

건조방법에 따른 마의 품질특성

이 부 용

농산물이용연구부

1. 서 론

일반적으로 마는 마(*Dioscorea*)과에 속하는 다년생 덩굴초본이다. 식용이나 약용으로 사용하는 가식부위는 뿌리가 원주상으로 비대한 생근형태로서 지하괴근(塊根)의 주피(周皮)를 제거하여 그대로 또는 찌서 말린 부위이다. 괴근의 내부는 유백색이나 황갈색을 띠며 끈끈한 점질물을 다량 함유하고 있다. 맛은 약간 달고 담백하며, 마 특유의 고유한 냄새가 약간 난다. 한방에서는 산약(山藥)이라고도 부르며 예로부터 자양(滋養), 강장(強壯), 강정(強精), 폐결핵 등에 유효하게 이용되어 왔다.^{1~3)}

식품으로서 마는 알칼리성 식품이며, 여러가지 소화효소가 함유되어 있어서 고구마나 감자와 같은 다른 지하 괴근과는 달리 익혀먹지 않고 생식을 하여도 소화흡수가 잘 된다. 특히 마의 끈끈한 점질물의 주 구성 성분은 만난(mannan)으로 이루어진 섬유질이 대부분을 차지하며 단백질과 무기질, 소량의 글루코스, 프럭토스 등으로 이루어져 있어서 당뇨병이나 설사 등에 상당한 효과가 있는 것으로 알려져 있다.^{4~8)}

기존의 마에 대한 국내 연구결과를 살펴보면 차⁹⁾, 김 등¹⁰⁾의 마전분의 이화학적 구조 특성에 대한 연

구, 생약학적 약효 연구^{2~3)}, 이 등¹¹⁾의 마전분 호화액의 리올리지 특성 및 최 등¹²⁾의 열적 특성에 관한 연구 등이 있다.

국외 연구로는 Suzuki 등¹³⁾, Rasper 등¹⁴⁾ Nagashima 등¹⁵⁾의 외국산 마전분에 대한 이화학적 특성연구와 점질물의 성분과 구조에 대한 연구, 마의 점탄성에 대한 연구¹⁶⁾, 점질성 다당류의 정량과 분석 등에 관한 연구¹⁷⁾, 여러종류의 마점질 다당류들의 화학적 조성과 유동특성 등에 대한 연구¹⁸⁾ 등이 있을 뿐이다.

현재는 생마를 수확하여 저온저장하거나 그대로 수확하지 않고 땅속에 묻어두었다가 이듬해 3월 정도까지는 수확하여 유통되지만, 생마는 저온저장이나 땅속에 묻어두어도 갈변이 심하고 부패가 빨리 일어나는 등 저장성이 극히 제한되어 있어서 수확기만 지나면 생마를 구하여 그 점질성을 이용한 식품을 제조하기가 매우 어렵다.

건조된 마의 식품학적 품질 특성 중 가장 중요하게 고려되는 것은 점질물 성분에 의한 끈끈한 물성과 생마의 색이 그대로 유지되느냐에 달려 있다. 물론 생마를 동결건조 시키면 생마의 끈끈한 점질물 성분과 색이 그대로 보존되지만 동결건조는 냉풍건조나 열풍건조에 비해 설비비나 운전비가 비싸

게 들어 간다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 위의 3가지 건조 방법에 따른 마의 식품학적 특성을 비교 평가하여 적정 건조방법을 고찰해 보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 동결건조

동결건조시 운전조건은 예비실험을 통하여 점질물 성분이 가장 잘 보존된 조건으로 결정하였다.

나. 냉풍건조

냉풍건조시 온도는 15℃, 20℃, 25℃로 하여 수분함량 10% 정도까지 건조시켰다.

다. 열풍건조

열풍건조는 예비 실험에서 건조된 마의 색깔이 가장 생마에 근접했던 50℃ 열풍건조 조건을 설정하여 수분함량을 10% 정도까지 건조시켰다.

라. 색도

건조된 마를 입자크기 50~60mesh로 분쇄한 후 색차계 「Color and color difference meter(Chroma Meter CR-300, Minolta Camera Co., Japan)」로 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)값을 측정하였다. 이때 사용한 표준백색판의 L, a, b값을 각각 97.75, -0.49, 1.96이었다.

마. 점도

50mesh이하의 입자크기로 분쇄된 마분말로 10% 현탁액을 제조하여 20℃에서 원통형 점도계(Haake Viscometer RV20, U. K.)로 걸보기 점도를 측정하였다. 이때 전단속도는 0~1200 1/s이었다.

바. 수분흡수지수(WAI, water absorption index)와 수분용해지수(WSI, water soluble index)측정

50mesh이하의 입자크기로 분쇄된 마분말 10% 현탁액 30g을 잘 혼합하여 1시간정도 방치 후 5,000×g로 원심분리한 뒤 상등액의 고형분량과 상등액이 침전물의 양을 측정하여 다음과 같이 계산하였다.

$$WAI(\text{수분흡수지수}) = \frac{\text{침전물의 양}}{\text{시료량(건물)}}$$

$$WSI(\text{수분용해지수}) = \frac{\text{상등액 1g당 고형분량} \times 27}{\text{시료량(건물)}} \times 100$$

사. 분산성 및 용해성

건조방법별로 건조된 마분말(50~60mesh)을 물에 잘 풀어지는 정도(분산성, dispersiveness), 물의 흡수량에 따라서 점성이 빠르게 복원되는 정도(용해성, solubility)를 관능적인 육안 관찰을 하여 상대적인 상대적인 차이를 비교하였다.

아. 관능평가

생마 10% 현탁액을 대조구로 하여 건조된 마분말 10% 현탁액을 제시하여 향, 맛을 비교하여 minitab프로그램으로 통계처리를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

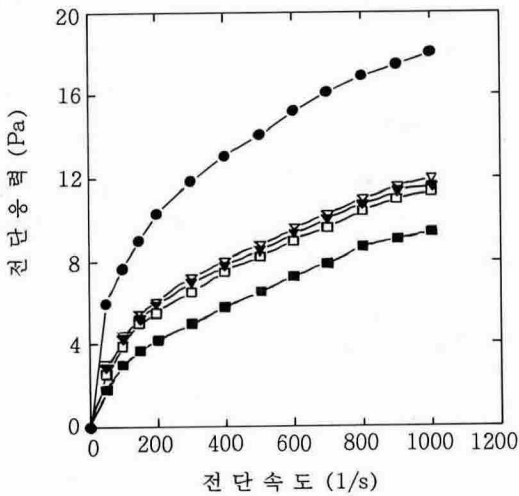
가. 색도

동결건조, 냉풍건조시 15℃, 20℃, 25℃ 및 50℃ 열풍건조하여 얻은 건조 마의 색도를 명도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값으로 측정하여 얻은 결과는 표 1과 같다.

표 1. 건조 조건에 따른 마분말의 색도 변화

건조조건	색도		
	명도	적색도	황색도
동결 건조	98.86	-0.97	1.78
15℃ 냉풍 건조	94.95	-0.16	4.60
20℃ 냉풍 건조	94.72	+2.19	4.97
25℃ 냉풍 건조	93.44	+0.27	6.32
50℃ 냉풍 건조	95.21	+0.55	3.56

위의 결과에서 동결건조시킨 건조 마분말의 색도는 생마의 색도와 거의 같으므로 동결건조에 비교해 볼 때 냉동건조나 열풍건조 건조 마분말의 명도는 크게 감소하여 전체적으로 어두운 값을 나타내었다. 특히 25℃ 냉풍건조의 경우가 가장 낮은 명도값을 보여 주었다. 적색도 값은 큰 차이를 나타내지 않았으나 건조시 갈변반응에 의해 나타나는 황색도 값은 동결건조에 비해 냉풍건조나 열풍건조시의 값들이 크게 증가하는 것으로 나타났으며, 특히 명도값이 가장 낮게 나타난 25℃ 냉풍건조의 경우가 황색도 값도 가장 높게 나타났다.



●—● : 동결건조, ▽—▽ : 15℃ 냉풍건조
 ▼—▼ : 20℃ 냉풍건조, □—□ : 25℃ 냉풍건조
 ■—■ : 50℃ 열풍건조

그림 1. 건조 조건에 따른 10% 마분말 용액의 점도

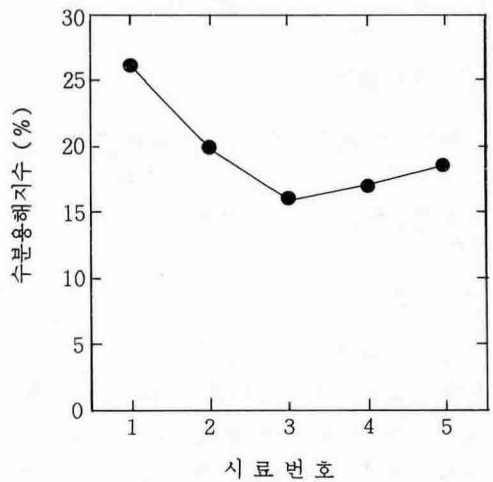
나. 점도

건조 조건별로 건조된 마분말 10% 현탁액의 점도를 측정하여 비교한 결과는 그림 1과 같다.

앞의 실험결과¹⁹⁾ 동결건조 마의 경우 생마와 거의 유사한 점도를 보여 주었던 것과는 달리 열풍건조의 경우 겔보기 점도가 크게 감소하였으며, 냉풍건조도 동결건조보다 상당히 떨어지는 겔보기 점도를 나타내었다.

다. 수분흡수지수와 수분용해지수

건조 조건 % 별로 건조된 마분말의 수분용해지수와 수분흡수지수를 측정 비교한 결과는 그림 2 및 그림 3과 같다.

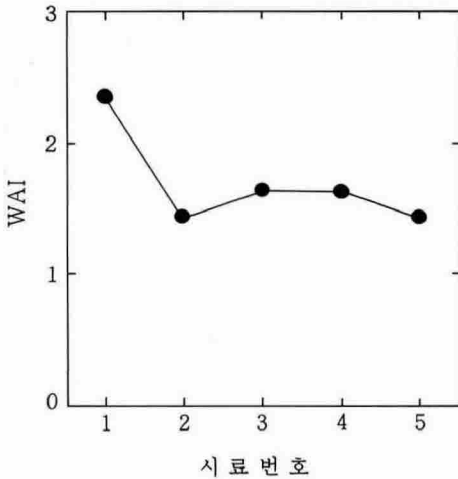


1 : 동결건조, 2 : 15℃ 냉풍건조
 3 : 20℃ 냉풍건조, 4 : 25℃ 냉풍건조
 5 : 55℃ 열풍건조

그림 2. 건조 조건에 따른 마분말의 수분 용해지수

그림 2의 수분용해지수는 동결건조 마의 경우 약 26% 정도로 높지만 냉풍건조와 열풍건조의 경우 15~20% 정도의 낮은 값들을 나타내어 용해성이 크게 떨어지는 것으로 나타났다.

그림 3의 수분흡수지수도 동결건조 마의 경우 약 2.4정도로 높게 나타났지만 냉풍건조와 열풍건조의 경우 1.3~1.6 범위로 낮게 나타나 건조 조건에 따라 마의 수분흡수지수와 수분용해지수가 크게 다름을 알 수 있었다.



1 : 동결건조, 2 : 15℃ 냉풍건조
 3 : 20℃ 냉풍건조, 4 : 25℃ 냉풍건조
 5 : 55℃ 열풍건조

그림 3. 건조 조건에 따른 마분말의 수분 흡수지수

라. 분산성 용해성

건조 조건별로 건조된 마분말을 모두 50~60mesh의 입자의 크기로 분쇄한 후 일정량을 일정량의 물에 분산시키면서 점성이 얼마나 빨리 복원되는가의 용해성을 관능적으로 측정하여 결과를 표 2와 같다.

표 2. 건조 조건에 따른 마분말의 분산성 및 용해성

건조조건	분산성		용해성
동결건조	좋	다	매우좋다
15℃ 냉풍건조	좋	다	나쁘다
20℃ 냉풍건조	좋	다	나쁘다
25℃ 냉풍건조	좋	다	나쁘다
50℃ 냉풍건조	좋	다	나쁘다

위의 결과로 볼때 분산성은 입자크기를 50~60mesh로 하였기 때문에 모두 양호하였으나 점성이 복원되는 용해성은 동결건조 마의 경우 즉시 생마와 같은 상태로 복원되었으나 냉풍건조나 열풍건조는 용해성이 매우 떨어지는 것을 나타냈다.

마. 관능검사

건조 조건별로 건조된 마분말을 일정량 물에 풀어서 생마에 비교한 마 고유의 향, 맛등을 강도로서 비교 평가한 결과는 표 3과 같다.

표 3. 건조 조건에 따른 마분말의 향, 맛에 대한 관능검사

건조조건	향*	맛*
동결건조	2.75±0.25	2.85±0.19
15℃ 냉풍건조	1.81±0.23	2.11±0.31
20℃ 냉풍건조	1.69±0.19	1.87±0.28
25℃ 냉풍건조	1.45±0.27	1.73±0.22
50℃ 냉풍건조	1.31±0.15	1.42±0.24

* : 평균± 표준편차, P<0.05

1점 : 매우 약함, 2점 : 약함, 3점 : 거의 같음

건조 조건에 따른 마의 향과 맛도 동결건조는 생마의 향이나 맛이 거의 보존되는 것으로 평가되었으나, 열풍건조의 경우 생마의 고유한 향이나 맛보다도 가열취나 맛이 나면서 본래의 향이나 맛이 매우 약한 것으로 나타났다. 냉풍건조의 경우 가열취나 맛은 크게 나타나지 않는 것으로 조사되었으나 역시 생마의 고유한 향이나 맛은 동결건조 마에 비해 크게 떨어지는 것으로 나타났다.

결론적으로 생마의 식품학적 주요 특성인 점성, 향과 맛을 유지시키면서 건조시키는 방법은 동결건조가 가장 좋은 것으로 평가되었다.

참 고 문 헌

1. 생약학연구회 : 현대 생약학, 학창사, 서울 (1993)

2. 도정애 : 한국산 산약류의 생약학적 연구. 한국 생약학회지, 15, 30(1984)
3. 박부길 : 강원대학 연구논문집, 강원대학 출판부, p. 89(1972)
4. 佐藤利夫 : 日本化學雜誌, 88(9), 985(1967)
5. Misaki, A., Ito, T. and Harada, T. : Constitutional studies on the mucilage of "Yama-noimo" *Dioscorea batatas* DECNE. *Agr. Biol. Chem.*, 36, 761(1972)
6. Hironaka, K., Takada, K. and Ishibashi, K. : Chemical composition of mucilage of chinese yam. *Nippon Shokuhin kogyo Gakkaishi*, 37, 48(1990)
7. Tomoda, M., Ishikawa, K. and Yokoi, M. : Plant mucilage XXX. *Chem. Pharm Bull.*, 29, 3256(1981)
8. Ohtani, K. and Murakami, K. : Structure of mannan fractionated from water soluble mucilage of nagaimo (*Dioscorea batatas* DECNE). *Agric. Biol. Chem.*, 55, 2413(1991)
9. 차연수 : 참마(*Dioscorea japonica* THUNB) 전분의 이화학적 특성에 관한 연구. 숙명여자 대학교 석사학위 논문(1983)
10. 김화선, 김상순, 박용곤, 석호문 : 한국산 마전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지, 23, 554(1991)
11. 이부용, 이영철, 김홍만, 김철진, 박무현 : 마전분 호화액의 리올리지 특성. 한국식품과학회지, 24, 619(1992)
12. 최일숙, 이임선, 구성자 : 마(*Dioscorea batatas* DECNE) 전분의 rheology 및 열적 특성에 관한 연구. 한국조리과학회지, 8, 57(1992)
13. Suzuki, A., Kanayama, M., Takeda, Y. and Hizukuri, S. : Physicochemical properties of nagaimo(yam) starch. *J. Jpn. Soc. Starch Sci.*, 33, 191(1986)
14. Rasper, V. and Coursey, D. G. : Properties of starches of some west african yams. *J. Sci Food Agric.*, 18, 240(1967)
15. Nagashima, T. and Kamoi, I. : Some properties of starch from yam(*Dioscorea*). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 37, 124(1990)
16. Hironaka, K., Shindou, T. and Ishibashi, K. : Viscoelasticity of Chinese yam(*Dioscorea opposita* THUNB cv. Nagaimo). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36, 891(1989)
17. Tanoue, H., Hobara, S. and Ishigata, K. : Determination of viscous polysaccharide of yam(*Dioscorea*) by gel permeation chromatography and correlation of its content with mechanical characteristics of Tororo. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, 35, 595(1988)
18. Tanoue H. and Simozono, H. : Chemical and rheological properties of viscous polysaccharides from three species of yam(*Dioscorea*). *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 38, 751(1991)
19. 김현구, 이부용, 김영언 : 국내산 생약류의 기능성 신소재 개발, 한국식품개발연구원 연구보고서, E 1218-0420(1993)