

분무 및 동결 건조 탁주 분말의 저장 중 품질변화

정진웅 · 박기재* · 김명호 · 김동수

한국식품연구원

Changes in Quality of Spray-dried and Freeze-dried Takju Powder during Storage

Jin-Woong Jeong, Kee-Jai Park*, Myung-Ho Kim, and Dong-Soo Kim

Korea Food Research Institute

Abstract Spray-dried (SD) and freeze-dried (FD) *takju* powders were stored at 5, 15 and 25°C, and various quality characteristics such as moisture, amino nitrogen, color value, total viable cell count, total sugar, reducing sugar, organic acid, and flavor compounds were measured for 50 days at 10-day intervals. After 50 days of storage, the moisture content was increased from an initial 6.64% to 7.24-7.38% in the SD powder, and from an initial 4.86 to 5.43-5.61% in the FD powder. pH, total acid content and total viable cell counts were slightly increased. Organic acid content was decreased in the SD powder from an initial 3,949.9 mg% to 805.9-922.3 mg%, and in the FD powder from an initial 5,171.5 mg% to 3,646.0-4,110.2 mg%. Amino nitrogen content was increased in the SD powder from an initial 1.2% to 1.9-2.2%, and in the FD powder from an initial 1.9% to 2.2-2.5%. Total sugar and reducing sugar contents were increased in the SD powder from an initial 17.2% and 4.0% to 25.9-27.3% and 5.8-6.9%, and in the FD powder from an initial 19.1% and 5.2% to 29.2-30.2% and 8.3-8.8%, respectively. With increasing storage time, L and b values in the SD powder increased slowly, while L value in the FD powder tended to decrease and b value tended to increase. About 20 major volatile flavor components were identified in the SD and FD powders by GC-MS and all such component levels were decreased with increasing storage time.

Key words: *takju* powder, spray drying, freeze drying, quality, storage

서론

막걸리, 농주 등으로 불리는 탁주는 대표적인 우리나라 재래주로서 가장 오랜 역사와 함께 우리에게 친숙한 술로 전통주의 계승 발전이란 측면에서 중요한 의미를 가진다(1). 그러나 음주문화 및 기호도의 변화, 주질 상의 문제 등으로 급격한 수요의 감소 추세를 보이고 있어 품질의 과학화와 주종의 다양화 등 품질 개선을 위한 노력이 시급하다. 더불어 새로운 식품소재로서의 활용도를 제고시킬 수 있는 기술개발을 통해 우리 전통주의 계승 발전 및 세계화에 기여할 필요가 있다.

탁주는 일반 주류와는 달리 상당량의 단백질과 당질이 함유되어 있고 생효모나 비타민 B군을 비롯한 lysine, leucine 등의 필수아미노산 및 glutathione을 함유하여 영양가가 풍부할 뿐만 아니라 생효모가 함유되어 다른 주류와 차별화된 특징을 가지고 있다(2-4). 탁주에 대한 연구는 주로 발효 특성(5,6), 영양 및 품질 특성(7-9), 미생물학적 안전성 및 저장성(10,11) 등에 대한 내용이

주를 이루고 있고, 스타터 개발 및 고식이 섬유 빵 제조 등 제한적으로 활용도 증진과 관련된 연구(12-15)가 있을 뿐이다.

한편, 근년 선진국에서는 자국 산업의 보호와 수입 대체를 위해 기존 식재료로부터의 유용 물질의 탐색 및 활용도 증진에 집중한 연구 투자를 진행하고 있다. 더욱이 화학적 합성품이 가지는 인체 유해성 논란과 부적절한 사용에 따른 소비자의 불신은 천연첨가물 소재 탐색의 필요성을 가속시키고 있으며 기존 소재로부터의 새로운 천연소재의 개발은 소비자들의 안전성과 편의성에 대한 욕구에 부합하기 때문에 지속적인 발전 가능성을 제시하고 있다.

전통적으로 습식제분한 쌀가루에 발효원으로 탁주를 넣어 발효시켜 성형하는 증편의 발효원으로 탁주가 사용되어 왔다(12,14). 또한 탁주의 특성상 단백질, 당류, 칼슘, 인 이외에도 젖산균과 효모를 함유하고 있어 제과·제빵에서 효모의 생육에 필수적인 유익한 환경을 제공할 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 측면에서 탁주가 제과·제빵의 굽기 공정 후에 발생하는 밀가루취의 잔존 문제를 개선할 수 있는 개량제로서의 용도개발 가능성이 있다고 판단되어 전보(16)에서 풍미 개선제로서의 활용 가능성을 확인 바 있다.

따라서 본 연구에서는 분무건조 및 동결건조하여 제조한 탁주 분말의 저장중 품질 변화의 특성을 확인하여 제과·제빵에서의 풍미 개선 및 품질 개량제로서의 활용도 증진 및 실용화를 위한 자료를 얻고자 하였다.

*Corresponding author: Kee-Jai Park, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Sungnam-si, Kyunggi-do 463-420, Republic of Korea
Tel: 82-31-780-9157
Fax: 82-31-780-9264
E-mail: jake@kfri.re.kr
Received March 31, 2006; accepted July 19, 2006

재료 및 방법

실험 재료

본 실험을 위해 밀가루(강력분, 대한제분(주)), 설탕(가는 정백당, 제일제당(주)), 소금(꽃소금, 흥일염업), 이스트(제니코(주)), 누룩(당화력 300 S.P., 대흥농산), 버터(가염버터, 해태유업(주))를 사용하였다. 주모 제조용 효모는 한국식품연구원에 보관 중인 *Saccharomyces cerevisiae* KFRI 00124를 사용하였다. 맥쌀은 세척 후 5시간 동안 물에 침지한 후 자연 탈수하고 고압 증기실에서 121°C, 20분간 증자한 다음 30°C로 냉각하여 사용하였다.

주모 제조

주모 제조용 효모는 YM 배지(Difco Lab., Detroit, MI, USA) 10 mL에 *S. cerevisiae* KFRI 00124 1백균이를 접종하여 30°C에서 24시간 전배양한 후 YM 액체배지 100 mL에 이식하여 24시간 배양하였다. 맥쌀 200 g을 세척한 다음 5시간 동안 물에 침지한 후 자연 탈수하고 고압 증기실에서 121°C, 20분간 증자한 다음 30°C로 냉각하였다. 증자 맥쌀 200 g, 누룩 80 g, 물 600 mL 및 *S. cerevisiae* KFRI 00124 배양액 60 mL를 잘 혼합한 다음 30°C에서 2일간 발효시켜 주모를 제조하였다.

탁주분말 제조 및 저장

증자한 맥쌀 1.5 kg를 15 L 유리병에 넣고 누룩 600 g, 물 4.5 L 및 주모 450 mL를 잘 혼합한 다음 30°C에서 4일간 발효한 탁주를 분무건조기(Model BE-1164, Bowen Engineering, Inc., Fishers, IN, USA)로 분말화 하였으며, 운전조건은 Feeder 25 rpm(18 L/hr), 내부온도 140-150°C, 외부온도 110°C, 분무압력 2.8 psi, 진공압력 0.5 psi 이었다. 동결건조 분말은 동결건조기(Model T.D 5070 RR, Ilshin Lab. Co., Kyunggi-do, Korea)로 동결건조하여 분말화 하였다. 제조한 탁주 분말을 은박과우치(OPP/Al/PE 복합다층필름, 80 µm)에 70 g 단위로 포장하고 5, 15 및 25°C 저장고에 50일간 저장하면서 품질변화를 검토하였다.

일반성분

저장중 시료의 수분함량은 상압가열건조법으로 측정하였으며, 아미노태 질소 함량은 시료 5 g을 이산화탄소를 제거한 물 250 mL로 희석, 균질화하여 이 중 25 mL를 취해 Formal법으로 구하였다. pH는 AOAC(17)에 따라 시료 10 g에 증류수 50 mL를 가하고 pH meter(Model 2000A, Suntex Instruments Co., Ltd., Taipei, Taiwan)를 이용하여 pH를 측정한다. 다음, 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 미적색(pH 8.3)이 될 때까지 적정하고 적정 소비량에 0.009를 곱하여 시료 중의 총산을 lactic acid로 환산하였다(18). 환원당은 DNS법으로, 총당은 시료 10 g에 2.5% HCl 200 mL를 넣고 100°C에서 2시간 동안 가수분해 한 다음 10% NaOH로 pH 6.8-7.2로 중화하고, 희석 정용한 후 1 mL를 취해 정량하여 glucose 함량으로 표시하였다. 시료의 흡광도는 UV/VIS spectrophotometer(Model V-550, Jasco, Tokyo, Japan)로 550 nm에서 측정하였고, 검량곡선은 무수 포도당 용액으로 구하였다.

색도 및 갈변도

색도는 색차계(Model UltraScan XE, Hunter Lab., Reston, VA, USA)로 Hunter scale의 L값(Lightness), a값(redness) 및 b값(yellowness)으로 측정하였으며, 각 처리구간의 색도 차이는 색차(color difference, ΔE)로 분석하였다. 갈변도는 시료 1.3 g을 취하고 40 mL

의 증류수를 가한 다음 10% trichloroacetic acid 용액 10 mL를 첨가하여 실온에서 2시간 동안 방치한 후 여과하여 UV/VIS spectrophotometer (Model V-550, Jasco, Tokyo, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

미생물군

시료에 10배량의 멸균한 0.85%(w/v) NaCl를 가한 후 스토마커(Model Stomacher 400 Circulator, Seward, England)로 균질화(260 rpm, 2 min)한 다음, 단계 희석하여 희석시료에 Plate Count Agar(Difco Lab., Detroit, MI, USA)를 pour plating 하고 35 ± 1°C incubator에서 48시간 동안 배양한 후 나타난 colony를 계수하여 환산하였다.

유기산

Lee 등(19)의 방법을 준용하여 시료 20 g을 취하여 4°C, 10,000 rpm에서 15분간 원심분리하였다. 상등액 2 mL를 취하여 0.008 M H₂SO₄ 용액 10 mL에 넣고 혼합한 다음 Sep-pak C₁₈ cartridge(Waters Corp., Milford, MA, USA)를 통과시켜 단백질, 색소, 지방 등의 고분자 물질을 제거하고 0.45 µm membrane filter로 여과하였다. 여과액 20 µL를 Table 1과 같은 조건에서 HPLC에 주입하여 분석하고, 유기산의 검량곡선으로부터 정량하였다.

Table 1. Operation conditions of HPLC for determination of organic acids

Column	Aminex HPX-87H, 300 mm × 7.8 mm
Oven temp.	35°C
Detector	Jasco UV-975, 210 nm
Flow rate	0.6 mL/min
Injection volume	20 µL
Mobile phase	Sulfuric acid, 0.008 M

Table 2. Operation conditions of GC and GC-MS for analyses of volatile compounds

Instrument	GC	GC-MS
	Hewlett-Packard 5890	Shimadzu GCMS-WP5000
Column	J&W GC column	
• Length (m)	30	
• I.D (mm)	0.252	
• Film thickness (µm)	0.25	
Temperature (°C)		
• Injector	210	210
• Detector	210	210
Oven program		
• Initial temp. (°C)	40	40
• Initial time (min)	5.0	5.0
• Rate (°C/min)	8.0	8.0
• Final temp. (°C)	200	200
• Final time (min)	5.0	15.0
Gas flow rate		
• Carrier gas	N ₂ 50 kPa	H ₂
• Hydrogen	50 kPa	50 kPa
• Air	50 kPa	50 kPa
• Split ratio	1 : 67	1 : 100
Library	Wiley138 library	

Table 3. Some general properties of brewed *takju* and dried powder

General properties ¹⁾	Brewed <i>takju</i>	<i>Takju</i> powder	
		Spray-dried	Freeze-dried
Moisture (%)	84.50	6.64	4.86
pH	3.44	4.88	3.52
Total acidity (%)	1.3	5.7	5.8
Total sugar (%)	11.6	17.2	19.1
Reducing sugar (%)	1.2	4.0	5.2
Amino nitrogen (%)	66.6	1.2	1.9
Viable cells (CFU/g)	1.1×10^8	1.2×10^3	2.1×10^6

¹⁾All results are presented as mean of triplicate.

향기 성분 분석

Lee와 Choi(20)의 방법에 준하여 실험하였다. 즉, 분무건조 탁주 분말 2g에 증류수 18 mL을 가하여 녹인 후, 4°C, 8,000 rpm에서 15분간 원심분리 하였다. 유리컬럼(2.0 cm×10.0 cm, 80 mesh)에 다공성 중합체인 polydivinyl benzene(porapak-Q, 50-80 mesh, Waters Corp., Milford, MA, USA) 5.0 g을 충전하여 탈이온수 100 mL로 습윤시킨 다음 원심분리한 상등액 10 mL를 흡착시킨 후 diethyl ether 100 mL로 유기성분을 용출하였다. 용출액 내의 물층은 sodium sulfate anhydrous로 제거하고 45±1°C 수욕조에서 Kuderna-Danish 장치를 이용하여 600 µL로 농축시켰다. 농축액 0.2 µL를 정확히 취하여 gas chromatography를 이용하여 분석하였으며 GC와 GC-MS의 조작조건은 Table 2와 같다.

결과 및 고찰

탁주분말의 초기 품질 특성

풍미를 주체로 하는 제과·제빵용 품질개량제 개발을 위한 탁주 제조조건은 전보(16)와 같이 주 전분질 원료로 멥쌀을 사용하고, 담금방법은 주모를 첨가하는 2단 담금법을 사용하였다. 4일 발효한 탁주를 분무건조 및 동결건조하여 제조한 탁주의 일반적인 품질특성은 Table 3에서와 같이 건조방법에 따른 차이가 큼을 알 수 있었다. 수분함량은 분무건조 탁주분말 6.64%, 동결건조 탁주분말 4.86%로 건조전 84.50%에서 각각 77.86%와 79.64%가 감소하였다. 건조방법에 따른 수분함량의 차이는 계피 추출물과 마늘 착즙액의 건조방법에 따른 품질변화를 검토한 Kim과 Kim(21) 및 Shin(22)의 연구결과와 일치하는 것이었다. pH는 분무건조 탁주분말이 pH 3.52, 동결건조 탁주분말이 pH 4.88로 동결건조 탁주분말은 건조전에 비해 1.44 정도 상승하였고, 총산은 분무건조 탁주분말이 5.7, 동결건조 탁주분말이 5.8로 건조전의 97.1% 및 98.8% 수준이었다. 총당은 분무건조 탁주분말과 동결건조 탁주분말이 각각 17.2%와 19.1%로 건조전 함량인 11.6%에 비해 각각 32.8%와 36.5% 수준이었다. 환원당은 분무건조 탁주분말과 동결건조 탁주분말이 4.0%와 5.2%로 건조전 함량 1.2%에 비해 각각 73.8%와 95.9% 수준이었다. 건조방법에 따른 pH, 산도 및 당 함량의 변화를 열손실 등으로 설명한 기존의 연구결과(21,22)와 일치하는 결과였다. 건조전후 가장 큰 함량 변화를 보인 것은 아미노데 질소함량으로 분무건조 탁주분말은 4.0%, 동결건조 탁주분말은 6.4%이었다. 건조방법에 따른 아미노데 질소함량의 변화 등에 대해서도 건조과정중의 손실이나 갈변화 반응과 같은 화학적 반응을 원인으로 추정(21)하고 있으나 이에 대한 정확한 원인은

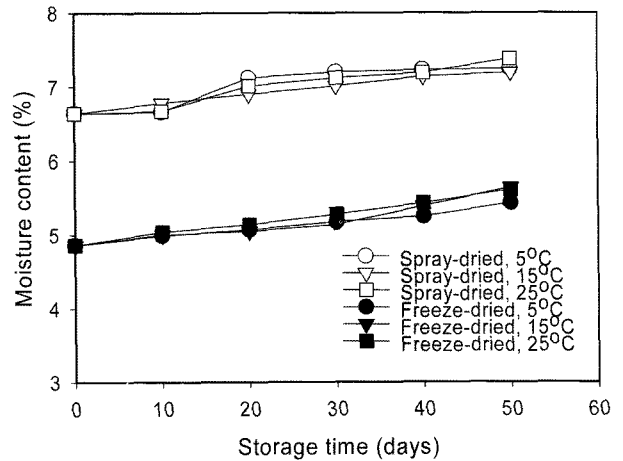


Fig. 1. Change of moisture content of *takju* powder during storage at different temperatures.

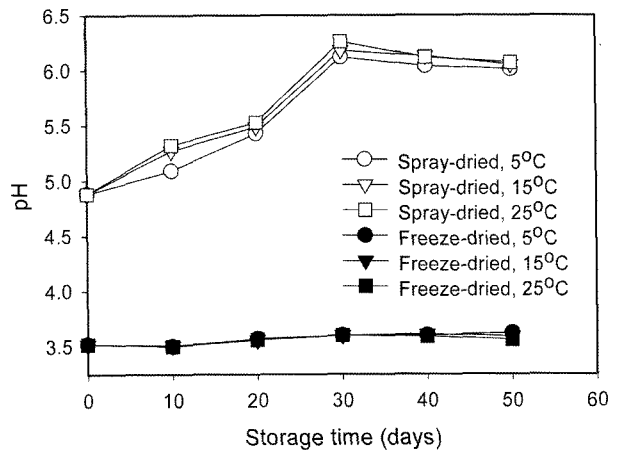


Fig. 2. Change of pH of *takju* powder during storage at different temperatures.

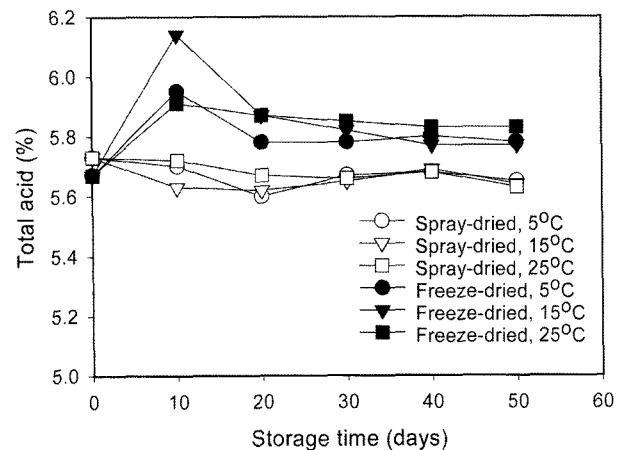


Fig. 3. Change of total acid content of *takju* powder during storage at different temperatures.

추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 총균수는 건조전 1.1×10^8 CFU/mL에서 분무건조 탁주분말은 6 log scale, 동결건조 탁주분말은 3 log scale 정도가 감소하는 것으로 나타났다.

Table 4. Changes in organic acid contents of *takju* powder during storage

(Unit: mg%)

Takju powder	Storage time (days)	Storage temp. (°C)	Organic acid content ¹⁾							Total	
			Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid		
Spray-dried	0	-	360.4	361.1	301.4	263.5	2,316.3	160.4	186.8	3,949.9	
		10	5	180.5	212.8	267.7	241.7	1,076.6	126.0	170.2	2,275.5
			15	249.6	294.9	289.6	188.6	1,469.1	116.3	160.7	2,768.8
	20	25	223.9	272.2	269.2	173.5	1,345.3	156.3	207.6	2,648.0	
		30	5	183.5	198.1	224.9	178.0	867.1	125.2	156.2	1,933.0
			15	193.6	175.6	258.2	161.8	1,200.1	119.3	178.3	2,286.9
	40	25	135.2	123.8	260.9	101.4	1,023.9	129.0	149.4	1,923.6	
		50	5	106.0	186.8	234.9	32.4	800.9	116.3	105.6	1,582.9
			15	154.4	187.1	245.8	33.6	764.6	121.1	92.3	1,598.9
	50	25	125.3	108.8	238.9	32.7	892.0	87.3	99.3	1,584.3	
		10	5	45.4	50.4	219.6	29.7	663.2	12.6	82.1	1,103.0
			15	23.6	55.8	247.6	27.8	743.7	12.8	80.4	1,191.7
	20	25	19.4	56.0	247.6	30.8	658.8	11.2	85.4	1,089.8	
		30	5	27.8	47.4	222.4	49.1	500.9	10.4	36.2	894.2
			15	6.9	56.2	189.5	65.0	464.6	10.8	12.9	805.9
	30	25	9.6	50.0	188.4	56.0	592.9	9.5	15.9	922.3	
		40	0	345.4	387.5	561.4	275.3	2,752.7	224.8	624.4	5,171.5
			10	5	337.4	376.4	542.5	243.3	2,548.7	208.3	616.3
	15			357.9	374.8	532.0	289.3	2,648.5	217.0	604.5	5,024.0
	20	25	352.8	403.0	559.3	242.3	2,408.0	190.7	598.3	4,754.4	
		30	5	347.4	352.5	512.2	224.4	2,533.0	178.4	555.7	4,703.6
			15	316.1	346.1	537.5	204.8	2,376.1	184.0	545.5	4,510.1
	30	25	324.3	376.1	553.0	267.7	2,457.8	146.5	582.3	4,707.7	
		40	5	309.3	342.3	523.3	243.9	2,434.1	135.7	523.1	4,511.7
15			312.5	360.5	456.4	202.1	2,284.9	174.9	519.3	4,310.6	
40	25	299.7	357.0	552.2	256.0	2,365.8	124.7	527.7	4,483.1		
	50	5	286.5	275.2	523.3	214.0	2,412.7	103.3	513.3	4,328.3	
		15	287.6	284.3	419.1	228.9	2,176.0	158.0	518.2	4,072.1	
50	25	302.4	320.3	519.1	218.6	2,287.8	107.7	520.1	4,276.0		
	10	5	319.6	244.9	510.1	189.7	2,253.7	96.2	496.0	4,110.2	
		15	245.5	283.2	386.2	225.9	2,076.4	123.3	423.3	3,763.8	
20	25	313.2	287.3.0	486.8	222.5	2,053.2	87.3	483.9	3,646.0		

¹⁾All results are presented as mean of triplicate.

수분함량 변화

분무건조 탁주분말과 동결건조 탁주분말의 저장 중 수분함량의 변화는 Fig. 1과 같다. 저장중 분무건조 탁주분말의 초기 수분함량은 6.64%이었으며, 15°C, 저장 10일에 6.66%, 20일에 7.12%, 30일에 7.20%, 50일에 7.24%로 변화량이 크지 않았다. 5°C 및 25°C 저장에서도 저장 50일에 7.24% 및 7.38%로 저장온도에 의한 영향이 크지 않은 것으로 나타났다. 동결건조 탁주분말 또한 초기 수분함량 4.86%로 분무건조 탁주분말에 비해 초기 수분함량이 낮았으나, 15°C, 저장 10일에서는 5.00%, 20일에서는 5.05%, 40일에서는 5.38%, 50일에서는 5.64%로 증가하였으며, 5°C 및 25°C 저장에서는 저장 50일에 각각 5.43%와 5.61%로 동결건조 탁주분말과 유사한 수준의 수분함량 변화를 나타내었다. 저장 중 수분함량의 변화가 작았던 것은 OPP/Al/PE 복합다층필름 포장에 의한 효과로 판단된다.

pH, 총산 및 유기산 함량 변화

탁주분말의 저장 중 pH 변화는 Fig. 2와 같다. 동결건조 탁주분말의 pH 변화는 분무건조 탁주분말과는 달리 다소 큰 폭의 증가를 나타내었다. 저장초기 pH 4.88에서 저장 30일에서는 6.12-6.26, 50일에서는 6.01-6.07 수준을 나타내어 저장초기에서 20일 까지의 변화량 보다는 저장 30일 부근에서의 변화의 폭이 상대적으로 큰 것으로 나타났다. 반면, 분무건조 탁주분말의 pH는 초기 pH 3.52에서 저장 30일에서는 pH 3.60 수준, 50일에서는 pH 3.56-3.62 수준으로 변화의 폭이 크지 않은 것으로 나타났다. 한편, 탁주분말의 저장 중 총산 변화는 Fig. 3과 같다. 분무건조 탁주분말은 저장온도에 무관하게 저장초기 5.7%에서 저장 50일에서는 5.6-5.7% 수준으로 초기값과 0.1% 정도의 변화만을 나타낸 반면, 동결건조 탁주분말은 저장초기 5.8%에서 저장 10일에서는 5.9-6.1%로 다소 상승한 후 저장 20일에 5.8-5.9% 수준을 나타낸

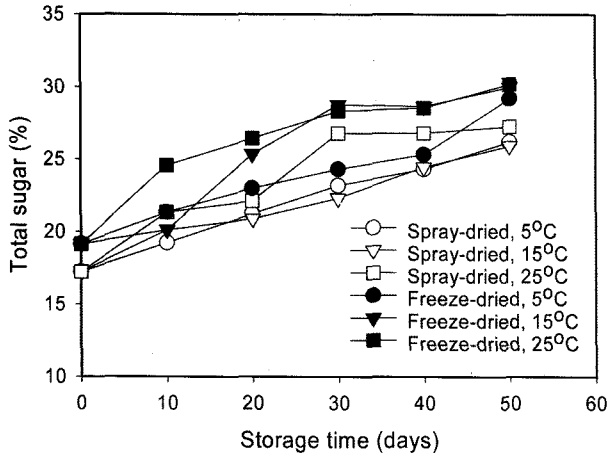


Fig. 4. Change of total sugar content of *takju* powder during storage at different temperatures.

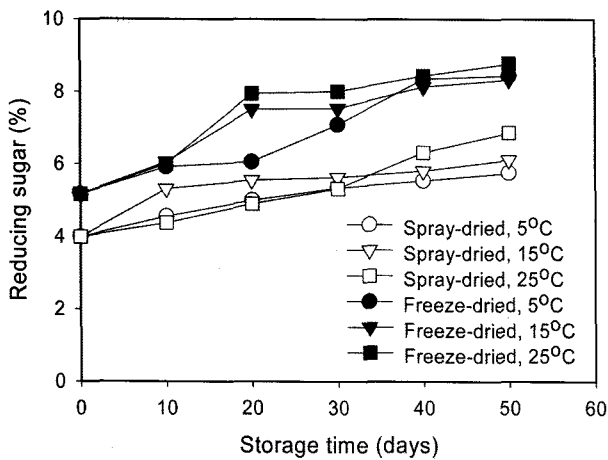


Fig. 5. Change of reducing sugar content of *takju* powder during storage at different temperatures.

후 저장 50일까지 5.8% 수준을 유지하였다. 탁주에 함유된 유기산은 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid, propionic acid 등이 있으며, lactic acid가 주된 유기산으로 존재한다(23). 본 실험의 탁주분말에서도 lactic acid의 함량이 가장 높았다. 분무건조 탁주분말의 유기산 초기함량은 3,949.9 mg%였으며 저장중 지속적으로 감소하여 저장 50일에는 초기함량의 20-23% 수준인 805.9-922.3 mg%였다. 유기산의 감소 폭은 acetic acid, citric acid 등이 상대적으로 컸으며, lactic acid와 malic acid 등이 상대적으로 완만한 감소를 나타내었다. 동결건조 탁주분말의 초기 유기산 함량은 5,171.5 mg%로 분무건조 탁주분말보다 높았으며 저장 50일에는 초기함량의 72-79% 수준인 3,646.0-4,110.2 mg%였다. 모든 유기산이 저장기간의 경과에 따라 전반적으로 감소하였으며 acetic acid와 tartaric acid 함량의 감소가 컸고 citric acid와 malic acid의 감소가 가장 작은 것으로 나타났다(Table 4). 그러나 저장중 유기산 함량의 감소와 이에 따른 pH와 산도 변화의 원인에 대해서는 향후 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다.

총당과 환원당 함량의 변화

저장중 총당과 환원당 함량의 변화는 Fig. 4 및 Fig. 5와 같다. 총당 함량은 건조방법에 따른 차이가 크지 않은 것으로 나타나

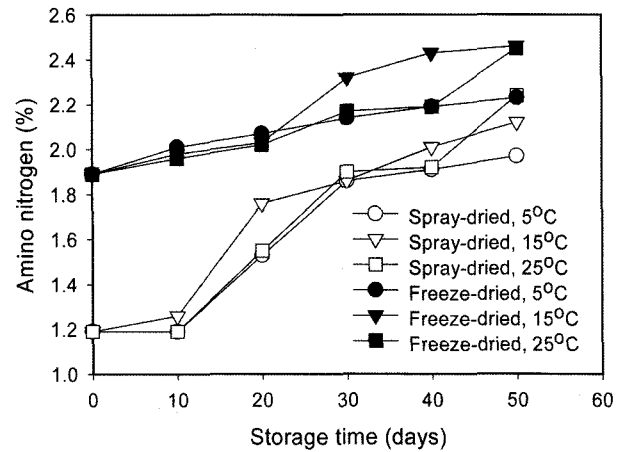


Fig. 6. Change of amino nitrogen content of *takju* powder during storage at different temperatures.

분무건조 탁주분말은 초기 17.2%에서 저장기간의 경과에 따라 지속적인 증가를 나타내어 저장 50일에 5°C 저장 탁주분말은 26.2%, 15°C 저장 탁주분말은 25.9%, 25°C 저장 탁주분말은 27.3%로 초기 함량에 비해 대략 8.7-10.0%의 증가를 나타내었다. 동결건조 탁주분말도 유사한 경향을 나타내어 초기함량 19.1%에서 저장 50일에 5°C 저장 탁주분말은 29.2%, 15°C 저장 탁주분말은 30.0%, 25°C 저장 탁주분말은 30.2%로 초기함량에 비해 대략 10.0-10.9%의 증가를 나타내어 건조방법에 따른 저장중 변화량의 차이는 크지 않은 것으로 나타났다. 환원당 함량의 변화도 총당 함량의 변화와 유사한 경향을 나타내어 저장기간의 경과에 따라 지속적인 증가를 보였다(Fig. 5). 분무건조 탁주분말은 초기 4.0%에서 저장 40일에 5°C 저장에서는 5.5%로, 15°C와 25°C에서는 5.8%와 6.3%로 증가하였으며 저장 50일에서는 5°C 저장에서는 5.8%, 15°C 저장에서는 6.1%, 25°C 저장에서는 6.9%로 저장 온도가 높을 수록 증가량이 큰 것으로 나타났다. 동결건조 탁주분말의 저장에서도 지속적인 증가가 나타나 5°C 저장에서는 초기 5.2%에서 저장 50일에 8.5%, 15°C 저장에서는 8.3%, 25°C 저장에서는 8.8%로 전반적인 변화량은 5°C 저장이 3.3%, 15°C 저장이 3.1%, 25°C 저장이 3.6%였다. 이는 분무건조 탁주분말의 변화량 1.8-2.9%에 비해 상대적으로 높은 값으로 당함량의 변화만을 고려할 때에는 분무건조가 동결건조에 비해 저장 안정성이 높은 것으로 판단되었다.

아미노태 질소 함량의 변화

아미노태 질소 함량은 탁주 발효기간 경과에 따라 일반적으로 증가하며, 이는 주원료인 쌀과 누룩 중에 함유된 단백질이 누룩이나 발효과정 중 미생물이 생산하는 acid protease와 peptidase 등의 효소 작용으로 생성되어 탁주의 감칠맛에 영향을 준다(21). Fig. 6에서와 같이 분무건조 탁주분말의 아미노태 질소 함량은 초기 1.2%에서 저장 30일에서는 1.9% 수준이었다. 저장 40일과 50일에서는 저장온도에 따라 다소간의 차이를 나타내어 5°C 저장에서는 1.9% 및 2.0%, 15°C 저장에서는 2.1%, 25°C 저장에서는 1.9% 및 2.2%를 나타내어 저장 온도가 높을 수록 증가량이 큰 것으로 나타났다. 동결건조 탁주분말도 저장기간의 경과에 따라 지속적으로 증가하여 초기 1.9%에서 저장 50일에서 5°C 저장에서는 2.2%, 15°C 및 25°C 저장에서는 2.5%이었다. 그러나 전반적으로는 동결건조 탁주분말이 분무건조 탁주분말에 비해 증가 폭이 작아 아미노태 질소 함량 변화 측면에서는 저장 안정성이

Table 5. Changes in color value of *takju* powder during storage

Takju powder	Color value ¹⁾	Storage temp. (°C)	Storage time (days)					
			0	10	20	30	40	50
Spray-dried	L	5	84.81	87.45	87.27	87.41	87.29	87.33
		15	84.81	88.28	87.48	87.60	87.42	87.39
		25	84.81	86.95	86.65	87.27	87.34	87.42
	a	5	1.09	-0.07	0.04	0.13	0.02	-0.08
		15	1.09	-0.11	0.04	0.20	0.12	-0.04
		25	1.09	-0.06	0.05	0.14	0.10	-0.08
	b	5	11.78	13.88	14.25	14.72	14.56	14.19
		15	11.78	13.80	14.31	14.76	14.56	14.48
		25	11.78	13.84	14.60	15.41	15.02	14.92
	E	5	-	3.57	3.64	4.04	3.88	3.68
		15	-	4.19	3.83	4.18	3.93	3.90
		25	-	3.19	3.52	4.49	4.23	4.25
Freeze-dried	L	5	88.75	88.90	88.96	88.38	88.58	87.97
		15	88.75	88.28	87.95	87.35	88.33	87.34
		25	88.75	88.36	87.26	88.30	88.60	87.43
	a	5	-0.23	-0.25	-0.56	-0.51	-0.33	-0.31
		15	-0.23	-0.22	-0.41	-0.36	-0.35	-0.22
		25	-0.23	-0.31	-0.33	-0.53	-0.42	-0.25
	b	5	12.39	12.17	12.07	12.61	12.46	12.90
		15	12.39	12.48	12.81	13.40	12.70	13.05
		25	12.39	12.76	13.51	12.74	12.22	13.57
	E	5	-	0.27	0.51	0.51	0.21	0.94
		15	-	0.48	0.92	1.73	0.54	1.56
		25	-	0.54	1.87	0.64	0.30	1.77

¹⁾All results are presented as mean of triplicate.

높은 것으로 판단되었다.

색차와 갈변도 변화

저장초기 분무건조 탁주분말의 a값이 동결건조 탁주분말에 비해 높고 b값이 낮은 것은 마늘 착즙액과 대추음료의 건조방법에 따른 색차변화(21,24)와 일치하는 경향이였다. 저장중 분무건조 탁주분말의 L값은 초기 84.81에서 5°C 저장 20일에 87.27, 50일에 87.33으로, 25°C 저장 20일에 86.65, 50일에 87.42로 증가하므로써 저장 중후반보다는 저장 10일까지 다소 빠르게 상승한 후 50일까지는 그 변화량이 작은 것으로 나타났다. 또한 a값과 b값도 L값의 변화 패턴과 유사하여 저장 10일까지의 변화량이 가장 큰 것으로 나타났다. 반면, 동결건조 탁주분말은 L값은 저장온도에 관계없이 저장 40일까지 변화량이 크지 않았으며 a값과 b값은 초기값에 비해 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 색차를 비교해 보면 분무건조 탁주분말은 저장 10일째 3-4 수준으로 초기 시료와 비교하여 약간 감지할 수 있는 정도의 차이를 보인 반면 동결건조 탁주분말은 저장 40일까지 0.5 수준으로 색차를 거의 감지할 수 없었다(Table 5). 한편, 저장 중 분무건조 탁주분말의 초기 갈변도는 0.10이었으며, 25°C 저장 20일에서는 0.27, 40일에서는 0.31, 50일에서는 0.32로 증가하는 경향을 나타내었다. 반면, 동결건조 탁주분말의 초기 갈변도는 0.07이었으며, 25°C 저장 20일에서는 0.04, 40일에서는 0.06, 50일에서는 0.09로 동결건조 탁주분말이 분무건조 탁주분말에 비해 저장기간의 경과에 따른 갈변도 변화가 적었음을 알 수 있었다(Fig. 7).

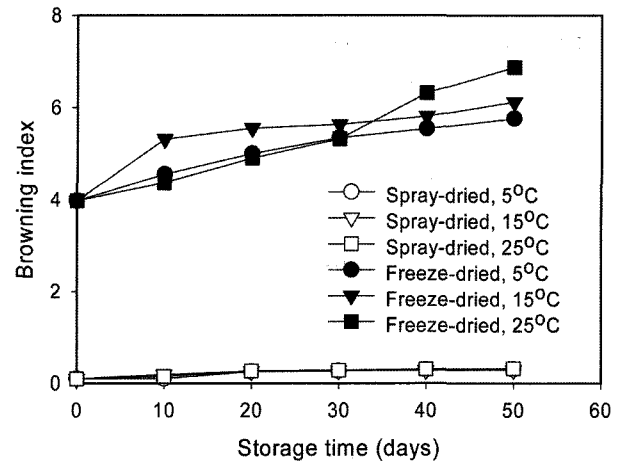


Fig. 7. Change of browning index of *takju* powder during storage at different temperatures.

총균수 변화

분무건조 탁주분말의 초기균수는 1.2×10^3 CFU/g이었으며, 저장기간이 경과 할 수록 점진적으로 증가하여 5°C 저장 50일에 5.2×10^3 CFU/g, 15°C 저장 50일에 7.2×10^3 CFU/g, 25°C 저장 50일에 9.4×10^3 CFU/g를 나타내었다. 반면, 동결건조 탁주분말의 초기균수는 2.1×10^6 CFU/g이었으나, 5°C 저장 50일에 1.8×10^6 CFU/g, 15°C 저장 50일에 2.1×10^6 CFU/g, 25°C 저장 50일

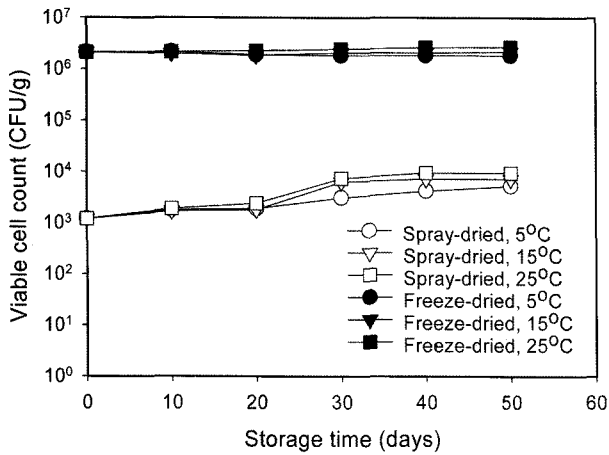


Fig. 8. Change of viable cell count of *takju* powder during storage at different temperatures.

에 2.7×10^6 CFU/g를 나타내어 초기균수와 유사하거나 완만히 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 8). 동결건조 탁주분말의 경우 수분함량이 5% 수준인 점을 감안할 때 저장기간 전반에 걸쳐 초기미생물 수준을 유지하는 것으로 판단되며, 분무건조 탁주분말의 경우 저장 30일에서는 초기균수에 비해 대략 4.8배 가량 증가된 균수를 나타내었으나 낮은 수분함량(6-7%)을 감안할 때 저장기간중 미생물 변화는 그다지 크지 않고, 특히 5°C에서의 미생물 변화는 초기균수와 비교할 때 유의할 수준은 아닌 것으로 판단된다.

향기성분의 변화

주모를 첨가하여 담금한 발효 4일째의 멍쌀 탁주를 분무건조 및 동결건조 탁주분말에서 GC 및 GC-MS에 의하여 동정한 향기

성분은 약 20종이었으며, 이러한 향기성분은 Lee와 Choi(20)에서는 담금직후 13-14종이었으나 발효 3일에 17-19종, 발효 16일에 27-28종이었다는 결과와도 일치하였다. 25°C 저장중 향기성분의 변화는 Table 6과 같다. 분무건조 탁주 분말의 향기성분 수는 건조 직후 약 10종이었으나 저장기간이 경과함에 따라 저장 10일에서는 acetic acid 및 hydrazide가 생성되었으며 저장 50일에서는 3-methyl-1-butanol 등 9종이 추가 검출되었다. 이 중 octane, 1,3,5-cycloheptatriene, 2,7-dimethyl-undecane 등이 상대적으로 peak area가 증가한 반면 total peak area는 감소하는 것으로 나타났다. 향기성분의 상대적양(면적비율, peak area%)은 저장기간에 따라 차이는 있으나 nonaldehyde, 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol, 3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one, 3-methyl butanal, benzeneethanol, undecane 순으로 상대적 함량이 높아 분무건조 탁주분말의 주 향기성분으로 나타났다. 또한, 일반적인 탁주에서 상대적 peak 함량이 가장 높은 ethanol은 검출되지 않았으며 nonaldehyde, 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol, 3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였다. 한편, 검출된 동결건조 탁주분말의 향기성분수는 분무건조 탁주분말과는 달리 건조 직후에 가장 많은 약 18종이 검출되었다. 저장초기 분무건조 탁주분말은 건조 후 10종이 검출되었고 동결건조 탁주분말은 18종이 검출된 점은 일반적으로 동결건조가 가열건조에 비해 열손실이 적어 향기성분의 상대적 양이 많다고 한 결과(21)와 일치하는 것이었다. 저장기간이 경과함에 따라 저장 10일에는 2-butanol이 검출되었으나 1-propanol-1-D1 등 5종이 소멸하였고, 저장 50일에는 octane, formic acid 및 ethyl ester 등이 추가 소멸하므로써 total peak area도 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 향기성분의 peak area는 저장기간에 따라 차이는 있으나 2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol, nonaldehyde, 3-methyl butanal, α -hydroxy-benzeneacetic acid 및 ethyl ester, benzeneethanol, 3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one 순으로 상대적 함량이 높아 동결

Table 6. Volatile flavor compounds identified in spray-dried *takju* powder during storage at 25°C by GC and GC-MS (Unit : peak area %)

Compound	Storage time (days)		
	0	10	50
3-methyl butanal	9.78	12.94	11.80
3-ethoxy-1-propene	0.68	0.33	1.02
3-methyl-1-butanol	1.56	3.93	2.11
2-butanol	-	-	0.81
2,3-butanediol	-	-	0.34
2-hydroxy-propanoic acid, ethyl ester	0.49	2.27	2.12
formic acid, ethyl ester	-	-	0.50
1-butanol	-	-	0.55
octane	-	-	4.18
phenol	-	-	1.26
1,3,5-cycloheptatriene	-	-	3.14
2,7-dimethyl-undecane	-	0.33	2.49
undecane	3.58	4.41	6.67
benzeneethanol	4.39	10.36	14.65
1-propanol-1-D1	-	0.65	1.23
acetic acid, hydrazide	-	2.09	2.55
α -hydroxy-benzeneacetic acid, ethyl ester	2.18	8.62	7.98
3,6-dihydro-3-methyl-2H-pyran-2-one	14.88	6.73	6.89
nonaldehyde	38.80	8.68	6.14
2,6-bis(1,1-dimethyl)-4-methyl-phenol	23.66	38.65	23.57
Total peak area	1,982,995	1,342,939	668,452

건조 탁주분말에 있어 주 향기성분으로 나타났고 분무건조 탁주 분말과는 다소 차이가 있었다.

요 약

탁주를 활용하여 제과, 제빵용 품질개선제로 개발하고자 주요 첨가 맵쌀 탁주를 30°C에서 4일간 발효하여 분무 및 동결 건조한 탁주 분말의 저장중(5, 15 및 25°C, 50일) 품질변화를 검토하였다. 수분함량은 저장 50일에 분무건조 탁주분말이 초기 6.64%에서 7.24-7.38%로, 동결건조 탁주분말은 초기 4.86%에서 5.43-5.61%로 증가하였으며, pH와 총산함량은 초기값과 큰 차이를 나타내지 않았으나 다소 증가하는 경향을 나타내었다. 유기산은 저장 50일에 분무건조 탁주분말이 초기 3,949.9 mg%에서 805.9-922.3 mg%으로, 동결건조 탁주분말이 초기 5,171.5 mg%에서 3,646.0-4,110.2 mg%로 감소하였다. 아미노태 질소 함량은 저장 50일에 분무건조 탁주분말이 초기 1.2%에서 1.9-2.2%로, 동결건조 탁주분말은 초기 1.9%에서 2.2-2.5%로 증가하였다. 총당 및 환원당 함량은 저장 50일에 분무건조 탁주분말이 초기 17.2% 및 4.0%에서 25.9-27.3% 및 5.8-6.9%로, 동결건조 탁주분말이 초기 19.1% 및 5.2%에서 29.2-30.2% 및 8.3-8.8%로 증가하였다. 저장기간의 경과에 따라 분무건조 분말은 L 및 b값이 서서히 증가한 반면, 동결건조 분말은 L값은 감소하고 b값은 증가하였다. 총균수는 분무건조 탁주분말이 초기 1.2×10^3 CFU/g에서 5.2×10^3 - 9.4×10^3 CFU/g로, 동결건조 탁주분말이 초기 2.1×10^6 CFU/g에서 1.8×10^6 - 2.7×10^6 CFU/g로 초기균수와 큰 차이를 나타내지 않았다. 분무건조 및 동결건조 탁주분말에서 GC-MS로 동정한 주요 향기성분은 저장초기 분무건조 탁주분말에서 약 10종, 동결건조 탁주분말에서 약 18종이었으며 저장기간의 경과에 따라 감소하였다.

문 헌

- Jeong HK. A view of Korean alcoholic liquor industry in 21st century. Food Ind. Nutr. 4: 3-8 (1999)
- Bae SM. The superiority of Korean traditional wines and their industrial application methods. Food Ind. Nutr. 4: 9-12 (1999)
- Ahn BH. Investigation trends in traditional liquor. Bull. Food Tech. 7: 42-47 (1994)
- Song JC, Park HJ. *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 847-854 (2003)
- Yang JY, Lee KH. Shelf-life and microbiological study of *Sansung takju*. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 779-785 (1996)
- Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK. The changes of microflora during the fermentation of *takju* and *yakju*. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 61-66 (2005)
- Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. Quality characteristics of mash of *takju* prepared by different raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 330-336 (1996)
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *muruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
- So MH, Lee YS, Noh WS. Improvement in the quality of *takju* by a modified *muruk*. Korean J. Food Nutr. 12: 427-432 (1999)
- Lee CH, Tae WT, Kim GM, Lee HD. Studies on the pasteurization conditions of *takju*. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 44-51 (1991)
- Park YG, Kim HJ. Effect of ozon and UV treatment of ground-water on the quality of wine. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 255-261 (2004)
- Moon HJ, Chang HG, Mok CK. Selection of lactic starter for the improvement of *jeungpyun* manufacturing process. Korean J. Food Sci. 31: 1241-1246 (1999)
- Yoon S, Lee CJ, Park HW, Myung CO, Choi EJ, Lee JJ. Effect of raw soy flour addition to Jeung-pyun pizza on fermentation time and viscosity of batters and texture and general desirability of Jeung-pyun pizza. Korean J. Soc. Food Sci. 16: 267-271 (2000)
- Yoon SJ. Quality characteristics of *jeungpyun* with different rations of *makkulli* leaven to water. Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 19: 11-16 (2003)
- Cho MK, Lee WJ. Preparation of high-fiber bread with soybean curd residue and *Makkolli* (rice wine) residue. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25: 632-636 (1996)
- Jeong JW, Park KJ. Quality characteristics of loaf bread added with *takju* powder. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 52-58 (2006)
- AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 16th ed. Method 943.02. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (1995)
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *muruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
- Lee CY, Kim TW, Sung CK. Studies on the souring of *Hansan Sogokju* (Korean traditional rice wine). Korean J. Food Sci. Technol. 28: 117-121 (1996)
- Lee TS, Choi JY. Volatile flavor components in *takju* fermentation with mashed glutinous rice and barley rice. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 638-643 (1998)
- Kim NM, Kim DH. Quality changes of cinnamon extract prepared with various drying methods. Korean J. Food Nutr. 13: 152-157 (2000)
- Shin DB. Effects of extraction and dehydration methods on flavour compounds of garlic powder. PhD thesis, Chung-Ang University, Seoul, Korea (1996)
- Lee SM, Lee TS. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. J. Nat. Sci. 12: 71-79 (2000)
- An DS, Woo KL, Lee DS. Processing of powdered jujube juice by spray drying. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 81-88 (1997)