

미더덕을 첨가한 김치의 발효특성

배명숙 · 이승철[†]
경남대학교 식품생명학과

Preparation and Characteristics of Kimchi with added *Styela clava*

Myung-Suk Bae and Seung-Cheol Lee[†]

Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University

Abstract

In this study, kimchi containing *Styela clava* (Korean name: *miduduk*) was prepared, and the quality of the prepared kimchi was evaluated during 4 weeks of fermentation at 4°C. *S. clava* was added to salted cabbage at concentrations of 0, 1, 2, and 3%(w/w). The quality characteristics of the kimchi were determined by measuring pH, titratable acidity, salinity, color, and microbial amounts. All kimchi evidenced a rapid decrease in pH until 2 weeks, and then a gradual decline thereafter. Titratable acidity increased gradually until 2 weeks, then sharply increased thereafter. Salinity increased until 3 weeks. We noted only slight overall color differences between the kimchi samples. Total microbial and lactic acid bacterial counts achieved maximum levels at 3 weeks, and the kimchi to which 1 and 2% *S. clava* was added evidenced values higher than that of the controls. In our sensory evaluations, the kimchi to which 2% *S. clava* was added was scored highest in terms of color, flavor, and overall acceptance.

Key words: *Styela clava*, kimchi, quality, sensory evaluation

서론

김치는 독특한 향미를 지닌 우리나라 고유의 전통발효 식품으로서 첨가하는 부재료와 다양한 발효방법에 의한 숙성과정에서 유기산과 유산균이 풍부해지고 새로운 향기성분이 생성되며 매운맛, 신맛, 짠맛, 단맛, 떫은맛, 시원한 감칠맛의 맛 성분이 조화를 이루는 저 열량 채소 발효식품이다. 최근에는 뽕잎분말(Shin SM과 Choi MK 2007), 홍화씨 분말(Park WP 등 2002), 팽이버섯(Park WP 등 2001), 감초(Ko YT와 Lee JY 2006), 인삼(Song TH와 Kim SS 1991), 유청 칼슘(Park WP와 Park KD 2004), 녹차(Park MJ 등 2001), 발아현미 농축액(Woo SM과 Jeong YJ 2006) 등 다양한 생리활성 부재료들을 첨가하여 기능성 및 기호성을 높인 김치들이 건강식품으로 자리매김하고 있다. 최근 체계적인 연구에 의하면 김치는 발효 중 생성된 젖산, 유기산과 김치 재료의 식이섬유소, 살아있는 생균제(probiotic)인 유산균에 의한 정장작용으로 변비 및 대장암

예방효과가 있으며(Lee YO 등 1996), Vitamin C, β -carotene, phenol compound, chlorophyll 등이 많아 항산화작용을 가지므로 노화를 억제하고, 혈중 지질농도 감소효과를 나타내며(Levy RI 1991), 특히 김치의 재료 중 고춧가루의 매운 성분인 capsaicin은 항비만 효과의 중요 역할을 담당하며(Bang BH 등 2005) 마늘, 무, 생강, 파 등도 비만억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 그 외에도 혈전용해효과(Noh KA 등 1999), 항고혈압효과(Park DC 등 2000), 항돌연변이, 항암효과(Park KY 1995) 등 김치의 우수한 생리기능성들이 많은 연구를 통해 입증되고 있다.

미더덕(*Styela clava*)은 척삭동물문 미색동물아문에 속하는 해양생물로서 우렁쉥이와 유사한 특징을 갖고 있으며 독특한 맛과 향으로 연중 이용되고 있다. 경상남도 마산시의 특산품으로 전국 생산량의 80%를 차지하고 있는 미더덕은 영양성분으로 지질 0.3 g, 단백질과 당질이 각각 2.2, 2.6 g, 나트륨, 칼륨, 인, 칼슘 등의 영양소도 각각 294.0, 110.0, 56.0, 45.0 mg 정도로 함유되어 있다(Food values 1998). 또한 미더덕에는 불포화지방산과 필수아미노산이 다량 함유되어 있으며(Jo YG 1978), 용혈성 항균 펩티드에 대한 연구가 보고되어 있고(Lehrer RI 2001, Menzel LP 등 2002, Lee IH 등 2001, Taylor SW 등 2000), 껍질로부터 glycosaminoglycan이 추출된 사례가 있다(Ahn

[†]Corresponding author: Seung-Cheol Lee, Dept. of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University
Tel: 055-249-2684
Fax: 055-249-2995
E-mail: sclee@kyungnam.ac.kr

SH 등 2003). 특히 최근에 항산화능과 항암 효과가 보고 되어(Kim JJ 등 2006) 기능성 식품 소재로 이용가능성이 높다. 하지만 미더덕의 소비 형태는 단순히 찜이나 된장 찜개 등의 부재료로 이용되고 있으며 그 밖에 횡감용으로 애용되고 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 이러한 우수한 기능성을 가지고 있는 고급 식품 소재인 미더덕의 소비 촉진 및 다양한 기능성 첨가소재로 이용하기 위한 방안의 하나로 김치의 부원료로 첨가하여 김치를 제조한 후 숙성시키면서 발효기간에 따른 이화학적 특성을 살펴보고 미더덕의 첨가로 인한 김치의 품질에 미치는 영향을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 미더덕은 미더덕영어조합법인(경상남도 마산시 진동면 고현리)에서 2007년 7월에 구입하여, 이물질을 제거한 후, 물로 여러 번 씻어 물기를 제거하고 미더덕 전체를 믹서기(265W, HMF-391, 한일믹서기, 서울)를 이용하여 2분간 마쇄하여 사용하였다. 또한 김치 제조에 사용한 배추, 무, 파, 다진 마늘, 다진 생강, 고춧가루(안동농협), 설탕(CJ(주)), 멸치 액젓(청정원(주)), 천일염(오복식품(주))은 농협마트(마산점)에서 구입하여 사용하였다. 미생물 실험에 사용된 PCA와 MRS broth 배지는 Difco사에서 구입하여 사용하였다.

2. 김치 및 분석 시료 제조

배추(중량 2.5~3 kg)는 이물질 등을 제거하고 4등분하여 10% 소금물에 넣어서 실온에서 20시간 절인 후(절임 배추 염도 4.33%), 흐르는 수돗물에 3회 행구어 3시간 자

연 탈수시켰다. 탈수된 절임배추(염도 2.04%)는 3.5×3 cm 크기로 자르고, 무와 파는 5 cm 길이로 채 썬 다음 Table 1의 배합 비에 따라 부재료 및 양념을 혼합하였다(혼합 김치 최종염도 3.1%). 미더덕을 첨가하지 않은 무첨가군을 대조군으로 하고, 실험군으로, 미더덕을 마쇄 후(염도 2.8%, 수분 86.74%) 절임배추 kg당 1, 2, 3%로 첨가하여 실험에 사용하였다. 버무려서 제조된 각각의 김치는 폴리에틸렌 저장용기에 넣어 밀봉한 후 4℃ 냉장온도에서 4주 동안 저장, 발효 숙성 시켰다. 분석시료는 1주일 간격으로 채취하였으며, 분석을 위하여 각각의 김치를 믹서기로(HMF-391 한일믹서기, 서울) 2분간 분쇄한 후 멸균한 가제를 통과한 여과액을 시료로 사용하였다.

3. pH, 산도 및 염도 측정

각 김치의 pH는 여과액을 pH meter(pH-200L, (주)이스텍, Korea)로 실온(20℃)에서 3회 반복 측정하였고, 산도는 여과액 10 mL에 0.1 N NaOH 용액을 가하여 pH 8.3이 될 때까지 3회 반복 적정하여 그 소비된 mL를 젖산 함량(%)으로 환산하여 적정산도로 나타내었다. 염도는 여과액 4 mL을 10배 희석한 후 염도계(Salt Meter TM-30D, Takemura Electric Works, Tokyo, Japan)를 이용하여 3% NaCl로 보정한 후 측정하였다.

4. 색도 측정

색도는 김치 여과액의 일부를 취하여 광전비색계(Minolta CR-200, Osaka, Japan)를 사용하여 명도(lightness, *L*), 적색도(redness, *a*), 황색도(yellowness, *b*)를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준 백판의 값은 *L*값 98.11, *a*값 -0.33, *b*값 +2.13이었다. 전체적인 색도의 변화를 측정하기 위하여 미더덕 무첨가군을 대조군으로 하여 각 실험구의 전체적 변화(ΔE)를 아래의 식에 의해 구하였다(Judd DG와 Wyszecki G 1964).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

5. 총균수 및 젖산균수의 측정

김치 여과액에 0.1% peptone수를 가하여 희석하면서 미생물 분석 시료로 사용하였다. 총균수의 측정을 위해 희석액 1 mL을 Plate Count Agar(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 배지에 도말하여 37℃에서 72시간 배양하여 생성된 colony를 계수하였다. 젖산균은 MRS(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA) 배지를 이용하여 37℃에서 48시간 배양기에서 평판 배양하여 나타난 colony를 계수하여 log CFU/mL로 나타내었다(Lee IS 등 1994).

6. 관능평가

미더덕 첨가 김치에 관한 관능평가는 경남대학교 식품

Table 1. Ingredient ratios of kimchi (g)

Material	Control	1 KS ¹⁾	2 KS ¹⁾	3 KS ¹⁾
Sorting Chinese cabbages	4,000	4,000	4,000	4,000
red pepper	140	140	140	140
garlic	56	56	56	56
ginger	24	24	24	24
sugar	40	40	40	40
green onion	80	80	80	80
salted fish	88	88	88	88
radish	520	520	520	520
sun dried salt	30	30	30	30
<i>Styela clava</i>	0	40	80	120

¹⁾ Each number in front of KS means the added amount (w/w) of *Styela clava* in kimchi. KS is the abbreviation of kimchi containing *Styela clava*.

생물공학 전공 학생 10명을 대상으로 실험목적을 설명한 다음 실시하였다. 관능적 특성은 김치를 담근 직후의 것과 4℃에서 숙성하면서 적숙기인 3주째의 것을 관능검사의 시료로 사용하였다. 각 시료에 대하여 조직감(texture), 풍미(flavor), 색(color), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptance)의 5개 검사항목으로 나누어 기호도가 낮으면 1, 가장 높으면 5의 점수를 주도록 하여 최고 5점, 최저 1점의 범위에 의해 평가를 실시하였다. 시료를 일회용 접시에 각각 10 g씩 나누어 제시하였으며 미각의 피로를 줄이기 위해 평가 사이에 입가심 물을 사용하도록 하였다. 그 결과는 SAS program을 이용하여 Duncan의 다중비교법으로 시료간의 유의성을 검증하였다(SAS Institute 1993).

7. 김치의 물성 측정

물성측정을 위한 김치시료는 배추의 절임 전과 후 그리고 최대 숙성기인 3주째에 두께가 약 1 cm인 줄기부분을 채취하여 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용한 puncture test에 의해 강도와 경도를 측정하였다. 조건으로는 table speed 60 mm/min, graph interval 30 msec, load cell(Max) 최대압력 10 kg의 조건으로 힘을 가해 압착하였으며 직경 5 mm의 Adaptor No.4를 사용하였다.

8. 통계처리

실험에서 얻은 모든 data는 SAS(SAS Institute. 1995. SAS/STAT Use's Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC) program 중에서 분산분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 이용해 시료간의 유의차를 검증하였다(p<0.05).

III. 결과 및 고찰

1. pH, 산도 및 염도의 변화

미더덕을 첨가하여 만든 배추김치와 첨가하지 않은 김치를 4℃에서 4주까지 발효, 숙성시키면서 관찰한 발효기간별 pH 및 산도의 변화를 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 숙성이 진행됨에 따라 pH는 낮아지고 산도는 증가하는 기준에 보고된 김치의 발효 양상과 일치하였으며 김치를 담근 직후의 시료간의 pH는 5.3 부근으로 유의차를 보이지 않았다. 저장 1주까지는 시험구의 pH가 낮았으나 숙성 초기 시점인 2주째에는 전 실험구에서 급격한 감소현상을 보였으며 대조구의 값이 시험구에 비해 낮아짐을 볼 수 있었다. 미더덕의 첨가량에 따른 pH 값은 전반적으로 시료간의 유의차는 나타나지 않았으나, 미더덕을 첨가한 김치가 3주째까지 대조구보다 pH가 조금 천천히 하락하는 것을 알 수 있었다. 단백질 급원을 첨가한 김치에서는

단백질의 완충작용에 의해 pH의 급격한 감소가 억제된다고 보고되었는데(Lee HS 등 1984), 미더덕의 가식부 100 g당 2.2 g의 단백질이 함유되어 있어(Food values 1998) 미더덕 첨가 김치의 숙성이 대조구보다 천천히 진행된 것으로 사료된다. 미더덕 단백질의 유리아미노산 비율은 Taurine 32.8%, Proline 17.6%, Glutamic acid 11.9%, Glycine 11.2%, Alanine 8.9%, Serine 7.1%로 전체 유리아미노산 량의 89.5%를 차지하고 있는 것으로 보고되어 있다(Lee EH 등 1975). 일반적으로 김치 적숙기의 최적 pH는 4.20이고 발효 후기의 pH는 3.60 정도라고 보고되어 있는데(Mheen TI와 Kwon TW 1984), 대조구와 미더덕 첨가 김치의 pH 4.2~4.3이 되는 숙성 적기 시점은 3주째로 나타났다.

김치가 숙성됨에 따라 생성되는 젖산균으로 인하여 산도는 전체 실험구에서 발효 완료시점까지 지속적으로 증가하는 현상을 보였다. 김치의 적숙기로 판단하는 적정산

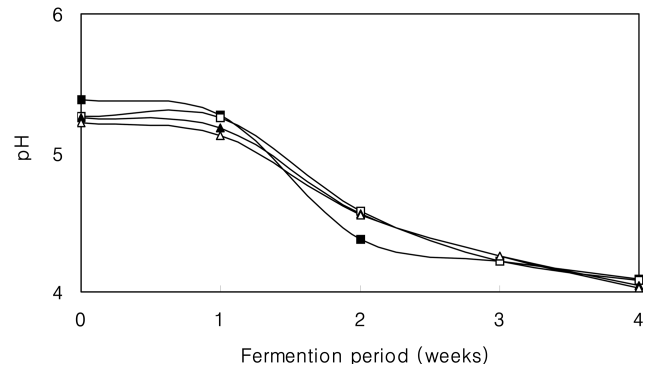


Fig. 1. Change in pH of kimchi added with *Styela clava* during fermentation at 4℃. ■: control, □: kimchi with 1% *Styela clava*, ▲: kimchi with 2% *Styela clava*, △: kimchi with 3% *Styela clava*.

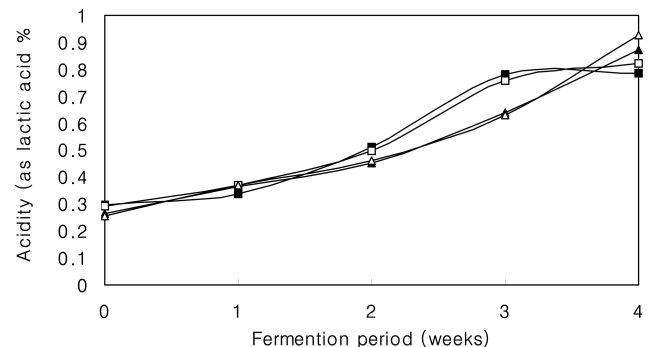


Fig. 2. Change in acidity of kimchi added with *Styela clava* during fermentation at 4℃. ■: control, □: kimchi with 1% *Styela clava*, ▲: kimchi with 2% *Styela clava*, △: kimchi with 3% *Styela clava*.

도는 0.6~0.8%를 기준으로 본다면(Choi SY 등 1990) 최적의 pH를 나타낸 3주째에 전 실험구에서 적숙기의 적정산도를 나타내었다. 김치를 담근 직후부터 3주째까지는 대조구가 높은 산도를 나타내었는데 3주째 이후에는 미더덕 첨가군 값이 대조구보다 더 높아져 균의 활성이 3주째 이후에 활발하게 나타나 젖산균의 생성이 많아진 것으로 판단된다. 미더덕을 첨가하지 않은 대조구가 시험구보다 숙성이 빨라짐을 볼 수 있다. pH 및 산도 값에서 나타난 결과에서 미더덕의 첨가량이 많을수록 김치의 pH가 높고, 적정산도가 낮은 것으로 보아 미더덕의 첨가가 김치의 숙성을 지연시키는 효과가 있는 것으로 생각된다.

미더덕을 첨가한 김치의 숙성 중 염도의 변화는 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 전체 시료에서 담금 직후부터 3주째까지 서서히 높아짐을 관찰할 수 있다. 담금 초기에는 미더덕 첨가 시료가 대조구에 비해 첨가량에 비례하여 높은 값을 나타내었고 적숙기인 3주째를 기준으로 모든 시료에서 전체적으로 낮아짐을 관찰할 수 있었다. 김치의 염도는 일반적으로 3%를 최적염도의 기준(Choi SY 등 1990)으로 제시하고 있는데, 미더덕 자체의 염도(마쇄 후 첨가 시 염도 2.8%)로 인해 담금 직후에 대조구보다 미더덕 첨가구에서 첨가량에 비례하여 높은 값을 나타내었다. 발효가 진행되면서 배추 조직 내로 소금이 확산되어 탈수와 침투를 반복하다가 김치 국물과 배추 조직 사이에 소금의 농도의 평형이 이루어져 적숙기인 3주 이후에는 삼투압의 차이에 의해 김치 조직 중의 세포액이 유출되어 김치 자체의 염도를 낮춘 것으로 보인다.

2. 색도 변화

미더덕을 0, 1, 2, 3% 첨가한 김치의 숙성 중 색도의 변화는 Table 2에 나타내었다. Hunter's color value인 명암을 나타내는 L값 [lightness, 0~100(100=white, 0=black)], 적색과 녹색의 정도를 나타내는 a값 [redness, -60~+60

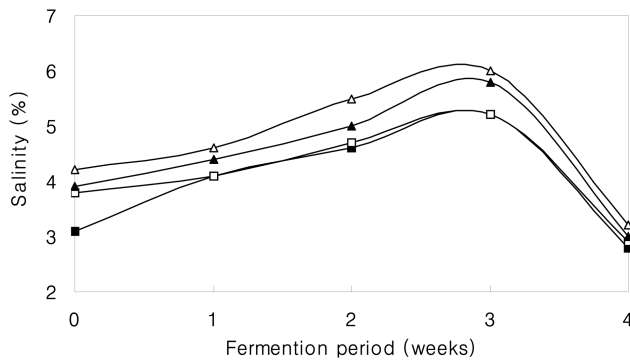


Fig. 3. Change in salinity of kimchi added with *Styela clava* during fermentation at 4°C. ■: control, □: kimchi with 1% *Styela clava*, ▲: kimchi with 2% *Styela clava*, △: kimchi with 3% *Styela clava*.

Table 2. Change in color value of kimchi added with *Styela clava* during fermentation

Color ²⁾	Period (weeks)	Control	1 KS ¹⁾	2 KS	3 KS
<i>L</i> (Lightness)	0	61.52 ^{a3)}	59.56 ^d	55.65 ^c	60.74 ^b
	1	61.22 ^a	58.11 ^c	58.19 ^b	57.94 ^d
	2	61.01 ^c	61.29 ^a	61.10 ^b	60.92 ^d
	3	62.39 ^a	62.00 ^b	61.49 ^c	61.43 ^d
	4	68.72 ^b	69.23 ^a	68.28 ^c	68.23 ^d
<i>a</i> (Redness)	0	12.91 ^a	11.66 ^d	8.11 ^c	11.15 ^b
	1	5.72 ^d	6.24 ^c	6.68 ^a	6.64 ^b
	2	11.04 ^a	9.76 ^d	10.09 ^c	10.96 ^b
	3	10.27 ^d	10.90 ^c	11.00 ^b	11.10 ^a
	4	7.51 ^c	7.39 ^d	7.81 ^a	7.55 ^b
<i>b</i> (yellowness)	0	13.45 ^a	10.91 ^c	9.70 ^d	12.02 ^b
	1	9.81 ^a	9.60 ^b	9.51 ^c	9.46 ^d
	2	12.89 ^b	13.01 ^a	12.47 ^c	11.72 ^d
	3	14.51 ^a	13.62 ^b	12.93 ^c	12.76 ^d
	4	6.85 ^b	7.35 ^a	6.75 ^c	6.65 ^d
ΔE	0	0	3.44 ^b	8.46 ^a	2.40 ^c
	1	0	3.16 ^c	3.19 ^b	3.42 ^a
	2	0	1.24 ^a	1.04 ^c	1.19 ^b
	3	0	1.16 ^c	1.96 ^b	2.16 ^a
	4	0	0.72 ^c	0.54 ^b	0.53 ^a

¹⁾ Refer to the legend in Table 1.
²⁾ Different letters within a row indicate significant difference (p<0.05), n=3.
³⁾ *L*, degree of Lightness; *a*, degree of redness; *b*, degree of yellowness; and ΔE, overall color difference (ΔE=√(Δ*L*)²+ (Δ*a*)²+ (Δ*b*)²).
⁴⁾ Different letters within a column indicate significant difference (p<0.05), n=3.

(-60=green, +60=red)], 그리고 황색과 청색의 정도를 나타내는 *b*값[yellowness, -60~+60(-60=blue, +60=yellow)]을 측정하였고, 전체적인 변화를 알기 위해 National Bureau of Standards(NBS)의 정의에 따라 색차(total color difference, ΔE)를 구하였다(Judd DG 와 Wyszecki G 등 1964).

*L*값은 모든 시료군에서 숙성 초기에는 약간 낮아지다가 2주 이후부터 종말시점까지 숙성이 진행될수록 증가하는 경향을 보였고, 시료간의 큰 유의차는 나타나지 않았지만, 미더덕 첨가군이 첨가량에 비례하여 대조군보다 감소하는 경향을 나타내었다. *a*값은 모든 실험군에서 1주째에는 급격하게 낮아지다가 2주 이후에 완만한 증가 현상을 보였으며 3주째 이후에 다시 급격한 감소 현상을 나타내었다. 미더덕을 첨가한 김치의 경우 2, 3% 첨가군이 대조군보다 발효가 진행됨에 황색도의 값이 높게 나타났다. *b*값은 적색도와 동일하게 숙성 초기에 급격한 감소 현상을 보이다가 3주째까지 서서히 증가 현상을 나타내었

으며 그 이후 급격히 감소하였다. 적숙기인 3주째를 기준으로 관찰한 결과 미더덕이 첨가될수록 *b*값은 감소하는 경향을 보였다. 미더덕은 우렁행이와 비슷하게 다양한 카로테노이드 색소가 존재하는데, 특히 껍질 부분에 *allo-xanthin*을 비롯한 *xanthine*계 카로테노이드가 많이 함유되어 있어(Choi BD 등 1994) 김치의 색도에 영향을 미친 것으로 사료된다. 전체적인 색도 변화(ΔE)의 경우, 숙성 0일째에는 2% 미더덕 첨가군이 8.46의 값으로 대조구와 가장 차이가 많이 났으나, 숙성기간이 길어질수록 전체적으로 수치가 감소되어 모든 미더덕 첨가 김치가 1.00 이하의 수치를 나타내어 육안으로 거의 차이를 구별하기 힘든 범위를 나타내었다. 이는 김치의 숙성이 진행될수록 배추와 양념 및 부재료, 미더덕 등 전체 시료간의 혼합 및 무름 현상으로 색도가 전체적으로 낮아지는 것으로 사료된다.

3. 미생물 변화

김치 발효 기간 중 총균수의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 총균수는 적숙기인 3주째에 가장 높은 수치를 나타내었는데 Kim 등의 연구에서(Kim MK와 Kim SD 2003) 김치 적숙기에 균수가 가장 많다는 연구 결과와도 일치하였다. 전반적인 경향은 발효가 진행되면서 총균수가 증가하기 시작하여 3주째에 최대값을 보인 후 다시 감소하는 양상을 보였다. 이는 김치숙성 초기에는 젖산균들은 본격적으로 활동을 하지 않고 오히려 산 생성과 무관한 호기성 미생물들이 왕성한 활동을 나타내지만 발효 중기와 후기에 젖산균의 생육이 증가하면서 초기 미생물들이 감소되면서 나타나는 결과로 생각된다. 발효초기에는 2% 미더덕 첨가군의 총균수가 높은 값을 나타내었으나, 숙성 2주째부터 4주째까지에서는 미더덕 1% 첨가군이 다른 시료군보다 높은 값을 보였다. 미더덕 3% 첨가군은 발

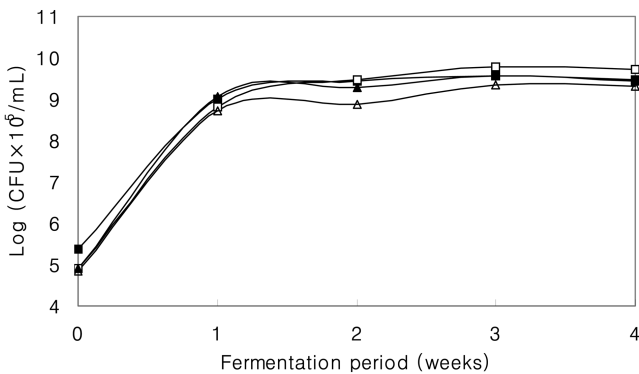


Fig. 4. Change in total microbial count of kimchi added with *Styela clava* during fermentation at 4°C. ■: control, □: kimchi with 1% *Styela clava*, ▲: kimchi with 2% *Styela clava*, △: kimchi with 3% *Styela clava*.

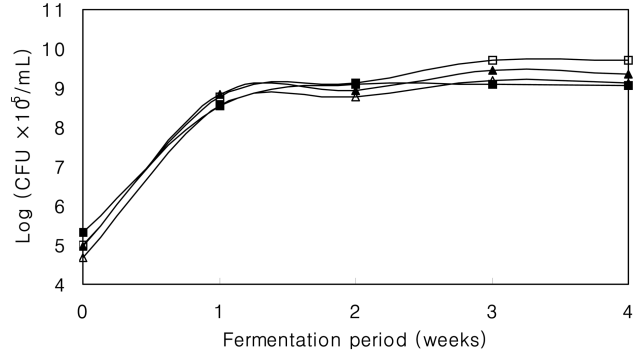


Fig. 5. Change in lactic acid bacteria of kimchi added with *Styela clava* during fermentation at 4°C. ■: control, □: kimchi with 1% *Styela clava*, ▲: kimchi with 2% *Styela clava*, △: kimchi with 3% *Styela clava*.

효초기부터 김치가 숙성되는 동안 대조구보다 낮은 총균수를 나타내었다. 미더덕에는 *clvanin*, *styelin*, *clavaspurin* 등의 항균 펩티드가 존재한다고 보고되었는데(Lehrer RI 2001, Menzel LP 등 2002, Lee IH 등 2001, Taylor SW 등 2000), 이들의 항균 작용과 미더덕의 유래 미생물 생육 관련 영양 물질간의 상호작용에 의해 미생물 균총과 수가 결정된 것으로 보인다.

젖산균의 경우도 모든 시료구에서 김치를 담근 직후부터 2주까지 서서히 증가하는 경향을 보이다가 3주째에 이르러 미더덕 첨가군에서 급격한 젖산균의 증가를 관찰할 수 있었다(Fig. 5). 젖산균에서도 1% 미더덕 첨가군이 가장 높은 수치를 나타내었다. 총균수와는 달리 2%, 3% 미더덕 첨가군에서도 대조구보다 높은 값의 젖산균을 나타내었다. Fig. 4의 총균수와 Fig. 5의 젖산균 수를 비교해 보면 젖산균이 대부분의 미생물임을 알 수 있는데, 젖산균의 경우에 미더덕 첨가군이 대조구보다 높은 것으로 보아 미더덕은 젖산균 이외의 미생물보다 젖산균에 더 긍정적인 영향을 미치는 것으로 생각된다.

4. 관능적 특성 및 물성 평가

미더덕 첨가 김치의 관능평가 결과를 Table 3에 나타내었다. 김치를 담근 후(0일째), 적숙기(3주째)에 각각 김치의 맛, 냄새, 질감, 색깔, 전체적인 선호도를, 미더덕을 첨가하지 않은 대조군과 첨가한 실험구로 나누어 비교조사하였다. 관능평가 실시 전 김치 본연의 맛과 질감, 색깔 등에 대하여 예비실험을 실시하였으나, 개인의 기호도와 입맛에 따라 유의차 분석 시 오차가 조금 크게 나타나 전체적인 유의차는 없었다. 생김치(0일째)에서는 1%, 2% 미더덕 첨가군이 전체적인 선호도에서 미더덕을 첨가하지 않은 대조군보다 높은 점수를 나타내었다. 그러나 맛, 향, 색깔에서 대조군이 높은 점수를 나타내었다. 이는 미더덕을 첨가함으로써 미더덕의 고유의 맛과 향기로 인해 관

능에 약간의 부정적인 영향을 준 것으로 생각된다. 색의 경우에는 2%의 미더덕을 첨가한 김치가 대조구보다 높은 점수를 얻었는데 이는 미더덕의 색깔로 인해 대조구보다 김치의 색이 전체적으로 진하게 보여 좋은 평가를 나타낸 것으로 생각된다. 그러나 1% 첨가군에서는 김치를 버무렸을 때 미더덕이 김치에 약간 걸도는 상태를 보였으며 3% 미더덕 첨가군은 색이 너무 짙어 오히려 관능에 부정적인 영향을 주었다. 적숙기인 3주째에 실시한 관능평가에서는 2% 미더덕 첨가군이 다른 실험구에 비해 맛, 향기, 질감, 색, 전체적인 기호도에서 가장 높은 점수를 나타내었다. 이는 발효과정을 거치면서 미더덕과 김치가 자연스럽게 혼합되어 색깔이 붉은 빛으로 잘 어우러지고 또한 발효가 되면서 미더덕에 함유된 아미노산 성분(Jung ES 2007)이 용출되어 김치의 감칠맛에 긍정적인 영향을 준 것으로 사료된다. 그러나 1% 첨가군은 전체적으로 김치 본연의 시원한 맛과 붉은 색, 상큼한 향이 오히려 감소되어 나타났으며 3% 첨가군에서는 대조군과 차이는 나지 않았지만 관능 시 약간의 비릿한 맛과 향이 느껴졌으며 짠맛이 다른 시료에 비해 높아 부정적인 영향을 준 것으로 나타났다.

관능검사의 질감을 객관적으로 확인하기 위하여 물성을 측정하여 Table 4에 나타내었다. 김치의 주재료인 배추는 절이면서 강도와 경도가 낮아졌다. 적숙기인 3주째에는 모든 김치 시료군의 강도 및 경도가 절임 초기보다 급격히 낮아졌다. 대조구에 비하여 미더덕을 첨가한 김치는 강도와 경도가 증가하였다. 최대 강도와 경도는 1% 미더덕 첨가 김치에서 관찰되었고, 2% 첨가군은 3% 첨가군에 비해 오차 범위 내에서 약간 높은 평균값을 보였다. Table 3의 관능평가에서 3주째의 질감과 비교해보면 강도와 경도가 가장 높은 1% 미더덕 첨가군이 오히려 가장 낮은 값을 보였고, 2% 첨가군이 가장 좋은 평가를 받았다. 이는 경도와 강도의 높고 낮음이 질감과 비례하지 않고 무르거나 딱딱하지 않은 적당한 질감이 좋은 평가를 받음을 의미한다.

Table 3. Sensory evaluation of kimchi added with *Styela clava* after 3 weeks of fermentation

Sensory evaluation	Fresh kimchi				Fermented kimchi			
	Control	1 KS ¹⁾	2 KS	3 KS	Control	1 KS	2 KS	3 KS
Taste	4.4 ^{a2)}	4.0 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a	3.5 ^{ab}	2.7 ^b	4.2 ^a	3.3 ^{ab}
Flavor	4.2 ^a	3.9 ^a	3.7 ^a	3.8 ^a	3.4 ^{ab}	2.9 ^b	3.9 ^a	3.3 ^{ab}
Texture	3.8 ^a	4.4 ^a	3.9 ^a	3.4 ^a	3.9 ^a	3.3 ^a	4.2 ^a	3.7 ^a
Color	4.0 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a	3.6 ^a	3.5 ^{ab}	2.7 ^b	4.2 ^a	4.0 ^a
Overall acceptance	3.5 ^{ab}	4.4 ^a	3.8 ^a	2.7 ^b	3.5 ^{ab}	3.1 ^b	4.4 ^a	3.5 ^{ab}

¹⁾ Refer to the legend in Table 1.

²⁾ Different letters within a row indicate significant difference (p<0.05), n=3.

Table 4. Texture profile analysis of kimchi added with *Styela clava* during fermentation

kimchi form	Raw cabbages	Salted cabbages	Matured Kimchi(3 weeks)			
			Control	1 KS ²⁾	2 KS	3 KS
Strength (Dyne/cm ²)	16.657 ¹⁾	15.762	6.701	6.990	6.947	6.930
	±0.372	±0.160	±0.027	±0.076	±0.043	±0.013
Hardness (Dyne/cm ²)	10.453	8.306	1.377	3.965	1.434	1.424
	±0.157	±0.764	±0.029	±0.183	±0.090	±0.209

¹⁾ Every values are means of three replications.

²⁾ Refer to the legend in Table 1.

IV. 요약

미더덕을 마쇄하여 1, 2, 3% 첨가한 김치를 제조한 뒤 4주간 발효 숙성시키면서 pH, 산도, 염도, 미생물 변화, 색도, 관능 등 품질 특성의 변화를 관찰한 결과 pH의 변화는 발효가 진행될수록 전 실험구에서 낮아지는 경향을 보였으며 적숙기 이후 미더덕 첨가량이 높아질수록 pH가 낮아졌다. 산도는 발효가 진행되어갈수록 전체적으로 높아지는 변화를 보였으며 적숙기까지는 미더덕 첨가군이 높은 값을 나타내었고 적숙기 이후에는 첨가군이 대조군보다 높았다. 염도는 숙성초기에 낮아지다가 3주째 약간 증가하는 변화를 나타내었으나 이후 점차 낮아지는 결과를 나타내었다. 총균수는 3주째부터 급속한 증가를 보인 후 적숙기 때 전 실험구에서 최대값을 나타내었으며 특히 1% 첨가군이 발효가 진행되면서 가장 높은 값을 보였다. 젖산균 또한 발효가 진행되면서 점차 증가다가 적숙기에 최대값을 나타내었으며 총균과 동일하게 1% 첨가군이 가장 높은 수치를 나타내었다. 색도에서 L값은 숙성될수록 증가하는 경향을, a값은 숙성초기에는 유의적으로 감소하다가 2주 이후 증가하여 적숙기에 최대치를 나타내었고 b값은 a값과 동일하게 2주 이후 증가하여 적숙기에 가장 높은 값을 나타내었다. 그리고 관능검사 결과는 전체적인 선호도에서 생김치는 1% 첨가군이, 적숙기에는 2% 첨가군이 가장 높은 점수를 나타내었다. 이상의 결과는 김치 제조시 1~2%의 미더덕을 첨가하면 우수한 품질의 김치를 얻을 수 있음을 시사한다.

V. 감사의 글

본 논문은 2008학년도 경남대학교 학술논문게재연구비 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

Ahn SH, Jung SH, Kang SJ, Jeong TS, Choi BD. 2003. Extraction of glycosaminoglycans from *Styela clava* tunic. *Bio-technol Bioproc Eng* 18(3):180-185

- Bang BH, Seo JS, Jeong EJ. 2005. Effect of semi-dry red pepper powder on quality of kimchi. *Korean J Food Preservation* 18(2):146-148
- Choi BD, Kang SJ, Choi YJ, Youm MG, Lee KH. 1994. Utilization of ascidian(*Halocynthia roretzi*) Tunic. 3. Carotenoid compositions of ascidian tunic. *Bull Korean Fish Soc* 27(4): 344-350
- Choi SY, Kim YB, Yoo JY, Lee IS, Chung KS, Koo YJ. 1990. Effect of temperature and salts concentration of kimchi manufacturing on storage. *Korean J Food Sci Technol* 22(6): 707-710
- Jo YG. 1978. The sterol composition of *Styela clava*. *Kor Fish Soc* 11(2):97-101
- Judd DG, Wyszecski G. 1964. Applied colorific science for industry and business. Diamond Co., Tokyo, Japan. p 333
- Jung ES. 2007. Antioxidant and anticancer activities of *Styela clava*. The MS Graduation Thesis, Kyungnam university
- Kim JJ, Kim SJ, Kim SH, Park HR, Lee SC. 2006. Antioxidant and anticancer activities of extracts from *Styela clava* according to the processing methods and solvents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35(3):278-283
- Kim MK, Kim SD. 2003. Fermentation characteristics of kimchi treated with different methods of green tea water extracts. *Korean J Food Preservation* 10(3):354-359
- Ko YT, Lee JY. 2006. Quality of licorice(*Glycyrrhiza uralensis*) powder added kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 38(1): 143-146
- Lee EH, Chung SY, HA JH, Sung NJ, Cho KO. 1975. Free amino acid content in the extract of mideuduck, *styela clava*. *Bull Korean Fish Soc* 8(3):177-180
- Lee HS, Ko YT, Lim SJ. 1984. Effects of protein sources on kimchi fermentation and on the stability of ascorbic acid. *Korean J Nutr* 17(2):101-106
- Lee IH, Zhao C, Nguyen T, Menzel L, Waring AJ, Sherman MA, Lehrer RI. 2001. Clavaspilin, an antibacterial and hemolytic peptide from *Styela clava*. *J Pept Res* 58(6):445-456
- Lee IS, Park WS, Koo YJ, Kang KH. 1994. Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivar during storage. *Korean J Food Sci Technol* 26(3):239-245
- Lee YO, Park KY, Cheigh HS. 1996. Antioxidative effect of kimchi with various fermentation period on the lipid oxidation of cooked ground meat. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25(2): 261-266
- Lehrer RI, Lee IH, Menzel L, Waring A, Zhao C. 2001. Clavanins and styelins, alpha-helical antimicrobial peptides from the hemocytes of *Styela clava*. *Adv Exp Med Biol* 484:71-76
- Levy RI. 1991. Cholesterol, lipoproteins, apoproteins and heart disease ; present status and future prospects. *Clin Chem* 27(5): 653-662
- Menzel LP, Lee IH, Sjostrand B, Lehrer RI. 2002. Immunolocalization of clavanins in *Styela clava* hemocytes. *Dev Comp Immunol* 26(6):505-515
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16(4):443-450
- Noh KA, Kim DH, Choi NS, Kim SH. 1999. Isolation of fibrinolytic enzyme producing strains from kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 31(1):219-223
- Park DC, Park JH, Gu YS, Han JH, Byun DS, Kim EM, Kim YM, Kim SB. 2000. Effect of salted-fermented fish products and their alternatives on angiotensin converting enzyme inhibitory activity of kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 32(4):920-927
- Park KY. 1995. The nutritional evaluation and antimutagenic and anticancer effects of kimchi. *J Korean Soc Food Nutr* 24(1): 169-182
- Park MJ, Jeon YS, Han JS. 2001. Antioxidative activity of mustard leaf kimchi added green tea and pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(6):1053-1059
- Park WP, Lee SC, Bae SM, Kim JH, Lee MJ. 2001. Effect of enoki mushroom (*Flammulina velutipes*) addition on the quality of kimchi during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(2):210-214
- Park WP, Park KD, UM HS. 2002. Effects of safflower seed powder on the quality characteristics of kimchi. *Korean J Food Preservation* 9(2):200-204
- Park WP, Park KD. 2004. Effect of whey calcium on the quality characteristics of kimchi. *Korean J Food Preservation* 11(1): 34-37
- SAS Institute, Inc. 1993. SAS user's guide. statistical analysis system institute, 6th ed. Cary NC USA
- Shin SM, La SH, Choi MK. 2007. A study on the quality characteristics of kimchi with mulberry leaf powder. *Korean J Food Nutr* 20(1):53-62
- Song TH, Kim SS. 1991. A study on the effect of ginseng on quality characteristics of kimchi. *Korean J Soc Food Sci* 7(2):81-88
- Taylor SW, Craig AG, Fischer WH, Park M, Lehrer RI. 2000. Styelin D, an extensively modified antimicrobial peptide from ascidian hemocytes. *J Biol Chem* 275(49): 38417-38426
- The Korean Nutrition Information Center. 1998. Food Values. The Korean Nutrition Society. Seoul, Korea. p 192
- Woo SM, Jeong YJ. 2006. Effect of germinated brown rice concentrate on free amino acid levels and antioxidant and nitrite scavenging activity in kimchi. *Food Sci Biotechnol* 15(3): 351-356

2008년 5월 29일 접수; 2008년 8월 1일 심사(수정); 2008년 8월 18일 채택