



LYPSYLEHMÄN VERKKOMAHAN pH LASKEE POIKIMISEN JÄLKEEN



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

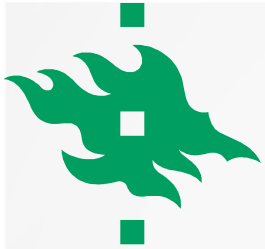
Eläinlääketieteellinen tiedekunta

ELT Mari Hovinen, ELL Irmeli Kärkkäinen -
väitöskirjatyö, ELT Riitta Niemi, MMT Tuomo
Kokkonen ja prof Timo Soveri/ prof. Päivi Rajala-
Schultz

Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto/
Maataloustieteiden osasto

Pro Agria eteläpohjanmaan "Pötsi-hanke":
ELL Seija Perasto, MMM Sini Konttas, MMM Anne
Rajala

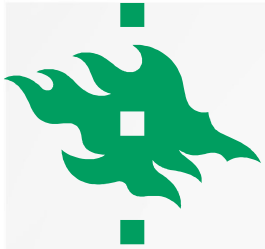
Maitoalan huippuseminaari, Seinäjoki 30.10.2024



TUTKIMUKSEN TAVOITTEET



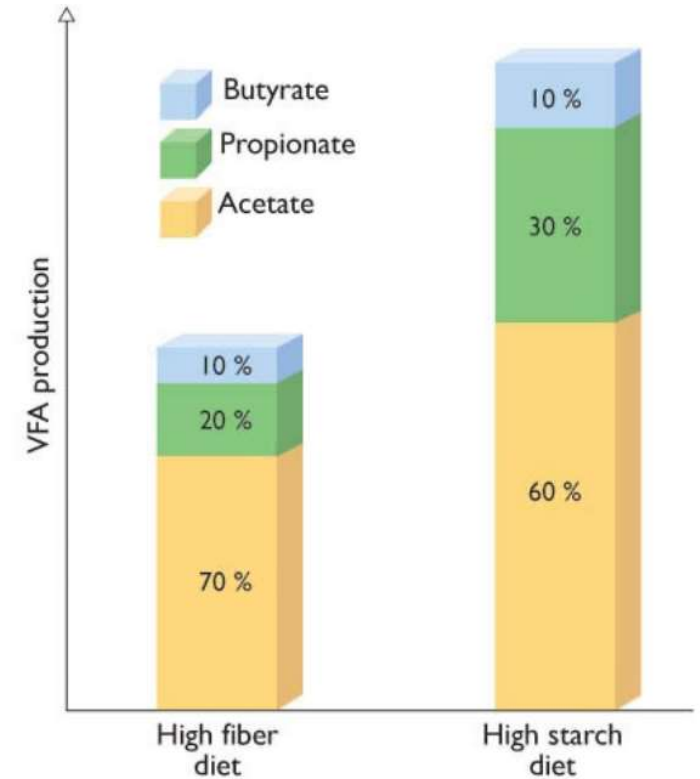
- *Viitanen ja Kokkonen 2020*: nurmisäilörehu + tunnutus (4kg) siirsi poikimisen jälkeistä pH laskua päivällä. Nurmisäilörehu + olki + tunnutus oli yhteydessä alempaan poikimisen jälkeiseen pH:n.
- *Röyttä 2018*: 77 tilaa, 68% havainnut SARAn oireita, yleensä poikimisen jälkeen
- Miten verkkomahan pH:n käy nurmirehuvaltaisella ruokinnalla poikimisen ympärillä?
- Mitkä asiat voisivat olla yhteydessä pötsin pH:n kanssa?
 - Ruokinnalliset tekijät, ruokinnan muutos poikimisen aikaan, robotilta jaettu väkirehu, ruokintapöydän pituus
 - Lehmäkohtaiset tekijät: poikimakerta, paikka arvoasteikossa, lypsyjen määrä
 - Ketoosi, veren kalsium-taso, tulehdusarvot, utareterveys
- Miten maissi vaikuttaisi tulevaisuudessa (Kokkonen ym., useita julkaisuja)

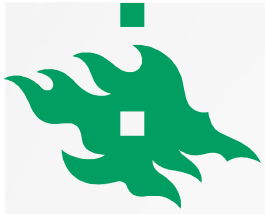


NORMAALI PÖTSIFERMENTAATIO

- Selluloosa, tärkkelys ja sokerit
 - etikkahappo
 - propionihappo
 - voihappo
- Haihtuvat rasvahapot imeytyvät pötsin seinämän läpi verenkiertoon
- Puskurina mm. sylki, jota 100-200l päivässä, kuitudieetillä hidas märehäminen ja paljon sylkeä
- ”Normaali” pH pötsissä 6-7 ja verkkomahassa n. 0,24 korkeampi

pH laskee



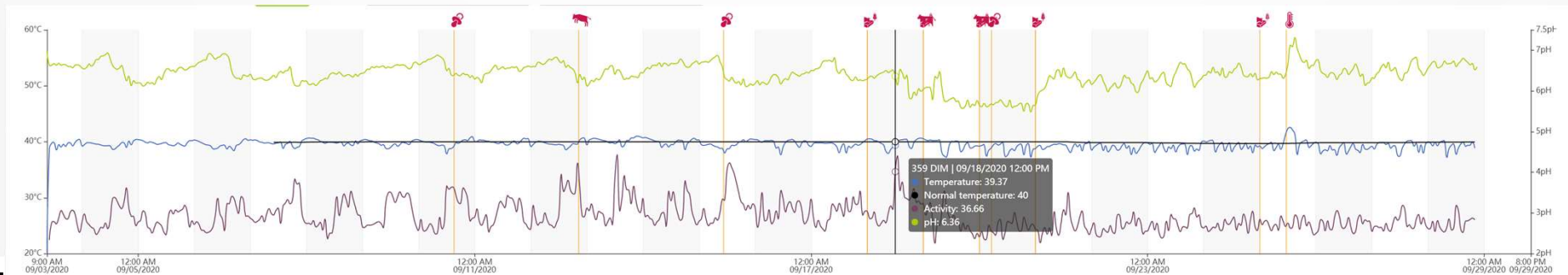


SARA = SUBAKUUTTI HAPANPÖTSI

= pH TOISTUVASTI <5,6-5,8 YLI 3 H/VRK

Ulkomailla 20-50% lypsylehmistä, alkulypsykaudella -taloudellinen merkitys!

- 1) liikaa väkirehua (nopeasti hajoavaa tärkkelystä) – paljon VFA - *Str. bovis*, laktobasillit - maitohappo
 - 2) liian vähän kuitua
 - 3) suuri syödyn rehun määrä – paljon VFA:ta
- Herkät lehmät: sulatuskyky, rehunlajittelu käyttäytyminen, ensikot





SARAN VAIKUTUS ELIMISTÖÖN

Pötsin seinämä paksunee ja voi tulehtua:

1. Haihtuvien rasvahappojen imeytyminen häiriintyy
2. Bakteereita ja toksineja vereen
 - Tulehduspesäkkeet pötsin seinämään
 - Yleistynyt tulehdusreaktio: maksa/keuhko/sydän/munuaiset/nivelet/vatsakalvo
 - Verisuonirepeämät, sierainverenvuodot

Ensimmäiset tulehdusmuutokset voivat tulla, kun pötsin pH tippuu alle 5,6 vähintään tunnin ajaksi (Gozho ym. 2005).

3. Paksusuoleen tärkkelystä ja fermentaatio siellä ”paksusuolen asidoosi”
4. Utareessa veri-maitoeste vahingoittuu – tulehdus utareessa





SARAN NÄKYVÄT OIREET

1. Ruokahalu on ajoittain huono – ka-syönti laskenut
2. Kuntoluokka laskee kroonisessa
3. Tuotos laskee, vanhemmilla lehmillä
4. Ripulia, vaahtoavaa, vaaleata, sulamattomia osia
5. Märehtiminen vähenee
6. Märepalojen tiputtelu
7. Huono karva
8. Nenäverenvuodot
9. Ketoosi, juoksutusmahan tulehdukset, juoksutusmahan siirtymät, puhaltuminen



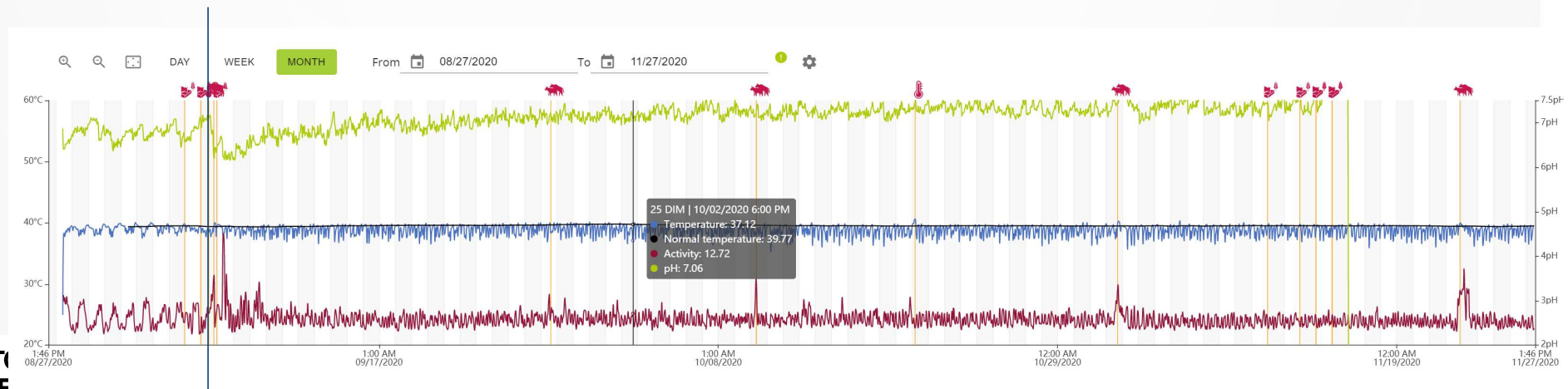


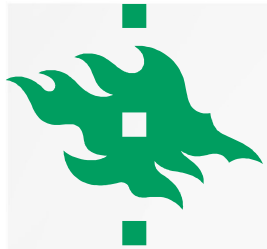
VERKKOMAHAN pH SEURANTA KAHDELLA SUOMALAISELLA TILALLA



- ❖ 10 lehmää
- ❖ 2-6.poikiminen syys-lokakuu
- ❖ 1 robotti, syväkuivikeparret
- ❖ 55 cm ruokintapöytää/lehmä

- ❖ 10 lehmää 10 ensikkoa
- ❖ 1-5.poikiminen loka-marraskuu
- ❖ 3 robottia, parsipeti
- ❖ <53 cm (lypsyosasto) vs. 93 cm (vastapoikineiden osasto) ruokintapöytää/lehmä

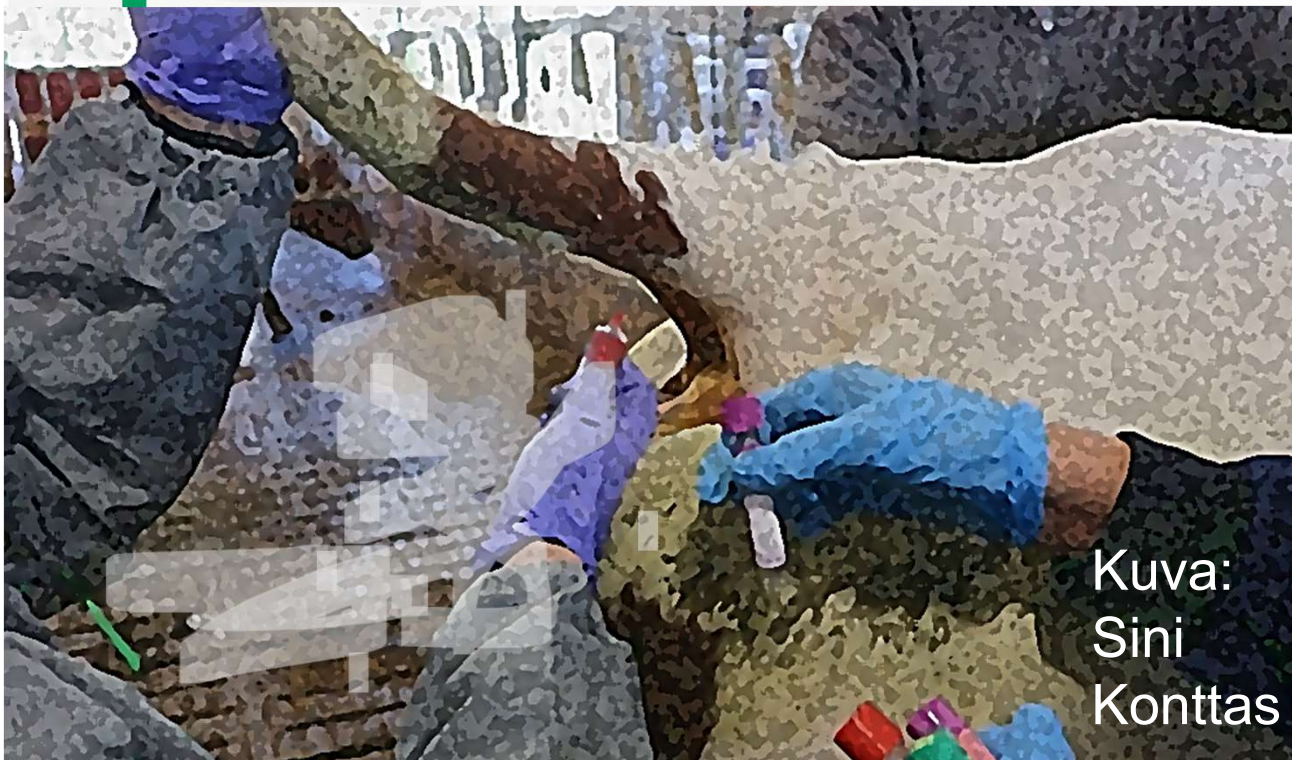




RUOKINTA TILOILLA



	Umpiape		Lypsyape	
	Koe 1	Koe 2	Koe 1	Koe 2
Rehut	Sr + olki, vilja + rypsi, kv	Sr + heinä, tuoresäilötty vilja, rypsi, kationi-anioni kivennäinen	Sr, ohra-kaura, rypsi, kv, täysrehu robotilta 6kg max	Sr, tuoresäilötty vilja, rypsi, kiv + E-Se, täysrehu robotilta n. 6 kg
Väkirehu	0,5-1 kg	0,6 – 2,6 kg	37 - 44% ape, yht.max. 52-57%	38-39% ape, yht. n. 55 %
Kuitu (ape) g/kg ka	566-581	567	394-422	408-413
Karkearehun kuitu (ape) g/kg ka		562	> 297	336-343
Tärkkelys (ape) g/kg ka	12-35	7	158-187	136-144
ME (ape) MJ/kg ka	8,9-9,5	10,4		11,2-11,3



Kuva:
Sini
Konttas

MENETELMÄT

Lehmien seuranta
poikimakarsinassa ja
lypsyosastossa:

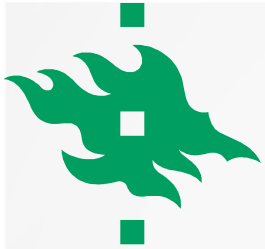
-14 pv, -5 pv + 5/2 pv ja
+35pv

PL, KL, utare =
yleistutkimus

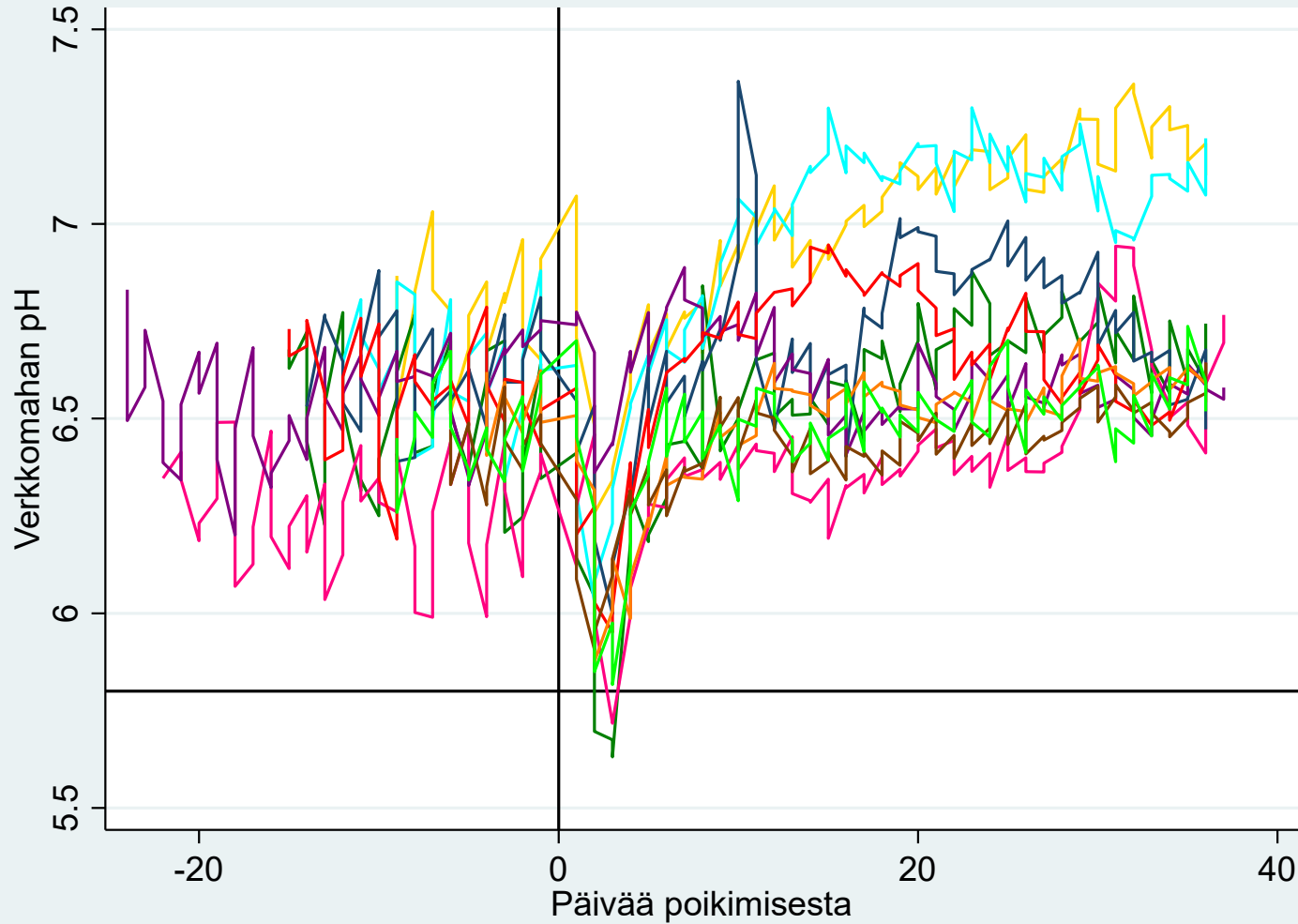
Verinäytteet (ketoosi,
Ca-puute,
tulehdusindikaattorit)

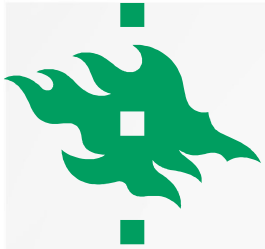
Robotilta lypsy- ja
syöntitiedot

Pötsin ultraääni (koe 2)

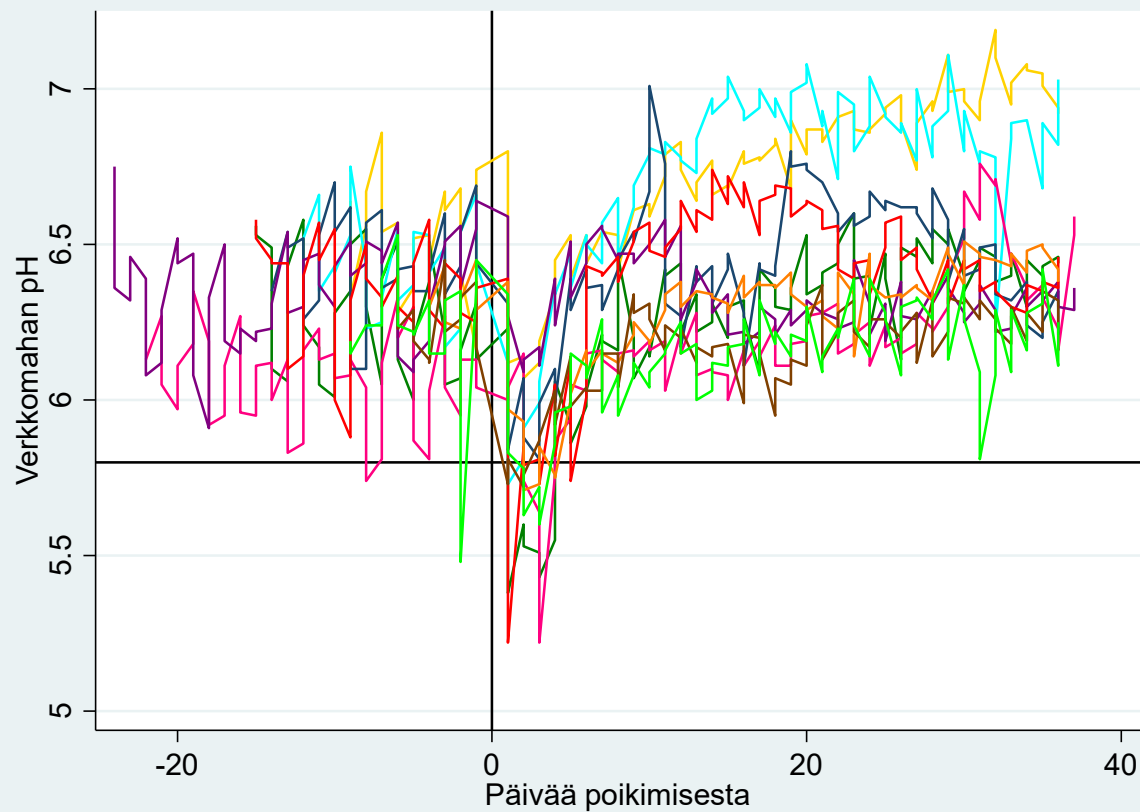


KOE 1: VERKKOMAHAN pH LASKI KAIKILLA POIKIMISEN JÄLKEEN -12h:n keskiarvo





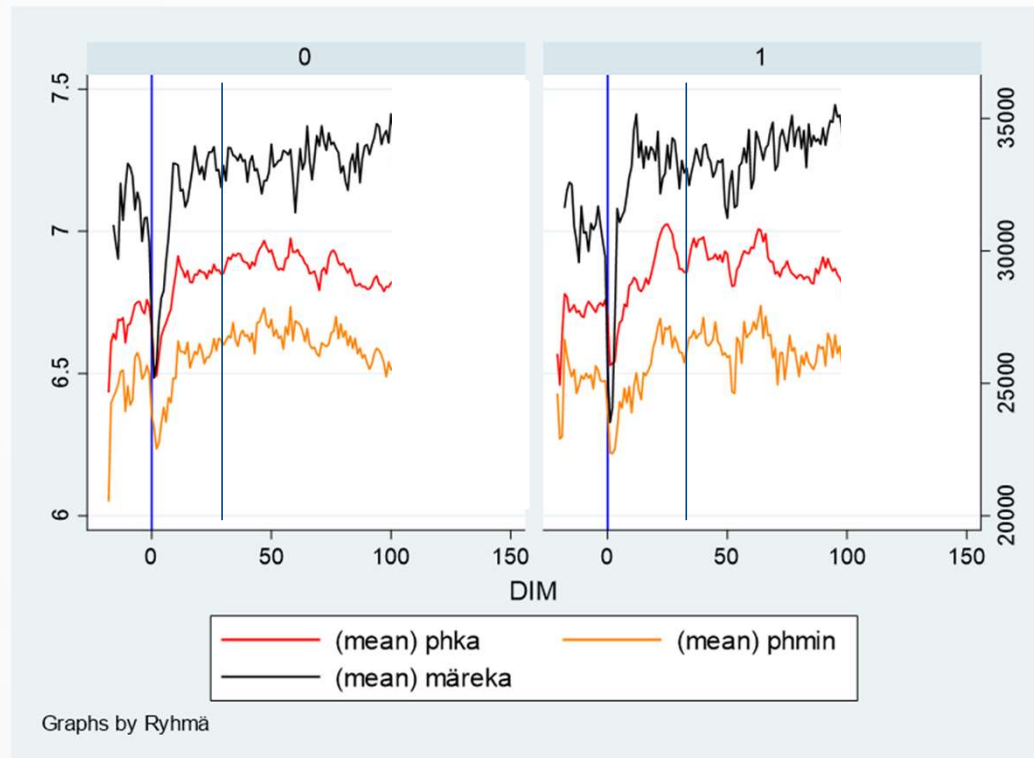
**Pienin mitattu pH 12 tunnin ajalta:
5 lehmällä pH < 5.8 > 3 h/d (max 37 h) = SARA
ja 8:lla lehmällä jos käytettiin pH rajana 6.0**





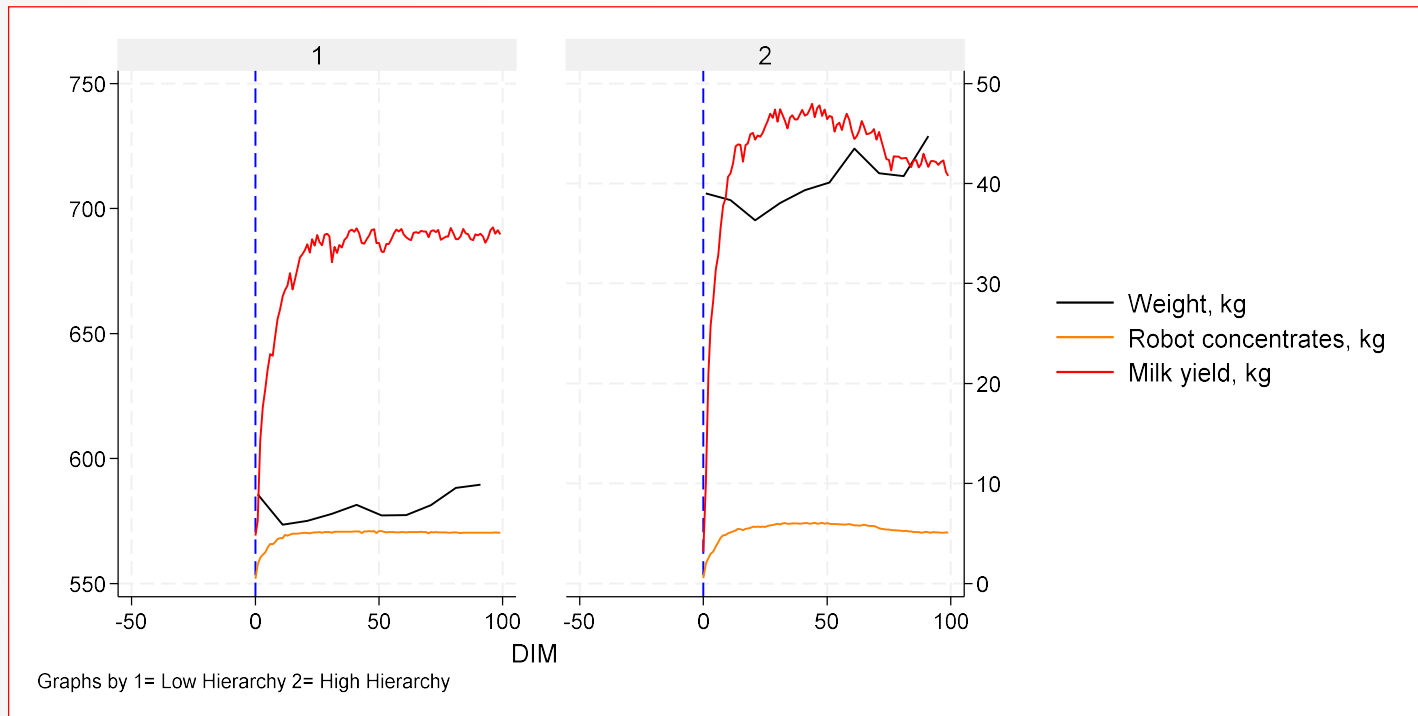
KOE 2: VASTAPOIKINEIDEN RYHMÄSTÄ APUJA?

- Tuotos näyttäisi nousevan nopeammin ja korkeammalle vastapoikineiden ryhmässä
- Lypsyjen määrä näyttää myös nousevan nopeammin





KOE 2: MAITOTUOTOS, ROBOTTIREHUN SYÖNTI JA LEHMÄN PAINO HIERARKIAN MUKAAN

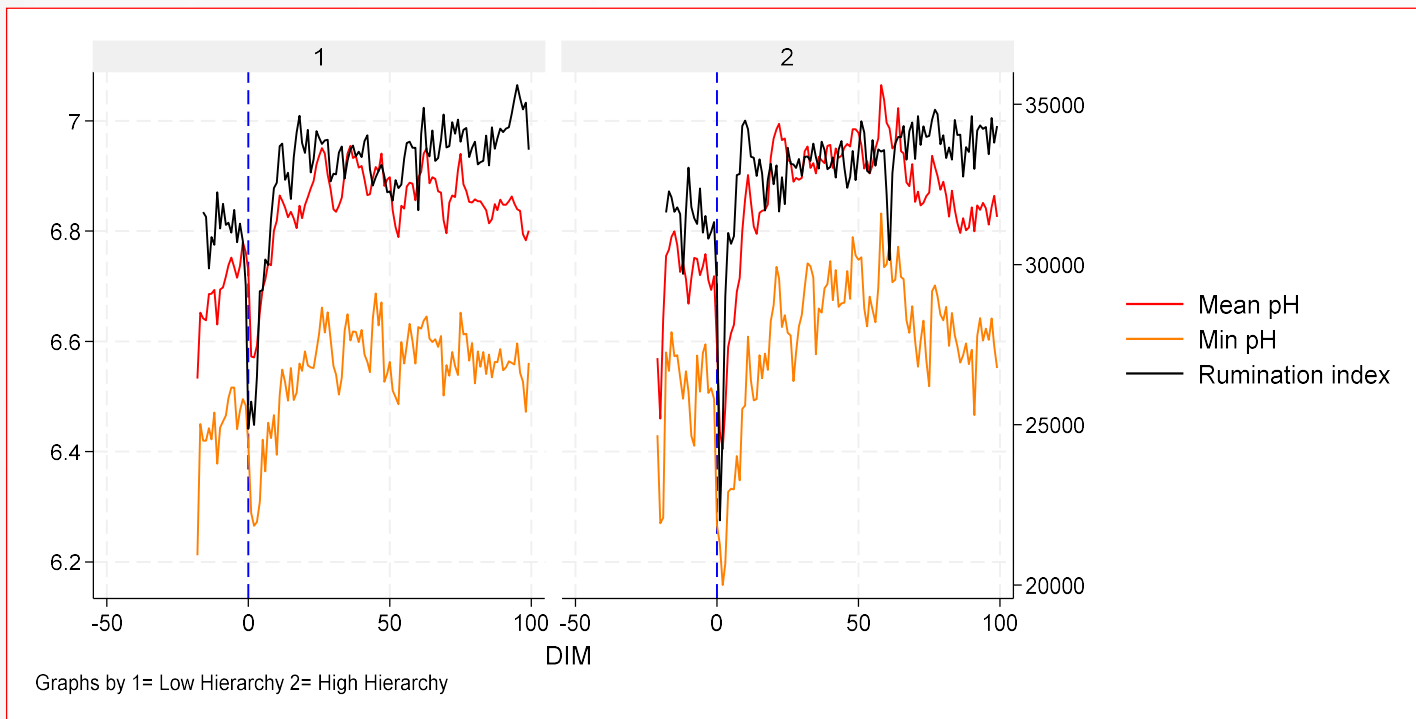


Hierarkian määrittäminen

- Kahdesti 12 + 8 h tarkkailemalla 9 ensikkoa ja 8 vanhempaa lehmää.
- Jokaiselle laskettiin “kilpailussa onnistumisen indeksi” (*Galindo and Broom, 2000*)



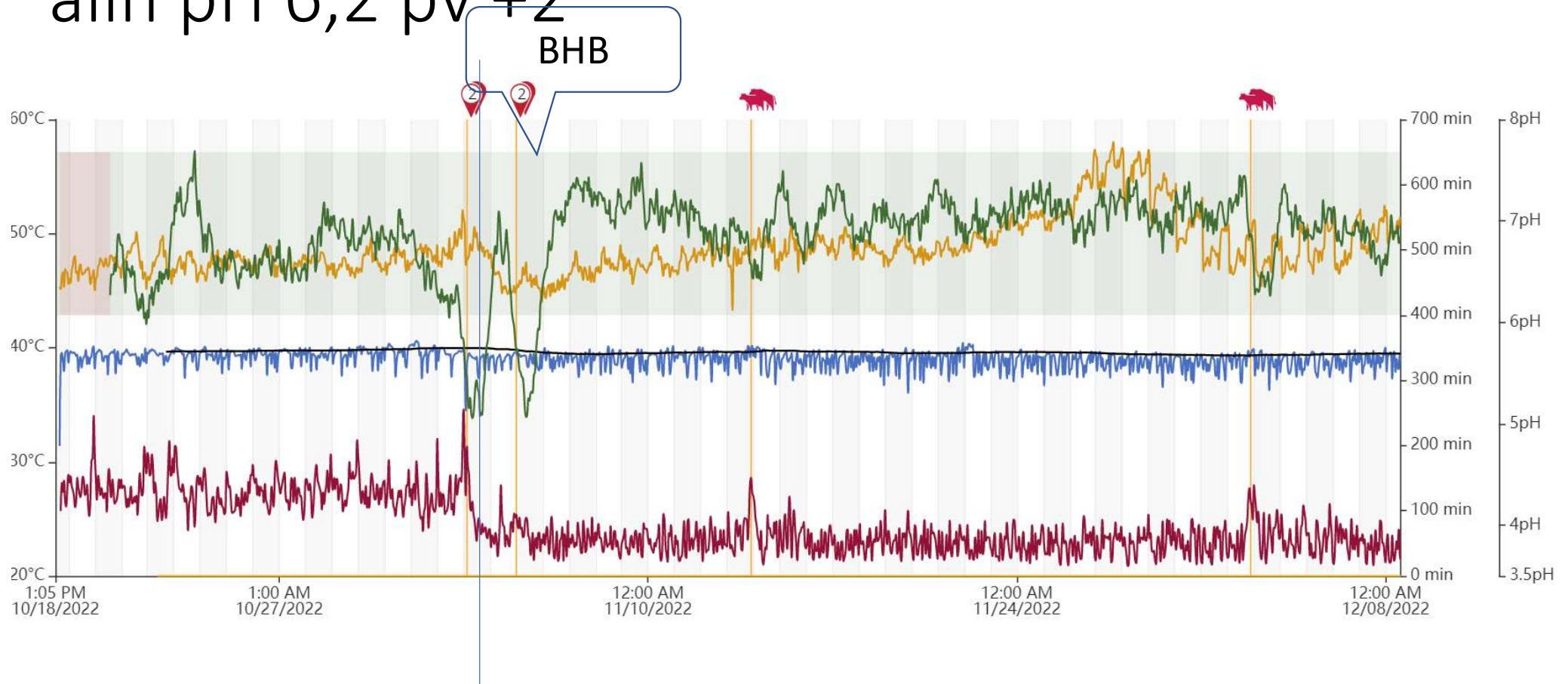
KOE 2: PÖTSIN PH JA MÄREHTIMISINDEKSI HIERARKIAN MUKAAN



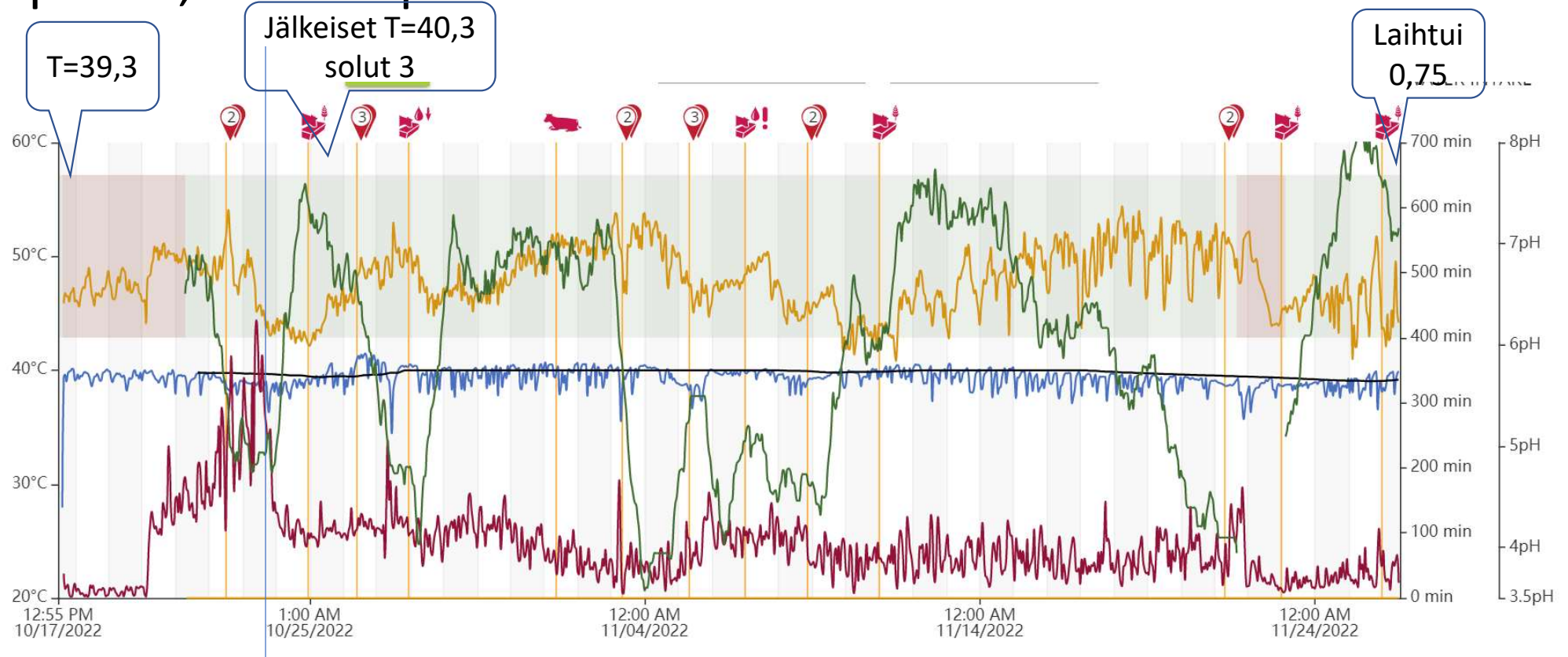
pH laski myös tällä tilalla, mutta lasku ei ollut kovin voimakasta.

Märehtimisaika oli keskimäärin 600 min/pv, mutta alimmillaan päivänä 1 (325 min korkean ja 360 min matalan hierarkian lehmillä)

1. poikiminen 3.11., näytteet -16, -7, +1, +35,
alin pH 6,2 pv +2



2. poikiminen 23.10. näytteet -6, +2, +34, alin pH 5,99 +2 pv



JOHTOPÄÄTÖKSET



Miten verkkomahan pH:n käy nurmirehuvaltaisella ruokinnalla poikimisen ympärillä?

- pH laskee muutaman päivän ajaksi, koe 1: puolella SARA
- Umpikaudella suositus jakaa rehu päivittäin, vältetään pH:n heittelyä

Mitkä asiat voisivat olla yhteydessä pötsin pH:n kanssa?

- Ruokinnalliset tekijät (?), ruokinnan muutos poikimisen aikaan (?), robotilta jaettu väkirehu (?), ruokintapöydän pituus (+)
- Lehmäkohtaiset tekijät: poikimakerta (+/-), paikka arvoasteikossa (+/-), lypsyjen määrä (+/-)
- Ketoosi (+), veren kalsium-taso (?), tulehdusarvot (jälkeislehmillä), utareterveys (?)

Muuta havaittua:

- Vettä juotiin umpikaudella 2-4*pv, lypsyssä 4-7*pv
- Umpikaudella suurempi aktiivisuus – lehmän vai pötsin?
- Ohimeneviä kuumeita löytyi





ESTETÄÄN SARA

- Totutus väkirehuun hiljalleen, vaatisi oikeasti viikkoja (papillit ja mikrobit). Esim. löysä lanta kestää yleensä viikon.
- Väkihuprosentti (>60% altistaa, ehkä jo alemmilla)
- Hyvä karkearehu, karkearehua ennen väkirehua tai ape
- Riittävästi ruokintatilaa! Vastapoikineiden VIC osasto
- Appeen sekoitus ja konsistenssi
- Tarkkaillaan umpilehmien ja vastapoikineiden pötsiä 2*pvssä, jos tyhjä – järjestä rehun äärelle!!
- Mittaa ketoosia ja lämpöä



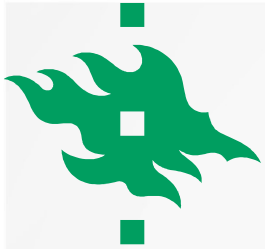


Kiitos yleisölle!

Suuri kiitos myös tutkimukseen osallistuneille tuottajille arvokkaasta työstä

- Rahoittajat mm. MMM, Suomen akatemia, Walter Ehrströmin säätiö, ETTS, E Valio, ProAgria eteläpohjanmaa
- Tulossa: Kotieläintieteen osasto Tuomo Kokkonen ym: HyVä Kunto - Hyvinvointia vähemmällä väkirehulla - lypsylehmien tuotoskauden alun ruokinta kuntoon
- Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto Irmeli Kärkkäinen: Sub-acute ruminal acidosis in a dairy cow: the effect of increased length of the feeding space and type of silage on the pH of the reticulum and ultrasound as a method for diagnosis after calving





PIILEVÄ HAPANPÖTSI LYPSYLEHMILLÄ SUOMESSA

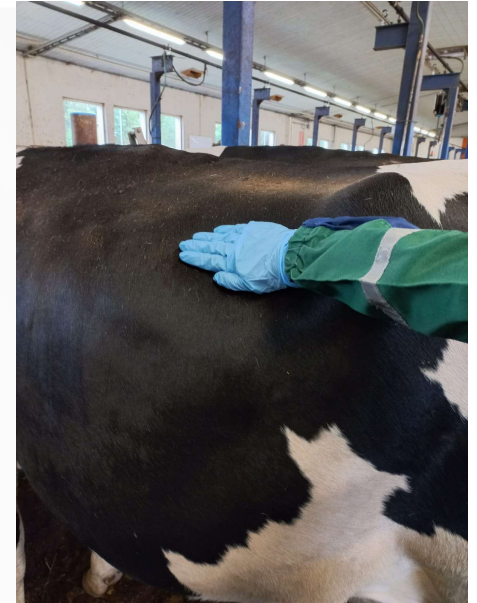
- Tuotantoeläinlääketieteen ja Kotieläintieteen osasto
- Irmeli Kärkkäinen (tutkimus 2), Mari Hovinen (1-2), Riitta Niemi (2), Tuomo Kokkonen (1-2), Timo Soveri (1), Päivi Rajala-Schultz (2)
- ProAgria eteläpohjanmaa Pötsiprojekti Sini Konttas, Seija Perasto, Anne Rajala (tutkimus 1)

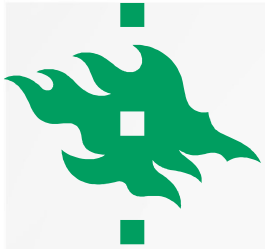




VASTAPOIKINEEN HYVÄ ALKU

- Haasteet: Nurmisäilörehulla pH laskee poikimisen jälkeen 1-3 päivän aikana – vaikka ”ruokintakunto” hyvä, ja ketoosi uhkaa
- Havaitse kuume!
- Havaitse syömättömyys (= tarkkaile pötsiä aamuin illoin vastapoikineelta)!
- Mittaa ketoosia (mahdollisesti vulvasta, toimenpide testissä)
- Lettupannuta – ota näytteitä
- Tulossa: Kotieläintieteen osasto MMT Tuomo Kokkonen ym. (ja Tuotantoeläinlääketieteen osasto) HyVä Kunto - Hyvinvointia vähemmällä väkirehulla - lypsylehmien tuotoskauden alun ruokinta kuntoon





KIRJALLISUUS

Introduction

Subacute ruminal acidosis (SARA) is a disorder of the rumen, where rumen pH is declined from the optimal level of 6-7 (), causing disturbed microbial digestion. This may lead to problems concerning cow health, productivity, and well-being (Kleen and Cannizzo, 2012). During transition period cow undergoes changes that might affect health and metabolism: calf is born, milk production starts and feed enriches to high-energy roughage and concentrates with high protein and starch content. If rumen microflora and epithelia are not ready for this new high-energy feed, increased amounts of volatile fatty acids build up and decline rumen pH, which may impair rumen epithelium function and decrease tight junction protein expression (Zhang et al., 2019). **Consequently, cow will have negative energy balance and loose weight (Kleen and Cannizzo, 2012).** Ketosis might follow (Pechova & Necasova, 2018), which poses risk to immune system ().

The prevalence and more distinctive incidence of SARA in many countries is not known and the association to any specific stage of lactation is not well established (Kleen and Cannizzo, 2012), although there are some prevalences expressed from 15% in Holland (Klen et al. 2009), 20% of cows in Germany (Kleen et al., 2013) to 26% in UK (Atkinson 2014). Around 19 % of early lactation and 26 % of mid-lactation dairy cows experience SARA according to an earlier study from X(Garrett et al., 1997). Especially in the Nordic countries, where grass-silage is used instead of maize, SARA has rarely been studied. However x% of farms in Finland suspected of having SARA, based on farmer interviews (Röyttä ym.). Predisposing factors of SARA and consequences for the cow`s health are not fully understood (Kleen and Cannizzo, 2012). We lack information about the association of SARA with ketosis, calcium deficiency and mastitis, all of which are common disorders of the cow during calving period.

Although there may sometimes be signs of inflammation on the rumen epithelium and other organs (Aschenbach et al., 2019), usually the cow does not present easily detectable clinical symptoms, other than fluctuating or reduced appetite (Owens et al., 1998), loose feces, and lowered milk yield, which makes diagnosis hard to do. With modern equipment, it is possible to diagnose SARA accurately and without harming the cow by intra-ruminal boluses and wireless internet (Antanaitis et al., 2018). The point-measurements often fail to detect SARA because rumen pH differs according to the time from eating. Continuous measurements are also essential to diagnosis because the disturbance of microfloral digestion is dependent of continuous suboptimal pH. The current definition of SARA is rumen pH below 5.8 for 3 to 5 hours over a period of 24 hours (Enemark, 2008, Gozcho et al 2007, Plaizier 2008).

Current literature is mainly based on research done in countries with maize silage and many of them with point-measurements of ruminal pH. The aim of this field study was to explore continuous reticular pH of cows during transition period and to **elucidate the role of inflammation, ketosis and calcium deficiency associated with SARA in a herd with grass-silage based feeding.**



PÖTSIN MIKROBIT TOIMIVAT VAIN OIKEASSA pH:SSA 6-7 (6,2-7,2)

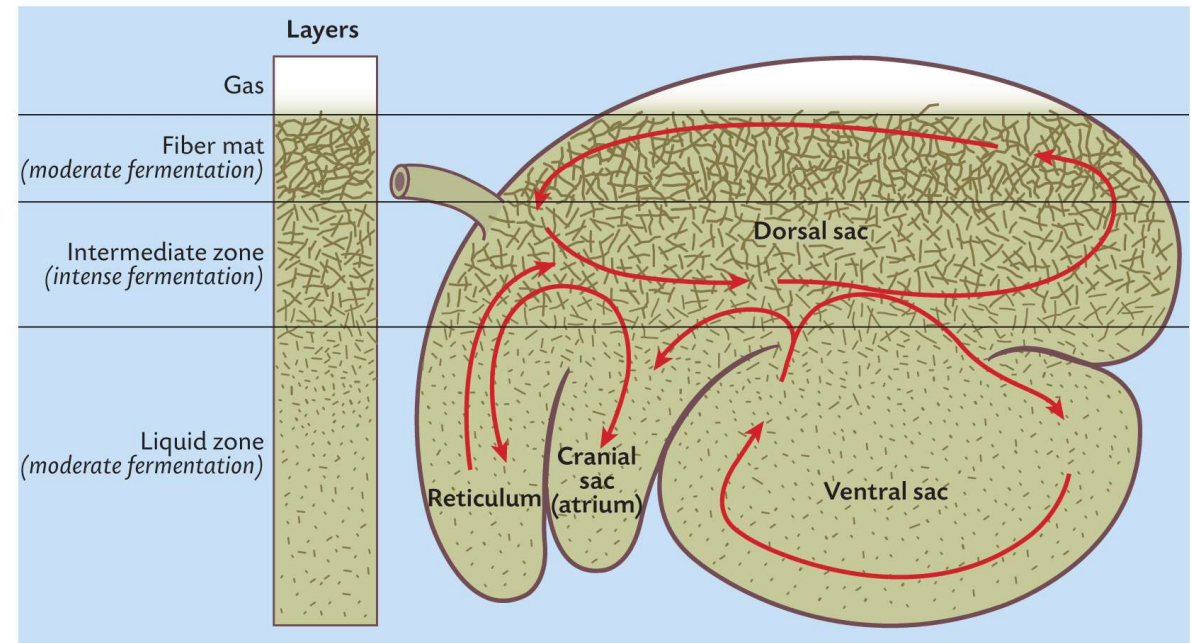
- Alkueläimet tehostavat sulatusta, häviävät jos pH laskee $< 5,5$
- Sellulolyttiset bakteerit, toiminta hidastuu jos $\text{pH} < 6$ – etikkahappo, voihamppo
- Amylolyttiset (ja sakkarylolyttiset) bakteerit, toiminta hidastuu jos $\text{pH} < 5,5$ – propionihappo
- Maitohappoa tuottavat bakteerit (*Str. bovis*, laktobasillit) selviää $\text{pH} < 5,5$, lisäten happamuutta entisestään. Maitohappo on hidas imeytyjä.
- Maitohappoa vFAksi käyttävien ns. sekundääristen bakteerien toimintaa haittaa $\text{pH} < 6$
- Märehtiminen loppuu $\text{pH} 5,4-5,6$



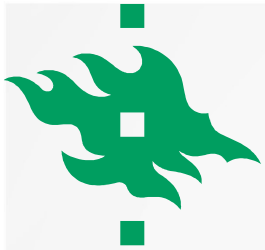


PÖTSI ON JÄRJESTÄYTYNYT

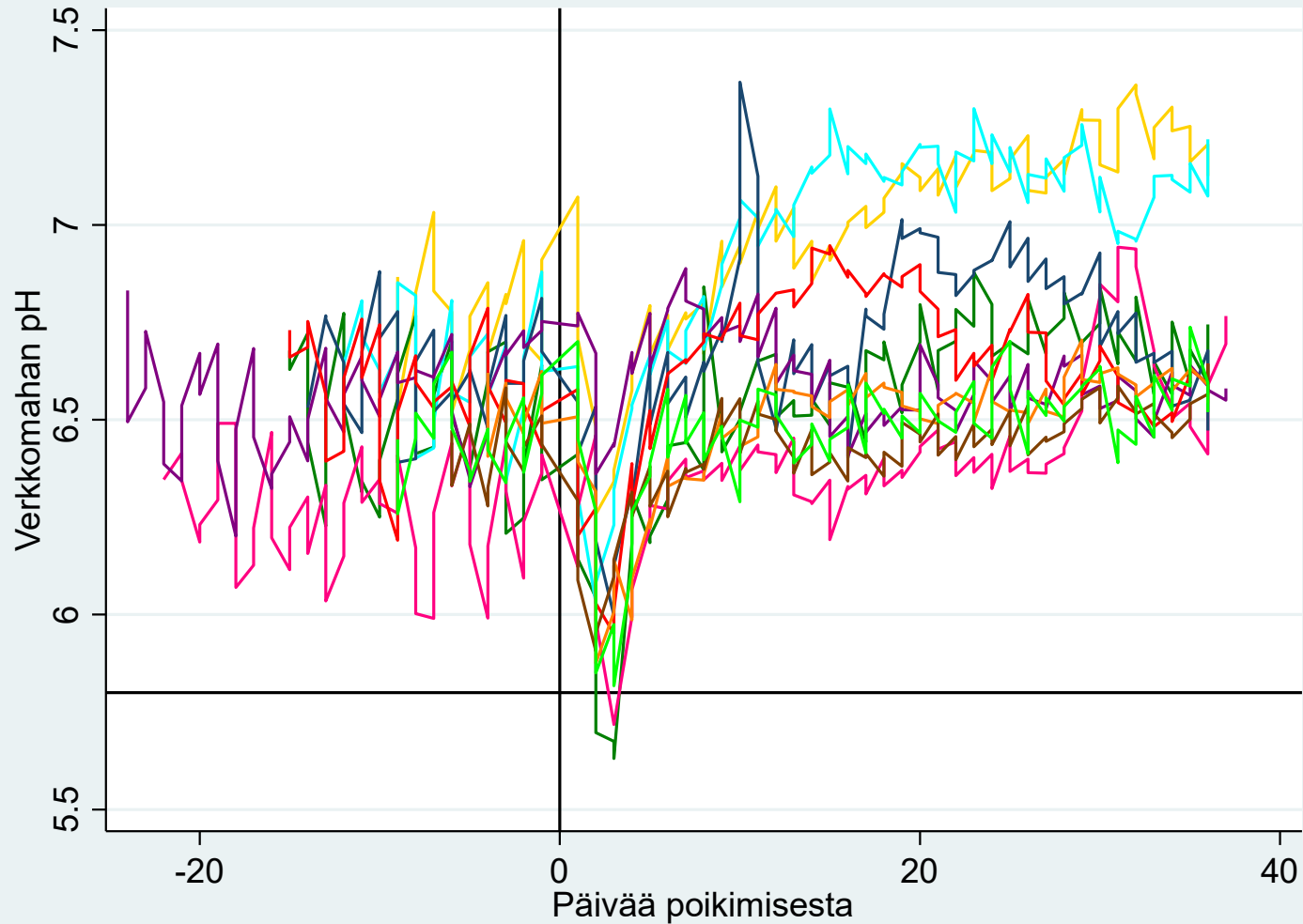
- Hiilidioksidi, metaani
- Kevyt korsi ja kaasukuplat + uusi rehu fermentaatio
- Hienojakoinen kerros – fermentaatio
- Nestekerros, sekoittuu välikerroksen kanssa ja siirtyy satakertaan – kohtalainen fermentaatio
- Normaali” pH pötsissä 6-7 ja verkkomahassa n. 0,24 korkeampi



© scanvetpress.com



KOE 1: pH VAIHTELI PALJON UMPIAIKANA – APE JOKA TOINEN PV





CowSignals® Training Company,
The Netherlands
www.cowsignals.com

MITÄ SUOMESSA ON TUTKITTU

Juutinen ym. 2012: **laiduntavien lehmien verkkomahan pH**, havaittiin että 4,5 kg väkirehua kerralla ei aiheuttanut ongelmia.

Kajava ym. 2016: **Karkearehun laatu ja väkirehun nosto** eivät vaikuttaneet pH:n keskiarvoon (kylläkin maidon rasvapitoisuuteen ja aikaan jolloin pH alle suosituksen), mutta karkearehun vaihto vaikutti. Suuret yksilölliset erot.

Röyttä 2018: **Puskurikokeilu** 4 lehmää – ei hyötyä kun pH:t olivat normaalit.

Hämäläinen 2019: **Puskurikokeilu** 6 lehmää – maidon rasvapitoisuus nousi, märehimis aika ei.

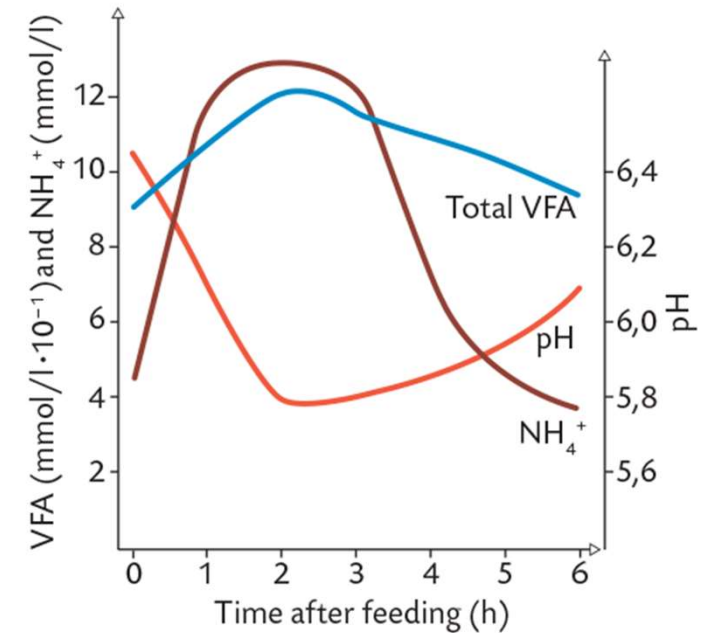
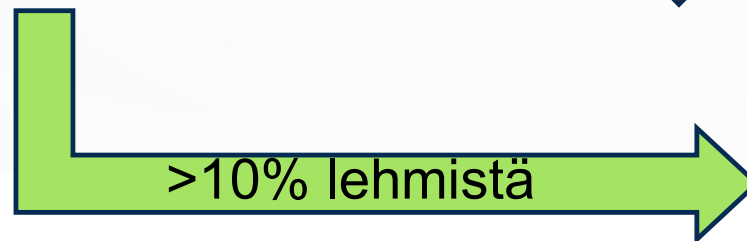
Viitanen ja Kokkonen 2020:

- **Nurmisäilörehu vs. tunnutus (4kg): pH** sama ennen poikimista ja poikimisen jälkeen (joskin vaihtelua lähes enemmän tunnutettavilla), mutta pH:n lasku päivää myöhässä tunnuttamattomiin verrattuna.
- **Nurmisäilörehu + olki vs. tunnutus:** tunnutetuilla alempi pH (ka ja minimi) poikimisen jälkeen.



DIAGNOOSIKEINOT

- Etikkahaposta ja voihaposta maidon rasvaa
- Laktoosi verensokerista
- Maidon proteiinit verenkierron aminohapoista
- **SARA:ssa maidon rasvapitoisuus laskee (ja proteiini nousee), jolloin $r/v < 1,1$**
- **Tärkkelys – propionaatti – glukoneogeneesi – insuliini, lipogeneesi – maidon rasva** ↓



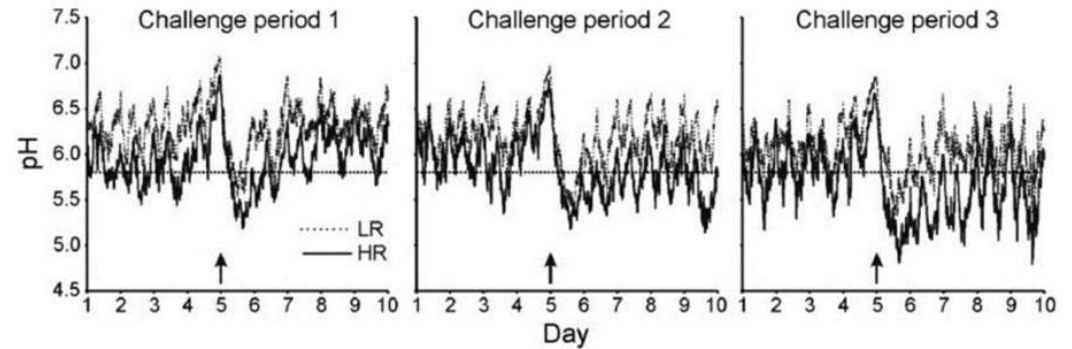
ELL ottaa pötsinestenyttteen ja tutkii mikroskoopilla: väri (vihreä), haju (aromaattinen), viskositeetti (lievä), pieneliötoiminta aktiivista



SARAN HOITO

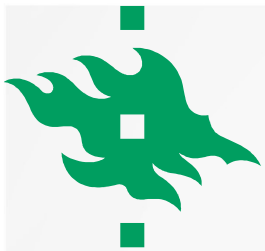


Toistuva SARA 2 vk:n välein Dohme et al. 2008, J Dairy Sci



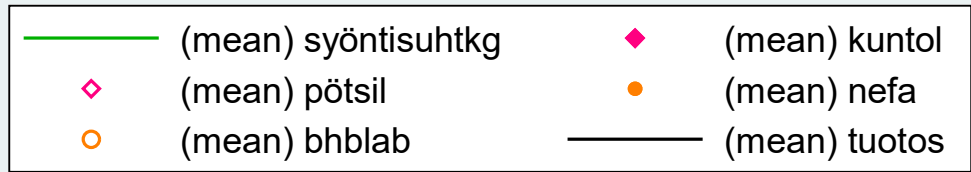
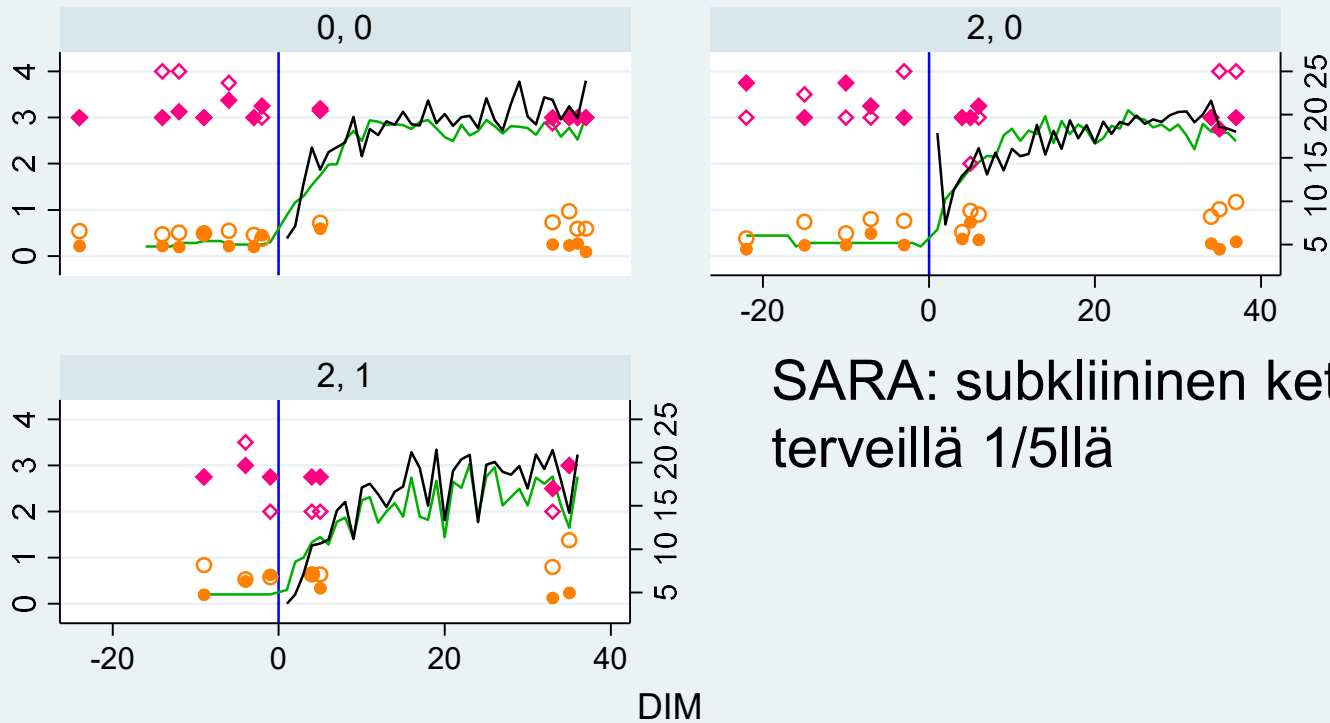
- Ruokinnan tarkistus, väkirehu%
- Rehuun lisätään puskuria: bikarbonaattia 1,5% väkirehun määrästä, tavoite 100-200g/lehmä. Kaupalliset vaihtoehdot
- (MgO 0,5% väkirehun määrästä, emäksinen, jos pH on kunnossa, aiheuttaa emäksisen pötsin. Saanti voi myös olla epätasainen)
- Tai hiivaa 1 pussi kuivahiivaa tai 1 pala tuorehiivaa, kaupalliset vaihtoehdot
- Propyleeniglykolia 250/pv tarvittaessa (ketoosi)
- Kuiva heinä lisää märehtimistä





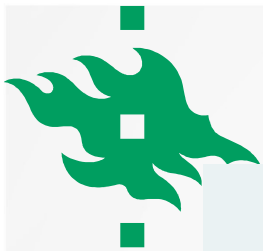
pH ja
väkirehun
määrä negat
korrelaatio

TERVEIDEN (0) JA SARA-LEHMIEN (2) SYÖNTI, TUOTOS JA ENERGIA

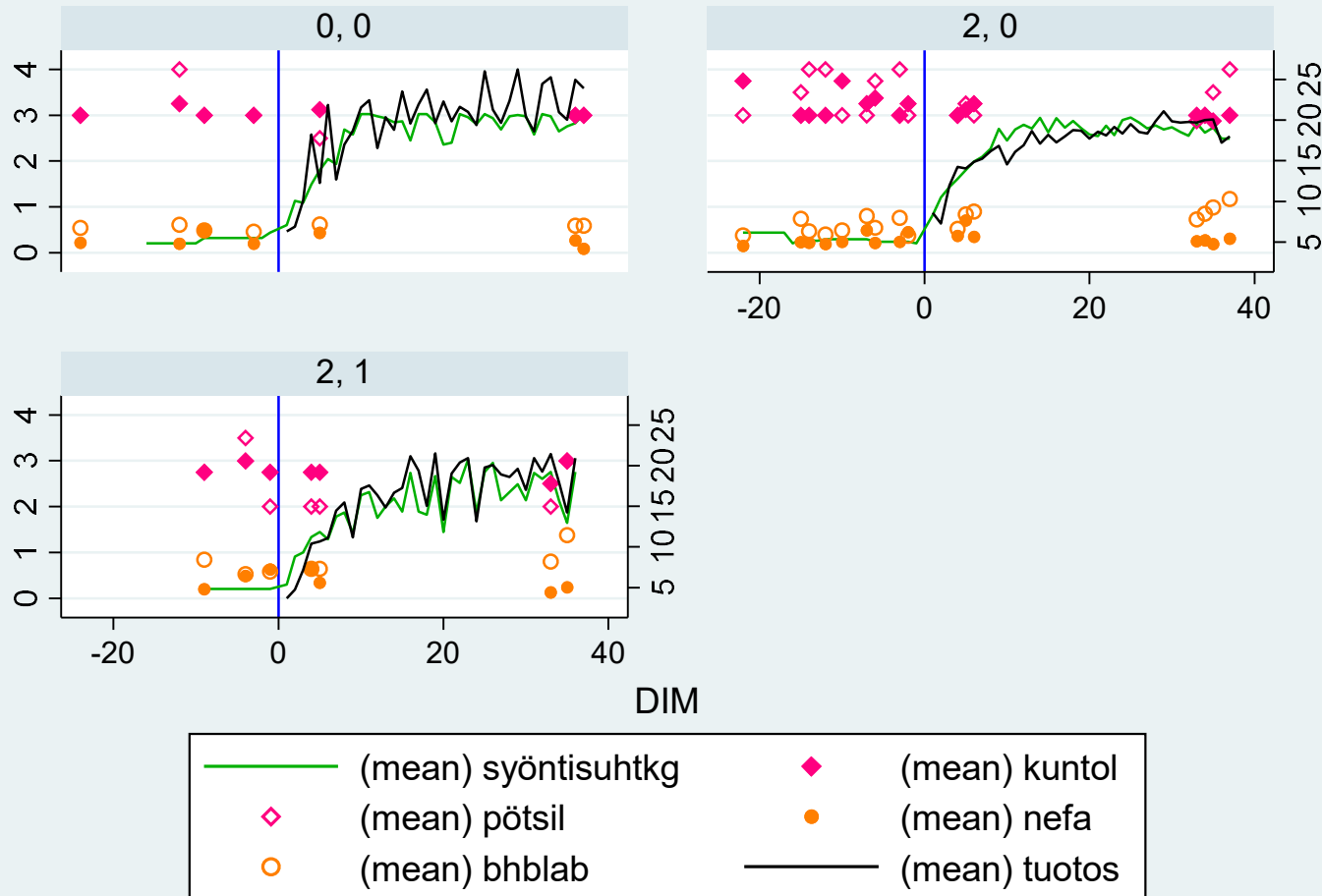


SARA: subkliininen ketoosi kaikilla vrt
terveillä 1/5llä

Graphs by erottelee kovin happamat and 0=ei 1=jälkeiset



TERVEIDEN (0) JA SARA-LEHMIEN (2) SYÖNTI, TUOTOS JA ENERGIA



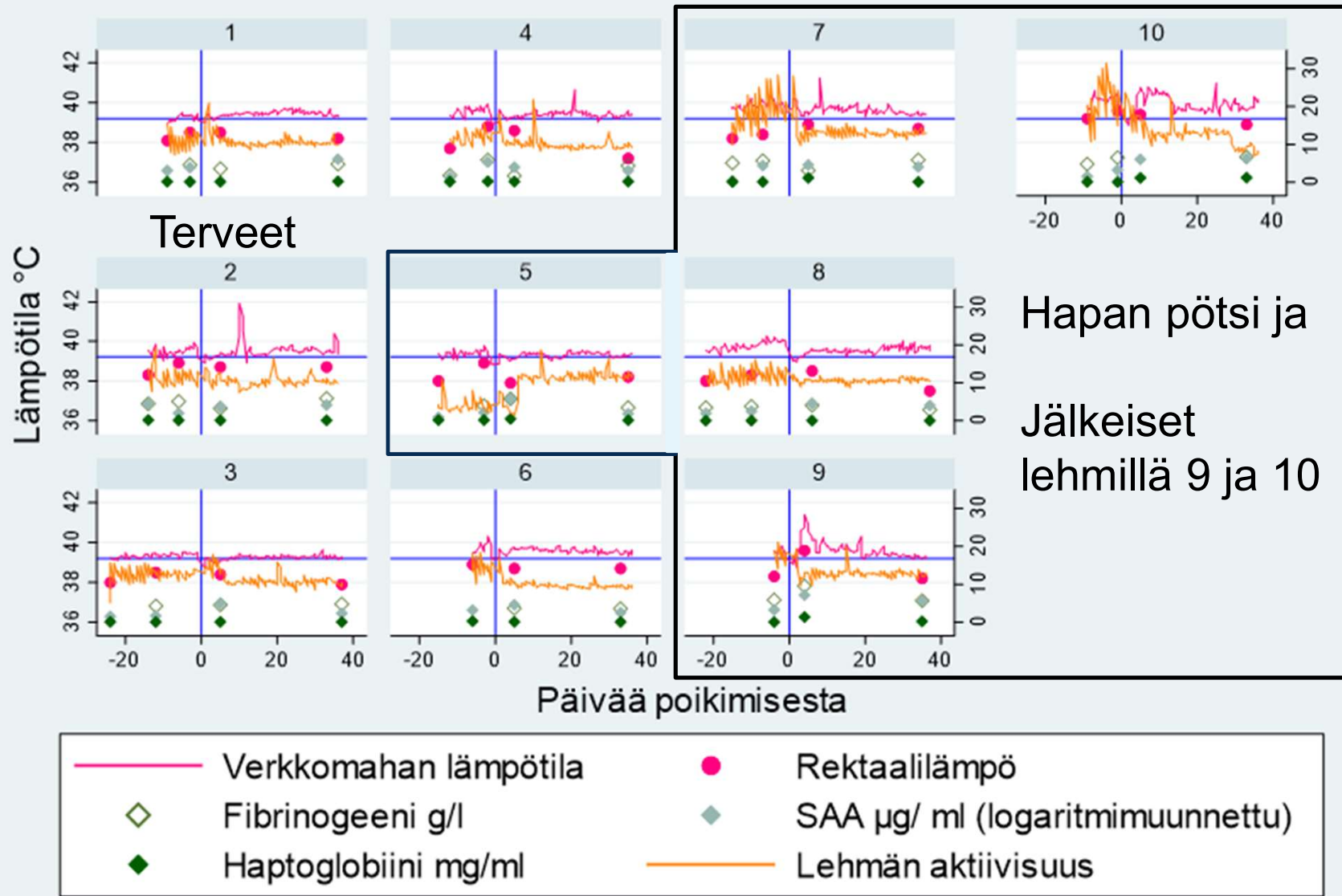
Jos pH raja 6,0
Vain 2 tervettä
lehmää



Tulehdus-arvojen ja hapanpötsin yhteys

Vettä juotiin umpikaudella 2-4*pv, lypsyssä 4-7*pv

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

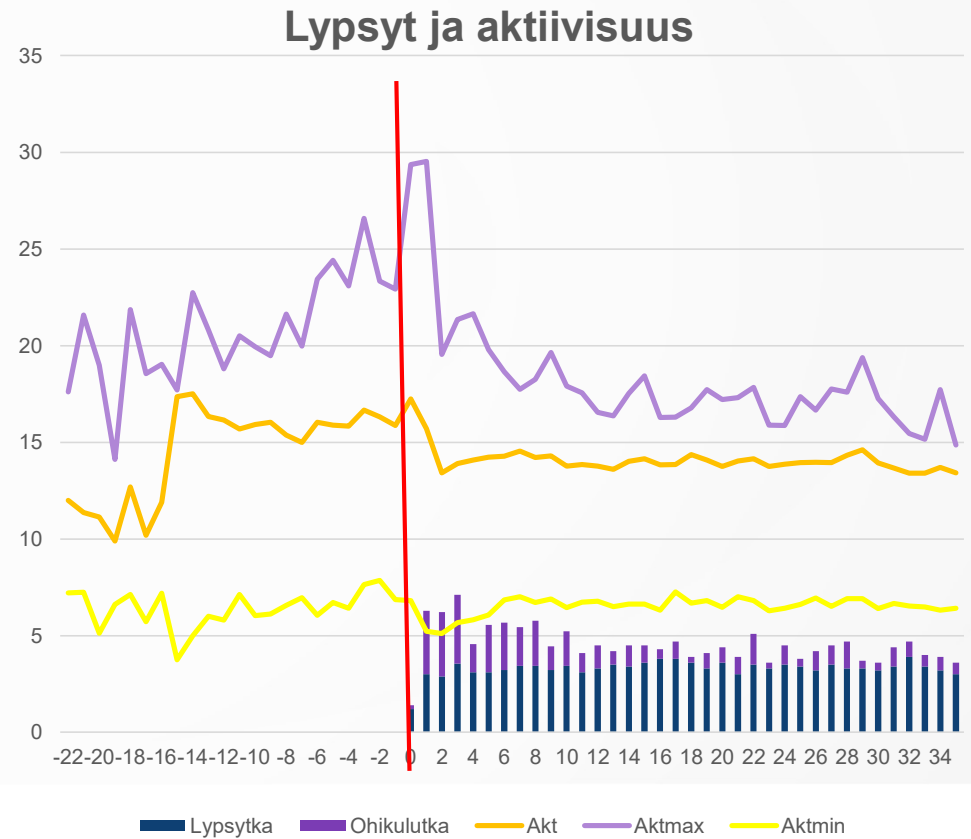


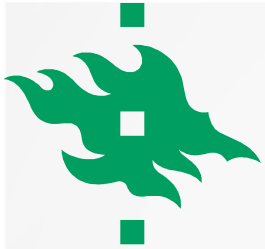
Graphs by lehmä



AKTIIVISUUS JA SEN VAIHTELU SUUREMPI UMPIKAUDELLA

- Erityisesti arvoasteikon alimmilla, iltapäivällä-illalla ja niillä joilla myöhemmin hapantötsi
- pH ja aktiivisuus negatiivinen korrelaatio umpi- ja lypsykaudella
- pH ja arvoasema positiivinen korrelaatio päivinä 1-3 (arat vs. keskiluokka)???? Eikö arat pääse ruokintapöydälle ja syö vaan robotla?





MITÄ TÄSTÄ OPIMME?

Lämmön seuranta tulevaisuudessa

Nurmisäilörehulla pH laskee poikimisen jälkeen 1-3 päivän aikana – kun ”ruokintakunto” hyvä

Kuumeilu näkyy boluksen mittauksissa

Juovat aktiivisemmin lypsyosastolla

Sen jälkeen optimaali pH

pH vaihtelee paljon umpiaikana ruokinnan mukaan

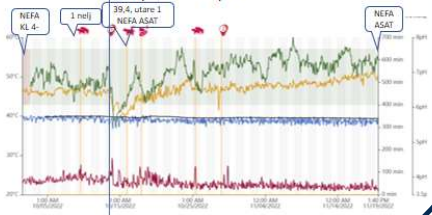
Hapanpötsin ja ketoosin/jälkeisten yhteys?

Aktiivisuus suurempi umpiosastossa?
Vastapoikineiden osaston merkitys??

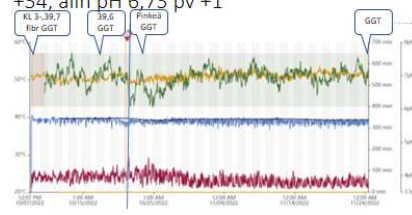
Ruokinnan tasoitus, syötä kerran päivässä

LYPSÄVIEN OSASTO KOE 2

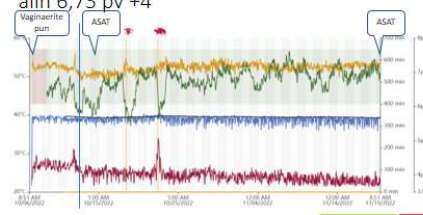
1, (D), 3. poikiminen 13.10., näytteet -12, -5, +2, +37, alhaisin pH 5,73 pv 2



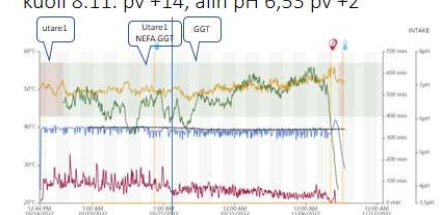
2, 2. poikiminen 21.10. näytteet -14, -4, +2, +34, alin pH 6,73 pv +1



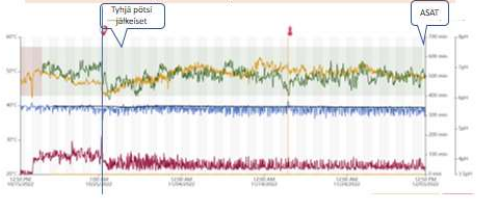
3, 1. poikiminen 12.10. näytteet -6, +2, +38, alin pH 6,73 pv +4



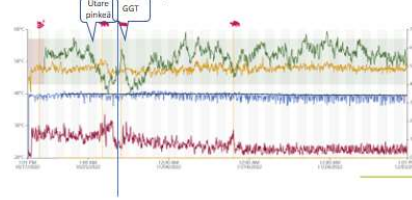
4, 3. poikiminen 25.10. näytteet -11, -2, +2, kuoli 8.11. pv +14, alin pH 6,53 pv +2



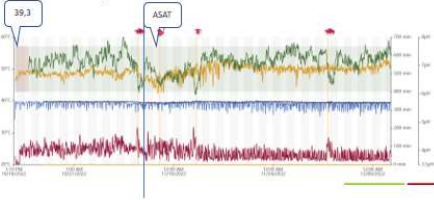
5, (D) 3. poikiminen 25.10. näytteet -10, -1, +2, +39, alin pH 6,45 pv 0



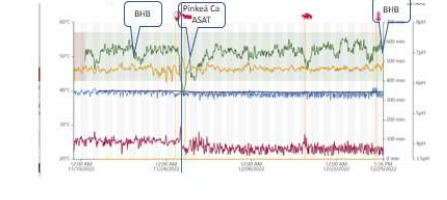
6, 1. poikiminen 28.10. näytteet -11, -3, +1, +36, alin pH 6,4 pv -1



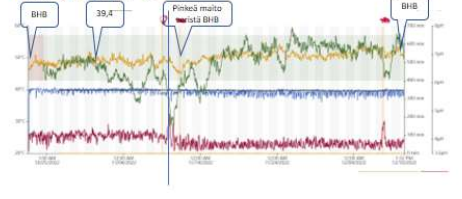
7, (I) 1. poikiminen 5.11. näytteet -18, -9, +2, +35, alin pH 6,01 pv +2



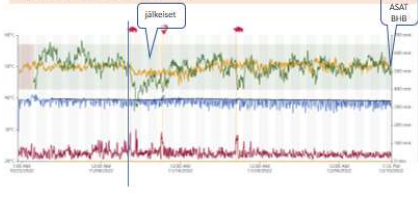
8, 1. poikiminen 26.11. näytteet -18, -8, +1, +33, alin pH 6,37 pv 3



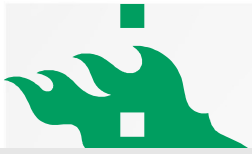
9 Ay 1. poikiminen 9.11. näytteet -18, -9, +2, +31, alin pH 6,32 pv +2



10, 2. poikiminen 7.11. näytteet -14, -5, +2, +33, alin pH 6,21 pv +6

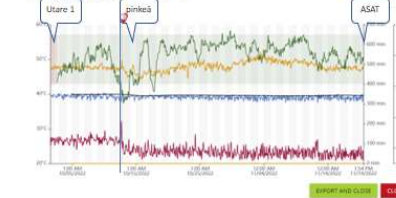


Oranssit = jäi jälkeiset



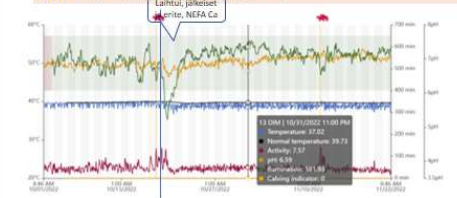
VASTAPOIKINEIDEN OSASTO KOE 2

11, 1. poikiminen 12.10., näytteet -11, -5, +2, +38, min 6.18 pv 3



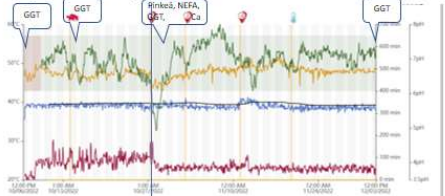
11

12, (D), 3. poikiminen 18.10., näytteet -17, -10, +2, +35, alin 6,34 pv +3



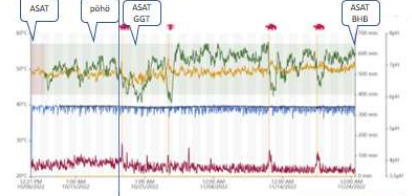
12

13, (M) 3. poikiminen 27.10. näytteet -21, -12, +2, +37, alin 6,15 pv +2



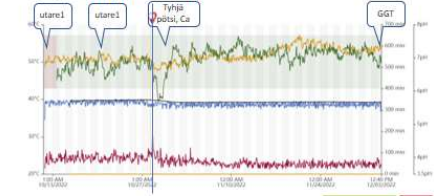
13

14, 1. poikiminen 21.10., näytteet -13, -4, +2, +34, alin 6,37 pv +1



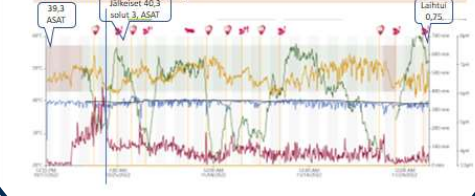
14

15, 5. poikiminen 28.10. näytteet -19, -8, +1, +36, alin pH 6,61 pv +1



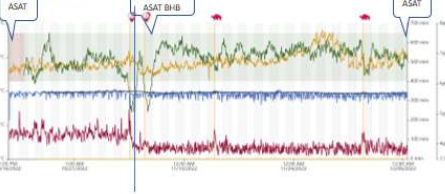
15

16, 2. poikiminen 23.10. näytteet -6, +2, +34, alin pH 5,99 +2 pv



16

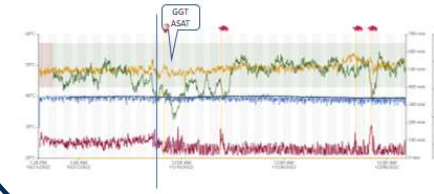
17, 1. poikiminen 3.11., näytteet -16, -7, +1, +35, alin pH 6,2 pv +2



18, 2. poikiminen 5.11. näytteet -18, -5, +2, +35, alin pH 6,33 pv +2



19, 1. poikiminen 6.11. näytteet -16, -6, +2, +34, alin pH 6,02 pv +4



20, 1. poikiminen 9.11. näytteet -13, -2, +2, +42, alin pH 6,46 pv +1

