

복합분의 리올로지 성질과 관능적 품질특성

김희숙 · 김군자*

진주전문대학 식품영양과

*밀양농잠전문대학 가정과

Rheological Properties and Sensory Characteristics of Composite Flours

Hee-Suk Kim · Kun-Cha Kim*

Dept. of Food and Nutrition, Jinju Junior College

*Dept. of Home Economics, Milyang Agri. Junior College

ABSTRACT

Experiments were performed using sweet potato starch-wheat composite flours to study the rheology and baking properties of bread with composite flours and to test sensory characteristics. Doughs were prepared from mixtures containing wheat flour and 10, 20, and 30% of sweet potato starch(SPS). Standard methods were used to evaluate the rheology and characteristics of wheat composite flour.

The results were as follows :

1. The water absorption, developing time and stability measured by farinograph tended to decrease as SPS contents increased.
2. As the contents of SPS increased, the maximum viscosity of the composite flour by amylograph increased, yet gelatinization temperature was slightly low.
3. In the extensograph, extensibility decreased but the ratio of resistance to extensibility increased in proportion to the contents of SPS.
4. In the quality scoring of the bread, WF, WF + SPS 10%, WF + SPS 20% and WF + SPS 30% were 84, 80, 77, 73, respectively. Specific volume and crumb characteristics of bread became inferior as SPS contents increased.

I. 서 론

제빵에 있어서 복합분의 활용은 과거 20여년간 여러 나라에서 많은 관심사가 되어 왔으며 복합분의 원료로는 카사바, 감자 등 tuber 외에 보리, 수수, 옥수수 같은 곡류가 사용되고 있다.

우리 나라에서도 맥류 수급에 따른 경제적 부담을 극복하기 위해 복합분을 이용한 제품개발에 대한 많은 연구가 진행되어 왔으며^{1~6)} 근래에 이르러서는 소비자의 기호성이 변화됨에 따라 texture에 의한 제품의 품질관리, 제조공정의 개선 및 제품의 개발을 위해서 식품의 rheological

한 면에 중점을 두어 식품평가의 하나로서 식품의 texture에 관심을 가지게 되었다.^{7~10)}

Szczesniak 등¹¹⁾이 식품의 texture 특성에 있어서 panel에 의한 관능검사와 texturometer에 의한 평가가 상관성이 있다고 보고했으며 이¹²⁾는 texturometer는 관능검사에 의한 평가와 좋은 상관관계를 나타내고 있다고 하였다. 이 등¹³⁾과 Sistruck¹⁴⁾는 분질고구마가 알콜불용성 고형분과 전분함량이 높았다고 보고하였으며 전분함량은 texture 와 매우 상관이 있다고 하였다.

본 연구는 고구마가루의 다각적인 활용방안의 일환으로 고구마가루와 밀 복합분의 리올로지 성질 및 제빵적성을 검토하며 관능검사법에 의해 관능적 품질평가 시험을 실시하였기에 그 결과를 이에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 원료분은 밀가루 강력분(제일제당 제품)과 고구마가루(경성제분 제품)으로 밀가루에 고구마 가루 10%, 20%, 30%를 혼합하여 복합분을 조제하였다.

2. 시료의 일반분석

시료의 수분, 회분정량은 AOAC 법¹⁵⁾에 준하여 실시하였으며 단백질의 정량은 Kohler 등¹⁶⁾에 의한 일반상법으로 측정하였다.

3. 복합분의 물리적 특성의 분석

호화특성은 Brabender의 Amylograph를 이용하여 호화온도를 표시하였으며 반죽의 물리적 특성은 시료 50 gr 을 Farinograph를 사용하여 A.A.C.C. 법¹⁷⁾으로 측정하였다.

Extensograph는 Farinograph 흡수량보다 2% 적게 하였고 반죽을 3분간 1차 혼합하고 5분간 resting 시킨 다음 다시 2분간 혼합하면서 커브의 중앙이 500 B.U에 도달하도록 필요에 따라 흡수량을 조절하였다. 반죽(150 gr)을 45분, 90

분, 135분 발효시킨 후 각각 extensogram을 구하였다. Extensogram 중 저항도는 5cm에서의 높이(B.U)로 선장도는 거리(cm)로 나타내었다.

4. 제빵시험

복합분으로 제조한 빵과 비교 검토하기 위해 straight dough method로 표준빵을 제조하여 그 결과를 표준으로 삼았으며 실험시 복합분의 혼합비율은 밀가루에 고구마가루 10%, 20%, 30%을 혼합하였고 제조방법은 27°C incubator에서 1차 발효를 80분간, 2차 발효를 52분간 실시한 후에 180°C (356°F) 오븐에서 25분간 구워냈다.

빵의 품질검사는 제품을 오븐에서 꺼낸 뒤 1시간후에 무게를 측정한 뒤 종자치환법¹⁸⁾에 의해 용적을 측정하고 이것으로 부터 비용적(ml/g of bread)을 계산하였다.

5. 관능검사

관능검사원 20명을 선정하여 빵의 관능적 품질특성에 관한 기본지식을 교육시키고 차이식별 능력시험 등의 반복시도로 본 실험을 위한 관능검사에 익숙하도록 훈련을 실시하였으며 제품의 평가는 breads score sheet를 사용하여 평가하였다.¹⁹⁾

III. 결과 및 고찰

1. 시료의 일반성분

제빵에 사용된 원료분의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Proximate composition of wheat flour and sweet potato starch

	Wheat flour (%)	Sweet potato starch (%)
Moisture	13. 9	13. 04
Crude ash	0.48	0.19
Crude protein	12.85	0.30

2. 복합분의 물리적 특성

1) Farinograph의 특성

Fig. 1, 2, 3, 4는 밀가루 및 각 복합분의 Farinograph이며 그 특성은 Table 2와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 밀가루와 각 복합분의 수분흡수율은 밀가루가 가장 높으며 고구마가루의 첨가량이 많을수록 흡수율이 적어짐을 알 수 있다.

반죽의 최적상태도 고구마가루가 많아질수록 반죽생성시간이 짧아지고 gluten의 안정성도 점점 감소됨을 볼 수 있다. 제빵용 밀가루는 반죽안정성이 클수록 그만큼 반죽시간을 길게 할 수 있어

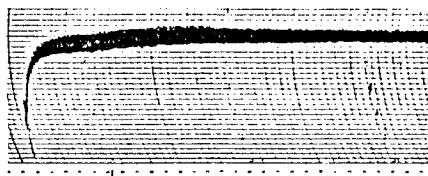


Fig. 1. Wheat flour(100%)

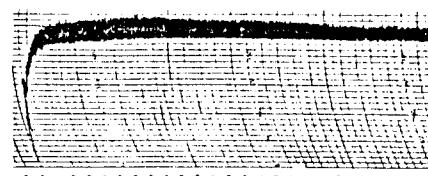


Fig. 2. Wheat flour(90%) S.P. starch(10%)

충분한 재료의 혼합과 형성된 gluten은 빵의 부피를 좋게 하는 것으로 알려져 있다. 반죽최적시간에서 20분후의 약화도는 각 복합분이 첨가될수록 반죽 정도가 약해짐을 알 수 있다.

Valorimeter value는 고구마가루의 첨가량이 많을수록 적어지고 있으나 고구마가루 10% 첨가시 valorimeter value와 약화도에서 제빵용에 적합한 강력분의 적성을 나타냈다.

2) Amylograph의 특성

각 복합분의 호화개시온도, 최고점도 등을 amylograph로서 본 결과는 Table 3과 같다. 밀가루 초기호화온도는 58°C로서 고구마가루 30% 첨가된 것과 비슷하였으나 20%일때는 49°C로서 낮게 나

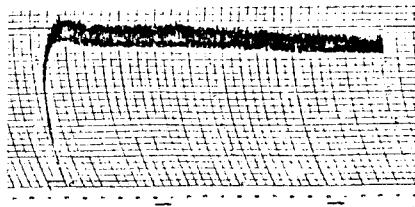


Fig. 3. Wheat(80%) S.P. starch(20%)

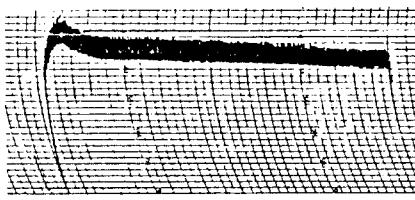


Fig. 4. Wheat(70%) S.P. starch(30%)

Table 2. Farinograph characteristics of composite flours

	WF	WF + SPS 10%	WF + SPS 20%	WF + SPS 30%
Water absorption(%)	66.3	64.5	63.7	61.8
Developing time(min)	12.5	7.9	1.7	1.3
Stability(min)	37.4	27.1	13.5	2.2
Valorimeter value	89	76	55	48
Weakness(B.U.)	5	20	40	85

WF: wheat flour, SPS: sweet potato starch

Table 3. Amylograph characteristics of composite flours

	WF	WF + SPS 10%	WF + SPS 20%	WF + SPS 30%
Gelatinization temp. (°C)	58	55	49	56.5
Max viscosity temp. (°C)	88~92	83.5	77	80
Max viscosity (B.U.)	520	650	770	1,250

WF: wheat flour, SPS: sweet potato starch

타났다.

복합분은 고구마가루의 첨가량에 따라 호화온도가 다르게 나타났으며 Madamba 등²⁰⁾은 amylose 함량과 호화온도와의 상관이 있음을 보고하였고 Wada 등²¹⁾은 전분입자의 결정성이 낮으면 호화개시온도도 낮고 호화열도 작다고 보고하였다.

최고점도는 밀가루가 92°C에서 520 B.U였으며 밀가루에 고구마가루의 첨가량이 많을수록 높게 나타나고 있는데, Huang⁶⁾은 재빵용 소맥인 DNS의 호화온도가 59.5°C, 최고점도 674 BU로서 ASW, HRW 1,000 B.U이상인 것에 비해 훨씬 낮다고 보고했으며 이와 관련하여 Klassen²²⁾은 DNS은 전분입자가 손상되기 쉬울 뿐만 아니라 호소의 활성이 높기 때문에 밀가루 속성속도가 빨라 재빵 발효시 더 좋은 효과를 가져오기 때문이라

고 하였다.

김²³⁾은 고구마가루는 다른 시료에 비해 점도, 호화온도가 낮으며, 고구마가루 단독실험 결과는 68.5°C이며 밀가루 70%를 혼합했을때 더욱 낮아지고 첨가제를 사용해도 역시 낮은 온도를 나타냈다고 했으며 점도는 주로 전분에 의해 영향을 받으므로 gluten의 영향이 큰 재빵적 성과는 크게 관련지우기는 어렵다고 본다.

3) Extensograph의 특성

밀가루의 반죽이 지니는 energy의 크기와 시간적 변화를 측정하여 2차 가공시 발효조작관정으로서 Extensograph에 의한 결과는 Table 4와 같다.

밀가루 반죽의 경우 발효시킨 경과에 따라 저항

Table 4. Extensograph Characteristics of composite flours

	WF	WF + SPS 10%	WF + SPS 20%	WF + SPS 30%
Extensibility (cm)	45 min	21.5	21.5	17.9
	90 min	19.2	21.3	18.1
	135 min	18.5	19.1	17.7
Resistance (B.U.)	45 min	270	220	240
	90 min	320	330	290
	135 min	340	340	320
Resistance	45 min	12.6	10.2	13.4
Extensibility	90 min	16.7	15.5	16.0
	135 min	18.4	17.8	18.1
				30.5

WF: wheat flour, SPS: sweet potato starch

도는 증가하였고 반대로 신장성은 감소하였으며 이에 따라 resistance / extensibility 비는 증가하였다. 이러한 결과는 밀가루반죽은 발효에 의하여 탄성과 점성은 증가되며 신장도는 감소한다는 보고^{23,24)}와 잘 일치하였다.

반면 밀가루에 고구마가루를 첨가할수록 신장성은 감소하고 신장저항도는 증가하여 반죽이 경직되는 경향을 볼 수 있다.

4) 제빵성적

밀가루 및 각 복합분으로부터 생산된 빵의 관능 평가는 Table 5와 같다.

빵의 내부조직에서 기공은 crumb 상태, 세포구조, 특징 등을 나타내는데 일반적으로 기공은 작

으면서 균일하고 세포막이 얇으며 약간 긴 것이 바람직한데 밀, 고구마가루 복합분으로 만들어진 빵의 경우 고구마가루 30% 첨가시 기공이 지나치게 작고 치밀한데 이는 생성된 gas를 충분히 포집할 수 없었던 것으로 보여진다. 제품은 조직에 있어서 고구마가루 첨가량이 많을수록 탄력성이 없고 푸석푸석하며 입에 부담감을 주었고 색깔은 표준 빵에 비해 다소 옅은 갈색이었다.

빵의 외부적인 특성은 고구마가루 첨가량이 많을수록 break 와 shred는 약하였고 빵의 표피도 희끗희끗하며 균열이 있었다.

훈련된 관능요원 20명에 대한 빵의 total score는 WF: 84, WF + SPS 10%: 80, WF + SPS 20%: 77, WF + SPS 30%: 73로서 복

Table 5. Bread score of the tested composit flours

Portion	Perfect score	Sample score			
		WF	WF - SPS 10%	WF - SPS 20%	WF - SPS 30%
External					
Volume	10	10	8	8	8
Color of crust	4	3	3	3	2
Symmetry of form	4	3	3	3	2
Evenness of baking	4	3	3	3	3
Character of crust	4	2	2	2	1
Break and shred	4	3	3	2	1
Score	30	24	22	21	17
Internal					
Texture	15	13	12	12	11
Grain	10	8	8	7	7
Color of crumb	10	10	10	9	9
Aroma	10	8	8	8	8
Taste	15	13	13	13	13
Mastication	10	8	7	7	7
Score	70	60	57	56	57
Total score	100	84	80	77	73

WF: wheat flour, SPS: sweet potato starch

Table 6. Loaf volume, loaf weight and specific volume of the tested composite flours

	WF	WF + SPS 10%	WF + SPS 20%	WF + SPS 30%
Loaf volume(cc)	3,200	2,950	2,900	2,800
Loaf weight(g)	597	598	597	596
Specific volume(cc/g)	4.70	4.33	4.26	4.12

WF: wheat flour, SPS: sweet potato starch

합분의 경우 제빵성적이 낮게 나타났다.

밀가루 및 복합분으로 제조한 빵의 용적, 용적 중 및 비용적이 Table 6과 같다. 빵의 품질을 비교할 때 빵의 부피, 무게, 색, 빵 내부조직 등 여러 가지를 고려해야 하지만 가장 정량적이면서 다른 품질특성까지 알 수 있는 것이 빵의 부피라 할 수 있다.²⁵⁾

복합분의 경우 고구마가루 첨가량이 많을수록 용적 및 비용적이 감소하였으며 고구마가루 30% 첨가시에는 gas cell이 작아 이는 빵의 부피가 팽창되지 않았음을 빵의 특성에서 관찰할 수 있었으며 gluten 형성상태도 가장 좋지 못하였는데 farinograph 결과도 같은 경향을 보였다.

본 실험결과를 보면 고구마가루를 이용한 복합분으로 제빵하는 경우 10% 수준으로는 밀가루 빵에 크게 손색이 없는 제품이 가능하였다.

IV. 요 약

밀가루에 고구마가루를 첨가한 복합분을 사용하여 각 복합분의 리올로지성질 및 제빵적성을 검토하며 관능적 품질평가시험을 실시하였다.

1. Farinograph에 의한 수분흡수율 및 반죽형성시간은 고구마가루의 첨가량이 증가할수록 감소하였다.

2. Amylograph에 의한 최고점도는 고구마가루를 첨가할수록 증가하였으며 호화온도는 약간 낮았다.

3. Extensograph에서는 고구마가루의 첨가량에 따라 신장도는 감소하고 R/E비는 증가하였다.

4. 관능평가 총점은 WF: 84, WF + SPS 10%: 80, WF + SPS 20%: 77, WF + SPS 30%: 73로서 복합분의 경우 제빵적성이 낮게 나타났으며 복합분으로 만든 빵은 용적 및 내부특성이 밀가루 빵보다 다소 열등하였고 이러한 현상은 고구마가루 첨가량이 높을수록 현저하였다.

V. 참고문헌

- 장경정 · 이서래: 국산원료를 활용한 복합분 및 제품개발에 관한 연구, 제 4보, 한국식품과학회지, 6, 25(1974).
- 김영수 · 이희자: 국산원료를 활용한 복합분 및 제품개발에 관한 연구, 제 6보, 한국식품과학회지, 9, 106(1977).
- 김성곤 · 최홍식 · 권태와 · 비엘.다포로니아 · 피.이.마스톤: 밀 쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵시험, 한국식품과학회지, 10, 1(1978).
- 이춘영 · 김성곤 · 피.이.마스톤: 쌀 및 복합분의 물리적 성질 및 제빵시험, 한국식품과학회지, 11, 99(1978).
- 이경혜 · 김영수: 쌀가루와 밀가루 복합분의 세면성 시험, 한국식품과학회지, 13, 6(1981).
- 황성언: 도입밀의 제빵적성과 산화제 첨가 효과, 한국식품과학회지, 20, 890(1988).
- Matz, S.A.: *Food Texture*, AVI Pub. Co., Westport, Conn. (1962).
- Kramer, A. and Twigg, B.A.: *Quality*

- Control for the Food Industry*, 3rd ed., Vol. 1, AVI Pub. Co., Westport, Conn., Chapter 7(1970).
9. 吉川誠次: 食品工業(日本), 11(16), 12(1968).
 10. 山野善正: *New Food Industry*(Japan), 14(2), 40(1971).
 11. Szczesniak, A.S., Brandt, M.A. and Friedman, H.H: *J. Food Sci.*, 28, 397(1963).
 12. 이영화·이관녕·이서래: Texturometer에 의한 성상별 식품군의 Texture 특성, 한국식품과학회지, 6, 42(1974).
 13. 이경애·신말식·안승요: 가열에 의한 고구마팩틴질의 변화, 한국식품과학회지, 17, 421(1985).
 14. Sistrunk, W.A: Carbohydrate transformations, color and firmness of canned sweet potatoes as influenced by variety storage pH and treatment, *J. Food Sci.*, 36, 39(1971).
 15. A.O.A.C: *Official Methods of Analysis* 13th ed, Washington, D.C(1980).
 16. Kohler, G.D. and Rhoda, P.: *Cereal Chem.*, 44, 512(1967).
 17. A.A.C.C: *Approved Method of the American Association of Cereal Chemist*, 8th ed., St. Paul Minn(1983).
 18. Griswold, R.H.: The experimental study of foods, Houghton Mifflin Co., Boston, 540(1962).
 19. American Institute of Baking: Scoring of baked products, Textbook of A.I.B. (1984).
 20. Madamba, C.S.P., Bustrillo, A.R. and Sanpedro, E.L.: Sweet potato starch, physico-chemical properties of the whole starch, *The Philippine Agriculturists.*, 58, 338(1975).
 21. Wada, K., Takahashi, K., Shirai, K. and Kawamura, A.: DTA applied to examining gelatinization of starches in foods, *J. Food Sci.*, 44, 1366(1979).
 22. Klassen, A.J. and Hill, R.D.: Comparison of starch from Triticale and its parental species, *Cereal Chemistry.*, 48, 647(1971).
 23. Hoseney, R.C., Hsu, K.H. and Junge, R.C.: A simple spread test to measure the rheological properties of fermenting dough, *Cereal Chem.*, 56, 141(1979).
 24. Cullen - Refal, A., Faubion, J.M. and Hoseney, R.C.: Lubricated uniaxial compression of fermenting dough, *Cereal Chem.*, 65, 401(1988).
 25. 정옥경: 제빵과정에 있어서 밀가루 지방질, 쇼트닝 및 유화제의 역할, 한국식품과학회지, 13, 74(1981).

(1990년 5월 21일 수리)