

한국산 단마(*Dioscorea aimadoimo*)의 물리화학적 특성 및 제빵 시험

김 화 선 · 박 용 곤*
숙명여자대학교 식품영양학과
한국식품개발연구원*

Physicochemical Properties and Baking Studies of Yam(*Dioscorea aimadoimo*) in Korea

Wha-Sun Kim · Yong-Kon Park*

Dept. of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University
Korea Food Research Institute, Banwol, Kyonggi-Do*

ABSTRACT

In an attempt of develop composite flours, *D. aimadoimo* of yams in Korea was investigated with respect to its physicochemical properties and sensory analysis with baking bread. The results are summerized as follows:

1. Yam had 73.21% of water, 21.65% of carbohydrate, 3.3% of crude protein, 0.25% of fat, 1.60% ash and 20.3% of starch.
2. Sucrose was 78% of the total free sugars in yam flour. It was contained which 67% of total free amino acids were serine, arginine & alanine and 23.6% of total amino acids was glutamic acid.
3. As the yam flour level in amylogram patterns(8% dry basis) was increased, the initial pasting temperature was increased and the viscosity decreased.
4. Replacement of yam flour with 10% wheat flour was the best in sensory evaluation of the products.

서 론

분식 원료로서 복합분을 이용한 여러 연구들은 세계 각국에서 진행되고 있으며, 우리 나라에서도 1970년 이후 연구가 활발히 진행되어 복합분의 이화학적 특성, 영양가, 제빵, 제면 및 제과 시험 등에 관하여 보고된 바 있다. 이때 사용된 복합분으로는 보리¹⁻⁶⁾, 쌀^{4,6,7)} 및 옥수수^{4,6)} 등 곡류와 고구마^{2,4,6)}, 감자^{4,6)}와 같은 서류가 널리 이용되고 있다.

마의 가식부인 뿌리는 원주상으로 비대한 괴근이며 생근의 내부는 다갈색으로 여러 곳에 세모근 및 소공이 있는 숙근성 덩굴 초본이다. 주성분은 전분질이고 단백질, 무기질, 비타민 C 및 비타민 B₁ 등 영양 성분을 함

유하며 mucin질이 있어 점성이 높으며⁸⁾, 서류중 단백질의 양과 조성⁹⁻¹¹⁾ 및 필수 지방산 함량이 우수한 것^{10, 11)}으로 나타나 있다.

우리 나라에 분포되어 있는 마는 열대 지방의 마에 비해 저온에 잘 견디도록 자생된 것들이며 이들을 덩이 뿌리모양에 따라 긴마(*D. batatas*), 단마(*D. aimadoimo*) 및 참마(*D. japonica*)로 분류된다.

본 연구는 이들 마중에서 단마의 이화학적 성질을 조사함과 동시에 이를 첨가하여 제빵 제조시 제빵 적성 및 관능 검사 등을 실시하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

시험에 사용한 단마는 1991년에 제조된 것으로 이화학적 특성은 동결 건조한 시료를 이용하였고, 복합분의 재료로서는 40℃에서 송풍 건조하고 60mesh로 분쇄하였다. 한편 밀가루는 제빵 제조용 강력분 특급을 사용하였다.

2. 마의 이화학적 특성

원료마의 수분, 당질, 조단백, 조지방 및 회분은 A. O.A.C.¹²⁾법에 따라, 전분 함량 측정에는 산 가수분해법¹³⁾에 따라 실시하였으며, 또한 유리당¹⁴⁾, 유리 아미노산¹⁵⁾ 및 총 아미노산¹⁶⁾의 함량을 측정하였다.

3. 제빵 시험

한편 식빵 제조 공정은 재래식 방법으로 밀가루 1kg에 이스트 27g을 섞은 후 이에 따뜻한 물에 녹인 설탕 100g, 소금 20g과 버터 100g을 넣고 반죽 기계에 반죽하였다. 40분 지난 후 150g씩 덩어리로 떼어 gas를 뺀 후 한 팬에 4덩어리로 만들어 넣었다. Incubator에 부풀린 후 200℃로 달구어진 oven에 35분 정도 구워 냈으며 복합분의 식빵은 밀가루의 5%, 10% 및 15%에 해당하는 양을 마 가루로 대치하여 사용하였다.

4. 호화 양상

가루(8%)의 호화 양상은 Brabender amylograph (Model 800220)를 사용하여 측정하였다.

5. 관능 검사

제빵의 관능 검사는 본 대학교 식품영양학과 3학년 학생 60명에 의하여 비교 채점법으로써 각 제품의 색깔, 맛, 향 및 조직감(texture)에 대하여 5점법(밀가루 제품 3점 기준)으로 채점하고 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 단마의 이화학적 특성

Table 1은 본 시험에 사용한 단마의 일반 성분과 전분 함량을 조사한 결과로서 수분 73.21%, 당질 21.65%, 조단백 3.31%, 지방 0.25%, 회분 1.60% 및 전분 함량은 20.3%로 나타났다. 마의 수분 함량은 서류중 고구마와 비슷하였으며¹⁷⁾, 차에 의해 보고된¹⁸⁾ 참마에 비해 다소 낮았다. 조단백 함량은 고구마¹⁷⁾ 및 감자¹⁹⁾의 2% 이하에 비해 상당히 높은 값으로 나타났으며, 전분 수율도 고구마¹⁷⁾와 감자²⁰⁾에 비해 높은 값으로 나타났다.

Table 2는 유리당 함량을 나타낸 것으로 그들의 조성

Table 1. Proximate composition

Sample	Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Fat	Ash	Starch
<i>D. aimadoimo</i>	73.21	21.65	3.31	0.25	1.60	20.30
<i>D. japonica</i> ¹⁸⁾	83.05		2.33	0.07	0.85	19.50
Sweet potato ¹⁷⁾	76.23		1.47	0.17	0.94	20.00
Potato ¹⁹⁾	79.50	17.70	1.90	0.10	0.80	
Potato ²⁰⁾						13.60

Table 2. Contents fo free sugars

Sample	Glucose	Fructose	Sucrose	Total
<i>D. aimadoimo</i>	0.01	0.05	0.22	0.28
Sweet potato ¹⁷⁾	1.17	0.97	3.10	5.23
Potato ²⁰⁾	0.04	0.10	0.54	0.68

은 glucose, fructose, sucrose로 구성되어 있으며 이중 sucrose가 전체 유리당의 78%를 차지하였다. 이러한 sucrose의 함량은 파종 후 시기에 따라 변화되며 수확 전후 모든 시기에 걸쳐 가장 높은 함량을 보이며²¹⁾, 여러 품종에 있어서도 주요 구성 유리당이 sucrose로 나타났다^{11,22)}. 유리당은 비효소적 갈변반응에 관여할 뿐만 아니라 전분 제조시에는 유실되어지는 것으로 이의 함량이 높은 것은 전분 가공 측면에서 바람직하지 못한 것으로 알려져 있다.

Table 3에 나타난 유리 아미노산 조성은 serine, ar-

Table 3. Free amino acid & total amino acid compositions of yam (mg /100g, dry basis)

Amino acid	Free amino acid	Total amino acid
Aspartic acid	20.6	413.4
Threonine	7.2	102.3
Serine	127.3	350.1
Glutamic acid	31.2	754.3
Proline	11.4	132.8
Glycine	8.2	120.1
Alanine	31.2	253.4
Cystine	-	-
Valine	6.8	102.8
Methionine	-	30.2
Isoleucine	3.6	81.1
Ieucine	2.6	123.1
Tyrosine	6.4	61.5
Phenylalanine	6.6	132.1
Histidine	4.6	58.0
Lysine	8.0	75.6
Arginine	80.2	410.0
Total	356.5	3,200.8

Table 4. Amylograph indices on composite flours

Sample	Initial pasting temperature (°C)	Viscosity at 95°C (B.U.)	15min hold viscosity (B.U.)
Control	70.5	200	180
Yam flour	80.3	630	730
95% Wheat flour+5% yam flour	65.0	165	140
90% Wheat flour+10% yam flour	68.0	110	110
85% Wheat flour+15% yam flour	69.1	100	100

ginine, alanine순으로 이들이 전체 아미노산의 67%를 차지하는 형태로 *D. batatas*와 유사한 조성을 나타내었으나²²⁾ 함량에 다소 차이가 있었다. 총아미노산은 glutamic acid, arginine, aspartic acid 및 serine의 높은 순으로 이는 성숙 상태 및 재배지에 따라 차이가 있으나 그들의 품종에 관계없이 glutamic acid의 높은 함량이 반쪽시 glutamine으로 전환되어 다른 아미노산과 수소 결합(H-bond)을 이루어 결속력 및 탄력성을 증가시켜 반죽 형성에 가장 큰 역할을 하는 것으로 알려져 있다²³⁾. 마의 단백질은 밀 및 카사바에 비해 좋으나, 이중 함량 아미노산은 제 1 제한 아미노산이며 lysine과 threonine은 각각 제 2 및 3 제한 아미노산으로¹¹⁾, 이들의 영양상 부족 상태를 강화하기 위해서는 콩가루 첨가가 바람직한 것으로 지적된다.

2. 복합분의 호화양상

Table 4는 밀가루와 마를 섞은 복합분의 호화 양상을 조사한 결과로서 마의 첨가 함량이 높을수록 그들의 호화 개시온도, 95°C에서의 점도 및 95°C에서 15분후의 점도가 낮게 나타남으로 보존성에 문제점을 나타내었다. Ciacco와 D'appolonia²⁴⁾에 의하면 마 전분은 그들의 강한 결합력에 의해 호화 개시온도가 높고, 2단계의 호화 형태를 나타냄에 반해 복합분의 낮은 온도 및 낮은 점도는 마 전분 외의 성분이 결합력을 약화시키는 것으로 생각된다.

3. 제빵의 관능검사

Table 5에 나타난 관능 검사 결과를 보면 마 가루의 첨가 함량이 높을수록 제빵의 겉질이 두껍고 짙은 갈색을 나타내었다. Ciacco와 D'appolonia²⁴⁾에 의하면 마 가루 제빵시 짙은 갈색은 복합분에 함유된 높은 당 함량

Table 5. Sensory evaluation data for bread-making of composite flours

Flour composition	Individual organoleptic scores			
	Color*	Taste*	Texture	Flavor
Control	3.00	3.00	3.00	3.00
Wheat flour+5% yam flour	2.60	3.18	2.80 ^b	2.73 ^b
Wheat flour+10% yam flour	2.91	3.62	3.35 ^a	3.84 ^a
Wheat flour+15% yam flour	2.69	3.39	2.91 ^b	3.48 ^b

Rate using a scale of 1~5, where 5=excellent, 4=good, 3=fair, 2=poor, 1=bad

*=N.S. (Not Significant)

에 기인된 것으로 이러한 갈색 현상은 쌀보리 제빵에서도 쌀보리 첨가분이 높을수록 갈색도 짙어지고 좋은 향을 나타내었다³⁾. 또한 마 복합분 제빵의 향이 강하게 나타남은 마의 mucin성분에 의한 향 보유력으로 생각된다. 맛에 있어서는 밀가루만을 이용한 제빵에서 느끼는 질기찬 느낌과는 다른 부스리지는 듯한 산뜻한 맛과 촉감을 주었는데 이는 저장 기간 동안에 다소 나쁜 느낌으로 복합분과 밀가루에서 나타나는 점도의 차이로 설명될 수 있다고 한다⁷⁾.

퍼센트별로 이들을 살펴보았을 때 향과 조직감은 세 그룹 사이에서 유의적인 관계를 나타내었고 맛과 색은 세 그룹 사이에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이들 중 가장 반응이 좋게 나타난 것은 10% 마 가루를 첨가한 것으로 이는 Ciacco와 D'appolonia의 연구 결과²⁾와는 다소 상이하였다.

이상의 결과를 종합해 보면 단마는 일상 생활과 밀접한 서류인 감자나 고구마에 비해 단백질, 지방 및 회분의 함량이 높은 식품으로 나타났으며 아미노산 중 높은 glutamic acid 함량으로 제빵 제조시 바람직한 결과를 나타내리라 사료되어 좀더 연구 되었으면 한다. 10%의 마 가루가 첨가된 복합분은 밀가루 제품에 비해 제빵의 색이 진한 갈색을 나타내며 향과 맛이 대조구에서 느끼지 못한 좋은 특성을 나타내었다.

요 약

우리 나라에 분포되어 있는 마중 단마(*D. aimamo-doimo*)의 이화학적 성질 및 복합분으로써 제빵 적성과 관능 검사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 단마는 수분 73.21%, 당질 21.65%, 조단백 3.31%, 지방 0.25%, 회분 1.60% 및 전분 함량은 20.3%로 나타났다. 이는 서류보다 조단백 함량과 전분 수율이 높은 것으로 나타났다.
2. 유리당중 sucrose가 78%로 가장 높은 함량을 나타내었고, 유리 아미노산 조성은 serine, arginine, alanine 순으로 전체 67%를 차지하였으며, 총 아미노산 조성은 glutamic acid가 전체의 23.6%를 차지하였다.
3. 복합분의 호화 양상은 마 가루의 첨가 농도가 증가함에 따라 호화 개시온도는 상승한 반면 점도는 점차로 감소하였다.
4. 관능 검사 결과 10% 마 가루를 첨가한 복합분이 가장 좋은 제빵 적성과 관능 점수를 나타내었다.

참고문헌

1. 이철, 배송환, 양한길: 쌀보리 및 쌀보리-밀 복합분의 제빵 적성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 14(4), 370(1982)
2. 장경자, 이서래: 국산 원료를 활용한 복합분 및 제품 개발에 관한 연구, 한국식품과학회지, 6(2), 65(1974)
3. 김성근, 최홍식, 권태환, 비.엘.다포르니아, 피.이.마스톤: 밀-쌀보리 복합분의 물리적 성질 및 제빵 시험, 한국식품과학회지, 10(1), 11(1978)
4. 김영수, 이희자: 국산 원료를 활용한 복합분 및 제품 개발에 관한 연구, 한국식품과학회지, 9(2), 106(1977)

5. 최홍식, 유정희, 권태완:보리-밀 및 보리-콩 복합분의 제면성 및 제품 특성에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(4), 236(1976)
6. 김영수, 김영휘, 우창명, 이서래:국산 원료를 활용한 복합분 및 제품 개발에 관한 연구, 한국식품과학회지, 5(1), 16(1973)
7. 이춘영, 김성곤, 피.이.마스톤:쌀 및 복합분의 물리적 성질 및 제빵 시험, 한국식품과학회지, 11(2), 99(1979)
8. Fujimoto, S.:The wild plants and their starches in Japan, *Jap. Soc. Starch Sci.*, 24(4), 148(1977)
9. 김종익:마의 식품영양학적 연구, 송전대학교 논문집 8, 167(1978)
10. Kouassi, B., Diopoh, J., Leroy, Y. and Fournet, B.:Total amino acids and fatty acids composition of yam(*Dioscorea*) tubers and their evolution during storage, *J. Sci. Food Agric.*, 42, 273(1988)
11. Ciacco, C.F. and D'appolonia, B.L.:Baking studies with cassava and yam flour, 1. Biochemical composition of cassava and yam flour, *Cereal Chem.*, 55(3), 402(1978)
12. A.O.A.C.:Official method of analysis, 11th ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C., p.123 (1970)
13. 福場博保:織物組織中の澱粉含量の定量, 澱粉科學 핸드ブック, 朝倉書店, 東京, p.165(1980)
14. Washing, A.M., Work, T.M., Bushway, A.A. and Bushway, R.J.:HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes, *J. Food Sci.*, 46, 300(1981)
15. 최홍식:쌀밥의 향미에 관한 연구, 동국대학교 박사 학위논문, (1976)
16. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 巖尾裕之:アミノ酸の定量 食品分析 핸드ブック, 健帛代, 東京, p.83(1972)
17. 석호문, 박용곤, 남영중, 신동화, 김준평:품종별 고구마 전분의 이화학적 특성, 한국농화학회지, 30(2), 173(1987)
18. 차연수:참마(*Dioscorea japonica* Thunberg) 전분의 이화학적 특성에 관한 연구, 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문, (1983)
19. 조재선:식품 재료학, 기전연구사(1982)
20. 석호문, 박용곤, 남영중, 민병용:품종별 감자 전분의 이화학적 특성, 한국농화학회지, 30(2), 133(1987)
21. Ketiku, A.O. and Oyenuga, V.A.:Changes in the carbohydrate constituents of yam tuber (*Dioscorea roundata* Poir) during growth, *J. Sci. Food Agric.*, 24, 367(1973)
22. 박부길:*Dioscorea batatas* Dence성분에 관한 연구, 강원대학교 연구논문집, 59(1973)
23. 유인수, 오남환:아미노산 조성으로 본 국산 소맥의 제빵 특성, 한국식품과학회지, 12(3), 205(1980)
24. Ciacco, C.F. and D'appolonia, B.L.:Characterization of starches from various tubers and their use in bread-baking, *Cereal Chem.*, 54, 5(1977)

(1992년 6월 15일 수리)