

SILO ORGAANILISE AINE SEEDUVUSE MÄÄRAMINE ERINEVATE MEETODITEGA

H. Kaldmäe, R. Kirsal, O. Kärt, M. Vadi

Silo on asendamatu rohusööt mäletsejaliste söödaratsioonis. Silo kvaliteeti hinnatakse toitaine sisalduse ja hügieeninäitajate alusel. Silo kvaliteet mõjutab aga seeduvust ja kuivaine söödavust. Silo seeduvus on üks põhiteave sööda toiteväärtuse hindamisel.

Söötade orgaanilise aine seeduvust määratakse kas klassikalise *in vivo* meetodiga või kasutatakse *in vitro* meetodit. Söötade seeduvuse määramine *in vivo* meetodiga on aga töömahukas ja aeganõudev ning tulemused saadakse väga pika aja järel, seetõttu on erinevates uurimisinstiitutes välja töötatud seeduvuse määramiseks *in vitro* meetodid. Traditsiooniliselt kasutatakse mäletsejaliste söötade orgaanilise aine seeduvuse *in vitro* määramiseks Tilley ja Terry meetodit (TT), mis lähtub kuivaine lõhustuvusest vatsasisus või arvutatakse määratud kiufraktsiooni tulemusest (Tilley, Terry, 1963; Borba, Ribeiro, 1996).

Kui van Soest võttis sööda iseloomustamiseks USA-s kasutusele süsteemi, mille alusel määratakse toorkiu asemel neutraal- ja happekiudu, siis töötati välja ka uudne sööda seeduvuse määramise *in vitro* meetod. Seda mäletsejaliste söötade kuivaine seeduvuse määramise *in vitro* meetodit nimetatakse DAISY II süsteemiks, milleks kasutatakse ANKOM-i aparate.

Aufrere ja Michalet-Doreau (1988), Holden (1999) ning Mabweesh jt. (2000) võrdlesid DAISY süsteemi tulemusi traditsioonilise TT *in vitro* meetodiga (vt. tabel 1).

Tabel 1. Kahe *in vitro* meetodiga (traditsioonilise TT ja DAISY-ga*) saadud erinevate söötade kuivaine seeduvus (protsentides) Mabweeshi jt. (2000) järgi

Table 1. Means of *in vitro* DM digestibility (percentage) values using two methods: traditional method (TT) and DAISY II for different feedstuffs

Sööt / Feedstuff**	TT		DAISY II		Meetodi toime Main effect***
	X	SD	X	SD	P<
Koresööt / Forages					
Körrelitest hein / Grass hay	61,3	10,5	58,5	5,1	NS****
Luternist hein / Alfalfa hay	58,0	5,5	53,6	4,6	NS
Ristikust hein / Clover hay	54,8	6,7	46,7	5,0	NS
Jöusööt / Concentrates					
Mais / Corn grain	92,2	14,9	85,9	11,3	NS
Oder / Barley grain	68,1	5,9	79,1	4,1	0,02
Nisu / Wheat grain	78,9	10,8	89,1	7,6	0,01
Sorgo / Sorghum grain	80,0	13,9	77,2	6,8	NS
Segajöusööt / Concentrate mix	71,6	1,5	74,4	1,3	0,05
Nisukliid / Wheat bran	67,9	12,5	63,4	2,5	NS
Proteiinirikkad söödad / CP supplements					
Sojajahu / Soybean meal	77,5	4,7	76,3	2,0	NS
Päevalillejahu / Sunflower meal	54,0	4,8	62,8	3,7	0,00
Maisigluteen / Corn gluten feed	66,6	6,4	70,0	3,4	NS
Puuvillaseemnete jahu / Cottonseed meal	56,6	13,4	54,8	3,5	NS
Rapsijahu / Rapeseed meal	66,5	2,9	75,0	4,2	0,001
Kalajahu / Fish meal	81,3	2,1	91,0	0,5	0,001
Terved puuvillaseemned / Whole cottonseed	36,5	5,7	38,9	3,7	NS

* ANKOM Tehnoloogia Korporatsioon / ANKOM Technology Corporation,

** n=12

*** TT erinevus DAISY II / Method: TT versus DAISY II

**** NS= ei ole erinevust (P<0,05) / Not significant

Odrajahu, sojajahu ja valgusöötade kuivaine seeduvusnäitajad DAISY II meetodiga saadi kõrgemad kui TT meetodiga (Aufrere, Michalet-Doreau, 1988). Kasutades DAISY aparatis kuivaine lõhustuvuse

määramiseks vatsasisu, mis saadi kogu aeg ühtsel ratsioonil olnud doonorlehmalt, ühtlustusid tulemused, kuigi jäid väikesed erinevused (Holden, 1999).

Mabjeeshi jt. (2000) uurimistulemustest selgus, et DAISY II meetodiga saadi odra, nisu ja jõusööda k.-a. seeduvus kõrgem kui TT meetodiga. Proteiinirikastest söötadest saadi päevalillejahul isegi 17%, rapsijahul 13% ja kalajahul 12% võrra kõrgemad tulemused.

Uurimistulemuste põhjal soovitatakse uuritav sööt jahvatada jämedamalt, et ei toimuks osakeste väljavoolu läbi filterkottide, mida kasutatakse DAISY II meetodi puhul.

Antud uurimistöo eesmärgiks oli võrrelda erinevate silosöötade *in vivo* ja *in vitro* meetoditega (TT, DAISY jt. meetoditega) saadud orgaanilise aine seeduvuse tulemusi ning välja selgitada kõige täpsem ja ökonoomsem *in vitro* meetod.

Materjal ja meetodika

Silo orgaanilise aine seeduvuse uurimiseks korraldati 15 seedekatset 1997.–2000. aastal põllumajandusülikooli Eerika katselaudas. Seedekatsed viidi läbi nelja oinaga, keda peeti spetsiaalsetes seedekatseboksides, kus söötmine ja jootmine toimus individuaalselt. EPMÜ Loomakasvatusteaduste instituudi söötmisosakonna laboratooriumis määrati proovidest kuivaine-, toorproteiini-, toorkiu- ja toorasvasisaldus üldtunnustatud EL meetodikate järgi. Analüüsiandmete alusel arvutati sööda toitainete seeduvus. Samadel silosöötadel määrati ka neutraalkiu- (NDF) ja happekuisisaldus (ADF) ning kuivaine lõhustuvus ja orgaanilise aine seeduvus *in vitro*.

NDF ja ADF määrati ANKOM-i aparaadiga van Soesti (1994) meetodika järgi. Silo lõhustuvus ja seeduvus *in vitro* määrati filterkottide meetodiga DAISY II-ga ja kasutades ANKOM-i aparaati.

Orgaanilise aine seeduvus *in vitro* saadi NDF, ADF või lõhustuvuse kaudu järgmiste valemite abil:

orgaanilise aine seeduvus = $109 - 0,0826 \text{ NDF}$ (Borba, Ribeiro, 1996),

orgaanilise aine seeduvus = $118 - 0,153 \text{ ADF}$ (Tilley, Terry, 1963),

orgaanilise aine seeduvus = $6,51 + 1,24 \text{ in vitro lõhustuvus}$ (Tilley, Terry, 1963).

Uurimistulemused ja arutelu

Katsetes uuritud kõrrelistest heintaimedest silosöödad olid valmistatud kindlustuslisandita. Silo valmistamisel olid kõrrelised erinevas kasvufaasis, loomisest täisõiteni, mida näitab ka nende keemiline koostis, mis on toodud tabelis 2. Kõrreliste ja ristiku segust (1:1) valmistati samast materjalist kaks silopartiid, üks konservandiga AIV 2000 ja teine konservandita. Lutsernist silo valmistati õiepungade moodustumise ja õitsemise alguse faasis.

Tabelis 3 on toodud erinevate meetodikate järgi saadud silo orgaanilise aine seeduvuse võrdlus. Orgaanilise aine seeduvuse *in vitro* määramisel saadi 7,5...17,8% võrra kõrgemad tulemused kui *in vivo* meetodiga. Samuti saadi *in vitro* lõhustuvuse abil arvutatud orgaanilise aine seeduvuse näitajad 10,4...22,2% võrra kõrgemad kui *in vivo* katsetega. Ka Spatz jt. (1991) ja Holden (1999) väidavad, et *in vitro* määramismetodid hindavad söötade seeduvust üle. Silo orgaanilise aine seeduvus *in vivo* oli tugevas korrelatsioonis *in vitro* lõhustuvuse abil (TT-ga) saadud orgaanilise aine seeduvusega ($r=0,949$, $P<0,001$) ning ka DAISY ja ANKOM-i aparaatidega määratud *in vitro* orgaanilise aine seeduvusega ($r=0,824$, $P<0,01$). Korrelatsioon kuivaine (k.-a.) näiliku seeduvuse, mis saadi ADF järgi, ja DAISY meetodil määratud *in vitro* k.-a. seeduvuse vahel oli nõrk ($r=0,484$, $P<0,05$) (Kaldmäe jt., 1998). Kuigi varasemad uurimistulemused 156 erineva siloga näitasid, et ADF, toorkiu ja sööda lõhustuvus korreleerusid kõige paremini orgaanilise aine seeduvusega, NDF vähem ($r=-0,764$, $P<0,01$) (Kaldmäe jt., 1999).

Võrreldes *in vivo* ja kiufraktsioonide abil arvutatud orgaanilise aine seeduvust, oli erinevus NDF-st lähtudes $-14,3...+13,4$ ja ADF-st arvutamisel $-13,6...+11,8\%$. Et heintaimedest silosöötade kiufraktsioonide sisaldus on väga erinev, ei ole võimalik alati objektiivselt ennustada nende alusel seeduvust.

Ka Rinne jt. (1998) oma uurimustega väidavad sama, saades seeduva orgaanilise aine sisalduseks silol III ja IV *in vivo* 707 ja 639 g/kg k.-a.-s, Tilley ja Terry meetodikaga 667 ja 610 g/kg ning tselluloosi meetodikaga 684 ja 632 g/kg.

Et *in vitro* meetodil saadud silosöötade seeduvuse andmed oleksid võrdväärsed *in vivo* andmetega, töötati läbiviidud katseandmete põhjal välja kordaja k, mille väärtuseks saadi 0,83.

Konservandiga AIV 2000 kõrreliste-ristiku silo XI partii orgaanilise aine seeduvusnäitaja *in vivo* oli 3,1% võrra suurem kui konservandita X partii silol, orgaanilise aine seeduvus oli vastavalt 63,7 ja 60,8% (tabel 3). Konservandiga silo kuni 3,8% võrra suuremat orgaanilise aine seeduvusnäitajat tõestasid ka Jatkauskase jt. (1997, 1999) uuringud.

Tabel 2. Silosöötade keemiline koostis
Table 2. Chemical composition of silage

Silo materjal ja nr. <i>Raw material and no. of silage</i>	Kuiv- aine <i>Dry matter</i> %	Kuivaines / <i>In Dry Matter</i>			
		toor- proteiin <i>crude protein</i> %	toor- kiud <i>crude fibre</i> %	NDF %	ADF %
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> I	68,8	8,3	30,8	57,8	39,6
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> II	31,2	10,1	29,5	59,5	33,2
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> III	43,0	11,1	30,2	61,7	35,2
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> IV	21,3	12,0	34,0	67,2	41,7
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> V	48,6	12,5	30,4	55,8	36,7
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> VI	33,6	15,4	23,9	46,3	26,7
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> VII	26,8	18,3	28,7	52,0	34,9
Kõrrelised / <i>Gramineouses</i> VIII	62,0	19,8	26,6	55,7	31,6
Kõrrelised + ristik / <i>Gramineouses + clover (75 + 25%)</i> IX	46,4	10,9	30,0	61,1	32,6
Kõrrelised + ristik / <i>Gramineouses + clover (50 + 50%)</i> X	24,3	14,0	27,6	56,1	32,0
Kõrrelised + ristik / <i>Gramineouses + clover (50 + 50%)</i> AIV 2000 XI	25,8	13,8	26,7	56,7	31,7
Kõrrelised + ristik / <i>Gramineouses + clover (50 + 50%)</i> juuretiseiga / <i>inoculant</i> XII	33,3	12,1	27,2	57,7	34,9
Lutsern Superbeniga / <i>Alfalfa</i> XIII	25,9	17,4	27,9	46,4	32,1
Lutsern / <i>Alfalfa</i> XIV	42,1	18,1	29,8	42,2	36,2
Lutsern / <i>Alfalfa</i> XV	38,6	22,7	21,2	37,8	31,2

Tabel 3. Silosöötade orgaanilise aine seeduvus (OAS)
Table 3. The digestibility of organic matter of silages

Silo <i>Silage</i>	OAS OMD <i>in vivo</i> % A	OAS OMD <i>in vitro</i> % B	A ja B eri- nevus <i>Diffe- rence</i>	OAS ¹ OMD ¹ % C	A ja C eri- nevus <i>Diffe- rence</i>	OAS ² OMD ² % D	A ja D eri- nevus <i>Diffe- rence</i>	OAS ³ OMD ³ % E	A ja E eri- nevus <i>Diffe- rence</i>
I	57,4	74,1	+16,7	61,3	+3,9	57,4	0	70,9	+13,5
II	56,2	72,9	+16,7	59,8	+3,6	67,2	+11,0	72,0	+15,8
III	63,2	70,7	+7,5	58,0	-5,2	64,0	+0,8	78,1	+14,9
IV	67,8	80,8	+13,0	53,5	-14,3	54,2	-13,6	84,6	+16,8
V	68,5	78,8	+10,3	62,9	-5,6	61,9	-6,6	84,0	+15,5
VI	65,3	81,4	+16,1	70,8	+5,5	77,1	+11,8	88,8	+23,5
VII	71,8	86,3	+14,5	66,1	-5,7	64,6	-7,2	95,7	+23,9
VIII	72,0	79,5	+7,5	63,0	-9,0	69,7	-2,3	85,9	+13,9
IX	56,6	68,0	+11,4	58,5	+1,9	68,1	+11,5	72,9	+16,3
X	60,8	73,8	+13,0	62,7	+1,9	69,0	+8,2	74,7	+13,9
XI	63,7	77,2	+13,5	62,2	-1,5	69,8	+6,1	79,7	+16,0
XII	59,5	72,8	+13,3	61,3	+1,8	64,6	+5,1	78,7	+19,2
XIII	61,8	74,6	+12,8	70,7	+8,9	68,9	+7,1	76,6	+14,8
XIV	61,6	79,4	+17,8	74,1	+12,5	64,6	+3,0	72,0	+10,4
XV	64,4	79,9	+15,5	77,8	+13,4	70,3	+5,9	86,6	+22,2

¹ OAS=109-0,0826×NDF

² OAS=118-0,153×ADF

³ OAS=6,51+124×lõhustuvus *in vitro*

Kokkuvõte

Kasutades *in vitro* filterkottide DAISY II meetodit silosöötade seeduvuse määramisel, saadi 7,5...17,8% võrra kõrgemad orgaanilise aine seeduvuse tulemused. Et võrdsustada *in vitro* meetodil saadud silosöötade seeduvuse näitajaid *in vivo* meetodi omadega, tuleb need korrutada 0,83-ga.

Silo orgaanilise aine seeduvuse arvutamine NDF järgi andis ligikaudse tulemuse, mis võimaldas orgaanilise aine seeduvust hinnata nii paremaks kui ka halvemaks kuni 14% võrra.

Konservandiga AIV 2000 valmistatud silo orgaaniline aine seedus 3,1% võrra paremini kui konservandita silo orgaaniline aine.

Kirjandus

- Aufrere, J., Michalet-Doreau, B. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. – *Animal Feed Sci. Technol.*, vol. 20, p. 203...218, 1988.
- Borba, A. E. S., Ribeiro, J. M. C. R. A comparison of alternative sources of inocula in an *in vitro* digestibility technique. – *Annales de Zootechnie*, 45, 89, 1996.
- Holden, L. A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. – *J. Dairy Sci.*, vol. 82, p. 1791...1794, 1999.
- Jatkauskas, J., Sileika, G. Effects of chemical and enzyme additives on grass silage. – *Proceedings of the International Conference. The latest research achievements in forage production and animal nutrition. Baisogala*, p. 44...49, 1997.
- Jatkauskas, J., Vrotniakiene, V. The effects of feeding AIV-2 and AIV-3 treated silages on the growth and efficiency of nutrient utilization of fattening bulls. – *Proceedings of the XIIth International Silage Conference, Uppsala Sweden*. p. 185...186, 1999.
- Kaldmäe, H., Kirsell, R., Kärt, O., Sirman, K., Vadi, M. On digestibility of silage. – *Proceedings of the Animal Nutrition Conference in Tartu*, p. 75...83, 1998.
- Kaldmäe, H., Kirsell, R., Kärt, O., Vadi, M. Determination of fibre content and digestibility of silage. – *Proceedings the XIIth International Silage Conf. "Silage Production in relation to animal performance, animal health, meat and milk quality"*, Uppsala Sweden, p. 191...192, 1999.
- Mabjeesh, J., Cohen, M., Arieli, A. *In vitro* methods for measuring the dry matter digestibility of ruminant feedstuffs: comparison of methods and inoculum source. – *J. Dairy Sci.*, vol. 83, p. 2289...2294, 2000.
- Rinne, M., Jaakkola, S., Huhtanen, P. The effects of grass growth stage at harvest on the energy and protein values of silage for dairy cows. – *Proceedings of the Animal Nutrition Conference in Tartu*, p. 18...22, 1998.
- Spatz, G., Abel, H. J., Fricke, T., Debalque, A. Studies on the determination of the feeding value of late cut grass regrowth by different methods. – *Wirtschaftseigene-Futter*, 37, 1...2, 218...231, 1991.
- Tilley, J. M. A., Terry, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. – *J. Br. Grassl. Soc.* 18, p. 104...111, 1963.
- Van Soest, P. J. *Nutrition ecology of the ruminant*. – New York, 1994. – 476 p.

Uurimised on tehtud haridusministeeriumi ja Eesti Teadusfondi grandi 3151 toetusel.

Different Methods for Assessment the Organic Matter Digestibility of Silages

H. Kaldmäe, R. Kirsell, O. Kärt, M. Vadi

Summary

The results of the organic matter digestibility tests, both *in vivo* and *in vitro*, are compared using 15 silages of different composition. The application of the *in vitro* method of filter bags for digestibility determination of silages gave by 7.5% to 17.8% higher results of organic matter digestibility. To equalize the results obtained by the *in vitro* method with those obtained *in vivo*, the above data given should be multiplied by 0.83. Calculation of digestibility by NDF and ADF gives an approximate result which enables estimation of organic matter both for the better or the worse by 14%.

The organic matter digestibility of the silage prepared with AIV conservant was by 3.1% higher than that of the silage not containing any conservants.