

유화형 소시지 제조시 컴퓨터를 이용한 최소가격배합프로그램의 적용

남기창 · 이무하

서울대학교 동물자원학과

Application of a Computerized Least-Cost Formulation in Processing an Emulsion-Type Sausage

Ki Chang Nam and Mooha Lee

Department of Animal Science and Technology, Seoul National University

Abstract

A computerized least-cost formulation program was applied to process emulsion-type sausages. The input data in formulation were utilized with the database which had been established in the previous study. The formulation results may provide Korean meat processors with actual examples. Meat-grade system made these examples more useful. The results of manufacturing test were as follows. The actual cohesiveness from manufactured sausages didn't correspond to the predicted values, but increased as the predicted values increased. These gaps caused by the different processing conditions between the model system and the actual processing. Hardness as well as cohesiveness could be used as the desirable index of a sausage texture. Comparing the cohesiveness and hardness of commercial frankfurters with those of test sausages, bind value constraint of 0.16~0.17 in this test formula can be utilized for an actual formulation.

Key words: least-cost formulation, emulsion-type sausage, database, cohesiveness, hardness

서 론

컴퓨터의 발달은 유화형 소시지 제조에서 선형계획 (Linear Programming)을 이용한 최소가격배합을 가능케 하였다. 이 경우 가공업자는 원료육들의 가격을 비롯하여 기능성을 바탕으로한 최종제품에 미치는 영향이 지수화된 데이터베이스가 마련되어야 하며 제품규격 및 특성에 적합한 제한조건들을 개발하여야 한다^(1,2).

아직 국내에서는 이러한 배합기술이 확립되어 실행되지 못하고 있는 실정이다. 그 이유는 식육의 등급별 부위별 가격의 차이가 없었으며 따라서 구입 시기별 차이나 부산물만이 최소가격배합에 활용될 뿐이었다. 그러나 최근 육류등급제도의 시행으로 원료육 가격도 등급별 부위별로 차이를 보이게 되어 컴퓨터를 이용한 최소가격배합 작성기술에 대한 필요성이 증가하리라 볼 수 있다.

그러나 기존 외국의 작성기술을 그대로 도입하여 적용시킬 경우 많은 문제점이 수반되리라 예상된다. 그 이유는 국내 육류등급제에 의한 도체 부위별 절단 방법이

외국과 다르며 국내 생산 식육의 성분과 기능적 특성도 외국의 것과 다르기 때문이다. 또한 원료로서 사용되거나 구입 가능한 식육의 종류도 다르므로 외국의 원료육에 대한 성분 및 지수화된 기능성 분석치를 그대로 이용하는 것은 불가능하다.

본 연구에서는 식육 업계가 활용할 수 있도록 전보⁽³⁾에서 연구된 결과를 데이터베이스로 확보하여 최소가격배합비 작성의 예를 들고 작성된 배합비에 따라 실제 제조실험을 한 후 특성비교를 통한 부합도 검사에 그 목적을 두었다.

재료 및 방법

최소가격배합비 입력자료

컴퓨터 프로그램은 한국과학기술원 부설 시스템공학 센터의 정 등⁽⁴⁾이 개발한 least-cost formulation program package를 이용하였다. 출력한 최소가격배합비 제품명은 분석대상으로 한 모든 원료육을 입력한 경우를 비롯하여, 돈육 프랑크푸르터, 사슴육 프랑크푸르터, 가금육 프랑크푸르터로 하여 작성하였다.

소시지 원료의 성분과 색깔은 전보⁽³⁾의 분석치를 그대로 입력했으며, 원료육의 가격은 축협중앙회에서 판매하는 부위별 소매가 및 수입육 도매가 등을 고려하여

Corresponding author: Mooha Lee Department of Animal Science and Technology, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

Table 1. Approximate sausage formulations with various bind value constraints of treatment

Treatments (Bind value constraint)	I (0.160)	II (0.170)	III (0.180)	IV (0.190)	V (0.200)
Ingredients					
Pork meats			78.6%		
Ice water			16.4%		
Salt			2.2%		
Starch			1.5%		
White pepper			1857 ppm		
Nutmeg			457 ppm		
Ascorbic acid			386 ppm		
Sodium nitrite			100 ppm		
Total	100%	100%	100%	100%	100%

임의로 책정하고 양념 및 빙수의 가격은 편의상 1원으로 책정하였다. 결착지수는 전보⁽³⁾에서 분석, 통계처리하여 얻어진 회귀식을 통하여 일반성분 함량에 의거 계산된 값을 입력하였다.

최소가격배합비 제한조건

소시지 최소가격배합비 작성시 필요한 제한조건들은 식품공전⁽⁵⁾에 근거한 소시지 규격(고기함량 70% 이상, 수분 70% 이하, 조지방 35% 이하)을 참고하였고, 결착지수 및 색깔 제한조건은 각각 0.180과 50 ppm으로 임의로 책정하여 입력하였다. 본 연구에서 관능적인 요인은 전혀 고려되지 않았다.

제품 제조

최소가격배합비를 통해 작성된 소시지 제품의 품질에 대한 예측치와 실측치간의 부합도를 알아보기 위하여, 결착지수 제한조건을 달리하여 최소가격 배합을 작성하기 위한 5가지 처리구별 입력자료는 Table 1과 같다. 첨가하는 빙수, 소금 및 양념류의 양과 색깔제한(50 ppm)은 처리구별로 일정하게 하였다. 제품 제조에는 돈육만을 사용하였다.

Table 1과 같은 5가지의 다른 결착지수 제한조건하에서 최소가격배합비를 작성한 후 이에 준하여 Fig. 1과 같은 제조방법으로 돈육 프랑크푸르터 소시지를 제조하였다(Kramlich 등⁽⁶⁾).

제조된 제품의 특성을 비교하기 위하여 직경 2.5 cm, 높이 1.5 cm의 크기로 절단하여 Instron(Model 1000, England)으로 결착력을 측정하고⁽⁷⁾ 색깔(colorimeter)⁽⁸⁾을 분석하였으며, 적정 제한조건을 찾기 위하여 기존 4개사의 시장제품의 결착력과 총색소함량을 같은 방법으로 조사하여 비교 검토하였다.

결과 및 고찰

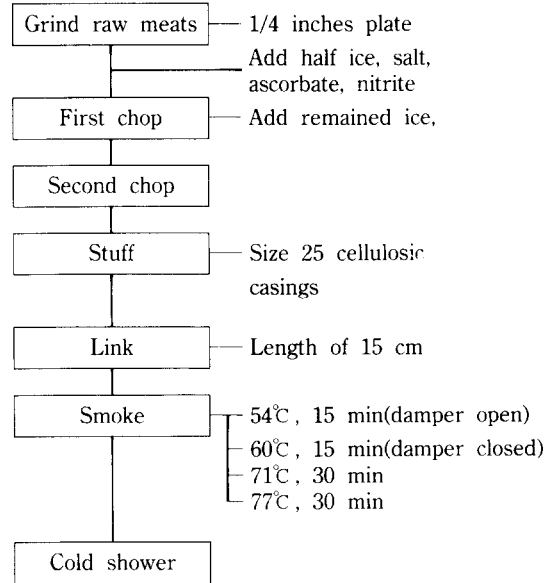


Fig. 1. Method of frankfurter manufacturing

최소가격배합비 작성 결과

전보⁽³⁾에서 얻은 분석결과를 기초로 결착지수 추정 회귀식을 통해 일반 성분으로부터 얻은 결착지수와 색깔 함량을 입력하여 최소가격배합을 하여 컴퓨터에 출력된 결과는 Table 2~5와 같다.

Table 2는 분석 대상의 모든 원료육을 사용 가능한 원료로서 입력하였을 때 출력된 결과로서, 결착지수 제한조건인 0.180과 색깔지수 제한조건인 50 ppm을 만족시키는 범위내에서 최소가격을 이룰 수 있도록 상대적으로 가격이 저렴한 양뿔다리(lam ham), 염소알다리(goat picnic), 기계적발골칠면조육(MDTM)이 사용되었다. 최종제품의 지방함량 최적조건을 20% 이상으로 책정한 것은 유향형 소시지 고유의 조직감을 고려했기 때문이다.

Table 3은 돈육만으로 배합을 한 경우로 제품 제조 실험의 처리구 III에 해당하는 formula이다. 역시 결착력이 우수하면서 가격이 싼 알다리(pork picnic)와 뒷다리육(pork ham)이 사용되었으며 지방공급원으로서 돈지방이 사용되었다.

Table 4와 5는 식품공전에 의거한 특정 축종의 명칭을 식육 제품명으로 사용하기 위해서는 총 고기함량의 50% 이상이 특정 고기이어야 한다는 규정에 따라 사슴육 프랑크푸르터, 가금육 프랑크푸르터 제조시에 각각 사슴육 함량과 가금육 함량을 39.3% 이상으로 제한하여 작성된 결과이다. 따라서 사슴알다리육(venison picnic)과 박피된 육계알다리육(BSB), 기계적발골칠면조육(MDTM)이 각각 주원료로 사용되었다.

최소가격배합비의 성질 및 가격 비교

Table 1과 같이 결착지수 제한조건을 5가지(0.16, 0.17, 0.18, 0.19, 0.20)로 달리하여 최소가격배합을 작성한 결과 각 배합비의 원료 구성의 차이를 살펴보면 Table 6과 같으며, 그 성질을 살펴보면 Table 7과 같다.

결착지수 제한조건을 0.160~0.200까지 높게 책정함에 따라 최종제품의 지방함량은 감소하고 수분과 단백질 함량은 증가하였다. 이는 상대적으로 높은 결착력을 지닌 뒷다리육(ham)의 사용량이 증가하고 결착성이 낮은 돈지방(backfat)의 사용량이 줄어들었기 때문이다.

가격면에서 보면 결착지수 제한조건이 높아짐에 따라 상대적으로 고가의 뒷다리육의 사용량이 증가하고 저렴한 돈지방의 사용량이 감소하여 최종 원가가 상승하는

결과를 초래하였다. 등심(loin), 목심(butt), 삼겹살(belly)은 가격이 비싼 이유로 배합구성에서 제외되었다.

결착지수 제한조건에의 비교

Table 6의 배합비에 의하여 제조한 돈육 프랑크푸르터 소시지의 실측결착성(cohesiveness), 경도(hardness) 그리고 총색소 함량은 Table 8과 같다.

실측 결착성은 예측 결착지수가 증가함에 따라 비례하여 증가하는 결과를 보였다. 그러나 예측치의 값과 실측치의 값이 일치하지 않았고, 전반적으로 실측치가 예측치 보다 크게 나타났다. 이는 실제 제품 제조시 전보⁽³⁾의 모형실험에서와는 다른 가열온도의 차이와 안정제로

Table 2. Least cost formula for all meat frankfurter printout information from computer

Product Specification					Optimum Formulation			
Constraints	Unit	Min.	Actual	Max.	Ingredient	Amount(%)	Cost ₩/kg	Used price
Moisture	%	0.0	57.68	70.0	Pork backfat	23.49	660	155.0
Fat	%	20.0	23.59	35.0	Lamb ham	30.00	2500	750.0
Protein	%		11.16		Goat picnic	5.11	2400	122.6
Bind		0.18	0.18		MDTM ^a	20.00	1050	210.0
Color	ppm	50	74.76		Spices	5.00	1	0.1
Meat	%	70	78.60		Ice	16.40	1	0.2
Spices	%	5.0	5.00	5.0				
Ice	%	16.4	16.40	16.4				
Total						100.00		1737.9*
Other								
Pork						0.00		
Venison						0.00		
Lamb						0.00		
Goat						0.00		
Broiler						0.00		
Turkey						0.00		
Phesant						0.00		

*Final product price (₩/kg)

^aMechanically deboned turkey meat

Table 3. Least cost formula for pork frankfurter printout information from computer

Product Specification					Optimum Formulation			
Constraints	Unit	Min.	Actual	Max.	Ingredient	Amount(%)	Cost ₩/kg	Used price
Moisture	%	0.0	56.70	70.0	Pork picnic	26.24	3450	905.3
Fat	%	20.0	24.10	35.0	Pork ham	25.92	3450	894.2
Protein	%		11.70		Pork backfat	26.44	660	174.5
Bind		0.18	0.18		Spices	5.00	1	0.1
Color	ppm	50	50.00		Ice	16.40	1	0.2
Meat	%	70	78.60					
Spices	%	5.0	5.00	5.0				
Ice	%	16.4	16.40	16.4				
Total						100.00		1974.3*
Other								
Pork loin						0.00	4000	0.0
Pork butt						0.00	3950	0.0
Pork belly						0.00	4100	0.0

*Final product price (₩/kg)

작용한 전분 1.5%를 첨가한 영향으로 사료된다. 따라서 각 공장에서는 나름대로 사용하는 첨가물에 대한 영향을 고려하여 제한조건을 설정해야 할 필요가 있다. 이와 김⁽⁹⁾은 식물성 단백질이나 탄수화물 첨가제의 기능성이 수처리되어 사용된다면 더욱 안정된 제품을 저렴하게 생산할 수 있다고 하였다. 첨가물이 소시지 품질에 미치는 영향에 대해서는 모델 시스템을 통해서 많은 연구가 되고 있다^(10,11).

예측치와 실측치와의 상관관계를 분석한 결과, 결착성

($R=0.92$) 보다는 경도($R=0.99$)를 소시지의 조직감에 대표하는 지표로 했을 경우 예측치와의 부합도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 소시지의 바람직한 조직감을 표현할 수 있는 지표로서 cohesiveness와 더불어 hardness를 보충하는 것이 바람직하다고 결론지을 수 있다.

색깔 함량의 경우 실측치가 예측치보다 2배 가량 높게 나타났으며 이는 양념 첨가와 혼연에 의한 영향으로 추측된다. 따라서 색깔지수도 모형실험을 통한 적정 제한조건의 확립이 필요하다.

Table 4. Least cost formula for venison frankfurter printout information from computer

Product Specification					Optimum Formulation			
Constraints	Unit	Min.	Actual	Max.	Ingredient	Amount(%)	Cost ₩/kg	Used price
Moisture	%	0.0	51.82	70.0	Venison			
Fat	%	20.0	32.10	35.0	picnic	39.30	4700	1847.1
Protein	%		10.68		Pork ham	3.14	3450	108.3
Bind		0.18	0.18		Pork backfat	36.16	660	238.7
Color	ppm	50	122.68		Spices	5.00	1	0.1
Meat	%	70	78.60		Ice	16.40	1	0.2
Spices	%	5.0	5.00	5.0				
Ice	%	16.4	16.40	16.4	Total	100.00		2194.4*
Venison	%	39.3			Other			
					Pork picnic	0.00	3450	0.0
					Pork loin	0.00	4000	0.0
					Pork butt	0.00	3950	0.0
					Pork belly	0.00	4100	0.0
					Venison ham	0.00	5000	0.0

*Final product price (₩/kg)

Table 5. Least cost formula for poultry frankfurter printout information from computer

Product Specification					Optimum Formulation			
Constraints	Unit	Min.	Actual	Max.	Ingredient	Amount(%)	Cost ₩/kg	Used price
Moisture	%	0.0	59.74	70.0	Pork backfat	21.87	660	144.3
Fat	%	20.0	22.58	35.0	Pork picnic	9.17	3450	316.4
Protein	%		12.63		Venison			
Bind		0.18	0.18		picnic	8.27	4700	388.7
Color	ppm	50	50.00		BSB ^a	19.30	3900	752.7
Meat	%	70	78.60		MDTM ^b	20.00	1050	210.0
Spices	%	5.0	5.00	5.0	Spices	5.00	1	0.1
Ice	%	16.4	16.40	16.4	Ice	16.40	1	0.2
Poultry	%	39.3	39.3		Total			1812.4*
					Other			
					Broiler leg	0.00	4000	0.0
					BB ^c	0.00	3900	0.0
					BSL ^d	0.00	4000	0.0
					Turkey leg	0.00	2300	0.0

*Final product price (₩/kg)

^aBroiler skinned breast

^bMechanically deboned turkey meat

^cBroiler breast

^dBroiler skinned leg

Table 6. Least-cost pork frankfurter formulations with various bind value constrains

Treatments (Bind value constraint)	I (0.160)	II (0.170)	III (0.180)	IV (0.190)	V (0.200)
Ingredients					
Picnic	30.1	28.2	26.2	24.3	—
Ham	12.7	19.3	25.9	32.5	62.6
Loin	—	—	—	—	—
Butt	—	—	—	—	—
Belly	—	—	—	—	—
Backfat	35.8	31.1	26.5	21.8	16.4
Ice water	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4
Spices	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 7. Characteristics of pork frankfurter formulations with various bind value constaints

Treatments (Bind value constraint)	I (0.160)	II (0.170)	III (0.180)	IV (0.190)	V (0.200)
Items					
Moisture(%)	50.67	53.69	56.70	59.71	61.60
Fat(%)	32.05	28.07	24.10	20.13	16.68
Protein(%)	9.96	10.83	11.69	12.56	13.45
Cohesiveness	0.160	0.170	0.180	0.190	0.200
Color(ppm)	50	50	50	50	50
Meat content(%)	78.6	78.6	78.6	78.6	78.6
Cost(W/kg)	1714.2	1844.2	1974.2	2104.1	2255.0

본 실험에서 설정한 5가지의 대조구 가운데 적정 결합지수 제한조건을 찾기 위하여 국내 3개사 및 수입품 1개의 Frankfurter 소시지 제품에 대하여 cohesiveness, hardness 및 총색소 함량을 분석한 결과는 Table 9와 같다. 시중제품의 cohesiveness가 평균 약 0.220 정도이고, hardness는 1.6 kg 정도로서 이 수치를 적정 결합지수 제한조건으로 설정할 경우 본 연구 시스템의 배합비 작성시 결합지수 제한조건은 처리구 II에 해당하는 0.170으로 설정될 수 있다. 이 경우 제조된 제품의 실측 결합력은 시중제품과 유사한 0.225의 결합력을 기대할 수 있기 때문이다.

요 약

본 연구는 유화형 소시지 제조시 전보⁽³⁾에서 분석된 원료육의 성분과 기능성 자료를 데이터베이스로 하여, 컴퓨터를 이용한 최소가격배합을 작성하여 그 적용의 실례를 들고 제한조건 하나로 설정된 결합지수의 포함도를 실제 제품제조를 통해 검토한 후 적정 결합지수 제한조건을 찾기 위하여 실시하였다. 결합지수 제한조건을 달리하여 최소가격배합비로 제조한 프랑크푸르터

Table 8. Predicted and actual texture properties and pigment content of formulated frankfurter sausage products

Treatments (Bind value constraint)	I (0.160)	II (0.170)	III (0.180)	IV (0.190)	V (0.200)
Ingredients					
Predicted cohesiveness	0.160	0.170	0.180	0.190	0.200
Actual cohesiveness	0.195	0.225	0.246	0.253	0.257
Actual hardness(kg)	1.6	2.0	2.2	2.6	2.9
Predicted color(ppm)	50	50	50	50	50
Actual color(ppm)	102	102	102	102	102

Table 9. Textire properties and total pigment content of commercial frankfurters

Company	Cohesi- veness	Hardness (kg)	Total pigment content(ppm)
A	0.220	1.9	119
B	0.243	2.3	105
C	0.201	1.4	49
D	0.225	0.8	115
\bar{x}	0.222	1.6	97

소시지의 실측 결합성을 측정된 결과 예측치와 일치하지는 않았으나 비례하여 나타났으며, 일치하지 않은 이유는 결합지수가 모형시스템에 의해서 구해진 관계로 실제 제조공정과 조건이 다른 것으로 사려된다. 또한 조직감 분석대상들을 결합지수와 비교했을 때 소시지의 조직감을 표현하는 바람직한 지표로서 cohesiveness와 함께 hardness를 동시에 고려할 필요가 있었다. 시중제품의 결합성과 경도를 고려하여 볼 때 본 연구의 결합지수 제한조건은 0.16~0.17로 설정될 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 1991~1992년도 한국과학재단의 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사료를 드립니다.

문 헌

1. Jara, H.E. and Stinson, W.M.S.: Reduces meat ingredient cost 1/2¢/lb. *Food Proc.*, 34, 45(1974)
2. Norback, J.P. and Evans, R.E.: Optimization and food Formulation. *Food Technol.*, 37(4), 73(1983)

3. 남기창, 이무하: 원료육의 성분 및 기능성 규명을 통한 결착지수의 추정. 한국식품과학회지(1993)
4. 정영근, 김영남, 이영식: Personal computer를 이용한 최적배합비 package 개발에 관한 연구. 한국과학기술원부설 시스템공학센터(1987)
5. 한국식품공업협회 편집부: 식품공전. 한국식품공업협회, p.128(1991)
6. Kramlich, W.E., Tauber, F.W. and Pearson, A.M.: Least cost formulation and preblending of sausage. In *Processed Meats*, 1st ed., AVI Publishing Co., Westport, CT, p.153(1973)
7. Bourne, M.C.: Texture profile analysis. *Food Technol.*, **32**, 62(1978)
8. Hornsey, H.C.: The color of cooked cured pork. I. Estimation of the nitric oxide haem pigments. *J. Sci. Food Agric.*, **7**, 534(1956)
9. 이무하, 김양하: Linear programming을 이용한 소시지 최소가격배합비 작성시 부산물의 사용가능성. 한국식품과학회지, **18**, 221(1986)
10. Van Eerd, J.P.: Meat emulsifying stability. *J. Food Sci.*, **36**, 1121(1971)
11. Smith, G.C., Hyunil, J., Carpenter, Z.L., Mattil, K.F. and Cater, C.M.: Efficacy of protein additives as emulsion stabilizers in frankfurters. *J. Food Sci.*, **38**, 849 (1973)

(1993년 7월 10일 접수)