

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Stanovení nutriční hodnoty píče lupiny a hrachu

Bakalářská práce

Matouš Pecka

Chov hospodářských zvířat

Doc. Ing. Petr Homolka, CSc, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Stanovení nutriční hodnoty píce lupiny a hrachu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing Petrovi Homolkovi CSc., Ph.D. za odbornou pomoc a vedení mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze Uhřetěvsi, konkrétně Ing. Filipu Jančíkovi, Ph.D., Ing. Petře Kubelkové Ph.D., Vlastně Hladké a Bc. Tomášovi Klejnovi za pomoc při práci na odběrech a v laboratoři.

Poděkování také patří mé rodině za podporu a trpělivost.

Stanovení nutriční hodnoty píce lupiny a hrachu

Souhrn

Hrách setý (*Pisum sativum*) a lupina úzkolistá (*Lupinus angustifolius*) patří mezi nejpěstovanější luskoviny v České republice a jsou považovány za možnou alternativu sóji a sójových produktů v krmných dávkách. Cílem bakalářské práce bylo získat přesná data popisující parametry nutriční hodnoty píce hrachu a lupiny v jednotlivých vegetačních fázích a poskytnout tak pěstitelům a posléze krmivářům cenné údaje, které budou využitelné pro lepší optimalizaci a zařazení luskovinné píce do krmných dávek.

Polní poloprovozní pokus byl založen na farmě Netluky Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze v Uhřetěvsi. Jako pokusné rostliny byly použity odrůdy Tango (lupina úzkolistá) a Gambit (hrách setý). Porosty byly zasety na meziřádkovou vzdálenost 12,5 cm a pokusná plocha byla rozdělena do pásů 200 x 12 m. Na porostech byla uplatňována standartní agrotechnika. V rámci experimentu bylo provedeno pět odběrů ve vývojových fázích: I. plné kvetení, II. konec kvetení, III. zelené lusky ploché, IV. zelené lusky plné, V. vosková zralost. Po ruční sklizni a předsušení vzorků na 50 °C po dobu 48 h byly stanoveny následující parametry: obsah sušiny, obsah dusíkatých látek, obsah popelovin a obsah vlákniny pomocí metodik publikovaných v Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 18th ed.; AOAC International, Gaithersburg, MD, USA, 2005. Výsledky byly vyhodnoceny v programu Statistica 13 za použití multifaktoriální analýzy rozptylu a k průkaznosti rozdílů byla využita Fisherova LSD analýza.

Ze získaných výsledků vyplývá, že obsah sušiny se významněji navýšil až při V. odběru ve fázi voskové zralosti, kdy u hrachu dosahoval hodnoty 33,7 % a u lupiny 23,73 %. Rovněž lze konstatovat, že obsah sušiny byl po celou sledovanou dobu vegetace vyšší u hrachu oproti lupině. Naopak v obsahu popelovin vykazovala vyšší hodnoty píce lupiny, zejména v případech prvních třech odběrů, kdy se obsah popelovin pohyboval mezi 10,78 % až 11,28 %. U hrachu byla naměřena nejvyšší hodnota ve fázi plného květu – 8,59 %. Co se týče obsahu vlákniny, dosahovaly sledované rostliny v jednotlivých odběrech podobných hodnot mezi 19,98 % až 23,02 %. Pouze v píci lupiny při I. odběru byla zaznamenána významně nižší hodnota a to 15,56 %. V obsahu dusíkatých látek rovněž nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi sledovanými plodinami, kromě odběru IV. ve fázi zelených lusků plných, kdy byl obsah dusíkatých látek v píci hrachu vyšší (15,82 %) než u lupiny (13,4 %).

Navrhovanou hypotézu, že píce lupiny úzkolisté má vyšší nutriční hodnotu (vyšší obsah dusíkatých látek) ve srovnání s píci hrachu setého, tak nebylo možné potvrdit. Z předkládaných výsledků nelze jednoznačně určit, která z rostliny poskytuje nutričně hodnotnější píci. Jako nejvhodnější termín pro sklizeň z hlediska nutričních hodnot se jeví fáze IV. – zelené lusky plné.

Klíčová slova: píce, lupina, hrách, chemické složení

Determination of the nutritive value of lupin and pea forage

Summary

Peas (*Pisum sativum*) and lupins (*Lupinus angustifolius*) are among the most cultivated legumes in the Czech Republic and are considered as a possible alternative to soybean and soybean products in feed rations as a nutritionally valuable component. The aim of the bachelor thesis was to obtain accurate data describing the parameters of nutritional value of pea and lupin forage in different vegetation phases and to provide growers and subsequently feeders with valuable data that will be used for better optimization and inclusion of legume forage in feed rations.

The field trial was established on the farm Netluky of the Institute of Animal Science in Prague. Tango (narrow-leaved lupin) and Gambit (pea) varieties were used as experimental plants. The crops were sown at a row spacing of 12.5 cm and the experimental area was divided from 200 x 12 m strips. Standard agrotechniques were applied to the crops. Five samplings were made during the developmental stages of the experiment: I. full flower, II. end of flower, III. green flat pods, IV. green full pods, V. waxy maturity. After manual harvesting and pre-drying of the samples at 50 °C for 48 h, the following parameters were determined: dry matter content, nitrogen content, ash content and fibre content using the methodologies published in the Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 18th ed.; AOAC International, Gaithersburg, MD, USA, 2005. The results were evaluated in Statistica 13 using multivariate analysis of variance and Fisher's LSD analysis was used to show the differences.

The results show that the dry matter content increased significantly only at the fifth sampling at the waxy maturity stage, when it reached 33.7 % for peas and 23.73 % for lupins. It can also be stated that the dry matter content was higher for peas than for lupins throughout the entire growing season. On the other hand, the ash content was higher in lupin forage, especially in the first three samples, when the ash content ranged from 10.78 % to 11.28 %. Peas showed the highest value at the full-flowering stage of 8.59 %. As regards the fibre content, the observed plants showed similar values between 19.98 % and 23.02 % in each sample. Only lupin forage at the first sample showed a significantly lower value, there were also no statistically significant differences in nitrogen content between the crops studied, except for sampling IV at the green pod stage, when the nitrogen content of pea forage was higher (15.82 %) than that of lupin (13.4 %).

The proposed hypothesis that narrow-leaved lupin forage has a higher nutritional value (higher nitrogen content) compared to pea forage could not be confirmed. From the results presented, it cannot be clearly determined which plant provides the more nutritionally valuable forage. The most suitable harvest date in terms of nutritional value appears to be stage IV - full green pods.

Keywords: forage, lupin, peas, the chemical composition

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8
3	Literární rešerše	9
3.1	Luskoviny	9
3.1.1	Hrách setý	10
3.1.2	Lupina	11
3.2	Živiny	12
3.2.1	Sušina.....	13
3.2.2	Dusíkaté látky.....	14
3.2.3	Vláknina	15
3.2.4	Popeloviny.....	16
3.3	Využití luskovin ve výživě skotu.....	16
4	Metodika.....	18
4.1	Pokusné rostliny	18
4.2	Založení a schéma pokusu	18
4.3	Stanovované parametry	19
4.3.1	Obsah sušiny	19
4.3.2	Obsah dusíkatých látek.....	19
4.3.3	Obsah vlákniny	20
4.3.4	Obsah popelovin	21
4.4	Použité statistické metody.....	21
5	Výsledky.....	22
6	Diskuze.....	27
7	Závěr	28
8	Literatura	29

1 Úvod

Hrách a lupina patří mezi nejpěstovanější luskoviny v České republice a jsou proto často diskutovatelnou alternativou sóji ve výživě skotu. Jedním z hlavních důvodů pro zařazení hrachu či lupiny do krmné dávky je vysoká cena sóji a sójových produktů. Většina sóji se pěstuje v Americe a dopravuje se do Evropy za využití lodní dopravy. To zvedá nejen její cenu, ale výrazně také zatěžuje životní prostředí. Sója a sójové produkty jsou hlavní bílkovinou komponentou v krmné dávce, což významně navyšuje náklady spojené s chovem hospodářských zvířat. Pro konkurenceschopnost českých zemědělců je důležité snižovat náklady a maximalizovat zisk. Proto je snaha hrách s lupinou zařazovat do krmných dávek. Jedna z hlavních nevýhod lupiny spočívá v obsahu hořkých látek, což snižuje chutnost krmné dávky, a tím i snižuje celkový příjem krmiva a následně užitkovost zvířat. Rovněž celkový obsah bílkovinných látek je v porovnání se sójou nižší.

Dalším důvodem pro pěstování hrachu a lupiny je jejich schopnost vázat vzdušný dusík, udržovat tak polní úrodnost a zvyšovat efektivitu pěstování následných plodin. Proto jsou hrách a lupina kategorizovány jako plodiny zlepšující. Těchto plodin však na českých polích ubývá, i proto je důležité detailněji poznat jejich vlastnosti z hlediska nutričního významu a přispět tak k vyššímu zastoupení těchto rostlin v osevních postupech.

Hrách a lupinu je možné zařadit do krmné dávky buď jako objemné krmivo v podobě siláže s vyšším obsahem sušiny, nebo jako koncentrované krmivo v podobě šrotů a extrudátů. Pro výrobu siláží s vyšším obsahem sušiny je důležité správné načasování sklizně. Významným faktorem je vegetační období rostlin, správné zavadnutí a následná konzervace. Obsah dusíkatých látek, vlákniny, sušiny a popelovin je důležitý pro sestavení kvalitní krmné dávky, která bude odpovídat potřebám zvířat a jejich požadavkům.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo získat přesná data popisující vybrané parametry (obsah sušiny, obsah dusíkatých látek, obsah popelovin a obsah vlákniny) nutriční hodnoty píce lupiny úzkolisté a hrachu setého sklizené v různých vegetačních fázích.

Na základě výše zmíněného cíle byla navržena tato hypotéza:

- Píce lupiny úzkolisté má vyšší nutriční hodnotu (vyšší obsah dusíkatých látek) ve srovnání s pící hrachu setého.

3 Literární rešerše

3.1 Luskoviny

Luskoviny jsou významné rostliny, které patří do čeledi *Fabaceae* a jsou tradičně pěstovány už několik set let v České republice. Významnou vlastností luskovin je vysoký obsah bílkovin, a to nejen v semenech, ale také v nadzemní části rostlin. Díky tomu jsou luskoviny významným zdrojem bílkovin jak pro průmyslové využití, tak pro výživu lidí a zvířat (Strydhorst 2008).

Luskoviny jsou plodinou rozšířenou po celém světě, protože jsou schopny vázat vzdušný dusík pomocí hlízkových bakterií, který poté využívají nejen pro svůj vlastní růst, ale ukládají ho dále do půdy pro další plodiny. Díky této symbióze jsou považovány za tzv. zlepšující plodiny a jsou proto zařazovány do osevního postupu často jako přerušovače obilních sledů (Stoddard et al. 2009).

Mezi významné luskoviny se řadí hrách, bob, sója, vikev, fazol a čočka, mezi méně známé luskoviny také patří hrachor, cizrna, vřina a podzemnice olejná. Luskoviny jsou bohatým zdrojem nejen bílkovin, vlákniny a energie, naopak obsahují méně tuku. I přesto že jsou hlavním zdrojem koncertovaného krmiva přežvýkavců obilniny, tak luskoviny se zařazují do krmných dávek pro doplnění bílkovin a celkově zdraví zvířat (Wattiaux & Howard 2001).

V Evropě jsou plodiny mající vyšší obsah bílkovin velmi nedostatečné. Více než 75 % plodin, které jsou bohaté na bílkoviny, jsou do Evropy dováženy (Crépon 2006). Deficit, který na území Evropy nastává, pokrývají plodiny dovezené převážně ze Severní a Jižní Ameriky. Do Evropy se dováží převážně sója. Dovoz tak velkého množství sóji na tak velkou vzdálenost, ovlivňuje nejen samotnou cenu sóji, ale i životní prostředí (Eriksson et al. 2005).

Tabulka 1: Oseté plochy luskovin v ČR (upraveno dle ČSU).

Plodina	Rok 2022 (ha)	Rok 2021 (ha)	Rok 2020 (ha)	Rok 2019 (ha)
Luskoviny celkem	43 080	45 634	32 607	33 766
Hrách na zrno	38 527	40 627	32 607	28 779
Lupina na zrno	2 086	1 988	1911	2 246
Ostatní luskoviny	1 476	1 593	1 959	1 983
Jednoleté luskoviny na zeleno	15 228	11 733	16 188	14 706

3.1.1 Hrách setý

Hrách patřící do čeledi *Fabaceae* má vysokou ekologickou přednost, protože zásadním podílem přispívá k rozvoji nízkonákladových zemědělských systémů pomocí fixace atmosférického dusíku (Zámek et al. 2005).

Jedná se o jednoletou rostlinu s rovnou, vystoupavou nebo popínavou lodyhou. Ta je 30 až 120 cm dlouhá, dutá, žlutozelená nebo sivá. Listy mají 1 až 3 páry lístků a na konci jsou větvené popínavé úponky. Palisty jsou obvykle velké, srdčité a objímavé. Plodem jsou lusky, které obsahují 3 až 10 semen. Ta jsou oválná, žlutozelená a kulovitá (Hosnedl et al. 1998).

Hrách je rostlina s výbornými schopnostmi zlepšovat fyzikální stav půdy a uvolňovat živiny z nerozpustných forem či hlubších horizontů půdy pro následné plodiny. Pěstování má pozitivní vliv na úrodnost půdy a vyváženost osevních postupů. Pomáhá rovněž narušit jednostranné čerpání živin obilninami a udržuje půdní mikroflóru stabilní. Dále tlumí šíření nežádoucích a patogenních organismů, ať už chorob či škůdců, u nejvíce pěstovaných plodin jako jsou obilniny a řepka. Díky těmto vlastnostem se snižuje potřeba chemických zásahů pro následné plodiny, což může vést ke zvýšení výnosu až o 20 % při shodné či dokonce nižší úrovni hnojení dusíkatými hnojivy (Houba et al. 2009).

Hrách se nedoporučuje pěstovat na stejném poli opakovaně po sobě. Minimální odstup pěstování hrachu na stejném pozemku jsou čtyři roky, nicméně doporučený odstup je šest let (Hosnedl et al. 1998).

Díky své mnohostrannosti je hrách v evropských podmínkách hojně využíván a řadí se mezi nejpěstovanější luskoviny. Schopnost poutání atmosférického dusíku pomocí symbiotických hlízkových bakterií *Rhizobium leguminosarum* umožňuje pěstovat hrách bez jakýchkoli nákladů na výživu dusíkatými hnojivy (Škarpa 2014).

Hrách je schopný během jednoho vegetačního období zanechat v půdě 40 až 60 kg dusíku pro další plodinu, je tedy řazen do kategorie plodin zlepšujících strukturu půdy. Z toho důvodu se hrách pěstuje před náročnějšími plodinami jako je například pšenice ozimá, řepka ozimá nebo kukuřice (Moudrý et al. 2011).

Dle údajů Českého statistického úřadu uvedených v tabulce 1, je možné sledovat nárůst plochy oseté hrachem setým, která v roce 2022 činila 38,5 tis. hektarů, což je oproti roku 2019 nárůst téměř o 34 %. Tato skutečnost ukazuje na stále větší poptávku po bílkovinných krmivech vypěstovaných v Evropě.

Kvůli neustálé rostoucím cenám dovezené sóji, využití hrachu pro krmné účely stále roste. Hrách je využíván hlavně jako zdroj rostlinné bílkoviny. Obsah bílkovinných látek v sušině je v průměru 21 až 24 %. Hrách je dobrou náhradou sóji jako bílkovinného krmiva (Tyrolová 2012).

Kromě obsahu bílkovin hrách nabízí významné množství vitamínů skupiny B a složitých sacharidů. V porovnání s lupinou má hrách až 50 % obsahu škrobu, což je značně vyšší hodnota než u sóji (24 %). Hrách má nižší obsah vlákniny (6,45 %) a tuku (1,75 %) než lupina, která obsahuje 16,6 % vlákniny a 7,78 % tuku (Vyskočil et al. 2008).

Tabulka 2: Obsah živin hrachu a lupiny (upraveno dle Vyskočil at al. 2008).

Živina	Hrách (%)	Lupina (%)
Tuk	1,75	7,89
N-látky	24,5	39,4
BNLV	63,6	31,6
Cukry	5,91	6,51
Škroby	50	11,5
Vláknina	6,45	16,4
ADF	3,23	20
NDF	12,9	28,2

Podobně jako lupina, tak i hrách obsahuje některé antinutriční látky, jako jsou inhibitory trypsinu a chymotrypsinu a hemaglutininy. Moderní odrůdy hrachu ovšem obsahují méně antinutričních látek a dá se předpokládat, že v tomto trendu bude vývoj v oblasti šlechtění pokračovat (Tyrolová 2012).

3.1.2 Lupina

Lupina je jednoletá rostlina, nebo též bylinná až keřovitá trvalka, patřící mezi luštěniny. Největší počet druhů je zaznamenaná v oblasti Severní Ameriky. Pouze 12 druhů lupiny se nachází v Evropě (Hýbl et al. 2011).

Společným znakem všech druhů lupin je silný, hluboký a dobře se rozvětřující kulovitý kořen, který kolonizují hlízkové bakterie. Aktivita bakterií fixujících dusík dokáže zanechat v půdě až 100 kg dusíku na hektar. Lupina vykazuje epigeické klíčení, to znamená že při vzházení vynáší dělohy nad povrch půdy, které následně fungují jako první asimilační orgány vyvíjející se rostliny. Lodyha je vzpřímená, velmi silná, 40-180 cm vysoká a silně rozvětvená. (Hýbl et al. 2011).

Podle Českého statistického úřadu dle tabulky 1 bylo v roce 2022 zaseto 2 086 hektaru lupiny na zrno. To je oproti roku 2019, kdy bylo zaseto 2 246 hektarů mírný pokles. Tento trend je poslední roky stálý a výměry lupiny se zmenšují. Výnos lupiny se pohybuje mezi 2 až 3 tunami na hektar.

Lupina je důležitým zdrojem dusíkatých látek (28 až 42 %) a tuků (4 až 12 %) s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin. Obsahuje vyvážené množství aminokyselin, což vyhovuje nutričním požadavkům hospodářských zvířat. Narozdíl od obilovin má nízký obsah škrobu, jelikož 20 % zrna tvoří slupka, která je zdrojem celulózy a hemicelulózy (Homolka et al. 2008).

Lupiny různých druhů a odrůd se liší ve výživových hodnotách. Z hlediska množství a kvality proteinu obsaženého v rostlině je nejvhodnější pro pěstování a krmivo lupina bílá, konkrétně odrůda Zulika. Tato odrůda měla výrazně lepší výnos a výživovou hodnotu v porovnání s dalšími testovanými odrůdami (Amiga, Dieta) (Suchý et al. 2016).

Původní odrůdy lupiny, nazývané “hořké“, obsahovaly různé antinutriční látky, především chinolozidinové alkaloidy, jako jsou lupanin, lipinin, spartein, angustifolin a mnohé další (Homolka & Kudrna 2007).

Alkaloidy mají u zvířat toxické účinky. Ovlivňují acetylcholinové receptory a poškozují srdce, ledviny, játra a nervový systém. Při otravě dochází k tachykardii, rozšíření zornic obou očí a v těžkých případech může dojít k ochrnutí dýchacích orgánů a následné smrti (Di Grande et al. 2004).

Současně pěstované odrůdy lupiny jsou však již šlechtěné na nízký obsah výše zmíněných antinutričních a toxických látek. Rovněž výnosově se nové odrůdy daří posouvat kupředu. Problémem při pěstování lupiny na semeno ovšem zůstává nerovnoměrné dozrávání, a to především kvůli rozvětvenému habitu rostliny a také schopnosti stonku držet vodu (Suchý et al. 2016).

3.2 Živiny

Živiny jsou definovány jako chemické sloučeniny, které jsou nezbytné pro život a správnou funkci organismu zvířat. Tyto látky jsou důležité pro veškeré klíčové procesy, včetně trávení, pohybu, udržování tělesné teploty, růstu, rozmnožování a tvorby tělesné hmoty. Z krmiva však organismus přijímá také látky, které sice nejsou škodlivé pro organismus, ale nejsou ani nijak využitelné. Živiny jsou tak pro zvířata naprosto nezbytné pro zachování zdraví a normálního fungování organismů (Straková et al. 2008; Zeman et al. 2006). Pro správný příjem živin a jejich správné využití je důležitý příjem vody (Looper & Waldner 2002). Příjem vody by měl být ad libitum (Dschaak 2012).

Živiny plní v organismu zvířat několik důležitých funkcí, jako například zdroj energie, stavebních látek a účast na procesech v organismu. Energetické živiny zahrnují sacharidy, tuky a bílkoviny, zatímco neenergetické živiny zahrnují minerální látky, vitamíny a vodu. Tyto živiny jsou nezbytné pro zajištění správné funkce organismu a udržení zdraví. Sacharidy, tuky a bílkoviny jsou klíčové pro energii, růst a obnovu tkání. Minerální látky a vitamíny jsou nutné pro mnoho různých procesů, včetně metabolismu a imunitního systému. Voda je nezbytná pro udržení hydratace a pro mnoho dalších důležitých funkcí organismu (Zeman et al. 2006).

Živiny, které jsou přístupné organismu a mohou být stráveny, se nazývají stravitelné živiny. Tyto živiny jsou zdrojem energie a živin pro organismus. Na druhé straně jsou nestravitelné živiny, které organismus nedokáže strávit a jsou vyloučeny z těla jako odpad v podobě výkalů. Tyto nestravitelné živiny jsou důležité pro trávicí systém, jako stimulace střevní peristaltiky a podpora zdravého trávicího traktu (Mudřík 2006). Podle jejich nutnosti pro organismus dělíme živiny na esenciální a neesenciální. Esenciální živiny jsou pro organismus nezbytné a musí být přijímány z krmiva, protože si je organismus nedokáže vytvořit. Naopak neesenciální živiny jsou takové, které organismus dokáže vytvořit sám během látkové výměny. Kromě živin mohou být v krmivech přítomny také látky nazývané antinutriční, které mohou snižovat příjem daného krmiva a způsobovat další problémy s trávením. Je důležité si být vědom těchto látek v krmivech a jejich vlivu na výživu zvířat (Straková et al. 2008; Zeman et al. 2006).

Živiny obsažené v krmivech jsou organické látky, které po strávení v organismu zvířat, jsou schopny být metabolizovány. Organické látky mohou být využity k výstavbě nových tkání

těla a k produkci energie během jejich štěpení. Na druhé straně anorganické látky jsou také využity při stavbě tkání, ale neuvolňují energii během procesu jejich štěpení. Mezi nejdůležitější energetické živiny patří sacharidy, dusíkaté látky a tuky. Tyto látky jsou zodpovědné za poskytování energie pro organismus a jsou nezbytné pro správné fungování metabolických procesů, růstu a vývoje zvířete (Kudrna et al. 1998).

Tabulka 3: Chemické složení krmiv (upraveno Zeman et al. 2006).

Voda					
Sušina	Lipidy	tuky	jiné		
		kyselina linolová			
		vosky			
	Dusíkaté látky	bílkoviny	aminokyseliny	Lys, Thr, Met, Trp	
		Nebílkovinné látky		močovina	
	Popeloviny	makro prvky		P, Ca, K, Mg, Na, Cl, S	
		stopové prvky		Cu, Mn, Fe, Co, I, Zn, Se	
	Sacharidy	Vláknina	celulóza	hexózy	
			hemicelulóza	pentózy a hexózy	
			lignin		
		BNLV	polysacharidy		škroby
			monosacharidy		cukry

3.2.1 Sušina

Sušina je zbytek krmiva po vysušení. Pro získání sušiny se nejprve odeberou vzorky krmiva, které se předsuší, aby se odstranila přebytečná vlhkost. Poté se předsušený vzorek suší při teplotě $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, dokud se hmotnost neustálí. Získání sušiny je důležité pro správné určení výživových hodnot krmiv. Živiny obsažené v sušině krmiva lze rozdělit na energetické, stavební a účinné látky. Energetické živiny jsou látky organického původu, které jsou nezbytné pro udržení rovnováhy organismu, tvorbu tělesné hmoty a další biologické procesy. Tyto látky poskytují tělu energii, která je nezbytná pro jeho správné fungování. Mezi energetické živiny patří zejména sacharidy, tuky a proteiny (Zeman et al. 2006).

Ve výživě zvířat se používá termín denní příjem sušiny (tzv. dry matter intake, DMI). Chovateli poskytuje informace o celkovém množství sušiny, které je přijato zvířetem. DMI se může měnit v závislosti na stravitelnosti krmiv, kdy kvalitní, správně poskládaná krmná dávka zvyšuje též denní příjem sušiny zvířete, což má za následek zvýšenou produkci. Na druhou stranu nekvalitní krmivo, obsahující antinutriční látky jako například taniny či alkaloidy, může mít na DMI negativní vliv (Saha et al. 2010).

Pro správné složení krmné dávky a správný příjem sušiny je důležité u objemných krmiv pravidelně provádět analýzu sušiny (James 2009). Optimální podíl sušiny v krmných dávkách je klíčový pro zajištění jejího vysokého příjmu. Největší příjem je dosahován u krmných dávek při obsahu sušiny 45-55 % (Mudřík et al. 2002). Tento příjem může být ovlivněn mnoha faktory a jedním z nejvýznamnějších je samotné zvíře.

Tělesná hmotnost, mléčná užitkovost, rámeček, pořadí a fáze laktace jsou důležité faktory ovlivňující příjem sušiny z krmiv. Kromě toho existuje další řada faktorů, které mohou ovlivnit příjem sušiny, jako například dostupnost krmiva, kvalita krmiva, nedostatečný prostor u žlabu, špatný typ napájecího zařízení či špinavé napáječky a nedostatek kvalitní vody (Bouška et al. 2006).

3.2.2 Dusíkaté látky

Živiny obsahující dusík jsou pro organismus klíčové. Dusík je nezbytným prvkem pro růst a vývoj buněk. Bílkoviny obsahují dusík ve formě, kterou mohou organismy využít a zabudovat do svého těla. Zvířata jsou odkázána na příjem dusíku pouze z potravy (Kudrna et al. 1998). Dusíkaté látky jsou pro přežvýkavce nenahraditelnou živinou, neboť zahrnují celkový dusík v krmivu včetně bílkovinných i nebílkovinných látek (Schwab et al. 2003). Je nezbytné podávat bílkoviny každý den pro zajištění zdravý zvířat (Wattiaux; Saha et al. 2010).

Při analýze krmiv se nejprve stanoví celkové množství dusíku obsažené v krmivu. Poté se pomocí přepočtového koeficientu vypočítá celkové množství dusíkatých látek v krmivu. Přepočtový koeficient se liší podle druhu krmiva. Například pro píce je přepočtový koeficient 6,25. Pro pšenici dosahuje přepočtový koeficient hodnoty 5,70, u jiných obilnin 5,90 (Saha et al. 2010).

Dusíkaté látky zahrnují jak stavební živiny nezbytné pro tvorbu a obnovu tkání organismu, tak i živiny, které mají vliv na produkční vlastnosti zvířat. Tyto látky mohou také sloužit jako zdroj energie pro zvířata. Vzhledem k tomu, že zvířata nejsou schopná syntetizovat všechny tyto živiny samy, jsou pro ně nezastupitelné v potravě (Zeman et al. 2006).

Při využívání dusíkatých látek jako zdroje energie pro organismus vzniká amoniak, který je pro organismus velmi toxický. Aby se zabránilo otravě těla amoniakem, musí být v játrech detoxikován a přeměněn na močovinu. Následně je močovina vyloučena z těla ven (Velíšek 2002).

Pomocí mikroorganismů žijících v předžaludcích dokáží přežvýkavci využívat i dusíkaté látky nebílkovinné. Nicméně tato schopnost vyžaduje dostatek pohotové energie. Existují však dusíkaté látky, které ani přes mikroorganismy nejsou využitelné. Jedná se zejména o dusíkaté látky vázané v nerozpustných komplexech, které vznikají například v silážích, ve kterých došlo kvůli špatné manipulaci k přístupu vzduchu a poškození teplem (Pozdíšek et al. 2008).

Krmná dávka by měla obsahovat tři druhy degradovatelných dusíkatých látek, které se liší ve stupni degradovatelnosti. Látky s vysokou degradovatelností (v průměru 85 %) vyskytující se v cukrovce, bobu, hrachu, pšenici. Středně degradovatelné (v průměru 75 %) nacházející se v ječmeni, ovsu, zelené píce a siláži. A látky s nízkou degradovatelností (v průměru 60 %) pocházející ze slámy, sena, kukuřičného zrna a extrahovaného sójového šrotu (Mudřík et al. 2002).

Každý typ krmiva se vyznačuje různým obsahem a rychlostí rozkladu dusíkatých látek v batoru. Rozdílnost mezi krmivy je způsobena kvalitou látek, která je spojena s jejich fyzikální a chemickou strukturou a složením (Tománková & Homolka 2008).

Pokud obsah bílkovin v pících, silážích nebo zrninách není dostatečný pro potřeby zvířat dané kategorie, využívají se bílkovinné doplňky v krmivech. Proto je důležité provést

celkovou analýzu bílkovin a dusíkatých látek obsažených v krmivech pro zajištění správné výživy zvířat. Celková analýza bílkovin a dusíkatých látek umožňuje nejen určit celkový obsah dusíku v krmivech, ale také rozdělit dusíkaté látky na jednotlivé frakce. Znalost obsahu jednotlivých frakcí dusíkatých látek v krmivu je důležitá pro optimalizaci krmných dávek jednotlivých kategorií zvířat a jejich požadavků (Saha et al. 2010).

3.2.3 Vlákna

Vlákna je složena z mnoha různých látek, které se liší chemickou strukturou a vlastnostmi. Mezi hlavní složky vlákniny patří celulóza, hemicelulóza a lignin. Mimo tyto hlavní složky vlákninu tvoří také křemičitany a další minerální látky. Vzhledem k tomu, že je vlákna směs různých látek, nemá přesnou chemickou definici (Zeman et al. 2006).

Vlákna je nepostradatelnou složkou stravy, která má významný vliv na stravitelnost sušiny. Obsah vlákniny v krmivu může ovlivnit trávicí procesy a vstřebávání živin v organismu. Různé frakce vlákniny se liší svou strukturou a složením, což vede k rozdílné stravitelnosti. Některé frakce vlákniny jsou snadno stravitelné, zatímco jiné jsou pro trávicí trakt méně přístupné (Mertens 2009).

Rozsah trávení vlákniny je ovlivněn několika faktory, mezi které patří zejména velikost nestravitelné frakce vlákniny a proces degradace, kterým vlákna prochází v trávicím traktu zvířete. Velikost frakce vlákniny má významný vliv na její trávení. Čím méně je této frakce, tím snadněji je vlákna trávena (Lád 2006). Pro správnou fermentaci objemných krmiv s vysokým obsahem vlákniny v batoru přežvýkavců je nezbytné, aby byla krmiva ponořena v batorové tekutině. Toho se docílí pohybem batoru, který umožňuje promíchání obsahu batoru a tím i provlhčení krmiva. Díky tomuto procesu dochází k částečné fermentaci krmiva, což je pro trávení přežvýkavců klíčové (Reece 2011).

Vlákna má několik funkcí v trávicím traktu zvířat. Jednou z těchto funkcí je mechanické nasycení zvířat, což znamená, že vlákna dává pocit sytosti a naplnění batoru. Dále podporuje peristaltiku střev a motoriku batoru, což je důležité zvláště u přežvýkavců. Vlákna také limituje příjem krmiva (Van Soest et al. 1991).

Dostatečné množství vlákniny má pozitivní vliv na trávicí procesy u přežvýkavců. Vlákna stimuluje produkci slin, což zlepšuje proces žvýkání a přežvykování přijaté potravy. Tím napomáhá udržování optimálních hodnot pH v batoru, což snižuje riziko subakutních acidóz u zvířat a zvyšuje jejich produkci (Bouška et al. 2006). Pokud v krmné dávce chybí dostatek strukturální vlákniny, může dojít k acidóze batoru a také k metabolické acidóze. Tyto stavy jsou způsobeny snížením pH v batoru a krvi zvířete. Strukturální vlákna je také úzce spojena s obsahem tuku v mléce. Pokud v krmné dávce chybí strukturální vlákna a dochází k acidóze, může to vést ke snížení tučnosti mléka (Jančík et al. 2008).

Vlákna se obvykle dělí na tři kategorie, a to na hrubou vlákninu (CF), neutrálně-detergentní vlákninu (ADF) a acido-detergentní vlákninu (NDF) (Zeman et al. 2006).

Hrubá vlákna (CF) je definována jako zbytková část potravy rostlinného původu, která zůstává po působení kyseliny a louhů. Tuto frakci tvoří pouze některé složky vlákniny, jako je celulóza, hemicelulóza a lignin, proto se také označuje jako vlákna nerozpustná. Nelze však stanovit univerzální koeficient pro přepočítání poměru jednotlivých složek vlákniny, protože poměr značně kolísá (Zamrazilová 1989).

Neutrálně-detergentní vláknina (NDF), zahrnuje frakce vlákniny krmiva spojené s buněčnou stěnou, včetně hemicelulózy, celulózy a ligninu. Obsah NDF a stravitelnost jsou hlavními faktory ovlivňující příjem krmiva. Pokud není v celé krmné dávce dostatečné množství NDF, může dojít k omezení spotřeby krmiva (Mertens 2009).

Acido-detergentní vláknina (ADF) je frakce vlákniny, která se skládá z celulózy a ligninu. Obě frakce jsou nerozpustné v kyselém prostředí. Celulóza tvoří převážnou část ADF. Pokud je v krmné dávce dost ADF, může to znamenat větší množství fermentovaného substrátu pro mikroorganismy v bachoru, což vede k lepší užitkovosti zvířat (Whiting et al. 2004)

3.2.4 Popeloviny

Množství minerálních látek v krmivu se může lišit v závislosti na druhu rostliny, její fenologické fázi a rychlosti růstu. Potřeba minerálních látek u zvířat je závislá na druhu zvířete, plemeni, schopnosti zvířete využívat minerální látky a na fyziologickém stavu zvířete (Familton 1990).

Při přidávání minerálních látek do krmné dávky se musí dávat pozor na jejich poměr, zvláště na poměr mezi Na:K a Ca:P (Bouška et al. 2006).

Minerální látky jsou v organismech živočichů zastoupeny v množství 3-5 % tělesné hmotnosti a výrazně ovlivňují normální průběh metabolických procesů – zdraví zvířete, užitkovost, reprodukci a dlouhověkost zvířete. Minerální látky lze dle jejich potřeby rozdělit na postradatelné, nepostradatelné a toxické (Zeman et al. 2006).

Díky obsahu popelovin lze stanovit obsah organické hmoty. Obsah organické hmoty v krmivu lze zjistit pomocí chemické analýzy, kde se stanoví obsah popele a sušiny a rozdíl mezi nimi odpovídá obsahu organické hmoty (Zeman et al. 2006).

3.3 Využití luskovin ve výživě skotu

Trávicí trakt přežvýkavců je dokonale přizpůsoben k trávení rostlinné biomasy, ze které využívá jak jednodušší sacharidy jako například škrob, tak i složitější řetězce celulóзовých mikrovláken. Přežvýkavci jsou díky fermentačním procesům v bachoru schopni trávit právě tyto komplexy rostlinných sacharidů (Jelínek et al. 2003). Při krmení přežvýkavců je nezbytné zahrnout do krmné dávky objemná krmiva, která nelze nahradit žádným koncentrovaným krmivem. Toto krmivo je nezbytné pro správnou funkci bachoru a jeho nedostatek by mohl vést k vážným poruchám trávení. Proto je důležité zajistit, aby strava přežvýkavců obsahovala dostatečné množství objemných krmiv (Douša 2010). Objemná krmiva musí mít vysokou výživovou hodnotu, být dobře stravitelná, mít dostatečnou koncentraci živin (Doležal et al. 2012). Hrách i lupina jsou ideální pro silážování celých rostlin, musíme ale dbát na obsah sušiny, proto se musí nechat po posečení zavadnout (Borreani et al. 2009)

Je důležité ohodnotit obsah živin v jednotlivých komponentech krmných dávek, aby bylo možné sestavit správně vyvážené krmné dávky s dostatečným obsahem živin pro zvířata. Tyto dávky musí odpovídat normám a zohledňovat specifické požadavky jednotlivých druhů hospodářských zvířat. Pouze v souladu s těmito požadavky lze dosáhnout plánovaného příjmu krmiva a předpokládané užitkovosti (Čermák & Lád 2006).

Krmivo pro zvíře znamená energii, která vzniká především metabolismem sacharidů a proteinů. Důležitým aspektem správné výživy zvířat je nalezení optimálního poměru mezi metabolizovanými sacharidy a bílkovinami (Kalač 2017).

4 Metodika

V bakalářské práci byly sledovány nutriční hodnoty píce lupiny úzkolisté a hrachu setého sklizené v různých vegetačních fázích. Pokus byl založen ve Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze v Uhřetěvsi, na farmě Netluky.

4.1 Pokusné rostliny

Pro studium byly použity vybrané odrůdy lupiny úzkolisté a hrachu setého.

1. *Tango*: Jedná se o středně ranou odrůdu lupiny úzkolisté indeterminantního růstového typu. Její semena se vyznačují velmi nízkým obsahem hořkých látek. Vykazuje rychlý počáteční růst. Habitus rostliny je středně vysoký, barva květu bílá. Mezi její přednosti patří odolnost vůči poléhání před sklizní a odolnost proti napadení komplexem kořenového vadnutí. Řadí se mezi vysoce výnosné odrůdy. Obsah dusíkatých látek bývá středně vysoký až vysoký a hmotnost tisíce semen středně vysoká (eagri.cz).
2. *Gambit*: Jedná se o středně ranou odrůdu hrachu setého typu semi-leafless. Vykazuje rychlý počáteční růst. Rostliny jsou vysoké, barva květu bílá, semeno má vejčitý tvar a žlutou barvu. Vyznačuje se vysokou barevnou vyrovnaností semen a středně vysokou až vysokou hmotností tisíce semen. Slabinou je nižší odolnost vůči poléhání před sklizní. Z hlediska odolností proti chorobám je středně odolná proti napadení plísní hrachu, středně odolná proti napadení hnilobami stonků, listů a lusků, středně odolná proti napadení hnědou skvrnitostí hrachu, středně odolná proti napadení tmavohnědou skvrnitostí hrachu, středně odolná proti napadení komplexem kořenových chorob a středně odolná proti napadení komplexem virových onemocnění. Řadí se mezi odrůdy s vysokým výnosem semene, které se vyznačuje středně vysokým až vysokým obsahem dusíkatých látek a velmi nízkou aktivitou trypsin-inhibitoru (eagri.cz).

Obě výše zmíněné odrůdy vykazují dle popsaných charakteristik středně vysoký až vysoký obsah dusíkatých látek, proto byly vybrány pro účely pokusu této bakalářské práce.

4.2 Založení a schéma pokusu

Pokus byl založen na poloprovozních plochách na farmě Netluky. Pokusná plocha byla rozdělena do pásů širokých 12 m a dlouhých 200 m. Porosty byly zasety secím strojem na mezirádkovou vzdálenost 12,5 cm a byly ošetřeny standardní agrotechnikou.

Vzorky píce byly sklizeny ručně z plochy 1 m² s výškou strniště 3 cm (ze tří míst porostu na každý odběr). Po sklizni byly umístěny do skříňové sušárny a sušeny při 50°C po dobu 48 h. Po usušení byly vzorky našrotovány na velikost částic 1 mm.

Bylo provedeno pět odběrů v následujících vývojových fázích:

- I. BBCH 65 – plné kvetení
- II. BBCH 69 – konec kvetení
- III. BBCH 73 – zelené lusky ploché
- IV. BBCH 79 – zelené lusky plné (zelená zralost)
- V. BBCH 83 – vosková zralost

4.3 Stanovované parametry

4.3.1 Obsah sušiny

Princip

Obsah sušiny byl stanoven dle metodiky AOAC 934.01.

Analytický postup

Usušený a namletý materiál testovaných vzorků byl navažován ve dvojitě opakovaní (3 g; s přesností navážky 10⁻⁴ g) do předem označených a po vysušení zvážených vysoušecích misek. Vysoušecí misky s navážkou byly sušeny po dobu 24 h při teplotě 105 °C. Po vysušení a vychladnutí misek v exsikátoru byla zjištěna jejich hmotnost.

Kalkulace

Obsah sušiny (sušina) byl vypočítán dle vzorce:

$$\text{Sušina} = ((W3 - W1) / (W2 - W1)) * 100$$

Kde:

Sušina = obsah sušiny původního vzorku (%)

W1 = hmotnost prázdné misky po vysušení (g)

W2 = hmotnost misky s navážkou před vysušením (g)

W3 = hmotnost misky s navážkou po vysušení (g)

4.3.2 Obsah dusíkatých látek

Princip

Dusíkaté látky (NL) byly stanoveny metodou podle Kjeldahla AOAC 976.05.

Použité chemikálie

Katalyzátor

30% roztok peroxidu vodíku (30% H₂O₂)

Kyselina sírová (koncentrovaná H₂SO₄)

Hydroxid sodný (NaOH)

Analytický postup

Upravené vzorky byly naváženy v množství 1 g (s přesností 10⁻⁴ g) do mineralizačních tub, do kterých bylo přidáno 5 g katalyzátoru, 2–10 ml peroxidu vodíku (30 %), 25 – 30 ml kyseliny sírové a byly dány do mineralizačního zařízení, kde byly zahřívány min. 30 minut při 340 – 380 °C. Poté byly zchlazeny, doplněny destilovanou vodou do 100 ml a destilovány,

příčemž amoniak byl jímán do předlohy (H₂SO₄) po dobu 5 minut. Titrace předlohy byla provedena do 30 minut po destilaci hydroxidem sodným.

Kalkulace

Obsah dusíkatých látek (NL) % byl vypočítán dle vzorce:

$$NL = ((V_0 - V) * T / (W * \text{sušina})) * 6.25$$

Kde:

NL = obsah dusíkatých látek (%)

V₀ = přesné množství odměrného roztoku kyseliny sírové přidané do předlohy kyseliny sírové (ml)

V = přesná spotřeba odměrného roztoku hydroxidu sodného (ml)

T = titr dusíku * 100 (pro přesný 0,25 mol.l⁻¹ roztok = 0,35)

W = hmotnost navážky vzorku nebo její alikvotní část v případě, že pro destilaci byl pipetován alikvotní podíl mineralizátu (g)

4.3.3 Obsah vlákniny

Princip

Obsah vlákniny byl stanoven metodou dvoustupňové hydrolýzy dle AOAC 962.09

Použité chemikálie

Kyselina sírová (98% H₂SO₄)

Hydroxid sodný (33% NaOH)

Aceton ((CH₃)₂CO)

Analytický postup

Upravené vzorky byly naváženy v množství 0,5 g (s přesností 10⁻⁴ g) do speciálních filtračních sáčků (F57 Filter bags). V první fázi probíhala kyselá hydrolýza v 0,255 ± 0,0005 N roztoku kyseliny sírové, (připraveném z 13,66 ml 98 % H₂SO₄ doplněné do 2 l destilovanou vodou), po dobu 30 minut a teplotě 100 °C. Poté byly filtrační sáčky promývány horkou destilovanou vodou 3krát po dobu 5 minut.

V druhé fázi probíhala zásaditá hydrolýza v 0,313 ± 0,005 N roztoku hydroxidu sodného, (připraveném z 25,04 g 33 % NaOH rozpuštěném ve 2 l destilované vody), po dobu 30 minut a teplotě 100 °C. Poté byly sáčky opět promyty horkou destilovanou vodou 3krát po dobu 5 minut.

Po hydrolýze byly filtrační sáčky promývány v acetonu, vysušeny při teplotě 105 °C (3 hodiny) a po zchladnutí v exikátoru zváženy. Po zvážení byly filtrační sáčky umístěny do keramických kelímků a spáleny při teplotě 550 °C po dobu 6 h. Po spálení a vychladnutí kelímků v exsikátoru byl zjištěn obsah popelovin.

Obsah vlákniny byl stanoven na přístroji ANKOM220 Fiber Analyzer.

Kalkulace:

Obsah vlákniny (VI) byl vypočten dle vzorce:

$$VI = (((W3 - W1) - W4) / (W2 * Sušina)) * 100$$

Kde:

VI = obsah vlákniny (%)

W1 = hmotnost sáčku (g)

W2 = navážka (g)

W3 = hmotnost sáčku po hydrolyze a vysušení (g)

W4 = hmotnost popelovin po extrakci (g)

Sušina = obsah sušiny původního vzorku (% sušiny / 100)

4.3.4 Obsah popelovin

Princip

Obsah popelovin byl stanoven spálením vzorku dle metodiky AOAC 942.05

Analytický postup

Namletý materiál byl navažován (3 g; s přesností navážky 10^4 g) do po vysušení zvážených keramických kelímků. Kelímky s materiálem byly spalovány po dobu 6 h při teplotě 550 °C. Po vyjmutí vzorků z pece a jejich vychladnutí v exsikátoru byly kelímky s popelem zváženy.

Kalkulace

Obsah popelovin (Popel) byl vypočítán dle vzorce:

$$\text{Popel} = ((W3 - W1) / (W2 - W1)) * 100$$

Kde:

Popel = obsah popele (%)

W1 = hmotnost prázdného kelímku po vysušení (g)

W2 = hmotnost kelímku s navážkou před zpopelněním (g)

W3 = hmotnost kelímku se zbytkem po zpopelnění (g)

4.4 Použité statistické metody

K vyhodnocení statistických výsledků byly použity programy STATISTICA 13 a Statgraphics Centurion 18 (64 - bit). Jako metoda byla zvolena multifaktoriální analýza rozptylu - vícefaktorová ANOVA. Stanovená hladina významnosti byla $\alpha = 0,05$. K průkaznosti rozdílů mezi jednotlivými měřeními byla použita Fisherova LSD analýza.

5 Výsledky

V bakalářské práci byly sledovány vybrané parametry nutriční hodnoty píce lupiny úzkolisté a hrachu setého. Pozornost byla věnována obsahu sušiny, obsahu dusíkatých látek, obsahu popelovin a obsahu vlákniny v odlišných růstových fázích. Hodnocen byl vliv rostlinného druhu a vliv odběru, jelikož právě stupeň zralosti rostlinného materiálu je významný faktor ovlivňující nutriční kvalitu píce.

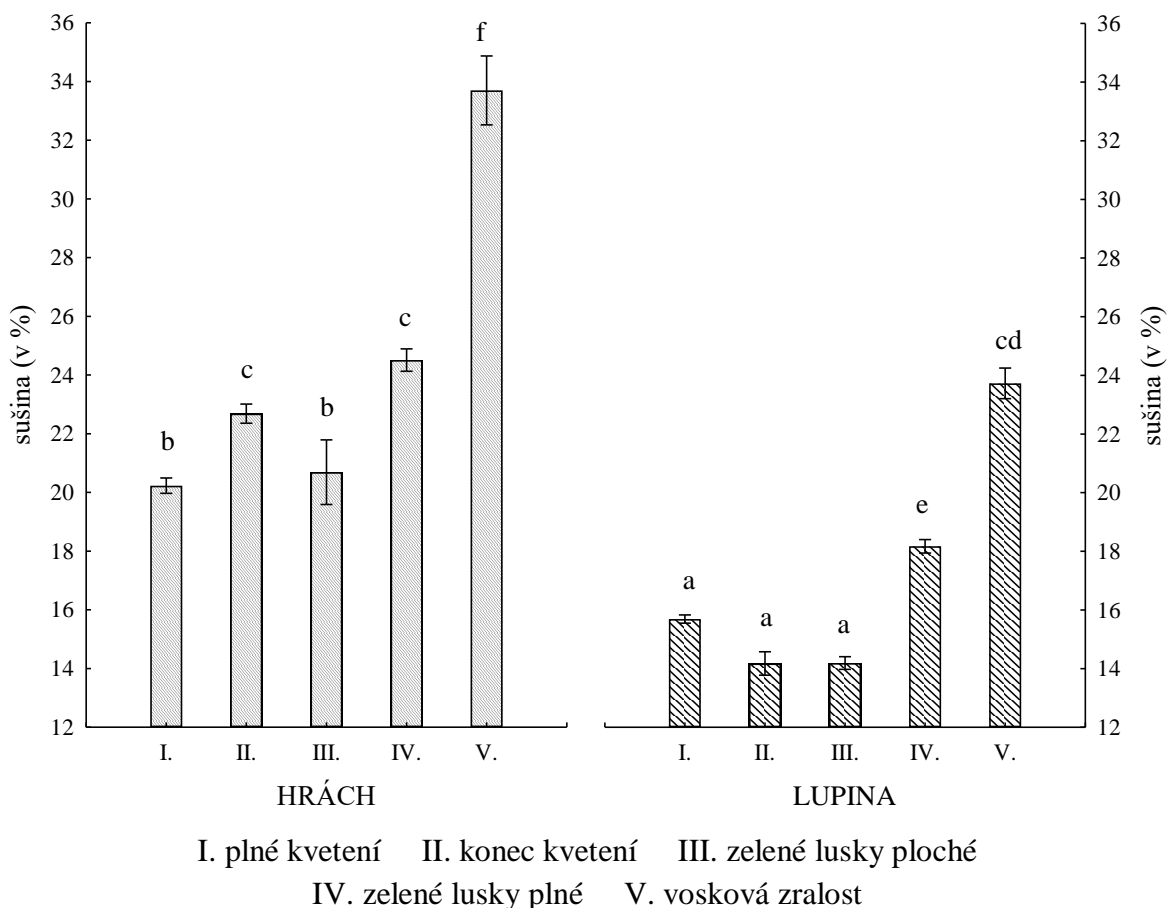
U sklizených rostlin byl nejprve stanoven obsah sušiny v % a poté ostatní sledované charakteristiky, které byly vyjádřeny jako procentuální podíl ze sušiny píce. Výsledky byly zpracovány do podoby souhrnné tabulky (tabulka 4) a sloupcových grafů (grafy 1 až 4), které sledují jednotlivé parametry napříč odběry. Malá písmena nad sloupci v grafech a horní indexy číselných údajů v tabulce představují výsledky statistického hodnocení průkaznosti rozdílů v rámci konkrétního parametru.

Tabulka 4: Vážené průměry sledovaných charakteristik (obsah sušiny, obsah dusíkatých látek v sušině, obsah popelovin v sušině a obsah vlákniny v sušině) v jednotlivých termínech odběru.

Plodina	Odběr	Sušina (v %)	NL (v % ze sušiny)	Popeloviny (v % ze sušiny)	Vláknina (v % ze sušiny)
Hrách	I.	20,23±0,26 ^b	16,89±0,28 ^{cd}	8,6±0,05 ^{ad}	21,83±0,67 ^{bc}
	II.	22,69±0,33 ^c	15,69±0,19 ^{abcde}	8,29±0,1 ^a	20,58±0,17 ^{ab}
	III.	20,69±1,1 ^b	15,83±0,8 ^{abcd}	8,08±0,3 ^{ab}	23,02±0,97 ^c
	IV.	24,51±0,38 ^c	15,82±0,49 ^{abcd}	7,48±0,16 ^b	19,98±0,61 ^a
	V.	33,7±1,17 ^f	14,51±0,94 ^{abe}	8,06±0,12 ^{ab}	19,98±0,43 ^a
Lupina	I.	15,69±0,14 ^a	17,3±1,58 ^d	11,08±0,1 ^c	15,56±0,35 ^d
	II.	14,17±0,4 ^a	16,73±0,55 ^{bcd}	10,78±0,25 ^c	21,88±0,45 ^{bc}
	III.	14,19±0,22 ^a	14,74±0,99 ^{abce}	11,28±0,25 ^c	20,51±0,63 ^{ab}
	IV.	18,17±0,23 ^e	13,4±0,47 ^e	9,2±0,5 ^d	19,69±0,77 ^a
	V.	23,73±0,52 ^{cd}	14,39±0,38 ^{ae}	8,39±0,2 ^a	21,2±0,17 ^{ab}

Z tabulky 4 je patrné, že existují statisticky průkazné rozdíly napříč sledovanými parametry, a to jak v termínech sklizně rostlinného materiálu, tak mezi pozorovanými rostlinnými druhy. Nejvyšší rozdíly mezi sledovanými rostlinami byly zaznamenány u obsahu sušiny, naopak velmi podobné jsou obsahy dusíkatých látek jak v píce hrachu, tak v píce lupiny.

Dále tabulka dokládá, že fenologická fáze růstu ovlivňuje obsah sledovaných parametrů nutriční hodnoty píce. Zejména u lupiny byl zaznamenán pokles v obsahu dusíkatých látek a popelovin směrem k termínu odběru ve fázi voskové zralosti – NL ze 17,3 % na 14,39 % a popeloviny z 11,08 % na 8,39 %. U obou plodin byl rovněž zachycen trend nárůstu obsahu sušiny směrem k voskové zralosti. U píce hrachu činil rozdíl mezi prvním a posledním odběrem v obsahu sušiny 13,47 % a u píce lupiny 8,04 %.

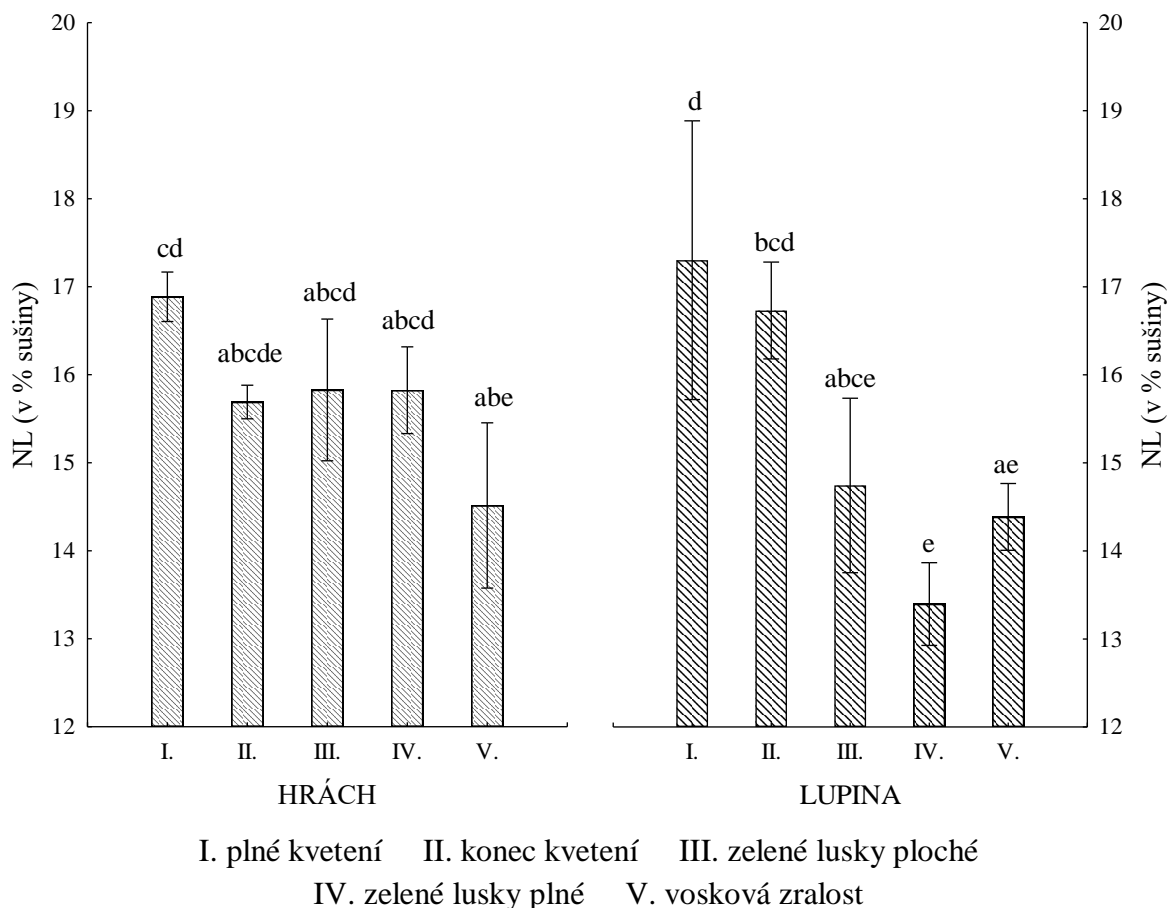


Graf 1: Obsah sušiny v píci hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech.

Z grafu 1 vyplývá, že píce hrachu obsahuje více sušiny oproti píci lupiny. V každém z provedených odběrů byl obsah sušiny v píci hrachu vyšší než u rostlin lupiny. Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán v posledním odběru ve fázi voskové zralosti, kdy obsah sušiny v píci hrachu dosahoval hodnoty 33,7 % oproti 23,73 % u lupiny.

Obsah sušiny v píci lupiny se začal zvyšovat až od čtvrtého odběru ve fázi zelených lusků plných. V prvních třech odběrech nejsou mezi variantami statisticky průkazné rozdíly a obsah sušiny se v těchto termínech odběru pohyboval od 14,17 % do 15,69 %. Průkazné zvýšení obsahu sušiny nastalo tedy ve fázi zelené zralosti, kdy obsah sušiny dosahoval hodnoty 18,17 %. Následný odběr ve fázi voskové zralosti vedl k dalšímu navýšení obsahu sušiny na 23,73 %.

Hrách vykazoval v nárůstu obsahu sušiny rozdílný trend. Jako shodné se ukázaly být varianty odebrané v plném květu a v zelených luscích plochých, kdy byl zaznamenán obsah sušiny 20,23 % respektive 20,69 %. Nárůst sušiny oproti prvnímu termínu odběru nastal ihned ve fázi konce květu s hodnotou 22,69 %. Po poklesu zaznamenaném ve třetím odběru se obsah sušiny navýšil v odběru čtvrtém, kdy jeho hodnota dosáhla na 24,51 %. Podobně jako v případě lupiny byl i u hrachu v posledním odběru ve fázi voskové zralosti sledován nejvýraznější a zároveň statisticky průkazný nárůst v obsahu sušiny a to na 33,7 %.

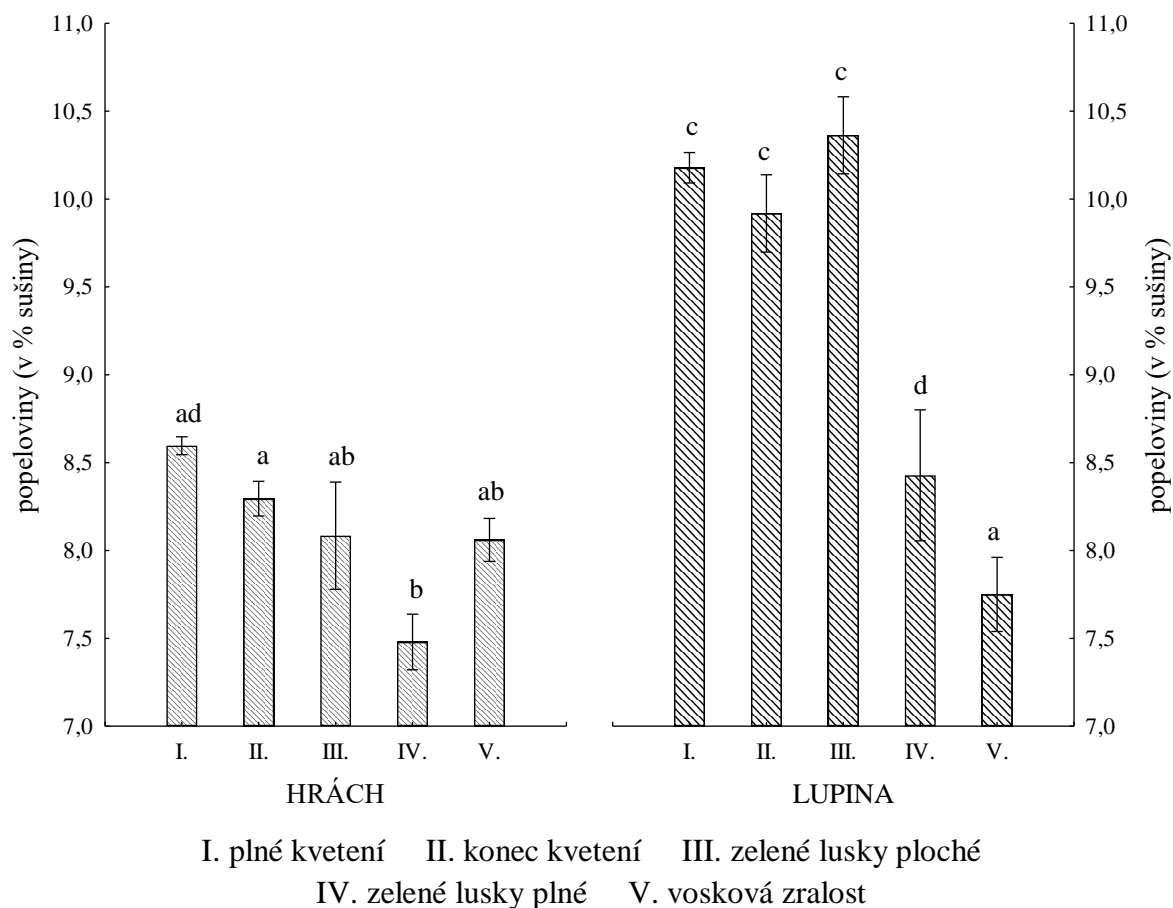


Graf 2: Obsah dusíkatých látek v sušině píce hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech.

Graf 2 poukazuje na vývoj obsahu dusíkatých látek v rámci jednotlivých růstových fází sledovaných rostlin. Z grafu je patrné, že obsah dusíkatých látek se během vývoje rostlin měnil a směrem k voskové zralosti spíše klesal. Obsahy dusíkatých látek obou sledovaných plodin vykazovaly vzájemnou podobnost napříč termíny odběrů. Jedinou výjimku představuje odběr IV. ve fázi zelených lusků plných, kdy byl zaznamenán statisticky významný rozdíl v obsahu dusíkatých látek mezi pící hrachu (15,82 %) a lupiny (13,4 %).

Nejvyšší obsah dusíkatých látek u hrachu byl naměřen ve fázi plného květu a to konkrétně 16,89 %. V rámci následných odběrů II., III. a IV. kolísal obsah NL od 15,69 % přes 15,83 % do 15,82 % a nebyly tak mezi prvními čtyřmi odběry zaznamenány statisticky průkazné rozdíly. Ve fázi voskové zralosti došlo k poklesu dusíkatých látek na hodnotu 14,51 %, což představuje nejnižší obsah NL zjištěných v pící hrachu, a zároveň oproti odběru I. došlo k jejich statisticky průkaznému snížení.

Rostliny lupiny vykazovaly nejvyšší obsah dusíkatých látek rovněž při prvním odběru ve fázi plného květu a to 17,3 %. Poté došlo k poklesu NL v následných odběrech, a to až na hodnotu 13,4 % při odběru IV., kde byl rovněž zaznamenán statisticky průkazný rozdíl v poklesu oproti prvnímu odběru průměrně o 3,9 %. V posledním měření ve fázi voskové zralosti sice došlo ke zvýšení na 14,39 %, i přesto byl však trend klesajícího obsahu dusíkatých látek zachován.

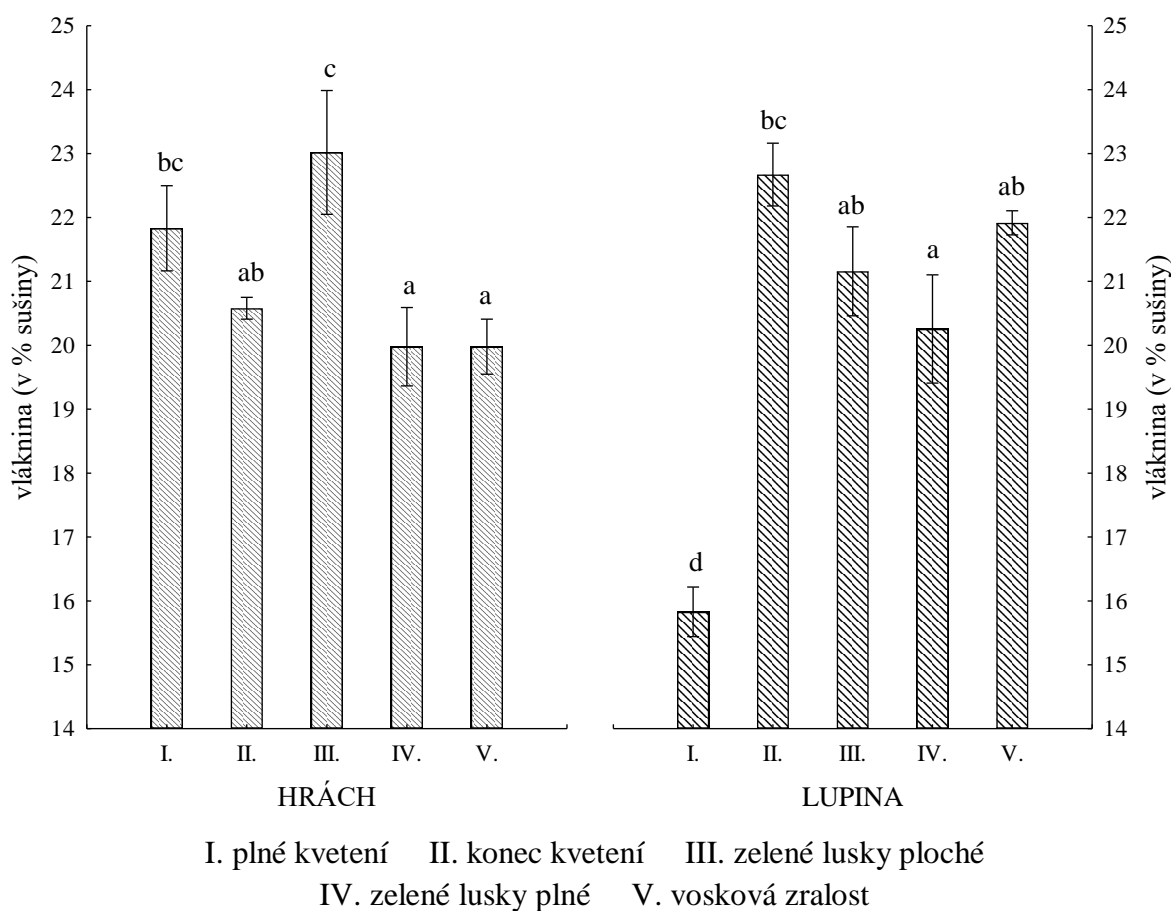


Graf 3: Obsah popelovin v sušině píce hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech.

V grafu 3 je znázorněn obsah popelovin napříč sledovanými termíny odběru. Z grafu je zřejmé, že obsah popelovin dosahoval hodnot od 7,48 % do 11,28 %, přičemž píce lupiny vykazovala vyšší hodnoty oproti pici hrachu ve sledovaných termínech odběru. Nejvyšší rozdíl mezi sledovanými plodinami byl naměřen při odběru III., kdy byl obsah popelovin v hrachu na úrovni 8,08 %, zatímco v lupině to bylo 11,28 %. Až ve fázi voskové zralosti nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl v obsahu popelovin mezi hrachem a lupinou, kdy u hrachu dosáhl hodnoty 8,06 % a u lupiny 8,39 %.

V rostlinách hrachu se obsah popelovin ve sledovaném období růstu příliš neměnil. Kolísal od 7,48 % do 8,6 % s tím, že nejvyšší hodnoty dosáhl při odběru ve fázi plného květu a nejnižší ve fázi zelených lusků plných. Odběry I., II., III. a V. jsou z hlediska statistické průkaznosti shodné a pouze odběr IV. s obsahem popelovin 7,48 % se statisticky liší od ostatních termínů a je tak možno konstatovat, že právě v této fázi růstu došlo ke snížení obsahu popelovin.

U píce lupiny byl zaznamenán výraznější pokles v obsahu popelovin, a to ve čtvrtém a pátém odběru. V prvních třech termínech se obsah popelovin nijak významně neměnil a osciloval kolem 10,78 % až 11,28 %. Pokles v obsahu popelovin byl naměřen ve fázi zelených lusků plných, kdy došlo k poklesu o 2,08 % na hodnotu 9,2 % a tento pokles pokračoval i nadále a nejnižší hodnota obsahu popelovin byla tak zaznamenána ve fázi voskové zralosti, konkrétně 8,39 %.



Graf 4: Obsah vlákniny v sušině píce hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech.

V obsahu vlákniny, zobrazeném v grafu 4, byly zaznamenány rozdíly jak mezi jednotlivými odběry, tak mezi sledovanými pícninami. Nejvýraznějšího rozdílu mezi pící hrachu a lupiny bylo dosaženo při odběru ve fázi plného květu, kdy hrách dosáhl hodnoty 21,83 %, zatímco lupina pouze 15,56 %. Rovněž při třetím odběru byly rozdíly v hodnotách obsahu vlákniny mezi hrachem a lupinou statisticky průkazné, hrách dosahoval vyššího obsahu vlákniny, konkrétně 23,02 %, lupina pak 20,51 %.

Píce hrachu dosáhla nejvyššího obsahu vlákniny při odběru III. a to 23,02 %. Na tuto hodnotu se obsah vlákniny navýšil oproti odběru na konci květu o 2,44 %. Směrem k vyššímu stupni zralosti při odběrech IV. a V. byl však zaznamenán statisticky průkazný pokles oproti odběru III. a to o 3,04 % na hodnotu 19,98 %.

Ve fázi plného květu rostliny lupiny obsahovaly nejméně vlákniny a to konkrétně 15,56 %. V následujících odběrech byl ovšem zaznamenán výrazný nárůst v obsahu vlákniny, kdy na konci květu dosahoval hodnoty 21,88 %. Poté došlo k mírnému poklesu na 20,51 % při odběru III. až na hodnotu 19,69 % při odběru IV. Ve fázi voskové zralosti byl zaznamenán nárůst na 21,2 % obsahu vlákniny, který však nebyl oproti odběru IV. statisticky průkazný.

6 Diskuze

Ze získaných výsledku vyplývá, že nelze jednoznačně stanovit, která ze sledovaných rostlin poskytuje nutričně hodnotnější píci. Avšak mezi píci hrachu a lupiny byly zaznamenány určité rozdílnosti. Píce hrachu obsahovala více sušiny, zatímco píce lupiny byla bohatší na obsah popelovin. Z hlediska obsahu dusíkatých látek nebyly obě plodiny příliš rozdílné a v obsahu vlákniny se významně lišily pouze při odběru I. – plné kvetení.

Nejvýznamnějším faktorem ovlivňující nutriční hodnotu píce je fenologická fáze růstu sklizené plodiny. Stárnutím rostlinného pletiva se zvyšuje především obsah sušiny, což dokládají získané výsledky této práce, kde byl nejvyšší obsah sušiny zaznamenán při posledním odběru ve fázi voskové zralosti a to 33,7 % u hrachu a 23,73 % u lupiny. Také Fraser et al. (2001) uvádějí rostoucí obsah sušiny s postupným stárnutím porostů. Borreani et al. (2006) stejně jako Fraser et al. (2005) uvádějí nejvyšší nárůst sušiny ve fázi voskové zralosti. Stejných výsledků bylo dosaženo i v této bakalářské práci. Navýšení obsahu sušiny mezi IV. a V. odběrem činilo 9,19 % u hrachu a 5,56 % u lupiny.

Vyšší koncentraci dusíkatých látek obsahuje mladá píce oproti píci starší, jak tvrdí Zemann et al. (2009). Tento fakt je dán přirozeným stárnutím porostu a zvyšováním obsahu vlákniny. Naměřené hodnoty této práce toto tvrzení potvrzují. Hodnota dusíkatých látek obsažená v píci hrachu klesla z 16,89 % kdy byly rostliny ve fázi plného květu, na 14,51 % ve fázi voskové zralosti. Podobný obsah dusíkatých látek a podobný trend poklesu vykazovala i píce lupiny. Obsah dusíkatých látek je ovšem také ovlivňován podmínkami prostředí, pěstovanou odrůdou a klimatickými podmínkami daného ročníku. Blagojevic et al. (2016) zaznamenali ve své práci obsah dusíkatých látek v píci hrachu sklizeného ve fázi zelených lusků na úrovni 19 %. Rovněž u píce lupiny byly zaznamenány vyšší hodnoty obsahu dusíkatých látek, jak dokládají například Azo et al. (2012) a hodnotou 21,7 %, zatímco v této práci byl nejvyšší obsah dusíkatých látek naměřen na hodnotě 17,3 %.

Popel je zbytek vzorku po spálení krmiva při vysoké teplotě až 550 °C, jak uvádí Saha et al. (2010). Průměrný obsah popelovin v této práci byl u hrachu naměřen 8,1 %. Tato hodnota je o 0,6 % vyšší v porovnání s výsledky, které uvádí Borreani et al. (2009), kteří dosáhli hodnot 7,5 %. Borreani et al. (2009) zkoumali také píci lupiny, u které zaznamenali obsah popelovin na úrovni 9,1 %, což je vyšší hodnota než u píce hrachu. Potvrzuje to tedy trend zaznamenaný v této bakalářské práci, kdy byl průměrný obsah popelovin u lupiny vyšší než u hrachu, a to v každém z provedených odběrů. Zároveň však nejvyšší hodnota obsahu popelovin u píce lupiny byla 11,28 %, což je v porovnání s prací Borreani et al. (2009) vyšší hodnota. Výrazné snížení popelovin nastalo mezi fází zelené lusky ploché a zelené lusky plné, kde se hodnota významně snížila z 11,28 % na 9,2 %, což je číslo odpovídající výše zmíněným výsledkům.

Dle Kostkan (2010) klesá stravitelnost a nutriční hodnota píce s úměrně se zvyšujícím obsahem vlákniny, který narůstá společně s postupující vegetační fází. Získané výsledky z této práce však ukazují, že obsah vlákniny v průběhu jednotlivých odběrů u hrachu spíše stagnoval a ve fázi voskové zralosti byla dokonce zaznamenána nejnižší hodnota 19,98 %. U píce lupiny byl sice zpočátku viditelný nárůst z hodnoty 15,56 % při odběru I. na hodnotu 21,88 % v odběru II., avšak následující odběry již vykazovaly vyrovnané výsledky.

7 Závěr

V bakalářské práci byly sledovány nutriční hodnoty píce lupiny úzkolisté a hrachu setého sklizené v různých vegetačních fázích. Cílem práce bylo ověřit, která z uvedených plodin poskytuje potencionálně nutričně hodnotnější píci a který termín sklizně je pro produkci takového krmiva nejvhodnější.

Z uvedených výsledků vyplývá následující:

- Nebyla potvrzena stanovená hypotéza, že píce lupiny úzkolisté má vyšší nutriční hodnotu (vyšší obsah dusíkatých látek) ve srovnání s píci hrachu setého. Rozdíly mezi sledovanými plodinami v jednotlivých odběrech byly vyhodnoceny jako statisticky neprůkazné, kromě odběru IV. ve fázi zelených lusků plných, kdy byl obsah dusíkatých látek v píci hrachu vyšší (15,82 %) než u lupiny (13,4 %).
- Výsledky ukazují stálý obsah sušiny hrachu a lupiny od I. do IV. odběru. Nejvyšší nárůst sušiny u hrachu a lupiny byl zaznamenán při V. odběru. Píce hrachu vykazovala celou dobu vegetace vyšší sušinu než lupina. Ve fázi voskové zralosti (odběr V.) dosahoval obsah sušiny u hrachu 33,7 %.
- Obsah popelovin byl u lupiny ve všech 5 odběrech vyšší než u hrachu. Nejvyšších hodnot dosahovalu u odběru III. (11,2 %), naopak nejnižší u odběru V. (8,39 %). Obsah popelovin u hrachu byl po celou dobu více konzistentní. Nejnižší hodnota obsahu popelovin byla naměřena u odběru IV. (7,47), naopak nejvyšší u odběru I. (8,59 %).
- Nejnižší obsah vlákniny byl zaznamenán v píci lupiny při I. odběru (15,66 %), poté se její obsah výrazně navýšil a ve zbývajících odběrech se pohyboval okolo 22 %. Vláknina v píci hrachu vykazovala po celou dobu vegetace stabilnější hodnoty. Nebyly zde zaznamenány výraznější výkyvy.
- Ze získaných výsledků nelze jednoznačně určit, která ze sledovaných rostlin poskytuje potencionálně nutričně hodnotnější píci pro výživu skotu.
- Jako nejvhodnější termín pro sklizeň z hlediska dosažení co nejvyšší kvality píce se jeví fáze IV. - zelené lusky plné. Tento fakt však nezohledňuje veškeré parametry píce, ale pouze ty které byly v této práci zkoumány. Pro celkové posouzení nejlepšího termínu sklizně z hlediska dosažení co nejvyšší kvality píce je zapotřebí udělat rozsáhlejší rozbor nutričních hodnot píce.

8 Literatura

- Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 18th ed.; AOAC International, Gaithersburg, MD, USA, 2005
- Azo WM, Lane GPF, Davies WP, Cannon ND. 2012. Bi-cropping white lupins (*Lupinus albus* L.) with cereals for wholecrop forage in organic farming: The effect of seed rate and harvest dates on crop yield and quality. *Biological Agriculture & Horticulture* 28:86-100.
- Blagojević M Dordević N, Vasić T, Milenković J, Petrović M, Marković J. 2016. Determination of Green Forage and Silage Protein Degradability of Some Pea (*Pisum sativum* L.) + Oat (*Avena sativa* L.) Mixtures Grown in Serbia. *Journal of Agricultural Sciences* 4: 415-422.
- Borreani G, Chion AR, Colombini S, Odoardi M, Paoletti R, Tabacco E. 2009. Fermentative profiles of field pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*) and white lupin (*Lupinus albus*) silages as affected by wilting and inoculation. *Animal Feed Science and Technology* 151: 316-323.
- Borreani G, Cavallarin L, Antoniazzi S, Tabacco E. 2006. Effect of the stage of growth, wilting and inoculation in field pea (*Pisum sativum* L.) silages. I. Herbage composition and silage fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86:1377-1382.
- Bouška J, Doležal O, Jílek F, Kudrna V, Kvapilík J, Příbyl J, Rajmon R. 2006. Chov dojného skotu. *Náš chov*
- Crépon K., Carrouée B., Schneider A..2006. Protein supply in Europe and the challenge to increase grain legumes production: contribution to sustainable agriculture. In grain legumes and the environment: how to assess benefits and impacts. Proceedings of the AEP workshop. 18-19.
- Čermák B, Lád F. 2006. Výroba kvalitních siláží. *Agro Magazín* 7:60-63.
- Český statistický úřad. Osevní plochy zemědělských plodin. 2023. Available from https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02A&pvo=ZEM02A&evo=v551_!_ZEM02A-2022_1 (accessed April 2023).
- Di Grande A, Paradiso R, Amico S, Fulco G, Frantaussa B, Noro P. 2004. Anticholinergic toxicity associated with lupin seed ingestion: case report. *European Journal of Emergency Medicine* 2: 119-120.
- Doležal P, Dvořáček J, Loučka R, Mikyska F, Mudřík Z, Boberfeld O, Prokeš K, Přikryl J, Skládanka J, Straková E, Suchý P, Szwedziak K, Tukiendorf M, Zeman L, Červinka J. 2012. Konzervace krmiv a jejich využití ve výživě zvířat. Vydavatelství Petr Baštan, Mendelova univerzita v Brně.
- Douša M, Mareš P. 2010. 7500 litrů mléka od krávy z objemu – sen, či skutečnost?, *Krmivářství* 2:16
- Dschaak MCh. 2012. Use of rumen modifiers to manipulate ruminal fermentation and improve nutrient utilization and lactational performance of dairy cows. All Fraduate These and Dissertations. Utah State University.

- Eagri. 2018.eagri.cz. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Available from https://eagri.cz/public/web/file/511883/Hrach_2017.pdf (accessed April 2023).
- Familton AS. 1990. Pastures their ecology and management. Page 284 - 298 in Langer RHM. Animal disorders arising from consumption of pasture. Oxford University Press, Auckland.
- Fraser MD, Fychan R, Jones R. 2001. The effect of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. *Grass and Forage Science* **56**:218-230.
- Fraser MD, Fychan R, Jones R. 2005. The effect of harvest date and inoculation on the yield and fermentation characteristic of two varieties of white lupin (*Lupinus albus*) when ensiled as a whole-crop. *Animal Feed Science and Technology* **119**:307-322.
- Eriksson IS, Elmquist H, Stern S, Nybrant T. 2005. Environmental Systems Analysis of Pig Production-The Impact of Feed Choice. *The International Journal of Life Cycle Assessment* **10**:143-154.
- Homolka P, Koukolová V, Kudrnová V, Jančík F, Skřivanová V. 2008. Využití lupiny ve výživě skotu. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha.
- Homolka P, Kudrna V. 2007. Uplatnění lupiny ve výživě přežvýkavců. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i, Praha.
- Hosnedl V, Vašák J, Mečiar L. 1998. Roslitná výroba II: (luskoviny, olejniny) Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Houba M, Hochman M, Hosnedl V. 2009. Luskoviny: pěstování a užití. Kurent, České Budějovice.
- Hýbl M, Ondřej M, Seidenglaz M, Vaculík A. 2011. Metodika pěstování sóji luštinaté. Asociace pěstitelů a zpracovatelů luskovin, Šumperk.
- Jančík F, Homolka P, Čermák B, Lád F. 2008. Determination of indigestible neutral detergent fibre content of grasses and its prediction from chemical composition. *Czech Journal of Animal Science* **53**:128-135.
- James R. 2009. Krmění dojníc v době krze. *Krmivářství* **3**:25-26
- Jelínek P, Koudelka K. 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická universita v Brně. Brno
- Kacerovská, L, Hučko B, Zeman L, Doležal P, Koukal, P, Krása A, Zemanová D, Homolka Kalač P. 2017. Effect of forage feeding milk. Academic press. Cambridge.
- Kostkan J. (2010). Stravitelnost vlákniny. *Krmivářství* **3**: 30.
- Kudrna V. 1998. Produkce krmiv a výživa skotu. Agrospoj, Praha.
- Lád F. 2006. Vliv vybraných ukazatelů na kvalitu silážovaných krmiv. Jihočeská univerzita. České Budějovice.

- Looper M, Waldner DH. 2002. Water for Dairy Cattle. New Mexico State University Cooperative Extension Service.
- Mertens DR. 2009. Impact of NDF content and digestibility on dairy cow performance. *WCDS Advances in Dairy Technology* **21**:191-947.
- Moudrý J, a kol. 2011. Alternativní plodiny. Profi Press, Praha.
- Mudřík Z. 2006. Fyziologické předpoklady výživy skotu. Pages 16-46 in Mudřík Z, Kodeš A, Kacerovská L, Hučko B, Zeman L, Doležal P, Koukal P, Krása A, Zemanová D, Homolka P, Veselý P editors. *Základy moderní výživy skotu*. Česká zemědělská univerzita. Praha
- Mudřík Z, hučko B, Kodeš A. 2002. *Krmivářské poradenství*. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Pozdíšek J, Mikyska F, Loučka R, Bjelka M. 2008. Metodická příručka pro chovatele k výrobě konzervovaných krmiv (siláží) z víceletých pícnin a trvalých travních porostů. Výzkumný ústav pro chov skotu. Rapotín.
- Reece WO, Reece D. 2009. Functional anatomy and physiology of domestic animals. John Wiley & Sons Inc., New Jersey U.S.
- Velíšek J. 2002. *Chemie potravin 1*. OSSIS, Tábor
- Veselý P, editors. *Základy moderní výživy skotu*. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Saha U, Sonon L, Hancock D, Hill N, Stewart L, Heusner G, Kissel D. 2010. Common Terms Used in Animal Feeding and Nutrition. Cooperative Extension. Colleges of Agricultural and Environmental Sciences & Family and Consumer. The University of Georgia.
- Sheri M. Strydhorst, Jane R. King, Ken J. Lopentisky, K. Neil Harker. 2008. Forage Potential of Intercropping Barley with Faba Bean, Lupin, or Field Pea. *Agronomy Journal* **100**: 182-190.
- Schwab CG, Tylutki TP, Ordway RS, Sheaffer C, Stern MD. 2003. Characterization of proteins in feeds. *Journal of Dairy Science* **86**:E88-E103
- Stoddard, Frederick L, Hovinen, Simo, Kontturi, Markku, Lindströ, Kristina, Nykänen, Arja. 2009. Legumes in Finnish agriculture: history, present status and future prospect.
- Straková E, Suchý P. 2017. Lupina jako perspektivní tuzemský zdroj proteinu pro výživu zvířat. Pages 7-9 in Straková E, Suchý P, editors. *F. Množství využití lupiny bílé ve výživě zvířat*. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.
- Škarpa Petr. 2014. Význam luskovin a jejich vliv na úrodnost půdy. *Úroda* **62**.
- Tománková O, Homolka P. 2008. Predikce bachorové degradovatelnosti dusíkatých látek krmiv enzymaticky s bromelainem. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha.
- Tyrolová Y. 2012. Silážování hrachu. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i, Praha Uhřetěves.

- Van Soest PJ, Robertson, JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science and Technology* **74**:3583-3597.
- Vyskočil I, Zeman L, Kratochvílová P, Večerek M, Vašátková A. 2008. Kapesní katalog krmiv. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Wattiaux MA. 1998. Protein metabolism in dairy cow. In *Technical Dairy Guide Nutrition*, editon. 2nd editon. The babcock Institute for International Dairy Reserch and Development. The University of Wisconsin, USA.
- Wattiaux MA, Howard TM. 2001. *Technical dairy guide: nutrition and feedong*. University of Wisconsin.
- Whiting CMT, Mutsvangwa JP, Walton JP, Cant JP, McBride BW. 2004. Effects of feeding either fresh alfalfa silage on milk fatty acid content in Holstein dairy cows. *Animal Feed Science Technology* **113**:27-37
- Zámek M, Mackinder B, Schrirer B, Lewis G, *Legumes of the World*. 2005. Royal Botanic Gardens Kew.
- Zamrazilová E, Mayzlík J. 1989. *Vláknina potravy- význam ve výživě a v klinické medicíně*. Avicem, Praha.
- Zeman L, Doležal P, Kopřiva A, Mrkvicová E, Procházková J, Ryant P, Skládanka J, Straková E, Suchý P, Veselý P, Zelenka J. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press. Praha.

9 Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1: Oseté plochy luskovin v ČR.

Tabulka 2: Obsah živin hrachu a lupiny.

Tabulka 3: Chemické složení krmiv.

Tabulka 4: Vážené průměry sledovaných charakteristik (obsah sušiny, obsah dusíkatých látek v sušině, obsah popelovin v sušině a obsah vlákniny v sušině) v jednotlivých termínech odběru.

Graf 1: Obsah sušiny v píce hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech.

Graf 2: Obsah dusíkatých látek v sušině píce hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech

Graf 3: Obsah popelovin v sušině píce hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech.

Graf 4: Obsah vlákniny v sušině píce hrachu a lupiny v jednotlivých odběrech.