

반고체 離乳補充食에 관한 研究 (Ⅲ)

—物性學的 調査—

李 英 春・尹 淑 潯*

中央大學校 食品加工學科

安東大學校 家政學科*

Studies on Semisolid Infant Foods (III)

— Rheological Properties of The Products —

Lee, Young - Chun and Yoon, Suk - Kyoung*

Department of Food Technology, Chungang University

*Department of Home Economics, Andong National University**

= ABSTRACT =

This study was intended to investigate the rheological properties of the developed formula of infant foods and the results are summarized as follows :

1) Consistency of starch solutions measured by Brabender Amylograph and Brookfield viscometer showed that waxy rice and rice with malt had lower consistency and more rheological stability. The flow type of tested raw materials and formula was found to be pseudoplastic, as judged by n -value of 0.332-0.692, and no yield value.

2) The influence of temperature on consistency could be accounted for by the equation, $\ln(n) = K(1/T) + \text{const.}$, This relationship indicated that consistency of tested samples increased as temperature decreased. The consistency of waxy rice, rice with malt and formula A were less affected by the temperature change.

3) Infant foods with malt (formula A) and with waxy rice maintained better freeze-thaw stability in terms of consistency and starch aggregation, indicating that this infant foods could be stored for a long term in the freezer section of the home refrigerator without adverse effect on the product quality.

4) From the above experiments, it would necessarily follow that infant foods can be easily made at home from the food-stuffs generally available around us, and that the easiest and safest way to store them lies in making them into semisolid state, and in keeping them in frozen state.

摘 論

한국아동영양상태조사¹⁾에 의하면 이유식으로 미음을 만들때 농도를 희석함에 따라 嬰兒의 대부분이 母乳의 열량밀도(Calorie density)가 1~6월령이 0.13Kcal/g, 7~12월령이 0.65Kcal/g로서 전체열량 밀도는 너무 낮아서 그들의 대부분이 충분한 열량섭취를 얻을 수 없었다고 한다. 열량밀도에서 지방, 탄수화물, 단백질 그리고 식품내의 섬유소량이 중요 요소로 생각되었으나 미음의 경우에는 점도도가 더욱 중요한 결정사항으로 나타났다. 이들 미음의 粘稠度는 전분호화에 의한 粘稠度가 대부분을 차지한다²⁾. 전분은 식품배합의 비율을 결정하는데 있어서 초기 유아에서부터 무리없이 받아들여지는 좋은 식품이지만 열량밀도를 낮게하고 냉동저장중 점도도를 높게한다. 그러므로 반고체 이유보충식의 物理的品質을 결정하는 가장 중요한 특성이 流動特性(flow characteristics)임을 고려하여 본연구에서는 이유보충식에 첨가되는 원료중에서 流動特性에 큰 영향을 주는 중요원료의 물성을 연구하여 적절한 완제품의 물성을 유지하려 하였다. 그리고 완제품을 냉동저장할때 전분의 노화때문에 생기는 物性的變化에 의한 物理的品質的變化를 방지할 수 있는 방법을 연구하여, 가정에서 반고체 이유보충식을 준비하여 냉동실에 장기저장하면서 품질변화없이 안전하게 사용할 수 있는 방법을 찾아보고자 한다.

實 驗 方 法

반고체 이유보충식의 연구(I)³⁾에서 개발한 formula의 粘稠度에 주된 영향을 미치는 원료인 쌀과 이것의 대체식품으로 찹쌀, 그리고 amylase를 함유하는 엿기름, alginate를 함유하는 다시마등의 物性和 調製離乳補充食의 物性を 다음과 같이 측정하였다.

1) Brabender amylograph에 의한 物性測定

各試料를 현탁액으로 조제하여 60mesh로 쳐서 투입하고 25℃에서 조작 개시하여 15℃/min의 상승속도로 95℃까지 가열하고 10分間 유지시킨후 15℃/min의 하강속도로 25℃까지 냉각시키면서 점도를 자동기록하였다.

2) Brookfield viscometer에 의한 粘稠度測定:

Flow type의 결정

이유보충식의 점도에 영향을 미칠 수 있는 원료 3가

지와 完製品離乳補充食 A, B, Bw(B의 시료에서 멥쌀을 찹쌀로 대신한것)를 시료로하여 flow type를 연구하였다.

Brookfield Viscometer를 使用하여 water-bath에서 25℃로 유지한 一定溫度에서 시료에 spindle을 담그고 1分후에 가동시켜 3分후에 눈금을 읽었다. nonNewtonian-flow의 flow behavior constant(K와 n)와 apparent viscosity(μ_a)를 計算하기위해 Carcia Borrás⁴⁾의 방법을 사용하였다.

3) 溫度가 粘稠度에 미치는 영향

네가지 원료(멥쌀 7%, 찹쌀 7%, 멥쌀 10%+다시마 0.4%, 멥쌀 13%+엿기름 1.4%)와 離乳食 A, B, C를 시료로 하여 시료의 온도를 5℃, 25℃, 30℃, 40℃로 조정하고, 앞에서 설명한바와 같이 溫度가 粘稠度에 미치는 영향을 조사하였으며 計算은 Holdworth⁵⁾⁶⁾의 수식에 의하였다.

4) 冷凍-解凍의 安定性(Freeze-thaw stability) 測定

冷凍-解凍의 安定度를 조사하기 위하여 쌀 10%, 찹쌀 10%, 이유식 A, B, B' (B sample의 멥쌀 1을 찹쌀로 대신한것), Bw(B sample의 멥쌀을 찹쌀로 대신한것)을 각각 冷凍 1週日間, 冷蔵 3日間, 총 10日을 한 cycle로하여 5cycle을 계속하면서 한 cycle마다 응집(aggregation) 여부를 육안검사로 채점하고, 粘稠度의 변화는 Brookfield viscometer로 測定하였다.

結 果 및 考 察

1) Brabender amylograph를 이용한 전분의 粘稠度 安定性研究

食品의 품질은 영양, 향기, 맛등과 같은 화학적 성질에 의하여 결정되는 것으로 생각되기 쉬우나 식품의 물성적 성질도 식품품질을 결정하는 중요한 인자일 뿐 아니라 가공 및 저장 수송등의 공정에 큰 영향을 미친다.⁷⁾ 離乳食의 粘稠度가 다소 높더라도 嬰兒에게 이유식을 줄때 spoon으로 으개는 횟수를 증가함에 따라 粘稠度가 감소했으나, 5회와 10회와의 差는 극히 적었다⁸⁾는 보고이므로 높은 점도의 이유식을 으개는 조작만으로는 유아가 먹기 알맞은 점도가 어려우므로 離乳食은 너무 과도한 液化없이 嬰兒가 쉽게 삼킬 수 있는 적당한 농도라야한다고 본다. 그러므로 本 實驗用 離乳補充食의 점도는 식품성분함량중에 50%정도의 백미가 함유되어있어 조리에 의한 物性的 영향은 전분

의한 것이라고 생각된다.

離乳食의 물성에 중요한 영향을 끼치는 원료의 물성을 Brabender amylograph로 측정할 결과 Table 1 및 Fig. 1과 같다. 전분의 호화온도는 60℃까지는 전분입자에 큰 변화가 없었으나 62℃이후에 starch의 粘度가 상승하였으며, 전분이 최고의 粘度를 갖는 온도는 solid 함량 비율의 증가에 따라 다소 낮아졌으나 찹쌀은 멥쌀보다 낮은 온도에서 最高粘度를 나타냈다. 最高粘度를 지나서 95℃에서는 粘度가 떨어져서 10분간 유지

하는동안 멥쌀은 粘度가 다시 떨어졌다가 온도하강에 따라 상승하였으나 amylopectin으로 된 찹쌀은 95℃에서 10分間 유지하는 동안 별 변화없이 유지되었다가 온도하강에 따라 약간 상승하나 멥쌀에 비해 粘度가 아주 낮았다. 川嶋⁹⁾의 粳米와 糯米의 amylograph에서도 본 실험과 유사한 pattern이었다.

엿기름첨가는 amylase(amylose-1, 4-dextrinase 또는 α -D-1,4-gluconohydase)의 작용에 의해 glucose와 maltose로 분해하여 α -amylase에 의한 전분의 액

Table 1. Characteristic rheological values of various starches

Sample	Pasting temp. (°C)	Peak height (B.U.)	Temp. at peak height (°C)	Peak height at 95°C (B.U.)	Peak height at 95°C after 10 min hold (B.U.)	Peak height at 50°C (B.U.)	Peak height at 40°C (B.U.)	Peak height at 30°C (B.U.)	Peak height at 25°C (B.U.)
10% rice	64	1,035	87	665	405	710	745	780	795
13% rice	63	1,880	83	960	495	740	775	830	865
10% rice + 0.4% sea tangle	62	1,065	84	625	390	697	725	755	770
13% waxy rice	65	530	71	260	260	370	390	425	450
10% waxy rice	65	320	71	138	132	195	210	225	236
13% rice + 1.4% malt	63	50	69	trace	trace	trace	trace	trace	trace

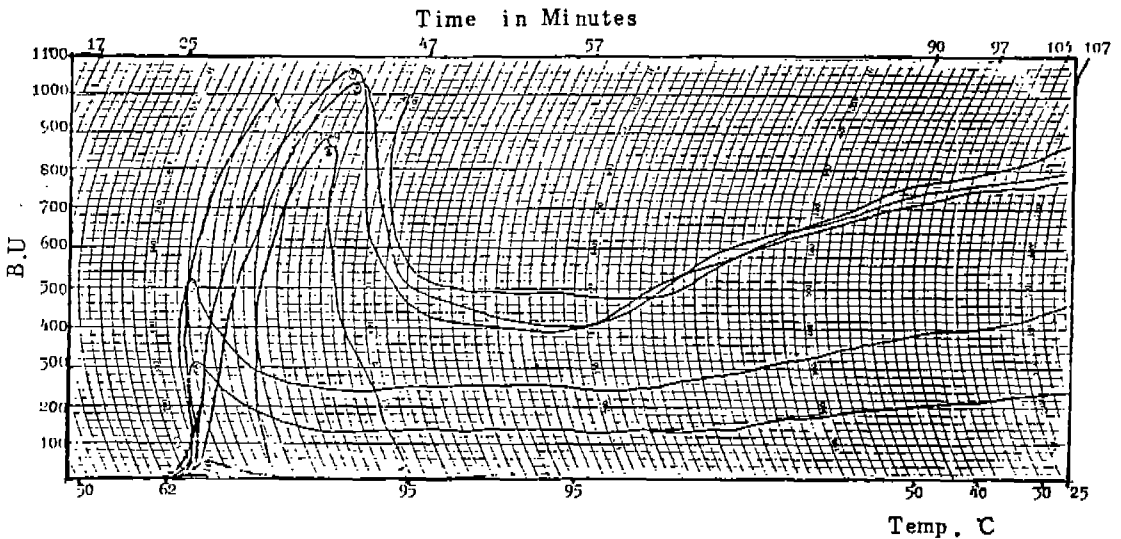


Fig. 1. Brabender viscosity profiles

- a : 13% rice + 1.4% malt c : 13% waxy rice e : 13% rice
 b : 10% waxy rice d : 10% rice f : 10% rice + 0.4% seatangle.

화가 진행됨에 따라 粘度의 급속한 감소와 환원력(reducing power)의 증가를 가져온 것이라고 본다.

다시마 첨가는 다시마가 해조특유의 粘性多糖類로 laminarin과 alginic acid가 함유되어 있고¹¹⁾¹²⁾ β-1,4-D-mannuronic acid를 함유한 heteropoly-saccharide이며 알긴산은 原藻의 종류, 채집시기, 생육정도, 藻体部位, 前處理方法등에 따라 물리적 성질이 다르다¹³⁾고 하나 본 試驗에서 0.4% 다시마 첨가물로서는 粘度에 큰 변화는 보이지 않았다.

Brabender amylograph에서 얻은 결과를 종합해 보면 일반적으로 찹쌀은 멥쌀보다 동일한 전분농도에서 粘度가 훨씬 낮고 온도의 변화에 따른 점도의 변화도 아주 적으므로, 이유식의 사용 및 저장온도에서 비교적 낮은 점도와 점도의 안전성을 유지함을 알 수 있다. 그리고 멥쌀에 맥아를 첨가하면 amylase의 作用에 의하여 starch고유의 구조가 분해되어 낮은 점도를 유지하였으며, 온도의 변화에 의한 점도의 변화도 적었다. 이런 성질은 이유식을 저온 및 냉동저장할 때 전분의 노화에 따른 점도의 급상승을 막는데 응용될 수 있다고 본다.

2) Brookfield viscometer를 이용한 원료와 이유보충식의 粘稠度연구

(A) Flow type의 결정

Fluid의 flow characteristics를 나타내는 power -

low의 수식은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\tau = K(du/dr)^n \dots\dots\dots (1-1)$$

여기서 τ =shear stress (dynes/cm²), K=consistency coefficient (dynes/cm-sec⁻²), du/dr =shear rate(sec⁻¹), n = flow behavior index이다¹⁴⁾⁻²⁰⁾. 수식(1-1)을 대수함수로 변형하면 수식(1-2)와 같다.

$$\log \tau = n \log(du/dr) + \log K \dots\dots\dots (1-2)$$

여기서 2개의 parameter K와 n은 fluid의 flow behavior를 특징짓는데 필요한데(Holdworth)⁵⁾, K는 Consistency index이며 solid content의 증가에 따라 상승한다. 그것은 또 온도에 따라 변화한다. Flow behavior index n은 Newtonian flow로 부터의 유도식이며 이것은 solid content의 증가에 따라 저하되고 온도의 효과는 보통 적다⁵⁾⁶⁾²¹⁾.

Brookfield viscometer를 사용하여 이유보충식에 사용한 원료중 粘稠度에 영향을 주는 원료의 flow behavior를 측정된 결과 flow behavior index n은 원료에 따라 0.377~0.692의 범위에 있었으며 이것을 그림으로 나타낸것이 Fig. 2, 3이다. Fig. 2에서 항복치(yield value)가 없으므로 Pseudoplastic flow임을 알 수 있었다. 멥쌀과 같은 量의 찹쌀을 사용할 경우 점도가 훨씬 낮으며 멥쌀에 맥아를 첨가하면 점도를 현저하게 감소시킬 수 있다는 것은 amylograph와 같은 결과였다. 그리고 다시마는 호화전분 점도에 큰 영향을 주지 않

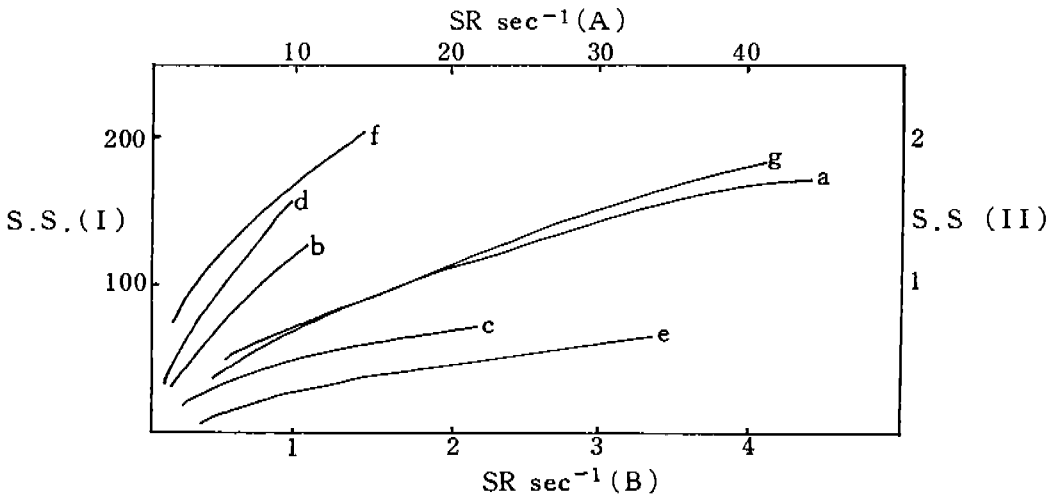


Fig. 2. Shear stress-shear rate diagram of raw materials
 a : 10 % rice, (B) (I) e : 0.4 % sea tangle, (A) (II)
 b : 13 % rice, (B) (I) f : 13 % rice + 1.4 % malt, (A) (II)
 c : 10 % waxy rice, (A) (I) g : 10 % rice + 0.4 % sea tangle, (B) (I).
 d : 13 % waxy rice, (A) (I)

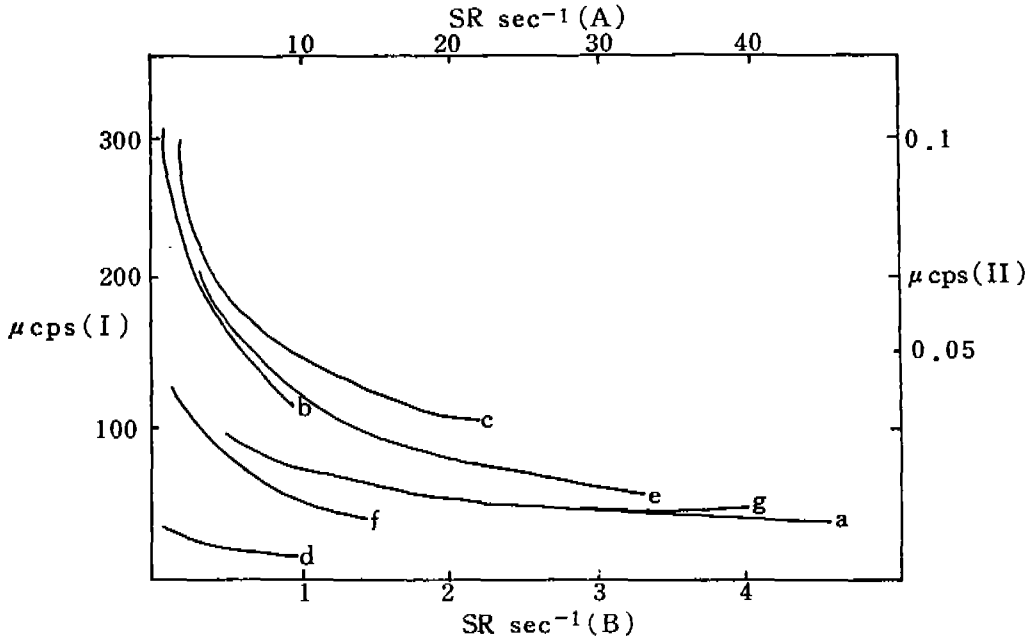


Fig. 3. Viscosity-shear rate diagram of raw materials

- | | |
|-----------------------------------|---|
| a : 10 % rice, (B) (I) | e : 0.4% sea tangle, (A) (II) |
| b : 13 % rice, (B) (I) | f : 13 % rice + 1.4% malt, (A) (II) × 10 |
| c : 10% waxy rice, (A) (II) × 100 | g : 10 % rice + 0.4% sea tangle, (B) (I). |
| d : 13 % waxy rice, (A) (I) | |

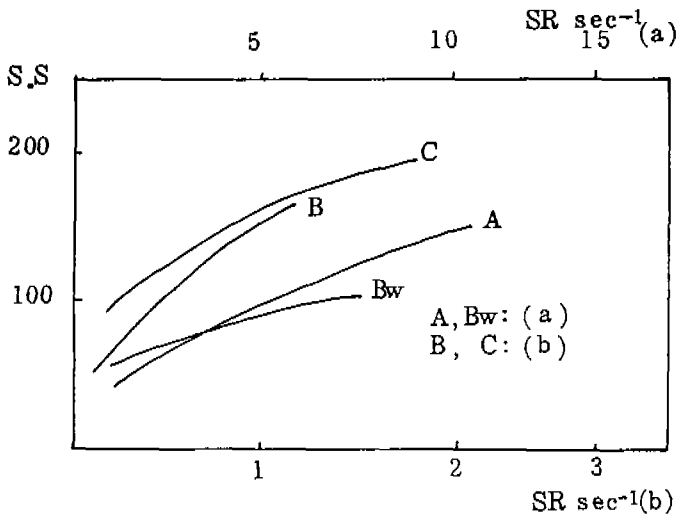


Fig. 4. Viscosity-shear rate diagram of infant foods.

Table 2. Flow parameters of infant foods

Sample	r.p.m.	τ	du/dr	μ	K	n
A	30	148.42	10.83	13.70	37.27	0.580
	12	87.21	4.33	20.14		
	6	58.39	2.17	26.91		
	3	38.99	1.08	36.10		
B	3	166.98	1.20	139.15	151.66	0.523
	1.5	116.10	0.60	193.51		
	0.6	71.84	0.24	299.34		
	0.3	50.03	0.12	416.91		
Bw (substituted waxy rice for rice in B sample)	12	108.83	7.57	14.38	55.55	0.332
	6	86.38	3.78	22.85		
	3	68.63	1.89	36.31		
	1.5	54.52	0.95	57.39		
C	3	194.56	1.85	105.17	157.55	0.339
	1.5	153.72	0.93	165.29		
	0.6	112.67	0.37	304.51		
	0.3	89.16	0.19	469.27		

τ = Shear stress in dynes/cm
 du/dr = Shear rate(sec⁻¹)
 K = Consistency index in dynes-secⁿ/cm²

μ : True viscosity index
 n : Flow behavior index
 B, Bw, C : 1/5 water add.

은 것으로 나타났다(Fig. 3의 a와 g).

離乳補充食別 flow-type는 Table 2와 같으며 원료별에서 본것과 거의 유사한 형태였으며, 이것을 그림으로 표시하면 Fig. 4 및 5와 같다. Table 2에서 보느바와 같이 멬쌀이나 찰쌀을 주원료로한 이유식제품의 flow behavior index는 0.332~0.580으로 n < 1이고 항복치가 없으므로 Pseudoplastic flow에 속한다. 즉 이유식제품 A, B, Bw 및 C는 모두 쌀을 주원료로 하였으며 이들 제품의 物性은 쌀에 의해 지배됨을 알 수 있다.

3) 溫度가 粘稠度에 미치는 영향

溫度가 반고체식품의 粘稠度에 큰 영향을 주므로 사용가능한 온도범위에서 온도변화가 粘稠度의 안정성에 어떤 영향을 주는지 알아볼 필요가 있다.⁵⁾⁶⁾¹⁹⁾ 각각 점도와 온도간의 상호관계를 Arrhenius와 Degusman은 등식으로 설명하였다.⁵⁾

$$\mu = Ae^{B/RT} \dots\dots\dots (1-3)$$

여기서 A는 상수이고, R은 기체상수(1.987cal/moleK), 그리고 B는 viscous heat(Kcal/mole)이다. 수식 (1-3)

을 변형하면

$$\log \mu = \log A + (B/R) (1/T) \dots\dots\dots (1-4)$$

이와 비슷한 표현으로 Charm¹⁵⁾은 nonNewtonian food product에 수식 (1-5)를 사용했다.

$$\log K = \log A + (B/R) (1/T) \dots\dots\dots (1-5)$$

여기서 A는 용액의 분자량과 質量容積(molar volume)의 뜻으로 해석되고 B는 보통 system의 활성화에너지(activation energy)로 해석된다. 일반적으로 활성화에너지가 높으면 온도의 변화에 따른 점도의 변화가 크다.

본 실험에서 원료별로 7%의 멬쌀, 7%의 찰쌀, 10%의 멬쌀+0.1%의 다시마와 13%의 멬쌀+1.4%의 맥아를 사용하여 5℃, 25℃, 30℃, 40℃±1℃에서 각각 Brookfield viscometer로 측정된 粘稠度를 위의 수식에 따라 점도와 온도와의 관계를 살펴본 결과 Fig. 6과 같다. 즉 온도저하에 따라 粘稠度가 높아졌고 모든 전분원료의 온도변화에 따른 粘稠度의 변화율은 비슷하였다. 7%의 찰쌀과 13%의 멬쌀+1.4% 맥아의 경우 7%멬쌀과 10%멬쌀+0.1%의 다시마보다 시험온도 범위에서 전반적으로 낮은 점도를 보였다. 이 결과는 앞에서 설명한

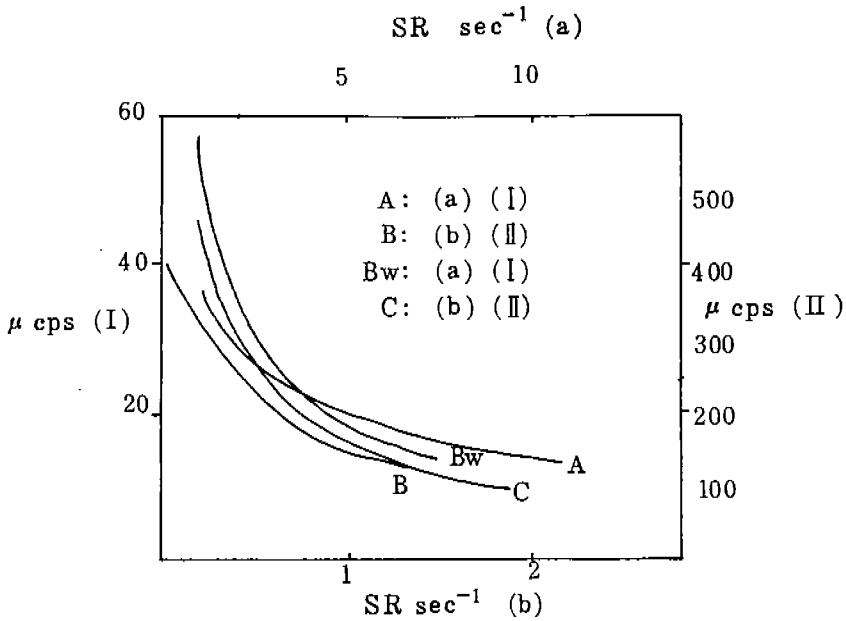


Fig. 5. Shear stress-shear rate diagram of infant foods.

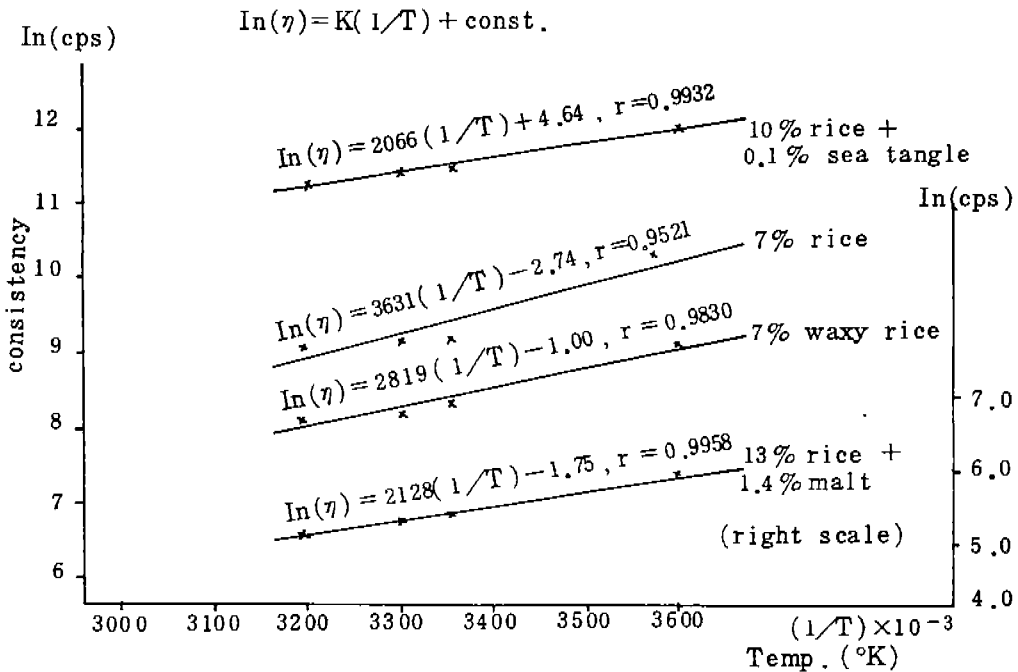


Fig. 6. Influence of the temperature on consistency.

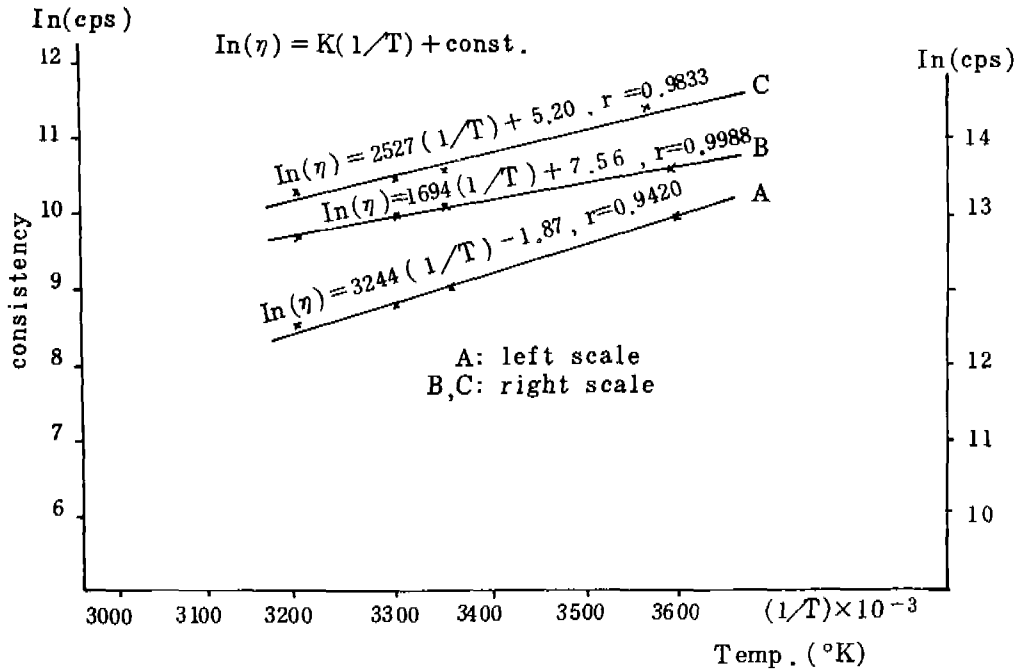


Fig. 7. Influence of the temperature on consistency.

Brabender amylograph의 결과와 일치하는 것으로, 저온쪽의 외삽법으로 연장해석하면 빙점부근에서도 찹쌀 또는 멥쌀+맥아의 호화전분은 비교적 낮은 점조도를 유지할 수 있다고 본다. Fig. 7은 이유식제품별 온도와 의 관계로서 역시 원료별과 같이 溫度低下에 따라 viscosity가 상승하는 것을 수식(1-3)을 사용하여 직선으로 표시할 수 있음을 알 수 있다.

NonNewtonian viscosity에 대한 溫度効果는 liquid를 일정압력하에서 加熱할 때 두가지의 基本要因이 그의 viscosity를 低下시킨다고 했다. 첫째, 분자의 열energy가 상승되고, 둘째는 분자간 거리가 증가된다. 즉 열팽창이 일어나며 많은 liquid에서 둘째要因이 더 뚜렷하다⁵⁾고 한다.

4) 冷凍-解凍 安定性 測定

冷凍-解凍의 안정성을 알기위해 앞의 sample 멥쌀10%, 찹쌀 10%, 이유식A, 이유식B, 이유식B+, 그리고 Bw 등 6가지의 시료를 冷凍-解凍 cycle을 5回 반복하면서 粘稠도와 官能的物性的 변화를 측정된 결과는 Table 3, 4와 같다. 이 표에서 이유보충식의 주원료인 멥쌀은 일단 냉동하면 노화가 현저히 진행되어 1 cycle에서부터 상당한 응집현상이 나타났다. 이런 현상을 뒷받

침하는 粘稠度(Table 4)도 1 cycle에서 크게 증가하였고 2 cycle부터는 Brookfield viscometer로 측정할 수 없을 정도로 응집현상이 심했다. 氷點(freezing point) 이하의 온도에서는 수분이 결정화될 때 전분은 분리되며 해동될 때 전분분자들은 섬유상(fibrous) 또는 해면상(spongy)의 덩어리로 존재했으며 이 전분의 대부분은 다시 가열했을 경우에도 호화되지 않은 현상²²⁾⁻²⁴⁾ 이 본 실험에서 10%쌀에서 가장 심하였고 그의 B, B+, Bw의 순으로 나타났다.

냉동저장시 전분이 노화되지않은 이유보충식을 개발하기 위하여 멥쌀대신 찹쌀을 사용하여 10%찹쌀의 冷凍-解凍의 안정성을 조사한 결과 멥쌀보다는 훨씬 좋은 安定性을 보였으며, 3 cycle까지 외관의 손상이 냉동저장할 수 있음을 알 수 있었다(Table 3과 Fig. 8).

Table 4에서 볼 수 있듯이 찹쌀의 노화가 진행됨에 따라 점조도도 증가하는 것을 볼 수 있다.

Sample A의 冷凍-解凍 安定性은 5 cycle을 계속하여도 약간의 응고가 생겼을 뿐이며 4가지 이유식중에 가장 냉동저장에 안정성이 있는 제품임을 알 수 있다(Fig. 9-A). 이는 원료로 첨가한 맥아종의 amylase의 작용으로 전분이 분해되어 분자량이 작은 maltose와 gluc-

Table 3. Visual evaluation for the aggregation of infant food samples during freeze-thaw cycles

Sample	Cycle						Average score
		1	2	3	4	5	
10% rice		****	*****	*****	*****	*****	4.8
10% waxy rice		.	*	**	***	*****	2.2
A		*	**	**	**	***	1.8
B		***	*****	*****	*****	*****	4.4
B $\frac{1}{2}$		**	***	****	*****	*****	3.8
Bw		.	*	**	***	****	2.0

B $\frac{1}{2}$: 50% of rice in sample B is replaced with waxy rice
 BW 100% of rice in sample B is replaced with waxy rice

. : no aggregation(0) * : a little(1) ** : slightly(2)
 *** : moderately(3) **** : advanced(4) ***** : extremely(5)

Table 4. Consistency of infant food samples measured during freeze-thaw cycles

Sample	Cycle						(cps)
		0	1	2	3	4		5
10% rice		112,800	685,000	.	.	.	.
10% waxy rice		31,350	71,500	310,000	760,000	1,700,000	1,760,000
A		11,700	308,500	553,000	550,000	655,000	1,000,000
B		1,440,000	1,882,000	.	.	.	.
B $\frac{1}{2}$		615,000	902,000	.	.	.	.
Bw		403,000	450,000	703,000	1,440,000	.	.

B $\frac{1}{2}$: 50% of rice in sample B was replaced with waxy rice.
 Bw: 100% of rice in sample B was replaced with waxy rice.

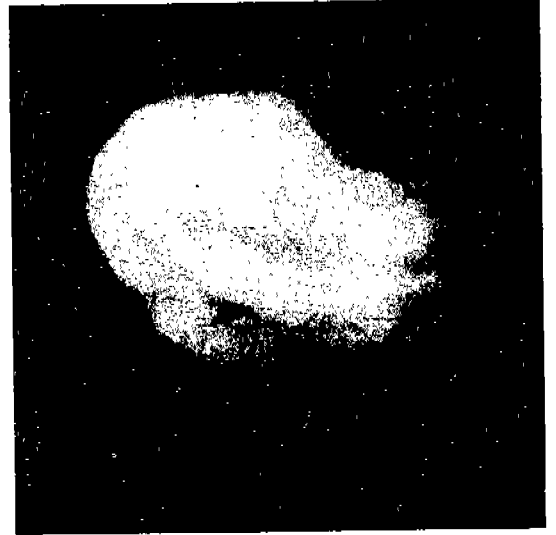
ose의 영향이라고 생각된다. 糖은 수분과 결합할 수 있는 물질로서 전분 granule 내로 들어가 이용될 수 있는 수분을 저하시키고 팽창을 제한한다. 이것이 차례로 gel의 강도를 저하시키고 gel의 강도저하는 syneresis와 retrogradation을 저하시킬 수 있으며 starch system 내의 糖의 존재는 일반적으로 좋은 효과를 가져온다는 것을 알 수 있다¹⁰⁾. 설당은 그 농도가 클때 전분의 현탁액에서 전분의 침전을 억제하는 효과가 있다고하나 본 이유보충식의 식품성분중 순수설당은 불과 3.5 ~ 5.3%로서 모든 sample에 다같이 포함된 것이므로 설당의 침전억제 효과라고는 볼 수 없으며 이는 전분의 당화현상에서 온 결과라고 볼 수 있다.

Sample B는 멥쌀을 주원료로 했고 초기 점조도가 높아 전분노화가 심하게 발생하여 1 cycle의 冷-解凍을 거치면서 외관상 품질이 현저히 손상되었다. 그리고 sample B의 物性を 개선하기 위하여 개발한 것이 sample B $\frac{1}{2}$ 과 Bw인데 B $\frac{1}{2}$ 은 1 cycle 이후부터 외관에 손상이 컸으나 Bw(100% waxy rice)는 3 cycle 까지 응집이 많지 않아 외관상의 품질은 유지할 수 있었다 (Fig. 9-B $\frac{1}{2}$, Bw).

본 실험결과 이유보충식을 가정에서 한꺼번에 상당량 제조하여 냉장고의 냉동실에 장기보관하면서 사용하려면 sample A와 Bw가 적당함을 알 수 있다.



10 % rice

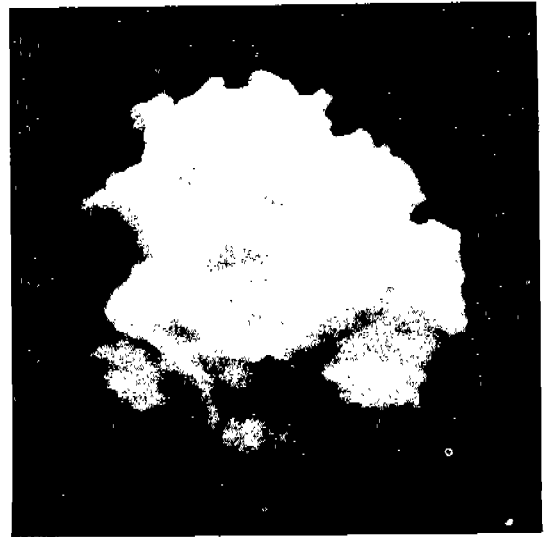


10 % waxy rice

< after 2 cycle >



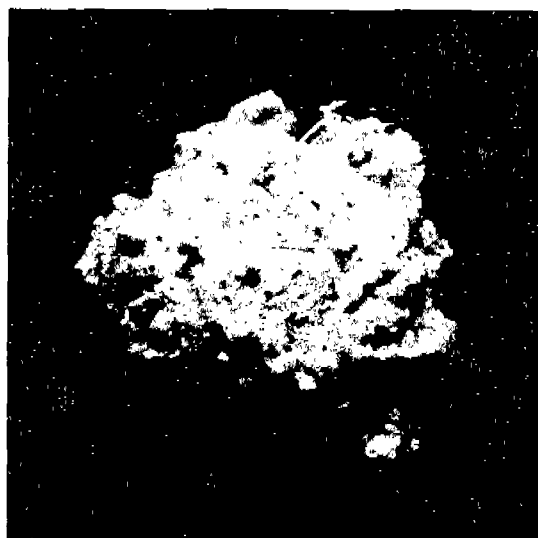
10 % rice



10 % waxy rice

< after 4 cycle >

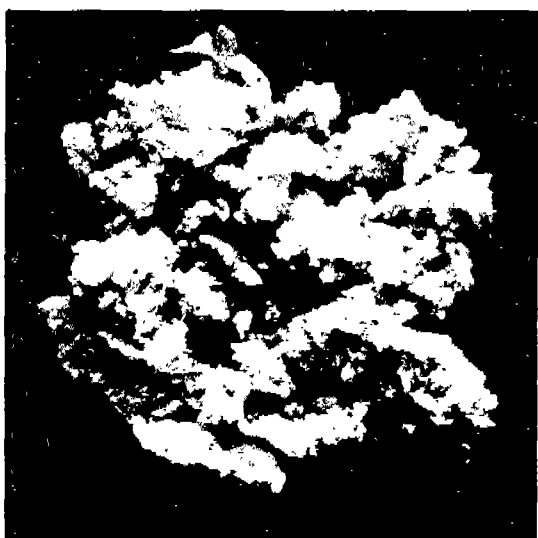
Fig. 8. Appearance of rice and waxy rice samples showing aggregation of starch.



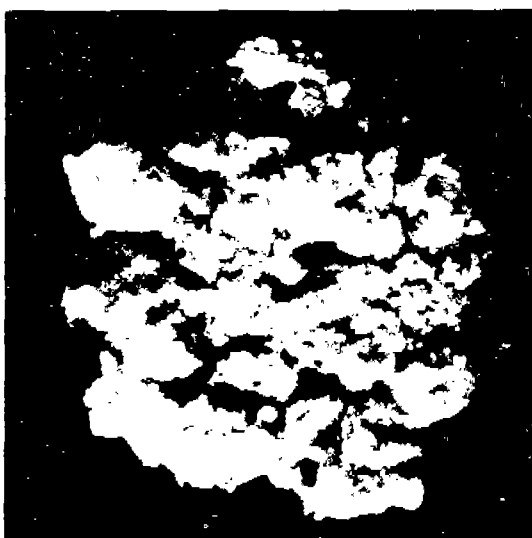
A



B



B+



Bw

Fig. 9. Appearance of infant food samples after 5 cycles, showing aggregation of starch

A : rice + malt + etc

B : rice + sea tangle + etc

B+ : 50% of rice in sample B is replaced with waxy rice.

Bw : 100% of rice in sample B is replaced with waxy rice.

結 論

본 실험에서 제조한 이유보충식의 物性を 조사한 결과는 다음과 같다.

Brabender amylograph 상에 나타난 粘度는 같은 농도의 멧쌀보다 찰쌀이 훨씬 낮았으며 온도에 대한 粘稠度의 安定性도 높았으며 粘稠度가 가장 낮은것은 멧쌀에 엿기름을 첨가한 것이었다.

이유식의 유동형태는 n 값이 0.332~0.692 이고 항복치가 없으므로 pseudoplastic fluid 이고 매개변수인 K 값과 n 값은 서로 비례관계에 있었으며, K 는 solid 함량의 증가에 따라 상승되었다. 그리고 n 값은 solid 함량의 증가에 따라 저하되었다.

온도가 粘稠度에 미치는 영향은 $\ln(n) = KC(1/T) + \ln A$ 로 표시할 수 있었으며 찰쌀과 멧쌀+엿아는 시험온도에서 粘稠度가 낮고 안정된 형태를 유지하였다.

冷-解凍 安定性 시험에서 멧쌀은 1 cycle 에서부터 심한 응집현상이 일어났고 찰쌀은 2 cycle 부터 약간의 응집현상이 일어났으며, 완제이유보충식은 전분의 종류와 거의 유사한 현상을 보였으나 노화현상이 다소 적었다. 이유보충식 A 만은 원료멧쌀과는 다르게 5 cycle 후까지 응집이 약간 일어났을 뿐이었다.

이상의 이유보충식연구의 결과를 종합해 보면 가정에서 손쉽게 구할 수 있는 식품으로 만든 반고체이유보충식을 포장하여 냉동저장하는 것이 편리하며, 이유식 B, C 는 멧쌀을 찰쌀로 대체하면 저장중 노화현상을 방지할 수 있으며, 갈변현상이나 위생적인 면에서도 3개월까지는 안전저장이 가능하므로 가정이유보충식의 저장방법으로 권장하고자한다. Retort pouch 제품은 상온 1개월, 냉장고에서 1~2개월까지 안전하게 저장될 수 있으나 열처리후 냉각시 파손을 방지하기 위한 case 제작에 불편이 따른다. 또한 가정에서 retort-pouch 를 만들때는 그 중량과 점도에 따라 살균치가 틀리므로 가정에서 열처리할때 이점에 각별한 주의가 필요하다.

REFERENCES

- 1) NASH, A.H.: 신선열, 한국 아동의 영양실태와 이
유식개발, 농촌진흥청, 식품과 영양, 2(1), 32-43,
1981
- 2) Jansen, G.R., O'Deen, L., Tribelhorn, R.E. &
Harper, J.M.: *The Calorie-densities of gruels*
made from extruded corn-soy blends. *Food
and Nutr. Bulletin*, 3(1), 39-44, 1981
- 3) 윤숙경 · 이영춘: 반고체 이유식에 관한 연구 I,
II. 한국영양학회지: 18(1), 46-62, 1985
- 4) Garcia-Borras: *Calibrate rotational viscometer
for non-Newtonian fluids. Chem. Eng.*, 72,176-
177, 1965.
- 5) Holdworth, S.D.: *Processing of non-Newtoni-
an foods. Process Biochem.*, 4, 15-21, 33, 1969.
- 6) Holdworth, S.D.: *Applicability of rheological
models to the interpretation of flow and pro-
cessing behaviour of fluid food products. J,
of Texture Studies*, 2, 393-418, 1971.
- 7) 卞裕亮 · 柳遇茲 · 田仁善: 양갱의 物性에 關한 研
究, 제 1 보 양갱의 粘彈性. *K.J. Food Sci Technol*
10(3), 344 - 349, 1978.
- 8) Eiko Sakurai: *Studies on the baby food (part
2), Rheological studies on the weaning foods.*
家政學雜誌. 32(5), 344-349, 1981.
- 9) Karu Kawashima & Toshiko Kiribuchi: *Study
on lipid components and heat dependent pas-
ting behavior of non-waxy and waxy rice
starches. 家政學雜誌*, 31(9), 625-628, 1980.
- 10) Howling, D.: *The influence of the structure of
starch on its rheological properties. Food Ch-
em.*, 6(1), 51-61, 1980.
- 11) 李盛雨: *食品化學*, 143-144, 修學社, 1979.
- 12) 姜信珠: *食品學*, 88-89, 螢雪出版社, 1981.
- 13) 梁在昇 · 李瑞來: 알진酸的 抽出 收率 및 粘性에 미
치는 방사선의 영향, *J. of food Sci Technol* 9
(3), 194-198, 1977.
- 14) Haper, J.C.: *Viscometeric behaviour in relation
to evaporation of fruit purees. Food Technol.*,
14, 557, 1960.
- 15) Charm, S.E.: *The nature and role of fluid co-
sistency in food engineering applications. Adv.
Food Res.*, 11, 356-436, 1962.
- 16) Charm, S.E.: *Effect of yield stress on the po-
wer low constants of fluid food materials
determined in low shear rate viscometers, Inc.*
- 17) Deman, V. & Rasper, S.: *Rheology and text-
ure in food quality. Avi Brook-field*. 208, 1976.
- 18) Eric Dickinson and George Stainsby: *Colloids*

- in food. 7. Rheology, Applied Science Publishers, 331-407, 1982.*
- 19) Malcolm, C.B.: *Food texture and viscosity concept and measurement. Academic press, Chapter 5, 199-246, 1982.*
- 20) Sherman, P.: *Food texture and rheology. Academic press. 1979.*
- 21) Ahmed, E.M., Yoo, Y. & Bates, R.P.: *Consistency of aqueous soybean-rice mixture. J. of Food Science, 38(&), 1145-1148, 1973.*
- 22) Unnikrishnan, K.R. & Bhattacharya, K.R.: *Cold-slurry viscosity of processed rice flour. J. of texture studies, 14, 21-30, 1982.*
- 23) Deswpande, S.S. & Bhattacharya, K.R.: *The texture of cooked rice. J. of Texture Studies. 13(1), 31-42, 1982.*
- 24) Mitchell, J.R. & Blanshard, J.M.V.: *On the nature of the relationship between the structure and rheology of food gels. Food texture and rheology, A.P., 425-435, 1977.*
-