

동치미 발효에 미치는 무 품종의 영향

허윤정 · 조영주 · 김종기¹ · 박기환*

중앙대학교 식품공학과, ¹원예과학과

Effects of Radish Root Cultivars on the *Dongchimi* Fermentation

Yun-Jeong Huh, Young-Ju Cho, Jong-Kee Kim¹ and Ki-Hwan Park*

Department of Food Science and Technology

¹Department of Horticulture, Chung-Ang University

Physico-chemical and sensory characteristics of six *dongchimi* cultivars were evaluated. Moisture and sugar contents were 94.2% and 4.30°Brix for three spring radish cultivars, while 92.9% and 7.30°Brix for three autumn ones. pH (5.7~6.1) and acidity (0.09~0.12%) did not show significant differences among cultivars. pH decreased steadily up to 21 days to reach optimum pH of 4.0. The maximum number of total lactic acid bacteria, 10^8 ~ 10^9 CFU/mL, was reached at pH 4.0. The final acidity of spring radishes was lower than that of autumn ones, and was proportional to the sugar content of the radishes. The firmness of spring radish decreased rapidly compared to the autumn ones. *Cheongbok* was found suitable for *dongchimi*, because its firmness level was maintained around 165.0×10^3 N/m² at 35 days. Sensory evaluation revealed 96371 among spring radishes and *cheongbok* among autumn radishes scored high in firmness, chewiness, flavor, and overall acceptance. These results suggest that autumn radishes are suitable for *dongchimi* fermentation with *cheongbok* being the best among the cultivars.

Key words: *dongchimi*, radish cultivars, firmness, physico-chemical properties

서 론

우리나라의 전통적인 채소발효식품으로 가장 중요한 부식 재료로 자리잡고 있는 김치류는 비타민, 무기질, 그리고, 식이 섬유 등의 좋은 공급원이 되어 왔고⁽¹⁾, 발효과정을 통하여 생성된 젖산은 Ca, Fe 등과 같은 무기질의 체내 이용률을 증가시키며 김치의 숙성에 따라 증가되는 유산균은 정장 작용 효과가 있다고 보고된 바 있다⁽²⁾. 김치류 중의 하나인 동치미는 일명 동침(凍沈)이라고 하며, 작고 매운 맛이 있는 무를 소금에 5~6시간 절인 후 마늘, 생강, 파, 배 등을 넣고 소금물을 받쳐 심심히 간을 하여 숙성시키는 김치를 말한다⁽³⁻⁵⁾. 동치미는 배추김치와 달리 부재료를 적게 사용하고, 고춧가루를 쓰지 않으면서 국물을 많이 넣어 담그는 것으로 국물에 생성된 젖산을 비롯한 각종 유기산과 이산화탄소가 주는 독특한 신선미와 상쾌한 탄산미, 그리고 무의 아삭한 텍스처 때문에 옛부터 즐겨먹던 겨울철 국물 김치이다⁽⁶⁾. 근래에는 냉장고의 보급이 일반화되고 외식산업이 발달함에 따라 계

절에 관계없이 동치미를 담가 이용하고 있다⁽⁷⁾.

동치미는 깍두기와 함께 무를 주원료로 한다는 점에 그 특징이 있는데, 무(*Raphanus sativus* L.)는 우리나라에서 배추와 함께 2대 채소중의 하나로써 겨자과에 속하는 1년생 또는 월년생 초본으로 원산지는 확실하지 않으며, 주로 중국을 통하여 들어온 무가 각 지방에 도착한 재래종이 많다⁽⁸⁻⁹⁾. 무의 성분은 수분이 약 93%, 조단백질이 1%, 당질은 주로 glucose로서 3%정도 함유되어 있으며⁽¹⁰⁾, 비타민 C의 함량이 10~30 mg%로 많은 편이다. 무의 조직에는 섬유소와 펙틴질⁽¹¹⁾, 각종 무기질과 소화효소인 amylase⁽⁸⁾ 등이 함유되어 있고, methyl mercaptane이나 mustard oil과 같은 특유의 방향성분을 가지고 있다⁽¹²⁾.

김치류는 배추김치, 깍두기, 동치미 등 그 종류가 다양하며 적당히 발효가 진행된 직후에는 독특한 맛과 향기를 주지만, 저장하는 동안에 과숙현상이 일어나 장기간의 저장이 어려운 단점이 있다. 김치의 저장성을 향상시키기 위한 방법으로 저온저장⁽¹³⁾, 가열살균⁽¹⁴⁾, 방사선 처리⁽¹⁵⁾, 첨가제의 사용⁽¹⁶⁾, 향신료 및 천연 부재료의 김치에 대한 첨가효과⁽¹⁷⁻¹⁸⁾, 연화방지를 위한 열처리⁽¹⁹⁾에 대한 연구 등이 있다. 무를 원료로 하는 동치미에 대한 연구내용을 보면 열수 담금 및 염 혼합물 첨가의 병용효과⁽²⁰⁾, 동치미의 발효 중 물리화학적 및 관능적 특성변화⁽²¹⁾, 열처리와 염첨가의 저장성 효과⁽²²⁾, 동치미의 맛 성분⁽²³⁾, 숙성세균의 분리동정⁽²⁴⁾, 소금농도의 영향⁽²⁵⁾,

*Corresponding author : Ki-Hwan Park, Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1 Naeri, Daedug, Ansong, Kyonggi 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-3036
Fax: 82-31-675-4853
E-mail: khpark@post.cau.ac.kr

천연재료를 첨가하였을 때의 효과^(6,26-28), 발효기간 단축⁽²⁹⁾ 등이 있다.

위의 연구동향을 살펴본 결과 대부분이 발효과정 중 이화학적, 미생물학적 특성과 맛, 냄새 등 관능적 성질에 관한 것이었으며, 주원료인 무 품질에 관한 연구는 저장 중 나타나는 품종간 물리화학적 특성⁽³⁰⁾, 품종 및 뿌리 부위별 품질관련 형질의 차이⁽³¹⁾, 무의 절임 특성⁽³²⁻³⁴⁾, 숙성기간에 따른 텍스처의 변화와 성분 변화⁽¹¹⁾에 관한 연구 등이 있었을 뿐, 무 품종에 따른 동치미 발효 중 특성 변화에 대한 비교 연구는 없었다. 무는 작형에 따라 많은 품종이 분화되어 있어 그들 고유의 유전특성에 따라 외형과 내부 구성 물질의 함량이 다르다⁽³⁵⁾. 무는 꽃눈 형성에 필요한 저온 감응성(vernalization)과 일장감응(日長感應)의 차이로 인하여 크게 봄무와 가을무, 그리고, 여름철 고랭지에서 재배하는 여름무로 품종이 분화⁽³⁶⁾되어 있기 때문에 계절별, 품종별로 다른 특성을 갖게 된다. 따라서 본 연구에서는 계절과 품종, 부위별로 원료 무의 일반성분과 경도 등의 특성을 측정하여 동치미 가공시 기초자료로 하도록 한다. 또한, 품종별로 동치미를 제조하여 발효숙성 중의 pH와 총산도, 경도의 변화와 미생물수의 변화를 측정하고 관능적 검사를 통해 가공적성을 비교, 평가하여 저장성과 품질이 좋은 품종을 선정에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

원료무

본 실험에 사용된 무는 관동, 백봉(s), 96371의 봄무, 청복, 청운, 백봉(a)의 가을무로써, 충남 조치원의 (주)홍농종묘 육종연구소에서 1999년에 파종·재배·수확한 것을 사용하였다.

무의 이화학적 특성 분석

무는 품종별로 상, 중, 하 세 부위로 구분하였고, 품종별 및 부위별 차이에 대한 통계분석은 SAS를 이용하여, 유의성 검정을 하였으며, 시료간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)로 하였다.

수분함량은 105°C 상압가열 건조법⁽³⁷⁾으로 측정하였고, 회분함량은 600°C 회화법으로 하였다⁽³⁷⁾. 조단백질 함량은 시료 1g을 micro-Kjeldahl 장치를 이용하여 측정하였고 질소계수 6.25를 곱하여 환산한 것을 조단백질 함량(%)으로 하였다. 당도는 분쇄한 무를 여과하여 여액을 굴절계로 측정하여 °Brix로 나타내었다. 또, pH는 여액을 pH meter로 측정하였고, 총산도는 1% phenolphthalein 용액을 지시약으로 여액 10 mL에 증류수 10 mL를 가하고 이를 중화시키는데 소요된 0.1 N NaOH 용액의 용량(mL)을 lactic acid(%)로 환산하였다. 경도는 생무를 상, 중, 하의 세 부위로 나누어 각 부위 수직방향에서 $2 \times 2 \times 1$ (width × length × height, cm) 크기의 직육면체로 만들어 texture test system(Food Technology Co., USA)을 사용하여 압축성(compressibility)을 측정하였고, 시료를 균일하게 절단하기 위해 내경 2×2(cm) 금속절단기와 목재 절단기를 사용하였다. 조직의 단단함(firmness)은 얻어진 force-distance curve에서 처음으로 나타나는 가장 높은 peak를 N/m²로 계산하였다.

동치미의 제조

무를 깨끗이 씻고 7~10 cm 길이로 자른 후, 유리단지애 각 품종별로 넣은 후 무 무게에 대하여 생강 0.2%, 마늘 0.5%, 파 2%, 양파 6%, 배 3.6%, 생 홍고추 3.0%, 삭힌고추 1.5%를 넣고, 끓여서 식혀놓은 3%⁽²⁵⁾의 소금물을 1.5배(w:v)⁽²³⁾ 부은 후 4°C에서 보관하면서 35일간 발효 숙성시켰다.

동치미의 발효 특성 분석

동치미액과 동치미 무의 pH, 총산도 및 경도는 원료무의 측정과 동일한 방법으로 측정하였다. 총균수는 시료 담금액 1 mL를 멸균증류수에 10배 단계로 적절하게 희석하여 각각의 희석액 1 mL를 plate에 접종하고 plate count agar(DIFCO, USA)를 부어 혼합한 다음, 36 ± 1°C에서 48시간 배양하여 형성된 집락수를 시료 mL당 colony-forming units(CFU/mL)로 나타내었다. 젖산균수는 시료 담금액 1 mL를 멸균증류수에 10배 단계로 적절하게 희석하여 각각의 희석액 1 mL를 plate에 접종하고 BCP(Brown Cressol Purple)를 첨가한 plate count agar(DIFCO, USA)를 부어 혼합한 다음 36 ± 1°C에서 72시간 배양하여 형성된 집락수를 시료 mL당 colony-forming units(CFU/mL)로 나타내었다.

관능검사

관능검사요원 10명을 대상으로 7점 평점법으로 평가하였다. 동치미의 단단함(firmness), 부서짐성(brittleness), 씹힘성(chewiness), 국물의 향미(flavor), 기호도(acceptance)를 평가요소로 하여 무의 재배시기에 따라 봄무, 가을무로 나누어서 각각 3품종간의 차이를 비교 측정하였다. 단단함과 부서짐성은 무를 씹은 후 힘과 아삭한 정도, 씹힘성은 연속적으로 씹어 삼킬 수 있는 정도가 되었을 때까지의 질감 정도를 평가하였고, 향미는 동치미 액의 향과 맛을 비교하였다. 전체적인 기호도는 입안에서의 전체적인 무의 texture와 액의 향과 맛에 대해 평가하였다. 관능검사에서 얻어진 결과의 통계분석은 SAS를 이용하여 각 처리구간의 유의성 검정을 하였으며 시료간의 유의성 검정은 Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)로 하였다.

결과 및 고찰

무의 이화학적 특성

무의 품종별 외형적 특성을 보면, 가을무가 봄무에 비하여 길이가 짧고 직경은 굵은 편이었으며, 무게는 가을무가 680~1200 g, 봄무가 650~980 g으로 나타났다. 백봉의 경우 동일 품종이라고 하더라도 계절의 영향을 받아 일조량과 시간의 차이로⁽³⁸⁾ 봄에 재배했을 때 보다 가을에 재배했을 때가 직경이 더 굵고 무거웠다(Table 1).

무의 품종별 이화학적 특성을 Table 2에, 계절에 따른 무의 평균 특성을 Table 3에 나타내었다. 수분함량은 봄무가 94.2%로 가을무 92.9%에 비해 높게 나타났으며, 품종별로는 백봉(s)이 94.7%로 가장 높았고 청복이 92.6%로 가장 낮았다. 부위별로는 상 부위의 수분함량이 낮았다. 식품성분표⁽³⁹⁾를 보면, 조선 무의 경우 수분함량이 94.3%이고 일본 무의 경우 95.6%로 비교적 높게 나타나는 데 이는 경도에 영향을

Table 1. Physical characteristics of radish cultivars

Season	Cultivars	Length (cm)	Girth (cm)	Weight (g)
Spring	<i>kwandong</i>	28~32	7.5~9.0	800~950
	<i>baekbong(s)</i> ¹⁾	30~35	5.0~7.0	650~800
	96371	28~30	6.5~8.0	700~980
Autumn	<i>cheongbok</i>	23~27	7.5~10.0	830~1050
	<i>cheongwoon</i>	25~28	8.0~10.0	1000~1200
	<i>baekbong(a)</i> ²⁾	28~32	6.0~8.0	680~900

¹⁾s; spring, ²⁾a; autumn.

미칠 것으로 생각되어진다. 박과 김⁽³¹⁾에 의하면 일본무가 한국계 무보다 경도가 낮았으며, 이와 같은 연합은 건물량의 비교에서도 볼 수 있는데 한국무는 100 g 생체에 대하여 평균 6.9%인데 반해 일본무는 5.3%로 많은 수분을 갖는다고 하였다. 일반적으로 일본무의 경우 수분이 많아 금방 물러진다고 하여 깎두기용으로 사용하지 않는데, 위와 같은 수분함량의 차이로 인해 봄무가 가을무보다 동치미 저장성에 부적합한 것으로 생각된다.

회분함량은 봄무가 가을무에 비해 높게 나타났는데, 96371이 11.0%로 가장 높았고, 백봉(a)이 6.6%로 가장 낮았다. 품종간에는 차이가 없었으며, 부위별로는 상, 하 부위간에 유의차를 보였는데, 상 부위가 봄무 8.9%, 가을무 5.9%로 다른 부위에 비해 낮게 나타났다. 조단백질 함량은 가을무인 청운이 1.5%로 가장 높았고, 봄무인 백봉이 1.0%로 가장 낮았다. 품종별로는 차이를 보이지 않았으며, 부위별로는 상 부위가 다른 부위에 비해 높았고, 가을무의 경우 상, 하 부위간에 유의차를 보였다. 당도는 가을무가 7.3°Brix, 봄무가 4.3°Brix로써, 청복이 7.5°Brix로 가장 높았고, 관동이 4.0°Brix로 가장 낮았다. 백봉의 경우 봄에 재배했을 때 4.4°Brix, 가을에 재배했을 때 7.33°Brix로 계절에 따른 차이를 보였다. 계절별로 차이를 나타냈고, 부위별로는 상 부위가 다른 두 부위에 비해 높게 나타났으며, 가을무의 경우 상 부위가 다른 부위와 유의차를 보였다. 김 등⁽⁴⁰⁾에 의하면 가을무가 봄무에 비해 당도가 높은 것은 가을무의 성장기간이 약 2주일 정도 길기 때문이라고 하였다. 또한, 당도의 경우 같은 품종도 계절을 달리하여 재배하였을 때에 큰 차이를 나타내며, 무의 재배성질은 개개 품종별 차이보다는 재배 계절에 따른 차이가 훨씬 크다고 하였는데, 이는 위의 결과와 일치하였다. 또한, 김 등⁽⁴⁰⁾과 유 등⁽⁴¹⁾, 김 등⁽⁴²⁾에 의하면 당도가 김

Table 3. Comparison of characteristics of radish between spring and autumn

Items	Season	
	Spring	Autumn
Moisture (%)	94.23 ^a	92.85 ^b
Ash (%)	9.29 ^a	8.15 ^a
Crude protein (%)	1.05 ^a	1.30 ^a
Sugar (°Brix)	4.30 ^a	7.30 ^b
pH	5.74 ^a	6.11 ^b
Total acidity (%)	0.11 ^a	0.10 ^a
Tissue firmness (N/m ² × 10 ³)	111.83 ^a	152.07 ^b

치 발효에 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

pH는 큰 차이가 없이 5.7~6.1 범위로 약산성으로 나타났고, 가을무가 봄무보다 중성쪽에 더 가까웠다. 유의차이를 보면 계절별로 차이가 있었고, 부위별로는 하 부위가 다른 두 부위와 유의차를 보였으며, 봄무의 경우 5.4, 가을무의 경우 5.9로 다른 두 부위에 비해 낮게 나타났다. 산도는 품종간에 큰 차이가 없이 0.09~0.12%로 나타났고, 부위별로는 상 부위가 다른 두 부위에 비해 낮았으며 봄무의 경우 하 부위와 유의차를 나타냈다. 원료무에 대한 품종별, 부위별 경도는 봄무가 가을무에 비해 낮게 나타났는데, 봄무의 경우 관동이 109.86 × 10³ N/m²으로 가장 낮았고, 백봉(112.96 × 10³ N/m²)과 96371(112.67 × 10³ N/m²)은 차이를 보이지 않았다. 가을무의 경우 백봉, 청운, 청복 순으로 경도가 높았고, 청운의 상부위가 194.37 × 10³ N/m²으로 가장 높았다. 부위별로는 상 부위가 봄무의 경우 118.29 × 10³ N/m², 가을무의 경우 191.35 × 10³ N/m²으로 다른 부위에 비해 높게 나타났는데, 이는 상 부위가 노출되어 있고 목부조직이 먼저 발달하므로 목화의 정도가 크기 때문이라고 한다⁽³¹⁾.

발효속성 중 동치미 액의 pH와 총산도 변화

발효전 pH는 5.8~6.3을 나타냈고, 발효가 진행되면서 적정 pH에 이르는 21일까지 빠르게 감소한 후 완만해지는 경향을 보였다(Fig. 1). 적숙기 동치미의 적정 pH범위인 4.0내외^(21,23,43)에 이르는 시간을 비교해 보면 봄무는 17~21일, 가을무는 21~24일이 소요되어 봄무가 가을무보다 빨리 숙성하는 것을 볼 수 있었다. 이는 당도의 영향으로 당도가 비교적 낮은 봄무가 가을무에 비해 발효가 짧은 기간에 이루어진 것으로 보인다. 이러한 pH의 변화양상에서 변곡점을 볼 수 있었는데

Table 2. Physicochemical characteristics of radish cultivars

Items	Cultivars					
	<i>kwandong</i>	<i>baekbong(s)</i>	96371	<i>cheongbok</i>	<i>cheongwoon</i>	<i>baekbong(a)</i>
Moisture (%)	94.04 ^{a1)}	94.71 ^b	93.94 ^a	92.57 ^c	93.32 ^d	92.65 ^c
Ash (%)	8.83 ^{ab}	8.01 ^{ab}	11.03 ^a	8.99 ^{ab}	8.89 ^{ab}	6.59 ^b
Crude protein (%)	1.06	0.96	1.15	1.03	1.49	1.38
Sugar (°Brix)	4.03 ^a	4.40 ^a	4.47 ^a	7.50 ^b	7.07 ^b	7.33 ^b
pH	5.7	5.7	5.8	6.1	6.1	6.1
Total acidity (%)	0.11	0.11	0.10	0.10	0.12	0.09
Tissue firmness (N/m ² × 10 ³)	109.86 ^a	112.96 ^{ab}	112.67 ^{ab}	159.95 ^b	151.24 ^{ab}	145.02 ^{ab}

¹⁾Means with same letter are not significantly different.

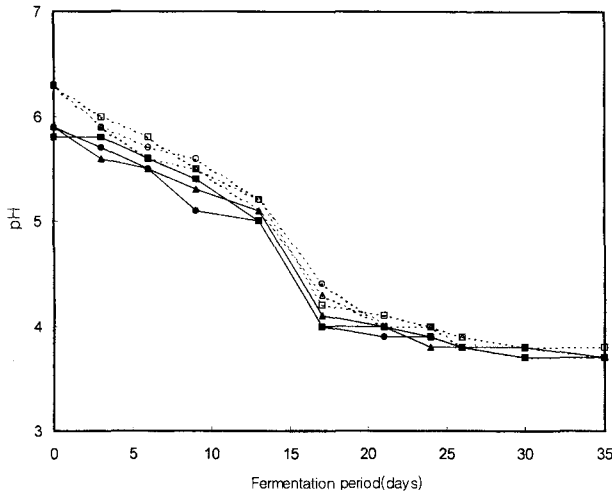


Fig. 1. Changes of pH in *dongchimi* liquid during fermentation at 4°C for 35 days.
 - ■ - : *kwandong*, - □ - : *cheongbok*, - ▲ - : *baekbong(s)*, - △ - : *cheongwoon*, - ● - : 96371, - ○ - : *baekbong(a)*.

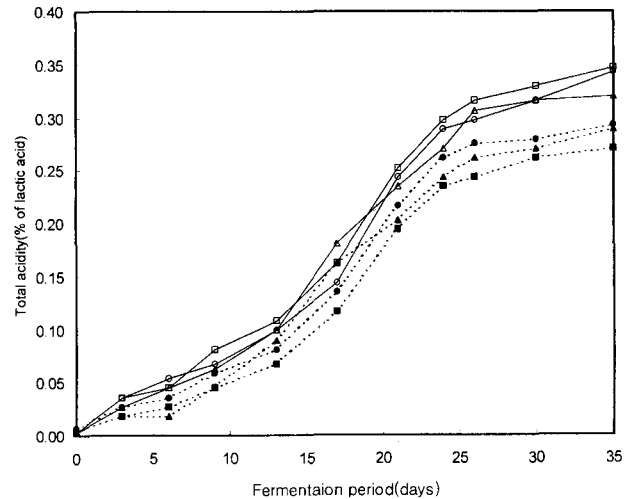


Fig. 2. Changes of total acidity in *dongchimi* liquid during fermentation at 4°C for 35 days.
 - ■ - : *kwandong*, - □ - : *cheongbok*, - ▲ - : *baekbong(s)*, - △ - : *cheongwoon*, - ● - : 96371, - ○ - : *baekbong(a)*.

발효에 관여하는 미생물들의 pH에 대한 민감성으로서 각 단계별로 최적 pH범위가 다른 적정 미생물로 교대되기 때문에 생각된다. 가을무의 경우 3개의 변곡점을 볼 수 있었는데 첫 번째 변곡점은 pH 5.1~5.2, 두 번째는 pH 4.2~4.4, 세 번째는 pH 4.0 내외였다. 봄무의 경우 발효가 가을무에 비해 빨리 진행되어 2개의 변곡점만이 관찰되었는데, 첫 번째는 pH 5~5.1, 두 번째는 pH 4.1~4.0으로 나타났다. 그리고 발효 말기에 pH가 보통 3.8전후로 그 이하로는 더 떨어지지 않았는데 이는 김치 중에 존재하는 산이 약산으로 그 해리상수가 적기 때문에 김치가 과숙하여도 pH 3이하로는 내려가지 않기 때문이다⁽¹⁷⁾. 김 등⁽⁴⁵⁾은 김치재료의 완충작용때문에 발효말기의 pH에 큰 변화가 없다고 하였는데, 위와 같은 결과를 나타냈다. 이와 이⁽²³⁾는 동치미 담금법에 대한 관능검사를 실시하여 염도 2.4%, 숙성온도 4°C, 무와 물의 비율이 1:1.5가 좋은 평가를 받았고, 최적 숙성기의 pH는 3.9±0.1인 것으로 보고하였다. 강⁽²¹⁾에 의하면 발효과정 중 무 조직의 견고성은 발효 초기에 급격히 저하되었다가 증가한 뒤 다시 서서히 감소하는 경향이였으며, 담금액의 pH와 총산도의 감소 경향에서 3개의 변곡점이 측정되었고, 비휘발성 유기산은 젖산과 구연산이 주성분이고 발효 중 젖산의 증가는 온도가 높을수록 더욱 현저하였다⁽²¹⁾. 문 등⁽²⁵⁾은 높은 소금농도 6.3%에서 발효가 서서히 진행되어 저장성이 좋다고 하였고, 관능검사에서 소금농도 3.0%의 동치미가 우수한 평가를 받았다.

액의 총산도 함량은 전반적으로 발효초기에는 완만히 증가하다가 발효 13일 이후부터 급격하게 증가하였고 계속적으로 점차적인 증가를 보였다(Fig. 2). 엄 등⁽⁴⁶⁾은 이 시기가 유기산인 젖산과 초산이 급격히 증가하여 동치미의 풍미를 높여주는 시기라고 하였다. 봄무의 경우 생성되는 총산함량이 가을무에 비해 낮았으며, 그 중 관동이 다른 품종에 비해 가장 낮은 총산함량을 보였다. 적숙기에 있어서 산도는 배추김치의 0.6~0.8%보다 훨씬 낮은 0.12~0.25%였는데 이것은 김 등⁽⁴⁵⁾, 정⁽⁴⁷⁾, Park *et al.*⁽⁴⁸⁾, 고 등⁽⁴⁹⁾, 박⁽⁴⁴⁾과 유사한 결과를 보였다. 적숙기의 산도가 배추김치의 적정산도 보다 낮은 원

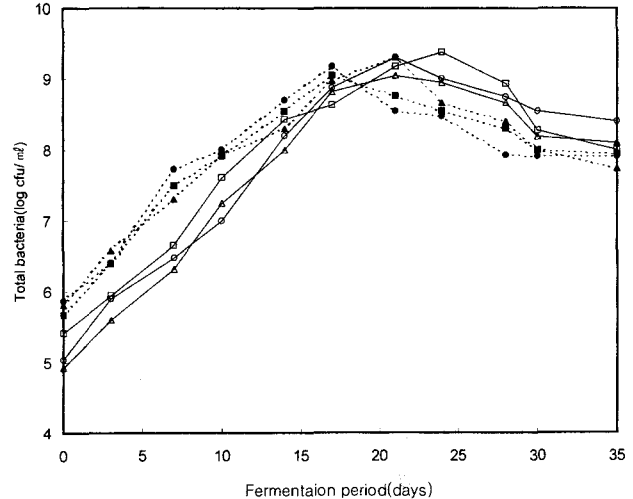


Fig. 3. Changes of total bacteria in *dongchimi* liquid during fermentation at 4°C for 35 days.
 - ■ - : *kwandong*, - □ - : *cheongbok*, - ▲ - : *baekbong(s)*, - △ - : *cheongwoon*, - ● - : 96371, - ○ - : *baekbong(a)*.

인은 동치미가 주로 물과 무만으로 담그고 고춧가루 등의 부재료가 없어 산미를 쉽게 느낄 수 있고, 무로부터 용출되는 물질이 배추보다 적어 완충작용이 낮았기 때문이라고 하였다⁽⁴⁴⁾.

발효숙성 중 동치미 액의 미생물학적 특성 변화

총균수는 0일에 10⁵ CFU/mL이던 것이 pH의 저하에 따라 10⁸~10⁹ CFU/mL로 증가하였는데, 적정 pH범위인 4.0정도일 때 그 수가 최대에 도달하였다. 봄무 관동과 96371은 17일, 백봉은 21일에, 가을무 청운과 백봉은 21일, 청복은 24일에 최대 총균수를 보인 후 서서히 감소하는 경향이였다(Fig. 3).

젖산균수의 변화는 Fig. 4와 같은데, 변화 양상이 총균수의 변화와 비슷하게 나타났다. 초기 균수에 있어 총균수가 젖산균수보다 많았으나, 발효가 진행됨에 따라 거의 일치하여 젖산균수의 증가가 총균수 증가의 주원인임을 알 수 있

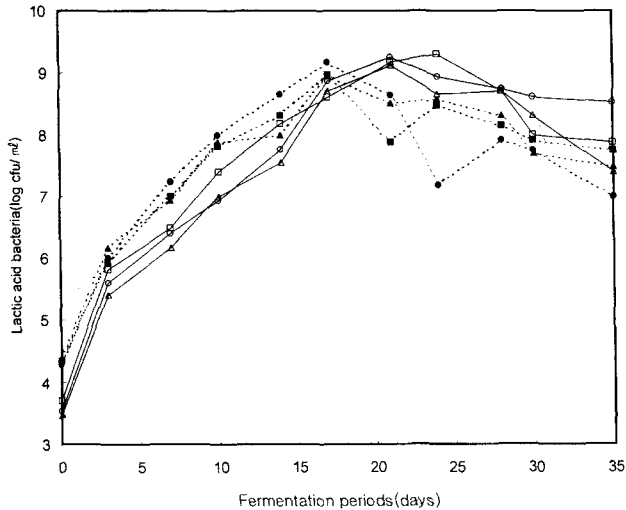


Fig. 4. Changes of lactic acid bacteria in *dongchimi* liquid during fermentation at 4°C for 35 days.
 - ■ - : kwandong, - □ - : cheongbok, - ▲ - : baekbong(s), - △ - : cheongwoon, - ● - : 96371, - ○ - : baekbong(a).

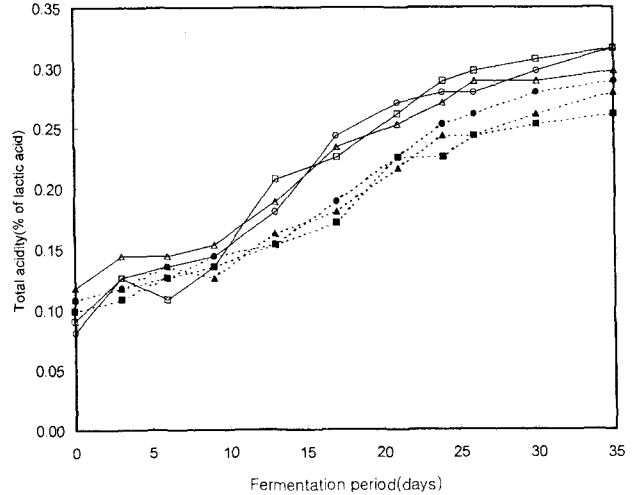


Fig. 6. Changes of total acidity in *dongchimi* radish during fermentation at 4°C for 35 days.
 - ■ - : kwandong, - □ - : cheongbok, - ▲ - : baekbong(s), - △ - : cheongwoon, - ● - : 96371, - ○ - : baekbong(a).

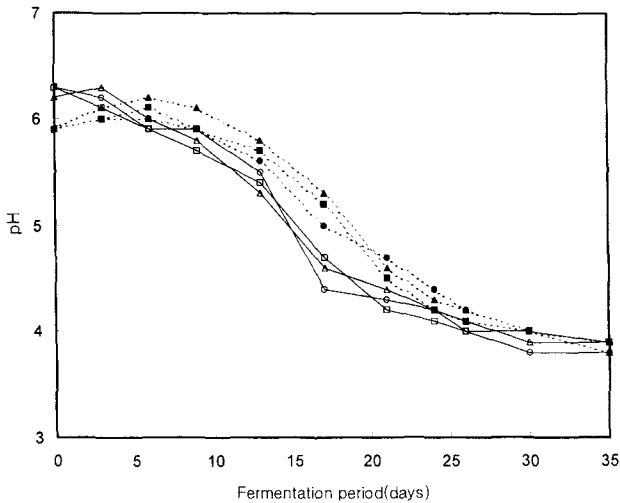


Fig. 5. Changes of pH in *dongchimi* radish during fermentation at 4°C for 35 days.
 - ■ - : kwandong, - □ - : cheongbok, - ▲ - : baekbong(s), - △ - : cheongwoon, - ● - : 96371, - ○ - : baekbong(a).

었다. 이는 민⁽⁵⁰⁾과 문 등⁽¹⁰⁾, 엄⁽⁴⁶⁾의 연구와 같은 결과를 보였으며, 젖산균이 생성하는 젖산과 CO₂가 김치내용물을 산성화시키고 혐기상태를 만들어 비젖산균의 생육이 억제되기 때문이다⁽⁵²⁾. 젖산균수의 경우 봄무는 17일에 10⁸~10⁹ CFU/mL, 가을무 청운과 백봉은 21일, 청복은 24일에 10⁹ CFU/mL로 최고치를 보였고, 그 이후 감소되거나 또는 감소되었다가 다시 상승하기도 하였는데 이러한 변화 양상은 품종마다 다르게 나타났다. 이러한 변화는 발효 초기 이후로 내산성이 약한 젖산균이 감소하고 내산성이 강한 젖산균이 증가하면서 젖산균수의 변화가 일어났던 것으로 생각된다.

발효속성 중 동치미 무의 pH와 총산도 변화

발효전 pH는 봄무가 5.9로 가을무의 6.2~6.3에 비해 낮았

으나 발효 9일 이후에는 가을무의 pH저하가 더 커져서 13일째에는 96371과 관동이 5.6과 5.7이었고, 청복과 청운은 5.4와 5.3을 나타냈다(Fig. 5). 이는 젖산균이 무의 발효성 당을 분해하여 발효가 일어나는데 당함량이 높은 가을무에서 발효가 더 잘 일어나고 이로 인해 pH의 저하가 봄무보다 빠르게 나타난 듯 하다. 발효초기에 봄무의 경우 pH가 약간 증가하는 경향을 보였는데, 이는 가을무에 비해 세포벽이 얇아^(34,35) 소금침투가 용이하게 이루어져 생긴 것으로 생각된다.

산도의 변화는 Fig. 6과 같이 저장 초기 무 자체의 성분에 의해 각 시료별로 다소 높은 총산함량 0.08~0.12%에서 증가하다 감소하는 경향을 보인 후, 발효 9일 이후 계속해서 증가하는 경향을 보였다. 발효 9일에 총산함량 0.13~0.15%에서 35일에 0.26~0.32%로 점차적인 증가를 나타냈다. 봄무는 가을무보다 최종 산도가 낮게 나타났는데, 당도가 4.0 °Brix로 가장 낮은 당도를 보인 관동의 경우 최종 생성된 총산함량이 0.26%로 낮게 나타났고, 7.5°Brix로 가장 높았던 청복의 경우 0.32%로 높게 나타났다. 발효 후 생성되는 산은 원료 무의 당도와 비례하는 것을 볼 수 있었는데 이는 김 등⁽¹²⁾, 유 등⁽⁴¹⁾, 김 등⁽⁴²⁾, 류 등⁽⁴³⁾의 연구결과와 같았다.

발효속성 중 동치미 무의 경도 변화

동치미를 4°C에서 35일간 저장하면서 경도의 변화를 측정 한 결과 발효초기 9일까지 경도의 급격한 감소와 증가를 보인 후 완만하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 7). 발효초기의 급격한 감소는 강⁽¹⁾, 육 등⁽¹⁹⁾, 정과 이⁽¹¹⁾의 결과와도 일치하였으며, 이러한 경향은 삼투압에 의한 조직액의 용출과 소금의 침투로 무 조직의 변화에서 기인된 것으로 보이고, 그 이후의 변화는 발효에 의한 성분 분해 및 산의 생성으로 인한 조직변화로 생각된다.

발효초기에 경도의 감소폭과 상승폭이 봄무에 비해 가을무가 크게 나타났고, 일정기간이 지난 후 봄무는 가을무에 비해 경도가 급격히 감소하여 조직이 연화되는 것을 볼 수

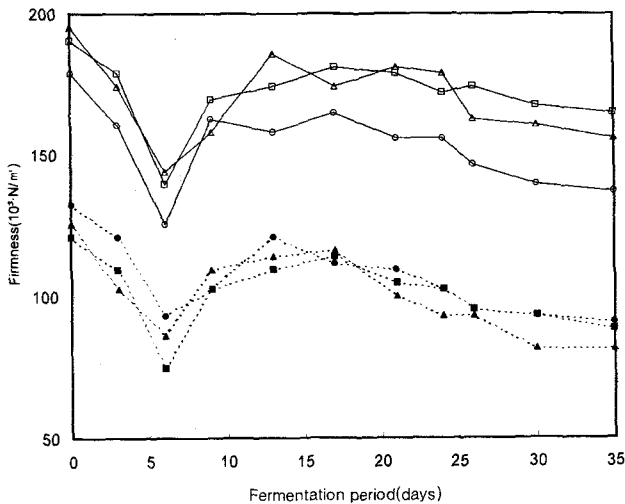


Fig. 7. Changes of firmness in *dongchimi* radish during fermentation at 4°C for 35 days.

- ■ - : kwandong, - □ - : cheongbok, - ▲ - : baekbong(s), - △ - : cheongwoon, - ● - : 96371, - ○ - : baekbong(a).

있었다. 봄무는 가을무에 비해 경도가 낮고 저장에 따른 경도 감소폭이 크기 때문에 오래 저장할 경우 품질저하의 원인이 될 수 있다고 생각한다. 가을무인 청복의 경우 0일에 $190.7 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ 이었고, 6일째에 $139.5 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ 로 급격하게 감소한 후 저장 17일까지 경도가 증가하였고, 장기간 저장시 경도의 감소폭이 크지 않아 저장 35일째에도 $165.1 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ 내외의 경도를 유지하여 다른 품종에 비해 동치미 저장에 적합한 것으로 나타났다.

발효 숙성 중 동치미의 관능 특성 변화

동치미를 4°C에서 보관하면서 품종에 따른 관능적 특성을 보기 위해 강⁽¹⁾, 박⁽⁴⁴⁾, 이와 이⁽²³⁾의 적숙기에 대한 관능검사 결과에 바탕을 두어 최적 숙성기의 pH가 4.0 ± 0.1 , 총산도가 0.2~0.3%에 이르는 21일에 측정하였다. 봄무와 가을무의 재배시기와 실험날짜의 차이로 인해 관능검사를 함께 실행하지 못해 봄무 품종간의 비교와 가을무 품종간의 비교만을 할 수 있었다(Table 4, 5).

봄무의 경우 단단함은 96371과 관동이 백봉에 비해 높은 점수를 보였는데, texture meter로 측정된 결과 백봉의 경도가 가장 낮게 나와 같은 경향을 보였으며, 부서짐성은 백봉이 3.4로 낮았고 품종간 유의차는 없었다. 씹힘성은 질긴 정도로 96371이 6.2로 높았고, 백봉이 3.8로 낮게 나타났다. 동치미 담금액의 국물의 향미는 96371과 관동이 백봉에 비해 높은 점수를 나타냈고, 품종간 유의차는 없었다. 기호도는 동치미 무와 담금액의 전체적인 느낌으로 부서짐성과 씹힘성, 국물의 향미에서 높은 평가를 받은 품종이 높게 나타났는데, 96371이 5.0으로 기호도가 좋았고 백봉은 3.0으로 좋지 않았다.

가을무의 경우 단단함은 청복과 청운이 각각 5.8과 5.0으로 3.5의 백봉에 비해 높은 점수를 보였다. texture meter로 경도를 측정된 결과 역시 청복과 청운이 높게 측정되어 이와 비슷한 경향을 나타냈다. 부서짐성은 백봉이 3.5로 낮았으며 청복, 청운과 유의차가 있었다. 씹힘성은 청복이 6.3으로 가장 높았고 백봉이 3.3으로 낮게 나타났다. 동치미 담금

Table 4. Sensory evaluation of *dongchimi* with spring radishes stored at 4°C for 21 days

Cultivars	Firmness	Brittleness	Chewiness	Flavor	Acceptance
kwandong	5.4 ^a	4.2 ^a	5.2 ^{ab}	4.2 ^a	5.0 ^a
baekbong	4.2 ^a	3.4 ^a	3.8 ^a	3.0 ^a	3.0 ^b
96371	5.6 ^a	4.6 ^a	6.2 ^b	4.4 ^a	4.4 ^{ab}

Table 5. Sensory evaluation of *dongchimi* with autumn radishes stored at 4°C for 21 days

Cultivars	Firmness	Brittleness	Chewiness	Flavor	Acceptance
cheongbok	5.8 ^a	4.8 ^a	6.3 ^a	5.3 ^a	5.8 ^a
cheongwoon	5.0 ^a	4.8 ^a	5.0 ^b	4.8 ^{ab}	5.0 ^a
baekbong	3.5 ^b	3.5 ^b	3.3 ^c	3.8 ^b	3.8 ^b

액의 국물의 향미는 청복이 5.3으로 다른 품종에 비해 높은 점수를 보였고, 백봉과 유의차가 있었다. 기호도는 봄무와 마찬가지로 단단함, 부서짐성, 국물의 향미가 높은 청복이 5.8로 기호도가 좋게 나타났다.

이상의 관능검사 결과와 일반성분 및 동치미 저장 중 무의 경도 등을 비교해 보았을 때, 수분함량이 낮고 당도가 높으며 동치미 가공·저장 중 경도가 높은 품종이 기호도가 높은 것으로 나타났다.

요 약

품종별로 무의 일반성분과 경도 등의 특성을 측정하고 동치미를 제조하여 발효숙성 중의 물리화학적·미생물학적 특성과 관능검사를 실시한 결과 다음과 같다. 외형적 특성은 가을무가 봄무에 비하여 길이가 짧고 직경은 굵은 편이었고, 이화학적 특성은 가을무가 봄무에 비하여 수분, 회분함량은 낮고, 당도는 높았으며, 경도는 가을무가 봄무에 비하여 높았다. 동치미의 발효 숙성 중 pH는 낮아지고 산도는 증가하였다. 동치미의 적정 pH와 산도에 이르는 시간이 봄무가 가을무에 비해 빠르게 나타났으며, 최종 생성된 총산함량은 가을무가 봄무에 비해 높았으며, 이는 원료무의 당도와 비례하는 것으로 나타났다. 미생물 수의 변화에서 총균수의 변화는 봄무의 경우 17일과 21일, 가을무의 경우 21일과 24일에 최대 총균수를 보인 후 서서히 감소하는 경향이였다. 젖산균수도 총균수의 변화양상과 비슷하였으며, 봄무는 17일에 $10^8 \sim 10^9 \text{ CFU/mL}$, 가을무는 청운과 백봉의 경우 21일에, 청복의 경우 24일에 10^9 CFU/mL 로 최고치를 보인 후 감소하거나 또는 감소하였다가 다시 상승하기도 하는 등 품종마다 다르게 나타났다. 경도 변화는 발효 초기 급격한 감소와 증가를 보인 후 완만하게 감소하였으며 가을무가 봄무에 비하여 높았고, 그 중 청복이 장기간 저장해도 경도가 높게 유지되었다. 동치미를 4°C에서 보관하면서 pH 4.0 ± 0.1 , 총산도 0.2~0.3%에 이르는 21일째에 관능검사를 실시한 결과, 봄무에서는 96371이, 가을무에서는 청복이 단단함과 씹힘성, 국물의 향미가 높았고, 전체적인 기호도에서도 좋게 나타났다. 이상의 평가 결과 청복이 동치미 가공·저장에 가장 적당한 품종으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 수행 되었으며, 이에 감사드립니다.

문헌

- Kim, S.J. and Park, K.H. Retardation of *kimchi* fermentation by the extracts of *Allium tuberosum* and growth inhibition of related microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 813-818 (1995)
- Park, W.S. Present condition and the future respect of *kimchi* industry. Bull. Food Technol. 7(2): 17-17 (1994)
- Hwang, H.S. Korea Cooking Encyclopaedia. Samchungdang, Seoul (1973)
- Kang, L.H. Taste of Korea, DeaHan Textbook, Seoul (1987)
- Yun, S.S. Korea Food Terminology. Mineumsa, Seoul (1991)
- Jang, M.S. and Kim, N.Y. Physicochemical and microbiological properties of *dongchimi* added with citron (*Citrus junos*). Korean J. Food Sci. 13: 286-292 (1997)
- Jo, J.S. and Hwang, J.Y. Standardization of *kimchi* and related products (2). J. Korean Diet. Cult. 3: 301-308 (1988)
- Cho, J.S. Food Materials. pp. 149-150. Muneundang, Seoul (1996)
- Chang, H.K. and Nam, K.S. Food Sitology-Focus on Studies on the Material of Food. Eoolimnwhasa, Seoul (1997)
- Moon, S.J. and Son, K.H. Food Sitology and Theology of Woking. Suhaksa, Seoul (1986)
- Jung, G.H. and Rhee, H.S. Changes of texture in terms of the contents of cellulose, hemicellulose and pectic substances during fermentation of radish *kimchi*. Korean J. Food Sci. 2: 68-75 (1986)
- Kim, J.G., Choi, H.S., Kim, S.S. and Kim, W.J. Changes in physicochemical and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 838-844 (1989)
- Lee, Y.H. and Yang, I.W. Studies on the packaging and preservation of *kimchi*. Korean J. Agric. Chem. Biotech. 13: 207-219 (1970)
- Pyun, Y.R., Shin, S.K., Kim, J.B. and Cho, E.K. Studies on the heat penetration and pasteurization conditions of retort pouch *kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 15: 414-420 (1983)
- Cha, B.S., Kim, W.J., Byun, M.W., Kwon, J.H. and Cho, H.O. Evaluation of gamma irradiation for extending the shelf life of *kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 109-119 (1989)
- Park, K.J and Woo, S.J. Effect of Na-acetate, Na-malate and K-sorbate on the pH, acidity and sourness during *kimchi* fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 40-44 (1988)
- Ahn, S.Y. Study of *kimchi* manufacturing (1)-The effect of seasoning on *kimchi* fermentation. Korean Natl. Inst. Technol. Qual. 20: 61-80 (1970).
- Park, W.P. and Kim, Z.U. The effect of salt concentration on *kimchi* fermentation Korean J. Agric. Chem. Biotech. 34: 295-297 (1991)
- Yook, C., Chang, K., Park, K.H. and Ahn, S.Y. Pre-heating treatment for prevention of tissue softening of radish root *kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 447-453 (1985)
- Kang, K.O., Ku, K.H., Lee, J.K. and Kim, W.J. Changes in physical properties of *dongchimi* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 262-266 (1991)
- Kang, K.O. Changes in physical properties of *dongchimi* during fermentation. Ph.D. dissertation, Se-jong Univ., Seoul (1990)
- Kang, K.O., Ku, K.H. and Kim, W.J. Combined effect of brining in hot solution and salts mixture addition for improvement of storage stability of *dongchimi*. Korean J. Food Sci. Nutr. 20: 559-565 (1991)
- Lee, M.R. and Rhee, H.S. A study on the flavor compounds of *dongchimi*. Korean J. Food Sci. 6: 1-8 (1990)
- Hwang, K.C. Bacterial florae ageing fermented vegetables and productivity of vitamin B₁₂. Ph.D. dissertation, Kyung-Hee Univ., Seoul (1983)
- Moon, S.W., Cho, D.W., Park, W.S. and Jang, M.S. Effect of salt concentration on *dongchimi* fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 11-18 (1995)
- Jang, M.S. and Moon, S.W. Effect of *Licorice* root (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) on *dongchimi* fermentation. Korean J. Food Sci. Nutr. 24: 744-751 (1995)
- Kim, M.J., Moon, S.W. and Jang, M.S. Effect of onion on *dongchimi* fermentation. Korean J. Food Sci. Nutr. 24: 330-335 (1995)
- Kim, M.R., Kim, M.J. and Back, J.Y. Physicochemical and sensory characteristics of *dongchimi* added with soybean-curd whey. Korean J. Food Sci. Nutr. 30: 1068-1075 (2001)
- Kim, D.H., Chun, Y.K. and Kim, W.J. Reduction of fermentation time for preparation of *dongchimi* juice. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 726-732 (1994)
- Hong, S.J. and Lee, S.K. Comparison of physicochemical characteristics among radish cultivars after storage. Korean J. Hort. Sci. 36: 812-817 (1995)
- Park, K.W. and Kim, M.Z. Studies on the quality of radish (2)-Differences of some quality components between cultivars and parts of the root. Korean J. Hort. Sci. 26: 226-230 (1985)
- Kim, M.R., Park, H.Y. and Chun, B.M. Characteristics of *kakdugi* radish cube by autumn cultivars during salting. Korean J. Food Sci. Nutr. 30: 25-31 (2001)
- Kim, M.R. and Oh, S.H. Characteristics of *kakdugi* radish cube by spring cultivars during salting. Korean J. Food Sci. Nutr. 30: 819-825 (2001)
- Kim, M.R., Jhee, O.H., Park, H.Y. and Chun, B.M. Characteristics of salted radish cubes at different season. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 1-7 (2002)
- Kim, J.K., Chung, D.H., Park, K.H. and Kim K.S. Quality evaluation of fresh radish roots, cooked and processed products using texture parameters, and their application to breeding programs. Ministry of Agriculture and Forestry Study (1999)
- Yoo, K.C. and Lee, G.E. Studies on the physiology of bolting and flowering in *Raphanus sativus* L. (6)-Bolting reaction in different seed production method on the radish and chinese cabbage. Korean J. Hort. Sci. 22: 73-79 (1981)
- Korea Food Industry Association. Food Code. Ministry of Health and Welfare (2002)
- Park, K.W. and Fritz, D. Influence of fertilization on quality components of radish grown in green house. *Gartenbauwissenschaft*. 48(5): 227-230 (1983)
- Korea Nutrition Information Center. Food Nutrition Table. Chungangmunwhasa, Seoul (2001)
- Kim, K.J., Kyung, K.H., Myung, W.K., Shim, S.T. and Kim, H.K. Selection scheme of radish varieties to improve storage stabilities of fermented pickled radish cubes with special reference to sugar content. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 100-108 (1989)
- Yu, H.G., Kim, K.H. and Yoon, S. Effects of fermentable sugar on storage stability and modeling prediction of shelf-Life in *kimchi*. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 107-110 (1992)
- Kim, D.G., Kim, B.K. and Kim, M.H. Effect of reducing sugar content in chinese cabbage on *kimchi* fermentation. Korean J. Food Sci. Nutr. 23: 73-77 (1994)
- Ryu, K.D., Chung, D.H. and Kim, J.K. Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *kakdugi* preparation. Korean J. Food Sci. Nutr. 32: 681-690 (2000)
- Park, S.W. Identification of the lactic acid bacteria isolated from *dongchimi* juice and chemical and microbiological changes during *dongchimi* fermentation. M.S. thesis, Se-jong Univ., Seoul (1996)
- Kim, J.S., Kim, I.S. and Chung, D.H. Studies on the composition of *kimchi* (Part 1)-Variation of components in the *dongchimi* dur-

- ing fermentation. Bull. Sci. Res. Inst. 4: 35-40 (1959)
46. Um, D.H., Chang, H.G., Kim, J.G. and Kim, W.J. Optimal temperature and salt concentration for low salt *dongchimi* juice preparation. Korean J. Food Sci. 13: 578-584 (1997)
47. Chung, D.H. Studies on the composition of *kimchi* (Part 3)-Oxidation-reduction potential during *kimchi* fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 2: 34-67 (1970)
48. Park, L.S., Kim, J.H. and Noh, B.S. L-Lactate oxidase electrode and dissolved oxygen meter for specific determination of L(+)-lactic acid in *kimchi* during fermentation. Food Sci. Biotechnol. 2: 39-43 (1993)
49. Ko, E.J., Hur, S.S., Park, M. and Choi, Y.H. Studies on the optimum fermenting conditions of *dongchimi* for production of ion beverage. Korean J. Food Sci. Nutr. 24: 141-146 (1995)
50. Min, T.I. Science of *kimchi*: *Kimchi* fermentation and microorganism. Korean J. Food Sci. 4: 96-97 (1988)
51. Choi, S.E. The changes of total vitamin C content and microbe counting in *yulmoo mulkimchi* according to the shift of manufacture method. M.S. thesis, Sungshin Women's Univ., Seoul (1997)
52. Yi, J.H. Effect of *kimchi* submaterial on the fermentation of chemical physical microbiologic characteristics. Ph.D. dissertation, Seoul National Univ., Seoul (1994)
-

(2002년 4월 16일 접수; 2003년 1월 13일 채택)