

Rehun hiilihydraattikoostumuksen vaikutus porsaiden ruoansulatukseen

Pasi Laurinen¹, Helle Nygaard Laerke², Mette Skou Hedemann², Carsten Pedersen³, Jan Erik Lindberg³, Knud Erik Bach Knudsen², Tarja Pohjanvirta⁴, Sinikka Pelkonen⁴, Paula Hyvönen⁵, Atte von Wright⁵.

¹MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Sikatalous, Tervämäentie 179, 05840 Hyvinkää etunimi.sukunimi@mtt.fi

²Danish Institute of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Physiology, P.O. Box 50, 8830 Tjele, Denmark, etunimi.sukunimi@agrsci.dk

³Swedish Agricultural University, Department of Animal Nutrition and Management, P.O. Box 7024, S-75007 Uppsala, Sweden, etunimi.sukunimi@huv.slu.fi

⁴EELA, Kuopion tutkimusyksikkö, PL 92, 70701 Kuopio, etunimi.sukunimi@eela.fi

⁵Kuopion yliopisto, Soveltavan biotekniikan instituutti, PL 1627, 70211 Kuopio, etunimi.sukunimi@uku.fi

Johdanto

Vieroitettaessa porsaat joutuvat kohtaamaan useita stressitekijöitä. Porsaat siirretään uuteen karsinaan ja samalla mikrobiologisesti ja lämpöolosuhteiltaan uuteen ympäristöön. Ravinto vaihtuu rasvaa ja valkuaista sisältävästä emakon maidosta kasviperäiseen, pääasiassa hiilihydraatteja sisältävään kiinteään rehuun. Tästä johtuen porsaiden koko ruoansulatuskanavan toiminta muuttuu ja osa porsaista sairastuu ripuliin. Aikaisemmin vieroitusripulin torjunnassa on käytetty mm. antibioottisia rehun lisäaineita, mutta niiden käyttö on nykyisin kielletty EU:n ja kansallisin säännöksiin. Tällä hetkellä vieroitusripulia pyritään torjumaan mm. orgaanisilla hapoilla ja rehun koostumusta optimoimalla.

Rehun hiilihydraattikoostumus vaikuttaa paljon ruoansulatuskanavan ja sen mikrobiston kehitykseen. Tähän perustuu mm. teoria prebiottien vaikutustavasta ripulin ehkäisyssä. Hiilihydraattien vaikutus porsaiden ruoansulatuskavanan kehitykseen ja terveyteen tunnetaan vielä hyvin huonosti ja tutkimustulokset ovat ristiriitaisia (Thacker 1999). Tutkimuksissa rehun hiilihydraatit ovat vaikuttaneet porsaiden ohutsuolen villuksen korkeus/kryptan syvyys suhteeseen (McDonald ym. 2001a), rehun viipymäaikaan suolistossa, mikrobiaktiivisuuteen, haihtuvien rasvahappojen määrään sekä suhteisiin ja digestan happamuuteen suolistossa (Freire ym. 2000). Choctin ja Kocherin (2000) mukaan suurimmassa osassa julkaistua kirjallisuutta nopeasti fermentoituvat oligosakkaridit stimuloivat suoliston hyödyllisiä mikrobeja. Göranssonin ym. (1995) mukaan raakakuitu ja sokerijuurikaskuitu vähentävät porsaiden ripulia, mutta McDonaldin ym. (2001b) mukaan fermentoituvat kuidut huonontavat porsaiden terveyttä ja lisäävät ripulia.

Kasvatuskoe on osa yhteispohjoismaista tutkimusprojektia (The interaction between dietary carbohydrates and digestive process in piglets, NKJ-112), jonka tarkoituksena on selvittää rehun hiilihydraattikoostumuksen, erityisesti ravintokuidun, kemiallisten ominaisuuksien vaikutusta porsaiden suoliston toimintaan, kehitykseen ja mikrobistoon, suolen sisällön fysio-kemiallisiin ominaisuuksiin, porsaiden terveyteen, kasvuun ja rehun hyväksikäyttöön sekä eri tyyppisten hiilihydraattien sulavuuteen ruoansulatuskanavan eri osissa.

Aineisto ja menetelmät

Koe tehtiin keskimäärin 30.8 (keskihajonta 2.1) pv:n iässä vieroitetuilla porsaille. Porsaat olivat karsinoissa pareittain. Käsittelyä kohti oli 12 porsasparia. Koe kesti 32 päivää. Kokeessa hyvin vähän kuitua sisältäneen rehuseoksen (ohrasuurimo, Paakaran ohrasuurimo, rikottu, Melia, 216 g/kg, vehnä jauho, Paakaran puolikarkea, Melia, 540 g/kg + valkuais- ja kivennäis-vitamiinilisät) kuitupitoisuutta suurennettiin lisäämällä siihen ohrankuoria (96 tai 191 g/kg) tai pektiiniä (Genu Pectin 150 grade USA-SAG type B rapid set, PC Kelco ApS, 71 g/kg) tai kumpaakin kuitulähdettä yhdessä (kuoria 96 ja pektiiniä 71 g/kg) ohrasuurimoiden ja vehnäjauhon kustannuksella. Koska pektiini sisälsi sokeria, lisättiin muihin rehuihin vastaava määrä taloussokeria. Valkuaislähteenä käytettiin heraproteiinia ja kalajauhoa. Rehuseosten aminohappolisäykset tehtiin tanskalaisten kokonaissulavuuteen perustuvien normien mukaan. Jauhemaisia rehuseoksia ja vettä oli porsaille vapaasti tarjolla. Rehukulutus määritettiin viikoittain. Sontanäyte otettiin karsinoittain E. coli- ja maitohappobakteerien määrittämiseksi viiden päivän kuluttua vieroituksesta sekä kokeen päättyessä.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Rehun syönti ja porsaiden kasvu

Kuitulähteiden lisääminen onnistui rehuihin hyvin. Rehujen ravintokuitupitoisuus nousi ja oli kuitutason sisällä lähes sama (taulukko). Pektiininä rehuun lisätty liukoinen kuitu vähensi rehun syöntiä ja siten porsaiden kasvua. Syönnin vähentyminen näkyi myös Ruotsissa samoilla rehuilla tehdyssä kokeessa (Pedersen ym. 2003). Rehun kuitupitoisuuden nosto, varsinkin ei-liukoisella kuidulla, vähentää rehun energia-arvoa. Suuremmat siat pystyvät tietyissä rajoissa kompensoimaan täyttävän rehun tuottamaa haittaa syömällä enemmän, mutta porsailla ruuansulatuskanavan tilavuuden uskotaan rajoittavan syöntiä. Liukoinen kuitu lisää ruokasulan viskositeettiä, mistä liukoisen kuidun rehun hyväksikäyttöä huonontavien vaikutuksien uskotaan osittain johtuvan. Sioilla viskositeetin ja kuitulisien vaikutus ruuansulatukseen on kuitenkin paljon pienempi kuin siipikarjalla (Choct ja Kohler 2000). Porsailla viskositeetin suurentumisesta tiettyyn rajaan asti saattaa jopa olla hyötyä (McDonald ym. 2001a). Montagnen ym. (2003) mukaan liukoinen kuitu pidentää ruokasulan viipymäaika, hidastaa mahalaukun tyhjentymistä ja ravintoaineiden imeytymistä suolistosta sekä saattaa huonontaa ravintoaineiden sulavuutta. Liukoisen kuidun ruuansulatutusta hidastavat ominaisuudet ovat mahdollisesti vaikuttaneet rehun syöntiä vähentävästi. Syönnin alentuessa myös porsaiden kasvu huononi. Porsaat eivät tottuneet liukoiseen kuituun. Kuitulajin vaikutus päivittäin syöttyyn rehumäärään suureni kokeen kuluessa kun porsaiden kokoero suureni. Kuitenkin suuremmat porsaat (alkupaino 15.8 kg) ovat noin neljässä viikossa tottuneet liukoiseen kuituun (frukto- ja tärns-galakto-oligosakkarideja) ja siitä eteenpäin syöneet kuituisia rehuja enemmän. Oligosakkaridit huononsivat porsaiden päiväkasvua kolmen ensimmäisen viikon aikana, mutta koko kuuden viikon jaksolla kasvussa ei ollut eroa (Houdijk ym. 1998). Paljon liukoista kuitua sisältävä sokerijuurikasleikelisä (150 g/kg) ohrapohjaiseen rehuun ei vaikuttanut porsaiden rehun syöntiin tai kasvuun (Longland ym. 1994). Pektiinivalmisteiden vaikutus porsaiden kasvuun on riippunut pektiinin tyypistä ja alkuperästä (Pedersen ym. 2001). Rehuseoksen kuitupitoisuuden suurentaminen korvaamalla kaikki vehnä ohralla tai osa vehnästä sokerijuurikasleikkeellä huononsi syöntiä ja kasvua vain kokeen alussa, mutta keskimäärin rehu ei vaikuttanut syöntiin tai kasvuun eikä porsaiden painossa neljän viikon kuluttua vieroituksesta ollut eroja (Gill ym. 2000).

Vastoin yleistä käsitystä (Montagne ym. 2003) ohrankuorina lisätty ei-liukoinen kuitu ei vaikuttanut millään tavalla rehunsyöntiin eikä myöskään porsaiden kasvuun. Kuituinen rehu saattaa lisätä ruuansulatuskanavan osuutta kasvusta, koska kuituinen rehu vaatii enemmän sulatustyötä ja suolen sisällön määrä kasvaa. Tästä syystä päiväkasvu ei välttämättä huonone, vaikka kasvusta pienempi osa on tyhjän ruhon kasvua (McDonald ym. 2001a). Porsailla ei-liukoisen kuidun lisäämistä rehuun on tutkittu hyvin vähän. Vehnälese ja ruohojauho ovat huonontaneet porsaiden päiväkasvua (Lindberg ym. 1995). Lihasioilla ohrankuorien lisääminen rehuun ei vaikuttanut kasvuun, mutta teurastappio suureni ja lihaprosentti laski (Bell ja Keith 1994).

Ripulisuus ja sonnan mikrobit

Rehun kuitupitoisuus tai kuidun laatu yksistään ei vaikuttanut porsaiden ripulisuuteen, mutta rehuseos, jossa oli runsaasti liukoista ja ei-liukoista kuitua (sisälsi sekä ohran kuoria että pektiiniä) vähensi porsaiden ripulisuutta huomattavasti. Pektiini vähensi rehun syöntiä, minkä uskotaan vähentävät ripulia. Se ei yksin selitä ripulisuuden vähentymistä, koska pelkkä pektiinilisä ei vaikuttanut ripuliin ja vähensi samalla tavoin syöntiä. Ohrankuoret ja pektiini muodostivat mahdollisesti hyvän yhdistelmän, joka toimi kaikkialla suolistossa edistäen terveen suoliston kehittymistä. Liukoinen kuitu vaikuttaa jo ohutsuolessa, mutta ei-liukoinen kuitu vaikuttaa pääasiassa vasta paksusuolessa, jossa rehun viipymäaika on paljon pidempi ja mikrobiaktiivisuus suurempi (Hansen ym. 1992). Varsinkin liukoisen kuidun ja helposti fermentoituvien hiilihydraattien tehoa ripulin vähentämiseksi on tutkittu paljon, mm. erilaiset prebiotit kuuluvat tähän ryhmään. Kuidun vaikutus on ollut hyvin vaihteleva ja riippuu mm. siitä, mistä jyvän osasta kuitu on peräisin (Montagne ym. 2003). Göranssonin ym. (1995) mukaan sekä raakakuitupitoisuuden nostaminen ja sokerijuurikasleike vähentävät porsaiden ripulia, mutta australialaisten tutkimusten (McDonaldin ym. 1999, 2001a, 2001b, Hopwood ym. 2002) mukaan fermentoituvat kuidut edistäisivät *E. coli* ja/tai *Brachyspira pilosicoli* kasvua suolistossa ja lisääisivät ripulia. Meidän kokeessamme ruokinnat eivät vaikuttaneet *E. coli*ihin eikä hemolyyttisten pesäkkeiden määrään viisi päivää vieroituksen jälkeen eikä kokeen lopussa. Kokeen lopussa *E. coli*en määrä oli vain vähän pienempi kuin alussa, mutta hemolyyttisten pesäkkeiden määrä väheni hyvin paljon. Sonnan *E. coli* määrä tai hemolyyttisten pesäkkeiden osuus ei selittänyt ripulia, vaikka *E. coli*

pidetään ripulia aiheuttavana mikrobina (Bertshinger 1995). Sonnan E. coli määrä ei kuitenkaan kerro sitä, erosiko E. colien määrä paksusuolen alussa tai ohutsuolessa (Svendsen ym. 1977).

Ruokinta ei vaikuttanut sonnan maitohappobakteerien määrään viisi päivää vieroituksen jälkeen. Kokeen lopussa pelkkä pektiinilisä alensi maitohappobakteerien määrää, kun määritys tehtiin laktobasilleille selektiivisellä Rogosa-alustalla. MRS-agar alustalla määritettäessä eroa ei kuitenkaan ollut. Sonnan maitohappobakteerien määrä oli kokeen lopussa samalla tasolla kuin kokeen alussa.

Johtopäätökset

Kuitupitoisuus sinänsä ei vaikuttanut rehunsyöntiin, porsaiden kasvuun tai ripulisuuteen, vaan kuidun laatu vaikutti enemmän. Liukoinen kuitu vähensi rehunsyöntiä ja sitä kautta kasvua. Ohrankuorina lisätty ei-liukoinen kuitu ei vaikuttanut syöntiin eikä päiväkasvuun. Ripulisuus oli alhaisin rehulla, jossa oli sekä liukoista että ei-liukoista kuitua. Sonnan E. coli- tai maitohappobakteerimäärät eivät selittäneet ripulisuutta.

Koerohujen hiilihydraattikoostumus sekä kuitutason ja lajin (OK = ohrankuoret, P=pektiini) vaikutus porsaiden kasvuun rehunsyöntiin ja sonnan mikrobeihin.

Kuitutaso Kuitulaji	Matala	Keskimääräinen		Korkea		SEM	p-arvo
		OK	P	OK	P + OK		
Koostumus, g/kg ka							
Tärkkelys	585	527	522	490	494		
Ravintokuitu ¹	73	104	104	147	143		
Liukenemattomat ei-tärkkelys- polysakkaridit	25	53	28	82	75		
Liukoiset ei-tärkkelyspoly- sakaridit	40	31	58	37	49		

Porsaiden kasvu ja syönti							
Alkupaino (vieroitus)	9,32	9,63	9,44	9,51	9,20	0,45	
Loppupaino	20,1 b	20,1 b	16,4 a	20,3 b	17,4 a	1,0	***
Päiväkasvu	334 b	325 b	217 a	337 b	254 a	22	***
Rehuhyötysuhde	1,79 a	1,81 a	2,13 b	1,75 a	1,84 a	0,08	***
Syönti, g/pv							
keskimäärin	564 b	584 b	428 a	582 b	462 a	35	***
0-11 pv vieroituksesta	268 b	283 b	194 a	256 (a)b	210 ab	23	***
11-18 pv vieroituksesta	504 b	499 b	380 a	529 b	439 ab	36	**
18-25 pv vieroituksesta	713(a)bc	754(b)c	558 a	754 (b)c	607 ab	60	**
25-35 pv vieroituksesta	967 b	972 b	710 a	990 b	735 a	58	***

Ripulisuus, pv yhteensä							
Ei ripulia	315	310	317	314	361		***
Puuromainen uloste	23	29	33	41	11		-
Vellimäinen uloste	34	36	26	26	9		-
Vesiripuli	5	9	8	3	3		-

Sonnan mikrobit							
5 pv vieroituksesta							
E. coli, log cfu/g sontaa	8,20	8,10	8,28	8,12	7,96	0,23	
Hemmolyttisiä pesäkkeitä, %	40,9	56,5	44,8	42,3	50,5	12,4	
Maitohappobakteerit, cfu/g							
Rogosa-alusta	7,10	7,17	6,77	6,95	7,12	0,32	
MRS-Agar alusta	8,79	8,71	8,64	8,98	8,73	0,17	
Kokeen lopussa							
E. coli, log cfu/g sontaa	7,13	7,06	7,26	6,20	7,00	0,37	
Näytteessä ei lainkaan hemo- lyttisiä pesäkkeitä, kpl/n	11/12	11/12	9/12	11/12	11/12		-
Maitohappobakteerit, cfu/g							
Rogosa-alusta	7,22	6,95	6,39	6,84	6,53	0,25	*
MRS-Agar alusta	9,13	9,21	8,87	9,31	8,74	0,21	

¹ Ravintokuitu = ei-tärkkelys polysakkaridit + Klason ligniini
Sarakkeet, joilla eri yläindeksi, eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi: p<0.05, suluissa p<0.10.

p-arvo - = vaikutusta ei ole testattu

Kirjallisuus

- Bell, J.M., Keith, M.O.** 1994. Effects of adding barley hulls and linseed meal to wheat and hullless barley diets fed to growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 45: 177-191.
- Bertschinger, H.U.** 1995. Pathogenesis of porcine post-weaning *Escherichia coli* diarrhoea and of oedema disease. Review Article. *Pig News and Information* 16: 85N-88N.
- Choct, M. & Kocher, A.** 2000. Proceedings of the 24th Annual Meeting of the Nutrition Society of Australia. pp. 31-38. Saatuu <http://www-personal.une.edu.au/~mchoct/Nutsoc%20paper.pdf>
- Freire, J.P.B., Guerreiro, A.J.G., Cunha, L.F. & Aumaitre, A.** 2000. Effect of dietary fibre source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 87: 71-83.
- Gill, B.P., Melange, J., Rooke, J.A.** 2000. Growth performance and apparent nutrient digestibility in weaned piglets offered wheat-, barley- or sugar-beet pulp-based diets supplemented with food enzymes. *Anim. Sci* 70: 107-118.
- Göransson, L. Lange, S. & Lönnroth, I.** 1995. Post Weaning diarrhoea: focus on diet, review article. *Pigs News and Information* 16: 89N-91N.
- Hansen, I., Bach Knudsen, K.E., Eggum, B.O.** 1992. Gastrointestinal implications in the rat of wheat bran, oat bran and pea fibre. *Br. J. Nutr.* 68: 451-462.
- Hopwood, D.E., Pethick, D.W., Hampson, D.J.** 2002. Increasing the viscosity of the intestinal contents stimulates proliferation of enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Brachyspira pilosicoli* in weaner pigs. *Br. J. Nutr.* 88: 523-532.
- Houdijk, J.G.M., Bosch, M.W., Verstegen, M.W.A., Berenpas, H.J.** 1998. Effect of dietary oligosaccharides on the growth performance and faecal characteristics of young growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 71: 35-48.
- Lindberg, J.E., Thomke, S. Anderson, C.** 1995. Practical implications of using fibrous feeds in diets for pigs. 46 annual meeting of EAAP, Praha, 4.-7.9.1995, Paper N2.3.
- Longöand, A.c., Carruthers, J., Low, A.G.** 1994. The ability of piglets 4 to 8 weeks old to digest and perform on diets containing two contrasting sources of non-starch polysaccharide. *Amin. Prod.* 58: 405-410.
- McDonald, D.E., Pethick, D.W., Mullan, B.P., Hampson, D.J.** 1999. Adverse effect of soluble non-starch polysaccharide (guar gum) on piglet growth and experimental colibacillosis immediately after weaning. *Res. Vet. Sci.* 67: 245-250.
- McDonald, D.E., Pethick, D.W., Mullan, B.P., Hampson, D.J.** 2001a. Increasing viscosity of the intestinal contents alters small intestinal structure and intestinal growth, and stimulates proliferation of enterotoxigenic *Escheria coli* in newly-weaned pigs. *Br. J. Nutr.* 86: 487-498.
- McDonald, D.E., Pethick, D.W., Mullan, B.P., Pluske, J.R., Hampson, D.J.** 2001b. Soluble non-starch polysaccharides from pearl barley exacerbate experimental postweaning colibacillosis. In: Lindberg, J.E. & Ogle, B. (eds.), *Digestive physiology of Pigs. Proceedings of the 8th Symposium.* pp. 280-282.
- Montagne, L., Pluske, J.R. & Hampson, D.J.** 2003. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Anim. Feed Sci. Technol.* 108: 95-117.
- Pedersen, A.Ø, Jensen, B.B., Bach Knudsen, K.E., Nygaard Lærke, H.N.** 2001. Pectin for weaners. Report no. 501 18/1-2001, Abstrakti. Saatuu 4.6.2002 <http://www.danskeslagterier.dk/view.asp?ID=1161&tID=687&print=Dcpp>
- Pedersen, C., Nygaard Lærke, H., Lindberg J.-E., Hedemann M.S., Laurinen, P., Bach Knudsen, K.E.** 2003. Digestibility and performance in newly weaned piglets fed diets with contrasting fibre levels and fibre properties. Proceedings of the 9th international symposium on digestive physiology in pigs, May 14-18., 2003, Banff, AB, Kanada. Volume 2, short communications. p. 128-129.
- Svensen, J., Riising, H.J.-J., Christensen, S.** 1977. Studies on the pathogenesis of enteric *E. coli* infections in weaned pigs: bacteriological and immunofluorescent studies. *Nord. Vet.-Med.* 29: 212-220.
- Thacker, P.A.** 1999. Nutritional requirements of early weaned pigs: A review. *Pig News and Information* 20: 13N-24N.