



Lehmien ruokinnan perusteet ja peruskäsitteet

Kuopio 4.11.2014

Lypsykarjan nykyaikainen ruokinta

Eläinterveyden tekijät –hanke, Savonia Ammattikorkeakoulu

Prof. Marketta Rinne

MTT Kotieläintuotannon tutkimus

www.mtt.fi

Sisältö

- Rehuarvojärjestelmä = rehuarvot ja ruokintasuositukset
 - Energia (sulavuus)
 - Valkuainen (OIV-PVT-järjestelmä)
 - Rehuanalyysit
- Ruokinnansuunnittelun pohjaksi
 - Rehujen vapaaehtoinen syönti (syönti-indeksit)
 - Tuotosvasteet
 - Ruokinnan suunnittelun rajoitteet

Rehuarvoja tarvitaan ruokinnan suunnittelun lähtötiedoksi

- Eläinten ruokinta voidaan suunnitella, kun tunnetaan:
 - Käytettävissä olevien rehujen **rehuarvot**
 - Eläinten **energian ja ravintoaineiden tarve**, joka on esitetty ruokintasuosituksissa
- Rehujen kemiallinen koostumus
 - Raakavalkuainen, kuitu, kivennäis- ja hivenaineet, vitamiinit, aminohapot...
 - Monille ainesosille tavoite-, minimi- tai maksimiarvoja
- Tarvittavat lähtötiedot riippuvat eläinlajista, käytetystä rehuarvojärjestelmästä ja ruokinnansuunnitteluohjelmasta

Rehuarvojärjestelmä kuvattu Rehutaulukot ja ruokintasuositukset –verkkopalvelussa

www.mtt.fi/rehutaulukot

- MTT ylläpitää MMM:n toimeksiannosta
- Jos rehukaupassa käytetään rehuarvoja, niiden on oltava tämän järjestelmän mukaisia
- Suomessa käytettävät ruokinnansuunnitteluohjelmistot perustuvat tähän järjestelmään (mm. KarjaKompassi)

Rehutaulukot

Rehutaulukot | Ruokintasuositukset | Tietosiilo

» Etusivulle
» Tietoa palvelusta
» Palaute
» In English

» Haku

Rehutaulukot
Laskentaperusteet
Märehtijät

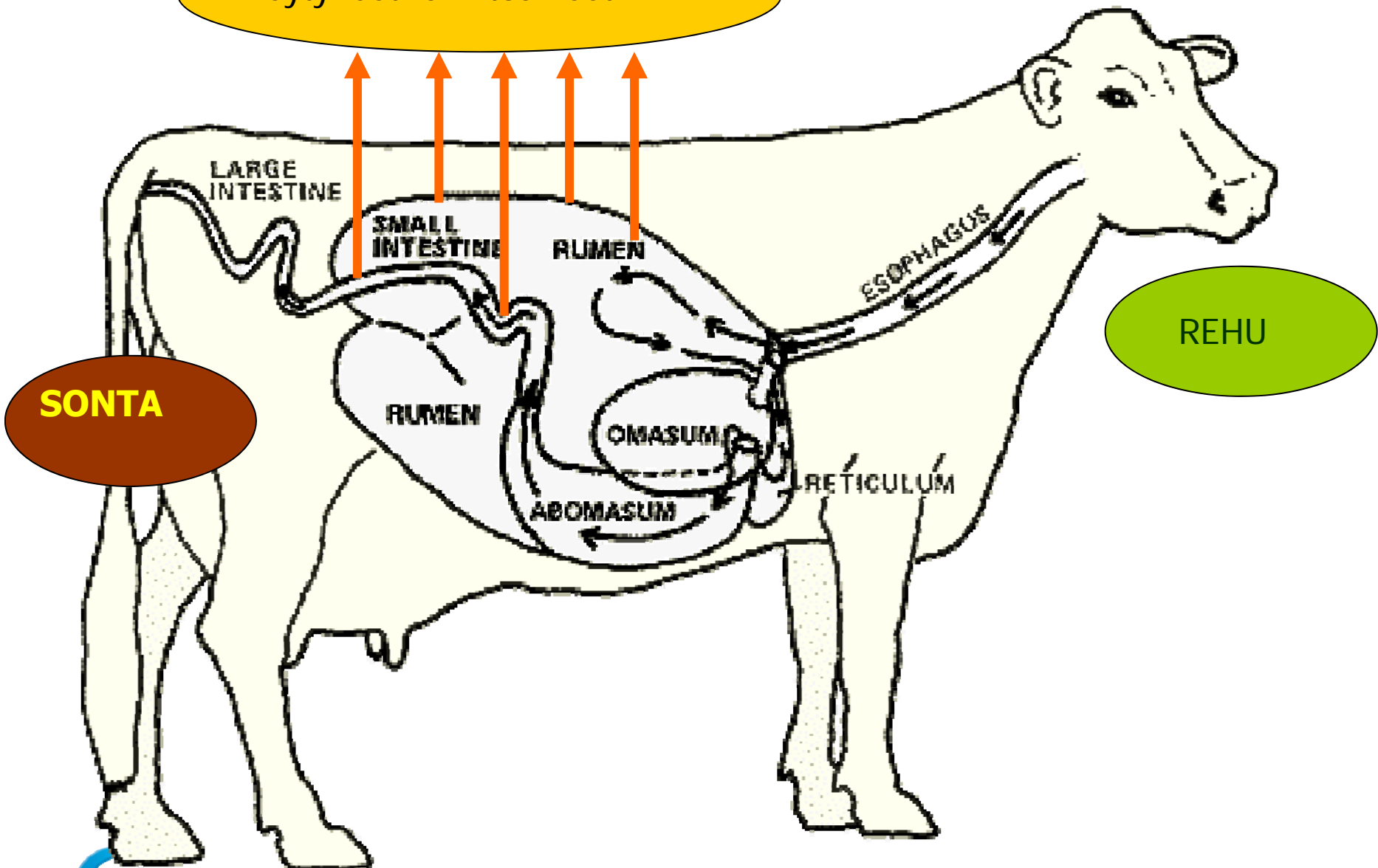
Rehutaulukot ja ruokintasuositukset

Ajankohtaista:
Rehutaulukoiden tietokantaa
päivitetään Päivitte

Lehmä ei tarvitse rehuarvoja... ...eivätkä muutkaan eläimet

- Maidon muodostukseen ja elintoimintoihinsa lehmä tarvitsee
 - Glukoosia
 - Aminohappoja
 - Rasvahappoja (lyhyt- ja pitkäketjuiset)
 - Kivennäis- ja hivenaineita, vitamiineja
- Rehuarvojärjestelmä on tapa kuvata ravintoaineiden saantia, jotta ruokinnan suunnittelu olisi mahdollista
- Lehmän monimutkainen ruoansulatusjärjestelmä asettaa niille suuret haasteet
 - Sokereista fermentoituu etikka- ja voi-happoa, joita ei voi käyttää maitosokerin raaka-aineena
 - Samasta rehusta voi fermentoitua eri tilanteessa eri lähtöaineita
 - Ja eri rehuista samoja lähtöaineita

Imeytynheet ravintoaineet



SONTA

REHU

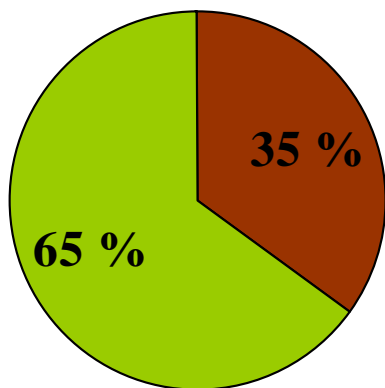
Vain sulaneesta rehusta energiaa ja ravintoaineita eläimen käyttöön

- Sulavuus voidaan ilmaista eri tavoin:
 - Orgaanisen aineen sulavuus (oas)
 - yksikkönä osuus; esim. 0.750
 - Karkearehuista käytetään D-arvoa
 - D-arvo = sulavan orgaanisen aineen (oa) pitoisuus rehun kuiva-aineessa
 - Yksikkönä g/kg kuiva-ainetta (ka)
 - Lasketaan: $oas \times oa\text{-pit. (g/kg ka)}$
 - Esim. $0.750 \times 925 \text{ g/kg ka} = 694 \text{ g/kg ka}$
 - Ei-tieteellisissä yhteyksissä yksikkö yleensä % eli esim. 69.4 %
 - D-arvo suurenee / pienenee tai nousee / laskee (ei parane tai huonone!)
 - Nurmirehun energia-arvo lasketaan D-arvosta: $ME / \text{kg ka} = 0.016 \times D\text{-arvo (g/kg ka)}$

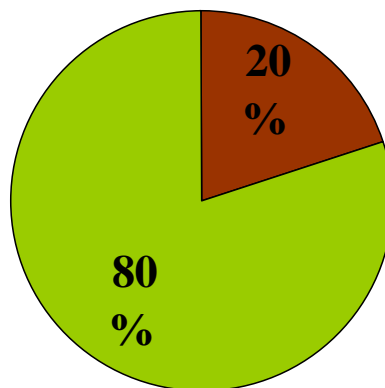
Näennäinen kokonaissulavuus lasketaan syödyn ja sonnassa eritetyn määrän erotuksena:

Syönti rehussa – Eritys sonnassa Syönti rehussa

Huono sulavuus
OAS 65 %



Hyvä sulavuus
OAS 80 %



Esimerkki:

Sulavuuskoepäseille syötetään kahta eri säilörehua 1000 g OA/d. Sonnan eritys on 200 ja 350 g OA/d. Orgaanisen aineen sulavuus:

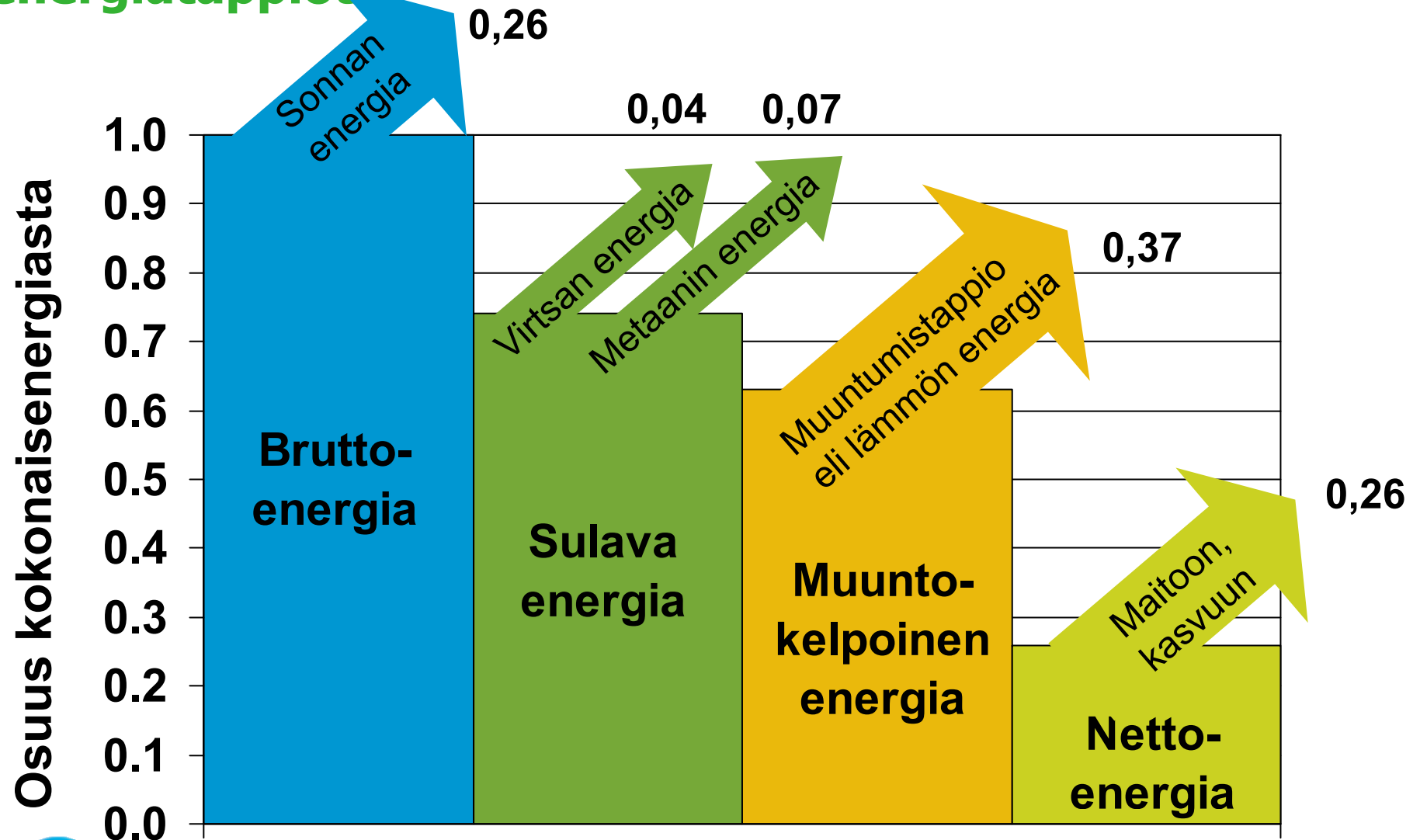
- 1) $(1000-200)/1000=0.800$
- 2) $(1000-350)/1000=0.650$

■ **sulamaton = sonta**
■ **sulava**



MATTI

Erilaiset tavat ilmaista rehuenergia huomi- oivat eri vaiheissa tapahtuvat energiatappiot




Märehtijöiden ja hevosten energia ilmaistaan megajouleina (MJ) muuntokelpoista energiaa (ME)

- Rehuenergian yksikkö MJ (megajoule) / kg ka
- Karkearehujen muuntokelpoisen energian (ME) arvo lasketaan D-arvosta (g/kg ka). Omat yhtälöt:
 - Säilörehulle, ruoholle: $0,016 \times D\text{-arvo}$
 - Heinälle: $0,0169 \times D\text{-arvo} - 1,05$
 - Oljelle: $0,014 \times D\text{-arvo}$
 - kokoviljasäilörehulle $0,0155 \times D\text{-arvo}$
- Yksi kg säilörehun ja ruohon sulavaa orgaanista ainetta tuottaa 16 MJ ME
 - Jos D-arvo on 680 g/kg ka, ME-arvo on 10,9 MJ/kg ka
- Väkirehujen ME-arvo lasketaan sulavien ravintoaineiden määrän ja niiden energiasisällön perusteella

Näin lasketaan märehitjoiden väkirehujen energiapitoisuus:

Esimerkkinä Ohra, 54-62 kg/hl (numero 01002), 13,2 MJ/kg ka

Kuvaus:	Ravinto- aineen pitoisuus rehussa	Ravinto- aineen sulavuus rehussa	Sulavan ravintoaineen pitoisuus rehussa	Ravintoaineen energia- pitoisuus	
Yksikkö	g/kg ka	Osuus (kg/kg)	g/kg ka	ME, MJ / kg sulav. ravintoainetta	Sul. ravinto- aineen pit. × energiapit. / 1000
Miten saadaan:	Määritetty (tai taulukosta)	Taulukosta	Ravintoaineen pitoisuus × sulavuus	Taulukosta	
Tuhka	29				
Raakavalkuainen	126	0,70	88	15,2	1,34
Raakarasva	22	0,64	14	34,2	0,48
Raakakuitu	49	0,30	15	12,8	0,19
Typettömät uuteaineet	774	0,91	704	15,9	11,20
Yhteensä 	1000		821		13,2

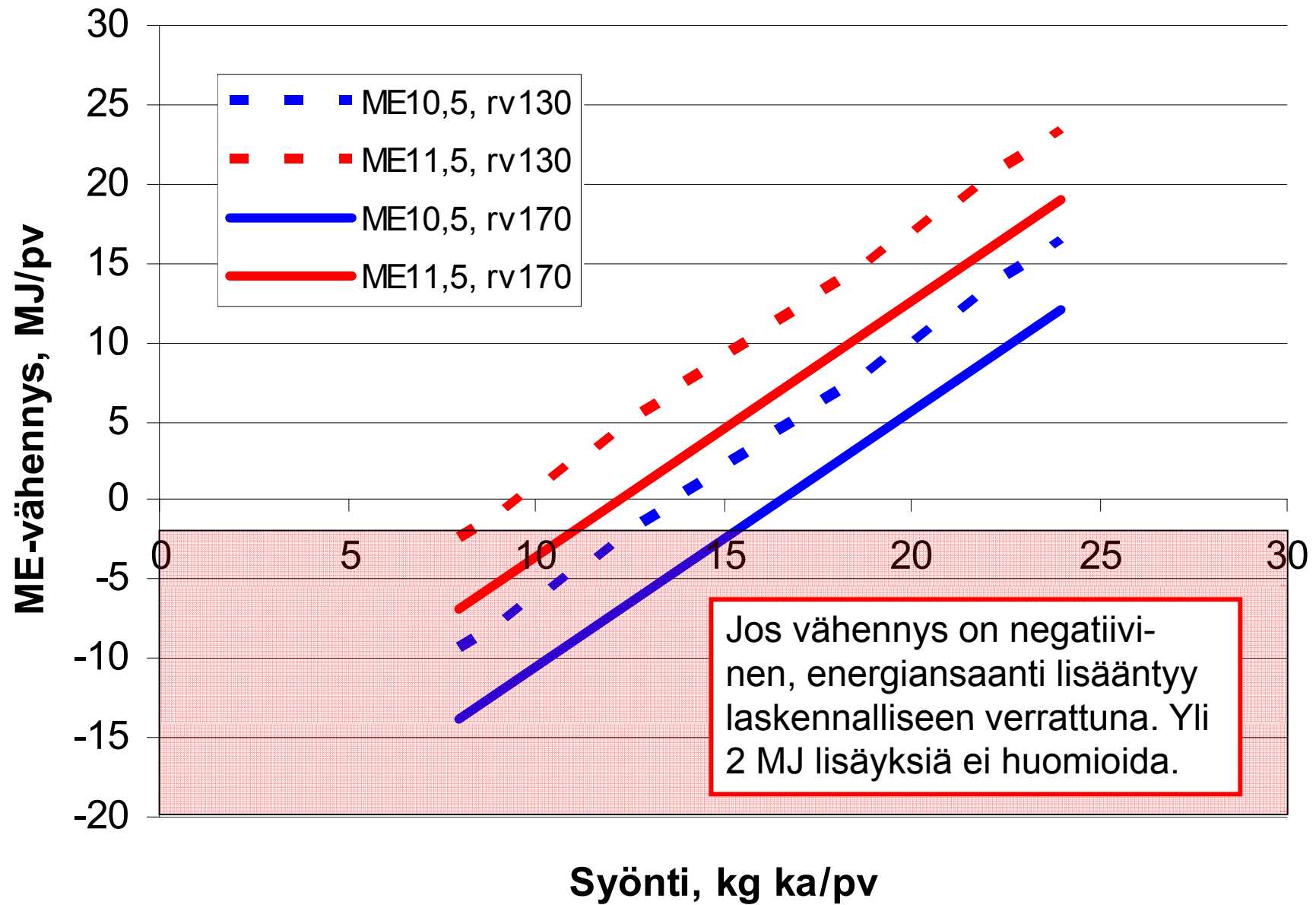
D-arvo

“Oikeaa” sulavuusarvoa ei ole olemassakaan

- Sulavuuteen vaikuttavat:
 - Rehun omat (intrinsic) ominaisuudet
 - Kuidun pitoisuus
 - Sulamattoman kuidun pitoisuus
 - Potentiaalisesti sulavan kuidun sulavuus
 - Sulatusympäristön ominaisuudet
 - Rehua syövän eläimen ominaisuudet
 - Ruokintataso
 - Koko rehuannoksen koostumus: Väkirehun määrän ja rasvan lisääminen pienentävät sulavuutta
- Sulavuus pienenee kun pötsissä:
 - Virtausnopeus suurenee / sulatusnopeus pienenee
- Jokaisella rehulla lukematon määrä sulavuuksia sulatusympäristön ominaisuuksista riippuen
- Sulavuusanalyysillä selville rehujen **suhteelliset** erot

Energian saannin korjausyhtälö huomioi rehujen sulatuksen yhdysvaikutuksia

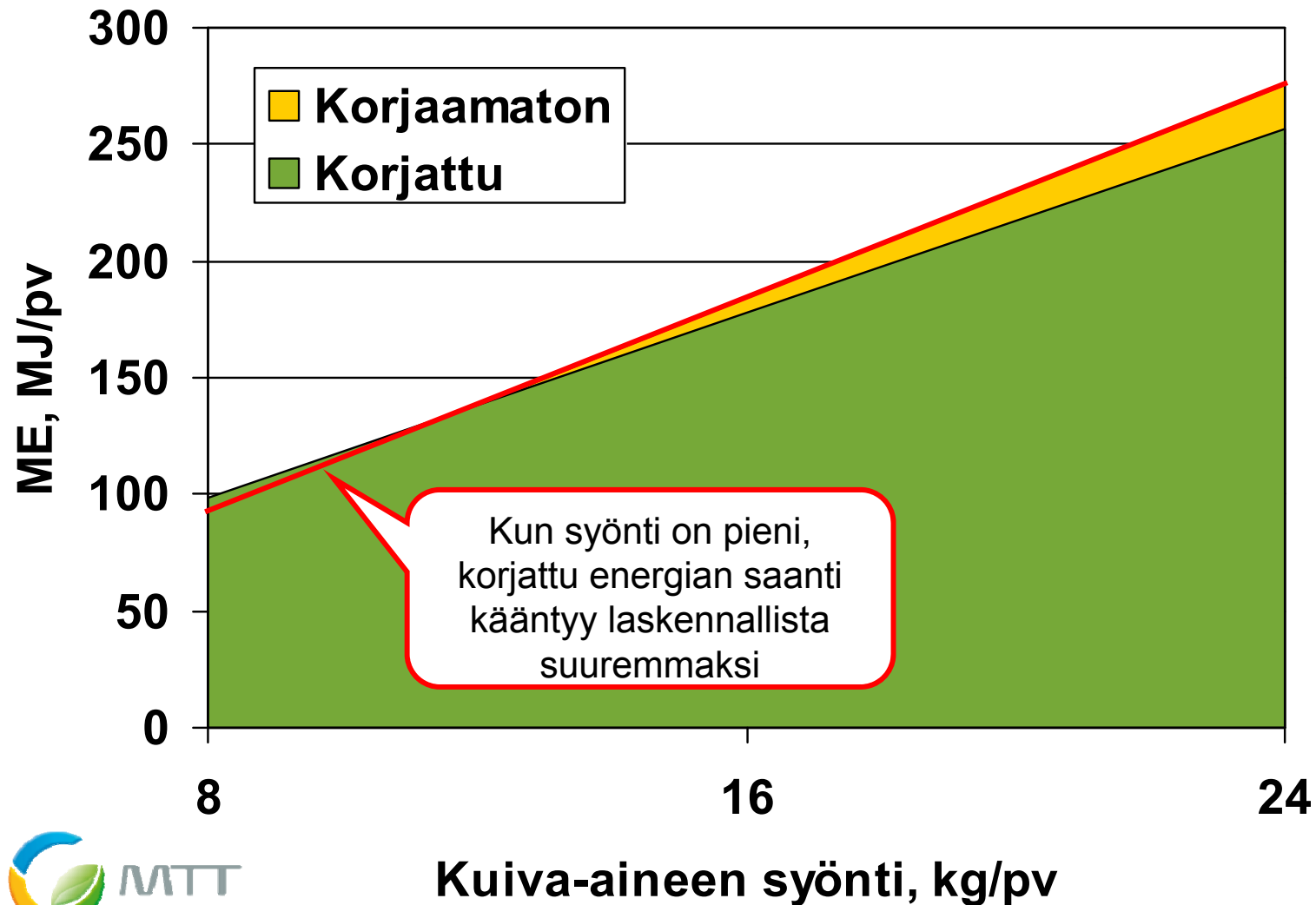
- Käyttämämme ns. faktoriaalinen rehuarvojärjestelmä olettaa, että rehuarvot ovat vakioita ruokintatilanteesta riippumatta
- Rehuilla on kuitenkin yhdysvaikutuksia, joita voidaan huomioida korjausyhtälöiden avulla
- Korjattu ME-saanti (MJ/pv) = Korjaamaton ME-saanti (MJ/pv) - (-56,7 + 6,99 × MEyp + 1,621 × ka-syönti – 0,446 × rv-pit + 0,00112 × rv-pit²)
 - ka-syönti = kuiva-aineen syönti, kg/pv
 - MEyp = rehuannoksen korjaamaton ME-pitoisuus, MJ/kg ka
 - rv-pit = rehuannoksen raakavalkuaispitoisuus, g/kg ka



Korjaus "leikkaa" osan energiasta

Esimerkissä rehuannoksen MJ-pitoisuus

11,5 MJ/kg ka ja rv-pitoisuus 170 g/kg ka



Korjausyhtälö kertoo...

- ... että energian saantia laskennalliseen verrattuna vähentää:
 - Kuiva-aineen syönnin lisääntyminen
 - Rehuannoksen korkea energiapitoisuus
 - Rehuannoksen matala raakavalkuaispitoisuus (huom. käyräviivainen vaikutus eli hyöty valkuaisesta vähenee suurilla käyttömäärillä)

Vähän syövä lehmä saa samasta rehuannoksesta enemmän energiaa kuin paljon syövä lehmä – pidempi viipymäaika ruoansulatuskanavassa

Kuiva-aineen syöinti, kg/pv	ME, MJ/kg ka	
	Taulukkoarvot	Korjattu
8	10.5	10.8
24	10.5	10.0
8	11.0	11.3
24	11.0	10.4
8	11.5	11.8
24	11.5	10.7

Korjausyhtälö perustuu tutkimustuloksiin

- Meta-analyysi lypsylehmien ruokintakokeista, joista tiedossa rehujen taulukkoarvot ja rehuannoksen sulavuus määritetty lehmillä
- Englanninkieliset asiantuntijatarkastetut tieteelliset artikkelit:
 - Nousiainen, J., P. Huhtanen, and M. Rinne. 2009. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 1. The effect of forage and concentrate factors on total diet digestibility. J. Dairy Sci. 92: 5019-530.
 - Huhtanen, P., M. Rinne, and J. Nousiainen. 2009. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 2. The effects of feeding level and diet composition on digestibility. J. Dairy Sci. 92:5031-5042.
- Kooste sisällöstä Maataloustieteen Päivillä 2010:
 - Nousiainen, J., Rinne, M. & Huhtanen, P. 2010. Rehuannoksen koostumus ja ruokintataso vaikuttavat lypsylehmien rehuannoksen sulavuuteen. 8 s. Maataloustieteen Päivät 2010. <http://www.smts.fi/jul2010/esite2010/014.pdf>

Löytyy netistä



Rehuannoksen koostumus ja ruokintataso vaikuttavat lypsylehmien rehuannoksen sulavuuteen

Juha Nousiainen¹⁾, Marketta Rinne²⁾ ja Pekka Huhtanen³⁾

¹⁾Valio Oy, Alkutuotanto, PL 10, 00039 Valio, etunimi.sukunimi@valio.fi

²⁾MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

³⁾Ruotsin Maatalousyliopisto (SLU), S-901 83 Umeå, Ruotsi, etunimi.sukunimi@nfv.slu.se

Tiivistelmä

Useimmissa rehuarvojärjestelmissä naudoille käytettyjen rehujen energia-arvot pohjautuvat lampailla tehtyihin sulavuuskokeisiin, joissa kyseistä rehua tarjotaan yksinään niin että eläinten ylläpitoenergian tarve täyttyy. Tämä standardoitu sulavuuskoe kuvaa hyvin kullekin rehulle ominaista potentiaalista energia-arvoa märehittäjöillä, ts. eläin ei voi valita syömäänsä rehua eikä mikään tekijä vaikuta sulavuutta heikentävästi. Näin saatuja sulavuusarvoja ei voi kuitenkaan suoraan käyttää lypsylehmillä kuvaamaan absoluuttista energiansaantia, koska rehujen välillä on yhdysvaikutuksia ja lehmät syövät 3-4 kertaa enemmän rehua kuin ylläpitoon tarvitaan. Tämän seurauksena lampailla yksittäisten rehujen sulavuuksien (OMDm) yliarvioi lehmien sekadieettien (dieetissä sekä vakirehua että karjanruokinnan tuotantotasolla (OMDp)). Tutkimusaineisto koostui lypsylehmillä suoritetun kokonaiskeruumenetelmällä tai käyttäen menetelmänä oli kvantifioida rehuannoksen koostumuksen ja ruokintatason kokonaistulokset tai pötsineste -

**Lisätietoja:
www.mtt.fi/rehutaulukot**

Lypsylehmien energian tarve

Rehutaulukot etusivu » Ruokintasuositukset » Märehtijät » Lypsylehmien energian tarve

Lypsylehmien energian tarve (MJ/pv)	
Ylläpito (MJ/pv)	Elopaino ^{0,75} × 0,515
Maidontuotanto (MJ/kg ekm)	5,15 × ekm (kg)
Elopainon muutos (MJ/kg epm)	34 MJ × kg elopainon lisäystä
	28 MJ × kg elopainon vähentymistä
Tiineytlisä (MJ/pv)	7. kk: 11
	8. kk: 19
	9. kk: 34

Esimerkki energiantarpeesta lehmälle, joka painaa 650 kg ja lypsää 40 kg energiakorjattua maitoa (ekm) päivässä:
Energian tarve (MJ ME/pv) = $650^{0,75} \times 0,515 + 5,15 \times 40$ kcm/pv = 272 MJ ME/pv

Esimerkki energiantarpeesta lehmälle, joka painaa 550 kg ja lypsää 20 kg energiakorjattua maitoa päivässä:
Energian tarve (MJ ME/pv) = $550^{0,75} \times 0,515 + 5,15 \times 20$ kcm/pv = 161 MJ ME/pv

Lypsylehmien energiantarpeessa ei huomioida navettatyyppin (parsi- tai pihattonavetta), laidunnuksen eikä lämpötilan vaikutusta.

Energian saannin korjausyhtälö

Käytämämme ns. faktoriaalinen rehuarvojärjestelmä olettaa, että rehuarvot ovat vakioita ruokintatilanteesta riippumatta. Rehuilla on kuitenkin yhdysvaikutuksia ja niitä voidaan huomioida erilaisten korjausyhtälöiden avulla. Vuoden 2010 päivityksen yhteydessä lypsylehmien rehuanoksen energia-arvon laskemisessa otetaan käyttöön uusi korjausyhtälö, joka perustuu laajasti MTT Tuotosvaste-aineistosta laskettuihin yhteyksiin:

$$\text{Korjattu ME-saanti (MJ/pv)} = \text{Korjaamaton ME-saanti (MJ/pv)} - (-56,7 + 6,99 \times \text{MEyp} + 1,621 \times \text{ka-syönti} - 0,44595 \times \text{rv-pit} + 0,00112 \times \text{rv-pit}^2)$$

- ka-syönti = kuiva-aineen syönti, kg/pv
- MEyp = rehuanoksen korjaamaton ME-pitoisuus, MJ/kg ka
- rv-pit = rehuanoksen raakavalkuaispitoisuus, g/kg ka

MTT:n tiedote
Rehuarvopäivityksistä
30.8.2010

Tutustu päivityksiin 2010
Fytaaasiensyymi parantaa fosforin sulavuutta yksimahaisilla eläimillä

Laskurit käytettävissä märehtijöiden rehuarvojen rehuseosten koostumuksen laskentaan

Finnish Feed Tables and nutrient recommendations now available also in English!

Fodertabeller på svenska inom kort

Ohjeistus uusien märehtijöiden ja hevosten rehuarvojen käyttöönottoon 1.9.2010

Päivityksen 2010 muutoskuvaukset

Lisämateriaalia päivitykseen 2010 liittyen

Rehun sulatuksen kinetiikka

- Nesteen virtausnopeus huomattavasti suurempi kuin partikkelien
 - Neste (ja liukoiset ravintoaineet) n. 15 %/h (viipymäaika 7 h)
 - Karkearehupartikkelit n. 2 %/h (viipymäaika 50 h)
 - Väkirehupartikkelit n. 8 %/h (viipymäaika 12 h)
 - Tieteellisessä tekstissä nopeudet ilmaistaan muodossa $0.02/h = 2\%/h$
 - Viipymäaika = $1 / \text{nopeus}$, esim. $1 / 0.02 = 50\text{ h}$
- Toteutuva sulavuus on kompromissi:
 - Pitkä viipymisaika (eli hidas virtausnopeus) parantaa rehun sulavuutta
 - Mutta koska pötsin tilavuus rajallinen, se rajoittaa syöntiä ja siten vähentää energian saantia
 - Valikoiva viipyminen auttaa energian saannin maksimoinnissa
 - iNDF:n virtausnopeus suurempi kuin pdNDF:n (2.5 vs. 1 %/h)

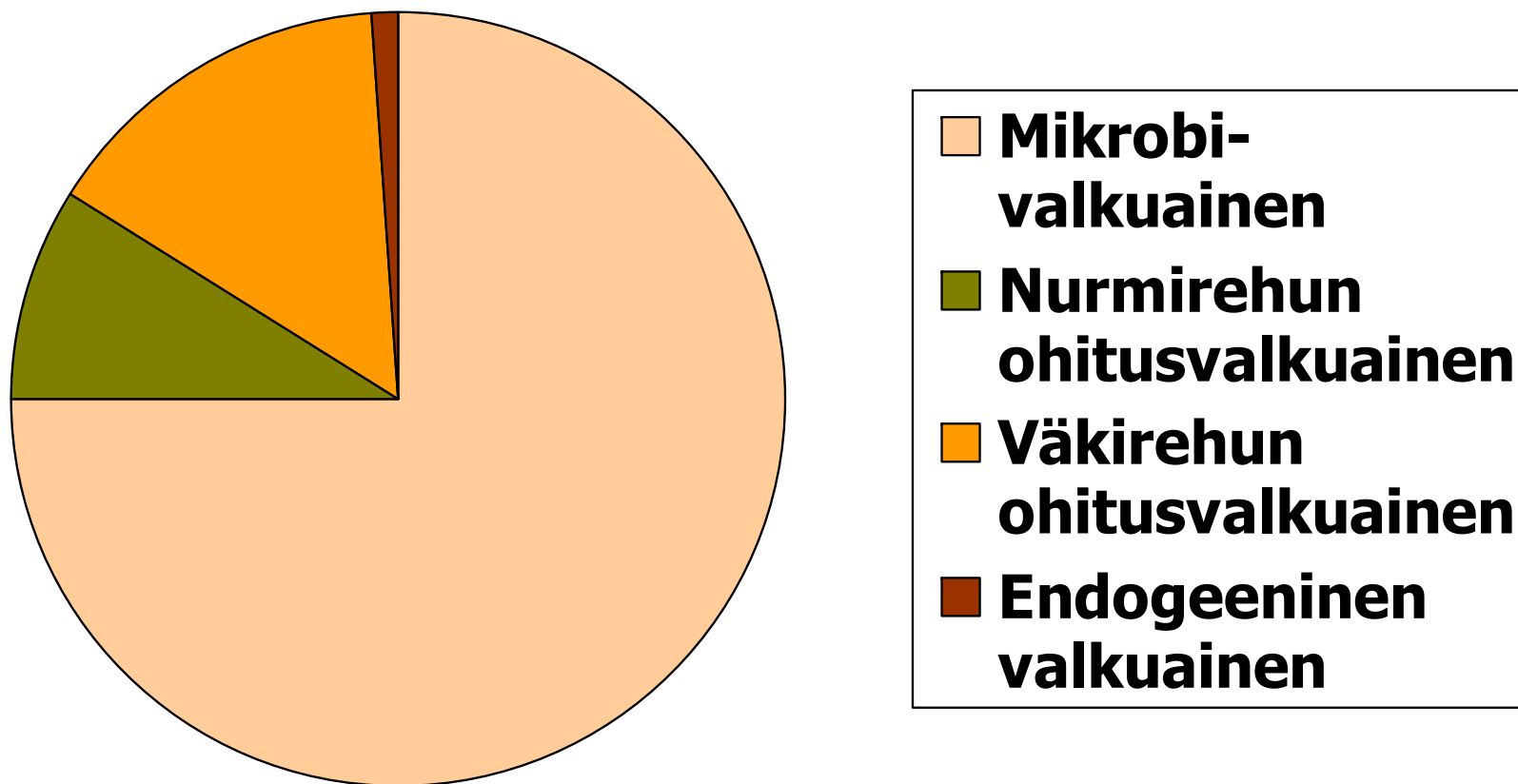
Valkuaisen sulatus

- Rehujen valkuaisisisältö ei kerro kovin paljon lehmän käyttöön tulevan valkuaisen määrästä ja laadusta:
 - Mikrobivalkuaisen (aminohappojen) muodostuminen yksinkertaisista tyellisistä aineista
 - Urea, nitraatit
 - Rehun sisältämän valkuaisen (aminohappojen) hajotus pötsissä

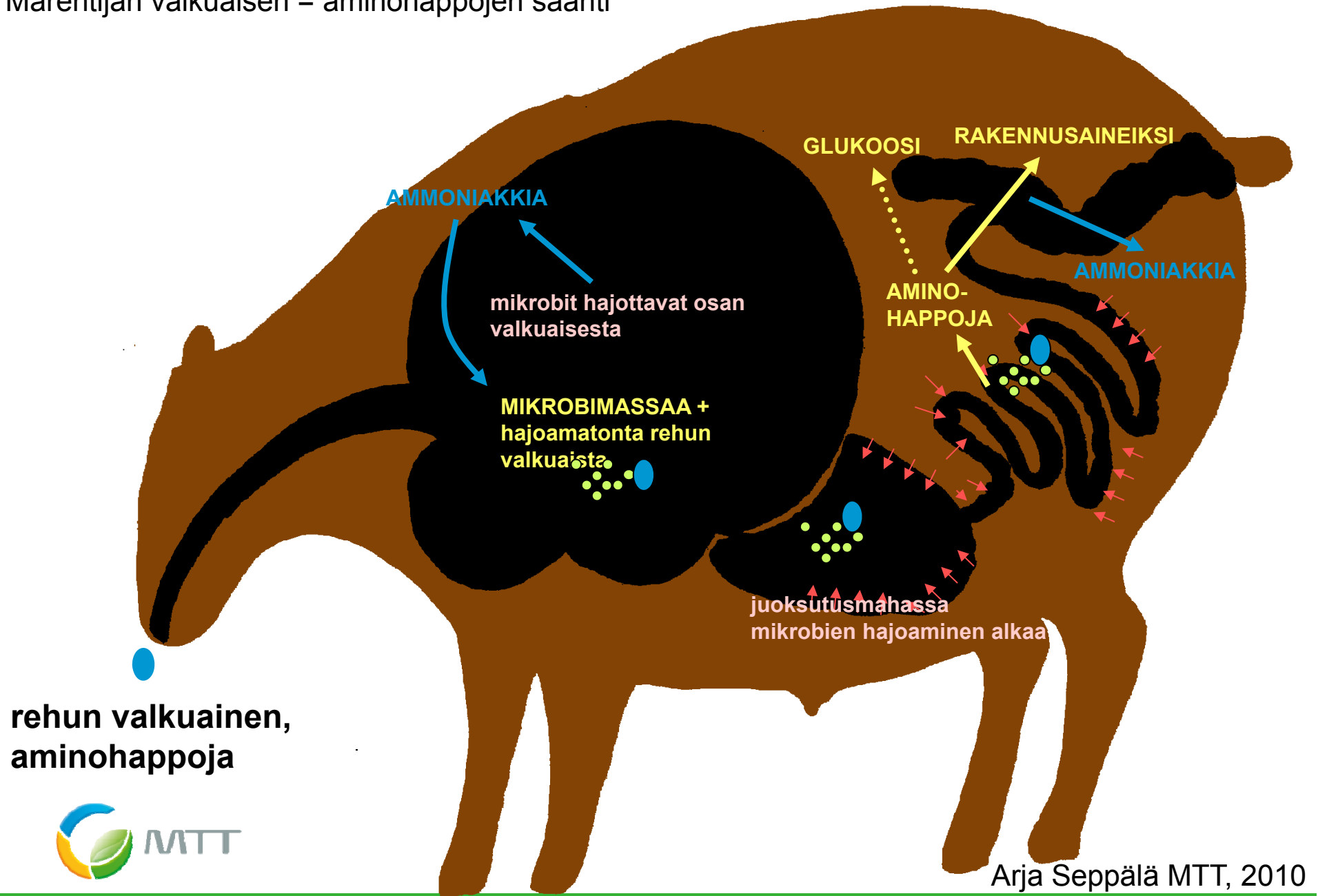
Valkuais- ja energiaruokinnan erottaminen vaikeaa

- Pötsin mikrobivalkuaisen tuotannon edellytys on, että pötsimikrobit saavat energiaa pötsissä fermentoituvasta orgaanisesta aineesta
- Esim. säilörehun valkuaisarvo (OIV-arvo) on sitä parempi, mitä parempi sen energia-arvo (sulavuus, D-arvo) on
- Lisäksi pötsimikrobeilla on oltava riittävästi ammoniakkia aminohappojen rakennusaineeksi
 - Mikrobit voivat myös hyötyä hyvälaatuisesta valkuaisesta käyttämällä suoraan rehun sisältämiä aminohappoja

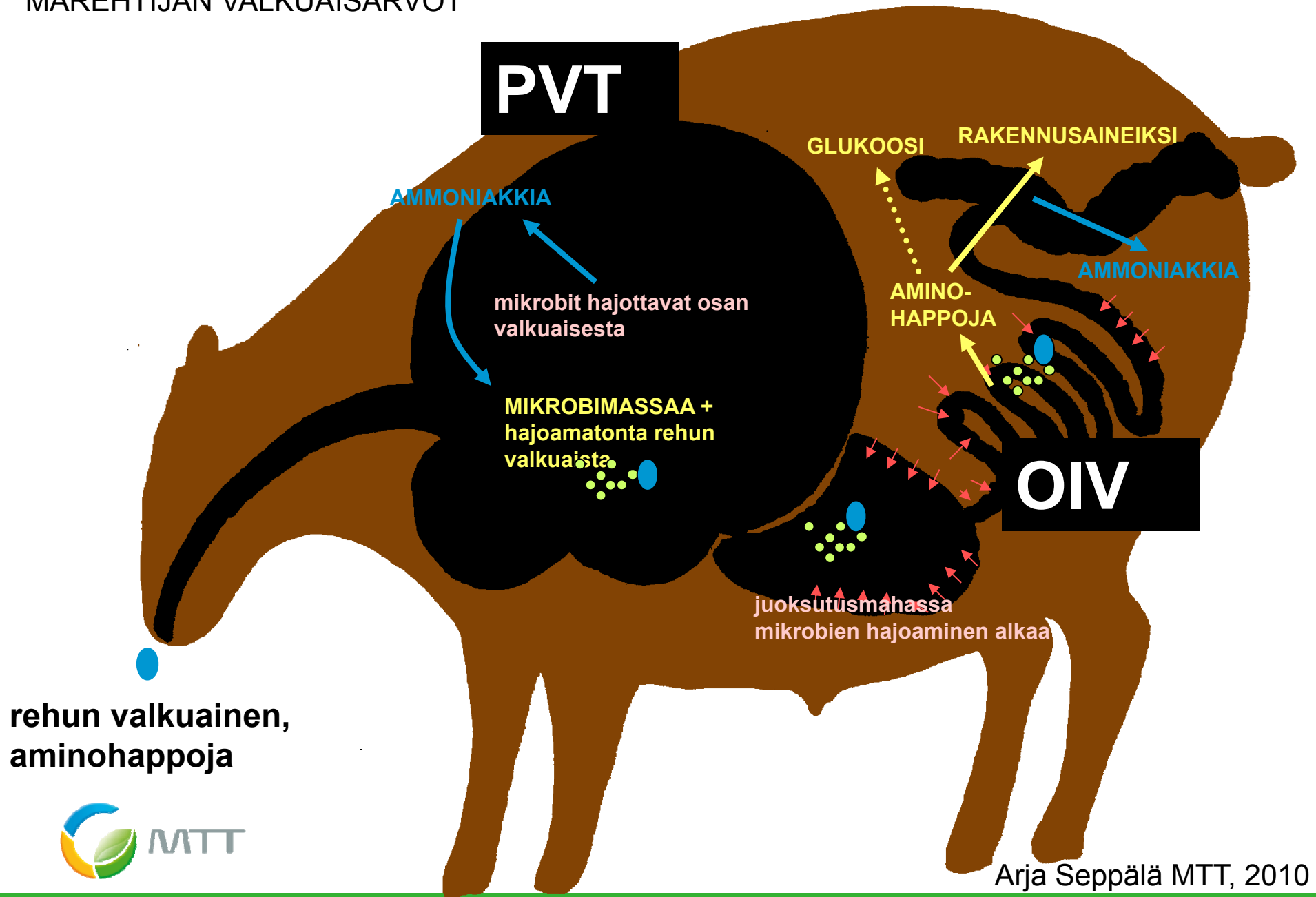
Lehmän valkuaisen (OIV eli ohutsuolesta imeytyvät aminohapot) saanti muodostuu:



Märehtijän valkuaisen = aminohappojen saanti



MÄREHTIJÄN VALKUAI SARVOT



Märehtijöiden valkuaisarvot:

$$\begin{aligned}OIV &= OIVmv + OIVov \\PVT &= HV - MV \\OIVmv &= ahmv \times smv \times mv \\OIVov &= ahov \times sov \times ov \\mv &= 152 \times (soa - ov) / 1000 \\hv &= (hvo / 100) \times rv\end{aligned}$$

Vakioiden arvoja:

$$\begin{aligned}ahmv &= 0,75 \\smv &= 0,85 \\sov &= 0,82\end{aligned}$$

OIV = ohutsuolesta imeytyvät aminohapot (g/kg rehun ka)

PVT = pötsin valkuaisaste (g/kg rehun ka)

mv = mikrobivalkuaisen tuotanto (g/kg rehun ka)

hv = hajoava valkuainen (g/kg rehun ka)

ov = ohitusvalkuainen (g/kg rehun ka)

OIVmv = ohutsuolesta imeytyvä mikrobivalkuainen

OIVov = ohutsuolesta imeytyvä ohitusvalkuainen

soa = sulava orgaaninen aine (g/kg rehun ka)

srh = rehun sulavat raakahiilihydraatit (g/kg rehun ka)

hvo = hajoavan valkuaisen osuus

rv = rehun raakavalkuainen (g/kg rehun ka)

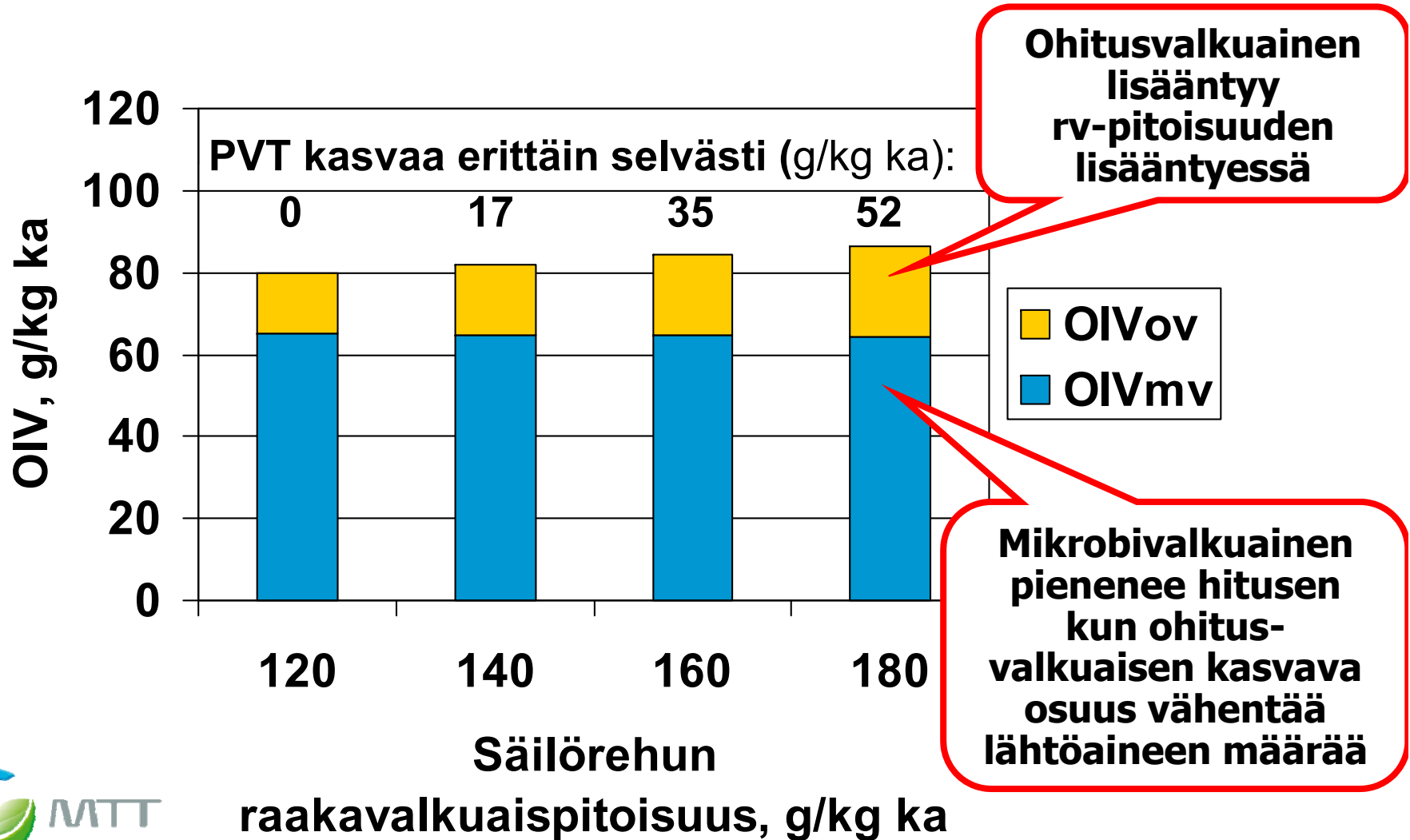
Ahmv = aminohappojen osuus mikrobivalkuaisesta

Ahov = aminohappojen osuus ohitusvalkuaisesta

smv = mikrobivalkuaisen sulavuus

sov = ohitusvalkuaisen sulavuus

Kun säilörehun raakavalkuaispitoisuus suurenee, OIV-pitoisuus suurenee vähän ja PVT paljon
D-arvo 690 g/kg ka pysyy tässä tarkastelussa vakiona



Yksiköiden johdonmukaisuus tavoitteena

- Tieteellisessä yhteydessä SI-järjestelmän mukaiset yksiköt suositeltavimpia
 - Oletusarvo Rehutaulukoissa ja KarjaKompassissa
- Prosentit arkikäyttöön vakiintuneita
 - Tasapainoilu neuvonnassa / opetuksessa?
- Tavoitteena, että eri toimijat käyttäisivät mahdollisimman yhdenmukaisia yksiköitä
 - Rehutaulukot, KarjaKompassi, rehuanalyysien toimittajat
- Yksiköiden merkitseminen näkyviin huolellisesti tärkeää
 - Yksiköiden keskinäinen logiikka – ei SI-järjestelmän yksiköitä ja prosentteja sekaisin
- Pitoisuudet kuiva-aineessa tai tuorepainossa aiheuttaa joskus sekaannusta – suositetaan koostumus- ja rehuarvotietojen esittämistä kuiva-aineessa
 - Rehujen tuorepainot hyvin vaihtelevia (säilörehujen esikuivausaste, liemirehuruokinta)

Rehujen kuvailun yksiköt yhdenmukaisesti

Tarkkuuteen riittää pääsääntöisesti kolme merkitsevää numeroa

	Versio SI	Esim.	versio %	Esim.
Kemiallinen koostumus	g/kg ka	150	%/ka	15,0
D-arvo	g/kg ka	690	%/ka	69,0
Sokerit ja hapot	g/kg ka	50	%/ka	5,0
Liukoinen + amm. N	g/kg N	600	%/kok. N	60,0
Valkuaisarvot (OIV ja PVT)	g/kg ka	85	%/ka	8,5
Energia-arvo	ME, MJ/kg ka	10,5	ME, MJ/kg ka	10,5
Sulavuuskertoimet ja HVO	Osuus (kg/kg)	0,75	%	75
Makrokivennäiset	g/kg ka	2,5	%/ka	0,25
Hivenaineet ja vitamiinit	mg/kg ka tai ky/kg ka	150	mg/kg ka tai ky/kg ka	150

Rehun kuiva-ainepitoisuus

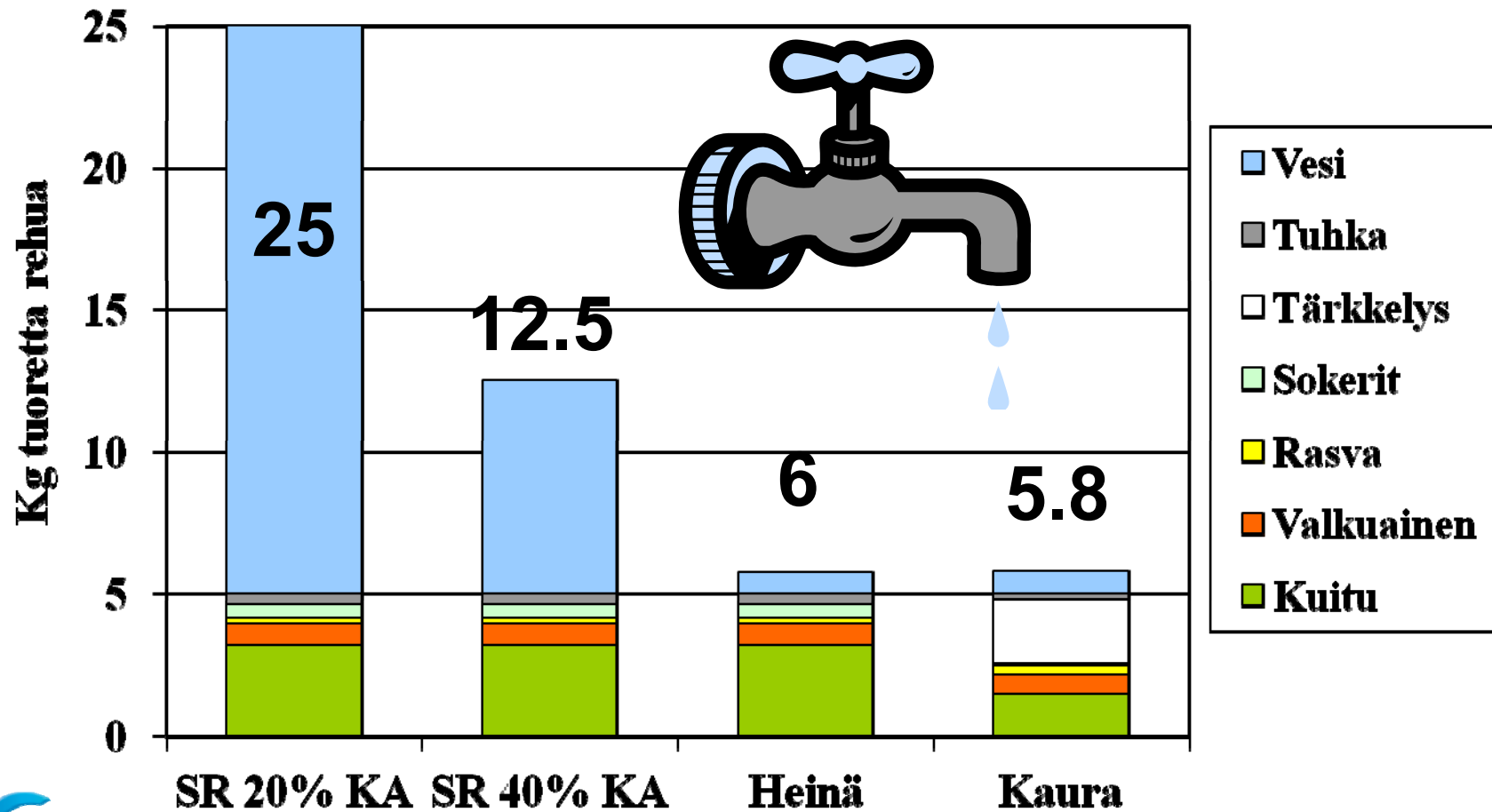
- Määritetään uunikuivauksella gravimetrisesti punnitsemalla näyte ennen ja jälkeen kuivauksen
- Tulos voi olla liian matala, jos näyte ei ehdi kuivua
- MTT:llä määrittäminen tehdään yön yli lämpökaapissa 103 °C:ssa
- Joissain tapauksissa voidaan ilmoittaa rehun kosteuspitoisuus



Säilörehu sisältää haihtuvia yhdisteitä

- Kuiva-ainepitoisuuden tarkaksi määrittämiseksi uunikuivauksella saatu kuiva-ainepitoisuus voidaan korjata haihtuvien aineiden (ammoniakki, maitohappo, haihtuvat rasvahapot, muurahaishappo)
 - Huida, L., Väätäinen, H., Lampila, M., 1986. Comparison of dry matter contents in grass silages as determined by oven drying and gas chromatographic water analysis. Ann. Agric. Fenn. 25, 215-230.
- Tuoreena tehdyssä pitkälle käyneessä rehussa kuiva-ainekorjaus voi olla merkittävä
 - Tyypillisesti noin 10 g/kg
 - Korjauksen myötä kuiva-ainemuutos luokkaa 240 -> 250 g/kg
- Pitkälle esikuivattujen rajoittuneesti käyneiden säilörehujen osalta korjauksella haihtuvien aineiden suhteen ei ole käytännön merkitystä

5 kg **kuiva-ainetta** (ka) erilaisista rehuista tarkoittaa kiloina tuoretta rehua:



Ruokinnan suunnittelun pohjaksi käytävissä olevista rehuista tarvitaan luotettavat lähtötiedot

- Kaupallisten rehujen valmistaja / markkinoija toimittaa tarvittavat tiedot
 - Rehuarvot ovat myös keskeinen rehujen hinnoittelun peruste
- Rehutaulukot-tietokannassa (www.mtt.fi/rehutaulukot) tyypillisten suomalaisten rehujen koostumus- ja rehuarvotiedot
- Tilalla tuotettujen karkearehujen osalta yksittäisten rehuerien analysointi on tarpeen
 - Kasvuston koostumus, kasvuolosuhteet, korjuuaika, säilönnän onnistuminen ym. aiheuttavat runsaasti vaihtelua rehuerien välille joten taulukkoissa ilmoitettujen vakioarvojen käyttäminen ei ole mielekäästä

Rehujen laatua voidaan arvioida lukuisin menetelmin

- Kemialliset analyysit
- Epäsuorat menetelmät (esim. NIR)
- In vitro –menetelmät; ”koeputkessa”
- In vivo –menetelmät; eläimistä tehtävät mittaukset
- Lopullisesti rehuarvon mitta on eläinten tuotantotulokset

- Tarve eri rehuaineiden arvon ja suhteellisten erojen selvittämiseksi synnytti koko tieteenalan ”Kotieläinten ravitsemustiede”
- Työtä tehty systemaattisesti 1800-luvulta lähtien

NIR-analytiikka

- **N**ear **I**nfrared **R**eflectance
= lähi-infrapunavalon heijastuminen
- NIR-menetelmän etuja:
 - Nopea, edullinen, toistettava
 - → sopii erinomaisesti tilarehuanalytiikkaan
- NIR-menetelmän haasteita
 - Epäsuora menetelmä joka perustuu kalibrointiaineistoon
 - Kalibrointiaineiston laajuus, kattavuus ja laadukkaat referenssianalyysitulokset ovat edellytys hyvälle tuloksille



Muutoksia Suomen rehuanalytiikkakentällä

- Valion Oy:n ARTTURI®-rehuanalyysi vain valiolaisten tuottajien käytävissä 1.4.2014 alkaen
 - ARTTURI®-verkkopalvelun avoin jakelu päättyy 1.1.2015
- Muut merkittävimmät rehuanalytiikkaa tarjoavat toimijat
 - Eurofins Viljavuuspalvelu
 - Seilab

Käytännön Maamies 9/2014

Säilörehuanalyysiä saa nyt Valiolta, Seilabilta ja Eurofins Viljavuuspalvelulta

Käytännön Maamies testasi kauden maillotat rehunäytteillä, miten säilörehujen uudet analyysipalvelut toimivat. Muistutus on haastava, ja myös näytteen kuljetuksen pitää onnistua, jotta tulokset on hyötyä ja siitä kannattaa maksaa. Yhteistä testirehusta saatiin toisessa analyysissä arvokasnäki kiltettävä, toisessa vain köntäläinen.

Säilörehuanalyysiä...

Säilörehuanalyysiä...

Säilörehuanalyysiä...

KM VERKILÄ



Mitä tarkoittaa edustava näytteenotto?

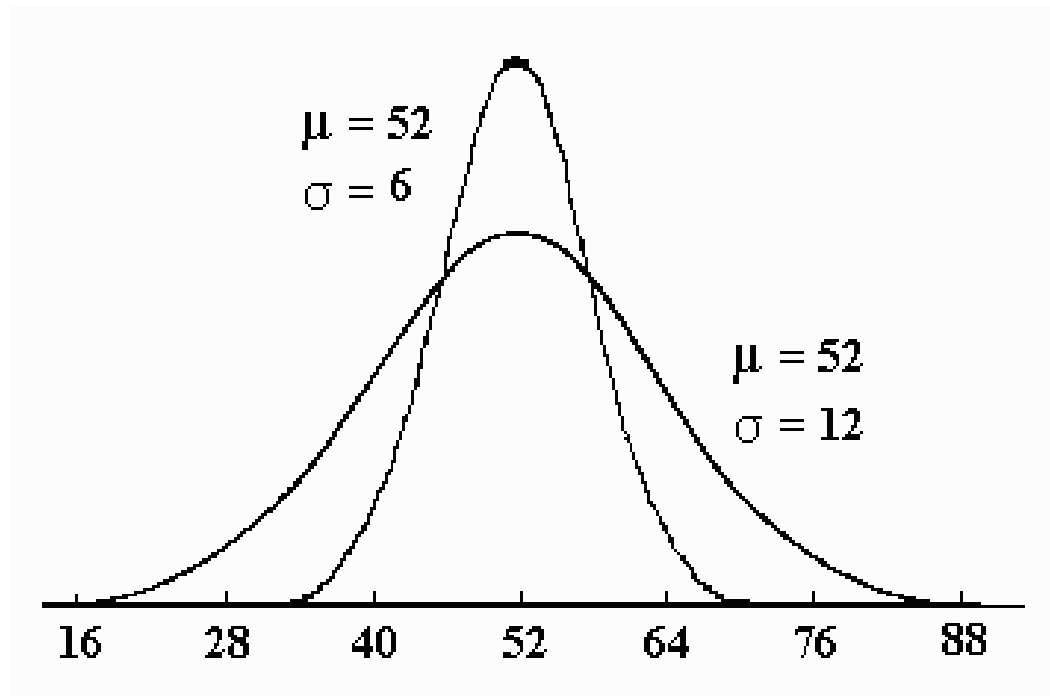
- Edustava \neq paras kohta rehuerästä
- Edustava $=$ koko rehuerää kattavasti edustava näyte
- Katso Valion video YouTubesta:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=dOg4NxQ9gV0>
- Käytännössä kannattaa:
 - Ottaa useita osanäytteitä
 - Sekoittaa huolellisesti
 - Ottaa lopullinen näyte välttäen huolellisesti lajittumista
- Näytteenotossa epäonnistuminen kyseenalaistaa koko analyysituloksen käyttökelpoisuuden



Kuva: Timo Toivonen

Kaikkeen mittaamiseen liittyy virhettä

- Analyysitulokset ei ole absoluuttinen – mutta yleensä käyttökelpoinen
- Mittausten satunnaisvaihtelua pyritään pienentämään



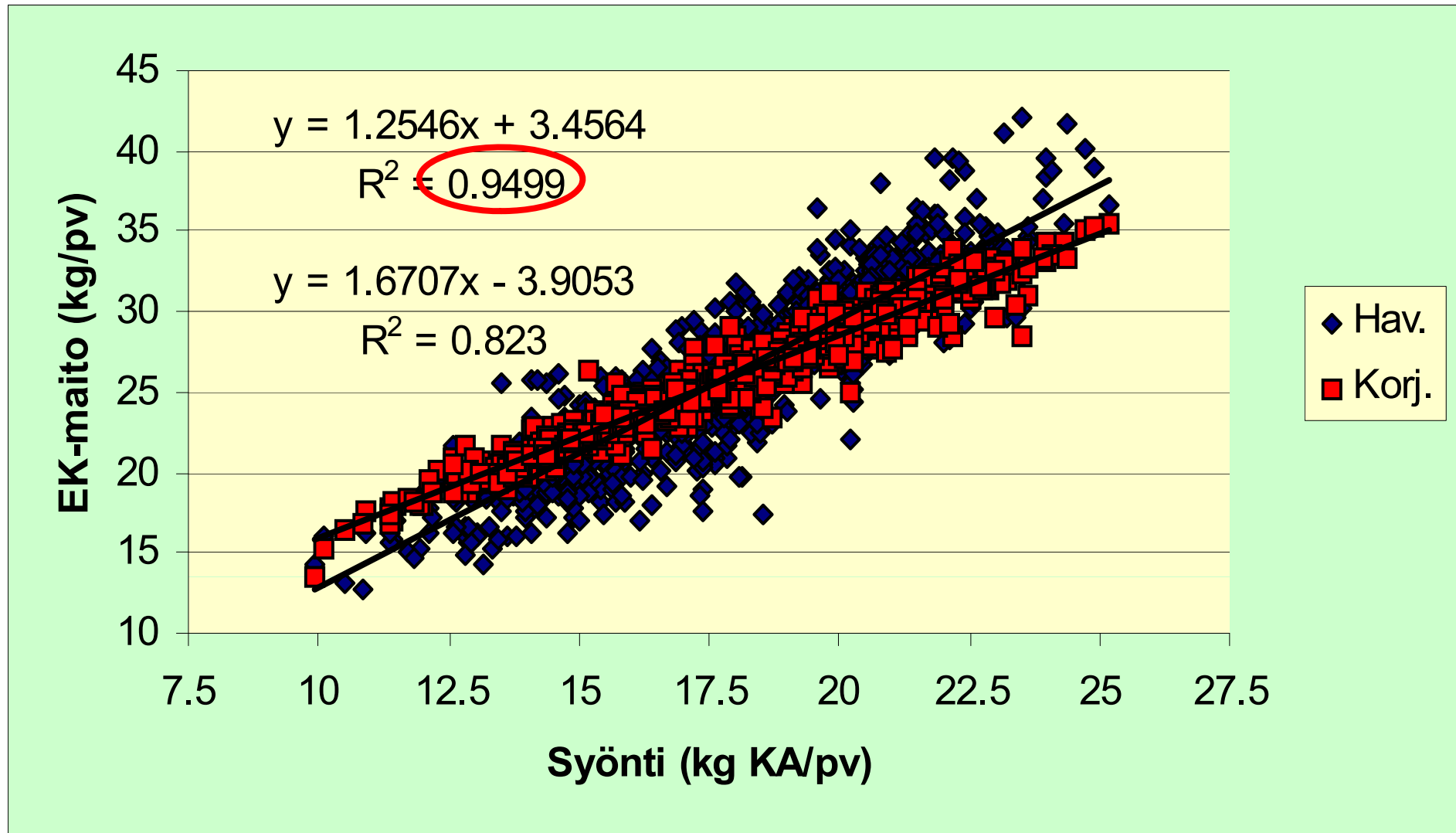
Rehu on välituote

- Lypsykarjatilalla raha saadaan maidosta
 - Rehut ovat välituotteita, joiden arvottaminen perustuu siihen, miten paljon ja minkälaista maitoa niiden avulla saadaan
- Todelliset tuotosvasteet välttämättömiä lähtötietoja taloudellista optimointia varten
- Tuotantovaikutuksen taustalla:
 - Vaikutukset rehujen vapaaehtoiseen syöntiin
 - Ruokintatason ja rehuannoksen vaikutukset sulatuksen yhdysvaikutuksiin eri todelliseen energiansaantiin
 - Lehmän verenkiertoon imeytyvien ravintoaineiden määrä ja keskinäiset suhteet
- Pienet hävikit ruokinnassa
 - Erityisesti nurmirehujen tuotannossa ja käytössä korjuu- ja säilöntätappioiden minimointiin kannattaa kiinnittää huomiota

Vapaaehtoisen syönnin ennustaminen

- Lypsylehmien ruokinnan kaikkien tärkein – ja vaikein – osa
- Monissa malleissa syönnin ennustamisessa käytetään havaittua maitotuotosta
 - Se ei ole tiedossa ruokinnan suunnitteluhetkellä
 - Rehuannoksen koostumus vaikuttaa syöntiin, joka vaikuttaa tuotokseen, joka vaikuttaa syöntiin...?
- Absoluuttiseen syöntimäärän vaikuttavat:
 - Eläimen ominaisuudet
 - Koko, lypsykauden vaihe, ikä (ensikot vs. vanhemmat lehmät), perinnöllinen taso
 - Rehujen ominaisuudet
 - Kemiallinen koostumus, sulavuus, säilörehun käymislaatu
 - Ympäristötekijät
 - Rehujen tarjollaoloaika, ruokintapaikkojen määrä, lämpötila
 - Yhdysvaikutukset näiden välillä
- Syönti-indeksien lähtökohtana rehuannoksen koostumuksen vaikutukset syönnin suhteelliseen muutokseen

Kokonaissyönnin ja maitotuotoksen välinen yhteys on vahva (Tuotosvasteaineisto, n=998)



Syöntiin vaikuttavat säilörehun, väkirehun ja lehmän ominaisuudet

- Säilörehun syönti-indeksi:
 - D-arvo ↑
 - Käymishappojen määrä ↓
 - Kuiva-ainepitoisuus
 - Kuitupitoisuus ↓
 - Apila ja kokoviljasäilörehu ↑
 - Sato (1. sadossa ↑)
- Väkirehun syönti-indeksi:
 - Määrä ↑
 - Valkuaispitoisuus ↑
 - Kuitupitoisuus ↑
 - Rasvapitoisuus ↓
 - Väkirehumäärän ja säilörehun syöntipotentiaalin yhdysvaikutus
- Lehmän ominaisuudet:
 - Koko ↑
 - Vakioitu maitotuotos ↑
 - Lypsykauden vaihe



The screenshot shows the Artturi web service interface. At the top, there are navigation tabs for 'Korjuuaikatiedotus', 'Rehuanalyysi', and 'Artturi-kirjasto'. Below the navigation is a header with the 'Artturi-kirjasto' logo and a background image of corn. A white box on the right contains the text: 'Lisätietoja syönti-indekseistä mm. ARTTURI®-verkkopalvelussa www.mtt.fi/artturi'. Below the header, there is a section titled 'Laskurit' with a brief description of the service: 'Artturi®-verkkopalvelun laskurit tarjoavat apua nummirehun tuotantoon ja käyttöön liittyvien tekijöiden arvioinnissa. Laskureissa tietoa käytetään vuorovaikutteisesti. Laskureita voi käyttää myös havainnollistamaan lähtöarvojen muutoksen vaikutusta lopputulokseen. Laskuriperhe täydentyy ajan myötä.'

**Maito ei synny
tyhjästä –
syönnin
merkitys on
keskeinen**

Syönnin säätelyn taustalla monia tekijöitä

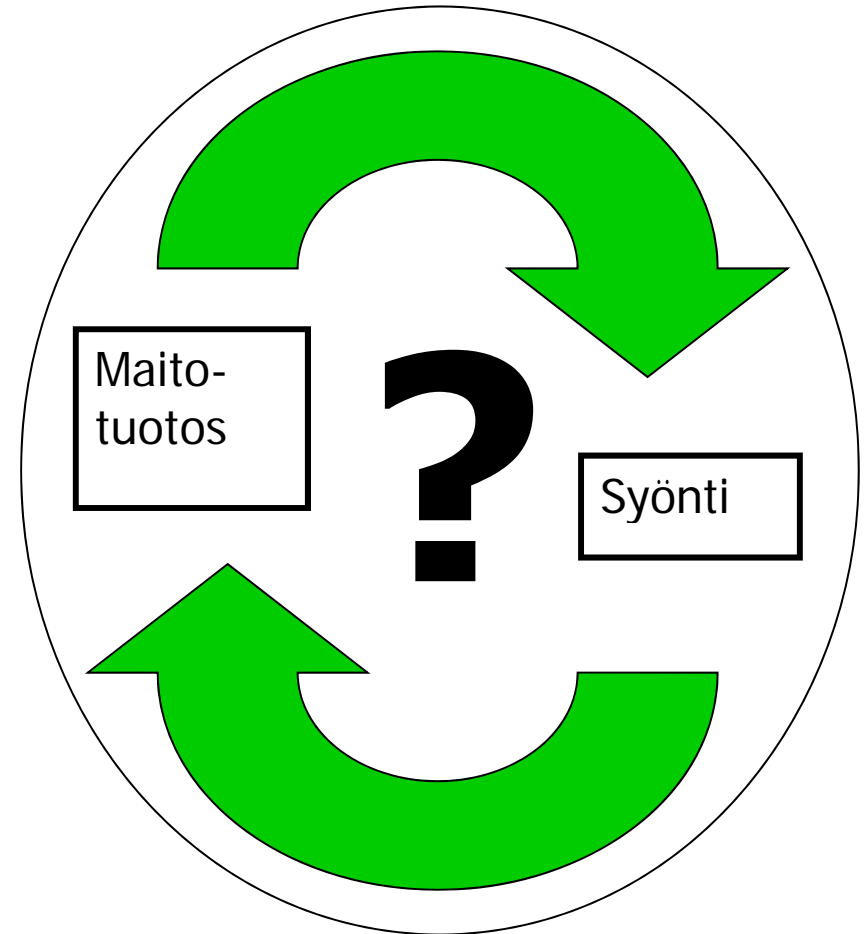
- Lypsylehmien rehun syönti on monitekijäinen säätelyfunktio, jossa
 - Rehuperäisiä tekijöitä
 - Eläinperäisistä tekijöitä
 - Ympäristötekijät ja hoitotekniikka
 - Tekijöiden välillä lisäksi yhdysvaikutuksia

Rehun vapaaehtoinen eli *ad libitum* syönti (voluntary feed intake)

- Rehua tarjolla enemmän kuin lehmä syö
 - Tähteen (orts) määrä 5-10 %
 - Syöntiaika mahdollisimman pitkä (yli 20 h/vrk)
 - Ei muita rajoitteita (esim. riittävästi ruokintapöytätilaa)
- Syönti lisääntyy vielä hieman jos rehua runsaammin tarjolla
 - Perustuu rehun valikointiin eli lehmät valikoivat seosrehusta väkirehukomponentteja ja karkearehuista paremmin sulava osia (lehtiä korsien sijasta)
- Periaatteessa laitumella rehua tarjolla *ad libitum*
 - Niukalla laitumella syömiseen kuluva aika ja tarvittava työ alkavat rajoittaa syöntiä

Miksi suurta syöntiä kannattaa tavoitella?

- Korkean tuotannon vaiheessa lehmän ravintoaineiden saanti tyypillisesti rajoittaa maidontuotantoa
- Kun syönti lisääntyy, myös tuotos lisääntyy



Fysikaalinen ja/tai metabolinen syönnin säätely

- Pötsin kapasiteetti asettaa konkreettisesti fysikaaliset rajat syönnille
- Ruoansulatuksessa syntyvät tuotteet (hapot, ammoniakki) ja energia välittävät metabolisia viestejä
- Syönnin säätely käyttänee molempia signaaleja
- Rehuannoksen koostumus vaikuttaa säätelymekanismeihin
 - Huonosti sulava rehuannos tuottaa enemmän fysikaalisia rajoitteita ja väkevä rehuannos metabolisia rajoitteita
- Eläin pyrkinee minimoimaan negatiiviset tunteet
 - ”Nälkä” vs. rehujen syönnistä aiheutuvat fysikaaliset ja metaboliset rajoittavat signaalit
 - Paljon ravintoaineita tarvitseva lehmä ”sietää” enemmän rajoittavia signaaleja

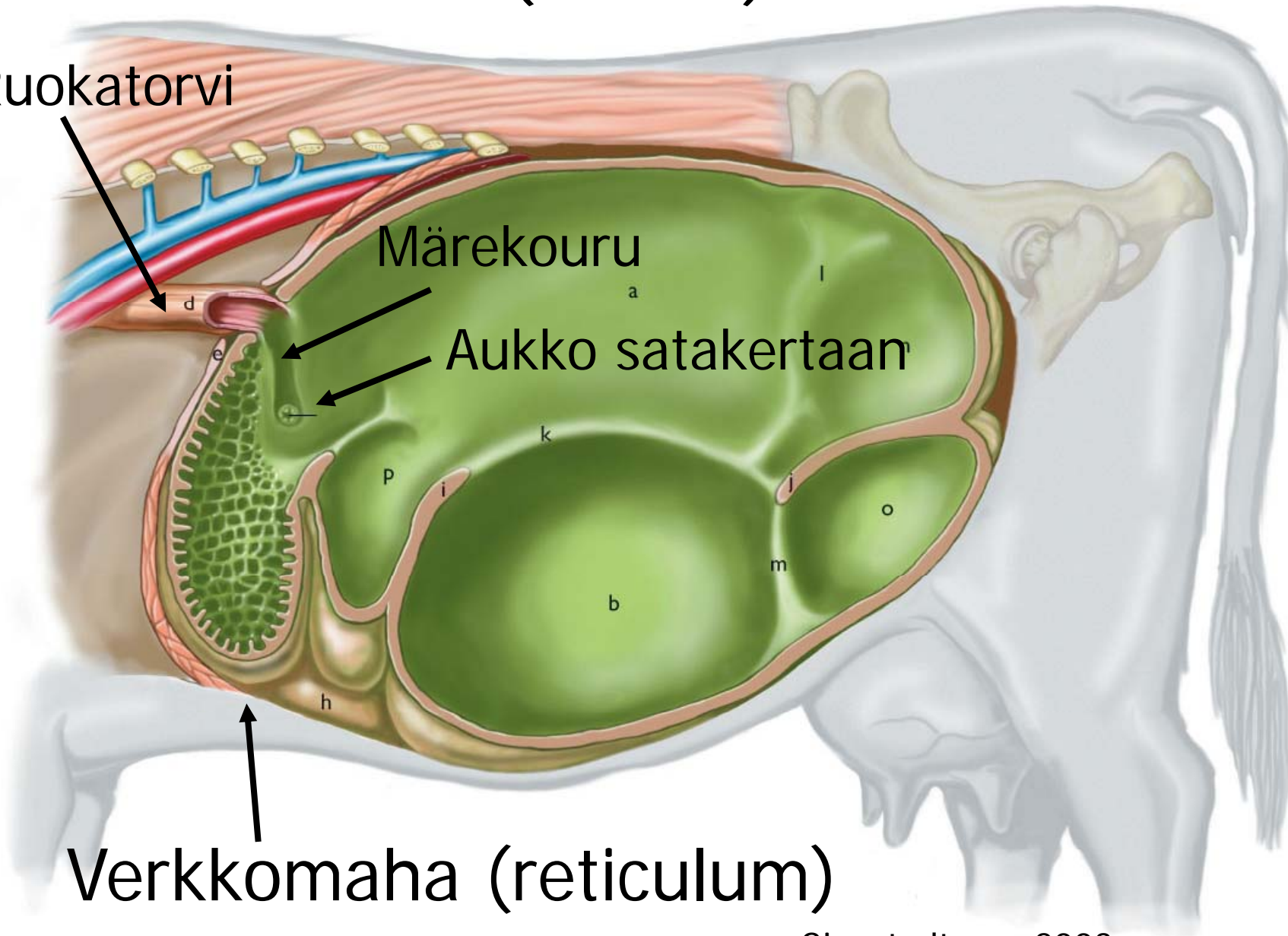
Pötsi (rumen)

Ruokatorvi

Märekouru

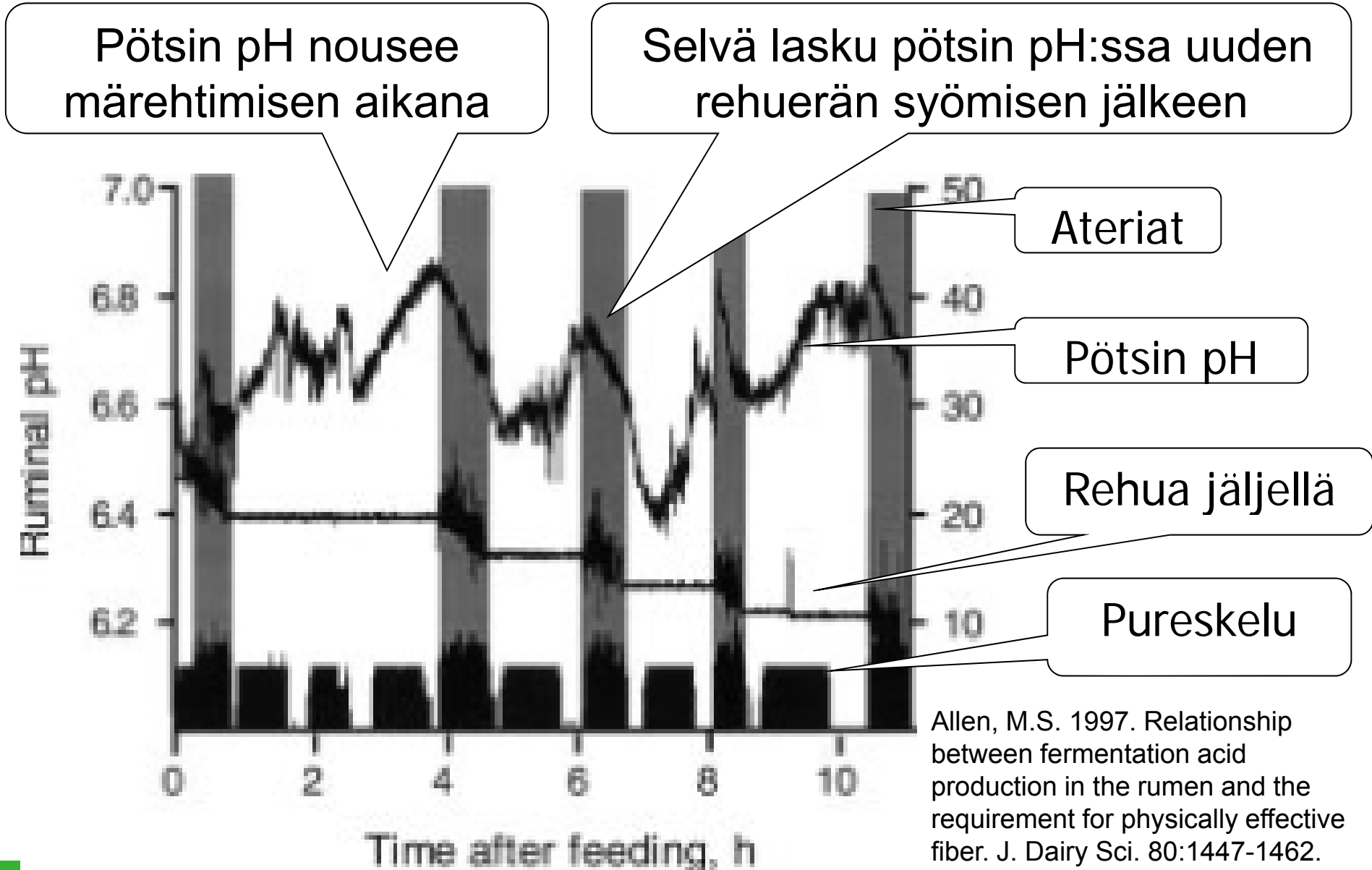
Aukko satakertaan

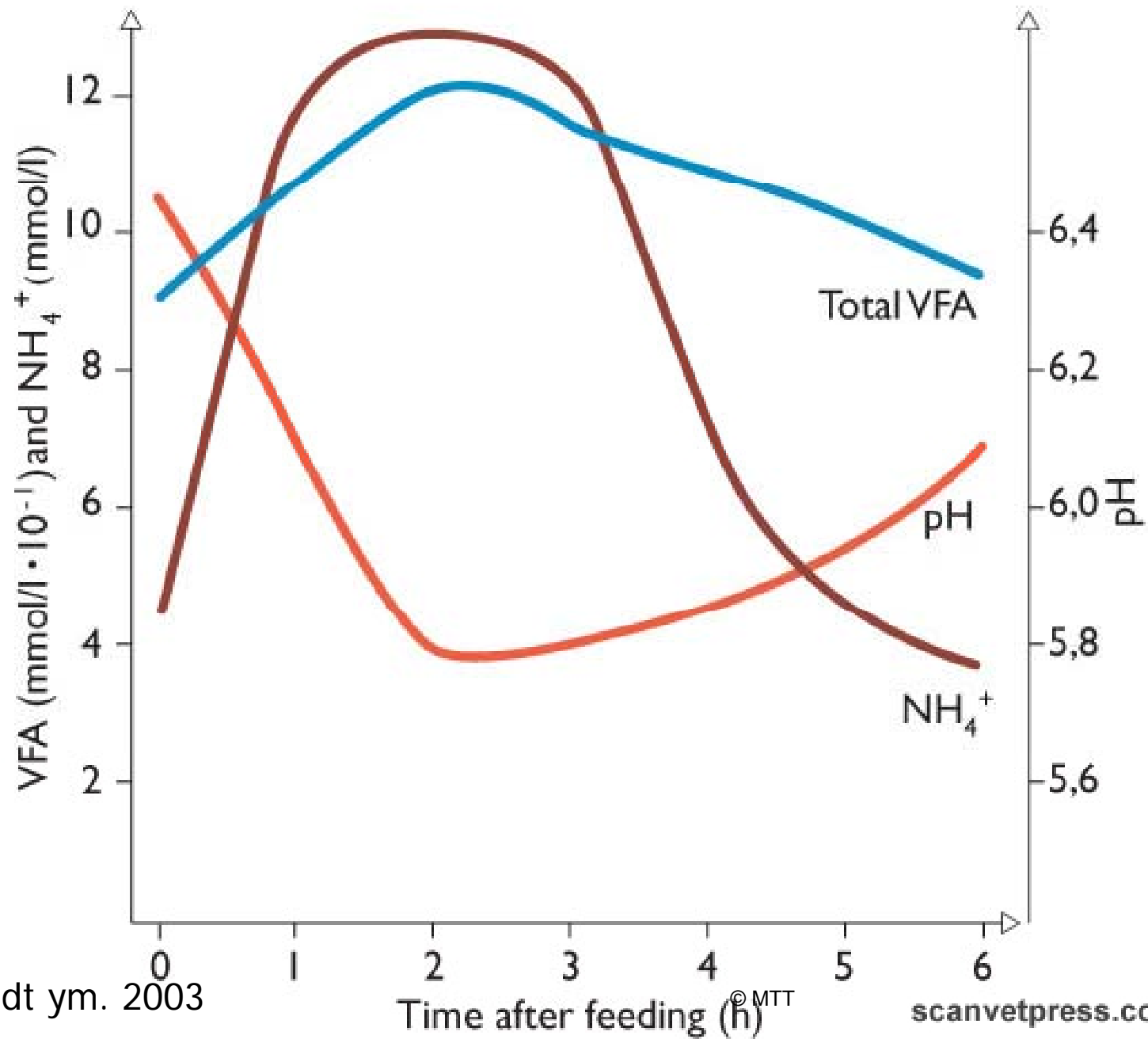
Verkkomaha (reticulum)



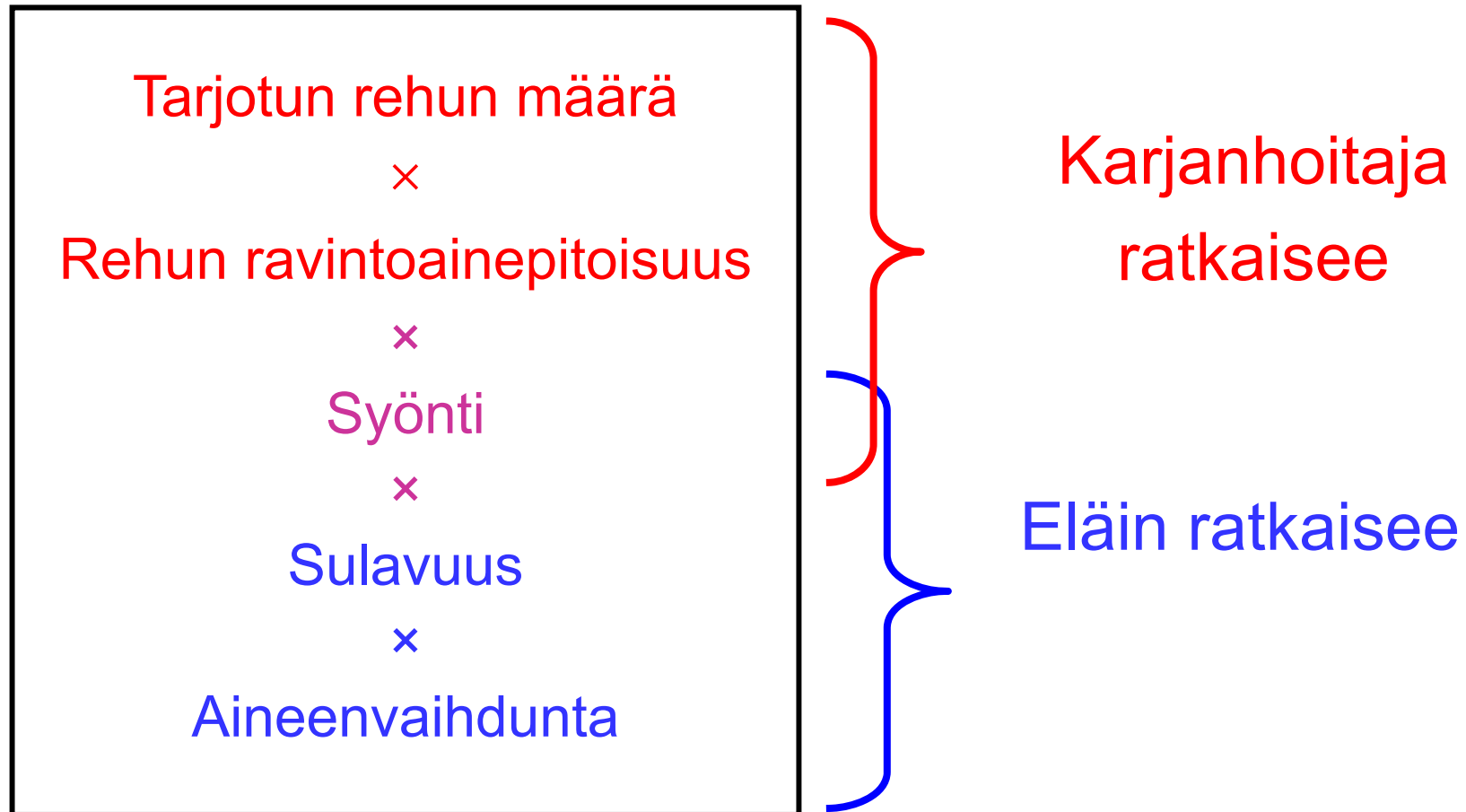
Sjaastadt ym. 2003

Lehmän syöntikäyttäytymisen ja pötsin pH:n jatkuva seuranta



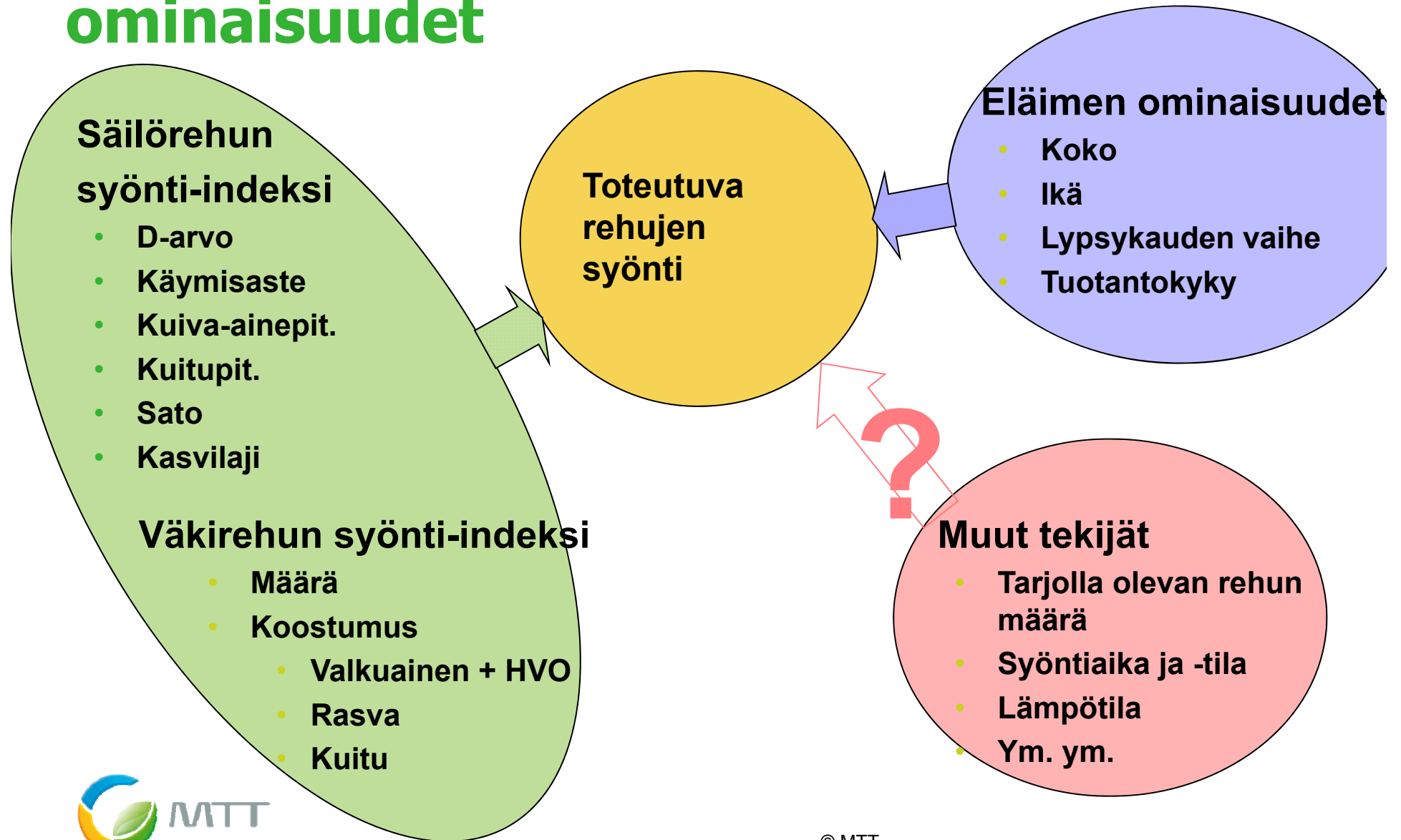


Eläimen käyttöön tulevien ravintoaineiden kokonaismäärä riippuu seuraavista tekijöistä:



Vaihtelun suuruus: syönti > sulavuus > aineenvaihdunta

Syöntiin vaikuttavat rehuannoksen ja eläimen ominaisuudet



Säilörehun syönti-indeksi

- Kuvaa säilörehun suhteellisen syöntipotentialin
- Keskimääräinen säilörehu saa 100 indeksipistettä
- Yksi indeksipiste vastaa noin 0.1 kuiva-ainekilon syönnin muutosta
 - Lehmä syö 100 indeksipisteen rehua 10 kg ka päivässä
 - Lehmä syö 110 indeksipisteen rehua 11 kg ka päivässä
- Tulostuu ARTTURI®-rehuanalyysissä
- Käytetään mm. KarjaKompassin ruokinnan optimoinnissa säilörehun syöntimäärän arvioimisessa

Säilörehun syönti-indeksin kehitystyö

- Työkalu, joka kvantifioi säilörehun laadun vaikutuksen rehun syöntipotentialiin
- Aineistona Tuotosvasteaineiston säilörehukokeet
 - Säilörehun korjuuaika (n = 81)
 - Säilöntäainekäsittelyt (n = 240)
 - Säilörehun esikuivaus (n = 85)
 - Sato (ensimmäinen korjuu vs. jälkisato; n = 46)
 - Palkokasvisäilörehun osuus (n=53)
 - Kokoviljasäilörehun osuus (n = 37)
- Menetelmänä yksittäisten tekijöiden selvittäminen regressioanalyysillä ja kerrointen yhdistäminen samaan kaavan

- **Syönti-indeksin standardirehu**
 - Nurmiheinäsäilörehu, joka korjattu kesän ensimmäisestä sadosta
 - Kuiva-aineen (ka) pitoisuus 250 g / kg
 - D-arvo 680 g/kg ka
 - Kokonaishappoja 80 g / kg ka (Hapot)
 - maitohappo + haihtuvat rasvahapot
 - Kuitupitoisuus (NDF) 550 g/kg ka
- **Lisäksi indeksiin vaikuttavat karkearehun ominaisuudet:**
 - Nurmiheinäsäilörehun sato
 - Korjattu ensimmäisestä sadosta tai jälkikasvusta
 - Osuus karkearehun ka:sta välillä 0-1
 - Palkokasvisäilörehu (L)
 - Osuus karkearehun ka:sta välillä 0-1
 - Kokoviljasäilörehu (KV-SR)
 - Osuus karkearehun ka:sta välillä 0-1

Näin syönti-indeksi lasketaan:

$$\begin{aligned} & \text{Säilörehun syönti-indeksi} = 100 \\ & + 10 \times [(D\text{-arvo} - 680) \times 0.0175 \\ & - (\text{Hapot} - 80) \times 0.0128 \\ & + (0.0198 \times (ka - 250) - 0.00002364 \times (ka^2 - 250^2)) \\ & - 0.44 \times \text{jälkikasvusäilörehun osuus} \\ & + 4.13 \times L\text{-osuus} - 2.58 \times L\text{-osuus}^2 \\ & + 5.90 \times KV\text{-SR-osuus} - 6.14 \times KV\text{-SR-osuus}^2 \\ & - 0.0023 \times (\text{kuitu} - 550)] \end{aligned}$$

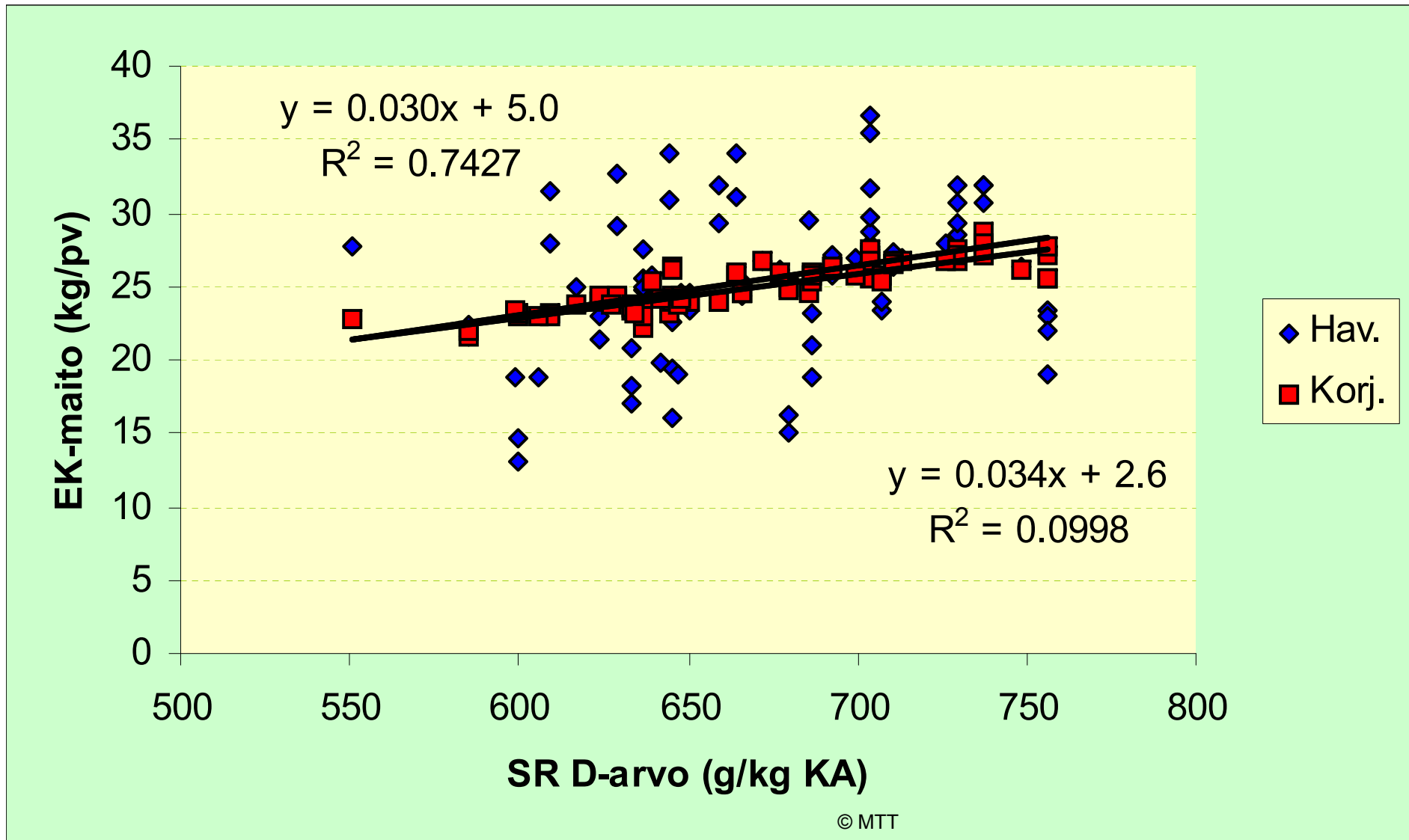
Säilörehun syönti-indeksi paremmaksi:

- Suurempi D-arvo (ja pienempi kuitupitoisuus)
- Parempi säilörehun käymislaatu
- Sopiva säilörehun esikuivaus
- Apila mukaan nurmeen
- Kokoviljasäilörehu mukaan ruokintaan
- Säilörehun 1. sadon ohjaaminen lypsäville

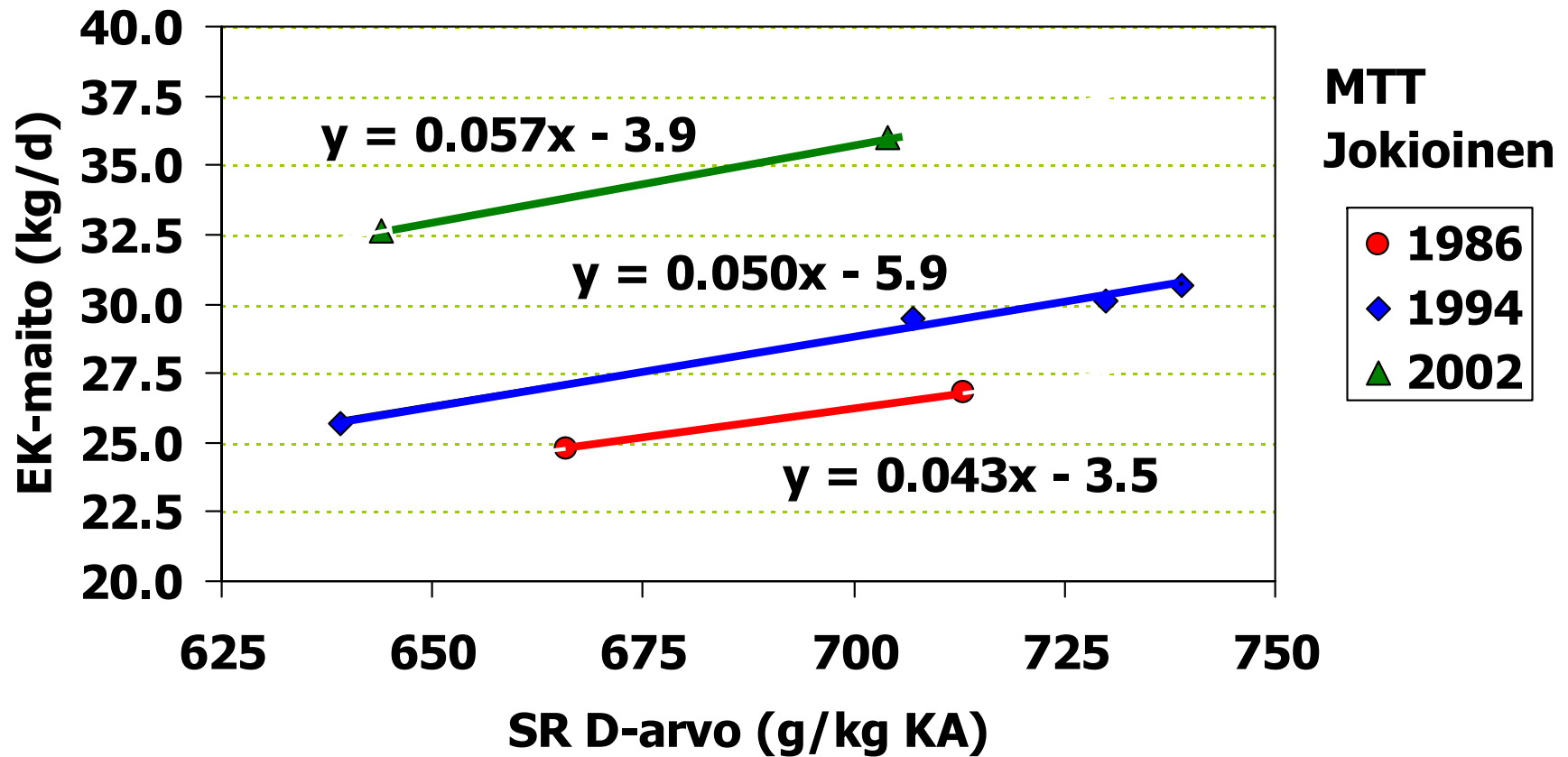
Suurempi D-arvo = aikaisempi korjuuaika



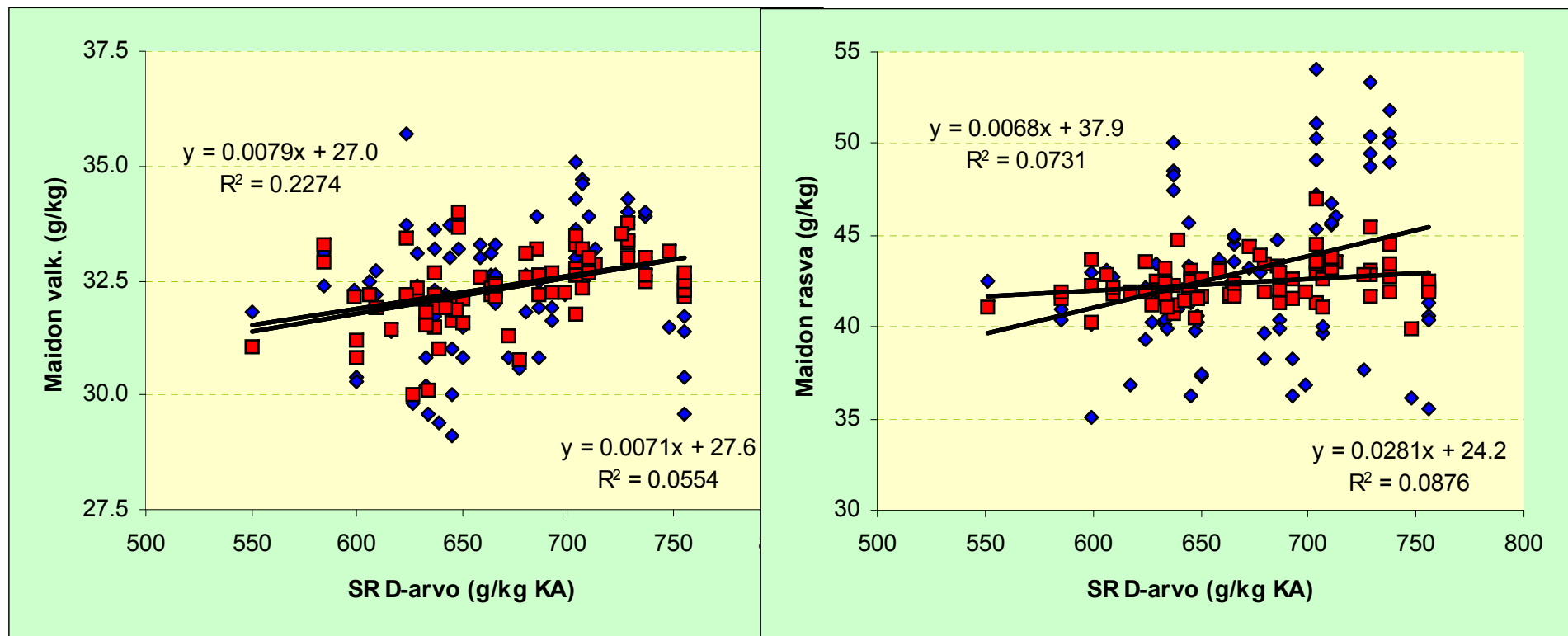
Maitotuotos lisääntyi 0.30 kg, kun säilörehun D-arvo nousi 1 prosenttiyksikön (n=81)



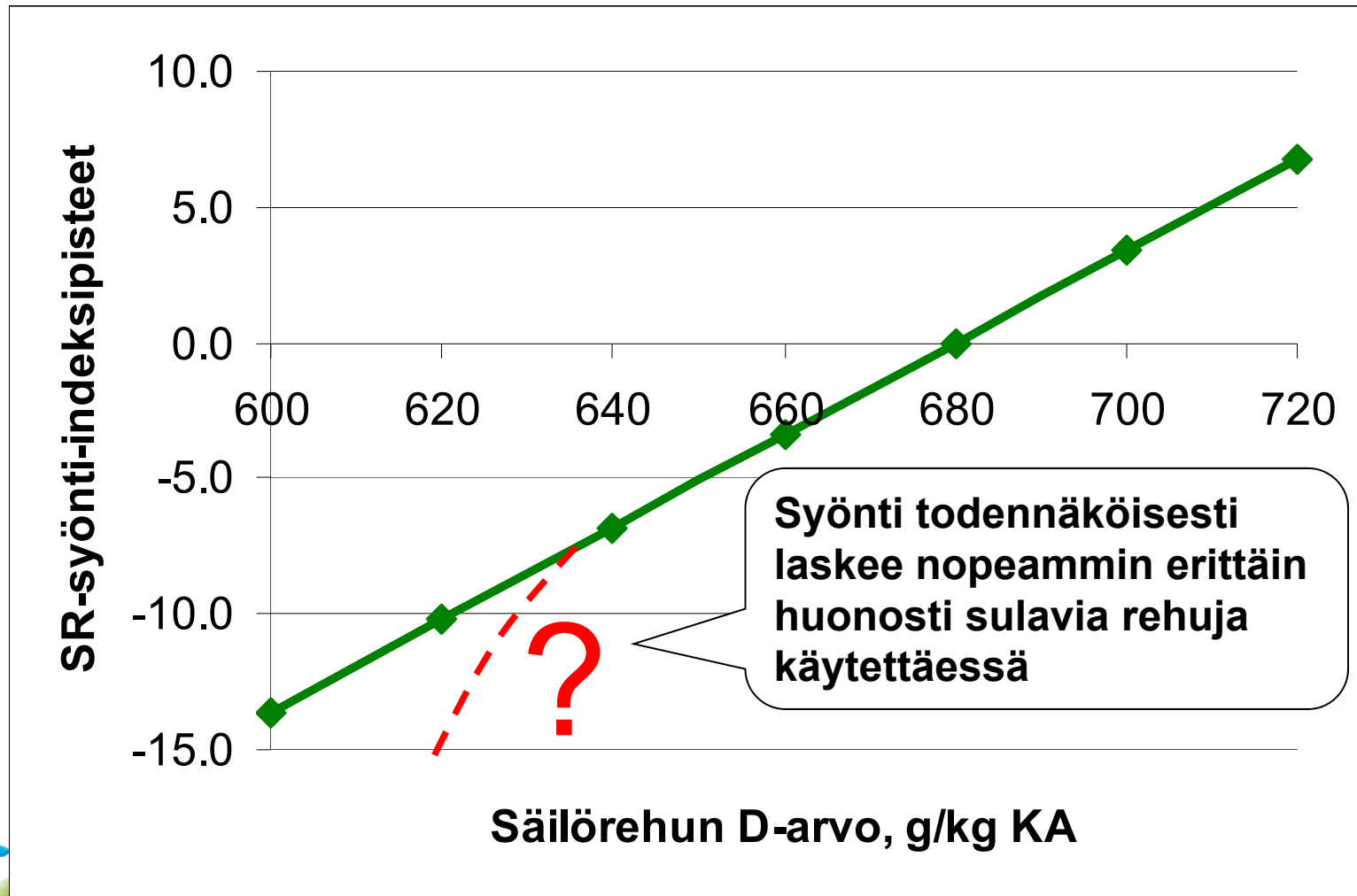
Kotimaisissa kokeissa vaste on ollut suurempi (~0.5 kg maitoa/ 1 %-yks. D-arvo)



Maidon valkuais- ja rasvapitoisuudet lisääntyivät hieman, kun säilörehun D-arvo nousi (n=81)



Kun D-arvo kasvaa 10 g/kg ka, säilörehun syönti lisääntyy 175 g ka/pv



Säilörehun hyvä säilönnällinen laatu

- Tuoreen rehun (sisältää runsaasti vettä) varastoinnin aikana on estettävä rehun pilaantuminen
- Rehua pilaavien entsyymien ja mikrobien toiminnan estävät:
 - **Hapettomuus** - ilmatiiviys
 - **Alhainen pH** - käymishapot (+ lisätty happo)
 - **Kuivuus** – esikuivaus



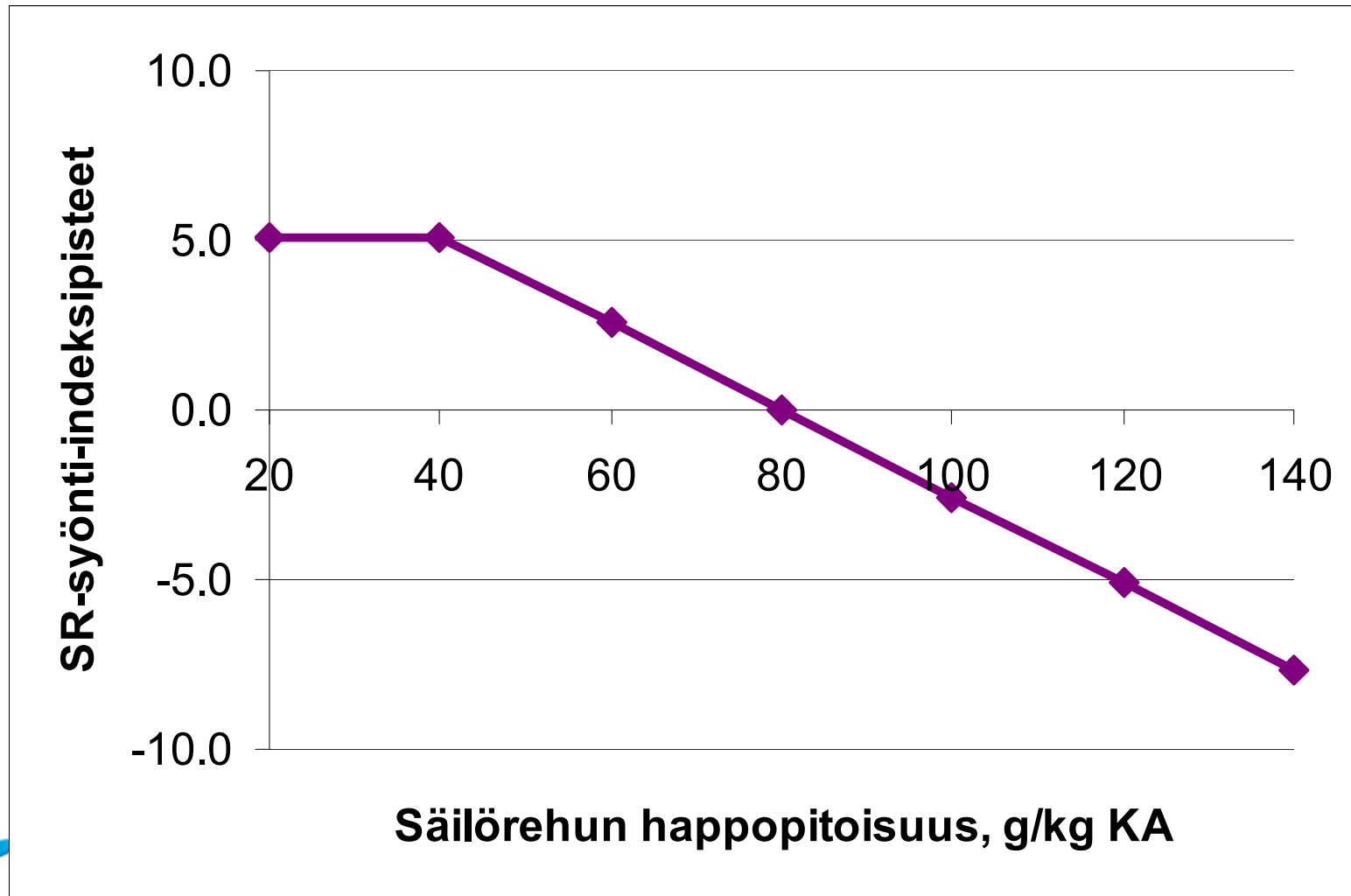
Säilörehun käymislaatu ja ruokinnallinen arvo

- Sulavuus (D-arvo) pienenee vain vähän käymisen vaikutuksesta
 - Voimakas voi happokäyminen heikentää
- Syönti heikkenee kun
 - Valkuaisen hajoaminen lisääntyy
 - Maitohappokäyminen voimistuu
 - Virhekäyminen lisääntyy
- Käymisaste (rehussa sokeria vs. maitohappoa) vaikuttaa pötsin VFA-suhteisiin ja sitä kautta eläimen ravintoaineiden saantiin
 - Sokerit -> etikka- ja voi happo
 - Maitohappo -> propionihappo
- Valkuaisarvo heikkenee kun käyminen ja valkuaisen hajoaminen lisääntyvät
 - Käymistuotteet huonoja mikrobien energialähteitä pötsissä
 - Pieni vaikutus hajoavuuteen

Säilörehun käymistyyppien vaikutus lehmän ravintoaineiden saantiin

- Rajoittuneesti käynyt rehu
 - pH alhaalla (tuore rehu), vähän käymishappoja, runsaasti sokeria, valkuaisen hajoaminen vähäistä eli vähän ammoniakkia ja liukoista typpeä
 - runsas syönti, hyvä mikrobivalkuaisen synteesi pötsissä, suhteellisen vähän propionihappoa pötsissä (rajoittaa glukoosin saantia ja aminohappojen hyväksikäyttöä)
- Voimakkaasti maitohappokäynyt rehu
 - pH alhaalla, runsaasti maitohappoa, vähän muita käymishappoja (etikka-, propioni-, voi happo), vähemmän sokeria jäljellä, valkuaisen hajoaminen usein runsaampaa kuin rajoittuneesti käyneessä
 - syönti vähäisempää, mikrobivalkuaisen synteesi heikompi, runsaammin propionihappoa pötsissä - edistää glukoosin saantia
- Virhekäynyt rehu
 - korkea pH, runsaasti virhekäymishappoja, valkuainen voimakkaasti hajonnutta eli runsaasti ammoniakkia
 - syönti vähenee, sulavuus heikkenee, riski maidon laadulle

- Kun käymishappojen määrä lisääntyy 10 g/kg ka, syönti vähenee 128 g ka/pv
- Hyvitystä ei tehdä, kun pitoisuus alle 40 g/kg ka



Karkearehun monipuolistaminen

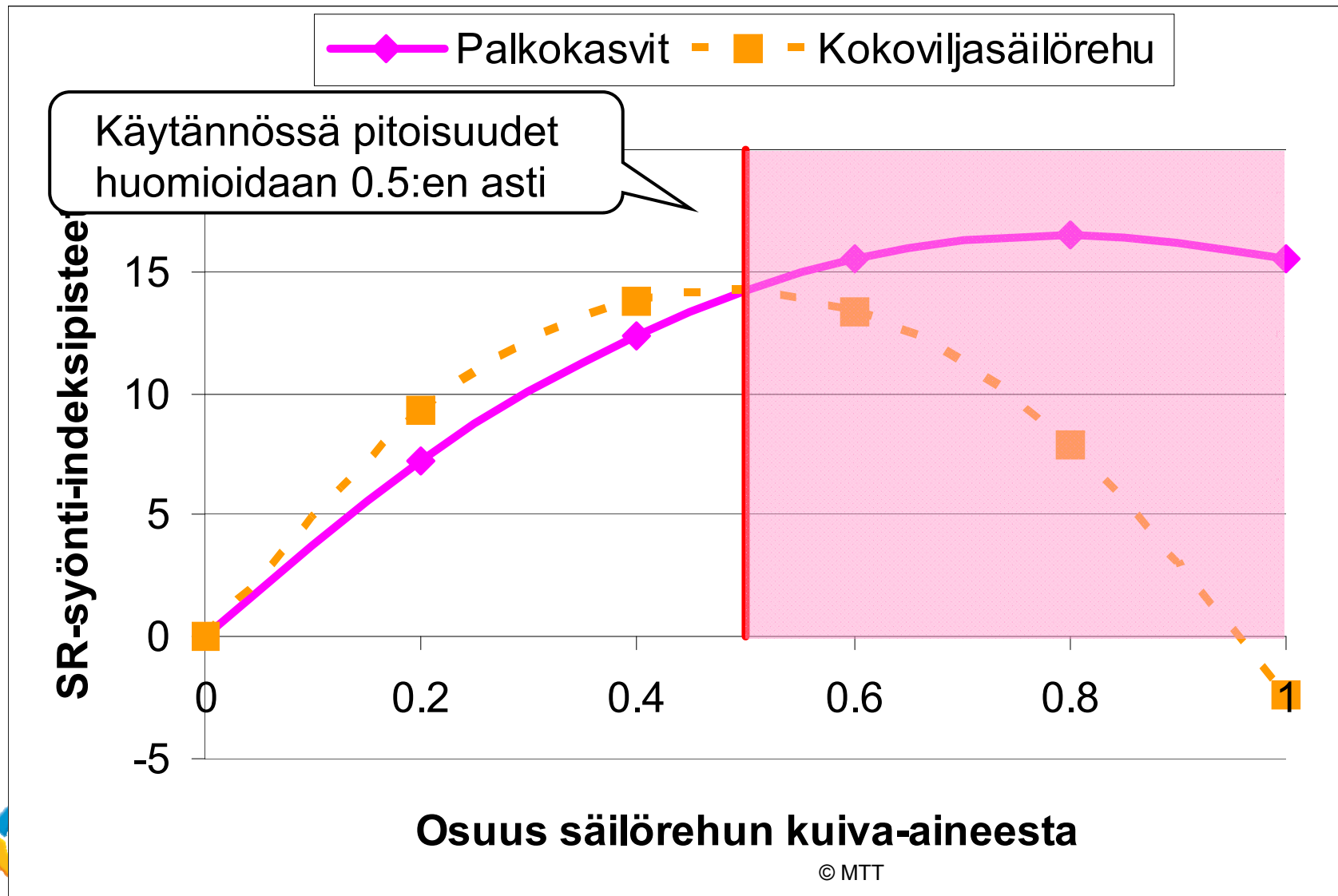
- Kokoviljasäilörehu (wholecrop cereal silage)
 - Ohra, vehnä suositeltavimpia
 - Korjuu taikinatuulentumisasteella
 - Säilöntä kuten nurmisäilörehuilla
 - ”Kokoviljasäilörehu on Suomen maissi”
 - jonka käyttöä olisi vara lisätä
- Palkokasvit (legumes)
 - Seoksina nurmien kanssa
 - Apilat, mailaset
 - Seoksina kokoviljasäilörehussa
 - Virnat, herneet

Palkokasvit karkearehu- tuotannon monipuolistajina

- Palkokasvit sitovat juurinysträbakteerien avulla ilmakehän typpeä
 - Säästö typpilannoituskustannuksissa
- Lisäävät säilörehun syöntiä mukana seoksissa
- Haasteet lähinnä kasvintuotannossa

Palkokasvien ja kokoviljasäilörehun lisääminen vaikuttavat säilörehun syöntiin käyräviivaisesti

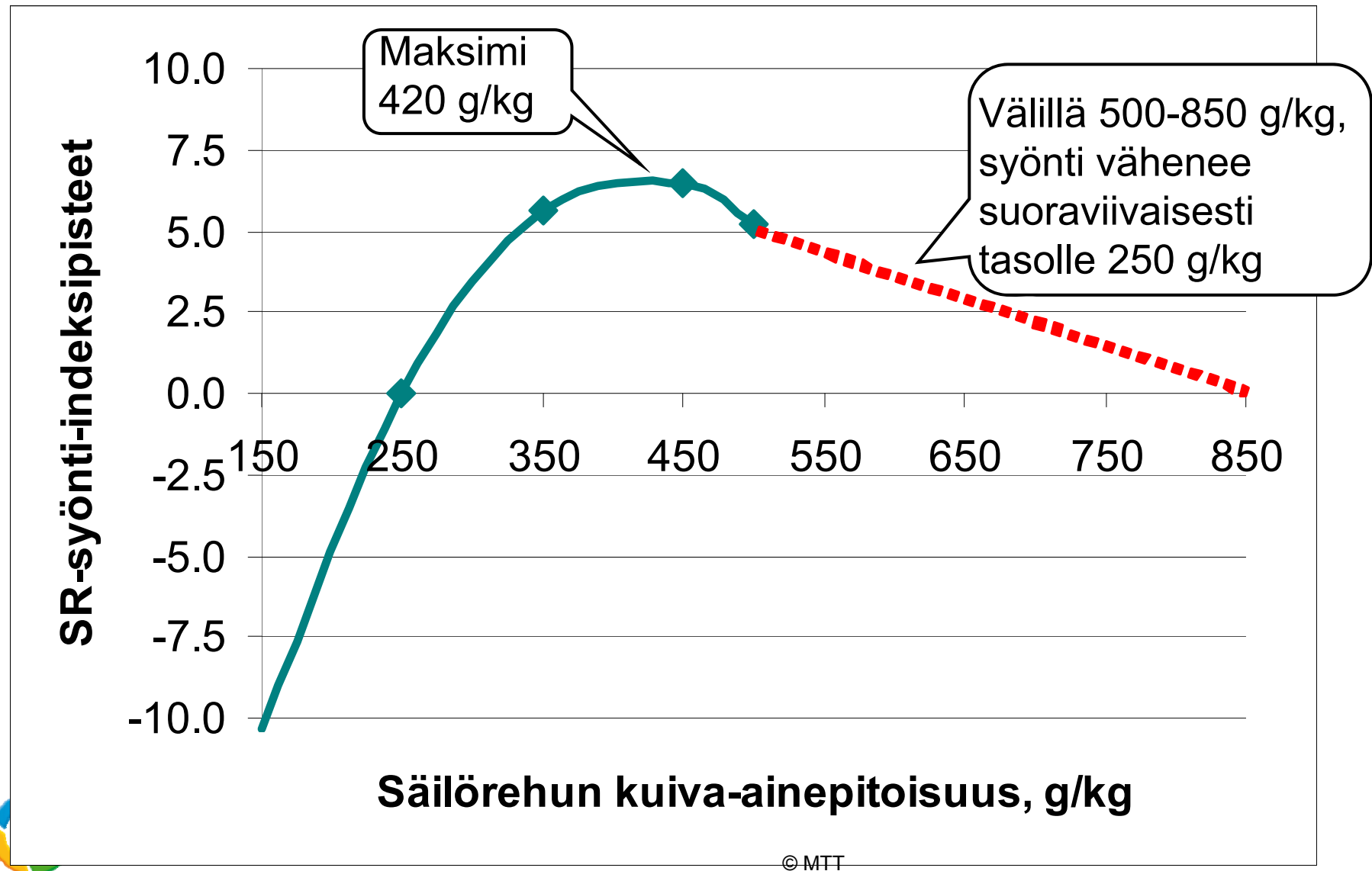
- Oletus, että koostumus muuten vakio



Säilörehun esikuivaus (wilting)

- Esikuivauksella useita etuja:
 - Tehokkaat koneketjut
 - Veden kuljetuksen ja varastoinnin väheneminen
 - Puristenesteen erittymisen väheneminen tai loppuminen (yleensä yli 250 g/kg kuiva-ainepitoisuuden jälkeen)
 - Säilörehun jäätyksen väheneminen
 - Säilönnällisen laadun paraneminen ja käymisen rajoittuminen
 - Syönnin lisääntyminen
- Ja joitain haittoja:
 - Rehun korjuun sääriski kasvaa
 - Hengitys- ja varisemistappiot pellolla kasvavat
 - Säilörehun jälkipilaantumisherkkyys kasvaa
 - Tuotos ei usein lisääny vaikka syönti lisääntyy – muuntosuhde huonompi

Säilörehun kuiva-ainepitoisuudella on itsenäinen käyräviivainen vaikutus syöntiin



Esimerkkejä SR-syönti-indekseistä

Apila	KV-SR	2. sato	KA-pit.	D-arvo	Hapot	Kuitu	SR s- indeksi
0	0	0	250	680	80	550	100
0.5	0	0	250	680	80	550	114
0	0.5	0	250	680	80	550	114
0	0	1	250	680	80	550	96
0	0	0	350	680	80	550	106
0	0	0	250	640	80	550	93
0	0	0	250	680	120	550	95
0	0	0	250	680	80	450	102

Miten lasketaan syönti-indeksi muille kuin edellämainituille säilörehuille?

- Yleensä yhdysvaikutus karkearehujen syönnissä on positiivinen, ts. rehuja yhdisteltäessä SDMI on hiukan parempi kuin niiden summa D-arvo ja käyminen huomioiden
 - Ehkä positiivinen yhdysvaikutus vaatii eri kasvilajien yhdistämisen koska säilörehu + kuivaheinä yhdistelmä ei tuo lisäarvoa.
 - Kokoviljan ja nurmipalkokasvien osuus lisää syöntiä vain 50% korvaukseen saakka.
- Laitumen, kuivan heinän ja oljen syönti-indeksit voi laskea säilörehun kaavoilla ja laittaa käymistuotteet nollassi.
- D-arvolla on suuri vaikutus syönti-indeksiin, joten sen luotettava mittaus on oikean syönti-indeksiarvion edellytys

Syönti-indeksilaskuri havainnollistaa vasteita, mutta muista että:

- Kuten kaikissa empiirisissä yhtälöissä, lähtöaineiston ulkopuolella olevien lähtöarvojen käyttäminen on riski
- Laskennallisissa esimerkeissä on muutettu vain yhtä ominaisuutta kerrallaan, vaikka todellisuudessa näin harvoin tapahtuu
- Esimerkkejä tyypillisistä samaan aikaan tapahtuvista muutoksista, kun (tekijän perässä vaikutus syönti-indeksiin):

Säilörehun aikaisempi korjuu ▲

- D-arvo on korkeampi ▲
- Kuitupitoisuus on pienempi ▲
- Käyminen etenee pidemmälle ▼
- Rehu on kosteampaa ▼

Nurmiseokseen lisätään apilaa ▲

- Apilan osuus lisääntyy ▲
- D-arvo on matalampi ▼
- Kuitupitoisuus on pienempi ▲
- Käyminen etenee pidemmälle ▼
- Rehu on kosteampaa ▼

Väkirehu kuuluu nykyaikaisen lehmän rehuannokseen

- Tavoitteena taloudellinen ja lehmän terveyttä ylläpitävä rehustus



Väkirehun vaikutus säilörehun syöntiin laskettiin tuotosvasteaineiston avulla

- Väkirehumäärä (n= 217)
 - Väkirehun valkuaispitoisuus (n= 336)
 - Väkirehun kuitupitoisuus (n= 114)
 - Väkirehun rasvapitoisuus (n= 29)
 - Väkirehumäärän ja säilörehun syöntipotentiaalin yhdysvaikutus
-
- Sekamalli (mixed model) regressioanalyysi ja yksitáisten tekijöiden regressiokerrointen yhdistäminen samaan kaavaan

Lähtökohtana väkirehuruokinta, jossa:

- Väkirehumäärä 8 kg ka/pv
- Väkirehun:
 - Valkuaispitoisuus 170 g/kg ka
 - Hajoavan valkuaisen osuus 0.74
 - Kuitupitoisuus 250 g/kg ka
 - Raakarasvapitoisuus 40 g/kg ka
- Väkirehun syönti-indeksi kuvaa väkirehuruokinnan muutosten vaikutusta säilörehun syöntiin

Näin väkirehun syönti-indeksi lasketaan:

$$\begin{aligned} \text{VR-syönti-indeksi} &= 100 \\ &+ 10 \times [(VRS - 0.1629 \times VRS - 0.01882 \times VRS^2 - 5.49) \\ &+ ((0.9474 \times RVS - 0.4965 \times RVS^2) - 2.017 \times (HVO - 0.74)) \\ &+ 0.00225 \times (\text{VRkuitu} - 250) \\ &- 0.0103 \times (\text{VRrasva} - 40) \\ &- 0.0058 \times (VRS - 8.0) \times (\text{SR-syönti-indeksi} - 100)] \end{aligned}$$

VRS = Väkirehun syönti (kg ka/pv)

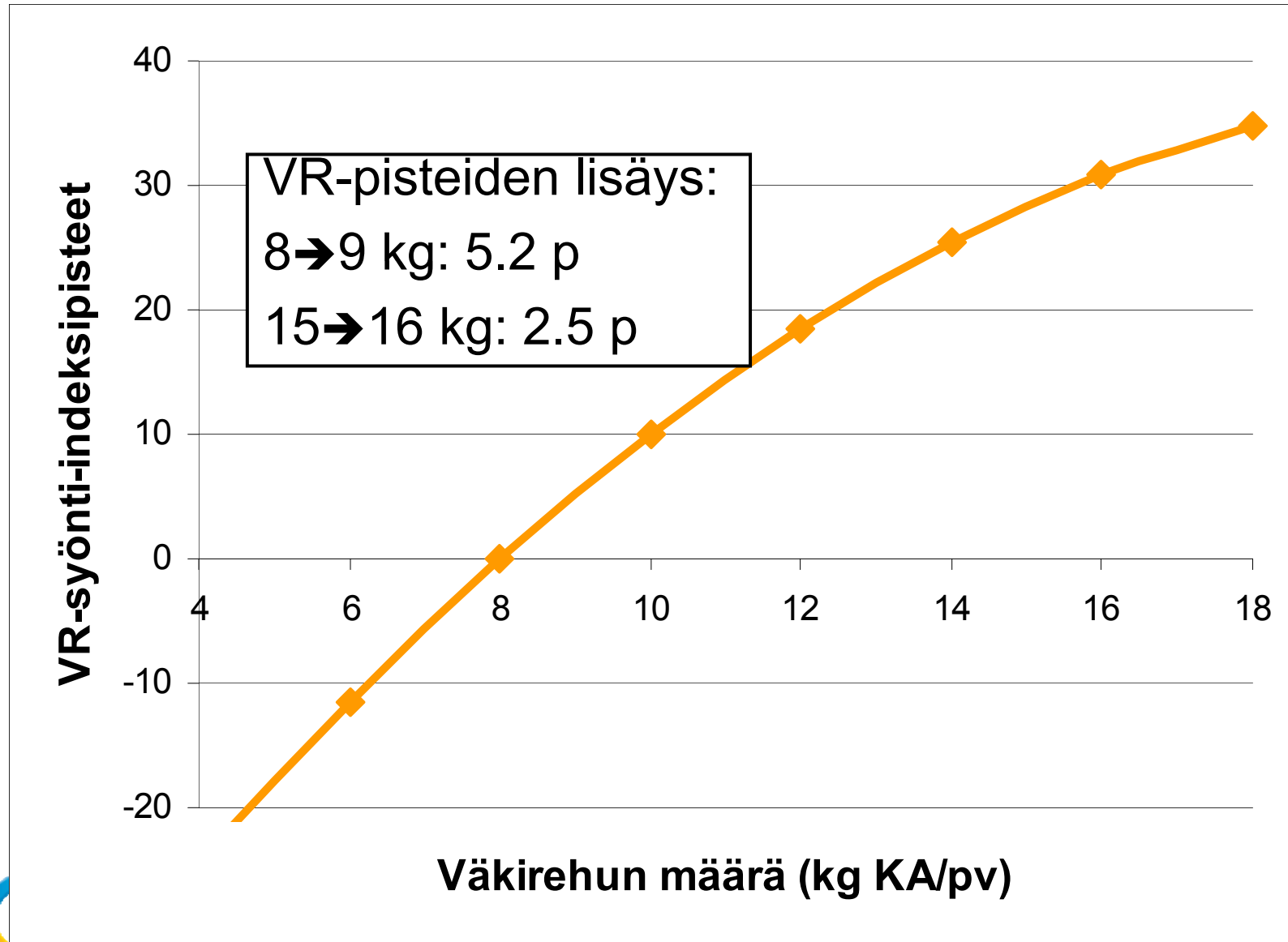
RVS = Raakavalkuaisen syönti (kg KA/pv; nollassa 170 g/kg ka)

HVO = Hajoavan valkuaisen osuus (g/g)

VRkuitu = Väkirehun kuitupitoisuus (NDF; g/kg ka)

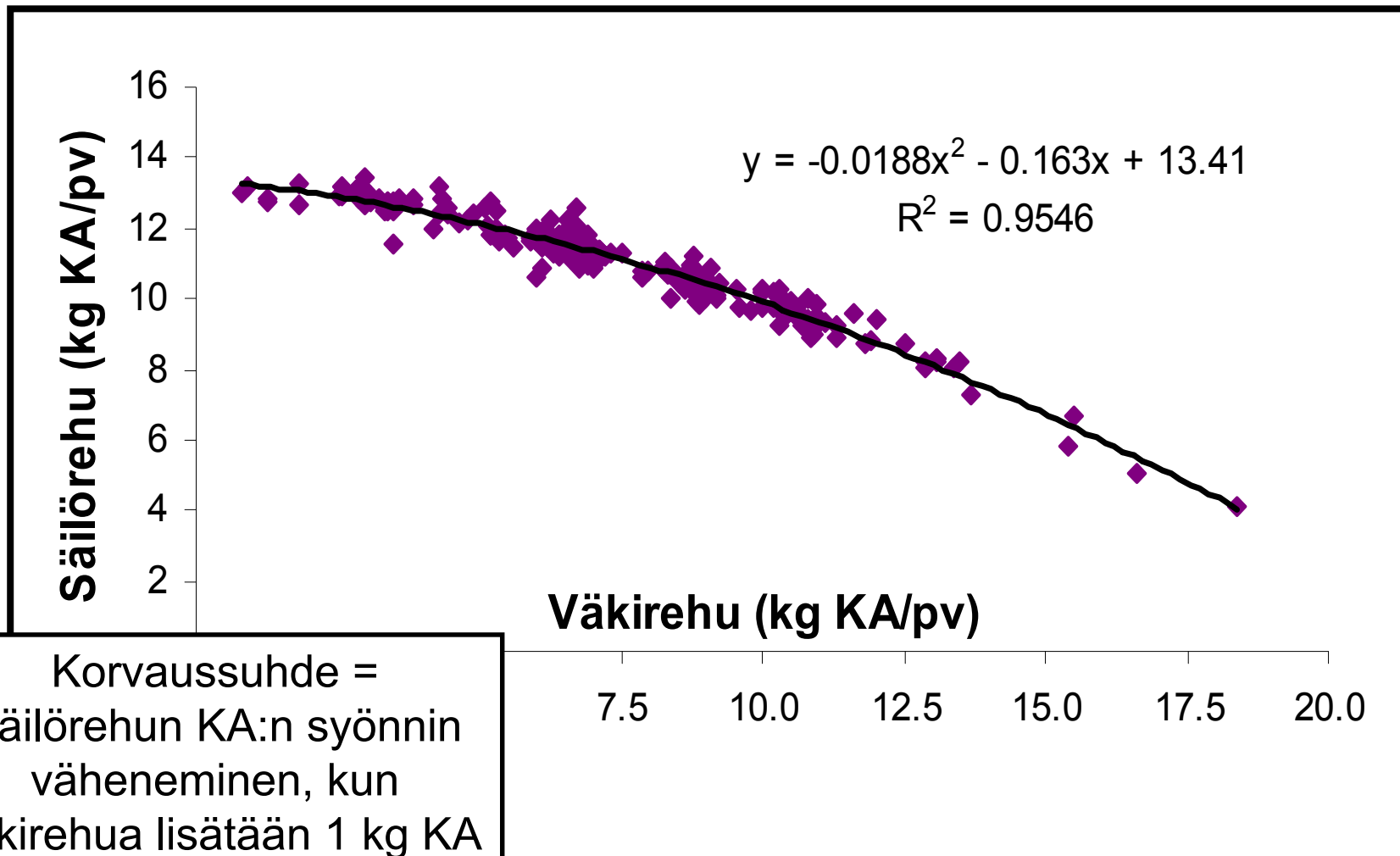
VRrasva = Väkirehun raakarasvapitoisuus (g/kg ka)

Väkirehun määrä vaikuttaa käyräviivaisesti kokonaissyöntiin

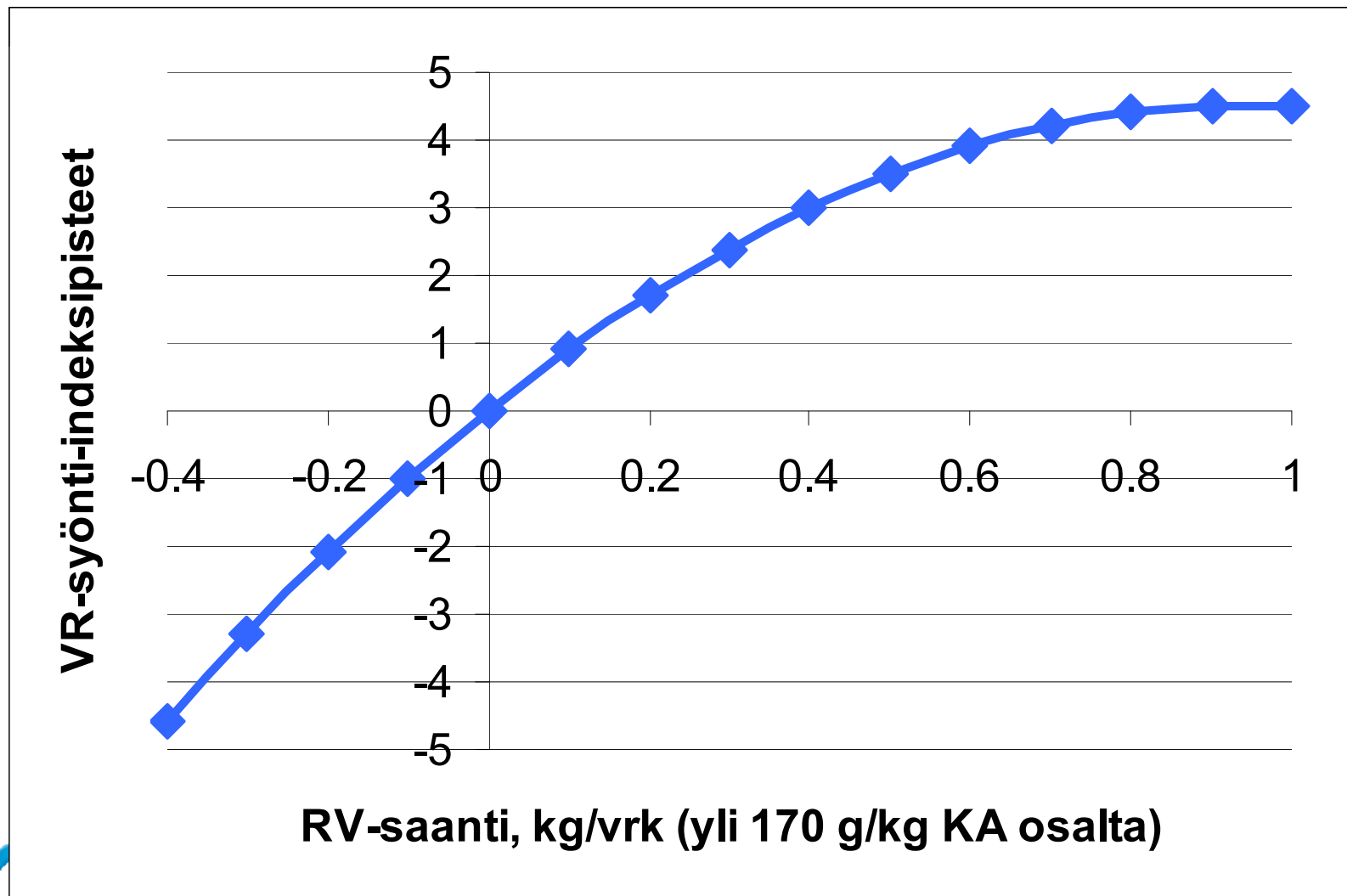


Väkirehun lisääminen vähentää säilörehun syöntiä käyräviivaisesti

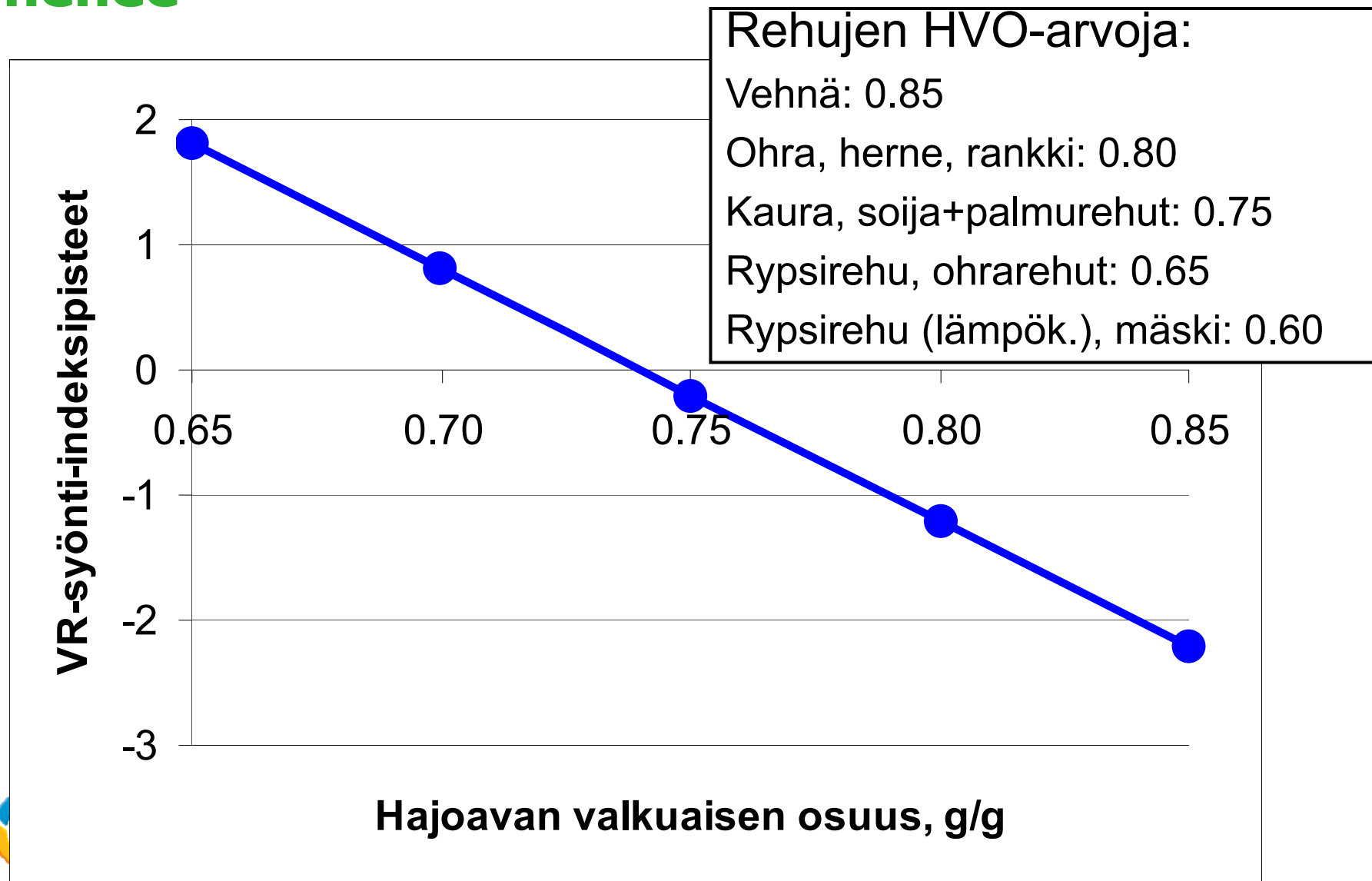
▪ korvaussuhde oli keskimäärin 0.47



**Kun väkirehusta tulevan raakavalkuaisen
(nollataso 170 g/kg KA) saanti lisääntyy,
syönti lisääntyy käyräviivaisesti**

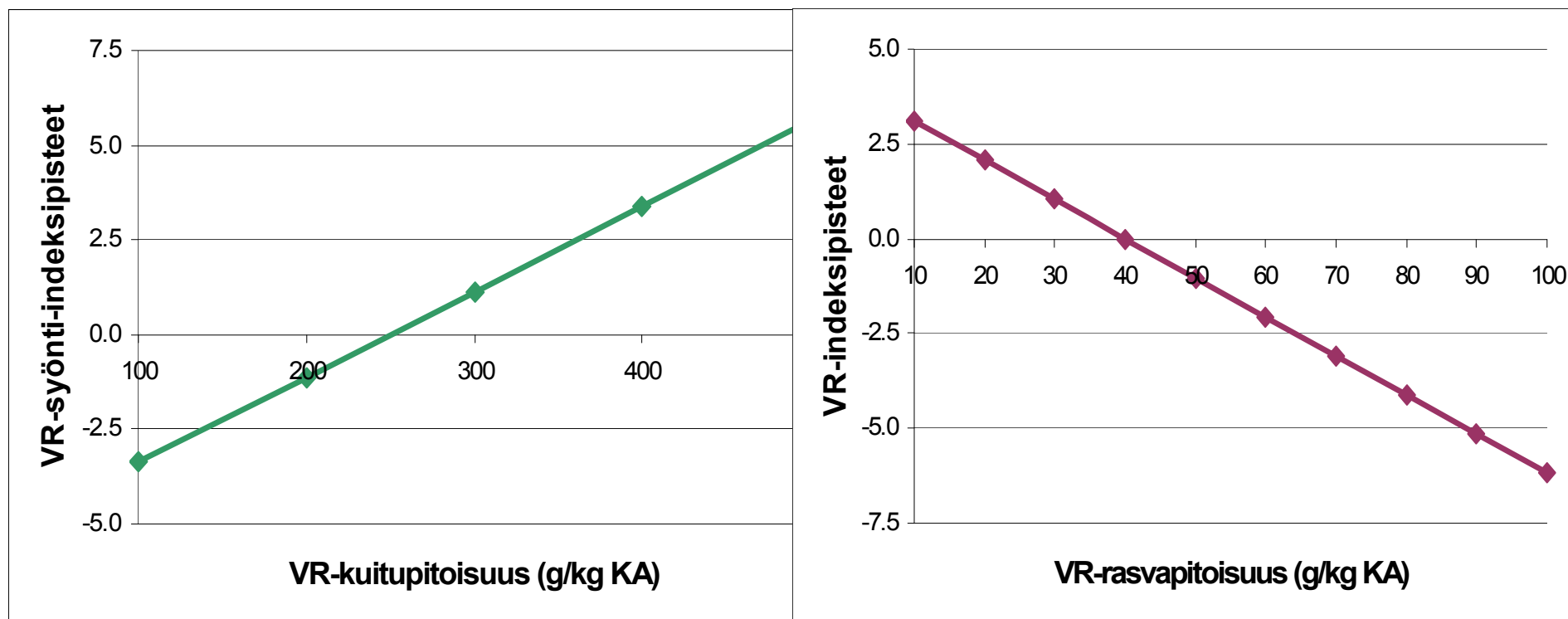


Kun väkirehun raakavalkuaisen pötsihajoavuus (HVO) lisääntyy, syönti vähenee

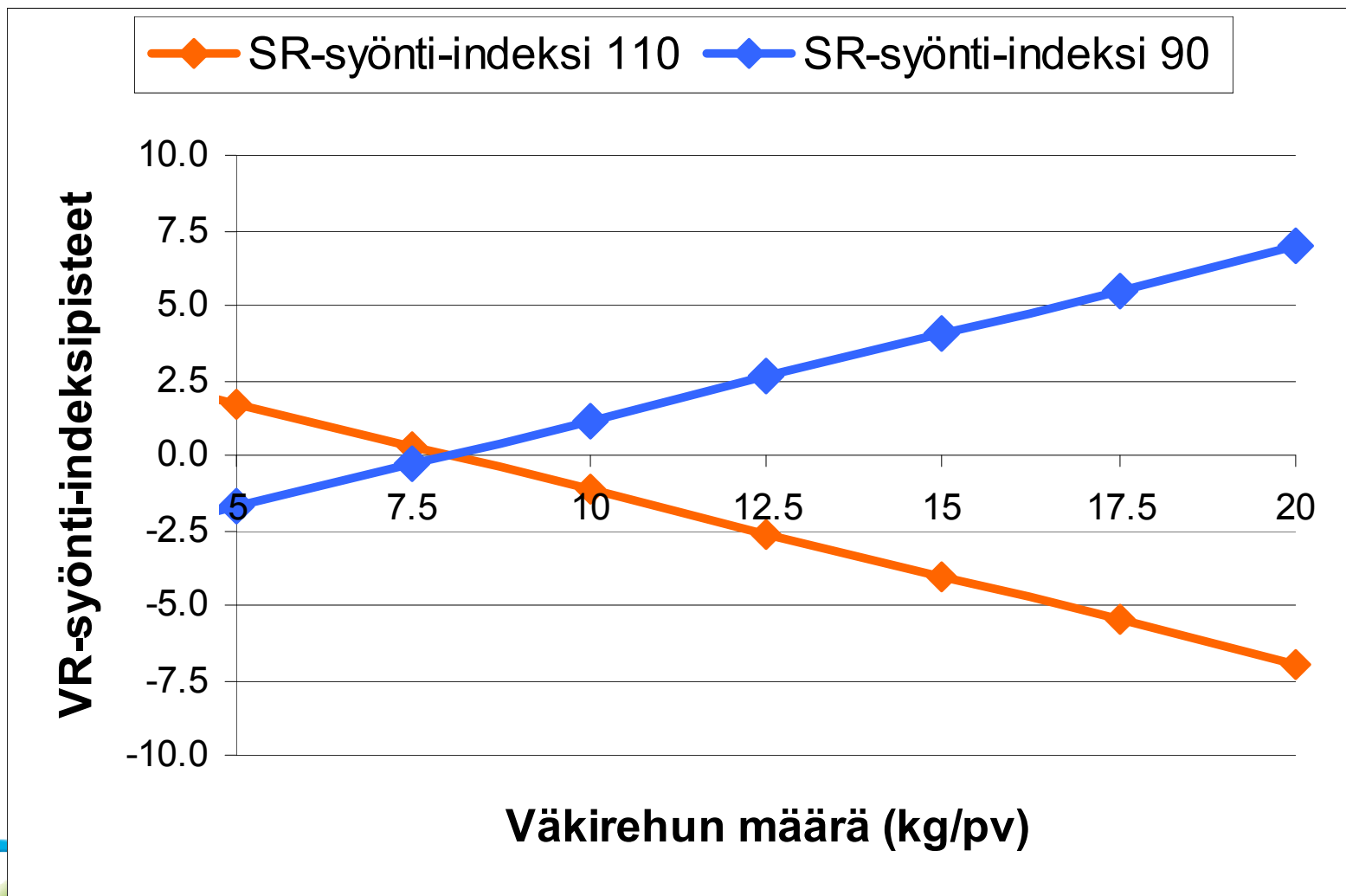


Syönti lisääntyy, kun väkirehun kuitu- pitoisuus suurenee mutta rasvapitoisuus pienenee

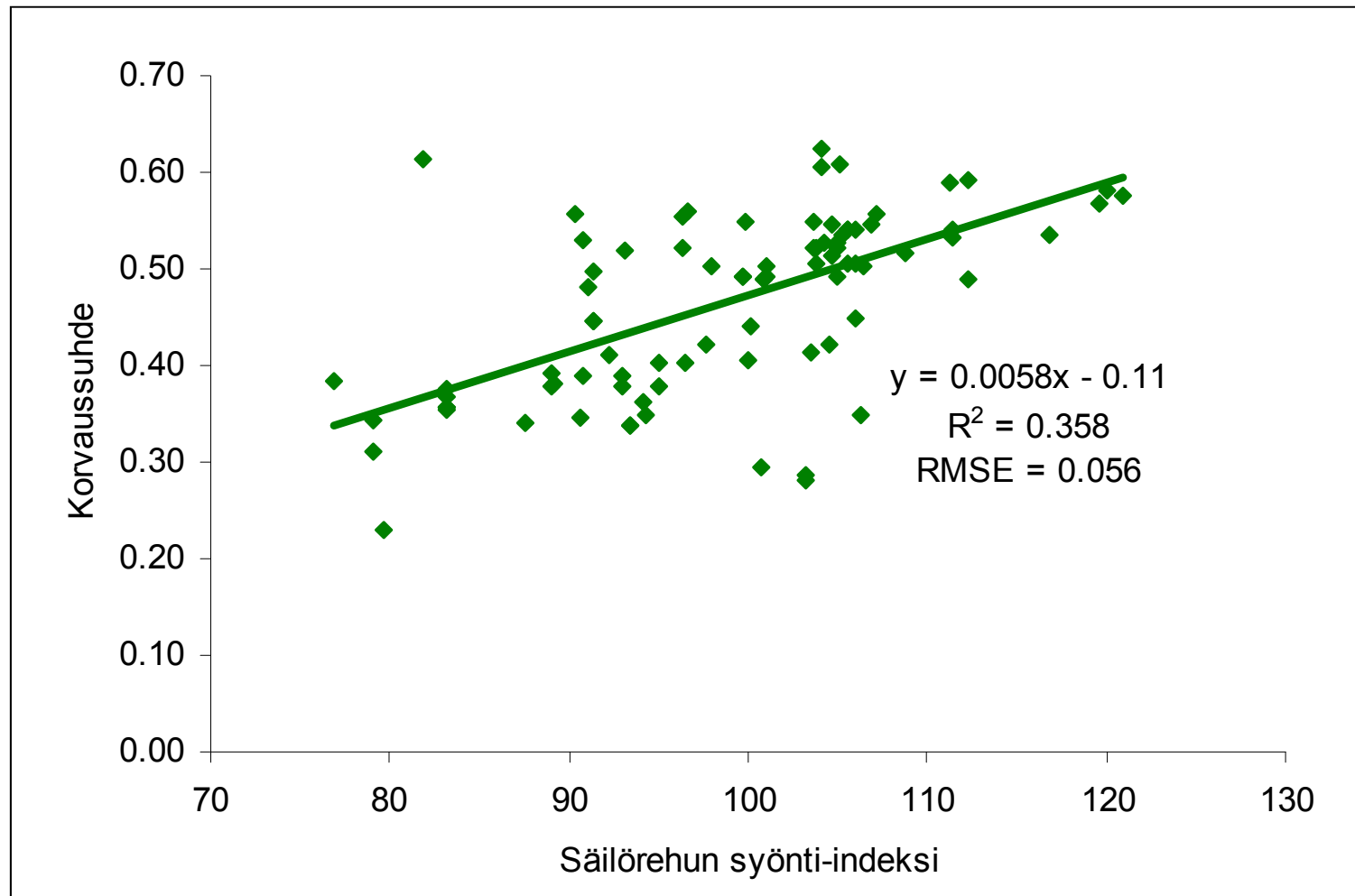
- Säilörehun syönti tasaa väkirehun energiapitoisuuden vaihtelua



Yhdysvaikutus: Säilörehun syönti- potentiaali vaikuttaa kokonaissyönnin muutokseen väkirehuannoksen lisääntyessä



Korvaus-
suhde
kasvaa,
kun SR-
syönti-
indeksi
kasvaa



1. Väkirehuannoksen lisääminen vähentää säilörehun syöntiä enemmän, kun säilörehun syöntipotentiaali on suuri
2. Korvaussuhteen yhteys SR-syönti-indeksiin huomattavasti selvempi kuin yksittäisiin SR:n ominaisuuksiin kuten D-arvoon tai kuiva-ainepitoisuuteen

Esimerkkejä VR-syönti-indekseistä

VR	Lisä- valk.*	HVO	Kuitu	Rasva	Syönti-indeksi	
					VR	Koko#
8	0	0.74	250	40	100	100
10	0	0.74	250	40	110	110
8	0.24	0.74	250	40	102	102
8	0	0.64	250	40	102	102
8	0	0.74	300	40	101	101
8	0	0.74	250	60	98	98



*Nollataso 170 g/kg ka #SR-syönti-indeksi 100 pistettä

Näin lasketaan koko rehuannoksen syöntipotentiali:

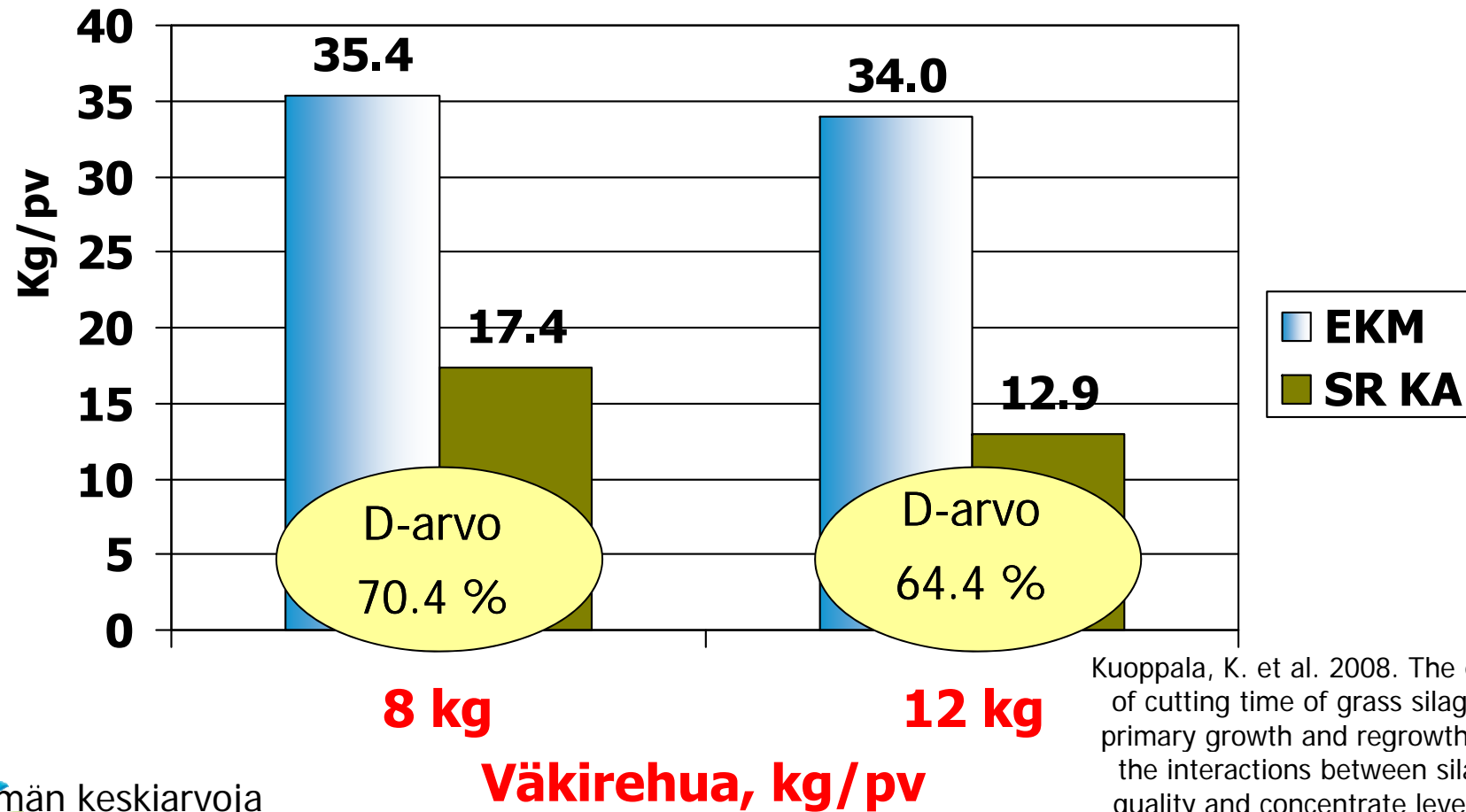
- Koko dieetin syönti-indeksi
 - = SR-syönti-indeksi + VR-syönti-indeksi - 100
- Yksi indeksipiste vastaa ~ 0.1 kg ka syönnin muutosta päivässä
- Suhteellinen
- Toimii hyvin:
 - $R^2 = 0.81$
 - Mallin jäännösvaihtelu 0.37 kg ka/pv

Miten syönti-indeksejä voi käyttää?



- Syönti-indeksien perusteella KarjaKompassi laskee rehuannoksen koostumuksen perusteella rehuannoksen syöntipotentialin
- Kun rehuannoksen vaikutukset syöntiin hallitaan, ne voidaan ”puhdistaa” koetuloksista
 - Mahdollistaa eläintekijöiden vaikutuksen mallintamisen syöntiin
- Yksi indeksipiste vastaa ~ 0.1 kuiva-ainekilon syöntiä
- Syönti-indeksejä voi hyödyntää säilörehun vaihtuessa:
 - Väkirehuannosta voi muuttaa tarpeen mukaan kokonaissyönnin pitämiseksi ennallaan

Karkearehu ja väkirehu ovat tiettyyn rajaan asti toisiaan korvaavia



Kuoppala, K. et al. 2008. The effect of cutting time of grass silage in primary growth and regrowth and the interactions between silage quality and concentrate level on milk production of dairy cows. *Livestock Science* 116:171-182.

8 lehmän keskiarvoja
3 kk kokeen ajalta

© MTT

Syönti-indeksit julkaistu:

Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758-770.

Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2008. Evaluation of concentrate factors affecting silage intake of dairy cows: a development of the relative total diet intake index. *Animal* 2: 942-935.

Huhtanen, P., Rinne, M., Mäntysaari, P. & Nousiainen, J. 2011. Integration of the effects of animal and dietary factors on total dry matter intake of dairy cows. *Animal* 5: 691-702.



Ruokintasuosituksista tuotosvasteisiin

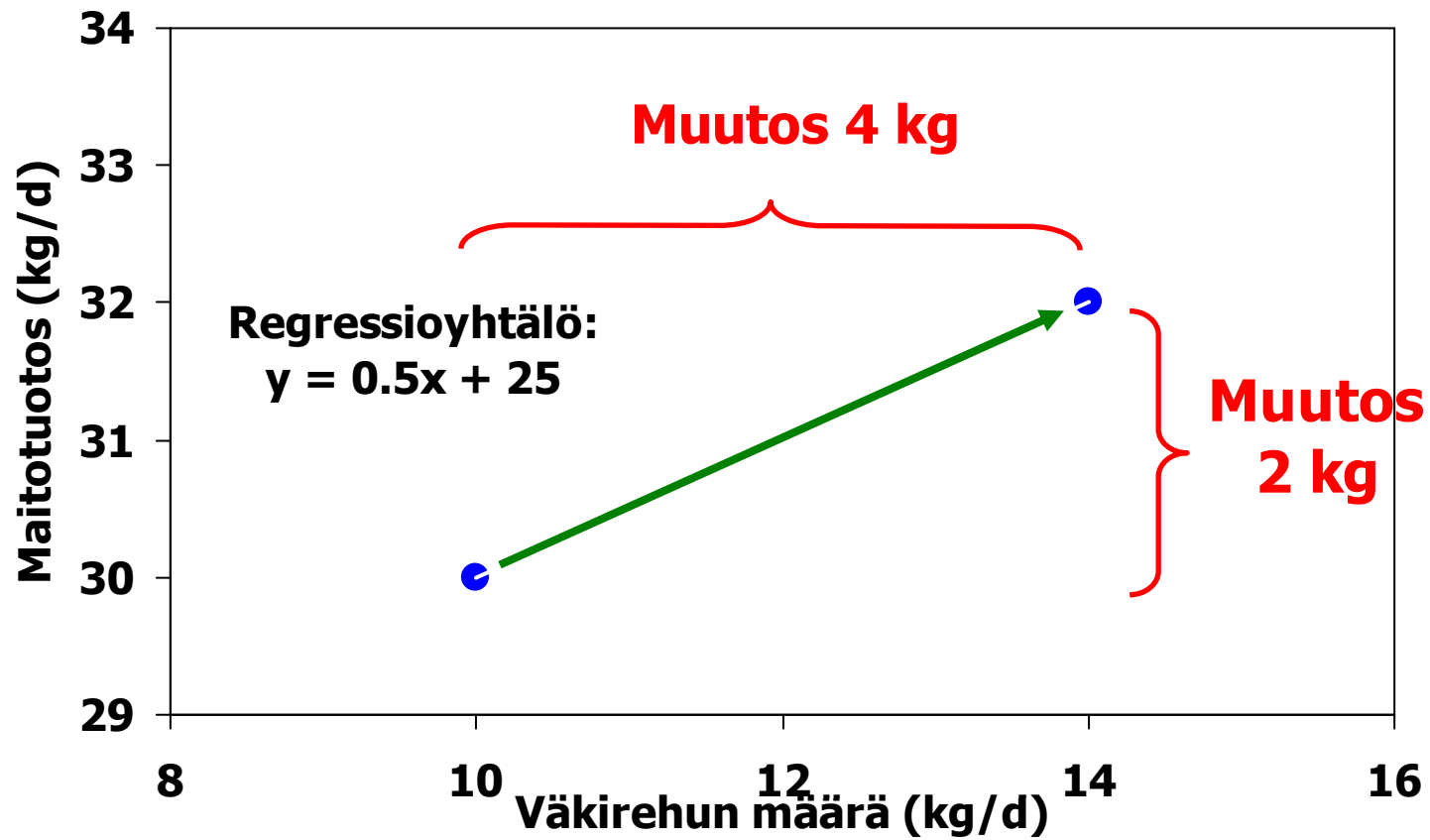
- Ruokintasuositukset ovat sidoksissa rehuarvoihin eli muodostavat kokonaisuuden, joka toimii yhdessä
- Suositus kertoo, kuinka paljon energiaa tai valkuaista on keskimäärin kulunut tietyn tuotostason saavuttamiseen
- Nykykäsityksen mukaan eläinten tuotos ei ole vakio, vaan muodostuu vasteena aineenvaihdunnan käyttöön tulevien ravintoaineiden ja energian määrälle
 - Lehmällä ei ole ylläpitotarpeen täytyttyä energian ja valkuaisen ”tarvetta”, vaan maidon määrä määräytyy sen perusteella, kuinka paljon lähtöaineita on käytettävissä
 - Toki perinnöllisesti korkean maidontuotantokyvyn omaava lehmä erityisesti alkulypsykauden aikana tuottaa maitoa enemmän kuin ravintoaineiden saanti antaa periksi
 - Mobilisoi kudosvarastoja eli lypsää lihoistaan

Tuotosvaste

- Muutos maitotuotoksessa kun ruokintaa (=eläinten ravintoaineiden saantia) muutetaan
 - Rehujen määrä
 - Rehujen laatu
- Vasteet toteutuvat vain tilanteessa, jossa säilörehua annetaan vapaasti
 - Jos SR-ruokinta ei vapaa, vaste esim. lisäväkirehulle kasvaa

Tuotosvaste:

2 kg maitoa / 4 kg VR
= 0.5 kg maitoa / kg VR



Syönnin ennustamisen ja energiansaannin korjauksen jälkeen päästään vihdoinkin tuotantoon

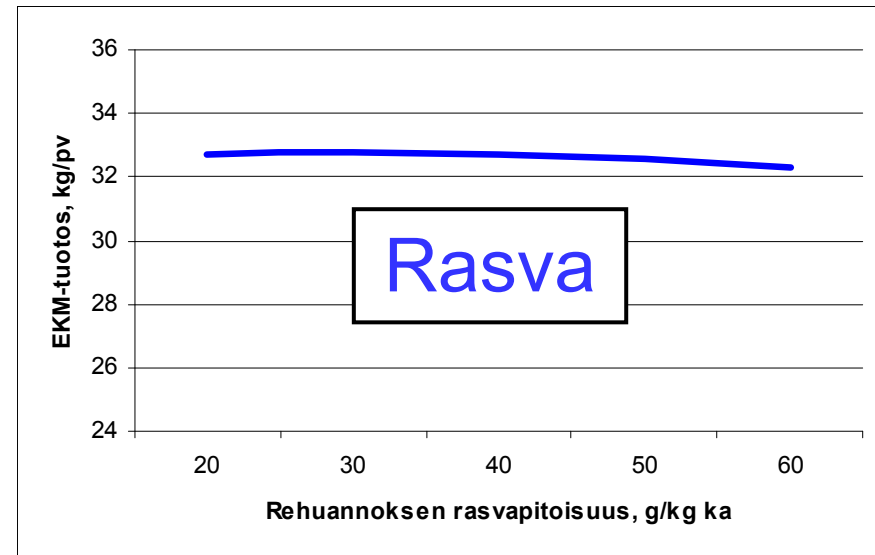
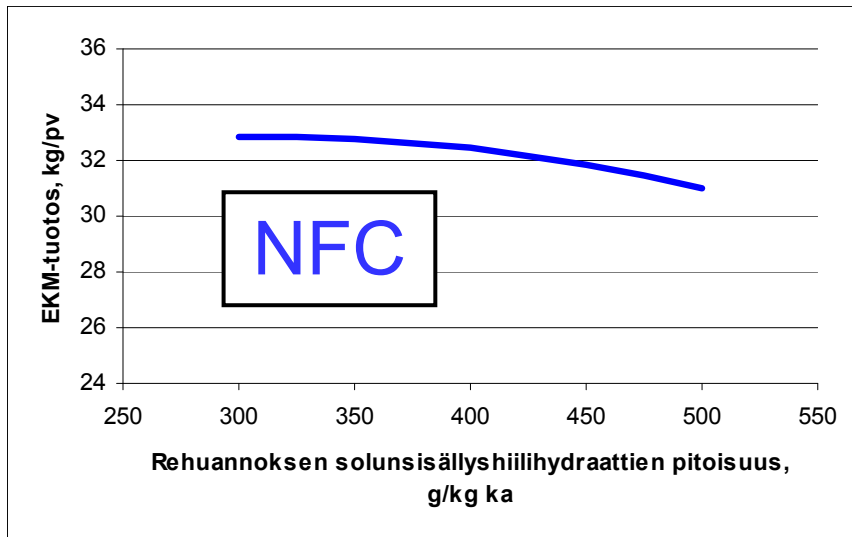
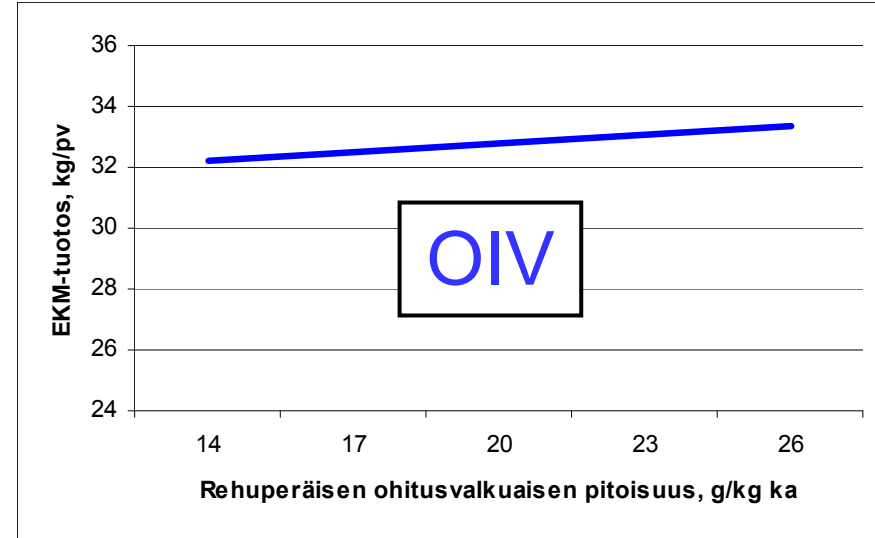
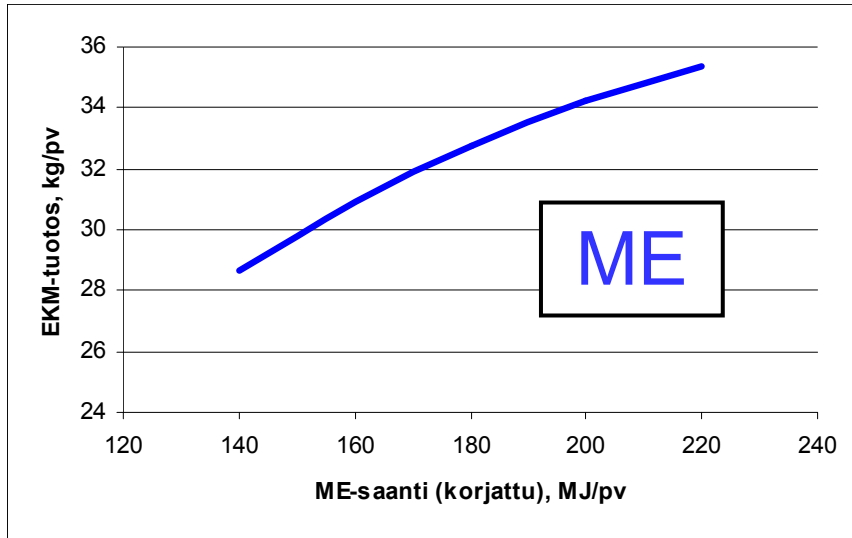
- Tuotosvasteaineistosta lasketut empiiriset kaavat ennustavat
 - Maitotuotoksen
 - Energiakorjatun maitotuotoksen (EKM)
 - Valkuaistuotoksen

Tuotosvasteiden taustalla ravintoaineiden saanti – lehmä ei tee maitoa tyhjästä

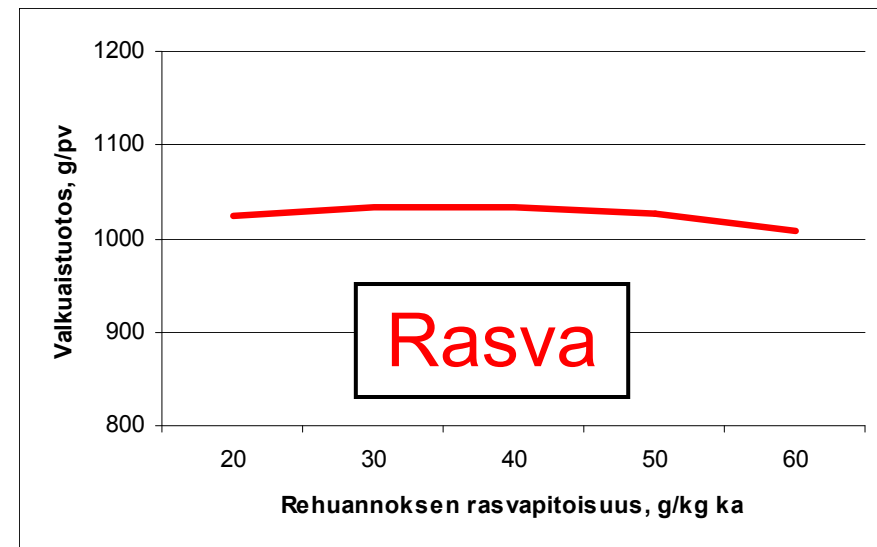
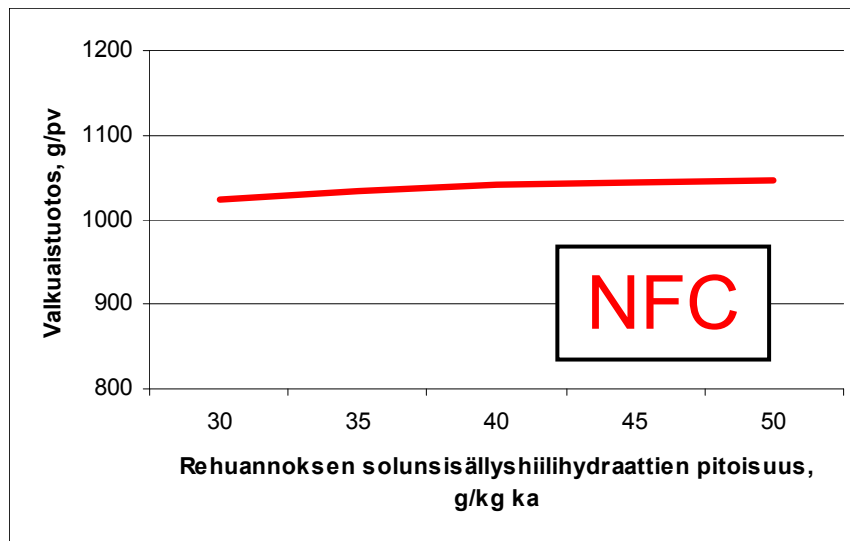
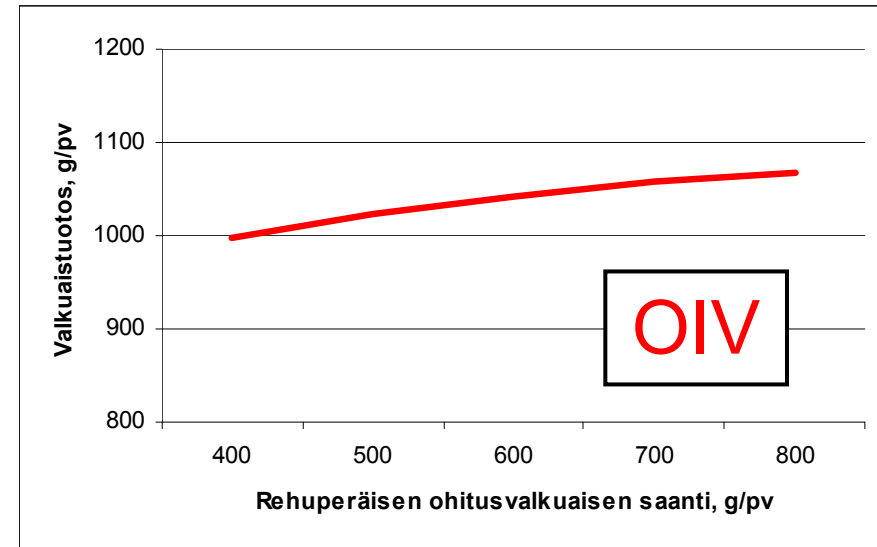
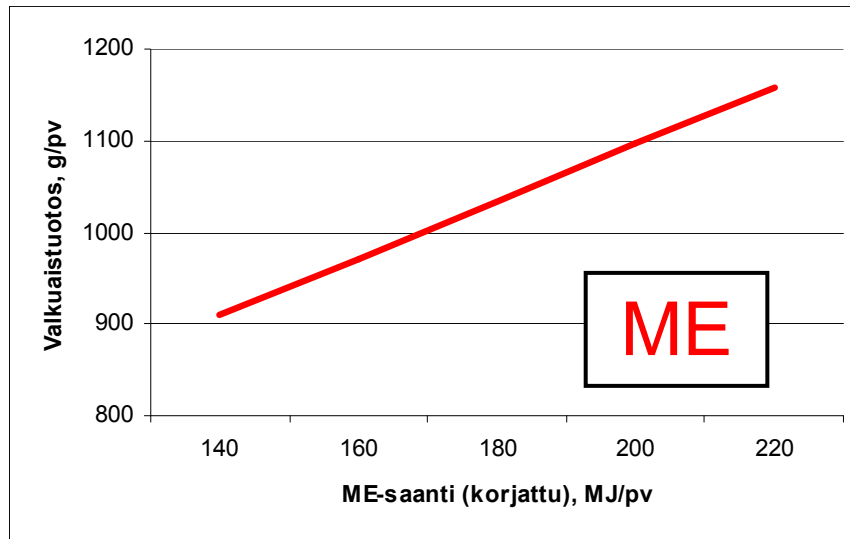
- Energiakorjattuun maitotuotokseen vaikuttavat:
 - ME:n saanti – käyräviivainen vaikutus
 - Ohitusvalkuaisen pitoisuus
 - Raakarasvan pitoisuus – käyräviivainen vaikutus
 - Solunsisällyshiilihydraattien pitoisuus – käyräviivainen vaikutus
- Valkuaistuotokseen vaikuttavat:
 - ME:n saanti
 - Ohitusvalkuaisen saanti – käyräviivainen vaikutus
 - Raakarasvan pitoisuus – käyräviivainen vaikutus
 - Solunsisällyshiilihydraattien pitoisuus – käyräviivainen vaikutus
- Myös lähtötilanteen tuotannon intensiteetti vaikuttaa vasteisiin
 - Vähenevän lisätuoton laki
- Taustaoletus että kivennäis- ja hivenaineiden, vitamiinien ja veden saanti on riittävä
- Tuotosvasteiden laskennassa ei ole huomioitu muiden tekijöiden vaikutusta, joista ei ole riittävästi aineistoa tai tieteellistä näyttöä
 - Tietyt lisäravinteet tai lisäaineet, esim. suojattu rasva, suojatut aminohapot,



Rehuannoksen koostumuksen muutosten vaikutukset energiakorjattuun maitotuotokseen



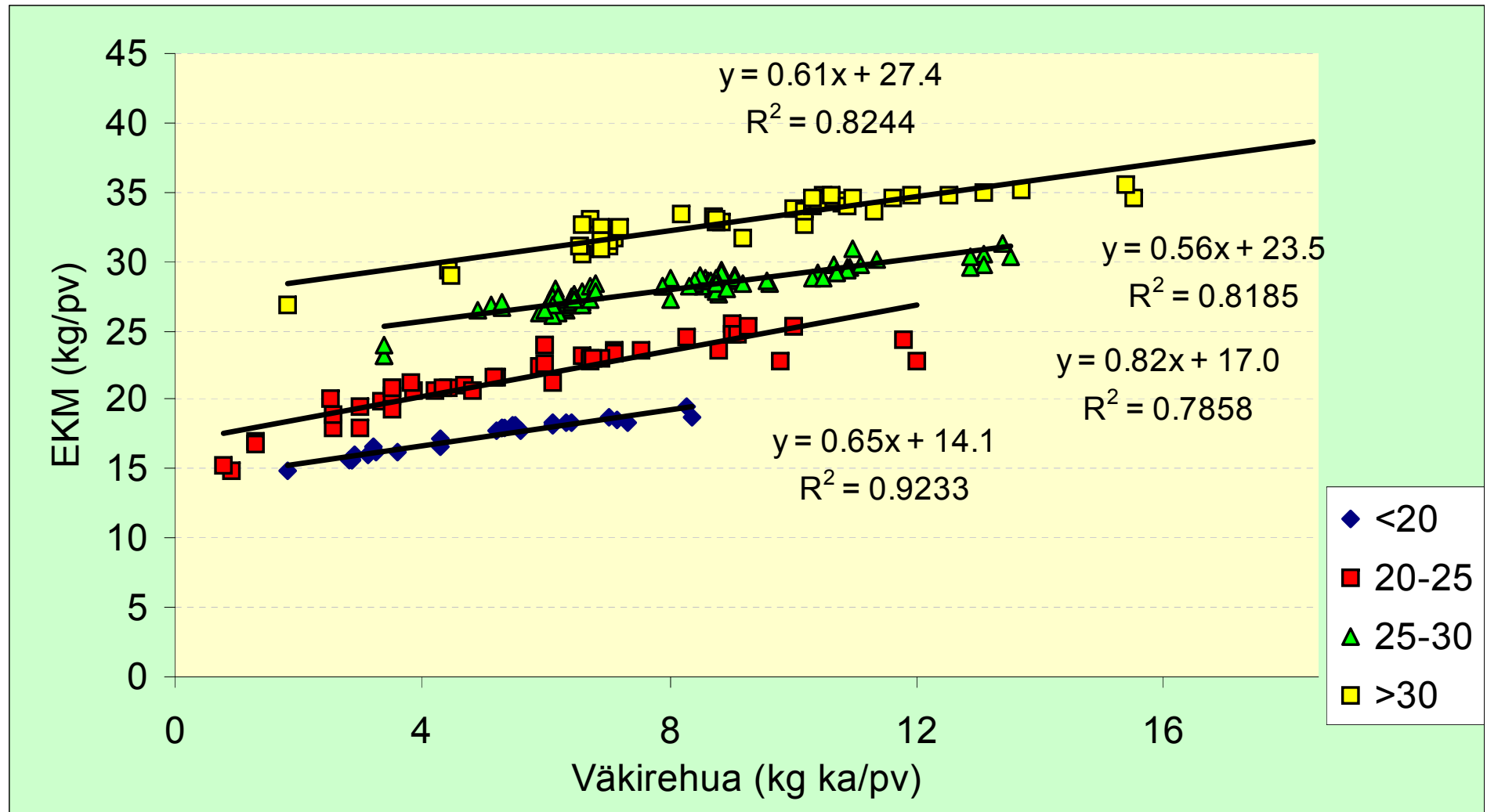
Rehuannoksen koostumuksen muutosten vaikutukset maitovalkuaistuotukseen



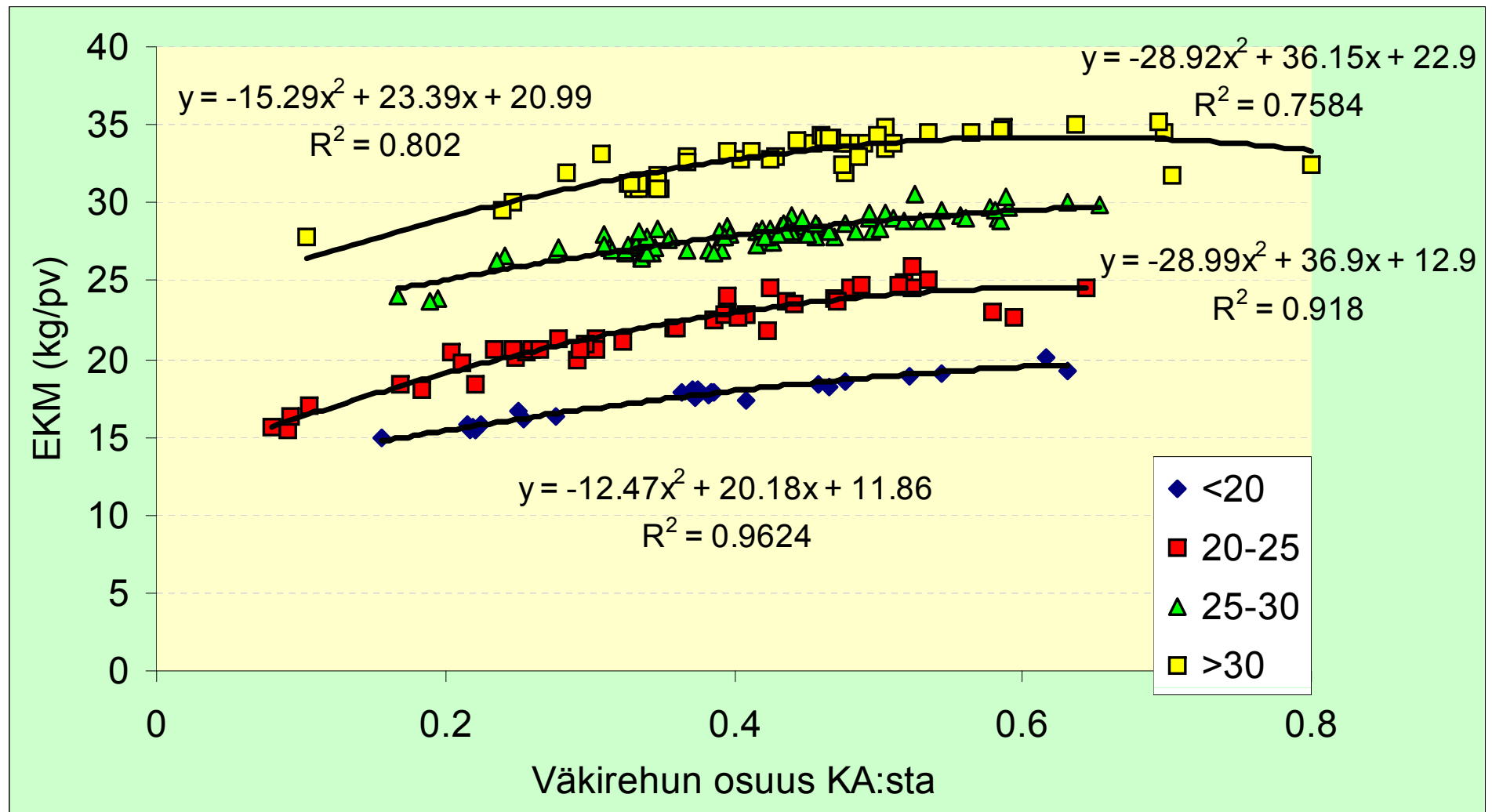
Muistisääntöjä: Tuotosvasteet

Yhden yksikön lisäys	Vaste
D-arvo (%)	0.3 / 0.5 [#] kg EKM 150 g SR KA syönti
Väkirehu (kg KA) Korvaussuhde (SR-syönti ↓) *Kohtuullinen VR-taso	0.61 kg EKM 0.48 kg KA
Rehuannoksen valkuaispitoisuus (%) OIV-saanti (1 g)	0.55 kg EKM 0.45 g maitovalk.

Väkirehuvaste varsin riippumaton lehmien tuotostasosta



Väkirehuvaste käyräviivainen – pienempi vaste suuremmilla käyttömäärillä



Valkuaisruokinnan optimointi tärkeää

- Hyvälaatuinen rehuvalkuainen on kallista
 - Tuotannon taloudellisuuden optimointi
- Valkuaisyliruokinta on tarpeetonta ja jopa haitallista eläimille
 - Ylimääräinen typpi poistetaan urana virtsan mukana
- Ympäristönäkökohdat
 - Ammoniakin haihtuminen eläinsuojista, lantavarastoista ja pelloilta
 - Nitraatin huuhtoutuminen pohjavesiin
 - Typpioksiduuli on voimakas kasvihuonekaasu

Pötsimikrobit tarvitsevat typpeä

- Jos rehuannoksen raakavalkuaispitoisuus on niin pieni, että rehuannoksen PVT-arvo on negatiivinen, typen lähteen lisääminen rehuannoksen on syytä tehdä
 - Pötsin mikrobit tarvitsee typpeä, jotta laskennallinen OIV:n saanti toteutuu
 - Mikrobien typen puute huonontaa kuidun sulavuutta
 - Teoriassa myös ei-valkuaistyyppi kuten urea toimii, mutta käytännössä kasvivalkuainen on varmempi valinta
 - Myös runsaasti raakavalkuaista sisältävä säilörehu ja muut ns. huonolaatuista valkuaista sisältävät rehut toimivat pötsimikrobien typen lähteenä
- Pötsimikrobien typen tarve tyydyttyy, kun rehuannoksen valkuaispitoisuus on noin 130-140 g/kg ka (13-14 % ka:ssa)
 - Typen tarve riippuu myös mm. säilörehun sulavuudesta
 - Mitä enemmän mikrobit saavat energiaa, sitä enemmän ne tarvitsevat myös typpeä
 - Maidon ureapitoisuus tällöin noin 17 -18 mg / 100 ml
- Tarve hieman suurempi (n. 160 g/kg ka) apilapitoisia säilörehuja käytettäessä



Apilan valkuaisen pötsihajoavuus pienempi kuin nurmiheinien

Lypsylehmien valkuaisen tarve

Kuiva-aineen syönti vaikuttaa ylläpito-tarpeeseen

Lypsylehmien OIV:n tarve (g/pv)	
Ylläpito (g/pv)	$1,8 \times \text{elopaino}^{0,75} + 14 \times \text{kuiva-aineen syönti (kg/pv)}$
Maidontuotanto (g/pv)	$(1,47 - 0,0017 \times \text{ekm (kg/pv)}) \times \text{valkuaistuotos (g/pv)}$
Elopainon muutos (g/kg epm)	233 g \times kg elopainon lisäystä 138 g \times kg elopainon vähentymistä
Tiineyslisä (g/pv)	7. kk: 75 8. kk: 135 9. kk: 205

Mikä on taloudellisesti järkevä valkuaistäydennys lypsylehmille?

- OIV:n (ohutsuoolesta imeytyvä valkuainen) tarve ei ole samalla lailla absoluuttinen kuin esimerkiksi välttämättömien kivennäisaineiden, vitamiinien tai rasvahappojen tarve
 - Lehmä ei sairastu OIV:n ”puutostautiin” vaan vähentää maitotuotostaan sille tasolle, johon maidon rakennusaineita riittää
- Sopiva valkuaistäydennysmäärän valinta on ennen kaikkea taloudellinen kysymys
 - Kattaako lisämaidosta saatava tulo valkuaisrehun hankintakustannuksen?
 - KarjaKompassi tukena ruokinnan taloudellisessa optimoinnissa tuotosvasteiden perusteella
- Ravinteiden hyväksikäytön parantamisesta ei makseta
 - Ainakaan toistaiseksi

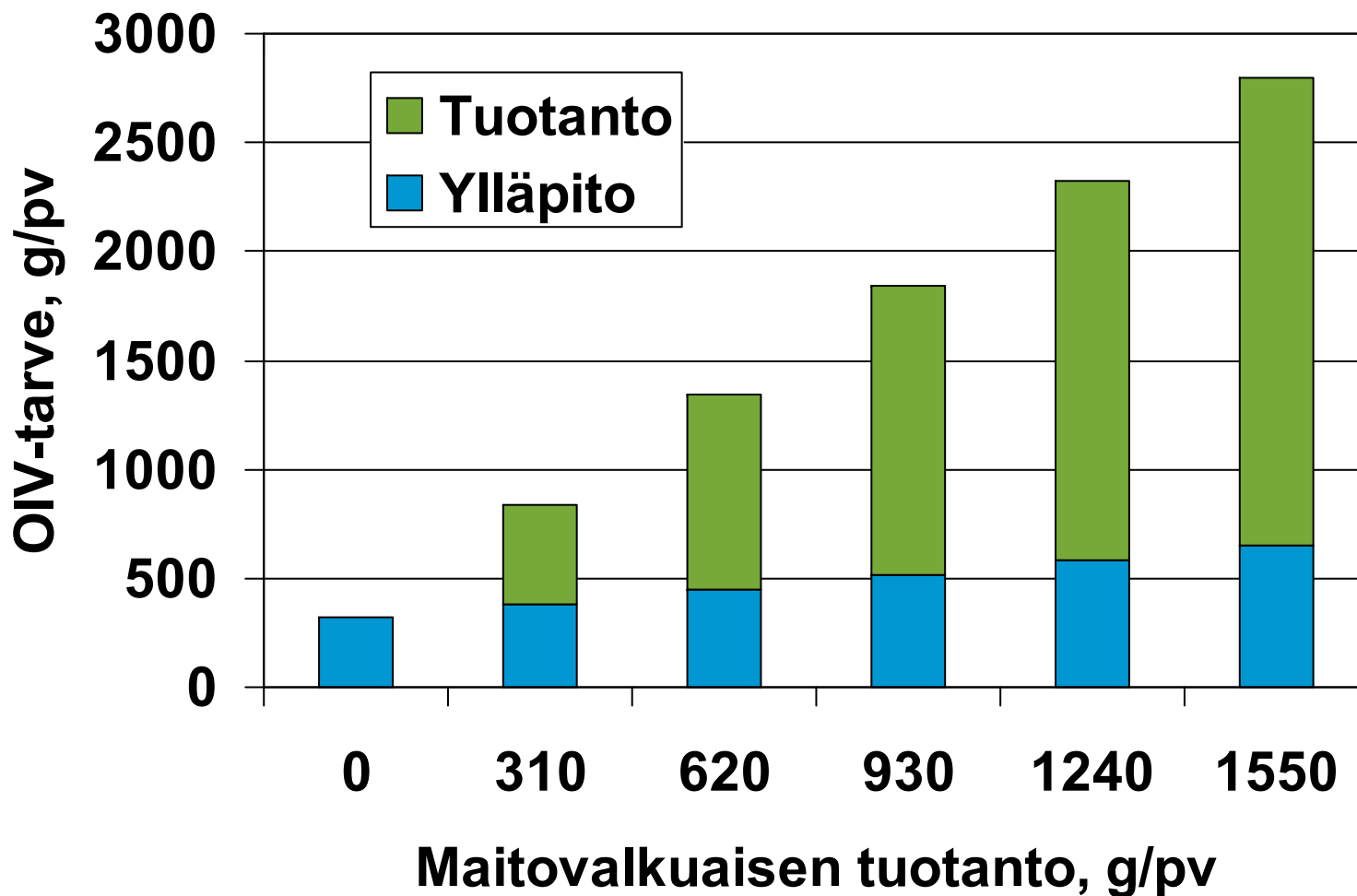
Valkuaistarve on suositus

- OIV:n tarve ei ole samalla lailla absoluuttinen kuin välttämättömien kivennäisaineiden, vitamiinien tai rasvahappojen tarve
- Lehmä ei sairastu OIV:n ”puutostautiin” vaan vähentää maitotuotostaan sille tasolle, johon maidon rakennusaineita riittää
- Sopiva valkuaistäydennysmäärän valinta on ennen kaikkea taloudellinen kysymys
 - Kattaako lisämaidosta saatava tili valkuaisrehun hankintakustannuksen?
- PS. Jos lehmä lypsää kovasti lihoistaan ja pyrkii menemään huonoon kuntoon, valkuaisruokintaa saattaa kannattaa ennemmin vähentää kuin lisätä
 - Kun aminohappojen puute rajoittaa maidontuotantoa, energiaa jää enemmän lehmän omaan kuntoutumiseen

Korkeatuottoisen lehmän valkuaisruokinta

- Lehmä “korjaa” itse valkuaisen ja energian suhdetta tuotostason noustessa
- Pienenevä OIV-tarve tuotostason noustessa tasaa valkuaisen syöttämistä lypsykauden eri vaiheissa
- Todellisuudessa maitorauhasen aminohappojen tarve maitovalkuaisen muodostukseen lienee varsin vakio
- Muuttuvalla normilla pystytään huomioimaan tuotostason lisääntyessä tapahtuvia muutoksia ravintoaineiden saannissa:
 - Pötsin mikrobivalkuais synteesin tehokkuus kasvaa ruokasulan virtausnopeuden pötsistä lisääntyessä
 - Samalla ohitusvalkuaisen osuus kasvaa (valkuainen ei ehdi hajota)
 - Rehuannoksen sulavuus eli energiapitoisuus laskee (kuitu ei ehdi sulaa)
→ rehuannoksen valkuaispitoisuus suhteessa energiaan kasvaa
- Näiden tekijöiden huomioiminen olisi muuten erittäin vaikeaa, mutta se voidaan ratkaista suosituksen kautta

OIV-suositus pienenee tuotostason noustessa



g OIV / g maitovalk. : 1,45 1,44 1,42 1,40 1,39

Onnistunut ruokinnansuunnittelu edellyttää hyviä lähtötietoja karjan vallitsevasta tilanteesta

- Päivä-/jaksolaskelmat rehujen nykyisestä käytöstä ja niillä saavutetusta maitotuotoksesta
 - Eri rehujen syöntimäärät – annettu määrä ja tähde
 - Rehujen laatu – analyysit karkearehuista
- Vakiotuotos
 - Vakioitu maitotuotos ”puhdistaa” tilakohtaisen ruokinnan vaikutukset
 - Vakioidun maitotuotoksen laskennassa huomioidaan koko rehuannoksen syönti-indeksi ja rehuannoksen OIV-pitoisuus
 - Jos vakiotuotos selvästi matalampi kuin toteutunut tuotos, ruokintaa tehostamalla vaikea saada tuotoslisäyksiä – panostukset eläinainekseen ja/tai eläinten olosuhteisiin mahdollisesti mielekkäämpiä
 - Jos vakiotuotos korkeampi kuin toteutunut tuotos, panostukset ruokintaan (määrä, laatu) tuottavat todennäköisesti melko hyvän vasteen
- Lehmien koko



Vaikuttaa syöntiarvioon

Table 3 (Huhtanen et al. 2011). Mixed and simple regression models predicting DMI (kg/day) from the animal characteristics, stage of lactation and intake potential of the diet (n=1544; adjusted RMSE for mixed model 0.52 kg/day)

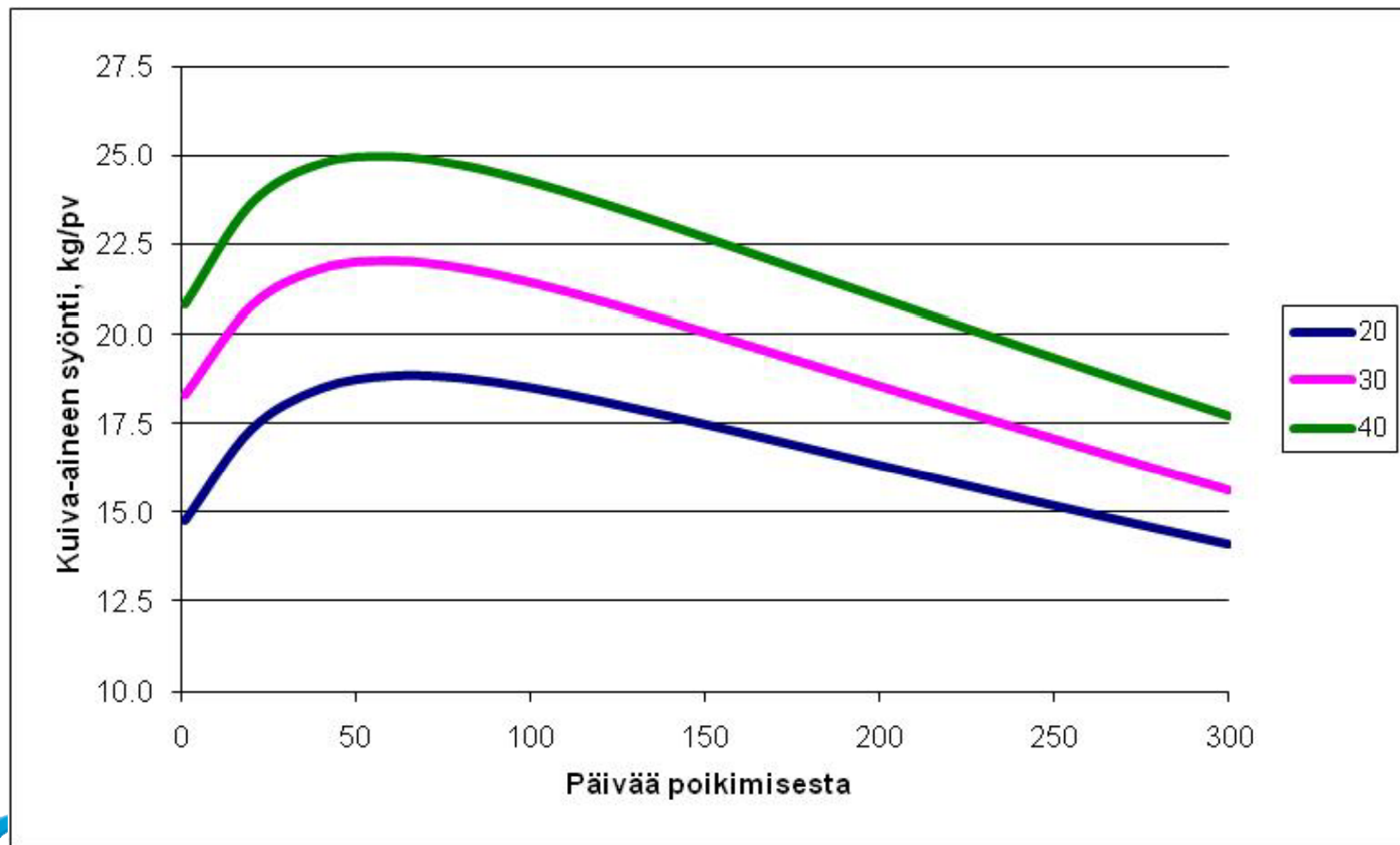
Item	Unit	Mixed DMI model (12)		
		Estimate	s.e.	P-value
Intercept		-2.9	0.56	0.001
sECM ^a	kg/day	0.258	0.011	<0.001
LW	kg/day	0.0148	0.0009	<0.001
DIM	Days	-0.0175	0.001	<0.001
Exp (-0.03 × DIM)	Days	-5.85	0.41	<0.001
TDMI index		0.090	0.002	<0.001

DMI = dry matter intake; RMSE = residual mean square error; sECM = standardized ECM yield; LW = live matter intake index.

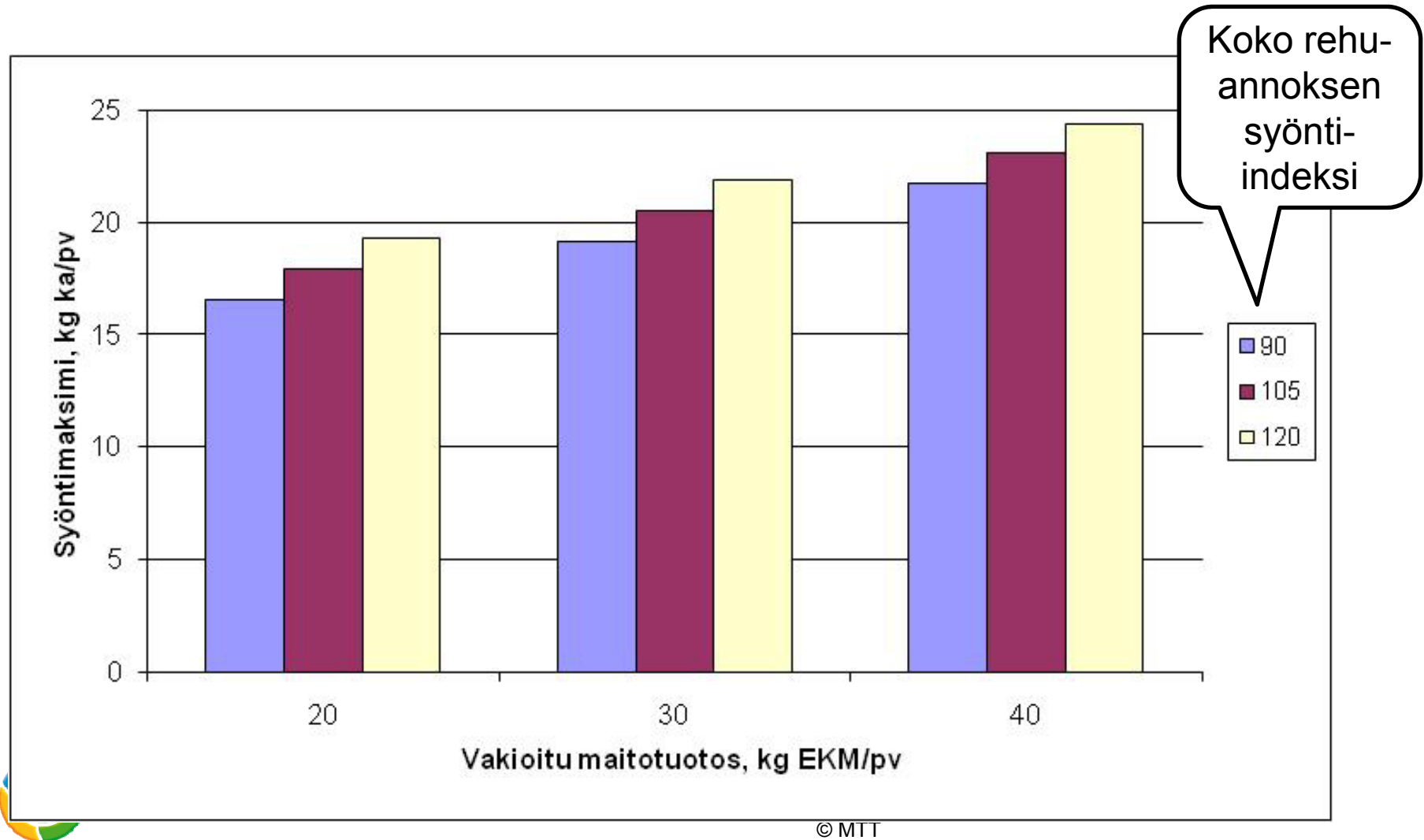
^aEstimated using parameters from model (11).



Syöntikäyrät eri tuotostasoilla maidontuotantokauden edetessä (Huhtanen ym. 2011)

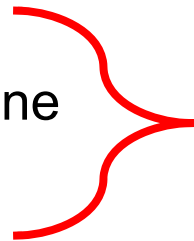


Toteutuvaan syöntiin vaikuttavat lehmän tuotanto- potentiaali (vakioitu EKM-tuotos) ja rehuannoksen laatu (koko rehuannoksen syönti-indeksi) (Huhtanen ym. 2011).



Vakioitu maitotuotos (EKMv) kuvaa karjan tuotospotentiaalia

- Korjaa karjan tuotoksen vallitsevan ruokinnan ”hyvyyden” perusteella
- Kuvaa karjan perinnöllistä ja hoidon tasoa
- Havaittu maitotuotos riippuu mm. seuraavista asioista:
 - Lehmien perimä
 - Lehmien terveystilanne
 - Hoito-olosuhteet
- Ruokinta



Vaikuttavat
EKMv:een

Vakioidun maitotuotoksen laskenta (Huhtanen ym. 2011)

- $E_{kmv} = e_{kmh} + (100 - \text{TDMI-indeksi}) \times 0,131 + (90 - \text{OIV}) \times 0,142$
- Jossa:
 - E_{kmv} = vakioitu energiakorjattu maitotuotos (kg/pv)
 - E_{kmh} = havaittu energiakorjattu maitotuotos (kg/pv)
 - TDMI-indeksi = Rehuannoksen kokonaissyönti-indeksi
 - OIV = Rehuannoksen OIV-pitoisuus (g/kg ka)

Vakiotuotos kuvaa lehmien maidontuotantokykyä vakioruokinnalla

-hyvällä ruokinnalla vakiotuotos on pienempi kuin havaittu tuotos (lehmä 1) ja päinvastoin (lehmä 2)

	Lehmä 1		Lehmä 2	
	Arvo	Vaik.	Arvo	Vaik.
Havaittu EKM-tuotos	30	30	30	30
Dieetin syöti-indeksi	120	-2.6	90	1.3
Dieetin OIV, g/kg ka	100	-1.4	85	0.7
Vakioitu maitotuotos, kg/pv		26.0		32.0

Koko rehuanoksen syöti-indeksin perusarvo 100 p.

Koko rehuanoksen OIV-pitoisuuden perusarvo 90 g/kg ka

Vakioitu maitotuotoksen ja havaitun maitotuotoksen vertailu

- Jos havaittu tuotos on selvästi korkeampi kuin vakioitu tuotos:
 - Ruokinnan intensiteetti on korkea
 - Ruokintana panostamalla ei todennäköisesti saada taloudellisesti mielekästä vastetta
- Jos havaittu tuotos on selvästi matalampi kuin vakioitu tuotos:
 - Ruokinnan intensiteetti on matala
 - Ruokintana panostamalla saadaan todennäköisesti taloudellisesti mielekäs vaste

Rajoitteet ohjaavat ruokinnan optimointia

- Ruokinnansuunnitteluohjelmissa ravintoaineiden saannille asetetaan minimi- ja maksimirajoja
- Rajojen merkitys voi olla erittäin suuri, kun ne rajaavat osan mahdollisista rehuyhdistelmistä pois
- Rajat perustuvat käsityksiin
 - Eläinten ravintoaineiden tarpeesta
 - Joidenkin ravintoaineiden liiallisen saannin haitallisuudesta
- Rajojen asettaminen ei ole täysin yksiselitteistä
- Neuvoja voi ammattitaitoonsa ja tilalta saatuun kokemukseen perustuen muuttaa rajoitteita
 - Ruoansulatuksen prosessien tuntemus antaa pohjaa muutosten tekemiseen

Lisätietoja lehmien syönnistä :

- Lypsylehmän ruokinta. 2010. Tieto tuottamaan 133.
ProAgria Keskusten liitto. 131 s.
- Rehutaulukot ja ruokintasuositukset
 - www.mtt.fi/rehutaulukot
- MTT:n nettisivut, julkaisuarkistot ja asiantuntijarekisteri
 - www.mtt.fi
- Maataloustieteen Päivät
 - www.smts.fi

