

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pícninářství a pastvinářství



**Potenciál využití listů jetelovin jako bílkovinného krmiva
pro ekologický chov prasat**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Lucie Martinková

Obor studia: Výživa zvířat a dietetika

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Hakl, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Potenciál využití listů jetelovin jako bílkovinného krmiva pro ekologický chov prasat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2018

Poděkování

Ráda bych poděkovala všem z katedry pícninářství a trávnickářství, kteří mi byli nápomocni při řešení mé diplomové práce. Především děkuji Ing. Josefu Haklovi, Ph.D., vedoucímu diplomové práce za obětavost, cenné rady a čas, které mi věnoval při vypracování této práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu a pomoc v průběhu celého vysokoškolského studia. Zpracování této práce bylo podpořeno z projektu PRV 16/003/1611a/563/000074.

Potenciál využití listů jetelovin jako bílkovinného krmiva pro ekologický chov prasat

Souhrn

Současný výzkum zabývající se výživou zvířat v regionu Evropy, hledá pro svůj trh bílkovinné zdroje vyhýbající se dnešní vysoké závislosti na dovážené sójové bílkovině. Ta je pro svůj obsah bílkovin velmi ceněnou komoditou, ovšem většina dovezených bobů je geneticky modifikována, což je neslučitelné s vizemi a nařízeními ekologického zemědělství.

Hlavním cílem této práce a cílem současného projektu v rámci programu Rozvoje venkova byl rozvoj technologií pro separaci listů jetelovin a v rámci této práce především zhodnocení potencionálu listů jetelovin jako zdroj proteinu pro ekologický chov prasat.

Odběr vzorků probíhal v roce 2017 na pozemcích pana Josefa Sklenáře majitele biofarmy v Sasově nedaleko Jihlavy. Směs vojtěšky seté a jetele lučního jsou využívány ve třech sečích, kdy před každou sečí byly realizovány odběry vzorků píce, vždy ve čtyřech opakováních na každé lokalitě. V první seči proběhl odběr na všech čtyřech stanovištích, následující dvě seče pouze na jednom z nich. Ve vzorcích byl stanoven počet lodyh na m², délka lodyh a hmotnostní podíly vojtěšky, jetele, listů jetelovin a přítomných plevelů. V listech z první seče byl stanoven obsah dusíkatých látek a z balíku sena ze třetí seče byly stanoveny dusíkaté látky, dusík, tuk vláknina, popel, BNLV a metabolizovatelná energie pro prasata.

Vojtěška setá výrazněji přispěla k celkovému ročnímu výnosu sušiny, výrazně vyšší byl i obsah dusíkatých látek v listech kde v průměru obsahovala 28,6 %, kdežto jetel luční 24,9 %. Jetel luční dosáhl ve třech sečích výrazně vyšších hmotnostních poměrů listů. V průměru dosahoval až 57,5 % zastoupení listů, zatímco vojtěška setá 39,6 %. Kvalita listů z balíku sena má pořád o něco vyšší obsah vlákniny 14,8 %, ale i přesto se zdá být přijatelná pro výživu prasat v ekologickém chovu.

Tento výzkum ukázal, že směs jetele lučního a vojtěšky seté by mohl být v daných podmínkách ekologické farmy účinným zdrojem bílkovin pro monogastry.

Klíčová slova: pícniny, jetel, vojtěška, podíl listů, proteiny

Potential for utilization of legume leaves as a protein source for organic pig farming

Summary

Current research on animal nutrition in the region of Europe is looking for protein sources for its market avoiding today's high dependence on imported soy protein. This is a highly valued commodity for its protein content, but most of the imported beans are genetically modified, which is incompatible with the visions and regulations of organic farming.

The main aim of this work and the aim of the present project under the Rural Development Program was the development of technologies for the separation of the leaves of the clover and in this work mainly the evaluation of the potency of the leaves of the clover as a source of protein for organic pig breeding.

Sampling took place in 2017 on the grounds of Mr. Josef Sklenar, the owner of the biofarm in Sasov near Jihlava. The mixture of lucerne and red clover are used in three crops, where sampling of forage samples was carried out before each cut, each time in four replicates at each site. In the first mowing, sampling took place on all four habitats, the next two mowing on only one of them. The number of stems per square meter, stem length and lucerne, red clover, clover leaf and weeds were determined in the samples. The nitrogen content of nitrogenous substances, nitrogen, fat, ash, BNLV and metabolizable energy for pigs were determined from the first cuttings.

Lucerne set significantly contributed to the total annual yield of dry matter, significantly higher was also the content of nitrogenous substances in leaves where on average contained 28.6 %, while the clover meadow 24.9 %. The red clover has achieved significantly higher weight ratios in three crops. On average, it was up to 57.5 % of the leaf, while lucerne was 39.6 %. The quality of hay leaves still has a slightly higher fiber content of 14.8 % but still seems acceptable for organic pigs.

This research has shown that the mixture of red clover and lucerne slices could be an effective source of protein for monogas in the conditions of an organic farm.

Keywords: fodder, red clover, alfalfa, leaf separation, protein

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce a vědecká hypotéza	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Chov a výživa prasat v ekologickém režimu	10
3.1.1	Potřeba proteinu.....	13
3.1.2	Kvalita proteinu a jeho využití	15
3.2	Zdroje proteinu pro prasata	17
3.2.1	Sója (Glycine max).....	17
3.2.1.1	Chemické složení a kvalita bílkovin	17
3.2.2	Hrách setý (Pisum sativum) a bob setý (Vicia faba).....	18
3.2.2.1	Bob setý	18
3.2.2.2	Hrách setý	19
3.2.3	Jeteloviny.....	19
3.2.3.1	Jetel luční (Trifolium pratense).....	19
3.2.3.2	Vojtěška setá (Medicago sativa)	21
3.2.3.3	Vičenec ligrus (Onobrychis viciifolia).....	25
3.3	Kvalita proteinu v jetelovinách	26
3.3.1	Vztah k ideálnímu proteinu	27
3.4	Technologie získávání proteinu z jetelovin.....	28
3.4.1	Separace lístků.....	28
3.4.1.1	Sušení lístků.....	28
3.4.1.2	Lisování lístků.....	30
4	Materiál a metody	34
4.1	Charakteristika půdních a klimatických podmínek stanoviště.....	34
4.2	Charakteristika porostu a metodika odběru vzorků.....	34
4.2.1	Charakteristika pokusných lokalit	34
4.2.2	Metodika odběru vzorků.....	35
4.3	Chemické analýzy	35
4.3.1	Stanovení sušiny	36
4.3.2	Stanovení obsahu dusíkatých látek.....	36
4.4	Statistické hodnocení	36
5	Výsledky	37
5.1	Vliv stanoviště a druhu rostliny na sledované parametry v první seči	37
5.2	Vliv druhu jeteloviny a pořadí seče na sledované parametry.....	41
5.3	Chemické složení listů a stonků směsi jetelovin a stanovení metabolizovatelné energie pro prasata.....	46

6	Diskuze	47
6.1	Vliv stanoviště a druhu rostliny na sledované parametry v první seči	47
6.2	Vliv druhu jeteloviny a pořadí seče na sledované parametry.....	48
6.3	Chemické složení listů a stonků směsi jetelovin a stanovení metabolizovatelné energie pro prasata.....	49
7	Závěr	51
8	Seznam literatury	52
8.1	Online zdroje	63
9	Seznam zkratek	64

1 Úvod

Rozdíl mezi vysokými nároky na bílkoviny v odvětví živočišné výroby a zároveň nízkou produkcí této důležité části krmných dávek v Evropské unii vede k tomu, že je většina bílkovin pro živočišnou výrobu dovážena z Ameriky, především ve formě sójové moučky. Většina dovážených sójových bobů je geneticky modifikována, což není v souladu s vizí ekologického zemědělství. Z tohoto důvodu současný výzkum v této oblasti hledá vhodnou alternativu bílkovinných zdrojů s možností pěstování v evropském regionu. Potencionálním zdrojem bílkovin by mohly být jeteloviny. V souladu s touto myšlenkou je cílem současného projektu Programu Rozvoje Venkova vývoj technologií pro separaci listů jetelovin a zhodnocení potenciálu tohoto produktu jako organického zdroje bílkovin pro výživu prasat v ekologickém zemědělství.

Pěstování jetelovin jako zdroj bílkovin pro ekologické zemědělství nemá pouze produkční aspekt, ale také se podílí na zachování krajiny. Poskytuje mnoho výhod, jako je schopnost fixovat atmosférický dusík, a to díky symbióze s půdními bakteriemi. Také napomáhá redukci zaplevelení, snižují počet škůdců či chorob, přispívají k ukládání uhlíku do půdy a jsou velmi dobrou předplodinou.

2 Cíl práce a vědecká hypotéza

Cílem práce je v podmínkách konkrétního zemědělského podniku analyzovat potenciál produkce listů vojtěšky seté a jetele lučního jako zdroje proteinů pro ekologicky chovaná prasata.

Ověřovány budou následující hypotézy:

- 1) Lokalita (pozemek) významně ovlivňuje produkci a kvalitu sklizených listů.
- 2) Pořadí seče má významný vliv na produkci sklizených listů.

3 Literární rešerše

3.1 Chov a výživa prasat v ekologickém režimu

Moudrý et al. (2007) definuje ekologické zemědělství jako zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho složky. Vyhláškou jsou jasně dána omezení a zákazy pro používání látek, které svými stopami zatěžují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce. V chovu hospodářských zvířat dbá na etologické a fyziologické potřeby daného zvířete, na biologickou rozmanitost, ochranu přírodních zdrojů, osvědčené enviromentální postupy a v neposlední řadě se řídí nároky spotřebitelů.

Ekologické zemědělství je založeno na psychické a fyzické pohodě zvířat neboli welfare. Zvířatům se umožňuje dostatečný pohyb a přístup na volná prostranství, kdykoliv to dovolí stav půdy a povětrnostní vlivy. Venkovní prostranství umožňuje prasatům rýt a kálet v přirozeném prostředí. Není-li možný venkovní výběh, je prasatům poskytnut vhodný substrát pro potřebu plnění jeho etologických potřeb (Šarapatka et al., 2005). Počet zvířat koreluje s jejich welfare a s velikostí pastviny. A to především kvůli obavám z nadměrné půdní eroze, nadměrnému spásání, či hutnění půdy způsobené nadměrným zatížením venkovní plochy. Při nepříznivých podmínkách musí být zvířatům umožněn přístup pod přístřeší, nebo do ustájení. Minimálně jedna polovina plochy kotce musí být pevná, roštové podlahy i mřížové konstrukce jsou v ekologických chovech zakázány. Zvířeti musí být umožněno suché místo k odpočinku, to se nejčastěji zabezpečí dostatečným množstvím podestýlky. Například slámou či pilinami. Tyto materiály jsou též vhodným substrátem pro prasečí etologické aktivity. Budova, ve které jsou prasata ustájena, musí být dobře větratelná, aby bylo zajištěno správné proudění vzduchu a koncentrace prachu a plynů byla držena ve správném rozmezí (Blair, 2007). Chov nesmí překračovat limit 170 kg vyprodukovaného dusíku na hektar zemědělsky využitě půdy za jeden rok. Maximální zatížení u výkrmových prasat je 14 kusů na jeden hektar, mluvíme-li o plemenných prasnicích je to 6,5 kusů na hektar (MZe, 2015).

U prasat chovaných na biofarmách musí být krmivo vypěstováno v ekologickém režimu a nejméně 20 % musí pocházet z dané zemědělské jednotky (viz nařízení 889/2008, čl. 19). V případě, kdy se toto nedá uskutečnit, krmivo se musí vyprodukovat v tomtéž regionu ve spolupráci s jinými ekologickými hospodářstvími nebo provozovateli krmivářských podniků. Geneticky modifikované potraviny jsou v ekologickém zemědělství

nepřípustné. Pro určité látky, které jsou při výrobě krmiv nevyhnutelné, jsou nastaveny prahové hodnoty. Dalšími látkami, které se nesmějí v ekologickém chovu prasat objevit, jsou růstové stimulanty a syntetické aminokyseliny. Krmiva tedy musejí poskytovat maximální možné množství živin, aby těchto látek nebylo třeba (Šarapatka et al.,2005).

Předností ekologického zemědělství je pestrost živin, ze kterých se krmná dávka skládá. Cílem není poskytnout zvířeti pouze nezbytné minimum živin, ale takové množství, aby se jim budovala zdravá obranyschopnost. Ať již myslíme stresové rezistence, či správné reakce imunitního systému na rozličné bakterie, virová onemocnění, případně další potenciaální původce problémů (Dvorský et Urban, 2014).

Boj s patogeny a jejich tlakem na imunitní systém musí být řešen již výběrem vhodného odolného plemene, které je dobře přizpůsobivé a odolné okolním vlivům. Přednost bývá dána domácím plemenům a liniím. Výběrem těchto plemen se předchází případným nemocem a s nimi souvisejícím utrpením zvířat. U prasat je především třeba předcházet stresovému syndromu prasat, náhlé smrti, meningoencefalomyelitidě a komplikovaným porodům (Dlouhý et Urban, 2011). Jakákoliv případná nákaza zvířat se léčí nejlépe již při jejím zárodku, aby se předešlo případnému utrpení zvířete. Je-li to nutné, může se přistoupit k syntetickým alopatickým veterinárním léčivům, což zahrnuje i antibiotika. Použití těchto látek je povoleno na základě nevhodnosti homeopatické léčby, případně její neúčinnosti (MZe, 2015).

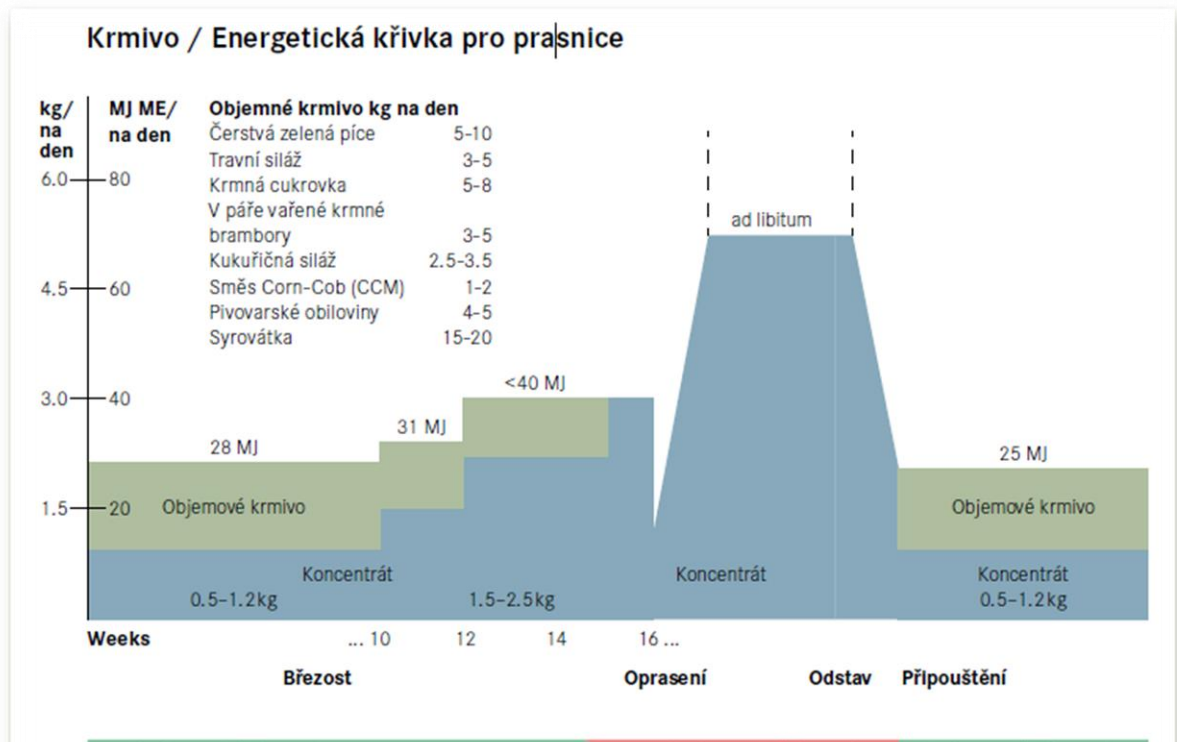
V plemenitbě se používají především přirozené metody, ovšem umělé oplodnění je zde také povoleno. V žádném případě však rozmnožování nesmí být navozeno za použití hormonů nebo podobných látek, nejsou-li tyto hormony nebo látky součástí veterinárního léčebného ošetření konkrétního zvířete, což je ovšem posuzováno individuálně. Používání jiných druhů rozmnožování jako jsou klonování a přenos embryí je zakázané (Šarapatka et al.,2005).

Ekologicky chovaná zvířata se rodí a jsou odchována na ekofarmách (Früh et al., 2011). Výjimku tvoří zvířata převezaná pro účely plemenitby, kdy musí být dodrženo takzvané přechodné období, po kterém dostávají status ekologicky chovaného zvířete. U prasat je tato doba šestiměsíční (Dvorský et Urban, 2014).

Poměrně jednoduchým způsobem, jak docílit kvalitního krmení stravy, je přidání objemných krmiv do krmné dávky. Ty jsou v ekologickém chovu prasat přímo nařízena (Mze, 2015). Tyto krmiva jsou buďto čerstvá, velmi často zajištěná pastvou, nebo v období vegetačního klidu nahrazena senem, čekankou, naklíčeným obilím, luskovinami, případně silážovanými krmivy. Použití živinově bohatých extrahovaných šrotů je kvůli chemickým

extrakčním činidlům zakázáno. V praxi bývají nahrazovány výlisky, případně pokrutinami (Früh et al., 2011). Příkladem krmné dávky pro březí prasnici může být Obr. 1. Můžeme na něm mimo jiné vidět poměry krmiv běžně používané v ekologickém chovu prasat (Holinger et al., 2015).

Prasata chovaná na ekofarmách musí být oddělena od ostatních hospodářských zvířat.



Obr. 1 Energetická křivka pro prasnice (Holinger et al., 2015)

V žádném případě nemohou být ustájena v malých kotcích zabraňujících otočení zvířete. Výjimkou může být pouze krátké uzavření na omezenou dobu z důvodu veterinárního zákroku nebo bezpečnosti zvířete či ošetřovatele. Každý transport zvířete by měl být co nejšetnější a omezen na co možná nejkratší dobu. Výkrmová prasata i chovné prasnice se chovají ve skupinách, kdy jedinou výjimkou je období březosti a kojení. Minimální vnitřní a venkovní plocha legislativně popsána v právních předpisech pro ekologické zemědělství a produkci biopotravin (MZe, 2015).

Je předpokladem, že prasata chovaná v ekologickém režimu budou kojít déle – nařízení Evropské unie je minimálně čtyřicet dní (MZe, 2015). Proto je nezbytné zajistit výživu s vysokou nutriční hodnotou a vysokou stravitelností proteinu a energie založenou výhradně na ekologických krmivech. Ekologická krmiva musejí být vyráběna v souladu se standardy ekologického zemědělství (Früh et al., 2011).

Holinger et al. (2015) popsali ve své publikaci patologický jev, který se vyskytuje při nadměrném podávání příliš měkké a rozmělněné potravy. Prasata tím neukojí svůj žvýkací reflex a odpovídají na něj stereotypním okusováním předmětů. Nejčastěji to bývá okusování ohrad, žlabů a dalších předmětů v okolí. V horším případě okusují ušní boltce či ocásky ostatních prasat. Často se tento jev také projevuje nadměrným sliněním, převalováním jazyka a přežvykováním na prázdno. Tomuto stereotypnímu chování se dá předejít stravou s vyšším podílem vlákniny.

3.1.1 Potřeba proteinu

Profesor Cromwell (2016) poukazuje na to, že prasata vyžadují řadu základních živin, které odpovídají jejich potřebám pro záchovu, růst, reprodukci, laktaci a další funkce. Národní rada pro výzkum (NRC) ve své publikaci *Nutrient Requirements of Swine* (aktualizovaná v roce 2012) poskytuje odhady množství těchto živin pro různé skupiny prasat za průměrných podmínek. Faktory, jako jsou genetická variabilita, životní prostředí, dostupnost živin v krmivech, výskyt chorob a další stresory, však mohou zvýšit potřebnou úroveň některých živin pro optimální výkon a reprodukci. NRC využívá modelovací přístup k tomu, aby některé z těchto faktorů zohlednil ve svých odhadech požadavků na energii, aminokyseliny, vápník a fosfor a dalších nezbytných stopových prvků.

Dusíkaté látky v krmivech jsou definovány jako obsah dusíku, který byl stanoven podle Kjeldahla a následně vynásoben koeficientem 6,25 s předpokladem, že ve 100 g dusíkatých látek je zhruba 16 g dusíku. Tyto dusíkaté látky jsou složeny z aminokyselin a mnohem lépe vystihují potřebu proteinu zvířete (Zeman et al., 2006). Van Milgen et Dourmad, (2015) ve své studii poukazují, že prasata mají oproti jiným hospodářským zvířatům odlišné požadavky na živiny, a to především na aminokyseliny. Protein, který je v dietě zdrojem aminokyselin můžeme brát jako stavební kámen pro formování svalové tkáně či mateřského mléka.

Zatímco rostliny a řada mikroorganismů dokáží produkovat všechny potřebné aminokyseliny, živočichové produkují jen některé a ostatní musí přijímat potravou, hlavně ve formě bílkovin. (Ball et al., 2013). Pro prasečí tělo je 22 nezbytných aminokyselin. Deset z nich jsou esenciální aminokyseliny (arginin, metionin, histidin, fenylalanin, izoleucin, leucin, treonin, tryptofan, lysin a valin). To znamená, že nemohou být tělem sami vytvářeny, ale musí být zastoupeny v dietě. Cystin a tyrosin obsahují síru a aromatické aminokyseliny, nazýváme je semi-esenciální. Zbylých deset aminokyselin je neesenciálních, ty mohou být vyrobeny tělem zvířete. Nejdůležitější esenciální aminokyselinou ve výživě prasat je lysin a je označován jako první limitující aminokyselina. Hladina první limitující aminokyseliny ve stravě určuje poměr

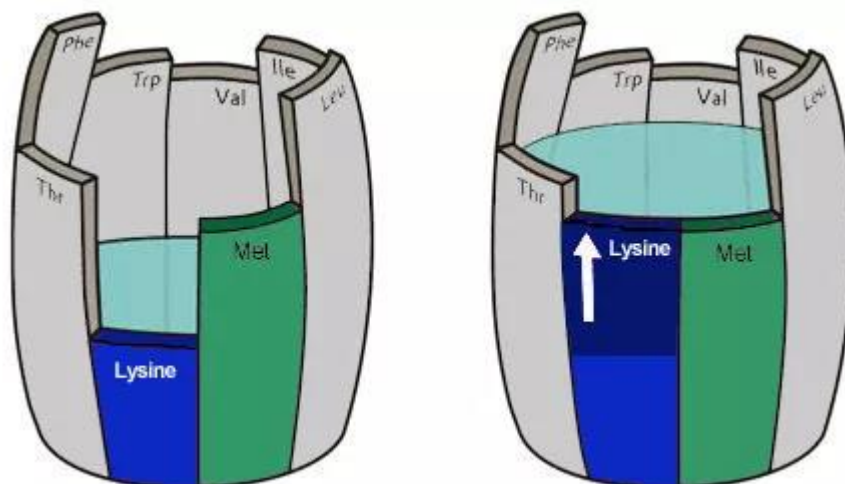
dalších aminokyselin, které prase v krmné dávce potřebuje. Vhodný poměr aminokyselin v různých kategoriích prasat popisuje Tab. 1 (Otrubová, 2016). K lysinu je vztažen také pojem ideální protein. Protein, který obsahuje v dokonalé rovnováze jednotlivé esenciální aminokyseliny a odpovídající množství neesenciálních aminokyselin je označován jako ideální protein. Ideální obsah hlavních aminokyselin je vyjádřen vztahem vůči lysinu, který se rovná 100 % (Blair, 2007). Otrubová (2016) popisuje ideální protein jako protein obsahující aminokyseliny přesně v takovém poměru, které organismus prasete vyžaduje.

Tab. 1: Doporučené poměry aminokyselin v různých kategoriích prasat

	Lysin	Methionin	Threonin	Tryptofan
Předvýkrm	100	70	65	18
Výkrm	100	29	67	19
Selata	100	7	65	18
Prasnice kojící	100	29	67	19
Prasnice březí	100	3	78	19

(Otrubová, 2016)

Biologická hodnota proteinu závisí na konfiguraci aminokyselin. Optimální produkce zvířete je dosaženo, když proteinové krmivo obsahuje ideální množství a podíl všech esenciálních aminokyselin. Tento protein se nazývá, jak již bylo řečeno, ideální protein. Předností ideálního proteinu je, že stačí znát pouze potřebu lysinu a potřebu ostatních aminokyselin jednoduše dopočítat. Zvíře pro výstavbu nových proteinů potřebuje přesnou synchronizaci všech esenciálních aminokyselin v určitém čase. Jestliže chybí, byť jedna aminokyselina, dojde k přerušení syntézy proteinů (Nehasilová, 2004). Tento úkaz bývá obvykle demonstrován pomocí „Liebigova sudu“ (Obr. 2). Nejkratší boční lat' sudu v případě prasat představuje lysin, ten limituje jeho přijímací schopnosti. Pokud dojde díky přídatku lysinu k prodloužení boční latě, začne limitovat syntézu proteinu další nejkratší lat'-methionin. Syntéza je opět předčasně ukončena (Zeman et al., 2006). Dle Aguilera et al., (2015) je vznikající amoniak detoxikován v ledvinách syntézou močoviny. Tento proces je velice energeticky náročný a ušlá energie pak schází pro růst zvířete. Metabolismus bílkovin může probíhat také nezávisle na metabolismu energie.



Obr. 2 : Liebigův sud minima (online)

Nedostatečné množství aminokyselin v dietě vede ke snížení produkce, zatímco nadměrné množství je nákladné a vede k nadměrnému vylučování dusíkatých látek s potenciálně negativním dopadem na životní prostředí. Požadavky na aminokyseliny jsou do značné míry určeny ukládáním bílkovin v těle a u laktujících prasnic navíc proteinem potřebným pro tvorbu mléka. Koncept ideálního proteinu byl vyvinut před více než 50 lety a označuje protein s aminokyselinovým profilem, který přesně splňuje požadavky zvířete, takže všechny aminokyseliny jsou navzájem stejně limitující (Ivanovic et al., 2015).

Protein je poměrně drahá živina a mnoho zemí se spoléhá na dovezené bílkovinné zdroje. Neefektivní využívání bílkovin přispívá také k vylučování dusíku zvířaty, který má významný vliv na životní prostředí. Tato skutečnost je problémem v různých oblastech produkce prasat na světě. S rostoucí dostupností krystalických aminokyselin, jako je L-Lysin, DL-Metionin (nebo analog L-Metionin), L-Threonin, L-Tryptofan a L-Valin, je nyní možné formulovat dietu s nízkým obsahem bílkovin s dobře vyváženým obsahem aminokyselin. Snížení obsahu bílkovin ve stravě při zachování optimálního přírůstku a zdraví zvířete je však možné jen tehdy, pokud existují přesné znalosti o požadavcích na všechny aminokyseliny (Van Milgen et al., 2015).

3.1.2 Kvalita proteinu a jeho využití

Ve většině krmných dávek pro prasata není vždy každá aminokyselina zvířeti dostupná. Je to proto, že většina proteinu není plně trávena a aminokyseliny nejsou plně absorbovány (Blair, 2007). Využití proteinu může být ovlivněno celou řadou faktorů, přičemž nejdůležitějšími jsou stravitelnost proteinu, poměr jeho aminokyselin a jejich využitelnost,

množství proteinu v dietě a hladina energie v dietě. Dalšími faktory, které s výživou striktně nesouvisí a ovlivňují využití proteinu, jsou hmotnost zvířete, jeho pohlaví, genotyp a také podmínky prostředí (Zeman et al., 2006).

Vzhledem k tomu, že lysin je první limitující aminokyselinou ve stravě prasat, ideální protein je nastaven v poměru k hladinám lysinu a diety pro prase jsou obvykle formulovány tak, aby obsahovaly specifickou hladinu lysinu a hrubého proteinu, aby se zajistilo dostatečné zásobování dalšími aminokyselinami. Evropská legislativa byla přijata ve snaze snížit dopad zemědělství na životní prostředí; Směrnice o integrované prevenci a omezování znečištění (směrnice IPPC 96/61 / ES) a směrnice o dusičnanech (směrnice 91/676 / EHS). Cílem směrnice IPPC je snížit emise znečišťujících látek do ovzduší, vody a půdy a účinněji využívat zdroje. Cílem směrnice o dusičnanech je zabránit znečištění povrchových a podzemních vod přebytkem dusíku. Přestože odvětví prasat není jediným přispívajícím k znečištění životního prostředí, obě směrnice mají obrovské dopady na chovatele prasat. (Ball et al., 2013)

Aminokyseliny, které mají největší význam při tvorbě krmných dávek, to znamená ty aminokyseliny, které bývají nejčastěji v nedostatku, jsou lysin, tryptofan, threonin a methionin. Kukuřice, která je základem v krmných dávkách, je značně nedostatečná v lysinu a tryptofanu. Ostatní používané obiloviny pro prasata jako jsou zrna čiroku, ječmene a pšenice, mají nízký obsah lysinu a threoninu. První limitující aminokyselinou v sójové moučce je methionin, ale kombinací sójové moučky s obilovinami lze docílit poměrně vyrovnaný poměr aminokyselin potřebných k dosažení ideálního proteinu. Výjimkou mohou být mladá prasata, která konzumují dietu s vysokým obsahem sójové moučky nebo diety obsahující sušené krevní produkty s nízkým obsahem sirných aminokyselin. Požadavky na obsah lysinu v krmné dávce pro výkrm prasat je v počáteční fázi poměrně vysoký, až 1,70 %. V průběhu růstové fáze klesá tento požadavek až na 1,12 % (Cromwell, 2016).

Mléčný protein je dobře vyvážen, co se týče skladby esenciálních aminokyselin, ale je obvykle příliš nákladný, aby byl použit ve výživě prasat, s výjimkou selat. Sušená syrovátka, běžně používaná v minulosti, obsahuje bílkoviny s vynikajícím profilem aminokyselin, ale celkový obsah bílkovin v syrovátce je nízký (Baldinger et al., 2016).

V dnešní době je obvyklé používat diety založené na koncepci "ideálních" bílkovin, to jest vyjadřovat základní požadavky na aminokyseliny jako procento požadavku na lysin. Dále se stává stále oblíbenějším formulovat krmné dávky pro prasata na základě standardizovaných, nebo zjevně stravitelných aminokyselin. Tato metoda je obzvláště výhodná, když je ve stravě zahrnuto větší množství vedlejších produktů (Ball et al., 2013).

3.2 Zdroje proteinu pro prasata

3.2.1 Sója (*Glycine max*)

Rod *Glycine* čítá značné množství planých druhů hojně rozšířených v Americe, Asii a Africe. Nás ovšem zajímá pouze sója luštinatá (*Glycine max*), která je jediná hospodářsky významná (Houba et al., 2011).

Sója patří do čeledi bobovité (Fabaceae) a díky plochám výsevu je světově nejrozšířenější luskovinou (Ostrý et al., 2001). Tato plodina je biologicky zařazena mezi bobovité rostliny, ovšem pro svůj vysoký obsah tuků je často popisována jako olejnina (Zeman et al., 2006).

Sója je popisována jako bobotvará jednoletá nebo vytrvalá bylina. Listy bývají trojčetné, méně často lichozpeřené s okrajovými lístky. Květy jsou oboupohlavní bílé, růžové až fialové barvy v úžlabních hroznech (Heywood, 1978). Valíček (2002) říká, že kořenový systém je tvořen hlubokým kulovitým kořenem, který se větví do velkého počtu postranních kořenů. Kořeny v průměru dosahují hloubky 0,3-0,6 m, ovšem podle Doležala (2005) není vyloučen kořen ani v hloubce 2 m. Lodyha vytváří keřiček, je nejčastěji vzpřímená a dorůstá do délky 0,3-1 m. Ovšem zde je velká variabilita mezi odrůdami. Rostliny pěstované pro semenářské účely bývají nižší, silnější a rozvětvené, ba naopak rostliny pěstované pro krmné účely jsou tenčí, vytvářejí velké množství zelené hmoty (Changliang et al., 2017) a dorůstají až do výšky 1,6 m (Valíček, 2002). Přisedlý, chlupatý semeník vytváří mnoho vajíček a nitkovitou čnělku s bliznou (Heywood, 1978). Plodem je stopkatý lusk, 2–6 cm dlouhý. Barva bývá hnědá až černá a uvnitř se nachází 2-4 semena oddělené příhradkami. Celý lusk po dozrání puká dvěma chlopněmi, které se po puknutí svinují (Ren and Gilbert, 2013).

3.2.1.1 Chemické složení a kvalita bílkovin

Z hlediska složení v semenech sóji nalezneme v průměru 36-38 % bílkovin u geneticky modifikovaných rostlin až 50 % bílkovin (Hrabě et al., 2004), 18-23 % lipidů, 30 % sacharidů, 5 % minerálních látek, a to především vápník, hořčík, draslík a železo a vitamíny skupiny B, E a K. Semena ovšem obsahují i antinutriční látky, které jsou pro zvířata i lidský organismus negativní, v určitých případech až toxické. Tyto látky působí na organismus jako inhibitory proteáz. Jedny z nich jsou trypsinové inhibitory, které snižují využitelnost bílkovin (Pánek et al., 2002). Peng and Tzi (2008) popisují metody, kterými lze aktivitu těchto termolabilních inhibitorů snížit. Je to extruze, toustování napařování nebo mikronisace.

Sója je představitelkou plodiny s nejbohatším zdrojem rostlinných bílkovin. Proteiny sójových bobů jsou primárně dvou typů, a to metabolické proteiny nebo skladovací proteiny (Shridhar et al., 2008). Dva hlavní skladovací proteiny jsou, β -conglycinin a glycinin, kteří zastupují asi 70-80 % celkových bílkovin. Tyto bílkoviny jsou z velké části zodpovědné za výživové a fyzikálně chemické vlastnosti sójových bobů (Natarajan et al., 2006). Glycinin, též nazývaný sójový legumin je vůbec nejdůležitějším globulinem v sóje (Belitz et al., 2004). Největší zastoupení aminokyselin v sóje má kyselina glutamová a kyselina asparagová, pak také jejich amidy asparagin a glutamin. Jelikož chybí methionin a cystein, celkový protein není plnohodnotný. Musí být, proto v krmných dávkách kompenzován jinými krmivem (Zeman et al., 2006).

V případě použití této plodiny v ekologickém chovu prasat nesmějí chovatelé používat sójové produkty, které prošly úpravou extrakčními činidly, či chemickými látkami. V krmných dávkách se tedy nejčastěji setkáme s plnotučným sójovým šrotem, nebo sójovými výlisky lisovanými za studena pocházející z non GMO sóji (Šarapatka et al., 2005).

3.2.2 Hrách setý (*Pisum sativum*) a bob setý (*Vicia faba*)

Z důvodu vysokých cen dovážených surovin je v České republice nedostatek proteinových komponentů jak v ekologických chovech, tak v chovech konvenčních. Především v ekologickém hospodaření jsou hledány alternativní zdroje bílkovin domácího původu, kterými se často stává hrách setý, bob setý, či lupina (*Lupinus luteus*) (Kratochvílová et al., 2009). Obsah dusíkatých látek v semenech v České republice nejčastěji pěstovaného koňského bobu je v průměru 32 %, u hrachu setého je to podstatně méně a to 24 % dusíkatých látek (Ponížil et al., 2008). Nižší obsah dusíkatých látek u hrachu setého je kompenzován vyššími výnosy. Nevýhodou bobu pro krmné účely je poměrně vysoký obsah antinutričních látek, které mimo jiné mají například za následek depresi růstu (Belitz et al., 2004).

3.2.2.1 Bob setý

Podle aminokyselinového složení je patrné, že semena bobu mají poměrně vysokou biologickou hodnotu proteinu. Především vysoký podíl lysinu, který je svým obsahem srovnatelný se sójovým proteinem. Ovšem nedostatkem bobového proteinu je malé množství methioninu (Zeman et al., 2006). Podle Hulse (1994) je stravitelnost proteinu v rozmezí 82-92 % při biologické hodnotě bílkovin 45-55 %.

V České republice je bob pěstován zejména ke krmným účelům. Mnoho autorů doporučuje bob jako vhodnou alternativu bílkovinných krmiv v ekologickém zemědělství (Presto et al., 2011; Šarapatka et al., 2005). Van der Maulen et al. (2010) ve svém pokusu dokázali, že použití bobu setého v odstavu selat prokazatelně pozměňuje mikrobiální osídlení jejich střeva. Této skutečnosti lze v praxi využít například v prevenci střevních onemocnění u selat.

3.2.2.2 Hrách setý

U hrachu setého je srovnatelně vysoký obsah lysinu jako u bobu setého. Bezdušičkaté látky výtažkové (BNLV) tvoří až 60 % semene hrachu a většinu představuje škrob. (Huňady, 2012). Podle Gatela and Carouéa (1995) jsou bílkoviny hrachu tvořeny dvěma částmi. Až 60 % z celkových bílkovin tvoří globuliny a zhruba 25 % tvoří albuminy. Velikou podobu s bobem nachází hrách i v nízké hladině sirných aminokyselin, ale to pouze v globulinech. Albuminy obsah sirných aminokyselin v semeni hrachu dostatečně suplují.

3.2.3 Jeteloviny

3.2.3.1 Jetel luční (*Trifolium pratense*)

Pěstování jetele lučního v Evropě se datuje již od starověku v oblasti Íránské vysočiny, Medie a Persie. Ovšem novověká kultura a éra jetele lučního vznikla ve Španělsku. V průběhu 16. století se jetel šíří do Lombardie a Holandska. Odtud už je postupně šířen dobytku Evropy. Šířením a následným křížením s divokými formami vznikají krajové odrůdy (Kjaergaard, 1994).

Podle Jakešové and Světlíka (2002) se v našich zemích začal jetel ojediněle pěstovat v 18. století, největší rozmach pak zažil ve století 19. Ve střední Evropě se sbíhaly tři kulturní typy, čehož bylo hojně využíváno ve šlechtitelství. Pro šlechtitelství v České republice bylo velmi důležité založení Stanice pro pěstování a zušlechťování rostlin a stanice pícní při hospodářské akademii v Táboře roku 1893. Tím se české osivo jetele lučního zapsalo v zahraničí jako velice lukrativní a dobře placené zboží.

3.2.3.1.1 Morfologie a biologie

Požadavky na půdní a klimatické podmínky jetele lučního mu dávají vlastnost rychlého vývinu. Velmi dobře přezimuje v roce vysetí, při druhém přezimování velký počet rostlin vyhyne. Suchovzdornost je oproti vojtěšce velmi nízká. Proto jsou pro pěstování jetele

nejvhodnější oblasti bramborářské a podhorské, kde množství srážek čítá 600-700 mm a více. Optimální půdní reakce je 6,2-6,8 pH, přičemž snášenlivost nižších hodnot je lepší než u vojtěšky (Kudrna et al., 1998).

Ve srovnání s vojtěškou má jetel spoustu rozdílných morfologických znaků. Jeho kořenový systém je slabší a intenzivněji se větví v ornici. Zasahuje do hloubky 1,5-2 m. Kořen méně dřevnatí a po zaorání svým rychlým rozkladem vytváří biomasu. Kořenový krček se vytváří při povrchu půdy, tím je jetel velmi náchylný k holomrazům a k poškozování mechanizací. To jsou příčiny častého vyzimování, či místa pro vstup patogenních zárodků a tím jeho menší výnosovou stabilitu (Navrátil et al., 1999).

Lodyhy vyrůstající z kořenového krčku jsou duté a šťavnaté. Proto u tetraploidních odrůd dochází v době květu k polehání. Počet lodyh na jedné rostlině je závislý na hustotě porostu. V řidších porostech v prvním užitkovém roce mohou rostliny vytvořit až 75 lodyh a více. V průměru dorůstají do výšky 80 cm (Houdek, 2004).

Listy jsou trojčetné, ochmýřené a nesou typickou kresbu. Z pícninářského hlediska se jedná o nejkvalitnější část rostliny. Mohou být podlouhlé kopinaté, obvejčité až téměř okrouhlé (Slavík et al., 1995).

Seskupení 80 až 140 květů tvoří kulovitou hlávkou. Jelikož se jedná o cizosprašný druh, potřebuje pro tvorbu lusků opylovače, a to čmeláky a včely. Oválný lusk obsahuje jedno semeno ve tvaru nepravidelného srdce s vyvinutou radikulou. Typickou barvou semene je žlutá přecházející do fialova. Od opylení do zralosti semene uplyne zhruba 21 dní (Nedělník et al., 2010).

Podle Black et al. (2006) je jetel luční rostlinou dlouhého dne. To v tomto případě znamená, že pokud jsou dny kratší než 14 hodin, nevytváří květní výhonky. V těchto dnech probíhá intenzivní odnožování, stoupá počet internodií a intenzivně rozvíjí kořenový systém.

3.2.3.1.2 Výnos a kvalita píce

Podle Zemana et al (2006) má jetel oproti vojtěšce méně N-látek (165-191 g.kg⁻¹ sušiny) a méně sirných aminokyselin. Ovšem oproti vojtěšce obsahuje o 8-12 % vyšší obsah vodorozpustných sacharidů, pomalejší lignifikaci a tím nižší obsah vlákniny.

Marschall et al. (2017) při svých pokusech dokázali výnos píce v prvním užitkovém roce 13,9 t/ha sušiny, ovšem ve čtvrtém užitkovém roce už to bylo pouze 3,4 t/ha sušiny. Dle Doležala et al. (2012) se výnos sušiny u diploidních odrůd pohybuje od 6 do 8 t/ha. Zatímco produkce u tetraploidních odrůd se pohybuje od 10 do 12 t/ha sušiny, přičemž potenciál je až na 18 t/ha sušiny.

3.2.3.1.3 Odrůdy a celková produkce

V průběhu posledních dvaceti let osevní plochy jetele lučního v České republice výrazně poklesly. Do souvislosti s tímto trendem je to připisováno poklesu počtu skotu – od roku 1990 přibližně o 60 %. Nárůst osevních ploch jetel zaznamenal po roce 2002, kdy bylo zakázáno zkrmování masokostní moučky. Následek byl vzrůst cen bílkovinných krmiv rostlinného původu. Vývoj osevních ploch od roku 2000 do roku 2017 můžeme pozorovat v Tab. 2. Dalším nemalým důvodem nárůstu této plodiny je úspora dusíkatých hnojiv, jejichž výroba je energeticky značně náročná. Jetel luční dokáže na jednom hektaru pomocí hlízkových bakterií poutat až 300 kg dusíku za rok, z čehož plyne úspora 1200 kg emisí oxidu uhličitého (Hejduk, 2012). Jeteloviny hrají velkou roli především v ekologickém zemědělství, kde nemohou farmáři používat minerální dusíkatá hnojiva (Gallas, 2017).

Šlechtění jetelovin obecně je v České republice na velmi vysoké úrovni. V nynější době je registrováno 33 českých odrůd vyšlechtěných na pěti různých pracovištích po celé republice. Nové odrůdy mají ve znaku vyšší vytrvalost, která je spojena s vyšší odolností vůči chorobám. Mezi nejnovější českou odrůdu se zapsala odrůda Kalyke, která je raná a středně odolná proti polehání (Říha, 2017).

Tab. 2.: Vývoj osevních ploch jetele lučního k 31. květnu 2017

Plodina	2000	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Jetel luční (ha)	46 481	43 285	42 935	43 376	43 549	49 091	54 041	59 778

(ČSÚ, 2017)

3.2.3.2 Vojtěška setá (*Medicago sativa*)

Vojtěška je vytrvalou rostlinou pařící do čeledi bobovitých a po celém světě je považována za důležitou pícninu. Tato hluboce kořenící pícnina je významná nejen svou krmnou hodnotou, ale také svou meliorační vlastností, při které zlepšuje strukturu půdy i její úrodnost (Hrabě, 2004). Její původ sahá do jihozápadní Asie, kde se začala využívat asi před 2500 lety v oblasti Persie (Telieiová, 2013), ovšem Prospero et al (2015) naznačuje, že počátky vojtěšky sahají až 9000 let zpět. Do Evropy byla introdukována v době starověkého Řecka a Říma. V této době dostala název Alfalfa medica a stala se součástí výživy zvířat (Telieiová, 2013).

Vojtěška setá je nyní hojně využívána zejména k výrobě sena a bílkovinných siláží. Cenným produktem jsou také horkovzdušné úsušky. Nemale význam má také z hlediska pozitivního vlivu na strukturu a úrodnost půdy. Jako jedna z mála rostlin obohacuje půdu o dusík a díky hlubokému kořenovému systému vynáší živiny z hlubších vrstev půdy a uskladňuje je ve svrchní části kořenového systému (Hrabě et al., 2004).

3.2.3.2.1 Morfologie a biologie

Morfologie kořene odpovídá stepnímu původu této rostliny. Hlavní kořen je silný a kulovitý. V prvním vegetačním roce proniká do hloubky 1,5 metru, v dalších letech doroste až do 5 metrů, ovšem jsou popsány i kořeny mnohem delší (Skládanka et al., 2014). Z hlavního kořene vyrůstají postranní kořeny a vytvářejí hustou síť tenkých kořínků (Hrabě et al., 2004). Šantrůček et al. (2007) vyzoroval vyšší větvení kořene při letním výsevu. Na těchto tenkých kořínkách hrají značnou úlohu symbiotické bakterie se schopností poutat vzdušný dusík. Bakterie (*Rhizobium melliloti*) infikují mladé kořínky. Už 3. až 4. týden po zasetí se na kořenech objevují první hlízky (Velich, 1991). Vojtěška díky svému rozvinutému kořenovému systému má vyšší schopnost akumulace dusíku než ostatní jeteloviny. Vasileva and Kostov (2015) píší, že dusík vzniklý biologickou fixací je hlavním zdrojem dusíku pro rostlinu. Ta je schopna si tímto zajistit 50–80 % svých potřeb. V lokalitách, kde nebyla vojtěška dlouho či vůbec pěstována je třeba uvažovat o očkování osiva inokulačním přípravkem těsně před výsevkem (Velich, 1991). Díky těmto bakteriím se snižuje potřeba použití syntetických hnojiv, při jejichž výrobě dochází k ekologickému znečištění. V monokultuře je vojtěška schopna fixovat 350 kg vzdušného dusíku na hektar za rok (Mášková et al., 2013). Při pěstování vojtěškotravních směsí je schopna přinést rozkladem svých kořínků 3 až 102 kg dusíku na hektar za rok, nebo 2 až 26 % z biologické fixace dusíku. Kořeny trav se mísí s kořeny vojtěšky a mohou tak využívat dusík vzniklý fixací (Vasileva and Kostov, 2015).

Vorlíček (2004) popisuje vojtěšku jako pícninu s modrofialovými květy, které se následně mění ve spirálovitě stočené lusky. Za vhodné půdní podmínky se považuje sušší oblasti s hlubokým nezamokřeným podložím (Hrabě et al. 2004). Největší objem vody potřebný pro vegetaci pak vojtěška čerpá pomocí hlubokých kořenů ze spodních vrstev půdy (Doležal et al., 2012). Vyhovují jí rozmanité druhy půd a to jílovitohlinité, hlinité až písčitoohlinité. Jako vhodné výrobní oblasti doporučuje Rotrekl (2003) řepařskou a kukuřičnou. Pěstování vojtěšky není výjimkou ani pro oblast bramborářskou, zde je ovšem nutné zvolit pozemky s neutrálním až slabě kyselým pH. Optimální půdní reakce se pohybuje v rozmezí 6,5 až 7,2 pH (Šantrůček et al., 2007). Doležal et al (2012) uvádí, že se vojtěšce daří ve středně

těžkých půdách s dostatkem vápníku. Nejlepší rozvinutí kořenového systému bývá dosaženo na kyprých, dobře provzdušněných půdách s nízkou hladinou spodní vody (Lambert and Linck, 1964). Doležal et al (2012) doporučuje pěstovat vojtěšku v jetelotravních směskách, nebo jako monokulturu. Kvalita porostu je z velké části dána podílem listů a lodyh. Printz et al. (2015) označují vojtěšku jako „královnu pícnin“ a to především pro svou vysokou nutriční hodnotu listů. Horší kvalita lodyh je zapříčiněna lignifikací buněčné stěny. Krom produkčního významu nelze opomíjet i význam mimoprodukční, který spočívá zejména ve vztahu k saturaci půdy kvalitní organickou hmotou kořenů a intenzivní fixaci dusíku, která může činit až stovky kilogramů dusíku ročně (Hakl, 2012).

Lodyhy vyrůstají z kořenového krčku do výšky 0,3-1,0 metrů a vytvářejí 12-15 internodií (Velich et al., 1991). Lodyhy jsou na průřezu čtyřhranného nebo kulovitého tvaru, většinou zelené barvy. V důsledku přítomnosti antokyanů často ve spodní části rostliny přechází zelená barva do lehce nafialovělé (Hrabě et al., 2004). Na bázi každého internodia se může lodyha větvit a vytvářet tak 4–8 dalších větví. Celá rostlina pak vytváří trs, který má kolem sebe v průměru 20 lodyh. Hmotnostní podíl listů je závislý zejména na růstové fázi a hustotě porostu. V této souvislosti podíl kolísá od 40 do 60 % (Velich, 1991). Se stárnutím rostliny podíl lodyh narůstá a zároveň dochází vlivem lignifikace k horší stravitelnosti této části píce (Arinze et al., 2007).

3.2.3.2.2 Odrůdy a celková produkce

Většina našich současných odrůd pochází ze spontánního křížení mezi vojtěškou setou a vojtěškou srpovitou (*Medicago falcata* L). Tyto druhy se mezi sebou vzájemně kříží a vytváří řadu přechodných hybridů. V katalogu OECD je registrováno 725 odrůd, v katalogu EU je zapsáno 383 odrůd a ve státní odrůdové knize bylo k červnu 2013 zaregistrováno 18 odrůd z toho 13 domácích (Skládanka et al., 2014) vyšlechtěných převážně na Šlechtitelské stanici Želešice firmy Agrogen, spol. s r.o. Troubsko (Nedělník et al., 2010). Odrůdy povolené v ČR jsou sativa s minimálním podílem vojtěšky srpovité. Hakl et al. (2005) poukazují na výsledky, při kterých genotypy s vyšším podílem vojtěšky srpovité mají nižší hodnoty HTS a vyšší podíl tvrdoslupečných semen. Majoritní část odrůd vojtěšky je vhodná zejména k pěstování v monokultuře. Ovšem vojtěška setá nachází své hojné uplatnění také ve směsi s travami (Vorlíček and Dubec., 2006).

Hlavními produkčními oblastmi vojtěšky jsou Severní Amerika s 11,9 miliony ha (41 %), Evropa se 7,12 miliony ha (25 %), Jižní Amerika se 7 miliony ha (23 %), Asie 2,23 milionů ha

(8 %), Afrika (2 %) a Oceánie (1 %). V USA je považována za třetí nejcennější plodinu s ročním ziskem 8 miliard dolarů (Vasileva and Kostov, 2015).

Podle údajů o čistých osevních plochách vojtěšky seté zaznamenáváme pokles v Tab. 3 v roce 2013 na 55 884 hektarů a následný mírný vzestup na 62 508 hektarů (ČSÚ, 2017).

Tab. 3: Vývoj osevních ploch vojtěšky seté k 31. květnu 2017

Rok	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Vojtěška (ha)	102 070	65 821	61 177	56 006	55 884	57 357	57 074	60 052	62 508

(ČSÚ, 2017)

3.2.3.2.3 Výnos a kvalita píce

Význam vojtěšky spočívá především ve vysoké produkci kvalitní píce. A to v průměru 10 tun, ačkoliv pod závlahou se výnosy pohybují až okolo 20 tun na hektar suché píce. Nezanedbatelné je také množství bílkovin a to 1,5-2,5 tun z hektaru a 50 tisíc až 55 tisíc MJ NEL z 1 ha. Z pícninářského hlediska je nejlepší výběr odrůdy bohatě odnožující s jemnými lodyhami a vysokým podílem listů. Obsah dusíkatých látek v listech na počátku kvetení činí 22,2 %, u stonků prvního řádu 10,8 %, u stonků druhého a třetího řádu 14,6 % a u květenství 32,4 %. (Vágnerová, 1972). Zeman et al., (2006) popisuje největší množství dusíkatých látek ve vojtěšce ve fázi butonizace a to 249 g. Vojtěška obsahuje v jednom kilogramu zelené píce 30-80 mg karotenu, 500 mg vitamínu E a 2000-3000 mg vitamínu C. V nemalé míře obsahuje také vitamíny skupiny B, vitamin D a K (Doležal et al., 2012). Nutriční hodnota vojtěšky se během vegetace velmi rychle mění. To je zapříčiněno rychlou lignifikací – v hlavní vegetační fázi denně přibývá o 6 g více vlákniny než u trav. Vliv vegetačního stádia na obsah živin popisuje Tab. 4.

Tab. 4: Vliv vegetačního stádia vojtěšky na obsah živin (v g.1⁻¹ kg sušiny)

Vegetační stádium	N-látky	Vláknina	Sacharidy	Popel	NEL (MJ)
Před poupaty	215	185	0,3	134	6,1
Butonizace	210	250	1,0	120	5,5
Začátek kvetení	180	285	1,2	125	5,1
Konec kvetení	175	345	2,0	110	4,7
Po odkvěty	160	385	0,1	100	4,5

(Zeman et al., 2006)

Doležal et al. (2012) doporučuje alespoň jednu seč v roce nechat zakvést. Je to z důvodu hromadění rezervních látek v době květu. Též uvádí pravidlo, že mezi poslední a předposlední sečí by mělo být minimálně sedm týdnů, a to z důvodu podpoření vytrvalosti a produkce v příštím roce.

Kudrna (2004) poukazuje na možný problém, kterým může být výskyt antinutričních látek s fytoestrogenní aktivitou. Jsou to kumestany a izoflavony, přičemž aktivita kumestanů je 30 až 40krát vyšší než u izoflavoinů. Ty inhibují živočišné estrogény, a tím bývají příčinou nepravé říje a podobných reprodukčních problémů. Ovšem u samců mohou přispět ke zvýšení přírůstku. Produkce těchto látek se zvyšuje v dobách dlouhého sucha a sušením se naopak snižuje (Společnost mladých agrárníků, 2014).

Největší obsah kumestrolu ve vojtěšce se vyskytuje v listech a kolísá mezi 6-25 mg na kilogram sušiny. Dalším problémem bývají saponiny (glykosidy). Díky své hořké chuti jsou zvířaty hůře přijímána, narušují propustnost mukózních buněk tenkého střeva a ve vodném prostředí vytváří stabilní pěny (Rotrekl, 1997).

3.2.3.3 Vičenec ligrus (*Onobrychis viciifolia*)

Vičenec je leguminóza, používaná pro své nenadýmavé účinky pro koně a přežvýkavce už po celá staletí, ale až dosud její semena bohaté na bílkoviny nebyly využívány jako krmivo pro monogastrická zvířata.

Kvalita a výnos semen

Osivo, v tomto případě semena se obvykle získává z prořídých porostů první seče. Problémem je nerovnoměrné dozrávání lusků. Sklízí se při zahnědnutí lusků 70-80 %. Po sklizni se dosouší na maximální obsah vody 15 %. Výnos semen se pohybuje od 0,70 do 1,20 tun na hektar a 3,00 až 3,50 tun na hektar slámy (Skládanka et al., 2014). Baldinger et al (2014) popisují obsah dusíkatých látek v semenech vičence 279 g/kg. Také složením aminokyselin je příznivý pro výživu prasat. Obsah taninů ve vegetativních částech rostliny vičence je známý pro své nenadýmavé účinky, i v semenech je prokázán výskyt těchto látek. Taniny též zlepšují stravitelnost dusíkatých látek. Hosté et al (2006) hovoří o antiparazitálním účinku taninů. Přesněji řečeno, popsal taniny jako vhodné látky v prevenci výskytu střevních hlístic (Nematoda).

Využití v ekologickém chovu prasat

V Evropě, jsou pro ekologicky chovaná prasata hlavní zdroje bílkovin organické luskoviny jako je bob obecný (*Vicia faba*) a hrách setý (*Pisum sativum*), vedle drahých

kvalitních komponent jako je za studena extrudovaná sója, sušené odstředěné mléko a bramborový protein. V rámci výzkumného záměru EU Core Organic II research project ICOPP se semena vičence testovala jako možný zdroj bílkovin pro výživu selat po odstavu. V testu byly tyto semena zařazovány do krmných dávek 10-15 %. Jelikož výnos semen vičence není nijak ekonomicky významný, můžeme o této komoditě pro výživu prasat uvažovat v případě nadbytku semene pro osivářské potřeby, či při nevhodnosti semene jako osiva (Baldinger et al., 2014).

3.3 Kvalita proteinu v jetelovinách

Vojtěška setá spolu s jetelem lučním představují naše nejdůležitější jeteloviny pěstované na orné půdě se sečným využitím. Jejich hlavní význam spočívá v produkci kvalitní bílkovinné píče. V celkové výrobě dusíkatých látek na jednotku plochy nemají konkurenci (Hakl et al., 2003).

Bavíme-li se o vojtěšce, podle pokusů Hakla et al. (2006) obsahují listy vojtěšky oproti lodyhám více než dvojnásobek dusíkatých látek. Tento poznatek je patrný i v Tab. 5.

Tab. 5: Krmná hodnota listů a lodyh

Procentický obsah živin	NL	BNLV	Vláknina
v listech	28,8	39,7	13,0
v lodyhách	13,3	28,7	46,1
Koefficient stravitelnosti (%)			
v listech	77,0	67,0	67,0
v lodyhách	28,5	57,0	57,0

(Regal, 1965)

Složení aminokyselin a kvalita bílkovin v rostlinách jsou v největším zájmu zkoumání právě pro potřeby monogastrů. Požadavky na bílkoviny těchto druhů zvířat se nejčastěji vyjadřují jednotlivým zastoupením aminokyselin (Clark, 1975). Poppe a Gable (1977) ukázali význam esenciálních aminokyselin a jejich vliv na depresi růstu u výkrmu dobytka, kde methionin s cystein nebyly nejvíce limitujícími aminokyselinami. Největší limity byly popisovány u isoleucinu a leucinu.

V jeteli červeném je podle Millera (1935) hojně zastoupen arginin a to 12,4 % z celkového obsahu dusíku. Lysin tvoří 4,4 % a histidin 2,3 % z celkového dusíku.

Vojtěškové seno dle Wanga et al. (2017) obsahuje 45 % esenciálních aminokyselin a 55 % neesenciálních. Pokus Girousse (1996) ukázal, že v listech vojtěšky je nejvýznamněji zastoupena

kyselina asparagová a to až v 70 % z celkového počtu aminokyselin. V Tab. 6 je znázorněno procentuální zastoupení aminokyselin ve vojtěškovém seně. Největší část spektra tvoří aminokyselina patřící mezi neesenciální kyseliny – kyselina asparagová 20,9 %. Z hlediska výživy prasat je důležité zaměřit se na obsah lysinu, který je první limitující aminokyselinou a ve vojtěškovém seně je z celkového množství aminokyselin zastoupen 7,06 %. Další významnou aminokyselinou je threonin tvořící 4,82 % z celkového množství aminokyselin a Metionin zastoupen 1,41 % (Wang et al., 2017). V Tab. 6 je také možné porovnat zastoupení aminokyselin ve vojtěšce z dvou různých pokusů. Kaldy et al. (1980) navíc stanovili tryptofan (2 %), který je pro výživu prasat také velmi důležitý.

Tab. 6: Procentuální zastoupení aminokyselin vojtěškového sena, bráno z celkového obsahu aminokyselin. Porovnání dvou různých pokusů

	Arg	His	Leu	Lys	Met	Trp	Thr	Asp
Vojtěška seno¹	4,40	2,97	7,00	7,06	1,41	*	4,82	20,90
Vojtěška²	4,80	2,20	8,20	6,10	1,80	2,00	4,70	17,60

(Wang¹ et al., 2017 and Kaldy² et al., 1980)

Poznámka: zvýrazněné hodnoty aminokyselin mají významný vztah k výživě prasat.

* = neměřeno

Motivací pro používání jetelovin jako velmi dobrý zdroj bílkovin pro ekologické zemědělce by mohl být studie Papendiek et al. (2016), která pojednává o finančních přínosech pěstování a zkrmování jetelovin.

3.3.1 Vztah k ideálnímu proteinu

Nejpřesnější systém pro hodnocení využití proteinů a aminokyselin u hospodářských zvířat je založeno na systému skutečné stravitelnosti v tenkém střevě. Princip této metody spočívá v tom, že trávicí a resorpční proces je ukončen v tenkém střevě. V tlustém střevě již dochází pouze k mikrobiální fermentaci. Aminokyseliny a proteiny, které se v tenkém střevě nevyužily, jsou přeměněny na amoniak a bakteriální protein (Frandsen et al., 2009)

Nehasilová (2004) uvádí, že při hodnocení skutečné ileální stravitelnosti musíme zohlednit endogenní dusík. Ten uhrazuje potřebu dusíku ve slinách, epiteliálních střevních buňkách a jiných sekretech sliznic. Při odhadu účinnosti byla krmiva vzájemně porovnána. Výpočet byl odvozen od sójového šrotu. Na záměnu 1 kg sójového šrotu je nutné použít 1,26 kg řepkového šrotu, či 1,73 kg bobu, nebo 2,11 kg hrachu.

3.4 Technologie získávání proteinu z jetelovin

Jeteloviny jsou ve výživě přežvýkavců oblíbeným zdrojem dusíkatých látek již mnoho let. Ovšem ve výkrmu prasat jsou tyto suroviny poměrně mladou komoditou, i když jsou tu i historické zmínky o jejich využití v tomto směru (Svoboda, 1936). Setkáváme se s nimi v ekologických chovech prasat, kde lístky jetelovin jsou zdrojem dusíkatých látek. Ze všech běžně pěstovaných jetelovin má vojtěška největší potenciál pro výrobu krmiva s vysokou krmnou hodnotou (Adapa et al., 2005).

3.4.1 Separace lístků

Separace neboli frakcionace listů jetelovin od stonků začíná být s rostoucím zájmem o ekologické produkty zajímavá pro krmení monogastrických zvířat, nebo jako doplněk bílkovin pro přežvýkavce. Lísty vojtěšky najdou své uplatnění i v lidské medicíně, kdy jsou používány jako podpůrné léky při léčbě diabetu, artritidy, vysoké hladiny cholesterolu v krvi, a jiných chorob (Hoffman et Manning, 2002). Podle Koegela a Strauba (2000) se dají i stonky vhodně zpracovat, a to jako krmivo přežvýkavce, výrobu papíru či na výrobu energie například biopaliva či ethanolu. Čímž jsou chovateli ekonomickou podporou na celý proces, který je značně nákladný.

Hatfield et al. (2015) představuje prototypní stroj na první pohled vypadající jako řezačka. Jedná se o „leaf stripper“, jakýsi očesávač listů, který ponechává rostoucí lodyhy na poli a očesané listy fouká do vozu. Následné zpracování listů bylo silážováno do plastických vaků. Silážní proces proběhl úspěšně i při sušině okolo 23 %. Další vizí této skupiny vědců je sušení očesaných listů a následná peletování. Shinner et al. (2008) ve svých studiích používají podobných principů pro mokrou frakcionaci jako Hatfield et al. (2015), ovšem zpracování separovaných lístků je rozdílné. Krom technologie silážování, vojtěškové lístky konzervovali pomocí technologie DDG (dry digestillery grain) výsledným produktem byly vojtěškové výpalky.

3.4.1.1 Sušení lístků

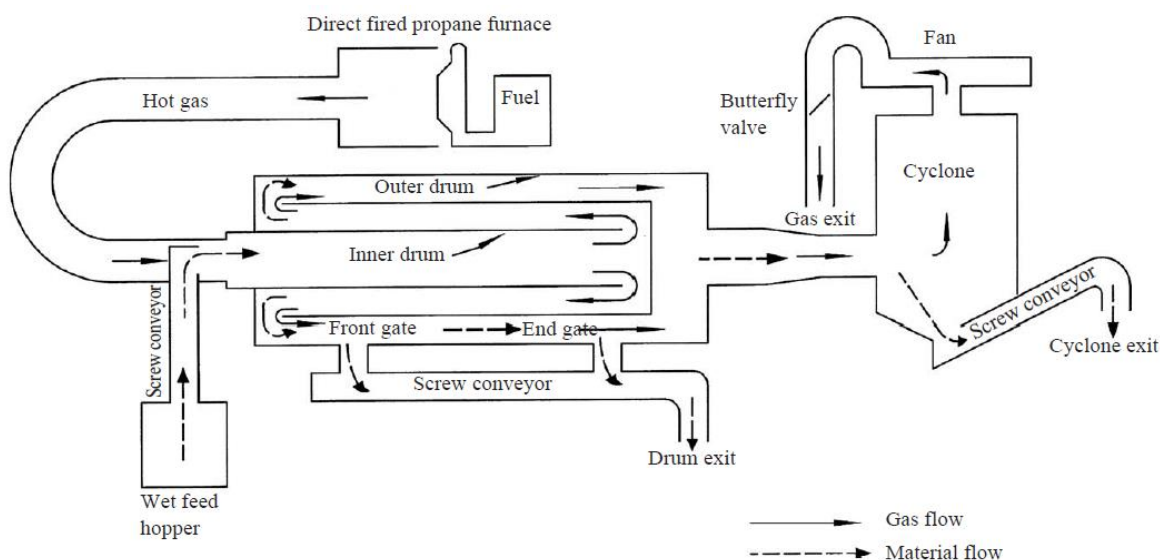
Již v roce 1936 se v České republice začala používat sušená drcená vojtěška do krmných dávek pro prasata. Drcení probíhalo na univerzálním mlecím stroji „MEDICAGO“ Vojtěška byla drcená s listy i stonky dohromady, její využití bylo tedy pro vysoký obsah vlákniny pouze

doplňkem bílkovin. Výhodou namletí bylo zlepšení přijímání a nižší potřeba energie na rozmělnění krmiva (Svoboda,1936).

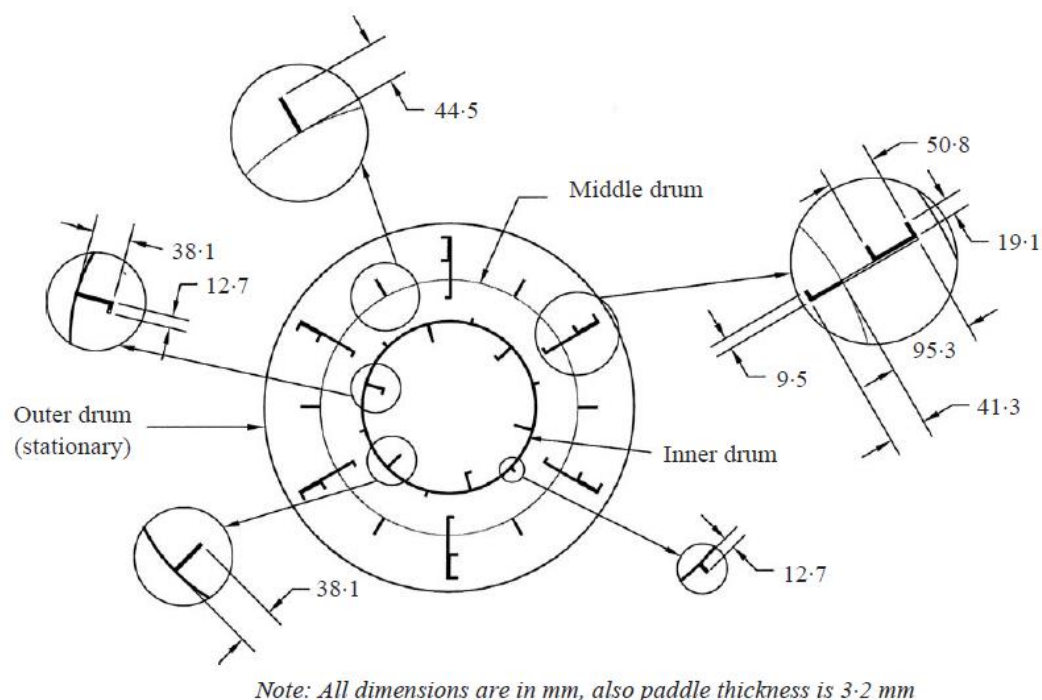
Dle Arinze et al. (2003) je oddělení lodyh a listů velmi důležité, a to z důvodu rozdílné potřeby na dobu sušení. Při sušení celých rostlin dochází k přeschnutí listů a nedosušení lodyh.

Currence and Buchele (1967) vyvinuli stroj na sklizeň listů přímo z pole. Listy byly odděleny od stonků, které byly ponechány na poli a sklizeny později v druhé fázi. Další možností frakcionace jetelovin je pokosení celé píče a následná separace listů od lodyh. Bilanski (1992) popsal separaci založenou na skutečnosti, že listy mají vyšší aerodynamický odpor než stonky. Adapa et al. (2004) navázali na práci Arinze et al (2003), kdy zahrnuli sušení a frakcionaci vojtěšky do jednoho procesu. Mechanismem celého procesu je modifikovaná trojcestná rotační bubnová sušárna. Základem sušičky je plynový hořák, na Obr. 3 je vidět proudění vzduchu, kapaliny i materiálu. Dále následuje přívod mokrého materiálu. Srdcem celého mechanismu jsou tři bubny, z nichž ten vnější je stacionární. Proces ukončují dva pásové vývody. Lehký materiál, jako jsou listy, je dopravován do cyklonového odlučovače kde se odloučí plyn a listy jsou pásovým dopravníkem odstraněny. Celé schéma je vyobrazeno na Obr. 4. Výkonost tohoto zařízení je 43 kg materiálu za hodinu při teplotě sušícího média 421 °C.

Sušené stonky lze podle Lamb et al (2003) velmi dobře využít jako vstupní surovinu pro výrobu biopaliva a tím docílit většího ekonomického efektu. Sušených lodyh využívá i Sreenath et al. (2001), kde jsou lodyhy vstupní surovinou pro výrobu etanolu.



Obr. 3: Schématický obrázek ukazující směry proudění vzduchu, kapaliny a materiálu trojcestnou bubnovou sušárnou (Adapa et al., 2004)



Obr. 4: Trojcestná rotační sušárna v průřezu (Adapa et al., 2004)

Patentovaný mechanismus z USA z roku 1980 je konstruován na již předsušený materiál. Odlučovač zahrnuje pouzdro s komorou. Spodní část komory je opatřena sítí tak aby nejmenější části (listy vojtěšky) prošly ven. Buben je na obvodu opatřen kladívky. Pomocí kladívek a odstředivých sil dochází k rozmělnění vojtěšky tak že nejmenější části procházejí sítí. Další průchod je umístěn nad sítí a je opatřen brankou. Hrubší materiál – stonky jsou tímto otvorem odsávány ven ze zařízení (Pfister,1980). Obměnou tohoto mechanismu je US patent z roku 1995. Systém začíná sušící sestavou, která předsuší materiál přibližně na 15 % vlhkosti. Materiál po dosušení vstupuje do bubnu s axiálně umístěnými vnějšími kladivky. Na dně rotoru je opět umístěno síto, kudy prochází a odchází nejmenější části rostliny bohaté na bílkoviny. Vlákenné části jsou odsávány ze středu rotoru (Ronning and Kans,1995).

3.4.1.2 Lisování lístků

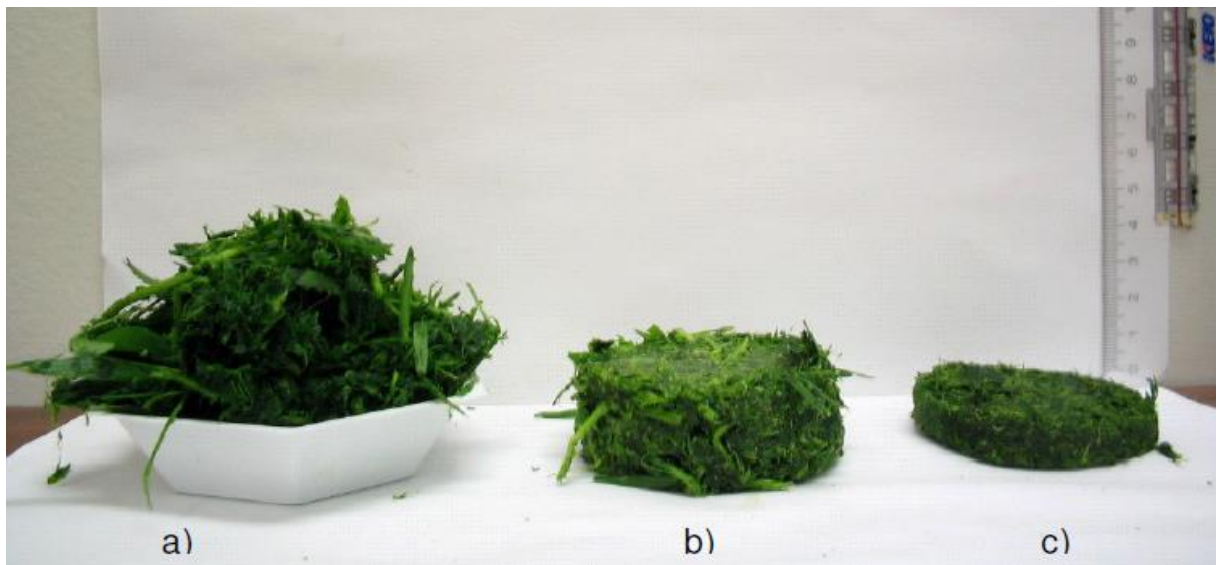
Základním prvkem biofermentace je frakcionace zelené biomasy. Výsledkem jsou dvě frakce. Zbytek po lisování bohatý na hemicelulózu, celulózu, lignin a některé pektinové látky a tekutou složku bohatou na bílkoviny, aminokyseliny, organické kyseliny, ve vodě rozpustné sacharidy a další látky (Kamm et al., 2006). Fragmentace zelených plodin byla zkoumána řadou autorů v 70. a 80. letech 20. století jako prostředek k mechanické extrakci bílkovin ve formě, kterou by mohli efektivně využívat monogastři (Pirie,1987; Lu et al.,1980).

Šťáva z mladých vojtěškových lístků je známa pro své vysoké nutriční vlastnosti, zejména pokud se jedná o surový protein (15-20 %), vitamíny (A, D, E, K, C, B1, B2, B6, B12, Niacin a jiné) a různé druhy minerálů jako jsou fosfor, vápník, síra, hořčík (Ensminger et Olentine 1978).

Před lisováním se lístky vojtěšky nejprve nasekají, aby se snížila velikost částic a zároveň narušily buňky pro snadnější uvolnění rozpustného obsahu rostliny (Wachendorf et al., 2009).

Digman et al (2013) navazují na práci Shinners a kol. (2007), kdy ve svém pokusu použili jejich stroj na sběr vojtěškových lístků. Ty byly následně převezeny ve 120 l nádobách k dalšímu zpracování. Po rozprostření na plachty byly inokulovány bakteriemi mléčného kvašení a následně dehydratovány pomocí lisu. Výsledný filtrát a zbytky vylisovaných listů byly anaerobně uloženy a konzervovány kyselinou mléčnou.

Gachovska et al. (2006) používají dvoustupňové odšťavňování lístků vojtěšky. Nejprve lístky mechanicky lisovali a následně použili vysoce pulzující elektrické pole. Dle Sinha et al. (2000) použití různých způsobů mechanického lisování není tak účinné. Ve svém pokusu extrahovali přibližně 52 % celkového obsahu vody za použití tlaku většího než 4 MPa. Rozdíly mezi surovými lístky, lisovanými mechanicky a ošetřeny vysokými impulsy elektrickým proudem jsou znázorněny na Obr. 5. Je-li rostlina ošetřena vysokým impulsním elektrickým polem, buněčné membrány jsou narušeny, což vede ke zvýšení propustnosti buněčných stěn a následné zvýšení výtěžnosti vojtěškové šťávy (Eshtiaghi a Knorr 2002).

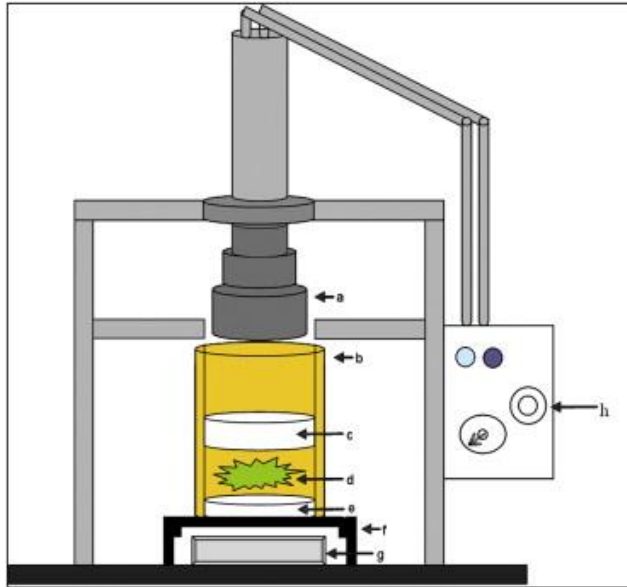


Obr. 5: Obrázky vojtěšky a) pasta před lisováním, b) mechanické lisování c) kombinace mechanického lisování a ošetření vysokými impulsy elektrickým proudem (Gachovska et al., 2006)

Surová extrahovaná šťáva z vojtěšky má dva druhy bílkovin, „zelené“ a „bílé“ (Koegel a Straub, 1996). Bílá bílkovina má lepší nutriční vlastnosti a velmi často je používána i jako suplement v lidské výživě. Zelená bílkovina má travnatou příchut', hrubší strukturu, zelenou barvu a je velmi dobře přijímána zvířaty (Knuckles and Kohler 1982). Oddělení těchto dvou proteinů jde dosáhnout zahřátím, centrifugací a následnou filtrací (Betschart, 1977). Tohoto mechanismu se využívá pouze při využívání bílé bílkoviny pro lidskou výživu (Knuckles et Kohler 1982).

Wachendorf et al. (2009) a Richter et al. (2009) popsali proces hydrotermální kondicionace a mechanické dehydratace, ve kterém byla voda a listy vojtěšky smíchány v poměru 4:1 a zahřívány na 60 nebo 80 °C za nepřetržitého míchání po dobu 15 minut. Tímto procesem mělo být docíleno macerace buněk a výroby „kaše“, vstupní suroviny pro mechanické lisování v kónickém šroubovém lisu. Tuhý obsah-odpad po lisování je vhodný usušit a použít například pro tepelné spalování.

King et al. (2012) srovnávali dvě metody frakcionace. Při první byl nasekaný materiál podroben hydrotermální úpravě při teplotách 20, 40 a 60 °C s nebo bez detergentu. Ve druhém experimentu byl připravený materiál podroben třem krokům promývání. 30 minut při 60 °C v poměru 3 díly vody plus jeden díl detergentu: 1 dílu materiálu. Celý proces byl opakován 1, 2 nebo 3krát. Následovalo mechanické lisování 1,5; 3,0 nebo 4,5 MPa. Schéma mechanického lisu je vyobrazeno na Obr. 6. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při 2krát opakovaném mytí a mechanickém lisování při tlaku 3,0 MPa.



Obr. 6: Schéma hydraulického lisu; a - hydraulický beran, b - mosazný válec c - kovový pevný válec, d - vzorek rostlinného původu, e - perforovaný kovový válec, f - odtoková dírka s děrovaným kovem, g - zásobník na džus, h - variabilní pojistný ventil (King et al., 2012).

Je tedy zřejmé, že existuje řada metod separace listů, resp. proteinů z jetelovin, ale jedná se vesměs o nákladné postupy a zařízení. Cílem projektu by však měl být vývoj zařízení, které by s maximální jednoduchostí mělo separovat listy od stonků při co nejnižších nákladech. S tím je rovněž spojena řada otázek ohledně preference vhodných druhů jetelovin nebo pořadí seče k produkci biomasy listů i s ohledem na kvalitu výsledného produktu.

4 Materiál a metody

4.1 Charakteristika půdních a klimatických podmínek stanoviště

Polní pokus byl realizován v roce 2017 na čtyřech půdních blocích na biofarmě pana Josefa Sklenáře v rámci projektu Programu rozvoje venkova v Sasově nedaleko Jihlavy v České republice. Směs vojtěšky seté a jetele lučního je využívána ve třech sečích.

Farma se nachází v oblasti Českomoravské vrchoviny, nadmořská výška činní v průměru 560 m n. m. Půdním typem je kambizem dystrická. Tento subtyp se vyznačuje středně hlubokým půdním profilem a silně kyselou půdní reakcí. Svrchní část profilu tvoří surový nadložní humus.

Průměrná roční teplota vzduchu je zde 6,5 °C, kdy nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou teplotou vzduchu -3,8 °C a nejteplejším měsícem je červenec s průměrnou denní teplotou 16,5 °C. Velké vegetační období začíná v termínu od 3. do 14. dubna a končí v období od 29. září do 20. října, malé vegetační období trvá obvykle od první květnové dekády do poslední dekády září. Průměrný roční úhrn srážek je 650 mm, přičemž aktuální roční srážkové úhrny mohou klesnout v suchých letech i pod 50 % dlouhodobého ročního průměru. Okres Jihlava je jako celek charakterizován převládajícím směrem proudění vzduchu ze severozápadu, západu a jihovýchodu. Četnost těchto směrů se pohybuje od 15 do 18 %. Relativně vysoké zastoupení má i severní směr proudění (13 %).

4.2 Charakteristika porostu a metodika odběru vzorků

4.2.1 Charakteristika pokusných lokalit

Polní pokus probíhal v roce 2017 na čtyřech lokalitách. Na každém z nich byla vyseta vojtěška setá s jetelem lučním v poměru 50:50 a pěstována v rámci ekologického zemědělství. Každý z půdních bloků nese pracovní název. Pro přehlednost jsou jednotlivé pozemky uvedeny v Tab. 7s výměrou a stářím porostu.

Tab. 7: Popis pokusných stanovišť

Pozemek	Výměra [ha]	Rok založení	Nadmořská výška
Vysílač	11,9	2016	532
Jágrovo	9,3	2015	582
Zahrada	5,0	2015	584
Střelnice	1,9	2011	562

4.2.2 Metodika odběru vzorků

Směs vojtěšky seté a jetele lučního jsou využívány ve třech sečích, kdy před každou sečí byly realizovány odběry vzorků píce, vždy ve čtyřech opakováních na každé lokalitě. Vzorek byl odebrán pomocí ručních nůžek ve výšce 50 mm od země z plochy 0,5 m řádku. První vzorek byl odebrán před první sečí 26. května 2017 na všech čtyřech stanovištích, druhý odběr proběhl 14. července na dvou stanovištích (Vysílač a Střelnice). Poslední, třetí odběr proběhl pouze na jednom stanovišti (Vysílač), a to 8. září 2017. Z každého vzorku byly posléze odstraněny plevelné rostliny a vzorek byl roztržěn na vojtěšku a jetel. Ve vzorcích byl stanoven počet lodyh na m², délka lodyh a hmotnostní podíly vojtěšky, jetele, listů jetelovin a přítomných plevelů. Všechny vzorky byly zváženy a následně sušeny ve skříňové sušárně do konstantní hmotnosti při 60 °C. Po usušení následovalo opětovné vážení vzorků a následná homogenizace vzorků šrotováním na velikost částic 1 mm.

Při třetí seči byl na farmě ručně rozebrán balík sena obsahující směs jetele lučního a vojtěšky seté z těchto pokusů. Byly odebrány lístky a lodyhy a následně analyzovány ve Výzkumném ústavu živočišné výroby v Netlukách na dusíkaté látky, dusík, tuk, vlákninu, popel, BNLV a metabolizovatelnou energii pro prasata.

4.3 Chemické analýzy

Analýzy obsahu NL v listech jetele a vojtěšky probíhaly v laboratořích ČZU. Ostatní doplňkové analýzy byly provedeny v laboratoři Výzkumného ústavu živočišné výroby v Uhřetěvsi.

4.3.1 Stanovení sušiny

Předem zvážený vzorek se umístí do skříňové sušárny a suší se do konstantní hmotnosti při 60 °C. Po vysušení následuje opětovné vážení a výpočet hmotnostního podílu po vysušení a před vysušením.

4.3.2 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Dusíkaté látky (NL) byly stanoveny na vzorku o dané hmotnosti na automatickém přístroji DUMATHERM pro stanovení dusíku spalováním dle Dumase. Při uvedeném stanovení se organická látka smísí s práškovým oxidem měďnatým a v aluminiové kuličce se vpraví do spalovací trubice, která je naplněna drátkovým CuO a Cu. Trubice se zahřívá v proudu oxidu uhličitého. Studovaná organická látka se rozkládá za vzniku elementárního uhlíku, oxidu uhličitého, vody, elementárního dusíku a oxidů dusíku. Oxidy dusíku se redukují na vrstvě rozžhavené mědi na elementární dusík. Elementární dusík se společně s ostatními plynnými produkty vede do plynoměrné byrety (azotometru) naplněné 40 % roztokem KOH. Oxid uhličitý i voda se v plynoměrné byretě absorbují, změří se objem vzniklého elementárního dusíku.

4.4 Statistické hodnocení

Vyhodnocení výsledků bylo zhotoveno pomocí dvoufaktorové analýzy rozptylu bez interakcí na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. V případě průkaznosti statistických rozdílů byl použit Tukey HSD test na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Všechny statistické analýzy byly provedeny v programu STATISTICA 12.0.

5 Výsledky

5.1 Vliv stanoviště a druhu rostliny na sledované parametry v první seči

Základní statistické ukazatele jsou uvedeny v Tab. 8, ze které jsou patrné souhrnné informace o sledovaných proměnných. Průměrná hodnota dusíkatých látek (dále již NL), měřená v listech vojtěšky seté a jetele lučního činí přibližně 27 %. Průměrný počet lodyh na m^2 je 3312. Délka lodyh sledovaných píce byla v průměru 49,5 cm. Nejnižší lodyha měřila 25 cm zatím co nejdelší 85 cm. Zajímavá odchylka signalizující velké vzájemné odlišnosti byla zjištěna u výnosu píce, kdy nejnižší výnos byl $28,8 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ a nejvyšší $928 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. Z hlediska významu této práce je velmi důležitým ukazatelem výnos a podíl listů. Výnos listů z celkové produkce píce činil v průměru $141 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ a podíl listů vůči lodyhám byl v průměru 48,3 %.

Tab. 8: Základní statistický přehled výsledků první seče

Proměnná	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD
NL [%]	27,0	27,4	21,8	31,3	2,6
Počet lodyh [ks/ m^2]	332	329,0	42,0	756	177,8
Délka lodyh [cm]	49,6	50,0	25,0	85,0	15,1
Výnos píce [g/ m^2]	316,6	321,5	28,8	928,0	211,0
Výnos listů [g/ m^2]	141,0	133,8	22,4	338,9	83,8
Podíl listů [%]	48,3	46,5	34,0	77,6	9,7
Podíl plevelů [%]	26,7	25,1	1,1	57,1	15,5

(Sasov 26.5.2017- 1. seč)

Statistické vyhodnocení parametrů struktury sledovaných porostů v první seči na čtyřech stanovištích v roce 2017 bylo vyhodnoceno dvoufaktorovou analýzou rozptylu hlavních efektů a v případě statistické významnosti následným Tukeyho HSD testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. V tabulce jsou dále uvedeny interakce mezi testovanými faktory, které však nebyly statisticky významné.

Tab. 9 Statistické charakteristiky sledovaných ukazatelů první seče

	1.seč	NL [%]	počet lodyh [ks/m ²]	délka lodyh [cm]	výnos píce [g/m ²]	výnos listů [g/m ²]	podíl listů [%]	podíl plevelů [%]	
STANOVIŠTĚ	Vysílač	26.4	376	64.5 ^b	403.9 ^{ab}	173.8	43.6	1.1 ^a	
	Střelnice	27.8	211	36.4 ^a	168.9 ^a	93.7	55.9	39.3 ^b	
	Jágrovo	26.0	317	41.5 ^a	231.5 ^{ab}	101.4	49.9	24.1 ^{ab}	
	Zahrada	26.9	375	53.6 ^b	398.2 ^b	167.6	44.0	23.1 ^{ab}	
	P - value	0.381	0.206	< 0.001	0.024	0.084	0.077	0.005	
DRUH	jetel	24.9 ^a	284	42.8 ^a	238.4	107.9	49.5	21.9	
	vojtěška	28.6 ^b	356	55.3 ^b	362.8	160.3	47.2	21.9	
	P- value	< 0.001	0.252	< 0.001	0.069	0.067	0.532	1.000	
INTERAKCE	interakce stanoviště X druh								
	vysílač x jetel	25.1	410	55.5	410.7	180.3	44.1	1.1	
	vysílač x vojtěška	27.7	343	73.5	397.1	167.2	43.1	1.1	
	střelnice x jetel	26.8	207	28.3	156.4	90.3	58.2	39.3	
	střelnice x vojtěška	28.9	215	44.7	181.3	97.1	53.6	39.3	
	jágrovo x jetel	23.6	322	38.3	199.4	76.4	50.5	24.1	
	jágrovo x vojtěška	28.4	312	44.8	263.6	126.4	49.3	24.1	
	zahrada x jetel	24.4	196	49.0	187.2	84.6	45.2	23.1	
	zahrada x vojtěška	29.5	553	58.3	609.2	250.6	42.8	23.1	
	P - value	0.474	0.121	0.418	0.131	0.149	0.982	1.000	

(Sasov 26.5.2017- 1. seč)

Poznámka: Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly Tukey HSD testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

Hodnoty naměřené v první seči ze čtyř různých stanovišť jsou uvedené v Tab. 9. Z výsledků je zřejmé že stanoviště neovlivňuje koncentraci NL v listech. Významné statistické rozdíly můžeme zaznamenat mezi vojtěškou a jetelem, kde jetel je z hlediska obsahu dusíkatých látek horším zdrojem. V listech se nachází 24,9 %, zatímco vojtěška obsahuje 28,6 % NL. Počet lodyh není v těchto podmínkách ovlivňován ani druhem rostliny ani stanovištěm. To ovšem neplatí pro délku lodyh. Ta je druhem i stanovištěm ovlivňována významně. Nejdelší lodyhy narostly na stanovišti Vysílač, kde se zároveň vyskytoval i nejmenší podíl plevelů (1,1 %). Zatímco na stanovišti Střelnice byl podíl plevelů největší (39,3 %) a délka lodyh nejmenší. Významné rozdíly v délce lodyh byly i mezi druhy, kdy vojtěška narostla do výšky 55,3 cm a jetel pouze do 42,8 cm. Statisticky významně vyšel vliv stanoviště na výnos píce, který přesně korespondoval s délkou lodyh. Největší výnos byl tedy na stanovišti Vysílač 403,9 g.m⁻² a nejmenší na Střelnici 168,9 g.m⁻². Vojtěška dosahovala většího výnosu píce, ovšem bez statistické průkaznosti. Podíl listů koreloval s výnosem listů a to negativně. Na Střelnici byl největší podíl listů 55,9 %, zatímco výnos listů byl 93,7 g.m⁻², kdežto na stanovišti Vysílač byl nejnižší podíl listů 43,6 % s největším výnosem listů 173,8 g.m⁻². Rozdíl mezi vojtěškou a jetelem ve výnosu píce je na první pohled viditelný, jetel 107,9 g.m⁻² kdežto vojtěška 160,3 g.m⁻². Přesto tento rozdíl není statisticky významný.

Nejproduktivnější porost v první seči byl na stanovišti Vysílač. Jeteloviny zde dosahovaly největšího počtu a délky lodyh, největšího výnosu píce, listů a zároveň nejmenšího podílu plevelů. Jako nejhorší stanoviště se ukázala Střelnice. Byly zde zjištěny nejnižší počty a délky lodyh, nejnižší výnosy a podíly listů, ovšem produkovala listy s největším podílem NL.

Pro základní analýzu vztahů sledovaných parametrů, byla vyhotovena korelační matice. Její výsledky jsou uvedeny v Tab. 10. Z výsledků je zřejmé, že nejtěsněji s počtem lodyh koreloval výnos píce a výnos listů. Počet lodyh, délka lodyh a výnos píce korelovaly se všemi sledovanými parametry, krom dusíkatých látek. NL nekorelovaly s žádným ze sledovaných ukazatelů, ač zdánlivě nejbližší se zdá být výnos listů. Vůbec nejtěsnější korelace byla mezi výnosem píce a výnosem listů, v těsné návaznosti na počet lodyh. Na podíl plevelů na sledovaných stanovištích má podle korelační matice největší vliv délka lodyh čili čím jsou lodyhy delší je zastoupení plevelů nižší.

Tab. 10 Korelační matice matice sledovaných parametrů první seče

proměnná	Průměry	Sm. Odchylka	NL	Počet lodyh	Délka lodyh	Výnos píce	Výnos listů	Podíl listů	Podíl plevelů
NL	27.2	2.7	1.000	0.290	0.264	0.368	0.405	-0.131	0.143
Počet lodyh	23	13.5	0.290	1.000	0.532	0.923	0.902	-0.647	-0.482
Délka lodyh	45.8	13.5	0.264	0.532	1.000	0.691	0.643	-0.569	-0.618
Výnos píce	288.1	224.6	0.368	0.923	0.691	1.000	0.974	-0.591	-0.480
Výnos listů	129.1	86.9	0.405	0.902	0.643	0.974	1.000	-0.484	-4.214
Podíl listů	49.3	10.2	-0.131	-0.647	-0.569	-0.591	-0.484	1.000	0.509
Podíl plevelů	26.5	16.2	0.143	-0.481	-0.618	-0.480	-0.421	0.509	1.000

Poznámka: Zvýrazněné parametry jsou korelační koeficienty statisticky významné na hladině významnosti $p < 0,05$

5.2 Vliv druhu jeteloviny a pořadí seče na sledované parametry

Základní statistické ukazatele se týkají tří sečí na stanovišti Vysílač a jsou znázorněné v Tab. 11.

Tab. 11 Základní statistické ukazatele ze stanoviště Vysílač, porovnané ve třech sečích

Proměnná	N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	SD
Počet lodyh [ks/m²]	24	302	308	56	616	156.2
Délka lodyh [cm]	24	49.5	53.0	23.0	85.0	16.4
Výnos píce [g/m²]	24	297.5	301.6	81.5	588.8	143.0
Výnos listů [g/m²]	24	135.2	133.8	35.2	263.6	60.9
Podíl listů [%]	24	48.6	41.8	32.1	90.2	16.5
Podíl plevelů [%]	10	4.5	4.7	1.0	10.1	3.5

(Sasov 2017)

Průměrný počet lodyh za celkové vegetační období roku 2017 byl 603 ks.m⁻², což je ve srovnání s první sečí, kdy byl počet lodyh 663,6 ks.m⁻² o něco méně. V počtu lodyh byly zároveň i největší rozdíly. Minimální počet lodyh v jednom odběru byl 56 ks.m⁻², přičemž největší vzorek čítal 616 ks.m⁻². Značné rozdíly byly také pozorovány mezi výnosem píce, kdy nejvyšším výnosem bylo 588,8 g.m⁻² ve srovnání s nejnižším 81,5 g.m⁻². Délka lodyh byla v průměru 49,5 cm. Průměrný podíl listů na stanovišti Vysílač byl 48,6 %, kdežto ve srovnání s první sečí, kde byly ovšem zahrnuty další tři stanoviště, byl průměrný podíl listů 48,3 %. Nízkým číslem tohoto srovnání je podíl plevelů, a to v průměru 4,5 %.

V Tab. 12 jsou uvedeny i údaje vyhodnocené dvoufaktorovou analýzou rozptylu s interakcemi.

Tab. 12: Statistické ukazatele jednotlivých parametrů sledovaných na stanovišti Vysílač v průběhu roku 2017

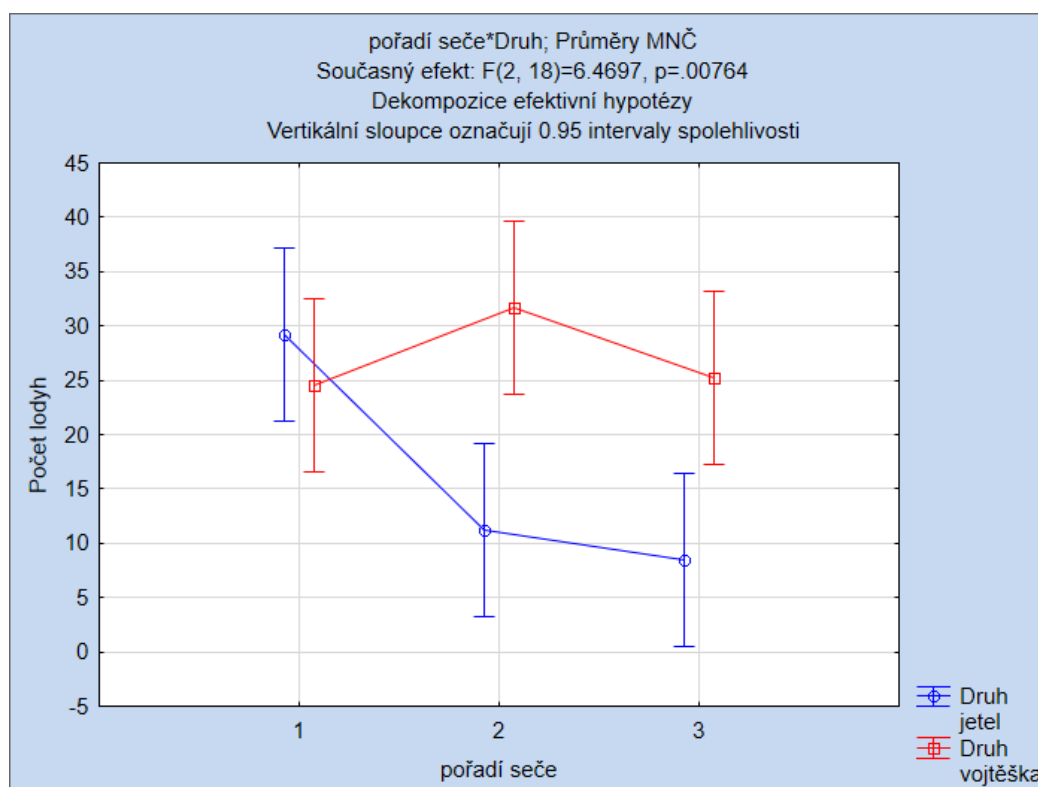
	počet lodyh [ks/m ²]	délka lodyh [cm]	výnos píče [g/m ²]	výnos listů [g/m ²]	podíl listů [%]	podíl plevelů [%]	
POŘADÍ SEČE	1	376	64.5 ^b	403.9 ^b	173.8	42.9 ^a	1.1
	2	301	41.5 ^a	263.3 ^{ab}	119.0	44.4 ^a	5.3
	3	236	42.5 ^a	225.4 ^a	112.8	58.4 ^b	0.0
	P- value	0.523	<0.001	0.003	0.079	0.042	0.204
DRUH	jetel	229 ^a	40.3 ^a	296.7	150.0	58.1 ^a	3.2
	vojtěška	380 ^b	58.8 ^b	298.3	120.4	40.6 ^b	3.2
	P- value	0.014	<0.001	0.970	0.157	0.020	1.000
INTERAKCE	interakce seč x druh						
	1. seč x jetel	410	55.5	410.7	180.3	44.1	1.1
	1. seč x vojtěška	343	73.5	397.1	167.2	41.6	1.1
	2. seč x jetel	158	33.3	349.5	171.7	51.9	5.3
	2. seč x vojtěška	445	49.8	177.2	66.4	37.0	5.3
	3. seč x jetel	119	32.0	130.0	97.9	76.7	0.0
	3. seč x vojtěška	354	53.0	320.8	127.6	40.2	0.0
P- value	0.008	0.877	0.010	0.374	0.014	1.000	

(Sasov 2017)

Poznámka: Rozdílné písmenné indexy vyjadřují statisticky průkazné rozdíly Tukey HSD testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

Výsledky v Tab. 12 ukazují, že pořadí seče má významný vliv na délku lodyh. Kdy v první seči dosahovaly lodyhy v průměru 64,5 cm, zatímco v seči druhé a třetí už byly délky podobné a to 41,5 cm a 42,5 cm. Pořadí seče také významně ovlivňovalo výnos píce. Přičemž největšího výnosu bylo dosaženo při první sklizni 403,9 g.m⁻² a nejnižšího při seči poslední 225,4 g.m⁻². Posledním parametrem, který měl statisticky průkazný vliv na pořadí seče, byl podíl listů, kdy s pořadím seče narůstal podíl listů (ze 42,9 % v první seči na 58,4 % v seči třetí). Tato skutečnost je v souladu s délkou lodyh. Čím byly lodyhy kratší (3. seč), tím byl větší podíl listů.

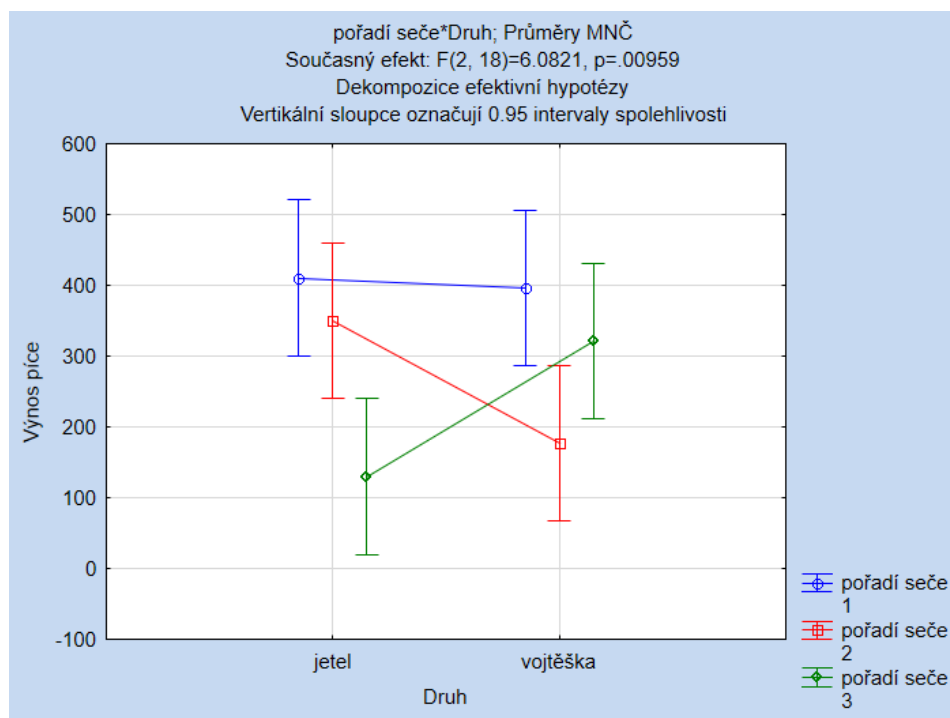
Významné rozdíly v počtu lodyh byly pozorovány v závislosti na druhu rostliny. Vojtěška dosahovala většího počtu lodyh na m², a to v průměru 380 ks, zatímco jetel 229 ks. Podobné to bylo u délky lodyh, kde vojtěška byla v průměru o 18 cm delší než jetel. V součtu sečí, byl výnos píce obou dvou druhů velmi podobný. Vojtěška dosahovala v průměru 298,3 g.m⁻² což je srovnatelné s průměrným výnosem jetele, který byl 296,7 g.m⁻². Jetel dosahoval v porovnání s vojtěškou většího podílu listů a to 57,6 % oproti 39,6 % u vojtěšky.



Graf 1: Vzájemná interakce mezi počtem lodyh v závislosti na druhu rostliny a pořadí seče. (Sasov, 2017)

Průměrný počet lodyh klesal v závislosti na pořadí sklizně. Největší počet lodyh byl zaznamenán v první seči 752 ks.m⁻² a nejmenší v seči třetí 472 ks.m⁻². Nicméně z Graf 1 je patrné, že jetel dosáhl nejvyššího počtu lodyh v seči první 409,5 ks.m⁻², zatímco v seči druhé

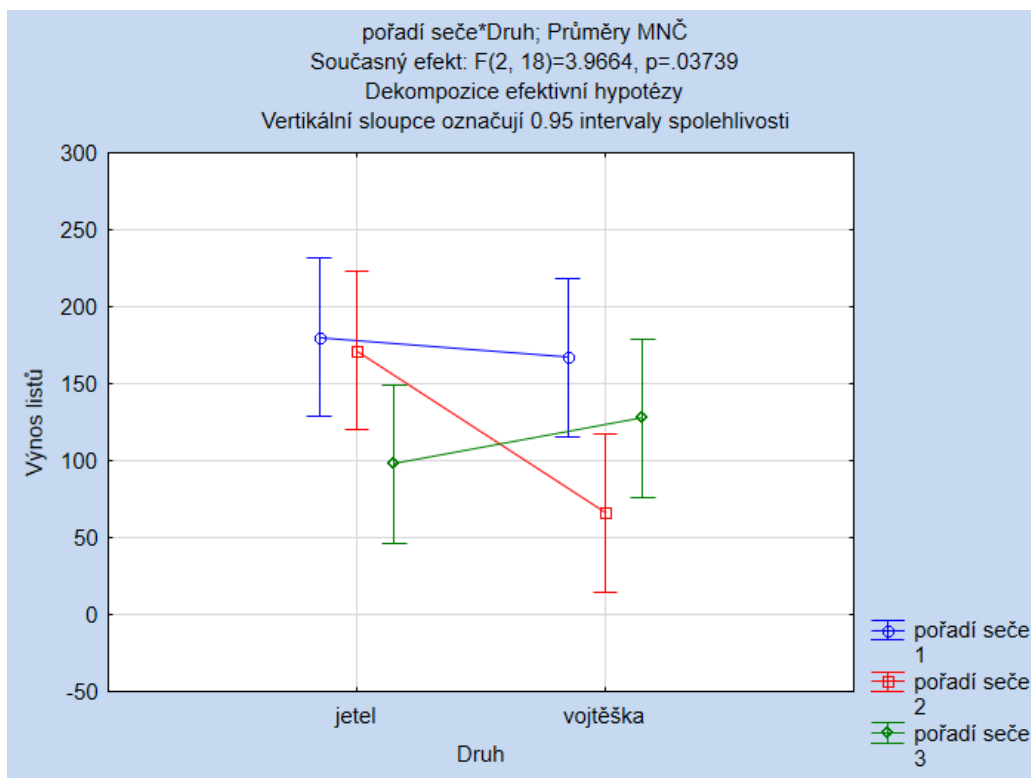
a třetí byl podíl výrazně nižší. Kdežto vojtěška měla v první seči nejmenší počet lodyh, v seči druhé dosáhla vrcholu 444,5 ks.m⁻² a v třetí seči se opět mírně propadla.



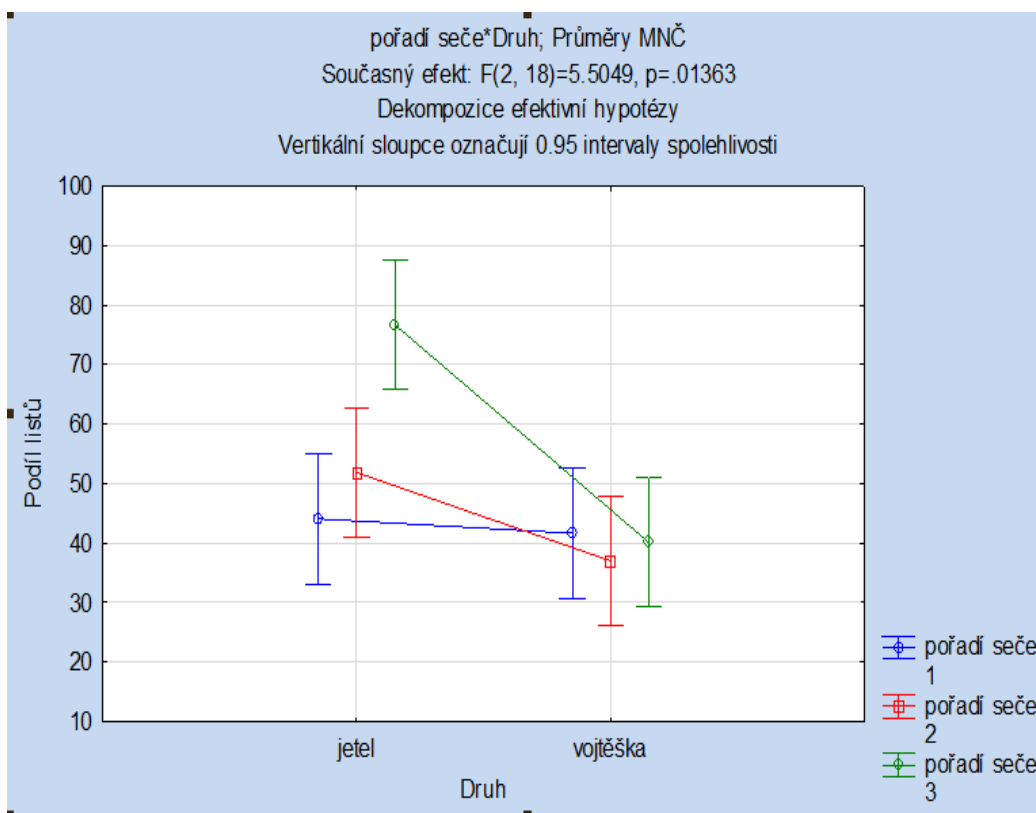
Graf 2: Interakce výnosu píce v závislosti na druhu rostliny a pořadí seče. (Sasov, 2017)

Nejvyšších výnosů píce bylo dosaženo v rámci první seče, kdy se téměř totožným zastoupením vojtěšky a jetele sklídilo 808 g.m⁻²sušiny. Vzájemná interakce je patrná v Graf 2. Ve druhé seči se jetel svým zastoupením 350 g.m⁻², z celkového výnosu 526 g.m⁻², významně podílel na tvorbě celkového výnosu. Opačný trend byl zaznamenán v seči třetí, kdy jetel ustoupil, a jeho výnos byl 130 g.m⁻². Vojtěška ztrátu ve třetí seči dorovnávala výnosem 321 g.m⁻².

Obdobných jevů bylo dosaženo u výnosu listů, jehož vzájemné interakce jsou vyobrazeny v Graf 3. V první seči výnos listů mírně převyšoval zastoupením jetelových, ovšem v seči druhé, byl již rozdíl mezi druhy znatelný. Produkce jetelových listů byla 172 g.m⁻², kdežto vojtěškových bylo 66 g.m⁻². Naopak v seči třetí produkce vojtěškových listů mírně převyšovala nad jetelovými. V součtu za vegetaci jetel vyprodukoval 445 g.m⁻² listů. Oproti vojtěšce, na které narostlo 361,3 g.m⁻² listů je to o poznání více.



Graf 3: Interakce výnosu listů v závislosti na druhu rostliny a pořadí seče (Sasov, 2017)



Graf 4: Interakce podílu listů v závislosti na druhu rostliny a pořadí seče (Sasov, 2017)

Vzájemná interakce podílu listů v závislosti na druhu a pořadí seče je patrná z Graf 4. Podíl listů byl u vojtešky poměrně vyrovnaným parametrem, který se v pohyboval okolo 43 %. U jetele se výrazně lišil mezi sečemi, přičemž ve třetí seči dosáhl nejvyšší hodnoty 76,7 %.

5.3 Chemické složení listů a stonků směsi jetelovin a stanovení metabolizovatelné energie pro prasata

Listy a stonky ze třetí seče byly ručně odděleny z balíku sena dosoušeného pomocí odpadního tepla z bioplynové stanice. Jednotlivé části rostlin byly laboratorně vyhodnoceny a výsledky jsou zanesené v Tab. 13, z té je patrné, že existuje zřetelný rozdíl mezi kvalitou listů jetelovin a jejich stonků, kdy listy dosáhly vynikající krmné hodnoty. Obsah NL, který ve třetí seči činí v průměru 24,47 % koresponduje s výsledky stanovení NL v první seči, kdy průměrná hodnota znázorněná v Tab. 8 byla 26,99 %. Obsah vlákniny v listech je dva a půl krát menší v porovnání se stonky. Hodnota metabolizovatelné energie pro výkrm prasat je v listech jetelovin stanovena na 9,78 MJ.kg⁻¹.

Tab. 13: Chemické složení listů a stonků s výpočtem metabolizovatelné energie pro výživu prasat

Část rostliny	NL [%]	Vláknina [%]	Popel [%]	Tuk [%]	BNLV [%]	ME prasata MJ/kg
Listy	24,47	14,84	13,54	1,22	45,90	9,78
Stonky	13,93	35,91	9,60	0,65	36,71	4,67

(Sasov, 3. seč – balík sena)

6 Diskuze

6.1 Vliv stanoviště a druhu rostliny na sledované parametry v první seči

Jak uvádí Nedělník (2005) směsky vojtěšky s jetelem lučním, případně s nízkým podílem trav zvyšují výnosovou jistotu a jsou velmi dobře silážovatelné. Předpokladem je však založení přiměřeně hustého a dobře zakořeněného porostu, správně využívaného již v roce založení, aby rezervy zásobních látek v kořenech jetelovin umožnily rychlý růst porostu na jaře a jeho vysokou produktivnost v užitkových letech. Kombinaci vojtěšky a jetele v poměru 75:25 doporučují i Marley et al. (2003) a to především kvůli snížení proteolýzy při konzervaci píče silážováním.

V rámci popisu struktury porostu, bylo v této práci sledováno šest ukazatelů-počet lodyh na metr čtvereční, délka lodyh, výnos píče, výnos a podíl listů a podíl plevelů.

Hlavním ukazatelem kvality píče jetelovin je obsah dusíkatých látek (Hulsen et Dries, 2014). Podle pokusů Hakla et al. (2006) obsahují listy vojtěšky oproti lodyhám více než dvojnásobek dusíkatých látek. Regal et al. (1965) uvádějí hodnotu dusíkatých látek v listech vojtěšky 28,8 %, zatímco v lodyhách je obsah dusíkatých látek pouze 13,3 %. Hodnota dusíkatých látek v listech vojtěšky přesně koresponduje s naším experimentem, kdy bylo v první seči naměřeno v průměru 28,6 % dusíkatých látek.

Vorlíček et Dubec (2007) uvádí průměrný výnos sušiny směsky jetele s vojtěškou v první seči druhého užitkového roku 8,3 t.h⁻¹. Průměrná produkce sušiny v našem pokusu byla v první seči 6,0 t.h⁻¹. Vysvětlením nižšího výnosu může být skutečnost, že stanoviště Střelnice je již využíváno šestým užitkovým rokem a výnos sušiny je tím pádem nižší.

Z korelačních vztahů vyplývá ovlivnění hmotnostního podílu listů výnosem sušiny. Nejvyššího podílu listů (56 %) bylo dosaženo při výnosu sušiny 169 g.m⁻². Klesající podíl listů s rostoucím výnosem zmiňuje také Teixeira et al. (2007). Luckett et Klopfenstein (1970) popisují podíl listů vojtěšky ve fázi butonizace 55 % a ve fázi plného květu 51 %. V našem měření bylo dosaženo nižších hodnot, a to v průměru 48,5 %. Tyto rozdíly si můžeme vysvětlit rozdílnou délkou lodyh, neboť jak uvádí Hakl et al. (2009 b) podíl listů je v negativní korelaci s délkou lodyh. Tento fakt potvrzuje i korelační matice našeho experimentu.

Na základě výsledků lze říci, že stáří porostu významně ovlivňuje strukturu porostu. Různě staré porosty se výrazně lišily nejen v počtu rostlin na m², ale i ve výnosotvorných prvcích. Oproti nejvýnosnějšímu Vysílači, který ve svém letošním prvním užitkovém roce dosáhl výnosu 807 g.m⁻², byl na Střelnici výnos podstatně nižší a to 337 g.m⁻². Výnos na této

lokalitě tvořily z velké části plevelné rostliny, které se podílely 39 % na celkovém výnosu. Ovšem při nízkém výnosu dosahovaly rostliny na Střelnici nadprůměrný podíl listů s nejlepší koncentrací dusíkatých látek v listech. Na tomto stanovišti byl rovněž podobný výnos vojtěšky 181 g.m^{-2} i jetele 156 g.m^{-2} . Z našich výsledků je dále patrný silný kompenzační efekt u výnosotvorných prvků, který popisují také Hakl et al. (2007). Hakl et al. (2007) pozoruje kompenzační efekt výnosotvorných prvků nejsilnější u první seče.

6.2 Vliv druhu jeteloviny a pořadí seče na sledované parametry

Zastoupení vojtěšky a jetele se v průběhu vegetačního období výrazně mění. Počet lodyh u jetele lučního byl výrazně nižší ve druhé a třetí seči, což by se dalo přisuzovat suchému letní období, které představovalo snížení zastoupení jetele. Tato souvislost byla v souladu s Patersonem et al. (1992), kteří popisují, že vojtěška s jetelem mají významné produkční odezvy na klimatické podmínky, přičemž vojtěška dosahuje vysokých výnosů v sušších obdobích, kdežto jetel nachází uplatnění ve vlhčích podmínkách. Při srážkově i teplotně normálních letech dochází k poklesu výnosu sušiny u jetele lučního okolo 5 % (Lang, 2010). Léto a časný podzim 2017 byl spíše sušším obdobím, proto v našem experimentu došlo ve druhé seči k poklesu sušiny jetele lučního o 15 % a ve třetí seči téměř o 70 %.

Jetel ve druhé a třetí seči eliminoval svůj pokles vyšším podílem listů, který byl ve třetí seči až 76,7 %, kdežto v průměru se tato hodnota pohybovala okolo 43 %. Nesmíme zapomenout na fakt, který popisuje Hakl et al. (2006), že podíl listů může být snížen i nesprávnou manipulací s pící jako důsledek odrolů listů. Jedno procento ztrát odrolem představuje ztrátu 10 až 15 kg čistých bílkovin z hektaru v závislosti na výši výnosu. Z hlediska požadovaného obsahu dusíkatých látek v pící vojtěšky i roční produkce bílkovin z hektaru je tedy bezpodmínečně nutné dodržet optimální termín první seče a zajistit minimální ztráty nejvčetnějších listů při manipulaci s pící. Právě listy tvoří hlavní část výnosu a je naším cílem, aby jejich podíl byl co nejvyšší, což je spojeno i s jejich vysokou stravitelností oproti lodyhám. Regal (1965) uvádí, že stravitelnost listů se pohybuje kolem 77 %, kdežto lodyh pouze 28,5 %. Podle Šantrůčka (2003) se kvalita a stravitelnost listů v podstatě nemění, což neplatí v případě lodyh.

Celkový výnos píce se v jednotlivých sečích pohyboval od 450 do 808 g.m^{-2} , kdy největšího výnosu bylo dosaženo při první sklizni. Celkový roční výnos byl $17,84 \text{ t.ha}^{-1}$. Lang (2011) ve svém pokusu se směsí jetelovojtěškotrávy dosáhl v prvním užitkovém roce $16,46 \text{ t.ha}^{-1}$ a v druhém užitkovém roce $18,72 \text{ t.ha}^{-1}$. Vorlíček et Dubec (2006) ve variantě

pokusu vojtěšky seté a jetele lučního v nehnojeném pokusu dosáhli výnosu sušiny za čtyři seče 20,13 t.ha⁻¹. Tento vyšší výnos byl dosažen v roce 2005, který byl z hlediska povětrnostních podmínek srážkově i teplotně nadprůměrný.

Průměrná délka lodyh se ve sledovaném roce pohybovala okolo 50 cm, kdy největší lodyhy byly zaznamenány u vojtěšky v první seči, a to v průměru 73,5 cm. Tento parametr je dle Hakla et al. (2012) spolehlivým ukazatelem načasování termínu sklizně z hlediska obsahu vlákniny. Hakl et al. (2010) na základě čtyřletého experimentu uvádějí, že hodnoty rozpětí maximální délky lodyh se pohybují od 29 cm do 143 cm v různých vegetačních fázích. V našem pokuse se rozmezí délky lodyh pohybuje od 23 cm do 85 cm, jelikož seč byla provedena kvůli kvalitě píce dřívě.

Zjištěná hustota porostu daná počtem lodyh na m² byla nejvyšší v první seči, a to 752 kusů na m² a nejnižší v seči třetí 472 ks na m². Toto zjištění je totožné s výsledky Hakla et al. (2010), kteří uvádějí nejvyšší hustotu porostu v prvních sečích porostů různého stáří. Ovšem celkový počet lodyh na m² je u Hakla et al. (2010) v průměru druhého užitkového roku 1106 lodyh na m², kdežto v našem pokusu pouze 608 lodyh na m². Nejvyššího počtu lodyh 444 ks.m⁻² dosáhla vojtěška ve druhé seči, avšak celkový výnos píce 177 g.m⁻² a výnos listů 66 g.m⁻² byly velmi nízké. Tuto skutečnost potvrzuje i korelační matice našeho experimentu, kde počet lodyh byl v negativní korelaci s podílem listů.

6.3 Chemické složení listů a stonků směsi jetelovin a stanovení metabolizovatelné energie pro prasata

Obsah vlákniny v listech jetelovin je sice podstatně menší než v lodyhách, ovšem hodnota 14,87 % se stále liší od doporučení množství vlákniny pro výkrm prasat, které se pohybuje v rozmezí 3-7 % (Zeman et al., 2006). Na druhou stranu podle Dostálové a Kouckého (2008) byl prokázán pozitivní vliv diet založených na vyšší dávce vlákniny na produkci skatolu, který je součástí kančího pachu. Dvořáčková et Doležal (2009) pozorovali u svého porostu nárůst acido detergentní vlákniny (ADF) v průběhu stárnutí porostu. V dalších pokusech v rámci tohoto projektu bych považovala za vhodné načasovat sklizeň, aby obsah vlákniny v listech byl co nejnižší a odpovídal tak normě maximální přípustné vlákniny ve směsi pro rostoucí prasata, a to 6 % (Šimeček et al., 2000). Hakl et al. (2012) udává, že nelze sklízet vojtěšku pouze s přihlédnutím k jednotlivým vegetačním fázím, ale je třeba přihlédnout i k maximální délce lodyh, především kvůli zmiňovanému obsahu vlákniny. Prodloužení lodyhy o 10 cm znamená nárůst obsahu vlákniny v píci vojtěšky o 1,3 %. Doporučují tedy sklízet píci vojtěšky v období

butonizace do maximální délky lodyh 60–65 cm. Při cílené produkci listů by však nebylo nutné brát ohled na zvyšující se podíl vlákniny v lodyhách vojtěšky a snižující se podíl listů. Byla by to však i otázka využití lodyh. Pokud by se lodyhy využívaly ve výživě přežvýkavců, bylo by nutné zohlednit i jejich nutriční hodnotu.

Obsah metabolizovatelné energie v sušených listech vojtěšky dosahoval $9,78 \text{ MJ.kg}^{-1}$ zatímco v lodyhách pouze $4,7 \text{ MJ.kg}^{-1}$. Potřeba metabolizovatelné energie pro výkrm prasat je podle Šimečka et al. (2000) 12,8 MJ na kilogram krmné směsi. Je tedy zřejmé, že z hlediska obsahu vlákniny a množství metabolizovatelné energie pro prasata v lodyhách jsou tyto části rostliny pro prasata nepřijatelné. Kdežto koncentrát listů jetelovin se zdá být vhodným doplňkem krmných dávek prasat.

V této práci z časových důvodů nedošlo na stanovení aminokyselinového spektra jetelovinových lístků. V rámci projektu programu pro Rozvoj venkova je tato analýza plánována v průběhu dalších let. Pokud bychom obsah aminokyselin vojtěškového sena stanovených v katalogu krmiv (Vyskočil et al., 2008), porovnali s doporučeným poměrem aminokyselin pro výkrm prasat (Otrubová, 2016), kde potřeba lysinu je 100 %, threoninu 67 %, methioninu 29 % a tryptofanu 29 % vypadal by výsledný poměr aminokyselin vojtěškových lístků, vztažených ke stoprocentnímu obsahu lysinu přibližně takto: lysin 100 %, treonin 105 %, methionin 28,6 % a tryptofan 34,3 %. Věřím, že porovnání listů vojtěšky a jetele bude přínosné jak pro konečný výsevek plodiny, tak pro správné zařazení tohoto bílkovinného koncentráту do krmných dávek prasat.

7 Závěr

Cílem práce bylo v podmínkách konkrétního zemědělského podniku analyzovat potenciál produkce listů vojtěšky seté a jetele lučního jako zdroje proteinů pro ekologicky chovaná prasata. Na základě výsledků této práce lze konstatovat:

- Výnos píce, listů i parametry struktury porostu se významně lišily mezi jednotlivými stanovišti i v závislosti na pořadí seče
- Vojtěška se ve směsi více prosazovala během letního období vegetace, ale v průměru za vegetační období mezi jednotlivými druhy není statisticky významný rozdíl v produkci listů
- Jetele luční při nižším výnosu píce dosahuje výrazně většího podílu listů
- Listy vojtěšky seté obsahovaly více dusíkatých látek než listy jetele
- Obsah metabolizovatelné energie pro výkrm prasat v listech vojtěšky se zdá být přijatelná pro jejich výživu

Výzkum naznačil, že listy jetelovin mohou být účinným zdrojem bílkovin pro ekologicky chovaná zvířata. Kvalita listů jetelovin nemůže konkurovat sóje z důvodu vyššího obsahu vlákniny, ale pro ekologické farmy zabývajícími se chovem prasat může být zajímavým alternativním zdrojem proteinu. Výsledky dalších let výzkumu přinesou cenné informace o změně kvality a zastoupení druhu jetelovin v průběhu vegetačního období, profilu jednotlivých aminokyselin a efektivnosti technologie pro separaci listů.

8 Seznam literatury

Adapa, P. K., Schoenau, G. J., Arinze, E. A. 2005. Fractionation of Alfalfa into Leaves and Stems using a Three Pass Rotary Drum Dryer. *Biosystems Engineering*. 91 (4). 455-463. ISSN: 15375110.

Aguilera, J. F., Lara, L., Aguinaga, M. A., Barea, R., Conde Aguilera, J. A., García-Valverde, R. 2015. An overview of protein nutrition of the pure Iberian pig. *Proceedings of the 4th International Congress: SRB, 2015-10-07-2015-10-09*, 313-323.

Arinze, E. A., Schoenau, G. J., Adapa, P. 2007. Modeling the Fractional Drying and Aerodynamic Separation of Alfalfa into Leaves and Stems in a Rotary Dryer. *Drying Technology*. 25 (5). 785-798. ISSN: 0737-3937.

Arinze, E. A., Schoenau, G. J., Sokhansanj, S., Adapa, P., 2003. Aerodynamic separation and fractional drying of alfalfa leaves and stems—a review & new concept. *Drying Technology*. 21(9). 1673–1702

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M., Zollitsch, W. 2014. Sainfoin seeds in organic diets for weaned piglets-utilizing the protein-rich grains of a long-known forage legume. 31 (1). 12-21. ISBN: 10.1017/S1742170514000386.

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M., Zollitsch, W., 2014. Sainfoin seeds in organic diets for weaned piglets—utilizing the protein-rich grains of a long-known forage legume. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 31(1). s. 12-21.

Ball, M. E. E., Magowan, E., McCracken, K. J., Beattie, V. E., Bradford, R., Gordon, F. J., Robinson, M. J., Smyth, S., Henry, W., 2013. The Effect of Level of Crude Protein and Available Lysine on Finishing Pig Performance, Nitrogen Balance and Nutrient Digestibility. *Ajas*. ISBN: 10.5713/ajas.2012.12177.

Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P., 2004 *Food chemistry*. 3.vyd. New York. Springer. ISBN 9783540408185.

Betschart, A. A., 1977. Nitrogen solubility of alfalfa protein concentrate as influenced by various factors. *Food Science* 39. 1110-1115.

- Bilanski, W.K., 1992. Enhanced utilization of forage plants through fractionation. State of the art. *International Agricultural Engineering Journal*. 1(1). 1-13.
- Black A. D., Moot, D. J. & Lucas R. J., 2006. Developmental and growth characteristics of Caucasian and white clover seedlings, compared with perennial ryegrass. *Grass and Forage Science* 61, 442–453
- Blair, R., 2007. Nutrition and feeding of organic pigs. CABI North American Office. Cambridge, MA. ISBN: 978-1-84593-191-9.
- Clark, J.H., 1975. Nitrogen metabolism in ruminants: Protein solubility and rumen bypass of protein and amino acids. 261-304
- 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. ISBN: 807040745x.
- Changliang, J., Yuan, Q. T., Ping, Z., 2017. Extraction optimization, preliminary characterization and antioxidant activities of polysaccharides from Glycine soja. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017.
- Cromwell, G. L. 2016. Nutritional Requirements of Pigs. *Veterinary Manual*. University of Kentucky.
- Currence, H.D., and Buchele, W. F., 1965. Alfalfa management for dehydration. Ninth technical alfalfa conference proceedings. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Services. 74-36.
- Digman, M. F., Runge, T. M., Shinnors, K. J., Hatfield, R. D. 2013. Wet Fractionation for Improved Utilization of Alfalfa Leaves. *Biological Engineering Transactions*. 6 (1). 29-42. ISSN: 1934-2799.
- Dlouhý, J., Urban, J., 2011. Ekologické zemědělství bez mýtů. Fakta o ekologickém zemědělství a biopotravinách pro média. Česká technologická platforma pro ekologické zemědělství. ISBN 978–80–87371–13–8. 25 s.

Doležal, P., Dvořáček, J., Loučka, R., Mikyska, F., Mudřík, Z., Prokeš, K., Přikryl, J., Skládanka, J., Straková, E., Suchý, P., Zeman, L., Červinka, J. 2012. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Petr Baštan. Olomouc. ISBN: 9788087091333.

Dostálová, A., Koucký, M. 2008. Výkrm kanečků v podmínkách ekologického zemědělství: metodika. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. ISBN: 9788074030239.

Dvorský, J., Urban, J., 2014. Základy ekologického zemědělství. Podle nařízení Rady (ES) č. 834/2007 a nařízení Komise (ES) č. 889/2008 s příklady. Česká technologická platforma pro ekologické zemědělství 2.vyd. ISBN 978-80-7401-098-9. 109

Dvořáčková, J., Doležal, P. 2009. Influence of vegetation period on the nutrient composition of alfalfa. In: MendelNet'09Agro. 2009. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. s. 42-47. ISBN: 97880 7375 352 8.

Ensminger, M.E., Olentine, C. G., 1978. Feeds and Nutrition – Complete, 1. edition. Clovi., CA. Ensminger. Publication Co.

Eshtiaghi, M.N., Knorr, D., 2002. High electric field pulse pretreatment. Potential for sugar beet processing. Food Engineering 52. 265-272.

Frandsen, R., Wilke, W., Fails, A. D. 2009. Anatomy and physiology of farm animals. 7th ed. Wiley-Blackwell. Ames, Iowa. 512 p., [8] p. of plates. ISBN: 0813813948.

Früh, B., Bochicchio, D., Dippel, S., Edwards, S., Gunnarsson, S., Leeb, C., Lindgren, K., Armelle, H. 2011. Organic Pig Production in Europe-Health Management in Common Organic Pig Farming. European editions. ISBN: 978-3-03736-196-2.

Gachovska, T. K., Ngadi, M. O., Raghavan, G. S. V. 2006. Pulsed electric field assisted juice extraction from alfalfa. Canadian biosystems engineering. (48). 33-37.

Gallas, J., 2017. Rozšíření control ekologické produkce. Odborný stavovský týdeník Zemědělec. č.15. s. 42.

Gatel, F., Grosjean, F., 1990. Composition and nutritive value of peas for pigs. A review of European results. Livestock Production Science. 3. 155-175.

- Cirousse, C., Bournoville, R., Bonnemain, J. L. 1996. Water Deficit-Induced Changes in Concentrations in Proline and Some Other Amino Acids in the Phloem Sap of Alfalfa. *Plant Physiology*. 111. 109-113.
- Hakl, J., Hrevušová, Z., Hejcman, M., Fuksa, P. 2012. The use of rising plate meter to evaluate Lucerne (*Medicago sativa* L.) height as an important agronomic trait enabling yield estimation. *Grass and Forage Science*. 67. 589–596.
- Hakl, J., Šantrůček, J., Hlavičková, J. 2005. Hodnocení tvrdoslupčnosti a HTS u osiv českých novošlechtění vojtěšek. *Osivo a sadba. Sborník referátů z VII. Odborného a vědeckého semináře, Praha ČZU*, s. 105–108.
- Hakl, J.; Šantrůček, J.; Kalista, J., 2003. Pěstování vojtěšky v méně příznivých podmínkách. *Úroda* 21 (5). 8–9.
- Hakl, J., Šantrůček, J., Kalista, J., 2006. Vliv podílu listů a lodyh v píci vojtěšky na obsah dusíkatých látek. *Tematická příloha – Víceleté pícniny. Úroda* 23 (5). 4-5.
- Hakl, J., Šantrůček, J., Kalista, J. 2007. Vztah hustoty porostu k výnosu vojtěšky seté. *Úroda*. (3). 56–57.
- Hakl, J., Šantrůček, J., Fuksa, P., Krajíc, L. 2009 b. Podíl listů v píci vojtěšky seté v závislosti na pořadí seče, fázi růstu a struktuře porostu. *Výzkum v chovu skotu*. 51 (2). s. 19-23
- Hakl, J., Šantrůček, J., Fuksa, P., Krajíc, L. 2010. The use of indirect methods for the prediction of lucerne quality in the first cut under the conditions of Central Europe. *Czech Journal of Animal Science*. 55 (6). 258–265.
- Hatfield, R. 2015. Harvesting alfalfa leaves separately from stems. *Progressive Forage: Research Plant Physiologist - U.S. Dairy Forage Research Center*. (3). 1-4.
- Hejduk, S., 2012. Jetel luční – rostlina, která změnila evropské zemědělství. *Vesmír*. 642 (91).
- Heywood, V. H., 1978. *Flowering plants of the world*. Oxford University Press. London. ISBN: 0192176749.
- Hoffman, F., Manning, M., 2002. *Herbal medicine and botanical medical fads*. The Haworth Press. New York. ISBN: 978-0789011480. 258 p.

- Holinger, M., Ayrle, H., Holmes, D., Illmann, G., Leeb, Ch., 2015. Zlepšování zdraví a životní pohody prasat. CoreOrganic. ISBN 978-3-03736-279-2.
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M., Hoskin, S. O. 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology*. 22 (6). 253-261.
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S. M., Hoskin, S. O., 2006. The effects of tannin – rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology*. 22. s 254-261.
- Houba, M., Hýbl, M., Bubeník, J., Ponížil, A., Ondřej, M., Holeček, J., 2011. Metodika pěstování sóji luštinaté: certifikovaná metodika. Agritec. Šumperk. ISBN: 978-80-87360-03-3.
- Houdek, I., 2004. Morfologie, biologické a hospodářské charakteristiky jetele lučního. Trávy a jetelotrávy v zemědělské praxi. Olomouc. Petr Baštan.
- Hrabě, F. 2004. Trávy a jetelovino-trávy v zemědělské praxi. Petr Baštan. Olomouc. ISBN: 80-903275-1-6.
- Hrabě, J., Buňka, F., Hoza, I., 2007. Technologie výroby potravin rostlinného původu. Pro kombinované studium. Zlín. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vyd.1., 189. ISBN 978-80-7318-520-6.
- Hulse, J.H., 1994. Nature, composition nad utilization of food legumes. In: Muehlbauer, F. J., Kaiser, W. J., Expanding the Production nad Use of Cool Season Food Legumes. KLuwer Academic Publisher, Dordecht, The Netherlands.
- Hulsen, J., Aerden, D. 2014. Signály krmení: praktická příručka ke krmení dojníc pro jejich zdraví a užítkovost. Profi Press. Praha. ISBN: 9788086726625.
- Huňady, I., 2012. Luskovino-obilné směsky v ekologickém zemědělství. *Farmář*. (10). 20-24.
- Ivanovic, J., Pantic, S., Dokmanovic, M., Glamoclija, N., Markovic, R., Janjic, J., Baltic, M. Z., 2015. Effect of Conjugated Linoleic Acids in Pig Nutrition on Quality of Meat. *Procedia Food Science*. ISSN: 2211601X.
- Jakešová, H., Světlík, V. 2002. Historie a současnost českého šlechtění jetele lučního. *Úroda*. 12 (3). 20-21

- Kaldy, M. S., Johnston, A., Smoliak, S. 1980. Amino Acid Composition of Rough Fescue. *Jurnal of range management*. 33 (4).
- Kamm, B., Gruber, P. R., Kamm, M., 2006, Biorefineries—industrial processes and products, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Germany. Weinheim .253-285.
- King, C., McEniry, J., O’Kiely, P., Richardson, M., 2012. The effects of hydrothermal conditioning, detergent and mechanical pressing on the isolation of the fibre-rich press-cake fraction from a range of grass silages. *Biomass and bioenergy*. 42. 179-188.
- Kjaergaard, T., 1994. *The Danish Revolution, 1500–1800: an Ecological Interpretation*. Cambridge University Press, Studies in environment and history.
- Knuckles, B.E., Kohler, G.O., 1982. Functional properties of edible protein concentrates from alfalfa. *Agricultural and Food Chemistry* 30. 748-752
- Koegel, R. G., Straub, R. J., 2000. Value-added products from fractionated alfalfa. Meeting abstract accepted by Agricultura Research Services. United States Department of Agriculture.
- Koegel, R. G., Straub, R.G., 1996. Fractionation of alfalfa for food, feed, biomass, and enzymes. *Transactions of the ASAE* 39(3). 769–774.
- Kratochvílová, P., Křížová, Š., Zeman, L., 2009. Influence of faba bean and peas combination on performance parameters of broilers. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.* LVII. 4. vyd. 19–24
- Kudrna, V., Čermák, B., Doležal, O., Frydrych, Z., Hermann, H., Homolka, P., Illek, J., Loučka, R., Macháčová, E., Martínek, V., Mikyska, F., Mrkvička, J., Mudřík, Z., Pind’ák, J., Poděbradský, Z., Pulkrábek, J., Skřivanová, V., Šantrůček, J., Šimek, M., Veselá, M., Vrzal, J., Zelenka, J., Zemanová, D. 1998. *Produkce krmiv a výživa skotu*. Agrospoj. Praha. 362 s. ISBN: 8023942417
- Kudrna, V., 2004. *Zušlechtění krmiv, podmínky jejich bezpečnosti a produkční účinnosti*. Vědecký výbor výživy zvířat. 1-7.
- Lamb, J. A. F. S., Sheaffer, C. C., Samac, D. A. 2003. Alfa Population Density and Harvest Maturity Effects on Leaf and Stem Yield in Alfalfa. *Agronomy Jurnal*. (95). 635-641.

- Lambert, R.G., Linck, A. J., 1964. Comparison of the Uptake of P and K by Intact Alfalfa and Oat Roots. *Plant Physiology*. 920-925.
- Lang, J. 2010. Stabilita produkce píce u jetelotravních směsí. *Úroda* 12, 2010. vědecká příloha. 661-664. ISSN 0139-6013.
- Lang, J. 2011. Legume-grass mixtures as a stable element of Fodder Crops in conditions of changing climate. *Úroda*. 312-315. ISSN: 0139-6013.
- Lu, C.D., Jorgensen, N.A., Barrington Intake, G.P., 1980. Digestibility, and rate of passage of silages and hays from wet fractionation of alfalfa. *J. Dairy Sci*, 63 (12), 2051-2059
- Luckett, C. R., Klopfenstein, T. J. 1970. Leaf-To-Stem Ratio and Composition of alfalfa from Five Harvesting Systems. *Journal of Animal Science*. 1970 (31). 126-29.
- Marley, C. L., Fychan, R., Fraser, M. D., Winters, A., Jones, R. 2003. Effect of sowing ratio and stage of maturity at harvest on yield, persistency and chemical composition of fresh and ensiled red clover/lucerne bi-crops. 58. 397-406.
- Marshal, A. M., Collins, R. P., Vale, J., Lowe M., 2017. Improved persistence of red clover (*Trifolium pratense* L.) increases the protein supplied by red clover/grass swards grown over four harvest years. *European journal of agronomy*. 89. s.38-45.
- Mášková, K., Hakl, J., Šantrůček, J., Jirmanová, J. 2013. The effect of lucerne seed inoculation on yield and quality of two different varieties. *Scientia Agriculturae Bohemica*. 44 (3). 127-132.
- Metodický pokyn č. 1/2012: Registrace subjektů do systému ekologického zemědělství Přejížděné období Zkracování a prodlužování přejížděného období. 2012. In: Ministerstvo zemědělství. ročník 2012. 1/2012.
- Miller, J. B., 1935. The basic amino acids of typical forage grass proteins: From the Biochemical Department, Imperial College of Science and Technology. South Kensington. 2344-2350.
- Moudrý, J., Konvalina, P., Moudrý, J. J., Konvalinová, J., 2007. *Ekologické zemědělství*. JU ZF. České Budějovice. ISBN: 978-80-7394-046-1.

Natarajan, S. S., Xu, C., Bae, H., Caperna, T. J., Garrett, W. M. 2006. Characterization of Storage Proteins in Wild (*Glycine soja*) and Cultivated (*Glycine max*) Soybean Seeds Using Proteomic Analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54 (8). 3114-3120. ISSN: 0021-8561.

Navrátil, P., Doležal, O., Skařupa, L., Padrůněk, S., Trajlínek, J., Kozák, J., Brůnová, A., 1999. Využívání genetického potenciálu dojnic moderními způsoby chovu. 1. vyd. ČZU Praha. 157 s.

Nedělník, J. 2005. Jeteloviny si zaslouží naši pozornost. In: Hrabě, F. (eds.) Vše pro trávy a jetelovino trávy. Ing. Petr Baštan. Olomouc. s. 5-6. ISBN: 80-903275-5-9, 127 s.

Nedělník, J., Basalíková, B., Bartlová, J., Hartman, I., Hofbauer, J., Hrubý, J., Knotová, D., Kolařík, M., Lang, J., Martínková, K., Pelikán, J., Procházka, J., Šindelková, I., Vymyslický, T., 2010. Kapitoly z moderního pícninářství. Olomouc. Petr Baštan. ISBN 978-80-86908-20-5.

Nehasilová, D., 2004. "Ideální proteiny" pro špičkovou užitkovost. Ústav zemědělské ekonomiky a informací. Č. 23815.

Ostrý, V., Novotná, H., Poborská, P., Ruprich, J., 2001. Sója, Bio sója a GM sója. Možné alternativy pro výživu člověka. *Výživa a potraviny*. 34–35.

Otrubová, M., 2016. Dusíkaté látky patří stále mezi nejvýznamnější. *Agropress*. 2016 (9). 2.

Otrubová, M., 2016. Dusíkaté látky patří stále mezi nejvýznamnější. *Agropress*. 2016 (9). s. 2.

Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., Kohout, P., 2002. *Základy výživy*. Praha. Svoboda Servis. 207. ISBN 80-86320-23-5.

Peng, L., Tzi, B. N., 2008. A stable trypsin inhibitor from Chinese dull black soybeans with potentially exploitable activities. *Process Biochemistry*. (43). 992-998.

Peterson, P.R., Sheaffer, C.C., Hall, M.W. (1992) Drought effects on perennial forage legume yield and quality. *Agronomy Journal*. 84. 774-779.

Pfister, G., 1980. Alfalfa Separator. US. 4183471. Uděleno 15.1.1980.

Pirie, N.W., 1987. Leaf protein and its by-products in human and animal nutrition. 2nd ed. Cambridge University Press. Great Britain

Ponížil, A., Zeman, L., Mareš, P., 2008. Zhodnocení ekonomického aspektu zařazení hrachu a bobu do krmných dávek pro prasata, Sborník Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně, 4. vyd. 265-272.

Poppe, S., Gabel. M., 1977. Views on the requirements of beef cattle (including fattening cattle) for protein, essential amino acids and nonprotein nitrogen, and new sources of these nutrients suitable for use in the feeding of beef cattle (including fattening cattle) A. P. 51-893./n: FAO/ECE, Protein and Non-protein Nitrogen for ruminants. Proc. Symp., Geneva. Pergamon Press Ltd., Eng.

Právní předpisy pro ekologické zemědělství a produkci biopotravin 2015. Ministerstvo zemědělství. Praha. ISBN: 978-80-7434-240-0.

Presto, M.H., Liberg, K., Linberg, J.E., 2011. Digestibility of amino acids in organically cultivated white-flowering faba bean and cake from cold-pressed rapeseed, linseed and hemp seed in growing pigs. Archives of Animal Nutrition. 21-33.

Printz, B., Guerriero, G., Sargent, K., Renaunt, J., Lutts, S., Hausman, J.F., 2015. Ups and downs in alfalfa: Proteomic and metabolic changes occurring in the growing stem. Plant Science. 13-25.

Prosperi, J.M., Jenczewski, E., Muller, M.H., Fourtier, S., Sampoux, J.P., 2014. Alfalfa domestication history, genetic diversity and genetic resources. Legume Perspectives. 4. pp.13-14.

Regal, V. 1965. Agrotechnika vojtěšky na píci. In: Klesnil, A., Velich, J., Regal, V. 1965 Vojtěška. 1. vydání. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. S. 51–105.

Ren, S., Gilbert, M., 2013. Glycine. Flora of China, 250-252.

Richter, F., Grasharp, R., Fricke, T., Zerr, W., Wachendorf, M., 2009. Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. II. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on anaerobic digestion of press fluids. Grass Forage Sci. 64 (4).354-363.

Říha, P., 2017. Nově registrované trávy a jeteloviny. Odborný stavovský týdeník Zemědělc. č. 48. s 24.

Ronning, R. L., Kans, O. P. 1995. Leaf and stem fractionliting and separating hammermill for dry: Fibrous products. US. 5421528. Uděleno 6.6.1995.

Rotrekl, V., 1997. Rostlinné beta glukosidasy. Chemické listy. (92). 883-893.

Shinners, K. J., Herzmann, M. E., Binversie, B. N., Digman, M. F. 2007. Harvest Fractionation of Alfalfa. Transactions of the ASABE. 50 (3). 713-718

Shridhar, K., Sathe, S. S., Deshpande, D. K., Salunkhe, J., Rackis, J., 1984. Dry beans of phaseolus. A review. Part 1. Chemical composition. Proteins, C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 1-46.

Sinha, S., Sokhansanj, S., Crerar, W.J., Yang, W., Tabil, L.G., Khoshtaghaza, M.H., Patil, R.T., 2000. Mechanical dewatering of chopped alfalfa using an experimental piston – cylinder assembly. Canadian Agricultural Engineering. 42(3). 153-156.

Skládanka, J. 2014. Pícninářství. Mendelova univerzita v Brně. Brno. ISBN: 978-80-7509-111-6.

Slavík, B., Smejkal, M., Dvořáková, M., Grulich. V., Skoumalová-Hadačová, A., Smrčinová, E., 1995. Květena české republiky 4. 1. vyd. Praha – Academia. 529 s. ISBN: 80-200-0384-3

Společnost mladých agrárníků. 2014. Inovace ve výživě a krmení hospodářských zvířat. Společnost mladých agrárníků české republiky. ISSN 13/018/1310b/164/000693.

Sreenath, H. K., Koegel, R. G., Moldes, A. B., Jeffries, T. W., Straub, R. J. 2001. Ethanol production from alfalfa fiber fractions by saccharification and fermentation. Process Biochemistry. (36). 1199–1204.

Svoboda, F., 1936. Mletá vojtěška v krmné dávce prasat. Výsledky krmných pokusů. Sborník výzkumných ústavů zemědělských v ČSR. 145. 36

Šantrůček, J. (2003): Význam a uplatnění víceletých pícnin. In: Šantrůček, J.; Svobodová, M.; Veselá, M. (2003): Encyklopedie pěstování víceletých pícnin na orné půdě. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. S. 6–12.

Šantrůček, J., Fuksa, P., Hakl, J., Kocourková, D., Mrkvička, J., Svobodová, M., Veselá, M. 2007. Encyklopedie pícninářství. Česká zemědělská univerzita. Praha. 157 s. ISBN: 978-80-213-1605-8.

Šarapatka, B., Urban, J., 2005. Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. PRO-BIO. Šumperk. ISBN: 80-903583-0-6.

Šimeček, K., Zeman, L., Heger, J., 2000. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata. MZLU v Brně a VÚVZ Pohořelice. 125 s. ISBN: 80-7157-402-3

Teixeira, E. I., Moot, D. J., Mickelbart, M. V. 2007. Seasonal patterns of root C and N reserves of lucerne crops (*Medicago sativa* L.) grown in a temperate climate were affected by defoliation régime. *European Journal of Agronomy* 26. 10-20

Telieiová, I. 2013. Vojtěška setá – nejdůležitější víceletá pícnina. *Krmivářství*. 17 (6). 24–27.

Vágnerová, V., 1972. Šlechtění polních plodin III. Vytrvalé pícniny. Vysoká škola zemědělská v Brně. 75.

Valíček, P. 2002. Užitkové rostliny tropů a subtropů. Vyd. 2., upr. a dopl. Academia. Praha. ISBN: 80-200-0939-6.

Van Der Maulen J., Panneman, H., Jansman, A.J.M., 2010. Effect of pea, pea hulls, faba beans and faba bean hulls on the ileal microbial composition in weaned piglets. *Livestock Science*. 133(1). 135-137. ISSN 1871-1413.

Van Milgen, J., Dourmad, J. Y., 2015. Concept and application of ideal protein for pigs. ISBN: 10.1186/s40104-015-0016-1.

Velich, J. 1991. Pícninářství. 2., přeprac. vyd. Editpress. Vysoká škola zemědělská Praha. 204 s. ISBN: 8021301066.

Vorlíček, Z. 2004. Morfologické, biologické a hospodářské charakteristiky vojtěšky seté. In: Hrabě, F. (ed.al.). *Trávy a jetelovino-trávy v zemědělské praxi*. Petr Baštan. Olomouc. 13-15. ISBN: 8090327516.

Vorlíček, Z., Dubec J. 2006. Produkce a kvalita píce vybraných jetelovin a jetelovino-trav v podmínkách řepařské zemědělské výrobní oblasti. *Krmivářství*. 2. s. 32-34.

Vorlíček, Z., et Dubec, J., 2007. Pěstování jetelovin a jetelovínotrav na orné půdě. Úroda. 5. 42-43

Vyskočil, I. 2008. Kapesní katalog krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. ISBN: 9788073752187.

Wachendorf, M., Richter, F., Fricke, T., Graß, R., Neff, R., 2009. Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. I. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on mass flows of organic and mineral plant compounds, and nutrient balances. Grass Forage Sci. 64 (2). 132-143.

Wang, B., Jiang, L. S., Liu, J. X. Amino acid profiles of rumen undegradable protein: a comparison between forages including cereal straws and alfalfa and their respective total mixed rations. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.1-10.

Zeman, L. 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1. vyd. Profi Press. Praha. 360 s. ISBN: 8086726177.

8.1 Online zdroje

Český statistický úřad. Soupis ploch osevů-k 31. květnu 2017 [online]. Český statistický úřad, 2017 [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-5-2017>

Liebigův sud minima-upraveno. [online]. What foods contain amino acids enzymes and proteins. Dostupné z: [cit. 2018-02-1] <http://tacticals.co/what-foods-contain-amino-acids-enzymes-and-proteins/>

9 Seznam zkratk

NL-dusíkaté látky

BNLV-bezdusíkaté látky výtažkové

SD-směrodatná odchylka

Arg-arginin

His-histidin

Leu-leucin

Met-methionin

Trp-tryptofan

Thr-treonin

Asp-kyselina asparagová