

대두분 첨가 압출면의 제면특성

박우포 · 김재욱

서울대학교 식품공학과

초록 : 압출면의 영양강화 목적으로 대두분을 소맥분과 섞어 점도 특성을 고찰하고, 압출면을 제조한 후 조리시험, 조리면의 조직감시험 및 관능검사 결과 대두분 첨가비율이 증가함에 따라 복합분의 점도, 조리면의 조직감 및 조리품질은 저하하였다. 대두분 10% 첨가 압출면에 각종 첨가제의 첨가효과를 보면, 첨가제의 첨가량이 증가함에 따라 점도는 증가하였으며, 첨가제 중에서는 xanthan gum이 가장 효과적이었다. 조직감에 있어서는 Na-carboxymethyl cellulose 2.0%, guar gum 2.0%, xanthan gum 1.0%에서 밀가루면과 비슷한 값을 나타내었으며, 관능검사도 이와 유사한 결과를 보였다(1989년 12월 18일 접수, 1990년 9월 20일 수리).

면류는 성형방식에 따라 신연면, 선절면 및 압출면으로 나눌 수 있다. 압출면은 서양의 macaroni가 대표적이다. 우리 나라에서도 extruder를 이용한 면류가 생산되고 있으며 이들에 대한 오등¹⁾ 및 장등²⁾의 연구가 있다.

면류 제품은 면의 색깔³⁾, 조리품질^{4,5)} 및 조직감^{5,6)}으로 평가하며, 이것에 대한 객관적인 관찰을 한 연구가 많다⁷⁻⁹⁾. 밀가루 면에서는 필수아미노산인 lysine과 황함유 아미노산이 부족하므로 이것을 강화하기 위하여 대두 및 계란등을 첨가한 많은 연구가 있으며^{10,11)} 우리나라에서도 김등¹²⁾의 탈지 대두분, 양등¹³⁾의 녹두를 첨가한 면류에 대한 연구가 있다.

단백질 강화 원료 및 밀가루 대체원료는 밀가루와 같은 점탄성이 없으므로 제면특성이 떨어지는데, 이와 김¹⁴⁾은 밀가루와 쌀가루 복합분에 적당한 첨가제를 첨가하였으며, 최와 김¹⁵⁾은 밀가루에 두유박을 섞은 복합분에서의 첨가제 효과를 각각 보고하였다.

본 실험에서는 대두분을 면의 원료인 밀가루에 섞어 단백질이 강화된 압출면을 제조하여 그 특성을 규명하고, 대두분 첨가로 저하된 제면성을 개선하기 위하여 몇가지 첨가제를 첨가한 제품의 특성을 연구 고찰하였다.

실험재료 및 방법

재 료

1) 밀가루 및 대두분

대한제분사의 중력분 밀가루를 쓰고, 대두분은 시판 대두를 분쇄 사별하여 60mesh 체를 통과한 것을 사용하였으며 이들의 일반성분은 Table 1과 같다.

Table 1. Proximate chemical composition of raw material flours(%)

Sample	Moisture	Crude protein*	Curde fat*	Car-bohydrate	Ash
Wheat flour	12.05	9.92	1.10	88.46	0.52
Soybean flour	7.25	39.06	21.35	34.15	5.44

*Calculated by dry weight basis

2) 첨가제

식염은 주식회사 한주의 식염(99.9% 이상)을 사용하였으며, crude gluten(CG)과 guar gum(GG) 및 xanthan gum(XG)은 Sigma사의 제품을 sodium alginate, sodium carboxymethyl cellulose(Na-CMC) 및 기타 시약은 G.R., E.P. 등급의 것을 사용하였다.

실험방법

1) 건면의 제조

밀가루와 대부분을 건물중으로 Table 2와 같이 배합한 복합분을 만들어 2%의 식염을 녹인 증류수를 부어 대조구를 기준으로 수분함량이 약 34%가 되게

Table 2. Mixing ratio of soybean flour to wheat flour

Sample code	Wheat flour	Soybean flour
A	100	0
S-5	95	5
S-10	90	10
S-15	85	15
S-20	80	20

한 후, 10분간 반죽을 하고 삼성 기업사 extruder를 이용하여 압출면을 제조하였다.

이때 사용한 extruder는 single screw type으로서 L/D = 6.3(D=45mm)이었으며, die는 직경이 2.3mm인 구멍이 12개였다. 또한, 원료의 사입 속도는 870 g/min로 하였다. 제조한 압출면은 통풍이 잘되는 곳에서 2일동안 풍건하여 건면으로 하였다.

2) 대부분을 배합한 밀가루 복합분의 점도 특성

A.A.C.C.법¹⁶⁾에 준하여 실시하였다. 즉, Table 2의 배합비에 따라 각 처리구의 양을 약 9.9%가 되게 현탁액을 만든 다음 Brabender사의 Amylograph ASG-6을 사용하여 30°C부터 분당 1.5°C씩 온도를 상승시키면서 복합분의 점도 특성을 측정하였다.

3) 건면의 호화도 결정

건면의 호화도는 amylase를 사용하여 한국 공업규격(KS H2111)¹⁷⁾에 따라 결정하였다.

4) 조리면의 호화시간 결정

면의 호화시간은 squeeze test¹⁸⁾로서 결정하였다. 즉, 밀가루만으로 만든 A면을 기준으로 건면을 삶으면서 1분마다 취한 면발을 유리판에 올려놓고 유리판을 덮어 눌러서 면발의 흰색이 사라지는 시간을 호화 시간으로 하였다.

5) 건면의 조리시험

田中과 梅田¹⁹⁾ 및 佐藤²⁰⁾의 방법에 준하여 건면 50g을 끓는 증류수 600ml에 넣고, 앞에서 결정한 호화시간 만큼 삶은 후 국수의 중량, 부피, 국물의 투과도

등을 측정하였다.

(1) 조리면의 중량

삶은 면을 건져 1분간 물에 담구어 식힌 다음 1분간 조리체에 받쳐 물을 뺀 면발의 무게로 하였다.

(2) 조리면의 부피

(1)에서 중량을 달고난 면발을 일정량의 증류수가 든 메스실린더에 넣어서 증가하는 물의 부피를 재어 결정하였다.

(3) 국물의 흡광도

조리를 끝낸 전체 국물이 1,000ml가 되게 증류수로 희석하고 탈지면으로 여과하며 실온까지 냉각한 국물을 spectrophotometer(Cecil 2292, UK)를 사용하여 675nm에서 흡광도를 측정하였다.

(4) 조리면의 색도

앞의 조리면을 세절하여 Color and Color Difference Meter(Nippon Denshoku사, ND-101D)를 사용하여 Hunter의 색계인 밝은 정도를 나타내는 L값(lightness), 붉은색의 정도를 나타내는 a값(redness) 및 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었다. 밀가루 면과 각 처리구간의 색차(ΔE)는 Table 3을 기준으로 하여 평가하였다.

Table 3. Relation of color difference(ΔE) and sensory difference

Color difference(ΔE)	Sensory difference
0~0.5	Trace
0.5~1.5	Slight
1.5~3.0	Noticeable
3.0~6.0	Appreciable
6.0~12.0	Much
Above 12.0	Very much

(5) 조리면의 조직감

조리면의 조직감은 Instron Universal Test Machine(High Wycombe 1140, England)을 사용하여 Oh²¹⁾의 방법에 준하여 실시하였다. 즉, 절단시험은 먼저 조리면의 너비를 caliper로 측정하고 blade를 crosshead에 부착시켜 blade와 시료가 직각으로 교차되게 하였으며, 절단시험의 측정조건은 crosshead speed(x)가 50mm/min, chart speed(y)가 200mm/min이었으며, clearance(z)는 0.5mm으로 하였다.

6) 조리면의 관능검사

관능검사는 건면 50g을 끓는 증류수 600ml에 넣어 15분간 삶은 후에 실시하였다. Panel은 서울대학교 식품공학과 대학원생중 선정된 20명으로 구성하였다. 먼저 삶은 면의 국물을 빼고 찬물에 1분간 냉각한 후에 체에 받쳐 1분간 물을 빼고 다음과 같은 순서로 하였다. 즉 물을 뺀 면의 색도를 검사하고 일정한 양의 양념을 가한 후 비빔면으로 하여 조직감을 검사하였다. 이때 채점기준은 밀가루만으로 만든 면을 3점으로 정해놓고 각 처리구를 이것과 비교하여 매우 좋다는 5점, 좋다는 4점, 보통이라는 3점, 나쁘다는 2점, 매우 나쁘다는 1점으로 하였으며, 각 처리구의 배치는 자유 배치로 하였다. 관능검사 후 결과는 Duncan의 다중 비교법을 이용하여 시료간의 유의성을 검정하였다²⁾.

7) 복합분의 조직감 개선 실험

대두분 첨가로 현저하게 떨어지는 복합분의 조직감을 개선하고자 Na-alginate, Na-CMC, guar gum, crude gluten 및 xanthan gum과 같은 첨가제를 S-10면에 0.5%, 1.0% 및 2.0%되게 각각 첨가하여 이들의 첨가효과를 2)~6)의 실험을 통해 관찰하였다.

결과 및 고찰

점도 특성치

Table 2의 비율에 따라 대두분을 배합한 시료의 점도를 측정된 결과는 Table 4와 같다.

즉, 각 시료의 호화 개시온도는 61.6~70°C였으며 대두분을 첨가함에 따라 높아지나, 최고점도를 나타내는 온도는 100% 소맥분의 92.5°C와 별 차이가 없었다. 최고점도는 100% 소맥분이 252 B.U.로 가장 높았고, 대두분의 배합비율이 증가될수록 낮아졌다.

Table 4. Characteristic value of mixed flour by amylograph(9.9% solid basis)

Sample code	Gelatinization point (°C)	Maximum viscosity (B.U.)	Temp. at maximum viscosity (°C)	Viscosity at 95°C (B.U.)
A	61.6	252	92.5	234
S-5	65.9	120	92.6	108
S-10	66.2	65	92.6	60
S-15	68.5	50	92.6	40
S-20	70.0	35	93.0	30

Table 5. Cooking quality test of noodles

Sample code	Degree of gelatinization (%)	Weight of cooked noodle(g)	Volume of cooked noodle(ml)	Absorbance of soup at 675nm
A	52.4	129.0	113	0.200
S-5	51.8	126.6	111	0.278
S-10	52.9	123.4	106	0.378
S-15	52.6	121.4	104	0.409
S-20	51.2	120.4	102	0.417

건면의 조리시험 결과

호화시간 15분을 조리시간으로 하여 대두분의 배합비를 달리한 건면에 대하여 조리시험을 하여 조리면의 증광, 부피 및 국물의 흡광도를 측정된 결과는 Table 5와 같이 면의 호화도는 각 처리구에서 비슷하며 각 처리구간의 품질 특성에 차이를 주지 않을 것으로 생각된다. 조리증광 및 부피는 A면의 값이 가장 높았으며 대두분의 배합량이 많음에 따라 값이 감소하여 S-20 값이 가장 낮았다. 또한 국물의 흡광도에서는 S-5면은 A면과 거의 차이가 없었으나, 대두분의 배합비가 증가할수록 값이 증가하였다. 이는 대두분 첨가로 인한 복합분의 점도 감소때문으로 생각된다.

그리고, 밀가루 및 대두분과 이들 시료로 만든 조리면에 대한 색도를 측정된 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Color and color difference fo raw material flours and cooked noodles(Hunter system value)

Sample code	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)	ΔE (Color difference)
Wheat flour	92.2	-1.3	5.3	
Soybean flour	81.8	-2.3	18.8	17.1
A	64.1	-2.2	5.5	
S-5	63.0	-2.3	5.4	1.11
S-10	62.3	-2.4	6.3	1.98
S-15	62.0	-2.4	7.5	2.91
S-20	61.2	-2.5	8.1	3.91

L=measure lightness and varies from 100 for perfect white to zero black, a=measure redness when plus, gray when zero, and greenness when minus, b=measure yellowness when plus, gray when zero, and blueness when minus, $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$

Table 7. Texture parameters of cooked noodles

Sample code	Maximum cutting force(g)	Work to cut (g.mm)
A	230	1,080.3
S-5	228	1,070.9
S-10	198	930.0
S-15	164	770.3
S-20	152	713.9

즉, 최대 절단력에서 A면이 230이었고, 대부분의 배합비율이 증가할수록 A면보다 감소하였다. 이것은 대부분 배합에 따른 점탄성의 저하가 커지기 때문으로 생각된다.

조리면의 관능검사

대부분의 배합비를 달리하여 제조한 압출면의 관능검사 결과를 5% 유의수준에서 유의차 검정을 한 결과는 Table 8과 같다.

Table 8. Duncan's multiple range test of sensory evaluation data(p<0.05)

Color	Sample code	A	S-5	S-10	S-15	S-20
	Average score	3.0	2.6	2.3	2.0	1.6
Texture	Sample code	A	S-5	S-10	S-15	S-20
	Average score	3.0	2.5	2.2	2.1	1.7

색도는 A, S-5, S-10면간에 유의차가 없었으나 S-15, S-20면과는 유의차를 나타내었다. 면의 조직감에 있어서는 A면과 S-5면 사이에는 유의차가 없었으나 대부분의 배합비가 증가할수록 점수가 낮아졌다.

이상의 결과에서 대부분을 5% 배합시 조직감, 색도 및 조리성이 전량 밀가루 사용면과 큰 차이가 없으므로 이것보다 제면성이 떨어지는 대부분을 10% 배합한 것에 적당한 첨가제를 사용하여 제면성을 개선한다면 실용적인 면에서 의의가 있을 것이라 생각된다.

복합분의 조직감 개선 실험 결과

1) 첨가제가 복합분의 점도에 미치는 영향

각종 첨가제를 여러가지 양으로 각각 첨가한 대두

분-밀가루 복합분의 점도 특성치는 Table 9와 같다. 즉, 호화 개시온도는 첨가제를 첨가했을 때 S-10보다 낮았으며 첨가제의 양이 증가할수록 더 낮아졌다.

이것은 첨가제 자체의 점도 때문이거나 첨가물이 수분과 결합하므로써 상대적으로 전분 농도가 증가하여 일어난 결과가 아닌가 생각된다. 전체적으로 GG와 Na-CMC를 제외한 첨가제의 경우에는 양이 증가함에 따라 점도치가 증가하였으나 A의 점도에는 미치지 못하였다.

2) 첨가제가 면의 조리성에 미치는 영향

각종 첨가제를 첨가하여 제조한 건면의 조리시간을 15분으로 하여 시험한 결과는 Table 10과 같이 면의 호화도는 각 처리구가 비슷한 값으로 각 처리구간의 품질특성에 영향을 주지는 않을 것으로 생각된다. 또한 전반적으로 국물의 흡광도가 S-10면과 비슷한 값으로서 조리면의 중량 및 부피가 증가하였다. 이는 각 첨가제의 강한 수분 결합력 때문으로 생각된다.

Table 9. Effect of various additives on amylogram characteristic values

Sample code	Additive concn. (%)	Gelatinization point (°C)	Maximum viscosity (B.U.)	Temp. at maximum viscosity (°C)	Viscosity at 95°C (B.U.)
A		61.6	252	92.5	235
S-10		66.2	65	92.6	60
S-10 +	0.5	64.0	69	92.5	55
Na-A	1.0	62.4	105	92.3	97
	2.0	58.0	145	92.3	138
S-10 +	0.5	65.5	57	92.5	45
Na -	1.0	64.0	65	92.3	50
CMC	2.0	63.5	65	92.3	50
S-10 +	0.5	63.0	72	91.1	55
GG	1.0	58.5	78	91.1	60
	2.0	58.5	130	90.8	110
S-10 +	0.5	64.8	60	91.5	49
CG	1.0	63.3	61	91.5	50
	2.0	62.6	65	91.0	49
S-10 +	0.5	61.0	87	91.0	70
XG	1.0	60.0	130	91.0	104
	2.0	55.4	207	90.0	150

*Na-A : Na-alginate, Na-CMC : Na-carboxymethyl cellulose, GG : Guar gum, CG : Crude gluten, XG : Xanthan gum.

Table 10. Effect of various additives on cooking quality test

Sample code	Additive concn. (%)	Degree of gelatinization (%)	Weight of cooked noodle (g)	Volume of cooked noodle (g)	Absorbance of soup at 675nm
A		52.4	129.0	113	0.200
S-10		52.9	123.4	106	0.378
S-10 + Na-A	0.5	53.2	127.0	110	0.354
	1.0	53.2	127.2	110	0.350
	2.0	53.5	128.5	113	0.303
S-10 + Na - CMC	0.5	52.6	124.0	107	0.444
	1.0	54.0	125.2	109	0.435
	2.0	55.4	126.0	110	0.453
S-10 + GG	0.5	52.6	124.2	107	0.373
	1.0	53.2	125.2	109	0.334
	2.0	54.0	125.6	109	0.312
S-10 + CG	0.5	51.2	123.0	106	0.396
	1.0	51.8	125.5	109	0.387
	2.0	52.4	126.6	110	0.377
S-10 + XG	0.5	52.6	124.0	107	0.401
	1.0	53.2	127.0	110	0.364
	2.0	53.4	126.7	110	0.377

Table 11. Effect of various additives on color of cooked noodles

Sample code	Additive concn. (%)	L (Lightness)	a (Redness)	b (Yellowness)	ΔE (Color difference)
A		64.1	-2.2	5.5	
S-10		62.3	-2.4	6.3	1.98
S-10 + Na-A	0.5	63.0	-2.1	6.3	1.36
	1.0	63.3	-2.3	6.3	1.14
	2.0	63.8	-2.3	6.3	1.05
S-10 + Na - CMC	0.5	62.2	-2.0	6.2	2.03
	1.0	62.8	-2.0	6.7	1.78
	2.0	63.0	-2.0	7.8	2.56
S-10 + GG	0.5	62.2	-1.8	6.2	2.06
	1.0	62.2	-2.0	6.6	2.20
	2.0	62.6	-2.1	6.8	1.99
S-10 + CG	0.5	62.0	-1.7	6.2	2.27
	1.0	61.9	-1.9	6.3	2.36
	2.0	61.7	-2.0	6.4	2.57
S-10 + XG	0.5	62.8	-1.6	6.4	1.69
	1.0	63.1	-2.0	6.8	1.65
	2.0	63.3	-2.1	7.0	1.70

Table 12. Effect of various additives on texture parameters

Sample code	Additive concn. (%)	Maximum cutting force(g)	Work to cut.(g.mm)
A		230	1,080.3
S-10		198	930.0
S-10 + Na - CMC	0.5	197	925.3
	1.0	218	1,023.9
	2.0	234	1,099.1
S-10 + GG	0.5	205	962.9
	1.0	210	986.4
	2.0	232	1,089.7
S-10 + CG	0.5	205	962.9
	1.0	218	1,023.9
	2.0	230	1,080.3
S-10 + XG	0.5	203	953.5
	1.0	206	967.6
	2.0	200	939.4
	0.5	216	1,014.6
	1.0	235	1,103.8
	2.0	243	1,141.4

Table 13. Duncan's multiple range test of sensory evaluation data(P<0.05)

Color	Sample code	J	A	L	K	M
	Average score	3.1	3.0	2.8	2.6	2.5
Texture	Sample code	J	K	A	L	M
	Average score	3.5	3.1	3.0	3.0	2.9

J : S-10+Na-alginate 2.0%, K : S-10+Na-CMC 2.0%
 L : S-10+guar gum 2.0%, M : S-10+xanthan gum 2.0%

3) 첨가제가 조리면의 색도에 미치는 영향

각종 첨가제를 첨가한 조리면의 색도를 측정하한 결과는 Table 11과 같다.

즉, 첨가제를 첨가한 면은 첨가제 자체의 색도에 의하여 전체적으로 L값이 S-10면보다 약간 높아졌으나 crude gluten 첨가시는 오히려 감소하였다. b값은 첨가제 첨가시 전반적으로 약간씩 증가하였다. 색차에서는 Na-A 첨가시 slight 값을 나타내어 A면과 거의 차이를 나타내지 않았으나, 나머지 첨가제의 경우는 noticeable 값을 나타내어서 A면과 차이를 나타내었다.

- 4) 첨가제가 조리면의 조직감에 미치는 영향
 각종 첨가제를 첨가한 조리면에 대한 절단시험결과는 Table 12와 같다. 최대 절단력은 XG 2.0% 첨가시에 243g으로 A면보다 약간 높은 값을 나타내었다.
 또한 Na-A 2.0%, Na-CMC 2.0%, XG 1.0% 첨가시에 A면과 비슷한 값을 나타내었다.
- 5) 첨가제를 사용한 조리면의 관능검사 결과
 첨가제를 사용한 조리면의 관능검사 결과는 Table

13과 같다.
 즉, Na-alginate 2.0%, Na-CMC 2.0%, guar gum 2.0%, xanthan gum 1.0%가 색깔 및 조직감에서 A면과 5% 유의수준에서 차이가 없이 좋은 결과를 보였다.
 이상의 실험 결과에서 대부분을 배합했을때 저하되는 제면특성은 적당한 첨가제를 사용하면 개선할 수 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 오영택, 박남규, 한관주 : 농시보고 24(토비, 작보, 균이, 농가) : 93(1982)
2. 장창문, 오영택, 윤인화 : 한국식품과학회지, 18 : 93(1986)
3. D. E. Walsh and K. A. Gilles and W. C. Shuey : Cereal Chem., 46 : 7(1969)
4. A. Holliger : Cereal Chem., 40 : 231(1963)
5. D. E. Walsh and K. A. Gilles : Cereal Chem., 48 : 544(1971)
6. R. A. Grzybowski and B. J. Donnelly : J. Agric. Food Chem., 27 : 380(1979)
7. T. Shimizu, H. Fukawa and A. Ichiba : Cereal Chem., 35 : 34(1979)
8. R. R. Matsuo and G. N. Irvine : Cereal Chme., 48 : 554(1971)
9. M. Oda, Y. Yasuda, S. Okazaki, Y. Yamauchi and Y. Yokoyama : Cereal Chem., 57 : 253(1980)
10. K. Lorenz, W. Dilsaver and J. Lough : J. Food Sci., 37 : 764(1972)
11. A. S. Abdelmonem, J. B. Orville and D. B. Merlin : J. Agric. Food Chem., 31 : 499(1983)
12. 김형수, 안순복, 이관녕, 이서래 : 한국식품과학회지, 5 : 25(1973)
13. 양한철, 석경숙, 임무현 : 한국식품과학회지, 14 : 146(1982)
14. 이경혜, 김형수 : 한국식품과학회지, 13 : 6(1981)
15. 최준봉, 김재욱 : 한국농화학회지, 31(1) : 65 (1988)
16. American Association of Cereal Chemists Approved Methods : A. A. C. C., 8th ed.(1983)
17. 한국공업규격 KS H2111, 공업진흥청(1979)
18. P. W. Voisey and E. Larmond : Cereal Sci. Today, 18 : 126(1973)
19. 田中稔, 梅田眞男 : New Food Ind. (Japan), 12 : 44 (1970)
20. 佐藤竹男 : New Food Ind. (Japan), 13 : 14(1971)
21. N. H. Oh, P. A. Seib, C. W. Deyoe and A. B. Ward : Cereal Chem., 60 : 433(1983)
22. 채영암 : 생물통계학, p226, 정민사(1983)

Making characteristics of extruded noodles mixed with soybean flour

Woo-Po Park and Ze-Uook Kim(Department of Food Science and Technology, Seoul National University, Suwon, Korea)

Abstract : For the improvement of the nutritive value of extruded noodles, soybean flour(SF) was mixed with wheat flour. The effects of the addition of SF on the viscosity of wheat flour and the quality of cooked noodles were evaluated. As the proportion of SF addition was increased, the viscosity of composite flour was decreased. And so were the texture and cooking quality of noodles. To improve noodle-making characteristics of extruded noodles with 10% SF, Na-alginate, Na-carboxymethyl cellulose, guar gum, crude gluten and xanthan gum were added. Then, the noodlemaking characteristics were examined. The viscosity increased with the increase in the concentration of additives and xanthan gum was the most effective. The texture of noodles supplemented by Na-alginate 2.0%, Na-carboxymethyl cellulose 2.0%, guar gum 2.0%, xanthan gum 1.0%

was similar to that of wheat flour noodles. The results of sensory test(color and texture) was coincidental with the results of instrumental tests.