

## 즉석팥죽 제조를 위한 가공조건 및 제품의 품질

김종태 · 김복남\*

한국식품개발연구원, \*한림전문대학 전통조리과

### Preparation Condition and Product Quality of Precooked Redbean Porridge

Chong-Tai Kim and Bok Nam Kim\*

Korea Food Research Institute, Sungnam, Korea

\*Department of Traditional Cuisine, Hallym College, Chunchon, Korea

#### Abstract

Precooked powder of redbean porridge (RP) was prepared by the series of process extrusion, drying, milling and blending with a mixture of whole redbean flour and corn starch and others. The optimum process and quality of products for RP were investigated. After extrusion under the moisture content 24 to 26%, twin screw speed 350 rpm, extrusion temperature 150 to 155°C and feed rate 60 kg/hr, the product had a higher quality with its natural redbean flavor/color. During the extrusion process, extrusion temperature and specific mechanical energy increased from 150 to 198°C and from 134 to 144 kwh/ton respectively, as the amount of addition water decreased from 6 to 2 kg/hr. By the hot air drying of redbean extrudate (RE), it could be dried below to 4% moisture content, of which level considered as an optimal moisture content for anti-caking of the powdered product, at 80°C for 4hrs and at 100°C for 1.5 hrs respectively. In the sieve analysis of extrudate powder, when the product milled through a mesh size of 0.5 mm or 1.0 mm, about 80% or 65% of the feed was passed a 65 mesh screen respectively. Moisture absorption of final blended products was formed a cake under 100% of relative humidity after 13 hrs of storage. As the amount of RE powder reduced, the flavor score of products decreased by sensory evaluation of products prepared by the different ratio of RE powder, corn starch and sugar.

Key words: redbean porridge, redbean extrusion, redbean product quality

## 서 론

팥죽은 팥을 주원료로한 영양기호식품으로 많은 사람들이 즐기고 있으나, 재래적인 제조방법은 제조공정이 복잡할 뿐만 아니라 저장성이 극히 불량하여 한정된 전문제과점 등에서 소량씩 매일 생산판매되고 있다. 일부 retort pouch형의 제품이 시판되고 있으나, 취식전 직접 가열 등 일련의 가열조리가 필요하기 때문에 소비량은 극히 미미한 실정이다. 그러므로 팥죽을 더운 불만 가하여 즉석에서 취식이 가능한 혼합분말 형태로 제품화한다면 제품의 저장성 향상은 물론 즉석식품으로서의 요구충족되어 널리 보급될 수 있을 것이다.

식품가공공정중 extrusion 공정은 반죽, 혼합, 가열, 압축 및 전단효과 등의 단위공정을 관형 반응기내에서 일련공정으로 처리할 수 있는 다기능성 공정으로서 이미 스킵 및 곡류가공식품 제조공정에 널리 이용되고 있다<sup>(1-5)</sup>. 한편 팥죽에 관련된 연구로는 Shingo 등<sup>(6)</sup>이 팥

으로부터 앙금을 제조하는 공정 개선연구를 통하여 팥을 끓여 앙금을 추출하였을 경우 가열방법과 팥의 종류에 무관하게 약 68% 정도의 수율을 보였다. 그리고 원료 팥내 약 4% 가량의 저분자량 당이 함유되어 있으나 앙금의 경우 공정을 거치면서 불에 용해 배출되어 거의 존재하지 않았음을 보고하였다. 또 여러가지 두류로부터 분말앙금을 제조하는데 있어서 종래의 공정은 단계가 복잡하고 두류껍질을 제거함으로써 풍미와 영양분의 손실을 가져오며 공정중 배출되는 폐수로 인한 공해유발 등의 문제점을 해결하기 위한 측면에서 압출성형공법을 이용한 즉석앙금의 제조방법에 대하여 보고되었다<sup>(7)</sup>.

따라서 본 연구에서는 통팥을 원료로 하여 즉석팥죽을 위한 팥분말제품의 제조를 압출성형공법을 통하여 압출제품의 가공조건을 확립하였고, 부원료를 혼합한 즉석팥죽의 실험실적 제조를 실시하여 제품의 품질을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 원료

붉은팥은 시중에서 구입하여 60 mesh 입도로 분쇄하

Corresponding author: Chong-Tai Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baekhyun-Dong, Bundang-Ku, Sungnam, Kyeonggido 463-420, Korea

여 사용하였고, 옥수수 전분은 미원(주)의 제품, 분말설탕과 소금은 시중에서 구입하여 사용하였다. 원료 붉은 팥의 일반성분은 수분 13.2%, 탄수화물 57.2%, 조단백질 21.7%, 조지방 3.8%, 회분 3.2% 및 조지방 0.6%이었다.

**팥압출물 및 즉석단팥죽의 제조**

붉은팥분말 200 kg과 옥수수 전분 50 kg을 V-mixer에서 혼합한 후 압출성형하여 건조기에서 건조후 미분쇄하여 제품화하였다. 압출성형 조건을 보다 자세하게 기술하면 다음과 같다.

사용 extruder 및 extrusion 조건 : 본 실험의 압출성형공정에 사용한 extruder는 Bühler Brothers Co.(Switzerland)의 lab. scale corotating-intermeshing screw 형태의 twin-screw extruder이다. 체원은 L/D ratio 12, screw 직경 44 mm이며, 원료투입장치는 분말원료를 위한 용적식 투입장치인 K-tron hopper를 사용하였다. 가동중 스크류 회전속도, 원료투입량, 가수량, 압출온도 및 압력, 스크류 torque 등을 자동으로 매 10초마다 측정 기록하였고, 수집된 자료를 이용하여 기계적 소모에너지 (SME ; Specific mechanical energy)를 산출하고 그래프로 나타낼 수 있는 프로그램이 내장된 computer에 의해 기록하였다.

Screw의 배치는 원료투입구로부터 conveying element (lead 1.5D, 66R)×2, conveying element(lead 1.0D, 44R)×1, L-kneading disc(length 20 mm)×1, conveying element(lead 1.0D, 44R)×3, reverse element(lead 1.0D, 44/3L×3, 44/3R×2), conveying element(lead 1.5D, 66



**Fig. 1. Screw configuration for redbean porridge production**

The screw comprises(from left to right): conveying element(lead 1.5D, 66R)×2; conveying element(lead 1.0D, 44R)×1; L-kneading disc(length 20 mm)×1; conveying element(lead 1.0D, 44R)×3; reverse element(lead 1.0D, 44/3L×3, 44/3R×2); conveying element(lead 1.5D, 66R)×2; screw top

R)×2 및 top의 순서로 조립하였으며 그 배열도는 Fig. 1과 같다.

팥압출물의 생산조건은 팥분말 원료를 60 kg/hr의 투입속도와 스크류의 회전속도 350 rpm에서 투입원료반죽에 대하여 수분함량을 6 kg/hr에서 2 kg/hr의 범위로 되게 가수하면서 extrusion하였다.

분쇄실험 : Cyclone mill(Cyclotec 1093, Sweden)의 체목을 0.5와 1.0 mm인 것을 사용하여 실시하였다.

건조실험 : 팥분말 extrudate를 직경 5 mm가 되는 구형으로 생산하여 망간격이 2 mm인 스테인레스제 tray(15×10×10 cm)에 7 cm 높이로 담은후 convection oven에서 온도 80℃ 와 100℃, 풍속 10 m/sec의 조건에서 20 시간 동안 건조하면서 일정시간 간격으로 무게변화를 측정하여 실시하였다.

팥죽원료의 제조 : 팥분말 압출물을 건조하여 Cyclone mill로 60 mesh의 입도가 되게 분쇄하여 제조하였고, 대조구로 재래적인 방법의 팥죽원료는 팥에 충분한 물을 가한 뒤 30분간 끓이고 마쇄하여 60 mesh 체로 껍질을 제거하여 상등액과 양급액을 얻었고 여기에 일정량의 쌀가루를 첨가하여 끓인 다음 동결건조하여 제품으로 하였다.

**제품의 품질검사 방법**

색도측정 Hunter color difference meter(Model D25 A-2)로 측정하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE(색차) 값을 나타내었다.

흡습실험 : 수분함량에 따른 수분활성도 변화를 수분활성도 측정기(Thermoconstanter, Novasina C., model RTD-33, Switzerland)를 사용하여 실시하였다.

기호도 조사 : 15명의 관능요원에게 관능시험을 거친 뒤 채집 척도시험법<sup>6)</sup>에 의해서(5점: 매우 좋다, 4점: 좋다, 3점: 보통이다, 2점: 나쁘다, 1점: 아주 나쁘다)로 평가하였다.

**결과 및 고찰**

**최적 Extrusion 조업조건**

**Table 1. Extrusion data for the extrusion of redbean powder depend on different amount of water added<sup>a)</sup>**

Sample No.	Water addition (L/hr)	Extrusion temperature (°C)	SME <sup>b)</sup> (kwh/ton)	Dough moisture (%)	Extrudate moisture (%)	Extrudate appearance
1	6.0	150	134	25.9	13.7	reddish
2	5.0	173	136	24.1	11.1	reddish
3	4.0	183	138	22.1	9.5	reddish
4	3.0	186	147	20.1	9.1	light brownish
5	2.0	198	144	17.9	8.0	brownish & over-cooked flavor

<sup>a)</sup>Extrusion condition: feed rate 60 kg/hr, screw speed 350 pm.

<sup>b)</sup>Specific mechanical energy

**Table 2. Color and color difference for control, powder and paste of redbean extrudate**

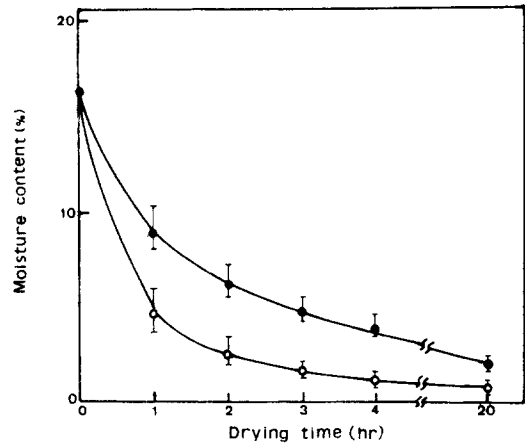
Sample	Powder				Paste			
	L	a	b	ΔE	L	a	b	ΔE
Control	43.3	4.2	8.7	30.2	22.2	5.8	5.6	48.8
1	58.2	0.7	7.9	23.0	30.2	3.4	3.0	42.8
2	55.6	2.2	9.6	22.7	29.9	3.2	3.9	43.0
3	54.3	2.7	12.1	22.9	28.6	3.2	5.3	43.9
4	55.0	2.7	13.4	22.5	28.1	2.9	6.5	44.3
5	55.6	2.9	15.5	22.2	27.6	2.8	8.2	44.6

수분함량 및 압출성형온도의 변화: 압출성형공정에 의해 원료팔 분말을 cooking할 때 적정 수분함량 및 압출성형 온도를 알아내기 위하여 반죽의 전체 수분함량을 26~18% 범위로 조절하면서 압출성형하여 하여 Table 1과 같은 결과를 얻었다. 즉 투입 원료반죽에 대하여 수분함량을 6 kg/hr에서 2 kg/hr로 단계별로 감소시키면서 가수하여 압출성형하였을 때 압출온도가 150℃에서 198℃까지 증가하였고 이에 따른 기계적소모에너지는 144 kwh/ton에서 134 kwh/ton으로 가수량이 증가할수록 감소하는 결과를 보였다. 상온도달후의 압출물시료 5번의 경우 1번 시료보다 수분함량은 약 6% 정도 감소하여 후속 건조공정을 고려하면 압출물의 수분함량이 적을수록 소요에너지가 감소된다는 점에서 유리하다고 볼 수 있다.

일반적으로 압출성형공정을 통하여 전분원료의 변형을 유도할 경우 공정변수로 원료입자의 크기와 수분함량, 가수량, 스크류의 조합 및 회전속도 등이 작용하여 기계적소모에너지, 압출성형온도와 압력 및 최종압출제품의 물성에 영향을 주게 된다. Valle 등<sup>(9)</sup>도 이축압출성형기를 사용하여 밀전분을 압출가공할시 원료투입량과 가수량이 증가함에 따라 기계적소모에너지가 감소함을 보고하였고, Gomez과 Aguilera<sup>(10)</sup>는 옥수수전분의 압출성형시 전분의 변형을 관찰한 연구에서 반죽의 수분함량이 20% 이하의 조건에서 가공하였을 경우 전분입자의 붕괴 및 호화에 이은 텍스트리화 반응까지 진행되며, 수분함량이 20% 이상인 조건에서는 호화반응물이 주된 생성물로 변형되는 결과를 제시하였다.

한편 Colonna 등<sup>(11)</sup>에 의하면 이축압출성형공정에 있어서는 전분의 물리화학적 변형과 기계적소모에너지, 압출온도 및 압력등이 역방향스크류 영역에서의 전단력, 열 및 압력등의 복합효과가 크게 작용하여 일어난다고 하였는데, 이러한 보고는 본 연구에서 스크류(Fig. 1)의 사출부 방향으로 2번째 바렐영역에 역방향스크류를 3개 조합하여 실시한 실험결과와 같은 경향을 보였다.

압출성형 가공한 팔죽원료의 색도: 재래적인 방법의 시료(대조구)와 압출물을 분쇄한 분말시료를 분말상태와 paste상태(시료: 물=1:2)로 제조하여 색도를 측정된 결과 Table 2에 나타난 것과 같이 분말상태의 경우는



**Fig. 2. Drying curves for redbean extrudates at different drying temperature of 80°C and 100°C**

●—●: 80°C, ○—○: 100°C

수분함량이 적을수록 적색도 (a) 및 황색도 (b)가 증가한 반면에 paste 상태일 경우는 황색도는 증가하였으나 오히려 적색도가 감소하는 경향을 나타내었다. 그리고 paste상 시료의 간이관능검사 결과 반죽의 수분함량이 22% 이하가 되는 수준으로 압출성형한 압출물의 경우는 과열로 인한 탄냄새가 감지되는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 비추어 볼때 탄냄새의 발생방지 및 적색도의 유지를 위하여는 수분함량이 24~26% 범위가 적당한 것으로 나타났으며, 이때 압출성형온도는 150~155℃ 범위로 조절하는 것이 최적으로 판단되었다.

이러한 수분함량(24~26%)과 압출성형온도를 150~155℃ 범위로 유지하기 위한 최적 공정변수를 구하기 위하여 분말원료의 투입속도, 스크류의 회전속도 및 die opening과 여러가지 스크류 조합을 사용하여 적용실험을 실시한 결과 Fig. 1과 같은 조합을 갖는 스크류를 이용하여 원료투입속도 80 kg/hr, 스크류의 회전속도 300 rpm 및 die opening(φ 2 mm×10EA)×2EA의 조건에서 이룰 수 있었고 이때 전력소모율은 100 kwh/ton으로 나타났다.

**팔압출물의 건조조건**

압출성형시 압출물을 직경 5 mm의 구형으로 절단하여 건조실험한 결과 Fig. 2와 같은 건조곡선을 얻었다. 압출성형후 압출물의 수분함량은 17% 내외였으나 상온으로 품온이 냉각되면서 15.5~16% 내외의 수분함량을 갖는 것으로 나타났으며 건조온도 100℃에서 1시간 건조후 약 4~6%의 수분함량으로 낮아진 반면 건조온도 80℃에서는 8~10% 내외의 수분함량을 보였다. Caking 방지를 위한 안전수분함량 4% 이하로 건조하기 위하여는 100℃ 온도에서는 약 1.5시간, 80℃에서는 약 4시간이 소요됨을 알 수 있었으며, 120℃ 이상으로 높이면 압출

**Table 3. Experimental data for redbean extrudate powder dependent on different sieve size of cyclone mill**

Sieve size (mm)	0.5		1.0	
Milling capacity(kg/hr)	20		30	
Consumed power (kwh/ton)	34		19.2	
Size distribution	% Retained	% Passed	% Retained	% Passed
+35	0.05	99.92	3.42	99.96
+65	19.41	99.87	32.03	96.54
+80	15.27	80.46	20.91	64.51
+100	14.90	65.19	9.64	43.60
+140	11.65	50.29	12.26	33.96
+160	38.64	38.64	21.70	21.70

**Table 4. Changes in water content and water activity of precooked products prepared by redbean powder mixture with maltodextrin-stevioside(MS) and sugar during storage at 25°C and 100% RH condition**

Redbean powder	Storage time (hr)					
	0	1	4	5	12	13
<b>MS mixture</b>						
WC <sup>a</sup> (%)	2.11	2.36	4.1	4.33	6.76	8.11
Aw <sup>b</sup>	0.21	0.22	0.29	0.35 <sup>c</sup>	0.46	0.52
<b>Sugar mixture</b>						
WC <sup>c</sup> (%)	3.20	3.47	4.84	6.17	8.64	9.84
Aw <sup>d</sup>	0.2	0.21	0.23	0.29	0.38	0.4 <sup>e</sup>

<sup>a</sup>Water content of redbean powder mixture with maltodextrin-stevioside

<sup>b</sup>Water activity of redbean powder mixture with maltodextrin-stevioside

<sup>c</sup>Water content of redbean powder mixture with sugar

<sup>d</sup>Water activity of redbean powder mixture with sugar

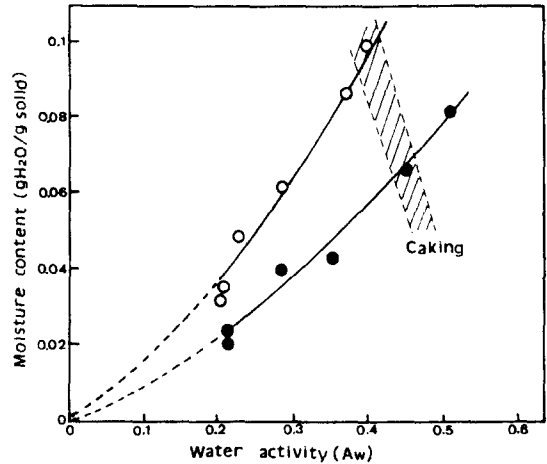
<sup>e</sup>Caking conditions

물에 탄냄새가 생성됨을 확인하였다.

**분쇄조건**

건조된 팥분말 압출물을 체목이 3 mm인 체가 부착된 Hammer mill로 1차 조분쇄한 후 체목 크기가 0.5 및 1.0 mm인 것을 각각 부착한 Cyclone mill로 분쇄실험을 실시하여 분쇄중 전력소모와 입도분포를 측정된 결과 Table 3과 같다.

체목이 0.5 mm인 체를 부착한 경우 시간당 약 20 kg의 압출물을 분쇄할 수 있었고 전력소모율은 34 kwh/ton이며 이때 분쇄물의 입도분포는 약 80%가 65 mesh 체를 통과하였고, 50%가 100 mesh 체를 통과하는 입도분포를 나타내었다. 한편 1.0 mm 체를 부착한 경우 압출물분말의 약 65%가 65 mesh 체를 통과하였고, 34%가 100 mesh 체를 통과하는 입도분포를 보여 약간 거칠은 입자상태를 보여 주었다. 그리고 시간당 30 kg의 분쇄능력을 보였고 전력소모율은 19.2 kwh/ton을 나타내어 전



**Fig. 3. Moisture absorption isotherm and caking range of precooked products prepared by redbean powder mixture with maltodextrin-stevioside (MS) and sugar**  
○—○; MS mixture, ●—●; Sugar mixture

력소모가 현저히 감소함을 알 수 있었다.

그러나 분쇄물의 온수에 대한 용해실험에서 1.0 mm 체를 사용하여 분쇄한 시료는 시식시 약간 거칠은 식감을 보여 전력소모율이 크더라도 0.5 mm 체를 통과시켜 최소한 입도분포가 100 mesh와 65 mesh를 통과하는 압출물이 각각 50% 및 80%가 되는 고운 입도분포를 갖는 것이 팔죽제품으로의 특성에 맞는 것으로 관찰되었다.

**최종배합제품의 흡습정도**

최종 배합제품의 수분함량에 따른 수분활성도(Aw) 변화를 측정하여 표면에 caking 현상을 나타내는 수분함량 및 상대습도를 Table 4와 Fig. 3에 나타내었다. 이때 대조구로 설탕배합제품구와 동등한 감미도를 갖는 감미료 maltodextrin 과 Stevioside의 배합물로 대체하여 사용한 결과 동일한 수분함량에서 대조구가 설탕을 사용한 배합제품보다 상대수분활성이 낮았으나, 표면 caking을 나타내는 수분함량이 높아 흡습 및 caking 방지효과가 없었다.

뿐만 아니라 대조구는 설탕배합제품구보다 수분의 흡습속도가 빨라 설탕배합구의 경우 100% RH하에서 cake 형성시작까지 약 13시간이 소요되었으나 대조구는 6시간으로 흡습속도가 빨라 대조구가 오히려 흡습 및 cake 형성이 빠른 결과를 나타내었다. 설탕을 배합한 최종제품구에 anticaking제인 aluminium silicate를 0.7% 첨가한 경우 저장기간 10일동안은 caking 현상을 나타내지 않았다.

**배합비에 따른 제품의 관능검사**

팥 및 전분 압출물의 배합비를 달리하고(4 : 1~1 : 4),

**Table 5. Mixing ratio of raw material for redbean porridge**  
(unit: g)

Sample	Redbean extrudate powder	Corn starch extrudate powder	Sugar	Salt
A	250	0	250	5
B	200	50	250	5
C	150	100	250	5
D	100	150	250	5
E	50	200	250	5

**Table 6. Sensory evaluation data of redbean porridge<sup>a)</sup>**  
(unit: point)

Sample	Flavor	Mouth feel	Consistency	Dispersity
A	4.2	2.2	1.2	1.3
B	4.5	4.3	4.7	3.3
C	3.2	2.6	3.5	3.2
D	2.1	2.3	1.2	1.9
E	1.9	2.2	1.3	1.4

<sup>a)</sup>Mean of fifteen panel tests by 5-point hedonic scale 5.0, Excellent: 4.0, Good : 3.0, Acceptable: 2.0, Poor: 1.0, Very poor

설탕 및 소금을 최적으로 배합한 5종의 최종 배합제품 (Table 5)을 각각 30g씩 끓인 물 100 ml에 분산용해후 팥죽냄새, 촉감, 걸쭉한 정도 및 퍼짐성에 대한 기호도를 검사하였다(Table 6). Table 6에서 알 수 있듯이 팥의 함량이 줄어들수록 팥죽냄새가 감소하는 경향을 보였다. 그러나 팥과 전분을 4 : 1로 혼합한 경우 (B) 팥죽냄새가 감소하는 경향을 나타내지 않고 오히려 입안에서의 촉감 및 걸쭉한 정도가 증가하여 가장 좋은 기호도를 나타내었다. 전분양이 증가하면 걸쭉한 정도 및 퍼짐성이 개선될 것으로 기대되었으나, 팥과 전분의 배합비가 3 : 2 이하가 되면 전분성분이 팥성분과 분리되어 덩어리를 이루는 현상이 뚜렷하여 촉감, 걸쭉한 정도 및 퍼짐성이 급격히 감소하여 기호도가 떨어지는 결과를 나타내었다.

**요 약**

이축압출성형기를 사용하여 붉은 통팥과 옥수수전분을 원료로 하여 압출성형하고 이를 건조, 분쇄, 배합하여 즉석팔죽 분말을 제조하였으며 이때의 제조공정과 제품의 품질을 검토하였다. 원료의 수분함량 24~26%, 압출성형온도 150~155℃, 스크류의 회전속도 350 rpm 및 원료투입량 60 kg/hr의 압출성형조건으로 제품을 생산하였을 경우 팥죽 고유의 냄새와 색상을 유지하는 제품을

얻을 수 있었다. 압출성형중 분말원료에 가해지는 가수량이 6 kg/hr에서 2 kg/hr로 감소됨에 따라서 압출성형온도는 150℃에서 198℃로, 기계적소모에너지는 134 kwh/ton에서 144 kwh/ton으로 증가하였다. 건조분말상태에서 caking이 형성이 되지 않는 수분함량인 4% 이하로 건조되는 열풍건조 조건은 건조온도 80℃에서는 4시간, 100℃에서는 1.5시간 이었다. 압출물의 분쇄후 분말의 입도분석은 체목이 0.5 mm인 것을 사용하였을 경우 약 80%가 65 mesh 체를 통과하였고, 1 mm인 체목인 경우는 약 65%가 65 mesh 체를 통과하였다. 최종 배합제품의 수분흡수속도는 설탕배합구가 100% RH하에서 13시간이 경과된 후 caking이 형성되었다. 팥압출물 분말, 옥수수전분 및 설탕의 배합비를 달리한 제품의 기호도 검사에서 팥의 함량이 줄어들음에 따라 팥죽냄새가 감소하여 기호성이 저하되었다.

**문 헌**

1. Blanchfield, J.R. and Ovenden, C.: Problems of flavoring extruded snack foods. *Food manufacture*, 49(1), 27(1974)
2. Lane, R.P.: Formulation variables affecting the flavor of extruded snacks and crackers. *Cereal Foods World*, 28(3), 181(1983)
3. Lazarus, C.R. and Renz, R.H.: The influence of cereal flours on the taste perception of extrusion-stable flavors. *Cereal Foods World*, 30(5), 319(1985)
4. ASIA Pacific Food Industry : Extrusion technology for speciality snacks. *ASIA Pacific Food Industry*, 2 (10), 44(1990)
5. Bruce, F.: The market for extruded foods. *Food Engineering Intl*, 16(12), 39(1991)
6. Shingo, D., Yuki, H. and Ken, Y.: Studies on improvement of process for redbean "An" production (I). *Shizuoka-Ken Kokyo Shikenjo Hokoku*, 23, 63(1979)
7. 藤澤, 武彦: 即席あん(팥죽)의 제조 방법. *日本特許* 63-164 862(1988)
8. 이철호, 채수규, 이진근, 박상봉: 식품공업 품질관리론, 유림문화사(1984)
9. Valle, G.D., Kozlowski, A., Colonna, P. and Tayeb, J.: Starch transformation estimated by the energy balance on a twin screw extruder. *Lebensm. Wiss. Tech.*, 22(5), 279(1989)
10. Gomez, M.H. and Augilera, J.M.: A physicochemical model for extrusion of corn starch. *J. Food Sci.*, 49, 40(1984)
11. Colonna, P., Melcion, J.P. Vergnes, B. and Mercier, C.: Flwo mixing and residence time distribution of maize starch with a twin-screw extruder with a longitudinal-split barrel. *J. Cereal Sci.*, 1, 115(1983)

(1994년 2월 16일 접수)