



METODIKA

Optimální termín sklizně trav z pohledu trávení buněčné stěny

Autoři

Ing. Filip Jančík, Ph.D.

Ing. Petr Homolka, Ph.D.

Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves
Oddělení výživy a krmení hospodářských zvířat

Oponenti

Prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc.

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav výživy zvířat a pícninářství

Ing. Juraj Saksún

Ministerstvo zemědělství České republiky
Odbor živočišných komodit

Metodika vznikla jako součást řešení výzkumného záměru MZE0002701403.

2008

ISBN 978-80-7403-011-6

I. Cíl metodiky a dedikace

Cílem metodiky je stanovit a doporučit optimální termín sklizně vybraných druhů trav z pohledu využitelnosti buněčné stěny přežvýkavci.

Metodika byla vytvořena na základě výsledků řešení výzkumného záměru MZE0002701403 „Rozvoj poznání ve výživě zvířat s cílem zvýšit kvalitu a bezpečnost živočišných produktů“.

II. Vlastní popis metodiky

- * Úvod
- * Experimentální část metodiky
- * Změny obsahu složek v závislosti na termínu sklizně a růstové fázi
- * Bachorová degradovatelnost a potencionální stravitelnost buněčné stěny
- * Praktický dopad dodržování optimálního termínu sklizně stanoveného na základě využitelnosti NDF
- * Závěr
- * Seznam literatury
- * Seznam publikací předcházejících metodice
- * Seznam použitých zkratk

III. Srovnání „novosti postupů“

Sklizeň trav v optimálním termínu je základním předpokladem pro vytvoření kvalitního objemného krmiva.

Tato metodika je zaměřena na poskytnutí nových experimentálně podložených výsledků a rad pro stanovení optimálního termínu sklizně základních travních druhů a to z pohledu trávení buněčné stěny. Buněčná stěna je laboratorně charakterizována pomocí stanovení neutrálně detergentní vlákniny (NDF). Vezmeme-li v potaz, že buněčný obsah je přežvýkavci plně stravitelný (využitelný), je jasné, že samotná výživná hodnota trav je určována pouze stravitelností buněčné stěny (tedy NDF). Z tohoto důvodu považujeme stanovení stravitelnosti NDF za nejvhodnější kritérium kvality travní hmoty určené pro krmení či produkci krmiv přežvýkavcům.

Metodika je určena k doplnění již stávajících doporučení termínů sklizně, která uvádějí další autoři na základě výnosů, silážovatelnosti, obsahu živin apod.

IV. Popis uplatnění metodiky

Metodika je určena především pro většinu moderních zemědělských podniků a farem zabývajících se chovem přežvýkavců, zejména skotu, a produkujících objemnou píci na trvalých travních porostech či orné půdě a dále pro chovatelské svazy, krajská informační střediska, zemědělské poradce a také pro osevnické stanice a zemědělské laboratoře.

ÚVOD

Travní porosty jsou v České republice jednou ze základních složek krmných dávek 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.

Jednou z možností, jak správně sestavit požadovanou krmnou dávku bez vysokých ekonomických nákladů plynoucích z přidavků 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.

Vzhledem k tomu, že obsah buněk rostlinného krmiva je stravitelný téměř beze zbytku, je stravitelnost pícnin 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.

Z množiny organických látek, které se nacházejí v živé přírodě, mají z kvantitativního hlediska právě sacharidy největší zastoupení. 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 1).

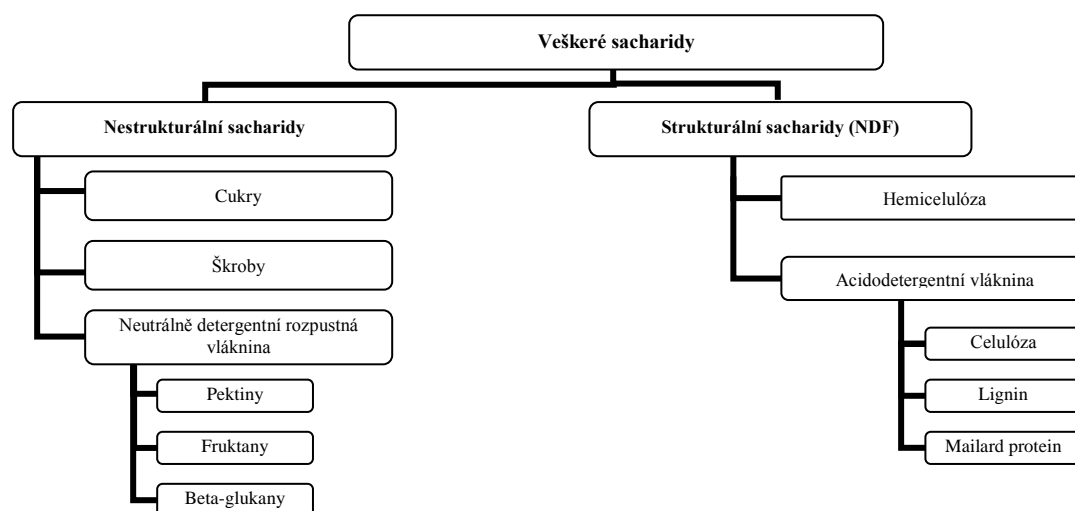


Schéma 1. Sacharidové frakce dle Van Sauna a Koukala (2003)

Sacharidy buněčných stěn, které označujeme jako strukturální sacharidy, laboratorním stanovením popisované jako neutrálně detergentní vlákna (NDF), jsou složeny 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 β -d-glukopyranóza (cyklická forma glukózy). Vlastní stavební jednotku tvoří disacharid celobióza, tvořený dvěma molekulami β -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 (Šípál *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 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 (Šípál *et al.*, 1992).

Hemicelulózy společně s ligninem tvoří příměs ve skeletu vytvářeném celulózou. 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 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).

Trávicí trakt přežvýkavců je dokonale přizpůsoben k využívání rostlinného krmiva bohatého na celulózu (Jelínek *et al.*, 2003). Huhtanen *et al.* (2006) 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 krmivo ukládá, ředí, promíchává a posouvá do dalšího úseku trávicího traktu.

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). Pro růst a správnou enzymatickou činnost mikroorganismů jsou optimálními podmínkami 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).

Jednoduché cukry jsou v průběhu fermentace fosforylovány za účasti ATP na glycerinaldehyd-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.*, 2006). 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 Jelínka *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 2. 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-metylésterázou 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 (CO_2 , CH_4 , H_2). 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.

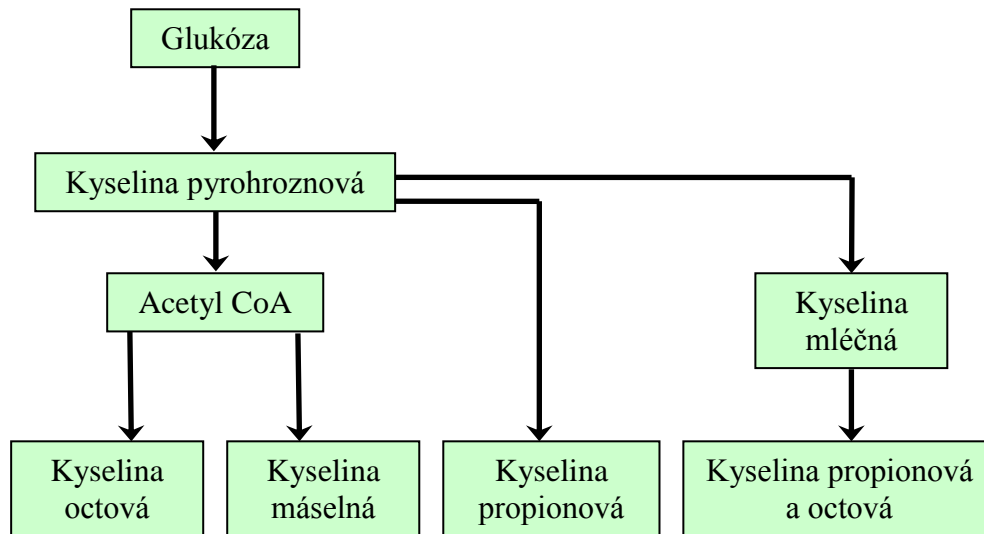


Schéma 2. Proces produkce těkavých mastných kyselin v bachoru a tlustém střevě (Sjaastad *et al.*, 2003)

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST METODIKY

Metodika vychází z části výsledků řešení grantového projektu MZeČR (MZE 0002701403 „Rozvoj poznání ve výživě zvířat s cílem zvýšit kvalitu a bezpečnost živočišných produktů“).

CÍL PRÁCE

Cílem metodiky je stanovit a doporučit optimální termín sklizně vybraných druhů trav z pohledu využitelnosti buněčné stěny (neutrálně detergentní vlákniny – NDF) přežvýkavci.

MATERIÁL A METODIKA

1. Pokusný materiál

Pokusným materiálem v této práci byly čtyři druhy trav (srha laločnatá - Dana, bojínek luční - Sobol, jílek vytrvalý - Jaspis, kostřava rákosovitá - Prolate) a jeden travní hybrid (Felina). Trávy byly sklizeny v letech 2004 a 2005 jako první seč monokulturních porostů. 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 (13.5.; 19.5.; 26.5.; 2.6.; 9.6.; 16.6.) s následným sušením u všech použitých travních druhů při různých fázích růstu. Při sklizni byla měřena výška porostu, výnos, sušina a růstová fáze trav (Tab. 1 a Tab. 2).

Tab. 1. 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

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.

Tab. 2. Růstové fáze sledovaných vzorků trav

Sklizeň	Datum	Rok	Tráva				
			Srha laločnatá	Bojínek luční	Jílek vytrvalý	Kostřava rákosovitá	Felina
1	13.5.	04	32	30	30	30	31
		05	31	30	30	30	31
2	19.5.	04	35	31	31	31	38
		05	34	31	30	31	37
3	26.5.	04	51	32	32	32	50
		05	51	32	32	37	51
4	2.6.	04	57	32	32	32	55
		05	60	37	37	51	59
5	9.6.	04	59	51	51	51	57
		05	61	51	51	55	59
6	16.6.	04	65	53	51	55	61
		05	65	55	54	58	61

Číselné kódy zralosti dle Zadokse *et al.* (1974) (Tab. 1), kde 30 až 39 je prodlužování stonku (sloupkování), 50 až 59 metání a 60 až 69 je kvetení

2. Základní rozbor chemického složení sledovaných trav

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).

3. Degradovatelnost NDF v batoru přežvýkavců a stanovení potencionální stravitelnosti (DNDF) a nestravitelné části NDF (INDF)

Jednotlivé parametry batorové degradovatelnosti a potencionální stravitelnosti byly stanoveny metodou *in sacco*.

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

Metodika stanovení bachorové degradovatelnosti byla upravena dle Rinne *et al.* (1999) a stanovení DNDF a INDF bylo provedeno dle návodů, které uvádějí Rinne *et al.* (1997b), Huhtanen *et al.* (1998) a Nousiainen *et al.* (2003; 2004).

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.

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):

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

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. $0,02 \text{ h}^{-1}$.

4. Statistické vyhodnocení

Porovnání obsahů a změn parametrů degradovatelnosti a stravitelnosti NDF mezi jednotlivými travními druhy, 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.

Rozdíly parametrů degradovatelnosti a stravitelnosti NDF mezi travními druhy ve stejných růstových fázích 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. Tato statistická analýza byla provedena v programu Statistica 6 (2001).

ZMĚNY OBSAHU SLOŽEK V ZÁVISLOSTI NA TERMÍNU SKLIZNĚ A RŮSTOVÉ FÁZI

Pro posouzení kvality jednotlivých travních druhů podle ukazatelů chemického složení byl využit obsah NL, NDF, ADF a ADL (Tab. 3 a Tab. 4). V tabulce 4 jsou uvedeny průměrné hodnoty změn jednotlivých složek za období mezi dvěma sklizněmi, tedy o kolik se změní, v našem případě za 1 týden, určitá složka u jednotlivých druhů trav.

Tab. 3: Průměrné hodnoty chemického složení jednotlivých trav

Tráva	NL ¹	NDF ¹	ADF ¹	ADL ¹
Srha laločnatá	14,1 ^a	58,0 ^{ab}	32,1 ^{ab}	2,60 ^{ab}
Bojínek luční	14,0 ^b	61,3 ^{cd}	33,4 ^{cd}	2,17
Jílek vytrvalý	16,1 ^b	49,7 ^{ace}	26,8 ^{ace}	2,10 ^a
Kostřava rákosovitá	15,9 ^c	52,8 ^{bdf}	27,2 ^{bdf}	1,81 ^a
Felina	9,65 ^{abc}	58,3 ^{ef}	31,2 ^{ef}	1,90 ^b

¹ % v sušině

a, b, c, d, e, f hodnoty v sloupci se stejnými indexy jsou statisticky odlišné (P < 0,05)
pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32

Tab. 4: Změny chemického složení trav v průběhu stárnutí trav

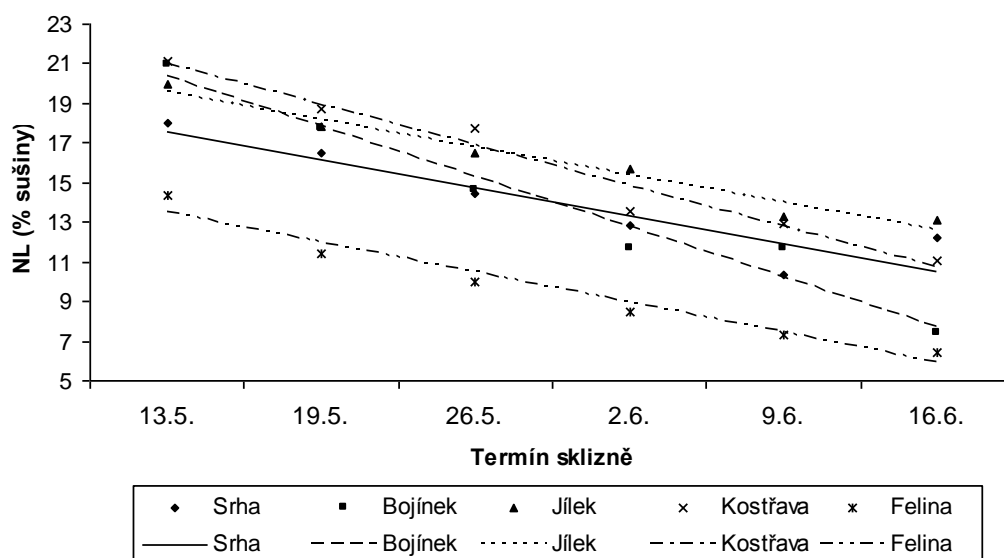
Tráva	NL ¹	NDF ¹	ADF ¹	ADL ¹
Srha laločnatá	-1,41 ^a	1,78	1,39	0,41 ^{ab}
Bojínek luční	-2,54 ^{abc}	2,97	1,85	0,33 ^c
Jílek vytrvalý	-1,39 ^{bd}	2,21	1,41	0,22 ^{ad}
Kostřava rákosovitá	-2,05 ^d	2,95	2,28	0,13 ^{bce}
Felina	-1,52 ^c	2,32	1,82	0,40 ^{de}

¹ % v sušině/týden

a, b, c, d, e hodnoty v sloupci se stejnými indexy jsou statisticky odlišné (P < 0,05)
pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32

U všech sledovaných travních druhů docházelo v průběhu šesti sklizní (od 13.5. do 16.6.) k výraznému poklesu obsahu NL (Graf 1) a naopak ke značnému nárůstu buněčné stěny (charakterizována neutrálně detergentní vlákninou - NDF) (Graf 2). 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 Straalen *et al.* (1993), Rinne *et al.* (1997a), Coblenz *et al.* (1998) a Cone *et al.* (1999). Obsah NL byl nejvyšší u jílků vytrvalého těsně následován kostřavou rákosovitou, dále měly nižší obsah srha laločnatá a bojínek luční a výrazně nejméně NL obsahoval hybrid Felina. Nejméně NDF obsahoval jílek vytrvalý, kostřava rákosovitá, vyšší obsah NDF byl

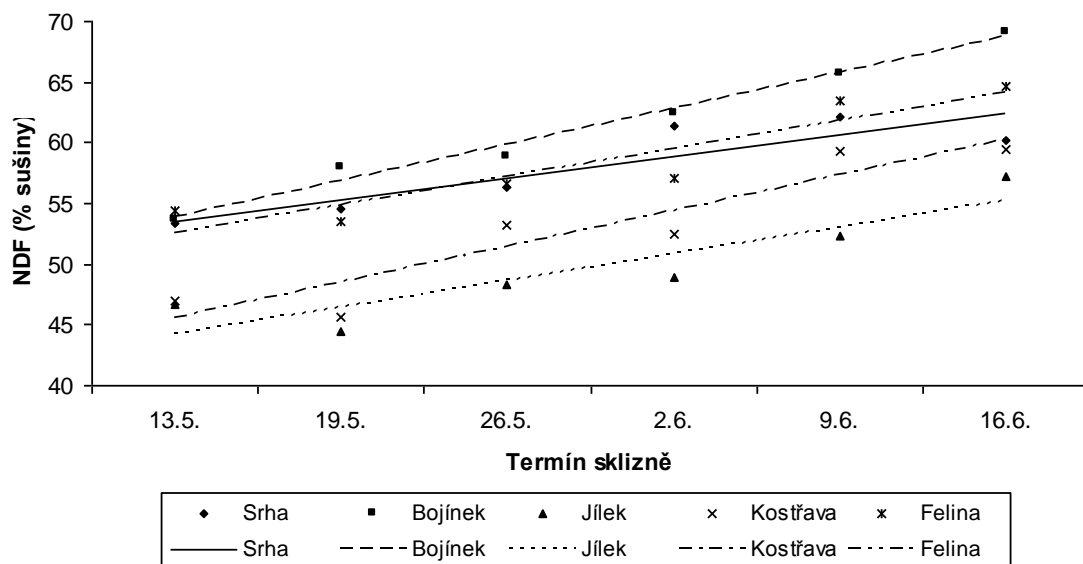
zjištěn u srhy laločnaté a hybridu Felina a nejvyšší byl u bojínku lučního. Obsah ADF byl nejnižší u jílku vytrvalého a kostřavy rákosovité. Vyšší množství ADF obsahoval hybrid Felina, srha laločnatá a bojínek luční. U obsahu ADL došlo v průběhu šesti týdnů k nejmenšímu nárůstu u kostřavy rákosovité (z 1,6 na 2,3 %) a jílku vytrvalého (z 1,6 na 2,7 %). Naopak k vyššímu nárůstu obsahu ADL došlo u bojínku lučního (z 1,7 na 3,2 %). Nejvyšší nárůst obsahu ADL proběhl u hybridu Felina (z 1,1 na 3,1 %) a u srhy laločnaté (z 1,5 na 3,5 %). Rinne *et al.* (1999) popisuje rozsah obsahu NDF od 48,6 do 64,5 % a ADF od 28 do 36 % 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 9,7 do 12,8 %, NDF od 67,3 do 70,5 %, ADF od 36,6 do 38,8 % a ADL od 5,4 do 6 %. Wilman a Ahmad (1999) popisují nižší obsah NDF u jílku vytrvalého oproti kostřavě rákosovité.



Graf 1: Průběh obsahu dusíkatých látek (NL) trav v závislosti na termínech sklizně (pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32)

V tabulce 5 byly porovnány hodnoty chemického složení trav při srovnání stejných růstových fází (druhé kolénko a počátek metání). Ve fázi druhého kolénka byl zjištěn nejvyšší obsah NL u srhy laločnaté a kostřavy rákosovité, nižší u jílku vytrvalého a nejnižší u bojínku lučního a hybridu Felina. Naproti tomu nejnižší obsah NDF byl zjištěn u jílku vytrvalého, vyšší u kostřavy rákosovité, srhy laločnaté a hybridu Felina. Nejvíce NDF obsahoval bojínek luční. Ve fázi počátku metání obsahovala nejvíce NL srha laločnatá, dále jílek vytrvalý,

kostřava rákosovitá, bojínek luční a nejméně hybrid Felina. Nejnižší obsah NDF byl zjištěn v této růstové fázi u jílku vytrvalého. Vyšší hodnoty byly stanoveny u srhy laločnaté, hybridu Felina a kostřavy rákosovité. Nejvíce NDF bylo zjištěno u bojínku lučního.



Graf 2: Průběh obsahu neutrálně detergentní vlákniny (NDF) trav v závislosti na termínech sklizně (pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32)

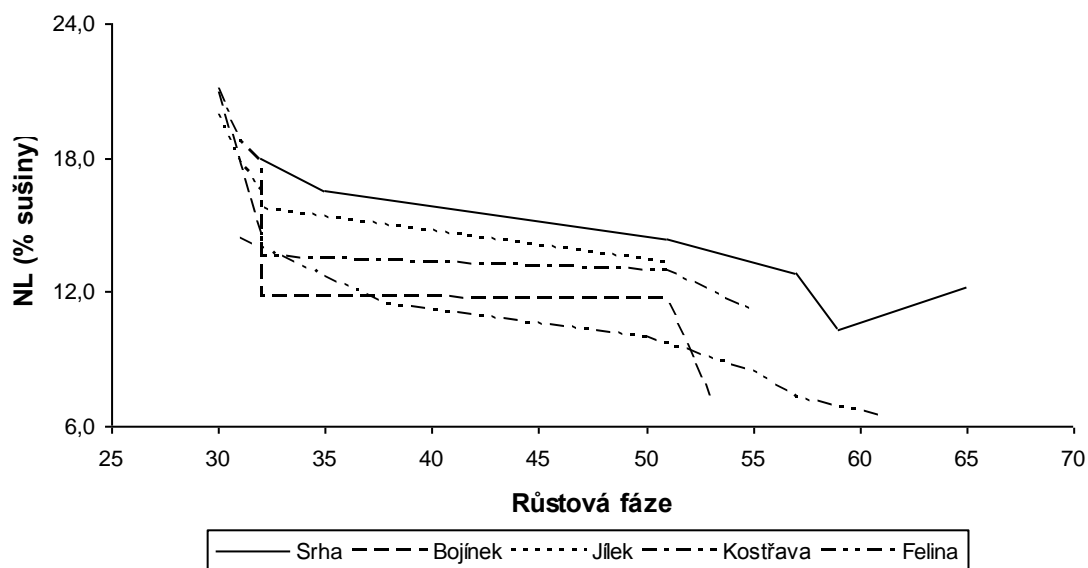
Tab. 5: Porovnání chemického složení trav ve stejné růstové fázi

Fáze růstu	Parametr	Tráva				
		Srha	Bojínek	Jílek	Kostřava	Felina
Druhé kolénko	Termín sklizně	13.5.	26.5.	26.5.	26.5.	13.5.
	Výnos ¹	1,45	2,75	2,85	3,20	2,25
	NL ²	18,01	14,60	16,49	17,74	14,34
	NDF ²	53,36	58,83	48,27	53,17	54,39
	ADF ²	28,78	31,36	26,57	27,36	28,12
	ADL ²	1,483	1,650	1,999	1,702	1,193
Počátek metání	Termín sklizně	26.5.	9.6.	9.6.	9.6.	26.5.
	Výnos ¹	3,00	4,05	3,65	4,95	3,10
	NL ²	14,41	11,67	13,26	12,95	10,00
	NDF ²	56,27	65,65	52,38	59,36	56,60
	ADF ²	31,34	36,86	28,14	32,25	29,10
	ADL ²	2,374	2,711	2,356	2,028	1,545

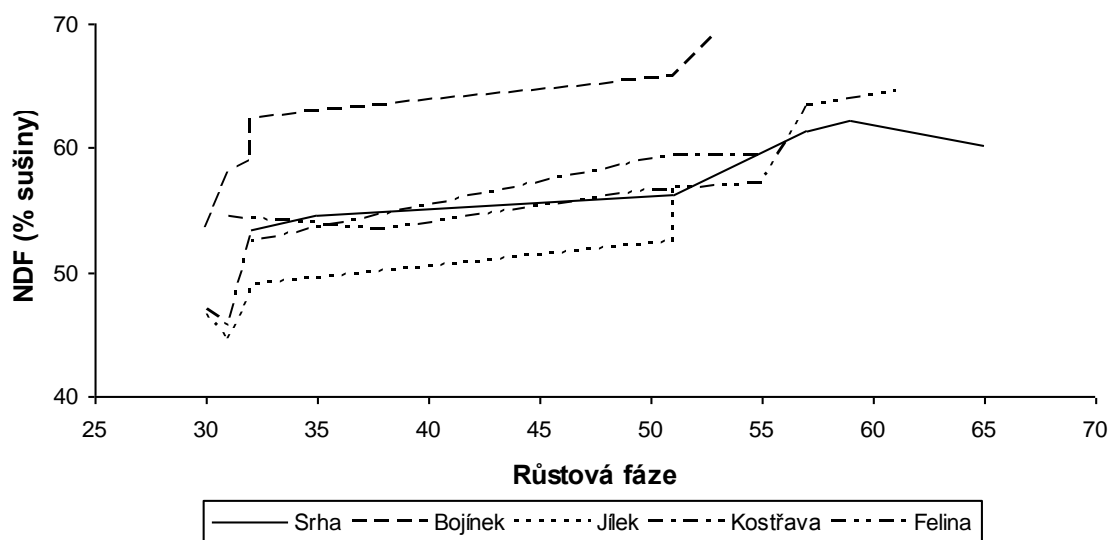
¹t sušiny/ha; ²% sušiny; pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32

Změny obsahů NL a NDF jednotlivých druhů trav, v závislosti na růstových fázích jsou uvedeny v grafech 3 a 4. Na těchto grafech je patrné, že s počátkem metání dochází u všech

trav k prudkému snižování obsahu NL a naopak zvyšování obsahu buněčné stěny (charakterizováno NDF).



Graf 3: Průběh obsahu dusíkatých látek v závislosti na růstové fázi trav (kódy růstových fází uvedeny v Tab. 1) (pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32)



Graf 4: Průběh obsahu NDF v závislosti na růstové fázi trav (kódy růstových fází uvedeny v Tab. 1) (pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32)

BACHOROVÁ DEGRADOVATELNOST A POTENCIONÁLNÍ STRAVITELNOST BUNĚČNÉ STĚNY

Využitím MIXED procedury programu SAS byly posouzeny parametry degradovatelnosti a stravitelnosti NDF jednotlivých druhů trav a vyhodnoceny rozdíly v těchto parametrech mezi jednotlivými travními druhy (Tab. 6).

Tab. 6: Průměrné hodnoty parametrů degradovatelnosti a stravitelnosti trav

	b¹	c²	ED¹	DNDF¹	INDF³
Srha laločnatá	80,7 ^{abc}	0,072 ^a	63,0 ^{ab}	85,1 ^{abc}	8,78 ^{ab}
Bojínek luční	87,5 ^a	0,074 ^b	68,4 ^{ac}	90,5 ^{ad}	5,99 ^a
Jílek vytrvalý	89,9 ^{bd}	0,094 ^{abcd}	74,0 ^{adc}	92,5 ^{be}	3,87 ^{ac}
Kostřava rákosovitá	86,6 ^c	0,076 ^c	68,3 ^{bde}	90,9 ^{cf}	4,94 ^{bd}
Felina	82,7 ^d	0,059 ^d	61,3 ^{ce}	87,4 ^{def}	7,54 ^{cd}

¹ % NDF; ² h⁻¹; ³ % sušiny; ^{a, b, c, d, e, f} hodnoty ve sloupci se stejnými indexy jsou statisticky odlišné (P < 0,05); pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32

Nejlepším travním druhem byl jílek vytrvalý který měl nejvyšší průměrné hodnoty parametru *b*, *c*, ED, DNDF a nejnižší obsah INDF. Bojínek luční byl parametry *b* a ED na druhém a parametry *c*, DNDF a INDF na třetím místě. Kostřava rákosovitá byla na druhém místě parametry *c*, DNDF a INDF a na třetím parametry *b* a ED. Srha laločnatá byla na čtvrtém místě parametry *c* a ED a na pátém parametry *b*, DNDF a INDF. Hybrid Felina byl na čtvrtém místě parametry *b*, DNDF a INDF a na pátém místě parametry *c* a ED. Wilman a Ahmad (1999) uvádějí vyšší stravitelnost organické hmoty 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 63,3 do 76,2 % NDF), *c* (rozmezí od 0,026 do 0,051 h⁻¹), ED (rozsah od 58,5 do 66,4 % NDF).

V tabulce 7 jsou znázorněny změny parametrů degradovatelnosti a stravitelnosti NDF sledovaných trav v závislosti na termínech sklizně. Hodnota koeficientu znázorňuje změnu parametru mezi sousedními sklizněmi, v našem případě úbytek (záporné hodnoty) či přírůstek (kladné hodnoty) parametrů za 7 dní. 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 jílku vytrvalého, následně u hybridu Felina, srhy laločnaté, kostřavy rákosovité 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. DNDF se nejméně snižovala u kostřavy rákosovité, jílku vytrvalého, bojínku lučního, srhy laločnaté a nejvíce u Feliny. 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 4,8 na 12,4 %. 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 ova v průběhu stárnutí uvádí ve své práci Micek *et al.* (2001).

Tab. 7: Změny parametrů degradovatelnosti a stravitelnosti v průběhu sklizní

	b¹	c²	ED¹	DNDF¹	INDF³
Srha laločnatá	-3,12 ^a	-0,006	-3,62 ^a	-2,54 ^{ab}	1,72 ^{ab}
Bojínek luční	-1,87 ^a	-0,009	-3,23 ^b	-1,91 ^a	1,47
Jílek vytrvalý	-2,23	-0,005	-2,53 ^c	-1,85	1,12 ^a
Kostřava rákosovitá	-2,37	-0,008	-3,31 ^d	-1,71 ^{bc}	1,18 ^b
Felina	-3,92	-0,006	-4,62 ^{abcd}	-2,80 ^c	1,97

¹ % NDF; ² h⁻¹; ³ % sušiny; ^{a, b, c, d, e, f} hodnoty ve sloupci se stejnými indexy jsou statisticky odlišné (P < 0,05); pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32

V tabulce 8 jsou porovnány parametry degradovatelnosti NDF zjištěné ve dvou stejných růstových fázích (druhé kolénko 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. DNDF byla mírně nižší u Feliny a dále u kostřavy rákosovité, bojínku lučního a srhy laločnaté. Obsah INDF měly ostatní čtyři travní druhy podobný a to výrazně vyšší než jílek vytrvalý.

Tab. 8: Parametry bachorové degradace a potencionální stravitelnosti buněčné stěny (NDF) trav

Fáze růstu	Parametr	Tráva				
		Srha	Bojínek	Jílek	Kostřava	Felina
Druhé kolénko	Termín sklizně	13.5.	26.5.	26.5.	26.5.	13.5.
	b^1	89,20 ^a	89,01 ^b	93,16 ^{abc}	87,60 ^{ac}	89,30 ^c
	c^2	0,0877	0,0754 ^a	0,1040 ^{ab}	0,0757 ^b	0,0834
	ED ¹	72,64 ^a	70,35 ^b	78,12 ^{abc}	69,29 ^{ac}	72,03 ^c
	DNDF ¹	91,36 ^a	91,41 ^b	94,93 ^{abcd}	91,73 ^c	92,49 ^d
	INDF ³	4,613 ^a	5,053 ^{bc}	2,448 ^{abc}	4,399 ^c	4,084 ^{ab}
Počátek metání	Termín sklizně	26.5.	9.6.	9.6.	9.6.	26.5.
	b^1	80,16 ^{abc}	85,56 ^a	86,00 ^b	83,87	86,78 ^c
	c^2	0,0752	0,0558 ^a	0,0830 ^{ab}	0,0586 ^b	0,0610
	ED ¹	63,32 ^a	62,98 ^b	69,30 ^{abcd}	62,53 ^c	65,22 ^d
	DNDF ¹	85,75 ^{abc}	88,31 ^a	89,31 ^b	88,51 ^c	90,54 ^{abc}
	INDF ³	8,018 ^{abc}	7,677 ^{de}	5,599 ^{ae}	6,821 ^{bef}	5,352 ^{cdf}

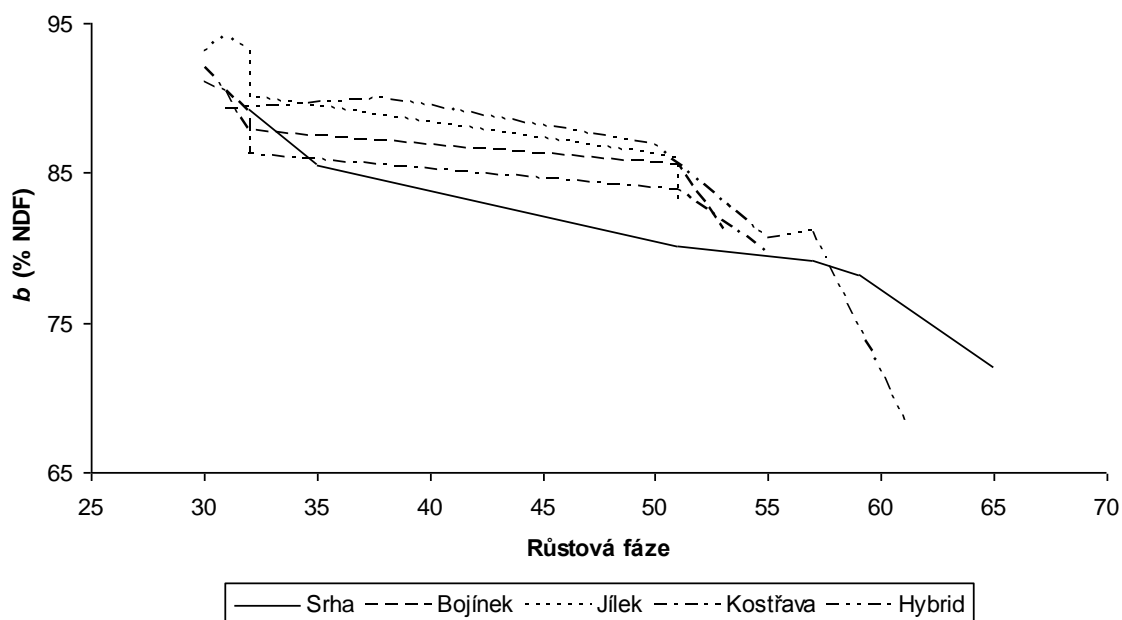
¹ % NDF; ² h⁻¹; ³ % sušiny

^{a, b, c, d, e, f} hodnoty v řádku se stejnými indexy jsou statisticky odlišné (P < 0,05)
pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32

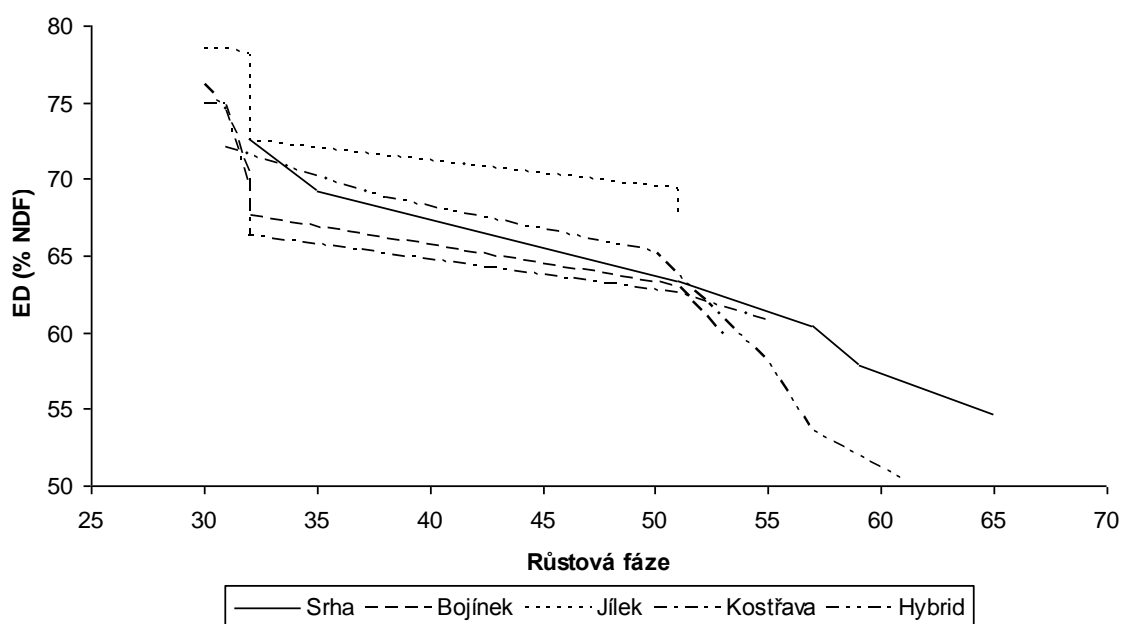
V růstové fázi počátku metání měl jílek vytrvalý výrazně vyšší hodnoty jen u parametru c a ED NDF. V případě parametru c byly nižší hodnoty zjištěny u srhy laločnaté a ostatní tři trávy měly podobné výrazně nižší hodnoty parametru c . U ED NDF dosahovaly všechny čtyři travní druhy podobných nižších hodnot 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. Hodnota DNDF byla nejvyšší u Feliny, těsně následován Jílkem vytrvalým, nižší hodnoty byly zjištěny u kostřavy rákosovité a bojínku lučního 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.

Průběh změn parametrů degradovatelnosti a stravitelnosti NDF v závislosti na růstové fázi je uveden v grafech 5 - 8, kde je možné posoudit určité rozdíly mezi jednotlivými travními druhy a lze vysledovat i neoptimálnější růstovou fázi pro sklizeň. Na grafu 7 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 byly 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 5). Z pohledu hodnoty ED (Graf 6) byl nejlepším travním druhem jílek vytrvalý, ve druhé (horší)

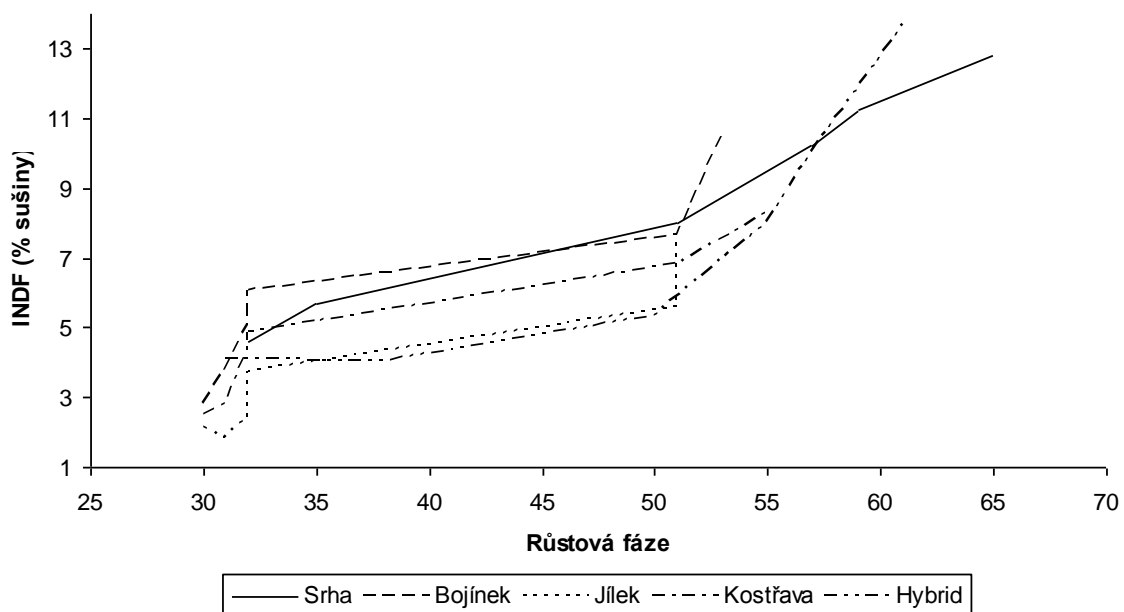
skupině byly srha laločnatá a hybrid Felina a ve třetí (nejhorší) bojínek luční a kostřava rákosovitá. V grafu 8 je znázorněn průběh DNDF, kde nejlepší trávou byl hybrid Felina, následován jílkem vytrvalým, kostřavou rákosovitou a bojínkem lučním. Nejnižší hodnoty DNDF byly stanoveny u srhy laločnaté. Také Yu *et al.* (2004) uvádí, že zjistil výrazný vliv růstové fáze v době sklizně porostu bojínku lučního na parametry degradovatelnosti NDF.



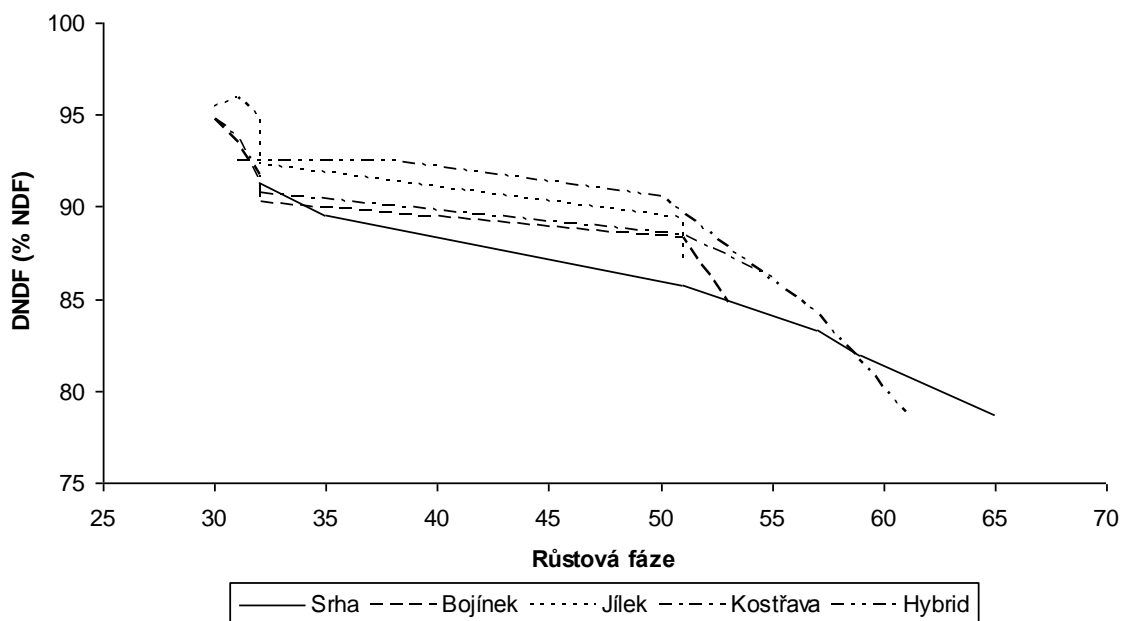
Graf 5: Průběh parametru b v závislosti na růstové fázi trav (kódy růstových fází uvedeny v Tab. 1) (pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32)



Graf 6: Průběh efektivní degradovatelnosti NDF v závislosti na růstové fázi trav (kódy růstových fází uvedeny v Tab. 1) (pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32)



Graf 7: Průběh obsahu nestravitelné neutrálně detergentní vlákniny v závislosti na růstové fázi trav (kódy růstových fází uvedeny v Tab. 1) (pozn. seznam zkratk je na str. 32)



Graf 8: Průběh DNDF v závislosti na růstové fázi trav (kódy růstových fází uvedeny v Tab. 1) (pozn. seznam zkratk je uveden na str. 32)

Na uvedených grafech (všech zmíněných parametrů degradovatelnosti a stravitelnosti NDF – Graf 5 - 8) je patrný rapidní (skokový) pokles parametrů b, ED, DNDF a naopak nárůst INDF v době po začátku metání všech sledovaných druhů trav.

Z výše uvedených výsledků můžeme usuzovat, že nejvhodnějším vodítkem pro stanovení optimálního termínu sklizně v provozních podmínkách je růstová fáze. Pro všechny sledované travní druhy byla zjištěna růstová fáze „počátek metání“ jako optimální a zároveň nejzašší období pro sklizeň trav, dle stravitelnosti NDF, jak pro sušení tak pro silážování. Sklizeň travních porostů ve fázi počátku metání doporučují také například Doležal a Zeman (2003).

V travních porostech bychom měli také kombinovat travní druhy podle stravitelnosti NDF, jelikož právě obsah a využitelnost NDF je určujícím faktorem celkové stravitelnosti a tím samozřejmě i kvality trav. Námi sledované trávy je neoptimálnější kombinovat takto: srhu laločnatou s hybridem Felina a jílek vytrvalý s bojínkem lučním a s kostřavou rákosovitou. V případě travních či jetelotravních porostů složených z více druhů trav, bychom měli znát hlavní druhy zastoupené většinou v porostu a sklizeň zahájit v době kdy první z nich začíná metat. Také Macháč *et al.* (2006) uvádí, že porosty s hlavním zastoupením bojínku lučního poskytují do fáze metání kvalitní píci, avšak po vymetání stébla rychle dřevnatí a píce zhrubne. Pro srhu laločnatou doporučují sklizeň na počátku metání také Veselá a Mrkvička (2003).

Ze sledovaných travních druhů se jako nejkvalitnější, z pohledu kvality NDF v době počátku metání, ukázaly hybrid Felina (jakožto zástupce ranějších druhů trav) a jílek vytrvalý (jakožto zástupce trav metajících později).

PRAKTICKÝ DOPAD DODRŽOVÁNÍ OPTIMÁLNÍHO TERMÍNU SKLIZNĚ STANOVENÉHO NA ZÁKLADĚ VYUŽITELNOSTI NDF

Každý pěstitel samozřejmě usiluje o co největší výnos pěstovaných plodin, travní porosty nevyjímaje. Při stanovení termínu sklizně trav pro krmné účely (ať už pro sušení či silážování) je ovšem nutné nesledovat pouze výši výnosů, ale také zejména využitelnost (bachorovou degradovatelnost, stravitelnost) buněčné stěny (NDF), která je složkou limitující výši trávení přežvýkavci.

Výši nestravitelné NDF (INDF) můžeme přímo považovat za ztráty, protože tuto část nemůže v žádném případě zvíře využít. 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. Obsah INDF u námi sledovaných trav narůstal týdně až o 2 %. Tzn. pokud sklídíme například hybrid Felinu až v době kvetení, tak se zvýší obsah INDF, oproti optimálnímu termínu sklizně na počátku metání, o 8 % v sušině.

Pro sklizeň trav ve fázi „počátek metání“ hovoří také výsledky uváděné jinými autory na základě obsahu rozpustných cukrů a silážovatelnosti. 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). Je zde ovšem nutné kvalitní zavadnutí silážované hmoty. 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).

Při konzervaci sušením je třeba myslet na to, že 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 (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).

V tabulce 9 jsou uvedeny výnosy zjištěné v jednotlivých termínech sklizně. Průměrné hodnoty pro jednotlivé travní druhy a výše nárůstu (změny) výnosů v průměru za 7 dní vegetace jsou uvedeny v tabulce 10. Z těchto tabulek je patrné, že k nejvyššímu nárůstu travní hmoty docházelo u kostřavy rákosovité a hybridu Felina. Naopak nejnižší nárůst byl zjištěn u jílku vytrvalého a srhy laločnaté.

Tab. 9: Zjištěné výnosy u pokusných porostů

	Výnosy (t sušiny/ha)					
	13.5.	19.5.	26.5.	2.6.	9.6.	16.6.
Tráva/Sklizeň						
Srha laločnatá	1,45	3,05	3,00	3,25	3,35	3,60
Bojínek luční	2,05	2,40	2,75	3,30	4,05	4,10
Jílek vytrvalý	2,75	2,65	2,85	3,50	3,65	3,85
Kostřava rákosovitá	1,10	2,85	3,20	4,45	4,95	5,50
Felina	2,25	2,45	3,10	4,30	5,80	5,40

Tab. 10: Průměrné výnosy a jejich změna v průběhu sklizní jednotlivých trav

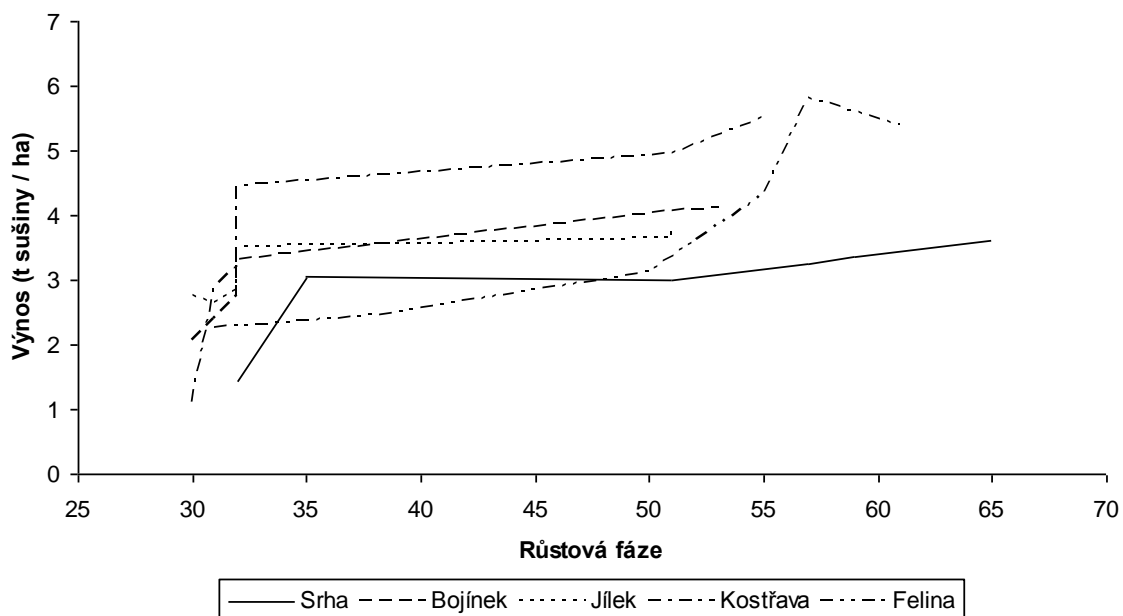
Výnos (t sušiny/ha)	Průměr	Změna
Srha laločnatá	2,95	0,34 ^{ab}
Bojínek luční	3,11	0,45 ^c
Jílek vytrvalý	3,21	0,26 ^{cd}
Kostřava rákosovitá	3,68	0,84 ^{ac}
Felina	3,88	0,77 ^{bd}

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

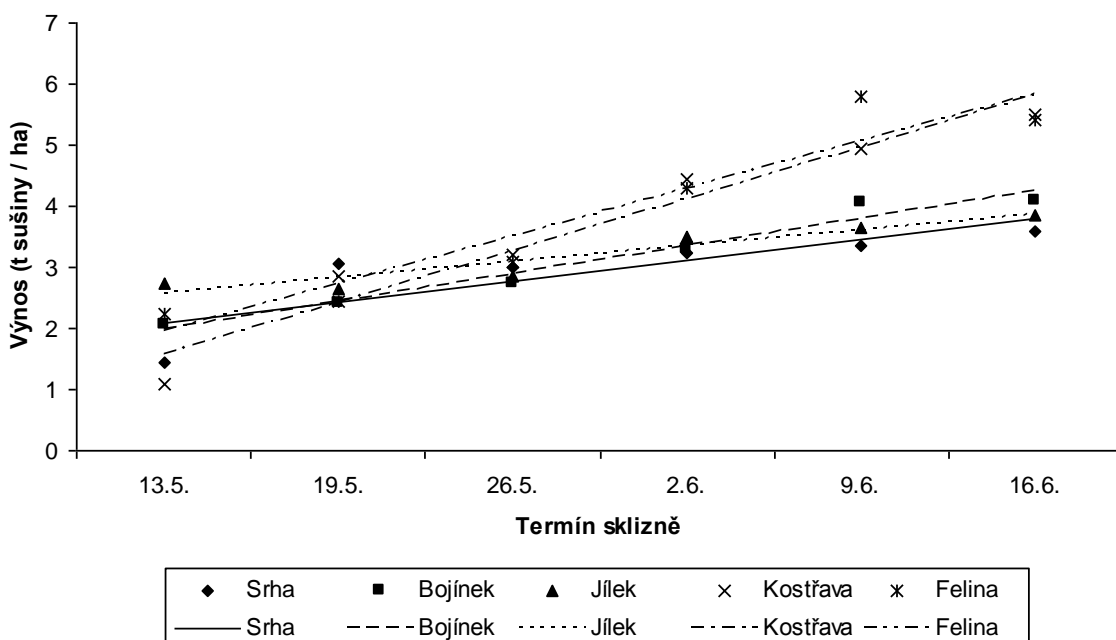
Grafické znázornění výše výnosů z pohledu růstové fáze trav a z pohledu termínu sklizně jsou uvedeny v grafech 9 a 10. Výnosy trav ve vybrané růstové fázi „počátek metání“ v porovnání s obsahem živin jsou uvedeny v tabulce 5. Z tohoto pohledu je nejvýnosnější travou kostřava rákosovitá, následována bojínkem lučním a jíllem vytrvalým. Nižší výnosy měly hybrid Felina a srha laločnatá.

Pokud ovšem porovnáme zvyšování nestravitelné části NDF (Graf 7) a současné zvyšování výnosu (Graf 9) je patrné, že například při silážování hybridu Felina v době květu bychom zbytečně řezali a převáželi 13 % sušiny hmoty to jest cca. 0,7 t sušiny travní hmoty z 1 ha, kdežto při sklizni v počátku metání je to pouze 0,16 t/ha. Což je znatelný rozdíl, který se

promítne v následných nákladech a efektivitě výroby finálních produktů, ať už mléka nebo hovězího masa. K podobným závěrům dochází také Jedlička (2006), který uvádí optimální termín sklizně hybridů před metáním, s odůvodněním, že každý týden zpoždění sklizně znamená snížení stravitelnosti o 3,6 %, což v denní krmné dávce představuje doplněk 1,5 kg jádra na dojnici.



Graf 9: Průběh výnosů v závislosti na růstové fázi trav (kódy růstových fází jsou v Tab. 1)



Graf 10: Vliv termínu sklizně na výši výnosu jednotlivých trav

ZÁVĚR

1. Optimálním termínem sklizně trav je (na základě zjištěných výsledků trávení NDF) období počátku metání, a to u všech sledovaných druhů trav.

2. Ze sledovaných travních druhů se jako nejkvalitnější, z pohledu kvality NDF v době počátku metání, ukázaly hybrid Felina (jakožto zástupce ranějších druhů trav) a jílek vytrvalý (jakožto zástupce trav metajících později).

3. Po růstové fázi „počátek metání“ dochází k prudkému zhoršení parametrů bachorové degradovatelnosti a stravitelnosti buněčné stěny (NDF)

4. Při vyjádření termínem sklizně doporučujeme sklízet srhu laločnatou a hybrid Felina nejpozději do 25. května a bojínek luční, jílek vytrvalý a kostřavu rákosovitou do 10. června. Tyto termíny je ovšem nutné považovat pouze za orientační (platné pro podmínky uvedené v metodice), kde je třeba zohlednit zejména odrůdu, hnojení, nadmořskou výšku, půdní a klimatické podmínky.

5. V travních porostech bychom měli také kombinovat travní druhy podle stravitelnosti NDF, jelikož právě obsah a využitelnost NDF je určujícím faktorem celkové stravitelnosti a tím samozřejmě i kvality trav. Námi sledované trávy je neoptimálnější kombinovat takto: srhu laločnatou s hybridem Felina a jílek vytrvalý s bojínkem lučním a s kostřavou rákosovitou.

6. V případě travních či jetelotravních porostů složených z více druhů trav, bychom měli znát hlavní druhy zastoupené většinou v porostu a sklizeň zahájit v době, kdy první z nich začíná metat.

SEZNAM LITERATURY

- 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.
- 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.
- 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.
- Church, D. C. 1983. Digestive physiology and nutrition of ruminants. O & B Books, Oregon, USA, ISBN 0-9601586-4-2, 350 p.
- 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.
- 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.
- 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.
- Doležal, P., Zeman, L. 2003. Sklizeň pícnin na seno lisováním. Úroda, 5, 8-11.
- Doležal, P., Zeman, L., Doležal, J. 2003. Optimální termín sklizně pícnin. Krmivářství, 3, 6-8.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- Huhtanen, P., Ahvenjärvi, S., Weisbjerg, M. R., Nørgaard, P. 2006. Digestion and passage of fibre in ruminants. In: Sjersén, 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.
- Jedlička, M. 2006. Silážování podle Petera Lighta. Krmivářství, 2, 6-7.
- Jelínek, P., Koudela, K. *et al.* 2003. Fyziologie hospodářských zvířat. MZLU v Brně, ISBN 80-7157-644-1, 409 p.
- Kacerovský, O., Babička, L., Bíro, D., Heger, J., Jedlička, Z., Lohniský, J. 1990. Zkoušení a posuzování krmiv. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 213 p.
- 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.
- Krásá, A., Zemanová, D., Vrzalová, D. 1998. Produkční účinnost objemných krmiv. Krmivářství, 3, 36.
- 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.
- Macháč, R., Ševčíková, M., Cagaš, B., Frydrych, J. 2006. Rozšíření, využití a pěstování bojínků. Úroda, 6, 14-18.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. 1988. Animal nutrition. Longman Scientific & Technal, New York, USA, ISBN 0-470-20791-4, 543 p.
- 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.
- 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.

- Michałowski, T., Belžecki, G., Pająk, 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.
- Nash, M. J. 1978. Crop conservation and storage in cool temperate climates, University of Edinburgh, UK, 393 p.
- Nousiainen, J., Rinne, M., Hellämäki, M., Huhtanen, P. 2003. 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.
- Nousiainen J., Ahvenjärvi S., Rinne M., Hellämäki 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.
- 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.
- Pozdíšek, J., Loučka, R., Macháčová, E. 2003. Digestibility and nutrition value of grass silages. Czech J. Anim. Sci. 48, 359-364.
- Richter, M., Třináctý, J., Harazim, J. 2000. Vývoj hodnocení obsahu vlákniny. Krmivářství, 3, 28-30.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- SAS. 2002. SAS (r) Proprietary Software Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

- Sjaastad, Ø. V., Hove, K., Sand, O. 2003. Physiology of domestic animals. Scandinavian Veterinary Press, Oslo. ISBN 82-91743-11-8. 735 p.
- Sommer, A. 2003. Štruktúra krmív vo výžive dojníc. Krmivářství, 6, 22-24.
- Sova, Z., Bukvaj, J., Koudela, K., Kroupová, V., Pješčak, M., Podaný, J. 1990. Fyziologie hospodářských zvířat. SPN Praha, 469 p.
- Statistica. 2001. Data analysis software system, version 6, StatSoft, Inc., OK.
- Šípál, Z., Anzenbacher, P., Peč, P., Pospíšil, J., Růžička, I. 1992. Biochemie. Státní pedagogické nakladatelství v Praze, ISBN 80-04-21736-2. 479 p
- Van Saun, R. J., Koukal, P. 2003. Výživa přežvýkavců – trávení sacharidů. Farmář, 1, 40-42.
- 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.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University. ISBN 0-8014-2772-X. 476 p.
- Van Straalen, 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.
- Veselá, M., Mrkvička, J. 2003. Srha říznačka – zdroj výnosné a kvalitní píce. Úroda, 5, 10-11.
- 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.
- 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.
- 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.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14, 415-421.

SEZNAM PUBLIKACÍ PŘEDCHÁZEJÍCÍCH METODICE

Jančík, F., Homolka, P., Čermák, B., Lád, F. 2008. Determination of indigestible neutral detergent fibre contents of grasses and its prediction from chemical composition. Czech J. Anim. Sci. 53, 128-135.

Jančík, F. 2007. Bachorová degradace buněčné stěny vybraných druhů trav sklizených v různých stádiích zralosti a konzervovaných sušením a silážováním. Disertační práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 125 s.

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.

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.

Jančík, F., Čermák, B., Lád, F., Kadlec, J. 2005. Posouzení bachorové degradace travních siláží metodou *in sacco*. Krmivářství 6, 38-40.

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.

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.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ADF	- acido detergentní vláknina
ADL	- acido detergentní lignin
<i>b</i>	- nerozpustná, ale potencionálně degradovatelná frakce krmiva (NDF)
<i>c</i>	- rychlost degradace frakce <i>b</i> (metoda <i>in sacco</i>)
DM	- sušina
DNDF	- potencionálně stravitelná neutrálně detergentní vláknina
ED	- efektivní bachorová degradovatelnost krmiva (NDF)
INDF	- nestravitelná neutrálně detergentní vláknina
k	- rychlost pasáže částic z bachoru
NDF	- neutrálně detergentní vláknina
NL	- dusíkaté látky

OBSAH

Vlastní popis metodiky	Strana
Úvod	4
Experimentální část metodiky	10
Změny obsahu složek v závislosti na termínu sklizně a růstové fázi	13
Bachorová degradovatelnost a potenciaální stravitelnost buněčné stěny	17
Praktický dopad dodržování optimálního termínu sklizně stanoveného na základě využitelnosti NDF	23
Závěr	26
Seznam literatury	27
Seznam publikací předcházejících metodice	31
Seznam použitých zkratk	32

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

Název: **Optimální termín sklizně trav z pohledu trávení buněčné stěny**

Autoři: Ing. Filip Jančík, Ph.D.
Ing. Petr Homolka, Ph.D.
Ing. Veronika Koukolová, Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha Uhřetěves, Oddělení výživy
a krmení hospodářských zvířat

Oponenti: Prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc.

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
Ústav výživy zvířat a pícninářství

Ing. Juraj Saksún

Ministerstvo zemědělství České republiky
Odbor živočišných komodit

ISBN 978-80-7403-011-6

Vydáno bez jazykové úpravy.

Metodika vznikla jako součást řešení výzkumného záměru MZE0002701403.