

맥주효모 슬러리의 쓴맛을 제거하기 위한 세척

김 재 식
영동대학교 식품공학과

Washing for Debittering of Brewers Yeast Slurry

Jae-Sik Kim

Department of Food Science and Technology, Youngdong University

The bitterness of brewers yeast slurry decreased by washing with mild caustic soda solution followed by washing with 0.85% (w/v) NaCl solution . The higher concentration of caustic soda was, the lower the bitterness unit (BU) of washed yeast slurry was. The lethal rate of yeast cells increased. When the concentration of caustic soda solution increased from 0.05% (w/v) to 0.25% (w/v), the BU of brewers yeast slurry was decreased from 45 to 3, but yeast cells viability decreased from 93% to 0%. The optimum washing conditions of brewers yeast slurry were as follows: the concentration of caustic soda solution was 0.07~0.1% (w/v) and the contact time of brewers yeast slurry with caustic soda was 10~20 minutes. The similar washing effect was obtained when the brewers yeast slurry was washed with 20% (v/v) ethanol solution.

Key words : brewers yeast, alkali washing, bitterness, viability of yeast cell

서 론

맥주공장에서 부산물로 얻어지는 맥주효모 슬러리의 양을 정확히 집계할 수는 없으나 맥주 생산량으로부터 추정할 때 국내에서만 연간 12,000톤 가량의 효모 슬러리가 얻어진다^(1,2). 이는 대부분 식용으로 가공되며 일부가 분말로 혹은 그대로 동물사료로 이용된다. 식용 중에도 가장 많은 것이 효모 추출물(yeast extract)인데 75% 가량을 차지한다. 기타 비타민 B 보충제 혹은 식품풍미소재, 건강식품의 부형제, 분유 원료 등 그 용도가 다양하다⁽³⁻⁷⁾. 효모의 이용에 관한 연구는 많은데, 최근에는 자기소화법에 의해 효모 추출물을 제조하고 남은 효모 껍질을 무미 무취화하고 글루칸이나 만난과 같은 세포벽 성분을 식품이나 의약품의 소재로 사용하고 자 한 연구도 있었다⁽⁸⁾. 또한 효모를 단세포단백질로 이용하고자 세포벽물질, 항영양인자 등을 제거한 연구도 있었으며⁽⁹⁾ 통풍을 일으키는 핵산물질을 succinic anhydride로 제거하여 효모의 영양적 가치를 높이고자 한 연구도 있었다⁽¹⁰⁾. 맥주 공장에서 사용하는 맥주효모는 상면 발효 효모인 *Saccharomyces cerevisiae*와 하면 발효 효모인 *Saccharomyces*

*uvarum*으로 대별되며 우리나라에선 주로 하면 발효 효모를 사용한다⁽¹¹⁾. 맥주 공장에서 분말 맥주 효모를 생산하기 위해선 발효 과정 중에 증식이 된 효모를 회수하여 일부 발효에 재사용하고 나머지는 100~120 mesh 체를 이용하여 곡류나 이물질들을 제거하고 물로 2~3번 세척하거나 세척 과정 없이 그대로 드럼 건조기를 이용하여 분말화한다⁽²⁾.

그러나 맥주 효모는 세포벽에 흡착되어 있는 호프(hop) 물질로 인해 쓴맛이 매우 강하여 식용으로 이용되기에는 제한적이다. 호프의 쓴맛 성분 중에 isohumulone이 가장 쓴맛이 강하며 이는 대부분 효모의 세포벽에 단단하게 흡착되어 있는 것으로 보고되어 있다⁽¹²⁻¹³⁾. 맥주 효모에 존재하는 쓴맛을 제거하기 위하여 가성소다 액으로 세척한다는 것은 알려져 있으나⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ 가성소다의 농도나 효모와의 접촉 시간 등 정확한 세척 조건은 보고된 바 없으며 또한 가성소다 액에 과도하게 효모를 침지시킬 경우 효모 세포가 폐사하여 자가소화가 일어나고 세포질로부터 유용 성분이 빠져 나와 영양 손실이 있게 된다⁽³⁾. 효모의 알칼리 세척 외에도 초임계 CO₂, 에탄, 에틸렌 등으로 맥주 효모를 처리하여 고미 물질을 제거하려는 시도가 있었으나⁽¹⁷⁾ 고압과 비용 문제로 실제로 산업적으로 응용되기는 어려운 점이 있다. 따라서 본 연구에서는 경제적이고도 실용적인 효모 세척 방법으로 가성소다 액을 이용하여, 효모의 폐사율을 낮게 하여 영양 성분의 손실을 적게 하면서 맥주 효모의 쓴맛을 제거하기 위한 최적 세척 조건을 규명하고자 하였으며 가성소다 액 외에 NaCl 용액이나 에탄올 용액이 맥주 효모 슬러리를 세척하는데 얼마나 효과가 있는지를 알아보려고 하였다.

Corresponding author : Jae-Sik Kim, Department of Food Science & Technology, Youngdong University, San 12-1, Youngdong, Chungbuk, 370-701, Korea
Tel : 82-43-740-1182
Fax : 82-43-744-7218
E-mail : dstsik@youngdong.ac.kr

재료 및 방법

재료

맥주 효모 슬러리는 (주)OB맥주로부터 공급받았으며 세척에 필요한 NaOH, ethanol, NaCl 등은 전부 Junsei(Japan) 시약을 사용하였다.

맥주효모의 세척

맥주효모 슬러리 20 g을 일정한 농도의 4°C 가성소다 액 100 mL에 넣고 일정시간 방치한 다음 즉시 과량의 0.85% (w/v) NaCl 용액을 넣고 잘 저어준 후 3,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액은 버리고 다시 적당량의 0.85% NaCl 용액을 넣고 원심분리하는 조작을 2회 반복한 다음 원심분리 용기 바닥의 효모를 수거하여 세척을 종료하였다. 또한 2%(w/v) NaCl 용액이나 20%(v/v) 에탄올 용액 100 mL에 맥주 효모 20 g을 넣고 45분간 방치한 다음 알칼리 세척과 마찬가지로 과량의 0.85%(w/v) NaCl 용액에 넣고 잘 저어준 후 원심분리를 하는 조작을 반복하여 세척을 종료하였다.

맥주효모 슬러리의 bitterness unit 측정

맥주효모 슬러리의 쓴맛 정도는 bitterness unit(BU)로 나타내었으며 BU 측정은 isoctane을 이용한 방법⁽¹⁸⁾을 변형하여 실시하였다. 50 mL 용량의 원심분리기 용기에 효모 슬러리 20 g의 무게를 재고, 여기에 3 N HCl 1 mL와 isoctane 20 mL를 가하고 뚜껑을 잘 막은 후 진탕교반기(vortex mixer)에서 15분간 격렬하게 흔들여 주었다. 이를 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켜 상등액을 취한 다음 275 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 isoctane 20 mL와 octyl alcohol 1 mL를 섞은 액을 대조구(blank)로 하였다. BU는 아래의 식에 의해 계산하였다.

$$BU = \text{흡광도} \times 50$$

효모 균체의 생존율 측정

Methylene blue로 효모를 염색한 후 현미경을 이용하여 100 배 배율로 관찰하면서 과량에 염색이 된 죽은 효모와 염색이 되지 않은 살아 있는 효모를 계수하였다. 총 효모 균수에 대한 살아 있는 효모의 백분율을 생존율로 표현하였다.

세척 효모의 색도

세척 전후의 효모 슬러리의 색도는 색차계(Minolta RS-

232C, 일본)를 이용하여 백색도(L), 적색도(a), 황색도(b) 값을 측정하여 색도를 나타내었다.

세척 효모의 관능 검사

10명의 영동대학교 식품공학과 학생을 대상으로 세척이 끝난 효모의 쓴맛 정도를 측정하여 5단계로 나타내었다. 가장 쓴맛을 보이는 효모가 5점, 쓴맛을 전혀 나타내지 않는 효모를 1점으로 하였다. 점수는 10명의 점수를 평균하여 평균값 ± 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

가성소다 액으로 세척한 맥주효모 슬러리의 쓴맛 제거 정도 및 생존율 변화

가성소다 액의 농도를 0.05%(w/v)에서 0.25%(w/v)까지 변화시키고 pH는 8.5부터 0.5단위씩 증가시킨 용액에 효모를 각각 1분에서 30분간 침지한 후 세척하여 효모 세포에 잔존하는 쓴맛 성분의 bitterness unit(BU)와 생존율을 각각 Table 1과 Table 2에 나타내었다. Table 1에서와 같이 세척 전의 효모 슬러리 액은 45 BU를 나타냈으며 강한 쓴맛을 가지고 있었다. 맥주효모의 hop 성분에 기인하는 쓴맛의 threshold value는 25 BU로 측정되었으며 10명 중 9명이 25 BU 이상에서 쓴맛을 자각하였다. 그러나 pH 8.5의 0.05% 가성소다 액에 효모 슬러리를 1분부터 30분까지 각각 침지하고 세척한 후 BU를 측정하여 본 결과 최대 30분까지 가성소다 액에 효모 슬러리를 침지하여도 BU는 threshold value 이상인 29.6을 나타냈으며 생존율이 세척 전 93%에서 85%까지 감소하였다. 이로 보아 pH 8.5의 0.05%(w/v) 가성소다 액은 효모를 세척하기에는 너무 농도가 낮은 것으로 나타났다. 농도를 증가시켜 pH 9.5의 0.07%(w/v) 가성소다 액에 효모 슬러리를 10분간 침지하고 세척하고 나면 고미 정도는 초기 45 BU에서 threshold value 이하인 24.2를 나타냈으며 생존율도 86%인 비교적 높은 수치를 나타내었다. 그러나 10분 미만으로 가성소다 액에 효모 슬러리를 침지시켰을 경우는 완전한 탈고미가 이루어지지 않았음을 확인할 수 있었다. pH 10.5의 0.1%(w/v) 가성소다 액에 효모 슬러리를 넣고 3분 이상 10분간 침지시키고 나서 0.85%(w/v) NaCl 용액으로 세척하고 나면 고미가 25 BU 이하로 감소하며 생존율도 88% 이상의 높은 생존율을 얻을 수 있었다. 그러나 pH를 11 이상으로 한 가성소다 액으로 효모를 세척 할 경우 세척력은 우수하여 1분

Table 1. Changes of bitterness of yeast cell after contact brewers yeast slurry with caustic soda solution

Concentration of caustic soda solution (%)	pH	Bitterness unit(BU) ¹⁾ of yeast cell						
		Before contact	1 min	3 min	5 min	10 min	20 min	30 min
0.05	8.5	45	32.4	31.2	29.9	30.1	29.8	29.6
0.07	9.5	45	26.4	25.8	25.1	24.2	23.8	23.7
0.10	10.5	45	26.2	25.2	24.8	24.1	23.6	23.1
0.15	11.0	45	24.3	23.1	23.2	23.3	20.6	18.2
0.20	11.5	45	20.2	16.2	15.1	14.0	10.6	8.2
0.25	12.0	45	20.4	16.2	11.5	3.2	3.2	3.0

¹⁾Threshold value of bitterness originated from brewers yeast slurry was 25.0 BU

Table 2. Changes of yeast cell viability after contact brewers yeast slurry with caustic soda solution

Concentration of caustic soda solution(%)	pH	Yeast cell viability(%)						
		Before contact	1 min	3 min	5 min	10 min	20 min	30 min
0.05	8.5	93.7	92.8	91.8	90.7	90.6	88.2	85.1
0.07	9.5	93.6	93.2	90.7	89.9	89.1	85.9	84.2
0.10	10.5	93.4	92.5	90.1	89.2	88.1	82.3	71.6
0.15	11.0	93.1	88.9	78.9	71.9	70.0	50.1	30.2
0.20	11.5	93.6	86.6	74.7	71.3	0	0	0
0.25	12.0	93.5	85.3	53.7	44.3	0	0	0

Table 3. Sensory evaluation of washed brewers yeast slurry

Concentration of caustic soda solution(%)	pH	Contact time (min)	Bitterness unit (BU)	Viability of yeast cell(%)	Sensory scores ¹⁾
0.05	8.5	30	29.6	85	4.7±0.2
0.07	9.5	20	23.8	86	1.4±0.3
0.1	10.5	10	24.1	88	1.3±0.2
0.15	11.0	5	23.2	72	1.3±0.2
0.2	11.5	3	16.2	75	1.1±0.1
0.25	12.0	1	20.4	85	1.1±0.1

¹⁾Score scales of bitterness 5: strong 1: none

간만 침지해도 고미가 25 BU 미만으로 감소하나 3분 이상 접촉할 경우 생존율이 80% 미만으로 감소하는 단점을 나타냈으며 그 이상의 pH 11.5, 12.0에서도 pH 11.0과 비슷하여 특히 10분 이상 침지시 생존율은 0%로 전체 효모가 폐사하였다.

이상에서 쓴맛 성분을 제거하기 위한 맥주효모 슬러리의 세척은 고미 성분의 잔존율과 효모의 폐사율을 고려할 때 pH 9.5~10.5, 농도 0.07~0.1%(w/v)인 가성소다 액에 효모 슬러리를 넣고 5~10 분간 방치한 다음 원심분리하여 상등액은 버리고 잔존 가성소다 액을 0.85%(w/v) NaCl 용액으로 세척하는 것이 가장 바람직한 것으로 나타났으며 pH 11.0~12.0, 농도 0.15~0.25%(w/v)인 가성소다 액으로 효모를 세척할 경우는 침지 시간을 1분 미만으로 하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

세척 효모의 관능 검사

Table 1과 Table 2에서 고미 성분 잔존 정도와 폐사율을 고려할 때 pH 8.5, 9.5, 10.5, 11.0, 11.5 및 12.0의 각기 다른 농도의 가성소다 액에 효모 슬러리를 침지시키고 세척할 때 최적의 침지 시간은 가성소다의 농도가 높아질수록 짧아져 각각 30, 20, 10, 5, 3 및 1분임을 알 수 있었다. 이와 같은 최적의 침지 조건 하에서 효모를 세척하고 난 후 효모의 쓴맛 정도를 관능검사 점수와 isooctane method에 의한 BU 값

두가지로 비교하여 Table 3에 나타내었다. pH 8.5, 0.05%(w/v) 가성소다 액을 제외하고는 threshold value인 25 BU 이하의 값을 얻을 수 있었고 이는 Table 3의 관능 검사 결과와 일치하였다. 즉 pH 9.5이상에서 세척하면 25 BU 이하의 값을 얻을 수 있었고 관능 검사에서도 전혀 쓴맛이 없는 것으로 평가되어 식용으로 사용해도 쓴맛이 문제되지 않는 것으로 나타났다. 그러나 실제 응용 측면에서 pH 11.0, 11.5, 12.0에서 5분 이하의 침지 시간은 너무 짧아 공정적인 면에서 구현하기 힘들고 작업시간이 초과되어 대량의 효모가 폐사할 우려가 있으므로 바람직하게는 가성소다 액 농도 0.07~0.1%(w/v), pH 9.5~10.5에서 10~20분 정도 침지하고 난 후 0.85%(w/v) NaCl 용액으로 순간적으로 세척하는 것이 가장 바람직한 것으로 판단되었다.

효모의 색도

효모 세포벽에는 호프 수지 이외에도 탄닌, 단백질, 색소 등 이물질이 흡착되어 있는 상태이고 효모를 가성소다 액으로 세척하면 이들 성분이 세포벽에서부터 떨어져 나오게 되므로 효모의 백색도(whiteness)가 증가될 것이라는 것은 당연한 사실이기도 하다. 효모가 제약 원료나 건강 식품의 원료로 사용되기 때문에 효모의 색도는 식품 원료로서 갖추어야 될 중요한 조건이기도 하다. 0.05~0.1%(w/v)의 가성소다 액 (pH 8.5~10.5)으로 세척하고 난 효모의 색도를 측정된 결과

Table 4. Viability and color of yeast cell after washing at the different conditions

Concentration of caustic soda solution(%)	pH	Contact time (min)	Hunter color values			Viability (%)
			L	a	b	
Before washing	5.0	0	67.79	6.72	17.42	90
0.05	8.5	10	67.12	4.07	14.14	86
0.07	9.5	10	62.37	3.47	11.0	84
0.1	10.5	10	56.10	8.00	10.7	82

Table 5. Viability and bitterness change of yeast cell when yeast slurry treated with NaCl or ethanol solution

Washing solution	Contact time(min)	Viability ¹⁾ (%)	Bitterness ²⁾ unit (BU)	Sensory scores ³⁾
2%(w/v) NaCl solution	45	93	38.6	4.7±0.2
20%(v/v) ethanol solution	45	86	10.2	1.1±0.1
0.07%(w/v) NaOH solution	20	84	24	1.4±0.3

¹⁾Viability before washing was 98%.

²⁾Bitterness unit before washing was 45.0 BU.

³⁾Score scales of bitterness 5: strong 1: none

를 Table 4에 나타내었다. 백색도를 나타내는 L 값이 가성소다 액의 농도가 진할수록 감소하여 세척 전에 67.79이었던 것이 세척 후에는 62.37, 56.10으로 감소하였다. 즉 세척 효모의 색깔이 백색으로 이전됨을 볼 수 있었다. 또한 황색도(yellowness)를 나타내는 b 값이 세척 전에 17.42이던 것이 세척 후에는 감소하여 11.0, 10.07의 값을 나타내는 것으로 보아 효모는 황색도가 감소하고 어려워지고 백색이 증가되는 것으로 사료된다.

NaCl 용액이나 에탄올 용액으로 효모의 세척

효모의 폐사율을 감소시키고 세척 효율을 높이기 위해 가성소다 액 이외에 NaCl 용액이나 알코올 용액으로 효모를 세척하고 난 후 쓴맛 정도와 생존율을 측정하여 Table 5에 나타내었다. 2%(w/v) NaCl 용액에 45분간 효모를 담그고 물로 세척한 결과 세척 전에 45이던 BU가 세척 후에 38.6으로 감소하였으며 관능 검사에 의해서도 쓴맛이 강하게 느껴짐을 알 수 있었다. 이로 보아 NaCl 용액으로 효모를 세척하는 것은 크게 효과가 없는 것으로 사료되었다.

반면 20%(v/v) 에탄올 용액에 45분간 효모를 침지하고 물로 세척한 결과 BU는 10.2로 크게 감소했으며 관능 검사에 의해서도 쓴맛이 전혀 느껴지지 않았다. 효모의 생존율도 86%로 가성소다 액을 이용한 세척의 84% 보다 약간 높은 수치를 나타내었다. 에탄올 농도 20% 이하에서는 효모가 거의 폐사하지 않으나 에탄올 농도가 20%를 초과하면 효모의 폐사율이 증대되는 것으로 보고되어 있으며⁽¹⁹⁾ 20% 미만에서는 세척력이 떨어지는 단점이 나타나 20% 정도가 가장 좋은 알코올 농도로 사료되나 이 역시 에탄올의 비용적인 측면을 고려하면 가성소다 액을 이용한 세척이 가장 합리적인 효모 세척법으로 사료되었다.

요 약

맥주 공장 부산물인 맥주효모 슬러리의 쓴맛을 제거하기 위하여 가성소다 액을 이용한 세척 시험을 하였다. 효모 슬러리를 묶은 가성소다 액에 침지시키고 세척함에 따라 쓴맛이 감소하였는데, 가성소다 액의 농도를 0.05%(w/v)에서 0.25%(w/v)로 단계적으로 증가시키기에 따라 맥주 효모의 쓴맛 정도(bitterness unit)가 45 BU에서 3.0 BU까지 낮아진 반면 효모가 폐사되는 단점이 나타났다. 쓴맛 제거 정도와 세척 효모의 생존율을 동시에 고려할 때 0.07~0.1%(w/v) pH로는 9.5~10.5인 가성소다 액에 효모 슬러리를 넣고 10~20분 방치한 다음 0.85%(w/v) NaCl 용액으로 세척하는 것이 가장 좋

은 것으로 나타났다. 세척된 효모 슬러리는 세척 전보다 백색(whiteness)이 증가되었으며 황색(yellowness)은 감소하였다. 이외에도 알코올 용액을 사용하여 세척해도 우수한 쓴맛 제거 효과를 얻을 수 있었다.

문 헌

1. The Agriculture, Fisheries and Livestock News: The trend of production and sales in alcoholic beverage industries (in Korean). P. 468. In: Korean Annual Report of Food Industries. The Agriculture, Fisheries and Livestock News (ed.). Seoul, Korea (1997)
2. Ellison, J. The commercial utilization of waste brewery yeast. *The Brewer*, 601 (1973)
3. Nagodawithana, T. Yeast derived flavors and flavor enhancers and their probable mode of action. *Food Technol.* 11: 139 (1992)
4. Sugimoto, H. Changes of yeast extract preparation methods (in Japanese). *New Food Industry* 36: 41 (1994)
5. Matsunaga, M. Physiological function of nucleic acid and its application (in Japanese). *Food Processing* 29: 15 (1994)
6. Matsunaga, M. Properties and application of edible nucleic acid (in Japanese). *Food Processing* 39: 92 (1997)
7. Guenter, W. and Helmut, G. Brewery effluent treatment and recovery of surplus yeast. *The Brewers Digest* 86 (1972)
8. Ishima N. Yeast material and its preparation method (in Japanese). JP 9-103266 (1997)
9. Young, V.R., Scrimshaw, N.S. and Milner, M. Foods and plants. *Chem. Ind.* 17: 588 (1976)
10. Shetty, K.J. and Kinsella J.E. Preparation of yeast protein isolate with low nucleic acid by succinylation. *J. Food Sci.* 44: 633 (1979)
11. Gerald, R. and Henry, J.P. *Brewers yeast*, P. 237. In: *Yeast technology*. Gerald, R. and Henry, J.P. (ed.). AVI Publishing Co., Westport, USA (1973)
12. Dixon, I.J. and Leach, A.A. The adsorption of hop substances on the yeast cell wall. *J. Inst. Brew.* 74: 63 (1968)
13. Wackerbauer, B. and Balzer, U. Hop bitter compounds in beer. *Brauwelt International* 144 (1992)
14. Acramen, A.R. Processing brewers yeasts. *Process Biochemistry* 313 (1966)
15. Karata, S., Itagaki, D. and Kono, I. Debitting method of brewers yeast (in Japanese). JP 55-162983 (1980)
16. Takata, H. Flavor improvement of brewers yeast (in Japanese). JP 63-22177 (1988)
17. Wilhelm A. Debitting method of brewery yeast (in Japanese). JP 57-26585 (1982)
18. A.B.S.C. Bitterness units. P. Beer-23. In: *International method of A.B.S.C.*, A.B.S.C. (ed.). New York, USA (1976)
19. Isabel, S.C. and Uden, N. Ethanol-induced death of *Saccharomyces cerevisiae* at low and intermediate growth temperatures. *Bio-tech. Bioeng.* 28: 301 (1986)

(2001년 1월 5일 접수)