

HOBUSTE SILO TOITEVÄÄRTUSEST JA KVALITEEDIST

Helgi Kaldmäe, Cheryl Rebase, Andres Olt, Meelis Ots
Eesti Maaülikool
e-mail helgi.kaldmae@emu.ee

ABSTRACT. *The basic feeds for the horse are pasture grass, hay and silage. In the Nordic countries horses are predominantly fed hay in winter. Developments in silage bailing technology have made it possible to prepare smaller portions of silage of ideal composition for the horse. While hay is usually prepared from only the first cut of grass, silage can be made from two cuts. Therefore, the preparation of silage as feed for the horse is becoming widely accepted. The aim of this study was to determine the chemical composition, nutritive value and quality of both hay and silage that horses (n = 263) received. A total of ten typical silage and eight typical hay samples were collected for analysis. The nutrient content of the silage was higher compared to the hay (P < 0.05). The silage prepared for the horse contained 7.9 MJ/kg metabolizable energy (0.6 MJ/kg more than hay), and 50 g/kg of digestible protein (twice as much as the hay (P < 0.01)). The silage with a dry matter content of 40–50% fermented well, but ensiling at >60% DM restricted fermentation. The dry matter content of the silage prepared from the second cut was lower compared to that of the first cut.*

The zearalenon concentration in the silage was a mean of 71.6 ppb, and the deoxinivalenol concentration was 35.1 ppb while in hay these were at concentrations of 90.0 ppb and 168.5 ppb respectively. Silage contained fewer analysed toxins compared to hay (P < 0.05).

Keywords: *silage, hay, nutritive value, fermentation, mycotoxins.*

Sissejuhatus

Viimasel aastakümnel valmistatakse ja söödetakse Euroopas ja Põhja-Ameerikas üha rohkem hobustele silo. Seoses rullsilotehnoloogia kasutuselevõtmisega tekkis sobiv võimalus valmistada silo väiksemates kogustes, mida Eesti hobusekasvatajad on suhteliselt palju kasutama hakanud. Kui heina toodetakse meie regioonis ühest niitest, siis silo vähemalt kahest, mis võimaldab rohumaid ökonoomsemalt kasutada.

Hobuste silosöömuse kohta on mitmesuguseid andmeid. Moore-Colyer & Longland (2000) leidsid, et 50%- ja 68%-lise kuivainesisaldusega silo söid hobused rohkem kui heina, alla nende protsentide söödi aga vähem. Rootslased valmistasid samast niitest kõrreliste (timut, aruhein) silo kuivainesisaldusega 30.9%, kuivsilolo 57.7% ja 68.4% ning heina 88.4%. Söömuse uurimise katses eelistasid hobused silo enam 75% võrreldes kuivsiloga ja heinaga. Katseloomad valisid silo 72 korral 84-st. Kõige pikem söömuse aeg oli silol, järgnesid kuivsilomadalama kuivainega, kõrgema kuivainega ja seejärel hein, mis tõestas silo eelistust heinale (Müller & Uden, 2007). Muhoneni *et al.* (2008) uuringud näitasid, et

sporthobused söid silo kuivainet päevas 10.0 kg, kuid heina kuivainet 9.3 kg.

Hobustele soovitatakse valmistada silo kuivainesisaldusega 40–50% (Ralston, 2009). Kui materjali kuivaine on üle 65–70%, siis tuleks see Lingvalli järgi (2006) heinaks edasi kuivatada, sest sellise kuivaine juures on fermentatsioon pärssitud. Eesti tingimustes on aastakümneid uuritud veiste söödeta silo toiteväärtust, omastamist ja kvaliteeti, kuid puuduvad andmed hobustele söödeta silo kohta. Seepärast on uurimistöo eesmärk selgitada ratsataludes kasutatava silo ja heina keemilist koostist ning toiteväärtust ja kvaliteeti.

Materjal ja meetodika

Uurimistöök valiti välja neli ratsatalu, milles hobuste söötmiseks kasutati heina ja silo. Heina söödeti rendihobustele vastavalt omaniku soovile. Taludes peeti kokku 263 hobust, tegeldi ratsaspordiga ja ratsahobuste kasvatamise ning väljaõpetamisega. Kokku uuriti 8 heina- ja 10 silopartiid. Kõik silod olid valmistatud rullsilotehnoloogiat kasutades. Nende valmistamisel ei kasutatud kindlustuslisandeid. Kolm silopartiid oli tehtud teisest niitest. Söödapartiidest võeti analüüsiks keskmised proovid.

Silo fermentatsiooninäitajad, äädikhappe-, propioonhappe-, isopalderjan- ja palderjanhappe-, võihappe- ja piimhappe- ning etanoolisisaldus, aga ka pH ja ammoniaaklämmastiku (NH₃-N) sisaldus määrati proovi vesilahusest. pH määrati pH-meetriga (MP 210), NH₃-N sisalduse määramiseks kasutati Kjelttec 2300 (FOSS) analüsaatorit. Etanooli, piimhappe ja nimetatud lenduvate rasvhapete sisaldus määrati kromatograafiliselt (Agilent Technologies 7890A GC system), kasutades kolonni täidisega 80/120 Carbopack B-DA/4% carbowax 20 M (Faithfull, 2002).

Kuivatatud konstantse kaaluni 60 °C juures ja kuni ühe millimeetri jämeduseks jahvatatud proovidest määrati kuivaine-, toorproteiini-, toortuha- toorrasva- ja toorkiusisaldus (AOAC, 2005). Kuivaine määrati peenestatud proovi kuivatamisel termostaadis 130 °C juures konstantse kaaluni. Toortuha kontsentratsiooni määramiseks proov tuhastati muhvelahjus 550 °C juures. Toortuha lahusest määrati leekfotomeetriga kaltsiumisisaldus ja kolorimeetriselt anorgaanilise fosfori sisaldus.

Toorproteiin määrati Kjeldahli meetodil, kasutades Kjelttec 2300 analüsaatorit (FOSS Tecator Technology), toorkiusisaldus Fibretec süsteemiga, toorrasvasisaldus Soxtec 2043 analüsaatoriga (FOSS).

Mükotoksiinid zearalenoon ja deoksinivalenool määrati ELISA meetodil, kasutades RIDASCREEN® FAST kitte nr R 5502 ja R 5902.

Sööda metaboliseeruva energia sisaldus arvutati seeduvate toitainete koguste ja kaloriväärtuste abil, kasutades metaboliseeruvuse koefitsienti (Oll & Tölp, 1997).

Kuna hobuste metaboliseeruv energia päriselt ei vasta mäletsejaliste omale, siis kasutati rootslaste välja-töötatud üleminekuvõrrandit (Jansson, 2004)

$$ME_h = 1,12 ME_r - 1,1,$$

kus ME_h – metaboliseeruv energia hobustele (MJ/kg) ja
 ME_r – metaboliseeruv energia mäletsejatele (MJ/kg).

Koresööda seeduv proteiin hobustele arvutati INRA järgi, kus kuivatatud rohu jaoks kasutatakse valemit (Martin-Rosset, 2004)

$$SP = -25,96 + 8,357 TP,$$

kus SP – seeduv proteiin (g kg⁻¹) ja
TP – toorproteiin (%).

$$SP_{hob} = SP \times K,$$

kus SP_{hob} – seeduv proteiin hobustele (g kg⁻¹),
SP – seeduv proteiin (g kg⁻¹) ja
K = 0,85 koresöötades.

Andmed analüüsiti, kasutades statistikatarkvara SAS protseduuri GLM.

Tulemused ja arutelu

Silo ja heina keskmine keemiline koostis ja toiteväärtus on toodud tabelis 1. Uuritud taludes oli silo keskmine kuivainesisaldus 48.4% ning heinal 84.6%. Silos oli keskmiselt rohkem toorproteiini, 101 g kg⁻¹ (P < 0.05) ning seeduvat proteiini, 50.0 g kg⁻¹, võrreldes heinaga, kus oli vastavalt 66 g kg⁻¹ ja 24.6 g kg⁻¹ (P < 0.05). Ka metaboliseeruva energia sisaldus oli silodes keskmiselt suurem kui heinal (P < 0.001). Hein sisaldas rohkem toorkiudu ning lämmastikuta ekstraktiivaineid, mis viitab hilisemale koristusajale. Kõiki toitaineid kuivaines sisaldas silo rohkem kui hein.

Rohusööda keemiline koostis ja toiteväärtus sõltub heintaimiku sordist, arengufaasist ja keskkonnatingimustest (Kaldmäe *et al.*, 1998; Vadi *et al.*, 2003), mis vegetatsiooniperioodil iga päev muutub. Kibbali (2001) Eestis läbiviidud uuringud näitasid, et kevadel väheneb kõrreliste heintaimede proteiinisaldus keskmiselt 0.3–0.4 ja ristikurohke põldheinale 0.2–0.3 protsendiühiku võrra päevas. Kui tahtakse silo proteiinisalduseks 16% ja toorkiusisalduseks 19–20%, tuleks kõrrelistest esimene niide koristada loomise lõpu faasis. Kuna siloks koristatakse heintaimed varasemas faasis kui heinaks, sisaldab sööt rohkem proteiini ja vähem kiudaineid ning seedub seetõttu heinaga võrreldes paremini (Moore-Colyer & Longland, 2000). Soomes peetakse optimaalseks sporthobuste silo toorproteiinisalduseks 100–120 g kg⁻¹, imetavatele märkele 120–150 g kg⁻¹ ja kerge tööde tegevatele hobustele 80–100 g kg⁻¹ kuivaines (Artturi, 2011).

Tabel 1. Hobustele valmistatud silo ja heina keskmine keemiline koostis ja toiteväärtus

Table 1. Chemical composition (in dry matter) and nutritive value of silage and hay for horses

Näitajad/Items	Silo/Silage n = 10	Hein/Hay n = 8	P väärtus
Kuivaine / Dry matter, %	48.4	84.6	< 0.001
Kuivaines / In dry matter:			
toorproteiin / crude protein, g kg ⁻¹	101	66	0.017
toortuhk / crude ash, g kg ⁻¹	72	45	0.002
toorkiud / crude fibre, g kg ⁻¹	308	344	0.018
torrasv / crude fat, g kg ⁻¹	29	20	< 0.001
N-ta e.a. / N-free extractives, g kg ⁻¹	490	525	0.058
kaltsium / calcium, g kg ⁻¹	11.3	5.0	0.003
fosfor / phosphorus, g kg ⁻¹	2.3	1.7	0.007
metaboliseeruv energia/ metabolizable energy, MJ kg ⁻¹	7.9	7.3	< 0.001
seeduv proteiin / digestible protein, g kg ⁻¹	50.0	24.6	0.017
Orgaanilise aine seeduvus / Organic matter digestibility, %	56	51	< 0.001

Tabel 2. Ratsahobustele valmistatud silode fermentatsiooni kvaliteet

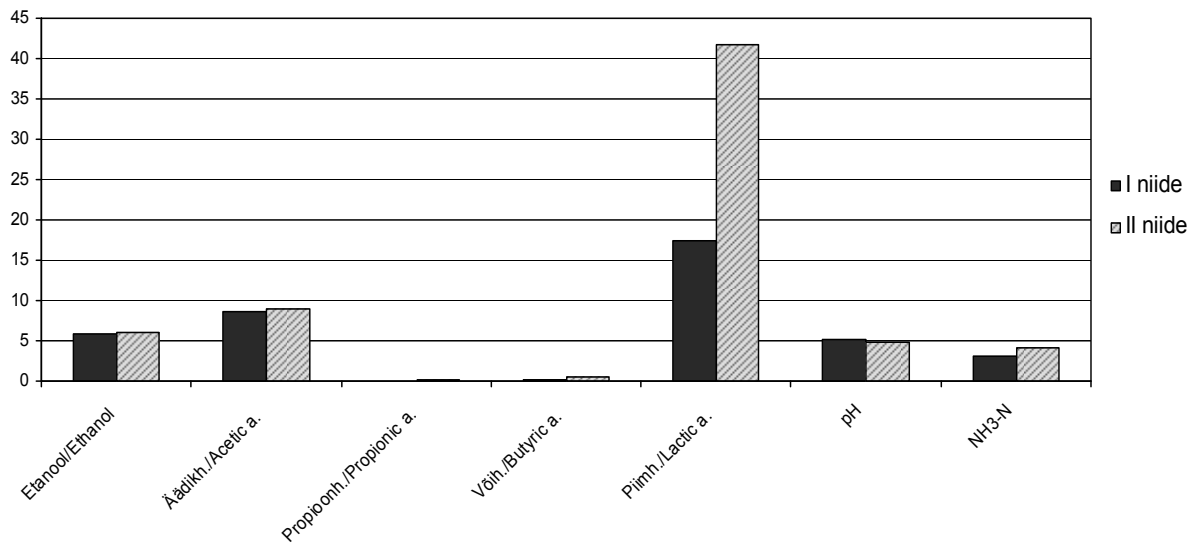
Table 2. The fermentation quality of silage for horses

Näitajad/Items	Talu	Talu	Talu	Talu
	Farm A	Farm B	Farm C	Farm D
Kuivaine / Dry matter, %	44.5	40.0	46.1	59.5
Toorproteiin / Crude protein in DM, g kg ⁻¹	135	80	98	84
Toorkiud / Crude fibre in DM, g kg ⁻¹	289	300	323	324
Kuivaines / In dry matter:				
etanool / ethanol, g kg ⁻¹	10.0	3.9	3.0	5.1
äädikhape / acetic acid, g kg ⁻¹	7.0	11.2	13.1	6.1
propioonhape / propionic acid, g kg ⁻¹	0.1	0	0	0
palderjanhape / valeric acid, g kg ⁻¹	0	0.1	0	0
võihape / butyric acid, g kg ⁻¹	0.3	0.5	0	0.3
piimhape / lactic acid, g kg ⁻¹	24.9	43.2	30.6	3.3
pH	5.0	4.3	4.8	5.6
Ammoniaak-N üld N-st Ammonia-N of total N, %	3.4	4.7	3.7	2.4

Erinevate talude silode keskmised fermentatsiooninäitajad on toodud tabelis 2. Vastavalt silo kuivainesisaldusele, võib täheldada, et silod fermenteerusid täielikult talude A, B ja C söödapartiides. Talu D silode kuivainesisaldus küündis 60%-le, mille tõttu oli fermentatsioon pärsitud ning tekkis vähem happeid. Nii etanoolisisaldus, kui piimhappe- ja lenduvate rasvhapete sisaldus näitas, et silo kääriskvaliteet oli hea. Või hapet ($0\text{--}0.5\text{ g kg}^{-1}$) ja palderjanhapet ($0\text{--}0.1\text{ g kg}^{-1}$) kuivainesilod kas üldse ei sisaldanud või sisaldasid minimaalselt.

Head kvaliteeti kinnitas ka pH ja ammoniaaklämmastiku sisaldus üldlammastikust – 2.4–4.7% (tabel 2).

Esimese niite silode kuivainesisaldus oli keskmiselt 53.5% ja teisel niitel 36.7%, toorproteiinisaldus vastavalt 90 g kg^{-1} ja 128 g kg^{-1} , kuid teine niite sisaldas ka rohkem punast ristikut. Esimese ja teise niite silode keskmisi fermentatsiooninäitajaid iseloomustab joonis 1. Silo fermentatsiooni kvaliteet oli hea. Piimhapet sisaldasid teise niite silod rohkem ($P < 0,01$), mis oli tingitud materjali väiksemast kuivainesisaldusest.



Joonis 1. Esimesest ja teisest niitest valmistatud silode etanooli-, äädikhappe-, propioonhappe-, palderjanhappe-, või happe- ja piimhappesisaldus (g kg^{-1} kuivaines), $\text{NH}_3\text{-N/}$ üld N (%) ja pH

Figure 1. The content of fermentation items (ethanol, acetic, propionic, butyric, lactic acid g kg^{-1} , $\text{NH}_3\text{-N}$ of total N (%) and pH) in the first and second cut silages for horses

McDonald *et al.* (2002) järgi toimub silomaterjalis, mille kuivainesisaldus on kõrgem kui 50%, piiratud fermentatsioon, mille tõttu tekib ka vähem happeid ning pH silos jääb kõrgeks. Seda on näha talus D valmistatud silodes, kus kuivainesisaldus oli 59.5% (varieeruvus 55.9–64.5%). Nende silode pH väärtus jäi kõrgeks – 5.6 ning äädikhappesisaldus (6.1 g kg^{-1}) ja piimhappesisaldus (3.3 g kg^{-1}) kuivaines oli tunduvalt väiksem, võrreldes teistes taludes valmistatud silodega (vt tabel 2). Piimhappebakterid nende silode käärimises ei domineerinud, mida näitab silo piimhappe ja äädikhappe väga madal suhe, 0.5. Zimmermani (2002) väitel on piimhappe ja äädikhappe suhe fermentatsiooni efektiivsuse indikaator. Madal suhe näitab, et piimhappebakterid ei domineerinud fermentatsioonil ning piimhappe teke ei olnud küllaldane. Kuna ebasoovitavaid happeid nendes silodes ei tekkinud ja ammoniaaklämmastiku sisaldus üldlammastikust oli normi piires, saab väita, et antud silode puhul oli tegemist pärsitud fermentatsiooniga, mitte vale käärimisega. Kungi & Shaveri (2001) soovitusel peaks piimhappe ja äädikhappe suhe jääma kahe ja kolme vahele. Uuritud talude silodes oli see A-s 3.5, B-s 3.8, C-s 2.3 ja D-s 0.5, mis näitab, et kolmes esimeses talus valmistatud silodes oli toimunud soovitud piim-

happeline käärimine. Silomaterjali närvutamise viiakse klostriidide ja enterobakterite aktiivsus minimaalseks, kuid piimhappebakterite areng toimib edasi (McDonald, 1991).

Tabel 3 näitab silo ja heina toksiinide keskmist sisaldust uuritud söötade partiides. Tabelist on näha, et hein sisaldas veidi rohkem uuritud toksiine, keskmiselt zearalenooni (ZEN) 90 ppb ja deoksünivalenooli (DON) 113.1 ppb. Uuritud silod sisaldasid keskmiselt ZEN-i 71.6 ppb ja DON-i 35.1 ppb, mis on heinaga võrreldes ($P < 0.05$) vähem.

Tuleb märkida, et erinevate silopartiide toksiinide sisalduse kõikumine oli suhteliselt suur, mis tõenäoliselt sõltus sööda valmistamise tehnoloogiast kinnipidamisest, nt niite kõrgusest, põllu tasasusest, kaarutamisest, materjali tihendamisest jm.

Mükotoksiinide mõju hobustele on suhteliselt tagasihoidlikult uuritud. Mükotoksiinid põhjustavad mitmesuguseid terviseprobleeme, k.a koolikuid, neuroloogilisi häireid, halvatust, ülitundlikkust ja ajukahjustusi. Väikese toksiinide sisaldusega sööda pidev kasutamine avaldub vähenenud söömuses, juurdekasvus ja sigivuses.

Tabel 3. Ratsataludes valmistatud silo ja heina toksiinide sisaldus
Table 3. Content of mycotoxin of silage and hay for horses

Mükotoksiin/Mycotoxin	Silo/Silage	Hein/Hay
Proovide arv / No of samples	10	8
Zearalenoon (ZEA) / Zearalenon, ppb		
\bar{X}	71.6	90.0
min	20.0	24.3
max	134.8	168.5
Deoksünivalenool (DON) / Deoksinivalenol, ppb		
\bar{X}	35.1*	113.1
min	12.1	30.1
max	73.5	358.7

* $P < 0.05$

Teadlased on silodest isoleerinud väga erinevaid hallitusseente perekondi, sealhulgas *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* tüvesid, kes teatud tingimustes produtseerivad toksilisi aineid. Kusjuures rohu- ja vilise-silodes võivad olla erinevad hallitusseente tüved (Lew, 2001). Enamik hallitusseeni satuvad silosse silomaterjalist ja keskkonnast. Tšehhis uuriti 65 siloproovist mükotoksiinide sisaldust 2002–2003. aastal. Positiivseks osutus 93% kõrreliste silodest, 96% vilise silodest ja 100% liblikõieliste silodest. Nii sisaldasid põldheina silod keskmiselt DON-i kuivaines 630 ppb ja ZEN-i 179 ppb, kõrreliste silod aga vastavalt 550 ppb ja 1,197 ppb (Nedelnik & Moravcova, 2006). Uurijad leidsid, et mükotoksiine sileerimise käigus juurde ei produtseeritud, need olid juba eelnevalt silomaterjalis olemas. Silo halval käsitlemisel võib neid aga ka juurde tekkida. Kui silomaterjal ei ole küllalt hästi tihendatud või kile on katki ja hapnik pääseb hoidlasse, hakkavad hallitusseened toksiine juurde produtseerima.

Järeldused

Silo toitainete kontsentratsioon oli kõrgem kui heinas ($P < 0.05$). Uuritud hobuste silo sisaldas metaboliseeruvat energiat 7.9 MJ kg^{-1} , mis on võrreldes heinaga 0.6 MJ kg^{-1} võrra rohkem, ja seeduvat proteiini 50 g kg^{-1} , mis on kaks korda rohkem ($P < 0.01$) kui heinal. Silo kuivainesisaldusega 40–50% oli hästi fermenteerunud, kuid silo kuivainesisaldusega 60% pärsitud käärimisega.

Silo sisaldas võrreldes heinaga vähem toksiine.

Kasutatud kirjandus

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 18th ed. Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg, MD, USA.
- Artturi, 2011. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi>
- Faithfull, N. T. 2002. Methods in Agricultural Chemical Analysis: a practical handbook, CABI Publishing, UK, 266 pp.
- Jansson, A. 2004. Feed recommendations for Horses.– Dept. of Equine Studies. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Kibbal, I. 2001. Uurimusi silo kvaliteeti mõjutavatest teguritest. Väitekiri, Tartu, 65.
- Kaldmäe, H., Karis, V. Kärt, O. 1998. The effect of harvest time of grass on the nutritive value of grass feeds. – International Conference of animal nutrition in Tartu, p. 42–48.

- Kung, L. ja Shaver, R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. – Focus on Forage, Vol 3, No. 13, p. 1–7.
- Lew, H. 2001. Occurrence of toxigenic fungi and related mycotoxins in plants, food and feed in Austria. In: Occurrence of toxigenic fungi, Cost Action 835, EC 2001, p. 3–12.
- Lingvall, P. 2006. Production of high-quality silages for horses.– In: Forage Conservation. p 84–95.
- McDonalds, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A. 2002. Animal Nutrition. – 6th ed. Harlow. Prentice Hall, 693.
- McDonald, P., Henderson, A. R., Heron, S. J. E., 1991. The biochemistry of Silage. – Chalcombe publications, p. 340.
- Martin-Rosset, W. 2004. Nutritional values for horses.– Tables of composition and nutritional value of feed materials, WAP & INRA, Paris, p. 57–65.
- Moore-Colyer, M. J. S., Longland A. C. 2000. Intakes and *in vivo* apparent digestibilities of four types of conserved grass forage by ponies. – Anim. Sci., vol. 71, p. 527–534.
- Muhonen, S., Lindberg, J. E., Bertilsson, J., Jansson, A. 2008. Digestibility and plasma glucose and insulin concentrations in athletic horses after abrupt feed changes between grass silage and hay. – In: Nutrition of the exercising horse, EAAP publication No. 125. WAP, pp. 93–95.
- Müller, C.E., Uden, P. 2007. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. – Animal Feed Science and Technology, vol.132, p. 66–78.
- Nedelnik, J., Moravcova, H. 2006. Mycotoxins and forage crops. Problems of the occurrence of mycotoxins in animal feed. – In: Conference Proceedings 12th Intern. Symposium Forage Conservation, Brno CR, p.13–25.
- Oll, Ü., Tõlp, S. 1997. Söötade energiasisalduse arutamise juhend koos abitabelitega. – Tartu, 83.
- Ralston, S. L. 2009. Forage Substitutes for Horses. – Equine and Alternate Species, p. 1–3.
- Vadi, M., Kaldmäe, H., Kirsell, R. 2003. Taime arengufaasi mõjust silo toiteväärtusele. – Agraarteadus, XIV, nr 1, 54–59.
- Zimmerman, C. 2002. Silage fermentation analysis. – Blue seal feeds. February, p. 1–3.

Nutritive value and quality of silages for horses

Helgi Kaldmäe, Cheryl Rebase, Andres Olt, Meelis Ots

Summary

The basic feeds for the horse are pasture grass, hay and silage. In the Nordic countries horses are predominantly fed hay in winter. Developments in silage bailing technology make it possible to prepare smaller portions of silage of ideal composition for the horse. While hay is usually prepared from only the first cutting of grass, silage can be made from two cuts. Thus, the preparation of silage for the horse has become widely accepted.

The aim of this study was to determine the chemical composition, nutritive value and quality of both hay and silage that the 263 horses received. A total of ten silage and eight hay average samples were collected for analysis.

In addition to the chemical composition and nutritional value, the toxin content of both feeds was also determined. For the silage, the quality of fermentation was estimated based on the contents of acetic, propionic, isovaleric, valeric, butyric and lactic acids, ethanol and ammonia, and pH. All analyses were performed by the laboratory of the Department of Nutrition of the Institute of Veterinary Medicine and Ani-

mal Sciences at the Estonian University of Life Sciences, according to internationally accepted methods.

The nutrient content of silage was higher compared to hay ($P < 0.05$). In this study the silage prepared for the horse contained 7.9 MJ/kg of metabolizable energy (0.6 MJ/kg more than hay), and 50 g/kg of digestible protein (twice as much as the hay ($P < 0.01$)). The silage for horse with content of dry matter 40–50% fermentation was good, but ensiling at > 60%

DM which restricts fermentation. The dry matter content of the silage prepared from the second cut was lower compared to that of the first cut.

The content of zearalenon of silage was average 71,6 ppb and the content of deoxinivalenol was 35,1 ppb and in hay 90,0 ppb and 168,5 ppb respectively. Silage contained fewer toxins compared to hay ($P < 0.05$).