

乳兒食品의 消化率과 營養的 意義

延世大學校 家政大學 食生活科

홍기욱·유재자

<지도 김형수·이기열 교수>

Digestibility of Infant Food and its Nutritional Meaning.

Hong Ki Wook. Yoo Jai Ja

Dept. of Food and Nutrition, College of Home Economics Yon-Sei University

(Guide: Prof. Kim Hyoung Soo, Lee Ki Yul)

= Abstract =

Digestibilities of flour of white wheat, barley, potato, sweet potato, are 5~11 percent (3hrs.) in unripe starch state and in gelatinization, digestibilities are up to 20~30 percent (3hrs.).

And in two states, digestibilities of flour of potato and sweet potato are lower than barley and white wheat flour.

If it is not gelatinization, digestibilities of biscuit and cracker are much lower than popped cake (29%). In gelatinization, digestibilities of biscuit and cracker (19~29%, 3hrs.) are similar to gelatinized flour of materials.

Digestibilities of bread and castera is 21~32 percent, it is similar to gelatinized flour of materials. And bread is higher than castera.

Digestibility of on the marketing weaning food (II) (15%, 3hrs.) is much lower than food (I) (24.1%, 3hrs.)

When the date of manufacturing passed 1~2 months, digestibility of some cookies have a tendency to low.

When mothers choice the infant weaning food, they consider metritritional value (42%) and digestibility (27%). Also when they make weaning food at home, they generally use flour of rice (41%) and white wheat (23%).

And they think, the rate of digestion is 49% in the rice flour and white wheat (23%).

It was sort of cooked of rice (16%) and weaning food on the marketing (13%), which accepts to good digest. Also it was sort of biscuits (44%) which comparatively high choice snack food.

I. 緒 論

現在 市中에서 販賣되고 있는 國產幼兒食品과 麥류, 과자류와 그 材料粉들에 澱粉 分解酵素인 β -amylase를

作用시켜 그 消化率을 測定함으로써 兒童의 食品選擇과 兒童營養에 도움이 되고져 이 實驗을 1973年 8月中에 實施하였다.

澱粉粒子가 β -amylase에 의해 分解되는 過程을 보면 amylase에는 α, β 두 形態가 있는데, 本 實驗에서 使

用한 β -amylase는 澱粉을 분해하여 還元糖을 빨리 生産하나 I_2 -反應은 소실되지 않는 現象을 보이고 있다.

澱粉粒子는 Amylose와 Amylopectin으로 構成되어 있으며 Amylose에 β -amylase가 作用하는 경우는 α -1.4 結合에만 作用하여 非還元性 末端에서 β -maltose로 分解하나, α -Amylase는 α -1.4 結合을 무질서하게 분해하여 maltose와 glucose로 分解한다. Amylopectin에 β -amylase가 作用하는 경우는 α -1.6 結合은 분해하지 못하여 55% 정도가 加水分解되며, α -Amylase가 作用하는 경우는 低分子량의 dextrin이 形成되고 Amylopectin은 液化된다. 結果적으로 澱粉粒子의 分解는 α - β -Amylase 및 다른 分解酵素가 作用해야 분해가 完全히 이루어질 수 있다.

그런데 澱粉粒子는 전부 Amylopectin으로 構成되어 있는 경우(참쌀, 찰조, 찰옥수수)와 Amylopectin과 Amylose가 混合하여 構成된 것도 있다. 몇 가지 澱粉粒子들의 Amylose와 Amylopectin의 構成比를 보면 다음 表와 같다.

表 1. 전분의 Amylose와 Amylopectin의 함량

종류	content(%)	Amylose	Amylopectin
감자 전분(1)		24~25	75~76
고구마 전분(1)		13~19	81~87
밀 전분(2)		25~32	68~75
보리 전분(3)		28.5	71.5

따라서 β -Amylase를 Amylose와 Amylopectin으로 構成된 澱粉粒子에 作用시켰을 때 그 粉解되는 정도는 다르며, Amylose의 함량에 따라 β -Amylase에 對한 消化率이 다르게 나타나는 것으로 추측된다. 다시 말하면 Amylose 함량이 많은 澱粉粒子일수록 β -Amylase에 의한 消化率은 높아질 가능성이 크다.

II. 材料 및 方法

1) 材料의 調製

① 밀가루

市中에서 販賣되고 있는 強力 一級 밀가루를 使用하였다.

② 고구마가루

品種은 층승 100號이며, 생고구마를 박피하여 2% NaOH에 2時間 沈漬하였다가 水洗하고 0.4cm 두께로 絶斷한 다음, H_2SO_4 용액에 2시간 침지하였다. 이것을 다시 水洗하고 天日 乾燥後 100mesh로 분쇄하였다

③ 감자가루

品種은 農林 1號이며, 생감자를 박피한 후 물에 침

지하였다가 0.4cm로 절단한 다음 天日 乾燥하여 100 mesh로 분쇄하였다.

④ 보리가루

裸麥品種(Sedohadaka)을 擇하였으며, 玄麥을 일 단 정맥(도정율 78.2%)으로 한 다음, 이것을 다시 100mesh로 분쇄하였다.

⑤ 비스킷, 크랙카, popped.cake (corn flour)라던 과자,

市中에서 구입하여 mortar로 60 mesh가 되도록 분쇄하여 試料로 使用하였다.

⑥ 식빵, 카스테라

市中에서 구입하여 室溫에서 乾燥後 mortar에 갈아 60 mesh로 하였다.

⑦ 이유식(I), (II)

市中에서 購入하였으며, 粉末狀態이므로 그대로 使用하였다.

2) 試驗方法

① 水分(Moisture)의 定量

水分은 AOAC法에 依해 測定하였다. 즉 시료 5g을 秤량병에 넣어 105°C로 乾燥하여 恒量이 되었을 때 水分을 計算하였다.

② 유리당의 精량

시약: A액 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 34.639g/500ml

B액 Rochell Salt 173g/500ml
NaOH 50g

C액 30% KI

D액 25% H_2SO_4

2% Starch Solution

0.05N $Na_2S_2O_3$ 12.411g/l

유리당 精량은 시료 1g을 250ml용 삼각 flask에 넣고 물 100ml을 加하여 1時間동안 방치한 후 여과하여 그 여액 5ml를 Fehling-Lehman-Schoorl變法(F.L.S變法)에 依하여 還元糖을 定量하여 glucose量으로써 標示하였다.

F.L.S變法은 試料 5ml에 A액, B액 各各 2ml씩 加한 후 2時間 加熱 沸騰시킨 다음, 흐르는 물에 식혀서, C액, D액을 各 2ml씩 加한 直後 1/20N $Na_2S_2O_3$ 溶液으로 2%澱粉液을 지시약으로 하여 滴定置를 구한다. Blank test는 증류수로서 行하여 이 滴定置에서 本 試驗 適定값을 辨 값이 眞滴定 값이 된다. 한편, glucose standard curve를 作成하여 眞滴定값으로 glucose양을 구하였다.

Glucose Standard Curve는 10mg/ml의 glucose stock solution을 만들고 Blank(물)와 1mg/ml, 2mg/ml의 농도로 各各 희석하여 F.L.S變法에 依해서 眞滴

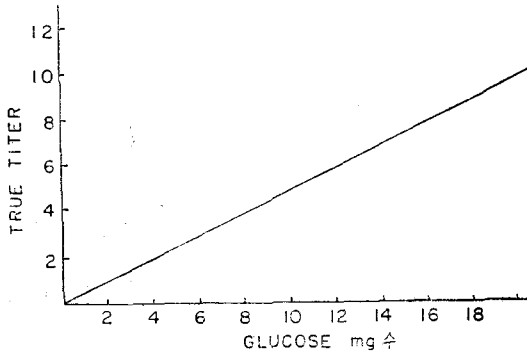


Fig. 1. Fehling-Lehman-Schoor변법에 의한 Glucose Standard Curve

定값을 測定한 후 이것을 Y축으로 하고 각 희석농도를 X축으로 하여 Curve를 作成한 것이다.

$$\text{유리당(\%)} = \frac{\text{glucose mg 수} \times 100/5}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

③ 全糖의 定量

試料 0.5g을 물 60ml, 25% HCl 40ml를 加한후, 3時間 加熱 沸騰시킨다. 이것을 NaOH로 中和(pH7), 濾過하고 물로 세척하여 250ml로 定容한다. 이 液을 10 ml 取해서 F.L.S.變法으로 還元糖을 定量하여 glucose로 標示한 다음 全糖을 計算하였다.

$$\text{전당(\%)} = \frac{10\text{ml中의 glucose(mg)} \times 250/10}{\text{시료의 무게}} \times 100$$

④ 消化率 測定

消化率의 測定은 試料의 調製에 있어서 生澱粉의 경우(i)와 糊化澱粉의 경우(ii)로 나누어 실시하였다. 즉 (i)의 경우는 試料 1g을 0.05M Acetate Buffer Solution에 녹여 100ml로 한다. (ii)의 경우는 시료 1g을 0.05M Acetate Buffer Solution에 녹여 100ml로 한 후 30分間 Boiling Water Bath에서 糊化하고 증발된 양만큼 Acetate Buffer Solution으로 채워 100ml로 한다.

이와같이 調製한 試料液 15ml를 100ml 삼각 flask에 넣고, 振盪恒溫槽에 넣어 37°C가 된 후 3% β-

Amylase溶液(藥典 β-Amylase 4萬單位) 5ml를 加하고 30分, 1時間, 3時間씩 正確하게 反應시킨 다음 25% HCl 4방울을 넣어 反應을 停止시킨 후 여과한 濾液 5ml를 F.L.S.變法으로 還元糖을 定量하여 (glucose양으로 표시) 이 結果로서 消化率을 다음과 같이 計算하였다.

$$\text{消化率(\%)} = \frac{\beta\text{-Amylase에 의해 분해된 환원당량}}{\text{전당}-\text{유리당}} \times 100$$

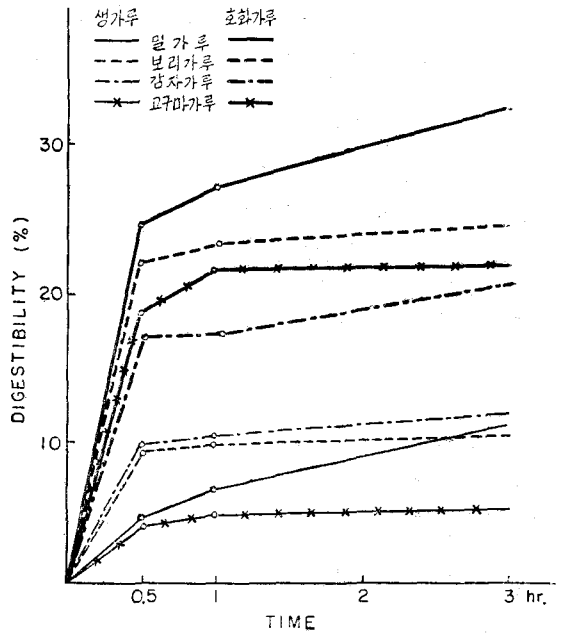


Fig. 2. β-Amylase에 의한 재료분의 소화율

III. 結果 및 考察

1) 材料粉들의 消化率

밀가루, 보리가루, 감자가루, 고구마가루등 4種의 材料粉에 關하여 消化率을 測定한 結果는 表 2와 같다.

表 2. 材料粉들의 消化率

재료명	수 분 (%)	전 당 (%)	유리당 (%)	① 생가루의 β-amylase에 의한 경시적소화율(%)			② 호화재료의 β-amylase에 의한경시적소화율(%)			조 제 일
				30분	1시간	3시간	30분	1시간	3시간	
밀 가루	10.2	74	1.0	4.8	6.6	11.0	24.7	27.4	32.6	1972.11.8
보리 가루	10.4	75	0.7	9.4	9.8	10.2	22.1	23.3	24.6	1972.11.8
감자 가루	11.1	80	6.0	9.5	10.1	11.9	17.4	17.4	20.7	1972.11.8
고구마가루	7.5	74	8.3	4.1	4.9	5.2	18.6	21.9	21.9	1972.11.8

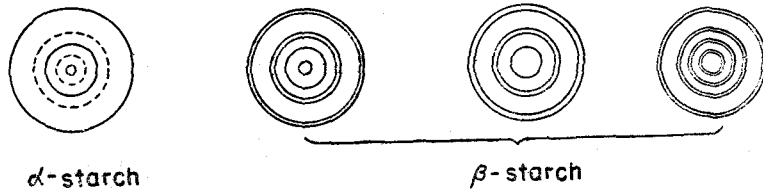


Fig. 3. α -Starch와 β -Starch의 X선간섭도

表 2와 같이 생가루보다는 호화재료가 높은 消化率을 보이고 있으며, 糊化된 밀가루가 3時間에 32.6%로 β -Amylase에 의한 消化率이가장 높다.

고구마는 생가루일때 가장 낮은 消化率을 보이고 있으나, 糊化하면 감자와 거의 비슷한 消化率을 나타낸다.

밀가루와 감자가루는 생가루였을 때는 消化程度가 비슷하나, 糊化된 경우에는 밀가루가 훨씬 높은 消化率을 보이고 있으며, 地下澱粉은 地上澱粉에 比하여 β -Amylase에 對한 消化率이 낮은 편이다.

이상에서 생가루와 糊化가루의 β -Amylase에 의한 消化率은 크게 다르게 나타나고 있는데 生澱粉은 β -starch狀態이나 이것은 糊化하면 α -starch로 되며, 淀粉粒子的 構造上的 差異를 보면 β -starch는 内部에 micell을 形成하고 있어, Amylase, Amylopectin分子들의 分子配列이 規則적으로 되어 있어 結晶性 領域을 이루고 있으므로 比較的 뚜렷한 X-線 간섭도를 보여준다. 이 規則적인 配列때문에 分解되기가 어렵다 그러나 α -starch는 淀粉粒자의 micell構造가 崩壊되어 호화된 淀粉의 Colloid 용액이 되므로 X-線 간섭도에서 뚜렷한 등심원이 없다. (Fig. 3 참조)⁵⁾

즉 澱粉粒자들이 水分을 흡수하여 micell構造가 崩壊되어 澱粉粒자가 完全히 풀어진 狀態가 되어 澱粉分解酵素의 作用을 받기 쉽다. 結果적으로 β -starch보다 α -starch가 β -Amylase의 作用을 받기 쉬우므로 消化率이 높게 나타난 것이다.

李等⁵⁾이 밀알의 β -Amylase에 의한 소화율에 관하여 發表한 바를 보면, 2時間에 32.5%, 4時間에 33% 이었다고 한다. 한편, 西村等⁶⁾이 局方 Diastase에 의

하여 α 化한 쌀가루의 소화율은 10時間에 42%라고 보고한 바 있으며, 이와같은 결과는 本實驗에서 얻은 結果와 큰 差異가 없다.

2) 과자류의 소화율

市販되고 있는 비스켓, 크랙카, popped cake (corn flour), 라면과자등 4種의 과자들을 製品粉과, 이것을

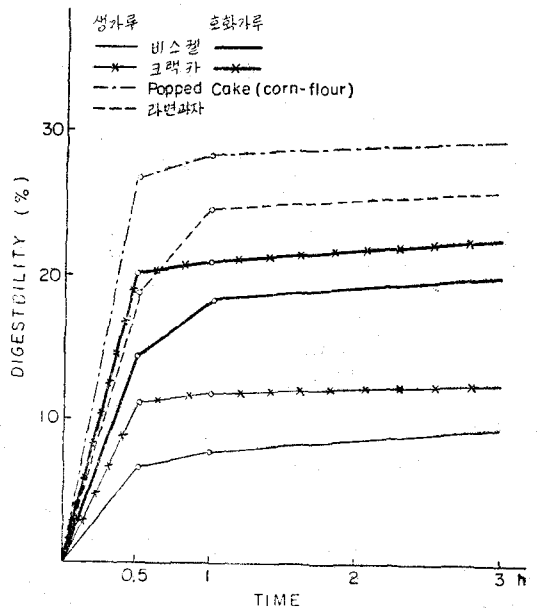


Fig. 4. β -Amylase에 의한 과자류의 소화율

糊化處理하였을 때 消化率을 測定한 結果는 다음과 같다.

表 3에서 보면, popped cake (corn flour)이 비스켓 크랙카, 라면과자보다 β -Amylase에 의한 消化率이 높

表 3. 과자류의 消化率

재료명	수분 (%)	전당 (%)	유리당 (%)	① 재료의 β -amylase에 의한 경시적 소화율 (%)			② 호화재료의 β -amylase에 의한 경시적 소화율 (%)			제조년월일
				30분	1시간	3시간	30분	1시간	3시간	
비스켓	6.2	74	1.6	6.8	7.7	9.3	14.4	18.4	19.8	1973. 7. 22
크랙카	6.7	68	4.2	11.1	11.8	12.2	20.1	21.0	22.4	1973. 6. 19
Popped Cake (corn flour)	6.6	71	1.2	26.9	28.4	29.2				1973. 7. 23
라면과자	7.0	76	1.0	18.9	24.5	25.9				1973. 8. 2

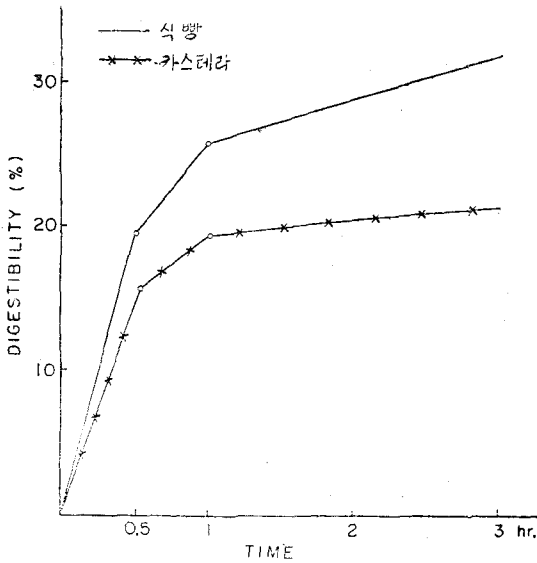


Fig. 5. β -Amylase에 의한 빵류의 소화율

게 나타나고 있다. 비스킷과 크래커는 製調工程中에서 이미 糊化過程을 거친 것으로 보았으나, 製品을 가루로 하여 糊化처리를 하지 않는 것의 消化率은 1~12%(3hrs)밖에 되지 않으므로 이것을 다시 boiling water bath 안에서 30分間 糊化處理하여 그 消化率을 測定한 結果 19~22%(3 hrs)로上昇하였다. 이와같은 사실은 비스킷이나 크래커의 材料澱粉이 販賣過程中 1~2個月間 경과하므로서 老化하였거나 또는 製調工程中에 糊化過程이 不充分한 것으로 풀이된다.

澱粉의 老化는 전분의 種類, Amylose와 Amylopectin의 含量비율, Amylose의 構造上의 特徵에 기인된다고 한다.⁴⁾

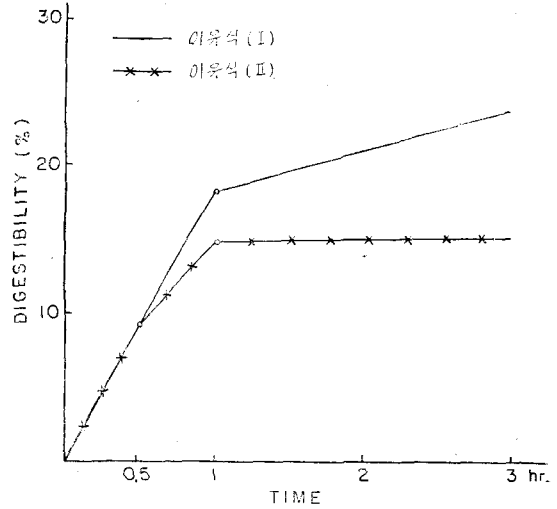


Fig. 6. β -Amylase에 의한 이유식의 소화율

밀, 옥수수의 澱粉은 老化되기 쉽고, 감자, 고구마, 찹 옥수수의 전분은 잘 老化되지 않으며 또한 찹쌀, 찹 수수등도 마찬가지이며 이들의 Amylopectin의 含量은 94~100%이다. Amylopectin이 많은 전분일수록 糊化되기 어려우나 일단 糊化되면 老化되기 어려우며 Amylose含量이 많은 전분일수록 糊化가 쉽고 또한 老化되기도 쉽다.⁴⁾

3) 빵류의 消化率

市販 식빵과 카스테라의 β -Amylase에 의한 消化率은 表 4와 같다.

식빵이 카스테라보다 β -Amylase에 의한 消化率이 훨씬 높으며 두 材料 모두 時間의 經過에 따라 消化

表 4. 빵류의 消化率

재료명	수분 (%)	전당 (%)	유리당 (%)	재료의 β -amylase에 의한 경시적 소화율 (%)			제조년월일
				30분	1시간	3시간	
식빵	8.2	78	4.4	19.7	25.8	32.1	1973. 7. 30
카스테라	9.1	69	4.1	15.3	19.6	21.7	1973. 7. 30

表 5. 離乳食의 消化率

재료명	수분 (%)	전당 (%)	유리당 (%)	β -amylase에 의한 경시적 소화율 (%)			제조년월일
				30분	1시간	3시간	
이유식 (I)	3.3	63	36.0	9.3	18.5	24.1	1973. 7. 14
이유식 (II)	3.4	77	27.4	9.3	15.3	15.3	1973. 8. 6

률이 높아졌다. 특히 식빵이 카스테라에 比하여 소화율이 높은 것은 構成成分의 差異도 생각할 수 있으나, 전분의 老化現象과의 關係는 더욱 조사해 보아야 할 것이다.

다른 材料와 比較하면 糊化밀가루(3時間)와 비슷하였다.

4) 幼兒食의 消化率

市販 離乳食 2種을 選擇하여 β -Amylase에 對한 消化率을 測定한 結果는 表 5 와 같다.

離乳食(I)은 β -Amylase를 作用시켰을 때 24.1%(3hrs)로 높은 消化率을 나타내고 있으나, 離乳食(II)는 상당한 差異로 낮은 편이다.

이유식(II)의 消化率이 이렇게 떨어지는 것은 製造 工程에서 α 化 되지 않는 材料를 사용하였거나 α 化한 澱粉이 老化現象을 일으킨 것이 아닌가 추측된다. 또한 離乳食을 만들 때 使用한 澱粉質材料의 性質의 差異에 起因한 것인지는 더욱 檢討를 要한다. 그러나 各種離乳食의 選擇에 있어서는 가능한 한 消化率이 높은 것을 고를 필요는 있다고 본다.

IV. 幼兒食品에 對한 嗜好度 調査

1973年 10月 中旬, S병원 育兒指導會에서 生後 6個月부터 14個月의 아이들을 對象으로 幼兒食品調査를 實施하였다. (70 경우)

대부분의 어머니들은 年齡이 낮고 (26~30歲, 58.6%), 學力이 높은 (大卒 69%)편이다.

1) 離乳食 選擇時的 고려점

어머니들이 離乳食을 選擇할 때에는 다음과 같은 點을 考慮함을 알 수 있다.

表 6. 이유식 선택시 고려하는 點

항 목	%	항 목	%
영 양 가	42	상 품 명	1
맛	7	경 제 성	3
소 화 율	24	상 표	12
아 기 의 기 호	11	기 타	0

表 6에서 보면 어머니들이 商品으로 된 離乳食을 살 때, 營養價를 많이 考慮하는 傾向 (42%)이며, 또한 消化率도 높은 比率 (27%)을 보여주고 있다.

이는 어머니들의 主觀的인 見解이나 아이들의 消化와 嗜好를 考慮하는 點도 보인다.

2) 材料에 對한 嗜好度

離乳食 調製 材料의 使用 빈도와 消化 程度가 잘된다고 보는 比率는 다음과 같다.

表 7. 離乳 調製 材料의 使用빈도와 消化가 잘 된다고 보는 比率

이유조제재료	사용빈도(%)	소화정도(%)
밀 가 루	23	19
보 리 가 루	12	15
쌀 가 루	41	49
콩 가 루	10	10
감 자 가 루	14	7
기 타	0	0

表 7에서 보면 離乳食 材料로 쌀가루(41%)와 밀가루(23%)등을 많이 使用하고 있으며, 消化程度는 쌀가루(49%)가 밀가루(19%)보다는 훨씬 높다는 어머니들의 見解이다.

3) 消化가 잘 된다고 생각되는 離乳食

消化가 잘 된다고 생각되는 離乳食은 다음과 같다

表 8. 消化가 잘 된다고 생각되는 離乳食

종 류	%	종 류	%
밥 류	16	채 소 류	12
빵 류	4	달 갈	14
미 수 가 루	10	이 유 식	13
과 실 류	12	감 자 류	8

表 8에서 보면 채소류가 가장 높은 消化率(23%)을 보이고 있으며, 그 다음이 밥류(16%), 달걀(14%)이며, 市販 離乳食도 消化率이 (13%) 높은 것으로 나타났다.

4) 間食에 對한 嗜好度

間食에 대한 嗜好度는 다음과 같다.

表 9. 間食에 對한 嗜好度

종 류	%	종 류	%
비 스 켈 류	44	아 이스크림	15
카 라 멜 류	5	떡 류	0
초 코 델 류	21	빵 류	0
감 자 깡 류	15	라면과자류	0

表 9에서 보면 아이들의 間食은 대부분이 비스켈(44%)을 많이 먹고 있으며, 초코렐류(21%)등도 嗜好度 比率이 높은 편이다. 아이들의 年齡이 어려서인지 떡이나 빵類는 間食으로 選擇되는 경우가 없다.

V. 要 約

밀가루, 보리가루, 감자가루, 고구마가루 등 材料用가루 4종과 비스켈, 크랙카, popped-cake (corn-flour), 식빵, 카스테라, 라면과자, 離乳食(I), 離乳食

(II) 등 澱粉質 食品 8種에 對해서 β -Amylase에 對한 消化率을 30分, 1時間, 3時間 등 經시적으로 測定한 結果와 설문지법에 의한 乳兒食品의 嗜好度를 調査한 結果는 다음과 같다.

(1) 材料用 가루들의 消化率은 生粉의 경우 5~11% (3hrs)였고, 고구마가루가 가장 낮았으며, 糊化處理한 가루들은 20~30% (3hrs)로 上昇하였고, 역시 감자가루, 고구마가루가 보리가루, 밀가루보다 낮은 편이다.

(2) 비스킷, 크랙카, popped cake (corn-flour)의 消化率은 糊化處理를 하지 않은 경우, 비스킷, 크랙카는 popped cake(corn-flour) (29%)에 比하여 크게 떨어져 있고, 비스킷, 크랙카를 糊化處理하면 19~29% (3hrs.)로 α 化 材料粉에 비슷하였다.

(3) 식빵, 카스테라의 消化率은 21~32%로 α 化 材料粉과 비슷하였고, 카스테라보다 식빵이 높았다.

(4) 離乳食의 消化率은 離乳食(I)이 24.1% (3hrs.)에 比하여, 離乳食(II)는 15% (3hrs.)로 크게 낮았다.

(5) 製調 時期가 1~2個月 經과한 一部과자류에서는 消化率이 떨어지는 경향이며, 市販 離乳食 中에는 消化率이 크게 낮은 것도 있다.

(6) 어머니들이 아기들의 離乳食을 選擇할 때 營養價(42%), 消化率(27%)를 많이 고려하며, 집에서 離乳食을 만들어 주는 경우, 쌀가루(41%), 밀가루(23%)가 높은 빈도수를 보이고, 消化程度는 쌀가루가 49%, 밀가루가 23%로 그 다음이다.

(7) 消化가 잘 된다고 생각되는 離乳食으로서는 밥류(16%)와 市販離乳食(13%)이 다소 높은 편이고, 選擇性이 比較的 높은 間食으로는 비스킷類(44%)이었다.

참 고 문 헌

- 1) 二國二郎: 澱粉 핸드북: p.217(1962)
朝倉書店(日本)
- 2) Whister. R.L and Hilbert, G.E; *J. Am. Chem. Soc.* 1161(1945)
- 3) 김 형수, 이 기열, 최 이순: 맥분의 이용에 관한 研究: 한국食品科學會誌 Vol. 4, No.2. (1972)
- 4) 金 東勳: 食品化學: p. 92~205, p. 222~233 (1973) 深究堂(韓國)
- 5) 이 서래, 김 정기, 이 관영: 밀쌀의 저장성과 品質에 미치는 감마선 조사의 영향 韓國食品科學會誌, Vol.5, No.2. (1973)
- 6) 西材明美, 高岡研一: 外地米의 감마선 처리加工大谷女子短期大學 學報
- 7) W.J.Whelan; *Method in Carbohydrate chemistry (IV)* p.263~265 p.257(1964)
Academic press. New York and London.