

## TEMPERATUURI MÕJUST RAPSIKOOGI PROTEIINI LÕHUSTUVUSELE VATSAS

M. Vadi, H. Kaldmäe, O. Kärt, M. Ots, A. Jürgenson, A. Olt

**ABSTRACT.** *On the effect of processing temperature on rumen degradability of rapeseed cake proteins. The objective of this study was to investigate the effect of chemical composition and thermal treatment of rapeseed cake, processed at different temperatures, on protein degradability in the rumen of cattle. Four in sacco trials were carried out. Thermotreatment at the temperatures of 98 °C, 100 °C, 110 °C and 112 °C did not affect the chemical composition of rapeseed cake. The dry matter and protein degradability, however, were influenced by the temperature used during the processing of rapeseed cake. During the 4-hour incubation the protein degradability of the rapeseed cake treated at the temperature of 98 °C was 58.8%, whereas during the 16-hour incubation the protein degradability of the rapeseed cake processed at the temperature of 112 °C was only 53.3%. Increasing the processing temperature from 98 °C to 112 °C, the dry matter and protein degradability of rapeseed cake decreased by 7% and 14%, respectively. The higher was the temperature during processing of the rapeseed cake, the lower was the speed and extent of protein degradability in the rumen of cattle.*

**Keywords:** *rapeseed cake, heat-treatment, degradability, protein, dry matter.*

### Sissejuhatus

Piimatootmise majanduslik efektiivsus dikteerib olulised tingimused, millega tuleb arvestada lehmade söötmise otstarbekal korraldamisel. Hea rohukasvuga maadel on lehmade söötisel kõige odavamaks ja toitainete osas kõige paremini balanseeritud söödaks silo. Silo ja silorikka ratsiooni puuduseks on kuivaine väike energiasisaldus, mis suuretoodanguliste lehmade söötisel ei taga neile piisavat kogust energiat.

Õlikoogid ja srotid, sealhulgas rapsikook, on põhilised proteiinisöödad, mida Eestis kasutatakse. Rapsikoogi soodsat mõju piimatekkele on täheldatud väga ammu ja seetõttu soovitatakse rapsikooki sööta esmajärjekorras piimakarjale (Muuga, 1965). Hilisemate uuringutega põhjendatakse rapsikoogi ja -sroti soodsat mõju piimatoodangule sellega, et rapsi proteiin lõhustub vatsas suhteliselt vähe (50–55%) ning lõhustumise kiirus on aeglane (Salo, 1982). Rohusilo proteiini lõhustuvus on aga kõrge (proteiini efektiivne lõhustuvus on keskmiselt 80–85%). Aeglase proteiini lõhustuvusega söötade lisamine siloratsioonile parandab proteiini kasutamist lehmadel (Syrjäla-Qwist *et al.*, 1982).

Söötade proteiini kvaliteediga arvestamine on eriti oluline suuretoodanguliste lehmade söötisel. Et proteiini kvaliteet sõltub oluliselt proteiini lõhustuvusest vatsas, on suuretoodangulistele lehmadele ratsiooni koostamisel tarvis seda jälgida. Üldpõhimõte on, et mida suurem on lehmade toodang, seda vähem peaks söötades sisalduv proteiin lõhustuma, sest suuretoodangulistel lüpsilehmadel ei piisa vatsas sünteesitavast mikroobsest proteiinist piimavalgu sünteesiks vajaliku aminohapete hulga katmiseks. Kui ratsioonis ei ole vajalikku lõhustumata proteiini kogust, ei jõua verre piisaval hulgal aminohappeid, mistõttu kannatab piimavalgu süntees. Näiteks peab mõnede normide kohaselt 35-kilogrammise päevalüpsiga lehma ratsioonis olema 33% vatsas mittelõhustuvat ja 67% lõhustuvat proteiini (Tuori jt, 1996).

Seedefüsioloogia seisukohalt on sööda proteiini lõhustuvusel väga suur tähtsus. Proteiini lõhustuvusele vatsas avaldavad mõju mitmesugused tegurid: 1) proteiini tüüp ja valgulise ning mittevalgulise proteiini osatähtsus (Wadhwa *et al.*, 1993; Nolan, 1993), 2) söödaratsiooni struktuur ja koostis, aga ka mikrofloora koosseis (Lindberg, 1985; Ørskov, 1992), 3) sööda tootmise tehnoloogia (kuivatamine, konserveerimine, lühiajaline termiline töötlemine) (Jaakkola, 1992; Vanhatalo, 1995; Goelema *et al.*, 1999), 4) söödaosakeste liikumise kiirus vatsas (Ørskov, 1994) ja vatsamotoorika (Kaufmann, 1979) ja 5) söömus (Zhao *et al.*, 1993, Huhtanen, Kukkonen, 1995). Peale nimetatud tegurite mõjutab proteiini lõhustuvust vatsas ka proteiini lahustuvus ning lahustuva ja mittelahustuva fraktsiooni suhe söödas (Craig, Broderick, 1981, Wadhwa *et al.*, 1993; Kohn, Allen, 1995). Lahustuvad proteiinifraktsioonid absorbeeruvad väga kiiresti baktervalku, kus need ruttu ka lõhustatakse. Kuigi proteiini lõhustuvus sõltub lahustuvusest, ei saa siiski lõhustuvust samastada lahustuvusega, sest osa lahustuvaid proteiine, näiteks albumiin, lahustuvad küll hästi, kuid lõhustuvad suhteliselt aeglaselt (Tamminga, 1982; Nolan, 1993). Söödaproteiini lahustuvusega tuleb arvestada ka *in sacco* meetodil saadud lõhustuvuse tulemuste interpreteerimisel. Tänapäeval on aga *in sacco* meetod kõige aktsepteeritavam proteiini lõhustuvuse hindamisel. Proteiini lõhustuvusest sõltub vatsas sünteesitud mikrobiaalse proteiini kogus ning peensooles absorbeerunud aminohapete hulk.

Mikrobiaalse proteiini sünteesi efektiivsus sõltub söödaproteiini laguproduktide (ammoniaagi ja süsinikskeleti fragmentide) ja mikroorganismidele kättesaadava energia samaaegselt olemasolust vatsas.

Termilise töötlemise tulemusena sööda kuivaine ja proteiini efektiivne lõhustuvus üldjuhul väheneb. Termiline töötlemine aeglustab ka kuivaine, proteiini ja asendamatute aminohapete lõhustuvuse kiirust (Lykos, Varga, 1995; Kaasik jt, 2002).

Kuumtöötlus vähendab vatsas proteiini lõhustuvust, denatureerides valke ning moodustades valkude ja süsivesikute vahel ristsidemeid. Kuumtöödeldud söötades väheneb proteiini lahustuva fraktsiooni osa ja suureneb lõhustumatu fraktsiooni osa (Goelema *et al.*, 1999). Tohver (1977) andmetel muutuvad denaturatsiooni käigus valkudele iseloomulikud omadused ja seeduvus suureneb.

Viimasel ajal on proteiini kvaliteeti hakatud hindama metaboliseeruva proteiini alusel. Metaboliseeruva proteiini põhinev süsteem arvestab kaksteistsõrmiksooles imendunud aminohapete hulka ja aminohapete kasutamist mäletsejaliste poolt.

Metaboliseeruva proteiini leidmiseks söötades on tarvis teada nende toorproteiini lõhustuvust vatsas. Et proteiini lõhustuvust söötades mõjutavad paljud tegurid (sööda liik, töötlemise tehnoloogia, taimede sort, vegetatsioonistaadium jne), tuleb selle määramise korrektsusele pöörata väga suurt tähelepanu. Tänapäeval on selleks *in sacco* meetod, mis on küll töömahukas, kuid annab igati aktsepteeritavad tulemused.

EPMÜ Loomakasvatusinstituudis kasutatakse proteiini kvaliteedi hindamiseks Põhjamaade süsteemi, mis on kohandatud meie oludele ja kasutatavatele söötadele (Kärt jt, 2002). Selle süsteemi kohaselt hinnatakse mäletsejaliste söötmisel proteiini kvaliteeti kahe tunnuse järgi: metaboliseeruva proteiini (MP) sisalduse ja vatsa proteiini bilansi (VPB) abil. Metaboliseeruv proteiin iseloomustab peensooles imendunud aminohapete hulka, mida tavaliselt väljendatakse grammides ühe kilogrammi sööda kohta. Vatsa proteiini bilanss on vatsas lõhustunud proteiini ja vatsas potentsiaalselt moodustunud mikroobse proteiini vahe.

AS Werol Tehastes toodetakse põhiline osa Eestis vajaminevast rapsikoogist. Et puudusid andmed, kuidas mõjutavad erinevad kuumtöötlemise temperatuurid toodetud rapsikoogi kvaliteeti, korraldati *in sacco* katsed rapsikoogi proteiini lõhustuvuse määramiseks. Töö eesmärgiks oli selgitada rapsikoogi töötlemisel erinevate temperatuuride mõju proteiini efektiivsele lõhustuvusele ja omastamisele.

## Materjal ja meetodika

Et selgitada proteiini kvaliteeti AS Werol Tehastes toodetavas rapsikoogis, uuriti loomakasvatusinstituudi söötmisosakonnas proteiini lõhustuvust erinevate temperatuuride juures toodetud rapsikoogist.

Rapsikoogi pressimisel kasutati nelja erinevat temperatuuri: 98 °C, 100 °C, 110 °C ja 112 °C. Nimetatud temperatuuridel saadud rapsikookide proovidest määrati keemiline koostis üldtunnustatud meetodikate järgi ning uuriti nende kuivaine ja proteiini lõhustuvust vatsas. Rapsikoogi kuivaine ja proteiini lõhustuvus määrati fistullehmadega *in sacco* (nailonkoti) meetodil.

Rapsikoogi proovid kaaluti spetsiaalsetesse kotikesesse. Kotikesed kinnitati plastmassrõngaste külge ning need omakorda "kuusekese" külge. Iga katselooma vatsa asetati fistuli kaudu söödaproovid "kuusekestega", mis kinnitati 50 cm pikkuse nõoriga fistuli kaane külge. Söödaproove inkubeeriti vatsas vastavalt 2, 4, 8, 16, 24 ja 48 tundi. Kuivaine ja proteiini lõhustuvus 2, 4 ja 8 tunni möödudes määrati viies korduses ja 16, 24 ja 48 tunni möödudes kuues korduses. Pärast inkubeerimist asetati kotikesed külma vette, et lõpetada mikrobiaalne fermentatsioon. Seejärel loputati neid käsitsi ja pesti pesumasinas külmpesul 30 minuti jooksul, aktiivne pesuaeg oli 15 minutit. Edasi proovid kuivatati ja analüüsiti. Kuivaine ja proteiini efektiivne lõhustuvus arvatati, kasutades Ørskovi ja McDonaldi võrrandit (Ørskov, McDonald, 1979). Söödaosakeste vatsast soolestikku liikumise kiiruseks arvestati 8% tunnis.

Kuivaine ja proteiini lahustuvuse määramiseks kaaluti proovid spetsiaalsetesse kotikesesse viies korduses. Kotte leotati 30 minutit soojas vees (35 °C) ja seejärel pesti pesumasinas külmpesul 30 minuti jooksul. Proovid kuivatati, analüüsiti ja arvatati lahustuvus.

Rapsikoogi proteiiniväärtus arvatati, kasutades katse käigus määratud vatsas lõhustunud proteiini näitajaid (Kärt jt, 2002).

## Uurimistulemused

Uurimistulemustest selgus, et rapsikoogi toortuha-, toorkiu-, toorrasva-, ja lämmastikuta ekstraktiivainete sisaldust ei mõjuta töötlemise temperatuur. Küll aga mõjusid töötlemisel kasutatavad erinevad temperatuurid proteiini kvaliteedile. Proteiini efektiivne lõhustuvus temperatuuridel 98 °C, 100 °C, 110 °C ja 112 °C oli vastavalt 57, 51, 49 ja 43 protsenti (tabel 1). Temperatuuril 112 °C pressitud rapsikoogi metaboliseeruva proteiini sisaldus oli 196 g/kg, seevastu 98 °C juures ainult 163 g/kg kuivaines. Temperatuuri tõus 98 °C kuni 112 °C langetas rapsikoogi vatsa proteiini bilanssi 41 g/kg.

**Tabel 1.** Erinevatel temperatuuridel pressitud rapsikoogi keemiline koostis ja toiteväärtus  
**Table 1.** Chemical composition and nutritive value of rapeseed cake processed at different temperatures

Näitajad Items	Temperatuur/Temperature, °C			
	98	100	110	112
Kuivaine / Dry matter, %	97,2	97,7	98,2	97,9
Kuivaines / In dry matter:				
toorproteiin / crude protein, %	36,8	37,1	37,6	37,2
toortuhk / crude ash, %	7,4	7,2	7,1	7,1
toorkiud / crude fibre, %	12,6	12,0	12,0	13,0
toorrasv / crude fat, %	11,1	11,1	10,3	10,5
N-ta e-a / N-free extractives, %	32,1	32,6	33,0	32,2
Ca, g/kg	6,8	6,8	6,8	6,8
P, g/kg	11,0	11,0	11,0	11,0
metaboliseeruv energia, MJ/kg metabolizable energy, MJ/kg	13,0	13,0	12,9	12,9
seeduv proteiin, g/kg digestible protein, g/kg	309	311	316	313
vatsa proteiini bilanss, g/kg ruminal protein balance, g/kg	121	103	99	80
metaboliseeruv proteiin, g/kg metabolizable protein, g/kg	163	178	185	196
Proteiini efektiivne lõhustuvus, % Effective degradability of protein, %	57	51	49	43

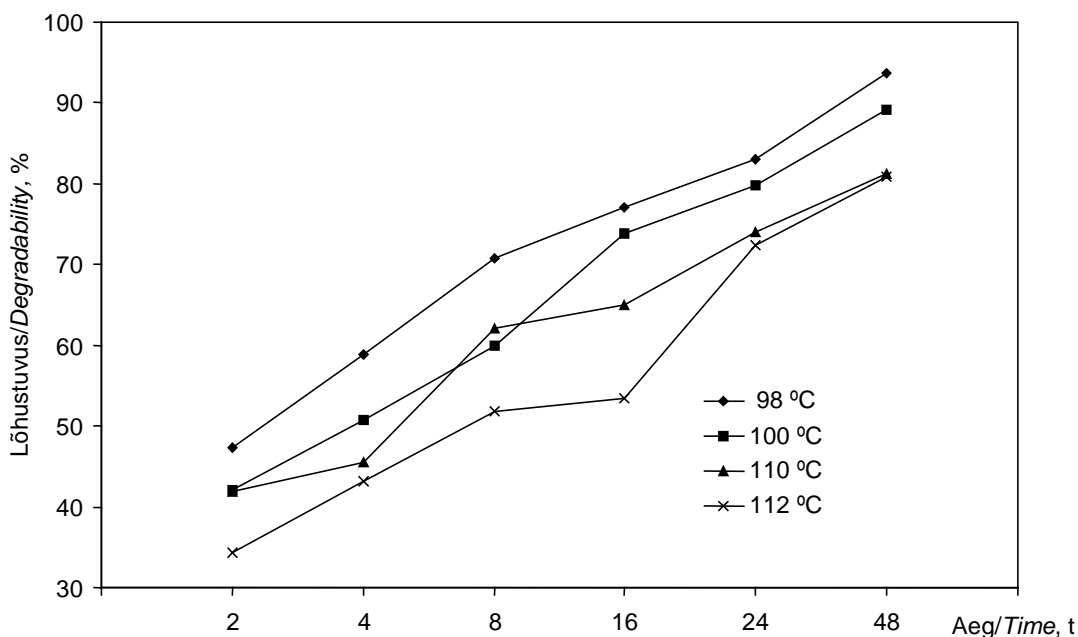
Uuriti ka tehases toodetud rapsikoogi kogu päevatoodangu keemilise koostise, eriti proteiini kvaliteedi muutusi. Tulemustest selgus, et kogu päevase rapsikoogi toodangu keskmine (n=6) toorproteiinisaldus oli 35,4% ( $\pm 0,4\%$ ), keskmine efektiivne lõhustuvus 57% ( $\pm 4\%$ ) ja keskmine metaboliseeruva proteiini sisaldus 157,8 g/kg kuivaines ( $\pm 7,2$  g/kg). Rapsikoogi vatsa proteiini bilanss kõikus päevatoodangus 110-st 121 grammini kg kuivaines.

Erinevatel temperatuuridel saadud rapsikookide kuivaine ja proteiini lõhustuvuse kiirus ja efektiivne lõhustuvus on toodud tabelites 2 ja 3. Analüüsides rapsikoogi kuivaine ja proteiini lõhustuvust, leiti, et see muutus sõltuvalt koogi pressimise temperatuurist. Mida kõrgem oli temperatuur, seda aeglasemalt lõhustus rapsikoogi proteiin vatsas. Seda protsessi iseloomustab ka joonis 1. Kui temperatuuril 98 °C töödeldud rapsikoogi proteiinist oli nelja tunni jooksul lõhustunud 58,8%, siis ainult kahe kraadi võrra töötlemise temperatuuri tõstmise aeglustas lõhustuvust tunduvalt (tabel 3). Temperatuuril 112 °C saadud koogi proteiinist lõhustus 53,5% aga alles 16 tunni pärast.

**Tabel 2.** Erinevatel temperatuuridel pressitud rapsikoogi kuivaine lõhustuvus  
**Table 2.** Dry matter degradability of rapeseed cake processed at different temperatures

Lõhustuvuse aeg, h Time of degradability, h	Temperatuur/Temperature, °C			
	98	100	110	112
2	47,0	44,6	45,8	41,4
4	55,8	51,3	47,0	47,1
8	67,4	62,2	63,4	58,3
16	73,9	71,9	66,4	59,2
24	78,0	76,9	73,9	72,9
48	84,6	83,0	78,8	79,8
Efektiivne lõhustuvus, % Effective degradability, %	54	52	50	47
Lahustuvus/Solubility, %	40	39	39	37

Temperatuuri tõus tootmisprotsessis 98°-lt 100°-ni ja 110°-lt 112°-ni vähendas proteiini lahustuvust vastavalt 3,5% ja 4,2% võrra. Temperatuuri tõus 100°-lt 110°-ni ei mõjutanud rapsikoogi kuivaine ega toorproteiini lahustuvust.



**Joonis 1.** Erineval temperatuuril pressitud rapsikoogi proteiini lõhustuvus  
**Figure 1.** Protein degradability of rapeseed at different temperatures

R. Lemingu ja A. Lemberi (2002) katsetulemused sigadega näitasid, et erinevad rapsikoogi töötlemis-temperatuurid ei avaldanud olulist mõju sööda kuivaine, toorkiu ja brutoenergia seeduvusele. Katsetulemustest selgus, et kõrgematel temperatuuridel töödeldud rapsikoogi proteiin oli parema seeduvusega kui külmpressitud koogil. Läbiviidud katsetest selgus, et lühiajaline kuumtöötlemine ei põhjustanud rapsikoogi ülekuumenemist, sest kõrgematel temperatuuridel valmistatud rapsikoogi toitainete seeduvus oli hea.

**Tabel 3.** Erinevatel temperatuuridel pressitud rapsikoogi proteiini lõhustuvus  
**Table 3.** Protein degradability (%) of rapeseed cake processed at different temperatures

Lõhustuvuse aeg, h Time of degradability, h	Temperatuur/Temperature, °C			
	98	100	110	112
2	47,3	42,1	41,9	34,2
4	58,8	50,7	45,5	43,1
8	70,8	60,0	62,2	51,9
16	77,2	73,9	65,1	53,5
24	83,0	79,8	74,0	72,5
48	93,7	89,3	81,2	81,0
Efektiivne lõhustuvus, % Effective degradability, %	57	51	49	43
Lahustuvus/Solubility, %	35	32	31	27

Suuretoodanguliste lehmade söötmisel on soovitatav, et rapsikoogi proteiini efektiivne lõhustuvus ei oleks üle 55%. Mõne söötamise eriteadlase arvates ei tohiks aga rapsikoogi proteiini lõhustuvus olla üle 50% (Hvelplund, 1983). Söötade tabelites on kuumpressimismeetodil toodetud rapsikoogi proteiini efektiivseks lõhustuvuseks näidatud enamasti 55–65%, Soome söötade tabelites näiteks 65% (Tuori *et al.*, 1996), Taani tabelites 55% (Strudsholm *et al.*, 1995). Nendele kriteeriumidele Weroli tehases toodetav rapsikook ka vastab. Kui rapsiseemneid kuumtöödeldakse temperatuuril 110 °C väga lühikese perioodi vältel, väheneb oluliselt rapsikoogi proteiini lõhustuvus, suureneb nn mööduva proteiini kogus ja paraneb mäletsejaliste söödaproteiini kasutamise efektiivsus.

## Kokkuvõte

Rapsikoogi soodsat mõju piimatekkehle on täheldatud väga ammu ja seepärast soovitataksegi seda sööta esmajärjekorras lüpsikarjale. Praegusel ajal põhjendatakse rapsikoogi soodsat mõju piimatoodangule ka selle proteiini aeglase lõhustuvusega vatsas. Uurimistulemustest selgus, et rapsikoogi proteiini lõhustuvust vatsas on võimalik töötlemise temperatuuri tõstmisega ka soovitud suunas muuta. Lühiajaline kuumtöötlemine ei mõjutanud rapsikoogi keemilist koostist, mis püsis stabiilsena kogu tootmistsükli kestel.

Katseandmete põhjal võib järeldada, et suurimat mõju avaldas temperatuuri muutus rapsikoogi proteiini lahustuvusele ja lõhustuvusele vatsas. Mida kõrgem oli rapsikoogi töötlemistemperatuur, seda vähem ja aeglasemalt lõhustus proteiin vatsas. Temperatuuri tõusul 98 kraadilt kuni 112 kraadini, vähenes kuivaine efektiivne lõhustuvus 7% ja proteiini efektiivne lõhustuvus 14% võrra.

Temperatuuril 98 °C töödeldud rapsikoogi proteiinist oli nelja tunni jooksul lõhustunud 58,8%, kuid temperatuuril 112 °C valmistatud rapsikoogi proteiinist lõhustus kuueteistkümne tunniga vaid 53,3%.

Kuumtöödeldud rapsiseemnetest õli eraldamisel järele jäänud koogi keskmine proteiini efektiivne lõhustuvus oli 57%.

*Autorid tänavad Eesti Haridusministeeriumi ja Eesti Põllumajandusministeeriumi ning AS Werol Tehaseid katsetööde finantseerimise eest.*

## Kirjandus

- Craig, W. M., Broderick, G. A. Comparison of nitrogen solubility in three solvents to *in vitro* protein degradation of heat-treated cottonseed meal. – J. Dairy Sci. vol. 64, p. 769–774, 1981.
- Goelema, J. O., Smits, A., Vaessen, L. M., Wemmers, A. Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on *in vitro* and *in situ* parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. – Anim. Feed. Sci. Technol., vol. 78, p. 109–126, 1999.
- Huhtanen, P., Kukkonen, U. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake. – Animal Feed Sci. Techn. 52: 141–158, 1995.
- Jaakkola, S. Silage fermentation in relation to the feeding value with special reference to enzyme-treated grass silage. – Dissertation, Viikki, Finland, 1992. – 188 pp.
- Hvelplund, T. Proteinvaerdien af beskyttede oliekager I foderblandinger. Protected Soy Protein Seminar, 21st of April, 1983. København, 1983. – 10 pp.
- Kaasik, A., Kask, H., Pedak, E. Teraviljade kuivaine ja proteiini (mõnede aminohapete) lõhustumine erinevate töötlemisviiside korral. – Agraarteadus, 13, nr 5, lk 271–286, 2002.
- Kaufmann, W. Protein utilization. – Feeding strategy for the high yielding dairy cow (Ed. W. H. Broster, H. Swan), EAAP publication, No. 25, p. 90–113, 1979.
- Kohn, R. A., Allen, M. S. Prediction of protein degradation of forages from solubility fractions. – J. Dairy Sci., vol. 78, p. 1774–1788, 1995.
- Kärt, O., Karis, V., Ots, M. Mäletsejaliste proteiinitoitumine ja metaboliseeruv proteiinil põhinev söötade hindamise süsteem. – Tartu, Eesti Põllumajandusülikooli Loomakasvatusinstituut, 2002. – 40 lk.
- Leming, R., Lember, A. Erinevatel temperatuuridel töödeldud rapsikooki sisaldavate söötade seeduvus kasvavatel sigadel. – Agraarteadus, 13, nr 6, lk 331–336, 2002.
- Lindberg, J. E. Estimation of rumen degradability of feed proteins with the *in sacco* technique and various *in vitro* methods: A review. – Acta Agriculture Scandinavica, Suppl. 25, p. 64–97, 1985.
- Lykos, T., Varga, G. A. Effects of processing method on degradation characteristics of protein and carbohydrate sources *in situ*. – J. Dairy Sci., vol. 78, No. 8, p. 1789–1801, 1995.
- Muuga, A. Üldine söötmissõpetus II. – Tln, 1965. – 243 lk.
- Nolan, J. V. Nitrogen kinetics. – Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism (Ed. J. M. Forbes, J. France), CAB International, p. 123–143, 1993.
- Ørskov, E. R. Protein nutrition in ruminants. – Second ed., Academic Press, 1992. – 175 pp.
- Ørskov, E. R. Recent advances in understanding of microbial transformation in ruminants. – Livest. Prod. Sci., vol. 39, p. 53–60, 1994.
- Ørskov, E. R., McDonald, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. – Journal of Agricultural Science (Camb.) 92, p. 499–503, 1979.
- Salo, M.-L. Rapeseed meal as protein for growing pigs. – J. Agricultural Science. Soc. Finl., vol. 54, p. 313–320, 1982.
- Strudsholm, F., Nielsen, E.-S., Flye, J.-C., Kjeldsen, A., Weisbjerg, M.-R., Kristensen, V., Andersen, H., Hermansen, J.-E., Møller, E. Feed Table 1995 Composition and feed value of cattle feeds. The National Committee on Danish Cattle Husbandry, 1995. – 52 pp.
- Syrjäla-Qwist, L., Tuori, M., Setälä, J. Rapeseed meal as a protein source for high-production dairy cows on grass silage and hay-based feeding. – J. Sci. Agric. Soc. Finl., vol. 54, p. 145–153, 1982.

- Tamminga, S. Energy-protein relationships in ruminant feeding: Similarities and differences between rumen fermentation and postruminal utilization. – Protein contribution of feedstuffs for ruminants (Ed. E. L. Miller, I. H. Pike, A. J. H. van Es), p. 4–17, 1982.
- Tohver, V. Üldine biokeemia. – Tln, "Valgus", 1977. – 924 pp.
- Tuori, M., Kanstell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saariso, E., Huhtanen, P. Rehutalukot ja Ruokintasuositukset. Helsinki, 1996. – 103 l.
- Vanhatalo, A. Assessment of intestinal feed nitrogen digestibility in ruminants by the mobile-bag method. – Dissertation, Jokioinen, Finland, 1995. – 114 pp.
- Wadhwa, M., Makkar, G. S., Ichhponani, J. S. Disappearance of protein supplements and their fractions *in sacco*. – Anim. Feed Sci. Technol., 40: 285–293, 1993.
- Zhao, J. Y., Shimojo, M., Goto, J. The effects of feeding level roughage/concentrate ratio on the measurement of protein degradability of two tropical forages in the rumen of goats, using the nylon bag technique. – Animal Feed Sci. Techn. vol. 41, p. 261–269, 1993.

## On the effect of processing temperature on rumen degradability of rapeseed cake proteins

M. Vadi, H. Kaldmäe, O. Kärt, M. Ots, A. Jürgenson, A. Olt

### Summary

The objective of this study was to investigate the effect of chemical composition and thermal treatment of rapeseed cake, processed at different temperatures, on the effective protein degradability in the rumen, and assimilation.

The studied rapeseed cake was processed by AS Werol Tehased using thermal treatment at 98 °C, 100 °C, 110 °C and 112 °C. Four *in sacco* trials were conducted to study the dry matter and protein degradability kinetics. The rapeseed cake samples were incubated in the rumen during 2, 4, 8, 16, 24 and 48 hours. The dry matter and protein degradability was determined in five replications in 2, 4, 8 hours, and in six replications in 16, 24 and 48 hours. After the incubation the bags were put into cold water to stop microbial fermentation. Then the bags were manually rinsed, and cold-washed in a washer for 30 min (active washing time 15 min). After that the samples were dried and analyzed. The effective dry matter and protein degradability was calculated according to the Orskov and McDonald equation, using the 8% per hour passage rate of feed particles.

To determine the dry matter and protein solubility, the samples were weighed into special bags in five replications. The soaking of bags in warm water (35 °C) for 30 min was followed by the cold washing in a washer for 30 min. Then the samples were dried, analyzed, and the solubility was calculated.

The results of the study indicated that a short-term heat treatment did not affect the chemical composition of rapeseed cake, which remained stable throughout the processing cycle.

On the basis of the experimental data it can be concluded that the thermal treatment had the highest impact on the rumen degradability of rapeseed cake proteins. The higher was the processing temperature of rapeseed cake, the lower was the speed and extent of the protein degradability in the rumen of cattle.

Increasing the processing temperature from 98 °C to 112 °C, the effective dry matter and protein degradability of rapeseed cake decreased by 7% and 14%, respectively (Tables 2 and 3).

In four hours the protein degradability of the rapeseed cake treated at the temperature of 98 °C was 58.8%, whereas in 16 hours, at the processing temperature of 112 °C the protein degradation of rapeseed cake was only 53.3% (Table 3).

The average protein degradability of the studied rapeseed cake was 57%.

The effective degradability of rapeseed cake proteins depending on the heat-treatment temperatures of 98 °C, 100 °C, 110 °C and 112 °C was 57%, 51%, 49% and 43%, respectively (Table 1).