

# MÄRKÄKUUMENNUS TÄRKKELYKSEN ENTSYMAATTISEN HAJOAMISEN TEHOSTAJANA

## II. Kotimaisista minkkien viljarehuista

MAIJA-LIISA SALO, IRMELI KORHONEN ja ULLA-RIITTA LEHTONEN

*Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitos*

Saapunut 16. 1. 1970

Minkkien rehuvalioon sisällytetään tavallisesti 10—20 % viljarehua. Viljan jyvien tärkein ravinne on tärkkelys ja ruoansulatusentsyymit hajottavat sitä paljon nopeammin, kun tärkkelysjyväset on ensin märkänä kuumentaan kypsytetty (SALO ym. 1970). Yksimahaisilla eläimillä ero tulee esille selvemmin kuin märehtijöillä. Teoreettisesti ajatellen siis minkki pystyy käyttämään viljarehua hyväkseen paremmin, kun rehu annetaan kypsytettynä. Sulavuus- ja ruokintakokeiden tulokset tukevat tätä teoriaa.

JARL ja MELIN (1953) totesivat viljarehujen orgaanisten aineiden sulavuuden täysikasvuisilla minkeillä nousseen keittämisen ansiosta 53.9 %:sta 60.7 %:iin. Rehu koostui pääasiassa kaurarouheesta. NORDFELT ja MELIN (1955) mainitsevat, että minkki sulatti kaurarouheen (ilmeisesti käsittelemättömän) orgaanisesta aineesta 62.3 %, ohran 65.7 %, maissin 56.6 % ja vehnänleseen 22.8 %. Typettömien uuteaineiden sulavuus oli JARL ja MELININ (1953) kokeessa raa'alla viljarehulla 57.2 %, keitetyllä 64.8 %, ÅHMAN (1959) vuorostaan totesi raa'an ja imelletyn ohran typettömien uuteaineiden sulavuudeksi 62—65 %, raa'an vehnärehujauhon 46 %, keitetyn ohran ja vehnän 75—76 % ja höyrytettyjen kauraryynien 81 %. HODSON ja MAYNARDIN (ref. JARL & MELIN 1953) koetulos oli, että viljarehun typettömien uuteaineiden sulavuus minkeillä nousi keittämisen ansiosta 52 %:sta 73 %:iin. BRICKSON (ibid.) mainitsee minkinpentujen sulattaneen viljaa keitetynä 20 % paremmin kuin raakana. BERNHARD ym:n (ibid.) mukaan minkki sulatti käsittelemättömän maissijauhon tärkkelyksestä 74.0 % ja paineessa keitetyn jauhon tärkkelyksestä 91.0 %. Hopeaketulla vastaavat luvut olivat 78.7 % ja 94.3 %. Kaurahiutaleiden keittäminen nosti niiden tärkkelyksen sulavuuden minkillä 87.2 %:sta 94.4 %:iin, hopeakettu sen sijaan ei kaurahiutaleiden keitosta hyötynyt mitään. Raakaa vehnäjäuhon tärkkelystä minkki sulatti 92.9 %, keitettyä 94.4 %. Hopeaketulla luvut olivat 83.7 % ja 97.6 %.

Tärkkelyksen sulavuusprosentti ei vielä ilmaise, suuriko osa tärkkelyksestä on hajonnut eläimen omien ruoansulatusentsyymien avulla ja imeytynyt glukoosina, suuriko osa on

hajonnut suolistossa mikrobien vaikutuksesta ja imeytynyt happoina. Edellinen hajoamis-  
muoto on luonnollisesti eläimen energiatalouden kannalta edullisempi. Minkeillä suori-  
tetut kasvatuskokeet (RIMMELÄTTEN 1951, JARL & MELIN 1953) eivät kuitenkaan osoita  
suurta eroa keitetyn viljarehun hyväksi.

Nahkojen laatuun keitto ei vaikuta (ibid.). Viljarehun määrä sen sijaan vaikuttaa.  
BRICKSON (ref. JARL & MELIN 1953) totesi, että kun keitetyn viljarehun määrä nostettiin  
10 %:sta 30 %:iin, huononi minkinnahkojen laatu 1.8 %:lla, 40 %:n osuudella huono-  
neminen oli 2.4 % ja 50 %:n osuudella 10 %.

Suomalaisetkin rehutehtaat toimittavat markkinoille »keitto kypsä» minkinrehuja.  
Valmistusprosessi on kunkin yrittäjän ammattisalaisuus, mutta joitakin yleispiirteitä siitä  
on annettu julkisuuteen. Kypsyttäminen voidaan suorittaa joko jauhoina tai kokonaisina  
jyvinä. Lisätty vesimäärä, keittoaika ja lämpötila vaihtelevat. Höyryn käyttö on tavallista,  
samoin paineen jolla kypsytyksia voidaan lyhentää. Kypsytetyn tuotteen jauhatu-  
tavassa on myös eroja, sen näkee jo tuotteen ulkonäöstä: se on joko jauhoa tai hiutaleita.  
Kypsytyksen tarkoituksena on paitsi parantaa rehun hyväksikäyttöä, myös lisätä  
sen vedensitomiskykyä ja veteen sekoitetun jauhon sitkistymistä (Pesso 1967).

Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, kuinka kypsiä olivat Suomessa vuosina  
1967—68 markkinoilla olleet minkkien viljarehut.

#### *Materiaalit ja tutkimusmenetelmät*

Tutkimuskohteena oli neljän kotimaisen rehutehtaan vuosina 1967—68 valmistamia  
minkkien viljarehujia, yhteensä näytteitä 20 rehuerästä. Näytteet joko pyydettiin rehu-  
tehtailta tai ne saatiin sulavuuskokeiden yhteydessä. Osa jauhoista analysoitiin kauppa-  
karkeana, osa jauhettiin analyysimyllyllä 1 mm:n seulan läpi. Tämä erilainen karkeusaste  
vaikeutti jossakin määrin eri näyte-erien vertailua, mutta antoi toisaalta lisäselvitystä  
asiaan.

Keittokypsytyden arvosteluperustana käytettiin entsyymattista menetelmää eli tutki-  
musta siitä, paljonko tärkkelystä ilman esikeittoa tietyssä käsittelyssä hajoaa glukoosiksi.  
Esikypsytyks korvasi siis normaaliin tärkkelysmääritykseen kuuluvan liisteröimiskeiton.  
Tulosta verrattiin todelliseen tärkkelyspitoisuuteen. Analyysimenetelmät on yksityiskoh-  
taisemmin selostettu tutkimuksen osassa I (SALO ym. 1970) ja aikaisemmassa julkaisussa  
(SALO & SALMI 1968). Entsyymimenetelmää pidetään keittokypsytyden arvostelussa polari-  
saatiomenetelmää ja kongopunavärjäystä varmempana kriteeriona (ERWIN 1966, ANSTAETT  
& SUNG 1969). Myös näitä mikroskooppimenetelmiä käytettiin apuna minkinrehujen  
vertailussa.

#### *Tulokset ja niiden tarkastelu*

Rehujen entsyymiherkkyys tuoreena ja varastoituna.  
Tehtaat esitetään tunnuksin A, B, C ja D ja näyte-erät numeroituina aikajärjestyksessä.  
Tulokset vuoden 1967 näyte-eristä esitetään taulukossa 1. Rehut D<sub>2-4</sub> ovat pääasiassa  
animaalisesta aineksestä koostuvia seoksia. Tuloksista näkyy, että rehujen A<sub>1</sub> ja C<sub>1</sub> tärk-  
kelyksestä on määrityksessä hajonnut kaksinkertainen määrä tehtaan D rehuihin ver-  
rattuna, kypsyysaste on edellisissä toisin sanoen ollut korkea, jälkimmäisissä heikko.  
Nämä rehunäytteet oli saatu jo yli puoli vuotta ennen määritysten tekoa, seikka jolla on

Taulukko 1. Minkinrehujen kypsyyssaste. Ensyymiherkkyys n. ½ vuotta varastoiduilla jauhoilla.

Table 1. Fermentability of starch of hydro-thermally processed mink foods after 6 months' storage.

		Tärkkelystä Starch % of dry wt.	Helposti hajoavaa tärkkelystä Easily fermentable starch % of dry wt.      % of starch	
Hienot jauhot				
<i>Fine meal</i>	A <sub>1</sub>	57.0	54	95
"	C <sub>1</sub>	39.7	35	88
"	D <sub>1</sub>	53.5	24	45
"	D <sub>2</sub>	16.0	8	50
"	D <sub>3</sub>	17.0	7	41
"	D <sub>4</sub>	16.8	8	48

merkitystä, mutta mihin ei silloin vielä osattu kiinnittää huomiota. Analyysit tehtiin analyysikarkeista jauhoista.

Taulukon 2 rehuryhmä 1 käsittää kaupparakeana analysoituja v. 1968 saatuja, ryhmä 2 analyysimyllyllä jauhettuna analysoituja, samoihin aikoihin tulleita näytteitä. Taulukossa nähdään rehujen keskinäisen vertailun lisäksi eräs analyysien yhteydessä

Taulukko 2. Minkinrehun kypsyyssaste. Säilytysajan vaikutus tärkkelyksen entsyymiherkkyyteen.

Table 2. Effect of storage-time on the fermentability of starch of hydro-thermally processed mink food.

Sarakkeet a, c, e, g = helposti hajoavaa tärkkelystä % k.a:sta.

" b, d, f, h = " " " " tärkkelyksestä.

Columns a, c, e, g = easily fermentable starch, % of dry wt.

" b, d, f, h " " " " proportion of starch.

1968	Tärkkelystä Starch % of dry wt.	Analysoitu Analyzed							
		heti freshly		6 kk päästä after 6 months				18 kk päästä after 18 months	
		a	b	c	d	huhmaroiden pounding e f		g	h

Karkeat jauhot

Coarse meal

A <sub>2</sub>	59.8	55	92	49	82	53	89	45	75
A <sub>3</sub>	57.0	21	37	11	19	18	32	10.5	18
A <sub>4</sub>	56.4	22	39	13	23	22	39	11.5	20
B <sub>1</sub>	53.9	40	74	33	61	49	91	26	48
B <sub>2</sub>	66.6	35	53	23	35	39	59	20	30
B <sub>3</sub>	58.4	29	50	24	41	40	68	20	34

Hienot jauhot

Fine meal

D <sub>5</sub>	62.8	52	83	47	75	60	96	43	68
D <sub>6</sub>	57.6	48	83	44	76	55	95	40	69
D <sub>7</sub>	54.5	48	88	40	73	46	84	38	70

esille tullut ilmiö, säilytysajan vaikutus. Ensimmäisen kerran analyysit tehtiin pian näytteidien tulon jälkeen, toisen kerran puoli vuotta seisoena ja kolmannen kerran noin puolitoista vuotta näytteiden saamisesta. Väliajan rehunäytteet olivat laboratoriolämpötilassa suljetuissa pulloissa.

Tulokset osoittavat ensinnäkin saman kuin edellisessä taulukossa todettiin: eri rehu-tehtaiden minkinrehujen kypsytyksessä on suuria eroja. Lisäksi voidaan panna merkille, että samankin tehtaan samanaikaisesti markkinoimissa, eri nimisissä minkinrehuissa on tällaisia eroja. Toisen rehun kypsyysaste saattaa olla vajaa puolet siitä, mitä saman tehtaan toisen, eri nimellä käyvän tuotteen. Edelleen todetaan sama ilmiö, mikä kävi ilmi jo jauhojen kypsytyksokkeissa (SALO ym. 1970): kun kypsytetty jauho seisoo varastossa tärkkelyksen entsyymiherkkyys heikkenee. Eri minkinrehuissa oli tässäkin suhteessa kuitenkin eroja. Niinpä voitiin todeta, että tehtaan C rehut ja tehtaan A hyvin kypsytetty rehu säilyttivät entsyymiherkyytensä sängen korkeana tai vallan muuttumattomana yli vuoden ajan, kun taas tehdas A:n kahdessa huonosti kypsytytyssä tuotteessa tämä ominaisuus aleni puolessa vuodessa noin puoleen alkuperäisestä, ja puolentoista vuoden päästä tulos oli samaa luokkaa kuin täysin käsittelemättömässä jauhossa. Tehdas B:n rehuissakin todettiin keskinäisiä eroja, mutta ei yhtä suuria kuin tehdas A:n rehuissa. Ylipäänsä ne olivat näiden kahden ryhmän keskiväliltä.

Tehdas D:n tämän ryhmän rehut oli jauhettu analyysimyllyllä ennen analyysiä ja se vaikuttaa tuloksia parantavasti, kuten seuraavasta taulukosta käy ilmi. Jauhettuina ne olivat kaiken aikaa vain vähän A<sub>1</sub> rehun alapuolella.

Taulukossa 3 esitetään lisää samanlaista aineistoa. Kyseiset rehut saatiin tehtailta kesäkuussa 1968, mutta vasta noin 4 kk myöhemmin ne jauhettiin analyysikarkeuteen ja analysoitiin. Niistä ei siis ole olemassa heti tuoreena tehtyjä analyysyjä. Toisen kerran

Taulukko 3. Minkinrehujen kypsyysaste. Säilytysajan vaikutus tärkkelyksen entsyymiherkyyteen.

Table 3. Effect of storage-time on the fermentability of starch of hydro-thermally processed mink food.

Sarakkeet a, c, e, g = helposti hajoavaa tärkkelystä % k.a:sta.

„ b, d, f, h = „ „ „ „ % tärkkelyksestä.

Columns a, c, e, g = easily fermentable starch, % of dry wt.

„ b, d, f, h = „ „ „ „ proportion of starch

Tärkkelystä Starch % of dry wt.	Analysoitu Analyzed									
	4 kk päästä		after 4 months		16 kk päästä		after 16 months			
	a	b	huhmaroiden pounding		c	d	e	f	g <sup>1</sup>	h <sup>1</sup>
Hienot jauhot <sup>1</sup>										
Fine meal <sup>1</sup>										
A <sub>5</sub>	57.8	52	90	55	95	52	90	46	80	
C <sub>2</sub>	59.8	57	95	57	95	56	94	54	90	
C <sub>3</sub>	60.7	59	97	59	97	58	96	55	91	
B <sub>4</sub>	57.0	37	65	46	81	37	65	25	44	
D <sub>5</sub>	55.6	39	70	48	86	34	61	25	45	

<sup>1</sup>) g ja h = samat jauhot karkeana

<sup>1</sup>) g and h = same meal in coarse condition

tehtiin analyysit vuotta myöhemmin ja silloin analysoitiin rehut myös kauppakarkeana. Taulukosta 3 nähdään, että tehtaan C molemmat rehut ja tehtaan A jo kahdesta aikaisemmasta näytteestä hyväksi todettu rehu ovat jälleen huomattavasti paremmin kypsytettyjä kuin tehtaiden B ja D rehut. A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> ja A<sub>5</sub> ovat eri aikoina saatuja näytteitä saman nimisestä rehusta. Niiden koostumus ja ominaisuudet osoittautuivat eri näyte-erissä samanlaisiksi. C<sub>2</sub> ja C<sub>3</sub> ovat niinkään keskenään samanlaisia, ja myös aikaisempi saman tehtaan rehu (C<sub>1</sub>) on kypsytysominaisuuksiltaan melkein näiden luokkaa, vaikka sen tärkkelyspitoisuus on alempi. Taulukosta 3 muuten nähdään, että heikomman kypsyysasteen rehuilla lisäjauhatus ennen analysointia vaikuttaa tulokseen enemmän kuin muilla, vaikka silmävaraisesti arvostellen eri rehujen myyntikarkeudessa ei ole ollut suuria eroja.

Taulukoissa 2 ja 3 esitetään tulokset myös käsittelyistä, joissa punnittua näyte-erää on ennen entsyymikäsitteilyä veden kanssa huhmaroitu parin minuutin ajan. Tällainen huhmarointi parantaa pienessä määrin raa'anin tärkkelyksen fermentoitumisherkkyyttä (SALO ym. 1970). Kypsytettyjen viljatuotteiden jyväsiä voidaan mekaanisesti vioittaa paljon helpommin kuin raakaa tärkkelystä, seikka joka on tullut esille sekä omissa kypsytyksokeissa (ibid.) että minkinrehuissa. Voitaneenkin päätellä, että minkinrehujen heikko entsyymialttius johtuu joko kypsytysoireiden puutteellisuudesta (vaikuttavia tekijöitä lämpötila, aika, paine ja vesipitoisuus) tai kypsytetyn tuotteen hienontamistavasta, tai molemmista. Kuten kirjoituksen ensimmäisestä osasta kävi ilmi, pitivät USA:n tämän alan tutkijat (HALE 1965, ERWIN 1966, MATSUSHIMA ym. 1966, ANSTAETT & SUNG 1969) tärkeänä, että kypsytetty maissinjyvät heti kuumana valssataan hyvin ohuiksi hiutaleiksi. Valssaus täydentää puutteellistakin kypsytystä ilmeisesti särkemällä tärkkelysjyväsiä. Hiutaloiminen on suoritettava heti kypsytysoireiden jatkokäsittelynä, jolloin jyvät vielä ovat kuumia (ainakin 25—30°C) ja sisältävät tietyn vesipitoisuuden (ERWIN 1966). Saman kypsytysoireiden läpikäynyt, vasta kuivauksen jälkeen hienonnettu viljarehu ei ole yhtä helposti fermentoituvaa kuin heti kuumana hiutaloitu. Tehtaan C hiutaloituiden minkinrehut ovat muita täydellisemmin fermentoituvia ehkä juuri hiutaloimisprosessin ansiosta. Ne ovat myös ainoita, joissa fermentoitumisherkkyyks säilyy muuttumattomana varastossakin.

Toinen hyvä kypsytysoireiden menetelmä perustuu sekin tärkkelysjyväsien särkemiseen: kostutetut jauhot kypsennetään kovassa paineessa ja johdetaan välittömästi ulkoilmaan (MUDD, C. A. & PERRY 1969). Suuri paine-ero saa tärkkelysjyväsissä aikaan mekaanista särkymistä, mikä entsyymikokeissa ja myös naudalla suoritetuissa ruokintakokeissa ilmenee tärkkelyksen nopeana fermentaationa. Mahdollisesti minkinrehut A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> ja A<sub>5</sub>, jotka ovat vasaramyllyllä jauhettuja, ovat tämäläpisen kypsytysoireiden tuotteita. Taulukossa 2 esitetyt rehut A<sub>3</sub> ja A<sub>4</sub> sen sijaan on kypsytetty vähemmän tehokkaalla menetelmällä.

**Mikroskooppiset tutkimukset.** Taulukon 3 kauppakarkeita rehuja tutkittiin myös kongopunavärjäystä ja polarisaatiota käyttäen. Tulos vastasi varsin hyvin entsyymikokeiden tulosta. Tehtaan C rehut olivat parhaiten kypsytettyjä, niissä ei juuri nimeksikään todettu polarisoivia tai värjäntymättömiä jyväsiä. Tehdas A:n rehu oli tässä suhteessa vähän heikompi, seuraavana oli tehdas D ja viimeisenä tehdas B. Kahdessa viimeksimainitussa näkyi jo varsin runsaasti vioittumattomia tärkkelysjyväsiä. Mikroskooppinen tutkimus osoitti rehujen D ja B välillä vähän suurempaa eroa edellisen hyväksi kuin entsyymikokeen tulokset.

Sulavuustuloksia minkinrehuista. Neljästä taulukossa 3 mainitusta rehusta analysoitiin myös sulavuuskoenäytteet. Perusrehuna kokeissa oli teurasjäte, jonka painomäärästä n. 18 % eli lähes 50 % kuiva-ainesta korvattiin asianomaisella viljarehulla. Johtoaineena oli kromioksidi, mikä määritettiin KIMURA ja MILLERIN (1967) menetelmällä. Taulukossa 4 nähdään tuloksia kokeesta. Ensinnäkin voidaan todeta, että minkki on sulattanut kaikkien rehujen tärkkelystä erittäin hyvin, sulavuudet vaihtelevat rajoissa 97.0—98.7 %. Tämän mukaan kypsytyksen ei tarvitse olla täysin sataprosenttinen kun jo päästään hyvään tulokseen. Kirjallisuusosassa esitetyt kypsytetyn viljarehun sulavuudet ovat järjestään alempia (91.0—94.4 %) (ref. JARL & MELIN 1953) kuin tässä todetut. Nyt on kuitenkin huomattava, että tärkkelystä määritetään hyvin monenlaisilla menetelmillä, eikä niitä kaikkia pidetä läheskään luotettavina (ZELENKA & SASEK 1966). Varsinkin kolorimetrisillä menetelmillä saadaan sonnan tapaisille voimakkaan värisille aineille helposti liian korkeita tärkkelysprosentteja, mikä sitten näkyy liian alhaisena sulavuusprosenttina.

Taulukko 4. Sulavuustuloksia taulukon 3 viljarehuista.

Table 4. Digestibilities of the mink foods presented in Table 3.

	Koe C <i>Exp. C</i>	Koe A <i>Exp. A</i>	Koe B <i>Exp. B</i>	Koe D <i>Exp. D</i>
Tärkkelystä rehussa % k.a:sta <i>Starch in food, % of dry wt.</i>	59.8	57.8	57.0	55.6
Tärkkelystä sonnassa % k.a:sta <i>Starch in faeces, % of dry wt.</i>	2.3	2.4	4.3	4.1
Tärkkelyksen sulavuus-% <i>Digestibility of starch, %</i>	98.6	98.4	97.0	97.0
Rehun kuiva-aineen sulavuus-% <i>Digestibility of food dry matter, %</i>	82.1	78.5	77.8	76.2
Rehun org.aineen sulavuus-% <i>Digestibility of food organic matter, %</i>	83.1	79.9	79.3	77.4

Taulukosta nähdään myös kuiva-aineen ja orgaanisen aineen sulavuudet. Nekin ovat korkeampia kuin kirjallisuusosasta löydettävät pari vertailukelpoista tulosta. Orgaanisen aineen sulavuuteen vaikuttaa kuitenkin hyvin paljon rehuseoksen jauhokoostumus ja taulukossa eri tehtaiden välillä ilmenevät erot johtuvat ilmeisesti lähinnä tästä seikasta. Minkinrehuthan sisältävät erilaisia rehujauhoja ja kokojyväjauhoja sekä pienessä määrin myös muita lisäaineita. Eri tehtailla nämä komponentit esiintyvät erilaisina prosenttiosuuksina. Kuoriaineksen osuus sen vuoksi vaihtelee ja on tuskin luultavaa, että minkin suolistofloora pystyy sulattamaan jyvien hedelmä- ja siemenkuorta kauran ja ohran olkimaisesta ulkokuoresta puhumattakaan, olkoonpa viljatuote kuinka kypsää hyvänsä. NORDFELT ja MELININ (1955) toteama vehnänleseen orgaanisen aineen hyvin alhainen sulavuus — 22.8 % — tukee tätä olettamusta. Vehnänleseeessä on sentään 15—20 % tärkkelystä, saman verran proteiinia ja n. 5 % sokeria (SALO & KOTILAINEN 1970). Sulanut osa ei siis peitä läheskään edes näitä helposti sulaviksi katsottuja aineita. Keiton merkitys minkkien viljarehuissa rajoittuneekin siihen, että keitto parantaa tärkkelyksen ja ehkä pienessä määrin myös valkuaisaineiden sulavuutta.

### *Yhteenveto*

Tutkimuksessa selviteltiin neljän suomalaisen rehutehtaan minkkien viljarehujen kypsyyssastetta. Neljästä rehusta esitetään lisäksi sulavuustuloksia. Arvosteluperustana oli amyloglukosidaasimenetelmä, mutta myös kongopunavärjäystä ja polarisaatiota kokeiltiin. Tutkimuksessa todettiin seuraavaa:

Yhden tehtaan (C) tutkitut kaksi rehuerää olivat erittäin hyvin kypsytettyjä, ts. 95—97 % tärkkelyksestä oli helposti fermentoituvaa. Vain nämä rehut olivat hiutaleina.

Toisen tehtaan (A) yksi rehu, josta tutkittiin kolme eri näytettä, oli tuoreena jokseenkin edellisen veroista (92—95 %). Saman tehtaan kaksi muuta rehua olivat tutkituista näyte-eristä heikoimpia (n. 38 %).

Kahden muun tehtaan (B ja D) rehut olivat tältä väliltä.

Tehtaan C rehujen fermentoitumisherkkyys ei varastoitaessa alentunut ja tehtaan A parhaalla rehulla se aleni vain melko vähän (n. 80 %:iin). Kaikki muut rehut sen sijaan tässä mielessä »vanhenivat» ja yleensä sitä enemmän, mitä heikompi kypsytyksen alunperin oli ollut.

Huhmarointi tai jauhatus analyysimyllyllä paransi tärkkelyksen fermentoitumisherkyyttä heikostikin kypsytetyssä rehussa enemmän kuin raa'assa jauhossa. Eri tehtaiden rehuissa todetut erot ilmeisesti johtuivat joko kypsytyksen tai jauhatuksen eroavuuksista, tai molemmista.

Entsyy mikokeella saatiin kvantitatiivisia tuloksia, kongovärjäyksellä ja polarisaatiolla vain summattaisia arviointeja. Keskenään eri menetelmien tulokset olivat kutakuinkin yhtäpitäviä.

Neljästä rehusta tehdyt sulavuuskokeet osoittivat, että tärkkelyksen sulavuus vasta kypsytetyissä rehuissa oli 97.0—98.6 %. Orgaanisen aineen sulavuus oli vastaavasti 77.5—83.1 %. Huonoimmin kypsytetyt rehut edustivat alempia lukuja, mutta kaikkien sulavuus voidaan katsoa hyväksi.

### KIRJALLISUUS

- ANSTAETT, F. R. & SUNG, A. C. 1969. Evaluating hydro-thermal processed grains. *Feedstuffs* 41 (no 19): 19.
- ERWIN, E. S. 1966. Pressure cooking grain for cattle rations. *Ibid.* 38 (no 7): 60.
- HALE, W. H. 1965. Thin flake steam-processed milo and barley for cattle. *Ibid.* 37 (no 27): 40.
- JARL, F. & MELIN, G. 1953. Utfordringsförsök med okokt och kokt cerealiefoder till mink. *Våra pälsdjur* 24: 222—229.
- KIMURA, F. T. & MILLER, V. L. 1957. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. *J. Agric. Food Chem.* 5: 216.
- MATSUSHIMA, J. K., JOHNSON, D. E., HEEDNEY, M. W. & WEICHTHAL, B. A. 1969. Greater feed efficiency from flaked corn. *Feedstuffs* 38 (no 4): 29.
- MUDD, C. A. & PERRY, T. W. 1969. Raw cracked vs. expanded gelatinized corn for beef cattle. *J. Animal Sci.* 28: 822—826.
- NORDFELT, S., MELIN, G. 1955. Smältbarhetsförsök med mink. *Våra pälsdjur* 26: 105—109.
- PESSO, K. 1967. Viljarehun kypsennyksestä. *Turkistalous* 39: 260—267.
- RIMMENSÄTTEN, H. 1951. Forsök med koking av kullhydratkraftföret till solvrev-, blårev- og minkkvalper. *Norsk Pelsdyrblad* 25: 329—336.
- SALO, M.-L., KORHONEN, I. & LEHTONEN, U.-R. 1970. Märkäkuumennus tärkkelyksen entsyymattisen hajoamisen tehostajana. I. Tärkkelyspreparaateilla ja jauhetulla viljalla tehdyt kokeet. *J. Sci. Agr. Soc. Finl.* 42: 154—164.

- »— & KOTILAINEN, K. 1970. On the carbohydrate composition and nutritive value of some cereals. *Ibid.* 42: 21—29.
- »— & SALMI, M. 1968. Determination of starch by the amyloglucosidase method. *Ibid.* 40: 38—45.
- ZELENKA, S. & SASEK, A. 1966. Bewertung von analytischen Methoden zur Stärkebestimmung. *Stärke* 18: 77—81.
- ÄHMAN, G. 1959. Smältbarhetsförsök med mink. *Våra pälsdjur* 30: 4—7.

## SUMMARY

## IMPROVING THE FERMENTABILITY OF STARCH BY HYDRO-THERMAL PROCESSING

## II. Studies relating to cereal foods for mink

MAIJA-LIISA SALO, IRMELI KORHONEN and ULLA-RIITTA LEHTONEN

*Department of Animal Husbandry, University of Helsinki*

The cooking degree of cereal foods for mink, produced by four Finnish food mills, has been investigated. Data are presented on the digestibility of four cereal foods. The evaluation was based upon the fermentation of the starch by the amyloglucosidase method, without pre-gelatinization of the samples. The following results were noted:

- The foods of mill C were well processed, i.e. 95—97 % of the starch was easily fermentable. Only these foods were in a flaked condition.
- In the fresh state, one food of mill A displayed fairly good (92—95 %) fermentability, whereas two other foods from the same mill showed the poorest fermentability (about 38 %) in the test series.
- The samples received from the two other mills (B and D) were of intermediate quality.
- The fermentability of the foods from mill C was not reduced on storage. The fermentability of the best mill-A food was somewhat reduced (to about 80 %). On the other hand, all other foods became 'over aged', the degree of aging being the greater the poorer the original hydro-thermal treatment.
- The results obtained by amyloglucosidase, optical birefringence and the Congo-red staining method, respectively, were in general in agreement. The enzymatic method appeared to be suitable for quantitative determinations, whereas only rough estimations could be made by microscopy.
- The digestibility of the starch in the freshly processed foods ranged from 97.0 to 98.6 %. Correspondingly, the digestibility of the organic matter ranged from 77.5 to 83.1 %. The lower figures relate to the less processed foods; nevertheless, the digestibility of all foods investigated can be considered good.