

SUOMALAISEN LEIVÄN FYTIINIHAPPOPITOISUUDESTA

RAKEL KURKELA, EEVA KORHONEN, MARJATTA ROSSANDER ja
PAAVO ROINE

Yliopiston ravintokemian laitos, Helsinki.

Saapunut 20. 4. 1953

Viljatuotteiden rakitogeenisen vaikutuksen totesi ensimmäisenä MELLANBY (11) osoittamalla, että nuoret koiranpennut sairastuivat sitä vaikeampaan riisitautiin, mitä enemmän niiden ruoka sisälsi viljatuotteita. BRUCE ja CALLOW (3) liittivät rakitogeenisen vaikutuksen viljatuotteiden korkeaan fytiinihappopitoisuuteen. Koska suurin osa jyvien sisältämästä fosforista on fytiinihapon Ca- ja Mg-suolana, joka ei sellaisenaan imeydy, ja hajoaa ihmisen ruoansulatuskanavassa hyvin vähäisessä määrässä inositoliksi ja fosforihapoksi (18), päättelivät BRUCE ja CALLOW viljan aiheuttaman riisitaudin johtuvan imeytyvän fosforin puutteesta. HARRISON ja MELLANBY (5) puolestaan esittivät kokeittensa perusteella viljatuotteiden aiheuttaman riisitaudin synnystä toisen teorian. Sen mukaan kalsiumfytaatin liukenevaisuus on niin huono, että se saostuu suolistossa vallitsevissa olosuhteissa. Seurauksena on, että tämä kalsiummäärä ei imeydy, ja riisitauti aiheutuu siis kalsiumin puutteesta. HOFF-JÖRGENSEN (6) totesikin, että fytiinihappo muodostaa pH 4.6 ja 6.9:n välillä liukenemattoman pentakalsiumfytaatin, jonka muodostumisesta suolistossa fytiinihapon kalsiumin absorptiota häiritsevä vaikutus näyttää johtuvan.

Verrattaessa toisiinsa eri viljalajien rakitogeenista vaikutusta ja fytiinihappopitoisuutta havaittiin, etteivät nämä olleetkaan aina suoraan verrannollisia kuten MELLANBYN teorian mukaan olisi ollut odotettavissa. Niinpä esim. kauran ja maissin vaikutus oli suurempi kuin niiden fytiinihappopitoisuus olisi edellyttänyt (4). Tämä ristiriita sai selityksensä PEDERSENIN (14) selvitettyä, että eri viljalajien rakitogeeninen vaikutus oli riippuvainen paitsi niiden fytiinihappopitoisuudesta myös niiden sisältämän fytiinihappoa hajoittavan entsyymin, fytaasin, aktiivisuudesta. PEDERSEN totesi, että voimakkaimmin rakitogeenisiksi havaituissa viljalajeissa kaurassa ja maississa fytaasin aktiivisuus oli hyvin pieni verrattuna esim. vehnään ja rukiiseen. On ilmeistä, että viljan sisältäessä aktiivista fytaasia tämä entsyymi hajoittaa osan fytiinihaposta ruoan valmistuksen aikana. Tämä fytiinihapon entsyymaattinen hajoaminen on merkittävä etenkin leivän valmistuksessa,

jossa entsyymillä on mahdollisuus toimia suhteellisen kauan. Leivän fytiinihappopitoisuus onkin, kuten monissa maissa suoritetuissa tutkimuksissa on osoitettu (7, 9, 16, 17, 13, 20), huomattavasti alhaisempi kuin vastaavien jauhojen, määrän riippuessa käytetyn viljatuotteen laadusta ja leivän valmistustavasta. Valkean vehnäleivän fytiinihappopitoisuus on eri tutkimusten mukaan hyvin alhainen (0—28 mg/100 g) (7, 17), kokojyvävehnäleivän taas huomattavan korkea (120—320 mg/100 g) (17). Fytiinihapon hajoamiselle erityisen edulliseksi on todettu ruisleivän valmistus hapattamalla, jolloin jauhojen fytiinihapon on parhaassa tapauksessa todettu hajoaneen kokonaan (17).

Suomalaisessa ruokavaliossa on viljatuotteita suhteellisen runsaasti ja ne nautitaan valtaosalta leipänä ja puuroina. Puuroja valmistettaessa lisätään viljatuote yleensä kuumaan veteen, joten tällöin ei entsyymattista fytiinihapon hajoamista sanottavasti ennätä tapahtua. Puurojen fytiinihappopitoisuus onkin täten helposti arvioitavissa kun käytetyn viljatuotteen fytiinihappopitoisuus tunnetaan. Leipien suhteen asia on olennaisesti toinen, koska fytiinihappopitoisuuden vaikuttavat tällöin muutkin tekijät. Jotta voitaisiin saada yleiskuva leipienkin fytiinihappopitoisuudesta ja siten koko fytiinihappokysymyksen merkityksestä suomalaisessa kansanravitsemuksessa, esitetään seuraavassa tuloksia tutkimuksista, joissa määritettiin tärkeimpien suomalaisten leipätyyppien fytiinihappopitoisuuksia.

Tutkittu aineisto ja käytetyt menetelmät

Tutkimuksen kohteena olivat seuraavat leipätyypit: pehmeä ja kova ruisleipä (hapan ja happamaton), grahamleipä, ohraleipä, ohravehänäleipä ja valkea vehnäleipä (ranskanleipä). Leivät saatiin pääasiassa Osuusliike Elannon, Helsingin Meijeriliike Oy:n ja Helsingin Höyryleipomomien leipomoista¹ ja joitakin valmistettiin laboratoriossa itse. Muutamia happamia ruisleipiä hankittiin lisäksi maaseudulta. Leivistä määritettiin kuiva-aine, pH, ja fytiinihappofosfori sekä leipien valmistukseen käytetyistä jauhoista kuiva-aine, fytiinihappofosfori ja kokonaisfosfori.

Kuiva-aineen määrittämisessä leipä leikattiin n. 0.5 cm:n paksuisiksi viipaleiksi, jotka esikuivattiin korkeintaan 50°C:n lämpötilassa. Sen jälkeen leipä jauhettiin ja punnitut näytteet kuivattiin 1 t 130 ± 3°C:ssa.

Jauhojen kuiva-aine määritettiin kuivaamalla 1 t 130 ± 3°C:ssa.

pH määritettiin elektrometrisesti Beckman'in pH-mittarilla American Association of Cereal Chemists'in (1) menetelmää käyttäen.

Fytiinihappofosfori määritettiin McCANCE ja WIDDOWSONIN (10) mukaan, kuitenkin niin muunnettuna, että suodatettua uutetta otettiin 40 ml:n asemasta vain 20 ml, mikä täytettiin 50 ml:ksi. Tästä liuksesta pipetoitiin 10 ml ja saostettiin 2 ml:lla FeCl₃-liuosta (pro 20 ml ja 4 ml).

Kokonaisfosfori määritettiin BERENBLUM ja CHAININ (2) mukaan. Väriin voimakkuus mitattiin Beckman'in spektrofotometrillä aallonpituudella 700 μm.

¹ Osuusliike Elanto r.l.:lle, Helsingin Meijeriliike Oy:lle ja Helsingin Höyryleipomolle saamme tässä yhteydessä lausua parhaat kiitokset ystävällisestä avusta materiaalin hankkimisessa.

Taulukko 1. Fytiinihapon hajoaminen eri leipälaatuja valmistettaessa.
 Table 1. The decomposition of phytic acid in the preparation of different types of bread.

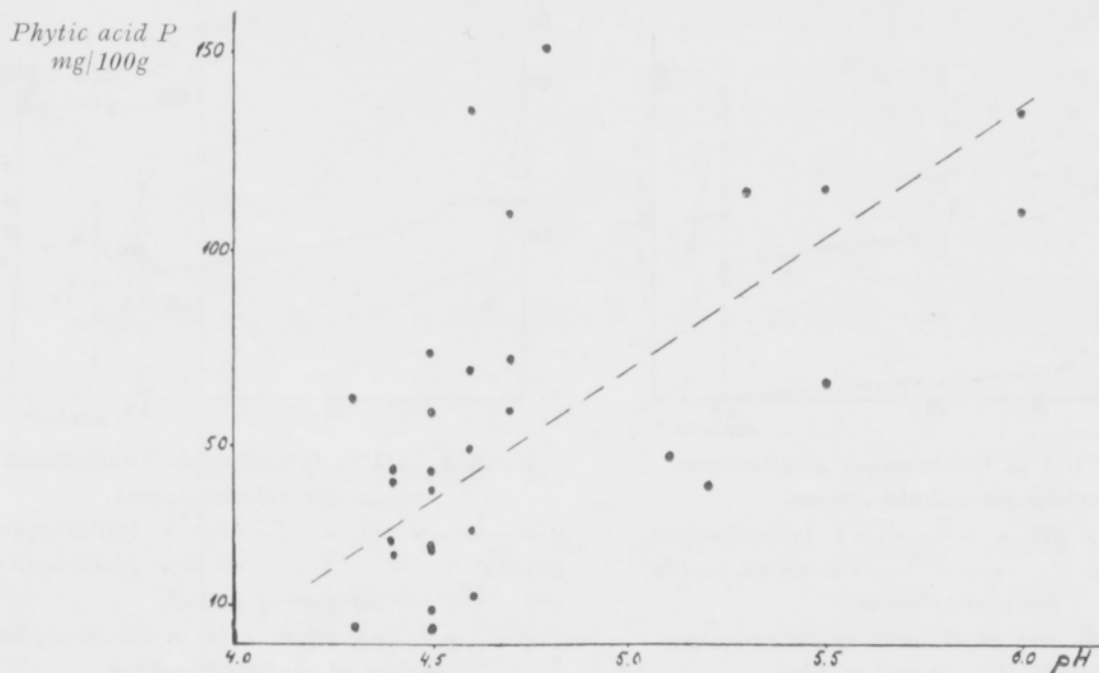
Leipälaatu - <i>Type of bread</i>	Näytteiden lukumäärä <i>Number of samples</i>	Jauho - <i>Flour</i>		Leipä - <i>Bread</i>		Fytiinihappoa hajonnut % - <i>Per cent decomposition of phytic acid</i>
		Kok.-P <i>Total-P</i>	Fytiinihappo-P <i>Phytic acid-P</i>	pH	Fytiinihappo-P mg/ 100 g kuiva-ainetta <i>Phytic acid-P mg/100 g (dry basis)</i>	
		mg/100 g kuiva-ainetta <i>mg/100 g (dry basis)</i>				
Ruisleipä, hapan <i>Soft whole-meal rye bread, sour</i>	21	295—400	224—278	4.3—4.7	5—110	45—98
Ruisleipä, happamaton <i>Soft whole-meal rye bread, less sour</i>	6	295—380	210—260	5.0—6.0	41—135	48—81
Maalaisruisleipä <i>Soft whole-meal rye bread, country type</i>	3		262—333	4.3—4.8	14—151	53—95
Näkkileipä, hapan <i>Hard, thin whole-meal rye bread, sour</i>	3	370—475	275—293	4.3—5.1	40—97	67—85
Näkkileipä happamaton <i>Hard, thin whole-meal rye bread, less sour</i>	11	360—475	224—293	5.4—6.1	94—147	34—59
Grahamleipä <i>Whole-meal wheat bread</i>	9	260—390	202—300	5.8—6.0	91—179	13—55
Ohrleipä <i>Whole-meal barley bread</i>	2	255—330	165—220	5.7	105—140	36
Ohra-vehnäleipä <i>Barley-wheat bread</i>	2	205—225	132—147	6.0	55—62	58
Ranskanleipä <i>French loaf</i>	3	110—133	32—75	5.8—6.0	15—31	38—80

Tulokset

Pehmeä ruisleipä.

Määritykset suoritettiin kaikkiaan 30 happamasta ja happamattomasta leivästä, joista 21 näytettä oli tehdasvalmisteista, 3 maalaisleipää ja 6 leipää valmistettiin itse. Kaikki leivät oli valmistettu kokojyväjauhoista. Määritysten tulokset käyvät ilmi taulukosta 1. Ne osoittavat, että kaikissa ruisleivissä oli valmistuksen aikana suuri osa fytiinihaposta hajonnut, hajoamisprosentin vaihdella 45—98 %. Hajoamisen riippuvaisuutta leipien happamuudesta esittää kuva 1. Kutakin näytettä vastaa kuviossa yksi piste, pysty akselin osoittaessa fytiinihappofosforin määrää ja vaakasuoran akselin pH-arvoa. Vaikkakin hajoitus on melkoisen suuri, mikä johtuu käytettyjen jauhojen ja valmistustapojen erilaisuudesta, on selvästi nähtävissä, että alhaisimmat fytiinihappopitoisuudet esiintyvät happamissa leivissä, kun taas eniten fytiinihappoa sisältävät leivät ovat »happamattomia». Tämä onkin ymmärrettävää, koska rukiin fytaasin optimi-pH:n on todettu olevan lähellä pH 5:tä (7, 14, 17).

Happaman ruisleivän valmistustapoja on meillä monia. Päättyyppeinä voidaan erottaa kaksivaiheinen ja kolme- (tai useampi-) vaiheinen hapantaikinan valmistus-



Kuva 1. Ruisleipien pH ja fytiinihappo.

Fig. 1. pH and phytic acid of the soft whole-meal rye breads.

menetelmä. Kaksivaiheisessa menetelmässä valmistetaan taikinan hapatin («juuri») koko tarvittavasta vesimäärästä ja pienestä osasta (n. 1/4—1/5) jauhoja ja juuren hapannuttua lisätään loput jauhot kerralla taikinaan. Kolmivaiheinen menetelmä eroaa edellisestä siinä, että jauhot lisätään taikinaseokseen kolmena eränä ja seoksen annetaan aina lisäysten välillä hapantua. Teollisuudessa käytetään hapantaikinan valmistuksessa jälkimmäistä, puolihappaman valmistuksessa edellistä menetelmää (8), kotitaloudessa eri muunnelmina molempia.

Tutkituissa maalaisleivissä oli kolmivaiheisella menetelmällä valmistetussa leivässä yli 90 % fytiinihaposta hajonnut, kun taas kaksivaiheisella menetelmällä valmistetuissa hajoamisprosentti oli vain n. 50 %.

Valmistustavan vaikutuksen selvittämiseksi tehtiin koe, jossa taikinat valmistettiin kahdessa ja kolmessa vaiheessa seuraavasti:

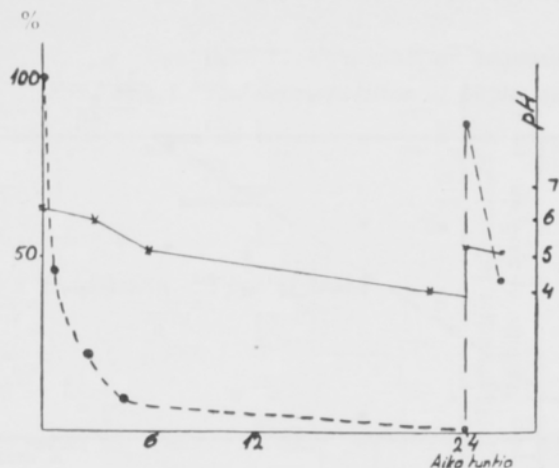
Kaksivaiheinen menetelmä:

1. vaihe, hapatin: siementä + 20 % jauhoista + 100 % vedestä.
2. vaihe, taikina: hapatin + 80 % jauhoista.

Kolmivaiheinen menetelmä:

1. vaihe, hapatin: siementä + 15 % jauhoista + 35 % vedestä.
2. vaihe, elvyte: hapatin + 30 % jauhoista + 50 % vedestä.
3. vaihe, taikina: elvyte + 55 % jauhoista + 15 % vedestä.

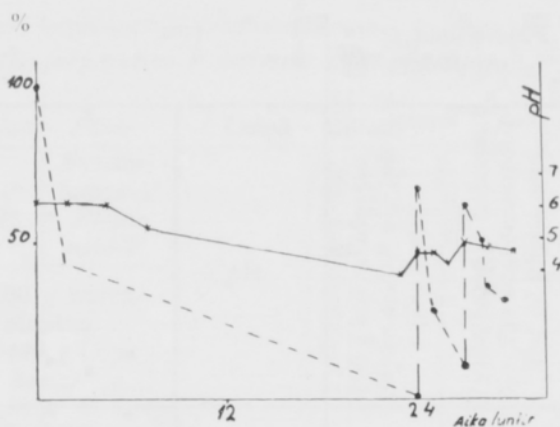
Seoksen happamuus ja fytiinihappofosfori määritettiin ennen kutakin jauhojen lisäystä ja heti sen jälkeen. Kuva 2 esittää fytiinihappofosforin ja happamuuden muutoksia kaksivaiheisessa ja kuva 3 vastaavia muutoksia kolmivaiheisessä menetelmässä. Kuten kuvista nähdään, ennättää fytiinihappo hajota kolmivaiheisen menetelmän kahdessa esivaiheessa melkein kokonaan, joten taikinassa on sen val-



Kuva 2. pH ja fytiinihappo 2-vaiheisessa ruisleivän valmistuksessa.

x ——— x pH • ——— • fytiinihappoa jäljellä, %.
• ——— • *phytic acid in per cent of initial.*

Fig. 2. pH and phytic acid in the two-phase method of rye-bread making.



Kuva 3. pH ja fytiinihappo 3-vaiheisessa ruisleivän valmistuksessa.

x ——— x pH • ——— • fytiinihappoa jäljellä, %.
• ——— • *phytic acid in per cent of initial.*

Fig. 3. pH and phytic acid in the three-phase method of rye-bread making.

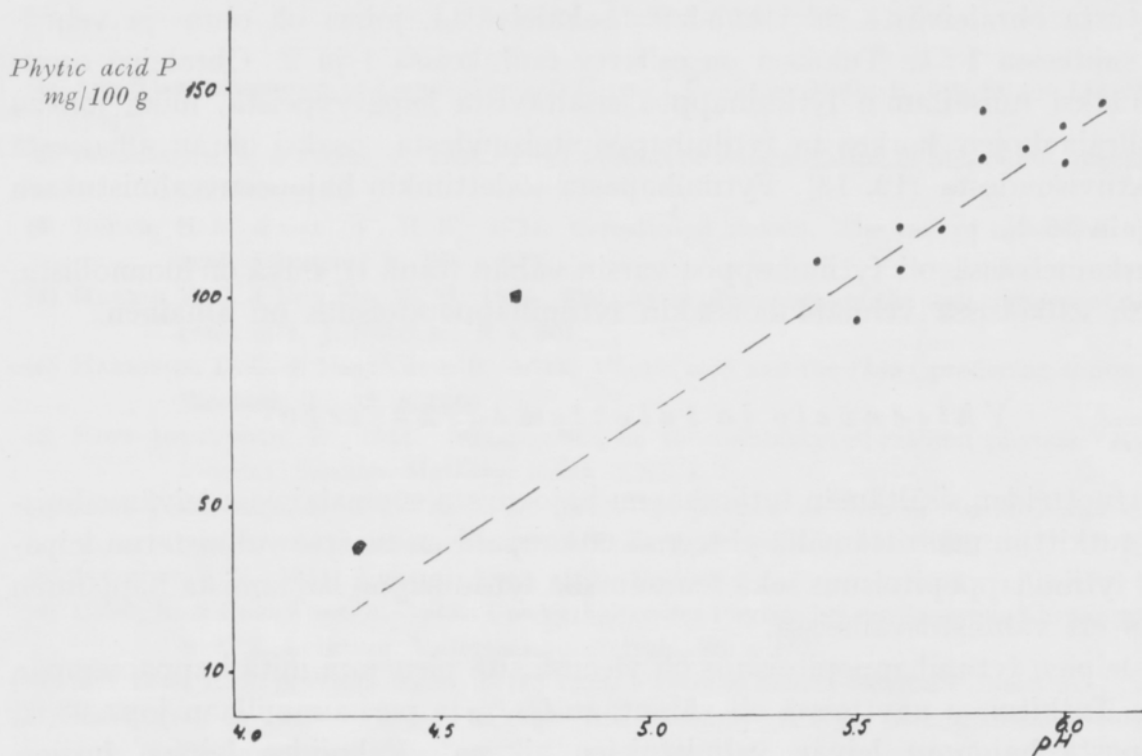
mistuessa jäljellä vain viimeisessä vaiheessa lisättyjen jauhojen fytiinihappo, eli n. 55—60 % käytetyn jauhomäärän alkuaan sisältämästä määrästä. Kaksivaiheisessa menetelmässä, jossa lopullista taikinaa valmistettaessa happattimeen lisätään yhdellä kertaa 80 % jauhoista, on taikinan valmistuessa sitävastoin fytiinihaposta vielä hajoamatta noin 80 %. Koska taikinan happamuus tässä vaiheessa on molemmissa tapauksissa fytaasin toiminnalle edullinen, tasoittaa pitkä nousutus- ja paistoaika (leipien ollessa suurikokoisia) kuitenkin eroavuutta eri menetelmien valmistettujen leipien fytiinihappopitoisuuksissa. Tämä käykin kokeesta ilmi, sillä valmiiden leipien fytiinihappopitoisuuksien ero on huomattavasti pienempi kuin vastaavien taikinoiden välinen ero.

N ä k k i l e i p ä.

Näkkileivissä, joita tutkittiin yhteensä 14 näytettä, on happamuuden vaikutus leivän fytiinihappopitoisuuteen todettavissa vielä selvemmin kuin pehmeissä ruisleivissä (taulukko 1 ja kuva 4). Happamissa näkkileivissä (pH 4.3—5.1) on jauhojen fytiinihaposta hajonnut 67—85 %, kun taas happamattomissa (pH 5.5—6.1) vastaavat luvut ovat 34—59 %. Fytiinihapon hajoamis-% näkkileipää valmistettaessa on ollut keskimäärin 10—20 % pienempi kuin happamuudeltaan vastaavan pehmeän ruisleivän valmistuksessa, mikä ilmeisesti johtuu fytaasin nopeammasta termisestä inaktivoitumisesta ohuita näkkileipiä paistettaessa.

H i i v a l e i p ä.

Useimmat tutkituista hiivaleivistä olivat kaupallisia grahamleipiä (9 kpl), jotka eivät ole pelkästään kokojyväjauhoista valmistettuja, vaan sisältävät osittain myös valkoisia vehnäjauhoja. Seitsemässä näytteessä, jotka kaikki olivat saman leipomom valmistamia, oli fytiinihappofosforin määrä varsin korkea, useimmissa



Kuva 4. Näkkileipien pH ja fytiinihappo.

Fig. 4. pH and phytic acid of the hard thin whole-meal rye-breads.

tapauksissa yli 170 mg/100 g (taul. 2), joten fytiinihapon hajoamisprosentti oli jäänyt hyvin alhaiseksi (keskimäärin 25 %:ksi). Kahdessa tapauksessa fytiinihappofosforin määrä oli huomattavasti edellä mainittua alhaisempi, suuruusluokkaa 100 mg/100 g fytiinihapon hajoamisprosentin ollessa tällöin 55 %. Viimeksi mainitut vähän fytiinihappoa sisältävät grahamleivät olivat eri leipomon valmistamia kuin edelliset, joten ero johtunee valmistustavan erilaisuudesta.

Aikaisemmin Suomessa runsaastikin käytetyn ohraleivän ja ohravehnäleivän fytiinihappopitoisuuden selvittämiseksi tehtiin määriytykset kahdesta laboratorioissa

Taulukko 2. Fytiinihappofosforin määrä hiivaleivissä.

Table 2. The phytic acid content of «yeast-breads»

Leipälaatu Type of bread	Fytiinihappofosforia, mg/100 g kuiva-ainetta Phytic acid phosphorus, mg/100 g (dry basis)	
	eri näytteissä in different samples	keskim. average
Grahamleipä Whole-meal wheat bread	179, 176, 176, 175, 175	155
Ohraleipä Whole-meal barley bread	174, 142, 105, 91	123
Ohra-vehnäleipä Barley-wheat bread	140, 105	123
Ranskanleipä «French loaf»	62, 55	58
	31, 15, 20	22

valmistetusta ohraleivästä sekä kahdesta sekaleivästä, joissa oli ohra- ja vehnä- jauhoja suhteessa 1 : 1. Tulokset on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Ohraleipä osoit- tautui erääksi runsaimmin fytiinihappoa sisältävistä leipätyypeistä, mikä johtuu osaksi ohrajauhojen korkeasta fytiinihappopitoisuudesta, osaksi ohran alhaisesta fytaasiaktiivisuudesta (12, 13). Fytiinihaposta todettiin hajoneen valmistuksen aikana vain 36 %.

Ranskanleivässä oli fytiinihappoa varsin vähän (taul. 1), mikä on luonnollista, koska itse valkoisissa vehnäjauhoissakin fytiinihappopitoisuus on alhainen.

Yhteenveto ja tulosten tarkastelu

Viljatuotteiden sisältämän fytiinihapon hajoamista suomalaisessa leivänvalmis- tuksessa tutkittiin määrittämällä yhteensä 60 kaupallisen tai itse valmistetun leipä- näytteen fytiinihappopitoisuus sekä seuraamalla fytiinihapon hajoamista happamen ruisleivän eri valmistusvaiheissa.

Ruisleipien fytiinihappopitoisuus oli yleensä sitä pienempi mitä happamempaa leipä oli. Tutkituissa näytteissä oli vähintään 50 % ja parhaimmillaan jopa 98 % fytiinihaposta hajonnut leivän valmistuksen aikana. Valmiiden leipien fytiini- happofosforin määrä vaihteli välillä 5—151 mg/100 g. Kolmivaiheisessa valmistus- menetelmässä hajoaminen tapahtui tehokkaammin kuin kaksivaiheisessa menetel- mässä. Näkkileivissä fytiinihapon hajoamisprosentti oli 10—20 % pienempi kuin happamuudeltaan vastaavissa pehmeissä leivissä.

Runsaimmin fytiinihappoa sisältäviksi leipätyypeiksi todettiin graham- ja ohrajauhoista valmistetut hiivaleivät. Niiden valmistuksen aikana jauhojen fytiini- haposta hajoaa keskimäärin vain 25—35 %. Valmiiden leipien keskimääräinen fytiinihappofosforipitoisuus oli 120—170 mg/100 g.

Viljatuotteiden kulutus Suomessa nykyään on arvioitu keskimäärin 315 g:ksi henkeä ja päivää kohti, josta määrästä noin 100 g on ruista, 50 g kokojyvävehnää, 125 g valkoista vehnäjauhoa ja loput kauraa ja ohraa (15). Jos oletetaan, että ruis ja vehnä nautitaan leipänä ja muu vilja puuroksi valmistettuna, sisältää suoma- lainen ruoka edellä esitetyistä tuloksista saatujen keskimääräisten fytiinihappo- fosforipitoisuuksien mukaan laskettuna päivittäin leivässä n. 155 mg ja puurossa n. 75 mg eli yhteensä n. 230 mg fytiinihappofosforia. Olettaen, että fytiinihappo poistuu suolistosta pentakalsiumfytaattina (6), saostaa tämä fytiinihappomäärä n. 240 mg kalsiumia. Mainitut viljatuotteet itse sisältävät 90 mg kalsiumia (19), joten nautittujen viljatuotteiden voidaan laskea riistävän muun ruoan sisältämästä kalsiumista 150 mg eli määrän, joka sisältyy esim. 125 ml:aan maitoa. Ottaen huomioon, että suomalainen ruokavalio sisältää keskimäärin yli 1300 mg (15) kalsiumia henkeä ja päivää kohti, voidaan fytiinihapon sitomaa kalsiumin määrää pitää varsin pienenä. Näin ollen näyttää viljatuotteiden ruokamme kalsiumtaloutta huonontava vaikutus suhteellisen vähäiseltä.

KIRJALLISUUTTA

- (1) American Association of Cereal Chemists Cereal Laboratory Methods, 5th Ed., s. 158. Minneapolis 1947.
- (2) BERENBLUM, I. & CHAIN, E. 1938. The colorimetric determination of phosphate. *Biochem. J.*, **32**, s. 295.
- (3) BRUCE, H. M. & CALLOW, R. K. 1934. Cereals and rickets. The role of inositolhexaphosphoric acid. *Biochem. J.*, **28**, s. 517.
- (4) HARRIS, R. S. & BUNKER, W. M. 1935. The phytin phosphorus of the corn component of a rachitogenic diet. *J. Nutrition* **9**, s. 301.
- (5) HARRISON, D. C. & MELLANBY, E. 1939. Phytic acid and the ricketsproducing action of cereals. *Biochem. J.*, **33**, s. 1660.
- (6) HOFF-JØRGENSEN, E. 1944. Investigation on the solubility of calcium phytate. *Kgl. Danske Vidensk. Selskab. Mat.-fys. Medd.* **XXI**, s. 7.
- (7) HOFF-JØRGENSEN, E. & PORSDAL, V. 1947. On phytase activity in rye flour and the phytate content of rye bread. *Trans. Dan. Acad. Techn. Sci.*, Nr. 2.
- (8) ITRONEN, J. V. 1951. *Leipurin kirja*, s. 92. Helsinki.
- (9) LANG, K. & EBERWEIN, A. 1948. Das Verhalten des Phytins bei der Sauerteigführung von Roggenbrot. *Z. Lebensm. Untersuch. u. Forsch.*, **88**, s. 153.
- (10) McCANCE, R. A. & WIDDOWSON, E. M. 1935. Phytin in human nutrition. *Biochem. J.*, **26**, s. 2694.
- (11) MELLANBY, E. 1920 — *Lancet*, **1**. 1290. Ref. Mellanby, *A story of nutritional research*, s. 208, Baltimore 1950.
- (12) MELLANBY, E. 1950. *A story of nutritional research*, s. 260. Baltimore.
- (13) MØLLGAARD, H. & LORENZEN, K., HAUSEN, I. G. & CHRISTENSEN, P. E. 1946. On phytic acid, its importance in metabolism and its enzymic cleavage in bread supplemented with calcium. *Biochem. J.*, **40**, s. 589.
- (14) PEDERSEN, J. G. A. 1940. Experimental rickets hos svin. Beretning fra Landøkonomisk Forsøkslaboratorium, n:o 193, København. Ref. Mellanby, *A story of nutritional research*, s. 257.
- (15) Ravintotasekomitean suorittama arvio, 1952.
- (16) SCHULERUD, A. 1944. The contents of phytic acid P in Norwegian flour and bread types I. *Acta Physiol. Scand.*, **8**, s. 259.
- (17) — 1947. The contents of phytic acid P in Norwegian flour and bread types II. *Acta Physiol. Scand.*, **14**, s. 1.
- (18) STARKENSTEIN, E. 1910. Die biologische Bedeutung der Inositphosphorsäure. *Biochem. Z.*, **30**, s. 56.
- (19) TURPEINEN, O. & ROINE, P. 1952. *Ruoka-ainetaulukko*, s. 10. Helsinki.
- (20) WIDDOWSON, E. M. 1941. Phytic acid and preparation of food. *Nature*, **148**, s. 219.

SUMMARY:

ON THE PHYTIC ACID CONTENT OF FINNISH BREADS

RAKEL KURKELA, EEVA KORHONEN, MARJATTA ROSSANDER and PAAVO ROINE

Department of Nutritional Chemistry, University of Helsinki, Finland

60 commercial bread samples representing the types of bread most commonly used in Finland were analyzed for their phytic acid content. Several bread samples were made in the laboratory and in some cases the decomposition of phytic acid was followed during the different phases of bread making process.

The phytic acid content of rye bread was found to decrease with increasing acidity. In the samples investigated at least 50 per cent, in the best cases even 98 per cent, of the phytic acid originally found in the flour had been decomposed during the baking, the finished bread containing 5 to 151 mg of phytic acid phosphorus in 100 grams dry matter. The decomposition was more complete in the breads made by a three-phase baking procedure than in those baked in two phases.

In thin hard rye breads the decomposition of phytic acid was 10—20 % lower than the corresponding percentage in the soft breads of the same acidity.

The highest phytic acid content, 120—170 mg phytic acid phosphorus per 100 grams, was found in the so-called yeast-breads made from wholemeal wheat or barley. The decomposition in these cases were as low as 25—35 %.

The total per capita consumption of cereal products in Finland has been estimated to average 315 grams per day. Of this amount about 100 grams is rye, 50 grams whole-meal wheat, 125 grams white wheat flour, and the rest oats and barley. Assuming that rye and wheat are consumed as bread and other cereals as porridge, it can be calculated on the basis of the above results that the total phytate phosphorus content of bread amounts to about 155 mg and that of porridge to 75 mg per person per day. These amounts of phytic acid are able to bind a total of 240 mg calcium as pentacalciumphytate. Taking the cereals' own calcium content (about 90 mg) into consideration it can be calculated that the cereals consumed may render about 150 mg calcium of other foodstuffs unavailable. Since the average Finnish diet consists of at least 1300 mg of calcium per day the total loss due the phytic acid of cereals cannot be considered to constitute a serious nutritional problem.

MAATALOUSTIETEELLINEN AIKAKAUSKIRJA

TOIMITUSKUNTA

Ilmari Poijärvi

Päätoimittaja

Tikkurila. Puh. 831 244 ja 831 308

E. A. Jamalainen

Toimitussihteeri

Tikkurila. Puh. 831 419 ja 831 318

E. Kitunen, J. O. Sauli, Erkki Kivinen, Aarne Virtamo

MAATALOUSTIETEELLISTÄ AIKAKAUSKIRJAA

ilmestyy 4 vihkoa vuodessa sisältäen kukin 2—4 painoarkkia

Käsikirjoitukset lähetetään joko päätoimittajalle tai toimitussihteerille (os. Tikkurila) tai jollekin toimitusvaliokunnan jäsenelle

SUOMEN MAATALOUSTIETEELLINEN SEURA

Puheenjohtaja:

Professori Onni Pohjakallio,
Viikin koetila, Malmi

Sihteeri:

Professori V. Vainikainen,
Kasarmik. 38 A 8, Helsinki

Varapuheenjohtaja:

Professori Antti Mäki,
Mannerheimintie 35 B, Helsinki

Rahastonhoitaja:

Maisteri Aarne Virtamo,
Maataloushallitus, Helsinki

Kitjastonhoitaja:

Maisteri Majlis Tulander, Hallituskatu 3, Helsinki