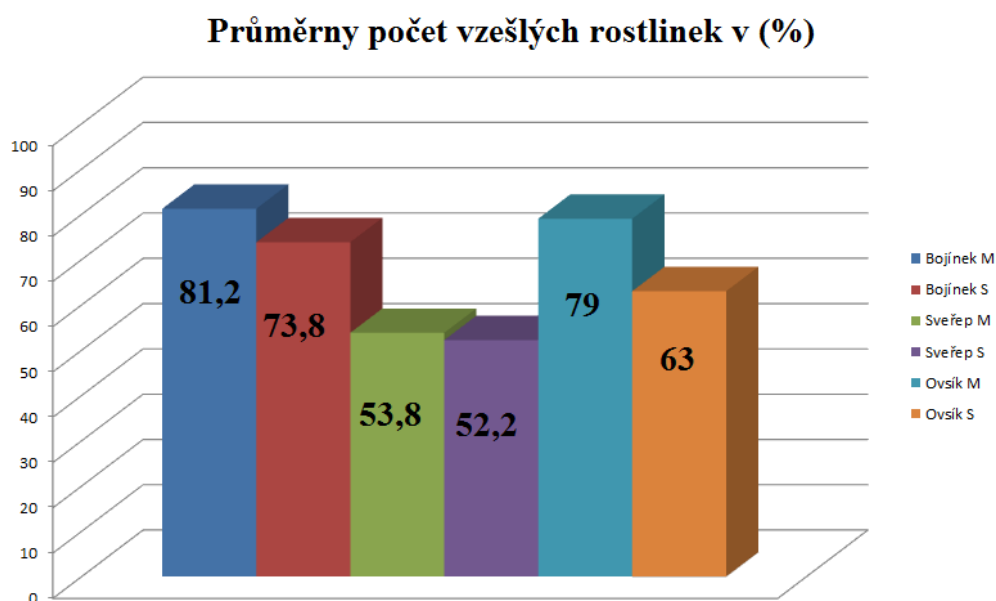
Pokusy probíhaly v uzavřené místnosti, pouze s jedním oknem, je možné, že se k rostlinkám nedostávalo tolik slunečního svitu, než je tomu v přírodě. Měření mohlo být také ovlivněno délkou dne. Míka (1997) tvrdí, že délka dne i hustota toku slunečního záření ovlivňuje morfologii, růst, kvetení a zrání. Růst listů a stonků (stébel) je za dlouhé letní fotoperiody spíše vzpřímený, zatímco za zimních krátkých dní a chladného počasí může být spíše splhlý. Vliv slunečního faktoru není zcela potvrzen, ale MARTINEK (2011) uvádí, že světlo obvykle není podmínkou klíčení. Nicméně některé druhy trav klíčí rychleji na světle než ve tmě.

Graf č. 5: Počet kusů vzešlých rostlin v suché variantě



Počet semen vzešlých v suché variantě je vyobrazen v grafu č. 5. Zde jasně vidíme, že se počet vzešlých rostlinek snížil u všech tří zkoumaných vzorků trav. U ovsíku vyvýšeného se objevuje jistá nevyrovnanost ve vzházení, oproti mokré variantě. Zatímco u bojínku lučního se zdá být vzházivost rostlin vcelku vyrovnaná. Petříková potvrzuje, že se Ovsík vyvýšený 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. Výhodnější je jeho pěstování v lučních porostech určených ke sklizni, než na pastvinách, kde trpí sešlapáváním (PETŘÍKOVÁ, 2006). Bojínek naopak není příliš náročný stanovištní podmínky. Dobře odolává drsným klimatickým podmínkám. Vyhovují mu půdy střední a těžší. Vyžaduje dostatek vláhy. Lépe mu však vyhovuje stanoviště a častějšími a vydatnější srážky, což je zpravidla spojeno a vyšší relativní vzdušnou vlhkostí, než přebytek vláhy v půdě (VELICH, 1994).

Graf č. 6: Průměrný počet kusů vzešlých rostlin v (%)



Graf č. 6 nám ukazuje a potvrzuje **hypotézu č. 1 Rozdíl v klíčivosti mezi suchou a mokrou variantou u sledovaných druhů trav nepřesáhne v průměru 40 %**. Jak je, již uvedeno, všechny rostliny jsou odolné proti přísuškům. Nejvíce odolný se zdá být Sveřep horský, i když v grafu vidíme, že má nejnižší klíčivost. Ta může být ale způsobena jinými faktory jako např. teplota nebo sluneční svit. Podle Míky (1997) působí teplota ze všech klimatických faktorů na kvalitu píce nejvíce. Je určujícím činitelem geografické adaptace rostlinných druhů. Za vysokých teplot mívají trávy tenčí stébla, rychleji vyžívají (dříve kvetou a kvetou kratší dobu, listy se rychleji vyvíjejí). Optimální teplota pro různé druhy pícnin mírného pásma je kolem 20 °C a 30-35 °C pro pícní druhy teplého pásma. Rozdíl mezi suchou a mokrou variantou sveřepu je pouze 1,6 %. Tyto výsledky potvrzuje i Petříková (1999). Sveřep – Tacit je odrůda tolerantní na stanoviště, neboť se mu dobře daří od nížin až po podhůří. Snáší nižší pH, přísušky i tuhé zimy. Vhodné jsou půdy sušší, dostatečně provzdušněné, lehčí a nezamokřené. Dále nám tento graf vyvrací **hypotézu č. 6 - Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v mokré variantě je vyšší než 60%**. Kde jako jediný nepřekročil tuto hranici Sveřep horský.

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. Tento graf nám potvrzuje **5. hypotézu – Průměrná klíčivost všech sledovaných trav v suché variantě je vyšší než 40 %**. U všech druhů trav jsme překročili hranici 40% průměrné klíčivosti. To nám potvrzuje, že námi vybrané druhy jsou opravdu suchovzdorné a můžeme je použít v sušších oblastech.

6. Závěr

Došli jsme k závěru, že nelze říci, že by se jednalo o vyloženě suchovzdorné typy. U dvou zkoumaných druhů trav (bojínek a ovsík) jsou patrné rozdíly v odolnosti vůči suchu. Sveřep horský (odrůda tacit) naopak prokázal být nejvíce suchovzdorným druhem. Zatímco nejlépe klíčící vyšel bojínek luční (odrůda sobol).

V dnešní době klimatických změn, globálního oteplování a ekonomických krizí, dále pak rostoucích nákladů na paliva se využití travin pro energetický průmysl zdá jako správná cesta, kterou by se měly vyspělejší státy vydat pro podporu ekonomiky státu a zlepšení životního prostředí.

Bohužel je zatím pěstování rostlin pro energetické účely nevýhodné, pokud nejsou výnosy nad 10 t/h. Důležité pro zemědělce jsou hlavně dotace. Při správných dotacích státu nebo evropské unie a správném managementu podniku začíná být tento způsob více než zajímavým.

Mimo produkce biomasy mají travní porosty i celou řadu mimoprodukčních funkcí, které se podílejí na ochraně životního prostředí. Důležitý je například význam travních porostů v ochraně půdy a hydrosféry nebo údržba půdního fondu v kulturním stavu.

Data z našeho výzkumu přinesli zajímavé výsledky, co se týče suchovzdornosti. Klíčivost daných druhů je zobrazena v grafech 4, 5 a 6. Nemůžeme tato data brát jako 100%, proto by bylo výhodné v těch to pokusech dále pokračovat.

7. Seznam literatury

1. AMBROŽOVÁ, J. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2007. 226 s.
2. BLÁHA, L. a kol. *Rostlina a stres*. 2003. 156 s.
3. CENEK, M. *Obnovitelné zdroje energie*. 2001. 208 s.
4. GRAMAN, J., ČURN, V. *Šlechtění rostlin*. 1997. 133 s.
5. HAVLÍČKOVÁ, K. *Zhodnocení ekonomických aspektů pěstování a využití energetických rostlin*. 2007. 92 s.
6. HEJDUK, S. *Hydrologické funkce travních porostů*. In: *Travní porost jako krajinnotvorný prvek*. 2007. 124 s.
7. HEJNÝ S., SLAVÍK B. 1988: *Květena České socialistické republiky. 1988*. 560 s. Academia Praha.
8. HRÁDEK, F., KUŘÍK, P. *Hydrologie*. 2002. 280 s.
9. JANČEK, M. a kol. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 2005. 195 s. ISV nakladatelství Praha.
10. KINCL, M., FAUSTUS, L. *Základy fyziologie rostlin*. 1987. 168s.
11. KINCL, M., KERŠL, V. *Základy fyziologie rostlin*. 2006. 220 s.
12. KLECZEK, J. a kol. *Sluneční energie*. 1999. 85 s.
13. KLESNIL, A. *Intenzivní výroba píce*. 1978. 378 s.
14. KLOBUŠNÍK, L. *Úspory energie pro města a obce*. 2013. 32s
15. KREŠL, J. *Hydrologie*. 2001. 125 s. Nakladatelství Brno.
16. LIBRA, M., POULEK, V. *Zdroje a využití energie*. 2007. 141 s.
17. MIKULKA, J., KOHOUTEK, A., KLÍR, J. *Metody regulace plevelů na trvalých travních porostech: uplatněná certifikovaná metodika pro praxi*. 2009. 40 s. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby
18. MÍKA, V., a kol. *Kvalita píce*. 1997. 227s
19. MLÁDEK, J. a kol. *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. 2006. 106 s.
20. MORAVEC, J. a kol. *Fytcenologie*. 1994. 384 s.
21. MOUDRÝ, J., STRAŠIL, Z. *Energetické plodiny v ekologickém zemědělství*. 1998. 56 s.
22. MRKVIČKA J. *Pastvinářství*. 1988. 81 s. Česká zemědělská univerzita v Praze.

23. NEUHASOVÁ Z., a kol., *Potential natural vegetation of the Czech Republic*, 2001, 80s.
24. PASTOREK, Z., KÁRA, J., JEVÍČ, P. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. 2004. 286 s.
25. PETŘÍK, M. *Intenzivní pícninářství*. 1987. 473 s.
26. PETŘÍKOVÁ, V; SLADKÝ, V; STRAŠIL, Z; ŠAFAŘÍK, M; USŤAK, S; VÁŇA, J. *Energetické plodiny*. 2006. 127 s.
27. PITTER, P. *Hydrochemie*. 2009. 375 s.
28. PROCHÁZKA a kol. *Fyziologie rostlin*. 1998. 484 s
29. REGAL, V. *Pícní a plevelné trávy*. 1972. 290 s.
30. ROD, J., a kol. *Šlechtění rostlin*. 1982. 353s.
31. RYCHNOVSKÁ, M. a kol. *Ekologie lučních porostů*. 1985. 292 s.
32. ŘÍMOVSKÝ, K., HRABĚ, F., VÍTEK, L. *Pícninářství: polní pícniny*. 1989. 165 s.
33. SLÁDEK, P. *Spotřeba energie a zdroje energie ve světě*. 1999. 83 s.
34. STRAŠIL, Z. a kol. *Trávy jako energetická surovina*. 2011. 36 s.
35. ŠANTRŮČEK, J., *Encyklopedie pícninářství*. 2007. 157 s.
36. ŠANTRŮČEK, J. *Základy pícninářství*. 2001. 139 s.
37. VELICH, J. *Pícninářství*. 1991. 204.
38. VELICH, J. *Pícninářství*. 1994. 190.
39. RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. *Biology of plants*. 2004. 85s.

Odborné články

1. ANONYM, Karlova univerzita, přírodovědecká fakulta. *Vodní režim rostlin*. [online]. 2012. [cit. 2014-04-7].
Dostupné z WWW: <<http://kfrserver.natur.cuni.cz/studium/prednasky/VP/voda8.pdf>>.
2. ANONYM, Jihočeská universita, zemědělská fakulta. *Volně trsnaté trávy – doplňkové druhy*. [online]. 2009. [cit. 2014-04-7]. Dostupné z WWW:

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aTRY7DbUuQoJ:opr.zf.jcu.cz/docs/predmety/-2285d0db0b.doc+&cd=12&hl=cs&ct=clnk&gl=cz>

3. ANONYM. CZ Biom. *Ovsík vyvýšený*. [online]. 2011. [cit. 2014-04-15]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/ovsik-vyvyseny>>.
4. CLIMATOL, J. *Two decades of urban climate research: a review of two turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island*. [online]. 2003. [cit. 2014-03-27]. Dostupné z WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.859/pdf>>.
5. FRYDRYCH, J. *Hospodaření na půdě ve zranitelných oblastech se zřetelem na trvalé travní porosty*. [online]. 2010 [cit. 2014-07-04]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/hospodareni-na-pudeve-zranitelnych-oblastech-se-zretelem-na-trvale-travni-porosty>>.
6. KOLLAROVÁ, M. *Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů*. [online]. 2007. [cit. 2014-02-15]. Dostupné z WWW: <http://212.71.135.254/vuzt/poraden/prirucky/p2007_01.pdf>.
7. MARTINEK, J; SVOBODOVÁ, M; KRÁLÍČKOVÁ, T. *Vliv vodního stresu na klíčení vybraných druhů trav. In Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*. [online]. 2009. [cit. 2014-03-09]. Dostupné z WWW: <<http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-91-1.pdf>>.
8. MUŽÍK, O., KÁRA, J. *Možnosti výroby a využití bioplynu v ČR*. [online]. 2009. [cit. 2014-03-7]. Dostupné z WWW: <<http://svt.pi.gin.cz/vuzt/publ/P2009/115.PDF>>.
9. OHTA, T. *Seasonal variation in the energy and water exchanges above and below a larch forest in eastern Siberia*. [online]. 2001. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z WWW: <http://ir.nul.nagoyau.ac.jp/jspui/bitstream/2237/7756/1/HP_Ohta_2001_final.pdf>.

10. PETŘÍKOVÁ, V. *Rostliny pro energetické účely* [online]. 1999. [cit. 2013-011-23].
Dostupné z WWW: <http://www.mpo-efekt.cz/dokument/99_8089.pdf>.
11. STRAŠIL, Z., ŠIMON, J. *Stav a možnosti využití rostlinné biomasy v energetice ČR.* [online]. 2009. [cit. 2014-03-28]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stav-a-moznosti-vyuziti-rostlinne-biomasy-v-energetice-cr>>.
12. ŠKORPIK, J. *Fosilní paliva jejich využití v energetice a ekologické dopady.* [online]. 2011. [cit. 2014-03-12].
Dostupné z WWW: <<http://www.transformacni-technologie.cz/fosilni-paliva-jejich-vyuziti-v-energetice-a-ekologicke-dopady.html>>.
13. VÁŇA, J. *Energetické využití biomasy - možnost omezení produkce skleníkových plynů.* [online]. 2001. [cit. 2014-02-21]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-biomasy-moznost-omezeni-produkce-sklenikovy-ch-plynu>>.
14. VOŠTA, M. *Energetická náročnost: determinanta změn toků fosilních paliv a implikace pro EU a ČR.* [online]. 2008. [cit. 2014-02-24]. Dostupné z WWW: <<http://ces.vse.cz/wp-content/soudliankou.pdf>>.
15. WEGER, J. *Biomasa jako zdroj energie.* [online]. 2004. [cit. 2014-03-12].
Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz-spalovani-biomasy/odborne-clanky/biomasa-jako-zdroj-energie>>.

Obrázky

Obr. č. 1. <http://stary.biom.cz/publikace/biomasa.html>

Obr. č. 2. <http://www.geography.learnontheinternet.co.uk/topics/watercycle.html>

Obr. č. 3. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WaterWatchers/page3.php>

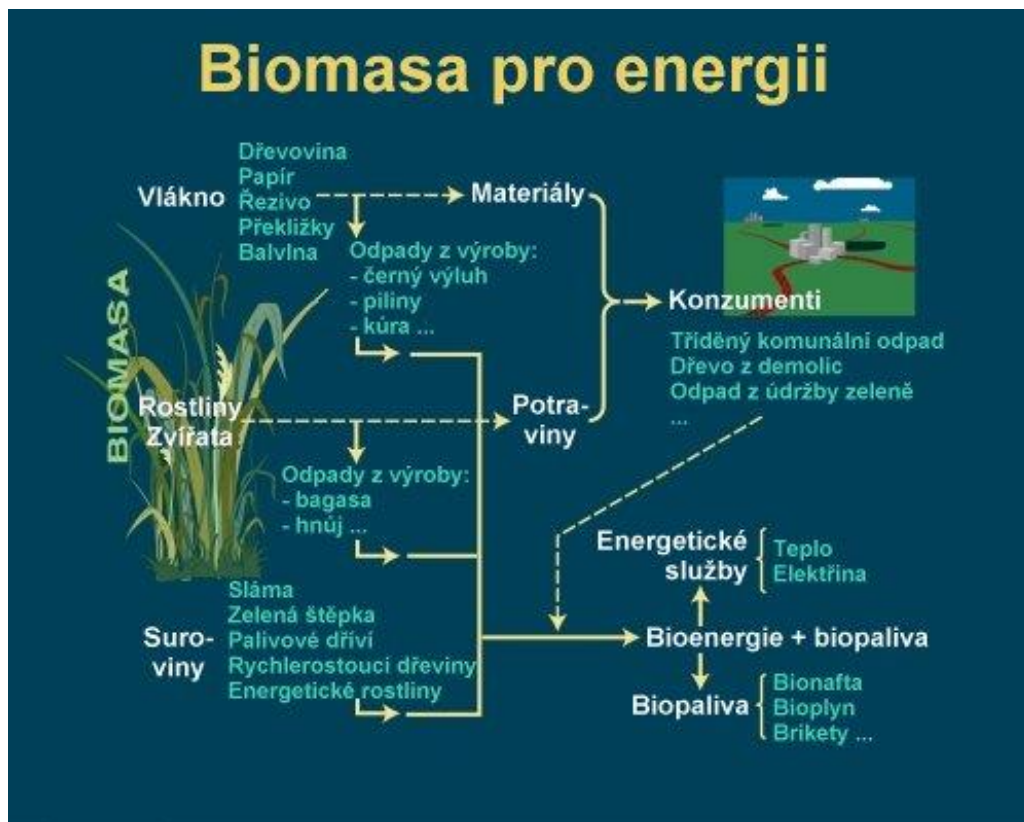
Obr. č. 4. <http://botany.cz/cs/bromus-inermis/>

Obr. č. 5. <http://www.biolib.cz/cz/formsearch/?string=sve%C5%99ep+&searchtype=4&searchgallery=1&selecttaxonid=null&taxonid=&action=execute>

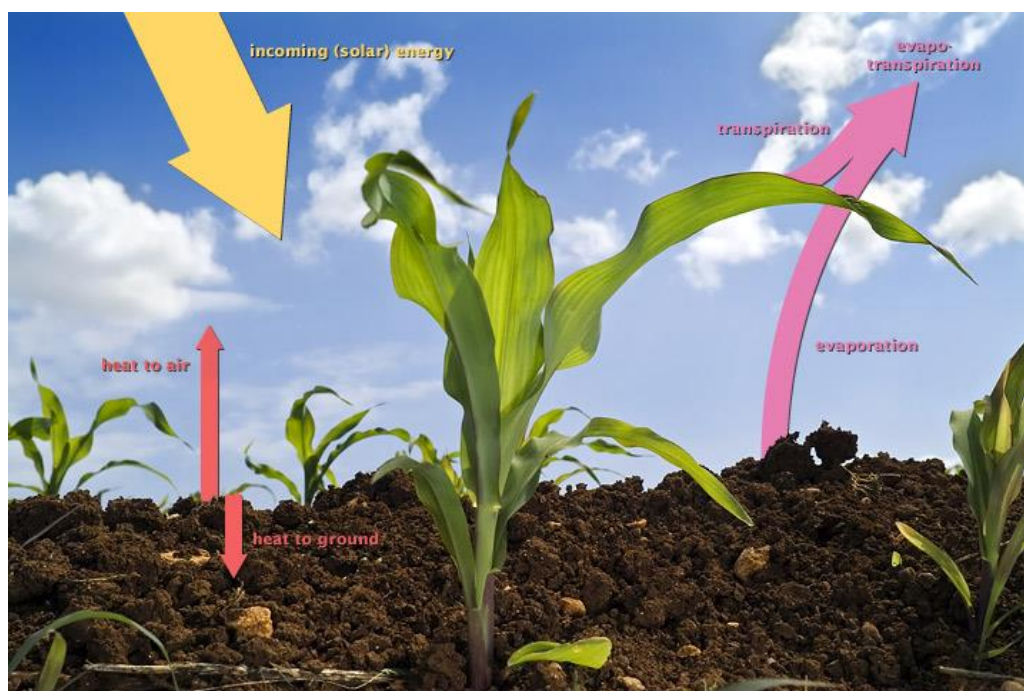
Obr. č. 6. <http://www.biolib.cz/cz/formsearch/?string=sve%C5%99ep+&searchtype=4&searchgallery=1&selecttaxonid=null&taxonid=&action=execute>

8. přílohy:

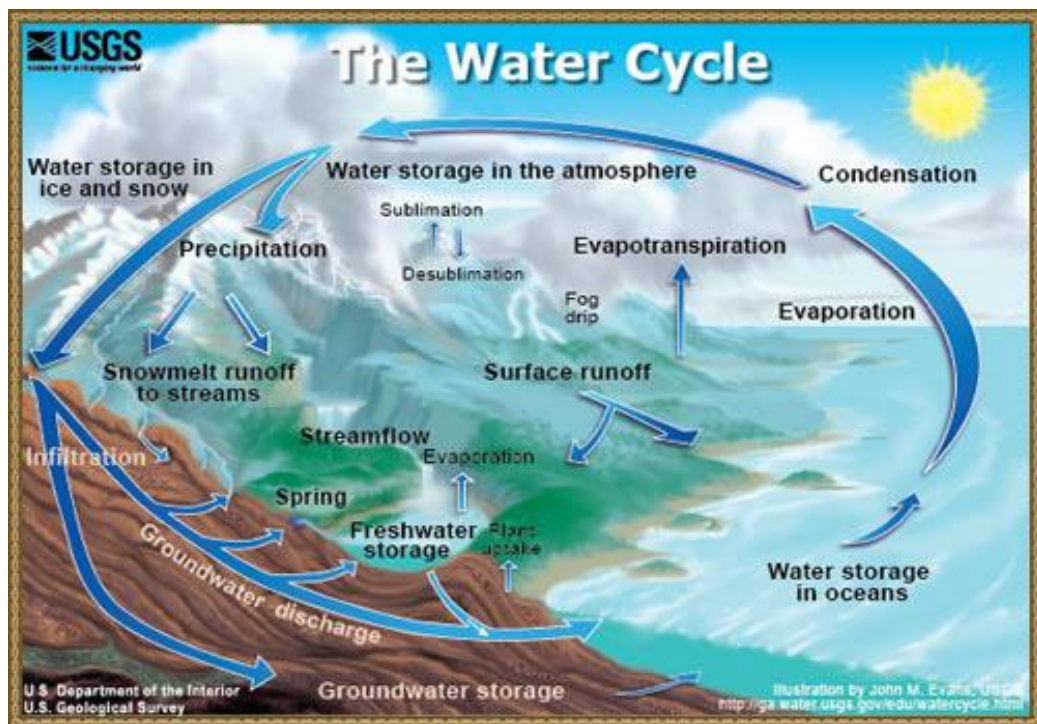
Obr. č. 1 biomasa pro energii



Obr. č. 2 schéma evapotranspirace



Obr. č. 3 vodní cyklus



Obr. č. 4 sveřep horský



Obr. č. 5 ovsík vyvýšený



Obr. č. 6 bojínek luční

