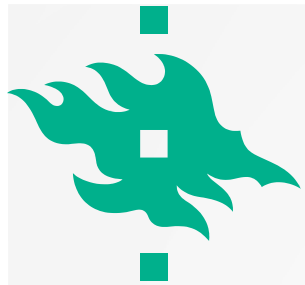




LIHANAUDAN RESIDUAALISEN SYÖNNIN MÄÄRITTÄMISEN OPTIMOINTI

Johanna Anttonen
MMM-seminaari
25.3.2019



SISÄLLYSLUETTELO

Johdanto

Tavoitteet ja hypoteesi

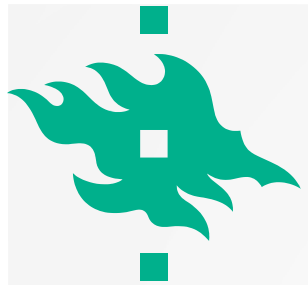
Aineisto ja menetelmät

Tulokset

Tulosten tarkastelu

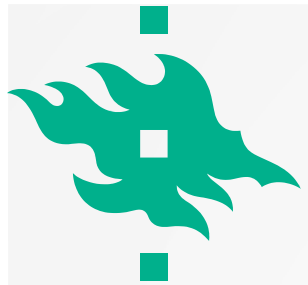
Johtopäätökset

Lähteet



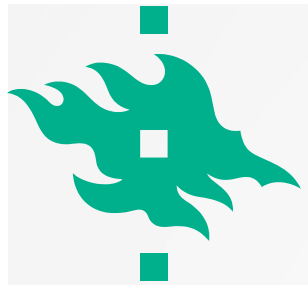
JOHDANTO

- Residuaalisen syönnin (RFI) tarkoituksena löytää eläimet, jotka syövät rehua suhteessa vähemmän muihin eläimiin mutta ovat tuotantotuloksiltaan kuitenkin hyviä
- Suurin osa naudanhantuotannon kustannuksista tulee eläinten ruokinnasta
- On myös havaittu, että eläinten rehunhyötysuhteen parantaminen on taloudellisesti hyödyllisempää kuin päiväkasvun maksimointi (Okine ym. 2003)
- Hyvän rehuhyötysuhteen eläimillä on pienemmät ympäristövaikutukset, mahdollisesti myös pienemmät metaanipäästöt (Jones ym. 2011)



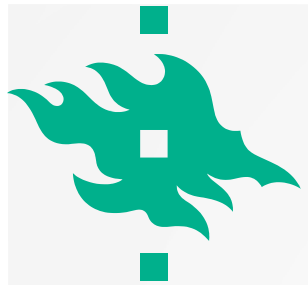
JOHDANTO (2)

- RFI mittaaminen on työlästä
 - Vaatii automaattiset ruokintakupit syönnin (DMI) mittaamiseen
 - Yleensä punnitukset on toteutettu viikoittain tai joka toinen viikko
 - Pitkät mittausjaksot
 - RFI saadaan määritettyä vain pienelle joukolle eläimiä
- Suomessa RFI:tä mitataan tutkimusasemilla ja yhdellä siitossonnikasvattamolla
- Maailmalla laajemmin käytössä etenkin pihvirotuisten eläinten jalostuksessa



JOHDANTO (3)

- Residuaalinen syönti määritetään eläimen todellisen syönnin ja arvioidun syönnin erotuksena saavutettua tuotantotulosta kohden
- Todellinen syönti on mitattu DMI ja arvioitua syöntiä selitetään ADG:llä ja MMBW:llä tai lisäksi esimerkiksi selkärasvan paksuudella
- Hyvän rehuhyötysuhteen eläimet saavat negatiivisen RFI arvon ja huonon rehuhyötysuhteen eläimet positiivisin RFI arvon
- Negatiivisen arvon saaneet eläimet ovat tuotannollisesti parempia eläimiä, sillä niiden syönti on pienempi suhteessa kokoon ja tuotantoon (Koch ym.1963)



TAVOITTEET JA HYPOTEESIT

- Tutkimuksen tavoitteena oli optimoida rehuhyötysuhteen mittaamista, koska se on hyvin työlästä
- Tällöin mittaamisesta aiheutuvat kustannukset olisivat pienemmät ja mittausrakenteiden käyttöaste paranisi, kun suurempi määrä eläimiä pystyttäisiin mittaamaan samassa ajassa
- Aiemman kirjallisuuden hyödyntäminen optimointimenetelmien kartoittamiseen ja arviointiin
- Tutkimuksessa etsittiin kriittinen raja tarvittavan datan määrälle, jolloin RFI tulokset olisivat vielä luotettavia
- Hypoteesi oli, että mitä vähemmän mittauksia ja lyhyempi mittausjakso, sitä suurempi riski virheeseen ja luotettavuuden heikkenemiseen tuloksissa



RFI AIEMMAT TUTKIMUKSET

- RFI vaikuttaa viisi päätekijää:
 - rehun syönti
 - sulatus (siihen liittyvät energiakustannukset)
 - aineenvaihdunta (anabolia ja katabolia)
 - aktiivisuus ja lämpötilan säätely
- Hyvän rehunhyötysuhteen eläimien ruhossa on vähemmän rasvaa ja enemmän proteiinia ja tämä ominaisuus periytyy myös jälkeläisille
- Mutta ruhon koostumus selitti alle 5% RFI:n vaihtelusta jälkeläisillä (Richardson ym. 2001)
- Suurin osa eläinten RFI:n vaihtelusta johtui metaboliasta (Richardson ym. 2001)
- **Etenkin proteiinien hajoaminen ja synteesi lihaksessa keskeisessä roolissa**
- Huonon rehunhyötysuhteen eläimet tuottavat enemmän lämpöä rehun sulatuksessa ja metabolisissa toiminnoissa (Arthur & Herd 2014)



RFI AIEMMAT TUTKIMUKSET (2)

- RFI mittausjakson pituus:

- **ADG**

- 70-71 pv (Marzocchi ym. 2019) ja (Ahlberg ym. 2018)
 - 63 pv (Wang ym. 2006)
 - 56 pv (Culbertson ym. 2018)

- ADG mittausjakson suositus pituuteen voi vaikuttaa punnitusten tiheys, kerran viikossa punnittaessa riittäisi lyhyempi jakso 56-63 pv ja joka toinen viikko 70-71 pv
 - Harvemmin punnituksia kuin kerran tai joka toinen viikko ei ole juuri tutkittu

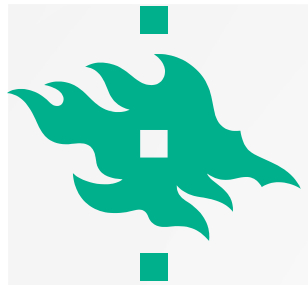
- **DMI**

- 35-43 pv, mieluiten yli 35 pv sillä hyvin todennäköistä, että osa DMI datasta menetetään teknisten ongelmien takia

(Wang ym.2006, Culbertson ym. 2015, Cassady ym. 2016, Manafiazar ym. 2017 ja Marzocchi ym. 2019)

- **MMBW**

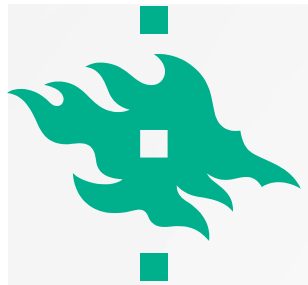
- Lyhimmillään riittäisi 15 pv (Marzocchi ym. 2019)



RFI AIEMMAT TUKIMUKSET (3)

- **Ultraäänimittaukset**

- Aiemmin julkaistuissa tutkimuksissa on havaittu korrelaatiota, tosin heikkoa ruhon rasvapitoisuuden ja RFI:n välillä
- RFI ja rasvapitoisuuden välinen korrelaatio on voimakkaampi nuorilla kasvavilla eläimillä
- Tiineillä lehmillä yhteys on erityisen heikkoa, koska eläimet eivät itse juuri kasva ja ovat karkearehuvallaisella dietillä (Kenny ym. 2018)
- Selkarasvan paksuus selittäisi 2-5% DMI:n vaihtelusta (Manafiazar ym. 2017)
- Mutta Fitzsimons ym.(2014) ja Montanholi ym. (2009) mukaan selkarasva ei vaikuttanut RFI:hin
- Ristiriitaiset raportit fenotyyppisen RFI ja ihonalaisen rasvan yhteydestä, voivat liittyä eri rotujen välisiin eroihin rasvan sijainnissa ja syvyydessä, sekä ultraäänimittausten mittaamiseen yhdenmukaisesti (Kelly ym. 2011)



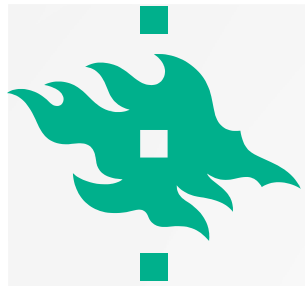
AINEISTO JA MENETELMÄT

- Tutkimus toteutettiin Luken Siikajoen toimipisteessä 25.9.2018-21.11.2018
 - Residuaalisen syönnin kokeen kesto oli 56 pv
 - Ennen varsinaista koetta eläimillä oli 15 pv totutusjakso laitteisiin ja diettiin
 - 110 kpl maitorotuista sonnia, karsittiin 105kpl (outo syönti, outlier)
 - Sonnit olivat kokeen alussa noin 6 kk ikäisiä ja painoltaan keskimäärin 263 ± 24 kg
 - Kaikilla sama dietti
 - apeseos: kuiva-aineesta 50 % oli nurmisäilörehua, 48,5 % litistettyä ohraa ja 1,5 % kivennäis-vitamiiniseosta



AINEISTO JA MENETELMÄT (2)

- RFI mittaukset:
 - Jokaiselle eläimelle yksilöllinen DMI, GrowSafe-laitteistolla, (GrowSafe systems model 4000E; GrowSafe Systems Ltd., Airdrie, AB, Kanada)
 - Eläimet punnittiin viikoittain sekä mittausjakson alussa, keskellä ja lopussa tuplapunnitukset perättäisinä päivinä. Yhteensä 12 kertaa, mutta 0,4,8 punnituksista käytetty keskiarvoja laskennassa
 - Ultraäänilaitteella mitattiin selkilihaksen poikkileikkauksen (M. longissimus dorsi) pinta-ala ja selkärasvan paksuus ensimmäisen lannenikaman kohdalta
- Yhteensä kahdeksan eri mittausjaksoa
 - Alkuperäinen 56 pv
 - 56 pv + ultraäänimittaukset (selkärasva FUFAT ja lihaksen pinta-ala FUREA)
 - Lyhennetyt mittausjaksot 49, 42, 35 ja 28 pv
 - Punnituskertojen määrän vähentäminen alkuperäisen mallin 9 kerrasta (tuplapunnituksista keskiarvot) 5 ja 3 kertaan



AINEISTO JA MENETELMÄT (3)

Taulukko 1. Muokattujen mallien punnituskerrat							
	56 pv perusmalli	49 pv	42 pv	35 pv	28 pv	5 punnitusta	3 punnitusta
Vk 0	Paino_0	Paino_0	Paino_0	Paino_0	Paino_0	Paino_0	Paino_0
Vk 1	Paino_1	Paino_1	Paino_1	Paino_1	Paino_1		
Vk 2	Paino_2	Paino_2	Paino_2	Paino_2	Paino_2	Paino_2	
Vk 3	Paino_3	Paino_3	Paino_3	Paino_3	Paino_3		
Vk 4	Paino_4	Paino_4	Paino_4	Paino_4	Paino_4	Paino_4	Paino_4
Vk 5	Paino_5	Paino_5	Paino_5	Paino_5			
Vk 6	Paino_6	Paino_6	Paino_6			Paino_6	
Vk 7	Paino_7	Paino_7					
Vk 8	Paino_8					Paino_8	Paino_8



AINEISTO JA MENETELMÄT (4)

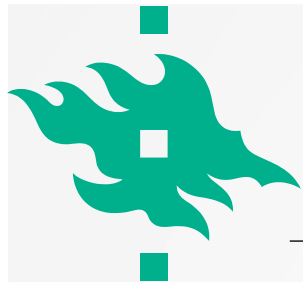
- Tilastollinen analyysi SAS 9.4 PROC REG, MIXED, UNIVARIATE ja MEANS prosedureilla
 - Spearmanin ja pearsonin korrelaatiot sekä cocharanin kappa analysointiin IBM SPSS Statistics software for Windows version 25
 - RFI laskettiin todellinen syönti (DMI) – arvioitu syönti (Y)

$$MMBW = (w_0 + ADG \times pv)^{0.75}$$

missä w_0 =alkupaino, ADG =keskimääräinen päiväkasvu, pv =päivät puolet kokeen pituudesta
Arvioitu kuiva-aineen syönti:

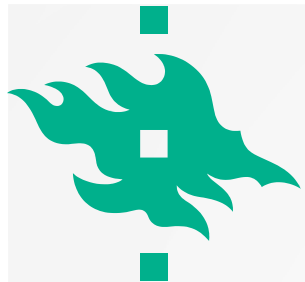
$$Y = \beta_1 + \beta_0 ADG + \beta_2 MMBW^{0.75}$$

Y =arvioitu kuiva-aineen syönti, β_0 =yhtälön vakiotermi, β_1 ja β_2 yhtälön regressiokertoimia, $MMBW^{0.75}$ =kokeen keskimääräinen metabolinen elopaino ja ADG keskimääräinen päiväkasvu.



TULOKSET PERUSTIEDOT

		RFI mittausjakso						
		56 pv	49pv	42pv	35pv	28pv	5 punnitusta	3 punnitusta
DMI kg ka/pv	Maksimi	10.16	9.92	9.59	9.47	9.33	10.16	10.16
	Minimi	5.78	5.52	5.33	5.35	5.21	5.78	5.78
	Keskiarvo	7.89	7.87	7.77	7.64	7.48	7.89	7.89
	Keskihajonta	0.884	0.890	0.889	0.880	0.855	0.884	0.884
ADG kg/pv	Maksimi	1.63	1.71	1.59	1.70	1.67	1.49	1.50
	Minimi	0.64	0.52	0.40	0.16	0.14	0.65	0.69
	Keskiarvo	1.13	1.11	1.09	1.09	1.10	1.13	1.14
	Keskihajonta	0.177	0.196	0.203	0.239	0.258	0.171	0.168
MMBW kg	Maksimi	83.8	83.1	82.4	81.6	81.0	83.8	83.9
	Minimi	55.0	54.3	53.7	53.1	52.1	54.9	55.0
	Keskiarvo	70.8	70.0	69.3	68.6	67.9	70.8	71.1
	Keskihajonta	4.80	4.80	4.79	4.78	4.60	4.74	4.86
FUFAT cm	Maksimi	2.96						
	Minimi	0.37						
	Keskiarvo	0.67						
	Keskihajonta	1.48						
FUREA cm ²	Maksimi	61.39						
	Minimi	4.96						
	Keskiarvo	33.40						
	Keskihajonta	48.36						

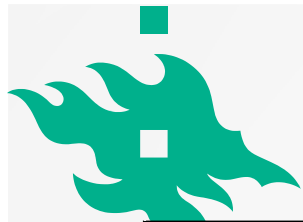


TULOKSET, RFI MALLIEN VERTAILU KRITEEERIT

		RFI mittausjaksot							
		56 pv perusmalli	56pv+fufatfurea	49pv	42pv	35pv	28pv	5 punnitus	3 punnitusta
RFI arvot	Minimi	-1.96	-2.07	-2.00	-2.03	-1.90	-2.19	-1.95	-1.89
	Maksimi	2.17	2.11	2.12	2.05	2.01	1.86	2.12	2.13
	Keskihajonta	0.69	0.68	0.69	0.67	0.66	0.63	0.69	0.69
Informaatiokriteerit	AIC	232.60	235.90						
	AICC	232.60	235.90						
	BIC	235.20	238.50						
Korrelaatiot ja kappa	Pearson r	1.00	0.98	0.99	0.98	0.94	0.88	0.99	0.98
	Spearman r	1.00	0.97	0.99	0.97	0.93	0.87	0.97	0.96
	Cochranin K	1.00	0.83	0.89	0.83	0.66	0.59	0.97	0.86
Luottamusväli	0: n (järjestysnumero sama)	105	11	12	15	6	5	16	17
	ei 0: n (järjestysnumero muuttui)	0	94	93	90	99	100	89	88

Korrelaatiot ja cocharanin kappa olivat merkitseviä p-arvo <0,01

0: n = eläinten lukumäärä, joilla järjestysnumero ei muuttunut
ei 0: n = eläinten lukumäärä, joilla järjestysnumero muuttui



TULOKSET

1.00

56 pv kolmijako				
56 pv kolmijako	1	2	3	Yhteensä
1	35	0	0	35
2	0	35	0	35
3	0	0	35	35
Yhteensä	35	35	35	105

0.83

56 pv+FUFAT ja FUREA kolmijako				
56 pv kolmijako	1	2	3	Yhteensä
1	32	3	0	35
2	3	29	3	35
3	0	3	32	35
Yhteensä	35	35	35	105

0.59

28 pv kolmijako				
56 pv kolmijako	1	2	3	Yhteensä
1	27	8	0	35
2	7	21	7	35
3	1	6	28	35
Yhteensä	35	35	35	105

TABLE 1 Interpretation of κ values proposed by Landis and Koch (1977a)

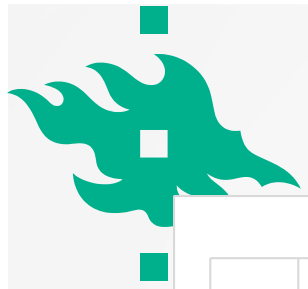
κ	
< 0	Huono
0.01 – 0.20	Heikko
0.21 – 0.40	Kohtalainen
0.41 – 0.60	Hyväksyttävä
0.61 – 0.80	Melko hyvä
0.81 – 1.00	Melkein täydellinen

0.83

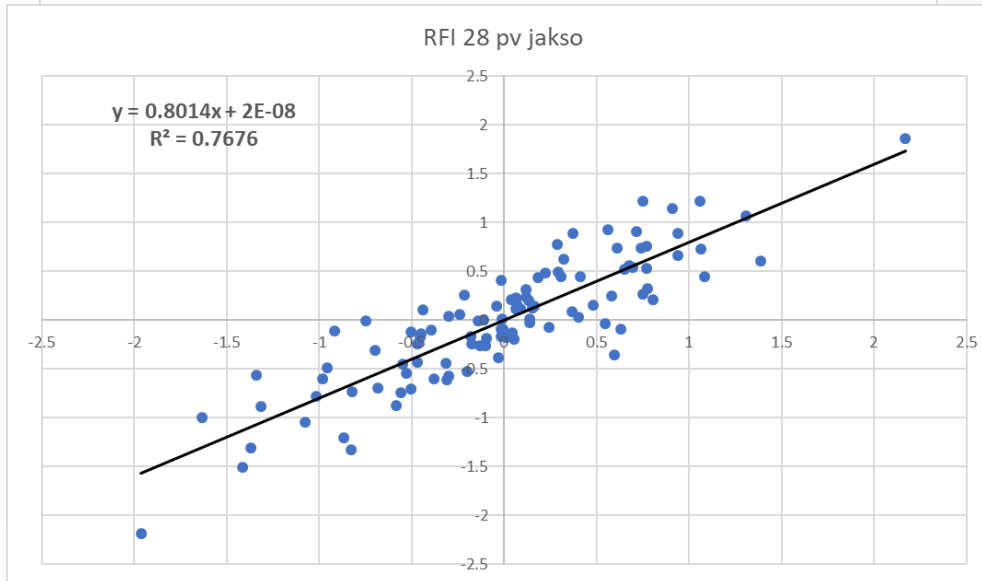
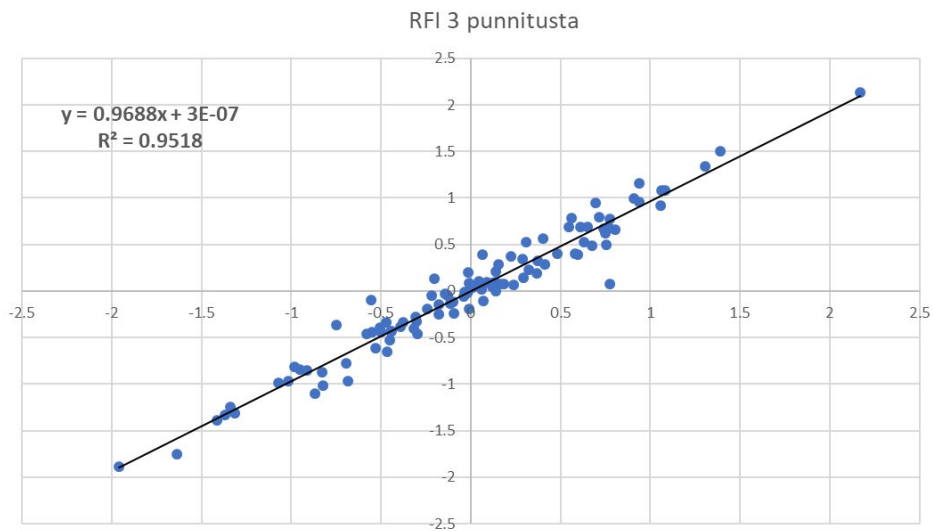
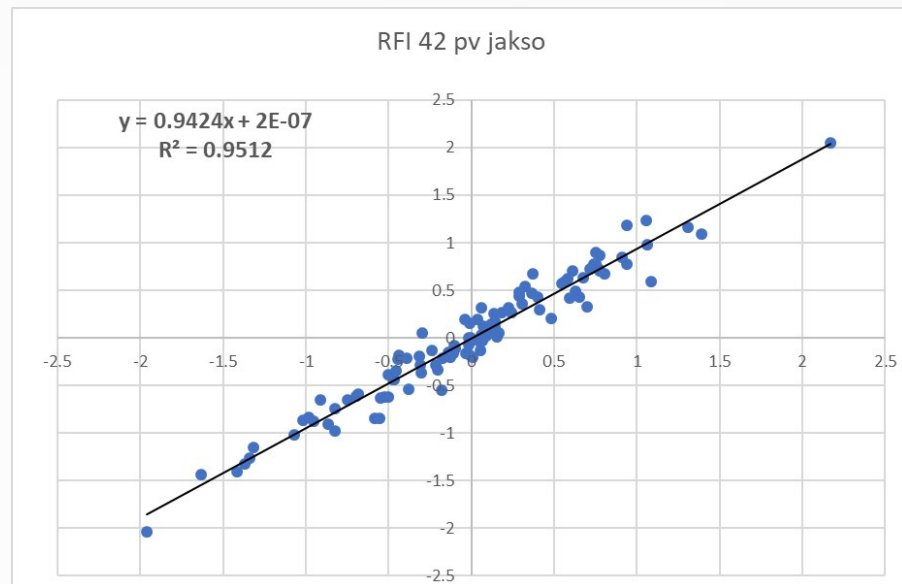
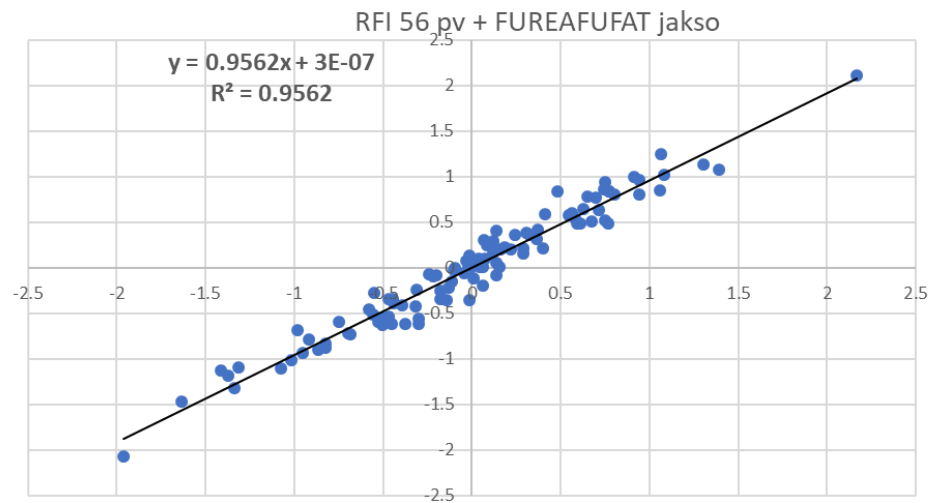
42 pv kolmijako				
56 pv kolmijako	1	2	3	Yhteensä
1	31	4	0	35
2	4	29	2	35
3	0	2	33	35
Yhteensä	35	35	35	105

0.86

3 punnitusta				
56 pv kolmijako	1	2	3	Yhteensä
1	33	2	0	35
2	2	30	3	35
3	0	3	32	35
Yhteensä	35	35	35	105



TULOKSET





TULOSEN TARKASTELU PERUSTIEDOT

- DMI sopiva lyhennetty pituus on 42 pv, aiempien tutkimusten mukaan 35-45 pv on optimi

(Wang ym. 2006, Culbertson ym. 2015, Cassady ym. 2016, Manafiazar ym. 2017 ja Marzocchi ym. 2019)

- DMI mittaamisessa täytyy olla muutamien päivien vara, jos kupin syönte tietoja häviää

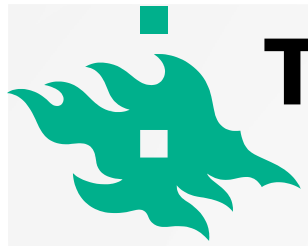
ADG ja MMBW

- ADG ja MMBW pysyvät melkein muuttumattomana viiden ja kolmen punnituksen mittausjaksoilla
- ADG:n arvot heikkenivät lyhennetyillä jaksoilla 35 ja 28 pv kohdalla, MMBW 28 pv kohdalla
- Aiemmissa tutkimuksissa ADG mittausjaksot ovat olleet pidempiä 56-84 päivää

(Wang ym. 2006) (Manafiazar ym. 2017), (BIF 2016), (Culbertson ym. 2018)

- Aiempien tutkimusten mukaan MMBW määrittämiseen riittäisi pelkästään 15 pv (Marzocchi ym. 2019)

- Aiemmissa tutkimuksissa käytetty vieroitettuja pihvivasikoita (iältään 6-12 kk), joilla kasvu usein notkahtaa vieroituksen yhteydessä
- Maitorotuisilla vasikoilla olosuhteet pysyvät ehkä tasaisempina? Kasvu tasaisempaa?



TULOSTEN TARKASTELU RFI MALLIT

- Kun 56 pv perusmalliin lisättiin FUFAT ja FUREA mukaan tilastomalli huononi
- Ruhonkoostumus mittaukset eivät vaikuta riittävän paljon residuaalisen syönnin mallissa eläinten fenotyyppiseen järjestykseen, jotta niitä kannattaisi käyttää (Arthur ym. 2003)
- Pearsonin korrelaation perusteella luotettavimmat muokatut mallit olivat 49 pv ja viisi punnitusta
- Spearmanin korrelaation mukaan paras malli oli 49 pv ja toisen sijan jakoivat 42 pv, viisi punnitusta ja 56 pv+FUFAT ja FUREA
- Kaikista huonoin malli pearsonin-, ja spearmanin korrelaatioiden perusteella oli 28 pv ja 35 pv tulokset olivat myös heikompia kuin muiden mallien
- Cochranin kapin perusteella luotettavin muokattu malli oli viisi punnitusta ja toisena 49 pv ja kolmantena 3 punnitusta



JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ruhon koostumusmittauksien lisäämisellä RFI malliin ei ollut hyötyä
- RFI mittausjakson turvallinen lyhennetty pituus on tulosten perusteella 42 pv
- Viisi ja kolme punnituskertaa 56 pv jaksolla antoi luotattavampia tuloksia kuin 42 pv
- Tämä viittaa siihen, että ADG:n mittaamiseen riittää vähemmän punnituksia, mutta pidempi aika jolloin ADG mitataan on hyödyksi tuloksien tarkkuuden kannalta
- Myös aiempien tutkimusten perusteella ADG kannattaisi mitata vähintään 56 pv jaksolta, jotta eläinten kasvun muutokset heijastuisivat loivempina
- Onko mahdollista mitata DMI lyhyemmältä ja ADG pidemmältä jaksolta?
- Jatkotutkimus: DMI lyhyemmältä jaksolta kuin ADG ja ADG:n mittaamiseen hyödynnettäisiin emolehmätarkkailun tietoja, syntymä-, vieroitus ja vuodenpainot
 - RFI mittaukset vietäisiin enemmän käytännöntasolle



LÄHTEET

- Ahlberg, C. M., Allwardt, K., Brooks, A., Bruno, K., McPhillips, L., Taylor, A., Krehbiel, C. R., Calvo-Lorenzo, M., Richards, C. J. & Place, S. E. 2018. Test duration for water intake, ADG, and DMI in beef cattle. *Journal of animal science* 96: 3043-3054.
- Anderson, R., Rasby, R. J., Klopfenstein, T. J. & Clark, R. 2005. An evaluation of production and economic efficiency of two beef systems from calving to slaughter. *Journal of animal science* 83: 694-704.
- Arthur, P., Herd, R. & Archer, J. 2003. Should measures of body composition be included in the model for residual feed intake in beef cattle. Should measures of body composition be included in the model for residual feed intake in beef cattle. *Proceedings of the fifteenth conference association for the advancement of animal breeding and genetics*, s. 306-309.
- Culbertson, M., Speidel, S., Peel, R., Cockrum, R., Thomas, M. & Enns, R. 2015. Optimum measurement period for evaluating feed intake traits in beef cattle. *Journal of animal science* 93: 2482-2487.
- Fitzsimons, C., Kenny, D. & McGee, M. 2014. Visceral organ weights, digestion and carcass characteristics of beef bulls differing in residual feed intake offered a high concentrate diet. *Animal* 8: 949-959.
- Herd, R. & Arthur, P. 2009. Physiological basis for residual feed intake. *Journal of animal science* 87: E64-E71.
- Kenny, D., Fitzsimons, C., Waters, S. & McGee, M. 2018. Invited review: Improving feed efficiency of beef cattle—the current state of the art and future challenges. *animal* 12: 1815-1826.
- Manafiazar, G., Basarab, J., McKeown, L., Stewart-Smith, J., Baron, V., MacNeil, M. & Plastow, G. 2017. Optimizing feed intake recording and feed efficiency estimation to increase the rate of genetic gain for feed efficiency in beef cattle. *Canadian journal of animal science* 97: 456-465.
- Marzocchi, M. Z., Sakamoto, L. S., Canesin, R. C., Cyrillo, Joslaine dos Santos Gonçalves & Mercadante, M. E. Z. 2019. Evaluation of test duration for feed efficiency in growing beef cattle. *Tropical animal health and production* : 1-7.
- Montanholi, Y., Swanson, K., Palme, R., Schenkel, F., McBride, B., Lu, D. & Miller, S. 2010. Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. *animal* 4: 692-701.
- Montanholi, Y., Swanson, K., Schenkel, F., McBride, B., Caldwell, T. & Miller, S. 2009. On the determination of residual feed intake and associations of infrared thermography with efficiency and ultrasound traits in beef bulls. *Livestock Science* 125: 22-30.
- National Program for Genetic Improvement of Feed Efficiency in Beef Cattle Cassady CJ Felix TL 2 Beever JE Shike DW dshike@ illinois. edu 2016. Effects of timing and duration of test period and diet type on intake and feed efficiency of Charolais-sired cattle. *Journal of animal science* 94: 4748-4758.
- Nkrumah, J., Okine, E., Mathison, G., Schmid, K., Li, C., Basarab, J., Price, M., Wang, Z. & Moore, S. 2006. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of animal science* 84: 145-153.
- Richardson, E., Herd, R., Oddy, V., Thompson, J., Archer, J. & Arthur, P. 2001. Body composition and implications for heat production of Angus steer progeny of parents selected for and against residual feed intake. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41: 1065-1072.
- Thallman, R. M., Kuehn, L. A., Snelling, W. M., Retallick, K. J., Bormann, J. M., Freetly, H. C., Hales, K. E., Bennett, G. L., Weaver, R. L. & Moser, D. W. 2018. Reducing the period of data collection for intake and gain to improve response to selection for feed efficiency in beef cattle. *Journal of animal science* 96: 854-866.
- Thompson, S., Schaefer, A., Crow, G., Basarab, J., Colyn, J. & Ominski, K. 2018. Relationship between residual feed intake and radiated heat loss using infrared thermography in young beef bulls. *Journal of thermal biology* 78: 304-311.
- Wang, Z., Nkrumah, J., Li, C., Basarab, J., Goonewardene, L., Okine, E., Crews Jr, D. & Moore, S. 2006. Test duration for growth, feed intake, and feed efficiency in beef cattle using the Grower System. *Journal of animal science* 84: 2289-2298.

