

밀가루 누룩으로 담금한 탁주 술덧의 품질 특성

박창숙 · 이택수*

서울여자대학교 식품·미생물공학과

Quality Characteristics of *Takju* Prepared by Wheat Flour *Nuruks*

Chang-Sook Park and Taik-Soo Lee*

Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University

Quality characteristics of mash of *takju* prepared by wheat flour *nuruks* (conventional and improved style) were investigated during fermentation. Those were cultured with wild microorganism on whole and crushed wheat (wheat *nuruk*), wheat flour and mixture of rice and wheat flour, and *nuruk* cultured with *Aspergillus oryzae* on wheat flour. Ethanol content reached maximum of 10.6-17.4% after 14 days of fermentation. And the ethanol contents of *takju* were high in order of wheat *nuruk*, wheat flour *nuruk*, *Aspergillus oryzae nuruk* and mixture of wheat flour and rice *nuruk*. No difference of pH was among the treatments while the wheat flour *nuruk* cultured with wild microorganisms contained higher amounts of acids than the others. The amount of total sugars ranged from 16.22-17.74% on the starting day of fermentation, and decreased to 4.28-6.10% after 14 days. The amount of total sugars in mashes brewed with wheat flour *nuruk* cultured with *Aspergillus oryzae* was measured to be highest at the beginning stage of fermentation. Afterwards no difference was found among the types of *nuruks*. Glucose was in the range of 2,735-7,842 mg% at initial period of fermentation, afterwards it was rapidly decreased. The total amount of free sugar for control and the wheat flour *nuruk* was higher than other treatments. The total amounts of organic acids were the highest in wheat *nuruk* to 690-2,241 mg% and the contents of lactic acid and succinic acid were high in mixed rice *nuruk* to 183-1,293 mg%. The contents of lactic acid and succinic acid were higher than those of the other kinds of organic acids in *takju*.

Key words: *takju*, wheat flour *nuruk*, quality, component

서론

술이란 알코올 성분이 있는 기호성 음료로서 주류 또는 알코올 음료를 말하며 탄수화물이 미생물의 분해 작용을 받아 알코올을 비롯한 여러 가지 성분이 생긴 일종의 발효 식품이다. 발효 원료로는 전분질을 주성분으로 하는 곡류, 감자류와 당분을 주성분으로 하는 과일이나 당밀이 사용된다⁽¹⁾. 우리 나라에 탁주가 전래된 경위나 기원은 확실치 않으나 고삼국사기 중 고구려 동명성왕의 건국 신화에 술이 등장하는 사실로 미루어 이미 삼국 시대에 탁주를 비롯한 여러 가지 술에 관한 제조법이 있었던 것으로 추측하고 있다^(1,2).

탁주는 감미, 산미, 신미, 고미, 삼미의 오미가 고루 조화되어 있으며 특유의 지미와 청량미가 있는 술로^(1,3), 생효모

나 비타민 B군, lysine, leucine, arginine 등의 필수 아미노산을 비롯한 glutamic acid, proline, glutathion 등을 함유하여 영양가가 타 주류보다 풍부한 것으로 알려져 있다^(2,4). 전통 재래의 탁주나 약주는 주로 찹쌀이나 멥쌀을 원료로 하고 누룩을 발효제로 양조하여 왔으나, 1964년 공포된 양곡관리법에 의하여 약·탁주 원료로써 쌀 사용을 금지하였으므로 소맥분을 이용한 탁주가 제조되었고 그 후 보리쌀, 옥수수, 고구마 등의 원료도 탁주 제조에 사용되고 있다⁽¹⁻³⁾. 곡류의 주성분인 전분질은 당분으로 전환시켜 술을 제조하므로 미생물이 생성하는 효소가 필요하며 그 발효원은 누룩이다^(1,2). 발효원인 누룩은 제조방법에 따라 자연 중에 존재하는 미생물이 번식되어 만들어지는 재래누룩과 살균한 전분질 원료에 *Aspergillus kawachii*, *Aspergillus oryzae* 등의 순수배양한 균을 접종하여 만드는 개량 누룩으로 분류된다^(1,2,5). 재래누룩은 누룩 중에 생육하는 여러 균주의 조성에 의해 양조되므로 탁주의 풍미가 다양하며, 개량누룩은 술덧의 안전한 발효와 잡균오염이 방지되어 품질이 균일한 술이 제조되는 특색이 있다⁽²⁾. 탁주의 주질은 쌀, 누룩, 용수, 용기, 청결, 온도 등의 6재(材)에 의하여 좌우되나^(1,2) 이중 담금에 사용하는 누룩의

*Corresponding author: Taik-Soo Lee, Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University, 126 Kongnung 2-dong, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea
Tel: 82-2-970-5635
Fax: 82-2-970-5639
E-mail: tslee@swu.ac.kr

품질에 의한 영향이 크다고 추측된다.

탁주는 발효 완료 후 걸러서 음용하고 있으나, 식생활 양식과 기호성의 다변화에 따라 탁주도 식혜나 과일 넥타 등의 음료와 같이 여과하지 않고 술덧 전체의 음용도 가능한 탁주를 제조하여 원료의 이용률 향상은 물론 제품의 다양화에 관한 연구도 요망된다. 현재까지는 탁주의 품질에 영향이 큰 누룩 원료로 밀 누룩을 이용한 탁주의 성분⁽⁶⁻¹⁷⁾, 미생물⁽¹⁸⁻²²⁾, 저장성^(23,24) 등에 관한 연구가 대부분이며 외피가 제거된 밀가루 누룩을 이용한 탁주에 관한 연구는 미약한 실정이다. 본 연구는 탁주의 품질특성과 원료 이용률의 향상을 검토할 목적으로 술덧으로 음용시 식용 가능한 여러 누룩 원료중 밀 누룩을 대조로 하여, 재래식 밀가루 누룩, *Aspergillus oryzae*의 개량누룩, 밀가루와 쌀의 혼용 누룩 등의 밀가루 누룩으로 탁주를 담금하여 발효과정 중 술덧의 품질을 검토하였다. 밀가루 누룩으로 탁주를 제조한 본 연구의 결과 주성분인 에탄올 함량이 탁주의 식품 규격에 모두 적합하였고, 각종 화학성분도 다소의 함량차이는 있으나 밀 누룩과 유사하며, 육안 관찰 시 백색의 색상으로 밀 누룩 사용 시와 차이가 있어, 탁주의 품질과 주종의 다양화가 예상되어 지속적인 연구가 요망되므로 저자 등은 밀가루 누룩을 이용한 탁주 술덧의 품질특성에 대하여 연구한 결과를 보고한다.

재료 및 방법

누룩 제조

재래식의 밀누룩은 헝겍물과 돌을 제거한 통밀 3의 비율에 거칠게 파쇄한 밀 10의 비율로 800g이 되게 혼합하여 원료 밀 중량의 40% 정도의 물을 가한 후 물을 충분히 흡수시켜 삼베포에 싸서 누룩 틀에 넣고 원형으로 성형하였고, 재래식의 밀가루와 쌀의 혼용누룩은 밀가루와 파쇄하지 않은 멥쌀을 1:1의 비율로 혼합하여, 재래식의 밀가루 누룩은 밀가루 800g에 40%의 물을 가하여 재래식 밀누룩과 같은 방법으로 각각 성형하였다. 개량식의 밀가루 누룩은 밀가루에 40%의 물을 가해 성형 후 *Aspergillus oryzae*의 쌀종국을 표면 접종하였다. 성형하거나 표면 접종한 이들 누룩을 20일간 자연 발효시킨 후 건조하여 담금용 누룩으로 사용하였다.

탁주의 담금 및 발효

멥쌀 2kg을 세척하여 24시간 물에 침지 후 물을 빼고 고압 증기 솥에서 121°C로 15분간 증자하고 30°C로 방냉하였다. 18L들이의 유리병(24×24×35cm)에 증자 냉각한 쌀, 재래식의 밀누룩, 재래식의 밀가루 누룩, 재래식의 쌀과 밀가루 혼용 누룩, *Aspergillus oryzae*의 누룩 각 800g, 주모 1L⁽²⁵⁾ 및 물 6L를 가한 후 혼합하여 탁주를 담금하고, 25°C의 항온기에서 14일간 발효시켰다.

성분 분석

발효 과정 중의 술덧을 취하여 homogenizer(C-UV, 110/60 Hz, 제일과학)로 40 rpm에서 5~10분간 균질화하여 분석에 사용하였다. 에탄올은 시료를 증류한 후 Gay-Lussac표에 의해 측정하였다⁽²⁶⁾. 미량성분의 알코올 분석은 시료를 10,000 rpm에서 10분간 냉동원심분리하고 그 상등액에 cyclo-

hexyl alcohol을 내부 표준물질로 가하여 methylene chloride 5 mL로 2회 연속 추출한 후 추출액을 0.2 μL syringe filter (PTFE syringe filter, Whatman)로 여과하여 그 여액 0.2 μL를 gas chromatograph로 분석한 후 internal standard 법으로 정량하였다⁽²⁵⁾. GC의 작동 조건은 CBP-20 column(PEG fused silica capillary column)을 사용하여 오븐온도 40°C에서 150°C까지 7°C/min의 속도로 상승시킨 후 다시 195°C까지 9°C/3 min로 상승시켰다. 주입기와 검출기의 온도는 각각 220°C, 250°C이었고, carrier gas는 N₂이었다. pH는 pH meter(Istek, model 730 P)로 측정하였고, 총산은 1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 M NaOH 용액으로 적정할 후 0.009를 곱하여 lactic acid로 표시하였다. 유기산과 유리당은 냉동원심분리기를 이용하여 10,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 후 상등액을 취하여 HPLC로 분석하여 정량하였고, 총당은 25% (w/v) HCl로 가수분해한 후 Somogyi변법⁽²⁶⁾에 의해 정량하여 glucose 함량으로 표시하였고, 고형분은 상압 가열 건조법⁽²⁶⁾으로 측정하였다.

결과 및 고찰

에탄올

발효 과정 중 탁주 술덧의 에탄올 함량은 Fig. 1과 같다. 탁주 술덧의 에탄올 함량은 담금일에 2.2~3.0%로 나타났다. 발효 2일에 6.4~10.2%로 급격히 증가한 후 완만하게 상승되어 발효 14일에 10.6~17.4%로 최대치를 보였다. 탁주 발효 중의 에탄올 함량의 증가는 누룩종류를 달리한 한 등⁽²⁵⁾의 술덧 중의 에탄올 보고와 일치하였다. 시험구별 에탄올 함량은 통밀과 파쇄밀의 혼합구(이하 대조구), 재래식 밀가루 누룩구(이하 밀가루 누룩구), 개량식 *Aspergillus oryzae* 누룩구(이하 *Aspergillus oryzae* 누룩구), 재래식 쌀과 밀가루 혼용구(이하 쌀 혼용구)순으로 높은 경향을 보였다. 탁주 담금에 사용하는 누룩 중의 효소력이나 술덧 중에 생육하는 효모의 활

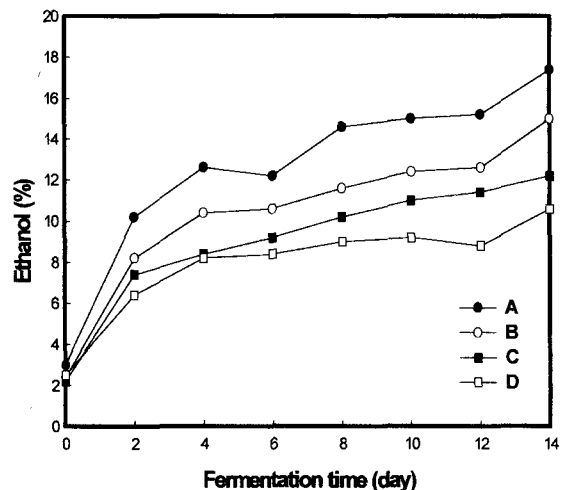


Fig. 1. Changes in ethanol contents of Takju during fermentation.
 A: Wheat Nuruk cultured with wild microorganisms.
 B: Wheat flour Nuruk cultured with wild microorganisms.
 C: Wheat flour Nuruk cultured with *Aspergillus oryzae*.
 D: Rice and wheat flour Nuruk cultured with wild microorganisms.

Table 1. Changes in minor alcohol contents of *Takju* during fermentation

Experimental group	Femrnetaiion time(day)	alcohol (mg/mL)									Total (Fusel oil)*
		2-Butyl	n-Proyl	iso-Butyl	iso-Amyl	n-Amyl	Hexyl	Heptyl	Phen	1,3-Butyl	
A	0	0.009	-	0.007	0.013	0.002	-	-	0.003	-	0.034(0.020)
	2	0.010	0.033	0.033	0.062	0.003	-	0.001	0.023	-	0.165(0.128)
	6	0.012	0.049	0.059	0.136	0.004	0.005	0.004	0.054	-	0.323(0.244)
	14	0.010	0.046	0.052	0.119	0.003	0.008	0.003	0.042	-	0.283(0.392)
B	0	0.005	-	0.006	0.033	0.080	0.019	0.041	0.002	-	0.186(0.039)
	2	0.011	0.015	0.043	0.061	0.004	0.004	0.002	0.025	-	0.165(0.119)
	6	0.009	0.019	0.055	0.083	0.002	-	0.002	0.028	-	0.198(0.157)
	14	0.009	0.034	0.076	0.128	0.003	-	0.001	0.050	-	0.301(0.315)
C	0	0.008	-	0.007	0.011	0.002	-	0.002	0.005	-	0.035(0.018)
	2	0.011	0.016	0.039	0.067	0.003	-	0.002	0.012	-	0.150(0.122)
	6	0.018	0.035	0.090	0.166	0.008	0.002	0.008	0.068	0.068	0.463(0.291)
	14	0.100	0.022	0.050	0.084	0.002	0.003	0.002	0.023	0.021	0.307(0.431)
D	0	0.010	-	0.014	0.016	0.003	-	0.002	0.006	-	0.051(0.030)
	2	0.008	-	0.048	0.054	0.003	-	0.002	0.018	0.619	0.752(0.102)
	6	0.009	0.011	0.045	0.055	0.002	-	0.004	0.015	-	0.141(0.111)
	14	0.010	0.015	0.039	0.024	0.002	-	0.002	0.028	-	0.120(0.243)

A: Wheat *Nuruk* cultured with wild microorganisms.

B: Wheat flour *Nuruk* cultured with wild microorganisms.

C: Wheat flour *Nuruk* cultured with *Aspergillus oryzae*.

D: Rice and wheat *Nuruk* flour cultured with wild microorganism.

(Fusel oil)* represents the total amount of n-propyl-, isobutyl- and isoamyl-alcohol.

성도 및 탄수화물의 비율이 상이하여 각 탁주 술덧 중의 에탄올 함량도 차이를 보인 것으로 추측된다.

우리나라 주세법 시행령의 탁주의 알코올 함량은 6도 이상 8도 이하⁽²⁾로 본 실험의 탁주는 누룩의 종류에 따라 함량 차이는 있으나 알코올분은 어느 시험구나 발효 2일에 6% 이상으로 탁주의 규격을 상회하여 밀가루 누룩의 사용도 탁주 제조시 적합한 원료로 추측된다.

탁주 술덧은 담금 후 누룩 중의 amylase 작용으로 원료의 전분이 당분으로 분해되고 효모 발효 기질로 이용되어 일정 기간까지 에탄올 함량이 상승된다. 에탄올은 탁주의 보존성이나 향미에 영향을 주는 중요한 성분으로 술덧 중 에탄올 함량은 다소 높아야 한다. 본 실험 결과로 보아 통밀과 파쇄 밀을 사용한 대조구 및 밀가루 누룩구가 에탄올 함량이 높아 보존성에서 유리하고 쌀 혼용구는 다소 불리한 구로 추측된다.

미량 알코올

발효 과정 중 탁주 술덧의 미량 알코올 성분은 Table 1과 같다. Ethanol을 제외한 미량의 알코올 성분으로 2-butyl alcohol, n-propyl alcohol, iso-butyl alcohol, iso-amyl alcohol, n-amyl alcohol, hexyl alcohol, heptyl alcohol, 1,3-butyl alcohol, phenyl ethyl alcohol 등 9 종의 알코올이 시험구에 따라 검출되었다. 이들 알코올 중 2-butyl alcohol, iso-butyl alcohol, iso-amyl alcohol, n-amyl alcohol, phenyl ethyl alcohol 은 발효 전 과정을 통하여 검출되었다. 미량 알코올의 총량

은 대조구 0.034~0.323 mg/mL, 밀가루 누룩구 0.165~0.301 mg/mL, *Aspergillus oryzae* 누룩구, 0.035~0.463 mg/mL, 쌀 혼용구 0.051~0.752 mg/mL의 범위였다. 담금일에는 밀가루 누룩구, 발효 후기에는 *Aspergillus oryzae* 누룩구에서 알코올류의 함량이 높은 편이나, 함량 차이는 근소하였다. 이들 알코올류는 대체로 발효 6 일경까지 증가하였으나 발효 14일에 감소하는 경향을 보였다. 미량 알코올 중 iso-amyl alcohol 0.011~0.166 mg/mL, iso-butyl alcohol 0.006~0.090 mg/mL, n-propyl alcohol nd~0.049 mg/mL 범위였고, 발효 기간에 따라 다소 차이는 있으나 대조구와 *Aspergillus oryzae* 누룩구가 다소 높은 편이다.

효모의 아미노산 발효로 생성되는 iso-amyl alcohol, iso-butyl alcohol, n-propyl alcohol의 fusel oil은 원료 중의 아미노산 함량, 효모의 종류 및 원료 증자 방법에 따라 그 함량이 상이하나 그 함량이 많으면 숙취의 원인이 되므로 인체에 유해하나 미량이 존재할 경우 탁주의 맛과 향을 높이는 역할을 한다⁽²⁷⁾.

우리나라 식품첨가물공전 규격에는 주류 중 fusel oil 함량이 0.1% 이하로 규정되어 있으며⁽²⁸⁾, 본 실험 탁주는 0.018~0.432 mg/mL로 탁주 규격에 적합하였다.

pH 및 총산

발효 과정 중 탁주 술덧의 pH 및 총산의 변화는 Fig. 2 및 Fig. 3과 같다. 담금일의 pH는 4.04~4.59이었으나 발효 2일에 3.34~3.56으로 저하되었다. 이후 시험구에 따라 완만한

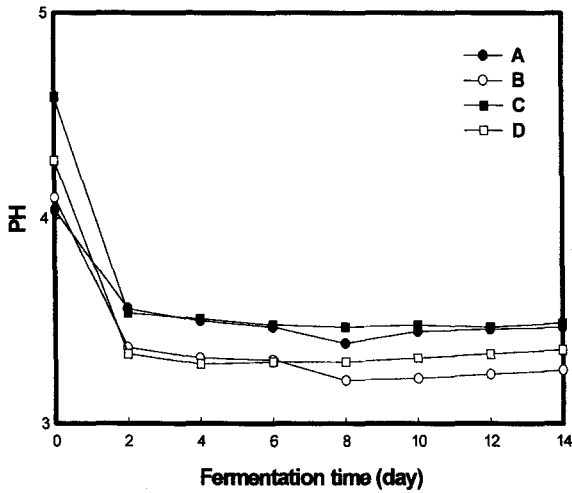


Fig. 2. Changes in pH of Takju during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

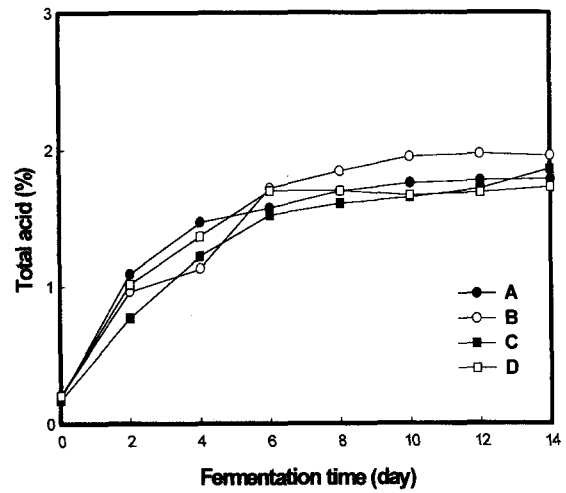


Fig. 3. Changes in total acid contents of Takju during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

저하를 보여 발효 14일에는 pH 3.26~3.49로 나타났다. 발효 기간의 경과에 따라 원료 및 술덧에 생육하는 미생물의 작용으로 유기산의 생성량이 증가되어 담금 직후보다 pH가 저하된 것으로 본다. 본 실험 탁주 술덧의 pH는 누룩 종류를 달리한 한 등⁽²⁵⁾의 탁주 술덧의 pH 변화와 대체로 일치하였다.

시험구 별로는 담금 직후에 *Aspergillus oryzae* 누룩구의 술덧이 pH 4.59로 가장 높았고, 대조구는 pH 4.04로 가장 낮았다. 이후 발효 과정 중 재래식 밀누룩구와 *Aspergillus oryzae* 누룩구가 타시험구보다 높은편이고, 재래식 밀가루 누룩구에서 다소 낮은편이나, 각 시험구 간의 pH 차이는 근소하였다.

총산은 담금일에 0.16~0.20%로 함량이 낮았으나 발효 2일에 0.77~1.09%로 급격히 증가한 후 발효 14일에 1.73~1.95%로 최대치를 보였다. 탁주 중의 총산은 담금 직후에는 원료

중의 유기산이 주로 관여하나 발효가 진행되면서 젖산이나 효모 발효로 생성되는 유기산의 영향으로 총산 양이 증가되었으나 유기산이 알코올 등과 결합하여 ester와 같은 향미 형성 등에 이용되므로 후기에는 감소된 것으로 추측된다.

실험구별로 살펴보면 담금일에는 시험구간 비슷한 함량을 보였으나 발효 2일에 대조구 및 밀가루와 쌀의 혼용 누룩구가 높았고 *Aspergillus oryzae* 누룩구가 낮은편이었다. 이후 밀가루 누룩구가 높은편이었고, 다른 시험구 간의 총산함량의 차이는 크지않았다.

탁주 발효 중 원료나 미생물의 발효작용으로 생성되는 유기산은 탁주의 감미, 신미, 고미, 삼미 등과 더불어 탁주의 조화미나 보존성에 영향을 주는 중요성분이다. 본 실험 결과로 보면 발효기간 중 저장성의 차이는 인정되지 않았으나 밀가루 누룩구는 산미가 높아 신맛이 다소 강한 시험구로 생

Table 2. Changes in organic acid contents of Takju during fermentation

Experimental group	Fermentation time(day)	organic acid(mg%)						total
		citric acid	malic acid	lactic acid + succinic acid	acetic acid	pyruvic acid	propionic acid	
A	0	57	26	236	48	234	89	690
	6	61	76	778	129	100	288	1,432
	14	138	114	1,362	166	141	320	2,241
B	0	70	44	250	26	199	62	651
	6	132	460	290	63	123	175	1,243
	14	118	456	281	100	165	264	1,384
C	0	36	25	243	31	178	70	583
	6	32	64	578	113	62	160	1,009
	14	23	29	987	129.	87	257	1,512
D	0	80	23	183	38	202	6	532
	6	83	62	1,059	175	59	106	1,544
	14	69	35	1,293	164	60	127	1,748

Symbols are referred to Table 1.

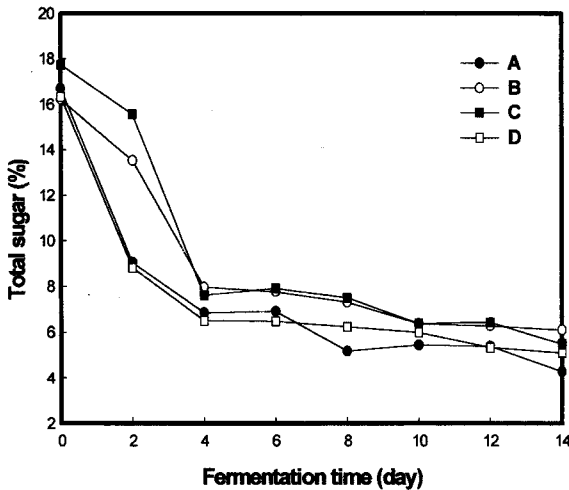


Fig. 4. Changes in total sugar contents of *Takju* during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

각되며, 타 시험구간의 술덧의 산미는 차이가 없는 것으로 평가된다.

유기산

발효 과정 중 탁주 술덧의 유기산 함량의 변화는 Table 2 와 같다. 본 실험 탁주의 발효 과정 중 citric acid, malic acid, lactic acid + succinic acid, acetic acid, pyruvic acid, propionic acid 등의 유기산이 확인되었다. 유기산 총량은 밀가루 누룩구 651~1,384 mg%, 쌀혼용구 532~1,748 mg%, *Aspergillus oryzae* 누룩구 583~1,512 mg%, 대조구 690~2,241 mg%였다. 특히 시험구 중 대조구가 유기산 함량이 높

았다. 이는 쌀누룩을 이용한 이⁽²⁹⁾의 보고와도 일치하였다. 유기산 중 lactic acid + succinic acid는 담금 직후 183~250 mg%이었으나 발효 6일에 290~1,059 mg%로 급격히 증가하였으며 발효 14일에 281~1,362 mg%로 함량이 최대에 달하였다. 발효가 진행될수록 유기산 중 lactic acid + succinic acid가 현저히 증가하며 함량이 가장 높은 것으로 보아 lactic acid + succinic acid는 발효에 의하여 생성되는 탁주의 주요한 유기산임을 알 수 있다. Citric acid는 본 실험 탁주에서 확인된 유기산 중 함량이 낮은 편이었다. 밀가루 누룩구와 쌀혼용구는 발효 6일에 최대 함량을 보였으며 발효 14일에 감소하였다. TCA cycle에 속하는 citric acid는 탁주 발효 중 미생물의 대사나 영양원으로 이용⁽³⁰⁾되므로 함량이 후기에 감소된 것으로 추측된다. Malic acid는 밀가루 누룩구에서 44~460 mg%로 다른 시험구에 비하여 현저히 높은 함량을 보였고 쌀 혼용구, *Aspergillus oryzae* 누룩구와 함께 발효 14일의 함량이 발효 6일의 함량보다 감소하는 경향을 보였다. Acetic acid의 함량은 발효과정 중 불규칙적인 변화를 보였으며 쌀 혼용구가 38~175 mg%로 가장 높은 함량을 나타낸 반면 밀가루 누룩구가 26~100으로 가장 낮은 함량을 보였다. 이외 pyruvic acid 59~234 mg%, propionic acid도 6~320 mg%로 검출되었다. 본 실험의 결과는 lactic acid 및 succinic acid가 발효과정 중 주요 유기산으로 보고한 송⁽³¹⁾의 찹쌀 및 보리쌀 탁주나 이⁽³²⁾의 원료처리를 달리하여 담금한 탁주 술덧의 유기산 결과와 대체로 일치하였다. 위 결과로 볼 때 대조구는 유기산 함량이 높아 산미가 다소 강하고 밀가루 누룩구는 산미가 약한 탁주로 추측된다.

총당

발효 과정 중 탁주 술덧의 총당 함량은 Fig. 4와 같다. 총

Table 3. Changes in free sugar contents of *Takju* during frementation

Experimental group	Fermentation time(day)	free sugar (mg%)					Total
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	Maltotriose	
A	0	18	7,842	15	95	284	8254
	2	113	255	70	75	92	605
	6	256	404	153	173	278	1,264
	14	256	201	176	562	273	1,468
B	0	8	7,159	29	195	286	7,677
	2	71	857	22	196	207	1,353
	6	214	38	177	107	125	661
	14	282	158	153	224	196	1,013
C	0	16	5,263	11	188	430	5908
	2	74	640	8	198	70	990
	6	173	334	108	206	559	1,380
	14	94	85	70	87	140	476
D	0	12	2,735	210	146	294	3,397
	2	9	420	63	72	208	772
	6	6	65	28	0	154	253
	14	7	137	211	190	201	746

Symbols are referred to Table 1.

당 함량은 담금일에 16.22~17.74%로 가장 높았고 이후 감소하여 발효 14일에는 4.28~6.10%로 나타났다. 본 실험의 탁주 발효 과정 중 총당 함량의 변화는 한 등⁽²⁵⁾의 누룩 종류를 달리하여 담금한 술덧의 총당 보고와 대체로 일치하였다. 시험구별로는 담금일에 *Aspergillus oryzae* 누룩구가 함량이 가장 높았고 대조구가 낮았으나 발효 4일 이후는 시험구간의 총당 함량 차이가 거의 없는 편이었다. 담금 후 원료 중의 전분질은 당화 amylase 작용으로 당분으로 분해됨과 동시에 미생물의 영양원이나 발효 기질로 이용되므로 탁주 중의 총당 함량은 후기에 감소하게 된다. 누룩이나 탁주 술덧 중 당화 amylase와 미생물 활성도가 상이하여 총당 함량이 시험구간에 차이를 보인 것으로 보이나 특히 *Aspergillus oryzae* 누룩구에서 높은 것은 본 균의 당화 amylase 활성도가 높은 특성에 기인한다⁽⁹⁾. 탁주 중의 당분은 미생물의 발효 기질로 이용되어 탁주의 에탄올 생성과 감미도에 관여하는 성분으로 중요시된다. 본 실험 결과로 보면 발효 초기에 *Aspergillus oryzae* 누룩구나 밀가루 누룩구에서 감미가 다소 강한 탁주로 추측되나 장기 발효시는 당 함량에 따른 시험구간의 감미도는 차이가 없는 것으로 본다.

유리당

발효 과정 중 탁주 술덧의 유리당 함량의 변화는 Table 3과 같다. 본 실험 탁주의 발효 과정 중 fructose, glucose, sucrose, maltose, maltotriose 등의 유리당과 3~4종의 미지 물질이 검출되었다. 유리당 함량은 fructose 6~282 mg%, glucose 38~7,842 mg%, sucrose 8~211 mg%, maltose 0~562 mg%, maltotriose 70~559 mg%였다. 담금일에 glucose의 함량이 월등히 높았으나 이후는 각 유리당 간의 특별한 함량차이를 보이지 않았다.

총 유리당 함량은 통밀과 파쇄밀의 혼합인 대조구에서 605~8,254 mg%, 밀가루 누룩구 661~7,677 mg%, *Aspergillus oryzae* 누룩구 476~5,908 mg%, 쌀혼용구 253~3,376 mg%로 대조구와 밀가루 누룩에서 함량이 높았고, 쌀 혼용구는 가장 낮았다. 총당 함량은 *Aspergillus oryzae* 누룩구에서 높았으나 정량되지 않은 미지의 당이 가산되지 않아 총당의 결과와는 차이를 보인 것으로 추측된다. 탁주 술덧의 glucose의 함량은 담금일에 2,735~7,842 mg%로 타 유리당 보다 월등히 높았으나 발효 2일에 모든 시험구에서 급격히 저하되어 255~857 mg%로 나타났으며, 이후는 시험구에 따라 타 유리당 함량 보다 적기도 하였다. 당화 amylase에 의한 전분질의 분해로 생성된 glucose는 담금일에는 함량이 높아 탁주의 주 구성당으로 나타났으나, 발효 중 효모나 젖산균의 영양원 및 발효 기질로 이용되어 발효 2일에 급격히 감소된 것으로 추측된다. 이와 같은 사실은 탁주 술덧의 에탄올 함량이 담금일의 2.2~3.0%에서 발효 2일에 6.4~10.2%로 현저히 증가한 사실과 일치하였다. 누룩이나 탁주 발효 중 술덧의 당화 amylase, 발효 미생물의 종류 및 활성도 등의 차이로 시험구간의 유리당 함량이 각각 다른 것으로 보인다. Maltose는 maltase에 의하여 glucose로, sucrose는 invertase에 의하여 glucose나 fructose로 각각 전환된다. Maltose나 sucrose의 함량은 탁주 발효 중 감소되나⁽³³⁾ 본 실험 탁주에서는 시험구별로 불규칙적인 변화를 보여 송⁽³¹⁾의 보고와는 차이를 보였다. 송⁽³¹⁾은

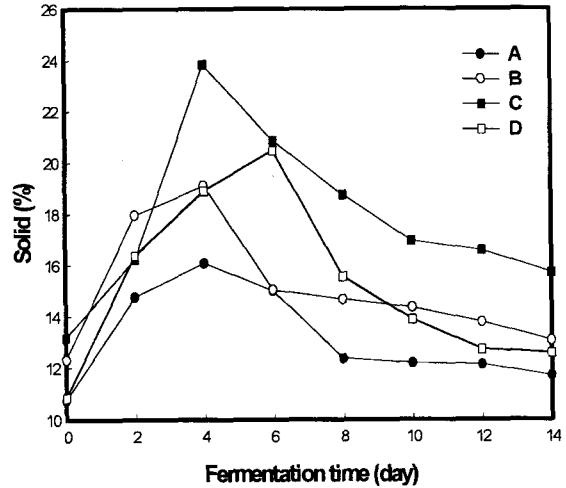


Fig. 5. Changes in solid contents of Takju during fermentation. Symbols are referred to Fig. 1.

참쌀 및 보리쌀 탁주의 유리당 중 maltose 함량이, 이⁽²⁹⁾는 쌀누룩을 이용한 탁주에서 glucose의 함량이 가장 높은 것으로 보고하였으나 본 실험 탁주에서는 발효 초에는 glucose 함량이 가장 높아 이⁽²⁹⁾의 보고와 다소 일치하였다.

이상의 실험 결과 대조구와 밀가루 누룩구는 유리당 함량이 높아 감미가 다소 강하나 쌀 혼용구는 감미가 약한 시험구로 추측된다.

고형분

탁주 술덧 발효 중의 고형분 함량은 Fig. 5와 같다. 고형분 함량은 담금일에 10.76~13.18%였으나 발효 4일에 15.00~20.86%로 최대 함량을 보인 후 14일에 11.69~15.71%로 나타났다. 이와 같은 변화는 이⁽²⁵⁾의 탁주 발효 기간 중 고형분의 결과와 대체로 일치하였다. 시험구별로는 발효 기간에 따라 다소 차이가 있으나 *Aspergillus oryzae* 누룩구, 쌀 혼용구, 밀가루 누룩구, 대조구의 순으로 높은 경향이나 *Aspergillus oryzae* 누룩구는 13.18~23.82%로 타 시험구의 10.76~20.47% 보다 현저히 높은 것이 특색이었다.

탁주 중의 산도, 아미노태 질소, 당분 등의 함량이 낮은 담금일에는 고형분 함량이 낮았으나 이들 성분의 증가와 더불어 고형분 함량도 일정기간 증가되었다. 이들 성분은 미생물의 영양원 및 알코올 발효에 이용되므로 발효가 진행되므로 고형분의 함량이 감소하는 것으로 보인다. 고형분은 탁주의 맛 성분에 영향을 주므로 함량이 다소 높은 것이 품질 면에서 유리하다. 따라서 본 실험 결과로 보면 전반적으로 *Aspergillus oryzae* 누룩 술덧이 맛의 면에서 다소 유리하고 대조구의 술덧이 다소 떨어지는 것으로 추측된다.

요 약

통밀과 파쇄밀로 만든 누룩을 대조구로 하고, 밀가루를 이용하여 만든 재래식의 밀가루 누룩, 밀가루와 쌀의 혼용 누룩 및 *Aspergillus oryzae*의 누룩으로 각각 탁주를 담금하여 발효 과정 중의 품질을 검토한 결과는 다음과 같다. 에탄올

함량은 발효 14일에 10.6~17.4%로 최대치를 보였으며 대조구, 밀가루 누룩구, *Aspergillus oryzae* 누룩구, 쌀 혼용구의 순으로 높았다. pH는 시험구간에 차이가 없었으나, 총산은 재래식 밀가루 누룩구에서 높았다. 총당은 담금일에 16.22~17.74%로 가장 높았으나 14일에 4.28~6.10%로 현저히 감소되었다. 발효초기에 *Aspergillus oryzae*구에서 높았으나 이후는 총당의 차이가 없는 편이었다. 유리당중 glucose는 담금일에 2,735~7,842 mg%로 월등히 높았으나 이후 현저히 감소하였다. 유리당 총량은 대조구와 재래식 밀가루 누룩구에서 높았다. 유기산 총량은 대조구에서 690~2,241 mg%로, lactic acid + succinic acid는 쌀 혼용구에서 183~1,293 mg%로 각각 높았고, 확인된 6종의 유기산중 lactic acid + succinic acid가 탁주에서 가장 함량이 많았다.

문 헌

- Lee, S.R. Korean Fermented Foods, pp. 222-294. Ewha Women's University Press, Seoul (1986)
- Kim, C.J., Kim, K.C., Kim, D.Y., Oh, M.J., Lee, S.K., Lee, S.O., Chung, S.T. and Chung, J.H. Fermentation Technology, pp. 79-103. Sunjinmunwhasa, Seoul (1990)
- Dong-A Encyclopedia, Vol. 11, p. 368. Dong-A Publishing & Printing Co. Ltd., Seoul (1992)
- Lee, K.H. Characteristics and new technology of Korean *Takju* and Korean cleared rice wine, pp. 51-73. Proceeding of symposium on current status and technical advance in brewing industry. Korean Soc. Appl. Microbiol. Bioeng. Seoul (1994)
- Kim, Z.U. Food Processing, p. 5. Moonwoondang, Seoul (1985)
- Lee, J. Studies on the qualities of *Takju* with various *koji* strains. M.S. thesis, Seoul Women's Univ., Seoul (1982)
- Chung, J.H. Studies on the identification of organic acids and sugars in the fermented mash of the *Takju* made from different raw-materials. J. Korean Agric. Chem. Soc., 8: 39-43 (1967)
- Hong, S.W., Hah, Y.C. and Min, K.H. The biochemical constituents and their changes during the fermentation of *Takju*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 8: 107-115 (1970)
- Kim, C.J. Studies on the quantitative changes of organic acid and sugars during the fermentation of *Takju*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 8: 33-42
- Lee, W.K., Kim, J.R. and Lee, M.W. Studies of the changes in the free amino acids and organic acids of *Takju* prepared with different *koji* strains. J. Korean Agric. Chem. Soc. 30: 323-327 (1987)
- Lee, W.K. Studies on the qualities of *Takju* prepared with different *koji* strains. M.S. thesis, Seoul Women's Univ., Seoul (1986)
- Kim, C.K. Studies on the components Korean Sake (part 2). Detection of the free amino acids in *Takju* by paper partition chromatography. J. Korean Agric. Chem. Soc. 9: 59-64 (1968)
- Lee, J.S., Lee, T.S., Park, S.O. and Noh, B.S. Flavor components in mash of *Takju* prepared by different raw materials. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 316-323 (1996)
- Lee, J.S., Lee, T.S., Choi, J.Y. and Lee, D.S. Volatile flavor components in mash of nonglutinous rice *Takju* during fermentation. J. Korean Agric. Chem. Soc. 39: 249-254 (1996)
- Lee, T.S. and Choi, J.Y. Volatile flavor components in *Takju* fermented with mashed glutinous rice and barley rice. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 638-643 (1998)
- Han, E.H., Lee, T.S., Noh, B.S. and Lee, D.S. Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using different *nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 563-570 (1997)
- Lee, T.S. and Han, E.H. Volatile flavor components in mash of *Takju* by using *Rhizopus japonicus nuruks*. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 691-698 (2000)
- Kim, C.J. Microbiological and enzymological studies on *Takju* brewing. J. Korean Agric. Chem. Soc. 10: 69-100 (1968)
- Lee, J.S. and Lee, T.W. Studies on the microflora of *Takju* brewing. Korean J. Microbiol. 8: 116-133 (1970)
- Ko, C.M., Choi, T.J. and Yoo, J. Microbiological studies on the *Takju* (Makguly) brewing: The Korean local wine Korean J. Microbiol. 11: 167-174 (1973)
- Lee, S.K., Park, Y.J. and Oh, M.J. Studies on *Takju* yeasts (Part II) - influences of kind of yeast strains and brewing conditions of fermentation of *Takju* mash. J. Korean Agric. Chem. Soc. 16: 85-93 (1973)
- Kim, C.J., Oh, M.J. and Kim, S.Y. Studies on the induction of available mutants of *Takju* yeast by UV light irradiation. (Part I) - On the Selection and Identification of the Mutants. J. Korean Agric. Chem. Soc. 18: 10-16 (1975)
- Lee, K.B. and Kim, J.H. Studies on radiation preservation of fermented Korean rice-wine (*Takju* and *Yakju*). Korean J. Microbiol. 7: 45-56 (1969)
- Lee, C.H., Tae, W.T., Kim, G.M. and Lee, H.D. Studies on the pasteurization conditions of *Takju*. J. Korean Agric. Chem. Soc. 23: 44-51 (1991)
- Han, E.H., Lee, T.S., Noh, B.S. and Lee, D.S. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562 (1997)
- Kang, G.H., Noh, B.S., Suh, J.H. and Hawer, D. Food Analysis. Sungkyunkwan Univ. Press, Seoul (1989)
- Yuda, J. Volatile components from beer fermentation. J. Soc. Brew. 71: 818-830 (1976)
- Korea Food Industry Association, Food Code. p. 330. Seoul (1989)
- Lee, H.S. Quality characteristics of *Takju* using *nuruk* during fermentation. M.S. thesis, Seoul Women's Univ., Seoul (2000)
- Ryuzo, U., Takeshi, I., Yuzo, I. and Toshio, O. Studies on changes in microflora and its metabolism during the process of making *koji* in soy sauce brewing. Seasoning Science 19: 31-38 (1972)
- Song, J.Y. Quality characteristics of *Takju* made of glutinous rice or barley. M.S. thesis, Seoul Women's Univ., Seoul (1998)
- Lee, S.M. and Lee, T.S. Effect of roasted and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. J. Nat. Sci. Seoul Women's Univ. 12: 71-79 (2000)
- Jung, J.H. Studies on the identification of organic acids and sugars in the fermented mash of the *Takju* made from different raw-materials. J. Korean Agric. Chem. Soc. 8: 39-43 (1967)