

RISTIKU JA KÕRRELISTE SEGUDE NING NENDE SILO TOITAINETE LÕHUSTUVUSEST VEISTE VATSAS

M. Vadi, A. Jürgenson, H. Kaldmäe, A. Olt

ABSTRACT. *Ruminal degradability of clover-grass mixtures and silages.* The objective of the study was to determine the nutritive value of fresh mixtures and silage of red clover and grass (75% and 50% red clover), and to study degradability kinetics of crude protein and neutral detergent fibre (NDF) in the rumen. It was investigated to which extent the value of effective protein degradability is affected by the washing loss of feed particles from nylon bags, by microbial contamination and passage rate.

In sacco experiments with fistulated cows were arranged. Feed samples were incubated in the rumen for 2, 4, 8, 16, 32 and 64 hours. According to the nutrients degraded in different incubation hours, the effective degradability of protein and NDF was calculated.

The experiment revealed that protein degradability was more rapid in silage than in fresh grass. In 8 hours more than 50% of the protein of the fresh clover-grass mixture was degraded. In two incubation hours 78.2% of protein of test silage 1 prepared from the same material (75% clover) and 76.8% of test silage 2 (50% clover) was degraded. The effective protein degradability of fresh clover-grass mixture 1, the test silage and silage with AIV-2000 was 64.4%, 85.2% and 79.7%, respectively. In mixture 2 these values were 68.0%, 83.8% and 78.0%, respectively.

Effective degradability of NDF in clover-grass silages ranged between 28.7 and 33.9%.

As the result of the washing loss of feed particles from nylon bags, the effective protein degradability increased by 1.6 to 1.8% in grass and by 4.1 to 4.6% in silages. In calculating effective degradability it is necessary to choose the right passage rate. At a passage rate of 8% per hour, the effective degradability of the fresh clover-grass mixture 1 was by 18% and in test silage by 15.4% lower than at a passage rate of 5% per hour.

Keywords: silage, additive, neutral detergent fibre, crude protein, degradability.

Sissejuhatus

Viimastel aastakümnetel on eri maade söötmisalastes uuringutes asetatud pearõhk söötade toitainete lõhustuvusele ja selle kineetikale veiste vatsas, sest kõrgetoodanguliste lehmade ratsioonide koostamisel on oluline arvestada ka vatsafermentatsioonil toimuvate protsessidega.

Veiste ratsioonis on peamiseks energiaallikaks süsivesikud, mis moodustavad 60–70%. Süsivesikute ülesandeks on varustada energiaga vatsa mikroobe ja peremeeslooma.

Söötade süsivesikud jaotatakse struktuurseteks ja mittestruktuurseteks fraktsioonideks. Struktuurne fraktsioon koosneb pektiinist, tselluloosist, hemitselluloosist ja ligniinist. Mittestruktuurse fraktsiooni põhilised komponendid on suhkrud ja tärklis ning fermenteeritud söötades ka lenduvad rasvhapped (Chase, 2002).

Vatsas lõhustatakse mikroorganismide poolt tselluloos, hemitselluloos, pektiinained, pentosaanid ja fruktosaanid. Lisaks sünteesitakse kõiki loomale vajalikke aminohappeid ja mitmeid vitamiine. Liht- ja kompleksseid süsivesikuid muundatakse lenduvateks rasvhapeteks, süsihappegaasiks ning metaaniks. Erinevad mikroorganismide populatsioonid lõhustavad vatsas tselluloosist ja hemitselluloosist 30–50%, tärglisest 70% ning enamikust suhkrutest 100% (Linn jt, 1994).

Noceki (1994) andmete põhjal peaks kõrgetoodanguliste lehmade ratsioon sisaldama kokku süsivesikuid 78% ja vatsas omastatavaid 53%. Hoover ja Stokes (1991) soovivad hoida ratsioonis mittestruktuursete süsivesikute suhte kogu süsivesikutesse konstantsena 56% piires.

Söötade proteiin koosneb valgust ja mittevalgulisest lämmastikust, mis võib moodustada kuni 30% kogu proteiinist. Erinevatel söötadel on varieeruv valguliste ja mittevalguliste fraktsioonide suhe, millest sõltub proteiini lõhustuvus- ja söödaosakeste vatsaläbimiskiirus (Cottrill, 1996).

Proteiin nagu ka süsivesikud alluvad vatsas mikrobialsele hüdrolyüsile. Vatsa sattunud proteiinid lagundatakse mikroorganismide poolt lihtsateks lämmastikühenditeks, ning kasutatakse neid enda rakuvalgu sünteesiks. Proteiinide lõpp-produktiks vatsas on ammoniaak, lenduvad rasvhapped ja süsihappegaas. Keskmiselt lõhustub söödaproteiinist vatsas 60–80%, mittevalguline lämmastik aga peaaegu täielikult (Kärt, 1996).

Ratsiooni koostamisel on olulise tähtsusega muutused proteiini fraktsioonides, mis esinevad sööda koristamisel ja säilitamisel. Närvutamisel ja silo fermentatsiooniprotsessil muundub osa valgust lahustuvaks mittevalguliseks lämmastikuks. Uuringud on näidanud, et lahustuv proteiin moodustab silos 50–80% kogu proteiinist. Silo proteiin on suurema lahustuvusega kui värske rohu proteiin (Makoni jt, 1994).

Kõrreliste ja liblikõieliste rohu proteiinis on mittevalgulist lämmastikku 10–15%, heinas 15–25% ja silos 30–65% (Messman jt, 1994). Fermenteeritud söötades on rohkem mittevalgulist lämmastikku, sest nad sisaldavad rohkem vabu aminohappeid, ammoniaaki ja amiine, kuid vähem on neis peptiide ja nitraate (Van Soest, 1994).

Van Soesti (1994) andmete põhjal on värske rohu toorproteiinis 20–30% mittevalgulist lämmastikku, 60–70% tõeliselt omastatavat ja 4–15% mitteomastatavat proteiini.

Kõrgetoodanguliste lehmade ratsioon peaks sisaldama kogu proteiinist 60–65% lõhustuvat, 35–40% mittelõhustuvat ja 30–35% lahustuvat proteiini (NRC, 1989).

Optimaalne ammoniaagi kasutamine vatsa mikroorganismide poolt sõltub ratsiooni lämmastiku ja energia tasakaalust. Suurimaks puuduseks rohusilo omastamisel on lämmastiku ja energia erinevatel aegadel vabanemine vatsas.

Ammoniaagi vabanemine rohusilo mittevalgulisest lämmastikust on väga kiire ja see vajab ka kiiret energia vabanemist vatsas, et kindlustada efektiivsemat ammoniaagi omastamist vatsa mikroobide poolt. Vatsa fermentatsiooniprotsesse on võimalik parandada, kasutades heintaimede sileerimisel kindlustuslisandeid (Sinclair jt, 1993; Bello jt, 1999).

Sööda proteiini lõhustuvust vatsas mõjutavad mitmed faktorid (Broderick jt, 1991; Sniffen jt, 1992; Holden jt, 1994), nagu

- a) mittevalgulise proteiini ja valgu suhe söödas,
- b) valkude füüsikaline ja keemiline koostis,
- c) proteiini vatsas peetumise aeg,
- d) mikroorganismide proteolüütiline aktiivsus,
- e) vatsa pH.

Söötade toitainete lõhustuvuse uuringud viiakse läbi *in sacco* katsetega, mis on väga töömahukad.

Proteiini efektiivse lõhustuvuse arutamisel tuleb arvestada, et kõik lahustumise kaod ei ole üheselt lahustuvad, vaid kotikeste pesemisel võib esineda sööda peente osiste kadu läbi koti seinte. Ulatuslik materjali kadu kotist viib lõhustuvuse näitajate ülehindamisele (Tamminga jt, 1990).

Vatsas inkubeerimisel võivad seedumatud söödaosakesed saastuda mikroobse lämmastikuga. Kui ei tehta vastavaid parandusi, siis on proteiini efektiivse lõhustuvuse väärtus alahinnatud (Cottrill, 1996).

Tänapäeval on kasutusele võetud söödas sisalduva proteiini paremaks hindamiseks metaboliseeruva proteiini mõiste, mis näitab kaksteistsõrmiksooles imendunud aminohapete kasutamist mäletsejaliste poolt. Üheks tähtsamaks suuruseks metaboliseeruva proteiini arutamisel on proteiini lõhustuvus vatsas. Kui põhiline arusaam metaboliseeruvast proteiinist on erinevates riikides kasutatavates hindamissüsteemides sama, siis lähenemise ja arutamise viisid on erinevad.

Mõnel söödal, eriti segusöötadel, mis sisaldavad erinevaid komponente, on osakeste kadu kotikestest oluline. Potentsiaalselt suure osakeste kao tõttu jõusööda segudes ja teiste peene jahvatusastmega söötades on vajalik korrigeerida proteiini efektiivse lõhustuvuse väärtust (Madsen jt, 1995).

Pole selgitatud, kas proteiin, mis lahkeb kotikeste pooride kaudu, on sarnane proteiiniga, mis jääb kotikestesse (Tuori jt, 1998).

Madseni jt (1995) andmetel on oluline arvestada söödaosakeste mikroobse saastumisega vähese proteiinisaldusega koresöötades, kuid jõusöötades on see väikse tähtsusega.

Korrektuur mikroobsele saastumisele silo proteiini lõhustuvusel ei anna kõigil juhtudel rahuldavaid tulemusi. Mõnel juhul annab korrigeerimine väärtused, mis on 100% lähedased või isegi üle selle. See on juhtudel, kui sööda seeduvus on kõrge.

Proteiini efektiivse lõhustuvuse suurenemine rohusöötades ja vähenemine jõusöötades andis söödaosakeste läbimiskiirusel vatsas 5% tunnis võrdse peensooles absorbeerunud aminohapete hulga, kasutades arutamisel nii korrigeerimata kui ka mikroobsele saastumisele korrigeeritud lõhustuvuse väärtusi (Tuori jt, 1998).

Eri maade teadlased kasutavad efektiivse lõhustuvuse arutamisel erinevaid söödaosakeste läbimiskiirusi vatsas (Madsen jt, 1995).

Uurimistö eesmärgiks oli selgitada ristiku ja kõrreliste (75% ja 50% ristikut) segude ja nende silo toiteväärtust, samuti proteiini ja neutraaldetergentkiu lõhustuvuse kineetikat vatsas.

Võtmesõnad: silo, konservant, neutraaldetergentkiud, toorproteiin, lõhustuvus.

Materjal ja meetodika

Katses uuriti varase punase ristiku 'Jõgeva 433' ja kõrreliste heintaimede segu värsket rohtu ja nendest silo toiteväärtust ning proteiini ja neutraalkiu (NDF) lõhustuvuse kineetikat veiste vatsas.

Ristiku ja kõrreliste segu I (75% ristikut) koristati õiepungade moodustamise faasis (ÕPM) ning ristiku-kõrreliste segu II (50% ristikut) loomise algul (LA) Tartu Agro põldudel.

Haljasmass hekseldati ja külmutati. Ülejäänud haljasmassist valmistati katsesilod konservandiga AIV 2000 ja konservandita kolmeliitristesse klaaspurkidesse. Silopurgid avati 90. säilituspäeval. Nendest määrati loomakasvatusinstituudi söötmissosakonnas keemiline koostis üldtunnustatud EL meetodikate järgi. Neutraal- ja happedetergentkiu sisaldus määrati ANKOM-i aparaadiga Van Soesti (1994) meetodika järgi.

Osa silost pandi kilekottidega sügavkülma ja hoiti *in sacco* toitainete lõhustuvuse määramiseni. Rohi ja silo jahvatati külmunult ning kaaluti igasse polüesterkotti umbes 4 g uuritavat sööta arvestatuna kuivaines.

In sacco katsed viidi läbi loomakasvatusinstituudi Eerika õppe-katsetalu laudas vatsafistuliga varustatud eesti holsteini tõugu lehmaga 2003. aasta talvel.

Söötasid inkubeeriti vatsas vastavalt 2, 4, 8, 16, 32 ja 64 tundi. Kotid proovidega asetati vatsa etteantud kellaaegadel ja võeti korraka välja. Toitainete lahustuvus, s.o 0-tunni lõhustumise väärtus saadi kottide külmpesemisel automaatpesumasinas. Enne vatsa asetamist ja ka lahustuvuse määramist leotati kotte proovidega leiges vees (35°) (Batajoo, Shaver, 1994).

Söötade toitainete lõhustuvus vatsas arvutati toitainete kao järgi kottidest inkubatsiooniperioodi jooksul (Varvikko, Vanhatalo, 1992).

Kasutades erinevatel inkubatsioonitundidel lõhustunud proteiini ja NDF väärtusi, arvutati nende efektiivne lõhustuvus Ørsakovi ja McDonaldi (1979) poolt väljatöötatud võrrandi abil. Arvestati, et ühe tunni jooksul läheb vatsast peensoolde 5% vatsasisaldist.

Proteiini efektiivset lõhustuvust korrigeeriti, arvestades sööda vees lahustuva lämmastiku sisaldust ja lämmastiku kadu kotikestest nende pesemisel (Madsen, Hvelplund, 1994).

$$\text{Korrigeeritud efektiivne lõhustuvus} = A + [(100 - A) / (100 - B)] / (C - B),$$

- kus: A – vees lahustuv lämmastik, %,
B – lämmastiku kadu kotikestest pesemisel, %,
C – korrigeerimata efektiivne lõhustuvus, %.

Korrigeeriti proteiini efektiivset lõhustuvust söötades, arvestades söödajääkide saastumist mikroobse proteiiniga vatsas inkubeerimisel (Michalet-Doreau, Ould-Bah, 1989):

proteiini efektiivne lõhustuvus (korrigeeritud) = proteiini efektiivne lõhustuvus (korrigeerimata) + (20,2 – 0,674 toorproteiin).

Tulemused ja arutelu

Ristiku-kõrreliste segu I (75% ristikut) õiepungade moodustamisel ja segu II (50% ristikut) loomise algul koristati samaaegselt. Ristikurohke (75% ristikut) rohi sisaldas 35 g/kg vähem kuivainet, 8 g/kg vähem proteiini ja 36 g/kg vähem NDF-i kui teise aasta segu (50% ristikut). Uuritud söötade keemiline koostis ja toiteväärtus on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Ristiku ja kõrreliste segude ning nende silo keemiline koostis
Table 1. Chemical composition of clover-grass mixtures and their silages

Näitajad Items	Ristiku-kõrreliste segu I (75% ristikut) ÖPM Clover-grass mixture I (75% clover) BF			Ristiku-kõrreliste segu II (50% ristikut) LA Clover-grass mixture II (50% clover) EF		
	värske rohi fresh grass	kontroll-silo control silage	silu AIV 2000-ga silage with AIV 2000	värske rohi fresh grass	kontroll-silo control silage	silu AIV 2000-ga silage with AIV 2000
Kuivaine / Dry matter, g/kg ⁻¹	237	214	234	272	245	260
Kuivaines / In dry matter, g/kg ⁻¹						
toorproteiin / crude protein	150	174	159	158	169	169
toortuhk / crude ash	89	109	96	75	82	77
toorkiud / crude fibre	196	228	208	220	228	207
NDF	376	363	376	412	450	442
ADF	228	260	239	223	262	243
toorrasv / crude fat	36	36	31	59	43	56
N-ta ekstraktiivained / N-free extractives	529	454	505	488	479	487
metaboliseeruv energia, MJ/kg ⁻¹ metabolizable energy, MJ/kg ⁻¹	10,7	10,0	10,0	11,3	10,4	10,5
seeduv proteiin / digestible protein, g/kg ⁻¹	110	122	112	114	118	119
metaboliseeruv proteiin, g/kg metabolizable protein, g/kg	83	79	80	84	81	81

Uuritud punase ristiku ja timuti segud I ja II sileerusid konservandiga AIV 2000 hästi ning kontrollsilod rahuldavalt. Lisandiga silode ammoniaaklämmastikuisaldus üldlämmastikus oli 5,03–5,07% ja võihappesisaldus 0,01–0,02%, kontrollsilodes vastavalt 5,2–8,2% ja 0,31–0,35%.

Proteiini lõhustuvus

Uuritud söötade proteiini lõhustuvus vatsas oli intensiivne. Kui kahe esimese tunniga lõhustus segude I ja II rohu proteiinist 33,1–34,2%, siis kaheksa tunniga oli lõhustunud üle poole proteiinist ja 64 tunniga juba üle 90% (tabel 2).

Tabel 2. Ristiku ja kõrreliste segude ning nendest silo proteiini lõhustuvus, %
Table 2. Protein degradability of the clover-grass mixtures and their silages, %

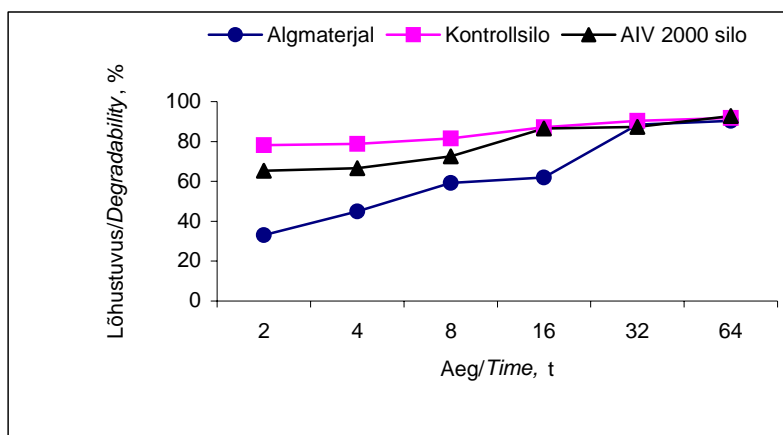
Materjal <i>Material</i>	Inkubatsiooni aeg / <i>Incubation time, h</i>						Efektiivne lõhustuvus <i>Effective degradation</i>
	2	4	8	16	32	64	
Ristiku-kõrreliste segu I (75% ristikut) <i>Clover-grass mixture I (75% clover)</i>							
värske rohi / <i>fresh grass</i>	33,1	44,9	59,3	61,9	88,5	90,4	64,4
kontrollsilu / <i>control silage</i>	78,2	78,8	81,6	87,2	90,4	91,8	85,2
silu AIV 2000-ga / <i>silage with AIV 2000</i>	65,4	66,6	72,5	86,5	87,3	92,7	79,7
Ristiku-kõrreliste segu II (50% ristikut) <i>Clover-grass mixture II (50% clover)</i>							
värske rohi / <i>fresh grass</i>	34,2	41,6	56,5	79,7	89,3	91,7	68,0
kontrollsilu / <i>control silage</i>	76,8	78,4	79,8	85,2	87,9	92,5	83,8
silu AIV 2000-ga / <i>silage with AIV 2000</i>	65,1	67,2	73,2	80,7	85,9	93,3	78,0

Rohu sileerimise fermentatsiooniprotsessidel muutub suur osa lämmastikühenditest lahustuvaks mittevalguliseks fraktsiooniks, mis soodustab proteoolüütiliste bakterite arvukuse tõusu ja allub seetõttu kergesti mikrobiaalsele hüdrolyüsile vatsas.

On kindlaks tehtud, et värskes rohus, närvutatud rohus ja heinas olev proteiin lõhustub vatsas võrdses ulatuses ja võrdse kiirusega. Seevastu silos oleva proteiini lõhustuvus on oluliselt suurem eespool nimetatud rohusöötade proteiini lõhustuvusest (Petit, Tremblay, 1992).

Kontrollsilodes lõhustus kahe esimese inkubatsioonitunniga juba 76,8–78,2% proteiinist, seega segus I 45,1% ja segus II 42,6% võrra rohkem võrreldes nende värskes rohuga. 64. inkubatsioonitunnil oli kontrollsilode proteiini lõhustuvus ligilähedane rohtudele.

Konservandi kasutamine rohusöötade valmistamisel protekteerib proteiini. Seetõttu lõhustus ristiku-kõrreliste segust I AIV 2000-ga valmistatud silos kahel esimesel inkubatsioonitunnil 12,8% ja segus II 11,7% võrra vähem proteiini kui kontrollsilodes (joonis 1). Konservandi AIV 2000 kasutamisel vähenes proteiini efektiivne lõhustuvus segus I 5,5% ja segus II 5,8% võrra võrreldes samast materjalist kontrollsilodega.



Joonis 1. Proteiini lõhustuvus ristiku-kõrreliste segudes (75% ristikut)
Figure 1. Protein degradability of the clover-grass mixtures (75% clover)

Floresi jt (1999) uurimused üheaastasest raiheinast siloga näitasid, et bioloogiline juuretis vähendab lämmastiku lõhustuvust vatsas 2,1% ja sipelghape 0,9% võrra võrreldes kontrolliga. Verbi jt (1999) andmetel vähenes sipelghappega valmistatud kõrrelistesilo efektiivne proteiini lõhustuvus võrreldes kontrollsilodega 5,5% võrra.

AIV 2000-ga silode proteiini efektiivne lõhustuvus oli segus I 79,7% ja ristiku-kõrreliste segus II 78,0%. Saadud väärtused olid ligilähedased Homolka jt (2003) katses saadud kõrrelistesilo proteiini lõhustuvusele. Nende andmetel oli proteiini efektiivne lõhustuvus kõrreliste silos 78,5%, ristikusilodes 75,8% ning lutsernisilos 84,4–85,5%. Kaldmäe jt (2003) andmetel lõhustus ristikusilode proteiinist 74,3% ja lutsernisilodes 84,8%.

Uuriti, mil määral mõjutab proteiini efektiivse lõhustuvuse väärtusi osakeste kadu kotikestest pesemisel, söödaosakeste mikroobne saastumine ning söödaosakeste läbimiskiirus vatsas.

Vees lahustuv proteiin määrati proovi pesemisel filterpaberile kogutud söödajäägi proteiinisalduse põhjal. Vees lahustuvat proteiini oli uuritud ristiku-kõrreliste segudest kontrollsilos 71,3–71,7%, konservandiga silodes 55,2–59,8% ja algmaterjalil vaid 24,3–26,4% (tabel 3).

Tabel 3. Korrigeeritud proteiini efektiivne lõhustuvus (EL), arvestades osakeste kadu kotist ja söödajääkide saastumist mikroobse proteiiniga

Table 3. Effective degradability of corrected protein considering washing loss and contamination of feed particles with microbial protein

Materjal Material	Vees lahustuv proteiin Water-soluble protein %	Proteiini kadu kotikestest pärast pesemist Loss of protein from bags after washing %	EL korrigeerimata EPD uncorrected %	EL korrigeeritud* EPD corrected* %	EL korrigeeritud** EPD corrected** %
Ristiku-kõrreliste segu I (75% ristikut) Clover-grass mixture I (75% clover)					
värske rohi / fresh grass	26,4	29,5	64,4	62,8	74,2
kontrollsilos / control silage	71,7	77,7	85,2	81,1	93,8
silos AIV 2000-ga / silage with AIV 2000	59,8	64,7	79,7	76,9	90,2
Ristiku-kõrreliste segu (50% ristikut) II Clover-grass mixture II (50% clover)					
värske rohi / fresh grass	24,3	28,3	68,0	66,2	77,6
kontrollsilos / control silage	71,3	77,6	83,8	79,2	93,3
silos AIV 2000-ga / silage with AIV 2000	55,2	63,2	78,0	73,2	87,5

* – korrigeeritud EL osakeste kaole kotist / EPD corrected to the particle loss

** – korrigeeritud EL mikroobsele saastumisele vatsas / EPD corrected to microbial contamination in the rumen
EPD – effective degradation of protein

Võrreldes vees lahustuva proteiini sisaldust ja proteiini kadu pesemisel, saadi kotikeste pesemisel tulemusteks segu I rohus 3,1%, kontrollsilos 6,0% ja konservandiga silos 4,9% võrra kõrgemad proteiini lahustuvuse väärtused. Analoogsed näitajad olid ka segu II puhul. Korrigeerimata proteiini efektiivseks lõhustuvuseks saadi ülehinnatud tulemused, segu I rohus 1,6%, kontrollsilos 4,1% ja konservandiga silos 2,8% võrra.

Võrreldes korrigeerimata proteiini efektiivset lõhustuvust korrigeeritud lõhustumisega, kus arvestati söödaosakeste mikroobset saastumist vatsas, saadi segude I ja II rohu ning silode proteiini efektiivse lõhustuvuse korrigeerimisel 8,6–9,8% võrra kõrgemad väärtused.

Meie katseandmete põhjal mõjutab proteiini efektiivset lõhustuvust kõige enam söödaosakeste läbimiskiirus vatsas. Kasutades liiga suuri läbimiskiiruse väärtusi, saadi madal toitainete lõhustuvus vatsas. Võttes söödaosakeste läbimiskiiruseks vatsas 8% tunnis, saadi ristiku-kõrreliste segu I proteiini efektiivseks lõhustuvuseks rohus 46,4%, kontrollsilos 69,8%, AIV lisandiga silos 63,0%. Kui läbimiskiiruseks arvestati 5% tunnis, olid vastavad näitajad 64,4%, 85,2% ja 79,7%.

Proteiini efektiivseks lõhustuvuseks läbimiskiirusel 8% tunnis saadi segu II rohus 48,7%, kontrollsilos 68,5% ning konservandiga silos 62,1% ja läbimiskiirusel 5% tunnis vastavalt 68,0%, 83,8% ja 78,0%.

NDF lõhustuvus

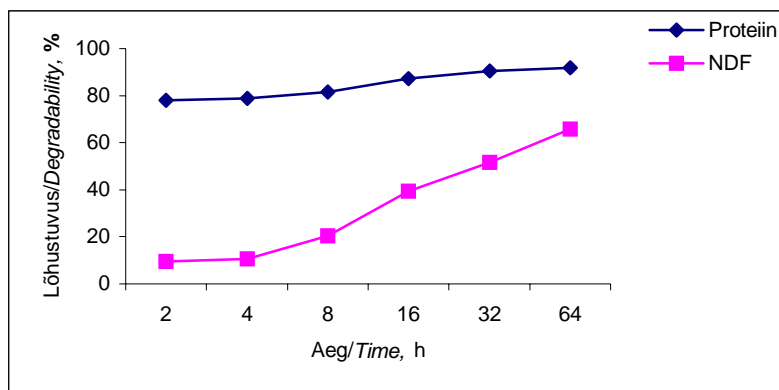
Ristiku-kõrreliste neutraaldetergentkiu lõhustuvuse uurimine vatsas näitas, et rohu NDF lõhustub aeglasemalt kui samast materjalist silos. Sileerimine parandas neutraalkiu lõhustuvust. Segu I kontrollsilos NDF lõhustus teisel inkubatsioonitunnil 8,4% võrra ja segu II kontrollsilos NDF 3,6% võrra rohkem kui rohus. Ka punase ristiku sordi 'Ilte' rohu neutraalkiu lõhustumine teisel inkubatsioonitunnil oli väiksem kui silos, väärtused vastavalt rohus 6,8%, konservandiga silos 11,3% ja AIV 2000-ga silos 8,4% (Olt, 2003).

Tabel 4. Ristiku ja kõrreliste segude ja nendest silo NDF lõhustuvus, %
Table 4. NDF degradability of the clover-grass mixtures and their silages, %

Materjal/Material	Inkubatsiooni aeg / Incubation time, h					
	2	4	8	16	32	64
Ristiku-kõrreliste segu (75% ristikut) <i>Clover-grass mixture (75% clover)</i>						
värske rohi / <i>fresh grass</i>	1,2	9,8	17,5	24,8	55,8	70,1
kontrollsilo / <i>control silage</i>	9,6	10,5	20,3	39,4	51,7	65,7
silo AIV 2000-ga / <i>silage with AIV 2000</i>	5,8	9,0	19,2	36,5	42,6	70,2
Ristiku-kõrreliste segu (50% ristikut) <i>Clover-grass mixture (50% clover)</i>						
värske rohi / <i>fresh grass</i>	0,0	0,0	14,4	41,8	62,4	74,2
kontrollsilo / <i>control silage</i>	3,6	8,7	13,0	30,8	42,3	75,9
silo AIV 2000-ga / <i>silage with AIV 2000</i>	3,4	7,2	16,1	28,4	35,3	76,1

Kui punase ristiku rohke segu I konservandita silo neutraalkiu efektiivne lõhustuvus oli 33,9% ja AIV 2000-ga silos 30,8% ja segus II vastavalt 28,7% ja 26,7%, siis punase ristiku silos Olti (2003) andmetel 32,9% ja 32,4%.

Vastandina proteiinile lõhustus neutraaldetergentkiud vatsas aeglaselt (joonis 2). Kui ristiku-kõrreliste segu I kontrollsilos lõhustus proteiinist teiseks inkubatsioonitunniks 78,2% ja 64. tunniks juba 91,8%, siis neutraaldetergentkiust ainult 9,6% ja 65,7%.



Joonis 2. Proteiini ja NDF lõhustuvus ristiku-kõrreliste segust (75% ristikut) kontrollsilos
Figure 2. Protein and NDF degradability in control silage of clover-grass mixture (75% clover)

Silo proteiini kiirel lõhustumisel tekib vatsas hulgaliselt ammoniaaki. Kuid neutraalkiud lõhustus uuritud silodes ja ka värskes rohus esimestel inkubatsioonitundidel vähesel määral. Samuti oli NDF lõhustuvus suhteliselt aeglane. Selle tõttu tekib vatsas ammoniaagi liig, sest mikroorganismid ei suuda teda ära kasutada, kuna neil ei jätku elutegevuseks kiust saadavat energiat.

Kokkuvõte ja järeldused

Samal ajal koristatud punase ristiku ja kõrreliste segu I (75% ristikut) rohi õiepungade moodustamisel ja segu II (50% ristikut) loomise algul oli sarnase keemilise koostisega. Segu II värskes rohus sisaldas vaid veidi rohkem kuivainet, proteiini ja neutraalkiudu kui segu I, vastavalt 35 g/kg, 24 g/kg ja 36 g/kg.

Uurimistulemuste põhjal saab teha järgmised järeldused.

1. Ristiku-kõrreliste silo proteiini lõhustuvus oli kiire. Juba esimese kahe tunniga lõhustus ristikurohke segu I silo proteiinist 78,2% ja segust II 76,8%, rohust aga vähem, vastavalt 33,1% ja 34,2%.

2. Konservant AIV 2000 protekteeris proteiini lõhustuvust vatsas. Kahe tunniga lõhustus segust I konservandiga silos 12,8% ja segust II 11,7% võrra vähem proteiini kui kontrollsilodes. Proteiini efektiivne lõhustuvus segu I värskes rohus oli 64,4%, kontrollsilos 85,2% ja AIV 2000-ga konserveeritud silos 79,7% ning segus II vastavalt 68,0%, 83,8% ja 78,0%.

3. Neutraaldetergentkiu lõhustuvus vatsas oli punase ristiku ja kõrreliste rohus ja nendest tehtud silos aeglane. Segu II rohus ei lõhustunud NDF neljal esimesel inkubatsioonitunnil ja segus I lõhustus vaid 9,8%. Sileerimisel paranes NDF lõhustuvus, olles segu I kontrollsilos teisel inkubatsioonitunnil 8,4% ja segus II 3,6% võrra kõrgem kui rohus.

4. Proteiini efektiivne lõhustuvus punase ristiku ja kõrreliste silodes oli 83,8–85,2% ja neutraalkiu lõhustuvus 28,7–33,9%.

5. Arvestades vees lahustuva proteiini sisaldust ja proteiini kadu *in sacco* kotikestest pesemisel, saadakse proteiini efektiivse lõhustuvuse väärtuseks kotikeste pesemisel suuremad tulemused: rohus kuni 1,6–1,8% ja silodes 4,1–4,6% võrra.

6. Korrigeerides proteiini efektiivset lõhustuvust, arvestades söödaosakeste mikroobset saastumist vatsas, saadi 8,6–9,8% võrra kõrgemad lõhustuvuse näitajad kui korrigeerimata efektiivsel lõhustuvusel.

7. Oluline on efektiivse lõhustuvuse arvutamisel valida õige söödaosakeste läbimiskiirus vatsas. Kui arvutamisel valiti söödaosakeste läbimiskiiruseks 8% tunnis, saadi ristiku ja kõrreliste segu (75% ristikut) rohul 18,0% ja kontrollsilol 15,4% võrra madalam proteiini efektiivse lõhustuvuse väärtus kui läbimiskiirusel 5% tunnis.

Tänuavaldus

Autorid tänavad haridusministeeriumi ja Eesti Teadusfondi grandid 4985 finantseerijaid.

Kirjandus

- Batajoo, K. K., Shaver, R. D. 1994. Impact of Nonfiber Carbohydrate on Intake, Digestion and Milk Production by Dairy Cows. – J. Dairy Sci., vol. 77, No 6, p. 1580–1588.
- Bello, S. M., Warren, H. E., Adesogan, T. D. 1999. The effect of applying different additives *in situ* rumen degradation of nitrogen and neutral detergent fibre in pea-wheat bi-crop silages. – Conference Proceedings the XII-th International Silage Conference. Silage production in relation to animal performance, animal health, meat and milk quality. July 5–7, Uppsala, Sweden, p. 151–152.
- Broderick, G. A., Wallace, R. J., Ørskov, E. R. 1991. Control of rate and extent of protein degradation. – Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants. Academic Press, Orlando, p. 541–592.
- Chase, L. E. 2002. Feeding dairy cows of high genetic merit. – Recent Developments in Ruminant Nutrition 4, Nottingham, p. 1–11.
- Cottrill, B. R. 1996. Characterisation of nitrogen in ruminant feeds. – Recent Developments in Ruminant Nutrition 3, p. 167–211.
- Flores, G., Castro, J., Arraez, A. G., Amil, A., Brea, T., Warleta, M. G. 1999. Effect of a biological additive on silage fermentation digestibility, ruminal degradability, intake and performance of lactating dairy cattle in Galicia (NW Spain). – Conference Proceedings the XIIth International Silage Conference. Silage production in relation to animal performance, animal health, meat and meat quality, July 5–7, Uppsala, Sweden, p. 181–182.
- Holden, L. A., Glenn, B. P., Erdman, R. A., Potts, W. E. 1994. Effects of alfalfa and orchardgrass on digestion by dairy cows. – J. Dairy Sci., vol. 77, p. 2580–2594.
- Homolka, P., Trínáctý, J., Tománková, O., Čerešňáková, Z. 2003. Nutritive value of silages for ruminants. – 11th International Scientific symposium. Forage conservation, 9.–11. September 2003, Nitra, Slovak Republic, p. 162–163.
- Hoover, W. H., Stokes, S. R. 1991. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. Journal of Dairy Science, vol. 74, p. 3630.
- Kaldmäe, H., Olt, A., Vadi, M. 2003. Nutritive value of legume silages. – 11th International Scientific Symposium. Forage conservation, 9.–11. September 2003, Nitra, Slovak Republic, p. 168–169.
- Kärt, O. 1996. Uurimused veiste söödaratsiooni energiasalduse suurendamise võimaluste kohta. – Doktoridissertatsioon, Eesti Põllumajandusülikool, Tartu, 130 lk.
- Linn, J. G., Hutjens, M. F., Shaver, R., Otterby, D. E., Howard, W. T., Kilmer, L. H. 1994. Feeding of dairy herd, 51 pp.
- Madsen, J., Hvelplund, T. 1994. Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. – Anim. Prod. Sci., vol. 39, p. 201–212.
- Madsen, J., Hvelplund, T., Weisbjerg, M. R., Bertilsson, J., Olsson, I., Spörndly, R., Harstad, O. M., Volden, H., Tuori, M., Varvikko, T., Huhtanen, P., Olafsson, B. L. 1995. The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants. A revision. – The Norwegian Journal of Agricultural Science. Supplement No. 19, p. 1–37.
- Makoni, N. F., Shelford, J. A., Fisher, L. J. 1994. Initial rates of degradation of protein fractions from fresh, wilted and ensiled alfalfa. – Journal of Dairy Science, vol. 77, p. 1598–1903.
- Messman, M. A., Weiss, W. P., Koch, M. E. 1994. Changes in total and individual proteins during drying, ensiling and ruminal fermentation of forages. – J. Dairy Sci., vol. 77, p. 492–500.
- Michalet-Doreau, B., Ould-Bah, M. Y. 1989. Estimation of the extent of bacterial contamination in bag residues and its influence on *in sacco* measurements of forage nitrogen degradation in rumen. XII International Grassland Congress, Nice, p. 909–910.

- National Research Council (NRC). 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Revised Edition. Washington: National Academy of Science.
- Nocek, J. E. 1994. Effective management of rumen carbohydrates in rations for dairy cattle. – Proceedings 55th Minnesota Nutrition Conference, p. 165.
- Olt, A. 2003. Eestis aretatud liblikõieliste heintaimede ja nendest valmistatud silode keemilisest koostisest ning toitainete omastamisest. Väitekirj, Tartu: Paar, 72 lk.
- Ørskov, E. R., McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. – J. Agric. Sci., vol. 92, p. 499–503.
- Petit, H. V., Tremblay, G. F. 1992. In situ degradability of fresh grass and grass conserved under different harvesting methods. – J. Dairy Sci., vol. 75, p. 774–781.
- Sinclair, L. A., Garnsworthy, P. C., Newbold, J. R., Buttery, P. J. 1993. Effect of cynchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. – J. Agr. Sci., Cambridge, p. 251–263.
- Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G., Russell, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II Carbohydrate and protein availability. – J. Anim. Sci., vol. 70, p. 3562–3577.
- Tamminga, S., van Vuuren, A. M., van der Koelen, C. J. 1990. Ruminant behaviour of structural carbohydrates and crude protein from concentrate ingredients in dairy cows. – Netherlands Journal of Agricultural Science, vol. 38, p. 513–526.
- Tuori, M., Kaustell, K. V., Huhtanen, P. 1998. Comparison of the protein evaluation systems of feeds for dairy cows. – Livestock Production Science vol. 55, p. 33–46.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press, Ithaca and London, 476 pp.
- Varvikko, T., Vanhatalo, A. 1992. Effect of supplementary energy and protein feeding on the true digestion of grass-silage organic matter, cell walls and nitrogen estimated by the combined synthetic-fibre-bag method in cows. – Can. J. Sci., vol. 72, p. 671–678.
- Verbi, J., Ørskov, E. R., Gajnar, J., Chen, X. B., Nidarši-Pongrac, V. 1999. The effect of method of forage preservation on the protein degradability and microbial protein synthesis in the rumen. – Animal Feed Science and Technology, vol. 82, p. 195–212.

Ruminal degradability of clover-grass mixtures and silages

M. Vadi, A. Jürgenson, H. Kaldmäe, A. Olt

Summary

The objective of the study was to investigate the nutritive value and ruminal degradation kinetics of crude protein and NDF of the mixtures of red clover and grasses (75% and 50% clover) and their silages. It was studied to which extent the value of effective protein degradability is affected by the washing loss of feed particles from *in sacco* bags, by microbial contamination and ruminal passage rate.

In sacco experiments with fistulated cows were arranged. Samples of clover-grass mixture, test silage and silage prepared with AIV-2000 were incubated in the rumen for 2, 4, 8, 16, 32 and 64 hours. Effective degradability was calculated on the basis of crude protein and NDF, degraded during incubation. In calculating effective protein degradability, corrections associated with the loss of small particles through bag pores and with microbial contamination in the rumen were done. It was calculated to which extent the value of effective protein degradability is affected by different passage rates of feed particles (5 and 8% per hour).

Chemical compositions of the fresh red clover-grass mixture 1 (75% clover) at flower bud formation and that of mixture 2 (50% clover) at the beginning of formation were similar when harvested simultaneously. Compared to mixture 1, the fresh grass of mixture 2 was a little higher in dry matter (35 g/kg), protein (24 g/kg) and NDF (36 g/kg).

On the basis of research results the following conclusions can be made:

1. Protein degradability of the clover-grass silage was rapid. Already in the first two hours the protein degradability of silage from clover-rich mixture 1 was 78.2% and that of mixture 2 was 76.8%. The same values for fresh grass were lower – 33.1 and 34.2, respectively.

2. Additive AIV-2000 protected the ruminal protein degradability. In two hours the protein degradability of silage 1 with AIV-2000 was lower by 12.8% and that of mixture 2 by 11.7% compared to these of test silages. The effective protein degradability of the fresh grass of mixture 1 was 64.4%, that of the test silage 85.2% and that of silage with AIV-2000 79.7%. In mixture 2 the values were 68.0%, 83.8% and 78.0%, respectively.

3. Ruminal degradability of NDF in the fresh clover-grass mixture and in the silage prepared from them was slow. In the fresh grass of mixture 2, NDF did not degrade in the first four incubation hours and in mixture 1 its degradability was 9.8% only.

4. Effective protein degradability of the clover-grass silages ranged between 83.8 and 85.2% and NDF degradability was between 28.7% and 33.9%.

5. Taking into account the content of water soluble protein and protein washing loss from *in sacco* nylon bags, the values of effective protein degradability with nylon bag washing were by 1.6 to 1.8% higher in grass and by 4.0 to 4.6% higher in silages.

6. Correcting effective protein degradability and taking into account microbial contamination of feed particles in the rumen, the degradability values were determined by 8.6 to 9.8% higher than these values of uncorrected effective degradability.

7. In calculating effective degradability it was important to choose proper ruminal passage rate of feed particles. At passage rate 8% per hour, the effective protein degradability was by 18% lower for the grass of clover-grass mixture (75% clover) and by 15.4% lower for the test silage compared to these at passage rate 5% per hour.