

## 건조방법에 따른 비지의 품질변화

김동수<sup>†</sup> · 설명훈 · 김현대\*

경성대학교 식품공학과

\*동래여자전문대학 식품영양과

### Changes in Quality of Soybean Curd Residue as Affected by Different Drying Methods

Dong-Soo Kim<sup>†</sup>, Myung-Hoon Seol and Hyun-Dae Kim\*

Dept. of Food Science and Technology, Kyoungsung University, Pusan 608-736, Korea

\*Dept. of Food and Nutrition, Tongrae Women's Junior College, Pusan 612-084, Korea

#### Abstract

This study was carried out to determine the changes in quality during the drying process and the optimum drying condition for utilizing soybean curd residue. The quality criteria for soybean curd residue were acid value, peroxide value, fatty acid composition and microbial concentration. The acid values of soybean curd residue were 7.5, 4.5 and 5.9 KOH mg/g upon 12 hour drying with open-air sun, ambient-air blast and warm-air blast, respectively. The numbers of total aerobic bacteria and molds increased remarkably during drying with open-air sunlight, ambient-air blast and warm-air blast except for hot air blast. Among different drying methods, the hot air blast drying(1kg of sample) was the most effective methods, which completed in three hours. Also, the drying method demonstrated a typical drying curve ; settling down, constant rate drying and falling rate drying period were shown within one hour, from one and three hours and after three hours, respectively. Moreover, there was significant variation in the constant rate drying period for the quality of soybean curd residue.

**Key words:** soybean curd residue, drying process, optimum-drying condition

#### 서 론

대두는 우리나라를 비롯하여 중국, 일본, 인도네시아 등 동양에서 수천년 동안 식물성 단백질 및 지방의 공급원으로 널리 이용되어 왔다. 대두의 식품으로의 이용은 원형을 유지하면서 섭취하는 방법(쌀밥에 혼합 조리 및 콩장)과 변형된 식품으로 가공되거나 타 식품에 첨가하여 소비하는 방법(두부, 두유, 된장, 고추장 및 빵이나 소세지에 첨가 등)으로 나눌 수 있고, 특히 두부와 두유는 대두를 이용한 가장 기호적인 가공 식품이다.

두부 또는 두유를 제조하는 과정에서 대량 얻어지는 부산물인 비지는 대두로부터 수용성 물질이 빠져나간 상태이긴 하지만 인체의 생리적 기능에 관여하는 중요한 영양성분이 많아 남아 있는 것으로 알려져 있다. 비지의 일반성분은 건물량을 기준으로 할 때 단백

질 약 24~30%, 지방 약 13~15%, 탄수화물 약 50~60% 그리고 회분 4~5%로 대두의 품종 및 비지 회수방법에 따라 많은 차이가 있으나 상당량의 단백질 및 탄수화물을 함유하고 있다(1). 그러나 현재 우리나라에서는 두부 또는 두유 제조시 부산물로 얻어지는 비지의 일부는 동물용 사료로 이용되고 있으나 대부분 산패나 미생물의 번식으로 쉽게 부패되어 거의 산업 폐기물로 처리되고 있다. 따라서 식품산업 현장에서 생산원가 상승의 주된 요인이 되고 있을 뿐만 아니라, 환경문제 차원에서나 폐자원의 재활용면에서 주목되고 있다. 한편, 비지의 이용에 대한 다양한 연구의 필요성이 대두되고 있으나, 비지를 유용한 자원으로 이용할 때까지의 저장성 향상에 관한 연구는 그렇게 많지 않은 형편이다. 정 등(2)은 extruder를 사용하여 과립상의 비지로서 건조하는 방법이 비지 자체를 건조하는 것 보다 효과적이라고 하였고, 김 등(3)은 acetone 등

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

용매로 비지를 씻은 다음 낮은 온도에서 건조시킨 결과 건조시간이 단축되고 높은 단백질 함량과 낮은 지질 함량을 가진 건조비지를 얻을 수 있다고 보고하였다. 또한, 식품의 건조에 있어서의 건조속도에 미치는 여러가지 요소들에 관한 연구(4-6)는 많은 편이지만, 특정 식품과 산업체에서 사용되는 건조장치에 이용연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 실제로 산업적 응용이 가능한 비지의 건조 조건을 제시하기 위하여 비지를 천일, 송풍 및 열풍건조 공정상에서 건조소요시간과 건조방법에 따른 이화학적 및 미생물학적 품질 특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용된 비지는 부산광역시에 위치한 D식품에서 두부 생산시 부산물로 얻어지는 것을 수집하여 -20°C 냉동실에서 저장하면서 본 실험에 사용하였다.

### 비지의 건조방법

천일건조는 32±2°C의 햇빛에서 수분 함량 84.8% 정도의 비지를 비닐위에 두께 1cm 정도로 골고루 펼친 다음 수시로 뒤집어주면서 건조하였고, 송풍건조는 29±2°C의 실내에서 선풍기를 사용하였으며, 온풍건조는 45°C 항온열풍건조기에서 건조하였다. 열풍건조는 비지 5kg과 1kg을 각각 100°C 항온열풍건조기(size : 40×40×45cm, HAN YOUNG SCI, INT, CO., MODEL H-MCO)의 stainless steel(44×35cm) 3장을 사용하여 각각 위에 1cm 두께로 펼친 다음 10m/s의 바람을 주입시키면서 시간별로 건조시켜 실험에 사용하였다.

### 일반성분 및 중금속 분석

비지의 일반성분은 식품공전에 따라 수분은 105°C 상압가열건조법, 조지방은 Soxhlet법, 조회분은 건식 회화법으로 측정하였다. 중금속인 Pb와 Cd은 건식법으로 분해한 후 atomic absorption spectrophotometer (Model Varian spectra A-30)로 정량하였다(7).

### 지방질의 추출

비지 중의 지방질은 Folch와 Sloane(8)의 방법에 의하여 시료를 5배량의 chloroform : methanol(2 : 1, v/v) 혼합용매에 24시간 침지한 후 Whatman 여과지(No.2)로 여과하였다. 여액은 증류수에 의하여 수회 세정하

고 무수황산나트륨으로 탈수, 여과한 후 정제된 지방질을 얻었으며, 총 지방질의 함량은 중량법에 의해 계산하였다. 정제된 지방질은 소량의 클로로포름에 녹여 질소 가스로 충전한 후 -20°C의 냉동실에 보관하면서 분석 시료로 사용하였다.

### 산가 및 과산화물가 측정

건조조건을 달리한 비지로 부터 추출된 지방질의 산가 및 과산화물가는 A.O.C.S.공정법(9)에 따라서 측정하였다.

### 지방산 분석

지방산 분석은 상기와 같이 추출, 정제된 조지방질의 일부를 취한 후 Morrison과 Smith(10)의 방법에 준하여 0.5N NaOH/methanol로 가수분해시킨 후 BF<sub>3</sub>-methanol을 가하여 메칠에스테르화시킨 다음 gas chromatography로 분석하였다.

### 헌터값

시료의 표면색택은 색차계(Model No. CR-200b, Minolta Camera Co., LTD, Japan)로 측정하였으며, Hunter scale에 의하여 "L"(명도), "a"(적색도), "b"(황색도) 값을 측정하였고, 이때 사용한 표준 백색판의 "L", "a", "b" 값은 각각 93.9, 0.31 및 0.32이었다.

### 생균수 측정

각 시료 10g을 멸균된 생리식염수(0.85% NaCl, 0.1% Tween 80)로 전량을 100ml로 하고 잘 혼합하여 일정 시간 정치시킨 후 그 상등액을 시험액으로 사용하였다. 호기성 전세균은 plate count agar(Difco, Lab.)를 사용하여 접종 후 35°C에서 2일간 배양한 다음 생성된 집락을 계산하였고, 곰팡이는 살균된 10% tartaric acid로 pH를 3.5로 조정된 potato dextrose agar(PDA)를 사용하여, 접종 후 30°C에서 5일간 배양하여 생성된 포자를 계수하였다.

## 결과 및 고찰

### 비지의 일반성분 및 중금속 함량

Table 1은 대두, 두유 및 비지 중의 일반성분 함량을 비교한 것으로 비지 중에도 단백질과 지방의 함량이 매우 높음을 알 수 있다. 비지 1kg을 열풍건조장치(40×40×45cm, 내부 용적)에서 3시간 건조했을 때 일반

Table 1. Proximate compositions of soybean, milk and residue

Component	Soybean(100g)		
	Whole	Milk	Residue
Moisture(g)	8.8	91.7	72.8
Total solids(g)	91.2	8.3	27.2
Crude protein(g)	43.9	3.7	11.5
Crude fat(g)	20.5	1.9	5.0
Available carbohydrate(g)	15.0	2.1	5.8
Ash	5.2	0.6	1.8
Crude fiber(g)	6.6	-	3.1
Calcium(mg)	206.4	22.0	58.8
Iron(mg)	8.4	1.1	2.5
Energy(kcal)	534.0	59.0	136.0

성분 및 중금속 함량은 수분이 6.3%, 조지방이 24.4%, 조단백질은 32.7%있고 중금속 중 Pb이 0.059ppm 검출되었으나 Cd는 전혀 검출되지 않았다.

건조방법에 따른 품질변화

수분의 변화

건조방법에 따른 수분의 변화를 측정한 결과 Fig. 1과 같다. 저장 초기의 수분 함량은 약 84.8%이었으나 천일건조와 송풍건조의 경우 각각 36시간이 경과한 후에도 수분 함량이 17.3%와 53.2%로 건조가 불충분하였으며, 45°C 온풍건조의 경우 24시간이 되어야 6.0%로서 건조가 완료되었다. 한편 100°C 열풍건조의 경우에는 건조시간이 상당히 단축되었으며 시료량에 따라서도 차이가 현저하였는데, 시료 5kg을 사용하였을 때에는 건조 8시간째에는 수분이 6.3% 까지 감소되었다. 시료 1kg의 경우, 건조시간이 가장 단축되었는데 3시

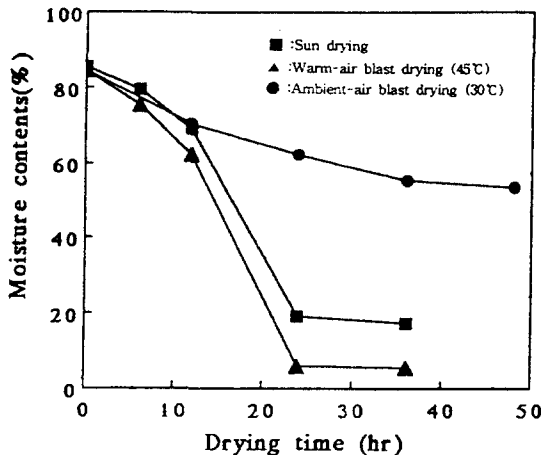


Fig. 1. Drying curves for soybean curd residue under different drying conditions.

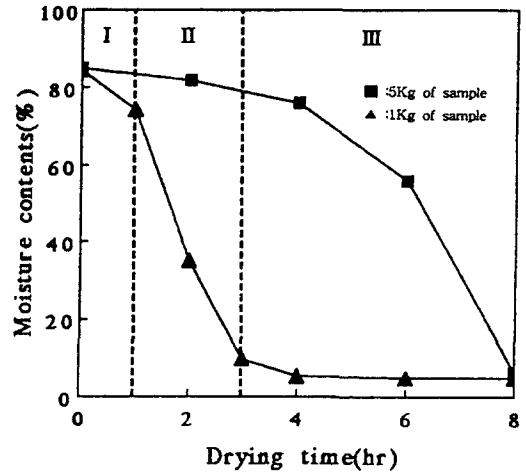


Fig. 2. Drying curves for soybean curd residue during hot air blast drying.

간째 수분 함량이 9.8%로서 건조되었다. 이 경우 일반 식품의 건조 곡선과 동일한 형태를 나타내었으며, 품온조절기간은 1시간 이내라고 생각되며, 건조 1시간부터 3시간 까지는 항률건조기간, 3시간째 부터는 감률건조기간이라 생각된다. 따라서 이러한 결과는 건조 속도로 미루어 볼 때 건조온도는 100°C가 적합하다고 사료되며, 건조기 내부 용적에 대한 처리 시료량의 비율이 건조조건을 결정하는 데 중요한 요인이 될 것으로 생각된다. 한편, Fig. 1과 2에 나타난 바와 같이 송풍이나 온풍건조 보다 처리 시료량 1kg의 열풍건조가 항률건조기간이 약 1/10 정도로 단축되었다. 따라서 시료량이 1kg이었을 때 열풍건조의 경우는 비지 중의 자유수 제거가 단시간내에 이루어짐으로써 건조 중 품질의 열화억제효과를 가져올 수 있을 것으로 생각된다.

산가 및 과산화물가의 변화

Table 2는 건조방법에 따른 비지 중 지방의 산패 정도를 알아보기 위하여 산가를 측정한 결과이다. 천일 건조, 송풍건조 및 온풍건조(45°C, 1kg)의 경우 건조 12시간째에 각각 7.5, 4.8 및 5.9로서 높은 수치를 나타내어 비지 품질이 식품소재로 이용하지 못할 정도로 떨어졌고, 열풍건조(100°C, 1kg)의 경우에는 건조 3시간까지는 3.2로서 서서히 증가하다가 그 이후는 산가의 변화가 거의 없었다. 또한 과산화물가의 변화를 보면 Table 3과 같다. 초기 값은 13.3~13.6meq/kg이었으나 천일건조의 경우 6시간 때는 141.1meq/kg으로 급격히 증가하는 경향을 보였고, 저장 36시간 때는 211.4 meq/kg으로 높은 과산화물가를 나타내었다. 송풍건

**Table 2. Changes in acid values of soybean curd residue under various drying methods (KOH mg/g)**

Drying condition	Sample volume(kg)	Drying time(hrs.)										
		0	1	2	3	4	6	8	12	24	36	48
S <sup>1)</sup>	1	2.9	- <sup>5)</sup>	-	-	-	4.3	-	7.5	19.6	24.5	-
A <sup>2)</sup>	1	3.8	-	-	-	-	-	-	4.8	5.8	7.9	7.9
W <sup>3)</sup>	1	2.6	-	-	-	-	3.2	-	5.9	6.1	6.1	-
H <sup>4)</sup>	5	2.8	-	2.9	-	3.3	3.5	4.1	-	-	-	-
	1	2.8	2.9	3.2	3.2	3.3	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup>Open-air sun drying <sup>2)</sup>Ambient-air blast drying <sup>3)</sup>Warm-air blast drying <sup>4)</sup>Hot air blast drying <sup>5)</sup>Not determined

**Table 3. Changes in peroxide values of soybean curd residue under various drying methods (meq/kg)**

Drying condition	Sample volume(kg)	Drying time(hrs.)										
		0	1	2	3	4	6	8	12	24	36	48
S <sup>1)</sup>	1	13.3	- <sup>5)</sup>	-	-	-	141.1	-	188.5	192.8	211.4	-
A <sup>2)</sup>	1	13.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146.6
W <sup>3)</sup>	1	13.6	-	-	-	-	293.7	-	307.5	316.9	498.3	-
H <sup>4)</sup>	5	13.5	-	25.3	-	68.8	79.4	123.6	-	-	-	-
	1	13.4	15.2	17.7	18.2	18.7	-	-	-	-	-	-

<sup>1-5)</sup>Expressions are the same as in Table 3

조는 12시간 경과 후 97.1meq/kg으로 높은 수치를 보였고, 그 후에도 계속 크게 증가하는 경향이였다. 온풍 건조(45°C, 5kg)의 경우는 저장 6일째에 293.7meq/kg으로 급격한 증가를 나타내었다. 열풍건조(100°C, 5kg)의 경우에는 건조 2시간까지 어느 정도 안정된 값을 가졌으나 시간이 경과할수록 크게 증가하는 경향을 나타내었고 열풍건조(100°C, 1kg)의 경우는 건조 4시간까지 18.7meq/kg이었다. 식용 대두유의 국제규격 기준은 과산화물가가 30meq/kg 이하로 규정되어 있는데, 열풍건조(100°C, 1kg)의 경우 이 범위에 포함되는 안정한 수치를 나타내었다.

지방산 조성

Table 4는 건조 전과 4시간 열풍건조(시료 1kg)된 시료의 지방산 조성을 비교한 것이다. 비지의 지방산 조성은 건조 전이나 건조 후 차이 없이 palmitic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid 이 각각 11.4%, 4.5~4.6%, 21.8%, 52.0~53.0% 및 9.4~

**Table 4. Fatty acid compositions of soybean curd residue before drying and after 4 hours under air blast drying**

Fatty acid	Composition(%)	
	Before drying	Hot air blast drying
Palmitic acid(16 : 0)	11.4	11.4
Stearic acid(18 : 0)	4.6	4.5
Oleic acid(18 : 1)	21.8	21.8
Linoleic acid(18 : 2)	53.0	52.0
Linolenic acid(18 : 3)	9.4	9.5

9.5%였으며, 불포화지방산인 oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid 함량이 전체의 84.3%를 차지하였고, 비지의 열풍건조 중 지방산 조성의 변화는 없었다.

표면색택의 변화

Table 5은 조건을 달리하여 비지를 건조하는 중 표면색택에 대한 변화를 비교한 것이다. 천일건조의 경우 건조시간이 경과함에 따라서 명도값(L)은 감소하고 적색도(a)와 황색도(b)값이 크게 증가하여 갈변현상을 나타내었다. 열풍건조 5kg의 경우 "L"값은 변화

**Table 5. Changes in color difference of soybean curd residue under different drying methods**

Drying methods	Drying time (hrs.)	Color difference		
		L	a	b
Sun drying	0	86.5	-1.70	13.6
	6	86.6	0.06	13.3
	12	81.3	0.89	15.8
	24	80.2	0.94	15.7
	36	80.9	0.80	17.7
Hot air blast (5kg of sample)	0	84.4	-1.70	14.1
	2	84.4	-0.84	14.1
	4	85.5	-0.40	13.8
	6	87.8	0.16	13.6
	8	84.7	0.38	16.7
Hot air blast (1kg of sample)	0	86.5	-1.70	13.6
	1	86.3	-0.48	14.8
	2	86.2	-0.38	15.4
	4	80.8	0.40	17.8

가 거의 없었으나 “a”과 “b”값은 다소 증가하는 경향을 보였고, 열풍건조 1kg의 경우에는 “L”값은 감소하는 반면에 “a”와 “b”값은 증가하는 경향을 나타내었다. 따라서 건조가 완료된 시점 즉 천일건조의 36시간, 열풍건조 5kg의 8시간, 열풍건조 1kg의 4시간째의 표면색택을 비교해 보면 열풍건조군의 시료량 간에는 큰 차이를 보이지 않았으나, 천일건조군은 열풍건조군에 비해 적색도(L)값이 약 2배 정도 높아 갈변현상이 뚜렷함을 알 수 있었다.

#### 생균수의 변화

건조방법에 따른 호기성 전세균 및 곰팡이의 생육 변화는 Table 6과 같다. 천일건조의 경우 건조 초기 생균수는  $3.45 \times 10^9$ /g이었으며 건조시간이 경과할수록 서서히 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 열풍건조의 경우는 초기 생균수는  $3.18 \times 10^8$ /g이었으나 건조시간이 경과할수록 생균수는 감소하는 경향을 나타내었으며, 열풍건조(100°C, 1kg)의 경우 건조 1시간 후  $1.10 \times 10^6$ /g으로 급격히 감소하였으며 건조 4시간째에는 전혀 검출되지 않았다. 건조 과정 중의 곰팡이의 생육양상은 천일건조의 경우 초기 오염 정도는  $3.3 \times 10^7$ /g이었으며 건조 12시간째까지는  $1.1 \times 10^8$ /g로 다소 증가하는 경향을 나타내었으나 건조가 계속되면서 증식을 위한 수분 활성도의 감소로 그 이후에는 거의 변화가 없었다. 열풍건조(100°C, 5kg)의 경우는 건조 과정 중 계속 감소하여 건조 8일째에 전혀 검출되지 않았고, 1kg의 경우에는 건조 4시간째에는 전혀 검출되지 않았다. 이러한 결과는 열풍건조(100°C, 1kg)가 비지의 건조과정 중 미생물적 안전성을 확보할 수 있는

최적 조건으로 생각된다.

#### 최적 건조조건의 검토

Table 7은 여러가지 건조 조건에서 건조한 제품에 대한 품질을 비교한 것이다. 송풍건조는 건조 48시간째까지 수분 함량이 53% 정도가 되어 건조제품을 얻을 수 없었으며 과산화물가는 146.6meq/kg으로서 지질의 산패가 상당히 일어났음을 알 수 있었다. 이와 비슷하게 온풍건조에서는 24시간까지 건조하였을 때 수분 함량이 6.0%까지 감소하여 건조제품을 얻을 수 있었으나 과산화물가가 316.9meq/kg으로서 지질의 산패는 가장 크게 나타났다. 천일건조의 경우에서도 건조 24시간째에 수분 함량이 18%로서 건조가 불충분한 반면에, 산가 및 과산화물가가 각각 19.6 KOH mg/g 및 192.8meq/kg으로서 지질의 산패가 상당히 진행되었음을 알 수 있었다. 또한 호기성 전세균과 곰팡이가  $2.1 \times 10^{11}$ /g과  $1.2 \times 10^8$ /g으로 건조 중 미생물이 급격히 증식하여 제품으로서의 가치를 상실하였다. 이와 반대로 열풍건조의 경우에는 대체적으로 제품의 양호한 품질을 유지하였다. 시료를 5kg과 1kg을 사용한 경우를 비교하여 보면, 5kg의 경우는 건조 8시간째에 수분 6.3%로서 건조제품을 얻을 수 있었으나 산가와 과산화물가가 각각 4.1 KOH mg/g와 123.6meq/kg으로 지질의 산패가 어느 정도 진행되었다. 그러나 시료를 1kg 사용하였을 경우에는 건조 3시간째에 수분 함량 9.8%의 건조제품을 얻을 수 있었다. 산가와 과산화물가가 각각 3.2 KOH mg/g와 18.2meq/kg 나타났고, 호기성 전세균 및 곰팡이가  $3 \times 10^2$ /g 및  $1.0 \times 10^2$ /g 정도로서 제품의 변화가 크게 일어나지 않았음을 알 수 있었다.

Table 6. Changes in viable cell count of soybean curd residue under different drying conditions (unit : CFU/g)

Drying condition	Drying time(hrs.)	Total aerobic bacteria	Molds
Sun drying	0	$3.45 \times 10^9$	$3.3 \times 10^7$
	6	$1.72 \times 10^{10}$	$5.3 \times 10^7$
	12	$5.84 \times 10^{10}$	$1.1 \times 10^8$
	24	$2.10 \times 10^{11}$	$1.2 \times 10^8$
	36	$2.60 \times 10^{11}$	$2.0 \times 10^8$
Hot air blast (5kg of sample)	0	$3.18 \times 10^8$	$6.3 \times 10^7$
	2	$6.95 \times 10^6$	$3.8 \times 10^5$
	4	$1.08 \times 10^5$	$2.1 \times 10^4$
	6	$9.00 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$
	8	$5.00 \times 10^2$	ND
Hot air blast (1kg of sample)	0	$3.18 \times 10^9$	$6.3 \times 10^7$
	1	$1.10 \times 10^6$	$1.2 \times 10^5$
	2	$7.23 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$
	3	$3.00 \times 10^2$	$1.0 \times 10^2$
	4	ND <sup>1)</sup>	ND

<sup>1)</sup>Not detected

따라서 건조기의 종류와 건조기의 내부 용적에 대한 건조 처리 시료량의 비율이 중요한 요인으로 작용할 수 있음을 알 수 있었다. 한편, 이와 같이 비교한 분석한 것 중에서 최적 건조조건이라 생각되는 열풍건조 조건에서 시료 1kg을 건조하였을 때, 건조 단계별 수분 함량 및 품질 변화에 대하여 비교한 결과는 Table 8과 같다. 품온조절기간(I)은 건조 1시간 이내의 범위이었으며, 이때 수분 함량은 84.0~75.0% 수준이었다. 호기성 전세균과 곰팡이수는 각각  $3.18 \times 10^9/g \sim 1.10 \times 10^6/g$ 와  $6.3 \times 10^7/g \sim 1.2 \times 10^5/g$ 으로 초기 시료에는 미생물이 상당량 오염되어 있음을 알 수 있었다. 항물건조기간(II)은 건조 1시간에서 3시간 사이였고 이 기간 중 대부분의 수분이 급격히 감소하여 1시간 때 수분 함량이 74.9%이었으나 3시간 때는 9.8%로서 대부분의 유리수가 제거되었음을 알 수 있었다. 이 기간 중 미생물의 수도 급격히 감소하여 항물건조 말기에는 호기성 전세균과 곰팡이가 각각  $3.0 \times 10^2/g$ 와  $1.0 \times 10^2/g$ 인 것

으로 나타났다. 이 기간 중의 비지의 품온은 46~83°C 사이를 유지하였는데, 비지 중에 증식하는 미생물은 대부분 이 온도 범위에서 사멸하는 것으로 보아 내열성 균에 속하지 않는 것으로 생각된다. 또한 감물건조기간(III)이라 생각되는 건조 3시간 이후에는 수분 함량의 감소가 완만하게 나타나 건조 4시간째에 수분 함량이 5.0%이었으며 미생물은 거의 사멸한 것으로 나타났다. 비지의 품온은 이 기간 중 83°C 정도로 유지되었다. 이상과 같은 결과들로 미루어 보아 건조 방식은 열풍건조기의 경우가 적합하였고, 건조기 내부용적에 대한 처리 시료량의 비율이 건조처리에 있어서 반드시 고려되어야 한다고 생각된다. 건조 단계별로 비교하여 볼 때는 일반적으로 건조제품이라 할 수 있는 수분 함량 10% 범위까지를 건조가 완료된 시점으로 보는 것이 적절하였으며, 이 기간 이후에는 시료의 품질이 높은 온도에 머무는 시간이 길어지기 때문에 제품의 품질변화요인을 감안해야 될 것으로 생각된다.

Table 7. Variation in the quality of soybean curd residue at final drying stage under different drying conditions

Item	Drying conditions				
	H-1 <sup>1)</sup>	H-5 <sup>2)</sup>	S <sup>3)</sup>	W <sup>4)</sup>	A <sup>5)</sup>
Drying time(hour)	3	8	24	24	48
Moisture content(%)	9.8	6.3	18	6.2	53.1
pH	5.9	6.0	5.5	-	-
AV	3.2	4.1	19.6	6.1	7.9
POV	18.2	123.6	192.8	316.9	146.6
L-value	8.2	84.7	80.2	-	-
a-value	0.35	0.38	0.94	-	-
b-value	16.8	16.7	15.7	-	-
Viable cell count	$3.0 \times 10^2$	$5.0 \times 10^2$	$2.1 \times 10^{11}$	-	-
Mold count	$1.0 \times 10^2$	ND <sup>6)</sup>	$1.2 \times 10^8$	-	-

<sup>1)</sup>Hot air blast drying for 1kg of sample, <sup>2)</sup>Hot air blast drying for 5kg of sample, <sup>3)</sup>Sun drying

<sup>4)</sup>Warm-air blast drying, <sup>5)</sup>Ambient-air blast drying, <sup>6)</sup>Not detected

Table 8. Variation in the quality of soybean curd residue during hot air blast drying (1kg of sample)

Item	Drying stage		
	I <sup>1)</sup>	II <sup>2)</sup>	III <sup>3)</sup>
Drying time(hr.)	0~1	1~3	3~4
Moisture content(%)	84.0~74.9	74.9~9.8	9.8~5.0
pH	5.6~5.9	5.9~5.9	5.9~6.0
AV	2.8~2.9	2.9~3.2	3.2~3.3
POV	13.4~15.2	15.2~18.2	18.2~18.7
L-value	86.5~86.3	86.3~82.4	82.4~80.8
a-value	-1.70~-0.48	-0.48~0.35	0.35~0.40
b-value	13.6~14.8	14.8~16.8	16.8~-17.8
Viable cell count	$3.18 \times 10^9 \sim 1.10 \times 10^6$	$1.10 \times 10^8 \sim 3.00 \times 10^2$	$3.00 \times 10^2 \sim \text{ND}$
Mold count	$6.3 \times 10^7 \sim 1.2 \times 10^5$	$1.2 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^2$	$1.0 \times 10^2 \sim \text{ND}$
Sample temperature	37~46°C	46~83°C	83°C

<sup>1)</sup>Settling down period, <sup>2)</sup>Constant rate drying period, <sup>3)</sup>Falling rate drying period

## 요 약

두부 및 두유 제조 과정 중에 부산물로 대량 얻어지는 비지의 최적 건조조건 제시를 위해 천일, 송풍, 온풍 및 열풍건조 과정 중에 일어나는 여러가지 품질 변화를 비교하고, 적절한 건조조건을 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 열풍건조의 경우 수분 함량 10% 부근까지 건조시키는데 소요되는 시간이 짧아 다른 건조 방식 보다 건조 과정 중의 품질변화를 최소화할 수 있었다. 시료량을 1kg한 열풍건조의 경우 전형적인 건조곡선을 나타내었으며, 품온 조절기간은 1시간 이내였고, 향유킨조기간은 1시간에서 3시간 사이이었으며, 건조 3시간 이후에는 감유킨조기간을 나타내었다. 건조 과정 중의 품질 변화는 수분이 유리수 상태로 존재하는 것으로 알려진 향유킨조기간에 가장 크게 나타났다. 건조 과정 중의 시료 품온의 변화는 향유킨조기간 중에는 40~60°C 수준을 유지하였으나, 수분 10% 정도의 건조 제품으로 되는 감유킨조기간 초기에는 약 80°C에 도달하였다.

## 문 헌

- 비지의 이화학적 성질에 관한 연구. 한국식품과학회지, **16**, 261(1984)
2. 정성수, 장호남, 박무영 : 압착여과와 열풍에 의한 비지의 건조. 한국식품과학회지, **10**, 1(1978)
  3. 김우정, 김동희, 오훈일 : 용매의 세척회수가 건조비지의 품질에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **17**, 95(1985)
  4. Misra, R. N. and Young, J. H. : Numerical solution of simultaneous moisture diffusion and shrinkage during soybean drying. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers.*, **23**, 1277(1980)
  5. Suarez, C., Viollag, P. E. and Chirife, J. : Diffusional analysis of air drying of grain sorghum. *J. Food Tech.*, **15**, 523(1980b)
  6. Vaccaregga, L. M., Lombardi, J. L. and Chirife, J. : Heat transfer effects on rate of food dehydration Canadian. *J. Chem. Eng.*, **52**, 576 (1974)
  7. 한국식품공업협회 : 일반시험법. 식품공전, p.643(1994)
  8. Folch, M. L. and Sloane Stanley, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497(1957)
  9. A.O.C.S. : "AOCS official and tentative method", 3rd ed., *Am. Oil Chem. Soc.*, Chicago(1973)
  10. Morrison, W. R. and Smith, L. M. : Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipid Res.*, **5**, 600(1964)

(1996년 2월 27일 접수)

1. 김우정, 김동희, 오훈일 : 용매처리에 의해 건조된 두유