

곰팡이 균종을 달리한 밀가루 누룩의 탁주양조 적성

소 명 환

부천전문대학 식품영양과

Aptitudes for Takju Brewing of Wheat Flour-Nuluks Made with Different Mold Species

Myung-Hwan So

Department of Food and Nutrition, Bucheon Junior College, Bucheon 421-735, Korea

Abstract

The purpose of this study was to examine the aptitude of wheat flour-Nuluks, for Takju brewing, which were made with *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus japonicus* or *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*, and to know the way of effective use. The *Aspergillus oryzae*-Nuluk showed high saccharogenic activity, and *Rhizopus japonicus*-Nuluk high proteolytic activity. When these two Nuluks were combined, the activities of saccharogenic amylase and protease were more balanced. The Takju mash of *Aspergillus oryzae*-Nuluk was high in acidity and in amino acidity, and that of *Rhizopus japonicus*-Nuluk high in the content of free sugar, but, that of *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*-Nuluk was low in amino acidity, free sugar and ethanol content. The Takju of *Rhizopus japonicus*-Nuluk was high in the content of suspended solid and slow in its sedimenting rate, but that of *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*-Nuluk was not. The Takju which was made with combined use of *Aspergillus oryzae*-Nuluk and *Rhizopus japonicus*-Nuluk was more balanced in the composition of flavoring ingredients, and was slow in sedimenting rate of suspended solid. Moreover, it gained good result in sensory evaluation test.

Key words : Takju, rice wine, Nuluk, koji, mold

서 론

양조주에서 발효제는 주류의 품질을 결정짓는 중요한 요소가 된다. 특히 발효된 술덧을 그대로 마시는 탁주에서는 더욱 그러하다. 그런데 오늘날의 탁주제조시에는 사용되는 발효제가 전통적인 탁주에서의 그것과 크게 다르다. 즉 요즘 탁주의 제조시에는 *Aspergillus awamori* var. *kawachii*의 입국과 배양효모를 사용하나¹⁾, 전통적인 탁주의 제조에서는 누룩을 유일한 발효제로 사용하였다²⁾.

따라서 요즘의 탁주는 관여하는 미생물의 종류가 극히 단순하여 발효결과 생산되는 향미성분들의 종류도 비교적 단순하다. 또 이러한 탁주는 알콜의 수율은 높

으나 비발효성 잔당과 단백질 분해물의 함량이 낮고³⁾, 입국에서 오는 구연산의 신맛이 지나치게 강하여 맛의 조화를 이루지 못하고 있다⁴⁾.

반면 전통적인 탁주는 관여하는 미생물의 종류가 다양하여 향미성분들의 종류도 매우 다양하고 미묘한 점이 있다. 이러한 탁주는 알콜의 수율은 낮으나 비발효성 잔당과 단백질 분해물의 함량이 비교적 높으며 젖산균과 야생효모가 생산한 적절한 수준의 젖산과 호박산이 다른 맛성분들과 어우러져 조화를 잘 이루고 있었을 것으로 생각한다. 뿐만 아니라 누룩 특유의 향미와 야생효모가 생산한 ester도 중요한 역할을 하였을 것으로 추측된다.

양조업계의 경험이 많은 기술자들은 입국만을 사용하는 요즘의 탁주는 신맛과 구리한 냄새외에 독특한 향미가 부족하여 누룩을 사용하는 종래의 탁주보다 질

이 떨어진다고들 하고 있다. 양조업계에서는 이와 같은 현탁주의 품질을 개선하는 가장 좋은 방법은 입국의 사용량을 줄이고 양질의 누룩을 사용하는 것으로 보고 있으나⁵⁾, 이취가 없고 효소력이 높은 양질의 누룩을 구하기 어려운 것이 문제점으로 지적되고 있다.

저자는 탁주양조에 적합한 누룩을 개발하기 위하여 *Aspergillus oryzae*⁶⁾, *Rhizopus japonicus*⁷⁾ 및 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*⁸⁾를 접종하는 밀가루 누룩의 제조에 관하여 보고한 바 있다.

본 연구는 위의 3종류의 누룩에 대하여 양조적성과 효율적인 사용방법을 알기 위한 것으로 이들을 각각 단용 또는 병용하여 효소력을 검토하고 아울러 탁주의 시험양조를 행하였다.

재료 및 방법

1. 누 룩

Aspergillus oryzae 누룩, *Rhizopus japonicus* 누룩 및 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩은 진보⁶⁾~⁸⁾의 방법에 따라 1994년 3월에 본 대학의 미생물실험실에서 제조한 것이고, 시판누룩은 진주곡자주식회사에서 1994년 2월에 출하한 제품이었다.

2. 쌀

양조에 사용된 쌀은 경남 밀양에서 생산된 10분도정 일반미이었다.

3. 효모 및 주모

주모 제조용 효모는 인천탁주양조주식회사에서 분양받은 *Saccharomyces cerevisiae*이며, 맥아즙배지에 접종하여 2일간 배양한 배양액을 주모로 사용하였다.

4. 물

양조용 물은 본 대학 미생물 실험실의 수도물은 끓인 후 냉각시켜서 사용하였다.

5. 탁주의 제조

탁주는 1994년 4월에 Fig. 1과 같이 제조하였다. 담

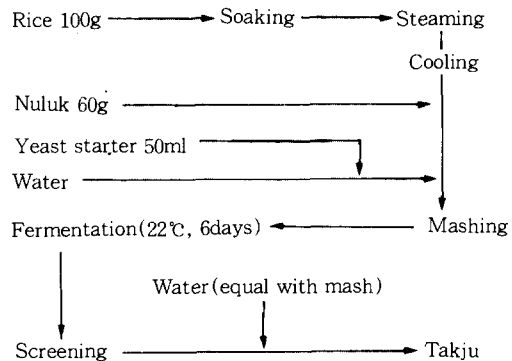


Fig. 1 Schematic diagram for the preparation of Takju

Table 1. Seven kinds of Takjus made in this study and raw materials used for brewing

Takju	Nuluk (g)*			Yeast starter (ml)	Rice (g)	Water (ml)
	AO	RJ	AS			
AO	60	—	—	50	1000	1800
RJ	—	60	—	50	1000	1800
AS	—	—	60	50	1000	1800
AO-RJ	30	30	—	50	1000	1800
RJ-AS	—	30	30	50	1000	1800
AS-AO	30	—	30	50	1000	1800
AO-RJ-AS	20	20	20	50	1000	1800

* AO : Nuluk of *Aspergillus oryzae*, RJ : Nuluk of *Rhizopus japonicus*, AS : Nuluk of *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*.

금시의 재료 사용비율은 쌀에 대하여 누룩 6%, 주모 5% 및 담금용수 180%로 하였다. 탁주의 종류는 3가지 누룩의 단용 또는 병용방법에 따라 Table 1과 같이 *Aspergillus oryzae* 누룩 단용탁주(탁주 A0), *Rhizopus japonicus* 누룩 단용탁주(탁주 RJ), *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩 단용탁주(탁주 AS), *Aspergillus oryzae* 누룩과 *Rhizopus japonicus* 누룩 병용탁주(탁주 A0-RJ), *Rhizopus japonicus* 누룩과 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩 병용탁주(탁주 RJ-AS), *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩과 *Aspergillus oryzae* 누룩 병용탁주(탁주 AS-AO) 그리고 *Aspergillus oryzae* 누룩, *Rhizopus japonicus* 누룩 및 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩 병용탁주(탁주 A0-RJ-AS)의 7가지로 구분하여 제조하였다.

6. 누룩의 당화력 측정

국제청의 발효제 분석규정⁹⁾에 따라 5% 누룩침출액을 효소액으로 하고, 2% soluble starch 용액을 기질로 하여 pH 3.5 및 5.0의 조건하에서 55℃로 60분간 효소반응을 시킨 후 생성된 환원당의 양을 DNS법¹⁰⁾으로 측정하였다. 여러 희석배수의 효소액으로 당화율을 구한 후 당화율 15%일 때의 희석배수를 곱하여 당화력으로 하였다.

7. 누룩의 단백질 분해력 측정

Anson 개량법¹¹⁾에 따라 0.6% casein 용액을 기질로 하여 pH 3.0 및 7.0의 조건하에서 40℃로 15분간 효소반응시킨 후 생성된 Folin 발색성 비단백성 물질의 양을 Folin 비색법¹²⁾으로 측정하여 누룩 1g이 1분간에 생성하는 tyrosine의 mg수로 나타내었다.

8. 탁주 술덧과 제성주의 분석

산도는 시료 10ml를 0.1N-NaOH로 중화적정한 후 0.005를 곱하여 호박산의 함량(%)으로 나타내었고, 아미노산도는 formol 적정법¹³⁾으로 측정한 후 0.007을 곱하여 glycine의 함량(%)으로 나타내었다. 에탄올은 시료를 증류하여 부침 주정계로서 측정하였고, 유리당은 Lane-Eynon법¹⁴⁾으로 측정하여 포도당의 함량(%)으로 나타내었다. 주박량은 술덧을 100mesh의 체로 거를 때 체위에 남는 잔유물을 실온에서 5일간

건조시켜 술덧에 대한 무게 비율(%)로 나타내었고, 부유물의 양은 탁주 제성주 100g을 여과지(watman No. 2)로 여과한 후 잔유물을 실온에서 5일간 건조시켜 제성주에 대한 무게 비율(%)로 나타내었다.

9. 침강속도의 측정

탁주 제성주 30ml를 직경 18mm의 시험관에 넣고 실온에서 30분간 정치하여 탁주 부유물의 침강으로 인하여 생성된 상부 투명층의 길이를 측정된 후 1분간에 생성되는 투명층의 길이(mm)로 나타내었다.

10. 탁주의 관능검사

색, 향 및 이취의 정도를 평가할 때에는 저자의 주관적인 평가기준에 의하여 매우 강하다, 강하다, 보통이다, 약하다, 매우 약하다, 없다는 6단계로 평가하였고, 향미점수(flavor score)는 6명의 관능검사요원으로 하여금 5단계 평점법¹⁵⁾으로 평점케 하였으며, 「매우 좋다」는 5점, 「좋다」는 4점, 「보통이다」는 3점, 「나쁘다」는 2점, 「매우 나쁘다」는 1점으로 하였다. 결과는 Duncan의 다중 비교법¹⁶⁾으로 평균치간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 각종 누룩의 단용 또는 병용시의 효소활성도 비교

곰팡이 균종을 달리한 3종류의 밀가루 누룩을 단용 또는 병용할 때의 전분당화효소와 단백질분해효소의 활성도를 측정해 본 결과는 Table 2와 같았다.

누룩의 단용시에 당화효소의 활성도는 *Aspergillus oryzae* 누룩이 가장 높았고, 단백질분해효소의 활성도는 *Rhizopus japonicus* 누룩이 가장 높았다. 누룩을 병용한 경우에는 단용할 때보다 효소활성도가 특별히 향상되지는 않았으나 단용시에 각 누룩의 특성들이 그대로 반영되어지고 있었다. 당화효소와 단백질분해효소의 활성도를 동시에 고려한다면 *Aspergillus oryzae* 누룩과 *Rhizopus japonicus* 누룩을 병용하는 것이 가장 좋은 것으로 나타났다. 시판되는 누룩은 본 대학의 실험실에서 제조한 밀가루 누룩들보다 효소활성이 월등히 낮았다.

또 사용된 곰팡이의 균종에 관계 없이 모든 누룩의

Table 2. Amylolytic and proteolytic activities of Nuluks when single or combined using

Nuluk*	Saccharogenic amylase		Protease	
	pH 3.5	pH 5.0	pH 3.0	pH 7.0
AO	300	2200	34	15
RJ	195	1750	69	20
AS	150	900	38	7
AO-RJ	250	2000	51	17
RJ-AS	170	1100	52	12
AS-AO	210	1410	36	10
AO-RJ-AS	250	1600	46	14
JK	40	400	11	5

*Nuluk AO, RJ and AS are described in Table 1. AO-RJ, RJ-AS, AS-AO and AO-RJ-AS are the combinations of each Nuluk in equal amountes. JK is a commercial product made by Jinjukokja Inc.

pH 3.5에서의 당화효소 활성도는 pH 5.0에서의 활성도보다 월등히 낮았다. 그러나 단백질 분해효소의 활성도는 pH 7.0에서 보다 pH 3.0에서 훨씬 높게 나타났다. 이러한 결과는 전통적인 누룩의 일반적인 특성과 일치하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 강 등¹⁷⁾의 연구에서 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*로 제조한 소맥피국의 당화효소 활성이 pH 3.5에서도 pH 5.0에서와 유사한 수준으로 높게 나타난 것과는 일치하지 않는다.

이와 같은 차이점은 배양기질의 열처리 여하에 기인한 차이로 해석되는데, 저자^{8, 18)}는 본 곰팡이를 쌀 또는 밀가루에 배양할 때에 배양기질을 열처리했을 때에는 다량의 유기산의 생산되고 이때 생산도 당화효소도 내산성이 높았으나, 열처리를 하지 않았을 때에

는 유기산의 생산이 전혀 없고 생산된 당화효소도 내산성이 없음을 지적한 바 있다.

2. 각종 누룩의 단용 또는 병용시 탁주의 특성

곰팡이 균종을 달리한 3종류의 밀가루 누룩을 단용 또는 병용하여 탁주 담금을 한 후 술덧과 제성주의 특성을 조사해 본 결과는 Table 3, Table 4, Table 5 및 Table 6과 같았다.

술덧의 pH(Table 3)는 담금 즉시에는 모두 6.0이었으나 3일 후에는 3.4~3.7로 하강하여 모두 안전한 pH를 유지하였다.

발효된 술덧의 특성(Table 4)을 서로 비교하여 보면 *Aspergillus oryzae* 누룩 단용술덧은 산도, 아미노산도 및 에탄올 함량이 특히 높았고 주박의 양은 낮았

Table 3. Changes in pH of Takju mashes made with different Nuluks during fermentation

Takju mash*	Fermentation time (day)			
	0	1	3	6
AO	6.32	5.52	3.64	3.64
RJ	6.33	5.59	3.70	3.96
AS	6.30	5.46	3.58	3.52
AO-RJ	6.32	5.57	3.67	3.88
RJ-AS	6.32	5.57	3.55	3.71
AS-AO	6.31	5.55	3.40	3.68
AO-RJ-AS	6.32	5.58	3.50	3.77

*Takju mashes AO, RJ, AS, AO-RJ, RJ-AS, AS-AO and AO-RJ-AS are the same as in Table 1.

Table 4. Properties of Takju mashes made with different Nuluks after 6 days of fermentation

Takju mash*	Acidity (succinate %)	Amino acidity (glycine %)	Free sugar (glucose %)	Ethanol (%)	Screened residue (%)
AO	0.29	0.15	1.75	14.1	9.40
RJ	0.16	0.12	2.15	13.7	10.80
AS	0.20	0.07	0.70	12.0	12.56
AO-RJ	0.19	0.15	1.90	15.5	8.94
RJ-AS	0.21	0.10	1.15	13.9	10.44
AS-AO	0.20	0.12	1.12	14.0	10.21
AO-RJ-AS	0.20	0.14	1.42	15.3	9.82

* Takju mashes are the same as in Table 1.

Table 5. Properties of Takju final products made with different Nuluks

Takju*	Acidity (succinate %)	Amino acidity (glycine %)	Free sugar (glucose %)	Ethanol (%)	Suspended solid(%)	Sedimenting rate(mm/min.)
AO	0.14	0.08	0.87	7.1	1.38	0.10
RJ	0.08	0.06	1.11	6.8	2.10	0.03
AS	0.10	0.03	0.35	6.0	1.27	0.13
AO-RJ	0.09	0.08	0.95	7.7	1.88	0.05
RJ-AS	0.10	0.05	0.58	6.9	1.71	0.06
AS-AO	0.10	0.06	0.53	7.0	1.43	0.11
AO-RJ-AS	0.10	0.07	0.71	7.6	1.63	0.06

* Takjus were made with Takju mashes of Table 4.

Table 6. Sensory evaluation results of Takju final products made with different Nuluks

Takju	Presence of*			Flavor score**
	yellow color	aroma	off flavor	
AO	++	++	-	3.8 ^A
RJ	+++	++	-	3.8 ^A
AS	-	-	++	1.8 ^B
AO-RJ	++	++	-	4.0 ^A
RJ-AS	+	+	-	3.5 ^A
AS-AO	+	+	-	3.5 ^A
AO-RJ-AS	++	++	-	3.7 ^A

* +++++ (very strong), +++ (strong), ++ (moderate), + (weak), + (weak extremely), - (none).

** Mean scores judged by six assessors based on 5 points scale (5 : very good, 4 : good, 3 : moderate, 2 : bad, 1 : bad extremely). Different superscripts within a row indicate significant difference ($p < 0.05$).

다.

Rhizopus japonicus 누룩 단용술덧은 산도는 낮았으나 유리당의 함량이 높았다. *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩 단용술덧은 아미노산도, 유리당 및

에탄올 함량이 낮았고 반면 주박의 양은 높았다.

술덧의 아미노산도, 유리당, 에탄올 함량, 주박량 등을 고려해 볼 때 누룩 단용술덧 중에서 *Aspergillus*

oryzae 누룩 단용술덧과 *Rhizopus japonicus* 누룩 단용술덧은 좋았으나, *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩 단용술덧은 그렇지 못했다. 누룩 병용술덧중에서는 *Aspergillus oryzae* 누룩과 *Rhizopus japonicus* 누룩의 병용술덧이 가장 좋은 것으로 나타났다. 특히 이 술덧은 *Aspergillus oryzae* 누룩 단용술덧과 *Rhizopus japonicus* 누룩 단용술덧이 지니고 있는 결점들이 상호 보완되어져 산도와 유리당의 함량이 중간 정도이고 아미노산도와 에탄올 함량은 매우 높으며 주박의 양은 매우 낮아 모든 술덧중에서 가장 좋은 것으로 판단되었다.

이상의 결과에서 술덧의 아미노산도는 누룩의 단백질분해효소 활성도 측정결과(Table 2)와 일치하지 않는 경향을 보이고 있는데, 이는 본 연구에서 적용한 Anson 개량법¹¹⁾이 누룩의 단백질분해효소 활성도의 측정법으로는 적합하지 않음을 암시하는 것이 된다. Anson 개량법에서의 기질은 casein 이지만 실제 탁주술덧에서는 oryzenine 이 기질이 된다.

탁주 제정주의 특성(Table 5)에서도 각 술덧의 특성이 그대로 반영되어져 술덧분석의 결과와 잘 일치하는 경향을 나타내었다.

한편 부유물의 함량은 *Rhizopus japonicus* 누룩을 단용한 것이 가장 많았고, *Rhizopus japonicus* 누룩과 다른 누룩을 병용한 것도 비교적 많았으며, *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩을 단용한 것은 가장 적었다. 또 본 부유물이 제성주에서 침강하여 액의 분리가 일어나는 속도는 *Rhizopus japonicus* 누룩을 단용한 것이 가장 느렸고, *Rhizopus japonicus* 누룩과 다른 누룩을 병용한 것도 비교적 느렸으며, *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩을 단용한 것은 가장 빨랐다. 이상의 결과에서 *Rhizopus japonicus* 누룩을 사용한 것이 부유물의 함량이 많고 침강속도가 느린 점은 주목할 만한 점으로 생각된다.

관능검사 결과(Table 6) *Aspergillus oryzae* 누룩 단용탁주는 청주의 향을 나타내었고, *Rhizopus japonicus* 누룩 단용탁주는 좋은 누룩의 향을 나타내었다. 그러나 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩 단용탁주는 구리한 이취를 나타내었다. 한편 *Aspergillus oryzae* 누룩과 *Rhizopus japonicus* 누룩을 병용한 것은 두 누룩의 향이 잘 어우러져 독특한 탁주의 향을 나타

내었다. 향미평점 결과 *Aspergillus oryzae* 누룩과 *Rhizopus japonicus* 누룩을 병용한 것이 가장 좋았으며, 이들 두 누룩을 각각 단용한 것도 좋았다. 그러나 이들 3 탁주간에 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

Aspergillus usamii mut. *shirousamii* 누룩 단용탁주는 향미평점 결과에서도 나쁘게 나타났는데 이는 구리한 이취가 있기 때문인 것으로 생각된다. 이 이취는 유화수소의 냄새와 같았으며, 발효초기에는 심했고 말기에는 상당히 줄어들었다. 또 본 이취는 누룩에서는 없었으므로 탁주양조중에 효모가 생산한 것으로 생각된다. 효모는 술덧중에 함유된 아미노산이 부족할 때에는 술덧중의 황산염으로부터 유황을 동원하여 증식에 필요한 함유된 아미노산을 합성하며, 이 과정 중에 술덧에 유화수소의 생성량이 높아지게 되는 것으로 알려지고 있다¹⁹⁾. 본 실험에서 이취를 나타낸 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩 단용술덧의 아미노산도가 특히 낮았던 점은 위와 같은 추측의 가능성을 잘 뒷받침해 주고 있다.

요 약

본 연구는 *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus japonicus* 또는 *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii*를 접종하여 제조한 밀가루 누룩의 탁주양조 적성을 조사하고 이들의 효율적인 사용방법을 알기 위한 것이다.

Aspergillus oryzae 누룩은 당화 amylase의 활성도가 높았고, *Rhizopus japonicus* 누룩은 protease의 활성도가 높았다. 위의 두 누룩들은 병용했을 때에는 당화 amylase와 protease의 활성도가 더욱 균형을 이루었다.

Aspergillus oryzae 누룩의 술덧은 산도와 아미노산도가 높았고, *Rhizopus japonicus* 누룩의 술덧은 유리당의 함량이 높았으며, *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩의 술덧은 아미노산도, 유리당 및 에탄올의 함량이 모두 낮았다. *Rhizopus japonicus* 누룩의 탁주는 부유물의 함량이 높고 이의 침강속도가 느렸으나, *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* 누룩의 탁주는 그렇지 않았다. *Aspergillus oryzae* 누룩과 *Rhizopus japonicus* 누룩을 병용하여 제조한 탁주는 맛성분의 조성이 더욱 균형을 유지하였고, 부유물의 침강속

도도 느렸으며, 관능검사에서 좋은 평가를 받았다.

감사의 말

본 연구는 충무발효공업주식회사의 연구비 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 대하여 양원석 사장님께 감사드립니다.

참고문헌

1. 정동효 : 발효와 미생물공학, 선진문화사, p.257 (1985)
2. 김호식 : 발효공학, 향문사, p.112(1973)
3. 이원경, 김정립, 이명환 : 국군을 달리한 탁주 양조중 유리아미노산 및 유기산의 소장, 한국농화학회지, 30(4) 323(1981)
4. 소명환 : *Aspergillus kawachii*와 *Aspergillus oryzae*의 병용에 의한 탁주의 품질개선, 한국식품영양학회지, 4(2), 115(1991)
5. 배상면 : 탁주양조기술, 배한산업주식회사 부설 효소연구소, p. 133(1988)
6. 소명환 : *Aspergillus oryzae* L2에 의한 밀가루누룩 제조시 amylase와 protease의 생산조건, 한국식품영양학회지, 6(2), 89(1993)
7. 소명환 : *Rhizopus japonicus* T2에 의한 밀가루누룩 제조시 amylase와 protease의 생산조건, 한국식품영양학회지, 6(2), 96(1993)
8. 소명환, 박서영, 김수화, 오현진 : *Aspergillus usamii* mut. *shirousamii* S1에 의한 밀가루누룩 제조시 amylase와 protease의 생산조건, 한국식품영양학회지, 7(1), 51(1994)
9. 국제청기술연구소 : 주류분석규정, 국제청 훈령 제 743호, p.12(1979)
10. Miller, G.L. : Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, *Anal. Chem.*, 31, 426(1956)
11. 유주현, 양한철, 정동효, 양용 : 식품공학실험 II, 탐구당, p. 474(1977)
12. Folin, O. and Ciocalteau, V. : On tyrosine and tryptophane determination in protein, *J. Boil. Chem.*, 73, 627(1927)
13. Amerine, A. M. and Ough, C. S. : *Wine and Must Analysis*, Wiley Interscience, Washington, p. 77(1973)
14. Horwitz, W. : *Method of Analysis of the A.O. A.C.*, 12th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, p. 189(1975)
15. Piggott, J.R. : *Sensory analysis of Foods*, Elsevier Applied Science Publishers, London, p. 141(1984)
16. 이인석, 손문구, 기우향, 박진석 : 실험통계학, 학문사, p.151(1981)
17. 강영섭, 연두홍 : 정제효소제를 이용한 탁주 시험양조, 국제청기술연구소보, 제3호, 22(1975)
18. 소명환 : 한국 및 일본의 주류용 종국에서 분리한 국군곰팡이의 특성, 한국식품영양학회지, 6(1), 1(1993)
19. Pollock, J.R.A : *Brewing Science*, Volume 2, Academic Press, London, p. 144(1981)

(1994년 12월 15일 수리)