

고구마 고품질 분말 제조기술

이준설*[†] · 안영섭** · 김학신* · 정미남*** · 정병춘*

*작물과학원 목포시험장, **작물과학원, ***농촌진흥청

Making Techniques of Hight Quality Powder in Sweetpotato

Joon-Seol Lee*[†], Young-Sup Ahn**, Hag-Sin Kim*, Mi-Nam Chung***, and Byeong-Choon Jeong*

*Mokpo Experiment Station, National Institute of Crop Science, RDA, Muan 534-833, Korea

**National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

***Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

ABSTRACT This study was conducted to select the temperature for hot air drying method, cutting method, and solution that inhibits enzymatic browning in making high quality powder from sweetpotato roots. It was observed that 70°C was the best temperature for air drying method wherein the dry matter rating, dry matter time, flour yield and chemical component were considered. The proper cutting thickness should be 2.0 mm considering the vitamin C content and sensory evaluation of sweetpotato flour. Also, 1% vitamin C solution inhibited enzymatic browning of sweetpotato.

Keywords : sweet potato, powder, drying, cutting, browning

고구마는 각종 비타민과 무기성분 및 식이섬유가 많이 함유된 알칼리성식품군에 속하며, 항암 및 항산화작용, 혈압강화작용 등 성인병 예방에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 또한 고구마는 재배과정에서 병 발생 빈도가 낮아 화학제재의 사용이 상대적으로 적기 때문에 건강식품을 추구하는 현대인들에게 고구마 소비를 꾸준히 증가시키는 요인으로 작용하고 있다.

가공이용 측면에서 보면, 찌르는 식용고구마 외에도 당면이나 제빵 제과와 같이 전분, 분말 등을 이용한 가공식품이나 고구마 추출음료, 천연색소, 주정, 바이오플라스틱 등 다양한 용도로 이용되고 있다. 또한 최근 식생활의 변화와 더불어 간편 식품의 소비가 증가되면서 식품첨가제 혹은 부재료로 고구마 분말의 이용도 점점 늘어나고 있는 추세이다.

그러나 고구마는 외피가 얇고 수분 함량이 약 70% 정도로 높아 쌀이나 보리같은 곡실작물처럼 상온에 장기간 보관하기는 매우 어렵다. 따라서 면류나 제빵 제과와 같은 식품제조 시 고구마를 부원료로 이용할 경우 건조분말형태로 보관하는 것이 이용에 편리하다.

식물체를 분말화하기 위한 건조 방법으로 크게 천일건조와 건조기를 이용한 열풍건조법 그리고 동결건조법을 들 수 있다. 천일건조는 특별한 시설을 요하지 않지만 날씨에 따라 건조시간이 다르며, 선택이나 수분함량이 균일하지 못하다. 그러나 현재 농가에 많이 보급되어 있는 건조기는 건조 대상에 따라 다양한 건조조건을 설정할 수 있어 품질 좋은 분말을 생산 할 수 있다. 또한 동결건조법은 선택이나 조직감과 성분의 변화가 적고 수분 복원성이 우수하지만 열풍건조방법에 비하여 공정이 복잡하고 고가의 기기가 필요하며, 에너지 소비가 많아 생산비가 높다는 단점이 있다.

본 연구는 건조방법에 따라 건조시간과 제분율, 분말의 선택 등을 조사하고, 제조과정 중 색깔의 변화를 방지 할 수 있는 갈변방지제를 선정함으로써 고품질 분말 제조 방법을 확립코자 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료

고구마는 작물과학원 목포시험장에서 재배된 품종 중, 육질의 색깔별로 일반고구마는 진홍미를, 주황색은 신희미를, 자색은 신자미를 사용하였다. 고구마 분말제조를 위하여 가늘게 자른 후 건조기의 온도 50°C, 70°C, 90°C와 동결건조기를 사용하여 건조하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-61-453-0143
(E-mail) jsl@rda.go.kr

수 분

칭량용기를 105℃ 건조기에 넣고 2시간 가열한 후 desiccator 에 옮겨 30분간 방랭시킨 다음, 오차범위가 0.2 mg까지 측정하여 항량을 구하였다(W₀ g). 건조분말시료 3 g을 칭량용기에 취하여(W₁ g) 105℃로 2시간 동안 건조기에 넣고 건조시켰다. 건조가 끝나면 desiccator 안으로 옮겨 30분간 방랭하고 칭량하였다. 다시 1시간 동안 건조기 안에서 건조한 다음 desiccator에 옮겨 30분간 방랭하고 칭량하는 조작을 반복하여 변화하는 무게가 0.1 mg까지 측정하여 항량을 구하였다(W₂ g). 계산은 가열에 의하여 감소된 중량을 수분함량으로 간주하고 다음 식에 의해 수분함량을 계산 하였다.

$$\text{시료의 수분(\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

W₀ : 칭량병의 항량

W₁ : 칭량병에 시료를 담은 무게

W₂ : 건조 후 칭량병과 시료의 무게

수분활성도

온도별로 분말을 제조한 후 수분활성도 측정기(thermoconstanter, NOVASINA)를 이용하여 측정하였다.

비타민 C

비타민 C 표준품 100 mg을 정확히 취해서 500 ml의 메스플라스크에 묽은 메타인-초산용액으로 500 ml로 정용하였다. 그 5 ml를 정밀히 취하여 묽은 메타인산-초산용액 5 ml를 가하고 인도페놀용액으로 액이 적색으로 지속될 때까지 적정하여, 적정된 인도페놀 용액의 소비량을 T ml로 하였다. 비타민 C의 적정은 조제한 시험용액 10 ml를 삼각 플라스크에 취하여 즉시 인도페놀용액으로 액이 5초간 적색이 지속될 때까지 적정하여 이 때 소비량을 S ml로 하였다. 계산은 검체중의 환원형 비타민 C는 다음 식에 의해 구하였다.

$$\text{비타민 C(mg/100g)} = A \text{ mg} \times \frac{S}{T} \times 10 \times \frac{\text{검체채취량(g)}}{W} \times 100$$

A : 인도페놀용액 T mg에 대응하는 아스코르빈산량

S : 인도페놀용액의 소비량(ml)

T : 표정때 사용된 인도페놀용액의 소비량(ml)

W : 시험용액 제조시 사용된 시료의 양

제분율

제분율은 고구마를 세척하여 절단하고, 열풍건조기 및 동결건조기로 건조하고 Roller Mill로 분쇄하여 0.5 mm체를 통과한 비율로 측정하였다.

색 도

색도 측정은 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)를 사용하여 L*(백색도), a*(적색도), b*(황색도)값을 측정하였다.

갈변방지제 선발

진홍미를 슬라이스로 절단 후 준비해둔 비타민 C 1, 2, 3%, 구연산 1, 2, 3%, 아황산 100, 200, 300 ppm 용액에 시료를 일정 양씩 10초간 침지시켰다. 침지 후 70℃에서 열풍건조하여 분말을 제조 하였다.

결과 및 고찰

품종 및 온도별로 분말을 제조하여 수분, 수분활성도, 비타민, 제분율 등을 조사하였다. 수분 약 5% 함량 도달을 기준으로 하여 건조시간을 측정된 결과 품종별로는 신황미가 70℃의 경우 2.4 시간으로 가장 길었다. 온도별로는 50℃는 3.7~4.1 시간으로 70℃에 비하여 1.7~2.2배, 90℃에 비하여 2.7~2.8배가 길었고, 동결건조는 50℃에 비하여 약 13배가 많이 소요되었다(Table 1). 건조온도별 제분율은 70℃가 68.5~75.8%로 높았고, 품종 중에서는 신자미가 가장 높았다. 또한 동결건조는 93~97%로 열풍건조의 60.2~73.4%에 비하여 매우 높았다(Fig. 1).

비타민 C의 함량은 품종 및 건조 온도에 따라 다소 차이는 있으나, 건조 전에 비하여 2~22% 정도이었고, 건조 온

Table 1. Curing time of sweetpotato at different drying temperature in sweetpotao.

	Varieties	50℃	70℃	90℃	Freeze drying
Curing time(hr)	Jinhongmi	3.7±0.2	1.7±0.2	1.3±0.1	48.0±0.2
	Shinhwangmi	4.1±0.1	2.4±0.2	1.5±0.2	54.0±0.1
	Sinjami	3.9±0.2	1.9±0.2	1.4±0.1	50.0±0.1

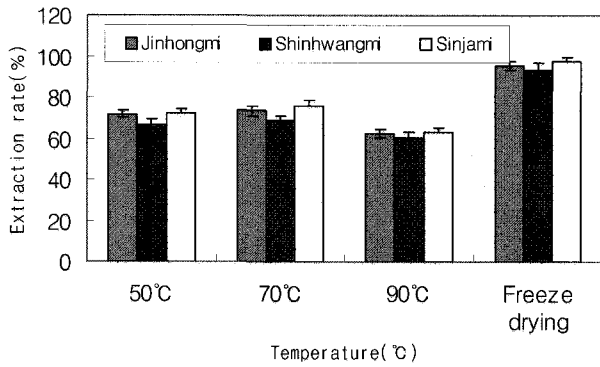


Fig. 1. Extraction rate of sweetpotato at different drying temperature in sweetpotao.

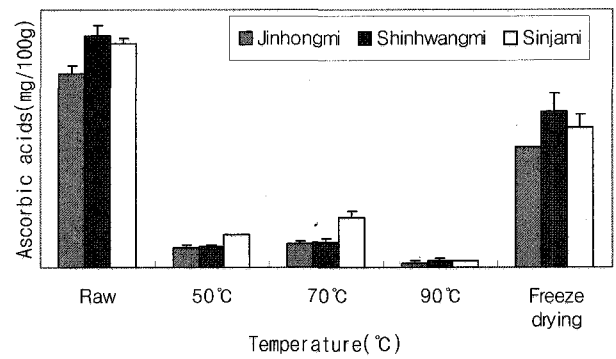


Fig. 2. Vitamin contents at different drying temperature in sweetpotao.

Table 2. Sugar contents at different drying temperature in sweetpotao.

Varieties		Raw	50°C	70°C	90°C	Freeze drying
Sugar (Brix°)	Jinhongmi	5.4±0.2	2.1±0.2	2.2±0.1	2.0±0.2	2.0±0.1
	Shinhwangmi	6.5±0.1	3.1±0.1	3.3±0.3	3.1±0.4	3.0±0.1
	Sinjami	7.8±0.3	2.2±0.2	2.4±0.2	2.2±0.2	2±0.2

Table 3. Water activity at different drying temperature in sweetpotao.

Varieties	50°C	70°C	90°C	Freeze drying
Jinhongmi	0.21±0.006	0.17±0.003	0.11±0.003	0.06±0.003
Shinhwangmi	0.29±0.002	0.20±0.004	0.15±0.002	0.10±0.002
Sinjami	0.22±0.003	0.18±0.003	0.09±0.005	0.08±0.002

도 중에서는 70°C가 손실량이 가장 적음을 알 수 있었다. 동결건조는 생고구마 함량의 62~67% 수준으로 열풍건조와 비교하여 볼 때 손실량이 매우 적었다(Fig. 2).

분말의 당도는 생고구마에 비하여 약 40~50% 정도이었고, 건조온도 중에서는 70°C가 다소 높은 경향이였다. 그러나 동결건조는 열풍건조에 비하여 비타민의 손실량이 매우 적어 잔존량이 높았던것과 달리 당도는 낮았다(Table 2). 따라서 비타민 C, 당도의 함량 변화를 살펴 볼 때, 고구마 분말제조 시 적정 건조 온도는 70°C가 적당할 것으로 생각된다.

수분활성도는 미생물이 실제로 이용할 수 있는 수분이며, 효소나 기타 분해반응에 관여하기 때문에 함량이 높을수록 품질에 좋지 않은 영향을 준다. 따라서 분말제조 시에는 수분의 활성도를 낮게 제조하는 것이 좋을 것이다. 건조방법별로는 동결건조가 가장 낮았으나, 온도별로는 50°C가 높았으며, 품종별로는 신황미에 비하여 진황미나 신자미가 낮았다(Table 3).

분말의 색도를 조사한 결과, 품종별로는 명도(L*)의 경우 진홍미가 가장 높았고, 신자미는 40~50으로 진홍미에 비하여 50% 정도의 명도를 나타냈으며, 적색도(a*)의 경우 신자미가 15~22, 황색도(b*)는 신황미가 20~30으로 가장 높았다. 온도별 색도는 진홍미와 신황미의 경우 온도가 높을수록 명도 및 황색도가 높아졌으나 신자미는 이와는 반대로 온도가 높을수록 값이 낮아지는 경향이였다, 종합적으로 볼 때, 분말의 색도는 외관 품질을 결정하는 중요한 요인으로 건조방법별로는 동결건조가 가장 원료 고유의 색에 가까우나, 건조기를 사용 할 경우 70°C가 적당한 것으로 판단된다(Table 3).

고구마 분말 제조시 재료 절단 방법으로서, 절단 두께별 건조시간은 1.0 mm는 1.2시간, 2.5 mm는 2.3시간이었고, 수분함량은 전체적으로 13.3~14.2%이었으며, 비타민 C 함량은 2.0 mm일 때 14.9(mg/100 g)로 가장 높았다. 따라서 분말조제 시 적정 절단 두께는 비타민 C 함량과 기호도

등을 고려하여 볼 때 슬라이스 2.0 mm가 가장 좋은 것으로 판단된다(Table 4).

절단 방법에 따른 색도변화에 관하여는, L*(명도)값, a*(적색도)값, b*(황색도)값 공히 절단 두께가 두꺼울수록 높아지는 경향이었고, 건조 전에 비하여 건조후의 값도 높았다(Table 5).

고구마 분말 제조시 갈변방지제 선발에 관하여는, 진홍미

에 갈변방지제를 처리한 결과, 색도 중 L*(명도)값은 비타민 C용액 처리가 구연산용액이나 아황산용액에 비하여 낮았고, 비타민 C용액의 농도 중에는 1%가 가장 낮았다. b*(황색도)값은 비타민 C용액이 구연산용액이나 아황산용액에 비하여 높았고, 비타민 C용액의 농도 중에는 1%가 가장 높았다(Table 6).

진홍미에 갈변방지제를 처리하여 색, 향, 그 외 전반적인

Table 4. Chromaticity at Different dehydration temperature in sweetpotao.

Varieties Drying		Hunter value		
		L*	a*	b*
Jinhongmi	50°C	84.24±0.01 [↓]	0.01±0.01	16.62±0.00
	70°C	84.79±0.01	-0.14±0.02	17.25±0.01
	90°C	85.07±0.02	-0.69±0.01	18.87±0.03
	Freeze drying	85.61±0.03	0.81±0.03	16.11±0.02
Shinhwangmi	50°C	78.82±0.04	11.48±0.01	20.31±0.01
	70°C	77.37±0.01	9.69±0.02	24.61±0.02
	90°C	79.20±0.04	8.20±0.02	30.37±0.02
	Freeze drying	72.55±0.02	20.60±0.05	28.55±0.02
Sinjami	50°C	50.09±0.02	15.52±0.02	-4.30±0.02
	70°C	49.99±0.01	15.46±0.02	-3.60±0.02
	90°C	48.40±0.01	15.26±0.02	-2.85±0.02
	Freeze drying	41.53±0.01	22.48±0.03	-6.56±0.02

[↓] Standard value(L*; 98.84, a*; 0.13, b*; 0.46)

Table 5. Curing time, moisture content, dry matter ratio, vitamin and acceptability at different slicing thickness in sweetpotato.

ST ^a (mm)	CT ^b (hr.)	MC ^c (%)	DMR ^d (%)	AC ^e (mg/100 g)	AB ^f (1~5)
1.0	1.2±0.08	13.3±1.3	85.7±3.3	10.3±1.2	3.9
1.5	1.6±0.05	13.9±0.9	86.1±3.6	11.2±2.3	4.2
2.0	2.2±0.12	13.8±1.1	86.2±3.8	14.9±2.0	4.5
2.5	2.3±0.13	14.2±0.7	85.8±4.4	14.8±1.8	4.3

^a: Slicing thickness, ^b: Curing time, ^c: Moisture content, ^d: Dry matter ratio, ^e: Ascorbic acids,

^f: Acceptability(5 like extremely, 3 normality, 1 dislike extremely)

Table 6. Chromaticity changes at different slicing thickness in sweetpotato.

ST ^a (mm)		Hunter value		
		L*	a*	b*
Raw	1.0	72.37±0.04 [↓]	0.42±0.02	14.52±0.03
	1.5	75.42±0.05	0.75±0.03	14.66±0.04
	2.0	76.94±0.06	1.10±0.01	15.83±0.08
	2.5	77.88±0.14	1.59±0.53	15.62±0.09
Dry	1.0	77.23±0.01	1.54±0.01	17.14±0.01
	1.5	77.55±0.21	1.64±0.04	17.29±0.04
	2.0	77.94±0.01	1.78±0.02	17.84±0.03
	2.5	78.27±0.01	1.93±0.02	17.62±0.01

^a: Slicing thickness

[↓] Standard value(L*; 98.84, a*; 0.13, b*; 0.46)

기호도를 조사한 결과, 용액 중에서는 비타민 C용액이 구연산용액이나 아황산용액에 비하여 높았고, 비타민 C용액 중에서는 1% 용액이 가장 높은 기호도를 나타냈다(Table 7). 또한 갈변방지제 처리 시 비타민 C의 함량은 생고구마에 비하여 약 12% 정도인 14.0(mg/100 g)이었고 당도는 3.0 이었다(Table 8). 실험 결과를 종합하여 살펴보면, 고구마 분말 조제 시 효소적 갈변으로 인한 품질저하를 방지하기 위하여 고구마를 절단한 다음 1% 비타민 C용액에 침지한 후

70℃에서 열풍건조하여 분말을 제조 하면 색, 향 등 품질이 좋을 것으로 생각 된다.

적 요

고구마 고품질 분말 제조 방법을 확립키 위하여 건조방법에 따라 건조시간과 제분율, 분말의 선택 등 조사하고, 제조과정 중 색깔의 변화를 방지 할 수 있는 갈변방지제 선정

Table 7. Chromaticity changes of powder according to the treatment of antibrowning agents in sweetpotato.

Treatment	Hunter value		
	L*	a*	b*
AC ^a 1%	84.6±0.2 ^j	0.7±0.1	19.0±0.2
" 2%	85.3±0.4	1.1±0.2	18.7±0.1
" 3%	85.9±1.3	3.2±0.1	17.6±0.1
CA ^b 1%	87.4±0.9	1.1±0.1	14.0±0.2
" 2%	87.0±1.0	0.6±0.5	14.2±0.1
" 3%	87.9±1.2	1.1±0.1	14.4±0.6
PP ^c 100 ppm	85.1±0.2	0.31±0.1	15.7±0.1
" 200 ppm	85.5±0.7	0.1±0.1	14.8±0.1
" 300 ppm	85.0±1.0	0.2±0.1	15.0±0.8

^a: Ascorbic acid, ^b: Citric acid, ^c: Potassium Pyrosulfite

^j Standard value(L*; 98.84, a*; 0.13, b*; 0.46)

Table 8. Acceptability of powder according to the treatment of antibrowning agents in sweetpotato.

Treatment	Color	Flavor	Acceptability
AC ^a 1%	4.6	4.4	4.5
" 2%	4.5	4.2	4.3
" 3%	4.2	4.2	4.2
CA ^b 1%	4.1	3.9	3.9
" 2%	4.2	3.9	4.1
" 3%	4.4	3.4	4.2
PP ^c 100 ppm	3.8	2.9	3.8
" 200 ppm	4.3	3.1	3.2
" 300 ppm	4.4	2.7	3.3

^a: Ascorbic acid, ^b: Citric acid, ^c: Potassium Pyrosulfite

Table 9. Vitamin and Sugar contents and dry matter ratio of powder according to the treatment of antibrowning agents in sweetpotato.

Contents	Ascorbic acids (mg/100 g)		Sugar (Brix°)	
	Raw	Powder	Raw	Powder
	121.2±4.6	14.0±1.5	5.8±0.7	3.0±0.2

실험을 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 건조시간은 50℃는 3.7~4.1 시간으로 70℃에 비하여 1.7~2.2배, 90℃에 비하여 2.7~2.8배가 길었다.
2. 비타민의 함량은, 생고구마에 비하여 열풍건조 분말이 2~22% 정도이었고, 동결건조는 62~67%로 높았다. 열풍건조의 경우 건조 온도별로는 70℃가 원료고구마에 비하여 12~22%로 손실량이 가장 적었다.
3. 당도는 생고구마에 비하여 약 40~50% 정도이었고, 건조온도 중에서는 70℃가 다소 높은 경향이였다.
4. 건조온도별 제분율은 70℃가 높았고, 품종 중에서는 진홍미가 높았다.
5. 건물율, 건조시간, 성분변화, 제분율 등을 종합적으로 고려하여볼 때 적정 건조 온도는 열풍건조 70℃가 좋았다.
6. 분말조제시 적정절단 두께는 비타민 C 함량과 기호도 등을 고려하여 볼 때 슬라이스 2.0 mm가 가장 좋은 것으로 판단된다.
7. 고구마 분말 제조시 갈변방지를 위하여 비타민 C 1% 용액에 침지하는 것이 가장 좋았다.

인용문헌

- 김공환, 전재근. 1975. 고추에 열풍 건조가 품질에 미치는 영향, 식품과학회지, 7(2) : 69-71.
- 김영애. 2003. 뽕잎분말을 첨가한 옐로우 레이어 케이크의 품질특성. 한국식품과 학회지. 35(5) : 871-874.
- 김정미, 이영춘, 김광옥. 2003. 열풍건조 조건에 따른 은행분말의 이화학적 및 관능적 특성. 한국식품과학회지. 35(3) : 393-398.
- 고재우, 이원영, 이준호, 하영선, 최용희. 1999. 건조방법에 따른 표고버섯분말의 흡습특성, 한국식품과학회지. 31(1) : 128-137.
- 권중호, 이기동, 이수정, 정신교, 최종욱. 1998. 동결건조 및 열풍건조 방법에 따른 마의 성분과 물리적 성질 변화, 한국식품영양과학지. 27(5) : 908-913.
- 신해경, 황성희, 윤광섭. 2003. 건조방법에 따른 생강분말의 흡수특성과 예측모델에 관한 연구, 한국식품과학회지. 35(2) : 211-216.
- 이종원, 서창훈, 장규섭. 2003. 분쇄방법에 따른 고려홍삼분말의 이화학적특성. 한국식품영양과학회지. 32(3) : 363-369.
- 황용수, 이철원, 유주현, 이신영. 1987. 동결건조 분말된장의 흡수 거동에 대한 속도론적 연구. 한국식품과학회지. 19(3) : 89-92.