

## 김치류의 저장기간 연장을 위한 무우품종 선발에 있어서 발효성 당함량의 역할

김경제\* · 경규항 · 병원경 · 심선택 · 김현구\*\*

\*동국대학교 농학과, 세종대학교 식품공학과, \*\*영동전문대학 관광조리과

### Selection Scheme of Radish Varieties to Improve Storage Stabilities of Fermented Pickled Radish Cubes with Special Reference to Sugar Content

Kyung-Je Kim\*, Kyu-Hang Kyung, Won-Kyung Myung,  
Sun-Taek Shim and Hyun-Ku Kim\*\*

\*Department of Agriculture, Dongguk University, Seoul,  
Department of Food Science, King Sejong University, Seoul,

\*\*Department of Culinary Science, Youngdong Junior College, Kangneung

#### Abstract

A study relating the sugar contents of radishes to the final titratable acidities(TA) after complete fermentation was conducted to get an idea of selecting radish varieties to improve storage stabilities of fermented pickled radish cubes. Thirty six varieties of spring-sowing and thirty four varieties of autumn-sowing radishes were chosen to ferment to measure their final TA in relation to their sugar contents. The sugar contents of spring-sowing radishes were in the range from 2.40 to 3.71° Brix and the final TA ranged from 1.15 to 1.65%. The sugar contents of autumn-sowing radishes were in the range from 4.00 to 5.53° Brix and the final TA ranged from 1.45 to 2.00%. The final TA obtained after complete fermentation were found to be directly proportional to the sugar contents of radishes, showing that TA equals to  $0.29x + 0.4428$ , where x is sugar content of radish. From the equation, since a properly aged fermented pickled vegetable is believed to have a TA range from 0.6 to 0.8%, a radish of a sugar content ranging from 0.6 to 1.3° Brix will make fermented pickled radish cubes which will not be overacidified during the prolonged storage period.

Key words: radish, sugar content, titratable acidity

#### 서 론

김치나 깍두기와 같은 침채류는 한국의 전통적인 채소 발효식품으로서 적당한 발효가 진행된 직후에는 특이한 상쾌한 맛을 주나 저장하는 동안에 시어지는 산패(over-acidification)현상이 일어나서 장기간의 저장이 어려운 단점이 있다.

지금까지 침채류의 산패방지에 관한 많은 연구가 있었는데 대표적인 방법으로는 김치 즙액의 순간가열 살균법<sup>(1)</sup>, 방사선 처리법<sup>(2,3)</sup>, 보존료 사용법<sup>(4,5)</sup>, 통조림법<sup>(6,7)</sup>, pH 조정제의 이용<sup>(8-10)</sup>, 포장방법<sup>(11)</sup> 등이 있으나 가장 실용적으로 쓰일 수 있는 방법은 적당히 발효된 김치류를 냉장 저장하면서 짧은 기간내에 소비하는 방법이라 할 수 있다. 위에 예 모든 방법들은 모두 김치를 만드는 일 이외에 열이나약품

등으로 처리를 해야하므로 가정에서는 실행이 어렵고 산업체에서도 경제적인 부담을 주는 요인이 됨은 물론 약제나 기타 처리로 인한 소비자의 기피 현상이 예상될 수 있으므로 보다 근본적인 대책이 강구되어야 할 것이다.

본 저자들은 김치류 산패의 근본적인 방지 대책으로서 한 가지 가능성을 제시해 보고자 한다. 젖산발효가 가능한 발효성 당류(fermentable carbohydrates)의 함량이 적당히 낮은 배추나 무우의 품종이 있어서 발효중 적정 산도가 0.6-0.8%가 되었을 때 발효성 당이 완전히 소진된다면 젖산균이 있어도 젖산발효는 더 이상 진행되지 않으므로 김치류의 산패방지를 위한 근본적인 대책이 될 수 있다는 가설이다. 침채류 발효 초기의 주 세균은 이상 젖산발효 세균인 *Leuconostoc mesenteroides*로서 김치류 발효의 주 세균으로 생각되며<sup>(12)</sup> 이들이 발효를 했을 때는 상쾌한 발효채소의 맛을 주나 이 세균에 이어 나타나는 정상 젖산발효 세균인 *Lactobacillus plantarum*은 너무 강한 신맛(sharply acidic flavor)을 주므로 채소발효에

Corresponding author: Kyu-Hang Kyung, Department of Food Science, King Sejong University, Kunja-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-150

이상 젖산발효균을 이용하고자 하는 연구가 있었고<sup>(13,14)</sup>, 또한 채소류를 발효할 때 “완전발효가 일어나 발효 가능한 당이 모두 소진된다면 (fully cured)” 정상 젖산발효 세균에 의한 강한 신맛이 생기는 것을 방지할 수 있음은 물론 효모에 의한 2차 발효도 효과적으로 방지할 수 있다고 하였다<sup>(13-15)</sup>.

그런데 김치류는 적당한 발효가 끝난 상태에서도 비교적 많은 양의 잔존당(김치 : 1.3%, 깍두기 : 3.2%)<sup>(16)</sup>을 함유한다. 젖산균이라 할지라도 반드시 발효성 당이 있어야 젖산발효를 할 수 있으므로 만일 재료에 발효성 당이 적당히 낮은 양만 있다면 김치류가 익은 후에 산패되는 결과는 나오지 않게 된다.

본 연구에서는 그 조성을 아는 토양에 무우를 재배하여 품종별 일반성질 특히 당의 함량을 조사하고 무우의 당함량에 따른 깍두기의 발효양상, 최종 산생산량, pH 변화 등을 비교하므로서 무우에 함유된 당의 함량이 젖산발효에 미치는 영향을 조사하여 어떤 인위적인 처리를 하지 않고도 산패되지 않는 김치류를 만들 수 있는 품종개발 가능성을 타진하였다.

재료 및 방법

무우 : 공시품종은 25개 품종의 봄무우와 같은 수의 가을무우를 선정하여 토양의 이화학적 성질을 아는 (Table 1) 동국대학교 실험농장(경기도 고양군 원당을 소재)에 5<sup>2</sup> lattice design replication 포장 배치법에 의하여 파종, 재배하였으며 봄무우는 1987년 5월 14일에 파종하여 7월 10일에 수확하였고 가을무우는 같은 해 8월 27일에 파종하여 11월 6일에 수확하였다.

발효시험을 위한 품종은 위 재배품종 중에서 당함량에 따라 선발하였으며 비교의 목적으로 봄무우 11종(88년 8월)과 가을무우 8종(87년 12월-88년 3월)을 시장에서 임의로 구입하여 사용하였다.

부재료 : 필요한 양만큼 시장에서 구입하여 사용했으며 저장이 가능한 고추가루는 일시에 구입하여 냉장 저장하며 사용하였다.

무우의 당도 측정

시료 무우를 blender로 갈아 linen으로 짠 액을 굴절 당도계 (Atago Co., Japan)로 상온에서 측정하였다.

깍두기 담금 및 발효

Table 2에서와 같이 총량(330g)을 칭량하여 500ml beaker에 넣고 잘 섞은 후 PVC wrap으로 봉하여 20°C에서 발효시키되 24시간이 지나 즙액이 충분히 용출되어 무우의 고체부피가 줄어들었을 때 PVC wrap을 제거하고 약 20°C의 수도물로 채운 vinyl film bag을 상부에 얹어주므로서 깍두기를 눌러주는 효과를 얻고 또한 깍두기와 공기의 접촉을 방지하였다.

한편 당을 보강하고자 할 때는 무우 무게에 대한 1, 2, 3, 4%씩의 포도당을 전체 재료와 같이 섞어 사용하였고 peptone을 보강할 때는 10% peptone액을 만들어 무우 무게의 0.02, 0.05, 0.1, 0.2%되게 첨가하였다.

Table 2. Recipe for radish fermentation<sup>(17)</sup>

Ingre-dients	Radi-sh <sup>a)</sup>	Gin-ger	Gar-lic	Red pepper powder	Salt	Green onion	Total
Weight (g)	300	3	6	6	9	12	330

a) Radishes were cut into cubes with a dimension of about 1cm<sup>3</sup>

pH 측정

발효중인 시료 깍두기를 blender로 간 후 linen으로 걸러 그 액의 pH를 pH meter(동우기기)를 사용하여 측정하였다.

적정산도의 측정

마쇄하여 linen으로 거른 액을 다시 여과지(Whatman #44)로 4°C에서 걸러 맑게 한 즙액 10ml를 취하여 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N-NaOH로 중화 적정한 후 소비된 알칼리의 양을 젖산의 양으로 환산하였다.

Table 1. Physicochemical analysis of soil

Mechanical analysis				pH	O.M.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C.E.C.	Exchangeable contain me/100g		
sand	silt	clay	texture	1:5	%	Av. ppm	me/100g	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
51%	35%	14%	L	6.6	1.8	256	9.4	0.95	5.2	1.9

총균수 및 젖산균수 측정

Blending 하기 전의 시료 즙액 1m/ 를 취하여 적절히 희석한 후 총균수는 plate count agar(Difco Laboratories, Ann Arbor, MI)에 또 젖산균은 sodium azide-sucrose 배지에 평균 추가법에 의해 집중하고 30°C에서 24-48시간 배양한 후 나타난 집락수를 colony-forming unit 로 표시하였다.

결 과

무우의 특성

실험농장에서 재배한 봄무우(Table 3)와 가을무우(Table 4)의 품종별 잎과 뿌리의 특성을 조사하였을 때에 무우잎에 대한 성질이 봄무우와 가을무우 사이에 있어 큰 차이가 없었던 반면 뿌리의 무게나 당함량에 있어서는 뚜렷한 차이를 보여 주었다. 가을무우의 뿌리무게(평균 1142g)는 봄무우의 뿌리무게(평균 640g)에 비해 월등히 무거웠고 가을무우의 경우 무우 1개당 평균 1,000g 이 넘는 품종이 다수(19/25) 있었으나 봄무우의 경우는 한 개(1/25) 뿐이었다. 동일 품종이라고 하더라도 재배 계절의 영향이 뚜렷하여 하우스 봄무우의 예를 보면 봄에 재

배하였을 때(평균 986g)에 비해 가을에 재배할 때(1326g)에 뿌리의 중량이 월등히 무거웠고 미농 조생무우의 경우는 이보다 차이가 커서 봄에 재배할 때 평균값이 676g에서 가을 재배시에는 1,376g으로 2배 이상 무겁다는 사실을 알았다.

본 연구에서 가장 중요하게 생각되는 무우의 성질인 굴절당도 역시 품종에 따라 달라서 봄무우는 2.55-3.71%의 범위를 나타냈고 가을무우는 이보다 높은 4.08-5.12%를 나타내었다. 당도의 경우도 뿌리 중량의 경우와 마찬가지로 같은 품종도 계절을 달리하여 재배하였을 때에 큰 차이를 나타내었다. 뿌리의 예와 같이 하우스 봄무우를 봄에 재배했을 때 2.79%의 당도를 나타낸 반면 가을에 재배하였을 때는 4.26%를 나타내었다. 이는 미농 조생무우의 경우도 마찬가지로 봄에 재배했을 때는 3.33%의 당도를 보였고 가을에 재배했을 때는 4.65%의 당도를 나타내었다. 이상과 같이 무우의 제반성질은 개개 품종별 차이보다는 재배 계절에 따른 차이가 훨씬 크다는 것을 알 수 있었다.

실험농장에서 재배하지 않고 시장에서 임의로 구입한 무우는 품종명이나 토양조성은 알 수가 없었고 당도만 측정할 수가 있었던 바 당도범위를 볼 때 봄무우(11가지)는

Table 3. Characteristics of spring-sowing radishes

Code	Radish varieties	Leaves				Roots		
		Number	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Length (cm)	Width (cm)	Sugar content (%brix)
1	Pyungji spring	16.5	42.6	18.9	801	20.0	8.7	3.34
2	Sokseong spring	18.0	40.8	17.9	1066	23.7	10.5	3.00
3	House spring	19.9	40.1	15.7	986	26.5	9.2	2.79
4	Daeburyung summer	14.6	44.2	20.2	765	18.7	9.4	3.38
5	Hannong spring	17.2	39.9	16.5	818	21.9	8.5	3.18
6	Hanol spring	17.7	39.5	16.0	853	25.4	8.6	3.20
7	Pyungkang spring	20.2	42.6	17.1	915	22.7	8.7	2.75
8	Late spring top	16.2	43.9	19.6	841	23.4	8.4	2.98
9	Early spring top	20.4	42.0	17.2	866	21.2	9.2	2.55
10	Jeonglyuk summer	15.4	40.4	16.4	846	22.1	9.5	3.05
11	Improved spring	19.2	45.4	17.0	936	23.5	9.4	2.59
12	Jangchun spring	17.1	38.6	14.4	825	25.5	8.2	2.89
13	Seoul spring	15.2	43.5	19.6	412	15.1	7.1	3.43
14	Chinese	13.7	42.1	18.2	208	11.7	5.5	3.29
16	Uyseong	19.9	45.7	18.0	303	12.7	6.6	3.71
17	Minongjosaeng	28.0	36.5	17.6	676	29.7	6.6	3.33
18	Kungjung	20.4	41.7	14.6	497	25.0	6.2	3.27
19	Altari	14.1	44.2	17.2	409	16.9	7.7	3.67
20	Doginasi	27.4	40.9	12.9	461	24.6	6.2	3.28
22	Daejang	27.9	39.5	17.4	323	20.4	5.1	3.74
25	Jinju	24.4	44.4	15.9	340	16.0	6.5	3.51
26	Chongkag altari	16.0	40.7	17.4	462	14.7	8.1	3.43
27	Chuseok	28.0	44.4	17.4	492	15.0	7.9	3.63
28	Daeryuk red	18.6	47.6	21.1	545	9.6	10.5	3.71
30	Yonghyun	24.0	44.9	17.9	363	19.4	6.6	3.29
Average		19.6	42.2	17.3	640	20.2	8.8	3.24

Table 4. Characteristics of autumn-sowing radishes

Code	Radish varieties	Leaves				Roots		
		Number	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)	Length (cm)	Width (cm)	Sugar content (%brix)
1	Wangkwan	27.5	40.6	14.0	1240	19.4	11.1	4.74
2	Taebaek	16.6	36.9	15.7	1092	20.1	10.2	4.92
3	Baekja	23.2	48.1	14.4	1262	21.1	10.5	4.73
4	Oseong	20.7	46.6	14.4	1250	20.5	10.6	4.65
5	Chinese	16.2	39.4	15.7	796	21.0	8.5	5.12
6	Huylak	19.9	42.6	14.0	981	20.9	9.4	4.82
7	Kungjung	25.9	42.6	13.9	1376	34.4	7.7	4.08
9	Yonghyun	22.1	47.4	14.9	1133	26.4	8.6	4.72
10	Jinju	21.7	48.6	18.1	1048	29.1	8.7	4.63
12	Taewang	17.9	37.4	14.0	1060	19.2	10.0	4.97
13	Chuseok	22.9	42.5	13.0	963	21.5	8.6	4.42
14	New jinju	19.1	40.0	13.5	832	18.9	8.7	4.95
15	New banchung	28.5	43.9	13.2	1356	24.4	9.7	4.58
16	Minongjosaeng	33.7	38.4	13.1	1372	43.1	7.2	4.65
17	Baekho	19.9	41.6	13.5	1092	21.2	10.1	4.69
18	Cheonji	20.6	46.6	14.2	1113	22.7	9.5	4.60
19	Jinwang	19.1	48.4	16.0	1068	23.6	8.9	5.00
21	Mankyung	20.4	40.5	12.4	1037	22.1	9.2	4.82
22	Paldo	17.1	37.9	13.0	1068	22.0	9.2	4.54
23	Seoul dabal	26.1	47.0	16.2	1627	20.7	11.9	4.47
25	Kumbangseok	18.2	42.4	13.7	971	18.9	10.0	5.00
29	Cheongpong	17.7	43.7	14.9	1026	19.6	9.9	4.64
30	Pyungkang	16.7	36.7	13.1	887	18.4	9.4	4.92
31	Daeburyung	14.4	41.7	14.7	1575	29.5	10.5	4.42
32	House spring	18.0	43.2	12.4	1326	33.6	8.0	4.62
Average		21.0	42.6	14.2	1142	23.7	9.4	4.71

2.40-3.44%이고 가을무우(8가지)는 4.00-5.53%로서 실험농장에서 재배한 무우와 비슷한 당도범위에 있음을 알 수 있었다.

**당함량이 발효에 미치는 영향**

실험농장에서 재배한 무우중 당도가 최고, 중간 및 최저의 범위에 속하는 품종을 봄무우의 경우 8종(1, 3, 4, 7, 9, 11, 26, 28 : Table 3) 그리고 가을무우의 경우 10종(2, 5, 7, 13, 15, 19, 23, 30, 31, 32 : Table 4)을 발효품종으로 선택하였다. 그리고 시장에서 임의로 구입한 19 품종은 당도에 관계없이 모두 발효시험에 이용하였다. 무우의 재배 계절 및 발효 시기에 따라 발효양상에 유의할 만한 차이가 나타났으며(Fig. 1, 2) 발효시 산도 증가가 일직선으로 상승하는 경우가 있었는가 하면(87년 봄무우) 나머지는 그렇지 않은 곡선을 나타내었으며 특히 발효가 시작된지 4-8일째 즉 산도가 0.6-0.9% 되는 때에 일시적으로 산도 증가속도가 둔화되는 때가 흔히 발견되었다. 총균수는 시료 그룹에 관계없이 대체적으로 비슷하여 발효시작 2일째에 최고치를 나타냈으며 대체로  $1.0 \times 10^9$  cells/ml 이었다. 최고치 도달 후에는 총균수가 감소되었는데 그 감소 양상은 시료에 따라 다른 양상을 보였

다(Fig. 1). 젖산균수는 총균수와 마찬가지로 발효 2일째에 최고치를 보였으며 대체로  $1.0 \times 10^8$ - $1.0 \times 10^9$  cells/ml로서 그 이후 감소되거나 또는 감소되었다가 다시 상승하는 양상을 보였으며 최고치 도달 후 변화양상은 시료 그룹마다 다른 것을 볼 수 있었다.

당도가 비교적 낮은 봄무우는 발효가 짧은 기간 즉 16-18일만에 완료되었으며 적정 산도범위는 1.15-1.65%였고 당도가 높은 가을무우의 발효기간은 길어서 30-32일 걸렸으며 최종산도 범위는 1.45-2.00% 였다(Fig. 1, 2). 발효시켜 얻은 최종 적정 산도를 무우의 당도와 비교하였을 때 Fig. 3과 같이 나타남으로서 무우를 발효시켜 깎뚜기를 만들었을 때 얻을 수 있는 최종 적정 산도는 원료 무우의 당도와 비례관계가 있었음을 알 수 있었다. 즉 당도와 산도의 회귀직선을 도식한 결과(Fig. 3) 원료의 당도가 높을 때 최종 산생산량이 고도의 정의 상관관계( $r=0.96$ )를 유지하며 당도(x)의 수치 1단위가 변함에 따라 산도( $\hat{Y}$ )가 0.29% 변한다는 것을 나타내 주고 있다. 그리고 당도(x)가 0일 때 나타난 적정 산도는 발효재료중 무우를 뺀 부재료와 무우만큼의 물을 보충하고 발효시켰을 때의 산도이다.

또한 발효후 얻어진 최종 산도와 pH와의 관계가 Fig.

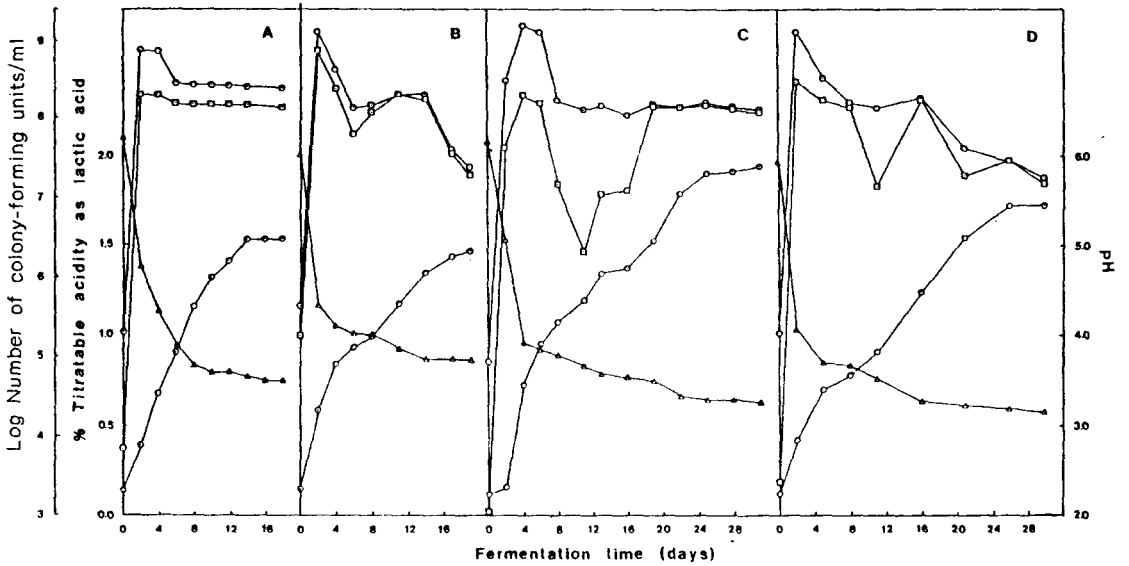


Fig. 1. Time course of changes during the lactic acid fermentation of radishes cultivated in different seasons. A. Spring sowed radish(lyr; 1987) with 3.4% sugar content, B. Spring sowed radish(lyr; 1988) with 3.4% sugar content, C. Autumn sowed radish(lyr; 1987) with 5.1% sugar content, D. Autumn sowed radish(lyr; 1987, stored for 2-4 months) with 5.2% sugar content. ○ ; total microbial counts, □ ; lactic acid bacteria counts, △ ; pH, ○ ; titratable acidity.

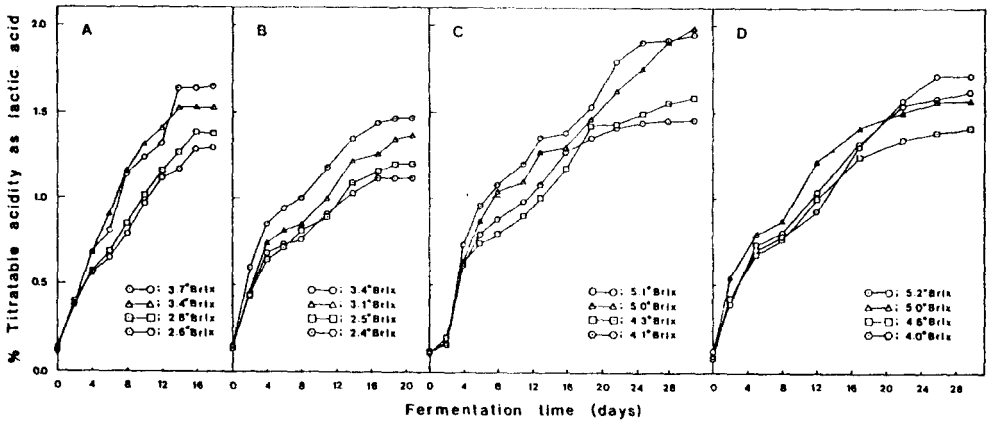


Fig. 2. Time course of titratable acidity changes during the lactic acid fermentation of selected radishes with different sugar contents cultivated in different seasons. A. Spring sowed radish(1987), B. Spring sowed radish(1988), C. Autumn sowed radish(1987), D. Autumn sowed radish(1987) stored for 2-4 months.

4에 표시되어 있는 바와 같이 산도가 높으면 pH가 낮다는 상식적인 관계가 대체적으로 성립됨을 관찰하였다.

당, peptone 및  $Mn^{++}$  첨가가 젖산발효에 미치는 영향

Fig. 3에서와 같이 꿀절당도계로 측정된 무우의 당도에 따라 최종적으로 생산될 수 있는 산의 양이 비례관계로 나타내었으므로 인위적으로 당 등을 첨가했을 때 같은 효과가 나올지를 알기 위해 먼저 포도당을 단계별로

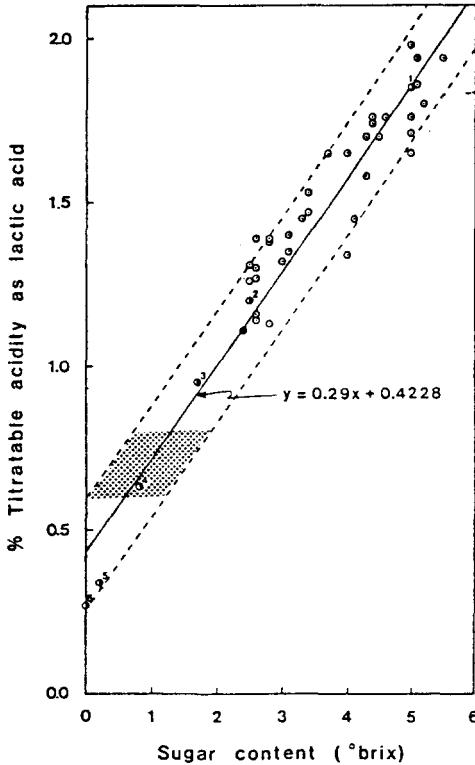


Fig. 3. Relationship between sugar contents of radishes and the final titratable acidities obtained after full fermentation. ○ ; actual points with radishes. 1; experimental point wholly with a radish of a sugar content of 5.0 Brix. ● ; radish was partly or wholly replaced with water, 2; one half of radish was replaced with water, 3; three quarters of radish were replaced with water, 4; five sixths of radish were replaced with water, 5; nineteen twentieths of radish were replaced with water, 6; whole radish was replaced with water, thus spices and salt in water were fermented.

1-4% 보강하고 발효실험을 한 결과 Fig. 5에서와 같이 산도증가 효과가 없었다.

당의 첨가만으로는 산생성에 영향을 미치지 못하여 질소화합물이나 기타 영양물질이 동시에 필요했는지를 알기 위해 peptone 만을 또 당과 함께 peptone 을 보강하여 발효시켰을 때도(Fig. 6) 역시 최종 산도나 발효과정에 어떤 변화를 찾을 수가 없었다. 또한 육류 발효에  $Mn^{++}$ 이 젖산균 증식 및 젖산 생성에 좋은 효과를 주었다는 보고에 따라  $Mn^{++}$ 을 첨가(data not shown)하여 발효하여도 앞서와 같이 발효증진 효과를 얻지 못하였다.

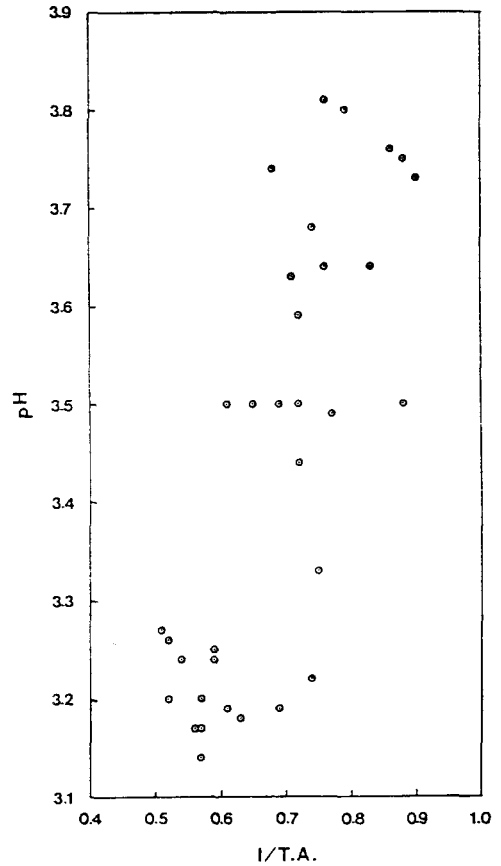


Fig. 4. Relationship between the final titratable acidities and pH after full fermentation of radishes.

### 고 찰

김치류의 재료에 발효가능한 당이 적당량만 있으면 젖산발효시에 모두 이용되어 적당한 발효만 일어나고 과다한 산의 생산이 없으며 김치류 저장시에는 산소공급이 제한된 조건이므로 효모의 번식도 대단히 효과적으로 저해하여 효모에 의한 이취 생성은 물론 연부현상도 최소화할 수 있으리라는 기대하에 우선 당도와 산 생산관계를 알아보기 위하여 무우의 당도와 발효 후 최종산도 및 pH를 비교하였다. 가을무우가 봄무우에 비해 뿌리 발달이 양호하고 당도가 높은 것은 봄무우에 비해 가을무우의 성장기간이 약 2주일 정도 길고 원래 무우라는 채소는 가을의 선선한 기후에 알맞은 작물이기 때문으로 사료된다. 본 연구의 품종선발 방향은 무우의 당도와 무우를 발효시켰을 때 얻을 수 있는 최종 산도와의 관계였기 때문에 재

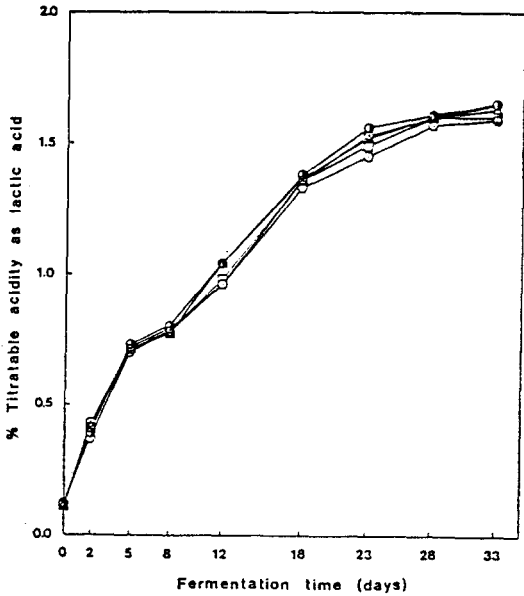


Fig. 5. Effect of added glucose on the production of titratable acidity during the fermentation of a radish with a sugar content of 4.0 Brix. ● ; control, ○ ; 1% added glucose, △ ; 2% added glucose, □ ; 3% added glucose, ◇ ; 4% added glucose.

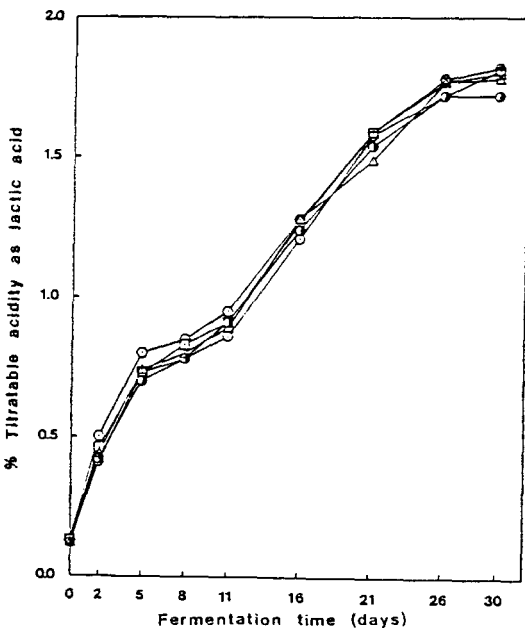


Fig. 6. Effect of added peptone with 4% glucose on the changes of titratable acidity during the fermentation of a radish with a sugar content of 5.2° Brix. ● ; control, ○ ; 0.02% peptone, △ ; 0.05% peptone, □ ; 0.1% peptone, ◇ ; 0.2% peptone.

배 무우의 발효를 위한 품종의 선별은 무우의 당도에 기초를 두었다.

Fig. 1, 2를 보면 87년 봄 재배무우를 제외한 모든 발효에서는 4-8일째 즉 산도가 0.6-0.9% 될 때 일시적인 산도증가 둔화현상이 발견되었는데 이는 젖산균의 교대 현상이 곧 바로 이루어지지 않은데 이유가 있는 듯하다. 즉 발효 초기에 젖산을 생산해 내는 비교적 젖산 내성이 낮은 *L. mesenteroides* 등의 세균이 초기 번식후 산도가 0.6-0.9% 되었을 때 도태되면서 이보다 내산성이 강한 젖산균, 예를 들면 *L. plantarum* 등이 빠른 시간내에서 충분한 숫자로 증가하지 못했기 때문이 아닌가 보인다. Fig 1에서 보는 바와 같이 일시적 산도증가 둔화현상이 나타나지 않은 87년 봄무우 발효시는 젖산균수의 수가 거의 일정했던 반면 기타 무우 발효시에는 젖산균수의 변동이 심했었음을 알 수 있다. 이처럼 발효양상이 무우의 재배 계절에 따라 다르고 발효 시기에 따라 다른 것은 무우 자체의 성분조성 및 미생물 분포는 물론 고추가루를 제외하고는 계절마다 다른 부재료를 사용했든 바 이들의 성분조성이나 미생물의 분포가 달랐을 뿐만 아니라 각뚜기를 담기 위하여 준비한 장소의 온도차이 등도 광범위하게 영향을 미치기 때문인 것으로 보인다.

발효후 생산되는 산은 Fig 3에서와 같이 원료 무우의 당도와 비례함을 확인하여 재료의 당도가 낮으면 최종적으로 생산되는 산도가 낮아질 수 있음을 확인하였다. 그러나 최종 산도가 당도와 정확하게 비례하지 않고 비교적 좁은 대를 형성하였던 바 우선 sauerkraut 발효시에 양배추 중에 포함된 당이 전부 발효되지 않았었다는 보고<sup>(18)</sup>와 마찬가지로 무우 중의 당이 모두 발효되지 않을 수 있음은 물론 품종마다 잔존당의 양이 다를 수 있다는 사실과 채소류는 원료에 들어있는 발효성 당의 종류 및 양이 다르고 각기 다른 원충능력<sup>(19)</sup> 등을 가지기 때문으로 보인다.

당의 함량에 따라 발효 후에 얻을 수 있는 최종 산도가 비례한다는 결과를 나타내는 Fig. 3에서 출진 부분 즉 당 함량이 0.6-1.3% 범위에 속할 때는 최종 산도가 0.6-0.8%에 머무르게 될 가능성이 있으며 궁극적으로 산패되지 않는 발효제품을 얻을 수 있다고 판단된다. 현재 본 실험에 이용한 품종이나 일반 재배 품종이 거의 대부분 잡종 1대 종자를 이용하므로 당의 함량이 낮은 종자의 원종끼리 교배함으로써 당도가 낮고 따라서 발효했을 때 최종 산도가 낮은 품종개발이 가능할 것으로 판단된다.

이상과 같이 재료의 당도가 발효제품의 최종 산도에 비례한다는 결과를 재확인하기 위해 인위적으로 채소류에

함량이 높은 것으로 알려진 포도당을 1-4%씩 첨가하여 발효하였을 때 Fig. 4에서와 같이 최종산도 증가나 발효 양상의 변화는 나타나지 않았다. 이는 김치를 발효할 때 첨가한 당이 김치의 총 산도나 pH에 영향을 주지 않았다는 정 등<sup>(10)</sup>의 보고와 일치하는 결과였다. 당만을 보강하였을 때 다른 영양소가 상대적으로 결핍되기 때문에 젖산발효가 촉진되지 못했을 가능성이 있어 peptone을 0-0.2%씩 당과 함께 보강하여도 발효 촉진효과가 없기는 마찬가지였다. 하지만 이 등<sup>(20)</sup>은 김치를 발효할 때 단백질 급원으로서 탈지우유를 첨가하였을 때 산도가 뚜렷하게 증가하였다고 보고한 사실과는 상치되는 결과였다. 또한 육류의 젖산발효시에  $Mn^{++}$ 이 젖산균의 증식 및 산생성에 촉진효과가 있었다는 보고에 따라  $Mn^{++}$ 을 보강하여 발효를 하였을 때도 산생성에 영향을 주지 못하였다. 이는 동물조직에 적게 함유된  $Mn^{++}$ 이 식물조직에는 비교적 많은 양이 함유되어 있기 때문에 첨가효과를 얻지 못한 듯하다.

이상과 같은 여러 결과로 판단해 볼 때 무우의 천연적인 굴절당도에 최종 산도가 비례할 뿐 당, peptone,  $Mn^{++}$ 을 각각 보강하여도 젖산발효를 촉진시키지 아니하고 단지 무우중에 당과 비례하여 들어 있는 어떤 미지의 물질이 젖산발효에 직접적인 영향을 주는 것으로 생각된다.

차후의 연구는 이와 같이 굴절당도에 비례하여 무우에 함유되어 있으면서 발효를 촉진할 수 있는 물질을 확인하고 이의 함량이 낮은 품종을 선발하거나 Fig. 3에서와 같이 굴절당도가 빗줄친 부분에 해당하는 품종을 개발함으로써 깎뚜기의 산패를 방지할 수 있으리라고 판단된다. 현재 당도가 가장 낮은 품종이 굴절당도 2.4% 정도를 나타내므로 1.3% 이내의 당도를 갖는 품종의 선발이나 육종에 의한 개발은 어렵지 않을 것이다. 또 당도 감소로 인한 맛의 저하는 하나의 결점이 될 수 있으나 젖산균에 의해 발효되지 않는 비발효성 감미료의 첨가 등으로 어렵지 않게 해결될 수 있는 문제이다.

## 요 약

적당한 발효가 끝난 후 저장중에 산패되지 않는 깎뚜기를 만들 수 있는 무우품종 선발 및 개량에 관한 연구를 하였다. 깎뚜기 등의 김치류가 시어지는 현상은 재료중의 발효성 당을 주로 젖산균이 발효하여 산이 과다하게 생기기 때문이므로 우선 무우의 품종별 또 재배 계절별 굴절당도를 측정하고 이들 무우를 발효하여 무우가 갖는 굴절

당도와 최종적으로 얻을 수 있는 적정 산도를 비교하였다. 봄무우의 당도는 2.40-3.71%로서 발효가 완전히 끝나는 데에 걸리는 기간은 16-18일로서 비교적 짧았으며 최종 적정산도는 1.15-1.65% 이었고 가을무우의 경우 당도는 4.00-5.53%로서 30-32일 만에 발효가 끝났으며 최종 적정산도는 1.45-2.00% 였다. 따라서 발효하여 최종적으로 얻을 수 있는 산도는 대체적으로 원료 무우에 함유된 당함량에 비례하며 그 관계는 적정산도( $\hat{Y}$ )=0.29x+0.4228 이었다. 적당히 발효된 김치류의 적정 산도는 0.6-0.8%의 범위이므로 위 식의 x값 범위는 0.61-1.30 범위에 든다. 즉 무우의 당도가 1.3% 이하이면 깎뚜기는 시어지지 않는다는 계산이 나오므로 이러한 당 농도를 갖는 품종을 선발하거나 종자를 개량한다면 어떤 인위적인 처리를 하지 않아도 시어지지 않는 김치류를 만들 수 있다고 본다.

한편 포도당이나 peptone 등을 보충하여 발효하여도 적정 산도가 증가하지 않았던 점으로 보아 무우에는 굴절당도와 비례하여 함유되어 있으면서 발효를 촉진시키는 미지의 물질이 있는 것으로 판단된다.

## 감사의 말

본 연구는 한국학술진흥재단의 1985년도 첨단과학 기초연구비 지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. 이남진·전재근 : 김치의 순간살균방법. 제 1보. 배추김치의 순간살균방법과 살균효과. 한국농화학회지, 24(4), 213(1981)
2. 김창식 :  $Co^{60}$ 선 조사에 의한 한국김치의 저장.원자력연구논문집, 2, 64(1962)
3. 이희성·이근배 : 방사선을 이용한 김치 저장에 관한 연구. 원자력 연구논문집, 5, 64(1965)
4. 송석훈·조재선·김 관 : 김치 보존에 관한 연구(제 1보). 김치발효에 미치는 방부제의 영향에 관하여. 육군기술연구소 보고, 5, 5(1966)
5. 권숙표·최건우 : 김치의 산패방지 보존방법. 특허공보, 152, 27(1967)
6. 김창식·김정호·정병호 : 김치통조림 제조법. 특허공보, 135, 33(1966)
7. 이춘영·김호식·전재근 : 김치통조림 제조에 관한 연구. 농화학회지, 10, 33(1968)
8. 조인석·이석연 : 김치의 산패방지법. 특허공보, 163,



- 73(1968)
9. 김순동·최경호 : 열무김치의 숙성에 미치는 pH 조정제의 영향. 한국식량영양학회 학술발표회 초록 83-B-5(1983)
  10. 김순동 : 김치숙성에 미치는 pH 조정제의 영향. 한국식품과학회지, 14(3), 259(1985)
  11. 이양희·양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농화학회지, 13(3), 207(1970)
  12. Mheen, T.I. and Kwon T.W. : Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(4), 443(1984)
  13. Chen, K.H., McFeeters, R.F. and Fleming, H.P. : Fermentation characteristics of heterolactic acid bacteria in green bean juice. *J. Food Sci.*, 48, 962(1983)
  14. Chen, K.H., McFeeters, R.F. and Fleming, H.P. : Complete heterolactic acid fermentation of green beans by *Lactobacillus cellobiosus*. *J. Food Sci.*, 48, 967(1983)
  15. Fleming, H.P., McFeeters, R.F., Thompson, R.L. and Sanders, D.C. : Storage stability of vegetables fermented with pH control. *J. Food Sci.*, 48, 975(1983)
  16. 농촌진흥청 : 식품성분표 제 3 개정판, p.31(1986)
  17. 송혜련 : 김치에 관한 문헌고찰 및 최적 숙성시의 염도관리에 대한 연구. 석사학위논문, 세종대 대학원(1983)
  18. Peterson, W.H., Fred, E.B. and Wiljoen, J.A. : Variations in the chemical composition of cabbage and sauerkraut. *The Canner*, 61, 19(1925)
  19. 정하숙·고영태·임숙자 : 당류가 김치의 발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. 한국영양학회지, 18(1), 36(1985)
  20. 이희순·고영태·임숙자 : 단백질 급원식품이 김치의 발효와 ascorbic acid의 안정도에 미치는 영향. 한국영양학회지, 17 (2), 101(1984)

(1988년 9월 22일 접수)