

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 / Zemědělství
Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině
Katedra: Katedra agroekosystémů
Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina PhD.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Možnosti využití *Silphium perfoliatum* L. v oblasti
pícninářství**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Bernas

Autor bakalářské práce: Vít Langmaier

České Budějovice, 2018

Zadání

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vít LANGMAIER**
Osobní číslo: **Z15151**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**
Název tématu: **Možnosti využití *Silphium perfoliatum* L. v oblasti pícninářství**
Zadávající katedra: **Katedra agroekosystémů**

Zásady pro vypracování:

1. Úvodní část: Úvod do problematiky pěstování *Silphium perfoliatum* L..
2. Literární přehled: Sestavit literární přehled shrnující aktuální problematiku pěstování mužáku prorostlého (*Silphium perfoliatum* L.).
3. Metodická část: Seznámit se s metodikou zakládání a ošetřování porostů mužáku prorostlého (*Silphium perfoliatum* L.) v rámci polních pokusů, podílet se na praktickém ošetřování porostu a sledovat růstové vlastnosti v průběhu vegetace, studium doporučené literatury a zpracování rešeršní části práce, zpracování a analýza vzorků dle dostupných metod.
4. Výsledková část: Zpracování experimentálních dat, posouzení vhodnosti mužáku prorostlého (*Silphium perfoliatum* L.) pro pícninářské účely na základě získaných dat, vyhodnocení výsledků práce
5. Diskuzní část: Srovnání výsledků s údaji dostupnými v literatuře
6. Závěrečná část práce: Shrnutí hlavních výsledků práce.

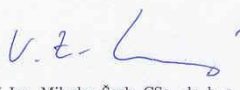
Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)
Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran včetně příloh
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

1. Albrecht, K. A., & Goldstein, W. (1997, June). Silphium perfoliatum: A North American prairie plant with potential as a forage crop. In Conference June 8-19 Conference Year, Winnipeg (pp. 167-168).
2. Gansberger, M., Montgomery, L. F., & Liebhard, P. (2015). Botanical characteristics, crop management and potential of Silphium perfoliatum L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Industrial Crops and Products*, 63, 362-372.
3. Haag, N. L., Nägele, H. J., Reiss, K., Biertümpfel, A., & Oechsner, H. (2015). Methane formation potential of cup plant (*Silphium perfoliatum*). *Biomass and Bioenergy*, 75, 126-133
4. Ochodek, T., Koloničný, J., & Janásek, P. (2006). Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy. ISBN, 80, 248-1207.
5. Slepetyš, J., Kadziuliene, Z., Sarunaite, L., Tilvikiene, V., & Kryzeviciene, A. (2012). Biomass potential of plants grown for bioenergy production. In *Proceedings of the International Scientific Conference "Renewable Energy and Energy Efficiency"* (pp. 66-72).
6. Stanford, G. (1990, August). *Silphium perfoliatum* (cup-plant) as a new forage. In *Proceedings of the Twelfth North American Prairie Conference*, Cedar Falls, IA (pp. 33-37).
7. Ušťak, S. (2012). Možnosti pěstování mužáku prorostlého *Silphium perfoliatum* L. pro výrobu bioplynu. Metodika pro praxi, Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 31 s.. ISBN: 978-80-7427-099-4

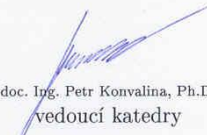
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Bernas
Katedra agroekosystémů

Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2018


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 1688, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 27. března 2017

Prohlášení

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

V Českých Budějovicích.....2018

.....

Vít Langmaier, autor

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jaroslavu Bernasovi za odborné vedení, vstřícný přístup, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Abstrakt

Cílem této práce bylo zpracování experimentálních dat vázaných na pěstování netradiční, avšak vysoce potenciální rostliny – mužáku prorostlého (*Silphium perfoliatum* L.). Sledování bylo směřováno zejména na stanovení chemické skladby a nutričních hodnot této vytrvalé bylinné rostliny, která náleží do čeledi hvězdčovitě (*Asteraceae*). Výsledky vycházely z prvního roku kultivace. Vybrané kvalitativní parametry fytomasy mužáku prorostlého odpovídaly následujícím hodnotám: NL – 13,42 %; tuk – 2,11 %; popel – 11,48 %; BNLV – 47,58 %; vláknina – 25,05 %; ADF – 35,32 %; NDF – 47,80 %. Zjištěné hodnoty sloužily pro následné porovnání se siláží kukuřice seté (*Zea Mays* L.). Získané údaje byly vyhodnoceny a porovnány v rámci diskusní části práce.

Klíčová slova

Mužák prorostlý, *Silphium perfoliatum*, fytomasa, suchá hmota, chemická skladba

Abstract

The purpose of this thesis was processing experimental data related to the cultivation of a non-traditional, but highly potential plant – cup-plant *Silphium perfoliatum* L. The observation was particularly aimed at determination of the chemical composition and nutritional values of this perennial herbaceous plant, which belongs to the Asteraceae family. Results were based on the first year of cultivation. Selected qualitative parameters of the cup-plant's phytomass corresponded to the following values: NS – 13,42 %; fat – 2,11 %; ash – 11,48 %; NfE – 47,58 %; fiber – 25,05 %; ADF – 35,32 %; NDF – 47,80 %. The observed values were compared the maize silage (*Zea mays* L.). The obtained data were evaluated and compared in the discussion part of the thesis.

Key words

Cup-plant, *Silphium perfoliatum*, phytomass, dry mass, chemical composition

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Pícninářství.....	10
2.2 Význam a uplatnění pícních porostů	11
2.3 Základní rozdělení pícnin – pícniny na orné půdě a trvalé travní porosty – jednoleté a víceleté pícniny	12
2.3.1 Pícniny na orné půdě.....	12
2.3.2 Trvalé travní porosty.....	12
2.3.3 Jednoleté pícniny	14
2.3.4 Víceleté pícniny	16
2.4 Další dělení pícnin.....	17
2.5 Situace pícninářství v ČR.....	18
3. Tradiční skupiny plodin pěstované na píci.....	19
3.1 Řídce seté a teplomilné obilniny – Kukuřice setá	19
3.1.1 Historie.....	20
3.1.2 Hybridy – podmínky prostředí.....	20
3.1.3 FAO – číslo ranosti.....	21
3.1.4 Význam a využití	21
3.1.5 Biologická a botanická charakteristika	22
3.2 Hustě seté obilniny	23
3.3 Luskoviny	24
3.4 Ostatní – Olejniny, brukvovité pícniny	26
3.4.1 Olejniny	26
3.4.2 Brukvovité pícniny	26
3.5 Jednoleté pícní směsky	27
3.5.1 Typy jednoletých pícních směsek.....	28
3.5.1.1 Ozimé směsky	28
3.5.1.2 Jarní směsky	29
3.5.1.3 Letní směsky a jednoleté podsevy	29
3.6 Jeteloviny.....	30
3.7 Pícní trávy.....	32

3.8 Jetelotrávy	33
3.8.1 Jetelotravní směsky	33
4. Mužák prorostlý	34
4.1 Původ	35
4.2 Botanická charakteristika	35
4.2.1 Chemická skladba	37
4.3 Nároky na stanoviště	39
4.4 Vlastnosti mužáku prorostlého	42
4.5 Kultivace	45
5. Cíl práce	47
5.1 Hypotézy	48
6. Materiál a metodika	48
6.1 Lokalita	48
6.2 Polní pokusy	49
6.3 Metodika stanovení živin	50
6.3.1 Sušina	51
6.3.2 NL – Dusíkaté látky	52
6.3.3 Tuk	52
6.3.4 Škrob	53
6.3.5 Vlákna, ADF a NDF	53
6.3.6 Popel a minerální látky	54
6.3.7 Dusičnany	54
7. Výsledky a diskuse	55
7.1 Stanovení živin a energie v krmivech	55
7.1.1 Porovnání živin a energie v krmivech mužák prorostlý a silážní kukuřice	56
7.2 Experimentální data chemické skladby mužáku prorostlého	58
7.2.1 Výsledky chemických analýz	58
7.2.2 Porovnání experimentálních dat mužáku prorostlého	61
7.2.3 Porovnání zastoupení minerálních látek	65
7.2.4 Porovnání množství fytomasy a sušiny	66
8. Závěr	70
9. Seznam použité literatury	72
10. Přílohy	79

1. Úvod

Pícninářství je součástí speciální produkce rostlinné, které se především zabývá výrobou kvalitních objemných krmiv u pícnin na orné půdě a trvalých travních porostech (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Píci se rozumí ta část nadzemní biomasy, která je určena pro zkrmování a sklízena odpovídajícím způsobem. Její kvalita bývá chápána jako souhrn určitých charakteristik, které udávají schopnost krmiva uspokojit konkrétní požadavky zvířete a které určují vhodnost daného krmiva pro jeho příjem zvířetem. Jako konečné vyjádření kvality píce je považována živočišná produkce, tedy množství vyprodukovaného mléka, masa, vlny, silové práce, stejně tak i ovlivnění březosti, zdravotního stavu či v krajním případě uhynutí zvířete následkem příjmu píce špatné kvality (MÍKA et al., 1997). Mimořádnou pozornost je tedy třeba věnovat kvalitě krmiv. U všech krmiv může v průběhu vegetace, sklizně, konzervace, skladování, při manipulaci s nimi nebo při jejich úpravě dojít k výraznému snížení výživné hodnoty, které je většinou doprovázeno zhoršením dietetických vlastností (LOUČKA et al., 2002). Dostatečný příjem kvalitních živin odpovídajících požadavkům zvířat je zárukou nejen vysoké užitkovosti naplňující genetický potenciál zvířete a snížení ekonomických nákladů, ale i zajištění dobrého zdravotního stavu zvířete (URBAN et al., 1997).

Dle KONVALINA et al. (2007) je žádoucí rozšiřovat pěstování na méně známé a netradiční plodiny a přispívat tak ke zvyšování úrovně agrobiodiverzity v krajině. Z hlediska účinnosti ochrany půd proti erozi a její degradaci se nejvhodnější volbou jeví pěstování plodin vytrvalých, které mimo jiné snižují i celkové náklady na jejich pěstování. Je-li víceleté využití spojeno s vysokým výnosem, vyplývají z toho mnohostranné ekonomické a ekologické účinky. Pro výše popsané účely a požadavky byl jako jednou z nejperspektivnějších plodin označen mužák prorostlý (*Silphium perfoliatum* L.) (UŠŤAK, 2012; CONRAD, 2014). V odborné literatuře je mezi autory zdůrazňován relativně velký potenciál mužáku v podobě zdroje kvalitní píce, o čemž se budeme přesvědčovat na základě provedené chemické analýzy, pomocí které došlo k hodnocení a porovnávání jednotlivých výsledných parametrů zejména se zahraničními zdroji.

2. Literární přehled

2.1 Pícninářství

Pícninářství je specifickým úsekem rostlinné výroby, který se zejména zabývá výrobou kvalitních objemných krmiv z pícnin na orné půdě a trvalých travních porostů. Především se jedná o dosažení vyšší koncentrace živin pro vysokoužitková zvířata. Ty musí odpovídat požadavkům zdravé výživy, obzvláště polygastrických zvířat a nutričně hodnotným živočišným produktům (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Dále má vazbu na obnovitelné zdroje energie, také přispívá k vyšší kvalitě života člověka a zachování úrodnosti půdy (SKLÁDANKA et al., 2014). Pícninářství lze označit za multidisciplinární obor, jelikož využívá znalosti řady vědních oborů (botanika, chemie, technika, ekonomie aj.) a dalších, souvisejících oblastí (šlechtění a pěstování rostlin, výživa zvířat, výživa a hnojení rostlin, půdoznalství, mikrobiologie, fytoecologie, fyziologie rostlin, fytopatologie, ekologie, meteorologie aj.) k následnému prohlubování poznatků o pěstování a využívání pícních plodin a porostů (KLIMEŠ, 1997; HEJDUK, 2007). Výroba pícnin je spojena se zpracováním půdy, výběrem vhodných druhů, zakládáním a ošetřováním porostů, sklizní, konzervací krmiv, dále navazuje problematika výživy hospodářských zvířat a snaha snížit náklady na jádrná krmiva díky většímu využití objemných krmiv. V této souvislosti je důležitá nejen výroba kvalitní píce bohaté na živiny, ale také píce zdravotně bezpečné (SKLÁDANKA et al., 2014). Pícninářství pojednává i o velice důležitých oblastech, čímž jsou lukařství, pastvinářství a trávníkářství nejen z hlediska obhospodařování (pratotechniky) a kvality píce, ale i z hlediska mimoprodukční funkcí, ochrany životního prostředí a utváření krajiny, revitalizace či druhové diverzity (ŠANTRŮČEK et al., 2001). ZEMAN (1998) popsal pícninářství, jakožto obor, skládající se ze dvou zcela ekologicky a pěstitelsky odlišných oblastí – oblast pěstování pícnin (orná půda a trvalé travní porosty) a oblast travinných ekosystému (lukařství, pastvinářství a trávníkářství). Je zapotřebí si uvědomit, že pícniny nejsou finálním výrobkem, v rozhodující většině dojde k jejich zpeněžení až přes živočišné výrobky. Proto celková struktura ploch pícnin, jejich způsob pěstování, sklizeň a konzervace, musí být podřízena požadavkům zvířat (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

2.2 Význam a uplatnění pícních porostů

Výroba kvalitních objemných krmiv na orné půdě a trvalých travních porostech je základem výživy skotu (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Konkrétně v zemědělských podnicích zabezpečuje pícninářství bezprostřední návaznost rostlinné a živočišné výroby. Na živočišnou výrobu působí přímo (množství vyprodukované píce a její kvalita), kdežto rostlinnou výrobu ovlivňuje mnohými faktory (obohacování půdy o organickou hmotu – příznivý vliv na fyzikální vlastnosti půdy, velmi dobré předplodinové hodnoty, biofiltrační funkce, odplevelující účinky aj.) (SKLÁDANKA et al., 2014). Celosvětový význam i význam pícninářství v podmínkách v ČR tedy spočívá vedle zabezpečení živočišné výroby také v tom, že pícninářská výroba a využívání pícních porostů pomáhá udržovat značně velký podíl krajiny i řadu mimoprodukčních funkcí (půdní úrodnost, čistota vod, stav atmosféry aj.) (KLIMEŠ, 1997).

Kompletní seznam všeobecně významných funkcí:

Úvodem je vhodné začít neopomenutelným významem v podobě zdroje kvalitního krmiva a zúrodňující složky osevních postupů. Pícniny (zejména víceleté) mají nezastupitelný význam nejen pro zvyšování úrodnosti půdy (obohacení živinami, struktura půdy, meliorační působení a produktivnosti osevních postupů, ale i z hlediska celkové bilance dusíku v zemědělské výrobě (obohacují půdu o vzdušný dusík). Také použití pícních porostů na zelené hnojení s cílem alespoň udržet půdní úrodnost v době nedostatku organických hnojiv je na pořadu dne. Další významná role spočívá v prostředí k dočasné konzervaci půdy (ukládání do klidu), jako zálohy pro její budoucí využití (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Zachování energie je dalším přínosem zejména pastvinných systémů (ČERMÁK & BALL, 2004). Svůj velký význam mají v revitalizaci krajiny a stabilizaci postižených nebo kritických oblastí a v ozelenování krajiny (výsypek, popílkovišť) (ŠANTRŮČEK et al., 2001; ČERMÁK & BALL, 2004). Podílejí se tedy na tvorbě kulturní krajiny jako takové. Chrání půdu před erozí a také omezují zaplevelení porostů (SKLÁDANKA et al., 2014). Pěstování pícnin značně snižuje erozi a zaplevelení porostů, v porovnání s jiným zemědělským využitím. Pokud by se zvýšil podíl zemědělské půdy využívané pro pícniny, celková kvalita vody by se výrazně zvýšila. Hustě kořenové

systemy představují filtry, které účinně odstraňují znečišťující látky před tím, než mohou proniknout do spodní vody. Také se podílejí na kvalitě vzduchu, jelikož jsou pícniny díky své velké listové ploše (LAI) obzvláště výkonné v procesu fotosyntézy. Pícniny se stále více využívají jako vegetativní pokrytí skládek, neboť jsou schopny absorbovat velké množství odpadních vod a odstranit z nich dusičnany i jiné potenciálně škodlivé látky, tudíž se podílejí i na likvidaci odpadu (ČERMÁK & BALL, 2004).

2.3 Základní rozdělení pícnin – pícniny na orné půdě a trvalé travní porosty – jednoleté a víceleté pícniny

2.3.1 Pícniny na orné půdě

Pícniny na orné půdě představují velmi důležitý zdroj glycidové a bílkovinné píce a specificky účinných látek (vitamíny, minerálie aj.), tudíž jejich pěstování má nezastupitelné postavení. Také je to jednak proto, že zajišťují požadované množství krmiv o dobré kvalitě pro hospodářská zvířata (i z vlastního hospodářství), tvoří zmiňovanou vazbu mezi rostlinnou a živočišnou produkcí a jednak proto, že jsou významnou součástí vyvážených osevních postupů, které mají v systému rostlinné produkce rozhodující úlohu při zajišťování úrodnosti půdy biologickým způsobem, jako základu dobrých výnosů následných plodin (KLESNIL et al., 1978; VELICH et al. 1994; MÁLEK, 2011). Při výběru pícnin pěstovaných na orné půdě musí být zařazovány především takové, které mají největší asimilační efekt a kromě vysokých výnosů poskytují i maximální produkci živin – právě bílkovin a glycidů – z jednotky plochy (KLESNIL et al., 1978).

K pícninám na orné půdě počítáme následující skupiny: víceleté pícniny, jednoleté pícniny, krmné okopaniny a meziplodiny.

2.3.2 Trvalé travní porosty

Travní porosty, též drnový fond, přírodní nebo trvalé travní porosty reprezentují v našem zemědělství nejrozsáhlejší skupinu pícnin. Jsou to složitá, smíšená a pestrá společenstva trav, jetelovin a jiných dvouděložných druhů (tzv. bylin), jež vznikla samovolným nebo umělým zatravněním na specifických stanovištích a udržují se pravidelným využíváním (KLESNIL et al., 1978). Právě

podle vzniku se rozdělují na původní, přírodní a seté (VELICH et al., 1994). V neposlední řadě mohou být TTP rozlišovány podle způsobu využívání: absolutní louky, absolutní pastviny, pastevní louky a speciální travní porosty (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

- **Původní** (náhorní – hole) **travní porosty** – trvalá společenstva, která se vyvinula na stanovištích, jejichž podmínky vylučují existenci lesa (stanoviště nad hranicí lesa s dlouhou sněhovou pokrývkou, s velmi drsnými klimatickými podmínkami)
- **Přírodní** (přirozené) **travní porosty** – trvalá společenstva vzniklá samozatravněním po určitém zásahu do lesního společenstva, které se udržují pravidelným využíváním (sečením, pastvou, kombinovaně), znemožňujícím samovolnému zalesnění. Druhové složení je ovlivněno činností člověka.
- **Seté** (uměle založené) **travní porosty** – vznik vysetím směsí kulturních trav a jetelovin za účelem dočasného až trvalého využívání

(ŠANTRŮČEK et al., 2001)

Trvalé travní porosty historicky představovaly jediný zdroj píce, avšak v průběhu rozvoje zemědělské výroby se jejich plochy snižovaly ve prospěch orné půdy (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Tento travní biom je využíván převážně extenzivně, avšak při vyvážené exploataci představuje značnou rezervu pro budoucí generace (ŠANTRŮČEK et al., 2001). TTP představují pro danou oblast charakteristická společenstva rostlin a živočichů. Proto ochrana a údržba krajiny, zachování zdravého životního prostředí a zachování osídlení krajiny zvyšuje nejenom význam TTP, ale i jejich postavení v trvale udržitelném zemědělství (POZDÍŠEK et al., 2008). Botanické složení trvalých travních porostů je ovlivněno půdně-klimatickými podmínkami prostředí (KONVALINA et al., 2007). Dle DIETL & LEHMAN (2004) by se optimální botanické složení TTP mělo skládat z 50–70% zastoupením trav, 30–50% leguminóz a jiných rostlin neleguminóзовého typu – bylin. Travním porostům vyhovují spíše vlhčí podmínky, proto největší podíl přírodních luk a pastvin z celkové plochy připadá na bramborářskou výrobní oblast, dále na výrobní oblast horskou a nejméně na řepářskou a kukuřičnou výrobní oblast. Travní porosty zaujímají nejrozmanitější stanoviště od úrodných pozemků až po neúrodné plochy, jež tvoří neplodnou půdu (KLESNIL et al., 1978).

Kromě již mnoha zmiňovaných nejpodstatnějších funkcí (viz. kapitola 2.2 Význam a uplatnění pícních porostů) mají také příznivý vliv na kondenzaci par (tvorba rosy za suchých horkých dnů) a na vzdušnou vlhkost. V neposlední řadě louky a pastviny působí esteticky v krajinném prostředí (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Význam TTP bude perspektivně vzrůstat jak z hlediska produkční funkce, tak i z hlediska nezastupitelných funkcí v tvorbě a ochraně životního prostředí (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005).

2.3.3 Jednoleté pícniny

Jednoleté pícniny (obilniny, luskoviny, luskovinoobilní směsky, brukvovité, případně krmné okopaniny aj.) rozšiřují škálu a pestrost pícnin využitelných v krmných dávkách hospodářských zvířat – řadí se mezi nejefektivnější producenty energické složky výživy skotu (TAUFEROVÁ et al., 2014; VRZAL et al., 1995; ŠANTRŮČEK et al., 2001). Patří k nim druhy s rozličným botanickým zařazením, rozdílnou výživnou hodnotou a výnosovou schopností (KLESNIL et al., 1978). Podle doby setí se jednoleté pícniny dělí na ozimé, jarní, letní, strniskové a podsevové (KUMPAN, 2011). Tato skupina má uplatnění hlavně v sušších oblastech s nerovnoměrně rozdělenými srážkami, kde jsou méně vhodné podmínky pro travní porosty (VRZAL et al., 1995). Skupina jednoletých pícnin se jako významná skupina pícních plodin prosadila až v období existence zemědělské velkovýroby. Největší rozsah pěstování dosáhly jednoleté pícniny v letech 1976 – 1980, kdy jejich výměra přesáhla 500 tis. ha (ŘÍMOVSKÝ et al., 1989). Společně s víceletými pícninami zajišťují plynulé zásobování hospodářských zvířat především konzervovanou, ale i čerstvou pící (25% využíváno pro krmení v čerstvém stavu) v průběhu celého vegetačního období od nejčasnějšího jara do nejpozdějšího podzimu, dále se využívají k výrobě šťavnaté píce (siláž a senáž), popř. i sena (TAUFEROVÁ et al., 2014; VRZAL et al., 1995; PETŘÍK et al., 1987). Jednoleté pícniny zajišťují čerstvé krmivo hlavně v období, kdy nelze počítat se sklizní víceletých pícnin – časně jaro a později na podzim (brukvovité – řepice a řepka ozimá, krmná kapusta aj.), období mezi první a druhou sečí víceletých pícnin (luskoviny využívané jako pícní krycí plodiny) (VRZAL et al., 1995). Jsou nepostradatelnou složkou krmivové základy, ve výrobní oblasti kukuřičné, řepařské, bramborářské a horské, především v chovu skotu (VELICH et al., 1994). Pěstováním a konzervací jednoletých

glycidových pícnin se doplní struktura vhodných bílkovinných krmiv a vytvoří předpoklad optimálního poměru živin v krmné dávce (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Jednoleté pícniny umožňují využití pozemku v meziprostorovém období ve sledu dvou hlavních plodin, a to buď na podzim a na jaře (ozimé meziplodiny), nebo v letním období a na podzim (letní směsky, strništní pícniny aj.) (VRZAL et al., 1995; PETŘÍK et al., 1987). Z hlediska pícninářského mají největší význam ozimé meziplodiny. Poskytují kvalitní píci, stabilní výnosy, brzy na jaře jsou sklizeny a snížení výnosů následné hlavní plodiny je zanedbatelné. Hmota meziplodin je využívána podle podmínek a potřeby jako krmivo nebo na zelené hnojení. Současně stoupá mimoprodukční význam zejména strništních meziplodin (např. hořčice bílá či svazenka vratičolistá). Řada z nich má velmi účinné fyto-sanitární účinky, např. i proti hád'átku řepném. Také je můžeme využít jako náhradu zdroje píce za nevydařené nebo špatně přezimované podsevy. Z jednoletých pícnin poskytují vyšší výnosy, kvalitnější i levnější píci jednoleté přezimující pícniny, jako je tzv. landsberská směska (jílek mnohokvětý, vikev huňatá a jetel nachový) nebo pouze jílko-vikvová směska (VRZAL et al., 1995). Jednotlivé komponenty pícnin do směsek by měly být voleny podle stanovištních podmínek a požadavků ke zkrmování, přičemž musí být vývojově sladěny tak, aby v době jejich společné sklizně dosahovaly optimální pícninářské zralosti (MÁLEK, 2011).

PETŘÍK (et al., 1987) upozorňuje, že efektivnost pěstování jednoletých pícnin je závislá na průběhu klimatických podmínek. Limitujícím faktorem pro letní výsevy bývá množství srážek, pro zimní pak podmínky přezimování, dále suma teplot během vegetace apod. Těmto nepříznivým vlivům však může být zabráněno správným výběrem druhů a odrůd jednotlivých pícnin, zařazením v osevním postupu, hnojením apod. Znalost biologických vlastností a ekologických požadavků je nezbytným předpokladem pro úspěšné pěstování, usměrnění agrotechnických opatření k získání maximálních a stálých výnosů (VELICH et al., 1994). Podle ŠANTRŮČEK (et al., 2001) je základním předpokladem pro pěstování jednoletých pícnin na orné půdě produkce co největšího množství živin z jednoho ha při minimálních nákladech.

2.3.4 Víceleté píce

Víceleté pícniny na orné půdě i v trvalých travních porostech představují jeteloviny, některé trávy, případně jejich směsky – jetelovino trávy (ŠANTRŮČEK et al., 1995). Uplatňují se ve všech výrobních oblastech (POZDÍŠEK et al., 2008). Jejich význam, jakožto zdroje kvalitního krmiva i jako zúrodňující složky osevních postupů je neustále navyšován (ŠANTRŮČEK et al., 1995). Čisté porosty jetelovin a jetelovino travní směsky jak svým rozšířením, tak i poskytováním vysokých stabilních výnosů a kvalitní píce, tvoří základ celého pícninářství a výživy skotu. Vzhledem k víceletému využití umožňují levnější produkci krmných hodnot, zejména SNL, než jednoleté pícniny (PETŘÍK et al., 1987). Jejich pěstování je důležité v osevním postupu pro půdní úrodnost, racionální pěstování následných plodin (obohacení půdy živinami, struktura půdy, meliorační působení) a omezení eroze (POZDÍŠEK et al., 2008). Nejvíce obohacují půdu o kvalitní organickou hmotu, zlepšují intenzitu mikrobiální činnosti v půdě a fyzikální vlastnosti půdy tvorbou drobtovitých struktur a stálosti agregátů. Také zajišťují lepší využití živin (P, K, Ca) z méně přístupných forem, rozšiřují biodiverzitu zajištěním potravy a poskytnutím úkrytu pro hmyz a při dobrém stavu porostu mají významný odplevelující účinky (TAUFEROVÁ et al., 2014). Z hlediska obsahu a výroby živin patří k rozhodujícím producentům biologicky hodnotných dusíkatých látek, kterých bez potřeby dusíkatého hnojení poskytují z 1 ha od 1 – 1,5 ha i více (PETŘÍK et al., 1987). Hlízkové bakterie mohou poutat až 220 kg vzdušného dusíku na hektar za rok (POZDÍŠEK et al., 2008). Rhizobia pracují mnohem efektivněji než neefektivnější technologie výroby dusíkatých hnojiv. Oproti 80 MJ na výrobu a využití 1 kg N v průmyslových hnojivech je energetický vklad rostliny a bakterií na osvojení si vzdušného dusíku zhruba poloviční (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Jsou tedy důležité nejen ve výživě zvířat, ale jejich zařazení v polních osevních postupech má blahodárný vliv na celou rostlinnou výrobu ve všech výrobních typech. Nejvýkonnějšími z jetelovin jsou vojtěška setá a jetel luční, tudíž jejich podíl z víceletých pícnin by měl být v závislosti na pedoklimatických podmínkách co nejvyšší (PETŘÍK et al., 1987). Vedle vysokého obsahu dusíkatých látek mají víceleté pícniny, zejména jeteloviny, příznivý obsah tzv. esenciálních (nepostradatelných) aminokyselin (především lyzin, leucin, valin a fenylalanin), dále

popelovin (Ca, P) a vitamínů (1 kg zelené píce – 2000 mg vit. C a až 100 mg karoténu). Stravitelnost organických živin je vysoká (koeficient stravitelnosti 60–80) (PETŘÍK et al., 1987). Pěstování víceletých pícnin umožňuje snížit ekologická rizika pěstování jednoletých pícnin ve výše položených a svažitéch lokalitách (POZDÍŠEK et al., 2008).

2.4 Další dělení pícnin

Pícniny jsou morfologicky velmi odlišné a patří mezi ně celá škála různých čeledí. Význam má především čeleď lipnicovitých (*Poaceae*) a vikvovitých (*Viciaceae*). Zejména na orné půdě se dále uplatňují druhy z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), laskavcovitých (*Amaranthaceae*), slézovitých (*Malvaceae*), hvězdicovitých (*Asteraceae*) či brutnákovitých (*Boraginaceae*). Trvalé travní porosty dále tvoří různé druhy bylin, které mohou zvyšovat chutnost a příjem píce (druhy z čeledi *Rosaceae*, opět *Asteraceae*, *Plantaginaceae* aj.), ale také mohou být jedovaté a způsobovat zdravotní problémy (druhy z čeledi *Ranunculaceae*, *Apiaceae*, *Colchicaceae* aj.) (SKLÁDANKA et al., 2014, HEJDUK, 2015). Pícniny mohou být dále rozlišovány podle toho, jaký mají vliv na úrodnost půdy. Konkrétně můžeme pícniny rozdělovat na zlepšující (jeteloviny a trávy, luskoviny), neutrální (obiloviny a brukvovité pícniny) a zhoršující (silážní kukuřice, okopaniny) (HEJDUK, 2015).

V poslední řadě mohou být pícniny diferencovány podle tzv. úživného poměru, kdy optimální úživný poměr celé krmné dávky kolísá podle kategorie skotu v rozpětí od 1 : 5,8 pro vysokodojné krávy, do 1 : 6,4 pro výkrm skotu. Úživný poměr je vztah mezi obsahem SNL (stravitelné dusíkaté látky) a ŠJ (škrobové jednotky) a je velmi důležitý pro využitelnost živin a z hlediska zdraví zvířat (ŠANTRŮČEK et al., 2001; 1995). Pícniny podle úživného poměru dělíme na bílkovinné (1 : 3,5–4,5), např. vojtěška, jetel luční; glycidové (1 : 9–12), např. kukuřice a s vyrovnaným úživným poměrem (1 : 5,5–6), do kterých patří např. travní porosty (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

2.5 Situace pícninářství v ČR

Výměra zemědělské půdy v České republice podle ČÚZK (ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ, 2017) k 31. 12. 2016 byla 4 208 374 ha. Orná půda zaujímal 2 965 606 ha, kdežto trvalé travní porosty 1 003 393 ha.

Tabulka č. 1 – Vývoj jednotlivých druhů pozemků od roku 1966 (ha)

Stav ke dni	Druh pozemku			
	Orná půda	Louka	Pastvina	Zemědělská půda
		Trvalý travní porost		
1. 4. 1966	3351570	658306	291794	4514133
1. 1. 1976	3316341	615281	286106	4443512
1. 1. 1986	3268974	566736	256351	4327447
1. 1. 1996	3142642	629691	271642	4279823
31. 12. 2005	3047249	973789		4259480
31. 12. 2010	3008090	985859		4233501
31. 12. 2015	2971957	1000620		4211935
31. 12. 2016	2965606	1003393		4208374

(ČÚZK, 2017)

Plochy pícnin na orné půdě neustále klesají, tudíž s tímto souvisí i celkové poklesy ploch jak jednoletých, tak víceletých pícnin. Konkrétně byl zaznamenán znatelný propad mezi rokem 1980 a 2013 u jetele lučního a vojtěšky seté (rozdíly v rámci desítek tisíc hektarů) (SKLÁDANKA et al., 2014). Také dochází v posledních letech k mírnému poklesu půdy orné i zemědělské jako takové (viz. tabulka č. 1). I přesto je současná úroveň zornění v České republice, v porovnání se státy EU-15 (průměr okolo 55%), dlouhodobě vysoká (70,5%). Z tohoto důvodu lze očekávat další nárůst ploch TTP a s tím spojená nutnost jejich vhodného obhospodařování (POZDÍŠEK et al., 2008). V průběhu posledních dvaceti let došlo ke změnám v oblasti hospodaření s úbytkem chovu hospodářských zvířat a přešlo se především na pěstování ekonomicky lukrativních plodin, což koreluje právě s nižším zastoupením pícnin na orné půdě (SLÁMA, 2013). Dlouhodobý trend snižování stavů skotu se však v posledních letech zmírnil a v některých případech dokonce obrátil (KVAPILÍK et al., 2017). Naopak v posledních letech dochází v souvislosti s rozvojem bioplynových stanic k navýšení ploch kukuřice na siláž a také k růstu výměry trvalých travních porostů, kdy je výhledově předpokládán

nárůst jejich ploch až na 1 200 000 ha (i z důvodu postupného zvyšování stavů krav bez tržní produkce mléka, jakožto hlavních konzumentů píce trvalých travních porostů) (SKLÁDANKA et al., 2014).

V souladu se zásadami společné zemědělské politiky unie a ochrany životního prostředí by se měl podíl TTP v ČR postupně zvyšovat především v regionech se ztíženými podmínkami pro hospodaření, v pásmech ochrany vod a speciálních přírodních biotopů (KVAPILÍK et al., 2017).

Tabulka č. 2 – Vývoj ploch a sklizní zemědělských plodin v letech 2005 až 2017

Plodina	MJ	2005	2008	2011	2014	2015	2016	2017
Pícniny jednoleté celkem	P [ha]	252 899	212 037	231 846	285 307	294 496	293 788	273 651
	S [t]	7 776 292	6 689 983	8 631 198	10 709 211	8 076 503	10 863 560	8 196 125
	V [t/ha]	30,75	31,55	37,23	37,54	27,42	36,98	29,95
Kukuřice na zeleno a siláž	P [ha]	192 501	173 899	186 224	237 235	244 956	234 396	223 212
	S [t]	6 870 443	6 143 805	7 781 563	9 577 873	7 134 351	9 545 239	7 776 990
	V [t/ha]	35,69	35,33	41,79	40,37	29,13	40,72	34,84
Pícniny víceleté celkem	P [ha]	220 916	188 246	179 849	168 824	177 373	183 943	189 507
	S [t]	1 492 127	1 257 224	1 237 572	1 306 783	1 092 994	1 365 058	1 241 536
	V [t/ha]	6,75	6,68	6,88	7,74	6,16	7,42	6,55
Jetel luční	P [ha]	57 635	48 196	43 285	43 549	49 091	54 041	59 778
	S [t]	458 844	386 358	338 209	367 430	308 774	417 845	398 053
	V [t/ha]	7,96	8,02	7,81	8,44	6,29	7,73	6,66
Vojtěška setá	P [ha]	83 624	72 509	61 177	57 357	57 074	60 052	62 508
	S [t]	695 097	583 724	476 032	480 498	392 391	484 802	444 873
	V [t/ha]	8,31	8,05	7,78	8,38	6,88	8,07	7,12

(ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2018)

3. Tradiční skupiny plodin pěstované na píci

3.1 Řídce seté a teplomilné obilniny – Kukuřice setá

Jednou z nejvýznamnějších a nejdůležitějších jednoletých pícnin, kterou dále můžeme zařadit do skupiny řídce setých a teplomilných obilnin, je jednoznačně kukuřice (*Zea mays* L.), využívaná zejména na siláž, zrno a částečně na zelené krmení (MÁLEK, 2011; PETŘÍK et al., 1987; TAUFEROVÁ et al., 2014).

3.1.1 Historie

Kukuřice je známa jako užitková a kulturní plodina již více jak 5 tisíc let, kdy za nejpravděpodobnější centrum domestikace je považována střední Amerika (konkrétně Mexiko a Peru) (ŠANTRŮČEK et al., 2001; ZIMOLKA et al., 2008). Její využívání sběrem je ale podstatně starší (10 000 let př.n.l.) (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Je spojována s kulturou starých Inků, Mayů a Aztéků a její vysoké stáří prokazují jeskynní nálezy zbytků palic v její pravlasti. Pravlastí jsou náhorní planiny mexických a středoamerických výšin (GRAMAN a ČURN, 1998). Fylogeneze kukuřice není zcela vyjasněna. Hypotéz o jejím vzniku a vývoji je několik, ale jejich platnost je obtížné prokázat. S největší pravděpodobností je prapředkem kukuřice planě rostoucí tráva teosinte (*Euchlaena mexicana*) (GRAMAN a ČURN, 1998; ZIMOLKA et al., 2008). Do Evropy byla importována koncem 15. století a do střední Evropy se rozšířila z Balkánu (WEGER et al., 2012). Od roku 1930 se u ní setkáváme s prvními hybridy, které umožňují její lepší využití pro jednotlivé technologie (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

3.1.2 Hybridy – podmínky prostředí

Výběr hybridu patří mezi nejdůležitější pěstitelská opatření, čímž je ovlivňován konečný výnos produkce kukuřice (termín sklizně, způsob využití – siláž, zrno) (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Zejména díky zavádění hybridního osiva došlo k postupnému rozšíření pěstování právě této plodiny (ZIMOLKA et al., 2008). Původní tropickou plodinu, díky vyšlechtění různě raných hybridů, lze pěstovat s dobrými výsledky i v chladnějších oblastech ČR (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Přes její tropický původ je tedy pěstována v rozmanitých klimatických podmínkách (VRZAL et al., 1995). V sušších podmínkách vyžaduje půdy hluboké, humózní a hlinité (udrží půdní vláhu) a v chladnějších oblastech i vlhčích oblastech snáší půdy lehké. Optimální pH je 6,5–7,0 (KONVALINA et al., 2007).

Dle Seznamu odrůd, zapsaném ve Státní odrůdové knize, vydaném k datu 30. června 2017, je oficiálně registrovaných 415 odrůd (ÚKZÚZ, 2017).

3.1.3 FAO – číslo ranosti

Ranost jednotlivých hybridů je charakterizována číslem FAO (JEŽKOVÁ, 2012). Jedná se o takovou hodnotu, která je stanovena na základě středního obsahu sušiny v palici v době zralosti kukuřice sloužící k silážním účelům v porovnání s tzv. kontrolními hybridy (soubor srovnávacích, již dříve registrovaných hybridů) (ZIMOLKA et al., 2008; JEŽKOVÁ, 2012). Odchylna v obsahu sušiny o 1 % přitom odpovídá 10 FAO jednotkám. (ZIMOLKA et al., 2008). Na rozsáhlejších plochách kukuřice je doporučováno používat 2–3 různé rané hybridy. Tento krok umožní rozložení sklizňové špičky, dosažení jistějších výnosů kvalitní silážní hmoty a sklizeň kukuřice v optimální zralosti (ŠANTRŮČEK et al., 2001). V České republice mají zkušební a pěstované hybridy číslo FAO v rozmezí 190–400. Čím je tato hodnota nižší, tím je odrůda ranějšího typu (JEŽKOVÁ, 2012). Kromě číselného označení se u hybridů také začalo udávat označení podle základního účelu využití – tudíž na siláž s označením S a na zrno Z (ZIMOLKA et al., 2008). Hybridy pro možné kombinované využití (siláž a zrno) vlastní dvě odlišná čísla ranosti (JEŽKOVÁ, 2012).

Tabulka č. 3 – Stupnice FAO

Číslo FAO	Typ hybridu	Vegetační doba – dny
Do 200	Velmi rané hybridy	120
201–300	Rané hybridy	121–127
301–400	Polorané hybridy	128–134
401–500	Polopozdní hybridy	135–141
Nad 500	Pozdní hybridy	Nad 142

(DIVIŠ et. al., 2010)

3.1.4 Význam a využití

Význam kukuřice je zřejmý z toho, že v dnešní době je pěstována v pěti světadílech (ZIMOLKA et al., 2008). Z původního využívání zejména pro lidskou výživu nabyla kukuřice mnohostranného významu (GRAMAN & ČURN, 1998). Konkrétně v ČR především v podobě silážní píce pro výživu skotu (zejména dojnice a výkrm), kdy tvoří u převážné části podniků základ krmné dávky (SKLÁDANKA et al., 2013), dále jako siláž vlhkého zrna k výkrmu prasat, zrno pak tvoří složku krmných směsí a široké využití má taktéž v potravinářském

a chemickém průmyslu (zejména výroba škrobu) (POVOLNÝ, 2002). Zaujímá pozici druhé nejrozšířenější plodiny světa (WEGER et al., 2012) a její krmný, potravinářský, průmyslový a energetický význam je nesporný. K dalším alternativním formám zpracování produkce kukuřice patří kosmetický a farmaceutický průmysl a nejnověji zaujímá pozici i v oblasti výroby obnovitelných zdrojů energie (bioetanol, bioplyn, biomasa) (ZIMOLKA et. al., 2008).

3.1.5 Biologická a botanická charakteristika

Kukuřice je druh jednoděložné rostliny, patřící po botanické stránce mezi trávy (čeleď lipnicovitých – *Poaceae*), ale způsobem pěstování se přibližuje okopaninám (široké řádky, organické hnojení) (MALAŤÁK & VACULÍK, 2008; SKLÁDANKA et al., 2014). Kukuřice náleží do podskupiny *Tripsacinae* Presl. (dříve kukuřicovité *Maydeae*) s třemi rody amerického původu: *Tripsacum*, *Euchlaena* a *Zea* (GRAMAN & ČURN, 1998). Dále je v botanickém systému vedena jako jednoletá rostlina, jednodomá, různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašnicovými a pestíkovými květy, které jsou uspořádány do oddělených květenství (laty a palice). V neposlední řadě patří k cizosprašným rostlinám (ZIMOLKA et al., 2008). Do rodu *Zea* je řazen jediný druh – *Zea mays* L., který je dále tříděn podle charakteru endospermu zrna (uložení škrobu a sklovité vrstvy a schopností přeměny cukru v škrob) na poddruhy, event. na convarianty: obecná, tvrdá; koňský zub, polozubovitá, pukancová – praskavá, cukrová, vosková, škrobnatá, pluchatá, škrobocukrová a pestrolistá (GRAMAN & ČURN, 1998; ZIMOLKA et al., 2008). Jedná se o již zmiňovanou teplomilnou rostlinu s fotosyntetickým systémem C₄, využívající tzv. Hatch-Slackův cyklus. Tento typ fotosyntézy je charakteristický nižšími ztrátami fotorespirací, současně ale vyžaduje více energie (vyšší teplota a intenzita slunečního záření). Výsledkem je vyšší rychlost fotosyntézy, účinností přeměny slunečního záření a nižším transpiračním koeficientem v porovnání s rostlinami typu C₃ (SKLÁDANKA et al., 2014). Hlavní uplatnění mají v teplotně výhodnějších oblastech, kde mohou implementovat svoje přednosti – delší období asimilace a tím dosáhnout vyššího obsahu energie (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Důvody vysoké obliby kukuřice jsou následující:

Kukuřice představuje energetické krmivo s nízkým obsahem dusíkatých látek (TAUFEROVÁ et al., 2014). Jedná se o plodinu s vysokým produkčním potenciálem, kterou je možno pěstovat v monokultuře (DIVIŠ et al., 2010). Za dostatečného osvětlení má velmi rychlý růst a výjimečná je i produkce enormního množství biomasy (WEGER et al., 2012). Oproti víceletým píceinám je sklizeň kukuřice méně náročná (SKLÁDANKA et al., 2014). Řadí se ke skupině objemných glycidových krmiv se zvláštním postavením vzhledem k vysokému podílu škrobu a tím i vysoké koncentraci energie ve srovnání s ostatními píceinami (TŘINÁCTÝ et al., 2010). Tato skupina se vyznačuje dostatkem zkvasitelných cukrů a málo pufrujících látek – je lehce silážovatelná (LOUČKA et al., 2002). Vzhledem k relativně vysoké stravitelnosti škrobu se zvyšování jeho obsahu a tedy i podílu zrna v rostlině stalo v minulých letech základním šlechtitelským cílem (TŘINÁCTÝ et al., 2010). Výhodou je možnost výběru z velké nabídky výnosných hybridů pro potřebné podmínky – jedno z nejdůležitějších pěstitelských opatření (SKLÁDANKA et al., 2014; ŠANTRŮČEK et al., 2001). Významná je relativně dobrá snášenlivost po sobě – předpokladem je však vyšší intenzita agrotechniky a hnojení (SKLÁDANKA et al., 2014; ŠANTRŮČEK et al., 2001). Velmi dobře využívá živin z kejdy a digestátu – dosahuje vysoké produkce i bez aplikace minerálních hnojiv. Podstatná je účinná regulace zaplevelení pomocí široké škály pre- i postemergentních herbicidů a plně mechanizovaná technologie pěstování od výsevu po zkrmování (SKLÁDANKA et al., 2014).

K dalším teplomilným, méně významným až doplňkovým obilovinám (v rámci ČR) řadíme čirok či proso, které taktéž patří mezi C₄ rostliny (TAUFEROVÁ et al., 2014).

3.2 Hustě seté obilniny

Využívají se zejména obilniny první skupiny, další z tzv. glycidových plodin, konkrétně pšenice, ječmen, oves, žito a triticales (TAUFEROVÁ et al., 2014). Z celosvětového hlediska mají největší rozsah produkce zejména pšenice a žito. Jsou zastoupeny ve stejné čeledi – lipnicovité (*Poaceae*) (DIVIŠ et al., 2010). Po botanické stránce náleží do třídy jednoděložných. Obilniny z I. skupiny patří

k dlouhodobým rostlinám, tzn., že procesy navozující kvetení jsou urychlovány prodlužující se délkou světelné části dne (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Mohou být pěstovány samostatně v čisté kultuře, ale vysévají se zejména jako jednoleté směsky. K hlavním využitím patří pěstování na zeleno, nebo například na senáž. Představují především krmiva polobilkovinná, při vyšší zralosti sacharidová (TAUFEROVÁ et al., 2014). Hlavní podíl organických látek tvoří polysacharidy (škrob aj.). Také jsou značným dodavatelem minerálních látek (P, Ca, Mg) a podstatné části vitamínů skupiny B (DIVIŠ et al., 2010). Hustě seté obilniny mají účinnější konkurenceschopnost než teplomilné plodiny, jelikož mají rychlejší vývoj v počátečních růstových fázích. Nejvyšší konkurenceschopností vůči plevelům dosahuje žito, nižší pak ozimý ječmen, oves a triticales. Pšenice a jarní ječmen jsou nejméně konkurenceschopné (KONVALINA et al., 2007).

Tabulka č. 4 – Rozdělení druhů obilnin do skupin podle vlastností a požadavků na prostředí

I. skupina	II. skupina
Pšenice, ječmen, žito, oves, triticales	Kukuřice, proso, rýže, čirok
<ul style="list-style-type: none"> • obilka má na břišní straně podélnou rýhu • při klíčení se vytváří několik zárodečných kořínků • internodia stébla jsou dutá • stéblo je rozděleno kolénky na 5 – 7 článků • v klásku se lépe vyvíjejí spodní kvítky • vyskytují se ozimé, jarní příp. přesívkou formy 	<ul style="list-style-type: none"> • obilka nemá rýhu • při klíčení se vytváří jen jeden zárodečný kořínek • stéblo je vyplněné dřevem • stéblo je rozděleno na 8 a více článků • v klásku se lépe vyvíjejí horní kvítky • vyskytují se jen jarní formy
<ul style="list-style-type: none"> • nároky na teplo jsou menší • nároky na vláhu jsou větší • ke svému vývoji vyžadují delší osvětlení během dne • počáteční růst je rychlejší 	<ul style="list-style-type: none"> • nároky na teplo jsou větší • nároky na vláhu jsou menší (kromě rýže) • pro svůj vývoj potřebují kratší dobu světelné části dne • počáteční růst je pomalejší

(ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005)

3.3 Luskoviny

Luskoviny jsou bílkovinné zrniny, jejichž český název je odvozen od jména plodu, kterým je lusk. Označují se významným názvem – leguminózy (z latinského slova *legere*, což znamená sbírat). Obecně do tohoto uskupení řadíme takové rostliny, patřící do řádu *Fabales*, nebo ty čeledi tohoto řádu, kde se na kořenech

jednotlivých druhů tvoří, po infekci bakteriemi rodu *Rhizobium*, kořenové hlízky – nodule (DIVIŠ et al., 2010). Většina luskovin má poměrně široké pícninářské využití (PETŘÍK et al., 1987). Ve výživě zvířat se uplatňují druhy tzv. krmných či pícních luskovin (peluška, bob, vikve, sója, lupina) většinou jako součást krmných směsí ve formě šrotů či úsušků, nebo v produkci čerstvé hmoty (ev. vhodně konzervované) zpravidla ve směsných kulturách (GRAMAN & ČURN, 1998). Krmné luskoviny mají v zemědělské soustavě výjimečné postavení při zvýšení soběstačnosti v bílkovinných krmivech, jelikož obsahují vysoký podíl bílkovin v semenech i nadzemní hmotě (některé obsahují 2–3x více bílkovin než obilniny) s úzkým poměrem k uhlohydrátům (VELICH et al., 1994; GRAHAM & ČURN, 1998). Některé druhy mají v semenech současně i vysoký obsah tuku (sója, podzemnice olejná, lupina proměnlivá) (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Jejich odplevelující i hnojivý efekt je výborný (KONVALINA et al., 2007). Příznivě ovlivňují půdní úrodnost, symbiózou s hlízkovými bakteriemi poutají vzdušný dusík a v osevním postupu jsou zlepšující předplodinou (PETŘÍK et al., 1987). Zvláště dobrou předplodinou jsou pro následné obilniny, jejichž výnosy zvyšují až o 0,8 t/ha (KLESNIL et al., 1976). Mají ale také vlastnosti, které jejich pěstování, zejména v systému ekologického zemědělství, ztěžují. Mezi ně patří nerovnoměrné dozrávání, čímž dochází ke kolísání výnosů v důsledku výnosových ztrát. Také citlivě reagují na výkyvy prostředí (KONVALINA et al., 2007). Krmné luskoviny se vyznačují vysokým obsahem dusíkatých látek v zelené hmotě – 2,6 až 3,3 %. V semenech je obsaženo 20–40 % bílkovin (podle druhu) (PETŘÍK et al., 1987). Vyznačují se zejména vysokou biologickou hodnotou, vysokou koncentrací energie a nízkým obsahem vlákniny (TAUFEROVÁ et al., 2014). Biologická hodnota bílkovin je dána příznivou skladbou aminokyselin, zejména vysokým obsahem lysinu – je limitována nízkým obsahem aminokyselin, obsahující síru (cystin, metionin a tryptofan) a dalšími chemickými sloučeninami, které snižují nutriční hodnotu produktu (např. taniny, inhibitory trypsinu, alkaloidy) (GRAHAM & ČURN, 1998; ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Obsah antinutričních látek lze zpravidla před zkrmováním snížit vhodnou úpravou suroviny (zahříváním, máčením, odstranění osemení) (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). V lidské výživě se uplatňují druhy ze skupiny tzv. jedlých luskovin (hrách, čočka, fazol, případně sója) (GRAHAM & ČURN, 1998). Potravinářské využití mají též hrachor, cizrna a bob (ŠNOBL & PULKRÁBEK,

2005). Luskoviny tvoří početně velmi bohatou skupinu rodů a druhů, které náleží do čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Čeleď zahrnuje asi 430 rodů a více než 1200 druhů. Druhy luskovin se dělí do 10 skupin, z nichž nejvýznamnější jsou: vikvovité (*Vicieae*) či bobovité (*Fabeae*), fazolovité (*Phaseoleae*), kručinkovité (*Genisteae*) a čičorkovité (*Coronilleae*) (GRAHAM & ČURN, 1998).

3.4 Ostatní – Olejniny, brukvovité píce

3.4.1 Olejniny

Diviš (et al., 2010) definuje olejniny jako rostliny, které obsahují ve svých orgánech takové množství rostlinných tuků, že je ekonomicky výhodné jejich získávání. V podstatě se tedy jedná o jakékoliv rostliny, obsahující a poskytující tukové suroviny. Skupina olejnin je tím pádem reprezentována po botanické a systematické stránce velkým počtem druhů patřících do nejrozmanitějších rodů a čeledí (FÁBRY et al., 1992). K nejdůležitějším patří čeleď brukvovité (*Brassicaceae*) zahrnující celou škálu různých plodin – řepka, řepice, hořčice, ředkev, lnička aj.; dále čeleď makovité (*Papaveraceae*) – mák setý; čeleď hvězdčovitá (*Asteraceae*) – slunečnice roční, světlice barvířská aj.; čeleď lnovitých (*Linaceae*) – len setý a v neposlední řadě i čeleď bobovitých (*Fabaceae*) – sója či lupina, řazené mezi luskoviny (DIVIŠ et al., 2010). Jednoznačně nejrozšířenější českou olejinou je řepka, jež se pěstuje podle údajů Ministerstva zemědělství na necelých 80 % ploch všech olejnin. Výlisky a šrot z řepkových semen jsou velmi dobrou složkou krmiv pro živočišnou výrobu (KONVALINA et al., 2007). V získávání tuku jsou dalšími jednoznačnými prioritami mák setý, u kterého došlo ke zvýšení ploch, slunečnice, hořčice a len (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Sója, vykazující největší světový rozsah pěstování, nabývá v českých podmínkách postupného významu (DIVIŠ et al., 2010).

3.4.2 Brukvovité píce

Z čeledi brukvovitých se po pícninářské stránce uplatňuje řada druhů, popř. jejich kříženců (PETŘÍK et al., 1987). Mimo pěstování brukvovitých pícnin formou meziplodin je úspěšné i jejich pěstování jako hlavních plodin (mimo jiné i krmná kapusta) v půdně a klimaticky méně příznivých oblastech (ŘÍMOVSKÝ et al., 1989).

Píce brukvovitých pícnin je výhradně doplňkovým krmivem. Nesmí být navážena do zásoby, zkrmuje se přímo, aby nedocházelo k zapaření (PETŘÍK et al., 1987). Čerstvá píce obsahuje některé nežádoucí látky, které mohou při dlouhodobějším zkrmování větších denních dávek (nad 20–25 kg/VDJ) vyvolat nežádoucí v krevním obrazu skotu, tzv. kapustovou anemii (VELICH et al., 1994).

Přednosti brukvovitých pícnin lze spatřovat v těchto vlastnostech:

Vyznačují se rychlým růstem a vývojem – v porovnání s ostatními pícninami mají kratší vegetační dobu, která umožňuje jejich využití v různých formách mezplodin (ŘÍMOVSKÝ et al., 1989). Brukvovité pícniny jsou charakteristické velmi dobrou vzcházivostí energeticky bohatých semen, rychlým vývinem kořenového systému i nadzemní fytomasy a velmi dobrou reakcí na hnojení, zejména dusíkem (nadměrné dávky mohou vést k potenciální toxicitě pro skot). Produkci biomasy na jeden den svého vegetačního období se řadí k nejvýkonnějším pícninám. Významnou vlastností je schopnost intenzivního růstu do pozdního podzimu a značná chladuvzdornost a odolnost vůči nízkým teplotám. Umožňují prodloužit období zeleného krmení do pozdního podzimu. Přezimující druhy a odrůdy se vyznačují velmi rychlým jarním růstem a poskytují ze všech pícnin nejranější sklizeň (PETŘÍK et al., 1987; VELICH et al., 1994). Vykazují poměrně dlouhou dobu krmivářské využitelnosti (pomalé stárnutí) (ŘÍMOVSKÝ et al., 1989). Významná je velmi dobrá krmná hodnota – dobrá stravitelnost, optimální obsah SNL a vlákniny a vodorozpustných sacharidů (ŘÍMOVSKÝ et al., 1989; PETŘÍK et al., 1987; VELICH et al., 1994). Pozitivně působí na půdu – úrodnost, obohacení o organickou hmotu, fytosanitární účinky (ŘÍMOVSKÝ et al., 1989).

3.5 Jednoleté pícní směsky

V minulosti tvořily jednoleté směsky hlavní podíl z výměry pěstovaných jednoletých pícnin (KLESNIL et al., 1978). V současném období je trend snižovat sortiment jednoletých pícnin a jednotlivé druhy se začaly pěstovat především v monokultuře, které jsou při intenzivnější agrotechnice výkonnější (VELICH et al., 1994). Přesto jednoleté pícní směsky neztrácejí své opodstatnění. Poskytují plnohodnotnou píci s vyrovnaným poměrem živin (PETŘÍK et al., 1987). Mezi jejich přednosti patří možnost pěstovat je jako mezplodiny (ŠNOBL & PULKRÁBEK,

2005). Pestrostí směsek se zvyšuje biologická hodnota a chutnost a přispívají k plynulejšímu zásobování zelenou pící (VELICH et al., 1994). Přestože poskytují kvalitní píci s vyrovnaným poměrem živin, jejich hlavní uplatnění bude především v ochraně půdního fondu, neboť využívají vegetační období mezi dvěma hlavními plodinami, kdy v krátkém časovém období vytváří značné množství biomasy (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Jejich využití také spočívá v podobě zeleného hnojení, jsou významné díky svému zúrodňujícímu vlivu na půdu a fyto-sanitárním účinkům. U některých druhů jednoletých pícnin vzhledem k nežádoucím morfologickým (poléhání atd.) a chuťovým vlastnostem je vhodnější jejich využití ve směskách, především v okrajových podmínkách jejich pěstování. Podle doby pěstování a využití orné půdy se směsky rozdělují na ozimé, jarní, letní a podsevové (Vrzal et al., 1995). Sestavování směsek jednoletých pícnin zahrnuje uplatňování konkrétních předpokladů. Volbu jednotlivých pícnin do směsek je třeba přizpůsobit stanovištním podmínkám a požadavkům pro jejich využití. Pícniny ve směsce by měly být vývojově sladěny, aby v době sklizně měly dobrou pícní zralost. Podíl jednotlivých druhů ve směskách musí respektovat jejich biologické nároky, konkurenční i podpůrné vztahy a krmivářské požadavky (MÁLEK, 2011).

3.5.1 Typy jednoletých pícních směsek

3.5.1.1 Ozimé směsky

Ozimé směsky se v osevních postupech zařazují jako meziplodiny, které poskytují podstatnou část zelené píce po dobu 5–6 týdnů, umožňují ji zkrmovat brzy na jaře a vyznačují se výnosovou jistotou (VELICH et al., 1995). Nejčastěji se sejí obilniny (žito, pšenice) nebo trávy (jílek mnohokvětý) ve směsi s luskovinami. Lze využít i brukvovité pícniny (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Předpokladem úspěšného pěstování je časné setí, dostatek vláhy a živin, zvláště v počáteční fázi růstu (konec léta) (KONVALINA et al., 2007). Směska, která je tvořena ozimým žitem a vikví huňatou, se pěstuje jen v omezeném rozsahu vzhledem k delší vegetační době ozimých vikví a rychlé ztrátě kvality. Naopak směska vikve huňaté s ozimou pšenicí je výnosnější než předchozí (25 t/ha zelené píce) s dobře sladěným nárůstem hmoty a vývinem rostlin. Další možností je tzv. Landsberská směska, která je tvořena jílkem mnohokvětým, vikví ozimou a jetelem nachovým. Výhodou této

směsky je následné obrůstání jílku na píci a poskytování až dvou sečí kvalitní píce (15 – 20 t/ha) (VELICH et al., 1994, VRZAL et al., 1995; Málek, 2011).

3.5.1.2 Jarní směsky

Jarní směsky jsou v osevním postupu zařazeny jako hlavní plodiny. V teplejších oblastech je jejich uplatnění nízké, na významu nabývají v klimaticky horších podmínkách (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Podle doby sečí a užití na zelenou píci se člení na rané a pozdní. Základem raných jarních směsek je obilnina (nejčastěji oves) s podílem 60 – 70 % a luskovina, u pozdních tvoří základ zejména kukuřice. Kukuřice pěstovaná v monokultuře, je sacharidovým krmivem, tudíž k vyrovnání úživného poměru se vysévá zejména ve směsích s luskovinami, popřípadě slunečnicí. Vyznačují se velmi dobrou kvalitou, chutností píce, příznivým úživným poměrem a také vhodností ke konzervaci. Konkrétními příklady nejčastěji pěstovaných raných jarních směsek, které poskytují výnosy 25 – 30 t/ha zelené píce, jsou oves s vikví setou, oves s vikví setou a peluškou, oves s hrachem a bobem nebo pšenice jarní s peluškou. Mezi pozdní jarní směsky se řadí kukuřice s bobem či sójou a kukuřice s peluškou a bobem, případně i se slunečnicí. (VRZAL et al., 1995; VELICH et al., 1994).

3.5.1.3 Letní směsky a jednoleté podsevy

Letní směsky se pěstují po raně sklizených plodinách a k růstu využívají druhou polovinu vegetačního období (červenec – září) (VELICH et al., 1994). Úspěšné pěstování závisí především na vláze v době jejich setí a na době příchodu podzimních mrazů, které ukončují jejich vegetaci (KONVALINA et al., 2007). Podle termínu výsevu a zařazení v osevním postupu se člení na rané a strniskové (pozdní). Rané letní směsky jsou pěstovány jako hlavní plodiny (po ozimých směskách) nebo jako meziplodiny po raných bramborách, zelenině apod. Výnosová jistota je nižší a jsou vhodné jako doplňkové krmivo v přechodném období na zimní krmení. Pěstuje se kukuřice s luskovinou a slunečnicí, slunečnice s luskovinami, nebo některé brukvovité pícniny. Strniskové směsky jsou v osevních postupech zařazovány před plodiny vysévané na jaře příštího roku. Jsou pěstovány převážně po raně sklizených obilovinách, ozimé řepce aj. Výnosově jsou strniskové pícniny značně nejisté, výnosy mají tendenci značně kolísat (10–15 t/ha). V krmné bilanci se uvažují jako

rezerva objemných krmiv. Nejčastěji jsou zařazovány brukvovité pícniny, slunečnici a luskovinné směsky. Jednoleté podsevy nahrazují strniskové pícniny. Význam jednoletých podsevů, zakládaných do hlavních plodin, je především ve vlhčích oblastech s kratším vegetačním obdobím. Podsévají se do ozimého žita, jarního a ozimého ječmene, senážních ovsů, luskoobilních směsek, lnu, máku apod. Nejvhodnějšími je pro tyto účely jílek mnohokvětý a vytrvalý – do jílku lze podsévat jeteloviny (jetel plazivý, zvrhlý, tolici dětelovou aj.) (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005; VELICH et al., 1994).

3.6 Jeteloviny

Jeteloviny tvoří důležitou a rozsáhlou čeleď bobovitých (*Fabaceae*) a zauímají mimořádný význam pro celou zemědělskou výrobu (VELICH et al., 1994). Mají dominantní postavení v produkci levné a přitom vysoce hodnotné píce pro výživu skotu (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Jsou tedy důležité nejen ve výživě zvířat, ale jejich zařazení v polních osevních postupech má blahodárný vliv na celou rostlinnou výrobu (VELICH et al., 1994). Oproti travám, které se značí svojí bohatostí na látky sacharidové povahy, jsou jeteloviny bohaté na dusíkaté látky a také zastávají pozici jejich hlavních dodavatelů, neboť je poutají díky symbióze s hlízkovými bakteriemi (TAUFEROVÁ et al., 2014; KONVALINA et al., 2007). Jsou rozhodujícím zdrojem humusu v půdě, působí fyto-sanitárně, neboť negativně ovlivňují některé patogeny, jakými jsou např. původce chorob pat stébel, fuzarióz lnu setého, výskyt háďátka řepného aj. Významný vliv jetelovin se projevuje i na potlačení výskytu ovsa hluchého (KONVALINA et al., 2007). Jeteloviny mají silné, dlouhé kořeny (zejména vojtěška), díky tomu mohou proniknout do utužených spodních vrstev půdy a získávají odtud živiny, které jsou pro většinu ostatních kulturních rostlin nedostupné (POZDÍŠEK et al., 2008). Z hlediska pícninářského jsou jeteloviny cenné tím, že poskytují poměrně jisté a vysoké výnosy píce i v méně příznivých povětrnostních podmínkách. Tato výkonnost je u jednotlivých druhů rozdílná a nejvyšší je u vojtěšky seté a jetele lučního (VELICH et al., 1994; ŠANTRŮČEK et al., 2001). Jejich význam není pouze krmivářský, ale také ekologický – patří k medonosným plodinám (TAUFEROVÁ et al., 2014). Jeteloviny tedy mají nezastupitelný význam nejen pro zvyšování úrodnosti půdy a produktivnosti osevních postupů (zvyšují a stabilizují výnos následných plodin),

ale i na celkové bilanci dusíku v zemědělské výrobě. Právě pro tyto vlastnosti bylo zavedení jetelovin do osevních postupů, jako významných obnovitelných zdrojů transformace slunečního záření, oprávněně považováno za jedno z nejblahodárnějších počinů lidstva počátku 19. století (ŠANTRŮČEK et al., 1995). Vedle vysokého obsahu dusíkatých látek je u jetelovin příznivý obsah tzv. esenciálních aminokyselin (zejména lyzin, leucin, valin a fenylalanin), popelovin (Ca, P) a vitamínů. Píce se vyznačuje vysokou stravitelností (60 – 80 %). Obsah hlavních živin se během vývinu jetelovin mění a se stářím se rychle snižuje (ŠANTRŮČEK et al., 2001; KLESNIL et al., 1978). Ze všech píce je u jetelovin spotřeba energie nejmenší a energetická účinnost nejvyšší (ŠANTRŮČEK et al., 2001).

Tabulka č. 5 – Průměrná složení hlavních jetelovin a trav v různých fázích růstu (% sušiny)

Píce a fáze růstu	NL	SNL	VLÁKNINA	BNLV	P	Ca
Jeteloviny						
Vývin květních poupat	21,5	16,7	22,2	40,8	0,36	1,82
Začátek kvetení	18,1	13,3	26,1	42,7	0,30	1,70
Plné kvetení	15,8	11,0	29,7	42,9	0,27	1,60
Trávy						
Před metáním	18,6	14,0	20,3	46,4	0,44	0,62
Počátek metání	14,9	10,4	24,3	38,3	0,37	0,57
Konec metání	11,9	7,5	28,5	48,7	0,31	0,52
Počátek květu	9,4	5,1	32,5	48,5	0,27	0,49
Po odkvětu	7,0	2,7	35,3	49,0	0,24	0,41

(PETŘÍK et al., 1987)

Podle stavby kořenového krčku je možné jeteloviny rozdělit na trsnaté a výběžkaté. Trsnaté jeteloviny jsou charakteristické vzpřímenou až polovzpřímenou lodyhu, jedná se o tzv. jeteloviny sečného charakteru (vojtěška setá, jetel luční, vičenec ligrus). Rozpoznávacím znakem u výběžkatých jetelovin jsou polovzpřímené lodyhy, poléhavé lodyhy nebo krátké boční výběžky, jedná se o jeteloviny pastevního charakteru (jetel plazivý, štírovník růžkatý, čičorka pestrá) (TAUFEROVÁ et al., 2014).

3.7 Pícní trávy

Další významnou skupinu řadící se mezi víceleté pícniny pěstované na orné půdě představují pícní trávy, které mimo ornou půdu jsou důležitou složkou trvalých travních porostů (luk, pastvin a trávníků) (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Ve srovnání s jetelovinami mají pícní trávy výrazné diference po stránce morfologické, biologické i provozní. Vyznačují se řadou předností, pro něž se ve vlhčích oblastech na mělkých půdách staly hlavním zdrojem píce (VELICH et al., 1994):

Významná je schopnost intenzivního vegetativního rozmnožování, s čímž je spojena u mnoha druhů i značná vytrvalost (ŠANTRŮČEK et al., 2001) Vytváří pevný a hustý drn, který ve spojení s výbornou regenerační schopností nejlépe odolává pastvě hospodářských zvířat i těžké sklizňové technice (ŠANTRŮČEK et al., 2001; PETŘÍK et al., 1987). Výborně reagují na hnojení, tudíž je možné na jejich porostech vhodně regulovat výnos píce. Snadněji se konzervují a při sklizni píce jsou menší ztráty krmných hodnot (VELICH et al., 1994). Kořenovým systémem působí příznivě na půdu, obohacují ornici o humus, zabraňují erozi a vyplavování živin (zejména nitrátů) do spodních vrstev, představují tzv. biologický filtr (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Také poskytují vysoké výnosy píce s vyrovnaným poměrem dusíkatých látek a glycidů velmi vhodným pro výživu skotu (KLESNIL et al. 1978). Z těchto důvodů jsou pícní trávy podstatnou složkou krmivové základny, ale i ochrany životního prostředí. Využívají se nejen k výrobě objemné píce, ale i k nezemědělským účelům pro zakládání technických trávníků (ŠANTRŮČEK et al., 2001). Z hospodářského hlediska je dělíme na základní, doplňkové a speciální druhy. Mezi základní volně trsnaté trávy řadíme např. bojínek luční, srha říznačka, kostřava luční, jílek mnohokvětý a jílek vytrvalý. Naopak do doplňkových druhů, mající speciální požadavky na klimatické a půdní podmínky a k pícním účelům pěstovaných ve směsích s dalšími druhy, patří např. ovsík vyvýšený, trojštět žlutavý, pohánka hřebenitá, kostřava rákosovitá a lipnice bahenní. Speciální trávy nacházejí uplatnění v různých speciálních, nezemědělských prostorech. Mezi tyto druhy se řadí např. psineček tenký, kostřava červená trsnatá, kostřava ovčí, metlice trsnatá, bojínek cibulkatý aj. (ŠANTRŮČEK et al., 2001; ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005).

3.8 Jetelotrávy

Jetelotrávy jsou společenstva jednoho nebo více druhů jetelovin s jedním nebo více druhy trav, případně i bylin. Jetelotrávy jsou označovány za krmivo, jehož jednotlivé složky jsou vzájemně živinově doplňovány. Jeteloviny zastupují funkci dodavatelů především dusíkatých látek, popelovin a vitamínů. Trávy dodávají větší množství sacharidů a snižují nadýmový účinek jetelovin (TAUFEROVÁ et al., 2014). V současné době rozhodující plochu zaujímají směsky jetele lučního s travami (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Méně významnými jsou vojtěškotravní či štírovníkotravní směsi.

3.8.1 Jetelotravní směsky

Jetelotravní směsky se pěstují zejména na takových místech, kde u jetele lučního není dosahováno plných výnosů v důsledku vymrzání, napadení rakovinou, na půdách vlhčích, těžších, tzn. na horších stanovištích. Z těchto důvodů mají jetelotravní směsky své opodstatnění převážně ve vyšších oblastech, kde čisté porosty jetele lučního nepřinášejí stabilní výnosy vlivem méně příznivých ekologických podmínek (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Jetel jako přirozená složka luk a pastvin velmi dobře prospívá ve smíšeném porostu s vhodnými druhy trav (KLESNIL et al., 1978). Dochází k lepšímu využití půdního prostoru, v důsledku hlubokého zakořenění jetele a mělce kořenicích trav. Taktéž je lépe využít i nadzemní prostor. Travní složka přízemními listy vyplňuje nižší patro, jetel vyšší (ŠNOBL & PULKRÁBEK, 2005). Jetel je ve směskách s travami vytrvalejší než ve formě monokultury, jetelotrávy také lépe překonávají silnější poškození hraboši a vyrovnávají se i s nepříznivým působením zimy (VELICH et al., 1994). Nevýhodou jetelotrav je zvýšená potřeba dusíkatého hnojení (ŠANTRŮČEK et al., 1995). Jako velmi cenná vlastnost je považována, z hlediska organizačně provozního, rozdílná doba sklizně v prvním a druhém užitkovém roce. Výhoda tkví ve vhodném rozložení pracovní špičky i pro plynulejší zásobování zelenou pící. Jetelotravní směsky jsou nejčastěji využívány na 1 – 2 užitkové roky, ale existuje však možnost prodloužení na 3 roky i více let (PETŘÍK et al., 1987).

4. Mužák prorostlý

Poklesy spojené se zástupem víceletých píceňin v osevním sledu (v posledních dvaceti letech až o několik stovek tisíc hektarů) má negativní dopad na kvalitu zemědělské půdy. Důsledkem je zvyšování eroze a zhutnění půdy, také dochází k degradaci půdní organické hmoty a v podstatě i k celkovému snížení půdní úrodnosti. Z těchto důvodů je velice podstatné, aby docházelo k zavádění nových udržitelných technologií. Pro výše popsané, již zmiňované účely se jeví jako jednou z neperspektivnějších plodin mužák prorostlý (UŠŤAK, 2012). Mužák prorostlý, jakožto ligno-celulósová rostlina, v sobě skrývá velký energetický potenciál, zároveň s sebou přináší určitá ekonomická rizika a v nejbližší době zřejmě nebude možné jeho větší rozšíření bez podpory státu. Výhodné pěstování této rostliny je závislé na několika faktorech, jako je druh půdy, způsob využití a účel, možnost sklizně a dopravy apod. Pro ekonomické zacházení se musí porovnávat náklady spojené s pěstováním a výnosové a energetické aspekty (HAVLŮ, 2008).

Mužák prorostlý, který jiným názvem můžeme také pojmenovat jako smoloroň prorostlá, je vytrvalá, žlutě kvetoucí bylina, patřící do čeledi hvězdčovitě (*Asteraceae*) (WEGER et al., 2012). Tato rostlina je příbuzná jedné z nejdůležitějších zemědělských plodin, a to slunečnici roční (UŠŤAK, 2012). Je výjimečná svojí vysokou ekologickou hodnotou (oproti tradičním energetickým plodinám – např. kukuřice), která je vzhledem k nízkým požadavkům na údržbu (v porovnání s jednoletými plodinami) a vysokému výtěžku biomasy a bioplynu obzvláště vhodná jako energetická plodina (GANSBERGER et al., 2014). Tuto netradiční pícninu lze využít nejen k produkci krmiv, kromě toho má své uplatnění jakožto surovina vhodná pro výrobu bioplynu. Řadí se mezi jednu z mála dlouhověkových plodin, které jsou schopny růst na jednom stanovišti až 20–25 let (jestliže jsou porosty dobře založeny). Její pěstování může zajistit nejenom vysokou produkci technické fytomasy (výroba bioplynu), ale zabezpečit i efektivní zvýšení protierozní stability (UŠŤAK, 2012). Může být také použit v podobě průkopnické plodiny pro rekultivaci degradované půdy (GANSBERGER et al., 2014) Dostupná literatura poskytuje zavádějící informace o počtu druhů rodu *Silphium*, do kterého náleží právě mužák prorostlý – je uváděno 15, 23 či 33 druhů, které jsou výsledkem polymorfismu vyskytujícího se v tomto rodu (KOWALSKI & KEDZIA, 2008). Autoři

(CLEVINGER & PANERO, 2000) provedli molekulární analýzu sbírky druhů, náležících do rodu *Silphium*, pomocí které došlo k rozlišení rodu na dvě části – *Silphium* a *Composita*. K dalším úvodním zajímavostem patří zjištění, že název tohoto rodu upomíná na starověké legendární silphion, rostlinu vylučující pryskyřici, známou pro své blahodárné účinky (KOWALSKI & KEDZIA, 2008). Některé zdroje dokonce uvádějí, že mužák prorostlý je řazen mezi masožravé rostliny, ačkoliv masožravost nebyla jasně prokázána (STUDNIČKA, 1984).

4.1 Původ

Mužák prorostlý (*Silphium perfoliatum*) původně pochází z préríí východní části Severní Ameriky, kde se vyskytuje konkrétně především v údolích řek a jezer (STANFORD, 1990; USŤAK, 2012). Konkrétně do Evropy byl importován již okolo poloviny 18. století a to zejména díky svým dekorativním rysům (uplatnění v parcích a zahradách) a v přírodní flóře se zde tedy vyskytuje pouze jako zavlečená rostlina (KOWALSKI & KEDZIA, 2008; USŤAK, 2012). V bývalém Sovětském svazu byla od samého počátku pěstována pro krmení (WRÓBEL et al., 2013). V podobě krmiva pro dobytek se uplatnil i v Severní Americe či bývalé Německé demokratické republice (BAUBÖCK et al., 2014). Jeden ze zdrojů informuje, že podobný trend je šířen v Bělorusku a Ukrajině, nicméně v důsledku poměrně velkého množství výzkumů je takového názoru, že vysoký obsah fenolových kyselin snižuje možnost využívání právě pro tento účel (WRÓBEL et al., 2013).

4.2 Botanická charakteristika

S. perfoliatum L. je vytrvalá rostlina z čeledi *Asteraceae*, rodu *Silphium*, zahrnující *Silphium trifoliatum* L., *Silphium integrifolium* Michx. a *Silphium lacinatedum* L., *Silphium masteriseus* L., *Silphium radula* L., které jsou rozšířené v Severní Americe a Mexiku (GANSBERGER et al., 2014). SETTLE (1967) uvedl, že konkrétně *S. perfoliatum* L. (mužák prorostlý) obsahuje 14 diploidních chromozomů. Asimiluje atmosférický CO₂ cestou typu C₃ (STANFORD, 1990). V současné době nejsou ve společném evropském seznamu registrovaných odrůd žádné schválené odrůdy s typickými vlastnostmi. K dispozici jsou pouze semena (osivo) odlišného zeměpisného původu v podobě kultivarů, introdukovaných z přírodní flóry (Rusko, Severní Amerika). *Silphium* má tedy široký genetický rozsah

a rostliny jsou heterogenní (GANSBERGER et al., 2014; USŤAK, 2012). Existují dvě rozpoznané odrůdy mužáku prorostlého: var. *connatum*, který má ochlupený stonek a var. *perfoliatum* (MATTHEWS et al., 2015).

Výraznou součástí mužáku je silný, dužnatý a vzpřímený stonek, který dorůstá 1,2 – 2,5 m (i více) a na svém průřezu je charakteristicky čtyřhranný, ale může být šesti až osmihranný, s průměrem ve spodní části 1,5–2 cm. Mužák prorostlý dosahuje v podmínkách mírného klimatického pásma Evropy celkové výšky 2,2–3,4 m. Počet produktivních stonků se pohybuje v rozmezí od 6–12 kusů (WEGER et al., 2012; USŤAK, 2012). Celkové množství stonků (od 10–25) se zvyšuje věkem/stářím rostliny (MATTHEWS et al., 2015). Jestliže dochází ke zlomení či naříznutí stonku, roní tzv. gumovitou pryskyřičnou mizu (šťávu) silné vůně podobné terpentinu (MATTHEWS et al., 2015; KOWALSKI & KEDZIA, 2008). Stonky jsou tvořeny 8–12 internody o délce 20–30 cm (MATTHEWS et al., 2015). Rostlina se také vyznačuje tím, že spodnější drsné vstříčné prorostlé listy s hrubě zubatými okraji jsou spojeny řapíky. Naopak prostřední a hořejší listy řapíky postrádají a páry listů bazálně spojené objímají stonek a tím vytvářejí přirozený pohárek, sloužící k zachycování vody – listy „sedí“ přímo na stonku, který jakoby prorůstá skrz ně, odkud pochází druhotný název plodiny – prorostlý (WEGER et al., 2012; USŤAK, 2012). Listy jsou tedy tmavě zelené barvy, ozubené/zubaté (zejména na okrajích/hranách) a trojúhelníkovitého až oválného/vejčitého tvaru s drsným povrchem na horní straně. Délka listů dosahuje maximálně 40 cm a jejich šířka činí až 25 cm, rozmístění je vstříčné (horní lístky jsou o něco kratší) (MATTHEWS et al., 2015; WRÓBEL et al., 2013). Jelikož jsou květy drobnějšího charakteru, bývají uspořádány do typického mnohokvětého útvaru pro rostliny z čeledi hvězdnicovitých, tzv. úboru (*anthodium*) o průměru 3–6 cm. Vzniká terčovitým rozšířením květního lůžka, na němž nasedají jazykovité a trubkovité květy. Jazykovité květy jsou souměrné s korunou jazykovitou a tvoří okraj úboru, tzv. paprsek a trubkovité květy jsou pravidelné s korunou trubkovitou a tvoří ve střední části úboru tzv. terč. Těchto květních úborů se na jednom stonku vyskytuje zpravidla okolo 16–20 (KREJČÍ & SLABÝ, 2008; USŤAK, 2012). V závislosti na růstových podmínkách, rostliny produkují jasně žluté květy od začátku července do konce září. Fáze kvetení je dlouhá, jelikož dochází k neustálé formaci nových květů, přičemž každý z nich kvete okolo 10–12 dní (GANSBERGER et al., 2014). Květy jsou tedy

žluté se světle žlutými okvětními lístky (20–40) a tmavěji žlutým středem (WEGER et al., 2012). Plodem je dvoukřídlá nažka hnědé barvy, jejíž HTS (hmotnost tisíce semen) se pohybuje v rozmezí 20–25 g (UŠŤAK, 2012). Plody jsou zelené až hnědé barvy, 9–15 mm dlouhé, 6–9 mm široké s maximální tloušťkou 1 mm (MATTHEWS et al., 2015). Po rozkvětu, mužák vyvíjí na každém svém květu 18–30 takovýchto plodů (GANSBERGER et al., 2014). Z hlediska kořenového systému je významný první rok po výsevu, kdy dochází zejména k formování hlavního kořene, který je dosti dlouhý, sahá do hloubky cca 120–150 cm, tudíž i silný a dobře vyvinutý (STANFORD, 1990; WEGER et al., 2012; UŠŤAK, 2012). Silný kořenový systém umožňuje efektivně využívat půdní vodu z velkých hloubek (GANSBERGER et al., 2014). V průběhu let se kořeny od sebe začínají rozpadat, tím dojde k vytvoření během 6–8 let 8–12 jednotlivých odnoží (UŠŤAK, 2012)

4.2.1 Chemická skladba

Díky stanovení chemického složení došlo k odhalení, že výše uvedené druhy, patřící do rodu *Silphium*, jsou charakterizovány příznivým obsahem minerálních látek a primárních metabolitů, tj. bílkovin (bohatých na esenciální aminokyseliny), sacharidů, kyseliny L-askorbové, stejně tak i sekundárních metabolitů, tj. terpeny s éterickými oleji, triterpenové saponiny-oleanosidy, karoteny, fenolové kyseliny, taniny a flavonoidy. PIŁAT et al. (2007) a MAJTKOWSKI et al. (2009) poukazují na možné toxické působení fenolových kyselin s mikroflórou bachoru, jež je zodpovědný za rozklad strukturálních sacharidů. Shodují se však, že během vegetační fáze je obsah těchto složek nejnižší a začátkem kvetení nejvyšší (následné snížení počátkem formace semen). Rezervy v podobě inulinu jsou obsaženy v oddencích a kořenech (KOWALSKI & KEDZIA, 2008; KOWALSKI & WOLSKI, 2005). Příznačný zejména pro rostliny mužáku prorostlého je vysoký obsah karotenu v sušině, který dosahuje až 165,17 mg/kg (ŤIŤEI et al., 2013). Obsah saponinových sloučenin v listech, květenství i oddencích, je cennou surovinou pro farmaceutický průmysl (WRÓBEL et al., 2013).

V následující tabulce č. 7 je uveden průměrný obsah mikroelementů v nadzemní biomase mužáku, jehož hodnoty jsou porovnány s kukuřicí.

Tabulka č. 7 – Průměrné obsahy mikroelementů

Plodina	Průměrný obsah mikroelementů, mg/kg sušiny fytomasy							
	B	Fe	Mn	Co	Cu	Mo	Ni	Zn
Mužák	31,7	136,1	41,0	0,32	7,22	0,52	0,85	15,8
Kukuřice	3,70	72	25	0,07	11,5	0,36	0,64	22,5
Poměr M : K	8,6	1,9	1,6	4,6	0,6	1,4	1,3	0,7

(UŠŤAK, 2012)

Z tabulky je zřejmé, že mužák má ve srovnání s kukuřicí výrazně vyšší nároky na uvedené mikroelementy s výjimkou Cu a Zn. Největší rozdíly jsou u čerpání B (cca 9x vyšší oproti kukuřici), Co (cca 5x), Fe a také Mn (cca 2x). Proto při přihnojení těmito mikroelementy můžeme očekávat pozitivní výnosový efekt (UŠŤAK, 2012). Bohatost zejména esenciálních aminokyselin, jež zvyšují biologickou hodnotu mužáku prorostlého, jsou také znázorněny v následující tabulce č. 8. ŤÎŤEI et al. (2013) po provedení této analýzy došel k závěru, že rostliny *Silphium perfoliatum* mají celkově vyšší obsah aminokyselin, než rostliny Slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*). O rok později tentýž autor ŤÎŤEI (2014) přišel se zprávou, která dokazuje vyšší obsah esenciálních aminokyselin u mužáku prorostlého oproti vojtěšce seté (*Medicago sativa*).

Tabulka č. 8 – Množství aminokyselin v mužáku prorostlém

Aminokyseliny esenciální	mg/%	Zastoupení aminokyselin v %
Isoleucin	0,133	4,11
Leucin	0,353	9,74
Lysin	0,145	4,45
Methionin	0,112	3,45
Fenylalanin	0,133	4,11
Threonin	0,147	4,54
Valin	0,147	4,36
Aminokyseliny semiesenciální		
Arginin	0,146	4,50
Histidin	0,046	1,43
Aminokyseliny neesenciální		
Alanin	0,139	4,29
Asparagin	0,340	9,38
Glutamin	0,335	9,33
Glycin	0,155	4,77
Prolin	0,215	6,61
Serin	0,162	5,00
Tyrosin	0,200	6,78

(ŤÎŤEI et al., 2013)

4.3 Nároky na stanoviště

V přirozených podmínkách původu se mužák nejčastěji vyskytuje v nízkých lesích, loukách, prériích, podél toků a železničních tratích (WEGER et al., 2012). Jelikož k přirozenému růstu dochází především na místech s vysokou vlhkostí vzduchu i půdy, mužák může být rovněž nalezen ve vlhčích, písčinych a záplavových oblastech, podél říčních údolí a břehů, jezer či roklí (MATTHEWS et al., 2015; GANSBERGER et al., 2014). Pro výběr lokality nejsou rozhodujícím faktorem klimatické podmínky a nadmořská výška. Odůvodněním je fakt, že mužák prorostlý je mrazuvzdorná a na teplo nenáročná plodina. Primární je kvalita půdy, zejména její kyselost a obsah minerálních živin. Nejlépe se mu daří a nejlepších výnosů je dosaženo na půdách s hlubokou orniční vrstvou, bohatou zásobou humusu a základních živin. Vyžaduje téměř neutrální až mírně alkalické půdy, ale na půdní reakci není zvláště citlivý. Vysoká kyselost (pod pH 5,5), alkalita (nad pH 8,5) půd a nízký obsah fosforu (P) má negativní dopad na růst rostliny. Výnosy bývají nižší na půdách chudých, mělkých, výsušných. Vyžaduje středně vlhké až vlhčí stanoviště, ale zapojený porost toleruje i přísušky. Limitující podmínkou pro pěstování je ale nadměrné zamokření, neboť vysoká hladina půdní vody způsobuje uhnívání kořinek (UŠŤAK, 2012; WEGER et al., 2012). Hydromorfí půdy jsou tedy nevyhovujícími (GANSBERGER et al., 2014). Mužák prorostlý může být pěstován i na méně využitelných pozemcích – erodované, kontaminované, degradované a půdy jinak postižených antropogenních činností. Předpokladem je však potřeba vydatného organického hnojení. Své uplatnění nachází i v marginálních oblastech, nicméně vyžaduje teplé polohy, chráněné proti silným větrům (UŠŤAK, 2012). Mužák tedy může zastupovat roli krmné plodiny v takových oblastech, které nejsou vhodné pro produkci zejména kukuřice a vojtěšky (ALBRECHT & GOLDSTEIN, 1997).

Tabulka č. 9 ukazuje výnosy biomasy *Silphium perfoliatum* L. na různých lokalitách v Německu. I z výsledků je zřejmé, že není znám žádný zřetelný vliv různých klimatických podmínek a druhů půdy/zeminy na výnos. Při rostoucí nadmořské výšce se však krátí vegetační doba a následují celkově nižší výnosy mužáku. Ve výsledku, mužák prorostlý je tolerantní vůči půdním požadavkům, každopádně kvalitní půda je nezbytná pro dosažení vysokých výnosů biomasy (GANSBERGER et al., 2014).

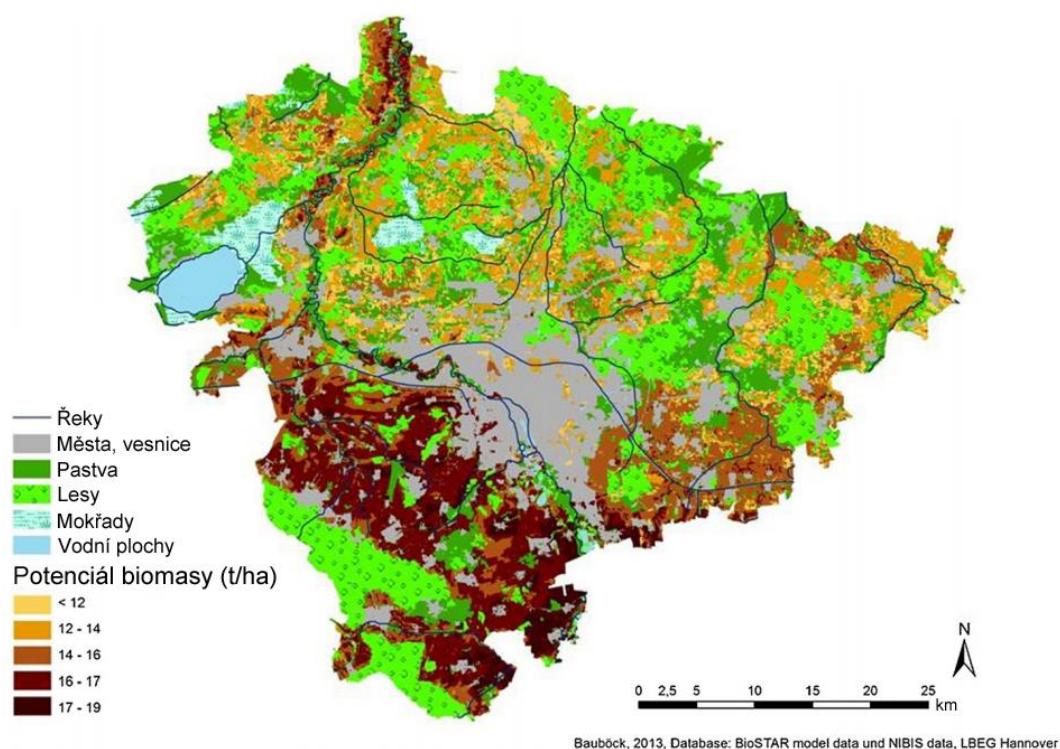
Tabulka č. 9 – Výnos sušiny mužáku prorostlého pod vlivem různých typů půd a nadmořské výšky v Německu

Půdní druh	Výška (m)	Průměrná roční teplota (°C)	Průměrné roční srážky (mm)	Výnos sušiny (t/ha)	Poloha
Hlinitopísčítý	11	8,0	534	16,8 ^A	Malchow
Písčitohlinitý	25	8,2	515	15,9 ^A	Christinenfeld
Hlinitý	75	8,8	469	13,4 ^A	Biendorf
Hlinitý	190	8,6	506	19,0 ^C	Bendeleben
Hlinitý	310	7,6	580	17,7 ^A	Gotha
Písčitohlinitý	342	7,7	744	12,2 ^A	Berthelsdofr
Písčitohlinitý	445	6,2	722	9,6 ^B	Bärenrode
Hlinitopísčítý	475	6,6	777	9,9 ^A	Kalteneber
Hlinitopísčítý	117	10,1	742	19,6 ^D	Rheinstetten- Forchheim
Hlinitopísčítý	350	8,7	830	11,5 ^D	Kupferzell
Písčitohlinitý	545	8,0	911	12,6 ^D	Aulendorf
Jílovitohlinitý	720	5,8	901	7,3 ^D	Marbach

A – průměrná hodnota po dvou sklizních **B** – po čtyřech sklizních,
C – po pěti sklizních, **D** – druhý rok kultivace (pouze jedna kultivace)
(GANSBERGER et al., 2014)

Další výzkum, který uskutečnil BAUBÖCK et al. (2014) v oblasti Hannoveru stanovil, že potenciál produkce sušiny mužáku prorostlého není tak vysoký jako u kukuřice. Nicméně na jihu sledované oblasti byly zaznamenány výnosy okolo 16–17 t/ha a na některých půdách bylo dosaženo výnosů suché hmoty až 19 t/ha. V severní části, kde převládala písčinná půda, byl průměrný potenciál sušiny mužáku prorostlého okolo 12–14 t/ha. Na některých půdách však dle autora může být potenciál výnosu sušiny nižší než 12 t/ha.

Schéma č. 1 – Potenciál suché biomasy mužáku prorostlého v oblasti Hannoveru



(BAUBÖCK et al., 2014)

Mužák prorostlý je velice vhodně přizpůsobený na různé evropské klimatické podmínky (MATTHEWS et al., 2015). Poněvadž se jedná o ranou bylinu velmi odolnou vůči vymrzání, vyžadující vhodné vlhkostní poměry, podmínky mírného klimatického pásma jsou ideálními pro jeho pěstování (UŠŤAK, 2012). Nejvhodnějšími teplotami pro optimální růst jsou považovány teploty okolo 20 °C, tudíž je zapotřebí pravidelného slunečního svitu (STANFORD, 1990). Delší období se střídajícími se teplotami zajišťují optimální podmínky pro klíčení semen a k růstu během jara dochází při teplotě okolo 5 °C a více (MATTHEWS et al., 2015). Plodina je náchylná vůči zastínění, proto vyžaduje slunná stanoviště. Z tohoto důvodu jsou ideální volbou jižní nebo jihozápadní svahy (UŠŤAK, 2012). V zimě během dormance mohou kořeny a rostlina jako taková přežít mrazy až -30 °C (vysoce odolný druh vůči mrazu) a také se dokáže vypořádat se záplavami působící po dobu 10–15 dní. Zároveň za předpokladu dostatečného množství vody se dokáže vypořádat i s vysokými letními vedry (nedostatek vody v průběhu vegetace však snižuje produktivitu výnosů) (STANFORD, 1990; UŠŤAK, 2012; WRÓBEL et al., 2013). Částečně napomáhají odolnosti vůči suchým podmínkám listy, které tzv.

sbírají vlhkost ze vzduchu (BAUBÖCK et al., 2014) Minimálními požadavky na vodu jsou přibližně 400–500 mm/rok a 200–250 mm je zapotřebí během vegetačního období, tudíž podobně jako u kukuřice (GANSBERGER et al., 2014). V pětileté experimentální studii PAN et al. (2011) poznamenal, že mužák, jakožto zástupce víceletých plodin, vykazoval lepší výsledky v oblasti spotřeby vody než vojtěška setá. V rámci studií došlo také ke zjištění, že mužák je efektivnější než kukuřice ve využití vody během suššího vegetačního období, naopak kukuřice převyšuje mužák v účinnosti během let s běžnými či nadprůměrnými dešťovými srážkami. Dále tato studie naznačuje, že mužák je schopen produkovat podstatně více biomasy za suchých podmínek nežli kukuřice. Mužák tedy prokázal svoji účinnost z hlediska efektivity využití vody.

4.4 Vlastnosti mužáku prorostlého

Kromě již celé řady zmiňovaných vlastností, které jsou oceňované po mnoha směrech, mužák také přispívá k ochraně podnebí, půdy i vody. Vzhledem k celoročnímu a víceletému pokrytí půdy, je riziko vzniku eroze a vyluhování či vyplavování živin, v porovnání s ročními energetickými plodinami, značně redukováno. Také podporuje tvorbu půdy a využívá procesu sekvestrace uhlíku, což vede k lepší úrodnosti půdy a udržování rovnováhy skleníkových plynů (GANSBERGER et al., 2014). Důležitou roli zaujímá od druhého roku vegetace, kdy dochází k intenzivnímu a rychlému vývoji. Proto může být výhodné jeho využití v podobě rezervního krmiva, jestliže jednoleté krmné rostliny, zejména kukuřice nebo slunečnice, jsou v raných fázích vývoje (TÍŤEI et al., 2013). Invazní potenciál mužáku je klasifikován jako poměrně nízký, protože má relativně pomalejší vývoj během počátečních fází vývoje a také neumožňuje formaci hlubších oddenků (HAAG et al., 2014). Choroby ani škůdci obvykle u mužáku nepředstavují velká rizika. Plevelé mohou činit problém v roce výsevu, v dalších letech ale dochází k takovému zahuštění porostu, že jsou absolutně potlačeny (WEGER et al., 2012). Během dalších studií, tentokrát prováděné Státním zemědělským institutem inženýrství a bioenergie na univerzitě v Hohenheimu, došlo nejen ke stanovení potenciálu produkce metanu. Studie ukázala, že mužák může v podobě alternativní plodiny přispět k diverzifikaci tradičních bioplynových substrátů, protože nabízí energetický výnos v rozmezí mezi převážně využívanými silážemi trávy a kukuřice

(HAAG et al., 2014). Využití této plodiny pro bioplyn také umožňuje fakt, že se jedná o jednu z nemnohých vysokoprodukčních bylin, které výborně a bezodkladně obrůstají po sečení, což umožňuje uskutečnění její vícesečné sklizně na zelenou hmotu. Z ekonomických důvodů se obvykle omezuje na 2 až 3 sklizně za rok (UŠŤAK, 2012). Také je doporučováno zpracování biomasy mužáku prorostlého do formy zejména briket. Tepelná kapacita absolutně suché hmoty dosahuje 18,3 MJ/kg. Hustota briket vyrobených právě z mužáku, který může být snadněji zpracován do této formy např. na rozdíl od slunečnice topinambur, činí 949 kg/m³ (ŤÍŤEI et al., 2013). WRÓBEL et al. (2013) taktéž poukazuje na vhodnost této suroviny pro výrobu kompaktních pevných biopaliv. Podle několika autorů (NEUMERKEL & MÄRTIN, 1982; VACEK & ŘEPKA, 1992) je mužák jak samosprašný, tak i cizosprašný. Nektar a pyl této rostliny jsou k dispozici jako zdroj potravy pro včely a jiné opylovače. V kontrastu s nekvetoucími plodinami, mužák poskytuje cenné struktury a potravinové zdroje pro hmyz, čímž dochází k podpoře zdraví včel a zatraktivnění zemědělské půdy (GANSBERGER et al., 2014). V letech 2000–2004 byla u mužáku prorostlého testována na lehké podzolicé půdě v Puławách jeho včelařská hodnota. Z výsledků bylo potvrzeno, že si zaslouží pozornost všech včelařů. Průměrná hodnota za sledované roky z pohledu produkce medu činila 564 kg/ha (JABLONSKI & KOLTOWSKI, 2005). Produkce pylu se pohybuje okolo hodnot 200–300 kg/ha (WRÓBEL et al., 2013). Za zmínku také stojí, že severoamerické indiánské kmeny používaly různé orgány této rostliny pro léčebné účely. Zejména kořen má antiemetické, antireumatické, analgetické, tonické a diaforetické vlastnosti, může být využíván jako léčebný prostředek při gynekologických onemocnění, léčbě jater, sleziny a vředů, nachlazení, horečce aj. (KOWALSKI & KEDZIA, 2008). DAVIDYANTS et al. (1997) věnoval pozornost saponinům obsažených v listech mužáku, inhibující vývoj některých fytopatogenních hub (*Dreschlera gramineae*, *Rhizopus nodosus* a *Rhizopus nigricans*). Další studie prováděné na základě biologické aktivity extraktů získaných z mužáku prorostlého naznačily akceleraci hojení ran a antiarteriosklerotické účinky (Jamiołkowska & Kowalski, 2012). Starší rostliny vytvářejí tzv. trsy (shluky), z nichž jednotlivé rostliny vyrůstají a mužák se dá dělením těchto trsů velice dobře množit, a to při vysoké (více jak 95 %) ujímavosti. K problémům ale můžeme zařadit vysokou pracnost – potřeba ruční práce při dělení jednotlivých trsů (WEGER et al.,

2012). Dle současných poznatků má tedy mužák prorostlý rozsáhlý potenciál využití zejména jako krmná, technická, medonosná a půdo-ochranná plodina (UŠŤAK, 2012).

Tabulka č. 10 – Charakteristické hodnoty mužáku prorostlého v porovnání s různými bioplynovými substráty

Substrát	Výnos		
	Nízký	Střední	Vysoký
Travní siláž			
Výnos [Mg FM/ha]	23	29	43
Skladovací ztráty [%]	12	12	12
Organická sušina [FM %]	31,61	31,61	31,61
Specifický metanový výtěžek [$\text{m}^3 \text{N/Mg DM}$]	310	310	310
Metanový výnos [$\text{m}^3 \text{N/Mg FM}$]	98	98	98
Metanový výnos na ha [$\text{m}^3 \text{N/ha}$]	1984	2501	3708
Hrubý výnos energie na ha [kWh/ha]	19,77	24,93	36,97
Kukuřičná siláž			
Výnos [Mg FM/ha]	40	50	60
Skladovací ztráty [%]	12	12	12
Organická sušina [FM %]	31,18	31,18	31,18
Specifický metanový výtěžek [$\text{m}^3 \text{N/Mg DM}$]	340	340	340
Metanový výnos [$\text{m}^3 \text{N/Mg FM}$]	106	106	106
Metanový výnos na ha [$\text{m}^3 \text{N/ha}$]	3731	4664	5597
Hrubý výnos energie na ha [kWh/ha]	37,19	46,49	55,79
Siláž mužáku prorostlého			
Výnos [Mg FM/ha]	45	53	65
Skladovací ztráty [%]	12	12	12
Organická sušina [FM %]	22,02	22,02	22,02
Specifický metanový výtěžek [$\text{m}^3 \text{N/Mg DM}$]	251	251	251
Metanový výnos [$\text{m}^3 \text{N/Mg FM}$]	55,27	55,27	55,27
Metanový výnos na ha [$\text{m}^3 \text{N/ha}$]	2189	2578	3161
Hrubý výnos energie na ha [kWh/ha]	21,80	25,67	31,49

(HAAG et al., 2014)

4.5 Kultivace

Přestože je kultivace mužáku prorostlého (zejména v prvním roce) v současné době poměrně složitý proces, významným hospodářským přínosem je vytrvalé využití rostliny, neboť náklady na přípravu a výsadbu osiva se vyskytují pouze jednou za deset let (HAAG et al., 2014). Velkou výhodou této plodiny je skutečnost, že po prvním roce nepotřebuje další kontrolu plevelu a žádnou dodatečnou aplikaci pesticidů. Kvalita osiva je však stále třeba vylepšit, aby se rozšířilo využití mužáku jako běžné energetické plodiny (BAUBÖCK et al., 2014). Předplodiny s vlastnostmi, jimiž potlačují plevel, se doporučují kvůli nízké konkurenceschopnosti mužáku během prvního roku kultivace. Jiné účinky předplodin však nejsou pro následující roky tak důležitými z důvodu dlouhodobé využitelnosti mužáku (GANSBERGER et al., 2014). Mužák tedy není náročný na předplodinu, nedoporučuje se ho však vysévat na pozemcích, kde byly v předchozích letech aplikovány přípravky s účinnou látkou atrazine, trifluralin a chlorsulfuron. Nejvhodnějšími předplodinami jsou okopaniny, ozimé obilniny nebo řepka (UŠŤAK, 2012).

Jako většina vytrvalých plodin, mužák vyžaduje před setím odplevelení a pečlivé agrotechnické zpracování půdy. Náročnější péči vyžaduje zejména v prvním roce vegetace, tudíž půda k setí musí být velice pečlivě připravena, což usnadní údržbu porostů (UŠŤAK, 2012). Příprava pozemku před setím spočívá v podzimní hluboké orbě, na jaře pak v operacích zajišťujících rovný, nezaplevelený povrch půdy s drobtovitou strukturou (WEGER et al., 2012). Po sklizni předchozí plodiny by měla být prováděna intenzivní úprava půdy, aby se snížil tlak plevelu (GANSBERGER et al., 2014). Optimální postup předsetíové přípravy půdy zahrnuje podzimní středně hlubokou až hlubokou orbu, přičemž je zároveň doporučováno ji spojit s aplikací zvýšených dávek fosforu (P_2O_5 75 kg/ha) a draslíku (K_2O 300 kg/ha). Velmi vhodná je i předběžná aplikace organických hnojiv nejlépe kompostové kvality (C_{ox} min. 12,5 %; N_{tot} min. 0,6%) v dávce 40–60 t/ha. Nemělo by chybět urovnání povrchu smykáním a vláčením. Na vzešlé plevely před setím by měla být provedena aplikace vhodných chemických přípravků totálního charakteru – herbicidy typu Roundup a Touchdown (UŠŤAK, 2012). STANFORD (1990) doporučuje Treflan. Několik týdnů před setím je doporučováno převlácení pozemku lehkými branami nebo mělké prokypření kombinátorem či rotavátorem.

Před osevem by mělo dojít k přípravě půdy do jemné drobtovité struktury s následným důkladným válčováním (USŤAK, 2012). Optimální termíny setí mužáku jsou následující: na podzim – 3. dekáda října až 1. dekáda listopadu, na jaře – 2. až 3. dekáda dubna (USŤAK, 2012). Setí se provádí do širokých řádků (40–70 cm) s celkovým výsevkem 10–40 kg/ha (STANFORD, 1990). Při setí za účelem produkce osiva jsou doporučovány širší řádky a nižší výsevky. SOKOLOV & GRITSAK (1972) doporučují provedení výsevu na konci podzimu, nejpozději však 15–20 dní před prvním nočním mrazem. Osivo, sázeno během jara, vyžaduje dvouměsíční stratifikaci – vystavení semen teplotám v rozmezí 3–5 °C ve vlhkém prostředí za občasného promíchávání za účelem okysličení (USŤAK, 2012; SOKOLOV & GRITSAK, 1972). Dle BAUBÖCK et al. (2014) je nejlepších výsledků dosaženo, pokud je osivo vyseto a je na něj dohlíženo ve sklenicích a následně transplantováno v podobě mladých rostlinek se třemi nebo čtyřmi listy na pozemek během měsíce květen či červen. V současné době je tedy preferovanou metodou výsadba předkultivovaných sazenic. K rozmnožování rostlin mužáku může dojít pomocí obou přirozených způsobů – generativně (přímé vysetí semen nebo vysazením semenáčků) i vegetativně (dělením trsů) (GANSBERGER et al., 2014). Výsev je prováděn do hloubky cca 0,5–1 cm na těžkých půdách, 1–2 cm na středně těžkých půdách a 2–3 cm na půdách lehkých. Pokusy provedené NEUMERKEL & MÄRTIN (1982) k určení optimální hustoty výsevu ukázaly, že nejvyššího výnosu biomasy je dosaženo s variantou 10 x 50 cm. Při snížení hustoty výsevu se výtěžnost snížila (10 x 75 cm, 25 x 75 cm, 25 x 50 cm). Optimální hustota výsadby předkultivovaných sazenic by měla činit 4 rostliny/m², přičemž nejčastěji jsou využívány rozpony o hodnotách 50 x 50 cm, 50 x 75 cm a 75 x 75 cm (GANSBERGER et al., 2014; CONRAD et al., 2009). Po setí je nutné provést další válení. Následné ošetření porostů spočívá ve vláčení po vzejití a jedno- až dvojnásobném meziřádkovém plečkování za účelem mechanického odstranění plevelů a kypření půdy. Pro zabezpečení rovnoměrné hloubky setí, lepšího kontaktu semena s půdou a zlepšení zásobení klíčku rostlin vláhou je doporučováno půdu po setí uválet hladkými válci (USŤAK, 2012). V prvním roce by plodina měla být zavedena do půdy a rostliny by měly před zimou, tudíž koncem vegetace, vytvořit centrální růžici, skládající se z 12–16 listů a formovat kořenový systém. Následující jaro rostliny rostou velmi rychle a mohou přinést první sklizeň na začátku podzimu

(BAUBÖCK et al., 2014; TĚTEI et al., 2013). Vegetační období u mužáku je obzvláště dlouhé – obvykle delší než 200 dnů (UŠŤAK, 2012). Ve druhém roce a dalších letech vegetace, teplota vzduchu přesahující 5 °C znamená počátek jarního vývoje rostlin z generativních pupenů tvořených na oddencích, procházející všemi fázemi ontogenetického vývoje, které jsou ukončeny tvorbou semen (TĚTEI et al., 2013). Od druhého roku jsou (tj. prvního roku sklizně) jsou celkové požadavky na péči mnohem nižší – na jaře je nutné provést hnojení přizpůsobené kvalitě půdy a výnosu (GANSBERGER et al., 2014).

Má zapotřebí pouze 135–150 kg dusíkatých hnojiv na hektar/rok, což může být ekonomickým přínosem ve srovnání s kukuřicí (185 kg dusíkatých hnojiv/ha/rok) (HAAG et al., 2014). Dle CONRAD et al. (2009) plodina vyžaduje 10 kg dusíku k tomu, aby vyprodukovala 1 t sušiny. PICHARD (2012) v důsledku svých výzkumů usoudil, že mužák prorostlý s velkou pravděpodobností nikdy nebude mít žádné problémy s nitrátovou toxicitou, jelikož absorbuje omezená množství N při nízké rychlosti. Minerální a organická hnojiva jsou vhodnými, přičemž nejvyšší výtěžnost biomasy je dosažena při kombinaci právě minerálních hnojiv a tekutého digestátu (GANSBERGER et al., 2014). V závislosti na úrovni zásobování a množství živin v půdě je případně nutné hnojení fosforem (25–30 kg/ha), draslíkem (200–250 kg/ha), hořčíkem (50–70 kg/ha) a vápníkem (250–300 kg/ha) (CONRAD et al., 2009).

5. Cíl práce

Primárním cílem bakalářské práce bylo zpracování experimentálních dat, posouzení vhodnosti mužáku prorostlého (*Silphium perfoliatum* L.) pro pícninářské účely na základě získaných dat a následné porovnání s výsledky a hodnotami kukuřičné siláže. Součástí práce bylo vypracování literárního přehledu, jež shrnuje problematiku pěstování mužáku prorostlého. Dalším cílem bylo seznámení se s metodikou zakládání a ošetřování porostů mužáku prorostlého v rámci polních pokusů.

5.1 Hypotézy

1. Na základě dostupných literárních údajů lze předpokládat, že výnos fytomasy mužáku prorostlého z jednotky plochy ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ sušiny) nebude v prvním roce pěstování dosahovat plného výnosového potenciálu.
2. Na základě dostupných údajů lze předpokládat, že kvalitativní parametry siláže mužáku prorostlého budou dosahovat srovnatelných hodnot s kukuřicí setou pěstovanou pro krmivářské účely.

6. Materiál a metodika

6.1 Lokalita

Praktická část bakalářské práce byla realizována na pokusném a demonstračním pozemku Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Informace k pozemku jsou popsány v následující tabulce č. 11 – Údaje o pokusném a demonstračním pozemku. Data pochází ze sledování ČHMÚ pro oblast České Budějovice.

Tabulka č. 11 – Údaje o pokusném a demonstračním pozemku

Nadmořská výška (m n.m.)	380
Půdní druh	Písčito – hlinitý
Půdní typ	Kambizem pseudoglejová
Průměrná teplota vzduchu (°C)*	7,97
Úhrn srážek (mm)*	694

* hodnoty zaznamenané od měsíce výsadby, po měsíc první sklizně

Tabulka č. 12 – Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek za část roku 2016 (od měsíce výsadby)

Měsíc	10.	11.	12.
Teplota vzduchu (°C)	6,9	2,0	-0,9
Úhrn srážek (mm)	59	41	25

(ČHMÚ)

Tabulka č. 13 – Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek za část roku 2017 (do měsíce provedení první sklizně)

Měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Teplota vzduchu (°C)	-5,9	1,1	5,5	6,4	13,4	18,2	18,2	18,2	11,2	9,3
Úhrn srážek (mm)	28	21	44	92	42	57	98	94	33	60

(ČHMÚ)

6.2 Polní pokusy

Data pro zhodnocení vycházela z polních pokusů založených na pozemku ZF JU. Pro založení porostu byly využity předpěstované sazenice *Silphium perfoliatum*. Samotná sadba mužáku prorostlého byla provedena v polovině měsíce října roku 2016 a rozpon sazenic činil přibližně 60 x 70 cm. Mužák prorostlý se i nadále vyskytuje na parcele o celkových rozměrech 5,5 x 9,2 m (50,6 m²). Mechanické ošetření proti zaplevelení porostu bylo provedeno 30. 3. 2017. Na parcele se v průběhu vegetace objevovala řada plevelů, z nichž nejdominantnějšími druhy byly – pcháč oset (*Cirsium arvense* L.), hluchavka nachová (*Lamium purpureum* L.), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum* L.), pýr plazivý (*Elytrigia repens* L.) aj. Další opatření, zajišťující ochranu proti vzejití nových druhů plevelu, bylo provedení mulčování. Využita byla travní mulč, která byla rozprostřena do mezířádků, jakmile bylo provedeno druhé odplevelení (mechanické) pokusného pozemku. Hnojení porostu bylo realizováno 3. 5. 2017. Bylo aplikováno 2,75 kg dusíkatého hnojiva LAD (ledek amonný s dolomitem); 1,25 kg superfosfátu a 1,25 kg draselné soli. Intenzita hnojení těmito minerálními hnojivy odpovídala metodickému postupu pěstování mužáku prorostlého v podmínkách ČR (USŤAK, 2012). Jednotlivé intenzity hnojení jsou zaznamenány v následujících tabulkách (Tabulka č. 11 – Metodika hnojení mužáku prorostlého v roce založení a tabulka č. 12 – Metodika hnojení mužáku prorostlého v produkčních letech).

Tabulka č. 11 – Metodika hnojení mužáku prorostlého v roce založení

Rostlina	Stupeň intenzity hnojení	Dusík (N)		Fosfor (P)		Draslík (K)	
		Čistý (kg/ha)	Hnojivo a množství	Čistý (kg/ha)	Hnojivo a množství	Čistý (kg/ha)	Hnojivo a množství
<i>Silphium perfoliatum</i> L.	Intenzivní - Minerální	150	LAD 550 kg/ha	52,8 (120 P ₂ O ₅)	Superfosfát trojitý 250 kg/ha (45%)	124,5 (150 K ₂ O)	Draselná sůl 250 kg/ha (60%)
	Digestát	150	LAD 550 kg/ha	52,8 (120 P ₂ O ₅)	Superfosfát trojitý 250 kg/ha (45%)	124,5 (150 K ₂ O)	Draselná sůl 250 kg/ha (60%)

(USŤAK, 2012)

Tabulka č. 12 – Metodika hnojení mužáku prorostlého v produkčních letech

Rostlina	Stupeň intenzity hnojení	Dusík (N)		Fosfor (P)		Draslík (K)	
		Čistý (kg/ha)	Hnojivo a množství	Čistý (kg/ha)	Hnojivo a množství	Čistý (kg/ha)	Hnojivo a množství
<i>Silphium perfoliatum</i> L.	Intenzivní - Minerální	70	LAD 260 kg/ha	22 (50 P ₂ O ₅)	Superfosfát trojitý 110 kg/ha (45%)	41,5 (50 K ₂ O)	Draselná sůl 85 kg/ha (60%)
	Digestát	70	Digestát 19,6 t/ha	17,8	Digestát 19,6 t/ha	117,4	Digestát 19,6 t/ha

(USŤAK, 2012)

6.3 Metodika stanovení živin

Následující tabulka s označením č. 13 – Metodika stanovení živin, jež byla realizována na základě spolupráce s firmou Agro-la spol. s.r.o., slouží pro částečné seznámení se s konkrétními metodami, pomocí kterých byly prováděny výpočty jednotlivých parametrů.

Tabulka č. 13 – Metodika stanovení živin

Parametr	Metoda
Sušina	Sušení a gravimetrie
NL	Kjehdalizačně a následně destilace
Tuk	Extračně petroetherem
Škrob	Polarimetrie
Vláknina	Oxidační hydrolýza a následně gravimetrie
ADF	Vážkové stanovení po kyselé hydrolýze
NDF	Vážkové stanovení po hydrolýze v prostředí neutrálního roztoku laurilsulfátu sodného
P	Mineralizace na mokré cestě a následně spektrofotometrie
Mg	Mineralizace na mokré cestě a následně stanovení AAS absorpční
Ca, Na, K	Mineralizace na mokré cestě a následně stanovení AAS emisní
Popel	Spálení a gravimetrie
NO₃	Elektrochemicky (elektrodou z vodního výluhu)

NL = dusíkaté látky, ADF = acidodetergentní vláknina, NDF = neutrálně detergentní vláknina, P = fosfor, Mg = hořčík, Ca = vápník, Na = sodík, K = draslík, NO₃ = dusičnany, AAS = atomová absorpční spektrometrie

6.3.1 Sušina

Sušinu je možné definovat jako elementární a pevnou složku krmiva bez obsahu vody, představující zbytek krmiva po procesu sušení. Sušina je prvotní a základní hodnota charakterizující každé krmivo. U pícnin zaujímá pozici ukazatele vegetační zralosti, také se významně podílí na ovlivňování příjmu krmiva zvířaty, průběhu celého konzervačního procesu a má zřetelný vliv na skladovatelnost píce (ŠTERCOVÁ et al., 2012; KUBEŠ, 2016).

6.3.2 NL – Dusíkaté látky

Dusíkaté látky (NL) mají základní význam pro výživu hospodářských zvířat (KACEROVSKÝ et al., 1990). Jsou velkou skupinou látek, jejichž obsah v krmivech poskytuje zvířatům nezastupitelný zdroj živin pro naplňování jejich fyziologických požadavků (MÍKA et al., 1997). Dusíkaté látky se vyjadřují jako analyticky stanovený obsah dusíku v krmivu vynásobený přepočítávacím koeficientem 6,25. Z hlediska výživy zvířat jsou NL živiny obsahující dusík v takové formě, kterou mohou zvířata využívat a zabudovat do svého těla, případně do produktu (POZDÍŠEK et al., 2008). Hlavní složkou dusíkatých látek jsou bílkoviny (80–100 %) tvořené aminokyselinami, které obsahují asi 16 % dusíku, proto pro přepočet dusíku na dusíkaté látky se užívá faktor $100:16 = 6,25$ (KACEROVSKÝ et al., 1990). Na dusíkaté látky v krmivech je možné pohlížet ze dvou pohledů – z hlediska kvality (aminokyselinového složení) zabezpečující výživu zvířete a u přežvýkavců z hlediska dostatečného množství NL potřebných pro činnost mikroorganismů (ZEMAN, 1998). Krmení přežvýkavců tedy znamená složitý proces krmení celé komunity mikroorganismů usídlených v batoru (MÍKA et al., 1997).

6.3.3 TUK

Tuky a oleje jsou z chemického hlediska estery glycerolu s vyššími mastnými kyselinami. Z kyselin obsahují nenasycené i nasycené monokarbonové kyseliny. Podle délky řetězce a počtu dvojitých vazeb v molekule se pak řídí jejich fyzikálně chemické vlastnosti. Mastné kyseliny jsou považovány za měřitelnou jednotku lipidové výživy a nejsou metabolizovány na glukózu. Obsah tuku v krmných surovinách a krmných směsích je významný, jelikož tuk je nositelem vysoké energetické hodnoty i důležitým ukazatelem jakostního stavu krmiva. Tuky představují nejkoncentrovanější zdroj energie. Lze je použít v malém množství a krmná dávka se za současného použití kvalitních objemných krmiv kvalitně sestavuje. Také jsou využívány kromě energetických potřeb organismu k syntéze tuku v mléčné žláze (KACEROVSKÝ et al., 1990; PRÝMAS, 2017).

6.3.4 ŠKROB

Škrob patří mezi fyziologicky a hospodářsky nejdůležitější polysacharidy. Vyskytuje se v podobě diskretních částic, tzv. škrobových zrn, která se ukládají v zásobních orgánech rostlin. Škrobová zrna jsou unikátní pro rostlinný druh, ze kterého pochází, a liší se vnějším vzhledem, chemickou strukturou, vlastnostmi a distribucí částic (ŠÁRKA et al., 2013). Škrob je druhý nejrozšířenější biopolymer po celulóze, který je velmi rychle a kompletně fermentován bacherovými mikroorganismy a představuje podstatný zdroj pohotové energie pro přežvýkavce (CUKROVÁ, 2010; MÍKA et al., 1997). Také se jedná o hlavního představitele nestrukturálních sacharidů, který je tvořen dvěma složkami – amylózou a amylopektinem. Škroby obsahují podle původu okolo 15 až 30 % amylózy, přičemž vyšší podíl amylózy snižuje jeho stravitelnost (ŠTERCOVÁ et al., 2012).

6.3.5 Vlákna, ADF a NDF

Pro správnou funkci trávicího aparátu, zejména bacheru u přežvýkavců, je nutný optimální obsah vlákniny v krmivu (ZEMAN, 1998). Podporuje peristaltiku střev, činnosti žaludku a podílí se na pocitu nasycení zvířat (ŠANTRŮČEK et al., 1995). Efektivní vlákna je vláknitá složka krmiva schopná udržovat zdravý a výkonný trávicí systém. Fyzikální vlákna zahrnuje částice krmiva, která stimulují žvýkání a tím i tvorbu slin (ZEMAN, 1998) Vlákninou se označuje komplex látek v krmivu relativně rezistentních vůči trávení, který možno charakterizovat jako sumu polysacharidů včetně ligninu, popř. i kutinu, který prochází trávicím ústrojím, aniž by byl dotčen účinky enzymů – jsou pomalu a jen částečně stravitelné pro přežvýkavce. Skládá se především z celulózy, hemicelulózy a ligninu (popřípadě pektinové látky, rostlinné slizy a gumy). Definovat vlákninu je neseadné, obvykle se však definuje podle analýzy jako zbytek po hydrolýze (KACEROVSKÝ et al., 1990; MÍKA et al., 1997). Chemicky jsou rozlišovány dva druhy vlákniny:

ADF (acidodetergentní vlákna) – vyjadřuje obsah celulózy, ligninu a lignifikovaných dusíkatých složek rostlin. Je relativně rychlou, často používanou metodou stanovení vlákniny. Nereprezentuje však celkový obsah buněčných stěn v krmivech, protože není analyticky stanovena frakce hemicelulózy. Se zvyšováním obsahu ADF klesá stravitelnost energie a živin v krmné dávce.

NDF (neutrálně detergentní vláknina) – vyjadřuje obsah acidodetergentní vlákniny a hemicelulózy a je nejpřesnějším ukazatelem celkového obsahu vlákniny, resp. stavebních složek buněčných stěn rostlin. Je ve velmi úzkém korelačním vztahu k příjmu sušiny z krmiv, ruminaci a k celkové aktivitě přežvykování, tudíž při nízké hladině NDF se snižuje aktivita přežvykování, tvorba slin, ruminace a zvyšuje se riziko metabolických poruch trávení. Při nadměrném zvyšování obsahu NDF klesá příjem krmiv a živin v krmných dávkách (POZDÍŠEK et al., 2008).

6.3.6 Popel a minerální látky

Popel představuje specifický zbytek bez energetické hodnoty, v němž po důkladném vyžihání rostlinného materiálu při 550 °C zůstávají anorganické látky. Prvky, které se nacházejí v popelu zbaveném příměsí, převážně ve formě oxidů, patří mezi minerální látky. Minerální látky obsažené v krmivech se podle množství a významu pro organismus zvířat rozdělují na makroelementy (Ca, P, Mg, Na, K, S, Cl) a mikroelementy (Fe, Cu, Mn, Co, Zn, J, Mo, Se aj.) (KACEROVSKÝ et al., 1990; MÍKA et al., 1997). Řada minerálních látek (Ca, P aj.) je v těle ukládána do zásoby a z těchto jsou následně při potřebě organismu čerpány (STANĚK, 2009). Také v organismu zabezpečují správnou látkovou výměnu, ovlivňují enzymatickou a hormonální činnost, umožňují růst kostních a dalších tělesných tkání (DOKTOROVÁ, 2007). Na rozdíl od organických látek si organismy minerální látky nedokážou syntetizovat a jsou závislé na jejich příjmu, z čehož vyplývá důležitost minerální výživy zvířat (KACEROVSKÝ et al., 1990; MÍKA et al., 1997).

6.3.7 Dusičnany

Závažným problémem zvláště u přežvýkavců jsou vysoké obsahy dusičnanů v krmivech. Množství nitrátů (dusičnanů) může negativně ovlivnit nejen celkové využití N-látek, ale ohrozit i zdravotní stav zvířat. Větší kumulace nitrátů v píci nastává za podmínek méně příznivých pro růst (sucho, vyšší teploty, nedostatek slunečního svitu aj.) a při použití nadměrných dávek dusíkatého hnojení. Větší riziko představuje příjem stejného množství ze siláže, sena, či zapařené píce než z píce čerstvé. Dusičnany se totiž mohou přeměnit na značně toxické dusitany (nitrity) (POZDÍŠEK et al., 2008; ZEMAN, 1998).

7. Výsledky a diskuse

První sklizeň fytomasy pro účely této práce byla provedena 12. 9. 2017. Výše dosažených výnosů při sklizni odpovídala hodnotě 13,776 t/ha. Procentuální obsah sušiny v 1 t činil 21 %, tudíž průměrný výnos sušiny by odpovídal 2,893 t/ha. Sklizeň porostu byla z důvodu rozměrů provedena manuálně. Výška strniště odpovídala zhruba 10 cm. Následně byly připraveny vzorky silážní hmoty. Objemová hmotnost mužáku prorostlého odpovídala hodnotě 761 kg/m³. Vzorky byly analyzovány na základě spolupráce s firmou Agro-la spol. s r.o., jež se zabývá laboratorními činnostmi pro zemědělství, potravinářství a životního prostředí.

7.1 Stanovení živin a energie v krmivech

V následující tabulce č. 14 – Chemická skladba mužáku prorostlého a kukuřičné siláže jsou zaznamenány jednotlivé parametry těchto krmiv. Hodnoty živin jsou vyjádřeny v procentuálním zastoupení ze sušiny daných vzorků, naopak hodnoty energie jsou vyjádřeny v jednotkách MJ/kg sušiny.

Tabulka č. 14 – Chemická skladba mužáku prorostlého a kukuřičné siláže (% sušiny)

Parametr	Mužák prorostlý			Kukuřičná siláž		
NL	13,42			10,56		
SNLs	8,72			5,07		
Tuk	2,11			2,87		
Vláknina	25,05			19,29		
Popel	11,84			3,85		
BNLV	47,58			63,44		
Škrobová hodnota	54,91			58,60		
MEs a BE (MJ/kg)	1,95	3,68		9,10	16,29	
NEL a NEV (MJ/kg)	1,15	1,13		5,43	5,39	
PDIA, PDIN, -E	0,37	1,62	1,46	1,78	5,55	6,77
Vápník	1,69			0,11		
Fosfor	0,29			0,32		
Sodík	0,02			0,008		
Draslík	2,85			1,11		
Hořčík	0,29			0,13		

ADF	35,32	23,71
NDF	47,80	44,07
Škrob	6,26	30,93
Písek	1,15	0,87
NO₃	0,23	0,06
Hodnocení NO₃	Nezávadné	

NL = dusíkaté látky, SNLs = stravitelné dusíkaté látky, Tuk – tabulková hodnota, BNLV = bezdusíkaté látky výtahové, MEs = metabolizovatelná energie, BE = brutto energie, PDIA = nedegradované NL krmiva skutečně stravitelné v tenkém střevě PDIN, -E = nižší z jednotek PDI, NEL = netto energie pro laktaci, NEV = netto energie pro výkrm, ADF = acidodetergentní vláknina, NDF = neutrálně detergentní vláknina, NO₃ = dusičnany

7.1.1 Porovnání živin a energie v krmivech mužák prorostlý a silážní kukuřice

Mužák prorostlý patří k víceletým plodinám, které mají jasně prokazatelný zvýšený obsah bílkovin. Na straně druhé, kukuřice setá se řadí mezi jednoleté plodiny, které představují energetické krmivo vzhledem k vysokému podílu škrobu. Obě charakteristiky byly potvrzeny ve výše zmiňované chemické analýze.

Mužák prorostlý dosáhl při stanovení dusíkatých látek, jejichž hlavní složkou jsou právě bílkoviny, hodnoty 13,42 %, čímž už během prvního roku kultivace předčil hodnotu silážní kukuřice o 2,86 %. Tím pádem i množství stravitelných dusíkatých látek s hodnotou 8,72 % hraje ve prospěch mužáku. Kukuřičná siláž dosahuje hodnoty 5,07 %. Také došlo k hodnocení dusíkatých látek pro přežvýkavce, které bylo provedeno podle systému PDI (v překladu – protein skutečně stravitelný v tenkém střevě). Tento francouzský systém přiřazuje každému krmivu dvě hodnoty obsahu NL (PDIN a PDIE) (MÍKA et al., 1997). Během výpočtu krmné dávky se hodnoty PDIN a PDIE počítají zvlášť, přičemž nižší hodnota následně vyjadřuje skutečnou výživnou hodnotu PDI. Po provedení porovnání hodnot získáme vyváženost krmné dávky. Vyšší hodnota PDIN vyžaduje snížit příjem snadno degradovatelných krmiv v krmné dávce. Je-li naopak vyšší hodnota PDIE, je nutné zařadit do krmné dávky lehce degradovatelné krmivo (URBAN et al., 1997). Mužák prorostlý dosáhl v obou případech podobných hodnot, které se od sebe liší hodnotou 0,16. Kukuřičná siláž dosáhla znatelnějších rozdílů mezi hodnotami, které se od sebe liší hodnotou 1,22. Vyšší z hodnot byla PDIE, tudíž je nutné při krmení takovýmto krmivem doplnit dusíkaté látky. V sušině by dle POZDÍŠEK et al. (2008) nemělo být obsaženo více než 0,1 % dusičnanového dusíku, tudíž toto kritérium mužák splňuje,

kdežto kukuřiční siláž tuto hodnotu převyšuje o 0,13 %. I přesto je hodnocení tohoto parametru dle obdržených výsledků v obou případech nezávadné. Pokud se zaměříme na tuk, oba dva sledované vzorky dosahují relativně nízkých hodnot. Kukuřičná siláž má hodnotu tohoto nejkoncentrovanějšího zdroje energie 2,11 % a mužák 2,87 %. Další na řadě je parametr vláknina, která se skládá především z celulózy, hemicelulóz a ligninu, čímž velice úzce souvisí s ADF a NDF. Fytomasa mužáku obsahuje větší množství vlákniny o hodnotě 25,05 %, nežli kukuřičná siláž s hodnotou 19,29 %. Při vysoké užitkovosti skotu a ovcí by obsah vlákniny v sušině celkové krmné dávky měl být max. 15 %, v záchovné dávce max. 30 % (UŠŤAK, 2012). Hodnoty ADF i NDF jsou opět vyšší u mužáku prorostlého. Ve vzorku se vyskytují v hodnotách 35,32 a 47,8 %, naopak ve vzorku kukuřičné siláže jsou obě hodnoty parametrů nižší – 23,71 a 44,07 %. Dle POZDÍŠEK et al. (2008) by podíl ADF u krav při produkci nad 35 kg mléka a velmi dobré technice krmení neměl klesnout pod 18 % a podíl NDF by se neměl snížit pod 30 % a překročit 45 % v sušině. Vyšší zastoupení dalšího parametru, kterým je popel, má u mužáku své opodstatnění. ŤÍŤEI (2014) potvrdil vysoký obsah minerálních látek a jelikož popel je hrubým ukazatelem minerálů, hodnota 11,84 % je pochopitelná. Kukuřičná siláž dosáhla podstatně nižší hodnoty – 3,85 %. Většina minerálních látek, které byly analýzou vypočítány, tedy dosahují podstatně vyšších hodnot u mužáku prorostlého. Výjimkou je však fosfor, který zaujímá vyšší hodnotu u kukuřičné siláže. Popel také zahrnuje nevyužitelné látky, ke kterým patří písek (podíl nerozpustný v kyselině chlorovodíkové) (ŠTERCOVÁ et al., 2012). U mužáku se vyskytuje s hodnotou 1,15 % a u kukuřičné siláže činí 0,87 %. Sacharidy se v krmivech/vzorcích stanoví jako BNLV (bezdušičaté látky výtažkové) a již zmiňovaná vláknina. BNLV zahrnují zejména nestrukturální sacharidy, tedy škrob a cukry. Kukuřičná siláž má tedy vyšší zastoupení těchto látek, vyskytují se v ní o hodnotě 63,44 %. Solidní hodnota je obsažena i v mužáku – 47,58 %, ale rozdíl je poměrně znatelný. Polysacharid škrob se vyskytuje v kukuřičné siláži nepřekvapivě ve velké míře s hodnotou 30,93 %. Naopak u mužáku jeho obsah činí pouhých 6,26 %. Škrobová hodnota, která vyjadřuje tukotvorný účinek všech stravitelných organických živin ve srovnání s tukotvorným účinkem stravitelného škrobu (KACEROVSKÝ et al., 1990) dosahuje vysokých hodnot u obou vzorků. Škrobová hodnota u mužáku prorostlého odpovídá 54,91 a 58,60 ŠJ (škrobová jednotka) je připsáno kukuřičné siláži.

Součástí této analýzy bylo také energetické hodnocení krmiv/vzorků. Energie krmiv lze rozdělit na brutto energii (BE), stravitelnou energii (SE), metabolizovatelnou energii (ME) a netto energii (NE). Brutto energií se rozumí spalné teplo krmiva. Stravitelná energie je množství přijaté energie, od kterého se odečte množství energie vylučované ve výkalech a vyjadřuje se z množství brutto energie. Metabolizovatelná energie je takové množství energie, které získáme po odečtení energie moči a plyných produktů kvašení od stravitelné energie. Netto energie je množství energie využitá pro tvorbu produkce, záchovu a práci, které je vypočítané z metabolizovatelné energie (MÍKA et al., 1997). Ve všech měřených parametrech energetického hodnocení krmiv dosahovala kukuřičná siláž lepších hodnot. ME dosahoval v případě kukuřičné siláže 9,10 MJ/kg, u mužáku se tento parametr vyskytoval s hodnotou 1,95 MJ/kg. Podobný případ byl zaznamenán i u BE, kdy kukuřičná siláž měla hodnotu 16,29 MJ/kg a mužák v porovnání pouhých 3,68 MJ/kg. Pro hodnocení krmiv pro přežvýkavce je využíván systém založený na netto energii. Používanými jednotkami jsou NEL (netto energie laktace) a NEV (netto energie výkrmu). Kukuřičná siláž znovu dosahovala vyšších hodnot, konkrétně u NEL – 5,43 MJ/kg a NEV – 5,39 MJ/kg. Mužák prorostlý zaznamenal hodnoty NEL – 1,15 MJ/kg a NEV – 1,13 MJ/kg.

7.2 Experimentální data chemické skladby mužáku prorostlého

7.2.1 Výsledky chemických analýz

V této části byl shromážděn co největší objem dostupných experimentálních dat, jejichž autoři se zabývali tematikou odpovídající potřebám naší studie. V dalších částech budou použity pro porovnání námi dosažených výsledků chemického rozboru mužáku prorostlého.

Chemická kompozice prováděna HAAG et al. (2014), využívala 7 odlišných odrůd mužáku prorostlého a dosáhla těchto zprůměrovaných výsledků – NL 5,77 %; tuk 2,3 %; vláknina 38,63 %; popel 10,57 %; BNVL 42,79 %; ADF 47,71 % a NDF 54,94 %. Je zřejmé, že znatelně rozdílných hodnot bylo dosaženo zejména u hodnocení NL, vlákniny, ADF a NDF. Hodnota sušiny dosahovala v průměru 24,65 %, čímž dosáhla patrného rozdílu o několik jednotek procent. Polští autoři

se všeobecně výrazně zabývají tematikou mužáku a jeho druhů. PIŁAT et al. (2007) vypracovali obsáhlou studii, jež taktéž přišla s vlastními výsledky chemické skladby této rostliny – sušina 18,69 %; NL 9,59 %; tuk 2,6 %; vláknina 23,38 %; ADF 27,41 % a NDF 32,97 %. Analytická část studie MAJTKOWSKI et al. (2009), která vznikala na území univerzity v Bydhošti, vykazovala následující hodnoty – sušina 18,76 %; NL 6,6 %; tuk 2,37 %; vláknina 26,94 %; BNVL 53,23 %; ADF 32,38 % a NDF 39,96 %. I z dalších hodnot je potvrzována dostatečně vysoká krmivářská kvalita mužáku prorostlého. UŠŤAK (2012) zaznamenal základní výnosové a biochemické parametry biomasy z pokusů prováděných Výzkumným ústavem rostlinné výroby v roce 2011. Během první seče vzešly následující hodnoty – NL 25,4 %; tuk 2,55 %; vláknina 25,6 %; popel 8,21 % a BNVL 38,3 %; Dále bylo dosaženo oproti našemu teoretickému výsledku vysokého výnosu zelené hmoty, který činil při první seči 39,4 t/ha, ale obsah sušiny byl o několik jednotek nižší (17,5 %). Další analýza chemické skladby, tentokrát prováděna ŤÎŤEI (2014) v Moldávii, přišla s těmito výsledky – NL 16,33 %; tuk 2,26 % a BNVL 42,55 %. Tyto hodnoty, poměrně srovnatelné s naším výzkumem, jsou dle autora na stejné úrovni s tradičními krmnými plodinami z čeledi bobovité – vojtěška setá (*Medicago sativa*) a vičenec ligrus (*Onobrychis viciifolia*). Mimo jiné je v porovnání s vojtěškou setou potvrzen i vysoký obsah minerálních látek – 14,16 % a nízké zastoupení polysacharidu celulóza – 24,7 %. V tomto výzkumu došlo k první seči již na konci května v druhém vegetačním období mužáku a hodnota čerstvé hmoty odpovídala 5,62 kg/m², zatímco podíl sušiny byl nízký oproti námi zmiňovaným výsledkům (pouhých 13,88 %). V této práci byla také zaznamenána metabolizovatelná energie (ME) s hodnotou 1,41 MJ/kg. S velice obdobnými hodnotami se setkáváme u většiny možných porovnatelných minerálních látek, výjimkou je však sodík – vápník 1,71 % (1,69 %), fosfor 0,31 % (0,29 %), draslík 2,38 % (2,85 %); hořčík 0,29 % (0,29 %); sodík 0,006 % (0,02 %) (ŤÎŤEI, et al., 2013). Součástí studie německých autorů HERRMANN et al. (2016), která zahrnovala výzkum 405 siláží z 43 různých druhů plodin, byl i mužák prorostlý. Z obsáhlého výzkumu vznikly následující hodnoty – sušina 27,1 %; NL 11,5 %; tuk 4 %; BNVL 42,5 %; ADF 36,5 % a NDF 52,3 %. Další část výsledků dorazila od autorů ALBRECHT & GOLDSTEIN (1997), kteří sledovali krmivářský potenciál mužáku prorostlého. Z jejich výzkumu vzešly během první sklizně provedené v polovině června tyto hodnoty – sušina 14,8 %; NL 17,2 %;

ADF 28,97 % a NDF 38,5 %. Chilský autor PICHARD (2012) taktéž prováděl experimentální výzkum, jehož hlavní složkou byl mužák prorostlý. Pro sérii experimentů byly vybrány tři odlišná místa na jihu Chile, jejichž půdní typ byl andosol s pH pohybující se od 5,2 do 5,6. Studie, probíhající na jedné z lokalit, konkrétně Chahuilco, zaměřená na chemické rozbory listů a stonků, přišla s těmito podrobnějšími výsledky – sušina 16,42 %; NL 8,92 %; popel 10,61 %; ADF 36,9 % a NDF 41,81 %. Během první sklizně na území Chahuilco, La Unión a Nochaco byly zaznamenány následné hodnoty – sušina 19,88 %; NL 9,83 % a NDF 33,31 %. Obsahem minerálu v *Silphium perfoliatum* se v Bavorsku zabývaly autorky LUNENBERG & HARTMANN (2016). Jejich výzkum, který byl zveřejněný ve vědeckém časopisu *Journal für Kulturpflanzen*, dosáhl těchto výsledků – Ca 2,21 %; P 0,21 %; K 1,41 % a Mg 0,39 %. Jeden z čínských zdrojů, publikovaný WANG YONGHUI (2014), uvádí na základě provedené analýzy tyto hodnoty – NL 26,78 %; tuk 3,51 %; popel 12,87 %; vláknina 26,27 % a BNLV 30,57 %. Zaměření také směřovalo na některé z minerálních látek, jejichž hodnoty jsou dle autora následující – Ca 2,86 %; P 0,44 % a K 2,4 %. K vůbec největší shodě v jednotlivých hodnotách dochází u chemické skladby, provedené SOKOLOV & GRITSAK (1972). Hodnoty, vycházející ze dvou částí rostliny – listy a stonky v jednotlivých fázích vývoje, jsou po provedení průměru následovné – patrnější rozdíl je v zastoupení sušiny s hodnotou 16,15 % (naše hodnota 21 %), NL 15,11 % (13,42 %), tuk 2,73 % (2,11 %), popel 12,91 % (11,84 %) a BNVL 47,99 % (47,58 %). Z minerálních látek je možné porovnat vápník 2 % (1,69 %) a fosfor 0,48 % (0,29 %).

Tabulka č. 15 – Shrnutí obsahu jednotlivých živin v mužáku prorostlém (% sušiny)

Autor	NL	Tuk	Popel	BNLV	Vláknina	ADF	NDF
LANGMAIER	13,42	2,11	11,84	47,58	25,05	35,32	47,8
HAAG et al., 2014	5,77	2,3	10,57	42,79	38,63	47,71	54,94
PIŁAT et al., 2007	9,59	2,6	*	*	23,38	27,41	32,97
MAJTKOWSKI et al., 2009	6,6	2,37	*	53,23	26,94	32,38	39,96
UŠŤAK, 2012	25,4	2,55	8,21	38,3	25,6	*	*
ŤÍŤEL, 2014	16,33	2,26	*	42,55	*	*	*
HERRMANN et al., 2016	11,5	4	*	42,5	*	36,5	52,3
ALBRECHT & GOLDSTEIN, 1997	17,2	*	*	*	*	28,97	38,5
PICHARD¹, 2012	8,92	*	10,61	*	*	36,9	41,81
PICHARD², 2012	9,83	*		*	*	*	33,31
WANG YONGHUI, 2014	26,78	3,51	12,87	30,57	26,27	*	*
SOKOLOV & GRITSAK, 1972	15,11	2,72	12,91	47,99	*	*	*

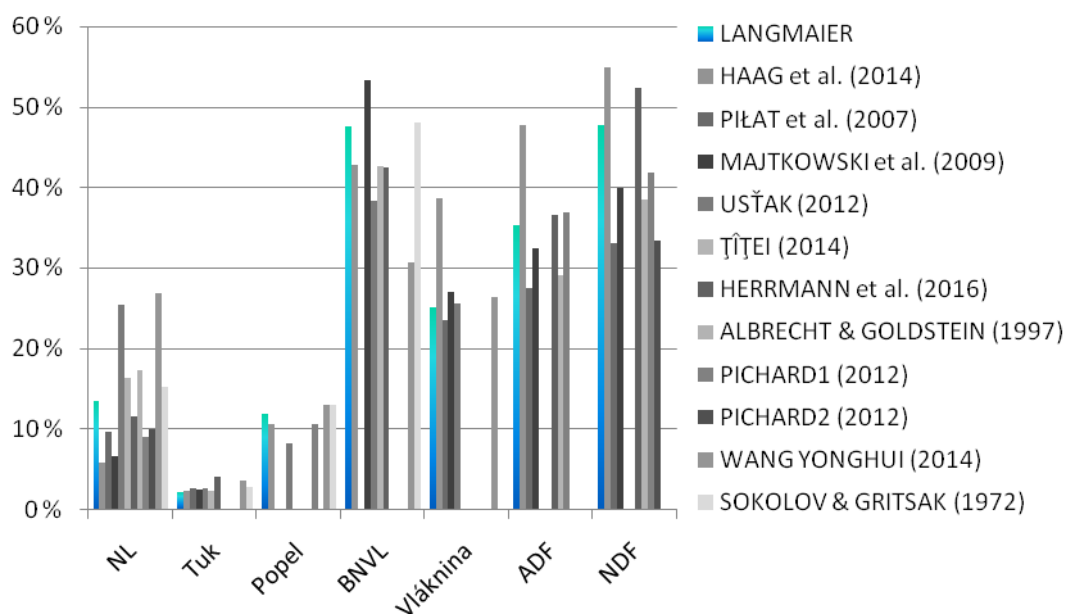
* hodnoty parametrů nebyly součástí konkrétních studií

NL = dusíkaté látky, BNLV = bezdusíkaté látky výtažkové, ADF = acidodetergentní vláknina, NDF = neutrálně detergentní vláknina

7.2.2 Porovnání experimentálních dat mužáku prorostlého

Z grafu č. 1 je na první pohled zřejmé, že většina zdrojů zaznamenala během svých analýz znatelně rozdílných hodnot u většiny zkoumaných parametrů. Konkrétně se jednalo o parametry – dusíkaté látky, ADF a NDF. Naopak relativně podobných hodnot bylo mezi autory dosaženo u stanovení parametrů tuk, popel, BNLV a vlákniny.

Graf č. 1 – Znázornění chemických skladeb mužáku prorostlého, dosažených během 1. sklizňového období (% sušiny)



Obsah dusíkatých látek se v suché hmotě mužáku prorostlého pohyboval od 5,77 do 26,78 %. Nejvyšší hodnoty vykazovali UŠŤAK (2012) (25,4 %) a WANG YONGHUI (2014) (26,78 %). Nižších hodnot pod 10 % zaznamenali PIŁAT et al. (2007), MAJTKOWSI et al. (2009), PICHARD (2012) (v obou případech) a HAAG et al., (2014), přičemž poslední ze zmiňovaných autorů dosáhl vůbec nejnižší hodnoty, která činila 5,77 %. Hodnota tuku se pohybovala v rozmezí od 2,11 do 4 %. Většina autorů však zaznamenala hodnot, jež nepřesahovaly hranici 3 %. Výjimkou však byla HERRMANN et al. (2016), která dosáhla nejvyšší hodnoty 4 %. U popela byly dohledatelné hodnoty, které se pohybovaly od 8,21 do 12,91 %. Nejvyšší hodnota, 12,91 %, byla zaznamenána autory SOKOLOV & GRITSAK (1972). Naopak nejnižší hodnota je připsána studii autora UŠŤAK (2012), odpovídala 8,21 %. Rozmezí BNLV, neboli bezdusíkatých látek výtažkových, se pohybovalo od 38,3 do 53,23 %. Nejvyšší hodnoty 53,23 % dosáhl MAJTKOWSI et al. (2012). Nejnižší hodnota 38,3 % byla opět připsána autoru UŠŤAK (2012). Dalším sledovaným parametrem byla vlákna, jejíž hodnota se mezi výsledky autorů pohybovala od 23,38 do 38,63 %. Hodnoty 38,63 %, jež patřila s velkým rozdílem k nejvyšším, dosáhl HAAG et al. (2014). Ostatní hodnoty měly mezi sebou znatelně menší rozdíly, jež se pohybovaly v rozmezí od 23,38 %, jež dosáhl PIŁAT

et al. (2007), do 26,94 %, kterou si připisuje MAJTKOWSKI et al. (2009). U ADF (acidodetergentní vlákniny) se hodnoty pohybovaly od 27,41 do 47,71 %. Nejvyšší hodnota je připsána autoru HAAG et al. (2014), která činí 47,71 %. Naopak nejnižší hodnota, která patří autoru PIŁAT et al. (2007), činí 27,41 %. Posledním srovnatelným parametrem je NDF (neutrálně detergentní vláknina), u které se hodnoty pohybovali v rozmezí od 32,97 do 54,94 %. Pozice autorů je v tomto případě totožná s předchozím srovnáním. Nejvyšší hodnota, 54,94 %, byla opět zaznamenána autorem HAAG et al. (2014), kdežto nejnižší hodnotu si znovu připsal PIŁAT et al. (2007) – činila 32,97 %.

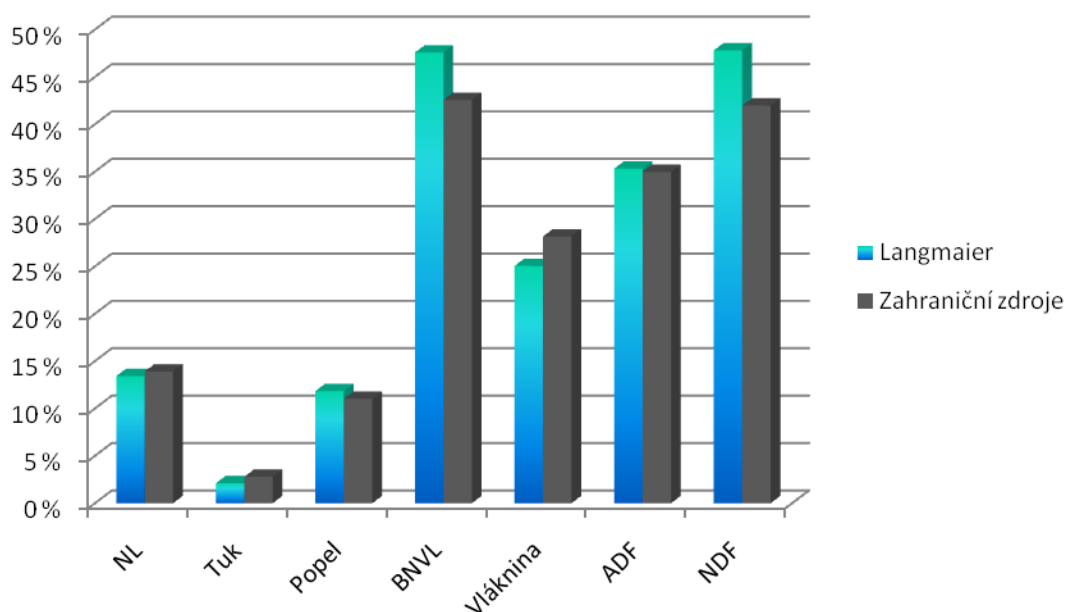
Nižší hodnota vlákniny v naší, ale i ostatních analýzách, může být u mužáku odůvodněna prvním rokem kultivace, jelikož obsah vlákniny se mění společně s růstem a vývojem rostliny (PIŁAT et al., 2007). Její zastoupení je zvláště důležité, neboť rozklad celulózy je extrémně pomalý ve srovnání s jinými sacharidovými látkami (GANSBERGER et al., 2014). Chemické složení je silně ovlivňováno datem sklizně a výrazně se mění v různých růstových fázích. V období seče nadzemní biomasa vykazuje při využití pro krmné účely optimální obsah i poměr výživných látek. Obsah vlákniny, minerálních látek a popele se stárnutím rostliny, tudíž koncem vývojového stádia rostliny, zvyšuje, kdežto NL, BNVL a tuky jsou opačným případem – dochází k poklesu obsahu (UŠŤAK, 2012). NDF, neboli neutrálně detergentní vláknina, která zahrnuje celulózu, hemicelulózu a lignin a ADF (acidodetergentní vláknina), zahrnující pouze celulózu a lignin, jsou zvyšovány s rostoucím časem. Tím pádem bude u staršího mužáku prorostlého docházet k obtížnějšímu chemickému rozkladu, s čímž je spojené pomalejší trávení. S rostoucím věkem se také snižuje koncentrace snadno dostupných cukrů. Výťažnost biomasy tedy vzrůstá během vývoje plodiny, zatímco specifický výtěžek metanu klesá, tudíž stanovení optimální doby sklizně je velmi důležité pro dosažení námi požadovaných cílů. (GANSBERGER et al., 2014).

Silphium perfoliatum lze hodnotit jako přírodní krmivo s jasně prokazatelným zvýšeným obsahem bílkovin s vysokou biologickou hodnotou v důsledku zvýšeného obsahu esenciálních aminokyselin (viz tabulka č. 8) (ŤĪŤEI, et al., 2013). V odborné literatuře je uváděno, že čerstvá hmota může být využívána k přípravě siláže (MAJTKOWSKI et al., 2009; PICHARD, 2012; ŤĪŤEI, 2014), přičemž 1 kg obsahuje 0,13–0,16 nutričních jednotek a množství stravitelných dusíkatých látek by

mělo být zastoupeno v hodnotách 8,7 – 11,4 % (naše hodnota 8,72 % už během prvního roku). Silážovatelnost je především závislá na obsahu sušiny, vodou rozpustných cukrů (WSC, Water Soluble Carbohydrate) a jejich poměru k tlumivým látkám (prach, bláto, hlína, dusíkaté a minerální látky – BC, Buffer Capacity) (LOUČKA et al., 2002). Poměr mezi WSC a BC se během fáze kvetení pohybuje okolo průměrné hodnoty 1,48; čímž je srovnatelná s hodnotou vojtěšky seté (1,0–1,5) (PIĚLAT et al., 2007; LOUČKA et al., 2002).

Pro zajímavost by průměrné hodnoty veškerých sledovaných parametrů, s výjimkou námi dosažených výsledků, byly následovné – NL 13,91 %; tuk 2,79 %; popel 11,03 %; BNVL 42,56 %; vláknina 28,16 %; ADF 34,98 % a NDF 41,97 %. Graf č. 2 tedy slouží k porovnání námi získaných hodnot s hodnotami zahraničních zdrojů, u kterých byl proveden průměr všech dosažených hodnot.

Graf č. 2 – Znázornění námi dosažených hodnot a průměrů hodnot zahraničních zdrojů mužáku prorostlého (% sušiny)



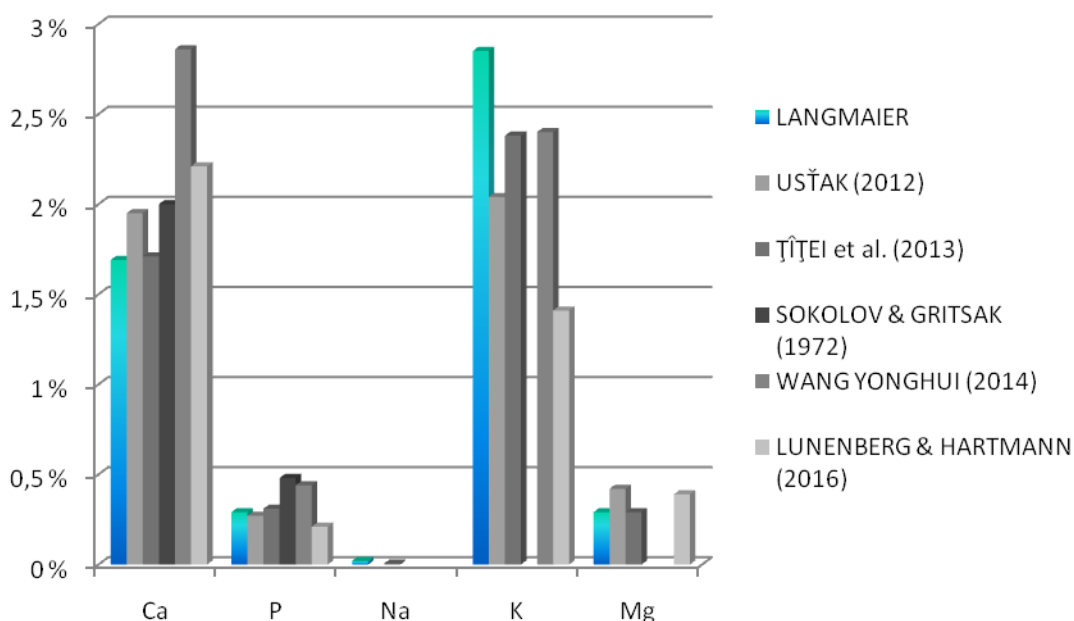
Z grafu je na první pohled patrné, že hodnoty, vysledované v rámci této práce, jsou s celkovým průměrem hodnot, dosaženým ve srovnávaných literárních zdrojích, porovnatelné. U několika z nich jsou zaznamenány nepatrné rozdíly, jedná se zejména o hodnoty NL (rozdíl 0,49 %), BNVL (rozdíl pouze 0,02 %) a ADF (rozdíl 0,34 %). U zbytku hodnot jsou pozorovatelné větší odlišnosti, zejména u BNVL (rozdíl 5,02 %), vlákniny (rozdíl 3,11 %) a NDF (rozdíl 5,83 %). U popele

došlo k odchýlení hodnot o 0,81 %. Naše analýza dosáhla vyšších hodnot u stanovení popele, BNVL, ADF a NDF, naopak průměr autorů z různých koutů světa zaznamenal vyšší hodnoty u stanovení NL, tuku a vlákniny.

7.2.3 Porovnání zastoupení minerálních látek

Další graf s označením č. 3 se zaměřuje na minerální látky, jejichž přítomnost v krmivech je pro organismus otázkou přežití (STANĚK, 2009). Dle SOVA et al. (1990) jsou tyto látky v množství 0,01 % a více označovány jako makroprvky či makroelementy. Mezi ně je možné zařadit námi pozorovaný vápník, fosfor, sodík, draslík a hořčík. Naše chemická analýza patří k jedněm z mála, které se zabývaly i touto tematikou. K porovnání nám poslouží data, kterých dosáhli autoři UŠŤAK (2012), ŤĚŤEI (2014), SOKOLOV & GRITSAK (1972), WANG YONGHUI (2014) a LUNENBERG & HARTMANN (2016).

Graf č. 3 – Znázornění obsahu minerálních látek (většiny makroprvků) mužáku prorostlého (% sušiny)



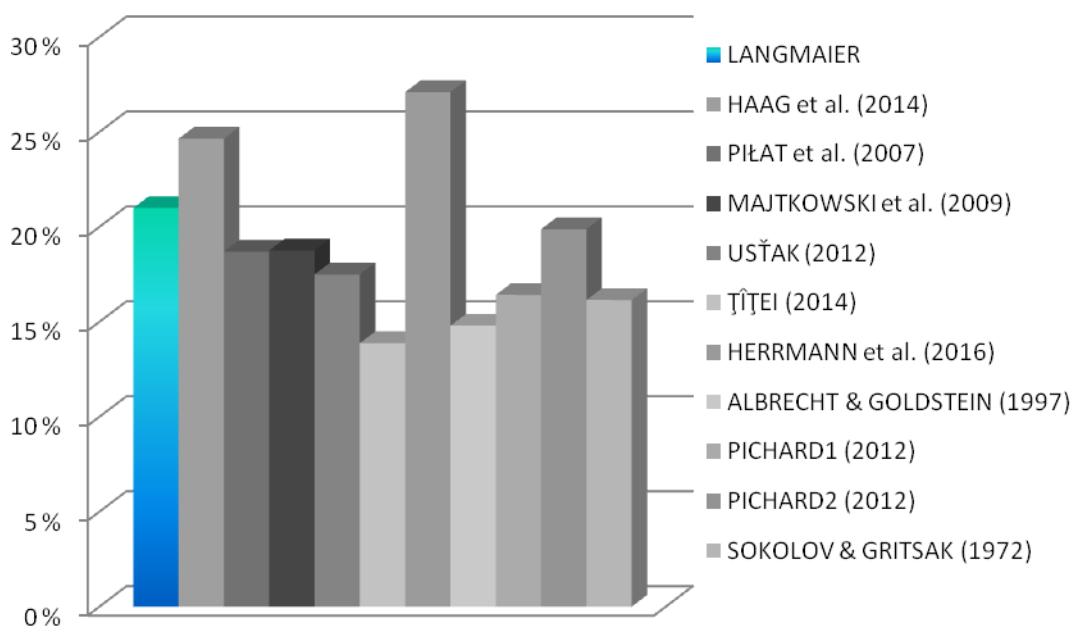
Prvním sledovaným prvkem v tomto grafu je vápník, přičemž jeho nejvyšší hodnoty dosáhl během svého měření WANG YONGHUI (2014) – 2,86 %. Druhá nejvyšší hodnota patří autorkám LUNENBERG & HARTMANN (2016), která odpovídá číslu 2,21 %. SOKOLOV & GRITSAK (1972) zaznamenali hodnotu, jež se rovná 2 % tohoto makroprvku. Zbytek zaznamenaných hodnot nepřekonal

hranici 2 %. Této mezi se však nejvíce přibližovala hodnota 1,95 %, které ve své studii dosáhl UŠŤAK (2012). Hodnota 1,69 %, zaznamenaná v naší analýze, patřila k té nejnižší. Mírně vyšší hodnotu vykazala studie autora ŤĪŤEI (2014) – 1,71 %. Poslední minerální látkou, hodnocenou výše zmíněnými autory, je fosfor. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí od 0,21 do 0,48 %. Nejvyšší hodnotu uvádí autoři GRITSAK & SOKOLOV (1972), činila 0,48 %. Naopak nejnižší hodnota byla zaznamenaná autorkami LUNENBERG & HARTMANN (2016) – 0,21 %. Vysoké hodnoty, která činila 0,44 %, dosáhl WANG YONGHUI (2014). Zbytek hodnot odpovídal podobné úrovni – ŤĪŤEI (2014) 0,31 %; LANGMAIER 0,29 % a UŠŤAK (2012) 0,27 %. Sodík, jakožto další sledovaný prvek, má dle hodnot jednoznačně nejnižší zastoupení v mužáku prorostlém. Naše analýza přišla s hodnotou 0,02 %, hodnoty 0,006 % dosáhl ŤĪŤEI (2014). Předposlední hodnota znázorňuje procentuální zastoupení draslíku. Náš chemický rozbor dosáhl nejvyšší hodnoty, jež odpovídala číslu 2,85 %. WANG YONGHUI (2014), ŤĪŤEI (2014) i UŠŤAK (2012) zaznamenali hodnoty přesahující hranici 2 %. Nejnižší hodnota vykazala studie LUNENBERG & HARTMANN (2016) – 1,41 %. Hořčík zaujímal pozici posledního zkoumaného prvku v tomto grafu. Naše analýza dosáhla totožného výsledku jako ŤĪŤEI (2014), který odpovídal hodnotě 0,29 %. O něco vyšší hodnoty, 0,39 %, dosáhly LUNENBERG & HARTMANN (2016). Nejvyšší hodnota však patřila studii autora UŠŤAK (2012), která činila 0,42 %.

7.2.4 Porovnání množství fytomasy a sušiny

Dále se samozřejmě nabízí důkladnější srovnání námi dosažených výnosů fytomasy a zastoupení obsahu sušiny s jinými dostupnými analýzami. Jak již bylo zmiňováno, v našem případě bylo dosaženo průměrných výnosů čerstvě sklizené fytomasy, jež odpovídaly hodnotě 13,78 t/ha. Procentuální obsah sušiny v 1 t činil 21 %, tudíž průměrný výnos sušiny by odpovídal 2,89 t/ha. Průměrné hodnoty procentuálního obsahu sušiny ve fytomase znázorňuje graf č. 4 – Znázornění zastoupení sušiny ve fytomase mužáku prorostlého a graf č. 5 – Znázornění výnosů fytomasy a sušiny mužáku prorostlého.

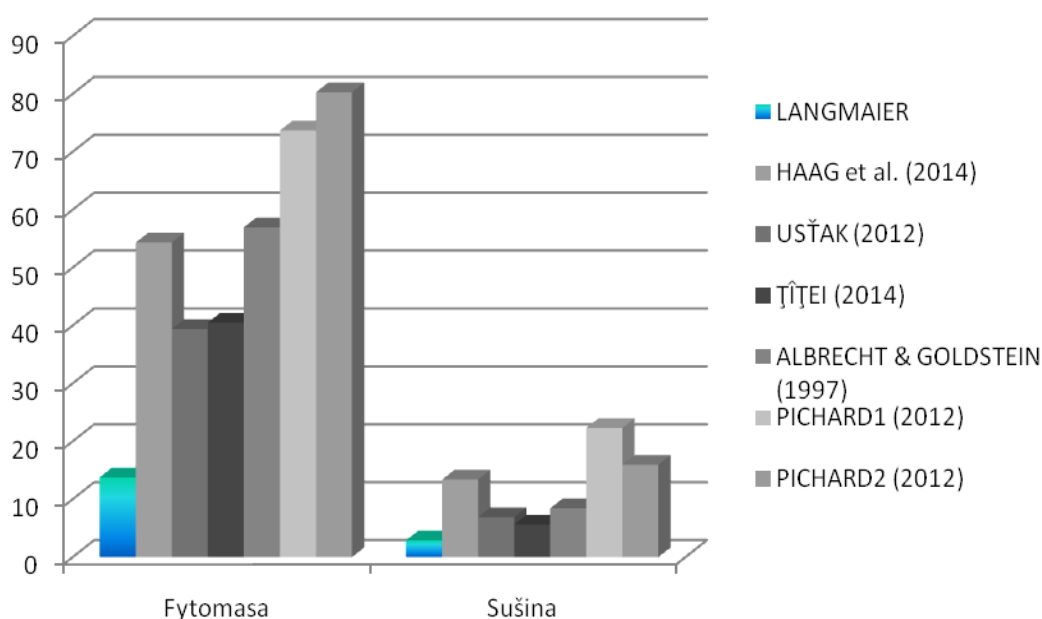
Graf č. 4 – Znárodnění zastoupení sušiny ve fytomase mužáku prorostlého (%)



Obsah sušiny ve fytomase mužáku prorostlého se pohyboval v hranicích od 13,88 do 27,1 %. Sušina s hodnotou 21 %, které jsme dosáhli během našich polních pokusů, patří jednoznačně k nejvyšším hodnotám, které jsou v grafu zaznamenány. Vůbec nejvyšší hodnotu však zaznamenali HERRMANN et al. (2016) – 27,1 % a HAAG et al. (2014), jehož hodnota činila 24,65 %. Zbytek hodnot nepřekročily hranici 20 %. Nejbliže tomu však byl PICHARD (2012) s jeho druhým pokusem, který vykazoval hodnotu 19,88 %. Polští autoři dosáhli obdobných hodnot, přičemž MAJTKOWSKI et al. (2009) s hodnotou 18,76 % mírně předčil kolegu PIŁAT et al., (2007), jehož hodnota dosahovala 18,69 %. UŐTAK (2012) nepřekonal hranici 18 %, jelikož zaznamenal hodnotu 17,5 %. PICHARD (2012) během prvního pokusu dosáhl hodnoty 16,42 %, o něco nižší hodnoty dosáhli SOKOLOV & GRITSAK (1972), jež činila 16,15 % a ALBRECHT & GOLDSTEIN – 14,8 %. Dostáváme se k vůbec nejnižšímu procentuálnímu zastoupení obsahu sušiny, který byl zaznamenán o hodnotě 13,88 % autorem ŤĚI (2014). Odůvodněním autorů, kteří během svých analýz dosáhli nižšího zastoupení sušiny, může být potenciálně vysoká hydratace stonků mužáku (až 90 %), což může mít pochopitelně negativní vliv i na celkovou výživovou hodnotu (ŤĚI, 2014). Procentuální obsah sušiny při sklizni samozřejmě odpovídá fázi růstu a samotnému stáří porostu. Citovaní autoři uvádí doporučený termín seče ve fázi květu.

Pro silážování mužáku je nejvhodnější sušina v rozmezí 24–32 % (UŠŤAK, 2012), tudíž přijatelné výsledky z tohoto pohledu zaznamenali pouze HAAG et al. (2014) a HERRMANN et al. (2016). Dle GANSBERGER et al. (2014) sklizeň koncem fáze kvetení poskytuje nejlepší výtěžnost sušiny a zajišťuje tvorbu kvalitní siláže. Také PICHARD (2012) upozorňuje, že od vegetativní fáze (F1) po formaci semen (F6) dochází k velkému nárůstu obsahu sušiny.

Graf č. 5 – Znázornění výnosů fytomasy a sušiny mužáku prorostlého (t/ha)



Na první pohled je z hodnot obsažených v grafu č. 5 zřejmé, že došlo k naplnění první z našich hypotéz. Naše hodnoty patří u obou zkoumaných parametrů k nejnižším, přičemž fytomasa dosahovala hodnoty 13,78 t/ha a její sušina odpovídala 2,89 t/ha. Těmito hodnotami bylo potvrzeno, že v prvním roce pěstování nedochází k naplnění plného výnosového potenciálu.

Graficky zaznamenané hodnoty fytomasy se pohybovaly od 13,78 do 80,28 t/ha. V případě sušiny bylo vykazováno hodnot v rozmezí od 2,89 do 22,29 t/ha. Nejvyšší hodnoty zaznamenal během svého rozsáhlého sledování PICHARD (2012). Během první studie dosáhl nejvyšší hodnoty sušiny, naopak ve druhé části byl dominantním z pohledu výnosu celkové fytomasy. První pokus tedy vykázal tyto hodnoty – fytomasa 73,67 t/ha a sušina 22,29 t/ha, druhý výzkum přišel s těmito výsledky – fytomasa 80,28 t/ha a sušina 15,96 t/ha. 3. nejvyšší výnosové hodnoty fytomasy, jež činila 56,96 t/ha, dosáhl ALBRECHT & GOLDSTEIN (1997). Následovala hodnota 54,33 t/ha od autora HAAG et al. (2014). Poměrně

vyrovnaných hodnot dosáhli ҒІҒEI (2014) a USŤAK (2012), přičemž první jmenovaný zaznamenal hodnotu 40,49 t/ha a druhý 39,4 t/h výnosu fytomasy. Pokud navážeme na sušinu, po nejvyšších hodnotách, jež si připisuje PICHARD (2012), následuje hodnota 13,39 t/ha, které dosáhl HAAG et al. (2014). Zbytek autorů nepřesáhl hodnotu sušiny 10 t/ha. Nejbliže tomu byli autoři ALBRECHT & GOLDSTEIN (1997), kteří zaznamenali hodnotu 8,43 t/ha. S nižšími hodnotami následovali USŤAK (2012) a ҒІҒEI (2014), jež dosáhl hodnoty 6,9 a 5,62 t/ha výnosu sušiny.

8. Závěr

Mužák prorostlý zastupuje mnohé funkce, které celosvětově vzbuzují neustále se narůstající zájem o tuto alternativní plodinu. Výjimečný je zejména díky své vysoké ekologické hodnotě, dlouhověkosti, všeobecné nenáročnosti a vysoké odolnosti vůči nejextrémnějším vlivům klimatických podmínek. Dobře vyvinutá a hluboká kořenová soustava umožňuje mužáku zastupovat funkci zúrodnujícího prvku půdy. Možnosti pěstování mužáku prorostlého jsou různorodé. Kromě toho, že se jedná o ceněný zdroj píce a surovinu pro produkci bioplynu, je tato plodina vyhledávána jako vydatná medonosná rostlina.

Primárním faktorem pro vypracování této práce byla kultivace samotného mužáku prorostlého, bez níž by nebylo možné provést chemickou analýzu. V ní došlo ke stanovení hodnot jednotlivých parametrů, podle kterých se následně řídil směr celé práce. Ta se zabývala především zpracováním experimentálních dat, které byly získávány zejména ze zahraničních studií. Pomocí nich bylo umožněno důkladné porovnání s námi dosaženými hodnotami. Komparace zejména v podobě grafů očividně naznačují, že ve studiích byly sledovány a zaznamenány rozdílné nutriční hodnoty. V sušině mužáku prorostlého dosahovaly dusíkaté látky až 26,78 %. Tuk vykazoval ve studiích hodnoty od 2,11 do 4 %. U popela byly dohledatelné hodnoty, které se pohybovaly od 8,21 do 12,91 %. Rozmezí 38,3–53,23 % bylo zjištěno u BNLV a 23,38–38,63 % odpovídalo zastoupení vlákniny. Rozmezí ADF se pohybovalo od 27,41 do 47,71 %, naopak vyšších hodnot bylo dosahováno u NDF, rozmezí činilo 32,97–54,94 %. Po provedení průměru všech jedenácti zdrojů však bylo získáno takových hodnot, které ve většině případů odpovídaly hodnotám dosažených v námi provedeném kvalitativním rozboru. Studie, jež se zabývaly zastoupením minerálních látek, zaznamenaly poměrně obdobných hodnot, které potvrdily bohatost mužáku prorostlého na makroelementy. Také došlo k naplnění obou hypotéz. Hypotéza č. 2 předpokládala, že výnos fytomasy v prvním roce pěstování nebude dosahovat plného výnosového potenciálu. Výnos čerstvě sklizené fytomasy o hodnotě 13,78 t/ha této domněnce jednoznačně odpovídal. Naopak jsme s ohledem na nízký výnos fytomasy dosáhli poměrně vysokého výnosu sušiny, který s hodnotou 2,89 t/ha zaujímal ve fytomase mužáku prorostlého 21 %. Hypotéza s označením č. 1 předpokládala, že kvalitativní parametry siláže mužáku

prorostlého budou dosahovat srovnatelných hodnot s kukuřicí setou pěstovanou pro krmivářské účely. Na základě námi dosažených údajů lze uvést, že kvalitativní parametry fytomasy mužáku prorostlého jsou srovnatelné s fytomasou kukuřice seté. Mužák prorostlý potvrdil zvýšený obsah dusíkatých látek (13,42 %), vlákniny (25,05 %) a minerálních látek (10,69 %), naopak kukuřice měla vyšší zastoupení BNVL (63,44 %), s čímž souvisí zaznamenaný vysoký obsah škrobu (30,93 %).

Mužák prorostlý dosáhl v prvním roce pěstování přijatelných výsledků, zejména v oblasti chemické skladby. Během dalších let lze očekávat postupný nárůst výnosů fytomasy, přičemž potenciální výnos suché hmoty se může vyšplhat až k hodnotě 36,6 t/ha (DANIEL & ROMPF, 1994), průměrně se však jedná dle GANSBERGER et al. (2014) o hodnotu 15 t/ha. Jakmile tento závěrečný předpoklad bude naplněn, mužák prorostlý zaujme pozici značného konkurenta pro kukuřici setou, a to jak po kvalitativní, tak i výnosové stránce. Hlavní potenciál pěstování mužáku prorostlého v praxi je spojený především s možností jeho využití v podobě náhrady za kukuřici při pěstování k pícninářským či energetickým účelům na takových lokalitách, které jsou pro tuto plodinu zakázané, nevhodné (např. svažité terén) nebo všeobecně méně příznivé.

9. Seznam použité literatury

Seznam odborné literatury

1. Albrecht, K. A., & Goldstein, W. (1997, June). *Silphium perfoliatum*: A North American prairie plant with potential as a forage crop. In Proc. XVIII International Grassland Congress.
2. Alenková, K. (2012). Studium výživy mléčného skotu, 14 s.
3. Bauböck, R., Karpenstein-Machan, M., & Kappas, M. (2014). Computing the biomass potentials for maize and two alternative energy crops, triticale and cup plant (*Silphium perfoliatum* L.), with the crop model BioSTAR in the region of Hannover (Germany). *Environmental Sciences Europe*, 26(1), 19.
4. Clevinger, J. A., & Panero, J. L. (2000). Phylogenetic analysis of *Silphium* and subtribe *Engelmanniinae* (Asteraceae: Heliantheae) based on ITS and ETS sequence data. *American Journal of Botany*, 87(4), 565-572.
5. Conrad, M., Biertümpfel, A., & Vetter, A. (2009). Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.)–von der Futterpflanze zum Koferment. In *Symp. Energiepfl.*
7. Cukrová, M. (2010). Stanovení škrobu a základních charakteristik vybraných druhů obilovin, 14 s.
8. Čermák, B., & Ball, D. M. (2004). Pěstování a využití objemných krmiv pro zvířata a ochranu životního prostředí: vědecko odborná publikace. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2004. ISBN 80-7040-745-X
9. Daniel, P., & Rompf, R. (1994). Possibilities and limits in the utilization of *Silphium perfoliatum* as a fodder plant, renewable raw material and a landscape conservation-plant. *Agribiological research (Germany)*.
10. Davidyants, E. S., Kartasheva, I. A., & Neshin, I. V. (1997). The effect of triterpene glycosides of *Silphium perfoliatum* L. on phytopathogenic fungi. *RASTITEL'NYE RESURSY*, 33, 93-97.
11. Dietl, W., & Lehmann, J. (2004). Ökologischer Wiesenbau. *Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.*

12. Diviš, J., et. al. (2010). Pěstování rostlin: (učební texty pro obor provozní podnikatel a pozemkové úpravy a převody nemovitostí). Vyd. 2. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2010. ISBN 978-80-7394-216-8
13. Fábry, A., et. al. (1992). Olejníny. Vyd. 1. Ministerstvo zemědělství ČR, 1992. ISBN 80-7084-043-9
14. Gansberger, M., Montgomery, L. F., & Liebhard, P. (2015). Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L. as a renewable resource for biogas production: A review. *Industrial Crops and Products*, 63, 362-372.
15. Graham, J., Čurn, V. (1998). Šlechtění zemědělských plodin (obiloviny, luskoviny). Vyd. 1. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1998. ISBN 80-7040-300-4
16. Haag, N. L., Nägele, H. J., Reiss, K., Biertümpfel, A., & Oechsner, H. (2015). Methane formation potential of cup plant (*Silphium perfoliatum*). *Biomass and Bioenergy*, 75, 126-133.
17. Havlů, M. (2008). Využití biomasy v České republice, 14 s.
18. Hejduk, S. (2007). Kvalita píče při extenzivním využívání pastvin. *Náš chov*, 3, 102-106 s.
19. Herrmann, C., Idler, C., & Heiermann, M. (2016). Biogas crops grown in energy crop rotations: Linking chemical composition and methane production characteristics. *Bioresource technology*, 206, 23-35.
20. Jablonski, B., & Koltowski, Z. (2004). Nectar secretion and honey potential of honey-plants growing under Poland's conditions-Part XIV. *Journal of Apicultural Science*, 48(1).
21. Jemiołkowska, A., & Kowalski, R. (2012). In vitro estimate of influence of *Silphium perfoliatum* L. leaves extract on some fungi colonizing the pepper plants. *Acta Sci. Pol., Hort. Cult*, 11(3), 43-55.
22. Kacerovský, O. et. al. (1990). Zkoušení a posuzování krmiv. Vyd. 1. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1990. ISBN 80-209-0098-5
23. Klesnil, A., et. al. (1978). Intenzivní výroba píče. Vyd. 2. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1981.

24. Klimeš, F. (1997). Lukařství a pastvinářství: ekologie travních porostů. Vyd. 1. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 1997. 140 s., ISBN 80-7040-215-6
25. Konvalina, P., et. al. (2007). Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. Vyd. 1. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. ISBN 978-80-7394-031-7.
26. Kumpan, N. (2011). Využití sběracího vozu v podniku zemědělské výroby, 8 s.
27. Kowalski, R., & Kędzia, B. (2007). Antibacterial activity of *Silphium perfoliatum*. Extracts. *Pharmaceutical Biology*, 45(6), 494-500.
28. Kowalski, R., & Wolski, T. (2005). The chemical composition of essential oils of *Silphium perfoliatum* L. *Flavour and fragrance journal*, 20(3), 306-310.
29. Loučka, R., et. al. (2002). Metody konzervace píce pro ekologické zemědělství. Ministerstvo zemědělství ČR v Ústavu zemědělských a potravinářských informací, 2002. 7 s., ISBN 80-7271-119-9
30. Lunenberg, T. & Hartmann, A. (2016). JOURNAL FÜR KULTURPFLANZEN, Nährstoffentzüge von Durchwachsener Silphie in Bayern. Eugen Ulmer KG Stuttgart, 2016.
31. Majtkowski, W., Piłat, J., & Szulc, P. M. (2009). Prospects of cultivation and utilization of *Silphium perfoliatum* L. in Poland. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, (251), 283-291.
32. Maláček, J. & Vaculík, P. (2008). Biomasa pro výrobu energie: vědecká monografie. Vyd. 1. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6
33. Matthews, J., Beringen, R., Huijbregts, M. A. J., Van der Mheen, H. J., Odé, B., Trindade, L., ... & Leuven, R. S. E. W. (2015). *Horizon scanning and environmental risk analyses of non-native biomass crops in the Netherlands*. Radboud University Nijmegen.
34. Míka, V. et. al. (1997). Kvalita píce. Vyd. 1. Ústav zemědělských a potravinářských informací v Praze, 1997. ISBN 80-96153-59-2
35. Neumerkel, W., & Martin, B. (1982). SILPHIUM (*SILPHIUM-PERFOLIATUM* L)-A NEW FEED PLANT. *ARCHIV FÜR ACKER UND PFLANZENBAU UND BODENKUNDE-ARCHIVES OF AGRONOMY AND SOIL SCIENCE*, 26(4), 261-271.

36. Pan, G., Ouyang, Z., Luo, Q., Yu, Q., & Wang, J. (2011). Water use patterns of forage cultivars in the North China Plain. *International Journal of Plant Production*.
37. Petřík, M., et al. (1987). Intenzivní pícninářství: celostátní vysokoškolská příručka pro vysoké školy zemědělské. Vyd. 1. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, 1987.
38. Pichard, Gastón. "Management, production, and nutritional characteristics of cup-plant (*Silphium perfoliatum*) in temperate climates of southern Chile." *Ciencia e investigacion agraria* 39.1 (2012): 61-77.
39. Piłat, J., Majtkowski, W., Majtkowska, G., Mikołajczak, J., & Góralaska, A. (2007). The usefulness for ensiling of chosen plant forms of species of *Silphium* genus. *Journal of Central European Agriculture*, 8(3), 363-368.
40. Povolný, M. (2002). Přehled odrůd kukuřice 2002. Vyd. 1. ÚKZÚZ v Brně, 2002. 5 s., ISBN 80-86548-23-6
41. Pozdíšek, J., et. al. (2008). Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů. Vyd. 1. Výzkumný ústav pro chov skotu Rapotín, 2008. 6 s., ISBN 978-80-87144-06-0
42. Římovský, K., et. al. (1989). Pícninářství: polní pícniny. Dotisk. Vysoká škola zemědělská v Brně, 1992. ISBN 80-7157-038-9
43. Settle, W. J. (1967). The chromosome morphology in the genus *Silphium* (Compositae).
44. Sova, Z. et. al. (1990). Fyziologie hospodářských zvířat. Vyd. 2. Státní zemědělské nakladatelství v Praze. 1990, ISBN 80-209-0092-6
45. Skládanka, J., et. al. (2014). Pícninářství. Vyd. 1. Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-111-6
46. Sláma, M. (2014). Pícniny v osevních postupech a ve výživě zvířat, 10 s.
47. Sokolov, V. S., & Gritsak, Z. I. (1972). *Silphium*--a valuable fodder and nectariferous crop. *World crops*.
48. Stanford, G. (1990, August). *Silphium perfoliatum* (cup-plant) as a new forage. In *Proceedings of the Twelfth North American Prairie Conference, Cedar Falls, IA* (pp. 33-37).
49. Studnička, M. (1984). *Masožravé rostliny*. Academia.

50. Šantrůček, J., et. al. (1995). Základy pěstování víceletých pícnin na orné půdě. Vyd. 1. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1995. ISBN 80-75105-094-6
51. Šantrůček, J., et. al. (2001). Základy pícninářství. Vyd. 1. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2001. ISBN 80-213-0764-1
52. ŠÁRKA, E., SMRČKOVÁ, P., & SEILEROVÁ, L. (2013). Rezistentní a pomalu stravitelný škrob. *Chemické listy*, 107, 929-935.
53. Šnobl, J., Pulkrábek, J., et. al. (2005). Základy rostlinné produkce. Vyd. 2. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. ISBN 80-213-1340-4
54. Tauferová, A., et. al. (2014). Rostlinná produkce. Vyd. 1. Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7305-717-6
55. ȚÎȚEI, V., TELEUȚĂ, A., & MUNTEAN, A. (2013). The Perspective of Cultivation and Utilization of the Species *Silphium Perfoliatum* L. and *Helianthus Tuberosus* L. in Moldova. *Bulletin UASMV serie Agriculture*, 70(1), 160-166.
56. ȚÎȚEI, V. (2014). Biological peculiarities of cup plant (*Silphium perfoliatum* L.) and utilization possibilities in the Republic of Moldova. *Agronomy Series of Scientific Research/Lucrari Stiintifice Seria Agronomie*, 57(1).
57. Trínáctý, J. et. al. (2010). Hodnocení kukuřičné siláže pro dojnice dle systému MILK 2006, Rapotín: Agrovýzkum Rapotín, 2010. ISBN 978-80-87144-15-2
58. Urban, F. et. al. (1997). Chov dojeného skotu. Nakladatelství Apros v Praze, 1997. ISBN 80-901100-7-X
59. Ust'ak, S. (2012). Možnosti pěstování mužáku prorostlého *Silphium perfoliatum* L. pro výrobu bioplynu. Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze, 2012. ISBN 978-80-7427-099-4
60. Vacek, V., & Repka, R. (1992). Concise results of the experiment with *Silphium perfoliatum* L. *Czechoslovak board on plant genetic resources, annual report 1991*.
61. Velich, J., et. al. (1994). Pícninářství. Vyd. 1. Vysoká škola zemědělská v Praze, 1994. ISBN 80-213-0156-2
62. Vetter, A., Conrad, M., & Biertümpfel, A. (2014). Optimierung des Anbauverfahrens für Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*) als Kofermentpflanze in Biogasanlagen sowie Überführung in die

- landwirtschaftliche Praxis: Abschlussbericht;[Projekt: Effiziente und umweltgerechte Erzeugung von Bioenergie; Laufzeit: 01.05. 2007 bis 18.04. 2010].
63. Vrzal, J., et. al. (1995). Základy pěstování kukuřice a jednoletých pícnin. Vyd. 1. Insitut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze, 1995. ISBN 80-7105-097-0
 64. Weger, J., et. al. (2012). Možnosti pěstování biomasy jako energetického zdroje v Ústeckém kraji. Výzkumný ústav Silva Taurocy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice 2012. ISBN 978-80-85116-66-3
 66. Wrobel, M., Frączek, J., Francik, S., Slipek, Z., & Mudryk, K. (2013). Influence of degree of fragmentation on chosen quality parameters of briquette made from biomass of cup plant *Silphium perfoliatum* L. In *Conference Engineering for Rural Development, Jelgava, Latvia* (pp. 653-657).
 67. Zeman, L. (1998). Produkce a využití objemných krmiv: sborník z mezinárodní konference. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. S. 6, ISBN 80-7157-303-5.
 68. Zimolka, J., et. al. (2008). Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry. Vyd. 1. Profi Press v Praze, 2008. ISBN 978-80-86726-31-1

Internetové zdroje

1. Bucek, P. *Ročenka-Chov skotu v České republice*. Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2016 [online]. Neprodejně. Kvapilík, J., Kučera, J. Praha, 2017-07-24 [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: [http://www.cmsch.cz/plemenarska-prace/kontrola-uzitkovosti-\(ku\)/rocenky/skot](http://www.cmsch.cz/plemenarska-prace/kontrola-uzitkovosti-(ku)/rocenky/skot)
2. Český statistický úřad. *Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2017* [online]. 2018-02-16 [cit. 2018-02-27] Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2017>
3. ČHMÚ [online]. [cit. 2018-01-13]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>
4. ČÚZK. *Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky* [online]. Vyd. 1. Praha, 2017-03-X [cit. 2017-12-14]. ISBN 978-80-

- 86915-93-3. Dostupné z: https://www.cuzk.cz/Periodika-a-publikace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka_pudniho_fondu_2017.aspx
5. Doktorová, J. Správná minerální výživa [online]. 2007-06-05 [cit. 2018-02-09]
Dostupné z: <http://naschov.cz/spravna-mineralni-vyziva-skotu/>
 6. Hejduk, S. *Pícninářství v ekologickém zemědělství* [online]. Sasov, 2015-09-16 [cit. 2017-11-21]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/11382516-Picninarstvi-v-ekologickem-zemedelstvi-stanislav-hejduk-sasov-u-jihlavy-16-9-2015.html>
 7. Ježková, A. *Výběr hybridů kukuřice podle FAO* [online]. 2012-01-04 [cit. 2018-01-07]. Dostupné z: <http://naschov.cz/vyber-hybridu-kukurice-podle-fao/>
 8. Krejčí, P. *Obecná botanika* [online]. Slabý, K. 2008-04-28 [cit. 2018-01-17].
Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/
 9. Málek, J. *Pěstování krmných plodin na orné půdě* [online]. 2011-X-X [2018-01-19]. Dostupné z: <http://www.eposcr.eu/publikace/metodicke-listy/>
 10. Prýmas, L. *Tuky ve výživě dojnic* [online]. 2017-08-16 [cit. 2018-01-05].
Dostupné z: <http://naschov.cz/tuky-ve-vyzive-dojnic/>
 11. Staněk, S. *Vitamínové a minerální nedostatečnosti* [online]. 2009-08-12 [cit. 2018-01-19]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/zoohygiena-a-choroby-hospodarskych-zvirat/poruchy---mineralni--vitaminove/>
 12. Štercová, E. *Chemická analýza krmiv* [online]. Straková, E., Rusníková, L., Hudečková, P. 2012-12-17 [cit. 2018-02-10]. Dostupné z: https://fvhe.vfu.cz/static/informace-o-fakulte/sekce-ustavy/uvv/chemicka_analyza_krmiv/metodiky/chemickaanalyza.pdf
 13. ÚKZÚZ. *Věstník Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského*. Ročník XVI, řada Národní odrůdový úřad, číslo 3, 2017 [online]. Brno, 2017-07-30 [cit. 2017-11-07]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/odrudy/informace-o-odrudach/odrudy-registrovane-v-cr/seznam-odrud/>
 14. Wang Yonghui. *Method for brewing Silphium perfoliatum vinegar* [online]. 2014-10-29 [cit. 2018-03-02]. CN103409311 B. Dostupné z: https://encrypted.google.com/patents/CN103409311B?cl=zh&hl=en&outpou=html_text#classifications

10. Přílohy

Obrázek č. 1 – Mechanické ošetření proti zaplevelení porostu



autor Vít Langmaier

Obrázek č. 2 – Formování listové růžice mužáku prorostlého



autor Vít Langmaier

Obrázek č. 4 – Provedení mulčování po druhém odplevelení pozemku



autor David Malina

Obrázek č. 4 – Porost mužáku prorostlého před první sklizní



autor Vít Langmaier

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Vývoj jednotlivých druhů pozemků od roku 1966 (ha).....	18
Tabulka č. 2 – Vývoj ploch a sklizní zemědělských plodin v letech 2005 až 2017.	19
Tabulka č. 3 – Stupnice FAO	21
Tabulka č. 4 – Rozdělení druhů obilnin do skupin podle vlastností a požadavků na prostředí.....	24
Tabulka č. 5 – Průměrná složení hlavních jetelovin a trav v různých fázích růstu (% sušiny)	31
Tabulka č. 7 – Průměrné obsahy mikroelementů	38
Tabulka č. 8 – Množství aminokyselin v mužáku prorostlém.....	38
Tabulka č. 9 – Výnos sušiny mužáku prorostlého pod vlivem různých typů půd a nadmořské výšky v Německu	40
Tabulka č. 10 – Charakteristické hodnoty mužáku prorostlého v porovnání s různými bioplynovými substráty	44
Tabulka č. 11 – Údaje o pokusném a demonstračním pozemku	48
Tabulka č. 12 – Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek za část roku 2016 (od měsíce výsadby).....	48
Tabulka č. 13 – Průměrná teplota vzduchu a úhrn srážek za část roku 2017 (do měsíce provedení první sklizně)	49
Tabulka č. 11 – Metodika hnojení mužáku prorostlého v roce založení	50
Tabulka č. 12 – Metodika hnojení mužáku prorostlého v produkčních letech.....	50
Tabulka č. 13 – Metodika stanovení živin.....	51
Tabulka č. 14 – Chemická skladba mužáku prorostlého a kukuřičné siláže (% sušiny)	55
Tabulka č. 15 – Shrnutí obsahu jednotlivých živin v mužáku prorostlém (% sušiny)	61

Seznam schémat

Schéma č. 1 – Potenciál suché biomasy mužáku prorostlého v oblasti Hannoveru..	41
---	-----------

Seznam grafů

Graf č. 1 – Znázornění chemických skladeb mužáku prorostlého dosažených během 1. sklizňového období (% sušiny)	62
Graf č. 2 – Znázornění námi dosažených hodnot a průměrů hodnot zahraničních zdrojů mužáku prorostlého (% sušiny)	64
Graf č. 3 – Znázornění obsahu minerálních látek (většiny makroprvků) mužáku prorostlého (% sušiny)	65
Graf č. 4 – Znázornění zastoupení sušiny ve fytomase mužáku prorostlého (%).....	67
Graf č. 5 – Znázornění výnosů fytomasy a sušiny mužáku prorostlého (t/ha).....	68

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 – Mechanické ošetření proti zaplevelení porostu	79
Obrázek č. 2 – Formování listové růžice mužáku prorostlého	79
Obrázek č. 4 – Provedení mulčování po druhém odplevelení pozemku	80
Obrázek č. 4 – Porost mužáku prorostlého před první sklizní.....	80