



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 5/88

TUOMO KIISKINEN

Kotieläinhoito-osasto

JAAKKO MÄKELÄ

Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto

Kasviperäisten valkuaisrehujen sulavuus minkeillä

Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink

Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink

TUOMO KIISKINEN

Kotieläinhoito-osasto

JAAKKO MÄKELÄ

Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto

KIRSTI ROUVINEN

Kotieläinhoito-osasto

Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla

Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv

Digestibility of different grains in mink and blue fox

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 5/88

KIISKINEN, T. JA MÄKELÄ, J.

Sivut

KASVIPERÄISTEN VALKUAISREHUJEN SULAVUUS MINKILLÄ

1 - 13

SMÄLTBARHET AV VEGETABILISKA PROTEINFODERMEDEL HOS MINK

DIGESTIBILITY OF PROTEIN FEEDSTUFFS DERIVED FROM PLANTS
IN MINK

KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. JA ROUVINEN, K.

ERI VILJALAJIEN SULAVUUS MINKILLÄ JA SINIKETULLA

14 - 23

SMÄLTBARHET AV OLIKA SPANNMÅL HOS MINK OCH BLÅRÄV

DIGESTIBILITY OF DIFFERENT GRAINS IN MINK AND BLUE FOX

Kotieläinhuolto-osasto

31600 JOKIOINEN

(916) 88 111

KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J.¹⁾

KASVIPERÄISTEN VALKUAISREHUJEN SULAVUUS MINKEILLÄ

SMÄLTBARHET AV VEGETABILISKA PROTEINFODERMEDEL HOS MINK

DIGESTIBILITY OF PROTEIN FEEDSTUFFS DERIVED FROM PLANTS
IN MINK

1) Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto
Pl 5 01601 VANTAA 60

TIIVISTELMÄ

Minkeillä suoritetuissa kokeissa tutkittiin eräiden kasviperäisten valkuaisrehujen (soijat tuotteet, gluteenit, vehnäproteiinit, perunaproteiini, rankkijauhot) näennäistä sulavuutta. Myös jauhatusteen ja lisäkuumennuksen vaikutusta uutetun soijajauhon sulavuuteen selvitettiin. Kokeissa käytettiin ulosteiden kokonaiskeräilyyn perustuvaa erotusmenetelmää, jossa tutkittavaa rehua sekoitettiin 25-40 % perusrehuun.

Hienoksi jauhetun tavallisen soijajauhon orgaanisen aineen sulavuus oli keskimäärin 55,5 ja valkuaisen sulavuus 78 %. Erikoiskuumennettuna, hienon soijajauhon arvot olivat vastaavasti 61 ja 83 %. Soijan karkeampi jauhatus alensi orgaanisen aineen sulavuutta 2-4 ja valkuaisen sulavuutta 5-6 prosenttiyksikköä.

Soijavalkuaistiivisteeseen (Soycomil) sulavuusarvot olivat erittäin korkeita; orgaaninen aine 91 ja raakavalkuainen 93 %. Fermentoitu soijajauho eli "soijajuusto" vastasi sulavuudeltaan uutettua soijajauhoa. Soijajauhon raakahiilihydraattien sulavuus oli keskimäärin 20 %.

Myös gluteenien (vehnä, maissi) sulavuusarvoiksi saatiin korkeita lukuja; orgaaninen aine noin 86 ja raakavalkuainen 94 %. Vehnägluteenin valmistuksen sivutuotteina syntyvien vehnäproteiinien sulavuus oli myös hyvä; orgaaninen aine n. 76 %, raakavalkuainen keskimäärin 87,5 sekä raakahiilihydraatit 64,5 %. Vastaavat arvot perunaproteiinille (Protamyl) olivat 81, 81, ja 85 %.

Kuivattu rankki näyttää sulavan huonosti minkeillä. Vehnärankkijauho, jonka raakavalkuaispitoisuus oli n. 41 % kuiva-aineissa suliparhaiten; orgaaninen aine 51 ja raakavalkuainen 75 %.

Saatujen sulavuuskertoimien avulla laskettiin tutkittujen rehujen ME-arvot käyttäen yleisesti käytössä olevia kertoimia sulaville pääravintoaineille.

SAMMANDRAG

I försök utförda med mink undersökte man vissa vegetabiliska proteinfodermedels (sojaprodukter, gluten, veteproteinkoncentrat, potatisprotein, drankmjöl) skenbara smältbarhet. Också malningsgradens och specialbehandlings inverkan på extraherat sojamjöl utreddes. I försöken använde man sig av en differensmetod som baserar sig på en total uppsamling av avföringen.

De organiska ämnens smältbarhet i finmalt vanligt sojamjöl var i medeltal 55,5 och proteinets smältbarhet 78,0 %. Motsvarande värden för specialbehandlat, finmalt sojamjöl var 61 respektive 83 %. En grövre malningsgrad av sojan sänkte de organiska ämnens smältbarhet med 2-4 och proteinets smältbarhet med 5-6 procentheter.

Smältbarhetsvärden för sojaproteinkoncentrat (Soycomil) var synnerligen höga; organiska ämnen 91 och råproteinet 93 %. "Sojaostens" (fermenterat sojamjöl) smältbarhet motsvarade sojamjölets. Smältbarheten för sojamjölets råkolhydrater var i medeltal 20 %.

Smältbarheten hos de olika glutenen var också hög; de organiska ämnena 86 och råproteinet 94 % i genomsnitt. Skillnaderna mellan vete- och majs gluten var oväsentliga. Smältbarhetsvärdena hos veteproteinkoncentrat, som uppkommer som biprodukter vid framställningen av vetegluten, var rätt bra; de organiska ämnena i vardera ungefär 76 %, råproteinet i medeltal 87,5 och kolhydraterna 64,5 %. Motsvarande värden för potatisprotein var 81, 81 och 85 %. Minkarna verkar smälta torkad drank dåligt. Vetedrankmjöl, vars råproteinhalt var ca 41 % i torrs substansen, smälte bäst; organiska ämnen 51 och råprotein 75 %.

På basen av erhållna smältbarhetskoefficienter beräknades fodrens OE-värden med de allmänt använda koefficienterna för de smältbara näringsämnen.

SUMMARY

Apparent digestibility of some protein feedstuffs of plant origin (soybean products, gluters, wheat protein concentrates, potato protein, dried distillery by-products) was studied in mink. Also the effect of grinding and special processing on extracted soybean meal (SBM) was investigated. In the experiments the conventional difference method of total excreta collection was used by mixing the test ingredients at 25-40 % of the basic diet.

Digestibility of organic matter and crude protein in the finely ground extracted SBM were on an average 55,5 and 78,0 %, respectively. The corresponding values for the special processed fine SBM were 61 and 83 %. The coarsely ground SBM had a 2-4 percentage units lower digestibility value for organic matter and 5-6 percentage units lower value for crude protein. The soyprotein concentrate (Soycomil) was highly digestible; organic matter 91 and crude protein 93 % and the fermented SBM ("soy yeast") was digested as well as SBM. Digestibility of carbohydrates in SBM was on an average 20 %.

Digestibility of organic matter and crude protein were for gluters (wheat and corn) 86 and 94 %, for wheat protein concentrates (by-products of the Finnish starch industry) 76 and 87,5 % and for potato protein (Protamyl) 81 and 81 %.

Dried distillery by-products seem to be poorly digestible in mink. A product which originated from wheat and contained 41 % crude protein in dry matter had the best values; 51 % for organic matter and 75 % for crude protein.

Using the digestibility values and the common energy coefficients for the digestible main nutrients the ME values of the investigated products were calculated.

JOHDANTO

Turkiseläimiä varten tavallinen soijarouhe jauhetaan öljypuristamoteollisuuden toimesta Suomessa erittäin hienoksi (80-90 % <100 um). Tämä tehdään enemmänkin rehun vedensitomiskyvyn kuin soijan sulavuuden parantamiseksi. Samalla teollisuus on kiinnostunut tavannomaisen prosessin lisäksi annetun erikoiskäsittelyn (lämpö ym.) vaikutuksesta soijan ravintoarvoon turkiseläimillä. Erikoiskäsitellyn ja hienoksijauhetun soijajauhon sulavuutta tutkittiin minkeillä yhdessä tavallisen soijajauhon sekä eräiden muiden soijatuotteiden kanssa Maatalouden Tutkimuskeskuksessa Jokioisilla. Myös karkeudeltaan erilaisia soijajauhoja oli vertailtavana. Lisäksi muidenkin teollisuudesta peräisin olevien kasvivalkuaisrehujen kuten viljavalkuaisten ja perunavalkuaisen sulavuusmäärittämiä suoritettiin.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Eläimet, kokeiden suoritus

Koe-eläimet olivat yleensä täyskasvuisia standard-urosminkejä. Mikäli saman vuoden pentuja käytettiin, niiden ikä oli 4-6 kk. Ryhmää kohden laitettiin 6-8, tavallisesti 6 eläintä. Sulavuuskoe-menettelmä perustui sonnan kokonaiskeräilyyn ja perusrehun käyttöön. Perusrehuna oli tavallisesti joko pelkkä naudun etumahoista muodostuva teurasjäte tai teurasjätteen ja kalan seos, johon lisättiin nestemäistä vitamiinivalmistetta (Monivim). Yhdessä kokeessa, jossa tutkittiin mm. perunaproteiinia oli perusrehuna puolipuhdas proteiiniton dieetti (vehnätärkkelys, soijaöljy, kivennäiset, vitamiinit). Tutkittavien rehujen osuus kokonaisrehun kuiva-aineesta vaihteli 25-40 %. Totutuskauden ja keruukauden pituus oli 5 vuorokautta ja rehuannos 200-250 g eläintä kohden päivässä.

Tutkittavat rehut

Soijajauho. Kokeessa 1 oli kolmella seulakoolla (0,5; 1,0; 2,5 mm) jauhettua tavallista uutettua soijajauhoa. Sihtianalyysin tulos oli seuraava:

	seulakoko		
	0,5mm	1,0mm	2,5mm
< 180 μm %	60	37	11
> 390 "	3	28	69
> 670 "	-	2	41

Kokeissa 2-5 käytetyissä hienoksi jauhetuissa soijajauhoissa oli alle 100 μm :n partikkeleita 80-90 % ja alle 56 μm :n hiukkasia 50-60 %. Karkea soiija (koe 5) sisälsi 1-2 mm:n partikkeleita noin 60 % ja alle 1 mm:n osasia 38 %. Näiden kokeiden soijajauhot, erikoiskäsitelty soiija mukaanluettuna, toimitettiin Öljynpuristamo Oy:ltä. Erikoiskäsittelystä ei ole saatavissa tietoja, mutta sen ilmoitetaan perustuvan muuhunkin kuin kuumennukseen.

Soycomil K on Hollannissa (Unimills) valmistettu valkuaistiiviste erityisesti vasikoiden maidonkorvikerehuja varten. Se on erittäin hienoksi jauhettu tuote osasten koon ollessa valmistajan ilmoituksen mukaan alle 63 μm (99 %). Sen sanotaan olevan myös vapaata antigeeneistä.

"Soijajuusto" oli ulkomaista fermentoitua soijarouhetta, ja prosessin sanotaan parantavan hiilihydraattien sulavuutta ja vähentävän niiden haittavaikutuksia lihansyöjäeläimillä.

Vehnägluteeni ja vehnäproteiinit olivat peräisin tärkkelysteollisuudesta (Raision Tehtaat). Vehnäproteiinit ovat vehnägluteenin valmistuksen sivutuotteita ja edustavat gluteenin erotuksen jälkeen jäljelle jäävää valkuaista. Rankkijauhonäytteet, joissa kaksi oli peräisin vehnästä ja yksi ohrasta, saatiin alkoholiteollisuudelta (Alko). Maissigluteeni ja perunaproteiini (Protamyl) olivat tuontirehuja.

Kemialliset analyysit ja tilastollinen tarkastelu

Rehu- ja sontanäytteistä tehtiin tavanomaisen rehuanalyysin lisäksi myös rasvan eetteriuutto 3 N HCl-hydrolyysin jälkeen. Typpi- ja rasvamääritykset perusrehusta, seoksista ja sonnasta tehtiin sulatetuista ja sekoitetuista näytteistä ennen kuivausta. Rehuanalyysin tulokset tutkituista rehuista esitetään taulukossa 1. Niiden kokeiden, joissa tutkittiin samantyyppisiä rehuja, tulokset analysoitiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja keskiarvojen väliset erot testattiin tarvittaessa t-testillä.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Soijan karkeus vaikutti selvästi valkuaisen sulavuuteen, vaikka ero hienoksijauhetun ja karkeamman soijan välillä oli merkitsevä ($P < 0,05$) vain toisessa kokeessa (Koe 1, Taulukko 2). Ero hienon soijajauhon hyväksi oli kummassakin kokeessa (Kokeet 1 ja 5) samaa suuruusluokkaa, 5-6 prosenttiyksikköä. Kokeessa 5 myös orgaanisen aineen ja hiilihydraattien sulavuudet olivat merkitsevästi ($P < 0,05$) paremmat hienoksi jauhetussa kuin karkeassa soijassa. Tanskalaisessa tutkimuksessa ei soijan hienoksi jauhaminen parantanut merkitsevästi valkuaisen tai hiilihydraattien sulavuutta normaaliin jauhatukseen verrattuna (JØRGENSEN ja GLEM HANSEN 1975a), mutta norjalaisten (SKREDE ja HERSTAD 1978) mukaan mikronisoidun soijajauhon hienoksi jauhaminen paransi valkuaisen ja rasvan sulavuutta. Tavanomaisen uuttamisprosessin lisäksi tapahtuvalla erikoiskäsittelyllä näyttää olevan soijan valkuaisen sulavuutta parantava vaikutus ja ero kokeessa 2 oli merkitsevä ($P < 0,05$). Kun kaikki kokeet otetaan huomioon olivat orgaanisen aineen ja raaka-alkuaisen sulavuudet tavallisessa hienoksijauhetussa soijajauhossa keskimäärin 55,5 ja 78,2 % sekä erikoiskäsitellyssä tuotteessa 61,1 ja 82,9 % vastaavasti. Aikaisemmin on saatu jonkinlaista näyttöä lisäkuumennuksen positiivisesta vaikutuksesta uutetun soijajauhon valkuaisen sulavuuteen (KIISKINEN ja MÄKELÄ 1975). Hiilihydraattien sulavuuteen erikoiskuumennuksella on tuskin vaikutusta.

Soijan raakahiilihydraattien sulavuus oli noin 20 %, mikä keskimäärin vastaa aikaisempia tuloksia (ALDÉN ja JOHANSSON 1975, JØRGENSEN ja GLEM HANSEN 1975b, KIISKINEN ja MÄKELÄ 1975, SKREDE 1977).

Soijavalkuaistiivisteiden (Soycomil K) sulavuus oli erittäin hyvä; orgaaninen aine 91,0, raakavalkuainen 92,9 ja raakahiilihydraatit 72,4 %. Tanskalaisissa tutkimuksissa on eräille muille soijatiivisteille raportoitu näennäiseksi valkuaisen sulavuudeksi 81-85 % (GLEM HANSEN 1978) ja todelliseksi sulavuudeksi 92 % (MEJBORN 1983). Hiilihydraattien näinkin hyvä sulavuus tuntuu oudolta, koska Soycomil'in hiilihydraateista valmistajan mukaan pääosa on pento- saaneja. Käytetty menetelmä ei ole riittävän tarkka pienten hiilihydraattimäärien sulavuuden selvittämiseksi. Soijajuuston sulavuusluvut vastaavat normaalin hienoksijauhetun soijajauhon sulavuutta.

Gluteenien sulavuusarvot olivat myös erittäin korkeita ja molemmilla tuotteilla lähes samat, orgaaninen aine 96,2, raakavalkuainen 93,7 ja raakahiilihydraatit 40,3 % keskimäärin (Taulukko 3). Mainittakoon myös maissigluteenin rasvan sulavuus 92,3 %. Vehnägluteenissa oli vähemmän rasvaa, joten sen sulavuutta ei voitu riittävällä tarkkuudella määrittää. Maissigluteenin raakavalkuaisen sulavuus oli noin 10 prosenttiyksikköä korkeampi kuin tanskalaisissa tutkimuksissa (JØRGENSEN ja GLEM HANSEN 1975c, MEJBORN 1985).

Molempien vehnäproteiinien orgaanisen aineen sulavuus oli lähes sama 76,0-76,4 %. Raakavalkuaisen sulavuus oli parempi (89,3/85,6 $P < 0,05$) tuotteessa, jonka valkuaispitoisuus oli korkeampi. Hiilihydraattien sulavuudessa suhde oli päinvastainen 60,6 ja 68,4 % ($P < 0,05$). Erot johtuvat ilmeisesti komponenttien koostumuseroista sekä hiilihydraattien osalta myös erilaisesta kypsennysvaikutuksesta.

Perunaproteiinin (Protamyl) raakavalkuaisen näennäinen sulavuus 80,9 % on lähestulkoon sama, minkä MEJBORN (1985) on määrittänyt, mutta pienempi kuin GLEM HANSEN'in (1977) esittämä 95 %. Protamyl'in hiilihydraattien sulavuudeksi laskettiin tässä kokeessa 85 %.

Rankkijauhon sulavuus minkeillä on verrattain heikko. Noin 41 % raakavalkuaista kuiva-aineessa sisältävä vehnärankki suli parhaiten; orgaaninen aine 51,4 ja raakavakuainen 74,6 %. Kahden muun rankkijauhon vastaavat sulavuusluvut olivat selvästi pienemmät. Rasvan sulavuus oli 81-85 % sekä hiilihydraattien sulavuus vehnärankissa 16-25 ja ohrarankissa, jossa kuitupitoisuus oli korkea, vain 7 %.

Saatujen sulavuuskertoimien perusteella sekä käyttämällä rasvalle sulavuusprosenttia 80-85 % on taulukkoon 1 laskettu tutkittujen rehujen ME-arvot.

Lopputoteamuksena tulkoon mainituksi että prosessoitujen ja konsentroitujen kasvivalkuuisten sulavuus on yleensä varsin hyvä (80-90 %) ja siinä suhteessa verrattavissa kuivattuihin eläinvalkuuiksiin, mutta puutteellinen aminohappokoostumus, korkea hinta, hiilihydraattien heikosta sulavuudesta johtuva alhainen energia-arvo ja haitalliset tekijät rajoittavat niiden käyttöä turkiseläinten rehuna.

KIRJALLISUUS

ALDEN, E. & JOHANSSON, A-H. 1975. Sojamjöl som foder till mink. Våra Pälsdjur. N:o 3: 75-77.

GLEM HANSEN, N. 1978. Erfarungen mit dem Soyaprotein-Produkt "Nurupan". Die Muhle + Mischfuttertechnik, 115:572.

- 1979. Anvendelse af kartoffelprodukter i minkfodringen. NJF's subsektion för pelsdjur Möte 1979, Uppsala. 11 p.

JØRGENSEN, G. & GLEM HANSEN, N. 1975a. Sammensætningen og fordøjeligheden af forskellige sojaprodukter. 422. Beretning fra forsøgslaboratoriet pp. 19-27.

- & GLEM HANSEN, N. 1975b. Traestofindholdet og formalingsgradens indflydelse på fordøjeligheden af sojaskrå til mink. 76. Medd. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 p.
- & GLEM HANSEN, N. 1975c. Kemisk sammensætning og fordøjelighed af majs glutenmel. Statens Husdyrbrugsforsøg Medd. Nr. 73, 2 p.
- KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. 1975. Om sojamjölets användningsmöjligheter som foder till mink. Finsk Pälstidskrift, 9: 476-485.
- MEJBORN, H. 1983. Den sande fordøjelighet af aminosyrer i et sojaproteinkoncentrat -"Danpro"-til mink. Statens Husdyrbrugsforsøg Medd. Nr. 514, 3 p.
- 1985. Aminosyrefordøjeligheden af majs gluten of kartoffelprotein til mink. Statens Husdyrbrugsforsøg Medd. Nr. 584, 4 p.
- SKREDE, A. 1977. Soybean meal versus fishmeal as protein source in mink diets. Acta Agr. Scand. 27: 145-155.
- & HERSTAD, O. 1978. Mikronisert korn og soya til mink og hons. Meldinger fra Norges Landbrukshögskole. 57, no. 9, 11 p.

Taulukko 1. Tutkittujen valkuaisrehujen rehuanalyysitulokset ja lasketut ME-arvot.
 Tabell 1. Foderanalyseresultat och räknad energivärde av de undersökta proteinfodermedlen.
 Table 1. Proximate analyses and calculated ME values of the protein feedstuffs.

	Kuiva-aineessa %						ME/kg ka., ts., dm. 2)
	i ts, in dm			i ts, in dm			
	ka % ts dm	r-alk. råprot. crude prot.	r-rasva råfett prot. eth. ext. 1)	r-kuitu råfiber crude fib.	tuhka aska fib. ash	Mcal MJ	
Soijajauho (7) (Sojamjöl, Soybean meal)	89,7±2,5	53,9±1,6	2,7±0,3 (1,5±0,3)	4,7±1,0	6,6±0,1	2,40/2,50 ³⁾	10,03/10,50 ³⁾
Soycomil	92,8	68,9	0,6	(0,5)	4,8	6,8	3,63
Soijajuuusto (Sojaost, Fermented SBM)	25,9	54,6	3,1	(2,0)	5,2	7,7	2,48
Vehnägluteeni (Vetegluten, Wheat gluten)	92,7	83,7	2,5	(0,9)	0,5	0,6	3,95
Maissigluteeni (Maisigluten, Corn gluten)	90,3	70,2	5,4	(1,9)	0,9	2,1	3,71
Vehnäproteiini 1 (Veteprotein, Wheat protein)	94,0	34,2	2,5	(0,3)	2,5	2,0	3,22
Vehnäprot. 2 Perunaproteiini (Protamyl)	92,6 89,5	46,1 86,2	3,5 -	(0,6) (0,8)	2,6 0,6	2,4 1,2	3,31 3,62
Rankkij. 1 (Drankmjöl, DDS) (Vehnä, Vete, Wheat)	95,9	31,8	6,0	(4,3)	8,2	13,6	1,77
Rankkij. 2 (Vehnä, Vete, Wheat)	95,2	40,9	6,5	(4,3)	8,3	7,9	2,15
Rankkij. 3 (Ohra, Korn, Barley)	93,1	29,3	7,6	-	17,4	4,1	1,41

1) Eetteriuutto HCl-hydrolyysin jälkeen, suluisa tavallinen eetteriuutto. Eterextrakt efter HCl-hydrolysis, in om parentes vanligt eterextrakt. Ether extract after HCl hydrolysis, figures in parentheses show ether extract.

2) Laskettu suoritettujen sulavuuskokeiden tulosten perusteella. Räknad enligt resultat av de utförda smältbarhetsförsöken. Calculated according to the digestibility values obtained in the experiments.

3) Hienoksi jauhettu, tavallinen/erikoiskuumennettu soijajauho. Finmalt sojamjöl, vanligt/specialbehandlat. Finely ground conventional/special processed SBM.

Taulukko 2. Soijatuotteiden sulavuus.
 Tabell 2. Resultat av smältbarhetsförsök med sojaprodukter.
 Table 2. Digestibility of soybean products.

	Sulavuus % (Smältbarhet, Digestibility)	Sulavuus % (Smältbarhet, Digestibility)		
		org.aine org.subst. org.matter	raakavalk. råprotein crude protein	raakahiilih. räkolhydr. carbohydrates
Koe 1 (Försök, Expt.)				
Tavallinen soijajauho (s.j.) 0,5 mm.		54,4±2,3	77,3±1,9 ^a	19,6±5,7
Vanligt sojamjöl (SM)	1,0 "	52,6±3,6	71,5±4,2 ^b	23,5±3,4
Soybean meal (SBM)	2,5 "	52,1±5,3	71,6±4,3 ^b	17,9±5,0
Koe 2				
Tavallinen s.j. (SM, SBM)				
hienoksi jauh. (finmalt., finely ground)		54,7±4,9	77,6±3,2	21,0±10,4
Erikoiskuum. (special behandl., processed)				
hienoksi jauh. s.j. (SM, SBM)		58,1±2,0	81,9±4,5	26,5±3,3
Koe 3				
Erikoiskuum. (special behandl., processed)				
hienoksi jauh. s.j. (SM, SBM)		68,2±2,1	85,6±5,1	27,7±7,6
Soycomil		91,0±2,0	92,9±1,7*	72,4±8,2*
Koe 4				
Erikoiskuum. (special behandl., processed)				
hienoksi jauh. s.j. (SM, SBM)		59,5±1,6	83,1±4,2	6,8±5,6
Soijajuusto (Sojaost, ferm.SBM)		58,9±3,8	78,8±2,0	21,4±9,5*
Koe 5				
Tavallinen s.j. (SM, SBM)				
hienoksi jauh. (finmalt., finely ground)		57,5±0,9 ^a	79,8±3,8 ^{ab}	21,9±4,5 ^a
Tavallinen s.j. (SM, SBM)				
karkea (grovt, coarse)		53,2±3,3 ^b	74,9±6,2 ^b	16,1±4,7 ^b
Erikoiskuum. (special behandl., processed)				
hienoksi jauh. s.j. (SM, SBM)		58,8±1,6 ^a	81,1±2,7 ^a	15,3±6,0 ^{ab}
Keskimäärin (i medeltal, average)				
Tavallinen s.j. (SM, SBM)				
hienoksi jauh. (finmalt., finely ground)		55,5	78,2	20,8
Erikoiskuum. (special behandl., processed)				
hienoksi jauh. s.j. (SM, SBM)		61,1	82,9	19,1

a-b Merkitsevää ero saman kokeen arvojen välillä. Signifikant skillnad mellan värdena i samma försök.
 * Significant difference between the values in same experiment.

Taulukko 3. Muiden kasvivalkuaisrehujen sulavuus.

Tabell 3. Resultat av smältbarhetsförsök med andra vegetabiliska proteinfodermedel.

Table 3. Digestibility of other proteins of plant origin.

	Sulavuus % (Smältbarhet, Digestibility)			i-hiilih. råkolhyd. carbohyd.
	org.aine org.subst. org.matter	raakavalk. råprotein crude prot.	raakarasva råfett crude fat	
Vehnägluteeni (Vetegluten, Wheat gluten)	86,6±2,4	94,0±1,8	-	41,9±9,3
Maissigluteeni (Maisgluten, Corn gluten)	85,8±1,3	93,4±2,4	92,3	39,6±5,8
Vehnäproteiini 1 (Veteprotein, Wheat protein)	76,0±0,8	85,6±3,3	(100)	68,4±3,2
Vehnäproteiini 2 (Veteprotein, Wheat protein)	76,4±0,7	89,3±1,4*	(97)	60,0±2,8*
Protamyli	81,3±1,7	80,9±3,9	-	85,0±2,1
Rankkijauho 1 (Drankmjöl, DDS, vete)	44,9±1,8	57,9±1,7	82,6±2,4	24,6±3,4
Rankkijauho 2 (Drankmjöl, DDS, vete)	51,4±1,9*	74,6±1,3*	84,7±3,7	16,1±3,8*
Rankkijauho 3 (Drankmjöl, DDS, korn)	29,5±2,5	51,4±6,2	81,2±8,8	7,0±1,6

* Merkitsevä ero vehnävalkuaiusten tai vehnärankkien välillä (P<0,05).

Signifikant skillnad mellan veteprotein 1 och 2 eller mellan drankmjöl 1 och 2.

Significant difference between wheat proteins 1 and 2 or DDS 1 and 2.

KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K.

ERI VILJALAJIEN SULAVUUS MINKILLÄ JA SINIKETULLA

SMÄLTBARHET AV OLIKA SPANNMÅL HOS MINK OCH BLÅRÄV

DIGESTIBILITY OF DIFFERENT GRAINS IN MINK AND BLUE FOX

TIIVISTELMÄ

Minkeillä ja siniketuilla suoritetuissa sulavuuskokeissa tutkittiin raa'an ja kypsennetyn viljan hiilihydraattien sulavuutta. Viljan osuus oli minkkien rehussa 13-20 % (40-54 % kuiva-aineessa) ja kettujen rehussa 17-22 % (46-58 % ka:ssa). Minkeillä käytettiin tiedotteen ensimmäisessä osassa kuvattua menetelmää. Ketuilla menetelmä perustui indikaattorin käyttöön (4 N HCl liukenematon tuhka, AIA-menetelmä).

Nämäkin koetulokset osoittivat, että vehnän hiilihydraattien sulavuus paranee huomattavasti kypsennyksen ansiosta. Minkillä vehnän hiilihydraatit sulivat keskimäärin 30 ja ketulla lähes 20 prosenttiyksikköä paremmin ($P < 0,05$) kypsennyksen ansiosta. Näin suuri lisäys vaikuttaa merkittävästi myös rehun energia-arvoon (ME). Keitetyn viljan hiilihydraattien sulavuus näyttää pysyvän tietyissä rajoissa suuriakin viljamääriä käytettäessä.

Tulosten perusteella kauran kypsentäminen ei vakuta mainittavasti sen hiilihydraattien sulavuuteen ketulla ja ohrankin kypsentäminen kettujen ruokintaa varten on taloudellisesti kyseenalaista. Tulokset viittaavat siihen että kettu sulattaa minkkiä paremmin varsinkin kypsentämättömän viljan hiilihydraatteja. Kypsennetyn viljan kohdalla erot ovat vähäisiä.

SAMMÄNDRAG

I försök utförda med mink och blåräv undersöktes kolhydraternas smältbarhet både i förbehandlad och oförbehandlad spannmål. Spannmålens andel var i minkarnas foder 13-20 % (40-54 % i torrsubstans) och i rävarnas foder 17-22 % (46-58 % i ts). Försöksmetoden för minkar var den samma, som framställdes i den föregående rapporten. För blårävarnas del baserade sig bestämningen på bruk av indikator (4 N HCl olöslig aska).

Också dessa resultat visade att förbehandlingen förbättrar avsevärt kolhydraternas smältbarhet i vete. Förbättringen hos mink var 30 och hos räv 20 procentenheter ($P < 0,05$) och den ökar också märkbart fodrets energivärde (ME). Kolhydraternas smältbarhet i förbehandlad spannmål syns bli inom vissa bestämda gränser även i stora koncentrationer.

På grund av resultaten inverkar havrens kokning inte nämnvärt på kolhydraternas smältbarhet hos räv och även kornets kokning kan vara ekonomiskt tvivelaktig för räv. Resultaten ger en antydning att räv skulle smälta bättre än mink åtminstone kolhydrater i oförbehandlad spannmål. När det angår förbehandlad spannmål är skillnaderna små.

SUMMARY

Digestibility of carbohydrates in raw and heat processed grain was studied in minks and blue foxes. Grain was included 13-20 % (40-54 % in dm) in mink diets and 17-22 % (46-58 % in dm) in blue fox diets. The same method described in the first part of this report was used for mink. The method used for fox was based on the use of an indicator (4 N HCl insoluble ash, AIA method).

Also these results showed that digestibility of carbohydrates in wheat will be improved remarkably as a result of processing. The improvement of digestibility was 30 percentage units in mink and 20 percentage units in fox ($P < 0,05$).

Increase of this size in digestibility has a notable effect on the metabolizable energy of the diet, too. In spite of the high dietary concentration of processed grain digestibility of carbohydrates seems to stay within the certain determined limits.

The results indicate that cooking of oats does not influence noticeably on digestibility of carbohydrates in fox and also processing of barley is economically questionable. The results suggest that the fox can digest better than the mink carbohydrates in raw grain and as regards processed grain differences are small.

JOHDANTO

Turkiseläinten rehun tärkein hiilihydraattilähde on vilja ja erityisesti sen sisältämä tärkkelys, jota jyvän kuiva-aineessa on viljalajista ja -lajikkeestakin riippuen 40-75 %. Tärkkelyksen merkitys korostuu myös sen vuoksi, että viljan sisältämän vähäisen soke-
rimäärän (1-2 %) lisäksi tärkkelys on ainoa hiilihydraatti, jota turkiseläimet pystyvät sulattamaan. Raaka viljan tärkkelys, varsinkin vehnässä ja maississa, sulaa verrattain huonosti turkiseläimillä. Viljalajien välisen eron katsotaan johtuvan tärkkelysjyväs-
ten erilaisesta rakenteesta. Lähinnä tanskalaisten tutkimusten (JØRGENSEN ja GLEM HANSEN 1973) perusteella tiedämme, että viljan kypsen-
nys (tärkkelyksen gelatinisoituminen) parantaa vehnän ja maissin hiilihydraattien sulavuutta minkillä enemmän kuin ohran ja kauran. Myös kotoisen viljamme, kypsennämätöntä vehnää lukuunotta-
matta, jauhausasteella on selvä vaikutus hiilihydraattien sulavuuteen minkeillä, mikä korostuu varsinkin kypsennetyin vehnän kohdalla (JØRGENSEN ja GLEM HANSEN 1973).

Vuosien 1985-1986 aikana tehtiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa yhteistyössä Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liiton kanssa sulavuuskokeita, joissa tutkittiin raa'an ja kypsennetyin viljan hiilihydraattien sulavuutta sekä minkeillä että siniketuilla.

KOKEIDEN TARKOITUS, AINEISTO JA MENETELMÄT

Koe 1. Kokeessa selvitettiin kahden kypsennysmenetelmän, autoklaavi- ja extruder käsittelyn, vaikutusta vehnän hiilihydraattien sulavuuteen. Sulavuuskoe menetelmä oli tavanomainen, ulosteiden kokonaiskeräilyyn perustuva erotusmenetelmä viiden vuorokauden totutus- ja keruujaksoineen. Vehnä oli ainoa hiilihydraattilähde seoksissa, joissa eläinperäinen rehu oli hyvälaatuista teurasjätettä täydennettynä nestemäisellä vitamiinivalmisteella (Monivim). Vehnää käytettiin runsaasti n. 20 % tuoreessa rehussa, mikä vastasi n. 54 % kuiva-aineesta. Rehuannos oli 200 g eläintä kohden päivässä.

Koe 2. Tämän kokeen tarkoituksena oli lähinnä tarkistaa STKL:n koetarhalla Maxmossa saadut sulavuuskokeen tulokset. Kokeessa oli tutkittavana 3 viljanäytettä:

1. Kostutettu (20 % vettä) ja kuumennettu vehnä. (Tärkkelyksen kypsyysaste 70 % ja Maxmossa määritetty hiilihydraattien sulavuus 75,5 %).
2. Kuivakuumennettu ohra. (Tärkkelyksen kypsyysaste 77 %, hiilihydraattien sulavuus 70 %).
3. Kostutettu (20 % vettä) ja kuumennettu ohra. (Tärkkelyksen kypsyysaste 84 %, hiilihydraattien sulavuus 58,7 %)

Suoritus oli sama kuin kokeessa 1. Viljan osuus oli kokonaisrehussa n. 13 %, eli n. 40 % kuiva-aineesta. Rehuannos eläintä kohden oli 250 g/pv.

Koe 3. Tarkoitus oli määrittää hiilihydraattien sulavuus käytettäessä verrattain suurta viljamäärää sekä minkkien että sinikettujen rehussa. Viljat (vehnä, ohra, kaura) kypsennettiin autoklaavilla rehutehtaalla. Viljan osuus oli minkkien rehussa 16 % (45 % kuiva-aineessa) ja kettujen rehussa 22 %, (58 % ka:ssa). Ryhmä kohden oli 6 urosminkkiä (standard) ja 4 paria sinikettuja. Siniketuilla määrittäminen perustui indikaattorin (4 N HCl liukenematon tuhka) käyttöön ja sen vuoksi seokseen lisättiin silikaattia (Celite 545) 0,5 %. (AIA-menetelmä).

Koe 4. Kokeen tarkoitus oli selvittää siniketuilla eri viljalajien (vehnä, ohra, kaura) hiilihydraattien sulavuutta sekä raakana että keitettynä. Viljan osuus rehussa oli 17 % (46 % kuiva-aineessa) ja keitetyn puuron kuiva-aineen osuudessa pyrittiin samaan kuin raakan viljan. Jauhetun (3mm) viljan keitto suoritettiin öljyvaipakattilassa siten, että puuron lämpötila oli 85°C tunnin ajan. Koemenetelmä oli sama kuin ketuilla kokeessa 2. Ryhmässä oli 4 eläinparia.

Analyysit

Tutkituista viljoista tehtiin tavanomainen rehuanalyysi (Taulukko 1). Rehu- ja sontanäytteistä suoritettiin määritykset kuten tiedotteen ensimmäisessä osassa on selostettu. Kokeiden 1-3 tulokset analysoitiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä sekä testaamalla keskiarvot tarvittaessa t-testillä. Kokeen 4 tulokset analysoitiin kaksisuuntaisella varianssianalyysillä tarkastelemalla päävaikutusten (kypsyys, viljalaji) lisäksi myös mahdollisia yhdysvaikutuksia.

TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Vehnän kypsentäminen paransi huomattavasti ($P < 0,05$) hiilihydraattien ja samalla rehuseoksen orgaanisen aineen sulavuutta (Koe 1, Taulukko 2). Kuiva-aineen kulutus laski n. 5 g:lla eläintä kohden päivässä ($P < 0,05$) rehun lisääntyneen energiaväkevyyden ($P < 0,05$) ansiosta. Vehnän raakahiilihydraattien sulavuus ja sen paraneminen keskimäärin lähes 30:llä prosenttiyksiköllä vastaa niitä tuloksia, mitä tanskalaiset ovat aikaisemmin esittäneet keiton vaikutuksesta (JØRGENSEN ja GLEN HANSEN 1973). Autoklaavilla käsitellyn vehnän hiilihydraatit sulivat hieman paremmin ($P < 0,05$) kuin extruderilla kypsennetyn vehnän.

Kokeessa 2 oli kuivana kypsennetyn ohran hiilihydraattien sulavuus 63,5 ja kosteana kypsennetyn 66,0 %. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä ja molemmat arvot olivat merkitsevästi ($P < 0,05$) pienemmät kuin vehnän 75,6 %. Maxmossa saatuihin tuloksiin verrattuna hiilihydraattien sulavuus oli yhdenmukainen vain vehnän osalta. Tulokset vastaavat em. tanskalaisen tutkimuksen arvoja kypsennetylle viljalle.

Kokeessa 3 kypsennetyn ohran hiilihydraattien sulavuus sekä minkeillä että ketuilla oli vain hieman korkeampi kuin kauran. Molempien viljojen sulavuus minkeillä edusti kypsennetyn kauran pienimpiä arvoja. Ohran huono sulavuus kypsennyksestä huolimatta johtui varmaankin siitä, että se oli osittain liian karkeaa, koska

kokonaisia jyviä löytyi lannan joukosta. Kypsennetyn ohran sulavuus oli tässä kokeessa suunnilleen sama kuin tanskalaiset ovat määrittäneet karkeaksi jauhetulle, keitetylle ohralle (JØRGENSEN ja GLEM HANSEN 1973). Rehun karkeus vaikutti ilmeisesti myös seoksen valkuaisen ja rasvan sulavuutta heikentävästi ketuilla. Vehnän hiilihydraattien sulavuus (72 %) oli lähes sama minkeillä ja ketuilla ja merkitsevästi ($P < 0,05$) parempi kuin ohran ja kauran.

Ketuilla (koe 4) viljan keitto tehoi parhaiten vehnään ja sen jälkeen ohraan (Taulukko 4). Kauran hiilihydraatteihin kypsennyksen vaikutus oli olematon sulavuuden kannalta ja ohrankin osalta vain n. 7 prosenttiyksikköä ($P < 0,05$). On kyseenalaista, kannattaako ohraakaan kypsentää ketuille. Tässä yhteydessä on syytä viitata aikaisemmin saatuun myönteiseen koetulokeen raa'an ohra-kauraseoksen käytöstä ketunpentujen ruokinnassa (KIISKINEN ym. 1978). Vaikka tässä kokeessa käytettiin eri menetelmää kuin minkeillä suoritetuissa sulavuuskokeissa yleensä, tulokset viittaavat siihen, että kettu sulattaa minkkiä paremmin raa'an viljan hiilihydraatteja, mutta kypsennetyn viljan sulatuksessa erot ovat vähäisiä.

KIRJALLISUUS

JØRGENSEN, G. & GLEM HANSEN, N. 1973. Kornarternes fordojelighed efter forskellige behandling. Saertryk af Forsogslaboratoriet årbog 173: 285-288.

KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & LOHI, O. 1978. Koe raa'alla ohra-kauraseoksella minkkien ja kettujen rehussa. Turkistalous 50: 368-371.

Taulukko 1. Rehuanalyysit sulavuuskokeissa käytetyistä viljoista.
 Tabell 1. Foderanalyys av spannmål.
 Table 1. Proximate analysis of grains.

	ka % ts, dm	Kuiva-aineessa % i ts, in dm					
		r- valk. råprot. crude	r- rasva råfett prot.eth.ext.	r- kuitu råfiber crude fib.	N- vap.u.a. N-fri N-free "	tuhka extr. ash	
Vehnä (Koe 1, Försök, Expt.) (Vete, Wheat)	93,7	13,8	1,9	3,0	79,3	2,0	
Ohra (Koe 2) (Korn, Barley)	94,2	13,2	2,4	5,3	76,6	2,5	
Vehnä (Koe 2)	94,5	15,3	2,1	2,5	78,1	2,0	
Vehnä (Koe 3)	87,1	15,0	1,9	2,7	78,4	2,0	
Ohra (Koe 3)	86,1	13,9	2,6	4,7	76,2	2,6	
Kaura (Koe 3) (Havre, Oats)	87,1	14,4	5,0	9,1	68,2	3,3	
Vehnä (Koe 4)	90,4	20,1	2,1	3,0	72,6	2,2	
Ohra (Koe 4)	87,2	11,4	2,2	5,0	78,5	2,9	
Kaura (Koe 4)	85,0	13,7	5,5	10,7	66,4	3,7	

Taulukko 2. Seosten sulavuudet kokeissa 1-3.
 Tabell 2. Smältbarhet av blandningarna i försök 1-3.
 Table 2. Digestibility of the diets in experiments 1-3.

Vilja (Spannmål, Grain)	Sulavuus % (Smältbarhet, Digestibility)				ME/kg ka ts, dm Mcal MJ
	ka, g/pv ts, g/day dm, g/day	org.aïne org.subst. org.matter	r-valk. råprot. crude	r-rasva råfett prot.eth.ext. r-hiilih. råkolhydr. carbohydr.	
Koe 1 (Försök, Expt.) Minkki (Mink)					
Rehu 1 (Foder, Diet)					
Raakavehnä (Rå vete, Raw wheat)	70,6 ^a	65,8 ^a	85,4	87,9	3,25 ^a
Rehu 2 Autokl. (Autoclaved) vehnä	65,6 ^b	80,5 ^b	84,8	88,2	3,82 ^b
Rehu 3 Extruder vehnä	65,7 ^b	79,5 ^b	85,9	88,5	3,78 ^b
Koe 2 Minkki					
Rehu 1					
Vehnä kost.kypts. 1) (Vete, Wheat)	60,6	84,1 ^a	86,5	93,2	4,33
Rehu 2					
Ohra kuiva kypts. 2) (Korn, Barley)	62,5	79,2 ^b	85,8	91,3	4,20
Rehu 3					
Ohra kost.kypts. 1)	63,7	79,4 ^b	85,4	90,5	4,21
Koe 3 Minkki					
Rehu 1 Autokl. vehnä	74,5	80,7 ^a	85,7	87,7	4,10
Rehu 2 Autokl. ohra	74,8	74,6 ^b	85,1	87,8	3,90
Rehu 3 Autokl. kaura (Havre, Oats)	68,8	74,1 ^b	85,9	87,7	3,92
Koe 3 Sinikettu (Blåräv, Blue fox)					
Rehu 1 Autokl. vehnä	-	79,8 ^a	86,3 ^a	92,1 ^a	3,87
Rehu 2 Autokl. ohra	-	71,9 ^b	83,6 ^b	89,3 ^b	3,55
Rehu 3 Autokl. kaura	-	73,1 ^b	86,3 ^a	92,1 ^a	3,70

a-c Ero on merkitsevä (P<0,05) ellei saman kokeen vastaavilla arvoilla ole yhteistä kirjainta.
 Signifikant skillnad, om motsvarande värden i samma försök inte har gemensam bokstav.
 Means with a different superscript letter within an experiment are significantly different.

1) Fuktat (20 % vatten) och upphettad spannmål. Moistened (20 % water) and heated grain.
 2) Torrupphettat korn, dryheated barley.

Taulukko 3. Seosten sulavuudet kokeessa 4 (sinikettu).
 Tabell 3. Smältbarhet av blandningarna i försök 4 (blåräv).
 Table 3. Digestibility of the diets in Expt. 4 (blue fox).

Vilja (Spannmål, Grain)	Sulavuus % (Smältbarhet, Digestibility)						ME/kg ka, ts., dm. Mcal MJ
	org.aine r-valk.	org.subst. råprot.	org.matter crudeprot.	r-rasva råfett	r-hiilih. råkolhyd.	r-hiilih. carbohyd.	
Rehu 1	79,2	89,0	91,9	60,8	3,91	16,35	
Vehnä raaka (Vete, Wheat, rå, raw)							
Rehu 2	86,2*	89,9	91,1	79,3*	4,14*	17,32*	
Vehnä kyps. (kocht., cooked)							
Rehu 3	79,8	87,8	92,3	66,1	3,92	16,41	
Ohra raaka (Korn, barley)							
Rehu 4	83,1*	88,6	91,1	73,5*	4,02	16,81	
Ohra kyps.							
Rehu 5	78,8	90,5	93,1	57,5	3,94	16,50	
Kaura raaka (Havre, Oats)							
Rehu 6	79,0	91,0	92,8	58,5	3,91	16,37	
Kaura kyps.							

Merkitsevyys (P) (Significance)

Kypsyaaste	0,001***	0,008**	0,004**	0,001***	0,001***
(Mognadsgrad, Ripeness)					
Viljalaji	0,001***	0,001***	0,001***	0,001***	0,001***
(Spannmål, Grain)					
Kypsyaaste x viljal.	0,001***	0,73	0,27	0,001***	0,001***
(Yhdysvaikutus, Sammanspel, Interaction)					

* Eroa merkitsevästi (P<0,05) vastaavasta ra'an viljan arvosta. Skiljer sig signifikant från motsvarande värde för rå spannmål. Differs significantly from the corresponding value of raw grain.

** P<0,01

*** P<0,001

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailla. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalytiska metoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanniskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-1982. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.

2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.
4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-1983. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamienetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaatilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-1983. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maala-jeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.

22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.
23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteiden kompostointi. I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa. II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina. III Kompostin arvo lannoitteena. 52 p.

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIIVOLA, Y. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakoikeissa 1970-luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuustutkimus. 38 p.
6. TURTOLO, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon. Kuivikkeiden ammoniakkin sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. & VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.
14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus. 29 p.

15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
16. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1977-1984. 168 p. + 4 liitettä.
17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet. Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-1984.
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M., NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä- ja maatalouden sivutuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p. + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p. + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaana kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmisa. p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa sekä kiinteä ja nouseva väkirehun annostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Urean, urea-fosforihappo-viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakavalkuaislähteinä maidontuotantokokeissa lehmillä. p. 22-30.
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafosfaatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien ruokinnassa. p. 31-40.
25. KORTET, S. Puna-apilan paikalliskantojen ekologia. 66 p.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Kirjallisuustutkimus. 77 p.
27. HUHTA, H. & HEIKKILÄ, R. Rehuviljan viljely Pohjois-Karjalassa. 24 p. + 2 liitettä.

1986

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1985. 69 p.

2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteenä. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-1984. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p. + 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-1984. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla. p. 1-15.
 ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä. p. 16-21.
 HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla. p. 22-27.
 ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa. p. 28-42.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevättrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p. + 4 liitettä.
13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Hernekaurasta saatava typpilannoitusyhöty. 27 p. + 22 liitettä.
15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + liite.
17. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.

18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p. + 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p. + 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRKKI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34 p. + 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskokeiden tuloksia saraturvemaalta 1977-1983. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kulumisen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.
9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.

11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8.
Domestic Varieties. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17. Pih-
lajanmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen
itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyval-
vonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljely-
kasveihin. 62 p.
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja
eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja
tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984.
29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turve-
maiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astia-
kokeessa. p. 1-17.
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoi-
tuksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenra-
vinnepitoisuuksiin. p. 38-47.
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri
kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.
Kuparilannoitelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p.
63-68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen
viljelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahin-
kojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympäys Rhizobium-bakteerilla.
Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu
kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1-40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset
väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa.
P. 41-66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo
säilörehun valmistuksessa. p. 67-86.

1988

2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fe-
nologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes
and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.

3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.
Kevätviljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.
5. KIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasvipöeräisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13
KIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv. Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 14-23.
12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljojen siemenen orastumisko-
keet. p. 1-17.
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhy-
kejakoehdotus. p. 18-31.

