KOREAN J. SOC. FOOD SCI.
Vol. 9, No. 2, May, 1993

한국산 긴마(*Dioscorea batatas*)의 물리화학적 특성 및 Doughnut에 대한 관능 검사

김 화 선
숙명여자대학교 식품영양학과

Phygicochemical Properties and Sensory evaluation with Doughnut of Yam (*Dioscorea batatas*) in Korea

Wha-Sun Kim
Department of Food and Nutrition, Sookmyung Women's University

Abstract

In an attempt of develop composite flours, Korea yam (*Dioscorea batatas*) was investigated in terms of the physicochemical properties and sensory evaluation with doughnut. Yam had 76.10% of water, 18.63% of carbohydrate, 4.03% of crude protein, 0.27% of fat, 1.02% of ash and 17.20% of starch. Compositions of the free sugar in yam flour were glucose, fructose and sucrose, which of amounts was about 30% respectively. The major free amino acids of yam were Serine, Arginine & Alanine, which consisted of 70.3% of the total free amino acids. Most amino acids of yam were Glutamic acid, Aspartic acid & Arginine which consisted of 47% of total amino acids. As the amount of yam flour in doughnut was increased the oil absorption rate was lower. In the sensory evaluation, control and 10% flour group did not show any significant difference in all category of sensory characteristics.

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 복합분으로서는 보리[1-6], 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, Vit.C 및 Vit.B_1 등 영양 성분을 함유하며 mucin질이 있어 점성이 높으며[8], 서류중 단백질의 양과 조성[9-12] 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 덩이뿌리모양에 따라 긴마(*D. batatas*), 단마(*D. aimadoimo*) 및 참마(*D. japonica*)로 분류된다.

본 연구는 이들 마중에서 긴마의 이화학적 성질을 조사함과 동시에 이를 첨가하여 튀김류인 도우넛(Doughnut)을 만들어 마 첨가율에 따른 흡유율(吸油率) 및 관능 검사를 실시하여 이를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 재료

시험에 사용한 긴마는 1992년 수확된 것으로 물리화학적 특성을 살펴보았고, 복합분의 재료로서는 40℃에서 동결 건조하여 100 mesh로 분쇄하였다. 한편 밀가루는 다목적용 1등급을 사용하였다.

2. 마의 물리화학적 특성

마의 수분, 당질, 조단백질, 조지방 및 회분은 A.O.A.C. 법[13]에 의해, 전분 함량측정은 산 가수분해법[14]에 따라 실시하였으며, 또한 유리당[15], 유리 아미노산[16] 및 총 아미노산[17]의 함량을 측정하였다.

3. Doughnut 제조

Doughnut 제조 공정은 염과 장[18]의 방법에 따라 잘 체로 쳐진 가루(밀가루와 마가루), 소금 및 베이킹 파우더를 Creaming된 혼합액(butter+계란+설탕)에 넣어 우유와 함께 반죽한다. 반죽은 1 cm 두께로 밀어 튀김 시작 온도 170℃를 기준으로 한 번에 3개씩 넣어 양면을 각각 1분 30초씩 튀겨 내었다.

밀가루 ; 50.4%, 우유 ; 20.2%, 설탕 ; 16.8%, 계란 ; 8.4%, butter ; 2.2%, baking powder ; 1.8%, 소금 ; 0.2%

Table 1. Proximate composition of tubers (%)

Sample	Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Fat	Ash	Starch
D. batatas	76.10	18.63	4.03	0.27	1.02	17.30
D. aimadoimo[12)a]	73.21	21.65	3.31	0.25	1.60	20.30
D. japonica[23)]	83.05		2.33	0.07	0.85	19.50
Sweet potato[20)]	76.23		1.47	0.17	0.94	20.00
Potato[21)]	79.50	17.70	1.90	0.10	0.80	
Potato[22)]						13.60

[a]reference

Table 2. Contents of free sugars in tubers (% dry basis)

Sample	Glucose	Fructose	Sucrose	Total
D. batatas	0.31	0.29	0.29	0.89
D. aimadoimo[12)a]	0.01	0.05	0.22	0.28
Sweet potato[20)]	1.17	0.97	3.10	5.23
Potato[22)]	0.04	0.10	0.54	0.68

[a]reference

4. 기름 흡유율 측정

튀기기 전과 튀긴 후의 Doughnut 무게를 각각 측정하여 계산하였으며 이때 사용한 기름은 시판제품 제일제당주식회사 콩기름이었다.

5. 관능 검사

Doughnut의 관능 검사는 본 대학교 식품영양학과 대학원생 14명에 의하여 절대 채점법으로 각 제품의 모양, Doughnut껍질색, Doughnut속색, 단면의 기공, 향, 맛 및 조직감(texture)에 대하여 9점법으로 채점하여 그 결과에 대한 분산분석 및 Duncan's multiple range test[19)]를 하여 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

1. 긴마의 이화학적 특성

Table 1은 본 시험에 사용한 긴마의 일반 성분과 전분 함량을 조사한 결과로써 수분 76.10%, 당질 18.63%, 조단백질 4.03%, 지방 0.27%, 회분 1.02% 및 전분 함량은 17.20%로 나타났다. 긴마의 수분 함량은 서류중 고구마와 비슷하였으며[20)], 조단백질 함량은 고구마[20)] 및 감자[21)]의 2% 이하에 비해 상당히 높은 치로 나타났으며, 전분 수율도 고구마[20)]와 감자[22)]에 비해 높은 치를 나타내었다. 마 품종중 단마[12)]와 참마[23)]와의 비교에서 수분과 단백질 함량은 다소 높은 치를 나타내었으나 당질과 전분 수율은 낮게 나타났다.

Table 2는 유리당 함량을 나타낸 것으로 조성은 glucose, fructose 및 sucrose로 구성되어 있으며 다른 마 품종들의 주요 구성 유리당이 sucrose로 나타난데 비해[11,12,24)] 이들의 구성 함량은 각 30% 정도로 동등한 비율을 나타내었다. Ketiku와 Oyenuga에 의하면[24)] sucrose의 함량은 파종 후 시기에 따라 변화되며 수확전후 모든 시기에 걸쳐 가장 높은 함량을 차지하는 것으로 나타난데 비해 긴마는 다소 다르게 나타났다.

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

Amino acid	Free amino acid	Total amino acid
Aspartic acid	29.8 (6.8)[a]	508.0 (13.0)[a]
Threonine	8.4 (1.9)	156.2 (4.0)
Serine	179.1 (40.6)	420.6 (10.8)
Glutamic acid	31.8 (7.2)	826.8 (21.2)
Proline	6.4 (1.5)	180.2 (4.6)
Glycine	13.6 (3.1)	140.1 (3.6)
Alanine	46.4 (10.5)	310.7 (8.0)
Cystine	—	—
Valine	9.4 (2.1)	120.0 (3.1)
Methionine	—	40.3 (1.0)
Isoleucine	3.6 (0.8)	100.5 (2.6)
Leucine	2.4 (0.5)	170.2 (4.4)
Tyrosine	2.4 (0.5)	77.3 (2.0)
Phenylalanine	7.6 (1.7)	192.4 (4.9)
Histidine	8.4 (1.9)	67.8 (1.7)
Lysine	7.2 (1.6)	100.2 (2.6)
Arginine	84.4 (19.1)	490.3 (12.6)
Total	440.9 (100)	3901.6 (100)

[a]% to total amino acid

Table 3에 나타난 유리 아미노산 조성은 Serine, Arginine, Alanine순으로 이들이 전체 아미노산의 70.3%를 차지하는 형태로, 박[25)]에 의한 결과와 유사하게 나타내었다. 총 아미노산은 Glutamic acid, Aspartic acid, Arginine의 높은 순으로 이는 성숙 상태 및 재배지에 따라 다소 차이가 있으며[10)], 이중 높은 함량을 차지하고 있는 Glutamic acid는 반죽시 Glutamin으로 전환되어 다른 아미노산과 수소결합(H-bond)과 Cystine에 의한 disulfide(S-S)을 통하여 Gluten의 탄력 형성에 참여하는 것으로 알려져 있다[26)]. 따라서 마는 수소결합에 의한 Gluten 탄력 형성됨을 알 수 있었다. Ciacco와 D'appolonia에 의하면[11)] 마의 단백가는 밀 및 cassava에 비해 좋으나, 이중 함황 아미노산은 제 1제한 아미노산이며 lysine과 threonine은 각각 제 2 및 3제한 아미노산으로, 이들의 영양상 부족 상태를 강화하기 위해서는 콩가루 첨가가 바람직한 형태로 지적되고 있다[27)].

2. Doughnut의 기름 흡유율

Doughnut 재료인 밀과 긴마 가루의 수분과 단백질 함량과 이를 원료로 만든 Doughnut의 기름 흡유율은 Table 4에 나타났다.

밀가루는 마가루에 비해 수분 보유량이 2.5배 크며 단백질 함량에 있어서는 마가루가 밀가루에 비해 다소 높은 편으로 튀김시 마 첨가퍼센트가 높을수록 제품의 기름 흡유율이 낮게 나타남으로써, 정에 의한[28] 튀김라면의 경우 단백질 함량이 높을수록 무게 증가율이 다소 낮게 나타난 것과 동일 조건, 동일 배합시 강력분의 흡유량은 박력분의 흡유량보다 적다고 하는 사실이 뒷받침된다[29].

3. Doughnut의 관능 검사

Table 5에 나타난 관능 검사 결과에 있어 control과 마가루 10% 첨가군이 모든 항목에 차이가 없음을 나타내었고 마가루 40% 첨가군에서 대조군에 비해 유의적으로 낮은 평가 점수가 나타났다. 김과 박에 의하면[12] 마가루를 첨가한 식빵 제조시 10% 첨가군이 향, 맛 및 조직감에 있어 가장 좋은 형태로 나타남에 있어 본 실험에서도 마가루 10%를 첨가한 군이 control과 유사하며 적은 흡유율을 나타내므로 바람직한 형태로 생각된다. 특히 마에는 밀이나 cassava에 비해 당함량이 높은 것으로 나타나[11] 튀김시 갈색 현상이 두드러진 경향이 있어 같은 튀김 온도에서도 갈색 정도에 따라 마 첨가 정도를 구별 가능하였다. 따라서 영양적인 면이나 적은 흡유율과 먹음직스러운 갈색 튀김식품을 얻기 위해서는 마가루 10% 정도 첨가됨이 바람직하다고 생각된다.

Table 4. Characteristics of flours and oil absorption rate in Doughnuts (%)

Sample	Flour		Doughnut
	Moisture	Protein	Oil absorption rate
Yam	5.43	11.93	
Wheat(100)[a]	13.19	10.80	17.11
Yam(10)+Wheat(90)	12.42	10.91	12.03
Yam(20)+Wheat(80)	11.64	11.02	7.31
Yam(30)+Wheat(70)	10.86	11.13	6.93
Yam(40)+Wheat(60)	10.08	11.24	8.72

[a]Flour proportion

요 약

우리나라에 분포되어 있는 마중 긴마(*D. batatas*)의 물리화학적 성질 및 복합분으로써 튀김류인 Doughnut의 흡유율과 관능 검사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

긴마는 수분 76.10%, 당질 18.63%, 조단백질 4.03%, 지방 0.27%, 회분 1.02% 및 전분 함량은 17.20%로 나타났다. 유리당 조성은 glucose, fructose 및 sucrose로 구성 함량이 각각 30% 정도로 동등한 비율을 나타내었다. 또한 유리 아미노산 조성은 Serine, Arginine, Alanine순으로 이들이 전체 아미노산의 70.3%를 차지하였으며 총 아미노산의 47%는 Glutamic acid, Aspartic acid, Arginine가 차지하였고 함황 아미노산은 거의 존재하지 않았다. 튀김 식품인 Doughnut에 있어 마 첨가율이 높아질수록 기름 함유율이 낮아졌으며 관능 검사시 control과 마 10% 첨가군이 각 항에 차이가 없는 것으로 영양가와 기름 함유율을 고려해 볼때 튀김시 밀가루에 10% 마가루 첨가가 바람직한 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 이 철, 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. 김성곤, 최홍식, 권태완, 비.엘.다포로니아, 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).

Table 5. Sensory evaluation data of Doughnuts

Sample	Sensory panel scores[1]						
	Shape	Color of crust	Color of crumb	Pore of a section	Flavor	Taste	Texture
I[2]	6.36[a]*	5.86[ab]	5.93[a]	6.21[a]	6.29[ab]	6.14[ab]	6.07[ab]
II	6.14[a]	7.21[a]	5.93[a]	6.43[a]	6.50[a]	6.93[a]	6.36[a]
III	6.36[a]	4.86[bc]	5.21[ab]	5.07[ab]	5.29[abc]	5.50[b]	5.07[ab]
IV	4.79[ab]	3.57[cd]	5.00[ab]	5.07[ab]	4.79[bc]	5.50[b]	4.79[bc]
V	4.00[b]	1.86[d]	3.86[b]	4.00[b]	4.14[c]	3.93[c]	3.64[c]

[1]Mean score based on a 9-point scale (1; very poor, 5; regular, 9; excellent)
[2]Flour proportion; I: Wheat(100), II: Yam(10)+Wheat(90), III: Yam(20)+Wheat(80), IV: Yam(30)+Wheat(70), V: Yam(40)+Wheat(60)
*Significant at $p<0.05$

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. 숭전대학교 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 Agri.*, 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. 김화선, 박용곤, 한국산 단마(*Dioscorea aimadoimo*)의 물리화학적 특성 및 제빵 시험. 한국식품영양학회지, 5(1): 49(1992).
13. A.O.A.C., Offical method of analysis, 11th ed, Association of Offical Analytical Chemist. Washington, D.C., 123(1970).
14. 福場博保, 織物組織中の澱粉含量の 定量, 澱粉科學ハンドブツケ, 朝倉書店, 東京, p.165(1980).
15. 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).
16. 최홍식, 쌀밥의 향미에 관한 연구. 동국대학교 박사학위논문 (1976).
17. 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 嚴尾裕之: アミソ酸の 定量 食品分析ハンドブツケ, 健帛代, 東京, p.83(1972).
18. 엄초애, 장명숙, 서양 요리, 아카데미 서적, p.168(1985).
19. Larmond, E., Methods for Sensory Evaluation of Food, *Canad. Dept. Agr.* (1967).
20. 석호문, 박용곤, 남영중, 신동화, 김준평, 품종별 고구마 전분의 이화학적 특성, 한국농화학회지, 30(2): 173(1987).
21. 조재선, 식품 재료학, 기전연구사 (1982).
22. 석호문, 박용곤, 남영중, 민병용, 품종별 감자 전분의 이화학적 특성. 한국농화학회지, 30(2): 133(1987).
23. 차연수, 참마(*Dioscorea japonica Thunberg*) 전분의 이화학적 특성에 관한 연구. 숙명여자대학교 대학원 석사학위논문 (1983).
24. 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).
25. 박부길, *Dioscorea batatas* Dence 성분에 관한 연구. 강원대학연구논문집, 59: (1973).
26. 유인수, 오남환, 아미노산 조성으로 본 국산 소맥의 제빵 특성. 한국식품과학회지, 12(3): 205(1980).
27. Collins, J.L. and Falasinnu, G.A., Yam (*Dioscorea* spp.) Flour Fortification with Soy Flour. *J. of Fd Science,* 42(3): 821(1977).
28. 정구식, 밀가루의 단백질이 라면 품질에 미치는 영향, 단국대학교 석사학위논문 (1988).
29. 太田靜行, 湯木悅二, Fry 식품의 이론과 실제, 幸書房, 日本, p.136(1976).