

가열처리온도에 따른 대추술의 품질변화

민용규 · 이만규 · 윤향식 · 박희정
충북대학교 농과대학 식품공학과

Quality Changes in Jujube Wine with Heating Temperatures

Y.K. Min, M.K. Lee, H.S. Yoon and H.J. Park

Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

Abstract

The filtered jujube wine was heated at various temperatures from 60 to 100°C for 10min. and the quality was investigated by chemical and sensory analysis. pH was constant at the range of 4.07~4.08 at various heating temperatures. Reducing sugar content was decreased from 14.64 mg/mL of unheated sample to 12.37 mg/mL of the heated at 100°C. Regression equation between reducing sugar (s) and temperature (t) was $s = -0.027t + 15.2033$ ($r^2 = 0.9619$). Total sugar content was at the range of 34.21 to 30.92 mg/mL. High temperature treatment caused the decrease of L value and the increase in a value of wine color. Free sugars were shown to be slightly decreased with the increase of heating temperature. Among various sugars glucose showed the maximum decrease from 8.34 to 7.81 mg/mL in its content but lactose showed the maximum loss rates of 50.8%. Organic acids were slightly changed upon heat treatment. Iso-pentyl alcohol content was decreased from 682.98 ppm in unheated filtered sample to 635.21 ppm in heated at 100°C. Among various volatiles, 2-phenethyl alcohol showed the highest loss rate of 44%. From the result of sensory evaluations of heated wines, the heated wine at 60°C scored the highest value of 5.56.

Key words: heating temperature, sugar, organic acids, volatile components, quality

서 론

한국 전통 약주는 단양(單釀) 또는 이양(二釀)한 술로 갈색을 띤 연노랑색으로 투명하며 양조방법에 따라 다양한 풍미를 갖고 감미와 산미가 강한 10~20%의 알코올을 함유한 술로써 지역에 따라서 독특한 민속주가 나타나게 되었다(上野敏勇, 1927). 청주 지역에는 상당산성에서 제조되는 대추술이 유명하다. 대추술은 대추와 쌀을 원료로 빚은 것으로 갈색을 띄고 16%의 알코올을 함유하고 있다.

술의 품질에 대한 연구로는 다음과 같은 보고가 있다. 이(1982)는 탁주의 품질 개선을 목적으로 누룩을 사용치 않고 국균을 이용하여 술담금을 하였고, 정 등(1985)은 저온 저장으로 탁주의 shelf-life를 약 3일간 연장시켰으며 시판 탁주도 5일간 음용이 가능하다고 하였다. 이 등(1989)은 탁주의 열처리 살균에서 가장

중요한 것은 화독냄새와 쓴맛의 발현에 의한 관능적 품질저하 현상을 최소화하는 일이라 하였고, 이 등(1991)은 탁주의 저장중 품질변화를 일으키는 미생물은 효모와 곰팡이이며 탁주의 저온 살균 조건을 구명하였다. Veronique *et al.* (1991)은 백포도주의 살균에서 50,000 PUs까지의 열처리는 술의 풍미에 크게 영향을 미치지 않았다고 하였다. 이 등(1995)은 가열 살균후 무균 포장한 청주의 저장중의 품질변화에서 관능적 품질변화를 살펴보면 알코올취와 신냄새의 변화는 뚜렷하지 않았으나 상쾌한 냄새는 저장기간에 따라 온도가 증가할수록 뚜렷한 감소를 보였으며 쓴맛과 떼은 맛도 증가추세를 나타내어 맛의 기호도가 저하한다고 보고하였다.

대추술을 비롯하여 많은 민속주의 살균은 가열처리 방법이 흔히 쓰이고 있으며 가열처리시 발효주의 품질저하가 따르게 된다. 이 논문에서는 대추술의 가열 온도가 술의 품질에 미치는 영향을 알기 위한 실험 결과를 보고하고자 한다.

Corresponding author: Young-Kyoo Min, Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

재료 및 방법

시료의 처리

여과를 거친 대추술을 700 ml의 유리병에 400 ml 넣은후 병을 밀봉하고 온도를 각각 50, 60, 70, 80, 90, 100°C ($\pm 1^\circ\text{C}$)로 맞춘 water bath (Jeio Tech co., model WBC 1510A)에서 각각 10분간 가열하여 시료로 사용하였다.

일반성분

pH는 pH meter (Corning medical, Model 120)로 측정하였다. 전당은 Phenol-Sulfuric acid법(Dubois *et al.* 1956), 환원당은 Somogyi-Nelson법(Nelson, 1944; Somogy, 1951)으로 측정하였다.

유리당

시료를 여과장치(Sep-pak, Millipore)로 여과하여 HPLC (Waters 510 co., U.S.A.)에 10 μl 를 주입하여 표준당과 비교하여 당을 분석하였다. Column은 carbohydrate analysis용 column (Waters co.)이었으며, 용매는 83% acetonitrile를 사용하였고, 용매의 이동속도는 1.0 ml/min., 검출기는 RI이었다.

유기산

시료를 여과장치(Sep-pak, Millipore)로 여과하여 HPLC (CCPM UV-8010, Japan)에 20 μl 를 주입하여 표준산과 비교하여 분석하였다. Column은 Aminex 87H (300 mm \times 7.8 mmID)를 사용하였고 35°C로 유지하였다. 용매는 0.004M- H_2SO_4 , 용매의 이동속도는 0.6 ml/min.이었으며 검출기는 UV로 210 nm에서 사용하였다.

알코올 성분분석

A.O.A.C. (1984)법에 준하여 시료 2 ml에 증류수를 10 ml 가하여 증류한 후 초기 유출액 2 ml를 받아 GC (Hewlett-Packard 5890 series II)에 1 μl 를 주입하여 분석하였다. Column은 Stabilwax capillary (30 m \times 0.32 mm)를 사용하였고, oven 온도는 50°C에서 4분간 유지한 다음 10°C/min. 속도로 210°C까지 온도를 높여 4분간 유지하였다. 검출기는 FID를 사용하였고 검출기 및 주입구의 온도는 200°C로 유지하였다. 운반기체는 질소가스를 사용하였고 split ratio는 10:1이었다.

색도

시료 10 ml를 취하여 색도계(Model TC-1500MC,

Tokyo Denshoku Co.,LTD)로 측정하여 Hunter 색차계로 L, a, b 및 ΔE_{ab} 값을 구하였다. 표준 백색판의 L, a 및 b값은 각각 92.44, -0.14, 2.35이었다.

관능검사

관능검사원은 충북대학교 식품공학과 학생을 선발하여 여과후의 대추술을 예비교육용 시료로 제시하여 대추술의 향, 맛의 출현순서를 파악한후 각 특성의 강도 및 전체적인 품질을 9점 채점법으로 측정하였다(김등, 1993). 관능검사 결과는 SAS프로그램으로 분산분석(ANOVA) 및 최소유의차 검정(LSD)을 실시하였다.

결과 및 고찰

온도 변화

열처리에 따른 시료의 내부온도를 관찰하기 위하여 열침투곡선을 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 이때 대추술의 초기온도는 18°C이었으며 각 온도에서 10분간 열처리하였다.

온도가 높을수록 증가폭이 컸으며 가열시간이 증가할수록 각 온도처리별로 증가추세의 차이가 커졌고 50, 60, 70, 80, 90, 100°C로 열처리시 10분후에 도달하는 최종온도는 각각 40.4, 47.9, 55.7, 64.3, 72.2, 80.7°C로 나타났다. 가열에 따른 대추술의 냉점온도(y)와 가열 시간(x)의 관계를 식으로 나타내면 $y=ax+b$ 의 선형관계($r^2=0.98$)가 성립되었다. 50°C에서는 $y=2.4509x+16.9363$, 60°C에서는 $y=3.3609x+15.8136$, 70°C에서는 $y=4.2745x+14.9727$, 80°C에서는 $y=5.1573x+15.5954$, 90°C에서는 $y=6.0609x+15.3227$, 100°C에서는 $y=6.8590x+16.0772$ 이었다.

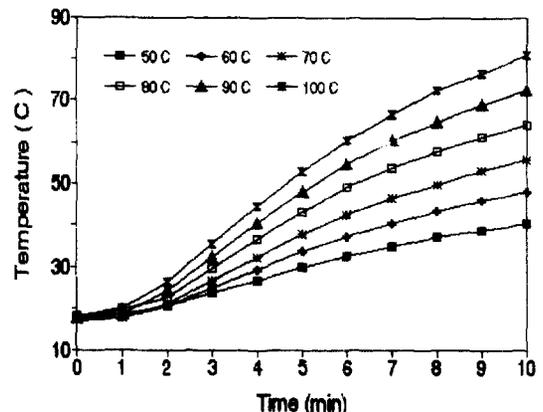


Fig. 1. Heating curve of jujube wine at various temperatures.

Table 1. Changes in pH and sugars of jujube wine at different heating temperatures

Constituent	Heating temperature (°C, 10 min)						
	0	50	60	70	80	90	100
pH	4.07	4.07	4.08	34.08	4.08	4.08	4.08
Reducing sugar (mg/mL)	14.64	13.76	13.63	13.20	13.17	12.76	12.37
Total sugar (mg/ml)	34.21	33.95	32.85	31.94	31.25	31.32	30.92

일반 성분

여과 공정을 마친 대추술을 여러 온도에서 10분동안 가열한 후 pH, 환원당 및 전당의 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

대추술의 pH는 4.07~4.08로서 온도에 따른 변화가 거의 없었다. 환원당 함량은 처리온도가 높을수록 14.64 mg/mL에서 100°C처리 12.37 mg/mL로 감소하는 경향이었고, 환원당의 함량(y)과 가열온도(x) 사이에는 $y = -0.0274x + 15.2033$ 의 선형관계($r^2 = 0.9619$)가 성립되었다. 가열온도가 높을수록 환원당의 감소량이 커지는 것은 온도가 높을수록 갈변반응에 관여하는 환원당의 양이 증가하기 때문이라 생각된다. 전당도 가열온도가 높을수록 감소하는 경향이었으나 환원당에 비해 그 감소폭은 작았으며, 전당 함량도 가열 온도와 깊은 상관($r^2 = 0.99$)를 보였다.

색도

가열온도에 따른 색도의 변화는 Fig. 2와 같다. L값은 원료의 75.96%에서 100°C의 73.78%로 감소하였으며 특히 60~70°C의 온도범위에서 큰폭으로 감소하였다. 70°C이상의 온도에서는 완만한 감소 경향을 보였다. 가열온도가 높을수록 술의 색이 어두워지는 것은 가열에 의해 당과 산성분의 갈변반응 및 polyphenol류

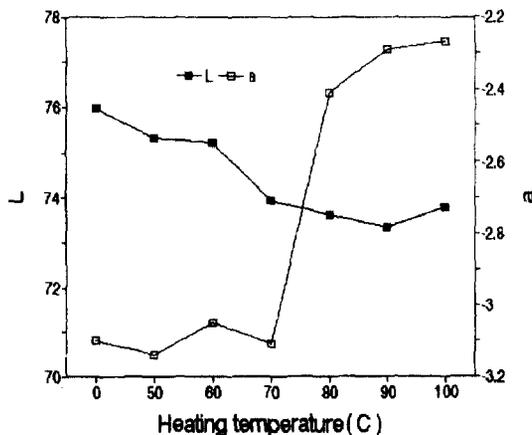


Fig. 2. Changes in color of the filtered jujube wine at different heating temperatures.

의 산화에 의한 착색이 증가하기 때문인 것으로 사료된다(Amerine *et al.* 1980). a값은 원료의 -3.10에서 100°C의 -2.27까지 증가하였으며 이는 가열에 의하여 적색도가 증가함을 나타내므로 갈변반응이 있음을 시사한다. 특히, a값은 70°C에서 80°C로 열처리 온도가 올라감에 따라 큰폭의 증가를 나타내었고, 그 이상의 온도에서는 완만하였다. 대추술의 b값과 ΔEab값은 각각 비열처리구에서 33.74와 35.58, 100°C열처리구에서 33.69와 36.54로 가열온도에 따른 변화는 거의 없었다. ΔEab는 0.20~1.09의 범위에 있으므로 가열 온도에 따른 색차의 변화는 작았다.

유리당

가열 온도에 따른 유리당의 변화는 Fig. 3과 같다. 대추술의 유리당은 가열온도가 증가할수록 감소하는 경향으로 나타났으나 그 변화의 폭은 매우 좁았다. Glucose는 90°C까지는 감소폭이 컸으며 열처리전보다 0.53 g/L가 감소하였다. 이는 glucose가 환원당으로서 온도가 증가할수록 갈변반응에 관여하는 정도가 커지기 때문이다(정, 1990). Rhamnose는 원료의 6.54 g/L

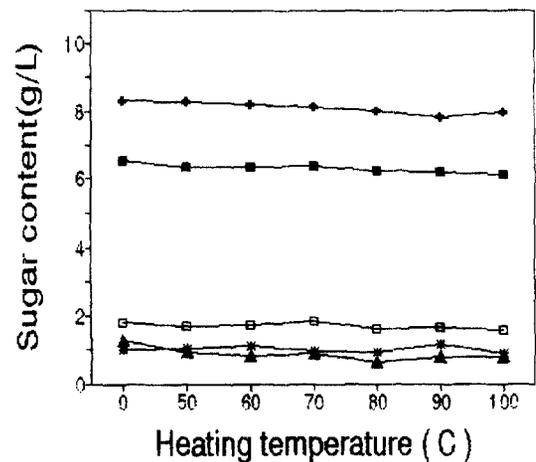


Fig. 3. Changes in free sugar contents of filtered jujube wine at different heating temperatures. ■—■: Rhamnose, ▲—▲: Glucose, *—*: Sucrose, □—□: Maltose, ▲—▲: Lactose.

에서 100°C의 6.15 g/L로 매우 완만하게 감소하였다. Lactose, maltose 및 sucrose는 온도의 증가에 따라 소폭의 변화를 보였으며 100°C 가열시 가열전보다 각각 0.47, 0.20, 0.10 g/L가 감소하였다. 가열온도에 따른 감소량은 glucose가 가장 컸으며 sucrose가 가장 적었고 감소율은 lactose가 가장 높았다.

유기산

가열 온도에 따른 succinate, lactate, acetate의 변화는 Fig. 4와 같다. 유기산은 가열온도가 증가할수록 원료의 0.26~1.16 mg/mL에서 100°C의 0.09~0.98 mg/mL로 감소하는 경향을 보였으나 그 변화폭은 크지 않았다. Succinate, lactate 및 acetate는 80°C까지는 다소 증감의 기록이 있었고 80~90°C에서는 완만한 감소를 보이다가 100°C의 가열로 succinate는 급격하게, acetate는 약간 감소하였으며 lactate는 거의 일정하였다. Citrate와 malate는 90°C까지는 완만하게 감소하는 경향을 보였으며 100°C 가열시 크게 감소하였다. 가열온도에 따른

감소율은 citrate와 malate가 높았으며 100°C 가열시 큰 폭으로 감소하였다. 본 실험은 심 등(1994)이 어류류 180°C 이상의 고온에서 가열시 가열온도가 높을수록 유기산의 감소량이 증가하였다는 보고와 유사하였으나 가열온도가 낮아 감소량은 작았다.

알코올 및 풍미성분

가열온도에 따른 aldehyde, ester 및 methanol의 변화는 Table 2와 같다. Acetaldehyde는 가열온도가 높을수록 감소하는 경향으로 나타났으며 80°C이상의 온도에서 약간 감소폭이 컸으나 감소범위는 2.25 ppm이하로 매우 작았다. 정(1995)은 glucose를 이용하여 알코올 발효를 시킨 용액을 고온에서 저장하면 aldehyde의 함량이 증가하는데 이것은 저장온도의 상승으로 인하여 산화반응이 촉진되기 때문에 나타난 현상이라 하였다. 또한, Wildenradt *et al.* (1974)은 에탄올이 phenol류와 반응하여 acetaldehyde로 자동산화된다고 하였다. 본 실험의 acetaldehyde의 변화량이 적은 것은 가열 온도가 높을수록 휘발이 발생하더라도 산화가 일어나 생성도 되기때문이라 생각한다. 가열온도가 높을수록 ethylacetate는 감소하는 경향을 보였으며 80°C까지 감소는 완만하다가 90°C이상의 온도에서는 보다 더 감소하였다. 장(1993)은 벽향주 증류액의 ester 성분을 분석한결과 가열 온도가 높을수록 손실은 더 빨라진다고 하였는데 본 실험에서도 온도가 높을수록 검출량이 작아졌다. 메탄올은 온도가 높을수록 완만하게 감소하였으며 90°C에서 약간 감소폭이 증가하였고 100°C의 열처리시 가열전에 비하여 7.43 ppm이 감소하였다.

Fusel oils

가열온도에 따른 퓨젤유의 변화는 Fig. 5와 같다. 가열 온도가 증가할수록 퓨젤유는 감소하는 경향을 보였다. n-propanol과 iso-butyl alcohol은 각각 원료의 78.50, 122.91 ppm에서 100°C의 68.19, 110.16 ppm으로 온도가 증가함에 따라 완만하게 감소하였다. Iso-pentyl alcohol은 가열온도에 따른 감소폭이 급격하였고, 온도가 높을수록 감소폭이 작아져서 100°C에서 가열전보

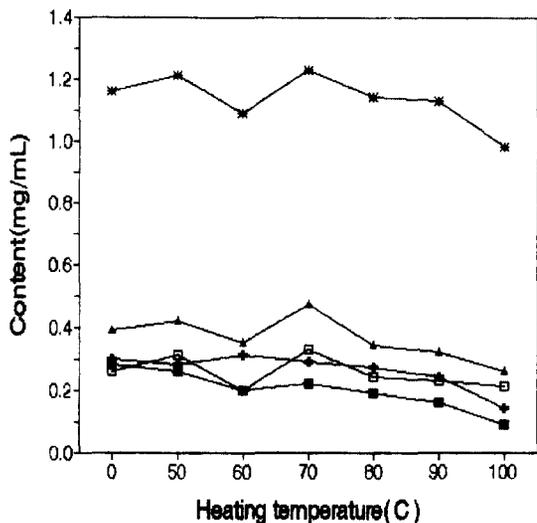


Fig. 4. Changes in organic acid contents of filtered jujube wine at different heating temperatures. ■—■: Citrate, †—†: Malate, *—*: Succinate, □—□: Lactate, ▲—▲: Acetate.

Table 2. Contents of aldehyde, ester and methanol in jujube wine (ppm) at different heating temperatures

Components	Heating temperature (°C)						
	50	60	70	80	90	100	
Actaldehyde	19.98	19.61	19.45	19.32	18.41	18.03	17.73
Ethylacetate	79.76	75.46	73.72	72.42	71.40	68.29	66.89
Methanol	46.08	44.71	43.42	43.25	42.13	39.75	38.65

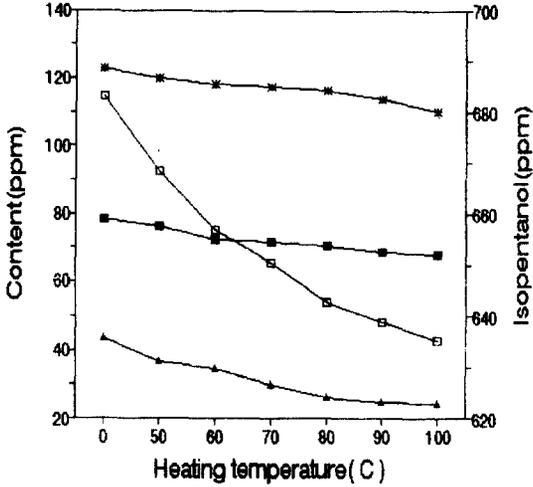


Fig. 5. Changes in fusel oil contents of filtered jujube wine at different heating temperatures. ■—■: n-propyl alcohol, *—*: Iso-butyl alcohol, □—□: Iso-pentyl alcohol, ▲—▲: Phenethyl alcohol

다 47.77 ppm이 손실되었다. Phenethyl alcohol은 80 °C까지는 감소폭이 증가하다가 그 이상의 온도에서는 완만하였으며 100 °C 가열시 열처리전보다 19.07 ppm이 감소하여 44%의 높은 감소율을 보였다. Marais *et al.* (1980)은 신선한 술에 있는 향의 강도와

Table 3. Least significant difference of overall quality at different heating temperatures

LSD Grouping	Means	Heating temperature (°C)
A	6.00	0
A	5.56	60
B	4.82	50
B	4.68	80
B	4.48	90
B	4.20	70
C	3.06	100

LSD=0.73

phenethyl alcohol사이에는 양의 상관관계가 있었다고 하였으므로 열처리에 의한 phenethyl alcohol의 손실이 매우 큰 것은 대추술의 풍미에도 나쁜 영향을 미칠 것으로 사료된다.

관능검사

가열온도에 따른 대추술의 전체적인 품질에 대하여 분산분석한 결과 각 시료간에 1%내의 고도의 유의차가 있으므로 최소유의차 검정을 실시한 결과는 Table 3과 같다. LSD값은 0.73이었고 세그룹으로 구별되었다. 열처리구들중에서는 60°C에서 가열한 처리구가 5.56으로 가장 높은 점수를 얻었고, 가열온도가 높을 수록 평점이 낮았으며 100°C가 월등히 낮은 품질로

Table 4. Least significant difference of characteristics of the jujube wine at different heating temperatures

Burnt (A ¹⁾)			Nuruk (A)			Cooling (A)			Bitterness (B)		
a ²⁾	2.3 ³⁾	100 ⁴⁾	a	5.39	100	a	4.00	0	a	5.28	100
b	1.88	70	b	5.00	0	b	2.80	90	b	3.88	80
b	1.77	50	b	4.84	90	c	2.48	60	c	3.56	60
b	1.76	90	b	4.60	80	c	2.47	70	c	3.35	50
b	1.60	80	d	4.28	60	c	2.27	50	c	3.32	70
d	1.61	60	d	4.27	50	c	2.04	80	c	3.32	90
d	1.00	0	d	4.20	70	d	1.39	100	c	3.00	0
LSD=0.52			0.60			0.58			0.74		
Astringency (B)			Burnt taste (B)			Burning (C)			Astringency (C)		
a	3.83	100	a	2.00	100	a	6.00	0	a	6.00	0
b	3.80	80	b	1.68	70	b	5.28	80	a	5.28	100
b	3.27	50	b	1.62	50	c	4.94	100	b	4.76	70
b	3.24	70	b	1.56	90	c	4.88	60	b	4.50	50
c	3.12	90	b	1.40	80	c	4.82	50	b	4.48	60
d	3.08	60	d	1.08	60	c	4.72	70	b	4.40	80
	2.00	0		0.00	0	c	4.52	90	c	4.20	90
0.57			0.53			0.55			0.84		

¹⁾A: Aroma, B: Flavor by mouth, C: Aftertaste

²⁾LSD Grouping

³⁾Means

⁴⁾Heating temperature (°C)

나타났다.

가열온도에 따른 대추술의 관능적 특성간에는 1% 내의 고도의 유의차가 있었으며 최소유의차를 구한 결과는 Table 4와 같다. 화독내의 LSD는 0.52이었고 4그룹으로 구분 가능하였으며 100°C가 가장 강하였고 비열처리구가 가장 낮았다. 이는 전체적인 품질과 비교할 때 탁주의 열처리시 화독내가 높을수록 기호도가 감소하였다는 보고(이 등, 1989)와 일치하였다. 누룩내(Nuruk A)의 LSD는 0.60이었고 4그룹으로 구분되었으며 100°C가 가장 높았다. 대체로 누룩내는 가열온도가 높을수록 높았는데 이는 살균 직후의 약주에서 강한 누룩내가 난다는 이 등(1995)의 보고와 유사하였다. 청량감의 LSD는 0.58이었고 4그룹으로 구분되었으며 비열처리구가 가장 높았고 가열 온도에 따라 일정한 경향을 보이지는 않았지만 100°C의 가열처리구는 현저히 낮았다. 쓴맛(Bitterness B)은 100°C가 가장 높았고, 떫은맛(Astringency B)과 탄맛 역시 100°C가 가장 높았으며 60°C처리구가 낮았다. 후미의 화한맛은 LSD가 0.55이었고 비열처리구가 가장 높았다. 후미의 떫은맛(Astringency C)은 LSD가 0.84이었고 3그룹으로 구분되었으며 맛의 떫은맛과 같이 100°C가 높았다.

요 약

여과한 대추술을 가열온도를 달리하여 10분간 가열한 후 그 품질의 변화를 성분분석과 관능검사로 조사한 결과는 다음과 같다. pH는 가열온도에 관계없이 4.07~4.08로 일정하였고, 환원당은 가열온도가 증가할수록 14.64~12.37 mg/mL 범위에서 감소하였으며, 환원당(y)과 가열온도(x) 사이의 관계식은 $y = -0.027x + 15.2033$ ($r^2 = 0.9619$)이었다. 전당은 가열온도가 높을수록 34.21~30.92 mg/mL의 범위에서 감소하였다. L(명도)값은 가열온도가 높을수록 73.33~75.96으로 감소하였고, a(적색도)값은 -3.14~-2.27로 증가하였으며, b(황색도)값은 거의 변화가 없었다. 유리당은 가열온도가 증가함에 따라 약간 감소하였으며 감소량은 glucose가 8.34 g/L에서 7.81 g/L로 가장 많았고, 감소율은 lactose가 50.8%로 가장 높았다. 유기산은 가열온도에 따른 변화는 작았으나 100°C의 열처리시 citrate와 malate가 각각 67.9%, 53.4%의 높은 감소율을 보였다. 휘발성 성분은 가열온도가 높을수록 감소하였으며 감소량은 Iso-pentyl alcohol이 682.98 ppm에서 635.21 ppm으로 가장 많았고, 감소율은 phenethyl alcohol이

44%로 가장 높았다. 관능검사결과 여과한 비열처리의 대추술이 평균 6.00으로 가장 좋은 품질을 나타냈고, 가열한 시료중에서는 60°C로 처리한 술이 5.56의 평균값으로 가장 우수한 품질을 보였다.

감사의 글

이 논문은 선도기술기술평가사업비의 지원을 받아 수행한 연구의 일부로서 연구비를 지원하여 주신 과학기술처에 감사를 드립니다.

참고문헌

- 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘. 1993. 관능검사 방법 및 응용. 신광출판사.
- 심기환, 이종호, 하여영, 최상도, 서권일, 주옥수. 1994. 어류의 가열조건에 따른 유기산 함유율의 변화. 한국영양식량학회지 23(6):939.
- 이 정. 1982. 국균의 종류가 탁주 품질에 미치는 영향에 관한 연구. 서울여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 이철호, 이현덕, 김지용, 김기명. 1989. 탁주의 관능적 품질 요소와 이들의 열처리 에 의한 변화. 한국식문화학회지 4:405.
- 이철호, 태원택, 김기명, 이현덕. 1991. 탁주의 저온 살균조건에 관한 연구. 한국 식품과학회지 23(1):44.
- 이철호, 김기명. 1995. 가열 살균후 무균 포장한 한국 전통 청주의 저장성에 관한 연구. 한국식품과학회지 27(2):156.
- 장윤식. 1993. 스틸의 가열온도가 벽향주의 회분식 단증류에 미치는 영향. 충북대학교 대학원 석사학위논문.
- 정동효. 1990. 식품살균론. 대광서림. pp78~99.
- 정수현. 1995. Saccharomyces bayanus에 의한 glucose 용액의 발효중 생성된 휘발성 성분과 저장중 이 성분들의 분석. 한국영양식량학회지 24(6):956.
- 정지훈, 정순택. 1985. 탁주 보존중 품질변화와 미생물군 소장. 한국농화학회지 28(4):252.
- 上野敏勇. 1927. 朝鮮藥學會雜誌 6:32.
- Amerin M. A., H. W. Berg, R. E. Kunkee, C. S. Ough, V. L. Singleton and A. O. Webb. 1980. Technology of Wine Making. 4th ed., Avi. Westport.
- A.O.A.C.. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed.. Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C., p220.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Roters, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28(3):350.
- Marais, J. and H. J. Pool. 1980. Effect of storage time and temperature on volatile composition and quality of dry white table wines. Vitis 19:151.
- Nelson, N. 1944. A photometric adaption for the Somogyi method for the determination of glucose. J. Biol. Chem. 153:375.
- Somogyi, M. 1951. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195:19.

Malletroit, V., J. Guinard, R. E. Kunkee and M. J. Lewis. 1991. Effect of pasteurization on microbiological and sensory quality of white grape juice and wine. *J. Food processing & preservation* 15:19.

Wildenrad, H. L. and V. L. Singleton. 1974. The production of acetaldehydes as a result of oxidation of polyphenolic compounds and its relation to wine aging. *Am. J. Enol. Vitic.* 25:119.