

김치 젖산균과 효모의 혼합배양 방법에 의한 과채류즙 발효과정중의 주요 성분변화

김현영 · 여경목* · 김복남** · 최홍식[†]

부산대학교 식품영양학과 및 김치연구소

*(주) 중앙식품 연구개발실

**한림대학 전통조리과

Chemical Changes of Fruit-Vegetable Juice during Mixed Culture Fermentation of Lactic Acid Bacteria Isolated from *Kimchi* and Yeast

Hyun-Young Kim, Kyung-Mok Yeo*, Bok-Nam Kim** and Hong-Sik Cheigh[†]

Dept. of Food Science and Nutrition and Kimchi Research Institute
Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

*R & D Dept. Choong-Ang Food Co. Ltd., Ye-San 340-830, Korea

**Dept. of Traditional Cuisine, Hallym College, Chunchon 206-850, Korea

Abstract

Lactic acid bacteria KL-1, KD-6, KL-4 strains isolated from *kimchi*, or obtained *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* with and without yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) were inoculated in fruit-vegetable juice for mixed culture fermentation 3 days at 30°C, and then their chemical changes were studied during fermentation. The amount of organic acid produced by the mixed culture fermentation of KL-1 and yeast was 0.82%(3 days) or 0.58%(1 day) and with the final pH of 3.3(3 days) or 4.2(1 day). These mixed culture systems of isolated strains or other bacterial strains had almost similar results of growth rate and acid production. The contents of vitamin C and β -carotene were retained and stabilized as 70~80% level of their initial values after 24 hrs-fermentation. And also ethanol was produced as of the range in 9.6mg%(W/V) by the mixed culture fermentation of KL-1 and yeast, however, the content of ethanol in single culture fermentation by KL-1 strain was much lower than that of mixed culture. The major components of organic acids in fermented juice by mixed culture were considered as malic(26.0%), lactic(49.9%), succinic and citric acid, whereas these of unfermented juice were malic(53.2%), citric and other acids. On other hand, reducing sugar was decreased from 18.3mg/ml in fresh juice to about 12mg/ml in juice by mixed culture fermentation. Concentrations of fructose, glucose and sucrose were also greatly reduced in fermented juice.

Key words: lactic acid bacteria, fruit-vegetable juice, chemical composition

서 론

우리나라 고유의 발효 채소식품인 김치는 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum* 등의 젖산균에 의해(1-9) 발효가 진행됨으로써 향기 성분들이 형성되고(10-13), 각종 유기산들, 알콜류, 그리고 아미노산들이 생성되며, 독특한 향과 맛, 그리고 조직감을 내게 되어 관능적 특성을 향상

시킨다고 한다(14-19). 채소류의 발효에서는 원료 중에 함유되어 있는 발효성 당의 형태와 농도, 관여 미생물의 종류, 발효조건 등이 젖산발효에 크게 영향을 미친다고 한다(20). 또한 주도적으로 진행되는 젖산 발효에 의해 김치 내부는 혐기적인상태로 점차 전환되고 유기산이 생성되며 vitamin C 등의 생리활성물질도 생성된다(14).

한편 젖산 발효시 젖산균만으로 단독 발효하는 것

[†]To whom all correspondence should be addressed

보다는 효모와 함께 혼합발효하는 것이 적당한 산도, 맛, 향미를 주어 바람직한 것으로 알려져 있으며(21-23) 효모가 함유하고 있는 풍부한 단백질과 비타민 B군으로 인하여 효모를 이용한 발효제품이 주목받고 있다(23,24). 또한 효모는 소화효소를 분비하므로 *Saccharomyces cerevisiae* 등을 증식시켜 균체 뿐만 아니라 그 배양액을 이용함으로써 활성이 있는 복합효소제로서도 효과가 매우 크다는 보고도 있다(25).

이에 전보(1)에서는 김치 숙성과정 중의 여러 젖산균들을 분리하고 이를 이용하여 다양한 영양원을 함유하고 있는 무, 당근, 사과와 혼합과채류즙을 젖산발효 또는 효모와의 혼합발효를 행하여 이들의 발효양상을 조사한 바 있다. 본 연구에서는 바람직한 균주에 의한 발효즙을 제조한 후 당류의 변화, 유기산의 생성과 조성변화, ethonal생성, vitamin C와 β -carotene의 변화양상을 규명함으로써 김치로부터 분리한 젖산균에 의한 발효 음료의 가능성을 살펴보고자 하였다.

재료 및 방법

사용균주

본 실험에 사용한 젖산균은 부산대학교 미생물학과 생리학 실험실에서 보관하고 있는 *Leuconostoc mesenteroides*(Lm) 및 김치에서 순수 분리한 젖산균(KL-1, *Leu. mesenteroides*)을 사용하였으며, 효모는 조흥화학공업주식회사에서 분양받은 *Saccharomyces cerevisiae*(Y)를 사용하였고 젖산균 보존용 배지로는 MRS 한천배지, 효모보존용 배지로는 전보에서와 같이 YM 한천배지를 사용하였다(26).

젖산균의 분리를 위한 사용 김치 및 배지

김치로부터 젖산균의 순수분리를 위하여 별도로 모델 물김치를 제조하였으며 가정으로부터 수집한 동치미, 무나박김치, 냉장고내($5 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 숙성시킨 저온 배추김치 등도 이용하였다. 모델 물김치 제조시 조성은 배추(300g), 무(150g), 당근(60g), 마늘(9g), 물(2C)이었고 전체 소금 농도는 3%가 되도록 하여 유리병에 담아 15°C 에서 발효시키면서 1일, 5일, 15일에 각각 즙액을 취해 젖산균을 분리하였다. 일반적인 젖산균분리 선택 배지로는 전보에서와 같이, CaCO_3 가 2% 첨가된 MRS 배지를 사용하여(26) 37°C 에서 2일간 평판배양하여 colony가 선명하고 상대적으로 clear zone을 크게 형성하는 것을 선택하였다. 또한 김치의 주발효세균으로 알려져 있는 *Leu. mesenteroides*의 선택배지로는 gram negative균의 생육을 억제하고 큰 colony를 얻기 위하

여 phenylethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenylethyl alcohol sucrose agar medium(PES medium)를 사용하였으며, 20°C 에서 5일간 평판배양하였다. 이와같이 분리한 젖산균을 다시 MRS 사면배지에 접종배양한 후 5°C 에 보관하면서 실험에 사용하였다.

발효용 과채즙의 제조

무, 당근 및 사과를 각각 잘라 즙을 내어 무:당근:사과가 5:3:2의 비율이 되도록 섞고 동량의 증류수를 가하여 12,000rpm에서 30분간 원심분리한 후 상등액을 취해 Watman NO. 2와 NO. 42 filter paper로 1차 여과시킨 후 멸균한 0.45 μm millipore filter로 2차 여과시켜 멸균 삼각플라스크에 분주하여 5°C 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

종균의 배양 및 발효방법

실험에 사용할 효모는 YM broth에서, 젖산균은 MRS broth에서 12~14시간마다 2회 이상 계대배양한 후 다시 1회 더 계대배양하여 UV spectrophotometer(Shimadzu UV-2100 spectrophotometer, Japan)를 이용하여 파장 660nm에서의 흡광도가 정확히 0.3이 될 때까지 증식시켰다. 그 다음 실험용 배지에서 단독배양할 경우에는 각각 0.5%(V/V)를 접종하여 전체접종량이 1.0%(V/V)가 되도록 하였다.

발효방법은 12~14시간마다 3회 계대 배양한 젖산균과 효모의 배양액을 멸균 삼각플라스크에 분주하여 냉장고에 보관한 발효용즙에 단독 또는 혼합접종하여 30°C 항온기에서 배양발효시키면서 0, 12, 24, 36, 48, 72 시간 후 시료를 채취하여 냉동원심분리기로 10,000rpm에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취한 후 냉동보관하여 분석용 시료로 사용하였다.

발효과정 중의 성분분석

환원당 및 vitamin C의 정량

환원당 정량은 Schoorl법(27)에 따라 Fehling용액과 함께 가열 냉각한 다음 0.1N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 표준액을 이용하여 청색이 없어지는 점을 종말점으로 적정하여 환원당량을 구하였다. Vitamin C는 indophenol 적정법(27)에 따라 일정량의 indophenol용액, 발효즙에 2% 메타인산을 가하여 여과한 시료침출액을 적정하여 용액의 적색이 소실되는 점을 종말점으로 하여 이 적정값으로부터 비타민 C의 함량을 구하였다.

β -Carotene 정량

발효즙 일정량(15ml)에 40ml acetone과 60ml hexane을 가하고, 0.1g MgCO 와 함께 30분 동안 교반하면서

추출한 후 흡인여과하고 분액여두를 이용하여 분리하고 추출물 중의 acetone을 100ml의 증류수로 5회 씻어 제거하였다. 상층을 9ml acetone이 함유된 100ml들이 flask에 옮기고 여기에 hexane을 가하여 100ml로 정용한 후 파장 450nm에서 흡광도를 측정하여 carotenoid 변화를 분석하였다(28).

Ethanol 정량

Gas chromatography(GC) 방법(29)에 의하여 ethanol을 정량하였다. 이때 GC(Hewlett-packard Hp 3394A Integrator)의 조건은 검지기는 FID(240°C), 칼럼은 Carbowax 20M. 2mx1. 8" stainless steel(85°C), Injector 온도는 230°C, Carrier로 He gas를 30ml/min으로, H₂와 air는 30ml/min의 조건에서 행하였다. 이때 내부표준물질로 tert.-butanol을 사용하였으며 내부표준물질에 대한 ethanol의 면적분율을 ethanol 양으로 환산하여 나타내었다.

Sugars 분석

냉동보관되어 있는 시료를 원심분리기로 재원심분리한 후 HPLC를 이용하여 glucose, fructose, sucrose의 당류를 분석하여 정량하였다. 이때 HPLC(Waters Associates Liquid chromatograph)의 조건은 Water carbohydrate column을 사용하였으며 검지기는 Waters 410 RI detector, eluent는 aceto nitrile : H₂O(84 : 16), flow rate는 2ml/min, injection volume은 5μl로 하였다(30).

유기산 분석

냉동보관되어 있는 24시간 후의 시료를 원심분리기로 재원심분리한 후 HPLC를 이용하여 lactic acid, malic acid, succinic acid, citric acid 등의 유기산을 분석하였다. 이때 HPLC(Waters Associates Liquid chromatograph)의 조건은 μBondapak C18과 Nova-pak C18 series칼럼을 사용하였으며 검지기UV(210nm), eluent 0.01N-H₂SO₄, flow rate는 0.5ml/min(1200 psi), chart speed 0.5ml/min, injection volume은 5μl이었다(31-33).

결과 및 고찰

전보(1)에서 발표된 결과와 같이 여러가지 김치로부터 분리한 젖산균주는 24개였다. 그중 젖산균 선택배지(MRS 및 PES)를 사용하여 KL-1, KD-6, KL-4, KR-1, KM-4, KD-5 등의 젖산균주를 분리하였고 분리된 균주들을 MRS-broth와 과채즙내에서 각각 생육도, pH를 측정하고 관능검사를 실시한 결과 KL-1, KD-6, KL-4를 2차 실험균주로 선정한 바 있다. 이들 세 실험균주와 효모를 이용하되 각각의 단독발효 및 효모와의

혼합발효시 균의 생육정도, pH 및 총산도의 생성도, 그리고 향기, 맛의 관능검사에서 KL-1(*Leu. mesenteroides*로 동정됨) 균주가 가장 선호되었다. 또한 전보에 발표된 결과(1)와 같이 분양받은 젖산균 세가지와 효모를 이용하여 각각의 단독 발효 및 효모와의 혼합발효시 균의 생육정도, pH 및 총산도의 생성도 그리고 맛, 향기의 관능검사에서 Lm(분양받은 *Leu. mesenteroides*임)이 좋은 것으로 나타났다. 따라서 선정된 KL-1 균주와 Lm을 각각 효모와 혼합발효하여(KL-1+Y, Lm+Y) 무균상태의 과채즙에 일정비율로 접종하여 발효 과정중 이용당류의 조성 변화, 그에 따른 유기산의 생성과 그 유기산의 조성 변화, ethanol생성 정도, 그리고 vitamin C와 β-carotene의 함량변화를 살펴 보았으며 그 결과는 다음과 같다.

발효과정 중 환원당의 이용 비교

KL-1+Y, Lm+Y 혼합발효에 있어서 발효과정 동안 환원당의 함량은 Fig. 1에서와 같이 점차 감소하고 있다. KL-1+Y와 Lm+Y의 발효시, 초기함량이 18.3mg/ml이었는데 발효 72시간 후에는 8.78mg/ml 및 8.95mg/ml로 각각 52%, 51%의 당을 이용하였음을 알 수 있다.

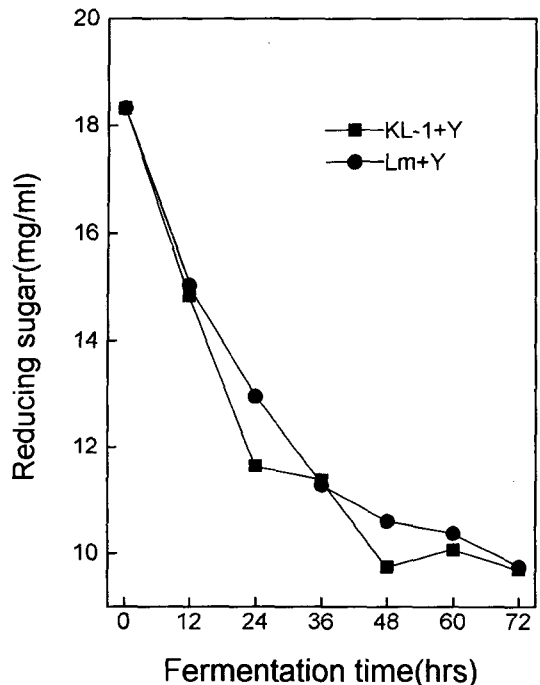


Fig. 1. Changes in reducing sugar content during mixed culture fermentation with KL-1 or Lm and yeast in vegetable juice at 30°C for 72hrs.
 KL-1: Isolated *Leu. mesenteroides*
 Lm: Obtained *Leu. mesenteroides*
 Y: Yeast(*Saccharomyces cerevisiae*)

그리고 초기 24시간에는 급격한 감소현상을 보였으며, 24~72시간 발효기간에서는 다소 완만한 경향을 보이고 있다. 이와같은 환원당의 이용경향은 뒤에 고찰코져하는 당류조성의 변화와 상관이 있으며 glucose의 이용률이 높았다.

Vitamin C 및 β-carotene 변화

선정된 KL-1+Y 및 Lm+Y에 의한 채소즙의 발효 중 vitamin C의 함량변화는 Fig. 2와 같다. Vitamin C의 함량은 처음 10mg%이었던 것이 발효중 점차 감소하여 72시간 후 각각 6.8mg%, 6.5mg%가 되었으며 24시간 후에는 각각 7.3mg%, 7.2mg%이었다. 전반적으로 초기 24시간에 27% 내외가 감소된 것으로 나타나고있다. 그러나 24시간 후부터는 감소도가 줄어들어 일정한 함량 수준을 보여주는데 이것은 산의 생성으로 pH가 낮아져 (pH 3.5내외) vitamin C가 안정화된 것으로 여겨진다 (14). 한편 KL-1+Y, Lm+Y의 발효 중의 β-carotene의 변화는 Fig. 3과 같다. 발효중 점차 감소하여 발효 적정기인 24시간 후에는 각각 초기량의 80%, 72%가 남아 있었고 72시간 후는 처음 함량의 거의 50%로 감소 되었다. 이와같은 결과는 발효과정 중 β-carotene이 이

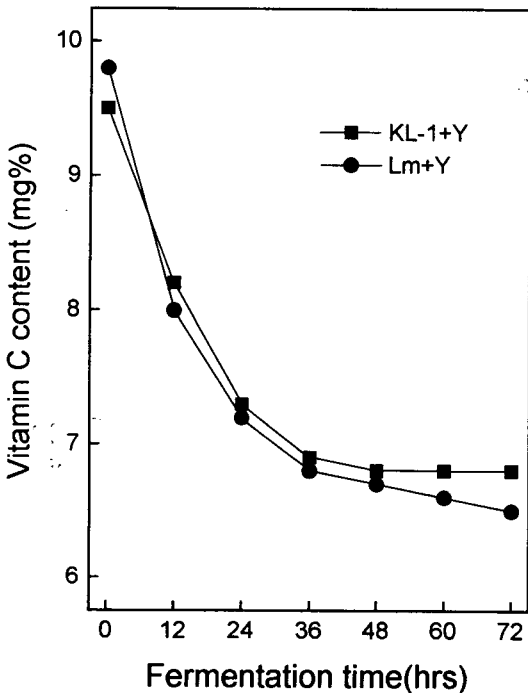


Fig. 2. Changes in ascorbic acid content during mixed culture fermentation by KL-1 or Lm and yeast in vegetable juice at 30°C, for 72 hrs. See footnote of Fig. 1.

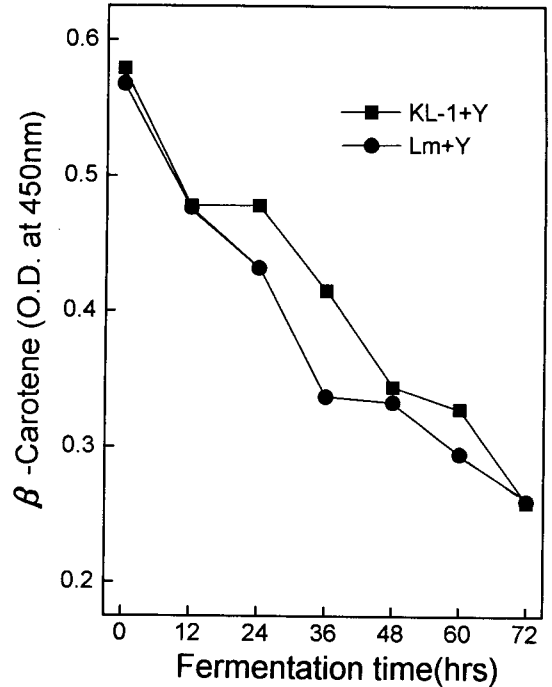


Fig. 3. Changes in β-carotene during mixed culture fermentation of KL-1 or Lm and yeast in vegetable juice at 30°C for 72 hrs. See footnote of Fig. 1.

용되었거나 산화반응 등에 의하여 파괴되었을 것으로 판단된다.

Ethanol의 변화

발효액 중의 GC에 의해 측정된 ethanol 함량은 Table 1과 같다. Ethanol 생성량은 효모 단독 발효시 0.0193 w/v%로 가장 많았으며 발효적정기인 24시간 후의 KL-1, Lm 단독발효에서는 발효전의 양인 0.0056w/v%와 비슷한 0.0045w/v, 0.0049w/v를 각각 나타내었다. 그러나 KL-1+Y와 Lm+Y의 경우 각각 0.0096w/v%, 0.00071 w/v%로 KL-1+Y의 경우 다소 많은 ethanol 생성량을

Table 1. Ethanol contents of fermented vegetable juice

Sample	Area[EtOH/tert-BtOH] (X value)	Contents (w/v%)
Control(unfermented)	12767/40979	0.0056
KL-1	9848/40045	0.0045
KL-1+Y	20410/37226	0.0096
Lm	9678/36306	0.0049
Lm+Y	13517/33960	0.0071
Yeast	44087/38816	0.0193

KL-1: Isolated *Leu. mesenteroides*

Lm: Obtained *Leu. mesenteroides*

Y: Yeast(obtained *Saccharomyces cerevisiae*)

보였는데, 미국의 경우 음료제품에서 알콜 함량은 0.5% 이하로 권장하고 있다(35). 효모와의 혼합발효에 의한 ethanol 생성이 뚜렷하며 그 결과 발효즙의 향기에 영향을 줄 것으로 여겨진다(14). 이때 효모는 ethanol 생성 외에도 diacetyl과 같은 방향성 물질을 생성한다고 보고되어지며(24), 이는 발효즙의 향기에 기여할 것으로 기대된다.

당류의 조성 변화

발효전 채소즙과 발효즙의 당류조성은 Table 2와 같다. 발효 전후의 주당류는 fructose, glucose, sucrose로 확인되었으며 발효 후 당류는 모두 감소하였으며, 발효전 채소즙과 KL-1+Y와 Lm+Y에 의한 발효 24시간 후의 채소 발효즙의 당류의 함량변화는 KL-1+Y와 Lm+Y의 경우 모두 glucose를 잘 이용하여 각각 초기량의 45%, 54%를 사용하였다. 이들 당류의 상당량이 잔존함으로써 발효즙의 감미에 기여하고 있으며 전체적인 관능적 특성에도 영향을 주고 있었다.

유기산의 변화

발효 전과 KL-1+Y와 Lm+Y에 의한 발효 후의 유기산 생성시 유기산의 조성변화는 Table 3에서 보는 바와 같다. 발효 전에는 malic acid, citric acid, succinic acid 등의 유기산이 주로 함유되어 있었으며 발효 후에는 lactic acid, malic acid, citric acid, succinic acid 외에 미확인된 세가지 유기산도 상당량 함유하고 있었다. KL-1+Y의 경우 발효전에 malic acid 및 iso-malic acid가 전체 조성의 81%이었던 것이 발효즙에서는 lactic acid와 malic acid가 전체의 76%를 차지하고 있다. 또한 발효전에 6.3%를 차지하던 것이 발효 후 검출되지 않는 확인되지 않은 유기산도 있었다. 그리고 발효 전에는 malic acid가 전체유기산의 53.2%를 차지하였으며 citric acid는 3.18%였다. 반면 발효 후에는 malic acid의 비율이 감소하고 lactic acid가 생성되었으며 KL-1+Y의 경우 lactic acid는 전체의 49.9%를 차지하였고, succinic acid의 비율도 증가하였다. 따라서 발효 후의 다

Table 3. Change in composition ratio of organic acids in fermented vegetable juice (Unit: %)

Organic acids	Fresh juice	Fermented juice	
		KL-1+Y ¹⁾	Lm+Y
Malic acid	53.2	26.0	59.6
Iso-malic acid	28.6	7.1	3.6
Lactic acid	0	49.9	23.3
Citric acid	3.18	1.8	2.4
Succinic acid	2.0	12.4	6.5
Unknown 1	6.3	0	0
Unknown 2	3.2	0.7	0.5
Unknown 3	3.5	1.9	3.7

¹⁾See footnote of Table 1.

양한 유기산 즉, lactic acid, malic acid, citric acid 그리고 succinic acid들에 의하여 발효액의 신맛과 상쾌한 맛이 강화하였다고 판단되었다.

요 약

전보에서 최종 선정된 균의 발효조건에 따른 발효과정중 발효액의 성분변화를 살펴 봄으로써 과채즙의 젖산발효 이용성을 검토하였다. 즉, 분리한 KL-1+Y(*Leu mesenteroides* and yeast), 분양받은 Lm+Y(*Leu mesenteroides* and yeast)에 의해 과채즙이 발효할 때 발효 3일후 각각 환원당의 52%, 51%를 이용하며, vitamin C는 점차 감소하였지만 산의 생성으로 pH가 낮아지면 안정화되었다. β-Carotene은 발효적정기인 24시간후 각각 초기량의 80%, 72%가 존재하였다. 그리고 KL-Y의 경우 0.0096w/v%, Lm+Y의 경우 0.00071 w/v%의 ethanol이 생성되었으며 발효전 채소즙과 발효즙 모두 fructose, glucose, sucrose가 주요 당류이었으며, 함량은 발효후 모두 감소하여 조성의 변화가 있었다. 발효전에는 malic acid, citric acid, succinic acid 등이 발효후에는 malic acid, citric acid, succinic acid, lactic acid 등의 유기산들이 함유되었는데, malic acid, citric acid는 발효중 비율이 감소하는 반면 succinic acid, lactic acid는 상대적으로 크게 증가하여 발효액의 신맛과 상쾌한 맛이 강화되었다고 판단되었다.

문 헌

- 최홍식, 김현영, 여경목, 김복남 : 김치젖산균과 효모의 혼합배양 방법에 의한 과채류즙의 발효양상. 한국식품영양과학회지, 27, 1059(1998)
- 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적 연구(제1보). 협기성 세균의 분리와 동정. 과연회보, 1, 56(1959)
- Mheen, T. I. and Kwon, T. W. : Effect of temperature

Table 2. Changes in sugar content of fermented vegetable juice (Unit: mg/ml)

Sugars	Fresh juice	Fermented juice	
		KL-1+Y ¹⁾	Lm+Y
Glucose	4.20	2.31	1.94
Fructose	6.60	4.62	5.29
Sucrose	3.50	2.29	2.46

¹⁾See footnote of Table 1.

- and salt concentration of kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443(1984)
4. 이철우, 고창영, 하덕모 : 김치 발효중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리젖산균의 동정. *산업미생물학회지*, **20**, 102(1992)
 5. 임종락, 박현근, 한홍의 : 김치에 서식하는 Gram 양성 세균의 분리 및 동정의 재평가. *한국미생물학회지*, **27**, 404(1989)
 6. 임종락, 박현근, 한홍의 : 각 온도에서 김치 발효 중 미생물의 친이과정. *인하대학교 기초과학연구소 논문집*, **11**, 16(1990)
 7. 심선태, 경규형, 유양자 : 김치에서 젖산균 분리 및 이 세균들의 배추즙액 발효. *한국식품과학회지*, **22**, 373(1990)
 8. 이현중, 백지호, 양문, 한홍의, 고용더, 김홍재 : 온도 강하에 의한 김치발효의 유산균 군집의 특징. *한국미생물학회지*, **31**, 347(1993)
 9. 소명환 : 김치에서 분리한 저온성 젖산균의 특성. *고려대학교 박사학위논문*(1994)
 10. Mital, B. K. and Steinkraus, K. H. : Growth of lactic acid bacteria in soy milks. *J. Food Sci.*, **39**, 1018(1974)
 11. Kanda, H., Wang, H. L., Hesseltine, C. W. and Warne, K. : Yoghurt production by lactobacillus fermentation of soybean milk. *Process. Biochem.*, **11**, 23(1976)
 12. Augeles, A. G. and Marth, E. H. : Growth and activity of lactic acid bacteria in soymilk. *J. Milk Food Technol.*, **34**, 30(1971)
 13. Hammer, B. W. and Babel, F. J. : *Dairy bacteriol.*, 4th ed., John Wiley and Sons Inc., New York(1957)
 14. Oh, Y. J., Hwang, I. J., Glittenberg, C., Friedel, A. and Leitzmann, C. : Einfluss regelmaessiger aufnahme laktofermentierter kohlgemuese aufdie bakterielle enzmaktivtaet im faezes des menschen. *Ernaehrugs Umschau.*, **39**, 148(1992)
 15. Hang, Y. D. and Jackson, H. : Preparation of soybean cheese using lactic starter organisms. *Food Technol.*, **21**, 97(1967)
 16. Breed, R. S., Murray, E. G. D. and Smith, N. R. : *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 7th ed. Bailliere, Tindall and Co., London(1974)
 17. Cheigh, H. S. and Park, K. Y. : Biochemical, microbiological and nutritional aspects of kimchi(Korean fermented vegetable products). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **34**, 175(1994)
 18. 최홍식 : 김치의 생화학적 특성. *동아시아 식생활학회지*, **5**, 89(1995)
 19. 최홍식, 이정민 : 김치관련 연구문헌의 분류 분석 및 김치연구의 동향. *부산대학교 가정대학 연구보고*, **17**, 11(1991)
 20. Fleming, H. P. : Vegetable fermentations. In "*Economic microbiology*" Academic Press Inc., London, England, Vol. 7(1982)
 21. Hosono, A., Wardojo, R. and Otani, H. : Inhibitory effects of lactic acid bacteria from fermented milk on the mutagenicities of volatile nitrosamines. *Agric. Biol. Chem.*, **54**, 1639(1990)
 22. Yu, J. H., Lew, I. D., Park, C. K. and Kong, I. S. : Lactic acid fermentation of soymilk by mixed cultures of *Lactobacillus acidophilus* and *Kluyveromyces fragilis*. *Kor. J. Appl. Microbiol Bioeng.*, **15**, 162(1987)
 23. Berry, D. R., Russel, I. and Stewart, G. G. : Growth of yeast, product formation. In "*Yeast biotechnology*" Labatt Brewing Co., London, Ontario, p.157, 345(1987)
 24. Larry, R. G. : Alcoholic beverages. In "*Food and beverage micrology*" Van Nostrand Reinhold, New York, p.307(1987)
 25. 상공부 : 1987년도 유망중소기업발굴지원사업 지원기관. *한국과학기술원*(1987)
 26. Deman, J. C., Rogosa, M. and Shape, M. E. : A medium for the cultivation of *Latobacilli*. *J. Appl. Bacteriol.*, **23**, 130(1960)
 27. 신효선 : 식품 분석. *신광출판사*, 서울(1987)
 28. AOAC : Associ. of Official Anal. Chemists. : *Official Methods of Analysis*, 15th ed.(1984)
 29. Raymond, T. M. : A gas chromatographic procedure for the determination of organic acid and reducing sugars in frementing cucumber juice. *J. Food Sci.*, **42**, 52(1977)
 30. Hurst, W. J. and Matin, R. A. : Rapid high pressure liquid chromatographic determination of carbohydrates in milk chocolate products. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **60**, 1180(1977)
 31. Macrae, R. : *HPLC in Food Analysis*. Academic Press, p.188(1988)
 32. Leo, M. L. N. : *Food Analysis by HPLC*. Marcel Dekker Inc.(1992)
 33. Coppola, E. D., Edward, C. C. and Richard, C. : Fruits and fruit products; High pressure liquid chromatography determination of major organic acid in cranberry juice. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **61**, 1490(1978)
 34. Mefeeters, R. F., Thompson, R. L. and Fleming, H. P. : Liquid chromatographic analysis of sugars, acids and ethanol in lactic acid vegetable fermentations. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **67**, 710(1984)
 35. Jasper, G. W. : Beverages carbonated and noncarbonated. The AVI Publishing Company Inc., Connecticut, p.319(1981)

(1998년 8월 14일 접수)