

소금 종류 및 농도에 따른 김치 효모균의 생육특성

한영숙 · 권민경 · 현영희* · 송주은** · 오지영

성신여자대학교 식품영양학과, 수원여자대학교 식품영양학과*,
동우대학 호텔조리과**

Effects of Kinds and Concentration of Salts on the Growth of Yeasts Isolated from Kimchi

Young-Sook Hahn, Min-kyung Kwon, Young-Hee Hyun*,
Joo-Eun Song** and Ji-Young Oh

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

Department of Culinary Arts, Suwon Women's University*

Department of Hotel Culinary Arts, Dong-U College**

Abstract

Effects of various types of salts (commercial low salt, sea salt, refined salt, and bamboo salt) and concentrations (0, 3.0 and 5.0%) on the growth of yeasts isolated from Kimchi were investigated. The isolated yeasts used in the study are as follows: *Saccharomyces cerevisiae*, *Sporobolomyces albo-rubescens*, *Issatchenkia orientalis*, *Cryptococcus luteolous*, *Ustilago maydis*, *Candida humilis*, *Pichia onychis*, *Candida nitratophila*, and *Pichia jadinii*. The growths of the yeasts were inhibited against each salt concentration. The growths of *Candida* sp. isolated from the later stage of fermentation was strongly inhibited against 5% concentration of salt. On the other hand the induction phase of *Issatchenkia orientalis* isolated at the early stage of fermentation was the quickest among all the tested yeasts. Among the salts, bamboo salt was found to be strongest inhibitor of the growth of yeasts.

Key words: Kimchi, salt, yeast, growth.

I. 서 론

김치는 우리나라의 대표적인 전통 발효식품이며 쌀 위주의 식생활에서 가장 중요한 부식의 하나로 소금에 절인 배추, 무, 오이 등의 신선한 채소에 파, 마늘, 고추 등의 향신료와 젓갈류를 첨가하여 숙성시

키는 복합 발효 식품이다^{1, 2)}. 최근 들어 국민소득의 증대와 식생활 패턴의 변화, 사회의 다변화 및 국제적 교류의 급증에 의한 영향으로 국제적인 식품으로서 김치가 각광을 받기 시작하였다³⁾.

김치에는 보통 2.5~3.0% 내외의 식염이 함유되어 있으며⁴⁾, 김치에 있어서 식염의 역할은 식염의 삼투작용으로 세포조직으로부터 칼슘과 가수분해 효소가

일탈되어 발효가 진행된다⁵⁾. 또한 삼투 작용에 의한 보존성 증가는 김치 유해 미생물의 생육을 억제하여 김치의 발효를 주도하는 유산균에게는 오히려 유익한 환경이 된다. 현재 유통되고 있는 식염은 여러 종류가 있는데 천일염과 정제염이 연간 약 60만 톤 생산되고 있고 그 외 재제염과 가공염 등이 생산되고 있다. 천일염은 염전에 해수를 유입하여 수분을 증발시킨 후 소금을 결정 석출시킨 것이고, 정제염은 약 3.5%의 해수를 이온교환막이 장착된 전기 투석조를 거쳐 16~18%의 염수를 만들고 이를 증발 농축시켜 대량 생산되고 있다. 한편 재제염은 백염(白鹽), 혹은 꽃소금이라 일컫는 것으로 천일염을 녹여서 여과한 깨끗한 소금을 재결정시킨 소금으로 부피가 크고 용해속도가 매우 빠른 특징을 갖는다. 죽염은 천일염을 대나무 속에 다져 넣고 대나무 입구는 진흙으로 반죽하여 봉하고 1000~1300°C로 9번 가열하여 제조한다.^{6, 7)}

김치는 미생물이 증식하여 발효된 식품으로 발효 초기에는 gram 음성균인 *Aeromonas*, *Pseudomonas* 속 등이 출현하고 이어서 gram 양성균인 *Leuconostoc mesenteroids*, *Lactobacillus brevis*, *L. plantarum* 등의 젖산균이 출현하면서 산도가 증가되고, 이들 젖산균들이 김치의 주 발효균으로 평가되고 있다⁸⁾. 한편, 김치에서 효모는 주로 산막효모로써 초기에는 소수 존재하다가 중기 이후 산이 형성된 후에 증식되기 시작하여 김치의 외관을 손상시키며 젖산을 분해하여 맛을 저하시키고 김치의 외관을 손상시키며 젖산을 분해하여 맛을 저하시키고 김치 조직의 연부현상을 가져오는 것으로 알려져 왔다^{9, 10)}.

본 연구에서는 김치 제조 환경을 달리하였을 때 효모 저해효과를 파악하고자, 김치 발효 속성에 따라 출현하는 효모를 순수 분리, 동정하여 각각의 균주에 대해서 시판되는 천일염, 재제염, 죽염과 염화나트륨 함량이 50%인 시판 저염이 효모 생육에 미치는 영향을 조사하였으며, 어느 농도에서 강하게 생육이 저해되는지를 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

1) 소 금

실험에 사용된 시판 소금은 해수를 유입하여 수분을 증발시킨 천일염 1종(NaCl 77.4%, 소금사랑), 이온교환막을 이용하여 정제과정을 거친 재제염 1종인 해표 소금(NaCl 80~90%, (주)제일염업), 대나무 속에 천일염을 넣어 두 번 구운 죽염(NaCl 95~97%, 개암식품), 나트륨 함량이 50%인 저염 소금 Lite salt(NaCl 49.5%, Morton Inc. USA)를 각각 실험에 사용하였다.

2) 김치 재료

김치에 사용한 재료는 2000년 10월 서울 동소문동 소재 재래시장에서 실험 당일 신선한 것을 구입하여 사용하였다.

배추는 4등분하여 깨끗이 씻어 4.0~5.0cm 길이로 세절한 후 NaCl(2.0%)에 1시간 절여서 사용하였다. 배추김치의 재료 배합은 배추 88.0%, 파 5.5%, 마늘 3.0%, 고춧가루 2.5%, 생강 1.0%의 비율로 김치를 제조하여 7.0L 유리병에 담아 20°C에서 발효, 숙성시키면서 시료로 사용하였다.

2. pH 및 산도 측정

김치의 pH는 pH meter(Mettler, Toledo 345)로 측정하였으며, 산도의 측정은 시료액 10mL를 취하여 pH가 8.3에 도달할 때까지 0.1N NaOH 용액으로 적정하여, 이 때의 NaOH 소요량을 다음 식에 적용하여 lactic acid(%) 양으로 환산하였다¹¹⁾.

$$\text{Acidity}(\%) = \frac{0.009008 \times \text{mL of 0.1 N NaOH} \times F \times 100}{\text{sample (g)}}$$

F : factor of 0.1 N NaOH

3. 김치에서 효모의 분리, 동정

1) 효모 분리

김치는 각 발효일에 채취한 시료 1.0mL를 0.85% 멸균 식염수로 단계 희석하여 spreading culture method를 사용하였으며, 효모의 분리는 10% tartaric acid 1.7mL/100mL을 첨가한 potato dextrose agar(PDA medium Difco Co.) 배지를 사용하여 30

℃에서 1~2일간 배양한 후 PDA slant agar에 효모를 순수분리하였다.

2) 효모 동정

김치에서 순수 분리한 효모는 BUY medium 배지에서 24시간 배양한 후 Microlog system™ (Biolog Inc. USA)을 사용하여 동정하였다.

4. 효모의 생육도 측정

4종류의 소금은 0, 3.0 및 5.0%의 농도로 각각 YPD 액체배지(yeast extract 2.0%, peptone 0.5%, dextrose 0.5%) 5mL에 첨가한 후 김치에서 순수분리 후 동정된 10종의 효모 1 백금이를 넣어 30℃에서 48시간 진탕배양하면서 경시적(0, 5, 12, 24, 48시간)으로 660nm에서 Microlog system™ (Biolog Inc. USA)으로 optical density를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 김치에서 분리, 동정된 효모

김치를 제조한 후 20℃에서 발효, 숙성시키면서 발효기간별로 각각 효모를 순수 분리한 뒤 동정된 10종의 효모를 Table 1에 나타내었다.

김치 발효 초기에 분리된 효모는 제조 당일(pH 5.29, 산도 0.24%)과 발효 1일(pH 4.18, 산도 0.27%)에 분리 동정된 효모 5종으로 *Saccharomyces cerevisiae*, *Sporobolomyces albo-rubescens*, *Issatchenkia orientalis*, *Cryptococcus luteolus*, *Ustilago maydis*로

각각 동정되었다. 김치 발효 숙성 10일, 14일, 15일은 pH 3.58~3.27, 산도 1.43~2.20%를 나타낸 시기로 *Candida humilis*, *Pichia onychis*, *Candida nitratophila*가 동정되었으며, 김치가 산패되는 시기에 분리된 효모는 pH 3.34, 산도 2.52%를 나타내며 김치 숙성 27일, 28일에 분리 동정된 균주로 각각 *Candida humilis*와 *Pichia jadinii*로 나타났다.

효모는 김치의 발효, 숙성 및 저장 중에 알코올과 각종 비타민의 생성 및 여러 가지 방향성 물질을 생성하여 독특한 향미를 부여한다. 그러나 *Candida*, *Pichia*, *Hansenula* 같은 산박효모는 김치의 외관을 손상시킬 뿐 만 아니라 젖산을 비롯한 유기산을 산화 분해하여 맛을 저하시키고 김치 조직의 연부현상을 가져오는 것으로 알려져 있다^{10),12~13)}. 김치에서 분리된 효모로는 *Debaryomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Kluveromyces*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Torulopsis* sp. 등이 있으며 그 중 *Saccharomyces* 속이 대부분이고 *Torulopsis*, *Candida*, *Hansenula*, *Debaryomyces*, *Pichia*, *Rhodotorula* 등이 발견되었다고 보고되었다^{12),13)}.

본 연구에서는 김치 발효 초기에는 *Saccharomyces* sp. 균주나 *Cryptococcus* sp. 균주들이 분리되었고, 숙성 10일 이후에는 산박효모로 알려져 있는 *Candida* sp., *Pichia* sp. 등이 분리·동정됨을 확인하였다.

2. 소금 농도에 따른 김치 생육 효모의 생육특성

김치에서 분리, 동정된 10종의 효모에 대해서 저염 소금인 Lite salt, 천일염, 재제염, 죽염의 농도를 3.0%와 5.0%로 배지에 첨가하여 효모의 생육도를 측정하였다(Fig. 1).

소금 농도 3.0%에서는 소금의 종류와 균종에 따라 효모 생육에 영향을 크게 주지 않았으나, 초기에 분리된 *Cryptococcus luteolus*, 김치 숙성 10, 15일에 분리된 *Candida humilis*, *Candida nitratophila*, 27일에 분리된 *Candida humilis*가 다른 6종의 균종에 비해 생육이 다소 저해되었고, 소금 종류에서는 죽염이 이들 4종의 균종에 대해서 뚜렷한 저해 효과를 나타내었다. 반면 소금 농도 5.0%에서는 효모 균종별, 소금 종류별로 뚜렷한 차이를 나타내었는데, 김치 발효

Table 1. Identification of yeast isolated from Kimchi

Fermentation days	Yeast
0	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
0	<i>Sporobolomyces albo-rubescens</i>
0	<i>Issatchenkia orientalis</i>
0	<i>Cryptococcus luteolus</i>
1	<i>Ustilago maydis</i>
10	<i>Candida humilis</i>
14	<i>Pichia onychis</i>
15	<i>Candida nitratophila</i>
27	<i>Candida humilis</i>
28	<i>Pichia jadinii</i>

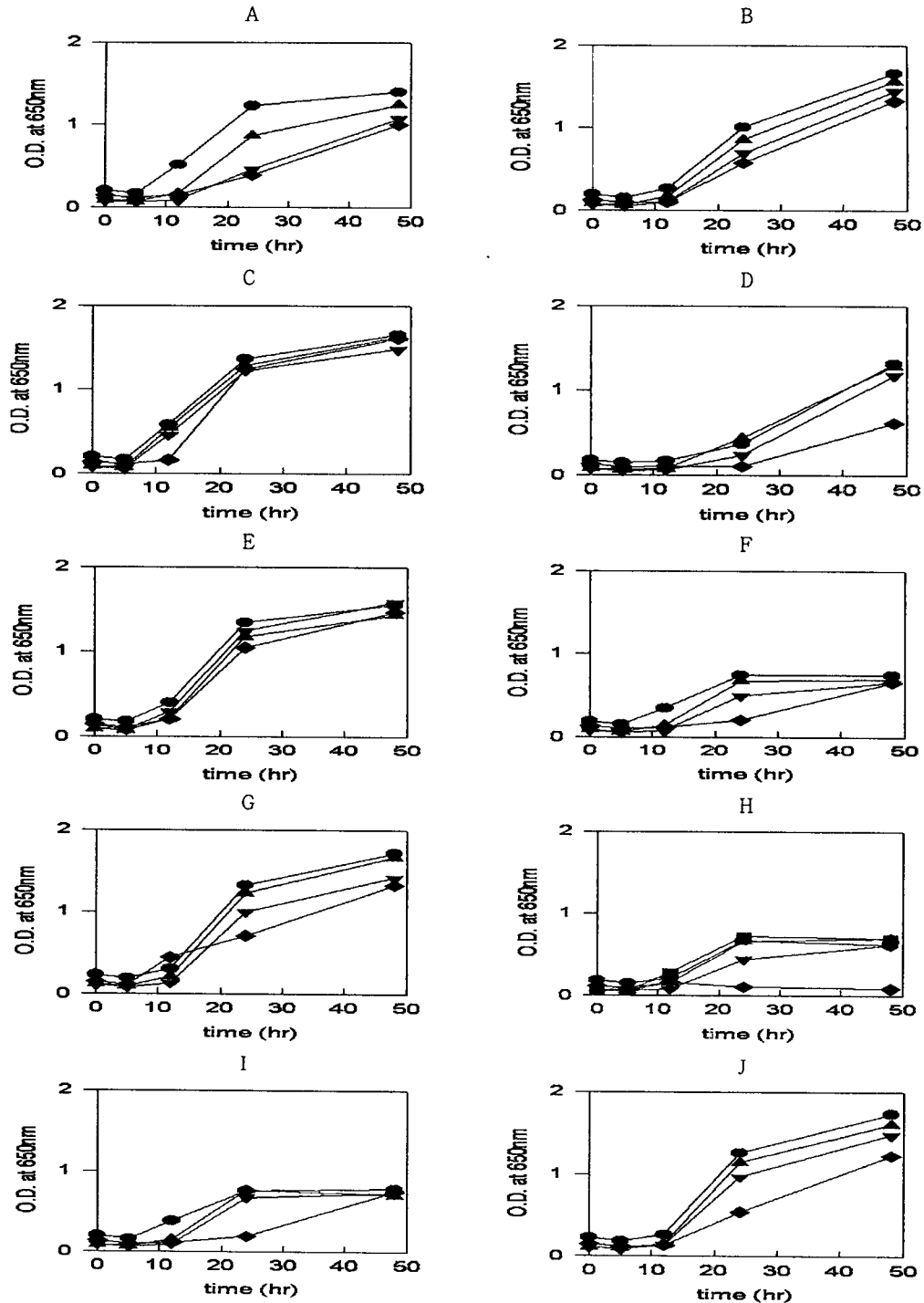


Fig. 1. Effect of various salts on the growth of yeast at 5.0% concentration(A: *Saccharomyces cerevisiae*, B: *Sporobolomyces albo-rubescens*, C: *Issatchenkia orientalis*, D: *Cryptococcus luteolus*, E: *Ustilago maydis*, F: *Candida humilis*, G: *Pichia onychis*, H: *Candida nitratophila*, I: *Candida humilis*, J: *Phichia jadinii*)

초기에 분리된 *Issatchenkia orientalis*와 *Ustilago maydis* 균주의 경우 소금 농도 5.0%에서도 소금 종류에 큰 차이 없이 생육도가 높게 나타났다(Fig. 1. C, E). 특히, *Issatchenkia orientalis*는 소금농도 10%에서도 생육이 가능한 내염성 효모로 알려져 있다¹⁴⁾.

반면, 효모 균종별로 소금 농도 3.0%에서 생육저해를 보였던 4종의 효모에서 소금농도 5.0%에서도 다른 균종에 비해 뚜렷한 생육저해를 보였다. 식염이 미생물의 생육을 저해하는 이유는 삼투압에 의한 세포내 수분의 유실과 원형질 분리, 효소활성의 저해, 산소용해도의 감소, 세포의 CO₂ 감수성 증가 및 Cl⁻의 독작용 등에 기인되는 것으로 알려져 있다¹⁵⁾.

김치의 pH가 3.58이하, 산도 1.43% 이상을 나타내는 시기에 분리된 *Candida* sp.이 *Cryptococcus* sp.에 이어 생육저해를 크게 받았다. 소금 종류별로 살펴보면 죽염 > 재제염 > 천일염 > Lite salt의 순으로 효모 생육이 저해되었으며, 소금 농도 3.0%에서 보인 결과와 같이 죽염에서 가장 큰 생육 저해를 나타내어 배양 24시간에 *Cryptococcus luteolus*의 경우 O.D.가 0.11, *Candida humilis*(김치 숙성 10일) 0.21, *Candida nitratophila* 0.11, *Candida humilis*(김치 숙성 27일) 0.20으로 효모의 생육이 크게 저해되었다(Fig. 1. D, F, H, I).

3. 소금 종류별 발효 기간에 따른 김치에서 분리한 효모의 생육특성

김치 발효 초기(pH 5.29~4.18, 산도 0.27%), 숙성 10~15일(pH 3.58~3.27, 산도 2.20%), 산패기(pH 3.34, 산도 2.52%)에 각각 분리된 효모 중 김치의 발효 숙성에 따라 유도기의 연장으로 소금에 대해 생육저해를 보인 3종의 효모(*Issatchenkia orientalis*, *Pichia onychis*, *Candida humilis*)와 발효 초기에 분리된 균 중 다른 균종과 달리 유도기 연장의 독특한 생육특성을 보인 1 균주(*Cryptococcus luteolus*)에 대해서 소금종류가 김치에서 분리한 효모의 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 소금 종류 별로 0%, 3.0%, 5.0%의 농도에서 균주 4종의 생육도를 측정 한 결과는 Table 2~Table 5에 나타내었다.

소금의 종류에 관계없이 발효 초기에 분리된 효모는 짧은 유도기를 거쳐 생육이 빠르게 증가되었고,

Table 2. Effect of lite salt concentration on the growth of yeast

Yeasts	Time (hr)	Concentration (%)		
		0	3	5
<i>Issatchenkia orientalis</i>	0	0.80	0.12	0.21
	5	0.06	0.13	0.17
	12	1.31	0.74	0.59
	24	1.59	1.54	1.36
	48	1.71	1.73	1.65
<i>Cryptococcus luteolus</i>	0	0.70	0.12	0.18
	5	0.06	0.14	0.15
	12	0.10	0.17	0.17
	24	0.98	0.94	0.37
	48	1.58	1.57	1.32
<i>Pichia onychis</i>	0	0.10	0.17	0.24
	5	0.08	0.17	0.20
	12	0.79	0.47	0.32
	24	1.46	1.46	1.33
	48	1.73	1.79	1.72
<i>Candida humilis</i>	0	0.09	0.15	0.20
	5	0.08	0.14	0.17
	12	0.78	0.67	0.39
	24	0.94	0.88	0.76
	48	1.05	0.93	0.79

Table 3. Effect of sea salt concentration on the growth of yeast

Yeasts	Time (hr)	Concentration (%)		
		0	3	5
<i>Issatchenkia orientalis</i>	0	0.08	0.06	0.09
	5	0.06	0.06	0.08
	12	1.31	0.49	0.55
	24	1.59	1.46	1.28
	48	1.71	1.58	1.63
<i>Cryptococcus luteolus</i>	0	0.07	0.06	0.09
	5	0.06	0.06	0.07
	12	0.10	0.09	0.08
	24	0.98	0.89	0.44
	48	1.58	1.44	1.29
<i>Pichia onychis</i>	0	0.10	0.1190	0.1260
	5	0.08	0.0880	0.0990
	12	0.79	0.3500	0.2140
	24	1.46	1.4730	1.2260
	48	1.73	1.7540	1.6690
<i>Candida humilis</i>	0	0.09	0.11	0.09
	5	0.08	0.08	0.07
	12	0.78	0.63	0.16
	24	0.94	0.77	0.77
	48	1.05	0.88	0.71

Table 4. Effect of refined salt concentration on the growth of yeast

Yeasts	Time (hr)	Concentration (%)		
		0	3	5
<i>Issatchenkia orientalis</i>	0	0.08	0.10	0.09
	5	0.06	0.08	0.06
	12	1.31	0.87	0.46
	24	1.58	1.46	1.22
	48	1.71	1.69	1.48
<i>Cryptococcus luteolus</i>	0	0.0720	0.08	0.08
	5	0.0570	0.07	0.06
	12	0.0950	0.07	0.07
	24	0.9830	0.72	0.24
	48	1.5780	1.39	1.18
<i>Pichia onychis</i>	0	0.10	0.12	0.11
	5	0.08	0.10	0.08
	12	0.80	0.38	0.13
	24	1.46	1.48	1.00
	48	1.73	1.77	1.42
<i>Candida humilis</i>	0	0.09	0.08	0.09
	5	0.06	0.07	0.07
	12	0.10	0.31	0.16
	24	0.68	0.77	0.77
	48	0.74	0.82	0.71

발효 10일 후에 분리된 효모의 경우는 염농도가 증가되면서 유도기가 초기 균주에 비해 연장되면서 염에 의해 생육이 저해되었다. 소금 종류별로 살펴보면, 죽염이 효모의 생육을 가장 크게 저해하였다. Lite salt는 염농도에 따라 효모의 생육에 큰 차이를 보이지 않았고, 발효 초기에 분리된 *Issatchenkia orientalis*는 비교적 짧은 유도기를 거쳐 빠르게 증식되었다. 김치 숙성 14일에 분리된 *Pichia onychis*와 27일에 분리된 *Candida humilis*의 경우 발효 초기 균주보다 유도기가 다소 연장되는 것을 알 수 있었다. 그러나, *Cryptococcus luteolus*는 발효 초기에 분리되었으나 유도기가 길게 나타났고 *Issatchenkia orientalis*에 비해 생육도도 낮았으며, 5.0% 농도에서는 0.37%로 생육이 크게 저해되었다. 천일염의 경우도 염농도가 증가됨에 따라 효모의 생육이 저해되었는데, 발효 초기 균주인 *Issatchenkia orientalis*는 천일염 0%에서 1.59, 3.0%에서 1.45, 5.0%에서 1.29로

Table 5. Effect of bamboo salt concentration on the growth of yeast

Yeasts	Time (hr)	Concentration (%)		
		0	3	5
<i>Issatchenkia orientalis</i>	0	0.08	0.12	0.15
	5	0.06	0.09	0.11
	12	1.31	0.51	0.17
	24	1.59	1.55	1.24
	48	1.71	1.79	1.61
<i>Cryptococcus luteolus</i>	0	0.07	0.11	0.14
	5	0.06	0.08	0.10
	12	0.10	0.09	0.11
	24	0.98	0.18	0.11
	48	1.58	1.34	0.63
<i>Pichia onychis</i>	0	0.10	0.11	0.15
	5	0.08	0.10	0.12
	12	0.79	0.21	0.45
	24	1.46	1.38	0.71
	48	1.73	1.77	1.33
<i>Candida humilis</i>	0	0.09	0.11	0.14
	5	0.08	0.10	0.10
	12	0.78	0.11	0.11
	24	0.94	0.47	0.20
	48	1.05	0.87	0.76

5.0%에서 농도에서 생육이 저해되었으나 발효 10일 이후에 분리된 다른 균주에 비해서는 높은 생육도를 보였다. 발효 10일 이후에 분리된 균주 역시 염농도 3.0%와 5.0%에서 유도기가 다소 지연되면서 생육저해를 받았으며, 발효 초기 균인 *Cryptococcus luteolus*는 천일염에서도 역시 유도기가 배양 5시간이었으나 배양 12시간까지 지연되면서 염농도 5.0%에서는 0.44로 생육이 크게 저해되었다. 재제염의 경우 분리된 4종의 균종 모두 염농도 3.0%와 5.0%에서 생육이 저해되었으며, 초기에 분리된 *Cryptococcus luteolus* 균주는 염농도 5.0%에서 생육이 가장 크게 저해되었다. 죽염의 경우는 소금의 종류 중에서 효모의 생육을 가장 크게 저해하였는데, 유도기가 짧았던 발효 초기 분리균인 *Issatchenkia orientalis*는 죽염 농도 3.0%와 5.0%에서 유도기가 배양 12시간으로 연장되면서 생육저해를 보였다. 또한 *Cryptococcus luteolus* 역시 유도기가 배양 12시간으로 연장되었고, 5.0%에서 0.106으로 생육이 크게 저해되었다. 27일에

분리된 *Candida humilis* 균주 역시 다른 소금에 비해 죽염에서 생육이 가장 크게 저해되어 배양 24시간에 염농도 3.0%와 5.0%에서 각각 0.46 및 0.20로 저해되었다.

IV. 요약

본 연구는 김치를 제조한 후 20°C에서 발효, 숙성 시키면서 발효기간별로 효모를 순수 분리하여 동정하였으며, 동정된 10종의 균주에 대해서 4종의 소금과 3가지 소금 농도(0, 3.0 및 5.0%)에서 효모의 생육도를 조사하였다. 동정된 균주는 *Saccharomyces cerevisiae*, *Sporobolomyces albo-rubescens*, *Issatchenkia orientalis*, *Cryptococcus luteolus*, *Ustilago maydis*, *Candida humilis*, *Pichia onychis*, *Candida nitratophila*, *Pichia jadinii*이었으며, 김치 숙성 10일 이후에는 산막효모로 알려진 *Pichia*, *Candida* 등이 주를 이루었다. 소금 농도에 따른 효모의 생육도에서는 염농도가 증가할수록 생육이 저하되었으나, 발효 초기에 분리된 *Issatchenkia orientalis*는 내염성 효모로 5% 염농도에서도 생육이 크게 저해되지 않았다. 효모 균종에서는 *Cryptococcus* sp. 와 *Candida* sp.가 소금 농도의 증가에 따라 생육이 크게 저해되었다. 4 종류의 소금 모두 발효 초기에 분리된 균주의 경우 유도기가 짧았고, 균의 증식이 빠르게 진행된 반면, 김치 숙성 10일 이후에 분리된 균주는 염농도가 증가되면서 유도기가 연장되었으며, 또한 소금 종류 중 죽염이 효모의 생육을 가장 크게 저해하였고, 그 다음으로 재제염이었다.

V. 문헌

1. Park, W. P.: The effect of salt concentration on Kimchi fermentation, J. Korean Agric. Chem. Soc., 34(3), 295-297, 1991.
2. Park, W. P. and Kim, Z. U.: The effect of spices on the Kimchi fermentation, J. Korean Agric. Chem. Soc., 34(3), 235-241, 1991.
3. Kang, S. G., Bak, W. S. and Choi, T. D.: Kimchi, 15-25, Nongmin- Newspaper Office, Seoul, 1995.
4. Lee, S. W.: History and nutrition of Kimchi, Food and Nutrition, 8, 17-19, 1987.
5. Hark, I. K., Kim, S. H. and Kim, S. D.: Effect of initial temperature of salt solution during salting on the fermentation of Kimchi, J. Korean Soc, Food Sci. Nutr., 25(5), 747-753, 1996.
6. Gil, W. S.: Application and present conditions of salt processing in Korean, J. East Asian Soc, Dietary Life, 9(2), 247-256, 1999.
7. Kim, Y. S.: The application method of bamboo salt and health in the pollution period, J. East Asian Soc, Dietary Life, 9(2), 257-260, 1999.
8. Hahn, H. K., Lim, C. R. and Park, H. K.: Determination of microbial community as an indicator of Kimchi fermentation, Korean J. Food Sci. Technol., 22(1), 26-32, 1990.
9. Shin, D. H., Kim, M. S., Han, J. S. Lim, D. W. and Bak, W. S.: Changes of chemical composition and microflora in commercial Kimchi, Korean J. Food Sci. Technol., 28(1), 137-145, 1996.
10. Kim, H. S. and Jeong, Y. S.: Identification of the aerobic bacteria Isolated from Kimchi and laver, J. Korean Agric, Chem. Soc., 3, 19-24, 1962.
11. Park, W. P. and Kim, J. W.: The effect of seasoning and saltedfermented fish on Kimchi fermentation, J. Korean Agric. Chem. Soc., 34(3), 242~248, 1991
12. Choi, K. J. : The study of yeast isolated from Kimchi, Korean Micro-biol., 16(1), 1-10, 1978.
13. Lee, Y. H. and Lee, H. S.: The changes of pectin substance in Kimchi during fermentation, Korean J. Soc. Food & Cookery Sci., 2(1), 54~58, 1986.
14. Kreger-van Rij, N. J. W.: The Yeasts, 3rd ed., 214~223, Elsevier Science Publishers B.V. Press, Amsterdam, 1984.
15. Ha, D. M.: Food Microbiology, 10th ed, 234~235, SinKwang press, Seoul, 2000.