

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

DISERTAČNÍ PRÁCE

**Bachorová degradace buněčné stěny vybraných druhů trav
sklizených v různých stádiích zralosti a konzervovaných
sušením a silážováním**

Ing. Filip Jančík

2007

Školitel:

doc. Ing. Bohuslav Čermák, CSc.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra genetiky, šlechtění a výživy zvířat

Školitel specialista:

Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Praha-Uhřetěves
Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat

Disertační práce byla uskutečněna s finanční podporou MSM 6007665806 a MZE 0002701403.

Poděkování

Děkuji **doc. Ing. Bohuslavu Čermákovi, CSc.** a **Ing. Petru Homolkovi, CSc., Ph.D.** za odborné vedení mého doktorandského studia.

Upřímně děkuji také zahraniční školitelce **Dr. Marketta Rinne** a **Prof. Peka Huhtanen** za jejich mimořádnou pomoc a cenné rady během mé stáže v MTT Agrifood Research Finland.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracoval samostatně na základě vlastních zjištění a použil pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

.....

V Praze – Uhřetěvsi dne 2007

OBSAH

	Strana
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	1
1. ÚVOD	2
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	4
2.1. Základy fyziologie trávení přežvýkavců	4
2.2. Bachorové mikroorganismy	4
2.3. Trávení sacharidů u přežvýkavců	7
2.4. Sacharidy	10
2.5. Konzervace travních porostů	13
2.6. Stanovení a predikce stravitelnosti organické hmoty	18
2.7. Metoda <i>in sacco</i>	19
2.8. <i>In vitro</i> plynová produkce	22
2.9. <i>In vitro</i> pepsin celulósová rozpustnost	23
3. CÍL PRÁCE	25
4. MATERIÁL A METODIKA	26
4.1. Členění disertační práce	26
4.1.1. Pokus 1	26
4.1.2. Pokus 2	26
4.1.3. Pokus 3	26
4.2. Pokusný materiál	26
4.2.1 Popis zkoumaných trav	27
4.3. Konzervace vzorků	28
4.3.1. Sušené vzorky (Pokus 1 a Pokus 3)	28
4.3.2. Silážované vzorky (Pokus 2)	28
4.4. Chemické analýzy	28
4.5. <i>In sacco</i> analýza	29
4.6. <i>In vitro</i> analýzy	31
4.6.1. <i>In vitro</i> plynová produkce	31
4.6.2. <i>In vitro</i> pepsin celulósová rozpustnost organické hmoty	33
4.7. Kalkulace výsledků	34
4.8. Statistická analýza	37

5. VÝSLEDKY A DISKUSE	38
5.1. Pokus 1	38
5.2. Pokus 2	45
5.3. Pokus 3	48
6. ZÁVĚR	52
7a. SOUHRN	53
7b. SUMMARY	58
8. SEZNAM LITERATURY	63
9. PŘÍLOHY	84
9.1. Tabulky	85
9.2. Grafy	112
9.3. Obrázky	120
9.4. Seznam vlastních publikací	122

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<i>a</i>	- rozpustná frakce krmiva (živiny)
ADF	- acido detergentní vláknina
ADL	- acido detergentní lignin
<i>b</i>	- nerozpustná, ale potenciálně degradovatelná frakce krmiva (určité živiny)
<i>c</i>	- rychlost degradace frakce <i>b</i> (metoda <i>in sacco</i>)
CF	- hrubá vláknina
DM	- sušina
DMD	- degradovatelnost sušiny
DNDF	- potencionálně degradovatelná neutrálně detergentní vláknina
DNDFD	- degradovatelnost potenciálně degradovatelné neutrálně detergentní vlákniny
ED	- efektivní bachorová degradovatelnost krmiva (určité živiny)
INDF	- nestavitelná neutrálně detergentní vláknina
k	- rychlost pasáže částic z bachoru
k_d	- rychlost degradace frakce <i>b</i> (metoda <i>in vitro</i> plynová produkce)
NDF	- neutrálně detergentní vláknina
NDFD	- degradovatelnost neutrálně detergentní vlákniny
NL	- dusíkaté látky
OM	- organická hmota
OMD	- stravitelnost organické hmoty
OMD_{cel}	- stravitelnost organické hmoty zjištěná metodou <i>in vitro</i> pepsin celulózává rozpustnost
OMD_{gas}	- stravitelnost organické hmoty zjištěná metodou <i>in vitro</i> plynová produkce
OMD_{sac}	- stravitelnost organické hmoty zjištěná metodou <i>in sacco</i>
OMS	- pepsin celulózává rozpustnost organické hmoty

1. ÚVOD

Travní porosty jsou v České republice základní složkou krmné dávky přežvýkavců. Je velmi důležité využívat potenciál jednotlivých travních druhů, a to nejen výnosový, ale zejména potenciál využití zvířaty. Toho lze dosáhnout jedině při sklizni v optimálním stupni zralosti, která může být u jednotlivých travních druhů zcela odlišná. To platí jak pro konzervaci sušením, tak i pro konzervaci silážováním, která je stále více využívána pro konzervaci travních porostů. Optimální doba sklizně je zásadním faktorem, který ovlivňuje obsah živin, energie a zejména stupeň stravitelnosti organické hmoty a strukturálních sacharidů.

Vzhledem k tomu, že obsah buněk rostlinného krmiva je stravitelný téměř beze zbytku, je stravitelnost píce limitována stravitelností buněčných stěn. Součástí buněčných stěn je celulóza, hemicelulóza, pektin, lignin, gummy, vosky aj. Tyto složky jsou štěpeny bachorovou mikroflórou a jsou v různé míře využity pro získání energie a živin.

Kvantitativně jsou sacharidy pro přežvýkavce nejdůležitější živinou. Rostlinné tkáně obsahují kolem 75 % sacharidů. Obsah a rozmístění závisí na stáří, agronomice, podmínkách prostředí a zejména druhu rostliny. Sacharidy poskytují primární zdroj energie pro bachorové organismy a hostitelské zvíře. Sacharidy se vyskytují v rostlinných tkáních zejména ve formě polysacharidů – celulózy, hemicelulózy, pektinů, fruktanů a škrobů. Nejčastějším a nejrozšířenějším sacharidem je celulóza.

Jednou z možností, jak správně sestavit požadovanou krmnou dávku bez vysokých ekonomických nákladů plynoucích z přídavek energeticky náročných obilovin nebo extrahovaných šrotů aj., je podrobnější rozčlenění vlákniny krmiva na acido detergentní vlákninu, neutrálně detergentní vlákninu a případně až na acido detergentní lignin. Toto rozčlenění by mělo být součástí základních rozborů chemického složení objemných krmiv. Je také důležité zjišťovat využitelnost těchto frakcí zvířaty (bachorová degradovatelnost, stravitelnost) pro jednotlivé druhy krmiv. Tyto poznatky mohou následně pomoci při sestavování optimálních krmných dávek.

Stravitelnost organické hmoty je jedním z nejdůležitějších ukazatelů hodnocení krmiv pro přežvýkavce. Přímoou metodou zjišťování stravitelnosti organické hmoty je metoda *in vivo* (bilanční pokus) prováděná přímo na zvířatech. Nicméně, *in vivo* metody jsou pracné, drahé a obtížně standardizovatelné. Proto jsou vyvíjeny a testovány *in vitro* a *in sacco* metody, kterými lze měřit a predikovat degradovatelnost a stravitelnost

krmiv. Technika *in sacco* je založena na inkubaci nestravitelných sáčků, naplněných krmivem, v bachoru kanylovaných zvířat po určitý časový interval a měření úbytku sušiny nebo živin ze sáčku za určitý čas. Principem metody *in vitro* plynové produkce je inkubace krmiva v nádobách s bachorovou tekutinou a pufry, a měření množství vytvořeného plynu jakožto indikátoru kinetiky fermentace. Další často užívanou *in vitro* metodou je pepsin celulázová rozpustnost. Tato metoda využívá celulólytické enzymy po předběžné úpravě vzorku kyselino-pepsinovým detergentem.

Cílem této práce bylo stanovit bachorovou degradovatelnost NDF, parametry degradovatelnosti a predikční rovnice pro jednotlivé parametry u vybraných druhů trav a travních siláží. Dalším cílem této práce bylo porovnat různé metody stanovení stravitelnosti krmiv (*in sacco*, *in vitro* plynová produkce, *in vitro* pepsin celulázová rozpustnost).

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Základy fyziologie trávení přežvýkavců

Trávicí trakt přežvýkavců je dokonale přizpůsoben k využívání rostlinného krmiva bohatého na celulózu (JELÍNEK *et al.*, 2003). HUHTANEN *et al.* (2006a) uvádí, že trávicí systém přežvýkavců je dobře adaptován na využití buněčné stěny krmiva mikrobiální fermentací díky specializovanému „žaludku“, který se skládá ze čtyř částí (bachor, čepec, kniha a slez). Před vlastním žaludkem přežvýkavců se vyvinul předžaludek, ve kterém probíhá trávení prostřednictvím enzymů mikrobiálního původu. Přežvýkavci si tyto enzymy nejsou schopni sami vytvořit a proto jsou pro ně tyto mikroorganismy nepostradatelné. Pomocí mikroorganismů lze získat energii, která by se jinak získat nedala (SOVA *et al.*, 1990). Mikrobiální degradace v prostředí bez přítomnosti kyslíku se nazývá fermentace. Fermentace v předžaludcích produkuje různé konečné produkty, které mohou být vstřebávány z trávicího traktu a využívány přežvýkavci, jako například těkavé mastné kyseliny (SJAASTAD *et al.*, 2003). Z jednotlivých oddílů předžaludku má pro trávení největší význam bachor, ve kterém se potrava ukládá, ředí, promíchává a posouvá do dalšího úseku trávicího traktu.

2.2. Bachorové mikroorganismy

Mikroflóra a mikrofauna bachoru je mimořádně rozsáhlým komplexem velkého množství organismů. Jejich různorodý charakter a měnící se množství jsou výsledkem složení a změn krmné dávky hostujícího zvířete (CHURCH, 1983). Mikroorganismy využívají živiny pro svůj růst, dělení buněk a pohyb (SJAASTAD *et al.*, 2003). Kvalita a množství produktů bachorové fermentace je závislá na druzích a aktivitě mikroorganismů v bachoru (RUSSELL *et al.*, 1992). Optimální podmínky pro růst a správnou enzymatickou činnost mikroorganismů jsou pH 5,5 až 7,0 a teplota 39 až 41°C. Mikroorganismy předžaludku tvoří tři základní skupiny: bakterie, nálevníci a bachorové anaerobní houby (JELÍNEK *et al.*, 2003; FIRKINS a YU, 2006).

Bakterie

Bakterie jsou hlavní složkou mikrobiální populace bachoru. Jsou také dominantní skupinou mikroorganismů, účastnících se degradace vlákniny (AKIN, 1986). V 1 ml bachorového obsahu je 10^9 - 10^{12} bakterií (více než 60 druhů). Můžeme je rozdělit do následujících základních skupin (CHURCH, 1983):

1. Celulolytické bakterie

Tyto bakterie mají schopnost produkovat enzym celulózu, která hydrolyzuje celulózu. Důležité celulolytické druhy jsou *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus* (GERSON *et al.*, 1988), *Clostridium loch headii* a *Cillobacterium cellulosolvens*.

2. Bakterie rozkládající hemicelulózu

Tyto bakterie jsou schopny pomocí enzymů hydrolyzovat hemicelulózu. Toho jsou schopny i celulolytické bakterie. Bakterie této skupiny ovšem nejsou schopny rozkládat celulózu. Hlavními zástupci této skupiny jsou *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Lachnospira multiparus* a *Bacteroides ruminicola*.

3. Amylolytické bakterie

Tráví zejména škrob, ale také pentozany, rozpustné cukry a proteiny. Výše škrobu v krmné dávce velmi ovlivňuje množství těchto bakterií v bacheru. Důležitými zástupci jsou *Bacteroides amylophilus*, *Succinimonas amylolytica*, *Butyrivibrio alactacidigens*, *Bacteroides ruminicola*, *Selenomonas ruminantium* a *Streptococcus bovis*.

4. Bakterie využívající cukry

Využívají rozpustné cukry a těkavé mastné kyseliny. Jejich množství kolísá méně než u předchozích skupin. Bakterie využívající laktózu se ve zvýšené míře vyskytují u mladých zvířat.

5. Bakterie využívající kyseliny

Jsou skupinou bakterií, které se specializují na využívání konkrétních kyselin obsažených v bacherovém obsahu, jako jsou kyselina mravenčí, octová, jantarová, jablečná, fumarová, šťavelová a někdy kyselina mléčná. Hlavními zástupci jsou *Vellionella gazogenes*, *Peptostreptococcus elsdenii*, *Propioni bacterium* a *Selenomonas lactilytica*.

6. Proteolytické bakterie

Štěpí bílkoviny a jejich primárním zdrojem energie jsou aminokyseliny. Do této skupiny patří *Bacteroides amylophilus*, *Clostridium sporogenes* a *Bacillus licheniformis*.

7. Bakterie produkující amoniak

V této skupině se mohou opakovat některé druhy skupiny předchozí. Nicméně jsou známy bakterie, produkující amoniak z různých zdrojů. Amoniak je trvale zjišťován v bacherovém obsahu a indikování jeho produkce je důležitou reakcí v bacheru.

Zástupci této skupiny jsou *Bacteroides ruminicola*, *Selenomonas ruminantium*, *Peptostreptococcus elsdenii* a některé druhy *Butyrivibrio*.

8. Bakterie produkující metan

Methanogenní bakterie tvoří uhlíkaté části svých buněk z CO₂ a energii získávají oxidací vodíku. Metan tvoří asi 25 % z plynu vytvořeného v bachoru. Mezi důležité zástupce této skupiny patří *Methanobacterium ruminantium*, *M. formicicum*, *M. sohngei*, *M. suboxydans* a *Methanosarcina* sp.

9. Lipolytické bakterie

Jsou schopné využívat glycerol a také ho hydrolyzovat z molekul tuku.

10. Bakterie syntetizující vitamíny

Jsou zastoupeny zejména druhy bakterií, které syntetizují vitamíny B-komplexu.

Nálevníci

Nálevníci (Protozoa) jsou bohatou druhovou mikrofaunou předžaludku přežvýkavců (asi 150 druhů), zastoupenou převážně druhy třídy Ciliata. Nejdůležitějšími podtřídami jsou Holotricha a Entodiniomorpha (JELÍNEK *et al.*, 2003). Protozoa jsou velmi citlivá na snížení pH (pH pod 4,5 způsobuje defaunaci předžaludku). Počet protozoí se pohybuje od 10⁴ do 10⁷ v 1 ml bachorového obsahu. Závisí zejména na složení krmné dávky, době po nakrmení, věku, užitkovosti, stupni anaerobiózy, pH a fyziologickém stavu zvířete. Hlavním zdrojem energie pro nálevníky jsou sacharidy (rozpustné cukry, škrob, hemicelulóza, pektin). Protozoa mají potenciál trávit vlákninu, ale nejsou nezbytné a jejich úloha je ve srovnání s bakteriemi malá (AKIN, 1986). Produkují zejména kyselinu octovou, máselnou, mléčnou, CO₂ a H₂. Důležitá je úloha nálevníků při metabolismu bílkovin (FIRKINS a YU, 2006). Pohlcují částičky krmiva a bakterie a přeměňují jejich bílkoviny na biologicky hodnotnější bílkovinu svého těla (BHB nálevníků je 86-91 %).

Bachorové anaerobní houby

Bachorové anaerobní houby mají význam pro trávení celulózy. Produkují celulózový komplex s velmi vysokou aktivitou vůči krystalickým substrátům, jako je celulóza (FLINT a FORSBERG, 1995). Patří do třídy Chytridiomycetes. Počet spor se pohybuje od 10²-10⁵ v 1 ml bachorového obsahu. Množství je závislé zejména na složení krmné dávky. Houby pronikají do rostlinných pletiv svými kořínky a rozrušují je zevnitř. Pro svůj růst si houby obvykle vybírají substrát, který má dlouhý retenční čas (SJAASTAD

et al., 2003). AKIN (1986) uvádí, že bachorové houby se přichytávají na zdřevnatělé pletivo rostlin, což ukazuje na jejich unikátní roli při degradaci krmiva v bachoru. Hlavními produkty fermentace hub jsou kyselina octová, mléčná, CO₂, CH₄, ethanol a kyselina mravenčí.

2.3. Trávení sacharidů u přežvýkavců

Jednoduché cukry jsou v průběhu fermentace fosforylovány za účasti ATP na glyceraldehyd-3-fosfát a tato látka je výchozím produktem pro metabolické procesy, kterými mikroorganismy získávají energii (JELÍNEK *et al.*, 2003). Mezi tyto cukry patří zejména disacharidy a monosacharidy.

Nejdůležitější část trávení buněčné stěny (strukturálních sacharidů) probíhá v předžaludku (HUHTANEN *et al.*, 2006a). Hlavní polysacharidy tvořící buněčnou stěnu jsou celulóza a hemicelulóza (BEEVER a MOULD, 2000), které jsou potenciálním zdrojem uhlíku a energie pro bachorové mikroorganismy (AKIN, 1986).

Celulóza, jakožto základní strukturální polysacharid, je trávena za pomoci různých druhů celulolytických bakterií a bachorových anaerobních hub, jejichž enzymy se liší vazebným místem a specifitou působení. Na hydrolýze celulózy mají hlavní podíl tři enzymy: endo-1-4- β -glukanáza, celobiohydroláza a β -glukosidáza (GRENET a BESLE, 1991). Podle JELÍNKY *et al.* (2003) probíhá štěpení celulózy ve třech stupních:

1. Štěpení celulózy depolymerázou (1-4- β -glukanáza) na menší fragmenty
2. Štěpení těchto fragmentů celobiohydrolázou na celobiózu
3. Štěpení celobiózy celobiázou (β -glukosidáza) na glukózu a její zkvašování na těkavé mastné kyseliny

Těkavé mastné kyseliny vytvořené mikrobiální fermentací glukózy jsou především kyselina octová, propionová a máselná (BEEVER a MOULD, 2000). Proces produkce těkavých mastných kyselin je uveden ve SCHÉMATU 1. Štěpení celulózy je stimulováno mírným zvýšením podílu dusíkatých látek. Naopak tlumení celulolytického procesu je způsobeno vysokými dávkami bílkovin a přísady škrobu.

Hemicelulóza je rozkládána pomocí hemiceluláz (L-arabinázy, D-galaktanázy, D-mannanázy a D-xylanázy), které jsou produktem bakterií a několika rodů protozoí (GRENET a BESLE, 1991). Takto je hemicelulóza hydrolyzována na disacharid xylobiózu, který je rozštěpen intracelulárním enzymem xylosidázou na xylózu a ostatní pentózy (JELÍNEK *et al.*, 2003).

Pektiny jsou v předžaludku tráveny ze 75 až 90 %, zejména díky bakteriím a některým rodům protozoí. Esterové vazby pektinu jsou štěpeny pektin-metylesterázou na kyselinu polygalakturonovou a metanol. Dále jsou pomocí polygalakturonidázy katalyzovány alfa 1-4 glykosidické vazby kyseliny polygalakturonové, čímž vzniká galakturonová kyselina (GRENET a BESLE, 1991; JELÍNEK *et al.*, 2003).

Produkty hydrolýzy sacharidů buněčné stěny jsou následně fermentovány na kyselinu pyrohroznovou, která je jakožto meziprodukt rychle využita. Výsledným produktem fermentace sacharidů jsou těkavé mastné kyseliny a plyny (CO₂, CH₄, H₂). Energie, uvolněná v průběhu těchto reakcí ve formě tepla a metanu, nemůže být využita zvířetem. Energie, vznikající ve formě ATP, je využita na zabezpečení růstu a potřeb bachorových mikroorganismů (GRENET a BESLE, 1991). Mezi 70-85 % těkavých mastných kyselin je absorbováno v bachoru a čepci a ze zbytku je 50-60 % absorbováno v knize (SJAASTAD *et al.*, 2003). Do slezu se dostává jen malá část těkavých mastných kyselin vytvořených v bachoru.

Škrob se štěpí mikrobiálními enzymy (amylázy bakterií a protozoí) přes maltózu na glukózu, případně na glukózofosfát. Maltóza, uvolněná extracelulárními amylázami, je v reakci katalyzované maltázou rozložena na dvě molekuly glukózy. Část maltózy může být fosforolytickým mechanismem katalyzovaným maltózofosforylázou fermentována na jednu molekulu glukózy a molekulu glukózo-1-fosfátu. Trávení škrobu je mnohem rychlejší než trávení celulózy a závisí na druhu a velikosti škrobových zrn a na jeho fyzikálním stavu (JELÍNEK *et al.*, 2003).

Dle VAN SAUNA a KOUKALA (2003) jsou některé sacharidy také tráveny pomocí enzymů savců (SCHÉMA 2). U přežvýkavců je hlavním enzymem štěpícím sacharidy amyláza, nacházející se v pankreatické šťávě.

SCHÉMA 1. Proces produkce těkavých mastných kyselin v bachoru a tlustém střevě (SJAASTAD *et al.*, 2003)

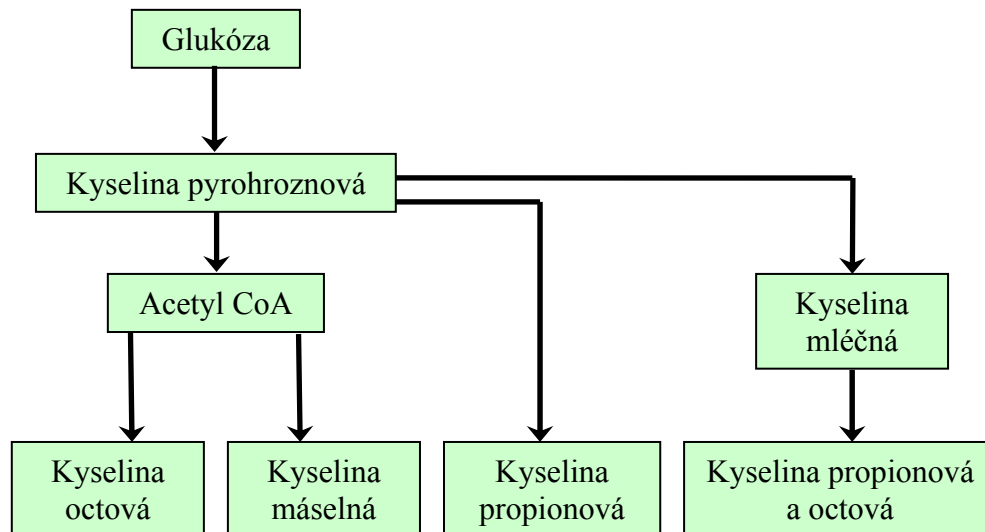
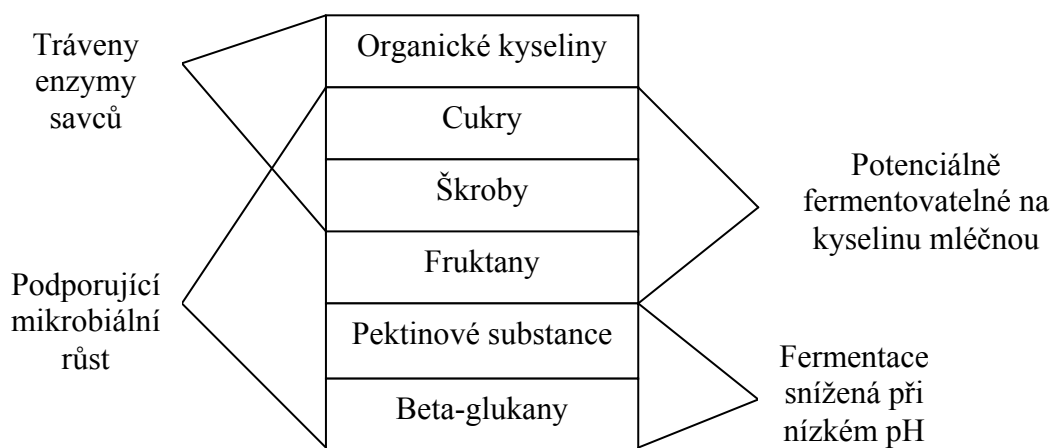


SCHÉMA 2. Charakteristika trávení sacharidů, analyzovaných v prostředí neutrálních detergentů (VAN SAUN a KOUKAL, 2003)



2.4. Sacharidy

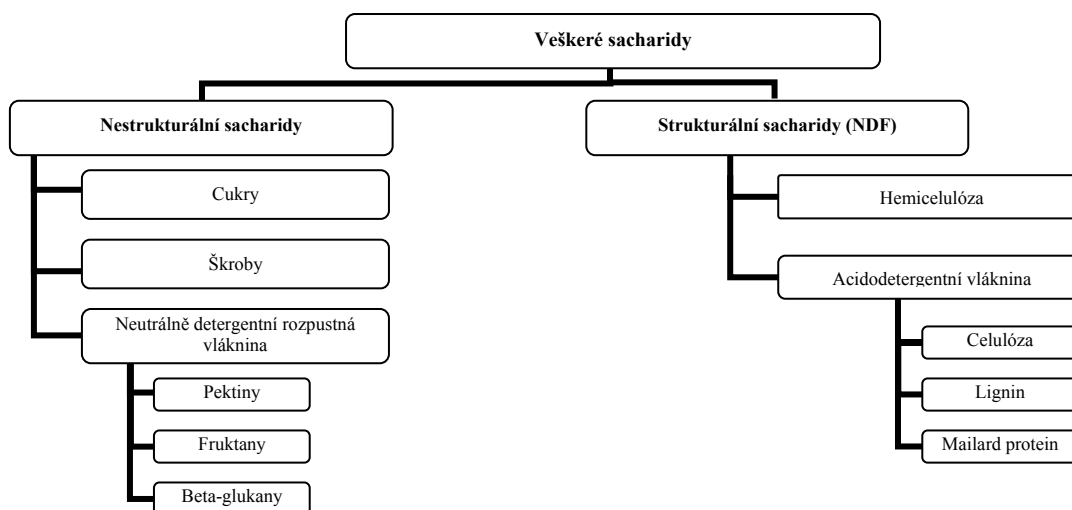
Z množiny organických látek, které se nacházejí v živé přírodě, mají největší zastoupení z kvantitativního hlediska sacharidy. Jsou to nejpočetnější biomolekuly na světě (LEHNINGER *et al.*, 1993). Spolu se svými deriváty se vyskytují v každé buňce, kde mají různé funkce. Jsou důležitým a lehkým dostupným zdrojem energie (např. glukóza). Jsou stavebními složkami buněk a tkání (celulóza a chitin), tvoří zásobní látky (glykogen, škrob) a jsou složkami nukleotidů a jiných účinných látek (koenzymy, glykoproteiny, antibiotika). Sacharidy jsou též prekurzory lipidů, aminokyselin, kyseliny askorbové a jiných významných složek živých soustav.

Základem struktury sacharidů jsou alifatické polyhydroxykarbonylové sloučeniny (aldehydy a ketony), nazývané obecně monosacharidy. Spojováním těchto jednotek acetalovou vazbou vznikají oligosacharidy (< 10 jednotek) a polysacharidy.

Pro nízkomolekulární sacharidy (monosacharidy a oligosacharidy) se užívá souborného názvu cukry (ŠÍPAL *et al.*, 1992). Jednoduché cukry můžeme rozdělit do podskupin: triosy ($C_3H_6O_3$), tetrosy ($C_4H_8O_4$), pentosy ($C_5H_{10}O_5$), hexosy ($C_6H_{12}O_6$) a heptosy ($C_7H_{14}O_7$). Polysacharidy, nazývané také glykany, jsou polymery monosacharidových jednotek a můžeme je rozdělit na dvě skupiny: homoglykany (skládají se z jediného typu monosacharidu) a heteroglykany (skládají se z více typů monosacharidů a dalších produktů) (McDONALD *et al.*, 1988).

Dle nejnovějších poznatků dělíme sacharidy do sacharidových frakcí (SCHÉMA 3).

SCHÉMA 3. Sacharidové frakce dle VAN SAUNA a KOUKALA (2003)



Charakteristika strukturálních sacharidů (NDF)

Sacharidy buněčných stěn, které označujeme jako strukturální sacharidy, jsou složené z celulózy a hemicelulózy, na které je navázán nesacharidický lignin (ČEREŠŇÁKOVÁ *et al.*, 2000; SOMMER, 2003).

Celulóza

Patří k nerozvětveným strukturálním polysacharidům a řadíme ji k tzv. homoglykanům. Podstatou celulózy je monosacharid beta-d-glukopyranóza (cyklická forma glukózy). Vlastní stavební jednotku tvoří disacharid celobióza, tvořený dvěma molekulami beta-d-glukopyranózy spojené v poloze 1-4 (RICHTER *et al.*, 2000). Tyto jednotky vytváří pomocí β -glykosidických vazeb polymery (MICHAŁOWSKI *et al.*, 2002), které se vyskytují v různých polymeračních stupních a vytváří tzv. mikrofibrily, které se spojují ve fibrily (ŠÍPAL *et al.*, 1992), jež jsou základní složkou buněčných stěn rostlin (McDONALD *et al.*, 1988). Celulóza, díky své pevnosti a tuhosti, přispívá k ochraně buněk (GRENET a BESLE, 1991). Dle LEHNINGERA *et al.* (1993) je celulóza vláknitá, tuhá, ve vodě nerozpustná látka, obsažená v buněčné stěně rostlin, zejména ve stéblu, stonku, stopce, kmeni a ve všech dřevnatých částech rostlinné tkáně.

Celulóza je ve vodě, ve zředěných kyselinách, zředěných loužích a v organických rozpouštědlech prakticky nerozpustná. Celulózu lze hydrolyzovat jen užitím koncentrovaných kyselin. Pro analytické účely se používá 72 % kyselina sírová (KACEROVSKÝ *et al.*, 1990; VAN SOEST *et al.*, 1991).

Hemicelulóza

Hemicelulóza je důležitá pro pružnost a plasticitu buněčných stěn (GRENET a BESLE, 1991). Je definována jako alkalicky rozpustné polysacharidy buněčné stěny, které jsou blízce přidružené k celulóze. Tvoří ji směs polysacharidů, jejichž stavebními jednotkami jsou tzv. strukturální monosacharidy: d-xylóza, d-manóza, d-glukóza, d-galaktóza, l-arabinóza, kyselina metyl-d-glukuronová popř. l-ramnóza a l-fruktóza (RICHTER *et al.*, 2000). Tyto jednotky jsou spojeny v různých kombinacích a různých glykosidických vazbách (McDONALD *et al.*, 1988). Mezi nejčastěji se vyskytující polysacharidy patří xylany, xyloglukany, manany a arabinogalaktany (GRENET a BESLE, 1991). Monosacharidy, uvedené v názvu daného polysacharidu, tvoří hlavní řetězec, k němuž mohou být postranními řetězci připojeny další strukturální monosacharidy (ŠÍPAL *et al.*, 1992).

Hemicelulózy společně s ligninem tvoří příměs ve skeletu vytvářeném celulózu. Malá část hemicelulóz je ve vodě rozpustná. Z vlákninového komplexu je lze do jisté míry vyextrahovat louhem. Polysacharidy lze rozštěpit s pomocí zředěných kyselin. Pro analytické účely se používá 2M kyselina trifluoroctová (RICHTER *et al.*, 2000).

Lignin

Lignin je po celulóze druhou nejrozšířenější organickou substancí. Není sacharid, ale je úzce spojen se skupinou tvořící buněčnou stěnu rostlin (McDONALD *et al.*, 1988). Je podpůrnou substancí ve stěnách rostlinných buněk (SOMMER, 2003). Jeho struktura je poměrně složitá. Je chemicky vázán na hemicelulózu a částečně i na celulózu. Vytváří prostorové útvary polymerací tří hlavních aromatických sloučenin: p-kumarylalkoholu, koniferylalkoholu a sinapilalkoholu (GRENET a BESLE, 1991). Součástí ligninu je kutin (polyester hydroxy-mastných kyselin). Lignin se nerozkládá ani v prostředí koncentrovaných kyselin a toho lze využít pro jeho oddělení od celulózy. Jeho podstatná část se totiž rozpouští v roztocích alkalických hydroxydů a lze ho rozštěpit v pufrovaném roztoku manganistanu draselného, a tím ho oddělit od kutinu, který je v tomto prostředí stabilní (RICHTER *et al.*, 2000).

LUTONSKÁ a PICHL (1983) uvádí že, z hlediska významnosti a funkce nativních bipolymerů buněčných stěn rostlin, zaujímá lignin třetí místo po celulóze a hemicelulóze. Většina nativního ligninu je chemicky vázaná na hemicelulózu a část na celulózu. Povaha těchto vazbových interakcí je poměrně složitá a není úplně objasněná. S konečnou platností nebyla definována ani struktura ligninu. Předpokládá se, že z chemického hlediska jde o trojrozměrný aromatický kopolymer. Důkaz o jeho aromatickém charakteru dávají výsledky elementární analýzy, které poukazují na 62 – 65 % uhlíku a jen 5 % vodíku. V molekule ligninu jsou kromě metylových skupin (10 – 21 %) přítomné i volné hydroxylové skupiny.

Charakteristika neutrálně detergentní rozpustné vlákniny

Pektin

Hlavní složkou pektinu je částečně metylovaná kyselina pektinová, která vzniká polymerací d-galakturonových kyselin. Obvykle bývá doprovázen galaktany a arabany. Může být připojena i ramnóza popř. xylóza (RICHTER *et al.*, 2000). V rostlinách se vyskytuje v mezibuněčném prostoru. Jeho značná část je rozpustná ve vodě.

Fruktany

Vyskytují se jako rezervní materiál v kořenech, stoncích, listech a semenech rostlin. Tyto polysacharidy jsou rozpustné ve studené vodě a mají relativně nízkou molekulární hmotnost. Všechny známé fruktany obsahují zbytky β -D-fruktózy spojené 2,6 nebo 2,1 vazbami. Při hydrolýze většina fruktanů poskytuje zejména D-fruktózu, ale i malé množství D-glukózy, která je odvozena z krajních jednotek molekuly fruktanu (McDONALD *et al.*, 1988).

β -glukany

β -glukany jsou složeny z β 1-4 vázané glukózy, zpravidla rozvětvené α 1-6 xylózou (GRENET a BESLE, 1991).

Charakteristika škrobu

Škrob je nejdůležitějším zásobním polysacharidem rostlinných buněk. Obsahuje dva typy polymerů glukózy, amylozu a amylopektin (VAN SAUN a KOUKAL, 2003). Prvně jmenovaný se skládá z dlouhých, nerozvětvených řetězců jednotek D-glukózy spojených α 1 \rightarrow 4 vazbami. Takovéto řetězce se liší v molekulární hmotnosti od několika tisíc až po 500 000. Amylopektin má také vysokou molekulární hmotnost (nad 1 milion), ale je vysoce rozvětvený. Glykosidické vazby, spojující postupně jednotky glukóz v amylopektinu, jsou v α 1 \rightarrow 4 vazbách, ale větve, vyskytující se na každé 24 až 30 jednotce, jsou v α 1 \rightarrow 6 vazbách (LEHNINGER *et al.*, 1993).

2.5. Konzervace travních porostů

Základními způsoby konzervace travních porostů pro krmné účely jsou sušení a silážování (KRÁSA *et al.*, 1998). V současné době je více preferováno silážování (WOODS *et al.*, 2002) z důvodu rychlejší sklizně a zejména menší náročnosti na počasí. Dalším důvodem je také výše ztrát. Dle HARRISONA *et al.* (2003) polní ztráty během sklizně zahrnují fyzikální ztráty (způsobené kosením, úpravou, mačkáním, balením, manipulací), respirační a vyluhováním rosou a deštěm. VAN SOEST (1994) uvádí, že sklizňové ztráty bývají vyšší u sena oproti siláži. Jsou však i jiné důvody, například krmení stabilní krmnou dávkou po celý rok (LOUČKA a MACHAČOVÁ, 1996). Kvalitní siláž je nutričně kvalitnější než seno, které představuje druhou důležitou formu konzervované objemné píce (WOOLFORD, 2000).

Konzervace sušením

Cílem tvorby sena je konzervovat travní hmotu nebo hmotu dalších pícein sušením na vlhkost do 18 %, kdy je minimální aktivita mikrobiálních a rostlinných enzymů (McDONALD *et al.*, 1988; MERRY *et al.*, 2000). Vlhkost, při které mohou být pícniny bezpečně uskladněny, závisí na chemickém složení a zralosti pícnin v době sklizně. Dle MERRYHO *et al.* (2000) zralé trávy obsahují relativně nízké množství cukrů, které mohou být oxidovány (prodýchávány) během zahřívání. Tudiž zralé trávy mohou být bezpečně skladovány při obsahu sušiny 82-85 %. Naproti tomu travní hmota mladších porostů musí být usušena na sušinu více než 88 % z důvodu zabránění velkému zahřívání a plesnivění během skladování. Zralost trav samozřejmě také ovlivňuje rychlost sušení. Pro srovnání, u mladého porostu o sušině 20 % je potřeba pro produkci jedné tuny sena o sušině 88 % aby se odpařilo 3,5 t vody, kdežto u zralé trávy o sušině 25 % a cílové sušině sena 85 % bude třeba odpařit 2,5 t vody.

Dále je velmi důležité, aby po kosení byla co největší plocha travní hmoty vystavena slunečnímu záření a větru (NASH, 1978). Důvodem je rychlé odpařování vody během 1-2 h po kosení, kdy jsou ještě průduchy otevřeny. Po této době se uzavírají, voda je zadržována v buněčných strukturách a odpařování vody je pomalejší (MERRY *et al.*, 2000).

Chemické změny, mající za následek ztráty cenných živin během procesu sušení, nevyhnutelně nastanou. Výše těchto ztrát závisí zejména na rychlosti sušení (McDONALD *et al.*, 1988). Ztráty živin během sušení jsou způsobeny činností rostlinných a mikrobiálních enzymů, chemickou oxidací, vyluhováním a mechanickým poškozením. Dle NASHE (1978) musí být při sušení a následném skladování minimalizovány ztráty evaporací, vyluhováním a odrolem listů. Při skladování sena o vysoké vlhkosti může dojít k poškození zahříváním. Toto nebezpečí se zvyšuje s vyšší vrstvou skladovaného sena. Nadměrné zahřátí způsobuje neenzymatické hnědnutí, které má za následek ztráty stravitelných sacharidů a proteinů. Tento proces se nazývá Maillardova reakce, která způsobuje karamelizaci, tabákový zápach a tmavnutí, které snižuje chutnost (VAN SOEST, 1994).

Konzervace silážováním

Siláž je produkt, který vzniká tehdy, je-li čerstvá nebo zavadlá píce skladována v anaerobních podmínkách (WHITTENBURY, 1968; LOUČKA a MACHAČOVÁ, 1996), s cílem uchování píce s co nejnižšími ztrátami hmoty a její původní krmné a

biologické hodnoty (STEEN *et al.*, 2002). Úspěch silážování je závislý na vytěsnění vzduchu ze silážované hmoty a na udržení tohoto stavu po celou dobu její fermentace a následného skladování (WOOLFORD, 2000). Silážovatelnost je vlastnost krmiva zkvasit tak, aby ztráty jeho hmotnosti, kvality a dietetických vlastností byly co nejmenší. Je závislá na mnoha faktorech, zejména na obsahu sušiny, zkvasitelných cukrů a tlumivých (pufrujících) látek (LOUČKA a MACHAČOVÁ, 1996). Kvalitní konzervace fermentací závisí na produkci kyseliny mléčné, jakožto stabilizátoru siláže při nízkém pH, která závisí na adekvátní dodávce cukrů pro produkci vhodných fermentačních kyselin pro překonání potenciální pufrovací kapacity píce (VAN SOEST, 1994).

Pro výrobu siláží vysoké kvality je nutné podle DOLEŽALA *et al.* (2001) zajistit:

- sklizeň pícniny ve správném vegetačním období
- silážovat jen zdravé, nezaplevelené, čisté pícniny
- krátkým a rychlým zavadáním zvýšit jistotu při kvašení
- správné pořezení a rozmělnění
- aplikace vhodného silážního aditiva
- silážovanou hmotu důkladně a co nejlépe udusat
- zabránit nežádoucímu meziskladování
- vzduchotěsné uzavření silážního sila
- dostatečný a správný odběr siláže

Zavadnutí travní hmoty nad 30 % sušiny prakticky odstraňuje riziko velké tvorby silážních šťáv, redukuje zápach typický pro mokré siláže a vytváří optimální podmínky pro tvorbu kvalitní siláže s vysokou výslednou nutriční hodnotou (MERRY *et al.*, 2000). Správná doba sklizně lučních porostů pro silážování je podle DOLEŽALA *et al.* (2003) již na počátku metání, popř. před metáním, resp. na počátku tvorby lat vysokých druhů trav. Rostliny sklizené v raném vegetačním stadiu mají vysoký obsah zkvasitelných cukrů a proto jsou lépe silážovatelné než rostliny staré (KRÁSA *et al.*, 1998).

Ztráty živin během silážování lze dle McDONALDA *et al.* (1988) rozdělit na ztráty polní, oxidací, fermentací a odtokem. Dle MERRYHO *et al.* (2000) mohou být polní ztráty 2-5 %, fermentací 2-10 %, oxidací až 10 % a odtokem až 18 % sušiny.

Nutriční hodnota siláží je vyjádřena příjmem, stravitelností a zásobováním živinami a v konečném působení na mléčnou produkci, růst a zdravotní stav zvířat (O'KIELY a MUCK, 1998). Kvalita fermentačního procesu zkrmovaných siláží ovlivňuje také složení a výši produkce mléka (HUHTANEN *et al.*, 2003).

Biochemické změny sacharidů během silážování

Při silážování jsou sacharidy fermentovány mikroorganismy (KALÁČ, 1983). Pro proces fermentace jsou nejdůležitější hexózy (glukóza, fruktóza) a dále jsou také využitelné pentózy (xylóza, arabinóza) (LOUČKA *et al.*, 1997). Proces fermentace zahajují mikroorganismy rodu *Enterobacter*, které zkvašují přítomné cukry na kyselinu octovou. Po určitém čase jsou potlačeny bakteriemi mléčného kvašení. Nejprve nastupují zástupci rodu *Lactococcus* a *Leuconostococcus*. Po těchto nastupují bakterie rodu *Laktobacillus* a nakonec bakterie rodu *Pediococcus* (WOOLFORD, 2000).

Jednotlivé druhy bakterií ovšem nefermentují sacharidy stejně. U fermentace hexóz rozlišujeme dva typy fermentace – homofermentace a heterofermentace. Mezi homofermentavní bakterie řadíme laktokoky a pediokoky a mezi heterofermentativní leukonostokoky. Mezi laktobacily najdeme kmeny jak homo- tak i heterofermentativní. Proces fermentace pentóz je výlučně heterofermentativní (McDONALD *et al.*, 1991).

Zkráceně lze jednotlivé způsoby fermentace popsat takto (McDONALD *et al.*, 1988; McDONALD *et al.*, 1991; VAN SOEST, 1994):

Homofermentace glukózy (fruktózy) → 2 molekuly kyseliny mléčné

Heterofermentace glukózy → kyselina mléčná + etanol + oxid uhličitý

Heterofermentace 3 molekul fruktózy → kys. mléčná + 2x mannitol + kys. octová + CO₂

Heterofermentace xylózy (arabinózy) → kyselina mléčná + kyselina octová

Homofermentace hexóz bakteriemi mléčného kvašení

Dvě molekuly kyseliny pyrohroznové, vytvořené z jedné molekuly glukózy nebo fruktózy, jsou redukovány na dvě molekuly kyseliny mléčné (McDONALD *et al.*, 1991; O'KIELY a MUCK, 1998). Při tomto způsobu fermentace jsou ztráty energie zanedbatelné. Některé homofermentativní druhy bakterií přecházejí na smíšenou fermentaci, pokud je pH změněné nebo když je substrát omezený. Streptokoci, pediokoci a laktobacily využívají pro metabolismus cukrů glykolytickou cestu.

V anaerobních podmínkách je hlavním produktem kyselina mléčná. Avšak mnoho z těchto bakterií má genetickou schopnost tvořit i další produkty z kyseliny pyrohroznové, jako třeba kyselinu octovou, oxid uhličitý, formiát, ethanol, aceton, diacetyl a 2,3-butandiol. Jejich tvorba může být vyšší v podmínkách s nízkou dostupností glukózy a je přisuzována nízké přístupnosti koncentrovaného fruktózo-1,6-bifosfátu, jako základního aktivátoru mléčné dehydrogenázy. Při takových podmínkách se z homofermentace stává heterofermentace, s etanolem, acetátem a formiátem jako hlavními produkty (McDONALD *et al.*, 1991).

Heterofermentace hexóz bakteriemi mléčného kvašení

Leukonostokové a některé laktobacily uskutečňují heterofermentační kvašení a tvoří produkty, které závisí na využití substrátu. Relativní množství těchto sacharidů ve sklizni ovlivní finální výsledek fermentace. Glukóza a fruktóza jsou degradovány 6-fosfoglukonátovou cestou až na glyceraldehyd-3-fosfát a acetylfosfát. Glyceraldehyd je oxidován na kyselinu pyrohroznovou, která je pak redukována na kyselinu mléčnou jako v homofermentativní cestě. Acetylfosfát vystupuje jako příjemce vodíku a je redukován na ethanol a kyselinu octovou. Produkty tohoto kvašení jsou proto jeden mol kyseliny mléčné, etanolu, kyseliny octové a oxid uhličitý. Procento kyseliny octové ku etanolu závisí na oxidačně redukčním potenciálu systému. Jestli je k dispozici další příjemce vodíku, jako například kyslík nebo fruktóza, není vytvořen ethanol, ale kyslík je redukován na peroxid vodíku a fruktóza je redukována na mannitol. Redukce dvou molů fruktózy na dva moly mannitolu je spojena s oxidací jednoho molu fruktózy na jeden mol kyseliny mléčné, kyseliny octové a oxidu uhličitého (McDONALD *et al.*, 1991; O'KIELY a MUCK, 1998). Zástupci *Lactobacillus brevis-buchneri* nekvasí glukózu anaerobně na ethanol, protože postrádají nezbytný enzym, acetaldehydehydrogenázu. Glukóza bude fermentována na kyselinu octovou, ovšem za předpokladu, že bude přítomen vhodný příjemce vodíku. Fruktóza může fungovat jako příjemce vodíku a redukovat mannitol. Při této cestě se redukují dva moly fruktózy až na dva moly mannitolu, spolu s oxidací jednoho molu glukózy na jeden mol kyseliny mléčné, kyseliny octové a oxidu uhličitého. *L. mesenteroides* uskutečňuje podobné kvašení jako *L. brevis*, ale navíc má schopnost redukovat acetylfosforečnan na ethanol a tak může kvasit glukózu nebo fruktózu na kyselinu mléčnou, ethanol a oxid uhličitý. Heterofermentace má za následek proměnlivé ztráty, závisející na substrátu a na způsobu využití. Ztráty energie jsou zpravidla malé, ale ztráty sušiny se mění, bývají

5% až 24% pro kvašení glukózy i fruktózy. Pokusy ukázaly, že heterofermentační kvašení je také méně účinné v produkci kyselin oproti homofermentačnímu, zvláště, když převládajícím cukrem je fruktóza, jako je tomu v travách. Poměr glukóza/fruktóza je v silážním materiálu velmi důležitý, zvláště je-li nízký obsah WSC (vodorozpustné sacharidy). Jako u homofermentace, existuje i několik způsobů odbourávání pro kyselinu pyrohroznovou, to vede k produktům jako jsou aceton přes acetolaktát, jehož oxidací vzniká diacetyl. Některé bakterie mléčného kvašení, jako leukonostokové a *L. casei*, mohou štěpit kyselinu pyrohroznovou na kyselinu octovou a formiát použitím pyruvát-formiát lyázy. Leukonostokové také redukuje acetaldehyd na etanol jako významný mechanismus pro reoxidaci pyrimidinových nukleotidů (McDONALD *et al.*, 1991).

Fermentace pentóz bakteriemi mléčného kvašení

V čerstvě sklizených píceňkách je velmi málo volných pentóz, ale později může být jejich zastoupení významější díky činnosti hemiceluláz a kyselé hydrolyze. Homo- i heterofermentativní bakterie mléčného kvašení jsou schopné fermentovat různé typy pentóz. Pentózy jsou odštěpeny a převedeny na D-xylózu-5-fosfát, který je pak fermentován na směs mléčné a octové kyseliny. Na rozdíl od enzymů potřebných pro fermentaci glukózy a fruktózy, které jsou základní, je dodatečný enzym potřebný pro fermentaci pentóz vyvolán příslušnými pentózami. Striktně homofermentativní bakterie mléčného kvašení nejsou schopny kvasit pentózy kvůli potřebě fosfoketolázy. Avšak homofermentativní streptokoci a pediokoci fermentují pentózy pohotově. V tomto procesu je fosfoketoláza indukována přítomností pentóz. Následkem této heterofermentace pentóz jsou tyto organismy považovány za fakultativní homofermentační bakterie. V rámci efektivity je tento způsob mezi homo- a heterofermentací. Tento způsob je méně efektivní pro okyselení kvůli produkci kyseliny octové, která je slabší kyselinou než mléčná, ale nejsou zde žádné ztráty uhlíku tvorbou oxidu uhličitého (McDONALD *et al.*, 1991).

2.6. Stanovení a predikce stravitelnosti organické hmoty

Stravitelnost krmiva (živiny) je jedním ze základních ukazatelů výživné hodnoty krmiv. Dle VAN SOESTA (1994) stravitelnost krmiva znamená rozdíl mezi obsahem živiny přijaté v krmivu a vyloučené výkaly zvířetem. Takto jednoduše je ovšem možné

zjistit zdánlivou stravitelnost, protože pro zjištění skutečné stravitelnosti je nutné odečíst z výkalů část která je produktem metabolismu zvířete a nikoliv nestráveným zbytkem krmiva. To neplatí pro vlákninu a sacharidy kterých jsou ve výkalech pouze zbytky z krmiva. Stravitelnost lze zjišťovat přímo na zvířatech (*in vivo*) nebo predikovat pomocí různých upravených a laboratorních metod.

Dle ZEMANA *et al.* (2006) se v pokusech na zvířatech pracuje klasickou nebo indikátorovou metodou. Klasická metoda je založena na přesném měření příjmu sledované živiny v krmivu a výdeji ve výkalech a moči. Při této metodě je nutné držet po dobu bilančního pokusu zvířata individuálně v klecích. Indikátorová metoda je používána pokud nechceme zjišťovat přesné množství spotřeby krmiva a vyloučených výkalů. Ovšem je zde nutné znát procentuální obsah nestravitelného indikátoru v krmivu a ve výkalech, z čehož zjistíme kolik výkalů se vytvořilo z hmotnostní jednotky krmiva. Při této metodě není nutné držet zvířata v klecích a odebírají se jen vzorky krmiv a výkalů.

Predikce stravitelnosti organické hmoty může být provedena na základě výsledků chemické analýzy, *in vitro* metod využívajících mikroorganismy bacheru nebo enzymy (TINNIMIT a THOMAS, 1976), *in situ* inkubace nylonových sáčků a metody NIRS (spektroskopie infračerveným zářením) (HUHTANEN *et al.*, 2006b). Tyto metody jsou vyvíjeny a hojně využívány zejména kvůli tomu, že *in vivo* metody jsou pracné, drahé a obtížně standardizovatelné (CONE *et al.*, 1996; BROWN *et al.*, 2002).

V dalších kapitolách jsou uvedeny metody využití v této disertační práci.

2.7. Metoda *in sacco*

Pro tuto metodu jsou používány také názvy *in situ*, Terylene (Darcon) nebo nylon-bag technika (ØRSKOV, 2000). Poprvé byla popsána QUINEM *et al.* (1938; cit ØRSKOV, 2000), který používal hedvábné sáčky. Je to jedna ze základních procedur určených ke zjišťování krmné hodnoty krmiv důležité pro hodnocení kvality krmiv (FATHI NASRI *et al.*, 2006). Postup této metody je následující. Vzorky sušeného a mletého krmiva nebo vlhkých rozsekaných vzorků jsou umístěny do nylonových sáčků (STERN *et al.*, 1997). ØRSKOV (2000) doporučuje množství 2 – 5 g do sáčků o velikosti 10 × 17 cm v závislosti na objemové hmotnosti vzorku. TŘINÁCTÝ *et al.* (1999) uvádí jako optimální navážku 15 mg/cm² plochy sáčku. Sáčky s naváženým vzorkem jsou upevněny na nosič a inkubovány v bacheru ovcí nebo skotu, vybavených

bachorovou kanylou (ROE *et al.*, 1991). NANDRA *et al.* (2000) zjistil prokazatelné rozdíly v degradaci dusíkatých látek inkubovaných v bachoru ovcí a skotu, proto je třeba uvádět použité experimentální zvíře. Po stanovených časových intervalech jsou sáčky vyjmuty z bachoru, promyty a usušeny. Časové (inkubační) intervaly jsou stanoveny dle zkoumaného druhu krmiva nebo živiny (NOZIÈRE a MICHALET-DOREAU, 1996). Takto může být měřena degradovatelnost sušiny (MTHIYANE *et al.*, 2001), organické hmoty (VAN VUUREN *et al.*, 1991; MERO a UDÉN, 1997), vlákniny (ČEREŠŇÁKOVÁ *et al.*, 2000; DE BOEVER *et al.*, 2002), dusíku (AUFRÈRE *et al.*, 1991; TOMÁNKOVÁ a KOPEČNÝ, 1995; WILKERSON *et al.*, 1995; HOMOLKA, 2000), škrobu (HERRERA-SALDANA *et al.*, 1990; TOMÁNKOVÁ a HOMOLKA, 2004), energie (ARIELI *et al.*, 1998), atd., v závislosti na době inkubace (ØRSKOV, 2000). DÄNICKE (2002) sledoval touto metodou například i vliv toxinů na degradaci sušiny. FONSECA *et al.* (1998) uvádí, že technika *in sacco* umožňuje studovat bachorovou degradovatelnost v různých časových intervalech nebo i kinetiku bachorového trávení. Velikost pórů sáčků je doporučována 30-60 μm (VANZANT *et al.*, 1998). Tato velikost snižuje vyplavování částic ze sáčků a umožňuje vstup mikroorganismů. Tím je zajištěna podobná rychlost fermentace uvnitř sáčků jako v bachoru. Rozpustná část vzorku (čas 0) je zjišťována promýváním sáčků se vzorkem (bez inkubace v bachoru) a následným usušením a zvážením. Promývání je shodné s promýváním po vyjmutí sáčků z bachoru. Je prováděno do té doby, dokud není odtékající voda čistá (NOCEK a GRANT, 1987). Promývání může být prováděno ručně (LINDBERG, 1985; HERRERA-SALDANA *et al.*, 1990; VAREL a KREIKEMEIER, 1995) nebo za použití pračky (VAN VUUREN *et al.*, 1991; ADESOGAN *et al.*, 1998, AGBAGLA-DOHNANI *et al.*, 2001).

Tuto metodu lze také použít pro zjišťování nestravitelné neutrálně detergentní vlákniny (INDF) (NOUSIAINEN *et al.*, 2003b). LIPPKE *et al.* (1986), TAMMINGA *et al.* (1989) a AHVENJÄRVI *et al.* (2003) uvádějí, že nestravitelná vláknina poskytuje použitelný vnitřní ukazatel (marker) pro stanovení stravitelnosti při pastevních experimentech.

Vyjádření výsledků bachorové degradovatelnosti

Charakteristiky degradační křivky jsou popsány rovnicemi dle ØRSKOVA a McDONALDA (1979):

$$P = a + b (1 - e^{-ct})$$

$$ED = a + b * (c / (c + k))$$

Kde:

P = degradovatelnost krmiva (určité živiny) v čase t (%)

a = rozpustná frakce krmiva (určité živiny) (nulová pro NDF)

b = nerozpustná, ale potenciálně degradovatelná frakce krmiva (určité živiny)

c = rychlost degradace frakce b (h^{-1})

e = exponenciál

ED = efektivní bachorová degradovatelnost krmiva (určité živiny) (%)

k = rychlost pasáže částic z bachoru (h^{-1})

Tyto rovnice byly později doplněny o lag time, který vyjadřuje časový úsek než dojde k hydrataci krmiva, mikrobiálnímu osídlení krmiva a enzymatickému působení na rozklad krmiva (VAN SOEST, 1994). Rovnice zahrnující lag time (lt) dle McDONALDA (1981):

$$P = a + b (1 - e^{-c(t-lt)})$$

$$ED = a + b * (c / (c + k)) * e^{(-k*lt)}$$

2.8. *In vitro* plynová produkce

Tato technika je podobná jiným *in vitro* technikám, které používají rozemletý substrát, anaerobní prostředí a jako inokulum smíšenou mikrobiální populaci z bachoru (HOLDEN, 1999; WILLIAMS, 2000). Metoda je založena na vztahu mezi fermentační produkcí plynu a trávením krmiva.

Předvážený substrát je smíchán s mediem. Tato směs je za stálého míchání záhřata na 39°C a jako inokulum je dodán čerstvě odebraný vzorek bachorové tekutiny. Od tohoto momentu je měřena produkce plynu z probíhající fermentace. Základní způsoby měření jsou buď na konci fermentace nebo v určených časových intervalech v průběhu fermentace, z čehož lze zjistit kinetiku fermentace (VALENTIN *et al.*, 1999; NAGADI *et al.*, 2000a; RYMER *et al.*, 2005) i výši trávení krmiva (BEUVINK a KOGUT, 1993; ADESOGAN *et al.*, 2005). Tuto metodu lze využít také pro predikci příjmu sušiny hospodářskými zvířaty (BLÜMMEL *et al.*, 2005).

Příprava vzorků spočívá v namletí vzorků na velikost částic 1 mm (DEAVILLE a GIVENS, 2001), což je důležité pro vytvoření dostatečně velké dosažitelné plochy pro mikrobiální degradaci. Další významnou částí je sušení, které by mělo být provedeno lyofilizací nebo sušením v sušárně (WILLIAMS, 2000) při nižších teplotách, tzn. do 60°C (PARISSI *et al.*, 2005).

Medium slouží k napodobení životního prostředí mikroorganismů v bachoru. Nejdůležitější podmínky pro anaerobní mikroorganismy jsou pH, teplota, pufrovací kapacita a dusík ve formě močoviny. V současnosti využívaná media obsahují hydrogenuhličitanové a fosforečné pufrы (MOULD *et al.*, 2005b), redukující činidlo, zdroj dusíku, minerály a indikátor redukčního potenciálu. Během přípravy media a inokulace je třeba používat CO₂. Důvodem je udržení nízkého redukčního potenciálu, což je nejpodstatnější pro fermentaci vzorků s vysokým obsahem vlákniny.

Inokulum by mělo být odebíráno od nejméně dvou, lépe však tří zvířat, která jsou krmena stejnou krmnou dávkou. Nejčastěji používanými pokusnými zvířaty bývají ovce, které jsou preferované zejména kvůli jejich velikosti, ovšem principiálně je možné použití všech druhů přežvýkavců. Při popisu této metody by měl být vždy uveden druh zvířete, plemeno, krmná dávka a čas odběru bachorového obsahu ve vztahu ke krmení (MOULD *et al.*, 2005a). BUENO *et al.* (2005) nezjistil rozdíly ve výši produkce plynu a degradovatelnosti krmiv při porovnání inokula skotu a ovcí, ale zjistil rozdíly v kinetice produkovaného plynu. CABLABRÒ *et al.* (2005) popisuje podobné zjištění a

dodává, že se zvyšujícím se obsahem vlákniny ve vzorcích se tyto rozdíly zvyšovaly. Doporučovaná doba pro odběr inokula je před krmením (THEODOROU *et al.*, 1994). Příprava inokula spočívá zejména v jeho homogenizaci, která má za cíl zvýšit množství přichycených bakterií. Velmi nutné je udržovat dostatečný přísun CO₂ z důvodů popsanych výše. Podíl inokula k mediu by měl činit 20 % (PELL a SCHOFIELD, 1993).

Produkce plynu je součet přímé produkce plynu z fermentace (zejména CO₂ a CH₄) (STERN *et al.*, 1997; BLÜMMEL *et al.*, 1999a) a nepřímé produkce plynu z pufrování těkavých mastných kyselin (CO₂ uvolněné z hydrogenuhličitanového pufru). Každý mol těkavé mastné kyseliny vytvořené z fermentace uvolní 0,8-1,0 mol CO₂ z tlumeného roztoku bachorové tekutiny, v závislosti na obsahu přítomného fosfátového pufru (BLÜMMEL a ØRSKOV, 1993; GETACHEW *et al.*, 2005b).

CONE *et al.* (1996) uvádí metodu *in vitro* plynové produkce jakožto možný a důležitý způsob zjišťování degradovatelnosti živin krmiv a tím možnost náhrady metod *in sacco* a *in vivo*. GASMI-BOUBAKER *et al.* (2005) a DE BOEVER *et al.* (2005) popisují metodu *in vitro* plynové produkce jako prokazatelně více efektivní pro stanovení výživné hodnoty krmiv oproti metodě *in situ*. RODRIGUES *et al.* (2002) uvádí, že pomocí veličin získaných touto metodou lze dobře předpovídat příjem sušiny krmiva. Tuto metodu lze například také použít pro studium vlivu různých organických kyselin a organických solí na regulaci mikrobiální fermentace v trávicím traktu selat (PARTANEN a JALAVA, 2005).

2.9. *In vitro* pepsin celulósová rozpustnost

Tato metoda je jednou ze základních *in vitro* metod využívajících enzymů ke stanovení stravitelnosti krmiv. Výhoda této metody spočívá v možnosti zjistit stravitelnost bez využívání zvířat a ve velmi dobré standardizovatelnosti (STERN *et al.*, 1997; HUHTANEN *et al.*, 2006b). STERN *et al.* (1997) uvádí že komerční „nebachorové“ enzymy nemusí mít stejné působení jako „originální bachorové“ enzymy. Proto musí být zvolena optimální koncentrace těchto enzymů (COBLENTZ *et al.*, 1999), která umožňuje dostatečné nasycení a působení na substrát. ADERIBIGBE a CHURCH (1983) uvádějí, že *in vitro* enzymatické metody jsou dobře využitelné pro zjišťování stravitelnosti monogastrů (např. králíků) i přežvýkavců. Tito autoři také uvádějí efektivní využití *in vitro* metod pro predikci *in vivo* stravitelnosti sušiny,

organické hmoty nebo dusíkatých látek. NOCEK (1988) doporučuje tyto metody spíše pro porovnávání krmiv mezi sebou než pro detekci skutečné hodnoty stravitelnosti.

Metoda je založena na napodobení trávicího traktu přežvýkavců působením pepsin-HCl a celulázového roztoku na testované krmivo (NOUSIAINEN *et al.*, 2003a). Vzorky jsou nejprve inkubovány s roztokem pepsinu a HCl. Ve druhé fázi jsou vzorky inkubovány s roztokem celulázy. U každé sady vzorků musí být inkubován také standardní vzorek se známou *in vivo* stravitelností, z důvodu korekce případné chyby. Výsledkem je zjištěná rozpustnost živiny (organické hmoty, vlákniny, atd.) podle které je pomocí predikčních rovnic možné zjistit stravitelnost.

3. CÍL PRÁCE

1. Stanovení bachorové degradovatelnosti neutrálně detergentní vlákniny u vybraných druhů trav, konzervovaných sušením a silážováním, metodou *in sacco*.
2. Vypočítat nejdůležitější parametry popisující profil degradovatelnosti NDF:
 - parametr b (potenciální degradovatelnost),
 - parametr c (rychlost degradace),
 - parametr ED (efektivní degradovatelnost),
 - parametr INDF (nestravitelná NDF).
3. Vytvořit predikční rovnice pro jednotlivé parametry degradovatelnosti na základě chemických rozborů.
4. Porovnání stanovení stravitelnosti organické hmoty na základě metod *in sacco*, *in vitro* plynové produkce a pepsin celulázové rozpustnosti.

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1. Členění disertační práce

4.1.1. Pokus 1

Cílem pokusu bylo posoudit degradovatelnost NDF u sušených vzorků trav metodou *in sacco*. Dále byly porovnávány rozdíly mezi jednotlivými travními druhy a vytvořeny predikční rovnice pro jednotlivé parametry degradovatelnosti NDF. Součástí výsledků bylo i zjištění degradovatelnosti DM. Seznam použitých vzorků, včetně růstových fází, výnosů a výšky porostů jsou uvedeny v TABULCE 1.

4.1.2. Pokus 2

V tomto pokusu byla posuzována degradovatelnost NDF travních siláží a byly vypočteny predikční rovnice pro jednotlivé parametry degradovatelnosti NDF. Posuzován byl také vliv délky skladování siláží na degradovatelnost NDF. Součástí výsledků bylo i zjištění degradovatelnosti DM. Seznam zkoumaných vzorků travních siláží je uveden v TABULCE 16.

4.1.3. Pokus 3

V této části bylo porovnáváno stanovení stravitelnosti OM sušených trav na základě metod *in sacco*, *in vitro* plynové produkce a *in vitro* pepsin celulázové rozpustnosti. Seznam použitých vzorků je uveden v TABULCE 27.

4.2. Pokusný materiál

Pokusným materiálem v této práci byly čtyři druhy trav a jeden travní hybrid. Trávy byly sklizeny v letech 2004 a 2005 jako první seč monokulturních porostů. Pokusná políčka těchto porostů byla pěstována ve Šlechtitelské stanici Větrov. Pokusné parcely byly vysety 23. 6. 2003 v nadmořské výšce 620 m.n.m., půdní typ hnědá půda. Před setím bylo hnojeno 300 kg NPK 15-15-15/ha a dva měsíce po vysetí 180 kg LAV/ha. Následně bylo každý rok hnojeno před 1. sečí 65 kg N/ha a po 1. a 2. seči bylo hnojeno v dávce 40 kg N/ha a po 3. seči 250 kg NPK 15-15-15/ha. Každý rok bylo provedeno 6 sklizní s následným sušením u všech použitých travních druhů při různých fázích růstu. V každém roce bylo u dvou sklizní také provedeno silážování sklizených trav. Při sklizni byla měřena výška porostu, výnos, sušina a růstová fáze trav.

4.2.1 Popis zkoumaných trav

(KÜHN, 1994; FIREMNÍ INFORMACE, 2003-2006)

Srha laločnatá (Dactylis glomerata) – odrůda: Dana

Vytrvalá, hustě trsnatá, až 1,4 m vysoká s přizemním trsem sivozelených plochých listů. Mladé listy jsou v pochvě složené. Stéblo je středně jemné se 4 kolénky, lata jednostranná, klásky 3-4-květé. Reaguje dobře na dusíkaté hnojení. Roste planě v loukách, kolem sídel, na sešlapávaných místech a lesích.

Bojínek luční (Phleum pratense) – odrůda: Sobol

Trsnatý, vytrvalý, nasivělý. Listy lysé, pravotočivé, klásky uložené v lichoklasu jsou velmi krátce (0,5 mm) stopkaté; lichoklas při ohnutí zůstává válcovitý, nerozděluje se na laloky. Fertilní stébla jsou dlouhá 110 až 140 cm. Na jaře zůstává dlouho nízký, kvete mezi posledními lučními travami. Sobol je poloranou odrůdou.

Jílek vytrvalý (Lolium perenne) – odrůda: Jaspis

Je 2-letý až vytrvalý, volně trsnatý, 0,1 – 0,6 m vysoký s četnými vegetačními výhony. Čepele jsou 4 mm široké, rub listů matně lesklý, ouška krátká nebo chybí, často jsou jednostranně vyvinuty. Seje se do vojtěšky a jetele. Planě roste na sešlapávaných místech od nížiny do podhůří.

Kostřava rákosovitá (Festuca arundinacea) – odrůda: Prolate

Trsnatá vytrvalá 0,3 – 1,5 m vysoká, listy 7 mm široké, ploché na líci žebernaté s brvitým jazýčkem. Rub listů je lesklý. Metá brzy, větve latic mají až 8 klásků, 11 mm dlouhých, zpravidla 3-8-květých a kopinatých. Po seči hustě obrůstá. Je to důležitá, velmi kvalitní pícnina, seje se do sečných luk a pastvin. Je odolná suchu.

MRK (Lolium multiflorum Lamk. x Festuca arundinacea Schreb.) – odrůda: Felina

Odrůda vznikla křížením jílků mnohokvětého ($2n = 14$) odrůd Rožnovských a Tiara s ekotypy kostřavy rákosovité z okolí Hladkých Životic ($2n = 42$) a zpětným křížením s vybranými odrůdami světového sortimentu. Náleží mezi vzrůstné vytrvalé trávy o výšce 120 – 140 cm, květenství tvoří načervenalá lata. Hybrid Felina je vhodný pro polní pícninářství i do trvalých travních porostů.

4.3. Konzervace vzorků

4.3.1. Sušené vzorky (Pokus 1 a Pokus 3)

Trávy byly sklizeny ručně z plochy 1 m² s výškou strniště 3 cm. 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.

4.3.2. Silážované vzorky (Pokus 2)

Pro účely silážování byly trávy sklizeny z větší plochy s výškou strniště 3 cm. Po sklizni byla travní hmota umístěna na stolovou sušárnu a zavádána na obsah sušiny 30 – 40 %. Dále byla travní hmota nařezána na velikost řezanky 1 – 1,5 cm a udusána do sklenic o objemu 3 l. Sklenice byly hermeticky uzavřeny a uskladněny v tmavé a chladné místnosti (15°C). Délka skladování siláží byla 10 a 20 týdnů. Po otevření sklenic byla zjištěna kvalita fermentace (pH, obsah kyseliny mléčné, máselné a octové) na přístroji IONOSEP 3001 (KVASNÍČKA, 2000). Poté byly siláže sušeny při 50°C po dobu 48 h a našrotovány na velikost částic 1 mm.

4.4. Chemické analýzy

Laboratorní sušina

Vysoušecí misky s navázkou byly sušeny po dobu 24 h při teplotě 105 °C.

Stanovení obsahu popelovin

Kelímky s materiálem byly spalovány po dobu 6 h při teplotě 550 °C.

Stanovení obsahu dusíkatých látek

Dusíkaté látky (NL) byly stanoveny metodou podle Kjeldahla (AOAC, 1990).

Stanovení obsahu tuku přímou extrakcí

Stanovení obsahu tuku bylo provedeno na přístroji SOXTEC (SOXTEC SYSTEM HT 1043) dle Soxhleta (AOAC, 1990).

Stanovení obsahu hrubé vlákniny (CF)

Metoda, která spočívá ve dvoustupňové hydrolýze kyselinou a zásadou. Analýza byla prováděna na přístroji ANKOM TECHNOLOGY.

Stanovení obsahu neutrálně detergentní vlákniny (NDF)

Tato metoda spočívá hydrolyze rostlinného vzorku v neutrálním prostředí (pH 7) roztoku činidla laurylsulfátu sodného (VAN SOEST *et al.*, 1991). Nehydrolyzovanými zbytky zůstávají celulóza, hemicelulóza a lignin. Analýza byla prováděna na přístroji ANKOM TECHNOLOGY.

Stanovení obsahu acido detergentní vlákniny (ADF)

Vzorek je v kyselém prostředí kyseliny sírové hydrolyzován činidlem cetyltrimetylamonium bromid (VAN SOEST *et al.*, 1991), kdy zbytkem po kyselé hydrolyze je ligninocelulósový komplex. Analýza byla prováděna na přístroji ANKOM TECHNOLOGY.

Stanovení obsahu acido detergentního ligninu (ADL)

Lignin se stanovuje jako zbytek z ligninocelulózového komplexu po oxidaci kyselinou sírovou (72 %) za studena. Takto stanovený lignin označujeme jako *S-lignin* (KACEROVSKÝ *et al.*, 1990; VAN SOEST *et al.*, 1991).

4.5. In sacco analýza

In sacco metoda je založena na inkubaci vzorků krmiva v nylonových sáčcích v příslušných časových intervalech v bachoru přežvýkavců. Nylonové sáčky zajišťují přímý kontakt bachorových mikroorganismů (aktivní enzymatickou činnost) s testovaným krmivem. Takto lze vyčíslit průběh procesu degradovatelnosti a různý stupeň mikrobiální fermentace krmiva v bachoru kanylovaného zvířete.

Metodický postup

Upravené vzorky byly navažovány v množství 1,5 g (s přesností 10^{-4} g), tedy 15 mg/cm² plochy sáčku, do nylonových sáčků s velikostí pórů 42 μm a rozměry 5 x 12 cm. Byly použity 3 sáčky na jedno pokusné zvíře, čas inkubace a vzorek. Stanovené inkubační časy byly 0, 6, 12, 24, 48, 72 a 96 hodin (RINNE *et al.*, 1999). Pro každý čas inkubace byly sáčky vkládány do bachoru pokusných zvířat po jejich ranním kmení (v 7 hodin). Po inkubaci v bachoru byly sáčky ručně promývány studenou vodou (20°C) po dobu 30 min. Po promytí byly vzorky sušeny při 50°C po dobu 48 h. Usušené

sáčky byly po vychladnutí v exsikátoru zváženy, byla zjištěna degradace sušiny (DM) a dále byl jejich obsah analyzován na obsah NDF (popsáno v kapitole 4.4.).

Inkubační čas 0 h nebyl proveden inkubací sáčků v bachoru, ale sáčky byly ručně promývány studenou vodou (20 °C) po dobu 30 min. Následně byly sáčky sušeny při 50°C po dobu 48 h. Po vychladnutí v exsikátoru byly sáčky zváženy a jejich obsah následně analyzován.

Zjišťování obsahu nestrávitelné neutrálně detergentní vlákniny (INDF)

INDF byla zjištěna po 12 denní inkubaci vzorků v bachoru (RINNE *et al.*, 1997b). Pro tuto analýzu byly použity sáčky s velikostí pórů 17 µm (Swiss Silk Bolting Cloth Ltd., Zurich, Switzerland) (NOUSIAINEN *et al.*, 2004) a rozměry 5 x 12 cm, navážka vzorku na jeden sáček byla 3 g (s přesností 10^{-4} g), tedy 30 mg/cm² plochy sáčku. Použité sáčky (s malou velikostí pórů) byly zvoleny z důvodu minimalizace vtoku a odtoku částic, ale ještě zabezpečujících dostačující mikrobiální aktivitu uvnitř sáčků (HUHTANEN *et al.*, 1998; NOUSIAINEN *et al.*, 2003b). Po inkubaci v bachoru byly sáčky ručně promývány studenou vodou (20°C) po dobu 30 min. Po promytí byly vzorky sušeny při 50°C po dobu 48 h. Usušené sáčky byly po vychladnutí v exsikátoru zváženy, byla zjištěna degradace sušiny (DM) a dále byl jejich obsah analyzován na obsah NDF (popsáno v kapitole 4.4.).

Použitá pokusná zvířata

Degradovatelnost DM a NDF byla testována na dvou volech (Pokus 2 a Pokus 3) a dvou suchostojných kravách (Pokus 1) holštýnského plemene s voperovanou bachorovou kanylou.

Krmení pokusných zvířat

Kanylovaná zvířata byla krmena dvakrát denně. Krmná dávka pro jedno zvíře se skládala z 12 kg lučního sena a 2 kg ječného šrotu. Zvířata měla stálý přístup k pitné vodě.

Kalkulace

Degradovatelnost sušiny (DMD) byla vypočítána dle vzorce:

$$\text{DMD} = (((W_3 - W_1) * \text{DM}_2) / (W_2 * \text{DM}_1)) * 100$$

kde DMD je degradovatelnost sušiny, W_1 je hmotnost sáčku, W_2 je navážka, W_3 je hmotnost sáčku po inkubaci a vysušení, DM_1 je obsah sušiny původního vzorku (% DM / 100), DM_2 je obsah sušiny vzorku po inkubaci (% DM / 100).

Degradovatelnost neutrálně detergentní vlákniny (NDFD) byla vypočítána dle vzorce:

$$\text{NDFD} = 100 - (((W_2 * (100 - \text{DMD}) / (100 * W_1)) * 100)$$

kde NDFD = bachorová degradovatelnost neutrálně detergentní vlákniny, W_1 je obsah NDF v původním vzorku, W_2 je obsah NDF ve vzorku po inkubaci, DMD je degradovatelnost sušiny.

4.6. In vitro analýzy

4.6.1. In vitro plynová produkce

Metoda je založena na vztahu mezi fermentační produkcí plynu a trávením krmiva. Produkce plynu je součet přímé produkce plynu z fermentace (zejména CO_2 a CH_4) a nepřímé produkce plynu z pufrování těkavých mastných kyselin (CO_2 uvolněné z hydrogenuhličitanového pufru).

Příprava vzorků

Ze všech vzorků byla připravena neutrálně detergentně nerozpustná část (NDF). Usušené a namleté vzorky byly naváženy v množství 2,5 g do nylonových sáčků a vařeny v neutrálně detergentním roztoku po dobu 1 hodiny. Byly použity nylonové sáčky o vnější velikosti 6 x 12 cm a velikostí pórů 38 μm . Pro extrakci neutrálně detergentní vlákniny byly použity 2 až 4 sáčky v závislosti na koncentraci NDF ve vzorcích. Po uvaření byly sáčky promyty studenou vodou v pračce a následně promyty acetonem. Následně byly usušeny při 60°C po dobu 48 h. Po usušení a vychladnutí v exsikátoru byly sáčky zváženy pro případné zjištění chyb při extrakci. Pro extrakci

NDF nebylo použito Na_2SO_4 , který by při následné *in vitro* analýze ovlivnil činnost mikroorganismů.

***In vitro* plynová produkce - postup**

Vzorky byly inkubovány v systému *in vitro* plynové produkce, který se skládá z termostaticky kontrolované místnosti, magnetických míchadel (Variomag Telesystem HP 15 P, H + P Labortechnik, AG, Munich, Germany), elektromagnetických ventilů (11-15-1-SV-24Q70 Pneutronics, Hollis, USA), tlakových snímačů (142PC05D, Honeywepp, Inc., Minneapolis, USA) a modulárního programovatelného logického regulátoru (MELSEC AnS, vyrobeno Mitsubishi Electric Europe Gmb H, Industrial Automation, Ratingen, Germany). Pro řízení AnS jednotky byl použit FactoryLink program (Beijers, G & L Beijer Electronics AB, Malmö, Sweden). Systém byl chráněn proti problémům s elektrickou energií systémem Powerware Prestige 6000 (Exide Electronics Oy, Espoo, Finland).

NDF vzorků byla navážena v množství 0,5 g do 100 ml lahví. V jednom cyklu bylo použito 23 lahví (20 se vzorky a 3 slepé). Všechny vzorky byly inkubovány ve třech cyklech (třech opakováních). Magnetické míchadlo bylo vloženo do každé lahve. Medium (GOERING a VAN SOEST, 1970) bylo nasyceno CO_2 při 39°C po dvě hodiny, redukční roztok (GOERING a VAN SOEST, 1970) byl přidán a 60 ml redukovaného pufry bylo rozděleno do lahví jednu hodinu před přidáním inokula.

Bachorová tekutina byla odebírána od dvou dojnic plemene Finský Ayshire, vybavených bachorovou kanylou. Krmná dávka se skládala z travní siláže (ad libitum) a 5 – 6 kg jaderných krmiv (ječmen, melasované cukrovarské řízky, řepkový šrot ve stejném poměru a minerálie). Jádru bylo dávkováno v 6:00 a 18:00. Bachorový obsah byl odebírán z bachoru ve 12:00 pomocí 500 ml lahve. Bachorová tekutina byla udržována při 39°C , dokud nebyla přecezena přes dvojí plátno do lahve naplněné CO_2 . Pevné zbytky ulpěné na plátně byly homogenizovány v mixéru po dobu 60 s s 500 ml studeného (0°C) redukovaného media (GOERING a VAN SOEST, 1970) a přefiltrovány přes dvě vrstvy plátna do stejné lahve. Před aplikací inokula do lahví bylo inokulum zahřáto na 39°C a 20 ml inokula bylo dávkováno, za stálého sycení CO_2 , do lahví se vzorkem a pufrem. Okamžitě po nadávkování inokula a uzavření lahví bylo započato s automatickým měřením produkce plynu z každé lahve. Lahve byly inkubovány při 39°C a produkce plynu byla měřena každých 15 min po dobu 72 h. Magnetické míchadlo míchalo obsah lahve ve 20 s intervalech po dobu 30 s. Průměrná

produkce plynu ze slepých lahví uvnitř cyklu byla odečtena od produkce plynu z lahví se vzorky. Cílem bylo omezit rozdíly mezi odlišnými cykly.

4.6.2. *In vitro* pepsin celulózová rozpustnost organické hmoty

Tato metoda byla uskutečněna podle NOUSIAINENA *et al.* (2003a) (upravená metoda popsána FRIEDELEM, 1990). Tato metoda je založena na napodobení trávicího traktu přežvýkavců působením pepsin-HCl a celulózového roztoku na testované krmivo.

Předběžná úprava s pepsin-HCl

Usušené a namleté vzorky byly umístěny (200 mg) do 50 ml Erlenmeyerových baněk, bylo přidáno 20 ml pepsin-HCl roztoku (1000 ml 0.5 N HCl a 2 g pepsinu, Merk No. 7190, 2000 FIP U g-1) a baňky byly protřeseny. Nasledně byly baňky uzavřeny gumovou zátkou a inkubovány při 40°C po dobu 24 h. Po inkubaci byly baňky umístěny na 10 min do vařící vodní lázně, z důvodu zastavení aktivity pepsinu. Následně byly vzorky kvantitativně přemístěny do filtračních kelímků (Laborexin Ltd., model P3, pórovitost 40 µm). Kelímky byly umístěny do extrakčního přístroje (Tecator Fibertec Systém 1021) a vysušeny pomocí podtlaku, vzniklém v přístroji.

Celulózová inkubace

Po první fázi (pepsin-HCl úpravě) byl každý kelímek umístěn do 50 ml skleněné kádinky. Do kelímku bylo nalito 20 ml a do kádinky 10 ml celulóza-pufr roztoku. Celulóza-pufr roztok (pH 4,6) obsahoval (na 1000 ml) 16,64 g Na₂HPO₄, 11,19 g kyseliny citronové, 20 mg C₉H₉HgNaO₂S (BDH No.30416) a 5,0 g krystalické celulózy z *Trichoderma viride* (Unizyme F, IFZ Biotechnologie GmbH, Germany, activity 0.9 FPU mg⁻¹). Každá dávka celulózy byla kalibrována ku vzorkům se známou *in vivo* stravitelností. Standardní vzorek siláže byl umístěn v každém inkubačním cyklu pro ověření aktivity enzymu a dodržení standardního laboratorního postupu. Vzorky byly inkubovány v celulóza-pufr roztoku při 40°C po dobu 48 h a promíchávány dvakrát denně. Po inkubaci byly vzorky promyty v extrakční jednotce, nejprve třikrát vodou a potom třikrát acetonem. Poté byly kelímky umístěny na 3 h do pece při teplotě 520°C. Rozpustná organická hmota byla vypočítána jako rozdíl mezi celým krmivem (vzorkem) a pepsin-celulózovým nerozpustným zbytkem.

4.7. Kalkulace výsledků

Kalkulace výsledků byla provedena v programu SAS 9.1 (2002):

Metoda *in sacco*

Byly vyčísleny:

1. degradovatelnost sušiny (DM) a neutrálně detergentní vlákniny (NDF);
2. efektivní bachorová degradovatelnost DM a NDF;

ad1.

Degradovatelnost DM byla vypočítána z výsledků inkubačních intervalů 0, 6, 12, 24, 48, 72 a 96 hodin dle rovnice (ØRSKOV a McDONALD, 1979):

$$\text{Deg}_{(t)} = a + b * (1 - \exp^{-ct})$$

kde $\text{Deg}_{(t)}$ je degradovatelnost DM v čase t , a je rozpustná frakce DM, b je nerozpustná, ale potenciálně degradovatelná frakce DM, c je rychlost degradace frakce b a \exp je exponenciál.

Degradovatelnost NDF byla vypočítána z výsledků inkubačních intervalů 6, 12, 24, 48, 72 a 96 hodin dle rovnice (ØRSKOV a McDONALD, 1979):

$$\text{Deg}_{(t)} = b * (1 - \exp^{-ct})$$

kde $\text{Deg}_{(t)}$ je degradovatelnost NDF v čase t , b je nerozpustná, ale potenciálně degradovatelná frakce NDF, c je rychlost degradace frakce b a \exp je exponenciál.

ad2.

Efektivní bachorová degradovatelnost DM byla vypočítána pro výtokovou rychlost částic $0,05 \text{ h}^{-1}$ (PETIT *et al.*, 1994) dle rovnice (ØRSKOV a McDONALD, 1979):

$$\text{ED} = a + b * (c / (c + k))$$

kde: ED je efektivní bachorová degradovatelnost DM, a je rozpustná frakce DM, b je nerozpustná, ale potenciálně degradovatelná frakce DM, c je rychlost degradace frakce b , k je rychlost pasáže částic z bachoru, tj. $0,05 \text{ h}^{-1}$.

Efektivní bachorová degradovatelnost NDF byla vypočítána pro výtokovou rychlost částic $0,02 \text{ h}^{-1}$ (KOUKOLOVÁ *et al.*, 2004) dle rovnice (ØRSKOV a McDONALD, 1979):

$$ED = b * (c / (c + k))$$

kde: ED je efektivní bachorová degradovatelnost NDF, b je nerozpustná, ale potenciálně degradovatelná frakce NDF, c je rychlost degradace frakce b , k je rychlost pasáže částic z bachoru, tj. $0,02 \text{ h}^{-1}$.

Výpočet OMD (stravitelnost organické hmoty) dle metody *in sacco* (rovnice dle NOUSIAINENA *et al.*, 2003b):

$$OMD = 854 - 1,42 * INDF$$

kde OMD je stravitelnost organické hmoty a INDF je nestravitelná neutrálně detergentní vláknina.

Metoda *in vitro* plynová produkce

Pro vytvoření křivek produkce plynu byl použit dvoufázový Gompertz model (SCHOFIELD *et al.*, 1994):

$$G = V_1 * \exp(-\exp(1+k_1*(L_1-t))) + V_2 * \exp(-\exp(1+k_2*(L_2-t)))$$

kde G je měřené množství plynu, V jsou parametry popisující narůstající množství plynu jednotlivých fází, k jsou kinetické parametry jednotlivých fází, L jsou lag parametry jednotlivých fází a t je čas v hodinách.

Model byl proveden nelineárním postupem programu SAS 9.1 (2002).

Simultánní procesy trávení a pasáže byly simulovány bachorovým modelem popsaným ALLENEM a MERTENSEM (1988) vytvořeným v softwaru Powersim ®:

$$\text{DNDF degradovatelnost (D)} = (k_d / (k_d + k_r) [1 + k_r/(k_d + k_p)])$$

$$k_d = [- (k_p + k_r) + [(k_p + k_r)^2 + 4Dk_r k_p / (1 - D)]^{0.5}] / 2$$

kde k_d , k_r a k_p jsou rychlosti degradace, uvolnění z neodtokového do odtokového oddělení a pasáže do dalších částí traktu.

Výpočet OMD (stravitelnost organické hmoty) dle metody *in vitro* gas production (rovnice dle databáze MTT Agrifood Research Finland):

$$\text{OMD} = ((1000 - \text{NDF} - \text{ash}) * 1,009 - 96,5)) + (((\text{NDF} - \text{INDF}) * 1000/\text{NDF}) * \text{DNDFD}/1000) * \text{NDF}/1000) * 1000/(1000 - \text{ash})$$

kde OMD je stravitelnost organické hmoty, INDF je nestravitelná neutrálně detergentní vláknina, NDF je obsah neutrálně detergentní vlákniny, DNDFD je stravitelnost potencionálně stravitelné neutrálně detergentní vlákniny a ash je obsah popele.

***In vitro* pepsin celulázová rozpustnost**

Výpočet OMD (stravitelnost organické hmoty) dle pepsin celulázové rozpustnosti (rovnice dle NOUSIAINENA *et al.*, 2003b):

$$\text{OMD} = 61 + 0,87 * \text{OMS}$$

kde OMD je stravitelnost organické hmoty a OMS je pepsin celulázová rozpustnost organické hmoty.

4.8. Statistická analýza

Pomocí korelačních koeficientů byly vyhodnoceny lineární vztahy mezi parametry degradovatelnosti NDF a chemickým složením (Pokus 1 a Pokus 2), a dále vztahy mezi výsledky testovaných metod (Pokus 3). Pro vytvoření predikčních rovnic byla využita jednoduchá lineární regrese (Pokus 1, Pokus 2, Pokus 3) a postupná mnohonásobná regrese (Pokus 1 a Pokus 2). Rozdíly v parametrech degradovatelnosti NDF mezi travními silážemi, skladovanými po různou dobu, byly vyhodnoceny pomocí párového t-testu (Pokus 2). Posouzení výsledků zjištěných pomocí různých metod (Pokus 3) bylo uskutečněno pomocí jednocestné ANOVY, a pokud byly takto zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$), byl využit Tukeyho test pro zjištění konkrétních rozdílů mezi výsledky. Rozdíly parametrů degradovatelnosti NDF mezi travními druhy ve stejných růstových fázích (Pokus 1) byly vyhodnoceny pomocí dvoucestné ANOVY, kde byly zahrnuty faktory vlivu travního druhu a experimentálního zvířete. Byla sledována také vzájemná interakce těchto faktorů. Při zjištění statisticky průkazných rozdílů ($P < 0,05$) byl využit Tukeyho test pro zjištění konkrétních rozdílů mezi výsledky. Tyto statistické analýzy byly provedeny v programu STATISTICA 6 (2001).

Porovnání obsahů a změn parametrů degradovatelnosti NDF mezi jednotlivými travními druhy (Pokus 1), v závislosti na termínech sklizně, bylo provedeno pomocí MIXED procedury programu SAS (SAS, 2002). Efekty roku a trávy byly použity jako fixní vlivy a termín sklizně byl vložen v každé úrovni efektu trávy jako kovariance. Protože byla zjištěna heterogenita variance, byly rozdílné variance termínů sklizně zohledněny ve variance-kovariance struktuře použitého modelu. Odhady změn parametrů degradovatelnosti NDF mezi termíny sklizně byly porovnávány pomocí párového srovnání s využitím Bonferroniho korekce pro kontrolu celkové experimentální chyby prvního typu. Při párovém porovnání LS-průměrů jednotlivých trav byla použita Scheffého korekce proti překročení celkové experimentální chyby.

5. VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1. Pokus 1

Stanovení, porovnání a predikce parametrů bachorové degradovatelnosti NDF metodou *in sacco* u vybraných druhů trav

V Pokusu 1 byly sledovány vzorky 40 sušených trav sklizených v letech 2004 a 2005 v rozmezí růstových fází od počátku sloupkování až po plný květ (TABULKA 1). Cílem tohoto pokusu bylo stanovit degradovatelnost NDF, vypočítat parametry degradovatelnosti NDF (b , c , ED, INDF) a vytvořit predikční rovnice těchto parametrů podle ukazatelů chemického složení (NL, CF, NDF, ADF, ADL). Dále byla posouzena kvalita sledovaných travních druhů podle parametrů degradovatelnosti NDF z pohledu termínu sklizně a růstové fáze.

Chemické složení (popel, tuk, NL, CF, NDF, ADF a ADL) jednotlivých vzorků trav je uvedeno v TABULCE 2. Obsah NL byl v rozsahu od 64,5 do 211,3 g/kg sušiny (DM) (průměr 136,1 g/kg DM). Rozmezí obsahu NDF bylo od 360,3 do 691,2 g/kg DM (průměr 550,2 g/kg DM). Průměrný obsah ADF byl 298,9 g/kg DM (od 183 do 382,8 g/kg DM) a ADL 21,4 g/kg DM (od 10,9 do 41,4 g/kg DM). Zjištěné hodnoty odpovídají výsledkům, které zjistili CHERNEY *et al.* (1993) u kostřavy rákosovité a bojínku lučního a JENSEN *et al.* (2003) u srhy laločnaté a jílku vytrvalého.

V TABULCE 3 je uvedena degradovatelnost NDF po jednotlivých inkubačních intervalech (6, 12, 24, 48, 72, 96 a 288 h) u jednotlivých vzorků trav. Degradovatelnost NDF po 24 h inkubaci se pohybovala od 495,6 do 899,9 g/kg NDF, po 48 h byla v rozmezí od 603 do 919,2 g/kg NDF a po 96 h byla od 703 do 947,4 g/kg NDF.

Zjištěné parametry degradovatelnosti NDF každého vzorku trav jsou uvedeny v TABULCE 4. Hodnoty parametru b se pohybovaly od 684,2 do 942,2 g/kg NDF. Parametr c byl v rozmezí od 0,039 do 0,108 h⁻¹ a ED (efektivní degradovatelnost NDF) byla od 503 do 784,8 g/kg NDF. DNDF (potencionálně stravitelná NDF) kolísala od 787 do 959,5 g/kg NDF a obsah INDF (nestravitelná NDF) vykazoval hodnoty od 18 do 137,1 g/kg DM. COBLENTZ *et al.* (1998) zjistil parametry degradovatelnosti NDF u sledovaných trav v rozmezí od 595 do 752 g/kg NDF (parametr b) a od 0,032 do 0,056 h⁻¹ (parametr c). ANDRIGHETTO *et al.* (1993) uvádí hodnoty parametrů degradovatelnosti NDF u jílku mnohokvětého, u kterého byla hodnota parametru b 598 g/kg NDF a parametru c 0,0291 h⁻¹.

Korelační koeficienty mezi parametry degradovatelnosti NDF a chemickým složením trav jsou uvedeny v TABULCE 5. Všechny zjištěné korelační koeficienty byly statisticky průkazné ($P < 0,05$). Parametr b nejlépe koreloval s obsahem ADL ($r = -0,76$) a nejhůře s obsahem NL ($r = 0,67$). Pro parametr c byl zjištěn nejvyšší korelační koeficient s obsahem NL ($r = 0,78$) a nejnižší s obsahem ADL ($r = -0,46$). ED vykazovala nejvyšší závislost na obsahu NL ($r = 0,81$) a nejnižší na obsahu NDF ($r = -0,70$). Obsah ADL byl nejlépe korelován s DNDF ($r = -0,83$) i s INDF ($r = 0,85$). Nejhůře byla DNDF korelována s obsahem NDF ($r = -0,69$) a INDF s obsahem NL ($r = -0,71$). Většina zjištěných korelačních koeficientů ukazuje na velmi vysokou závislost mezi chemickým složením a parametry degradovatelnosti NDF. Také KOUKOLOVÁ *et al.* (2004) zjistila nejvyšší závislost mezi parametrem b a ADL ($r = -0,82$) a mezi DNDF a ADL ($r = -0,82$). NOCEK a GRANT (1987) vypočítali, že obsah ADL byl nejlépe korelován s obsahem INDF ($r = 0,76$) a nejhůře s parametrem c ($r = 0,27$) u travních porostů, kde dominovaly srha laločnatá a bojínek luční.

Predikce parametru b z chemického složení byla provedena pomocí jednoduché lineární a postupné mnohonásobné regrese (TABULKA 6). Nejlepším prediktorem uvedeného parametru byl obsah ADL ($R^2 = 0,572$) (GRAF 2A) a naopak nejhorším obsah NDF ($R^2 = 0,301$). V případě použití více prediktorů bylo nejlepších determinačních koeficientů dosaženo při použití obsahu ADL a NL ($R^2 = 0,677$) a ADL, NL a NDF ($R^2 = 0,679$). Zlepšení predikovatelnosti pomocí mnohonásobné lineární regrese popisuje také BLÜMMEL *et al.* (1999b). Predikcí parametru c (TABULKA 7) bylo nejvyššího determinačního koeficientu dosaženo, při využití jedné proměnné, u obsahu NL ($R^2 = 0,607$) (GRAF 2B), při využití dvou proměnných u obsahu NL a NDF ($R^2 = 0,717$) a při využití tří proměnných to byly NL, NDF a ADF ($R^2 = 0,733$). Nejhorší proměnnou byl obsah ADL ($R^2 = 0,212$). V TABULCE 8 jsou uvedeny regresní rovnice predikující efektivní degradovatelnost NDF. Z jednotlivých proměnných dosáhl nejlepšího determinačního koeficientu obsah NL ($R^2 = 0,653$) (GRAF 2C). Při využití více predikčních proměnných byly nejlepšími prediktory vypočteny NL a ADL ($R^2 = 0,769$) a dále NL, ADL a CF ($R^2 = 0,787$). Nejhoršího determinačního koeficientu bylo dosaženo u obsahu NDF ($R^2 = 0,484$). Regresní rovnice predikující obsah INDF jsou uvedeny v TABULCE 9. Nejlepším prediktorem byl obsah ADL ($R^2 = 0,722$) (GRAF 2D). Naopak nejhorší determinační koeficient byl zjištěn u obsahu NL ($R^2 = 0,507$). Proměnné ADL a CF ($R^2 = 0,830$) byly nejlepšími dvěma prediktory a ADL, CF a NL nejlepšími třemi prediktory ($R^2 = 0,865$). Zjištěný

výsledek potvrzuje hlavní vliv ligninu na stravitelnost NDF, který je považován za primární jednotku odpovědnou za výši stravitelnosti krmiv (VAN SOEST, 1994; TRAXLER *et al.*, 1998; AGBAGLA-DOHNANI *et al.*, 2001). TRAXLER *et al.* (1998) predikoval pomocí ADL INDF pro trávy C3 cyklu ($R^2 = 0.63$), trávy C4 cyklu ($R^2 = 0.69$), jeteloviny ($R^2 = 0.66$) a kombinaci těchto píceňin ($R^2 = 0.79$).

Součástí získaných výsledků byla i degradovatelnost DM sledovaných trav. Tato degradovatelnost DM a parametry degradovatelnosti DM jsou uvedeny v TABULCE 10. Po 24 h inkubaci v batoru se degradovatelnost DM pohybovala od 598,2 do 947,2 g/kg DM a po 96 h inkubaci od 757,5 do 962,9 g/kg DM. Parametr *a* byl zjištěn v rozpětí 232,6 až 521,7 g/kg DM, parametr *b* v rozmezí od 436,7 do 633,5 g/kg DM a parametr *c* v rozmezí od 0,037 do 0,134 h⁻¹. ED DM se pohybovala od 504,9 do 839,5 g/kg DM. YU *et al.* (2004) stanovil parametry degradovatelnosti DM u bojínku lučního a zjistil u parametru *a* hodnoty od 169 do 213 g/kg DM, pro parametr *b* hodnoty v rozmezí 431 až 577 g/kg DM, parametr *c* 0,026 až 0,059 h⁻¹ a ED v rozmezí 609 až 698 g/kg DM. RYMER a GIVENS (2002) zjistili hodnotu efektivní degradovatelnosti u lučního sena 470 g/kg DM. COMBLENTZ *et al.* (1998) zjistil u vzorků travních porostů rozpětí parametru *a* 189 až 268 g/kg DM, parametru *b* 469 až 536 g/kg DM a parametru *c* 0,031 až 0,056 h⁻¹. GOSSELINK *et al.* (2004) určil hodnoty parametru *a* 248 g/kg DM, *b* 550 g/kg DM a *c* 0,053 h⁻¹ pro degradovatelnost DM u sušeného jílku vytrvalého. ELIZALDE *et al.* (1999) zjistil u kostřavy rákosovité průměrnou hodnotu ED DM 560 g/kg DM.

Porovnání průběhu degradovatelnosti NDF a DM je znázorněno v GRAFU 1. Z grafu je patrné, že degradovatelnosti NDF i DM mají podobnou tendenci. AKBAR *et al.* (2002) uvádí také vysokou závislost mezi degradovatelností DM a NDF. Nejvyšší nárůst degradovatelnosti proběhl do 12 až 24 hodin inkubace v batoru. MICHAŁOWSKI *et al.* (2002) také popisuje nejvyšší úbytek NDF v průběhu prvních 24 h inkubace v batoru, stejně jako ČEREŠŇÁKOVÁ *et al.* (2005), která sledovala degradovatelnost NDF u srhy laločnaté.

Pro posouzení kvality jednotlivých travních druhů podle ukazatelů chemického složení byl využit obsah NL (GRAF 3A), NDF (GRAF 3B), ADF (GRAF 3C) a ADL (GRAF 3D). U všech sledovaných travních druhů docházelo v průběhu šesti sklizní (od 13.5. do 16.6.) k výraznému poklesu obsahu NL a naopak ke značnému nárůstu složek buněčné stěny (NDF, ADF a ADL). HOFFMAN *et al.* (1993) a RINNE a NYKÄNEN (2000) popisují stejný vývoj obsahu NL v průběhu stárnutí trav. Zvyšování obsahu

složek buněčné stěny trav v průběhu stárnutí porostu koresponduje s výsledky které publikovali VAN STRAALLEN *et al.* (1993), RINNE *et al.* (1997a), COBLENTZ *et al.* (1998) a CONE *et al.* (1999). Obsah NL byl nejvyšší u kostřavy rákosovité (v průměru 155,6 g/kg DM) těsně následován jílkem vytrvalým (v průměru 150,5 g/kg DM), dále měly nižší obsah srha laločnatá (v průměru 138,3 g/kg DM) a bojínek luční (v průměru 133,8 g/kg DM) a výrazně nejméně NL obsahoval hybrid Felina (v průměru 102,2 g/kg DM). Nejméně NDF obsahoval jílek vytrvalý (v průměru 474 g/kg DM), kostřava rákosovitá (v průměru 531,5 g/kg DM), vyšší obsah NDF byl zjištěn u srhy laločnaté (v průměru 569,1 g/kg DM) a hybridu Felina (v průměru 575,3 g/kg DM) a nejvyšší byl u bojínku lučního (v průměru 601,3 g/kg DM). Obsah ADF byl nejnižší u jílkou vytrvalého (v průměru 258,2 g/kg DM) a kostřavy rákosovité (v průměru 280,3 g/kg DM). Vyšší množství ADF obsahoval hybrid Felina (v průměru 308,7 g/kg DM), srha laločnatá (315,4 g/kg DM) a bojínek luční (v průměru 331,8 g/kg DM). U obsahu ADL došlo v průběhu šesti týdnů k nejmenšímu nárůstu u kostřavy rákosovité (z 15,89 na 22,73 g/kg DM) a jílkou vytrvalého (z 14,24 na 26,93 g/kg DM). Naopak k vyššímu nárůstu obsahu ADL došlo u bojínku lučního (z 16,09 na 32,1 g/kg DM) a u srhy laločnaté (z 14,83 na 33,6 g/kg DM). Nejvyšší nárůst obsahu ADL proběhl u hybridu Felina (z 10,93 na 31,03 g/kg DM). RINNE *et al.* (1999) popisuje rozsah obsahu NDF od 486 do 645 g/kg DM a ADF od 280 do 368 g/kg DM u travních siláží vyrobených z první seče trav v průběhu jednoho měsíce. YU *et al.* (2003) zkoumal vzorky travního porostu bojínku lučního, sklizené od 27. 6. do 10. 7., a zjistil rozmezí obsahu NL od 97 do 128 g/kg DM, NDF od 673 do 705 g/kg DM, ADF od 366 do 388 g/kg DM a ADL od 54 do 60 g/kg DM. WILMAN a AHMAD (1999) popisují nižší obsah NDF u jílkou vytrvalého oproti kostřavě rákosovité.

Využitím MIXED procedury programu SAS byly posouzeny parametry degradovatelnosti NDF jednotlivých druhů trav (TABULKA 11) a vyhodnoceny rozdíly v těchto parametrech mezi jednotlivými travními druhy (TABULKA 12). Nejlepším travním druhem byl jílek vytrvalý který měl nejvyšší průměrné hodnoty parametru b (886,4 g/kg NDF), c (0,101 h⁻¹), ED (740,7 g/kg NDF) a nejnižší obsah INDF (39,49 g/kg DM). Bojínek luční byl parametry b (867,1 g/kg NDF) a ED (689 g/kg NDF) na druhém a parametry c (0,084 h⁻¹) a INDF (60,15 g/kg DM) na třetím místě. Kostřava rákosovitá byla na druhém místě parametry c (0,085 h⁻¹) a INDF (56,56 g/kg DM) a na třetím parametry b (839,2 g/kg NDF) a ED (674 g/kg NDF). Srha laločnatá byla na čtvrtém místě parametry c (0,078 h⁻¹) a ED (630,9 g/kg NDF) a na pátém parametry b

(794,4 g/kg NDF) a INDF (87,72 g/kg DM). Hybrid Felina byl na čtvrtém místě parametry b (816 g/kg NDF) a INDF (74,59 g/kg DM) a na pátém místě parametry c (0,066 h⁻¹) a ED (619,4 g/kg NDF). WILMAN a AHMAD (1999) uvádějí vyšší stravitelnost OM u jílku vytrvalého oproti kostřavě rákosovité. POZDÍŠEK *et al.* (2003) zjistil vyšší stravitelnost NDF u kostřavy rákosovité oproti travnímu hybridu Hykor. YU *et al.* (2004) stanovil u bojínku lučního parametry degradovatelnosti NDF b (rozsah od 633 do 762 g/kg NDF), c (rozmezí od 0,026 do 0,051 h⁻¹), ED (rozsah od 585 do 664 g/kg NDF). Znázornění průběhu parametrů degradovatelnosti u jednotlivých trav v závislosti na termínu sklizně je uvedeno v GRAFU 4. Statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi travními druhy pro parametr b nebyly zjištěny pouze mezi hybridem Felina a kostřavou rákosovitou a mezi hybridem felina a srhou laločnatou. U parametru c nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly ($P < 0,05$) mezi srhou laločnatou, bojínkem lučním a kostřavou rákosovitou. ED NDF byla statisticky významně odlišná ($P < 0,05$) mezi všemi travními druhy kromě srhy laločnaté v porovnání s hybridem Felina. Také při hodnocení rozdílů v obsahu INDF byly mezi téměř všemi travními druhy zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$), kromě bojínku lučního v porovnání s kostřavou rákosovitou.

V TABULCE 13 jsou znázorněny změny parametrů degradovatelnosti NDF sledovaných trav v závislosti na termínech sklizně. Hodnota koeficientu znázorňuje změnu parametru mezi sousedními sklizněmi. Parametr b se při každé sklizni snížil nejméně u bojínku lučního a dále u jílku vytrvalého, kostřavy rákosovité, srhy laločnaté a nejvíce klesal u hybridu Felina. Parametr c nejméně klesal u hybridu Felina, následně u srhy laločnaté, kostřavy rákosovité, jílku vytrvalého a nejvíce klesal u bojínku lučního. ED NDF se nejméně zhoršovala u jílku vytrvalého a dále u bojínku lučního, kostřavy rákosovité, srhy laločnaté a nejvíce u hybridu Felina. Naopak obsah INDF v průběhu sklizní stoupal, a to nejméně u jílku vytrvalého, dále u kostřavy rákosovité, bojínku lučního, srhy laločnaté a nejvíce u hybridu Felina. RINNE *et al.* (2002) uvádí navýšení obsahu INDF v průběhu čtyř týdnů z 48 na 124 g/kg DM. Výrazně lepší stravitelnost NDF u mladších porostů oproti porostům sklizeným později popisují také u trav HARRISON *et al.* (2003) a u kukuřice DI MARCO *et al.* (2002). Snižování parametrů b a c pro degradovatelnost DM u ovsu v průběhu stárnutí uvádí ve své práci MICEK *et al.* (2001). Porovnání jednotlivých travních druhů podle změn parametrů degradovatelnosti NDF v závislosti na termínech sklizně je uvedeno v TABULCE 14. Statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) ve změnách parametru b byly zjištěny mezi

srhou laločnatou a bojínkem lučným, mezi srhou laločnatou a jílkem vytrvalým, mezi bojínkem lučným a hybridem Felina a mezi jílkem vytrvalým a hybridem Felina. Změny parametru c byly statisticky průkazně odlišné ($P < 0,05$) pouze mezi bojínkem lučným a hybridem Felina. Pro změny ED NDF byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi srhou laločnatou a jílkem vytrvalým, mezi bojínkem lučným a hybridem Felina a mezi jílkem vytrvalým a hybridem Felina. Naopak u změn obsahu INDF byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi většinou trav kromě srhy laločnaté v porovnání s hybridem Felina, bojínku lučního v porovnání s kostřavou rákosovitou a jílkem vytrvalého v porovnání s kostřavou rákosovitou.

V TABULCE 15 jsou porovnány parametry degradovatelnosti NDF zjištěné ve dvou stejných růstových fázích (stádium druhého kolénka a počátek metání) sledovaných druhů trav. Porovnávání bylo provedeno pomocí dvoucestné ANOVY, kde byl sledován vliv travního druhu a pokusného zvířete a jejich vzájemná interakce. U žádného ze sledovaných parametrů nebyl zjištěn statisticky průkazný ($P < 0,05$) vliv zvířete, ani průkazná interakce mezi sledovanými vlivy. Proto byl následně použit Tukeyho test pro posouzení rozdílů mezi jednotlivými travními druhy. U všech trav dochází v uvedené druhé fázi ke zhoršení všech sledovaných parametrů. HARRISON *et al.* (2003) uvádí, že chemické složení a stravitelnost trav jsou nejvíce ovlivněny právě zralostí při sklizni. V růstové fázi druhého kolénka byl nejvýrazněji nejlepším druhem ve všech parametrech jílek vytrvalý. Pro parametr b měly dále podobné hodnoty srha laločnatá, bojínek luční a hybrid Felina. Nejnižší hodnota byla zjištěna u kostřavy rákosovité. Pro ED NDF a parametr c byly na druhém místě srha laločnatá a hybrid Felina a za nimi byly zjištěny nižší hodnoty pro bojínek luční a kostřavu rákosovitou. Obsah INDF měly ostatní čtyři travní druhy podobný a to výrazně vyšší než jílek vytrvalý. Statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) u ED NDF a parametru b nebyly zjištěny mezi srhou laločnatou a bojínkem lučným, mezi srhou laločnatou a hybridem Felina, mezi bojínkem lučným a kostřavou rákosovitou a mezi bojínkem lučným a hybridem Felina. U parametru c byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) pouze mezi bojínkem lučným a jílkem vytrvalým a mezi jílkem vytrvalým a kostřavou rákosovitou. Naopak u obsahu INDF byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi většinou druhů trav, kromě srhy laločnaté v porovnání s bojínkem lučným a s kostřavou rákosovitou a u kostřavy rákosovité v porovnání s hybridem Felina. V růstové fázi počátku metání měl jílek vytrvalý výrazně vyšší hodnoty jen u parametru c a ED NDF. V případě parametru c byly nižší hodnoty zjištěny u srhy laločnaté a ostatní tři trávy měly podobně výrazně

nižší hodnoty parametru c . U ED NDF dosahovaly všechny čtyři travní druhy podobných nižších hodnot oproti jílku vytrvalému. Hodnoty parametru b byly podobné u hybridu Felina, jílku vytrvalého a bojínku lučního, nižší hodnota byla zjištěna u kostřavy rákosovité a nejnižší u srhy laločnaté. Obsah INDF byl u této růstové fáze nejnižší u hybridu Felina a jílku vytrvalého, vyšší u kostřavy rákosovité a nejvyšší u bojínku lučního a srhy laločnaté. Statisticky významné rozdíly ($P < 0,05$) byly u parametru b zjištěny mezi srhou laločnatou a bojínkem lučním, mezi srhou laločnatou a jílkem vytrvalým a mezi srhou laločnatou a hybridem Felina. U parametru c byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) u jílku vytrvalého v porovnání s bojínkem lučním a kostřavou rákosovitou. ED NDF byla statisticky odlišná ($P < 0,05$) pouze mezi jílkem vytrvalým o ostatními druhy trav. Naopak u obsahu INDF byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) mezi většinou druhů trav, kromě srhy laločnaté v porovnání s bojínkem lučním a jílku vytrvalého v porovnání s hybridem Felina.

Průběh změn parametrů degradovatelnosti NDF v závislosti na růstové fázi je uveden v GRAFU 5, kde je možné posoudit určité rozdíly mezi jednotlivými travními druhy a lze vysledovat i neoptimálnější růstovou fázi pro sklizeň. Na GRAFU 5A je možno posoudit průběh nárůstu obsahu INDF u jednotlivých druhů trav v závislosti na růstové fázi. Nejnižší obsah INDF byl u jílku vytrvalého a hybridu Felina. Naopak nejhoršími travními druhy srha laločnatá a bojínek luční. Mezi těmito dvěma skupinami byla kostřava rákosovitá. Podobné výsledky jako u obsahu INDF byly zjištěny i u parametru b (GRAF 5B). Z pohledu hodnoty ED (GRAF 5C) byl nejlepším travním druhem jílek vytrvalý, ve druhé (horší) skupině byly srha laločnatá a hybrid Felina a ve třetí (nejhorší) bojínek luční a kostřava rákosovitá. V GRAFU 5D je znázorněn průběh parametru c , kde nejlepší trávou byl jílek vytrvalý, dále srha laločnatá následovaná hybridem Felina, kostřavou rákosovitou a bojínkem lučním. Také YU *et al.* (2004) uvádí, že zjistil výrazný vliv růstové fáze v době sklizně porostu bojínku lučního na parametry degradovatelnosti NDF.

5.2. Pokus 2

Stanovení, porovnání a predikce parametrů bachorové degradovatelnosti NDF metodou *in sacco* u travních siláží

Hlavními cíly tohoto pokusu bylo zjistit bachorovou degradovatelnost NDF, vypočítat parametry degradovatelnosti NDF (b , c , ED, INDF) a vytvořit predikční regresní rovnice těchto parametrů pro travní siláže. Dalším z úkolů bylo posoudit vliv délky skladování siláží na parametry degradovatelnosti NDF. Do pokusu bylo zahrnuto 40 vzorků travních siláží vytvořených v roce 2004 a 2005. V každém roce bylo vytvořeno 10 siláží skladovaných 10 týdnů a 10 siláží skladovaných 20 týdnů. Více informací o silážích a kvalitě fermentačního procesu je uvedeno v TABULCE 16.

Chemické složení jednotlivých vzorků analyzovaných travních siláží je uvedeno v TABULCE 17. Průměrný obsah NL byl 146,1 g/kg DM (rozsah od 93,7 do 214 g/kg DM). Obsah CF se pohyboval od 210,7 do 431,4 g/kg DM (průměr 308,2 g/kg DM). Rozmezí obsahu NDF bylo od 396,6 do 676,7 g/kg DM (průměr 547,6 g/kg DM) a obsahu ADF bylo od 252,8 do 421,9 g/kg DM (průměr 339,1 g/kg DM). Obsah ADL byl v rozsahu od 10,3 do 45,9 g/kg DM (průměr 26,6 g/kg DM).

Zjištěné složení základních živin testovaných travních siláží je srovnatelné s výsledky dalších autorů (HUHTANEN *et al.*, 2002; KOUKOLOVÁ *et al.*, 2004; NOUSIAINEN *et al.*, 2004). VOLDEN *et al.* (2002) zjistil u sledované travní siláže obsah NL 112 g/kg DM, NDF 689 g/kg DM a ADF 429 g/kg DM. BLÜMMEL *et al.* (1999c) popisuje obsah ADL u sledovaných siláží, vytvořených z jílku vytrvalého v rozpětí od 13 do 38 g/kg DM.

V TABULCE 18 je uvedena degradovatelnost NDF jednotlivých vzorků travních siláží, zjištěná ve stanovených inkubačních časech (6, 12, 24, 48, 72, 96 a 288 h). Degradovatelnost NDF po 6 h inkubaci byla v rozmezí od 65,1 do 201,7 g/kg NDF, po 12 h od 136,1 do 438,2 g/kg NDF, po 24 h od 380,2 do 737 g/kg NDF, po 48 h od 631,9 do 929,3 g/kg NDF, po 72 h byla v rozsahu od 684,5 do 914,2 g/kg NDF, po 96 h od 713,8 do 905,4 g/kg NDF a po 288 h inkubaci se degradovatelnost pohybovala od 768,5 do 931,9 g/kg NDF.

Na základě zjištěných degradovatelností NDF ve stanovených časech inkubace byly vypočítány parametry degradovatelnosti NDF (b , c , ED, DNDF, INDF) (TABULKA 19). Parametr b se pohyboval v rozmezí od 781,8 do 951,9 g/kg NDF (průměr 881,2 g/kg NDF) a parametr c v rozmezí od 0,027 do 0,054 h⁻¹ (průměr 0,037 h⁻¹). ED byla

v rozsahu od 463 do 682,2 g/kg NDF (průměr 565,1 g/kg NDF) a DNDF v rozmezí od 768,5 do 931,9 g/kg NDF (průměr 865,2 g/kg NDF). Průměrný obsah INDF zjištěný u sledovaných travních siláží byl 75,1 g/kg DM (rozsah od 30,8 do 144,1 g/kg DM). WILMAN *et al.* (2000) uvádí pro parametr *b* hodnotu 741 g/kg NDF a *c* hodnotu 0,048 h⁻¹ u travních siláží obsahujících 68 g/kg DM ligninu. OBA a ALLEN (1999) zjistili u travních siláží DNDF v průměru 860 g/kg NDF. RINNE *et al.* (2002) zjistila u travních siláží průměrný obsah INDF 77 g/kg DM a DNDF 870 g/kg NDF.

Závislost mezi parametry degradovatelnosti NDF a složkami chemického složení byla posouzena pomocí korelačních koeficientů (TABULKA 20). Parametr *b* nejlépe koreloval s obsahem ADL ($r = -0,62$) a nejhůře s obsahem CF ($r = 0,14$). U parametru *c* byla zjištěna nejvyšší závislost s obsahem NL ($r = 0,51$) a nejnižší s obsahem CF ($r = 0,20$). ED byla nejlépe korelována s obsahem NL ($r = 0,62$) a nejhůře s obsahem CF ($r = 0,21$). Nejvyšší korelační koeficient s DNDF byl u obsahu ADL ($r = -0,69$) a nejnižší u obsahu CF ($r = 0,19$). Obsah INDF byl nejlépe korelován s obsahem ADL ($r = 0,75$) a nejhůře s obsahem CF ($r = 0,01$). Všechny korelační koeficienty, které nebyly v rozmezí od $-0,30$ do $0,30$, byly statisticky průkazné ($P < 0,05$).

Pomocí jednoduché lineární regrese a postupné regrese byly vytvořeny predikční rovnice parametrů degradovatelnosti NDF pro travní siláže. Jako predikční ukazatelé byly zvoleny složky chemického složení trav (NL, CF, NDF, ADF a ADL). Predikční rovnice pro parametr *b* jsou uvedeny v TABULCE 21. Z jednotlivých prediktorů byl nejvyšší determinační koeficient zjištěn u ADL ($R^2 = 0,379$). Při využití dvou prediktorů byl zjištěn nejvyšší koeficient determinace u ADL a NL ($R^2 = 0,476$) a u tří byl nejvyšší u ADL, NL a ADF ($R^2 = 0,610$). Naopak nejhorší predikční proměnnou byl obsah CF ($R^2 = 0,019$). Pro parametr *c* (TABULKA 22) byl nejlepším jednotlivým prediktorem obsah NL ($R^2 = 0,258$). Naopak nejhorším prediktorem byl obsah CF ($R^2 = 0,041$). Využitím dvou prediktorů (NL a CF) se determinační koeficient zvýšil na $R^2 = 0,337$ a využitím tří prediktorů (NL, CF, ADF) se determinační koeficient zvýšil na $R^2 = 0,542$. V TABULCE 23 jsou uvedeny predikční rovnice ED. Z jednotlivých proměnných byl nejvyšší determinační koeficient zjištěn u obsahu NL ($R^2 = 0,380$) a nejnižší u obsahu CF ($R^2 = 0,045$). K nejlepšímu zvýšení determinačního koeficientu došlo při využití obsahu NL a ADL ($R^2 = 0,536$) a využitím proměnných NL, ADL a CF ($R^2 = 0,645$). Predikce obsahu INDF je uvedena v TABULCE 24, kde nejlepším z jednotlivých proměnných byl obsah ADL ($R^2 = 0,560$) a nejhorším obsah CF ($R^2 = 0,000$). Nejlepší dvojicí proměnných byl obsah ADL a NL ($R^2 = 0,768$) a nejvyššího

determinačního koeficientu bylo dosaženo při využití trojice proměnných ADL, NL a CF ($R^2 = 0,783$). GRENET a BESLE (1991) a NAGADI *et al.* (2000b) tvrdí, že degradovatelnost sacharidů buněčné stěny je nejvíce limitována právě obsahem ligninu. Nedostatečná degradovatelnost buněčné stěny je tudíž hlavním faktorem limitujícím využitelnost krmiva zvířaty (AHMAD a WILMAN, 2001). BOSCH a BRUINING (1995) uvádějí nižší stravitelnost travních siláží s vyšším obsahem ligninu oproti silážím s obsahem nižším.

Na základě rozdílné délky skladování (10 a 20 týdnů) travních siláží vytvořené ze stejného materiálu byly posuzovány rozdíly v parametrech degradovatelnosti NDF pomocí párového t-testu (TABULKA 25). Průměrné hodnoty parametrů degradovatelnosti NDF u siláží skladovaných 10 týdnů byly pro parametr b 878,6 g/kg NDF, parametr c 0,0352 h⁻¹, ED 557,4 g/kg NDF a pro INDF 76 g/kg DM. U siláží skladovaných 20 týdnů byla průměrná hodnota parametru b 883,8 g/kg NDF, parametru c 0,038 h⁻¹, ED 572,8 g/kg NDF a průměrný obsah INDF byl 74,2 g/kg DM. Lepší parametry degradovatelnosti byly zjištěny u siláží, které byly skladovány 20 týdnů, ovšem statisticky průkazně ($P < 0,05$) lepší byly pouze parametr c a ED. YAHAYA *et al.* (2001) sledoval vliv délky skladování siláží (vytvořeno ze srhy laločnaté) na stravitelnost živin a zjistil naopak vyšší průměrné hodnoty stravitelnosti sacharidů buněčné stěny po 21 dnech oproti 56 dnům skladování, kde ovšem také nebyly shledány statisticky průkazné rozdíly.

Popis degradovatelnosti DM testovaných vzorků siláží je uveden v TABULCE 26. Po promytí sáčeků ve vodě byl odtok částic ze sáčeků od 245 do 505,7 g/kg DM. Po nejkratší (6 h) inkubaci v batoru bylo rozpětí degradovatelnosti DM od 302 do 602,9 g/kg DM, po 12 h to bylo od 401,7 do 733,3 g/kg DM a po 24 h byla degradovatelnost DM v rozmezí od 509,7 do 887,7 g/kg DM. Po dlouhodobějších inkubacích v batoru se pohybovala degradovatelnost DM od 640,8 do 950,4 g/kg DM (48 h), od 692,5 do 961,1 g/kg DM (72 h), od 718,1 do 959,9 g/kg DM (96 h) a od 765,6 do 966,3 g/kg DM po 288 h inkubace. OSBORNE *et al.* (2004) uvádí degradovatelnost DM u travních siláží po 24 h inkubace 562 g/kg DM a po 48 h inkubace 687 g/kg DM. Dále jsou v této tabulce uvedeny také parametry degradovatelnosti DM (a , b , c , ED). Hodnoty parametru a se pohybovaly od 197,4 do 490 g/kg DM. Pro parametr b bylo zjištěno rozmezí hodnot 455 až 684,1 g/kg DM a pro parametr c 0,030 až 0,056 h⁻¹. ED byla v rozsahu od 463,6 do 693 g/kg DM. YAN a AGNEW (2004) zjišťovali také u travních

siláží hodnoty parametrů degradovatelnosti, které měly průměrné hodnoty parametru a 320 g/kg DM, parametru b 527 g/kg DM, parametru c 0,035 h⁻¹ a ED 532 g/kg DM.

V GRAFU 6 je znázorněno porovnání průběhu bachorové degradovatelnosti DM a NDF u sledovaných vzorků travních siláží. Zde můžeme pozorovat podobný průběh degradovatelnosti jako u sušených trav. Opět byla největší část degradována již po 24 h inkubace v bachoru.

5.3. Pokus 3

Porovnání stanovení stravitelnosti OM na základě metod *in sacco*, *in vitro* plynové produkce a *in vitro* pepsin celulózy rozpustnosti

V tomto pokusu bylo cílem posoudit možnost využití tří různých metod (*in sacco*, *in vitro* plynová produkce a *in vitro* pepsin celulózy rozpustnost) pro stanovení stravitelnosti organické hmoty trav. Bylo zde použito dvacet vzorků trav (TABULKA 27) sklizených (první seč) v období od 13. 5. do 17. 6. 2005 z monokulturních porostů vybraných druhů trav. Růstové fáze sledovaných vzorků trav byly od počátku sloupkování až po plný květ. Z uvedeného vyplývá dostatečná variabilita vzorků trav o různé kvalitě, která přispěla k lepšímu prověření sledovaných metod.

Také další autoři se zabývali porovnáváním těchto metod pro další druhy krmiv, jako jsou například sojový šrot (CONE *et al.*, 2002), travní siláže (NOUSIAINEN *et al.*, 2003b) a kukuřičné siláže (VALENTIN *et al.*, 1999).

V TABULCE 28 je uvedeno chemické složení (NL, popel, tuk, CF, NDF, ADF a ADL) sledovaných vzorků trav. Průměrný obsah NL sledovaného souboru vzorků byl 118,8 g/kg DM (rozmezí od 69,5 do 196,9 g/kg DM). Obsah CF byl v průměru 271,7 g/kg DM (rozmezí od 166,5 do 353,8 g/kg DM). Obsah NDF se pohyboval od 337 do 638,4 g/kg DM (průměr 532,9 g/kg DM) a ADF bylo v rozmezí od 192,5 do 378,6 g/kg DM (průměr 308,1 g/kg DM). Průměrný obsah ADL byl 25,5 g/kg DM a pohyboval se v rozmezí od 8,2 do 42,2 g/kg DM. Chemické složení trav využitých v tomto experimentu je odpovídající použitým vzorkům u jiných autorů (DOANE *et al.*, 1997; BROWN *et al.*, 2002; SOMMER *et al.*, 2005).

Zjištěné stravitelnosti organické hmoty, a parametry na jejichž základě byly stravitelnosti vypočteny, stanovené sledovanými metodami jsou uvedeny v TABULCE 29. Na základě *in sacco* metody byly stanoveny parametr c (v rozpětí od 0,027 do 0,067 h⁻¹), obsah INDF (od 18,7 do 175,7 g/kg DM) a OMD_{sac} (od 604,5 do 827,5 g/kg

OM). Metodou *in vitro* pepsin celulóza rozpustnost byla zjištěna rozpustnost organické hmoty (v rozpětí od 657,8 do 925,6 g/kg OM) a OMD_{cel} (od 633,3 do 866,3 g/kg OM). Pomocí metody *in vitro* plynová produkce byly stanoveny DNDFD (v rozpětí od 623,8 do 875,8 g/kg DNDF), parametr k_d (od 0,024 do 0,065 h⁻¹) a OMD_{gas} (od 558,9 do 835,9 g/kg OM).

Vzájemné závislosti mezi stravitelnostmi organické hmoty a rychlostmi degradace NDF zjištěnými pomocí zmiňovaných tří metod byly posuzovány pomocí korelačních koeficientů (TABULKA 30). Všechny zjištěné korelační koeficienty byly statisticky průkazné ($P < 0,05$). Mezi všemi parametry byla zjištěna velmi vysoká závislost. Mezi OMD_{sac} a OMD_{cel} byl zjištěn korelační koeficient $r = 0,96$, mezi OMD_{sac} a OMD_{gas} byl $r = 0,95$ a mezi OMD_{cel} a OMD_{gas} byl $r = 0,97$. Také mezi parametry c a k_d byla zjištěna velmi vysoká korelační závislost ($r = 0,86$). Závislost mezi stravitelnostmi OM a rychlostmi degradace NDF (zjištěnými pomocí sledovaných metod) jsou uvedeny v GRAFU 7. Tyto zjištěné parametry ukazují na vysoké možnosti využití a vzájemné zastoupení těchto metod. Porovnáním těchto tří metod se ve své práci zabýval také LÓPEZ *et al.* (1998) a zjistil podobně vysoké korelační koeficienty mezi výsledky z těchto metod. KAMALAK *et al.* (2005) vypočítal vysoké korelační koeficienty (od 0,663 do 0,986) mezi degradovatelností DM zjištěnou metodou *in sacco* a *in vitro* plynovou produkcí. Také RYMER a GIVENS (2002) upozorňují na významné souvislosti mezi parametry zjištěnými metodami *in vivo*, *in sacco* a *in vitro* plynovou produkcí. MOULD *et al.* (2005c) popisuje, že *in vitro* metody jsou plně použitelné nejen k běžným analýzám krmiv, ale také k určování optimálního termínu sklizně, predikci stravitelnosti a mohou být nápomocné i například šlechtitelům nových odrůd píce. Ve své práci APORI *et al.* (1998) zjistil pozitivní, statisticky průkazné korelace mezi výsledky zjištěnými metodami *in sacco* a *in vitro* plynová produkce a dodává, že obě tyto metody mohou být (na základě jeho pokusů) využívány pro určování výživné hodnoty krmiv. Podle GETACHEW *et al.* (2005a) je metoda *in vitro* plynové produkce použitelná pro studium nutriční kvality krmiv. RAMÍREZ-RESTREPO *et al.* (2006) zjistili vysokou přesnost predikce stravitelnosti organické hmoty pomocí *in vitro* metod využívajících enzymy celulózu a hemicelulózu.

Další srovnání výsledků sledovaných metod bylo provedeno pomocí jednocestné ANOVY zpřesněné Tukeyho testem (TABULKA 31). Podle průměrných hodnot můžeme usuzovat že nejvyšších hodnot bylo dosaženo pomocí metody *in vitro* pepsin celulóza rozpustnosti ($OMD_{cel} = 746,9$ g/kg OM), mírně nižší průměrné hodnoty byly

zjištěny metodou *in sacco* ($OMD_{sac} = 737,7$ g/kg OM, $c = 0,0399$ h⁻¹) a nejnižší průměrné hodnoty byly zjištěny metodou *in vitro* plynové produkce ($OMD_{gas} = 683,8$ g/kg OM, $k_d = 0,0393$ h⁻¹). Ovšem statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) byly zjištěny pouze mezi hodnotami OMD stanovenými na základě sledovaných *in vitro* metod. Ze zjištěných výsledků můžeme usuzovat, že při zpřesnění výpočtové rovnice pro metodu *in vitro* plynovou produkci budou tyto metody plně aplikovatelné a navzájem zastupitelné. Potřebu vytvoření přesných predikčních rovnic pro jednotlivé typy krmiv u metody *in vitro* plynové produkce považuje za velmi důležitou i BROWN *et al.* (2002). KOUKOLOVÁ *et al.* (2004) uvádí také vyšší hodnoty stravitelnosti organické hmoty naměřené enzymatickou metodou oproti hodnotám zjištěným metodou využívající bachorovou tekutinu, a to o 60 g/kg OM. Naopak VAN DER BAAN *et al.* (2004) nezjistil mezi hodnotami stravitelnosti organické hmoty, stanovenými metodami *in vitro* plynovou produkcí a *in vitro* celulázovou technikou, statisticky průkazné rozdíly. LÓPEZ *et al.* (1998) zjistil také podobné rychlosti degradace DM travního sena stanovené metodou *in sacco* (0,0592) a *in vitro* plynovou produkcí (0,0543). Mírně nižší rychlost trávení a hodnoty stravitelnosti zjištěné pomocí *in vitro* metody využívající bachorovou tekutinu ve srovnání s metodou *in sacco* uvádí ve své práci VAREL a KREIKEMEIER (1995). UMUCALILAR *et al.* (2002) a KAMALAK *et al.* (2004) popisují ve své práci průkazné vztahy mezi parametry získanými pomocí metod *in sacco* a *in vitro* plynovou produkcí. U těchto dvou metod zjistil GOSSELINK *et al.* (2004) podobnosti ve stanovené dynamice bachorové degradovatelnosti DM píce. OMED *et al.* (1989) porovnával výsledky *in vivo*, *in vitro* metod používajících inokulaci bachorovou tekutinu a pepsin celulázovou rozpustnost, a zjistil přesnější výsledky u *in vitro* metod s inokulací oproti méně přesné pepsin celulázové rozpustnosti. BLÜMMEL *et al.* (1999c) uvádí, že výsledky získané pomocí metod *in vivo*, *in sacco* a *in vitro* plynové produkce jsou podobné a plně srovnatelné.

Dalším zvoleným způsobem pro porovnání zjištěných stravitelností OM bylo využití predikčních rovnic vytvořených pomocí jednoduché lineární regrese (TABULKA 32). Jako prediktory byly využity parametry chemického složení sledovaných vzorků trav (NL, NDF, ADF, ADL). Nejnižšího (středního) koeficientu determinace bylo dosaženo u všech tří metod při použití obsahu NL jako nezávislé proměnné, pro OMD_{sac} $R^2 = 0,542$, pro OMD_{cel} $R^2 = 0,484$ a pro OMD_{gas} $R^2 = 0,578$. Nejvyššího koeficientu determinace pro OMD_{sac} bylo dosaženo při využití obsahu ADL ($R^2 = 0,801$) a pro *in vitro* metody byly zjištěny nejvyšší koeficienty determinace při použití obsahu NDF

(pro OMD_{cel} $R^2 = 0,916$ a pro OMD_{gas} $R^2 = 0,866$). Ovšem i ostatní determinační koeficienty dosahovaly vysokých hodnot. NOUSIAINEN *et al.* (2003b) uvádí jako nejlepší proměnnou pro predikci stravitelnosti OM travních siláží lignin ($R^2 = 0,768$) a jako nejhorší obsah NL ($R^2 = 0,559$). RINNE *et al.* (2006) vypočítali jako velmi dobré prediktory OMD obsah NDF ($R^2 = 0,821$) a ligninu ($R^2 = 0,805$) a naopak nejhorším prediktorem byl obsah NL ($R^2 = 0,282$). Také HUHTANEN *et al.* (2006b) uvádí podobné výsledky predikce OMD. VAN SOEST a MASON (1991) konstatují, že frakce buněčné stěny jsou základem pro predikci výživné hodnoty objemných krmiv, protože obsahují skutečně nestravitelné zbytky. VALK *et al.* (1996) zjistil, že obsah NL u trav ovlivňuje jen velmi mírně stravitelnost OM. NS AHLAI a UMUNNA (1996) vytvořili predikční rovnice stravitelnosti OM slámy různých obilovin a uvádějí, že parametry chemického složení jsou pro tento účel plně využitelné. Podle GARCÍA-RODRIGUEZ *et al.* (2005) je metoda *in vitro* plynové produkce dostatečně přesná a plně využitelná pro predikci *in vivo* stravitelnosti organické hmoty.

Predikční rovnice rychlosti degradace NDF, vypočítané pomocí jednoduché lineární regrese při využití parametrů chemického složení jako nezávislé proměnné, jsou uvedeny v TABULCE 33. Středních parametrů determinace bylo dosaženo u obou závislých proměnných (c a k_d) při použití NL a ADL jakožto nezávislých proměnných. Pro parametr c byly zjištěny velmi vysoké determinační koeficienty při použití NDF ($R^2 = 0,870$) a ADF ($R^2 = 0,832$) jako nezávislých proměnných. U parametru k_d bylo dosaženo vysokých koeficientů determinace při využití NDF ($R^2 = 0,745$) a ADF ($R^2 = 0,646$) jako nezávislých proměnných. ANDRÉS *et al.* (2005) popisuje jako nejlepší nezávislou proměnnou NDF ($R^2 = 0,906$) pro vytvoření predikční rovnice rychlosti fermentace stanovené metodou *in vitro* plynové produkce.

V TABULCE 34 jsou uvedeny predikční rovnice OMD_{sac} vytvořené na základě hodnot zjištěných pomocí sledovaných *in vitro* metod. OMD_{sac} byla využita jakožto hodnota, která nejvíce odpovídá *in vivo* OMD. Všechny predikční rovnice byly statisticky průkazné ($P < 0,05$) a kromě prediktoru DNDFD, kde byl zjištěn determinační koeficient $R^2 = 0,662$, byly pro ostatní prediktory zjištěny velmi vysoké koeficienty determinace ($R^2 > 0,85$).

6. ZÁVĚR

Stanovené parametry degradovatelnosti NDF trav i travních siláží byly dobře predikovatelné na základě parametrů chemického složení. Parametr *b* a INDF byly u trav i travních siláží nejlépe predikovány pomocí obsahu ADL. Parametr *c* a ED NDF byly nejlépe predikovány pomocí obsahu NL, také u obou skupin vzorků. Rovněž se u trav i travních siláží zlepšovala vypovídací schopnost predikčních rovnic při použití kombinace více prediktorů.

Při porovnávání travních druhů podle parametrů degradovatelnosti NDF z pohledu termínů sklizně byly trávy rozděleny do tří skupin. Nejlepších hodnot dosahoval jílek vytrvalý. Horší hodnoty byly zjištěny u bojínku lučního a kostřavy rákosovité a nejhorší u srhy laločnaté a hybridu Felina. Jednotlivé parametry se zhoršovaly v průběhu sklizní u všech druhů trav.

Porovnáním travních druhů v závislosti na růstové fázi byly zjištěny již menší rozdíly. Ve fázi druhého kolénka byl opět výrazně nejlepším druhem jílek vytrvalý, ovšem ostatní travní druhy v této fázi dosahovaly přibližně podobných hodnot parametrů degradovatelnosti NDF. Ve druhé hodnocené fázi růstu (počátek metání) byly rozdíly ještě menší. Lepší hodnoty byly zjištěny u jílku vytrvalého a hybridu Felina, a horší u srhy laločnaté, bojínku lučního a kostřavy rákosovité. Na základě zjištěných hodnot je možné u všech travních druhů doporučit počátek metání, jakožto nejzazší termín sklizně. Po tomto období dochází k velkému zhoršení využitelnosti NDF přežvýkavci. Při vyjádření termínem sklizně je důležité sklízet srhu laločnatou a hybrid Felina nejpozději mezi 25. a 30. květnem, bojínek luční, kostřavu rákosovitou do 10. 6. a jílek vytrvalý do 15. 6.

Mezi OMD zjištěnými pomocí metod *in sacco*, *in vitro* pepsin celulázovou rozpustností a *in vitro* plynovou produkcí byla pomocí korelačních koeficientů zjištěna velmi vysoká závislost. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo pomocí *in vitro* pepsin celulázové rozpustnosti, nižších pomocí metody *in sacco* a nejnižších u *in vitro* plynové produkce. Statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny pouze mezi *in vitro* metodami. Z uvedeného vyplývá, že jednotlivé metody jsou vzájemně zastupitelné a při vytvoření kvalitních predikčních rovnic jsou plnohodnotné pro predikci OMD.

7a. SOUHRN

V této práci bylo použito celkem 60 vzorků sušených trav (Pokus 1 a Pokus 3) a 40 vzorků travních siláží (Pokus 2). Vzorky byly získávány z monokulturně pěstovaných travních porostů v letech 2004 a 2005. Byly využity nejčastěji používané travní druhy v České republice, a to srha laločnatá, bojínek luční, jílek vytrvalý, kostřava rákosovitá a fetukololoidní hybrid Felina. Sušené trávy byly sklizeny v šesti sklizních v každém roce v růstových fázích od počátku sloupkování až po plný květ. Siláže byly vytvořeny ze dvou sklizní v každém roce do pokusných nádob o objemu 3 l.

Pomocí metody *in sacco* byly zjištěny parametry degradovatelnosti NDF (parametr *b* – potenciálně degradovatelná část, parametr *c* – rychlost degradace frakce *b*, ED – efektivní degradovatelnost a INDF – nestravitelná neutrálně detergentní vláknina). Parametry *b*, *c* a ED byly vypočteny z výsledků získaných inkubací vzorků (umístěných v nylonových sáčcích s velikostí ok 42 μm) v bacheru suchostojných krav a volů ve třech opakováních po dobu 6, 12, 24, 48, 72 a 96 h. Pro zjištění INDF byl použit inkubační čas 288 h a sáčky s velikostí ok 17 μm . Po inkubaci byly sáčky ručně promývány, sušeny a byl zjištěn úbytek NDF.

Dále byla zjišťována, u vybraných vzorků sušených trav, stravitelnost organické hmoty (OMD) pomocí metody *in sacco*, *in vitro* pepsin celulózávé rozpustnosti a *in vitro* plynové produkce.

Původní vzorky byly analyzovány na obsah popele, tuku, dusíkatých látek (NL), hrubé vlákniny (CF), neutrálně detergentní vlákniny (NDF), acido detergentní vlákniny (ADF) a acido detergentního ligninu (ADL).

Cílem této práce bylo stanovit bacherovou degradovatelnost NDF u vybraných druhů trav a travních siláží, vypočítat parametry degradovatelnosti NDF (*b*, *c*, ED a INDF) a vytvořit predikční rovnice pro tyto parametry na základě parametrů chemického složení (Pokus 1 a Pokus 2). Dalším cílem bylo porovnat stanovení stravitelnosti organické hmoty pomocí metod *in sacco*, *in vitro* pepsin celulózávé rozpustnosti a *in vitro* plynové produkce (Pokus 3).

Statistická analýza zjištěných výsledků byla provedena v programech STATISTICA 6 (2001) a SAS (2002). Byla použita korelační analýza (Pokus 1, Pokus 2, Pokus 3), jednoduchá lineární regrese (Pokus 1, Pokus 2, Pokus 3), postupná mnohonásobná regrese (Pokus 1 a Pokus 2), párový t-test (Pokus 2), jednocestná ANOVA (Pokus 3),

dvoucestná ANOVA (Pokus 1) a Tukeyho test (Pokus 1 a Pokus 3) a MIXED procedura programu SAS (Pokus 1).

Pokus 1

Stanovení, porovnání a predikce parametrů bachorové degradovatelnosti NDF metodou *in sacco* u vybraných druhů trav

U sledovaných vzorků trav bylo zjištěno široké rozpětí obsahu NL (od 64,5 do 211,3 g/kg DM), NDF (od 360,3 do 691,2 g/kg DM), ADF (od 183 do 382,8 g/kg DM) a ADL (od 10,9 do 41,4 g/kg DM).

Parametr b se pohyboval od 684,2 do 942,2 g/kg NDF, parametr c byl v rozmezí od 0,039 do 0,108 h⁻¹, ED se pohybovala v rozpětí 503 až 784,8 g/kg NDF a INDF byla v rozmezí od 18 do 137,1 g/kg DM.

Nejlepší korelační koeficienty byly zjištěny mezi ADL a parametrem b ($r = -0,76$) a INDF ($r = 0,85$) a mezi NL a parametrem c ($r = 0,78$) a ED ($r = 0,81$).

Využitím jednoduché lineární regrese byly zjištěny nejvyšší determinační koeficienty pro parametr b při použití ADL ($R^2 = 0,572$), pro parametr c při použití NL ($R^2 = 0,607$), pro ED při použití NL ($R^2 = 0,653$) a pro INDF při použití ADL ($R^2 = 0,722$).

Při použití dvou nezávislých proměnných byly nejvyšší determinační koeficienty zjištěny pro parametr b použitím ADL a NL ($R^2 = 0,677$), pro parametr c použitím NL a NDF ($R^2 = 0,717$), pro ED použitím NL a ADL ($R^2 = 0,769$) a pro INDF použitím ADL a CF ($R^2 = 0,830$).

Nejlepšími třemi prediktory parametru b byly ADL, NL a NDF ($R^2 = 0,679$), parametru c NL, NDF a ADF ($R^2 = 0,733$), u ED to byly NL, ADL a CF ($R^2 = 0,787$) a pro INDF jimi byly ADL, CF a NL ($R^2 = 0,865$).

Z pohledu termínů sklizně byl ve všech sledovaných parametrech degradovatelnosti nejlepší travou jílek vytrvalý (průměrné hodnoty $b = 886,4$ g/kg NDF, $c = 0,101$ h⁻¹, ED = 740,7 g/kg DM, INDF = 39,49 g/kg DM), následován bojínkem lučním ($b = 867,1$

g/kg NDF, $c = 0,084 \text{ h}^{-1}$, ED = 689 g/kg DM, INDF = 60,15 g/kg DM) a kostřavou rákosovitou ($b = 839,2 \text{ g/kg NDF}$, $c = 0,085 \text{ h}^{-1}$, ED = 674 g/kg NDF, INDF = 56,56 g/kg DM). Nejhoršími travami byly z tohoto pohledu srha laločnatá ($b = 794,4 \text{ g/kg NDF}$, $c = 0,078 \text{ h}^{-1}$, ED = 630,9 g/kg NDF, INDF = 87,72 g/kg DM) a hybrid Felina ($b = 816 \text{ g/kg NDF}$, $c = 0,066 \text{ h}^{-1}$, ED = 619,4 g/kg NDF, INDF = 74,59 g/kg DM).

Z pohledu růstové fáze byl jílek vytrvalý nejlepším travním druhem ve fázi druhého kolénka. Ostatní travní druhy byly na podobné úrovni. Ve fázi počátku metání byly nejlepšími travními druhy jílek vytrvalý a hybrid Felina. Ostatní druhy trav byly horší a dosahovaly přibližně podobných hodnot.

Závěrem lze konstatovat, že u vytvořených regresních rovnic byly zjištěny vysoké determinační koeficienty, které ukazují na vysokou využitelnost těchto rovnic pro praktické i teoretické používání. Použitý soubor vzorků zahrnoval nejvyužívanější druhy trav v České republice sklízené v širokém rozmezí zralosti trav, což jsou důležité faktory umožňující využití těchto rovnic v praxi. Dále je z uvedených výsledků patrné, že nejen výběr travního druhu, ale zejména termín sklizně v závislosti na růstové fázi, jsou nejdůležitější faktory určující optimální termín sklizně. Na základě zjištěných hodnot je možné u všech travních druhů doporučit počátek metání, jakožto nejzazší termín sklizně. Po tomto období dochází k velkému zhoršení využitelnosti NDF přežvýkavci. Při vyjádření termínem sklizně je důležité sklízet srhu laločnatou a hybrid Felina nejpozději mezi 25. a 30. květnem, bojínek luční, kostřavu rákosovitou do 10. 6. a jílek vytrvalý do 15. 6.

Pokus 2

Stanovení, porovnání a predikce parametrů bachorové degradovatelnosti NDF metodou *in sacco* u travních siláží

U sledovaného souboru vzorků travních siláží bylo zjištěno široké rozmezí obsahu NL (od 93,7 do 214 g/kg DM), NDF (od 396,6 do 676,7 g/kg DM), ADF (od 252,8 do 421,9 g/kg DM) a ADL (od 10,3 do 45,9 g/kg DM).

Hodnoty parametru b se pohybovaly od 781,8 do 951,9 g/kg NDF, parametru c od 0,027 do 0,054 h⁻¹, ED byla v rozmezí od 463 do 682,2 g/kg NDF a INDF byla od 30,8 do 144,1 g/kg DM.

Nejlepší korelační koeficienty byly zjištěny mezi obsahem ADL a parametrem b ($r = -0,62$) a INDF ($r = 0,75$). Obsah NL byl nejlépe korelován s parametrem c ($r = 0,51$) a ED ($r = 0,62$).

Predikce parametrů degradovatelnosti NDF byla provedena jednoduchou lineární regresí a nejlepší proměnnou pro parametr b byl obsah ADL ($R^2 = 0,379$), pro parametr c obsah NL ($R^2 = 0,258$), pro ED obsah NL ($R^2 = 0,380$) a pro INDF obsah ADL ($R^2 = 0,560$).

Při využití dvou proměnných byl nejlépe predikován parametr b pomocí ADL a NL ($R^2 = 0,476$), parametr c pomocí NL a CF ($R^2 = 0,337$), ED pomocí NL a ADL ($R^2 = 0,536$) a INDF pomocí ADL a NL ($R^2 = 0,768$).

Nejlepší tři nezávisle proměnné byly pro parametr b ADL, NL a ADF ($R^2 = 0,610$), parametr c NL, CF a ADF ($R^2 = 0,542$), pro ED to byly NL, ADL a CF ($R^2 = 0,645$) a pro INDF to byly ADL, NL a CF ($R^2 = 0,783$).

Porovnáním parametrů degradovatelnosti NDF travních siláží skladovaných 10 a 20 týdnů, byly zjištěny mírně lepší hodnoty u siláží skladovaných delší dobu. Ovšem statisticky průkazné rozdíly byly zjištěny jen u parametrů c a ED.

Závěrem je možné podle zjištěných hodnot konstatovat, že zjištěné predikční rovnice, využívající dvou a tří proměnných, jsou plně využitelné pro předpověď parametrů degradovatelnosti NDF, podle parametrů chemického složení, v praktických podmínkách. Tomu odpovídá i zvolené množství sledovaných vzorků a rozmezí růstové fáze při tvorbě siláží.

Pokus 3

Porovnání stanovení stravitelnosti OM na základě metod *in sacco*, *in vitro* plynové produkce a *in vitro* pepsin celulázové rozpustnosti

Použité vzorky trav měly rozmezí obsahu NL od 69,5 do 196,9 g/kg DM, NDF od 337 do 638,4 g/kg DM, ADF od 192,5 do 378,6 g/kg DM a ADL od 8,2 do 42,2 g/kg DM.

Stravitelnost organické hmoty byla zjišťována metodou *in sacco* (rozpětí od 604,5 do 827,5 g/kg OM), *in vitro* pepsin celulázovou rozpustností (od 633,3 do 866,3 g/kg OM) a *in vitro* plynovou produkcí (od 558,9 do 835,9 g/kg OM). Dále byla zjišťována rychlost degradace NDF porovnáním metod *in sacco* (c bylo v rozmezí od 0,027 do 0,067 h⁻¹) a *in vitro* plynové produkce (k_d bylo od 0,024 do 0,065 h⁻¹).

Velmi vysoké korelační koeficienty byly zjištěny mezi OMD stanovenými na základě všech tří metod ($r > 0,90$). Mezi rychlostmi degradace byl zjištěn korelační koeficient $r = 0,86$.

Nevyšší průměrné hodnoty byly zjištěny pomocí *in vitro* pepsin celulázové rozpustnosti (OMD = 746,9 g/kg OM), nižší metodou *in sacco* (OMD = 737,7 g/kg OM, $c = 0,0399$ h⁻¹) a nejnižší metodou *in vitro* plynové produkce (OMD = 683,8 g/kg OM, $k_d = 0,0393$ h⁻¹). Ovšem statisticky průkazné rozdíly ($P < 0,05$) byly zjištěny pouze mezi výsledky *in vitro* metod.

Vysoké koeficienty determinace ($R^2 > 0,70$) byly zjištěny při predikci OMD, zjištěné všemi třemi metodami, na základě frakcí buněčné stěny (NDF, ADF, ADL). Rychlost degradace NDF byla nejlépe predikována obsahem NDF jak u metody *in sacco* ($R^2 = 0,870$) tak i u metody *in vitro* plynové produkce ($R^2 = 0,745$).

Z uvedeného vyplývá, že jednotlivé metody jsou na sobě vysoce závislé, vzájemně zastupitelné a při vytvoření kvalitních predikčních rovnic jsou plnohodnotné pro predikci OMD.

7b. SUMMARY

Sixty samples of dried grasses (Trial 1 and Trial 3) and forty samples of grass silages (Trial 2) were evaluated in the present thesis. Five of the most widely used grass species in ruminant nutrition (*Dactylis glomerata* L. – variety Dana, *Phleum pratense* L. – variety Sobol, *Lolium perene* L. – variety Jaspis, *Festuca arundinacea* L. – variety Prolate and hybrid Felina) were grown as a monoculture at the Breeding station Větrov, Tábor region, Czech Republic (49° 31' 2.04" N lat, 14° 28' 4.9" E long; 620 m altitude). Grasses were harvested from primary growth stages at six dates in 2004 and 2005. After drying (at 50 °C for 48 h), grass samples were milled through a 1 mm sieve for chemical analysis. At two harvest dates in each year silages were prepared from the above-mentioned grass species. Silage raw material was wilted on a table drier with cool air ventilation. After wilting to 300 – 400 g/kg dry matter, grass was cut to 1 – 1,5 cm long pieces and ensiled into 3 l hermetic glass vessels without any additive. The vessels were stored in dark and cool room for 10 weeks. After opening of vessels, silages samples were oven-dried at 50 °C for 48 h and milled to pass a 1 mm screen.

All samples were analyzed for dry matter (DM), crude protein (CP), ash, crude fat, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL).

The degradability parameters of NDF (*b* - degradable NDF fraction, *c* - fractional rate of degradation of fraction *b*, ED - effective ruminal degradation of NDF fraction, INDF – indigestible NDF) in dried grasses and grass silages were determined by the *in sacco* method. From each sample 1.5 g was weighed into nylon bags (pore size 42 µm, internal dimensions 50 × 120 mm). Two Holstein-Friesian steers and two cows, each fitted with a permanent rumen cannula, were used for rumen degradability studies. The animals were fed twice daily with 12 kg of meadow hay and 2 kg of ground barley per animal. Animals had free access to drinking water and a mineral block. Bags were inserted into the rumen after feeding and removed after 6, 12, 24, 48, 72 and 96 h. A total of 6 bags (3 bags per animal) for each incubation time were used. Bags were immediately rinsed in cold water by hand for 30 min after removed from the rumen and dried for 48 h at 50 °C, whereafter samples were analyzed for NDF. INDF contents in samples were determined by incubating the samples for 12 days in the rumen using nylon bags with pore size of 17 µm to minimize particle loss from the nylon bags. After

ruminal incubation the bags were rinsed, dried and evaluated for a decrease of NDF contents.

Organic matter digestibility of selected dried grass samples using *in sacco*, *in vitro* pepsin-cellulase solubility and *in vitro* gas production methods were determined as well.

The aim of the present study was to determine NDF ruminal degradability of selected grass species and grass silages, calculate parameters of NDF degradability (b , c , ED, INDF) and prediction of parameters from chemical composition (Trial 1 and Trial 2). Also, organic matter digestibility was compared among *in sacco*, *in vitro* pepsin-cellulase and *in vitro* gas production methods (Trial 3).

Statistical analysis was conducted using the programs STATISTICA 6 (2001) and SAS (2002). Correlation analysis (Trial 1, Trial 2, Trial 3), simple linear regression (Trial 1, Trial 2, Trial 3), stepwise multiple regression (Trial 1 and Trial 2), paired t-test (Trial 2), one way ANOVA (Trial 3), two way ANOVA (Trial 1), Tukey test (Trial 1 and Trial 3) and the MIXED procedure of SAS (Trial 1) were applied.

Trial 1

Determination, comparison and prediction of *in sacco* NDF ruminal degradability parameters of selected grass species

High ranges of CP (from 64.5 to 211.3 g/kg DM), NDF (360.3 to 691.2 g/kg DM), ADF (183 to 382.8 g/kg DM) and ADL (10.9 to 41.4 g/kg DM) contents were found for evaluated grasses.

Parameters b , c , ED and INDF varied from 684.2 to 942.2 g/kg NDF, 0.039 to 0.108 h⁻¹, 503 to 784.8 g/kg NDF and 18 to 137.1 g/kg DM, respectively.

ADL was highly correlated to b ($r = -0.76$) and INDF ($r = 0.85$), whereas CP was related to c ($r = 0.78$) and ED ($r = 0.81$).

Using linear regression analysis, ADL was the best predictor of b ($R^2 = 0.572$) and INDF ($R^2 = 0.722$), while CP predicted c ($R^2 = 0.607$) and ED ($R^2 = 0.653$) with high accuracy.

By applying stepwise multiple regression analysis, b was best predicted by the combinations of ADL and CP ($R^2 = 0.677$), and ADL, CP and NDF ($R^2 = 0.679$). The combinations of CP and NDF ($R^2 = 0.717$), and CP, NDF and ADF ($R^2 = 0.733$) best predicted c , whereas the optimal combinations for the ED of NDF were CP and ADL ($R^2 = 0.769$), and CP, ADL and CF ($R^2 = 0.787$). INDF was best predicted using ADL and CF ($R^2 = 0.830$), and ADL, CF and CP ($R^2 = 0.865$).

NDF degradability parameters of grass species were compared between harvest dates and maturity stages. *Lolium perenne* presented the best parameters ($b = 886.4$ g/kg NDF, $c = 0.101$ h⁻¹, ED = 740.7 g/kg DM, INDF = 39.49 g/kg DM) regarding harvest date. *Phleum pratense* ($b = 867.1$ g/kg NDF, $c = 0.084$ h⁻¹, ED = 689 g/kg DM, INDF = 60.15 g/kg DM) and *Festuca arrundinacea* ($b = 839.2$ g/kg NDF, $c = 0.085$ h⁻¹, ED = 674 g/kg NDF, INDF = 56.56 g/kg DM) had worse values of parameters. The worst parameters were determined for *Dactylis glomerata* ($b = 794.4$ g/kg NDF, $c = 0.078$ h⁻¹, ED = 630.9 g/kg NDF, INDF = 87.72 g/kg DM) and hybrid Felina ($b = 816$ g/kg NDF, $c = 0.066$ h⁻¹, ED = 619.4 g/kg NDF, INDF = 74.59 g/kg DM). *Lolium perenne* exhibited the best parameters in the second node stage, whereas *Lolium perenne* and hybrid Felina were the best grasses in inflorescence emergence stage.

It can be concluded that high determination coefficients derived justified the use of regression analysis to predict NDF degradability from chemical composition of grasses. The present study presents evidence that the most important factor of optimal harvest date is maturity stage. The optimal harvest date for all grasses evaluated in this study was during the inflorescence emergence stage. After this stage all NDF degradability parameters diminished. In the Czech Republic *Dactylis glomerata* and the hybrid Felina should be harvested until 30 May, *Phleum pratense* and *Festuca arundinacea* until 10 June and *Lolium perenne* until 15 June.

Trial 2

Determination, comparison and prediction of *in sacco* NDF rumen degradability parameters of grass silages

High ranges of CP (from 93.7 to 214 g/kg DM), NDF (396.6 to 676.7 g/kg DM), ADF (252.8 to 421.9 g/kg DM) and ADL (10.3 to 45.9 g/kg DM) contents were found for grass silages samples evaluated in this study.

Parameters *b*, *c*, ED and INDF varied from 781.8 to 951.9 g/kg NDF, 0.027 to 0.054 h⁻¹, 463 to 682.2 g/kg NDF and 30.8 to 144.1 g/kg DM, respectively.

The highest correlation coefficients were found between ADL and *b* ($r = -0.62$), ADL and INDF ($r = 0.75$), CP and *c* ($r = 0.51$), CP and ED ($r = 0.62$).

ADL was the best predictor of *b* ($R^2 = 0.379$) and INDF ($R^2 = 0.560$), whereas CP predicted *c* ($R^2 = 0.258$) and ED ($R^2 = 0.380$) with good accuracy.

With stepwise multiple regression analysis *b* was best predicted using ADL and CP ($R^2 = 0.476$), and the combination of ADL, CP and ADF ($R^2 = 0.610$). Parameter *c* was best predicted using CP and CF ($R^2 = 0.337$), and CP, CF and ADF ($R^2 = 0.542$). ED of NDF was best predicted using the combinations of CP and ADL ($R^2 = 0.536$), and CP, ADL and CF ($R^2 = 0.645$). INDF was best predicted using ADL and CP ($R^2 = 0.768$), and ADL, CP and CF ($R^2 = 0.783$).

Higher values for NDF degradability parameters were found for silages stored for 20 than 10 weeks in the present study. However, only the parameters *c* and ED of NDF were statistical different between storage periods.

High determination coefficients found in the present study illustrate the use of regression analysis to predict NDF degradability from chemical composition of grass silages.

Trial 3

Comparison of organic matter digestibility among *in sacco*, *in vitro* pepsin-cellulase solubility and *in vitro* gas production methods

Contents of CP, NDF, ADF and ADL of grass samples evaluated in the present study varied from 69.5 to 196.9 g/kg DM, 337 to 638.4 g/kg DM, 192.5 to 378.6 g/kg DM and 8.2 to 42.2 g/kg DM, respectively.

Organic matter digestibility of grass samples was estimated using *in sacco* (varied from 604.5 to 827.5 g/kg OM), *in vitro* pepsin-cellulase solubility (varied from 633.3 to 866.3 g/kg OM) and *in vitro* gas production (varied from 558.9 to 835.9 g/kg OM) methods. Parameters c and k_d varied from 0.027 to 0.067 h⁻¹ and 0.024 to 0.065 h⁻¹, respectively.

OMD and fractional rates compared very well among the above methods, with correlation coefficients of > 0.90 and 0.86, respectively.

The highest mean values were determined using *in vitro* pepsin-cellulase solubility (OMD = 746.9 g/kg OM), with intermediate values for the *in sacco* method (OMD = 737.7 g/kg OM, $c = 0.0399$ h⁻¹), and the lowest values derived with the *in vitro* gas production method (OMD = 683.8 g/kg OM, $k_d = 0.0393$ h⁻¹). However, differences were only statistically different between the *in vitro* pepsin-cellulase solubility and *in vitro* gas production methods.

OMD were well predicted ($R^2 > 0.70$) by cell wall fractions (NDF, ADF, ADL). Fractional rates c and k_d were best predicted by NDF contents ($R^2 = 0.870$ and $R^2 = 0.745$, respectively).

The above presented evidence of the possible use of the methods evaluated to predict OMD. With further work to refine prediction equations these methods could be useful for determination of digestibility and degradability of different feed types.

8. SEZNAM LITERATURY

1. ADERIBIGBE, A. O., CHURCH, D. C., 1983. Feather and hair meals for ruminants. III. Relationship between enzymatic or *in vitro* rumen digestibility and *in vivo* digestibility of diets containing feather and hair meals. J. Anim. Sci., 57, 483-494.
2. ADESOGAN, A. T., OWEN, E., GIVENS, D. I., 1998. Prediction of the *in vivo* digestibility of whole crop wheat from *in vitro* digestibility, chemical composition, *in situ* rumen degradability, *in vitro* gas production and near infrared reflectance spectroscopy. Anim. Feed Sci. Technol. 74, 259-272.
3. ADESOGAN, A. T., KRUEGER, N. K., KIM, S. C., 2005. A novel, wireless, automated system for measuring fermentation gas production kinetics of feeds and its application to feed characterization. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 211-223.
4. AGBAGLA-DOHNANI, A., NOZIÈRE, P., CLÉMENT, G., DOREAU, M., 2001. *In sacco* degradability, chemical and morphological composition of 15 varieties of European rice straw. Anim. Feed Sci. Technol. 94, 15-27.
5. AHMAD N., WILMAN D., 2001. The degradation of the cell walls of lucerne, Italian ryegrass and wheat straw when fed to cattle, sheep and rabbits. J. Agri. Sci. 137, 337-349.
6. AHVENJÄRVI, S., VANHATALO, A., SHINGFIELD, K. J. AND HUHTANEN, P., 2003. Determination of digesta flow entering the omasal canal of dairy cows using different marker systems. Br. J. Nutr. 90, 41-52.
7. AKBAR, M. A., LEBZIEN, P., FLACHOWSKY, G., 2002. Measurement of yield and *in situ* dry matter degradability of maize varieties harvested at two stages of maturity in sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 100, 53-70.

8. AKIN, D. E., 1986. Chemical and biological structure in plants as related to microbial degradation of forage cell walls. In: Milligan, L. P., Grovum, W. L., Dobson, A. Control of digestion and metabolism in ruminants. Proceedings of the Sixth International Symposium on Ruminant Physiology, Banff, Canada. pp. 139-157.
9. ALLEN, M. S., MERTENS, D. R., 1988. Evaluation constraints of fibre digestion by rumen microbes. *Journal of Nutrition*. 118, 261-270.
10. ANDRÉS, S., CALLEJA, A., LÓPEZ, S., GONZÁLEZ, J. S., RODRÍGUEZ, P. L., GIRÁLDEZ, F. J., 2005. Prediction of gas production kinetic parameters of forages by chemical composition and near infrared reflectance spectroscopy. 123-124, 487-499.
11. ANDRIGHETTO, I., BAILONI, L., COZZI, G., TOLOSA, H. F., HARTMAN, B., HINDS, M., SAPIENZS, D., 1993. Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfalfa and italian ryegrass. *J. Dairy Sci.* 76, 2624-2631.
12. AOAC, 1990. Official methods of analysis, Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition. Washington, DC.
13. APORI, S. O., CASTRO, F. B., SHAND, W. J., ØRSKOV, E. R., 1998. Chemical composition, *in sacco* degradation and *in vitro* gas production of some Ghanaian browse plants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 76, 129-137.
14. ARIELI, A., MABJEESH, S. J., SHABI, Z., BRUCKENTAL, I., AHARONI, Y., ZAMWEL, S., TAGARI, H., 1998. *In situ* assessment of degradability of organic matter in the rumen of the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 81, 1985-1990.
15. AUFRÈRE, J., GRAVIOU, D., DEMARQUILLY, C., VÉRITÉ, R., MICHALET-DOREAU, B., CHAPOUTOT, P., 1991. Predicting *in situ* degradability of feed proteins in the rumen by two laboratory methods (solubility and enzymatic degradation). *Anim. Feed Sci. Technol.* 33, 97-116.

16. BEEVER, D. E., MOULD, F. L., 2000. Forage evaluation for efficient ruminant livestock production. In: Givens, D. I., Owen, E., Axford, R. F. E. and Omed, H. M. Forage evaluation in ruminant nutrition, Oxon, UK, p. 15-42.
17. BEUVINK, J. M. W., KOGUT, J., 1993. Modeling gas production kinetics of grass silages incubated with buffered ruminal fluid. *J. Anim. Sci.* 71, 1041-1046.
18. BLÜMMEL, M., ØRSKOV, E. R., 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 40, 109-119.
19. BLÜMMEL, M., AIPLE, K.-P., STEINGAß, H., BECKER, K., 1999a. A note on the stoichiometrical relationship of short chain fatty acid production and gas formation *in vitro* in feedstuffs of widely differing quality. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 81, 157-167.
20. BLÜMMEL, M., MGOMEZULU, R., CHEN, X. B., MAKKAR, H. P. S., BECKER, K., ØRSKOV, E. R., 1999b. The modification of an *in vitro* gas production test to detect roughage related differences in *in vivo* microbial protein synthesis as estimated by the excretion of purine derivatives. *J. Agri. Sci.* 133, 335-340.
21. BLÜMMEL, M., SCHRODER, A., SÜDEKUM, K.-H., BECKER, K., 1999c. Estimation ruminal microbial efficiencies in silage-fed cattle: comparison of an *in vitro* method with a combination of *in situ* and *in vivo* measurements. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 81, 57-67.
22. BLÜMMEL, M., CONE, J. W., VAN GELDER, A. H., NSHALAI, I., UMUNNA, N. N., MAKKAR, H. P. S., BECKER, K., 2005. Prediction of forage intake using *in vitro* gas production methods: Comparison of multiphase fermentation kinetics measured in an automated gas test, and combined gas volume and substrate degradability measurements in a manual syringe system. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124, 517-526.

23. BOSCH, M. W., BRUINING, M., 1995. Passage rate and total clearance rate from the rumen of cows fed on grass silages differing in cell-wall content. *Br. J. Nutr.* 73, 41-49.
24. BROWN, V. E., RYMER, C., AGNEW, R. E., GIVENS, D. I., 2002. Relationship between *in vitro* gas production profiles of forages and *in vivo* rumen fermentation patterns in beef steers fed those forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 98, 13-24.
25. BUENO, I. C. S., FILHO, S. L. S. C., GOBBO, S. P., LOUVANDINI, H., VITTI, D. M. S. S., ABDALLA, A. L., 2005. Influence of inoculum source in a gas production method. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124, 95-105.
26. CABLABRÒ, S., LÓPEZ, S., PICCOLO, V., DIJKSTRA, J., DHANOA, M. S., FRANCE, J., 2005. Comparative analysis of gas production profiles obtained with buffalo and sheep ruminal fluid as the source of inoculum. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124, 51-65.
27. COBLENTZ W. K., FRITZ J. O., FICK W. H., COCHRAN R. C., SHIRLEY J. E., 1998. *In situ* dry matter, nitrogen, and fiber degradation of alfalfa, red clover, and eastern gamagrass at four maturities. *J. Dairy Sci.* 81, 150-161.
28. COBLENTZ, W. K., ABDELGADIR, I. E. O., COCHRAN, R. C., FRITZ, J. O., FICK, W. H., OLSON, K. C., TURNER, J. E., 1999. Degradability of forage proteins by *in situ* and *in vitro* enzymatic methods. *J. Dairy Sci.* 82, 343-354.
29. CONE, J. W., VAN GELDER, A. H., VISSCHER, G. J. W., OUDSHOORN, L., 1996. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas production apparatus. *Anim. Feed Sci. Technol.* 61, 113-128.
30. CONE J. W., VAN GELDER A. H., SOLIMAN I. A., DE VISSER H., VAN VUUREN A. M., 1999. Different techniques to study rumen fermentation characteristics of maturing grass and grass silage. *J. Dairy Sci.* 82, 957-966.

31. CONE, J. W., VAN GELDER, A. H., BACHMANN, H., HINDLE, V. A., 2002. Comparison of organic matter degradation in several feedstuffs in the rumen as determined with the nylon bag and gas production techniques. *Anim. Feed Sci. Technol.* 96, 55-67.
32. ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., ŽITŇAN, R., SOMMER, A., KOKARDOVÁ, M., SZAKÁCS, J., ŠEVČÍK, A., CHRENKOVÁ, M., 2000. Parameters of degradability of pasture herbage cell walls and organic matter. *Czech J. Anim. Sci.* 45, 139-144.
33. ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., FL'AK, POLÁČIKOVÁ, M., CHRENKOVÁ, M., 2005. *In sacco* NDF degradability and mineral release from forages in the rumen. *Czech J. Anim. Sci.* 50, 320-328.
34. DÄNICKE, S., 2002. Effect of Fusarium toxin contaminated wheat grain and of a detoxifying agent on rumen physiological parameters and *in sacco* dry matter degradation of wheat straw and lucerne hay in wethers. *J. Anim. Feed Sci.* 11, 437-451.
35. DEAVILLE, E. R., GIVENS, D. I., 2001. Use of the automated gas production technique to determine the fermentation kinetics of carbohydrate fractions in maize silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 93, 205-215.
36. DE BOEVER, J. L., VANACKER, J. M., DE BRABANDER, D. L., 2002. Rumen degradation characteristics of nutrients in maize silages and evaluation of laboratory measurements and NIRS as predictors. *Anim. Feed Sci. Technol.* 101, 73-86.
37. DE BOEVER, J. L., AERTS, J. M., VANACKER, J. M., DE BRABANDER, D. L., 2005. Evaluation of the nutritive value of maize silages using a gas production technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124, 255-265.
38. DI MARCO, O. N., AELLO, M. S., NOMDEDEU, M., VAN HOUTTE, S., 2002. Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (*in vivo*, *in situ* and *in vitro*). *Anim. Feed Sci. Technol.* 99, 37-43.

39. DOANE, P. H., SCHOFIELD, P., PELL, A. N., 1997. Neutral detergent fiber disappearance and gas and volatile fatty acid production during the *in vitro* fermentation of six forages. *J. Anim. Sci.* 75, 3342-3352.
40. DOLEŽAL, P., DVOŘÁČEK, J., ZEMAN, L., 2001. Problematika kvality siláží a silážních aditiv. *Krmivářství*, 1, 16 – 20.
41. DOLEŽAL, P., ZEMAN, L., DOLEŽAL, J., 2003. Optimální termín sklizně píce. *Krmivářství*, 3, 6-8.
42. ELIZALDE, J. C., MERCHEN, N. R., FAULKNER, D. B., 1999. *In situ* dry matter and crude protein degradation of fresh forages during the spring growth. *J. Dairy Sci.* 82, 1978-1990.
43. FATHI NASRI, M. H., DANESH MESGARAN, M., FRANCE, J., CANT, J. P., KEBREAB, E., 2006. Evaluation of models to describe ruminal degradation kinetics from *in situ* ruminal incubation of whole soybeans. *J. Dairy Sci.* 89, 3087-3095.
44. FIRKINS, J. L., YU, Z., 2006. Characterisation and quantification of the microbial populations of the rumen. In: Sjerssen, K., Hvelplund, T., Nielsen, M. O., Ruminant physiology, digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 19-54.
45. FIREMNÍ INFORMACE, 2003-2006. Vlastní odrůdy, Agrotechnika trav na semeno (on line). Dostupné z <<http://www.osevauni.cz>>.
46. FLINT, H. J., FORSBERG, C. W., 1995. Polysaccharide degradation in the rumen, biochemistry and genetics. Proceedings of the Eighth International Symposium on Ruminant Physiology. Stuttgart. p. 43-70.
47. FONSECA A. J. M., DIAS-DA-SILVA A. A., ØRSKOV E. R., 1998. *In sacco* degradation characteristics as predictors of digestibility and voluntary intake of roughages by mature ewes. *Anim. Feed Sci. Tech.* 72, 205-219.

48. FRIEDEL, K., 1990. Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulase-methode. Wissenschaftliche Zeitung Universität Rostock, N-Reihe 39, 78-86.
49. GARCÍA-RODRIGUEZ, A., MANDALUNIZ, N., FLORES, G., OREGUI, L. M., 2005. A gas production technique as a tool to predict organic matter digestibility of grass and maize silage. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 267-276.
50. GASMI-BOUBAKER, A., KAYOULI, C., BULDGEN, A., 2005. *In vitro* gas production and its relationship to *in situ* disappearance and chemical composition of some Mediterranean browse species. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 303-311.
51. GERSON, T., KING, A. S. D., KELLY, K. E., KELLY, W. J., 1988. Influence of particle size and surface area on *in vitro* rates of gas production, lipolysis of triacylglycerol and hydrogenation of linoleic acid by sheep rumen digesta or *Ruminococcus flavefaciens*. J. Agri. Sci. 110, 31-37.
52. GETACHEW, G., DEPETERS, E. J., ROBINSON, P. H., FADEL, J. G., 2005a. Use of an *in vitro* rumen gas production technique to evaluate microbial fermentation of ruminant feeds and its impact on fermentation products. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 547-559.
53. GETACHEW, G., ROBINSON, P. H., DEPETERS, E. J., TAYLOR, S. J., GISI, D. D., HIGGINBOTHAM, G. E., RIORDAN, T. J., 2005b. Methane production from commercial dairy rations estimated using an *in vitro* gas technique. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 391-402.
54. GOERING, K. H., VAN SOEST, P. J., 1970. Agric. Handbook No. 379. ARS, USDA, Washington, DC.
55. GOSSELINK, J. M. J., DULPHY, J. P., TAMMINGA, S. AND CONE, J. W., 2004. Comparison of the *in situ* technique and the gas production technique in mimicking rumen dry matter degradation. J. Anim. Feed Sci. 13, Suppl. 1, 79-82.

56. GRENET, E., BESLE, J. M., 1991. Microbes and fibre degradation. In: Jouany, J. P., Rumen microbial metabolism and ruminant digestion, Institut national de la recherche agronomique, Paris, 107-129.
57. HARRISON, J., HUHTANEN, P., COLLINS, M., 2003. Perennial grasses. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA. Silage Science and Technology, Agronomy Monograph no. 42.
58. HERRERA-SALDANA, R. E., HUBER, J. T., POORE, M. H., 1990. Dry matter, crude protein, and starch degradability of five cereal grains. J. Dairy Sci. 73, 2386-2393.
59. HOFFMAN P. C., SIEVERT S. J., SHAVER R. D., WELCH D. A., COMBS D. K., 1993. *In situ* dry matter, protein, and fiber degradation of perennial forages. J. Dairy Sci. 76, 2632-2643.
60. HOLDEN, L. A., 1999. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. J. Dairy Sci. 82, 1791-1794.
61. HOMOLKA P., 2000. Digestibility of nutrients, nitrogen degradability and intestinal digestibility of rumen undegraded protein of alkali-treated barley. Czech J. Anim. Sci. 45, 447-450.
62. HUHTANEN P., VANHATALO A., VARVIKKO T., 1998. Enzyme activities of rumen particles and feed samples incubated *in situ* with differing types of cloth. Br. J. Nutr. 79, 161-168.
63. HUHTANEN, P., KHALILI, H., NOUSIAINEN, J. I., RINNE, M., JAAKKOLA, S., HEIKKILÄ, T., NOUSIAINEN, J., 2002. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. Livestock Production Sci. 73, 111-130.

64. HUHTANEN, P., NOUSIAINEN, J. I., KHALILI, H., JAAKKOLA, S., HEIKKILÄ, T., 2003. Relationship between silage fermentation characteristics and milk production parameters, analyses of literature data. *Livestock Production Sci.* 81, 57-73.
65. HUHTANEN, P., AHVENJÄRVI, S., WEISBJERG, M. R., NØRGAARD, P., 2006a. Digestion and passage of fibre in ruminants. In: Sjersen, K., Hvelplund, T., Nielsen, M. O., *Ruminant physiology, Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress.* Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, pp. 87-135.
66. HUHTANEN, P., NOUSIAINEN, J., RINNE, M., 2006b. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agric. Food Sci.* 15, 293-323.
67. CHERNEY, D. J. R., CHERNEY, J. H., LUCEY, R. F., 1993. *In vitro* digestion kinetics and quality of perennial grasses as influenced by forage maturity. *J. Dairy Sci.* 76, 790-797.
68. CHURCH, D. C., 1983. *Digestive physiology and nutrition of ruminants.* O & B Books, Oregon, USA, ISBN 0-9601586-4-2, 350 p.
69. JELÍNEK, P., KOUDELA, K. *et al.*, 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat.* MZLU v Brně, ISBN 80-7157-644-1, 409 p.
70. JENSEN, K. B., WALDRON B. L., ASAY, K. H., JOHNSON, D. A., MONACO, T. A., 2003. Forage nutritional characteristics of orchardgrass and perennial ryegrass at five irrigation levels. *Agron. J.*, 95, 668-675.
71. KACEROVSKÝ, O., BABIČKA, L., BÍRO, D., HEGER, J., JEDLIČKA, Z., LOHNISKÝ, J., 1990. *Zkoušení a posuzování krmiv.* Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 213 p.

72. KALAČ, P., 1983. Hygienická a zdravotní hlediska silážování pícnin. Studijní informace. 48 p.
73. KAMALAK, A., CANBOLAT, O., GURBUZ, Y., 2004. Comparison between *in situ* dry matter degradation and *in vitro* gas production of tannin-containing leaves from tree species. South African J. Anim. Sci. 34, 233-240.
74. KAMALAK, A., CANBOLAT, O., GURBUZ, Y., OZAY, O., 2005. Comparison of *in vitro* gas production technique with *in situ* nylon bag technique to estimate dry matter degradation. Czech J. Anim. Sci. 50, 60-67.
75. KOUKOLOVÁ, V., WEISBJERG, M. R., HVELPLUND, T., LUND, P., ČERMÁK, B., 2004. Prediction of NDF degradation characteristics of grass and grass/clover forages based on laboratory methods. J. Anim. Feed Sci. 13, 691-708.
76. KRÁSA, A., ZEMANOVÁ, D., VRZALOVÁ, D., 1998. Produkční účinnost objemných krmiv. Krmivářství, 3, 36.
77. KÜHN, F., 1994. Zemědělská botanika: návody do cvičení ze speciální botaniky. VŠZ Brno, ISBN 80-7157-132-6, 122 p.
78. KVASNIČKA, F., 2000. Application of isotachophoresis in food analysis. Electrophoresis 21, 2780-2787.
79. LEHNINGER, A. L., NELSON, D. L., COX, M. M., 1993. Principles of Biochemistry. Worth Publishers, New York, USA, ISBN 0-87901-500-4, 1013 p.
80. LINBERG, J. E., 1985. Estimation of rumen degradability of feed proteins with the *in sacco* Technique and Various *in vitro* Methods, A Review. Acta Agric. Scand. Suppl. 25, 64-97.
81. LIPPKE H., ELLIS W. C., JACOBS B. F., 1986. Recovery of indigestible fiber from feces of sheep and cattle on forage diets. J. Dairy Sci., 69, 403-412.

82. LÓPEZ, S., CARRO, M. D., GONZÁLEZ, J. S., OVEJERO, F. J., 1998. Comparison of different *in vitro* and *in situ* methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol. 73, 99-113.
83. LOUČKA, R., MACHAČOVÁ, E., 1996. Silážování. Metodika pro zemědělskou praxi. ÚZPI ve spolupráci s MZe, Praha, 25 p.
84. LOUČKA, R., MACHAČOVÁ, E., ŽALMANOVÁ, V., 1997. Aditiva používaná k silážování. Metodika pro zemědělskou praxi. ISBN 80-86153-16-9. 50 p.
85. LUTONSKÁ, P., PICHL, I., 1983. Vlákna (chemické zloženie, metódy stanovenia, význam vo výžive). Edícia MPV SSR, Bratislava, 141 p.
86. McDONALD, I., 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. J. Agric. Sci. 96, 251-252.
87. McDONALD, P., EDWARDS, R. A., GREENHALGH, J. F. D., 1988. Animal nutrition. Longman Scientific & Technol, New York, USA, ISBN 0-470-20791-4, 543 p.
88. McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S., 1991. The biochemistry of silage. ISBN 0 948617 22 5. 327 p.
89. MERO, R. N., UDÉN, P., 1997. Promising tropical grasses and legumes as feed resources in Central Tanzania II. *In sacco* rumen degradation characteristics of four grasses and legumes. Anim. Feed Sci. Technol. 69, 341-352.
90. MERRY, R. J., JONES, R., THEODOROU, M. K., 2000. The conservation of grass. In: Hopkins, A., Grass Its Production and Utilization. Institute of Grassland and Environmental Research, North Wyke, Okehampton, Devon, UK, 196-228.
91. MICEK, P., KOWALSKI, Z. M., BOROWIEC, F. AND SHELFORD, J. A., 2001. Digestibility of whole grain crop silages determined by different methods. J. Anim. Feed Sci. 10, 695-706.

92. MICHAŁOWSKI, T., BEŁŻECKI, G., PAJAŁ, J. J., 2002. Use of nylon bags of different porosity to study the role of different groups of rumen ciliates *in situ* digestion of hay in sheep. J. Anim. Feed Sci. 11, 611-625.
93. MOULD, F. L., KLIEM, K. E., MORGAN, R., MAURICIO, R. M., 2005a. *In vitro* microbial inoculum: A review of its function and properties. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 31-50.
94. MOULD, F. L., MORGAN, R., KLIEM, K. E., KRYSTALLIDOU, E., 2005b. A review and simplification of the *in vitro* incubation medium. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 155-172.
95. MOULD, F. L., KLIEM, K. E., MORGAN, R., 2005c. Alternative methodologies – stretching the *in vitro* box. Anim. Feed Sci. Technol. 123-124, 501-515.
96. MTHIYANE, D. M. N., NSAHLAI, I. V., BONSI, M. L. K., 2001. The nutritional composition, fermentation characteristics, *in sacco* degradation and fungal pathogen dynamics of sugarcane tops ensiled with broiler litter with or without water. Anim. Feed Sci. Technol. 94, 171-185.
97. NAGADI, S., HERRERO, M., JESSOP, N. S., 2000a. The influence of diet of the donor animal on the initial bacterial concentration of ruminal fluid and *in vitro* gas production degradability parameters. Anim. Feed Sci. Technol. 87, 231-239.
98. NAGADI S., HERRERO M., JESSOP N. S., 2000b. The effect of fermentable nitrogen availability on *in vitro* gas production and degradability of NDF. Anim. Feed Sci. Technol. 87, 241-251.
99. NANDRA, K. S., DOBOS, R. C., ORCHARD, B. A., NEUTZE, S. A., ODDY, V. H., CULLIS, B. R., JONES, A. W., 2000. The effect of animal species on *in sacco* degradation of dry matter and protein of feeds in the rumen. Anim. Feed Sci. Technol. 83, 273-285.

100. NASH, M. J., 1978. Crop conservation and storage in cool temperate climates, University of Edinburgh, UK, 393 p.
101. NOCEK, J. E., GRANT, A. L., 1987. Characterization of *in situ* nitrogen and fiber digestion and bacterial nitrogen contamination of hay crop forages preserved at different dry matter percentages. J. Anim. Sci. 64, 552-564.
102. NOCEK, J. E., 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. J. Dairy Sci., 71, 2051-2069.
103. NOUSIAINEN, J., RINNE, M., HELÄMÄKI, M., HUHTANEN, P., 2003a. Prediction of the digestibility of the primary growth of grass silages harvested at different stages of maturity from chemical composition and pepsin-cellulase solubility. Anim. Feed Sci. Technol. 103, 97-111.
104. NOUSIAINEN, J., RINNE, M., HELÄMÄKI, M., HUHTANEN, P., 2003b. Prediction of the digestibility of the primary growth and regrowth grass silages from chemical composition, pepsin-cellulase solubility and indigestible cell wall content. Anim. Feed Sci. Technol. 110, 61-74.
105. NOUSIAINEN J., AHVENJÄRVI S., RINNE M., HELÄMÄKI M., HUHTANEN P., 2004. Prediction of indigestible cell wall fraction of grass silage by near infrared reflectance spectroscopy. Anim. Feed Sci. Tech. 115, 295-311.
106. NOZIÈRE, P., MICHALET-DOREAU, B., 1996. Validation of *in sacco* method: influence of sampling site, nylon bag or rumen contents, on fibrolytic activity of solid-associated microorganisms. Anim. Feed Sci. Technol. 57, 203-210.
107. NSAHLAI, I. V., UMUNNA, N. N., 1996. Comparison between reconstituted sheep faeces and rumen fluid inocula and between *in vitro* and *in sacco* digestibility methods as predictors of intake and *in vivo* digestibility. J. Agri. Sci. 126, 235-248.

108. OBA, M., ALLEN, M. S., 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82, 589-596.
109. O'KIELY, P., MUCK, R. E., 1998. Grass silage. In: Cherney, J. H. and Cherney, D. J. R., Grass for dairy cattle. Cornell University, New York, USA, pp. 223-251.
110. OMED, H. M., AXFORD, R. F. E., CHAMBERLAIN, A. G., GIVENS, D. I., 1989. A comparison of three laboratory techniques for the estimation of the digestibility of feedstuffs for ruminants. *J. Agri. Sci.* 113, 35-39.
111. ØRSKOV, E. R., 2000. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: Givens, D. I., Owen, E., Axford, R. F. E. and Omed, H. M., Forage evaluation in ruminant nutrition, Oxon, UK, p. 175-188.
112. ØRSKOV, E. R., McDONALD, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agr. Sci.* 92, 499-503.
113. OSBORNE, J. K., MUTSVANGWA, T., ALZAHAL, O., DUFFIELD, T. F., BAGG, R., DICK, P., VESSIE, G., MCBRIDE, B. W., 2004. Effect of monensin on ruminal forage degradability and total tract diet digestibility in lactating dairy cows during grain-induced subacute ruminal acidosis. *J. Dairy Sci.* 87, 1840-1847.
114. PARISSI, Z. M., PAPACHRISTOU, T. G., NASTIS, A. S., 2005. Effect of drying method on estimated nutritive value of browse species using an *in vitro* gas production technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124, 119-128.
115. PARTANEN, K., JALAVA, T., 2005. Effects of organic acids and salts on microbial fermentation in the digestive tract of piglets estimated using an *in vitro* gas production technique. *Agric. Food Sci.* 14, 311-324.
116. PELL, A. N., SCHOFIELD, P., 1993. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. *J. Dairy Sci.* 76, 1063-1073.

117. PETIT, H. V., SAVOIE, P., TREMBLAY, D., DOS SANTOS, G. T., BUTLER, G., 1994. Intake, digestibility, and ruminal degradability of shredded hay. *J. Dairy Sci.* 77, 3043-3050.
118. POZDÍŠEK, J., LOUČKA, R., MACHAČOVÁ, E., 2003. Digestibility and nutrition value of grass silages. *Czech J. Anim. Sci.* 48, 359-364.
119. QUIN, J. I., VAN DER WATH, J. G., MYBURGH, S., 1938. In: Ørskov, E. R., 2000. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: Givens, D. I., Owen, E., Axford, R. F. E. and Omed, H. M., Forage evaluation in ruminant nutrition, Oxon, UK, p. 175-188.
120. RAMÍREZ-RESTREPO, C. A., BARRY, T. N., LÓPEZ-VILLALOBOS, N., 2006. Organic matter digestibility of condensed tannin-containing *Lotus corniculatus* and its prediction *in vitro* using cellulase/hemicellulase enzymes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 125, 61-71.
121. RICHTER, M., TŘINÁCTÝ, J., HARAZIM, J., 2000. Vývoj hodnocení obsahu vlákniny. *Krmivářství*, 3, 28-30.
122. RINNE M., JAAKKOLA S., HUHTANEN P., 1997a. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 1. Organic matter digestion, rumen fermentation and nitrogen utilization. *Anim. Feed Sci. Tech.* 67, 1-17.
123. RINNE, M., HUHTANEN, P., JAAKKOLA, S., 1997b. Grass maturity effects on cattle fed silage-based diets. 2. Cell wall digestibility, digestion and passage kinetics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 67, 19-35.
124. RINNE M., JAAKKOLA S., KAUSTELL K., HEIKKILÄ T., HUHTANEN P., 1999. Silages harvested at different stages of grass growth v. concentrate foods as energy and protein sources in milk production. *Anim. Sci.* 69, 251-263.

125. RINNE M., NYKÄNEN A., 2000. Timing of primary growth harvest affects the yield and nutritive value of timothy-red clover mixtures. *Agric. Food Sci. Finl.* 9, 121-134.
126. RINNE M., HUHTANEN P., JAAKKOLA S., 2002. Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. *J. Anim. Sci.* 80, 1986-1998.
127. RINNE M., OLT A., NOUSIAINEN J., SEPPÄLÄ A., TUORI M., PAUL C., FRASER D. M., HUHTANEN P., 2006. Prediction of legume silage digestibility from various laboratory methods. *Grass and Forage Sci.* 61, 354-362.
128. RODRIGUES, M. A. M., FONSECA, A. J. M., SEQUEIRA, C. A., DIAS-DASILVA, A. A., 2002. Digestion kinetic parameters from and *in vitro* gas production method as predictors of voluntary intake of forage by mature ewes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 95, 133-142.
129. ROE, M. B., CHASE, L. E., SNIFFEN, J., 1991. Comparison of *in vitro* techniques to the *in situ* technique for estimation of ruminal degradation of protein. *J. Dairy Sci.* 74, 1632-1640.
130. RUSSELL, J. B., O'CONNOR, J. D., FOX, D. G., VAN SOEST, P. J., SNIFFEN, C. J., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets, I. ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 70, 3551-3561.
131. RYMER, C., GIVENS, D. I., 2002. Relationships between patterns of rumen fermentation measured in sheep and *in situ* degradability and the *in vitro* gas production profile of the diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 101, 31-44.
132. RYMER, C., HUNTINGTON, J. A., WILLIAMS, B. A., GIVENS, D. I., 2005. *In vitro* cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.* 123-124, 9-30.

133. SAS, 2002. SAS (r) Proprietary Software Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
134. SCHOFIELD, P., PITT, R. E., PELL, A. N., 1994. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. J. Anim. Sci. 72, 2980-2991.
135. SJAASTAD, Ø. V., HOVE, K., SAND, O., 2003. Physiology of domestic animals. Scandinavian Veterinary Press, Oslo. ISBN 82-91743-11-8. 735 p.
136. SOMMER, A., 2003. Štruktúra krmív vo výžive dojníc. Krmivárství, 6, 22-24.
137. SOMMER, A., VODŇANSKÝ, M., PETRIKOVIČ, P., POŽGAJ, R., 2005. Influence of lucerne and meadow hay quality on the digestibility of nutrients in the roe deer. Czech J. Anim. Sci., 50, 74-80.
138. SOVA, Z., BUKVAJ, J., KOUDELA, K., KROUPOVÁ, V., PJEŠČAK, M., PODANÝ, J., 1990. Fyziologie hospodářských zvířat. SPN Praha, 469 p.
139. STATISTICA, 2001. Data analysis software system, version 6, StatSoft, Inc., OK.
140. STEEN, R. W. J., KILPATRICK, D. J., PORTER, M. G., 2002. Effects of the proportions of high or medium digestibility grass silage and concentrates in the diet of beef cattle on liveweight gain, carcass composition and fatty acid composition of muscle. Grass and Forage Sci. 57, 279-291.
141. STERN, M. D., BACH, A., CALSAMIGLIA, S., 1997. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. J. Anim. Sci. 75, 2256-2276.
142. ŠÍPAL, Z., ANZENBACHER, P., PEČ, P., POSPÍŠIL, J., RŮŽIČKA, I., 1992. Biochemie. Státní pedagogické nakladatelství v Praze, ISBN 80-04-21736-2. 479 p.

143. TAMMINGA, S., ROBINSON, P. H., VOGT, M., BOER, H., 1989. Rumen ingesta kinetics of cell wall components in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 25, 89-98.
144. THEODOROU, M. K., WILLIAMS, B. A., DHANOA, M. S., MCALLAN, A. B., FRANCE, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48, 185-197.
145. TINNIMIT, P., THOMAS, J. W., 1976. Forage evaluation using various laboratory techniques. *J. Anim. Sci.* 43, 1058-1065.
146. TOMÁNKOVÁ O., HOMOLKA P., 2004. *In vitro* ruminal degradability of cereal grain starch. *Czech J. Anim. Sci.* 49, 151-155.
147. TOMÁNKOVÁ O., KOPEČNÝ J., 1995. Prediction of feed protein degradation in the rumen with bromelain. *Anim. Feed Sci. Tech.* 53, 71-80.
148. TRAXLER M. J., FOX D. G., VAN SOEST P. J., PELL A. N., LASCANO C. E., LANNA D. P. D., MOORE J. E., LANA R. P., VÉLEZ M., FLORES A., 1998. Predicting forage indigestible NDF from lignin concentration. *J. Anim. Sci.* 76, 1469-1480.
149. TŘINÁCTÝ, J., ŠUSTALA, M., HARAZIM, J., 1999. Parametry metod "nylon bag (*in situ*)" a "mobile nylon bag". In: Sborník, Hodnocení krmiv, Opava, 5-14.
150. UMUCALILAR, H. D., COŞKUN, B., GÜLŞEN, N., 2002. *In situ* rumen degradation and *in vitro* gas production of some selected grains from Turkey. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 86, 288-297.
151. VALENTIN, S. F., WILLIAMS, P. E. V., FORBES, J. M., SAUVANT, D., 1999. Comparison of the *in vitro* gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short- and long-term processes of degradation of maize silage in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 78, 81-99.

152. VALK, H., KAPPERS, I. E., TAMMINGA, S., 1996. *In sacco* degradation characteristics of organic matter, neutral detergent fibre and crude protein of fresh grass fertilized with different amounts of nitrogen. Anim. Feed Sci. Technol. 63, 63-87.
153. VAN DER BAAN, A., VAN NIEKERK, W. A., RETHMAN, N. F. G., COERTZE, R. J., 2004. The determination of digestibility of *Atriplex nummularia* cv. De Kock (Oldman's Saltbush) using different *in vitro* techniques. South African J. Anim. Sci. 34, 95-97.
154. VAN SAUN, R. J., KOUKAL, P., 2003. Výživa přežvýkavců – trávení sacharidů. Farmář, 1, 40-42.
155. VAN SOEST, P. J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University. ISBN 0-8014-2772-X. 476 p.
156. VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.
157. VAN SOEST, P. J., MASON, V. C., 1991. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 32, 45-53.
158. VAN STRAALLEN, W. M., DOOPER, F. M. H., ANTONIEWICZ, A. M., KOSMALA, I., VAN VUUREN, A. M., 1993. Intestinal digestibility in dairy cows of protein from grass and clover measured with mobile nylon bag and other methods. J. Dairy Sci. 76, 2970-2981.
159. VAN VUUREN, A. M., TAMMINGA, S., KETELAAR, R. S., 1991. *In sacco* degradation of organic matter and crude protein of fresh grass (*Lolium perenne*) in the rumen of grazing dairy cows. J. Agri. Sci. 116, 429-436.

160. VANZANT, E. S., COCHRAN, R. C., TITGEMEYER, E. C., 1998. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. J. Anim. Sci. 76, 2717-2729.
161. VAREL, V. H., KREIKEMEIER, K., 1995. Comparison of *in vitro* and *in situ* digestibility methods. J. Anim. Sci. 73, 578-582.
162. VOLDEN, H., MYDLAND, L. T., OLAISEN, V., 2002. Apparent ruminal degradation and rumen escape of soluble nitrogen fractions in grass and grass silage administered intraruminally to lactating dairy cows. J. Anim. Sci. 80, 2704-2716.
163. WHITTENBURY, R., 1968. Mikrobiology of grass silage. Process Biochemistry, 27 – 31.
164. WILKERSON, V. A., KLOPFENSTEIN, T. J., STROUP, W. W., 1995. A collaborative study of *in situ* forage protein degradation. J. Anim. Sci. 73, 583-588.
165. WILLIAMS, B. A., 2000. Cumulative gas-production techniques for forage evaluation. In: Givens, D. I., Owen, E., Axford, R. F. E. and Omed, H. M. Forage evaluation in ruminant nutrition, Oxon, UK, p. 189-213.
166. WILMAN, D., AHMAD, N., 1999. *In vitro* digestibility, neutral detergent fibre, lignin and cell wall thickness in plants of three forage species. J. Agri. Sci. 133, 103-108.
167. WILMAN, D., FIELD, M., LISTER, S. J., GIVENS, D. I., 2000. The use of near infrared spectroscopy to investigate the composition of silages and the rate and extent of cell-wall degradation. Anim. Feed Sci. Technol. 88, 139-151.
168. WOODS, V. B., O'MARA, F. P., MOLONEY, A. P., 2002. The *in situ* ruminal degradability of concentrate feedstuffs in steers as affected by level of feed consumption and ratio of grass silage to concentrate. Anim. Feed Sci. Technol. 100, 15-30.

169. WOOLFORD, M. K., 2000. Umění správného silážování. 59 p.
170. YAHAYA, M. S., KIMURA, A., HARAI, J., NGUYEN, H. V., KAWAI, M., TAKAHASHI, J., MATSUOKA, S., 2001. Effect of length of ensiling on silo degradation and digestibility of structural carbohydrates of lucerne and orchardgrass. *Anim. Feed Sci. Technol.* 92, 141-148.
171. YAN, T., AGNEW, R. E., 2004. Prediction of nutritive values in grass silages: II. Degradability of nitrogen and dry matter using digestibility, chemical composition, and fermentation data. *J. Anim. Sci.* 82, 1380-1391.
172. YU, P., CHRISTENSEN, D. A., MCKINNON, J. J., MARKERT, J. D., 2003. Effect of variety and maturity stage on chemical composition, carbohydrate and protein subfractions, *in vitro* rumen degradability and energy values of timothy and alfalfa. *Can. J. Anim. Sci.* 83, 279-290.
173. YU, P., CHRISTENSEN, D. A., MCKINNON, J. J., 2004. *In situ* rumen degradation kinetics of timothy and alfalfa as affected by cultivar and stage of maturity. *Can. J. Anim. Sci.* 84, 255-263.
174. ZADOKS, J. C., CHANG, T. T., KONZAK, C. F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415-421.
175. ZEMAN, L., *et al.*, 2006. Výživa a krmení hospodářských zvířat. Profí Press, Praha. ISBN 80-86726-17-7, 360 s.

9. PŘÍLOHY

Seznam příloh:

	Strana
9.1. Tabulky	85
9.2. Grafy	112
9.3. Obrázky	120
9.4. Seznam vlastních publikací	122

9.1. Tabulky

Seznam tabulek Pokus 1:

- TABULKA 1. Seznam použitých vzorků trav
- TABULKA 2. Chemické složení vzorků trav (g/kg DM)
- TABULKA 3. Degradovatelnost NDF v jednotlivých inkubačních intervalech stanovených metodou *in sacco* (g/kg NDF)
- TABULKA 4. Parametry degradovatelnosti NDF trav
- TABULKA 5. Korelační koeficienty mezi parametry degradovatelnosti NDF a chemickým složením trav
- TABULKA 6. Predikce parametru b (g/kg NDF) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 7. Predikce parametru c (h^{-1}) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 8. Predikce parametru ED NDF (g/kg NDF) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 9. Predikce parametru INDF (g/kg DM) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 10. Degradovatelnost DM (g/kg DM) zkoumaných vzorků trav
- TABULKA 11. Posouzení parametrů degradovatelnosti u jednotlivých druhů trav
- TABULKA 12. Porovnání rozdílů parametrů degradovatelnosti mezi travními druhy
- TABULKA 13. Posouzení průběhu obsahů parametrů degradovatelnosti v závislosti na termínech sklizně
- TABULKA 14. Porovnání trav podle průběhu změn parametrů degradovatelnosti během termínů sklizně
- TABULKA 15. Porovnání parametrů degradovatelnosti NDF u trav ve vybraných stejných růstových fázích

Seznam tabulek Pokus 2:

- TABULKA 16. Seznam použitých travních siláží
- TABULKA 17. Chemické složení travních siláží (g/kg DM)
- TABULKA 18. Degradovatelnost NDF v jednotlivých inkubačních intervalech stanovených metodou *in sacco* (g/kg NDF)
- TABULKA 19. Parametry degradovatelnosti NDF travních siláží

- TABULKA 20. Korelační koeficienty mezi parametry degradovatelnosti NDF a chemickým složením travních siláží
- TABULKA 21. Predikce parametru b (g/kg NDF) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 22. Predikce parametru c (h^{-1}) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 23. Predikce parametru ED NDF (g/kg NDF) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 24. Predikce parametru INDF (g/kg DM) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)
- TABULKA 25. Posouzení vlivu délky skladování na parametry degradovatelnosti NDF travních siláží (párový t-test)
- TABULKA 26. Degradovatelnost DM (g/kg DM) sledovaných travních siláží

Seznam tabulek Pokus 3:

- TABULKA 27. Seznam sledovaných vzorků trav
- TABULKA 28. Chemické složení (g/kg DM) použitých vzorků trav
- TABULKA 29. Zjištěné parametry metodou *in sacco*, *in vitro* pepsin celulázovou rozpustností a plynovou produkcí
- TABULKA 30. Korelační koeficienty mezi výsledky získanými různými metodami
- TABULKA 31. Porovnání metod pomocí jednocestné ANOVY a Tukeyho testu
- TABULKA 32. Predikce OMD (g/kg OM) zjištěné různými metodami ($Y = A + BX_1$) z parametrů chemického složení (g/kg DM)
- TABULKA 33. Predikce rychlosti degradovatelnosti (h^{-1}) zjištěné různými metodami ($Y = A + BX_1$) z parametrů chemického složení (g/kg DM)
- TABULKA 34. Predikce OMD_{sac} (g/kg OM) ($Y = A + BX_1$) na základě parametrů zjištěných metodami *in vitro* pepsin celulázové rozpustnosti a *in vitro* plynové produkce

- TABULKA 35. Vyjádření růstové fáze podle ZADOKSE *et al.* (1974)

Pokus 1

TABULKA 1. Seznam použitých vzorků trav

Číslo vzorku	Druh	Odrůda	Datum sklizně	Výška porostu v cm	Výnos sušiny g/m ²	Sušina g/kg	Fáze růstu ¹
1	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	13.5.2004	55	145	162,9	32
2	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	13.5.2004	50	205	190,7	30
3	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	13.5.2004	45	275	163,7	30
4	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	13.5.2004	35	110	205,6	30
5	Hybrid – MRK	FELINA	13.5.2004	55	225	186,0	31
6	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	19.5.2004	75	305	184,3	35
7	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	19.5.2004	65	240	195,9	31
8	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	19.5.2004	55	265	164,6	31
9	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	19.5.2004	55	285	253,3	31
10	Hybrid – MRK	FELINA	19.5.2004	75	245	222,7	38
11	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	26.5.2004	105	300	149,6	51
12	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	26.5.2004	75	275	180,3	32
13	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	26.5.2004	60	285	172,2	32
14	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	26.5.2004	60	320	188,2	32
15	Hybrid – MRK	FELINA	26.5.2004	75	310	220,6	50
16	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	2.6.2004	120	325	213,8	57
17	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	2.6.2004	75	330	188,0	32
18	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	2.6.2004	55	350	179,9	32
19	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	2.6.2004	70	445	192,6	32
20	Hybrid – MRK	FELINA	2.6.2004	90	430	222,2	55
21	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	9.6.2004	110	335	231,0	59
22	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	9.6.2004	110	405	187,5	51
23	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	9.6.2004	70	365	163,7	51
24	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	9.6.2004	125	495	232,4	51
25	Hybrid – MRK	FELINA	9.6.2004	110	580	197,3	57
26	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	16.6.2004	130	360	231,5	65
27	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	16.6.2004	100	410	219,8	53
28	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	16.6.2004	75	385	167,0	51
29	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	16.6.2004	110	550	232,6	55
30	Hybrid – MRK	FELINA	16.6.2004	130	540	181,8	61
31	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	20.5.2005	55	190	226,2	34
32	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	20.5.2005	55	260	279,6	31
33	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	20.5.2005	30	140	229,5	30
34	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	20.5.2005	70	465	213,8	31
35	Hybrid – MRK	FELINA	20.5.2005	50	205	264,5	37
36	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	3.6.2005	100	300	256,4	60
37	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	3.6.2005	95	270	182,4	37
38	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	3.6.2005	55	220	217,8	37
39	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	3.6.2005	105	680	253,7	51
40	Hybrid – MRK	FELINA	3.6.2005	80	220	299,3	59

¹ Fáze růstu – slovní vyjádření kódu růstové fáze je uvedeno v TABULCE 35.

TABULKA 2. Chemické složení vzorků trav (g/kg DM)

Vzorek	NL	popel	tuk	CF	NDF	ADF	ADL
1	180,1	84,4	27,0	281,2	533,6	287,8	14,8
2	209,5	71,2	26,4	246,8	536,1	298,8	16,9
3	199,3	96,9	28,2	263,9	466,3	231,5	16,2
4	211,3	94,6	20,3	200,2	469,3	222,6	15,9
5	143,4	94,0	23,3	287,4	543,9	281,2	11,9
6	165,2	82,0	24,2	267,2	545,9	292,2	19,8
7	177,2	64,5	24,0	260,3	580,2	300,3	16,1
8	178,2	105,3	25,7	246,8	445,3	240,5	16,7
9	187,1	75,8	15,7	194,0	456,0	214,7	16,2
10	113,8	76,8	14,2	290,3	534,8	277,7	10,9
11	144,1	64,4	18,5	289,7	562,7	313,4	23,7
12	146,0	54,4	19,1	279,3	588,3	313,6	16,5
13	164,9	102,8	24,7	311,0	482,7	265,7	20,0
14	177,4	83,8	18,4	254,5	531,7	273,6	17,0
15	100,0	73,1	13,7	311,1	566,0	291,0	15,4
16	128,3	65,5	16,8	355,8	613,7	338,8	29,4
17	117,2	56,3	15,9	306,8	624,0	337,6	21,6
18	156,8	102,8	22,1	254,1	488,9	285,3	22,3
19	135,3	75,0	10,4	295,7	525,1	283,2	16,5
20	84,5	62,4	9,9	323,0	570,3	310,3	20,3
21	103,0	66,8	19,3	322,6	621,9	348,2	34,7
22	116,7	49,0	22,2	340,8	656,5	368,6	27,1
23	132,6	91,9	19,9	266,8	523,8	281,4	23,6
24	129,5	73,7	14,0	347,0	593,6	322,5	20,3
25	72,9	75,6	10,2	352,0	634,2	354,9	24,3
26	122,0	74,5	21,0	365,9	602,7	346,1	33,6
27	73,7	51,8	18,6	373,8	691,2	382,8	32,1
28	131,3	90,7	20,8	285,2	572,5	301,8	26,9
29	111,0	50,4	15,7	335,2	594,7	315,7	22,7
30	64,5	69,6	12,6	352,6	646,1	358,5	31,0
31	147,7	78,0	32,5	229,3	470,5	242,8	17,6
32	122,9	63,1	35,9	255,1	506,2	290,1	16,8
33	131,0	82,3	42,6	171,5	360,3	183,0	14,2
34	152,6	97,5	31,3	249,7	500,5	278,2	20,9
35	142,3	89,0	29,6	256,6	510,6	274,3	16,7
36	116,1	68,1	28,3	305,7	601,8	353,6	41,4
37	107,2	58,1	30,6	278,9	627,6	362,8	27,1
38	110,2	80,1	9,3	238,7	452,6	276,6	18,6
39	140,4	81,1	5,4	309,9	581,4	332,1	22,4
40	96,1	81,6	22,6	283,3	596,6	321,8	25,1
minimum	64,5	49,0	5,4	171,5	360,3	183,0	10,9
maximum	211,3	105,3	42,6	373,8	691,2	382,8	41,4
průměr	136,1	76,5	21,0	286,0	550,2	298,9	21,4
S.D.	35,9	14,9	7,8	46,6	68,2	44,4	6,6

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 3. Degradovatelnost NDF v jednotlivých inkubačních intervalech stanovených metodou *in sacco* (g/kg NDF)

Číslo vzorku	Inkubační intervaly (h)						
	6	12	24	48	72	96	288
1	94,7	600,2	786,5	859,4	895,8	899,0	913,6
2	117,5	721,3	793,5	901,0	927,8	930,1	947,7
3	83,3	698,2	828,2	916,9	940,4	944,2	953,8
4	112,3	728,0	846,8	893,5	930,8	933,9	947,3
5	114,5	445,8	762,2	864,0	895,3	902,5	924,9
6	60,9	465,2	696,2	826,0	866,9	872,4	895,9
7	130,0	645,1	785,5	888,6	906,8	920,0	934,7
8	54,6	718,9	848,7	919,2	941,7	947,4	959,5
9	82,7	636,0	784,9	875,0	914,0	919,2	937,9
10	75,4	494,0	702,0	850,3	897,2	900,8	924,3
11	103,3	531,9	636,7	753,5	808,7	821,3	857,5
12	130,2	574,3	712,6	853,8	894,1	901,4	914,1
13	245,7	694,0	844,3	916,4	932,9	938,4	949,3
14	132,3	548,4	708,5	832,5	880,2	893,4	917,3
15	115,0	456,2	667,3	808,2	859,0	870,7	905,4
16	119,0	427,1	622,7	742,9	788,2	797,0	832,9
17	128,7	514,4	658,1	838,3	879,3	886,0	902,7
18	150,0	613,9	770,6	868,4	898,0	910,4	923,2
19	129,9	486,4	678,4	810,8	858,5	874,7	907,6
20	95,7	374,0	580,0	720,1	789,4	806,5	859,2
21	73,3	415,4	568,9	722,8	771,7	785,3	818,9
22	83,6	426,3	652,8	788,2	838,6	851,3	883,1
23	82,3	559,9	733,3	826,5	861,5	873,8	893,1
24	49,0	434,8	608,5	768,7	841,8	843,9	885,1
25	41,5	291,4	495,8	683,5	769,1	784,7	841,8
26	43,3	397,9	558,2	659,0	712,0	737,3	787,0
27	76,0	401,2	606,7	745,0	799,7	813,5	847,3
28	134,3	547,6	697,7	806,6	837,5	842,5	869,4
29	71,3	437,3	624,4	734,2	793,0	811,2	861,1
30	39,1	357,0	495,6	603,0	675,1	703,0	787,7
31	389,1	634,9	784,2	845,6	856,2	877,5	904,7
32	363,9	639,1	796,8	853,6	888,7	903,8	923,6
33	553,6	778,6	899,9	904,3	929,0	917,5	937,9
34	350,6	562,9	758,1	850,2	859,9	885,7	914,4
35	300,9	525,3	720,6	808,3	839,6	860,5	908,1
36	242,4	444,5	591,7	674,0	711,6	734,6	801,5
37	300,7	517,0	711,4	775,2	827,0	850,6	885,8
38	292,7	584,4	748,9	810,6	830,5	843,3	886,4
39	279,4	475,7	646,6	641,6	737,8	774,3	820,4
40	242,8	447,5	646,5	705,0	790,9	818,2	853,3
minimum	39,1	291,4	495,6	603,0	675,1	703,0	787,0
maximum	553,6	778,6	899,9	919,2	941,7	947,4	959,5
průměr	157,1	531,3	701,5	803,6	846,9	859,5	890,5
S.D.	115,4	115,1	96,9	81,1	66,7	60,4	46,1

TABULKA 4. Parametry degradovatelnosti NDF trav

Vzorek	<i>b</i> (g/kg NDF)	<i>c</i> (h ⁻¹)	ED (g/kg NDF)	DNDF (g/kg NDF)	INDF (g/kg DM)
1	892,0	0,088	726,4	913,6	46,1
2	910,4	0,092	748,0	947,7	28,1
3	930,8	0,108	784,8	953,8	21,5
4	919,8	0,097	761,9	947,3	24,7
5	893,0	0,083	720,3	924,9	40,8
6	854,9	0,085	691,8	895,9	56,8
7	904,9	0,096	748,3	934,7	37,9
8	942,2	0,099	784,2	959,5	18,0
9	904,0	0,094	745,0	937,9	28,3
10	899,2	0,065	687,4	924,3	40,5
11	801,6	0,075	633,2	857,5	80,2
12	890,1	0,075	703,5	914,1	50,5
13	931,6	0,104	781,2	949,3	24,5
14	876,0	0,076	692,9	917,3	44,0
15	867,8	0,061	652,2	905,4	53,5
16	791,5	0,065	604,6	832,9	102,5
17	878,3	0,067	675,2	902,7	60,7
18	900,8	0,083	725,2	923,2	37,5
19	862,7	0,067	663,5	907,6	48,5
20	805,4	0,052	580,4	859,2	80,3
21	782,4	0,057	578,7	818,9	112,6
22	855,6	0,056	629,8	883,1	76,8
23	860,0	0,083	693,0	893,1	56,0
24	838,7	0,059	625,3	885,1	68,2
25	811,3	0,039	534,9	841,8	100,3
26	719,3	0,063	546,4	787,0	128,4
27	811,7	0,056	598,9	847,3	105,6
28	830,2	0,086	673,6	869,4	74,7
29	795,9	0,065	608,0	861,1	82,6
30	684,2	0,056	503,0	787,7	137,1
31	861,6	0,105	723,6	904,7	44,9
32	886,9	0,097	735,2	923,6	38,7
33	830,5	0,086	674,2	937,9	22,4
34	870,7	0,086	706,3	914,4	42,8
35	846,3	0,078	673,2	908,1	46,9
36	716,1	0,074	564,4	801,5	119,5
37	828,2	0,079	660,5	885,8	71,7
38	837,6	0,088	682,8	886,4	51,4
39	728,4	0,085	589,0	820,4	104,4
40	791,4	0,066	607,4	853,3	87,5
minimum	684,2	0,039	503,0	787,0	18,0
maximum	942,2	0,108	784,8	959,5	137,1
průměr	846,1	0,077	668,0	890,5	62,4
S.D.	61,3	0,016	71,3	46,1	31,6

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 5. Korelační koeficienty mezi parametry degradovatelnosti NDF a chemickým složením trav

Parametr	<i>b</i>	<i>c</i>	ED	DNDF	INDF
<i>c</i>	0,58*				
ED	0,92*	0,84*			
DNDF	0,96*	0,66*	0,93*		
INDF	-0,92*	-0,71*	-0,94*	-0,99*	
NL	0,67*	0,78*	0,81*	0,70*	-0,71*
CF	-0,56*	-0,74*	-0,71*	-0,70*	0,77*
NDF	-0,55*	-0,73*	-0,70*	-0,69*	0,78*
ADF	-0,62*	-0,70*	-0,73*	-0,76*	0,82*
ADL	-0,76*	-0,46*	-0,71*	-0,83*	0,85*

* se statistickou hladinou významnosti $P < 0,05$
 pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 6. Predikce parametru b (g/kg NDF) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	691,2	29,1	<0,0001	1,138	0,207	<0,0001							46,9	0,444
CF	1055,0	51,4	<0,0001	-0,730	0,177	0,0002							52,3	0,309
NDF	1117,2	67,6	<0,0001	-0,493	0,122	0,0002							52,6	0,301
ADF	1103,0	52,9	<0,0001	-0,859	0,175	<0,0001							49,2	0,388
ADL	995,8	22,0	<0,0001	-7,002	0,982	<0,0001							41,1	0,572
ADL, NL	869,9	41,3	<0,0001	-5,206	1,009	<0,0001	0,643	0,186	0,0014				36,2	0,677
ADL, NL, NDF	833,8	77,8	<0,0001	-5,517	1,165	<0,0001	0,689	0,206	0,0019	0,066	0,121	0,5857	36,6	0,679

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 7. Predikce parametru c (h⁻¹) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	0,0288	0,0065	<0,0001	0,0004	0,00005	<0,0001							0,0105	0,607
CF	0,1519	0,0111	<0,0001	-0,0003	0,00004	<0,0001							0,0113	0,551
NDF	0,1738	0,0147	<0,0001	-0,0002	0,00003	<0,0001							0,0115	0,534
ADF	0,1547	0,0129	<0,0001	-0,0003	0,00004	<0,0001							0,0120	0,493
ADL	0,1016	0,0080	<0,0001	-0,0011	0,00036	0,0028							0,0149	0,212
NL, NDF	0,0987	0,0193	<0,0001	0,0002	0,00005	<0,0001	-0,00010	0,00003	0,0005				0,0091	0,717
NL, NDF, ADF	0,0982	0,0190	<0,0001	0,0003	0,00005	<0,0001	-0,00019	0,00007	0,0083	0,00016	0,0001	0,1530	0,0089	0,733

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 8. Predikce parametru ED NDF (g/kg NDF) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	449,6	26,7	<0,0001	1,605	0,190	<0,0001							43,1	0,653
CF	980,3	50,2	<0,0001	-1,092	0,173	<0,0001							51,1	0,511
NDF	1067,7	67,5	<0,0001	-0,727	0,122	<0,0001							52,5	0,484
ADF	1019,0	53,6	<0,0001	-1,174	0,177	<0,0001							49,8	0,536
ADL	831,1	27,6	<0,0001	-7,628	1,231	<0,0001							51,6	0,503
NL, ADL	596,7	40,5	<0,0001	1,197	0,183	<0,0001	-4,286	0,991	0,0001				35,6	0,769
NL, ADL, CF	686,7	65,0	<0,0001	1,028	0,203	<0,0001	-3,546	1,055	0,0018	-0,290	0,166	0,0904	34,6	0,787

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 9. Predikce parametru INDF (g/kg DM) podle chemického složení trav (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	147,7	14,1	<0,0001	-0,626	0,100	<0,0001							22,7	0,507
CF	-86,5	20,3	0,0001	0,521	0,070	<0,0001							20,7	0,592
NDF	-137,0	25,9	<0,0001	0,362	0,047	<0,0001							20,1	0,614
ADF	-112,7	19,7	<0,0001	0,586	0,065	<0,0001							18,3	0,680
ADL	-24,2	9,1	0,0116	4,051	0,407	<0,0001							17,1	0,722
ADL, CF	-78,5	13,3	<0,0001	2,894	0,401	<0,0001	0,277	0,057	<0,0001				13,5	0,830
ADL, CF, NL	-19,4	23,0	0,4033	2,645	0,373	<0,0001	0,192	0,059	0,0025	-0,216	0,072	0,0046	12,2	0,865

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 10. Degradovatelnost DM (g/kg DM) zkoumaných vzorků trav

	Průměr	S.D.	Minimum	Maximum
Inkubační čas (h)				
0	346,5	56,8	250,2	524,8
6	484,4	80,1	340,4	749,5
12	660,6	101,3	472,9	882,9
24	783,0	83,2	598,2	947,2
48	856,2	65,9	686,1	961,2
72	880,5	57,4	737,0	961,2
96	890,6	51,5	757,5	962,9
288	905,2	42,5	801,4	965,8
Parametry degradovatelnosti DM (g/kg DM)				
<i>a</i>	334,0	57,6	232,6	521,7
<i>b</i>	555,3	42,1	436,7	633,5
<i>c</i> (h ⁻¹)	0,069	0,018	0,037	0,134
ED	651,3	77,7	504,9	839,5

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 11. Posouzení parametrů degradovatelnosti u jednotlivých druhů trav

Tráva	b^1			c^2			ED ¹			INDF ³		
	Průměr	S.E.	P	Průměr	S.E.	P	Průměr	S.E.	P	Průměr	S.E.	P
1	794,4	4,852	<0,0001	0,078	0,0023	<0,0001	630,9	4,319	<0,0001	87,72	1,909	<0,0001
2	867,1	3,133	<0,0001	0,084	0,0019	<0,0001	689,0	1,260	<0,0001	60,15	1,008	<0,0001
3	886,4	3,541	<0,0001	0,101	0,0036	<0,0001	740,7	4,533	<0,0001	39,49	1,221	<0,0001
4	839,2	5,793	<0,0001	0,085	0,0021	<0,0001	674,0	4,560	<0,0001	56,56	2,650	<0,0001
5	816,0	6,124	<0,0001	0,066	0,0019	<0,0001	619,4	2,619	<0,0001	74,59	1,670	<0,0001

¹ g/kg NDF; ² h⁻¹; ³ g/kg DM;

1 – srha laločnatá, 2 – bojínek luční, 3 – jílek vytrvalý, 4 – kostřava rákosovitá, 5 – hybrid Felina
pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 12. Porovnání rozdílů parametrů degradovatelnosti mezi travními druhy

Trávy	b^1			c^2			ED ¹			INDF ³		
	Rozdíl	S.E.	P	Rozdíl	S.E.	P	Rozdíl	S.E.	P	Rozdíl	S.E.	P
1 vs 2	-72,71	5,570	<0,0001	-0,0057	0,0029	0,4338	-58,04	4,424	<0,0001	27,56	2,096	<0,0001
1 vs 3	-92,06	5,809	<0,0001	-0,0229	0,0042	<0,0001	-109,8	6,208	<0,0001	48,23	2,206	<0,0001
1 vs 4	-44,82	7,401	<0,0001	-0,0070	0,0030	0,2739	-43,01	6,228	<0,0001	31,16	3,225	<0,0001
1 vs 5	-21,63	7,662	0,1021	0,0124	0,0029	0,0020	11,52	4,984	0,2640	13,13	2,483	<0,0001
2 vs 3	-19,36	4,474	0,0017	-0,0173	0,0040	0,0019	-51,73	4,633	<0,0001	20,66	1,497	<0,0001
2 vs 4	27,88	6,406	0,0016	-0,0013	0,0027	0,9937	15,03	4,660	0,0424	3,596	2,788	0,7970
2 vs 5	51,08	6,707	<0,0001	0,0181	0,0025	<0,0001	69,56	2,788	<0,0001	-14,44	1,881	<0,0001
3 vs 4	47,24	6,615	<0,0001	0,0159	0,0041	0,0072	66,76	6,378	<0,0001	-17,07	2,872	<0,0001
3 vs 5	70,43	6,906	<0,0001	0,0353	0,0040	<0,0001	121,3	5,170	<0,0001	-35,10	2,003	<0,0001
4 vs 5	23,19	8,290	0,1076	0,0194	0,0027	<0,0001	54,53	5,195	<0,0001	-18,03	3,090	<0,0001

¹ g/kg NDF; ² h⁻¹; ³ g/kg DM;

1 – srha laločnatá, 2 – bojínek luční, 3 – jílek vytrvalý, 4 – kostřava rákosovitá, 5 – hybrid Felina
pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 13. Posouzení průběhu obsahů parametrů degradovatelnosti v závislosti na termínech sklizně

Tráva	b^1			c^2			ED ¹			INDF ³		
	Koeficient	S.E.	P	Koeficient	S.E.	P	Koeficient	S.E.	P	Koeficient	S.E.	P
1	-35,46	3,006	<0,0001	-0,0071	0,0014	<0,0001	-40,95	2,717	<0,0001	19,26	1,190	<0,0001
2	-18,36	1,873	<0,0001	-0,0121	0,0012	<0,0001	-35,29	0,715	<0,0001	15,09	0,599	<0,0001
3	-23,40	2,145	<0,0001	-0,0100	0,0022	0,0001	-29,26	2,854	<0,0001	11,57	0,742	<0,0001
4	-27,04	3,615	<0,0001	-0,0099	0,0013	<0,0001	-37,05	2,871	<0,0001	12,76	1,666	<0,0001
5	-38,78	3,828	<0,0001	-0,0065	0,0011	<0,0001	-45,65	1,623	<0,0001	19,80	1,035	<0,0001

¹ g/kg NDF; ² h⁻¹; ³ g/kg DM; 1 – srha laločnatá, 2 – bojínek luční, 3 – jílek vytrvalý, 4 – kostřava rákosovitá, 5 – hybrid Felina;
 Koeficient – vyjadřuje průměrný rozdíl hodnoty parametru mezi sousedními sklizněmi
 pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 14. Porovnání trav podle průběhu změn parametrů degradovatelnosti během termínů sklizně

Trávy	b^1			c^2			ED ¹			INDF ³		
	Rozdíl	S.E.	P	Rozdíl	S.E.	P	Rozdíl	S.E.	P	Rozdíl	S.E.	P
1 vs 2	-17,10	3,534	0,001	0,0049	0,0018	0,091	-5,659	2,807	0,491	4,171	1,330	0,026
1 vs 3	-12,07	3,685	0,016	0,0028	0,0026	1,000	-11,69	3,938	0,041	7,689	1,400	0,001
1 vs 4	-8,425	4,695	0,765	0,0028	0,0019	1,000	-3,902	3,951	1,000	6,500	2,046	0,021
1 vs 5	3,316	4,861	1,000	-0,0006	0,0018	1,000	4,700	3,162	1,000	-0,540	1,575	1,000
2 vs 3	5,033	2,838	0,805	-0,0021	0,0025	1,000	-6,030	2,939	0,476	3,518	0,950	0,004
2 vs 4	8,675	4,065	0,369	-0,0022	0,0017	1,000	1,757	2,956	1,000	2,329	1,769	1,000
2 vs 5	20,42	4,255	0,001	-0,0055	0,0016	0,010	10,36	1,769	0,001	-4,711	1,194	0,002
3 vs 4	3,642	4,197	1,000	-0,0001	0,0026	1,000	7,786	4,046	0,583	-1,189	1,822	1,000
3 vs 5	15,38	4,382	0,009	-0,0034	0,0025	1,000	16,39	3,280	0,001	-8,229	1,271	0,001
4 vs 5	11,74	5,260	0,283	-0,0034	0,0017	0,563	8,603	3,296	0,111	-7,040	1,960	0,006

¹ g/kg NDF; ² h⁻¹; ³ g/kg DM;

1 – srha laločnatá, 2 – bojínek luční, 3 – jílek vytrvalý, 4 – kostřava rákosovitá, 5 – hybrid Felina
 pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 15. Porovnání parametrů degradovatelnosti NDF u trav ve vybraných stejných růstových fázích

Fáze růstu	Parametr	Tráva				
		1	2	3	4	5
Druhé kolénko	b^1	892 ^a	890 ^b	932 ^{abc}	876 ^{ac}	893 ^c
	c^2	0,0877	0,0754 ^a	0,1040 ^{ab}	0,0757 ^b	0,0834
	ED ¹	726 ^a	703 ^b	781 ^{abc}	693 ^{ac}	720 ^c
	INDF ³	46 ^a	51 ^{bc}	25 ^{abc}	44 ^c	41 ^{ab}
Počátek metání	b^1	802 ^{abc}	856 ^a	860 ^b	839	867 ^c
	c^2	0,0752	0,0558 ^a	0,0830 ^{ab}	0,0586 ^b	0,0610
	ED ¹	633 ^a	630 ^b	693 ^{abcd}	625 ^c	652 ^d
	INDF ³	80 ^{abc}	77 ^{de}	56 ^{ae}	68 ^{bef}	54 ^{cdf}

¹ g/kg NDF

² h⁻¹

³ g/kg DM

1 – srha laločnatá, 2 – bojínek luční, 3 – jílek vytrvalý, 4 – košťava rákosovitá, 5 – hybrid Felina

a, b, c, d, e, f hodnoty v řádku se stejnými indexy jsou statisticky odlišné (P < 0,05)

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

Pokus 2

TABULKA 16. Seznam použitých travních siláží

Číslo vzorku	Druh	Datum sklizně	Sklad ¹ týdny	Sušina siláže g/kg	Stupeň proteolýzy %	pH	k. mléčná g/kg DM	k. octová g/kg DM	k. máselná g/kg DM
1	<i>Dactylis glomerata</i>	19.5.2004	10	191	7,2	4,04	28,4	18,3	0
2	<i>Festuca arundinacea</i>	19.5.2004	10	305	4,4	4,14	25,8	9,7	0
3	<i>Phleum pratense</i>	19.5.2004	10	182	11,3	5,04	26,7	14,2	0
4	Hybrid – MRK	19.5.2004	10	270	7,2	4,80	29,5	5,4	3,5
5	<i>Lolium perene</i>	19.5.2004	10	195	6,5	4,29	25,5	6,8	0
6	Hybrid – MRK	26.5.2004	10	288	8,3	4,55	24,4	12,8	3,06
7	<i>Phleum pratense</i>	26.5.2004	10	193	4,3	5,54	7,2	12,9	3,1
8	<i>Festuca arundinacea</i>	26.5.2004	10	306	13,3	4,30	37,1	4,3	0
9	<i>Dactylis glomerata</i>	26.5.2004	10	276	9,9	4,24	36,6	3,6	0
10	<i>Lolium perene</i>	26.5.2004	10	131	5,6	5,24	10,1	15,1	2,5
11	<i>Dactylis glomerata</i>	19.5.2004	20	200	8,4	4,20	30,5	3	0
12	<i>Festuca arundinacea</i>	19.5.2004	20	315	6,2	4,31	25	3,9	0
13	<i>Phleum pratense</i>	19.5.2004	20	185	12,4	5,58	14,6	6,8	4,7
14	Hybrid – MRK	19.5.2004	20	255	7,7	5,02	25,6	15,3	0
15	<i>Lolium perene</i>	19.5.2004	20	190	4,6	4,62	19,8	17,6	0
16	Hybrid – MRK	26.5.2004	20	270	5,0	4,53	25,6	5,3	0
17	<i>Phleum pratense</i>	26.5.2004	20	195	13,9	5,56	14,3	7,05	4,2
18	<i>Festuca arundinacea</i>	26.5.2004	20	310	9,0	4,54	22,1	3,3	0
19	<i>Dactylis glomerata</i>	26.5.2004	20	290	9,6	4,65	19,5	5,1	0
20	<i>Lolium perene</i>	26.5.2004	20	135	3,7	5,68	15,1	9,5	5,1
21	<i>Dactylis glomerata</i>	27.5.2005	10	375	7,3	4,83	19,01	6,97	0
22	<i>Phleum pratense</i>	27.5.2005	10	275	11,2	5,21	8,47	5,1	6,96
23	<i>Lolium perene</i>	27.5.2005	10	300	6,2	5,42	10,27	6,01	4,41
24	<i>Festuca arundinacea</i>	27.5.2005	10	325	5,7	4,47	24,95	6,73	0
25	Hybrid – MRK	27.5.2005	10	350	12,5	4,95	17,12	4,86	2,11
26	<i>Dactylis glomerata</i>	10.6.2005	10	375	8,6	4,59	22,61	6,01	0
27	<i>Phleum pratense</i>	10.6.2005	10	325	3,3	5,05	24,59	9,43	7,93
28	<i>Lolium perene</i>	10.6.2005	10	360	8,0	4,47	63,96	12,01	0
29	<i>Festuca arundinacea</i>	10.6.2005	10	350	11,7	4,84	64,41	7,39	0
30	Hybrid – MRK	10.6.2005	10	450	4,3	4,22	22,34	7,45	0
31	<i>Dactylis glomerata</i>	27.5.2005	20	380	8,3	5,33	15,22	6,79	0
32	<i>Phleum pratense</i>	27.5.2005	20	265	8,0	5,47	3,78	3,84	9,52
33	<i>Lolium perene</i>	27.5.2005	20	305	7,2	5,60	7,75	5,34	4,85
34	<i>Festuca arundinacea</i>	27.5.2005	20	305	6,2	4,59	24,5	5,76	0
35	Hybrid – MRK	27.5.2005	20	335	4,2	5,26	8,11	4,5	11,37
36	<i>Dactylis glomerata</i>	10.6.2005	20	370	5,4	5,12	11,62	4,02	8,55
37	<i>Phleum pratense</i>	10.6.2005	20	320	8,6	5,30	8,11	4,14	7,05
38	<i>Lolium perene</i>	10.6.2005	20	355	7,3	4,98	15,31	5,1	5,29
39	<i>Festuca arundinacea</i>	10.6.2005	20	355	10,3	4,82	22,97	4,74	0
40	Hybrid – MRK	10.6.2005	20	470	5,4	5,27	8,56	4,62	5,29

¹ siláž byla otevřena po 10 respektive 20 týdnech po silážování

TABULKA 17. Chemické složení travních siláží (g/kg DM)

Číslo vzorku	NL	popel	tuk	CF	NDF	ADF	ADL
1	169,0	74,1	32,2	342,6	543,9	317,8	22,5
2	196,4	70,7	21,9	265,6	440,4	252,8	19,5
3	166,7	83,7	27,2	385,3	551,7	364,4	21,4
4	128,5	83,2	28,5	372,9	574,1	348,4	12,6
5	184,1	96,1	40,8	274,4	435,0	279,3	10,4
6	101,5	79,4	20,0	366,1	620,6	357,7	22,0
7	142,7	70,5	40,9	392,2	613,5	404,8	27,9
8	188,5	75,1	27,2	281,3	516,9	300,8	20,0
9	157,9	70,3	30,0	301,2	521,2	323,0	34,4
10	121,7	119,4	33,8	369,4	577,4	368,4	20,8
11	176,1	69,9	30,9	304,7	532,8	324,5	27,2
12	214,0	64,6	25,8	231,3	440,4	254,6	22,3
13	170,8	74,9	48,2	373,3	557,4	379,9	39,7
14	131,7	81,1	29,7	385,2	597,5	354,3	21,3
15	204,4	98,6	45,7	305,1	459,3	303,8	18,3
16	107,9	73,6	26,9	381,1	637,8	362,5	24,1
17	157,7	69,9	49,3	431,4	609,4	414,6	31,1
18	191,3	75,1	29,8	312,2	519,9	304,1	22,6
19	161,8	72,4	32,8	330,6	509,0	325,9	32,4
20	140,0	103,0	51,7	427,2	589,6	389,1	26,3
21	151,5	91,0	34,0	251,3	493,4	298,7	24,6
22	155,3	78,6	46,2	300,9	580,1	363,1	31,1
23	136,1	99,0	33,3	219,4	420,6	263,9	21,9
24	184,2	110,1	31,3	261,3	502,4	320,5	37,7
25	140,8	102,6	23,3	269,4	555,3	323,7	23,9
26	107,7	77,5	24,9	215,9	625,9	386,1	45,9
27	106,9	69,8	48,0	343,4	666,4	405,9	37,4
28	94,0	79,5	41,8	262,7	512,3	309,7	25,3
29	132,4	93,5	29,5	301,9	586,7	352,2	32,3
30	93,7	84,8	36,8	299,8	627,8	358,2	41,1
31	162,6	81,9	32,2	249,3	480,3	305,0	22,6
32	154,8	77,0	40,7	294,5	560,1	369,9	21,6
33	137,1	94,9	30,2	210,7	396,6	268,1	10,3
34	196,4	106,9	30,9	251,9	493,6	325,8	26,7
35	145,9	106,2	29,5	248,4	526,0	317,7	16,6
36	107,2	75,8	29,3	330,3	622,4	382,7	39,8
37	106,3	73,9	32,5	335,5	676,7	421,9	35,3
38	96,6	86,6	36,7	257,8	511,4	318,3	21,4
39	119,0	91,1	24,1	304,4	598,7	375,6	31,8
40	101,0	92,3	38,6	286,9	619,8	366,8	39,1
Minimum	93,7	64,6	20,0	210,7	396,6	252,8	10,3
Maximum	214,0	119,4	51,7	431,4	676,7	421,9	45,9
Průměr	146,1	84,5	33,7	308,2	547,6	339,1	26,6
S.D.	33,6	13,3	7,9	57,3	68,8	43,5	8,4

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 18. Degradovatelnost NDF v jednotlivých inkubačních intervalech stanovených metodou *in sacco* (g/kg NDF)

Číslo vzorku	Inkubační intervaly (h)						
	6	12	24	48	72	96	288
1	170,6	336,8	566,8	772,2	837,4	821,9	877,8
2	172,3	333,4	601,4	787,1	869,3	867,4	902,6
3	98,3	300,1	545,8	778,6	860,9	840,9	884,9
4	81,4	228,5	512,9	733,1	830,5	837,0	888,5
5	125,3	390,3	697,6	929,3	906,2	903,1	929,2
6	114,0	271,2	455,6	713,3	794,1	801,1	865,0
7	116,9	250,0	508,4	745,5	837,7	844,1	875,8
8	156,0	311,3	551,4	789,7	858,2	861,4	906,8
9	135,9	319,7	560,6	732,4	796,4	799,8	848,8
10	125,5	346,4	640,7	838,5	877,0	877,8	906,0
11	138,9	347,8	604,9	796,2	841,5	838,2	879,7
12	201,7	405,7	635,2	836,2	883,8	876,9	909,4
13	116,4	326,6	610,5	806,9	874,2	868,2	891,1
14	120,6	298,1	553,6	791,7	843,9	847,9	894,0
15	172,2	438,2	737,0	877,0	914,2	905,4	931,9
16	176,9	332,8	528,1	749,4	819,5	824,5	879,8
17	161,5	346,7	587,6	789,3	849,8	853,6	882,1
18	178,8	386,1	609,7	817,3	875,6	883,0	910,0
19	164,6	359,4	580,8	758,0	805,7	805,5	847,3
20	187,9	432,9	676,2	852,7	894,9	888,0	912,8
21	155,5	217,0	579,6	764,6	806,6	825,1	875,6
22	128,7	173,3	560,0	768,3	822,8	829,8	874,9
23	133,5	183,3	605,6	789,1	821,2	832,0	880,1
24	112,5	136,1	473,9	724,7	776,0	801,5	848,5
25	130,0	173,0	491,2	727,8	778,0	805,5	861,4
26	102,2	160,5	432,5	631,9	688,6	720,3	776,4
27	123,3	175,8	494,1	733,7	779,1	799,3	844,0
28	133,9	206,6	557,9	739,8	777,5	793,5	838,4
29	113,7	149,4	464,8	648,2	709,8	733,2	788,8
30	137,4	179,8	439,6	659,8	717,1	747,7	803,5
31	116,9	224,1	518,8	784,6	812,7	834,1	870,5
32	65,1	181,9	482,7	779,4	816,9	841,1	872,8
33	122,5	241,1	596,5	808,6	839,3	852,1	888,1
34	121,1	206,9	479,6	726,2	781,1	808,4	853,4
35	100,9	211,0	453,4	741,4	786,5	818,5	859,3
36	94,9	176,6	380,2	652,0	684,5	719,3	768,5
37	101,4	189,9	437,9	739,2	794,5	814,5	850,0
38	129,9	237,6	544,7	759,5	795,4	807,1	841,2
39	103,1	209,8	383,3	649,4	686,0	713,8	774,6
40	129,8	222,8	421,2	676,3	721,1	762,5	816,5
minimum	65,1	136,1	380,2	631,9	684,5	713,8	768,5
maximum	201,7	438,2	737,0	929,3	914,2	905,4	931,9
průměr	131,8	265,5	539,0	760,0	811,6	822,6	865,2
S.D.	29,8	84,3	82,0	62,7	59,1	47,8	40,2

TABULKA 19. Parametry degradovatelnosti NDF travních siláží

Vzorek	<i>b</i> (g/kg NDF)	<i>c</i> (h ⁻¹)	ED (g/kg NDF)	DNDF (g/kg NDF)	INDF (g/kg DM)
1	861,6	0,043	588,9	877,8	66,5
2	902,5	0,042	610,9	902,6	42,9
3	910,1	0,036	583,3	884,9	63,5
4	921,7	0,030	553,0	888,5	64,0
5	940,8	0,047	658,3	929,2	30,8
6	868,2	0,032	533,6	865,0	83,8
7	918,3	0,032	561,7	875,8	76,2
8	910,2	0,038	594,7	906,8	48,2
9	831,3	0,042	564,4	848,8	78,8
10	922,1	0,043	628,9	906,0	54,3
11	876,3	0,044	602,9	879,7	64,1
12	903,7	0,049	643,3	909,4	39,9
13	918,1	0,040	611,6	891,1	60,7
14	903,7	0,037	586,6	894,0	63,3
15	935,8	0,054	682,2	931,9	31,3
16	855,9	0,041	574,8	879,8	76,7
17	886,3	0,043	604,0	882,1	71,8
18	908,0	0,045	629,5	910,0	46,8
19	830,3	0,047	583,6	847,3	77,7
20	913,8	0,052	660,7	912,8	51,4
21	874,6	0,037	568,3	875,6	61,4
22	907,3	0,033	561,7	874,9	72,6
23	896,8	0,036	575,4	880,1	50,4
24	901,8	0,027	520,5	848,5	76,1
25	882,3	0,030	530,1	861,4	77,0
26	788,3	0,029	467,9	776,4	140,0
27	877,4	0,031	530,6	844,0	104,0
28	845,8	0,036	545,9	838,4	82,8
29	800,9	0,030	481,8	788,8	123,9
30	810,8	0,030	488,4	803,5	123,4
31	906,0	0,033	562,2	870,5	62,2
32	951,9	0,027	548,6	872,8	71,3
33	912,0	0,037	590,3	888,1	44,4
34	880,7	0,031	531,9	853,4	72,4
35	906,1	0,029	532,5	859,3	74,0
36	802,2	0,027	463,0	768,5	144,1
37	921,2	0,027	528,4	850,0	101,5
38	862,4	0,036	556,6	841,2	81,2
39	781,8	0,030	466,6	774,6	135,0
40	819,7	0,031	496,3	816,5	113,7
minimum	781,8	0,027	463,0	768,5	30,8
maximum	951,9	0,054	682,2	931,9	144,1
průměr	881,2	0,037	565,1	865,2	75,1
S.D.	43,5	0,007	53,2	40,2	28,2

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 20. Korelační koeficienty mezi parametry degradovatelnosti NDF a chemickým složením travních siláží

Parametr	<i>b</i>	<i>c</i>	ED	DNDF	INDF
<i>c</i>	0,27				
ED	0,70*	0,87*			
DNDF	0,86*	0,66*	0,93*		
INDF	-0,81*	-0,66*	-0,90*	-0,96*	
NL	0,50*	0,51*	0,62*	0,61*	-0,68*
CF	0,14	0,20	0,21	0,19	0,01
NDF	-0,35*	-0,43*	-0,50*	-0,47*	0,69*
ADF	-0,19	-0,37*	-0,39*	-0,39*	0,59*
ADL	-0,62*	-0,34*	-0,58*	-0,69*	0,75*

* se statistickou hladinou významnosti $P < 0,05$
 pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 21. Predikce parametru b (g/kg NDF) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	787,1	27,3	<0,0001	0,644	0,182	0,0011							38,7	0,248
CF	849,3	38,2	<0,0001	0,104	0,122	0,4009							44,2	0,019
NDF	1003,2	53,0	<0,0001	-0,223	0,096	0,0257							41,7	0,124
ADF	946,9	54,4	<0,0001	-0,194	0,159	0,2310							43,7	0,038
ADL	965,5	18,4	<0,0001	-3,171	0,658	<0,0001							35,1	0,379
ADL, NL	888,1	34,1	<0,0001	-2,608	0,649	0,0003	0,427	0,163	0,0128				32,7	0,476
ADL, NL, ADF	716,6	57,2	<0,0001	-3,769	0,657	<0,0001	0,664	0,158	0,0002	0,495	0,141	0,0012	28,6	0,610

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 22. Predikce parametru c (h⁻¹) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	0,0204	0,0046	<0,0001	0,00011	0,00003	0,0008							0,0065	0,258
CF	0,0286	0,0064	<0,0001	0,00003	0,00002	0,2131							0,0074	0,041
NDF	0,0614	0,0086	<0,0001	-0,00005	0,00002	0,0062							0,0068	0,181
ADF	0,0575	0,0087	<0,0001	-0,00006	0,00003	0,0200							0,0070	0,134
ADL	0,0444	0,0037	<0,0001	-0,00029	0,00013	0,0324							0,0071	0,115
NL, CF	0,0078	0,0074	0,3011	0,00012	0,00003	0,0002	0,00004	0,00002	0,0419				0,0062	0,337
NL, CF, ADF	0,0427	0,0107	0,0003	0,00005	0,00003	0,1046	0,00009	0,00002	<0,0001	-0,00013	0,00003	0,0003	0,0052	0,542

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 23. Predikce parametru ED NDF (g/kg NDF) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	422,3	30,4	<0,0001	0,978	0,203	<0,0001							43,0	0,380
CF	504,0	46,2	<0,0001	0,198	0,147	0,1864							53,4	0,045
NDF	778,9	59,9	<0,0001	-0,391	0,108	0,0009							47,2	0,254
ADF	725,1	62,6	<0,0001	-0,472	0,183	0,0140							50,4	0,149
ADL	661,8	23,3	<0,0001	-3,639	0,836	<0,0001							44,6	0,333
NL, ADL	524,6	39,4	<0,0001	0,758	0,188	0,0003	-2,641	0,749	0,0011				37,7	0,536
NL, ADL, CF	421,1	46,8	<0,0001	0,830	0,168	<0,0001	-2,746	0,665	0,0002	0,311	0,093	0,0020	33,5	0,645

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 24. Predikce parametru INDF (g/kg DM) podle chemického složení siláží (g/kg DM) pomocí lineární regrese ($Y = A + BX_1 + CX_2 + DX_3$)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	C	S.E.	P	D	S.E.	P	RMSE	R ²
NL	158,5	15,0	<0,0001	-0,571	0,100	<0,0001							21,3	0,460
CF	73,7	25,1	0,0056	0,005	0,080	0,9546							29,0	0,000
NDF	-79,1	26,8	0,0054	0,282	0,049	<0,0001							21,1	0,470
ADF	-53,9	29,2	0,0727	0,380	0,085	<0,0001							23,5	0,343
ADL	8,5	10,0	0,4000	2,504	0,360	<0,0001							19,2	0,560
ADL, NL	82,3	14,8	<0,0001	1,968	0,281	<0,0001	-0,407	0,071	<0,0001				14,1	0,768
ADL, NL, CF	102,6	19,4	<0,0001	1,989	0,276	<0,0001	-0,421	0,070	<0,0001	-0,061	0,039	0,1247	13,9	0,783

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 25. Posouzení vlivu délky skladování na parametry degradovatelnosti NDF travních siláží (párový t-test)

Parametr Skladování (týdny)	b^1		c^2		ED ¹		INDF ³	
	10	20	10	20	10	20	10	20
Průměr	878,6	883,8	0,0352	0,0380	557.4	572.8	76.0	74.2
S.D.	43,5	45,5	0,0057	0,0087	48.0	59.5	28.3	29.6
t (t-test)	-1,0966		-2,5010		-3,8303		1,9559	
P	0,2865		0,0217		0,0011		0,0653	

¹ g/kg NDF

² h⁻¹

³ g/kg DM

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 26. Degradovatelnost DM (g/kg DM) sledovaných travních siláží

	Průměr	S.D.	Minimum	Maximum
Inkubační čas				
0	337,0	64,6	245,0	505,7
6	401,1	75,5	302,0	602,9
12	541,1	85,3	401,7	733,3
24	689,8	99,0	509,7	887,7
48	818,6	78,9	640,8	950,4
72	856,8	69,0	692,5	961,1
96	865,2	58,9	718,1	959,9
288	892,7	47,1	765,6	966,3
Parametry degradovatelnosti DM (g/kg DM)				
<i>a</i>	320,5	69,4	197,4	490,0
<i>b</i>	574,7	60,4	455,0	684,1
<i>c</i> (h ⁻¹)	0,039	0,008	0,030	0,056
ED	572,2	63,8	463,6	693,0

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

Pokus 3

TABULKA 27. Seznam sledovaných vzorků trav

Číslo vzorku	Druh	Odrůda	Datum sklizně	Výška porostu v cm	Výnos sušiny g/m ²	Sušina v g/kg	Fáze růstu ¹
1	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	13.5.2005	45	125	243	31
2	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	13.5.2005	40	150	211	30
3	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	13.5.2005	30	135	208	30
4	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	13.5.2005	40	320	178	30
5	Hybrid – MRK	FELINA	13.5.2005	45	155	228	31
6	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	27.5.2005	65	185	216	51
7	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	27.5.2005	75	260	181	32
8	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	27.5.2005	40	190	211	32
9	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	27.5.2005	105	630	234	37
10	Hybrid – MRK	FELINA	27.5.2005	70	200	267	51
11	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	10.6.2005	110	275	275	61
12	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	10.6.2005	100	330	222	51
13	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	10.6.2005	60	250	226	51
14	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	10.6.2005	120	730	245	55
15	Hybrid – MRK	FELINA	10.6.2005	105	245	302	59
16	<i>Dactylis glomerata</i> L.	DANA	17.6.2005	120	385	313	65
17	<i>Phleum pratense</i> L.	SOBOL	17.6.2005	100	430	263	55
18	<i>Lolium perene</i> L.	JASPIS	17.6.2005	65	265	298	54
19	<i>Festuca arundinacea</i> L.	PROLATE	17.6.2005	125	890	241	58
20	Hybrid – MRK	FELINA	17.6.2005	105	265	315	61

¹ Fáze růstu – slovní vyjádření kódu růstové fáze je uvedeno v TABULCE 35.

TABULKA 28. Chemické složení (g/kg DM) použitých vzorků trav

Vzorek	NL	popel	tuk	CF	ADF	NDF	ADL
1	196,9	85,8	29,4	186,7	228,7	438,4	16,2
2	142,7	65,9	13,0	220,6	286,2	451,4	15,2
3	166,0	88,6	34,8	166,5	192,5	337,0	11,5
4	191,2	105,3	23,3	223,7	260,6	449,9	21,3
5	163,7	95,4	34,7	228,3	244,8	472,7	8,2
6	137,9	77,6	28,4	278,7	299,8	519,0	23,5
7	152,7	69,9	25,2	316,2	351,8	577,9	26,9
8	127,1	82,4	32,4	213,4	237,9	417,3	17,2
9	122,5	95,2	24,5	327,4	333,5	586,9	21,6
10	108,4	80,5	18,4	290,1	306,2	559,4	18,6
11	93,3	58,0	31,6	302,9	353,9	593,2	41,0
12	98,7	56,9	25,8	305,3	365,0	610,1	36,7
13	98,4	76,1	36,1	221,2	260,6	453,4	20,4
14	100,0	84,9	27,3	273,0	342,8	586,2	28,8
15	74,3	72,2	29,6	315,0	345,4	601,3	37,5
16	90,5	66,6	34,1	334,8	378,6	638,4	42,2
17	91,9	55,4	35,7	353,8	371,8	629,8	32,2
18	69,5	64,2	29,2	242,5	282,3	505,7	24,3
19	79,5	85,7	25,1	321,6	378,1	624,1	34,5
20	71,5	73,1	28,1	313,2	340,4	606,7	31,9
Minimum	69,5	55,4	13,0	166,5	192,5	337,0	8,2
Maximum	196,9	105,3	36,1	353,8	378,6	638,4	42,2
Průměr	118,8	77,0	28,3	271,7	308,1	532,9	25,5
S.D.	38,3	13,4	5,8	53,0	54,7	84,3	9,6

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 29. Zjištěné parametry metodou *in sacco*, *in vitro* pepsin celulázovou rozpustností a plynovou produkcí

Vzorek	<i>in sacco</i>			<i>in vitro</i> pep. cel. rozp.		<i>in vitro</i> plynová produkce					
	<i>c</i> (h ⁻¹)	INDF (g/kg DM)	OMD _{sac} (g/kg OM)	OMS (g/kg OM)	OMD _{cel} (g/kg OM)	DNDFD (g/kg DNDF)	plyn24 ¹ (ml)	plyn48 ¹ (ml)	plyn72 ¹ (ml)	k _d (h ⁻¹)	OMD _{gas} (g/kg OM)
1	0,062	40,2	796,9	866,0	814,4	810,0	92,9	114,3	124,7	0,048	772,4
2	0,047	32,0	808,5	868,1	816,2	818,1	110,5	134,5	145,6	0,049	785,4
3	0,067	18,7	827,5	925,6	866,3	875,8	126,5	147,5	153,9	0,065	835,9
4	0,046	36,8	801,7	867,7	815,9	819,2	105,7	139,0	148,2	0,050	771,9
5	0,048	40,4	796,7	871,4	819,1	800,1	107,4	136,1	148,0	0,046	757,5
6	0,044	65,6	760,9	807,1	763,2	742,1	87,2	112,3	128,6	0,037	701,5
7	0,036	60,0	768,8	790,6	748,8	798,1	95,9	132,6	145,6	0,045	722,7
8	0,059	29,2	812,5	896,2	840,7	867,5	121,6	148,4	154,3	0,063	811,9
9	0,030	84,6	733,8	760,7	722,8	794,7	86,7	123,5	133,7	0,045	689,0
10	0,035	75,2	747,2	794,7	752,4	716,6	83,1	113,7	133,3	0,033	667,5
11	0,031	147,4	644,7	698,7	668,8	727,9	56,6	73,7	84,6	0,035	615,7
12	0,030	98,0	714,9	726,8	693,3	682,9	72,6	103,6	124,5	0,030	624,8
13	0,044	56,1	774,3	852,2	802,4	769,7	93,4	117,2	129,7	0,040	740,4
14	0,032	102,1	709,0	728,3	694,6	639,4	60,4	87,2	108,5	0,026	595,5
15	0,027	117,0	687,8	719,7	687,1	689,2	53,2	76,4	91,3	0,030	610,8
16	0,034	175,7	604,5	657,8	633,3	692,7	46,3	62,1	72,9	0,031	558,9
17	0,032	103,3	707,4	712,7	681,0	645,3	59,7	81,9	100,2	0,026	593,8
18	0,039	76,4	745,5	826,2	779,8	734,3	79,8	109,8	123,5	0,035	697,5
19	0,029	146,3	646,3	676,0	649,1	661,4	51,5	82,4	102,7	0,028	560,4
20	0,028	132,9	665,4	721,3	688,6	623,8	55,5	80,1	99,9	0,024	563,4
Minimum	0,027	18,7	604,5	657,8	633,3	623,8	46,3	62,2	72,9	0,024	558,9
Maximum	0,067	175,7	827,5	925,6	866,3	875,8	126,6	148,4	154,3	0,065	835,9
Průměr	0,040	81,9	737,7	788,4	746,9	745,4	82,4	108,9	122,7	0,039	683,8
S.D.	0,012	43,8	62,3	78,3	68,2	74,1	24,0	26,0	23,6	0,012	86,9

¹ produkce plynu po 24, 48 respektive 72 h inkubace
 pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 30. Korelační koeficienty mezi výsledky získanými různými metodami

Porovnávané parametry		Korelační koeficienty
OMD _{sac}	OMD _{cel}	0,96*
OMD _{sac}	OMD _{gas}	0,95*
OMD _{cel}	OMD _{gas}	0,97*
<i>c</i>	<i>k_d</i>	0,86*

* se statistickou hladinou významnosti $P < 0,05$
 pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 31. Porovnání metod pomocí jednocestné ANOVY a Tukeyho testu

	sac	Průměr cel	gas
OMD (g/kg OM)	737,7	746,9 ^a	683,8 ^a
rychlost degradace (<i>c</i> a <i>k_d</i>) (h ⁻¹)	0,0399		0,0393

sac – metoda *in sacco*

cel – metoda *in vitro* pepsin celulázová rozpustnost

gas – metoda *in vitro* plynové produkce

^a hodnoty v řádku se stejnými indexy jsou statisticky odlišné ($P < 0,05$)

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 32. Predikce OMD (g/kg OM) zjištěné různými metodami ($Y = A + BX_1$) z parametrů chemického složení (g/kg DM)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	RMSE	R ²
OMD _{sac}								
CP	592,6	31,48	<0,0001	1,221	0,252	0,0001	43,23	0,542
NDF	1080,6	46,07	<0,0001	-0,643	0,085	<0,0001	32,19	0,746
ADF	1036,7	43,92	<0,0001	-0,970	0,140	<0,0001	34,32	0,711
ADL	881,4	17,51	<0,0001	-5,705	0,648	<0,0001	28,48	0,801
OMD _{cel}								
CP	595,9	36,58	<0,0001	1,271	0,293	0,0004	50,23	0,511
NDF	1160,2	29,01	<0,0001	-0,776	0,054	<0,0001	20,27	0,920
ADF	1112,0	28,48	<0,0001	-1,185	0,091	<0,0001	22,26	0,904
ADL	906,6	17,85	<0,0001	-6,342	0,660	<0,0001	29,03	0,837
OMD _{gas}								
CP	475,12	42,18	<0,0001	1,756	0,338	<0,0001	57,93	0,578
NDF	1197,29	46,72	<0,0001	-0,963	0,087	<0,0001	32,65	0,866
ADF	1123,54	51,64	<0,0001	-1,427	0,165	<0,0001	40,35	0,795
ADL	875,39	28,73	<0,0001	-7,607	1,063	<0,0001	46,72	0,726

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 33. Predikce rychlosti degradovatelnosti (h⁻¹) zjištěné různými metodami ($Y = A + BX_1$) z parametrů chemického složení (g/kg DM)

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	RMSE	R ²
c								
CP	0,0134	0,0060	0,0385	0,00022	0,00005	0,0002	0,0082	0,520
NDF	0,1084	0,0061	<0,0001	-0,00013	0,00001	<0,0001	0,0043	0,870
ADF	0,0997	0,0062	<0,0001	-0,00019	0,00002	<0,0001	0,0049	0,832
ADL	0,0623	0,0049	<0,0001	-0,00089	0,00018	0,0001	0,0080	0,551
k _d								
CP	0,0130	0,0060	<0,0001	0,00022	0,00005	0,0002	0,0082	0,514
NDF	0,1027	0,0085	<0,0001	-0,00012	0,00002	<0,0001	0,0060	0,745
ADF	0,0922	0,0090	<0,0001	-0,00017	0,00003	<0,0001	0,0070	0,646
ADL	0,0606	0,0052	<0,0001	-0,00085	0,00019	0,0003	0,0084	0,494

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 34. Predikce OMD_{sac} (g/kg OM) ($Y = A + BX_1$) na základě parametrů zjištěných metodami *in vitro* pepsin celulóзовé rozpustnosti a *in vitro* plynové produkce

Proměnná	A	S.E.	P	B	S.E.	P	RMSE	R ²
OMS ^{1,4}	136,4	41,65	0,0042	0,763	0,053	<0,0001	18,42	0,921
DNDFD ^{2,5}	228,0	86,19	0,0165	0,684	0,115	<0,0001	38,12	0,662
plyn 24 ^{2,3,6}	534,6	16,41	<0,0001	2,466	0,191	<0,0001	20,51	0,902
plyn48 ^{2,3,6}	492,6	21,65	<0,0001	2,252	0,193	<0,0001	22,47	0,883
plyn72 ^{2,3,6}	436,2	27,91	<0,0001	2,456	0,223	<0,0001	23,61	0,871

¹ zjištěno *in vitro* pepsin celulóзовou metodou

² zjištěno *in vitro* plynovou produkcí

³ produkce plynu po 24, 48 respektive 72 h inkubace

⁴ g/kg OM

⁵ g/kg DNDF

⁶ ml

R² = koeficient determinace

RMSE = střední kvadratická odchylka

pozn. seznam zkratk je uveden na straně 1

TABULKA 35. Vyjádření růstové fáze podle ZADOKSE *et al.* (1974)

Kód	Růstová fáze	Kód	Růstová fáze
00	výsev	32	2. kolénko
07	obj. koleoptile	37	objevení posledního listu
10-13	vzcházení až 1-3 list	39	objevení jazýčku posledního listu
21	počátek odnožování	49	otvírání listové pochvy
25	hlavní odnožování	51	počátek metání
29	konec odnožování	59	konec metání
30	počátek sloupkování	61-69	počátek až konec květu
31	1. kolénko	71-92	tvorba zrna až absolutní zralost

9.2. Grafy

Seznam grafů Pokus 1:

GRAF 1: Degradovatelnost NDF (**A**) a DM (**B**) trav v průběhu inkubace v bachoru

GRAF 2: Predikce parametrů degradovatelnosti NDF b (**A**), c (**B**), ED (**C**) a INDF (**D**)

GRAF 3: Porovnání průběhu obsahu NL (**A**), NDF (**B**), ADF (**C**) a ADL (**D**)
jednotlivých trav v závislosti na termínu sklizně

GRAF 4: Porovnání průběhu změn parametrů degradovatelnosti NDF b (**A**), c (**B**),
ED (**C**), INDF (**D**) u jednotlivých trav v průběhu stárnutí porostů

GRAF 5: Porovnání parametrů degradovatelnosti NDF, INDF (**A**), b (**B**), ED (**C**), c (**D**),
v různých růstových fázích trav

Seznam grafů Pokus 2:

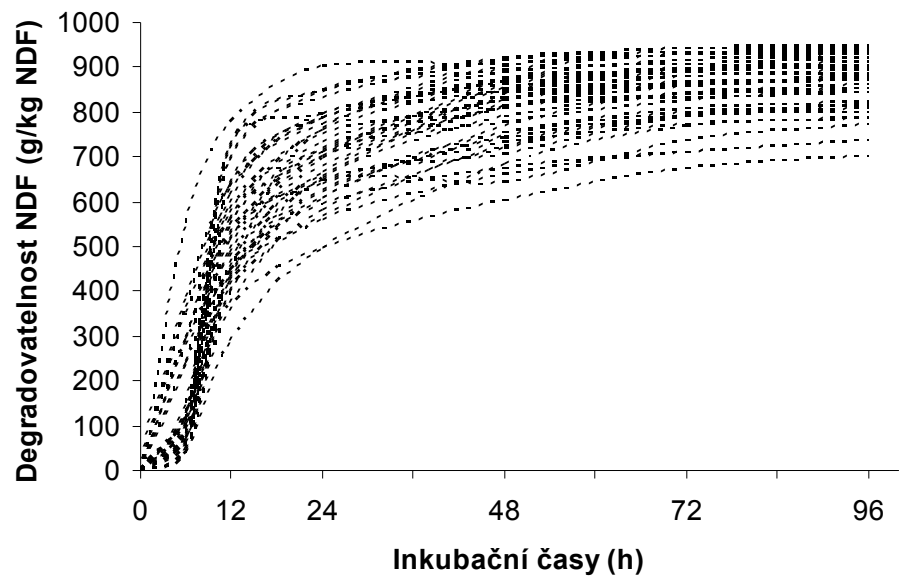
GRAF 6: Degradovatelnost NDF (**A**) a DM (**B**) travních siláží

Seznam grafů Pokus 3:

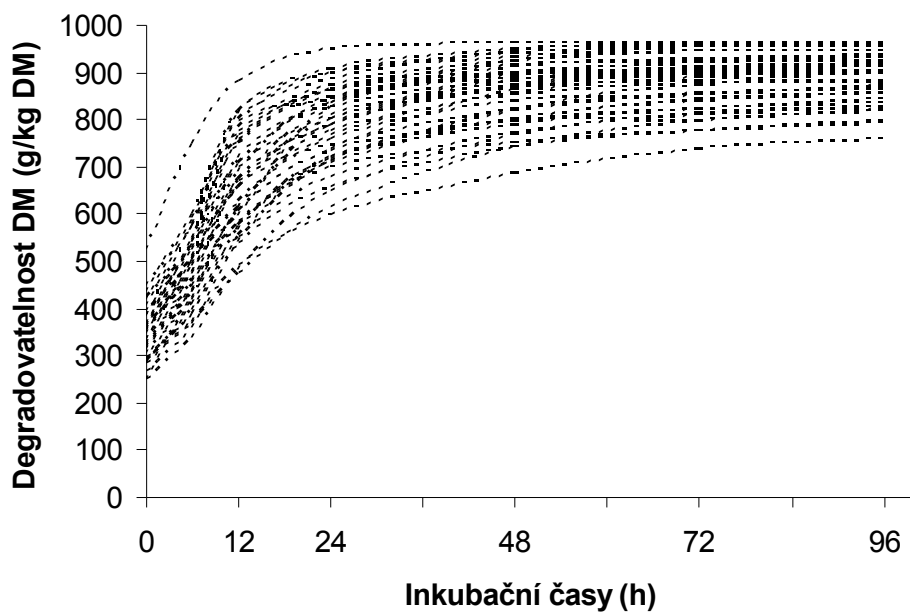
GRAF 7: Porovnání stravitelností organické hmoty (**A**, **B**, **C**) a rychlostí degradace
NDF (**D**) zjištěných pomocí různých metod

Pokus 1

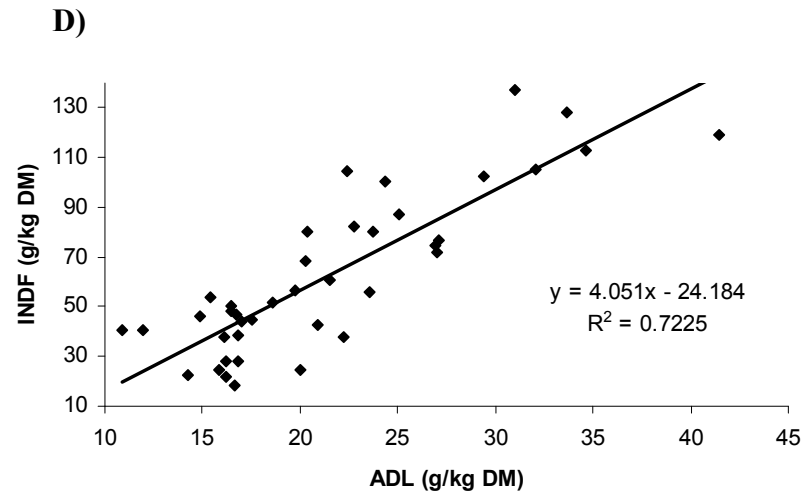
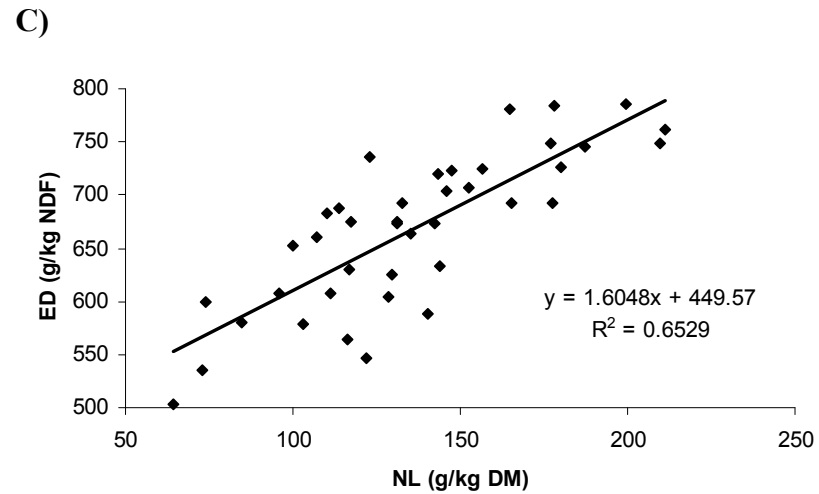
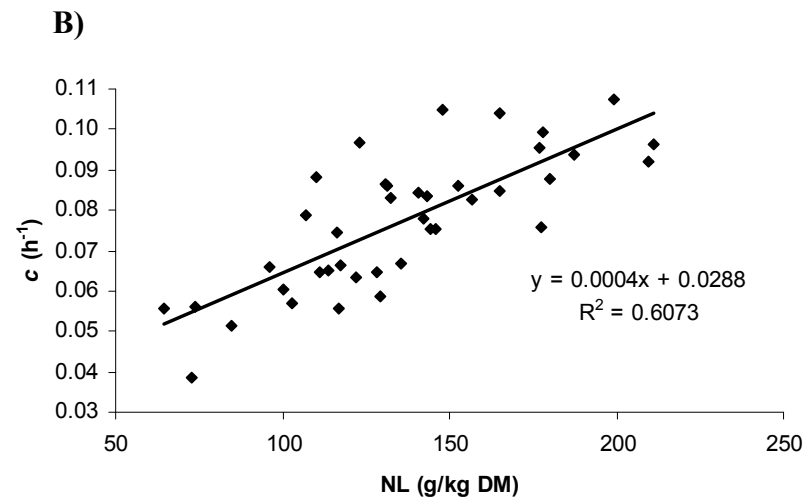
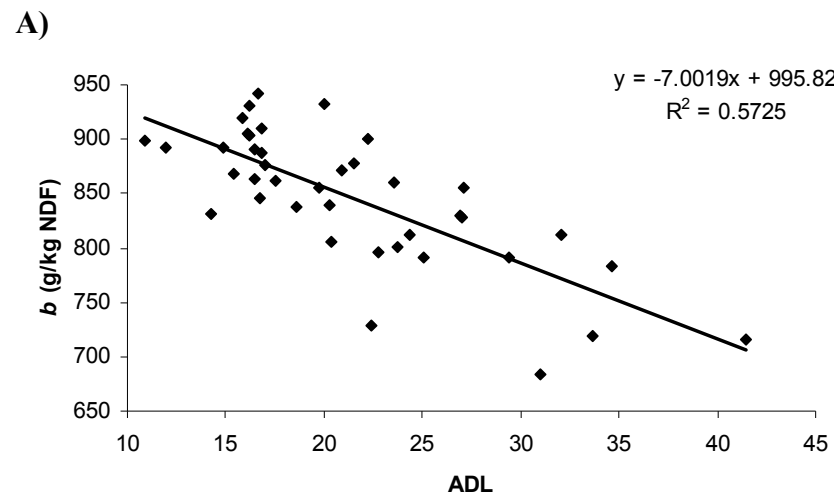
A)



B)

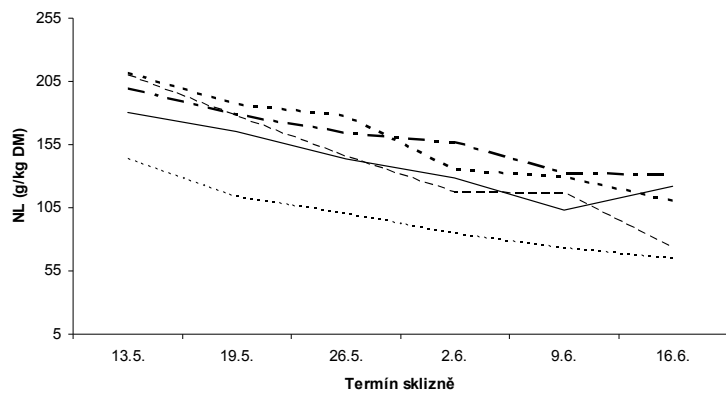


GRAF 1: Degradovatelnost NDF (A) a DM (B) trav v průběhu inkubace v bachoru

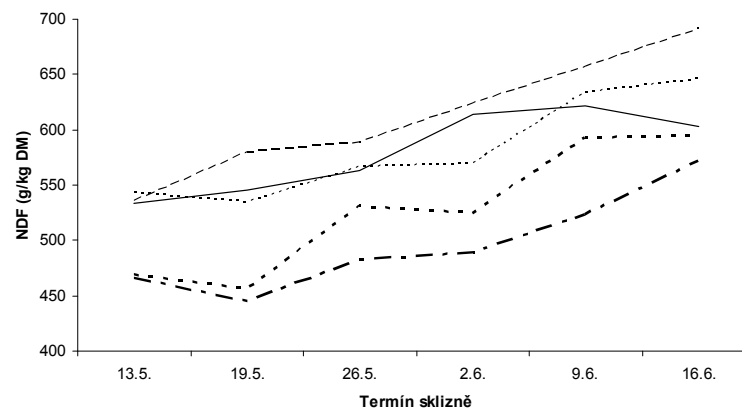


GRAF 2: Predikce parametrů degradovatelnosti NDF **b** (A), **c** (B), ED (C) a INDF (D)

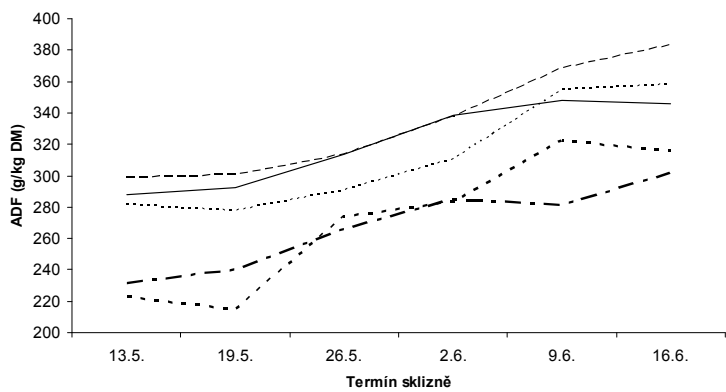
A)



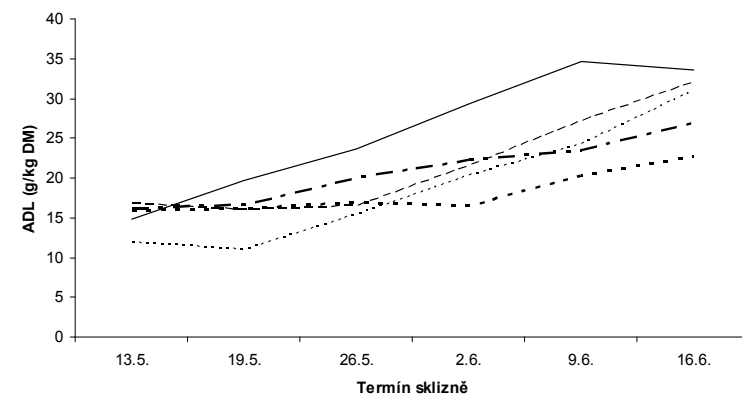
B)



C)



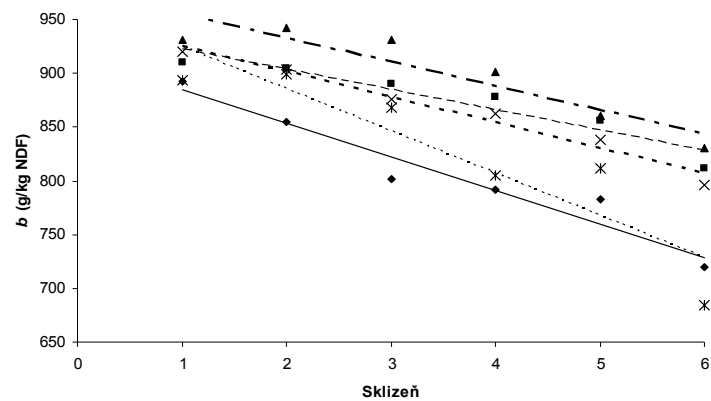
D)



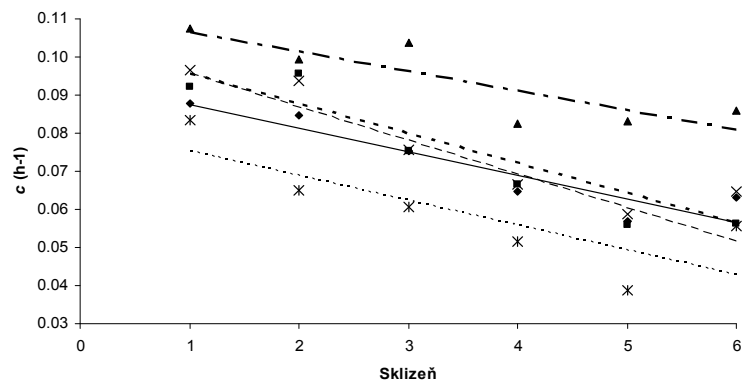
— Srha laločnatá - - - - - Bojínek luční - - - - - Jílek vytrvalý - - - - - Kostřava rákosovitá Hybrid Felina

GRAF 3: Porovnání průběhu obsahu NL (A), NDF (B), ADF (C) a ADL (D) jednotlivých trav v závislosti na termínu sklizně

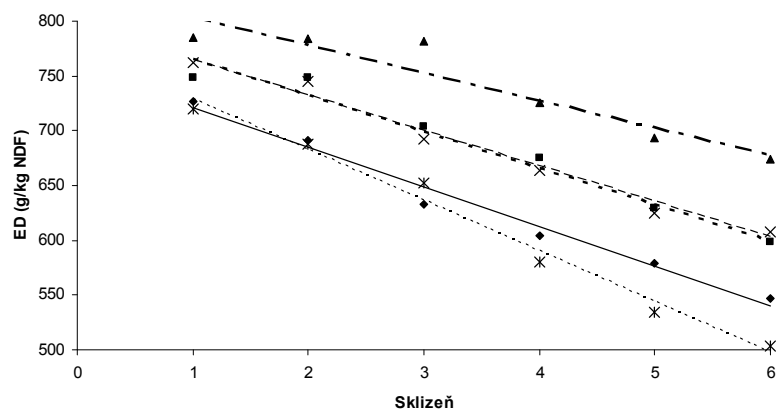
A)



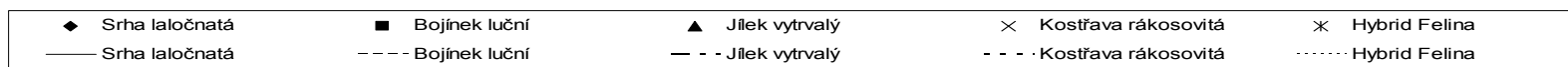
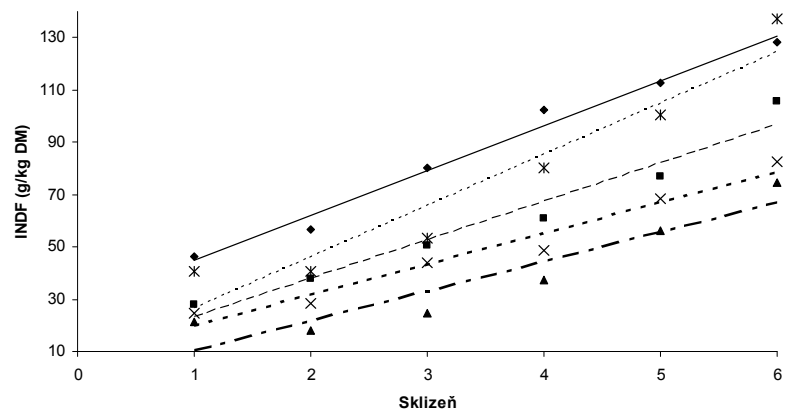
B)



C)

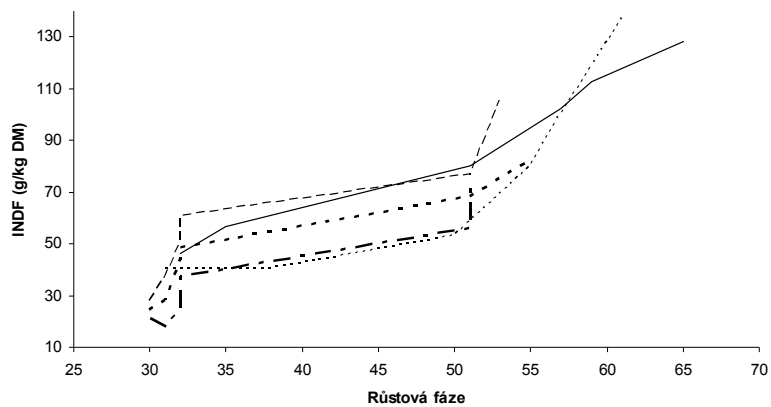


D)

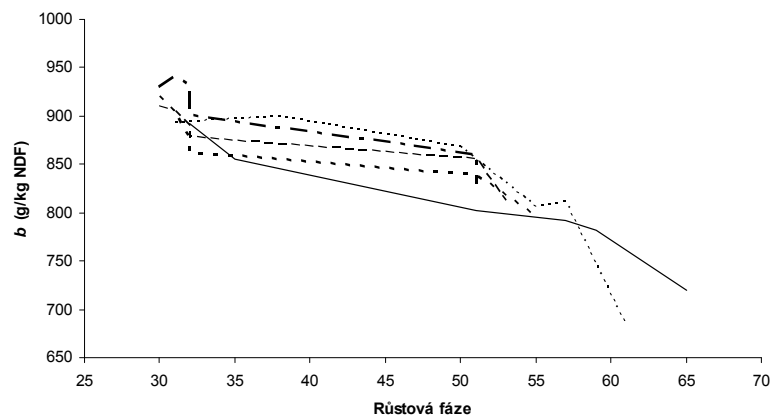


GRAF 4: Porovnání průběhu změn parametrů degradovatelnosti NDF *b* (A), *c* (B), ED (C), INDF (D) u jednotlivých trav v průběhu stárnutí porostů

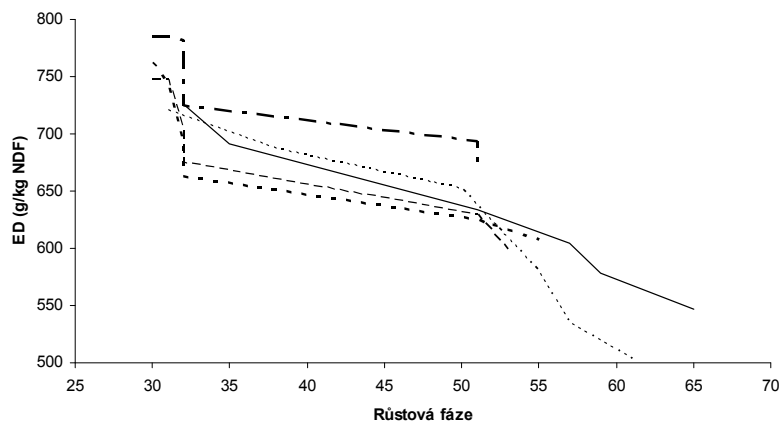
A)



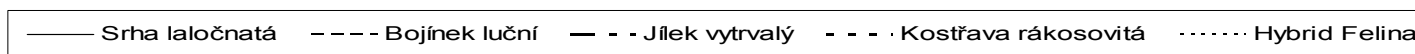
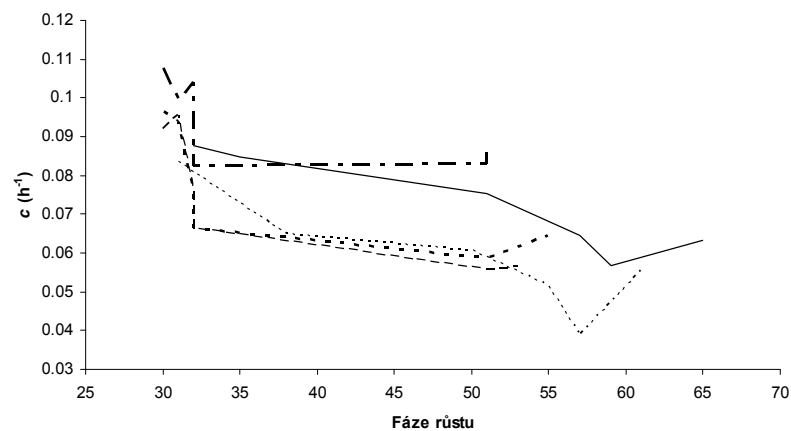
B)



C)



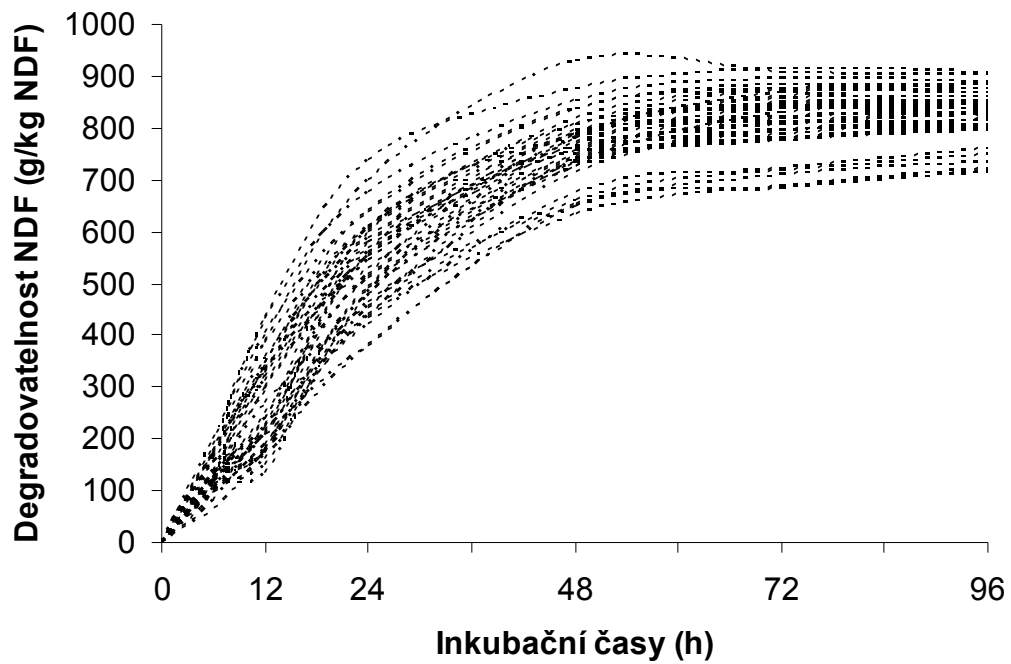
D)



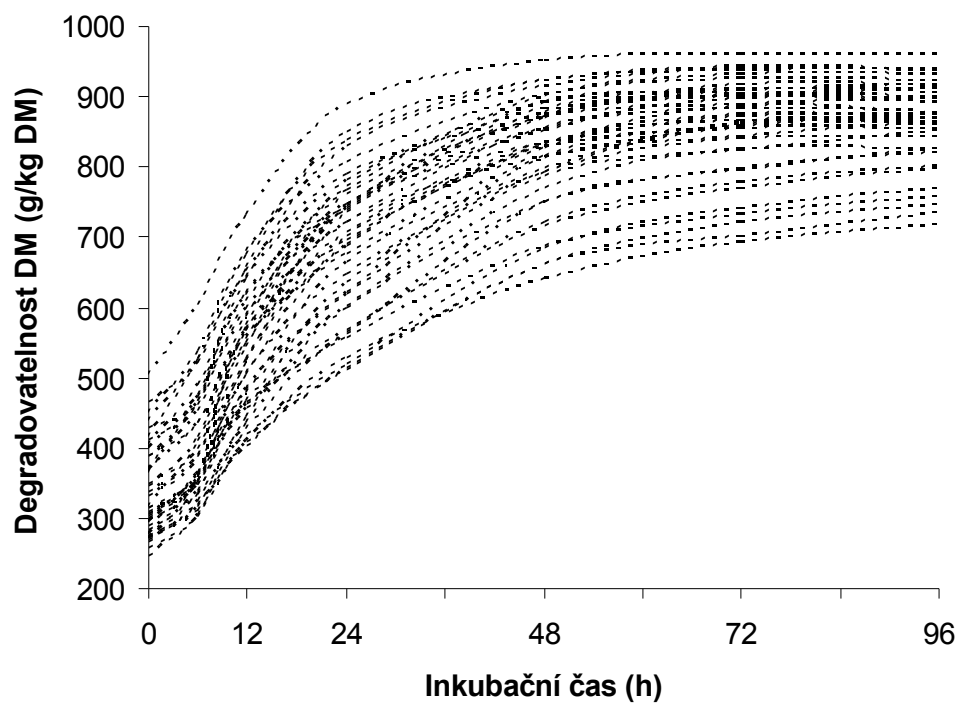
GRAF 5: Porovnání parametrů degradovatelnosti NDF, INDF (A), b (B), ED (C), c (D), v různých růstových fázích trav

Pokus 2

A)



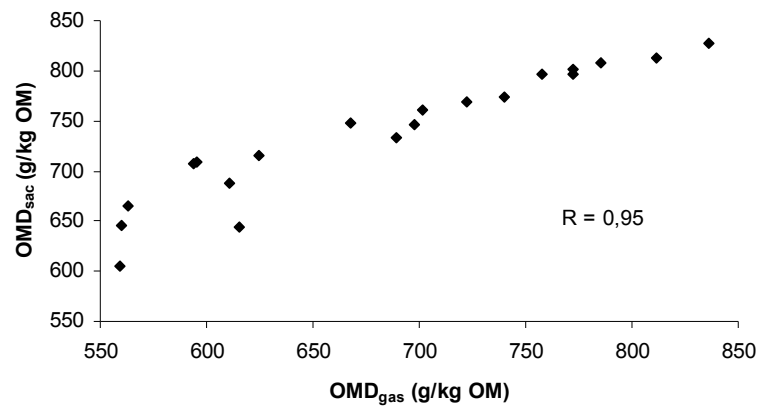
B)



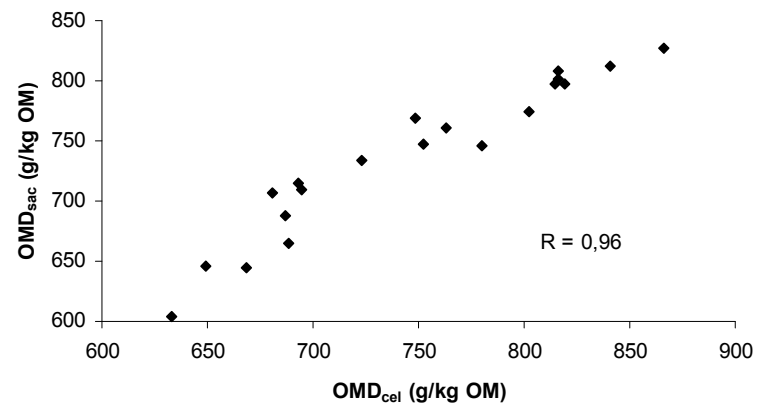
GRAF 6: Degradovatelnost NDF (A) a DM (B) travních siláží

Pokus 3

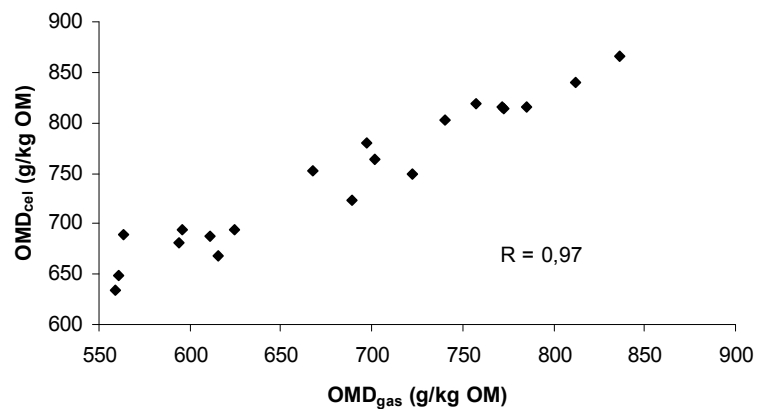
A)



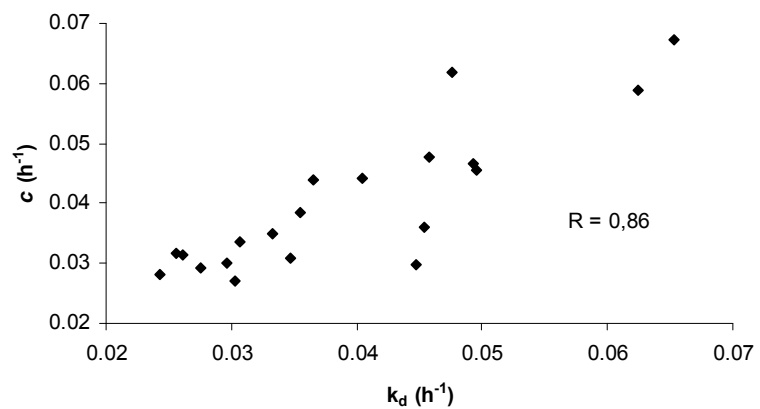
B)



C)



D)



GRAF 7: Porovnání stravitelností organické hmoty (A, B, C) a rychlostí degradace NDF (D) zjištěných pomocí různých metod

9.3. Obrázky

Seznam obrázků:

OBRÁZEK 1: Kráva s bachorovou kanylou

OBRÁZEK 2: Zařízení na provedení *in vitro* plynové produkce



OBRÁZEK 1: Kráva s bachorovou kanylou



OBRÁZEK 2: Zařízení na provedení *in vitro* plynové produkce

9.4. Seznam vlastních publikací

Vědecké publikace

LÁD, F.; KADLEC, J.; ČERMÁK, B.; **JANČÍK, F.**, 2002. Vliv aditiv na ukazatele fermentačního procesu. Collection of scientific paper, Faculty of Agriculture in České Budějovice : series for animal sciences. Vol. 19, 2002,1. 18(1), 5. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 55-59.

LÁD, F., **JANČÍK, F.**, ČERMÁK, B., KADLEC, J., 2003. Analýza vztahů mezi vybranými parametry hodnocení kvality kukuřičných siláží. Collection of Scientific Papers, Series fo Animal Science. 20(2), České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 115 – 122.

LÁD, F., **JANČÍK, F.**, ČERMÁK, B., KADLEC, J., 2004. Faktory ovlivňující kvalitativní ukazatele silážovaných krmiv. Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Animal Sciences, 21., (1), 129-132.

LÁD, F., ČERMÁK, B., **JANČÍK, F.**, KADLEC, J., 2006. The influence of silage additives for qualitative parameters of clover-grass silages. Journal Central European of Agriculture, 7, 313-318.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., LÁD, F., 2006. Prediction of degradability parameters of grasses. Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, 23, 75-83.

Odborné publikace

LÁD, F., **JANČÍK, F.**, 2005. Ukazatele kvality silážovaných krmiv. Krmivářství 1, 31–32.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., LÁD, F., KADLEC, J., 2005. Posouzení bachorové degradace travních siláží metodou *in sacco*. Krmivářství 6, 38-40.

FABIÁNOVÁ, R., ČERMÁK, B., LÁD, F., **JANČÍK, F.**, JAMBOR, V., 2006. Kvalita jetelových a vojtěškových siláží s různou délkou řezanky. *Krmivářství* 2, 27 – 29.

Sborníky z konferencí

LÁD, F., KADLEC, J., ČERMÁK, B., **JANČÍK, F.**, 2002. Vliv biologických aditiv pro silážování na fermentační charakteristiky.. Sborník příspěvků ze IV. ročníku mezinárodní vědecké konference ve spolupráci s MZe ČR a IVV MZe Praha Agroregion 2002. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Biologická fakulta, 97-99.

ČERMÁK, B., LÁD, F., SLÍPKA, B., FRELICH, J., **JANČÍK, F.**, MIKOLAJCZAK, J., 2003. The Energy Resource for Dairy Cow Feed Rations from Silage of Different Maize Hybrids. 2. BOKU - Symposium TIERERNÄHRUNG. Universität für Bodenkultur Wien, 94-100.

JANČÍK, F., LÁD, F., ČERMÁK, B., KADLEC, J., 2003. Posouzení vlivu aditiv na kvalitu kukuřičných siláží v provozních podmínkách. Sborník z konference "Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2003. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 37-39.

JANČÍK, F., LÁD, F., ČERMÁK, B., KADLEC, J., 2003. Vliv aditiv na kvalitu jetelotravních siláží v provozních podmínkách Jihočeského a Plzeňského kraje. Sborník z konference "Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2003". Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 40-41.

LÁD, F., KADLEC, J., **JANČÍK, F.**, ČERMÁK, B., 2003. The influence of ensilage supplements for choice qualitative parameters of maize ensilages in working conditions. XI. International scientific symposium „Forage Conservation“, Nitra, 190 – 191.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., 2004. Degradation of hemicellulose and cellulose at different species of grasses. Days of nutrition and veterinary dietetics „VI“, Košice, Slovakia, pp. 123 – 126.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., LÁD, F., KADLEC, J., 2005. Vliv různé zralosti trav na bachorovou degradaci organické hmoty travních siláží. Sborník z mezinárodního semináře Kvalita konzervovaných krmiv a jejich použití, České Budějovice, 36–41.

HOMOLKA, P., STRAKOVÁ, E., TOMÁNKOVÁ, O., SUCHÝ, P., JANČÍK, F., 2006. Je využití lupiny ve výživě zvířat módní nebo moderní? Sborník z konference “Metody řízení vysokoužitkových stád dojníc”, Výzkumný ústav živočišné výroby v. v. i., Praha Uhřetěves, 51-53.

HOMOLKA, P., KOUKOLOVÁ, V., JANČÍK, F., 2007. *In sacco* degradability of crude protein in lupine and soybean. Book of abstracts of the 58th annual meeting of the European association for animal production. Dublin, Ireland, 333.

Aktivní účast na konferencích

JANČÍK, F., 2004. Posouzení vlivu ukazatelů na kvalitu jetelotravních siláží. Sborník příspěvků studentů DSP z konference s mezinárodní účastí. České Budějovice, Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. 133-137.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., 2004. Posouzení bachorové stravitelnosti u různých druhů trav. Sborník příspěvků mezinárodní konference studentů DSP a mladých vědeckých pracovníků: “Výživa, krmení a dietetika u hospodářských zvířat“, MZLU v Brně, 182 – 187.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., LÁD, F., 2005. Bachorová degradace strukturálních sacharidů u různých druhů trav. Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference studentů DSP, České Budějovice, 75-80.

JANČÍK, F., LÁD, F., ČERMÁK, B., KADLEC, J., 2005. Změny bachorové degradace travních siláží v závislosti na délce skladování, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie Dni výživy zvierat, Račkova dolina, SPU Nitra, 33.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., LÁD, F., KADLEC, J., 2005. Posouzení bachorové degradace travních siláží metodou *in sacco*. Sborní referátů z IX. mezinárodní konference studentů DSP a mladých vědeckých pracovníků z oboru výživy a krmení hospodářských zvířat Výživa zvířat 2005, ČZU Praha, 39-41.

JANČÍK, F., ČERMÁK, B., HOMOLKA, P., LÁD, F., 2006. Prediction of organic matter rumen degradability of grasses from the chemical composition. Proceedings of lectures "Animal nutrition 2006", University of Veterinary Medicine in Košice, 62-66.

JANČÍK, F., HOMOLKA, P., ČERMÁK, B., 2007. Prediction of organic matter rumen degradability of grasses and grass silages from the chemical composition. Konference mladých vědeckých pracovníků z oblasti výživy a dietetiky zvířat. VII. Kábrtovy dietetické dny. VFU Brno, 252-257.