

**Petr Homolka**

**Filip Jančík**

**Petra Kubelková**

**Matouš Pecka**

**Veronika Koukolová**

# NUTRIČNÍ HODNOTA SILÁŽÍ LUSKOVIN PRO SKOT



ISBN 978-80-7403-354-4



## CERTIFIKOVANÁ METODIKA

# NUTRIČNÍ HODNOTA SILÁŽÍ LUSKOVIN PRO SKOT

### Autoři:

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

Ing. Filip Jančík, Ph.D.

Ing. Petra Kubelková, Ph.D.

Ing. Matouš Pecka

Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i. (VÚŽV)

### Oponenti:

Prof. Ing. MVDr. Petr Doležal, CSc., MENDELU, Agronomická fakulta, Ústav výživy zvířat a píceinářství

Ing. Jan Vodička, Ph.D., Ministerstvo zemědělství, Odbor živočišných komodit a ochrany zvířat, Oddělení hospodářských zvířat

### Dedikace:

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu MZe (NAZV) QK21010344

### Smlouva o uplatnění metodiky:

IFRAMIX, s.r.o.

Zástupcem autorského týmu je doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.

leden 2026



Ministerstvo zemědělství  
Těšnov 65/17  
110 00 Praha 1

v y d á v á

## OSVĚDČENÍ

č. MZE-91367/2025-13141

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: Nutriční hodnota siláží luskovin pro skot

Autoři: doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D., Ing. Filip Jančík, Ph.D.,  
Ing. Petra Kubelková, Ph.D., Ing. Matouš Pecka, Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.

Názvy organizací: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.  
se sídlem Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

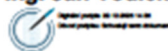
Místo vydání: Praha

Rok vydání: 2025

ISBN: 978-80-7403-354-4

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu MZe (NAZV) QK21010344.

**Ing. Jan Vodička, Ph.D.**

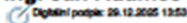


.....  
podpis zástupce odborného útvaru státní správy  
v z. Ing. Jan Vodička, Ph.D.

Jméno a funkce zástupce odborného útvaru státní správy: Ing. Pavel Hakl  
ředitel Odboru živočišných komodit  
a ochrany zvířat MZe

Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZe:

**Ing. Jan Adamec**



.....  
Mgr. Jan Radoš

## Obsah

1. Cíl metodiky .....	4
2. Vlastní popis metodiky .....	4
2.1. Úvod .....	4
2.2. Literární přehled.....	4
2.2.1. Hrách .....	6
2.2.2. Bob.....	7
2.2.3. Lupina .....	7
2.3. Experimentální část metodiky.....	9
2.3.1. Materiál a metodika .....	9
2.3.2. Výsledky a diskuse .....	9
2.3.3. Závěr.....	17
3. Srovnání novosti postupů s jinými již známými (resp. dostupnými) postupy .....	18
4. Popis uplatnění certifikované metodiky v praxi .....	18
5. Ekonomické aspekty certifikované metodiky.....	18
6. Seznam použité související literatury .....	19
7. Seznam publikací, které předcházely metodice .....	21
8. Jména oponentů a názvy jejich organizací .....	21
9. Fotodokumentace .....	22
10. Dedikace na projekt.....	23

## 1. Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout zemědělské praxi aktuální a komplexní informace o možnostech zařazení faremních bílkovinných siláží z hrachu setého, bobu polního a lupiny úzkolisté v krmných dávkách skotu. Metodika shrnuje výsledky experimentálního výzkumu zaměřeného na porovnání výživných hodnot, silážovatelnosti a stravitelnosti různých odrůd těchto luskovin. Cílem je podpořit efektivnější využití domácích zdrojů kvalitních bílkovin.

## 2. Vlastní popis metodiky

### 2.1. Úvod

Siláže z jednoletých luskovin, jako jsou hrách nebo bob, jsou v České republice tradičním a využívaným krmivem. Tyto luskoviny pěstované na siláž mohou být vhodným doplněním víceletých bílkovinných plodin, jako jsou vojtěška nebo další jeteloviny. V kontextu velkých výkyvů v počasí, které přináší delší období sucha, je nutné hledat potenciální alternativy v dalších plodinách. Jednou z nich může být lupina, která je zdrojem kvalitních bílkovin a vyznačuje se odolností vůči suchu díky hlubokému kořenovému systému.

### 2.2. Literární přehled

Luskoviny představují skupinu plodin z čeledi *Fabaceae* významných pro zemědělskou praxi zejména kvůli vysokému obsahu bílkovin a schopnosti fixovat vzdušný dusík.

Siláž z luskovin má význam především u **přežvýkavců**, kde slouží jako kvalitní objemné krmivo s vyšším obsahem bílkovin než třeba travní píce. Kombinace s dalšími plodinami, např. s kukuřicí na siláž, umožňuje zvýšit krmnou hodnotu výsledné siláže díky synergii cukrů a proteinů.

Proteiny patří mezi nákladově nejnáročnější složky krmiv pro zvířata a významně ovlivňují celkové výrobní náklady. Luskoviny ve srovnání s obilninami mají nižší energetickou hodnotu, ale vyšší obsah dusíkatých látek i minerálních látek. Jsou součástí osevních postupů a bývají zařazovány jako nosné (zlepšující) plodiny. Jejich charakteristickou vlastností je zvyšování půdní úrodnosti hlízkovými bakteriemi, které obohacují půdu o dusík díky symbióze s bakteriemi poutající vzdušný dusík (*Rhizobium*). Semena luskovin představují významný zdroj bílkovin, vhodný nejen pro krmné účely, ale i pro lidskou výživu. Tato specifická charakteristika luskovin je řadí mezi plodiny vhodné i pro pěstování v ekologickém zemědělství. Pěstování luskovin má ve středoevropské oblasti historicky dlouhodobou tradici.

Luskoviny mají potenciál stát se udržitelnou alternativou k jiným zdrojům krmných bílkovin, jako je sója a řepka. Významným zástupcem luskovin používaných jako krmivo pro hospodářská zvířata jsou některé druhy lupin, které se z hlediska živinového složení vyznačují vysokým obsahem bílkovin a oleje.

Stravitelnost a nutriční hodnota siláží luskovin, hrachové, bobové a lupinové, jsou klíčovými faktory pro jejich využití ve výživě skotu. Každý druh má své specifické vlastnosti z hlediska stravitelnosti a obsahu antinutričních látek, které je třeba zohlednit při formulaci krmných dávek.

Rozsah agrotechnických postupů u luskovin je do značné míry **dán specifickými požadavky jednotlivých druhů**:

**Hrách polní** se běžně pěstuje jako jarní plodina a může být silážován buď samostatně, nebo ve směsích s obilninami či jinými píceinami. Vyznačuje se poměrně vysokou stravitelností a dobrou pícní hodnotou.

**Bob obecný** má delší vegetační dobu a vyžaduje teplejší a vlhčí podmínky, než je obvyklé u hrachu. Pro siláž je výhodná jeho robustní rostlina, která může nabídnout vysoký výnos nadzemní hmoty.

**Lupina úzkolistá** má vysoký obsah bílkovin, ale často vyžaduje speciální sklizňové postupy kvůli vyšší podsaditosti rostliny a jinému fenologickému vývoji.

Rostliny bobovitých hluboce zakořeňují, přispívají ke koloběhu živin a lepšímu využití vody následně pěstovanými rostlinami (Prusinski a kol., 2016). Jsou zároveň významným zdrojem bílkovin v krmných dávkách skotu. Proteiny jsou jednou z nejdražších složek v krmivech pro zvířata s velkým dopadem na výrobní náklady (Blagojevic a kol., 2017). Kromě množství bílkovin v krmné dávce má pro správnou výživu velký význam model využití bílkovin. Krmení nadbytečného množství dusíkatých látek může vést ke zbytečným výdajům na krmivo bez návratnosti ve výnosu mléka nebo mléčných bílkovin. Kromě toho je většina přebytečného dusíku z potravy vylučována v moči, která je environmentálně nejlabilnější formou (Higgs a kol., 2012).

Luskoviny představují velmi významný zdroj kvalitních bílkovin, jak pro výživu lidí, tak pro výživu zvířat (Schumacher a kol., 2011). Rozsah poskytování v bacheru degradovatelného proteinu a nedegradovaného dietního proteinu je předmětem mnoha vědeckých studií (Dixon a Hosking, 1992; Titze a kol., 2019; Iommelli a kol., 2022).

Luskoviny patří mezi tzv. **fixátory vzdušného dusíku**, což znamená, že symbiotické bakterie (*Rhizobium*) na jejich kořenech váží atmosférický dusík a ukládají ho do půdy. Tento jev snižuje potřebu umělých dusíkatých hnojiv a zlepšuje strukturu půdy před následnými plodinami. Fixace dusíku u bobu se odhaduje na desítky až stovky kg N/ha a u lupiny může dosahovat obdobných hodnot v závislosti na odrůdě a podmínkách. Tato výhoda je významná i při pěstování jako pícniny pro siláž, protože zlepšuje úrodnost půdy a snižuje environmentální zátěž.

Luskoviny přispívají k udržitelnosti systémů pěstování obilovin a poskytují řadu agronomických výhod: rozmanitost plodin v osevním sledu, narušení cyklů chorob a plevelů, biologickou fixaci atmosférického dusíku prostřednictvím symbiotických bakterií a lepší zadržování vody v půdě. Rostliny bobovitých hluboce zakořeňují, přispívají ke koloběhu živin a jejich posklizňové zbytky obohacují půdu organickou hmotou, což zlepšuje podmínky pro následně pěstované rostliny.

V posledních letech narůstá v konvenčním i ekologickém zemědělství zájem o uplatnění luskovino-obilních směsek i směsek s jinými rostlinami – zejména kvůli jejich pozitivnímu vlivu na půdu, schopnosti zvyšovat a stabilizovat výnosy, omezovat růst plevelů, podporovat výskyt užitečných hmyzích predátorů a zlepšovat zdravotní stav porostů. Ve směsce se luskoviny využívají několika způsoby: jako hlavní plodina, jako krycí plodina, nebo z ekologických důvodů jako meziplodina či do ochranných nebo medonosných pásů.

### 2.2.1. Hrách

Hrách má vysoký obsah cukru a škrobu, což ho činí zajímavým pro výživu prasat i skotu. Tradiční pěstování hrachu bylo však omezeno jeho vysokou náchylností k poléhání.

Problém poléhání byl částečně redukován vyšlechtěním úponkatých (*semi-leafless*) odrůd, u kterých jsou lístky přeměněny v úponky. Úponkaté odrůdy se vzájemně podpírají a vytvářejí stabilnější porost. Úponkaté odrůdy dnes představují více než 95 % produkce hrachu v západní Kanadě, více než 80 % v Evropské unii a více než 30 % v Rusku (Tran et al., 2022). Všechny 23 jarních odrůd hrachu na doporučeném seznamu v Německu jsou úponkaté. Úponkaté odrůdy umožňují lepší prosvětlení a provzdušnění porostu, což vytváří méně příznivé podmínky pro houbové choroby. Listové (*leafed*) odrůdy hrachu mají klasické lichožpeřené listy s normálně vyvinutými lístky. Vyšší listová plocha teoreticky umožňuje vyšší fotosyntézu, ale současně zvyšuje hmotnost nadzemní biomasy a může vést k většímu poléhání, zejména při příznivých pěstitelských podmínkách. Listové odrůdy se proto doporučují pěstovat ve směsce s obilovinami (oves, ječmen), které poskytují mechanickou podporu a snižují riziko poléhání (Haug et al., 2023; Shen et al., 2022). Pro krmivářské účely má hrách listového typu výhodu ve větší listové ploše, která může mít vyšší výživnou hodnotu než stonky. Odrůda hrachu **Gambit patří mezi** středně rané odrůdy polního hrachu typu *semi-leafless* (úponkatý) a Protecta je středně raná listová odrůda (*normal leaf*).

Hrách je luštěninou bohatou na vysoce kvalitní bílkoviny a sacharidy a je také dieteticky šetrným zdrojem vlákniny, minerálních látek a vitamínů (Urbano a kol., 2007). Oproti sójovým bobům má semeno hrachu méně bílkovin a také nižší obsah nedegradovaných bílkovin (Dvořák a kol., 2005).

Hrách setý (*Pisum sativum*) je pro půdu zlepšující plodina, která dokáže fixovat vzdušný dusík pomocí symbiotických bakterií.

Hrách je přirozený fyto-sanitární přerušovač obilního sledu. Hrách zlepšuje strukturu půdy, jeho posklizňové zbytky se velmi rychle rozkládají. Pro pěstování hrachu jsou nevhodné pozemky kyselé, zamokřené či velmi suché, s rizikem citlivosti na rezidua herbicidů. Hrách se pěstuje po jiných leguminózách nejdříve za 4 roky, lépe za 6 let. Optimální doba pro přímou sklizeň je při vlhkosti zrna 16-18 %. Při sklizni při vlhkosti pod 14 % výrazně stoupá poškození semene (i púlení ve slupce) a snižuje se klíčivost, u zeleno-semenných odrůd se snižuje barevná vyrovnanost. Skladovací vlhkost je 16 %. Dosoušení je vhodné provzdušňováním na hromadě. Je třeba mít na zřeteli, že každá manipulace poškozuje semena hrachu.

Tradiční pěstování listového hrachu je omezeno jeho vysokou náchylností k poléhání. Tento problém byl redukován, i když ne zcela vyřešen, mutací, při které se listy přeměnily v úponky. Úponkové (neboli *semi-leafless* odrůdy) a listové odrůdy hrachu porovnávali např. Tran a kol. (2022). Rozdíly mezi typy jsou hlavně ve schopnosti úponkových odrůd odolávat polehnutí a tím se dosahují příznivější podmínky pro silážování. Listové odrůdy se pak hodí pro pěstování ve směsce spolu s obilovinami (Haug a kol., 2023) nebo ve směsi s úponkovou odrůdou (Shen a kol., 2022). Komponenty do směsek je třeba volit podle stanovištních podmínek a požadavků ke zkrmování, přičemž musí být vývojově sladěny tak, aby v době jejich společné sklizně dosahovaly optimální púcinářské zralosti. Výsevek jednotlivých komponentů je třeba sestavit podle jejich konkurenčních i podpúrných vztahů.

Bo a kol. (2022) upozorňují na to, že jak u monokultur, tak u směsných kultur s obilovinami či s vojtěškou, má na složení živin podstatný vliv sklizeň v optimálním vegetačním stádiu, a to jak při sklizni na siláž, tak při sklizni na zrno.

Podle Suchého a kol. (2009) je kvalita hrachového proteinu při hodnocení na základě aminokyselinového spektra srovnatelná s proteinem sojovým. Hrachový protein ve srovnání se sojovým obsahuje vyšší zastoupení threoninu, lysinu a argininu a nižší zastoupení valinu, methioninu, isoleucinu a leucinu. Proto při sestavování krmných směsí s vysokým podílem hrachu je nutné uvedené aminokyseliny, především methionin, doplnit.

### 2.2.2. Bob

Bob představuje nízkonákladové krmivo s vysokým obsahem bílkovin (25–33 % v sušině) a sacharidů (40–48 % škrobu v sušině). Zrno je vhodnou bílkovinnou komponentou krmiv pro vysoký obsah dusíkatých látek a významné je i vysoké zastoupení nepostradatelných aminokyselin.

Novější odrůdy bobu mají menší obsah antinutričních látek – taninů a pyrimidinových glykosidů (vicinu a convicinu). **Taniny se vyskytují hlavně v semeni – konkrétně v osemeni (slupce semen).** Podle obsahu taninů se odrůdy dělí na barevnokvěté (s taniny) a bělokvěté (bez taninů, tzv. 00 odrůdy). Odrůdy bez taninů mají lepší chutnost a stravitelnost, což je výhodné pro krmné účely. Květy barevnokvětých odrůd jsou růžové, červené nebo fialové s výraznou černou skvrnou na pavěze, zatímco bělokvěté odrůdy mají čistě bílé květy bez skvrny. Taniny snižují stravitelnost bílkovin a způsobují hořkou, svíravou chuť, ale současně zvyšují odolnost rostlin proti chorobám a škůdcům v raných fázích růstu. Bělokvěté odrůdy mají vyšší stravitelnost dusíkatých látek a energie pro monogastrická zvířata, ale vyžadují pečlivější ošetření fungicidy a insekticidy.

O termínu sklizně bobu rozhoduje způsob jeho pěstování. U porostů určených k výrobě kvalitní objemné píče je nejčastěji využívána metoda sklizně celých rostlin systémem silážování drtě, tzv. metoda Ganzpflanzensilage (GPS). Optimální doba sklizně na siláž je, když sušina drtě dosáhne 35–40 %. Monokulturně pěstovaný porost je při této sušině na počátku žluté zralosti, semena jsou pevná a luský ve spodní třetině již černé.

Bob má obecně dobrou silážovatelnost díky vysokému obsahu rozpustných cukrů a nižší pufrační kapacitě ve srovnání s jinými luskovinami. Sklizeň napřímo bez zavádání může být u bobu výhodnější než klasická metoda se zavádáním, protože snižuje ztráty a zkracuje technologický proces.

Z pohledu výnosu, obsahu dusíkatých látek a stravitelnosti je bob v porovnání s jinými luskovinami hodnocen jako plodina s velmi dobrými vlastnostmi pro produkci kvalitního objemného krmiva s vysokým obsahem energie a bílkovin.

### 2.2.3. Lupina

Rod lupina zahrnuje několik set druhů, které pocházejí z oblasti Středozemního moře a Jižní Ameriky. Jedná se o starou kulturní rostlinu, kterou pěstovali již starověké civilizace Egypťanů a Řeků. Původní odrůdy obsahovaly řadu antinutričních látek, především chinolizidinové alkaloidy (působí toxicky, poškozují jaterní tkáň, nervový systém, ledviny a srdce) a hořké látky snižující chutnost. To omezovalo využití lupiny především na zelené hnojení. Na konci minulého století byly vyšlechtěny odrůdy se sníženým (do 0,05 %) obsahem antinutričních a hořkých látek. Tyto odrůdy již nejsou hořké a zdravotně nezávadné a uplatňují se ve výživě zvířat, jako celé rostliny (pro přežvýkavce), nebo semena pro skot,

prasata a drůbež. Využívají se jako potraviny i v přímé výživě lidí. V současné době se rozšiřují plochy lupiny v řadě států světa. V Evropské unii se lupina pěstuje od devadesátých let 20. století.

Lupině se daří na lehkých písčitéch půdách s kyselým až neutrálním pH. Podobně jako ostatní luskoviny obohacuje půdu dusíkem a získává dusík potřebný k růstu prostřednictvím hlízkových bakterií *Rhizobium* na kořenech. Vytváří hluboký kořenový systém a její posklizňové zbytky obohacují půdu. Lupina je vhodnou plodinou i pro ekologické zemědělství. Nevyžaduje velké vstupy hnojiv, zúrodňuje půdu, je výbornou předplodinou a má schopnost potlačovat určité plevele. Nebyla také geneticky pozměňována.

Zemědělsky využívané jsou jednoleté druhy – lupina bílá, lupina žlutá, lupina modrá a lupina proměnlivá (andská).

Lupina bílá (*Lupinus albus*) má dlouhou vegetační dobu, proto vyžaduje včasný termín setí. Je citlivá na teploty od  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ze všech druhů je nejvíce náročná na teplotní a vláhové podmínky. Snáší i těžší písčitohlinité půdy s neutrálním pH. Vytváří nepukavé lusky a sklízí se v plné zralosti. Využívá se ke krmným účelům i v potravinářství pro lidskou výživu.

Lupina žlutá (*Lupinus luteus*) je méně náročná na teplotu než lupina bílá. Je citlivá na obsah vápna v půdě a vyhovuje jí pH 4,5 – 6. Vyznačuje se vysokým obsahem proteinu. Vzhledem k pukavým luskům se sklízí před plnou zralostí. Je vhodná na krmení celých rostlin vzhledem k pozdní lignifikaci pletiv.

Lupina modrá, úzkolistá (*Lupinus angustifolius*) je nejranější a nejméně náročná na teploty. Barva jejího květu nemusí být pouze modrá, ale i růžová, nebo bílá. Je relativně odolnější k antraknóze, zejména u rezistentních odrůd. Je vhodná do lehkých a středních půd s pH do 6,8. Ve výživě zvířat se využívají semena i celé rostliny jako zelené krmení.

Lupina proměnlivá, andská (*Lupinus mutabilis*) se také jako lupina modrá vyznačuje vyšší odolností proti antraknóze.

Semeno lupiny je významným zdrojem dusíkatých látek (28–42 %) a tuku (4–12 %) s vysokým podílem nenasycených mastných kyselin. Obecně mají lupiny vyrovnaný rozsah aminokyselin, které vyhovují požadavkům hospodářských zvířat. Oproti zrninám má nízký obsah škrobu (4–10 %). Zhruba 20 % hmotnosti zrna tvoří jeho slupka tvořená především celulózą a hemicelulózą (Homolka a Kudrna, 2007).

Siláže luskovin patří mezi tradiční a významná (hrách, bob) nebo perspektivní (lupina) rostlinná krmivá pro skot díky vysokému obsahu bílkovin a relativně vysoké energetické hodnotě. Při hodnocení jejich výživové hodnoty je klíčové nejen chemické složení, ale také skutečná stravitelnost, tj. podíl živin, které jsou skutečně využité zvířetem. Znalost stravitelnosti je nepostradatelná pro jejich využití v krmných dávkách skotu.

## 2.3. Experimentální část metodiky

### 2.3.1. Materiál a metodika

#### Pokusné lokality a odrůdy

Ve Výzkumném ústavu živočišné výroby, v.v.i. (VÚŽV) na farmě v Netlukách bylo monokulturně zaseto na cca 3 ha 6 odrůd luskovin. Jednalo se o 2 odrůdy hrachu (Gambit a Protecta), 2 bobu (Merkur a Mistral) a 2 lupiny úzkolisté (Boregine a Rumba).

Píce luskovin byla sklížena v období mléčné zralosti zrn pomocí řezačky Claas Jaguar 860 s teoretickou délkou řezanky 30 mm a silážována do IBC boxů. Po postupném dusání a vrstvení píce byly siláže zakryty silážními plachtami a následně umístěny zátěžové pytle. Siláže byly otevírány po minimálně 4 měsících zrání. Byly z nich odebrány vzorky na stanovení živin (sušina, popel, organická hmota, vláknina, frakce vlákniny, dusíkaté látky, tuk, škrob) a na silážní rozbor (pH, obsah TMK a kyseliny mléčné pro zhodnocení kvality fermentačního procesu).

Siláže byly naváženy v množství cca 3 % (v sušině) váhy těla ovcí, zamraženy a postupně zvířatům zkrmovány. V pokusech *in vivo* bylo použito 6 skopců plemene Romanovská ovce ( $67,1 \pm 11$  kg). Přípravné období, v délce 10 dnů, bylo využito k přivyknutí zvířat na novou krmnou dávku. Skopci byli ustájeni skupinově a měli přístup ke krmivu a vodě ad libitum. Pokusné období trvalo 4 dny, skopci byli individuálně ustájeni v bilančních klecích, krmeni 2x denně v 8 a 17 hodin. Každé ráno před nakrmením se vážily zbytky a výkaly ke zjištění skutečného příjmu krmiva a stanovení stravitelnosti živin v nich.

Vzorky zbytků krmiva (5 % z váhy) byly po dobu 4 dnů skladovány v lednici a poté usušeny při 55 °C v sušárně. Vzorky výkalů (10 % z váhy) byly po dobu 4 dnů skladovány v mrazáku a poté zlyofilizovány. Usušené vzorky výkalů a zbytků byly namlety na velikost 1 mm a v laboratoři v nich byly stanoveny živiny.

#### Chemické analýzy a statistika

Chemické složení vzorků bylo analyzováno v laboratoři VÚŽV na oddělení Výživy a krmení hospodářských zvířat. Sušina (DM), popel, dusíkaté látky (NL), hrubá vláknina (CF), neutrálně detergentní vláknina (NDF), acidodetergentní vláknina (ADF), acido detergentního lignin (ADL) a škrob byly stanoveny podle AOAC (2005). Obsah vlákniny je prezentován bez obsahu popela. Obsah neutrálně detergentní vlákniny byl stanoven s využitím sulfidu sodného a s alfa amylázou a je uváděn bez obsahu popela. Obsah acidodetergentní vlákniny je uváděn bez obsahu popela.

Pro zpracování a vyhodnocení statistických údajů byly využity softwarové nástroje STATISTICA 13 a Statgraphics Centurion 18 (64bitová verze). K analýze dat byla aplikována vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA), přičemž hladina statistické významnosti byla stanovena na úrovni  $\alpha = 0,05$ . Pro ověření statisticky významných rozdílů mezi sledovanými skupinami byl následně použit Tukeyův test.

### 2.3.2. Výsledky a diskuse

V rámci této práce byly hodnoceny vybrané parametry chemického složení a stravitelnosti siláží připravených z různých druhů luskovin: hrachu (odrůdy Gambit a Protecta), lupiny (odrůdy Boregine a Rumba) a bobu (odrůdy Mistral a Merkur). Cílem experimentu bylo porovnat obsah základních živin

v sušině jednotlivých siláží a dále zhodnotit jejich stravitelnost prostřednictvím *in vivo* pokusů provedených na ovcích.

Z hlediska chemického složení byly sledovány následující parametry: obsah sušiny, popela, organické hmoty (OH), dusíkatých látek a hrubé vlákniny, neutrálně detergentní vlákniny, acido detergentní vlákniny, acido detergentního ligninu a bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV). U siláží byl nejprve stanoven obsah sušiny, následně byly analyzovány další nutriční parametry, vyjádřené jako procentuální podíl ze sušiny píce. Získaná data byla statisticky zpracována a prezentována formou souhrnných tabulek, které znázorňují hodnoty jednotlivých ukazatelů napříč sledovanými odrůdami. Výsledky statistických analýz jsou doplněny o horní indexy v podobě malých písmen, které označují statisticky významné rozdíly mezi skupinami v rámci jednotlivých sledovaných parametrů.

Souhrnné výsledky chemické analýzy jednotlivých siláží jsou uvedeny v tabulce 1 a grafu 1. Mezi jednotlivými odrůdami byly zaznamenány rozdíly, které byly statisticky průkazné.

Nejvyšší obsah sušiny byl zaznamenán u hrachové odrůdy Gambit (26,17 %), nejvyšší koncentrace dusíkatých látek byla zjištěna u bobu odrůdy Mistral (16,88 %) a nejvyšší obsah vlákniny i NDF vykazovala lupina odrůdy Rumba (28,01 % a 40,99 %), nejvyšší obsah tuku u lupiny Rumba (1,69 %). Naopak nejnižší hodnoty byly zjištěny převážně u hrachových odrůd. Odrůda Gambit vykazovala nejnižší obsah dusíkatých látek (13,52 %), zatímco odrůda Protecta dosáhla nejnižší hodnoty obsahu vlákniny (20,59 %) a zároveň druhé nejnižší koncentrace sušiny (21,39 %).

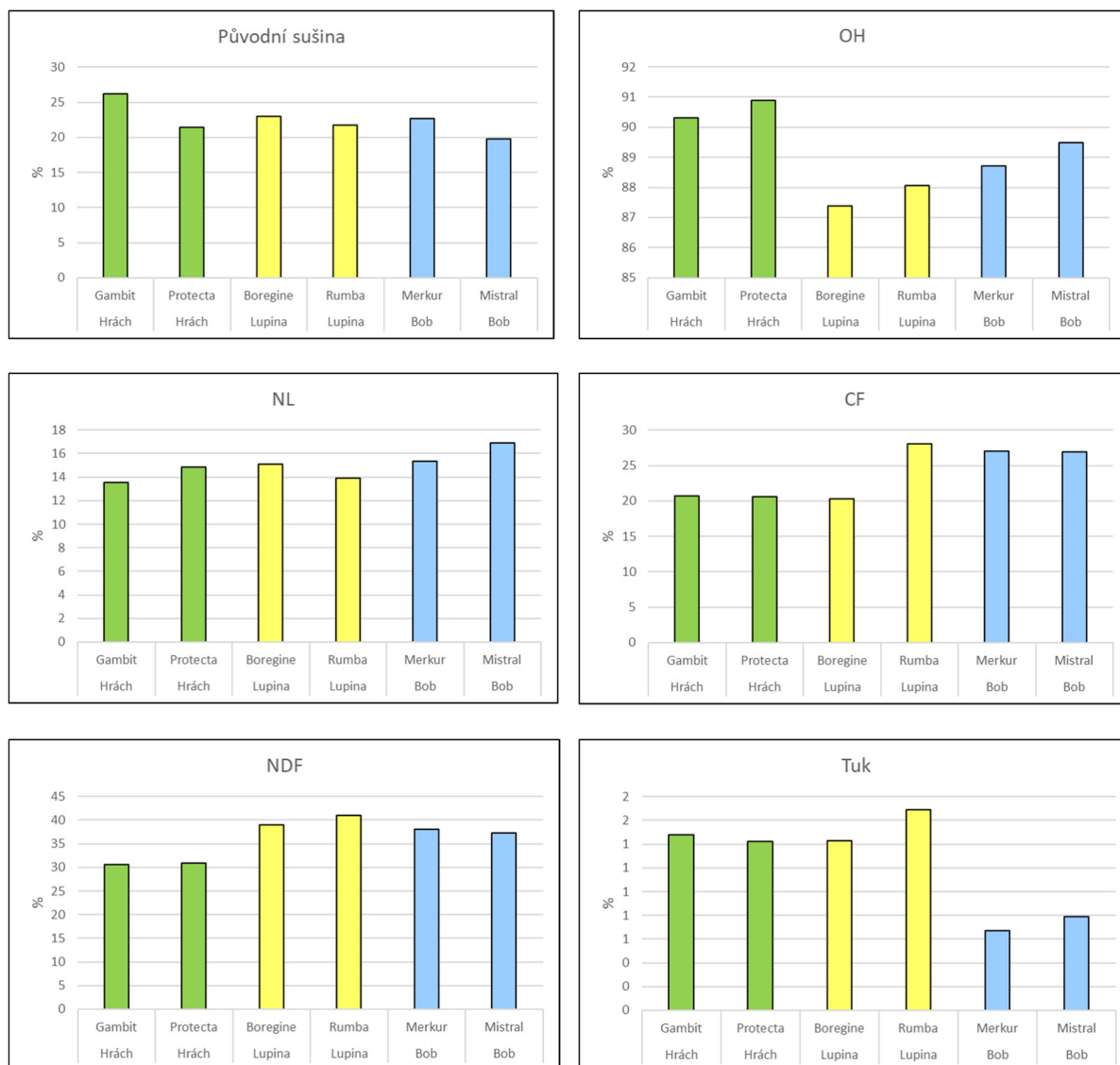
Tabulka 1. Obsahy sušiny a dalších živin u sledovaných odrůd siláží hrachu, bobu a lupiny.

Plodina/Odrůda	Sušina <sup>1</sup>	NL <sup>1</sup>	Tuk <sup>1</sup>	CF <sup>1</sup>	Popel <sup>1</sup>	OH <sup>1</sup>	NDF <sup>1</sup>	ADF <sup>1</sup>	ADL <sup>1</sup>	BNLV <sup>1</sup>
Hrách/Gambit	26,17±1,80 b	13,52±0,65c	1,48±0,09a b	20,67±0,25 b	9,68±0,81a	90,32±0,81 b	30,64±0,16 a	24,53±0,29 a	3,48±0,08a	54,65±1,63c
Hrách/Protecta	21,39±1,47 a	14,84±0,73 bc	1,42±0,14 b	20,59±0,88 b	9,11±0,70a	90,89±0,70 b	30,96±1,34 a	24,71±1,12 a	3,54±0,18a	54,04±0,54 bc
Lupina úzk./Boregine	22,98±1,48 ab	15,11±0,65 b	1,43±0,06a b	27,30±0,47 a	12,61±0,63 b	87,39±0,63 a	39,04±0,59 b	34,45±0,74 b	4,11±0,14a b	43,56±0,48 a
Lupina úzk./Rumba	21,77±1,01 a	13,94±0,63 bc	1,69±0,05 b	28,01±0,82 a	11,93±0,22 b	88,07±0,22 a	40,99±1,10 b	35,06±0,63 b	4,16±0,08a b	44,43±0,37 a
Bob/Merkur	22,68±2,22 ab	15,37±0,29 ab	0,67±0,15a	27,00±0,98 a	11,29±0,69 ab	88,71±0,69 ab	37,99±1,73 ab	35,39±1,46 b	5,56±0,25 b	45,68±0,20 a
Bob/Mistral	19,76±0,90 a	16,88±0,12 a	0,79±0,03a b	26,89±0,27 a	10,51±0,35 a	89,49±0,35 b	37,20±0,99 ab	33,16±0,34 ab	4,63±0,23a b	44,93±0,15 ab

ADF = acido detergentní vláknina, ADL = acido detergentní lignin, BNLV = bezdusíkaté látky výtahové, CF = hrubá vláknina, NDF = neutrálně detergentní vláknina, NL = dusíkaté látky, OH = organická hmota.

<sup>1</sup>%; a,b,c = hodnoty v sloupci označené různými písmeny se průkazně liší (P<0,05)

Graf 1. Obsah živin u sledovaných odrůd siláží hrachu, bobu a lupiny.



CF = hrubá vláknina, NDF = neutrálně detergentní vláknina, NL = dusíkaté látky, OH = organická hmota.

Tabulka 2. Koeficienty stravitelnosti získané v bilančních pokusech na přežvýkavcích pro sušinu a další živiny u sledovaných odrůd siláží hrachu, bobu a lupiny.

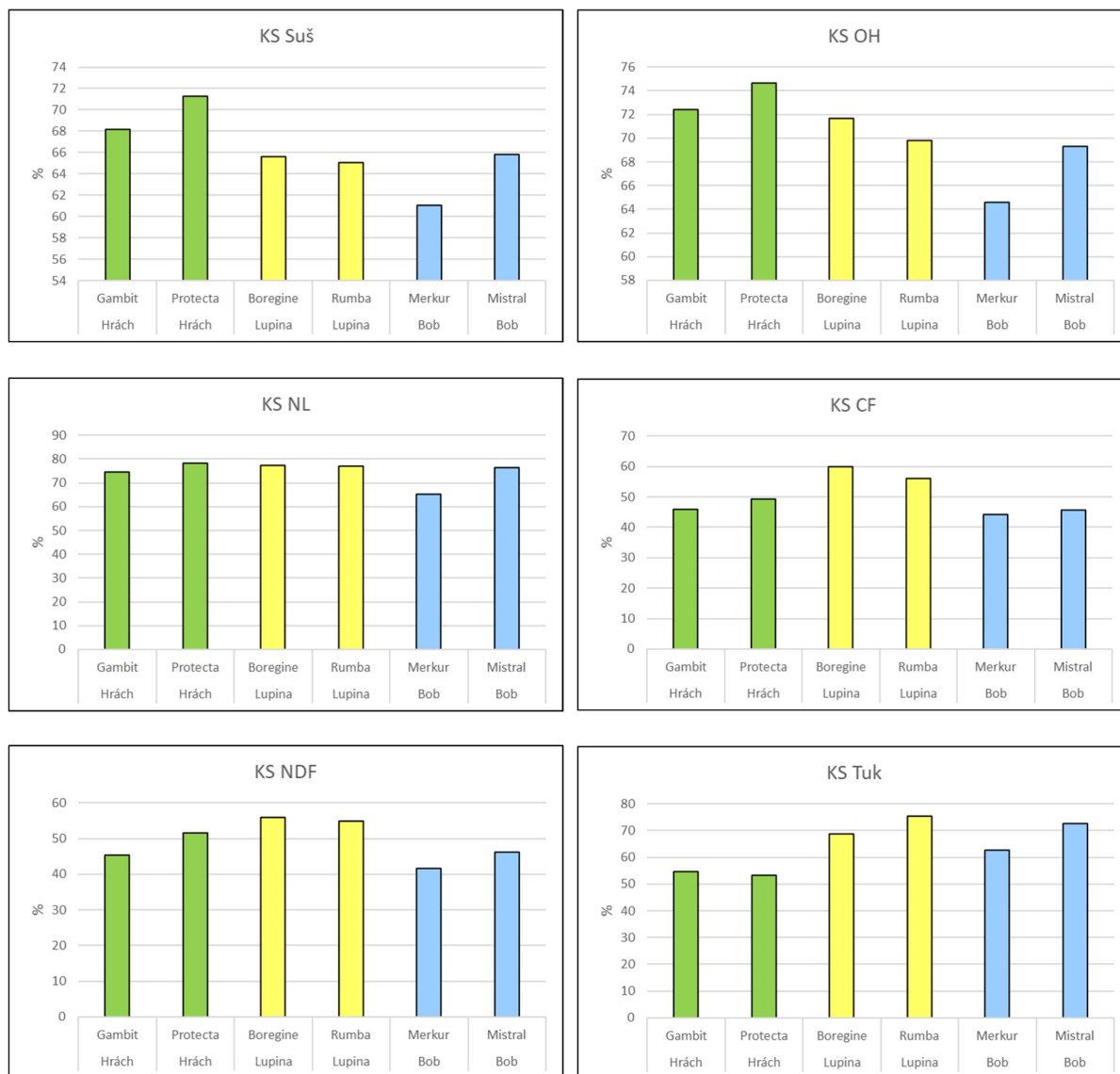
Plodina/Odrůda	KS Suš <sup>1</sup>	KS NL <sup>1</sup>	KS CF <sup>1</sup>	KS NDF <sup>1</sup>	KS Tuk <sup>1</sup>	KS OH <sup>1</sup>	KS BNLV <sup>1</sup>
Hrách/Gambit	68,17±1,64ab	74,63±2,11a	45,95±1,88b	45,44±2,69a	54,57±2,88a	72,44±1,28cd	82,39±1,06bc
Hrách/Protecta	71,28±1,43b	78,38±2,54b	49,24±3,99b	51,54±3,79bc	53,20±3,31a	74,62±1,41d	83,65±0,77c
Lupina úzk./Boregine	65,62±1,46a	77,24±0,92ab	59,85±1,31a	55,81±1,97c	68,83±3,22bc	71,68±0,75bc	77,08±1,02a
Lupina úzk./Rumba	65,04±1,71a	76,97±1,57ab	56,04±1,02a	54,85±1,94c	75,28±2,84c	69,80±1,03bc	75,84±1,26a
Bob/Merkur	61,03±1,79c	65,20±1,69c	44,20±2,39b	41,67±2,81a	62,78±12,33ab	64,59±1,33a	75,88±1,14a
Bob/Mistral	65,83±3,55a	76,32±2,20ab	45,69±5,05b	46,25±4,81ab	72,50±4,69bc	69,32±2,84b	80,26±1,88b

KS Suš = koeficient stravitelnosti sušiny, KS NL = koeficient stravitelnosti dusíkatých látek, KS CF = koeficient stravitelnosti vlákniny,

KS NDF = stravitelnost neutrálně detergentní vlákniny, KS Tuk = koeficient stravitelnosti tuku, KS OH = koeficient stravitelnosti organické hmoty, KS BNLV = koeficient stravitelnosti bezdusíkatých látek výtahových.

<sup>1</sup>%: a,b,c,d = hodnoty v sloupci označené různými písmeny se průkazně liší (P<0,05)

Graf 2. Koeficienty stravitelnosti živin získané v bilančních pokusech na přežvýkavcích u sledovaných odrůd siláží hrachu, bobu a lupiny.



KS Suš = koeficient stravitelnosti sušiny, KS OH = koeficient stravitelnosti organické hmoty,  
 KS NL = koeficient stravitelnosti dusíkatých látek, KS CF = koeficient stravitelnosti vlákniny,  
 KS NDF = koeficient stravitelnosti neutrálně detergentní vlákniny, KS Tuk = koeficient stravitelnosti tuku.

Stravitelnost živin představuje klíčový ukazatel nutriční hodnoty objemných krmiv. V rámci realizovaného pokusu byla u jednotlivých variant siláží stanovena stravitelnost sušiny (KS Suš), dusíkatých látek (KS NL), vlákniny (KS CF), tuku (KS Tuk), neutrálně detergentní vlákniny (KS NDF), organické hmoty (KS OH) a bezdusíkatých látek výťažkových (KS BNLV). Tyto parametry byly získány na základě *in vivo* pokusů a slouží k objektivnímu porovnání výživové hodnoty mezi jednotlivými druhy a odrůdami hodnocených luskovin. Přehled získaných hodnot je uveden v tabulce 2 a grafu 2.

Ve sledovaných ukazatelích byly zaznamenány rozdíly jak mezi jednotlivými druhy luskovin, tak i mezi odrůdami v rámci téhož druhu. Statistická analýza potvrdila průkazné rozdíly, které jsou v tabulce vyznačeny pomocí indexů.

Velká variabilita byla zaznamenána u ukazatele KS CF, jehož hodnoty se pohybovaly od 44,20 % (bob odrůdy Merkur) po 59,85 % (lupina odrůdy Boregine).

Z výsledků uvedených v tabulce 2 je zřejmé, že odrůda Protecta (hrách) dosáhla nejvyšších hodnot u stravitelnost sušiny, kde hodnota činila 71,28 %, a stravitelnost dusíkatých látek s hodnotou 78,38 %. Naproti tomu nejnižší hodnoty byly zaznamenány u bobu odrůdy Merkur, konkrétně stravitelnost sušiny 61,03 %, stravitelnost dusíkatých látek 65,20 % a stravitelnost hrubé vlákniny 44,20 %. Tyto výsledky poukazují na výrazné rozdíly ve stravitelnosti mezi jednotlivými odrůdami a druhy luskovin.

#### **Stravitelnost sušiny**

Nejvyšší hodnoty KS Suš byly zjištěny u hrachu, přičemž odrůda Protecta dosáhla nejvyšší hodnoty 71,28 %, následována odrůdou Gambit s hodnotou 68,17 %. Odrůdy lupiny vykazovaly hodnotu KS Suš na úrovni 65,62 % - Boregine a 65,04 % - Rumba. Mezi oběma odrůdami nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl. Podobnou úroveň stravitelnosti vykazoval i bob odrůdy Mistral (65,83 %). Odrůda Merkur dosáhla statisticky průkazně nejnižší hodnoty KS Suš (61,03 %). Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou KS Suš činil přibližně desetiprocentní rozpětí, jak lze ilustrovat na odrůdě Protecta 71,28 % a Merkur 61,03 %. Odrůdy hrachu dosahovaly obecně vyšší stravitelnosti než odrůdy lupiny a bobu.

#### **Stravitelnost NL**

Nejvyšší hodnotu KS NL vykazovala hrachová odrůda Protecta (78,38 %). Druhou nejvyšší hodnotu zaznamenala lupina odrůdy Boregine (77,24 %), následovaná odrůdou Rumba (76,97 %). Mezi těmito dvěma lupinovými odrůdami nebyl prokázán statisticky významný rozdíl. Naopak nejnižší hodnoty KS NL byly zaznamenány u odrůd Merkur, kde stravitelnost dusíkatých látek činila pouhých 65,20 %. Tato hodnota byla statisticky významně nižší než u ostatních sledovaných variant.

#### **Stravitelnost CF**

Nejvyšší hodnoty KS CF byly zjištěny u lupiny. Obě odrůdy vykazovaly statisticky nejvyšší hodnotu KS CF, Boregine 59,85 % a Rumba 56,04 %, oproti ostatním sledovaným plodinám. Z hrachových odrůd vykazovala vyšší stravitelnost vlákniny odrůda Protecta, která dosáhla 49,24 %, zatímco odrůda Gambit dosáhla hodnoty 45,95 %. Hodnoty KS CF u obou hrachových odrůd byly vyšší než u bobu, nicméně statistická významnost těchto rozdílů nebyla prokázána. Odrůda Mistral dosáhla hodnoty 45,69 %, zatímco odrůda Merkur vykazovala nejnižší hodnotu celého souboru 44,20 %. Mezi těmito dvěma variantami nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl, avšak obě byly průkazně odlišné od odrůd lupiny. Celkové rozpětí hodnot u parametru KS CF bylo od nejvyšší hodnoty u lupiny Boregine (59,85 %) po nejnižší u bobu Merkur (44,20 %).

Stravitelná sušina (KS Suš) je klíčovým ukazatelem toho, jak účinně dokáží přežvýkavci využít objemnou píci ve svém zažívacím traktu. V této studii se hodnoty KS Suš pohybovaly mezi 61,03 % (bob Merkur) až 71,28 % (hrách Protecta). Lze tedy konstatovat, že existuje poměrně vysoká variabilitu mezi jednotlivými druhy a odrůdami. Pro srovnání Fraser et al. (2005) uvádějí rozmezí 60–70 % pro lupinu v závislosti na termínu sklizně. Podobně Castro-Montoya et al. (2017) uvádějí 62–71 % pro tropické luskoviny.

Nejlepší stravitelnosti dosáhl hrách a to Protecta (71,28 %) a Gambit (68,17 %). Tyto hodnoty odpovídají výsledkům Strydhorst et al. (2008), kde se KS Suš u hrachu pohybovalo mezi 70–75 %. Vyšší stravitelnost hrachu může souviset s nižším obsahem vlákniny a vyšším podílem snadno rozložitelných látek. Lupina dosáhla středních hodnot a to Boregine (65,62 %) a Rumba (65,04 %). I přes vyšší obsah vlákniny zůstala stravitelnost v přijatelném rozmezí, což mohlo být způsobeno díky vyššímu obsahu bílkovin nebo specifické stavbě buněčných stěn.

Nejnižší hodnoty KS Suš byly naměřeny u odrůd bobu, Mistral (65,83 %) a zejména Merkur (61,03 %). Tyto výsledky dosahují nižší hodnoty než v některých jiných studiích, například Crépon et al. (2010), kde se KS Suš bobu pohybovala mezi 70–77 %. Důvodem mohla být pozdější fáze sklizně, vyšší obsah vlákniny a nižší kvalita stonkové části.

Stravitelnost dusíkatých látek ukazuje, jak efektivně umí přežvýkavci využít bílkoviny z objemných krmiv. Tento parametr souvisí nejen s chemickým složením, ale i se strukturou rostlin a fermentační aktivitou v batoru. V této studii se KS NL pohybovala mezi 65,20 % (bob Merkur) až 78,38 % (hrách Protecta), což poukazuje na významný rozptyl v získaných hodnotách. Naměřené hodnoty odpovídají údajům z jiných publikací. Ramos-Morales et al. (2010) uvádějí rozmezí 76–82 % pro různé druhy luskovin, přičemž lupina může podle autorů dosáhnout až na 87 %.

Lupinové odrůdy v této práci Boregine (77,24 %) a Rumba (76,97 %) patřily k nejlepším. Výsledky potvrzují výživový potenciál lupinových siláží. Podle Fräsera et al. (2005) a Rinne et al. (2006) může být vysoká stravitelnost u lupiny spojena s jemnější strukturou buněčných stěn a nižším podílem nestravitelných látek, i když obsah vlákniny bývá vyšší.

U hrachu byla stravitelnost NL rovněž vysoká. Protecta (78,38 %) se téměř shoduje s hodnotami uváděnými v práci Crépon et al. (2010), kde stravitelnost dosahovala 80–88 %. Gambit vykázal mírně nižší hodnotu (74,63 %), což může souviset s vyšším podílem vlákniny nebo pozdější fenofází při sklizni. Přesto obě hrachové odrůdy patřily k velmi dobře stravitelným.

Odrůdy bobu vykazovaly nejnižší hodnoty KS NL. Merkur (65,20 %) se výrazně lišil nejen od druhé odrůdy bobu, ale i od hodnot uváděných v literatuře. Naopak Mistral (76,32 %) měl hodnotu srovnatelnou s lupinou. Tento rozdíl potvrzuje, že odrůda může mít na výživovou kvalitu zásadní vliv, jak uvádějí i Rinne et al. (2006) nebo Strydhorst et al. (2008).

Stravitelná vláknina je důležitým ukazatelem nutriční kvality objemných krmiv. Ovlivňuje fermentaci v batoru, rychlost průchodu tráveniny a tvorbu mikrobiální bílkoviny. V této studii se hodnoty KS CF pohybovaly od 44,20 % (bob Merkur) do 59,85 % (lupina Boregine). Tento parametr se vyznačoval nejvýraznějšími rozdíly mezi odrůdami.

Nejvyšší stravitelnost vlákniny byla naměřena u lupiny. Odrůda Boregine dosáhla hodnoty 59,85 %, Rumba 56,04 %. Podobně například Castro-Montoya et al. (2017) uvádějí stravitelnost NDF u tropických luskovin mezi 51,5–63,4 %. Ramos-Morales et al. (2010) uvádějí až 60 % pro vybrané luskoviny. Výsledky lupiny tedy potvrzují její vysoký potenciál z hlediska využitelné vlákniny.

Hrách dosahoval nižších hodnot KS CF, Protecta 49,24 % a Gambit 45,95 %. To odpovídá údajům Rinne et al. (2006), kde se stravitelnost vlákniny u luskovin pohybovala mezi 45–65 %, v závislosti na fenologické fázi rostlin.

Nejnižší hodnoty KS CF byly zaznamenány u bobu, Mistral 45,69 % a Merkur 44,20 %. To je pod průměrem uváděným v odborné literatuře. Nižší stravitelnost může být způsobena vyšším podílem lignifikovaných stonků a nižší fermentovatelností. Výsledky mohou být silně ovlivněny jak odrůdou, tak i podmínkami pěstování a způsobem konzervace.

### 2.3.3. Závěr

Cílem této práce bylo stanovit nutriční hodnotu a stravitelnost siláží připravených z vybraných druhů luskovin, a to konkrétně hrachu setého *Pisum sativum*, lupiny úzkolisté *Lupinus angustifolius* a bobu setého *Vicia faba* pro výživu přežvýkavců. Výsledky potvrdily výrazné rozdíly mezi jednotlivými druhy i odrůdami, a to jak v chemickém složení, tak ve stravitelnosti sledovaných parametrů.

Z hlediska obsahu sušiny měl nejvyšší hodnotu hrách odrůdy Gambit (26,17 %), zatímco nejnižší byla zaznamenána u bobu Mistral (19,76 %). Nejvyšší podíl dusíkatých látek byl naměřen u bobu Mistral (16,88 %), následovala lupina Boregine (15,11 %). Hrách vykazoval obecně nižší hodnoty (např. Gambit 13,52 %). Obsah vlákniny byl nejvyšší u lupiny Rumba (28,01 %) a nejnižší u hrachu Protecta (20,59 %).

Při hodnocení stravitelnosti sušiny dosáhl nejvyšší hodnoty hrách Protecta (71,28 %), zatímco nejnižší stravitelnost vykazoval bob Merkur (61,03 %). U stravitelnosti dusíkatých látek dosáhly vysokých hodnot obě lupinové odrůdy, Boregine (77,24 %) a Rumba (76,97 %), nejvyšší hodnotu však zaznamenal hrách Protecta (78,38 %). Nejvyšší stravitelnost vlákniny byla opět u lupiny Boregine (59,85 %), zatímco nejnižší u bobu Merkur (44,20 %). Rozptyl naměřených hodnot ukazuje na výrazný vliv jak botanického druhu, tak konkrétní odrůdy.

Cílem sledování bylo porovnání lupin s tradičními bílkovinnými silážemi. Odrůdy lupiny skutečně vykazovaly velmi dobré výsledky ve stravitelnosti dusíkatých látek Boregine (77,24 %) a Rumba (76,97 %), nicméně nejvyšší hodnota KS NL byla naměřena u hrachu Protecta (78,38 %). Ovšem nejednalo se o statisticky významný rozdíl. Přesto získané výsledky mohou naznačovat, že některé hrachové odrůdy mohou mít srovnatelný, nebo dokonce vyšší výživový potenciál než lupina.

Výsledky této práce potvrzují vysoký nutriční potenciál siláží z luskovin, především z lupiny a hrachu, jako hodnotné složky krmných dávek pro přežvýkavce. Zařazení luskovin pěstovaných v místních podmínkách může podpořit soběstačnost, diverzifikaci krmných zdrojů a přispět k udržitelnější živočišné produkci. S ohledem na zaznamenané odrůdové rozdíly je vhodné pokračovat v dalším výzkumu, a to i s různými podmínkami pěstování.

### 3. Srovnání novosti postupů s jinými již známými (resp. dostupnými) postupy

Metodika přináší nové poznatky především pro optimalizaci produkce luskovinných siláží.

Výsledky ukazují, že pro praktické využití v krmných dávkách je důležité zohlednit nejen obsah živin, ale i jejich skutečnou stravitelnost v batoru, která je ovlivněna interakcemi mezi chemickým složením luskovin a mikrobiální fermentací.

Nově metodika přináší přesné hodnoty koeficientů stravitelnosti pro konkrétní odrůdy luskovin uplatnitelné při formulaci krmných dávek pro skot. Zpřesněním dávek dojde k vyšší užitkovosti a ekonomičtějšímu využití krmiv.

### 4. Popis uplatnění certifikované metodiky v praxi

Metodika najde své uplatnění především v zemědělské praxi u velkých, středních i malých zemědělců, kteří sklízí luskoviny nejen za účelem silážování a následně siláže využívají ke krmení hospodářských zvířat, ale využívají i semeno luskovin v krmných dávkách skotu. Metodiku mohou využívat také poradci zemědělských podniků či pracovníci služeb pro zemědělství. Uplatnění najde ve výuce studentů ČZU v Praze. Stejně tak bude k dispozici na seminářích, které bude pořádat VÚŽV, nebo na kterých bude někdo z autorského kolektivu přednášet. Metodiku mohou také využít pracovníci univerzit a středních škol se zemědělským zaměřením pro výuku studentů.

Smlouva o uplatnění metodiky byla uzavřena s uživatelem metodiky Mayline Investment Corporation Limited s.r.o.

### 5. Ekonomické aspekty certifikované metodiky

Siláže z kvalitních odrůd luskovin s vysokou stravitelností zlepšují využití živin v krmivech. Vyšší stravitelnost znamená:

nižší ztráty v batoru,

vyšší příjem energie a bílkovin,

lepší fermentaci v trávicím traktu skotu.

To vede k vyšší produkci mléka / rychlejšímu přírůstku hmotnosti, při stejném množství vstupních krmiv.

Ekonomický efekt: vyšší produktivita na jednotku krmiva = nižší náklady na litr mléka / kg přírůstku hmotnosti.

Pokud je známa stravitelnost jednotlivých odrůd luskovin, lze přesně:

ohodnotit jejich nutriční hodnotu (získat přesné KD a NEL/PDIE/PDIN),

přesněji vyvážit krmné dávky a lépe je optimalizovat.

Díky tomu jsou více požadavky zvířat hrazeny objemným krmivem a dochází k úspoře drahého jadrného krmiva (koncentráty).

Ekonomický dopad:

jadrná krmiva patří mezi nejdražší komponenty, často tvoří 30–50 % nákladů na krmnou dávku, jejich snížení o 1-5 % znamená nižší náklady na krmivo na kus týdně i ročně.

Přepočet ekonomické úspory při snížení jádra o 0,5 kg/den.

Předpoklady (běžné v ČR):

Cena jaderného krmiva: 10 Kč/kg

Cena siláže luskovinné: 2,5 Kč/kg

Nahrazení: 0,5 kg jádra → +1,0 kg siláže

(konzervativní poměr při vysoké stravitelnosti siláže)

Denní rozdíl nákladů na 1 kus skotu:

Úspora jádra:  $0,5 \text{ kg} \times 10 \text{ Kč} = -5,0 \text{ Kč}$

Zvýšení siláže:  $1,0 \text{ kg} \times 2,5 \text{ Kč} = +2,5 \text{ Kč}$

Čistá denní úspora: 2,5 Kč/kus

Roční úspora na 1 kus:

$2,5 \text{ Kč} \times 365 \text{ dní} = 912,5 \text{ Kč} / \text{kus} / \text{rok}$

Modelový přepočet na farmu v ČR:

Počet kusů    Roční úspora

50 ks        ~45 600 Kč

100 ks      ~91 000 Kč

200 ks      ~182 500 Kč

Použití vysoce stravitelných siláží luskovin vede k výraznému zlepšení efektivity krmné dávky u skotu, umožňuje snížit podíl nákladových koncentrátů a přináší měřitelné ekonomické úspory při zachování nebo zvýšení produkce mléka a masa v podmínkách ČR.

Ekonomické přínosy jsou ve využití přesných hodnot koeficientů stravitelnosti pro konkrétní odrůdy luskovin při formulaci krmných dávek pro skot. Zpřesněním dávek dojde k vyšší užitkovosti a ekonomičtějšímu využití krmiv.

## 6. Seznam použité související literatury

AOAC (2005) Official methods of analysis of AOAC International (18th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.

Blagojevic M., Dordevic N., Dinic B., Vasic T., Milenkovic J., Petrovic M., Markovic J. (2017) Determination of Green Forage and Silage Protein Degradability of Some Pea (*Pisum sativum* L.) + Oat (*Avena sativa* L.) Mixtures Grown in Serbia. *J. Agric. Sci.* 23, 415-422.

- Bo P.T., Bai Y., Dong Y., Shi H., Soe Htet M.N., Samoon H.A., Hai J. (2022) Influence of Different Harvesting Stages and Cereals–Legume Mixture on Forage Biomass Yield, Nutritional Compositions, and Quality under Loess Plateau Region. *MDPI, Plants*, 11(20), 2801.
- Castro-Montoya, J. M., Dickhoefer, U. (2017). Effects of tropical legume silages on intake, digestibility and nitrogen retention in ruminants: A meta-analysis. *Grass and Forage Science*, 72(2), 220–232.
- Crépon, K., Marget P., Peyronnet, C.; Carrouée, B., Arese, P., Duc, G. (2010). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Res.* 115 (3), 329-339.
- Dixon R., Hosking B. (1992) Nutritional Value of Grain Legumes for Ruminants. *Nutri Res. Reviews*, 5(1), 19-43. DOI 10.1079/NRR19920005.
- Dvořák R., Pechová A., Pavlata L., Filípek J., Dostálová J., Réblová Z., Klejdus B., Kovařík K., Poul J. (2005) Reduction in the content of antinutritional substances in pea seeds (*Pisum sativum* L.) by different treatments. *Czech J. Anim. Sci.*, 50, 519-527. DOI 10.17221/4257-CJAS.
- Fraser, M., Fychan, R., Jones, R., 2005. The effect of harvest date and inoculation on the yield and fermentation characteristics of two varieties of white lupin (*Lupinus albus*) when ensiled as a whole crop. *Animal Feed Science and Technology*, 119, 307–322.
- Haug B., Messmer M.M., Enjalbert J., Goldringer I., Flutre T., Mary-Huard T., Hohmann P. (2023) New insights towards breeding for mixed cropping of spring pea and barley to increase yield and yield stability. *Field Crops Res.*, 297, 108923.
- Higgs R.J., Chase L.E., Van Amburgh M.E. (2012) Case study: Application and evaluation of the Cornell net carbohydrate and protein system as a tool to improve nitrogen utilization in commercial dairy herds. *The Professional Animal Scientist* 28, 370-378.
- Homolka, P. & Kudrna, V. (2007). Uplatnění lupiny ve výživě přežvýkavců. *Studie Vědeckého výboru výživy zvířat, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha-Uhřetěves*. 44 s.
- Iommelli P., Zicarelli F., Musco N., Sarubbi F., Grossi M., Lotito D., Lombardi P., Infascelli F., Tudisco R. (2022) Effect of Cereals and Legumes Processing on In Situ Rumen Protein Degradability: A Review. *Fermentation*, 8, 363. DOI 10.3390/fermentation8080363.
- Prusinski J., Borowska M., Kaszkowiak E., Olszak G. (2016) The after-effect of chosen Fabaceae forecrops on the yield of grain and protein in winter triticale (*Triticosecale* sp.) fertilized with mineral nitrogen. *Plant Soil Envi.* 62, 571-576.
- Ramos-Morales, E., Sanz-Sampelayo, M. R., Molina-Alcaide, E. (2010). Nutritive evaluation of legume seeds for ruminant feeding. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94(1), 55–64.
- Rinne, M., Kuoppala, K., Huhtanen, P. (2006). Prediction of legume silage digestibility from various laboratory methods. *Grass and Forage Science*, 61(3), 353–362.
- Shen Y., Johnson E.N., Syrový L.D., Warkentin T.D., Devini D.S., Shirtliffe S.J. (2022) Evaluation of yield and agronomic performance of leafed and semi-leafless pea blends. *Agronomy Journal*, 114, 2762–2773. <https://doi.org/10.1002/agj2.21134>
- Schumacher H., Paulsen H.M., Gau A.E., Lin W., Jürgens H.U., Sass O., Dieterich R. (2011) Seed protein amino acid composition of important local grain legumes *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L., *Pisum sativum* L. and *Vicia faba* L. *Plant Breeding*, 130, 156-164. DOI 10.1111/j.1439-0523.2010.01832.x.

Strydhorst, S. M., King, J. R., Lopetinsky, K. J., Harker, K. N., 2008. Forage potential of intercropping barley with faba bean, lupin, or field pea. *Agronomy Journal*, 100, 182–190.

Suchý P., Straková E., Herzig I. (2009) Nutriční a dietetická hodnota tuzemských proteinových krmiv jako alternativa sóji a sójových produktů. Část III – hrách. Studie Vědeckého výboru výživy zvířat. VÚŽV Praha Uhřetěves, 45 s.

Titze N., Krieg J., Steingass H. Rodehutschord M. (2019) Variation of lupin protein degradation in ruminants studied in situ and using chemical protein fractions. *Animal*, 13, 709-717. DOI 10.1017/S1751731118002124.

Tran C.T., Becker H.C., Horneburg B. (2022) Agronomic performance of normal-leafed and semi-leafless pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *Crop Sci.*, 62(4), 1430-1442.

Urbano G., Frejnagel S., Porres J.M., Pilar A., Gomez-Villalva E., Frías J., López-Jurado M. (2007) Effect of phytic acid degradation by soaking and exogenous phytase on the bioavailability of magnesium and zinc from *Pisum sativum*, L. *Europ. Food Res. Technol.*, 226, 105-111. DOI 10.1007/s00217-006-0514-7.

## 7. Seznam publikací, které předcházely metodice

HOMOLKA, P.; JANČÍK, F.; LOUČKA, R.; KOUKOLOVÁ, V.; KUBELKOVÁ, P. Certifikovaná metodika – Optimální způsoby sklizně a silážování hrachu, bobu a lupiny žluté. Praha-Uhřetěves: VÚŽV, v.v.i., 2024. ISBN 978-80-7403-300-1.

HOMOLKA, P.; JANČÍK, F.; PECKA, M.; KUBELKOVÁ, P.; LOUČKA, R.; GAISLEROVÁ, M.; KOUKOLOVÁ, V. Vliv různých fází růstu na nutriční hodnotu píče luskovin. *Náš chov*, 2025, 84(3), 54–56.

HOMOLKA, P.; KUDRNA, V. Uplatnění lupiny ve výživě přežvýkavců. Praha-Uhřetěves: VÚŽV, v.v.i., 2007. 44 s.

LOUČKA, R.; JANČÍK, F.; HOMOLKA, P.; JAMBOR, V.; SYNKOVÁ, H. Kvalita siláží dvou odrůd bobu. *Krmivářství*, 2025, 29(1), 39–41.

LOUČKA, R.; JAMBOR, V.; SYNKOVÁ, H.; HOMOLKA, P.; KOUKOLOVÁ, V.; KUBELKOVÁ, P.; JANČÍK, F. Porovnání výživných hodnot siláží luskovin ve Velkých Opatovicích v roce 2024. *Úroda*, 2025, vědecká příloha.

LOUČKA, R.; JAMBOR, V.; SYNKOVÁ, H.; HOMOLKA, P.; KOUKOLOVÁ, V.; KUBELKOVÁ, P.; JANČÍK, F. Studie porovnávající kvalitu siláže z listnatého a úponkového hrachu. *Úroda*, 2025, vědecká příloha.

SYNKOVÁ, H.; JAMBOR, V.; LOUČKA, R.; HOMOLKA, P. Quality of silages from selected pea and faba bean varieties in the Malá Haná Region. In: Proceedings of the XX International Silage Conference (ISC 2025). Gainesville, USA, 2025, s. 156.

## 8. Jména oponentů a názvy jejich organizací

Prof. Ing. MVDr. Petr Doležal, CSc., MENDELU, Agronomická fakulta, Ústav výživy zvířat a pícninářství.

Ing. Jan Vodička, Ph.D., Ministerstvo zemědělství, Odbor živočišných komodit a ochrany zvířat, Oddělení hospodářských zvířat.

## 9. Fotodokumentace

Foto 1: Hrách odrůdy Gambit



Foto 2: Hrách odrůdy Protecta



Foto 3: Lupina odrůdy Boregine



Foto 4: Lupina odrůdy Rumba



Foto 5: Bob odrůdy Merkur



Foto 6: Bob odrůdy Mistral



Fotografie: 1,2,3,5,6 Petr Homolka, 4 Petra Kubelková

## 10. Dedikace na projekt

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu MZe (NAZV) QK21010344.

Vydal: Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves

Název: Nutriční hodnota siláží luskovin pro skot

Autoři: doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D., Ing. Filip Jančík, Ph.D., Ing. Petra Kubelková, Ph.D., Ing. Matouš Pecka, Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.

ISBN 978-80-7403-354-4

Vydáno bez jazykové úpravy.

© Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i., Praha Uhřetěves





Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.  
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

[www.vuzv.cz](http://www.vuzv.cz)