

건식절임법으로 제조한 오이지의 절임조건에 따른 저장성 및 품질 특성

김청희¹ · 양윤형¹ · 이근종¹ · 박완수² · 김미리^{1*}

¹충남대학교 식품영양학과

²한국식품연구원

Quality Characteristics of Pickled Cucumber Prepared with Dry Salting Methods during Storage

Chung Hee Kim¹, Yun Hyoung Yang¹, Kun Jong Lee¹, Wan Soo Park² and Mee Ree Kim^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Korea Food Research Institute, Songnam 463-746, Korea

Abstract

The physicochemical and microbial characteristics of pickled cucumber prepared with dry salting method, which has been used for industry, were investigated. Salting and storage conditions were HSHT (30%, 25°C), MSMT (21%, 15°C), MSLT (21%, 0°C), LSMT (15%, 15°C) and LSLT (15%, 0°C). Acidity was lower, and pH was higher in higher salt concentration as well as lower temperature groups. At the storage of 165 days, acidity and pH reached to 0.21% and 4, respectively in MSLT and HSHT, of which conditions fermentation was retarded, compared to the other groups. During storage of pickled cucumber, greenness (-a) of Hunter color system showed the highest in MSLT ranged from -10.70 to -8.08, while in LSMT, the lowest to 1.17. Total microbial and lactic acid bacteria number in HSHT and MSLT were the lowest than in other groups, while the highest in LSMT. Yeast was not detected in HSHT and MSLT after 36 days of storage, while higher in LSMT. Texture profile analysis exhibited that fracturability (2,318 g and 2,318 g) and hardness (849 g and 702 g) were highest in HSHT and MSLT, compared to the other groups. Scores of over-all preference for MSLT and LSLT were higher with 8.8 and 7.6, respectively, compared to the other products ($p < 0.05$). Based on these results, lower saltiness and lower storage temperature condition was better for pickled cucumber preparation in industry.

Key words: pickled cucumber, dry salting method, quality

서 론

오이는 연 20만톤 생산되고 그 양이 매년 증가되는 한국의 대표적인 채소중의 하나로서, 우리나라에서는 삼국시대부터 재배된 것으로 알려져 있다(1). 오이의 대표적인 가공식품인 오이지는 독특한 맛과 아삭아삭한 조직감이 특성이인 저장식품으로 김치, 깍두기와 같은 우리나라 전통 발효식품이며, 17세기경 처음으로 문헌상에 등장하였다(2). 오이지 제조방법은 전통적으로 가정에서는 소금물에 오이를 침지하여 발효시켜 제조해 왔다. 그러나 산업체에서는 오이가 많이 생산되는 시기에 오이를 구매하여 지하탱크에 소금을 뿌려 제조하는 건식절임법을 채택하여 왔다. 건식절임은 전통적 오이제조법인 습식절임에 비하여 과량의 소금 사용으로 인한 오이지의 고염화 및 이로 인한 탈염과정에서 다량의 염수 배출 등의 수질 오염의 환경 문제를 야기시킬 수 있다. 한편, 가정에서 전통적으로 제조하는 습식절임법으로 제조한 오이지에 대한 연구로는 담금방법을 달리한 오이지의 숙성 중

특성 변화(3), 소금종류에 따른 오이지의 이화학적 및 관능적 특성 변화(4), 발효 중 오이지의 물리화학적 및 관능적 품질의 변화(5), 열처리가 오이지의 발효에 미치는 영향(6) 등 많은 연구가 이루어져 있으나, 이러한 연구는 상업적으로 제조되는 오이지 제조방법과는 차이가 있으며, 산업체 현장에서 적용하고 있는 건식절임에 의한 오이지의 품질특성에 관한 자료는 현재까지 보고된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 상업적으로 제조하는 오이지의 품질 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 절임변수에 따른 오이지의 품질 특성을 저장기간별로 분석하여 기존의 고염 오이지를 저염화시킬 수 있는 방법을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 오이는 대전 노은농산물 시장에 2003년 하절기에 수확된 조선 오이(백오이)를 구입하여 실험에 사

*Corresponding author. E-mail: mrkim@cnu.ac.kr
Phone: 82-42-821-6837, Fax: 82-42-822-8283

용하였다. 소금은 천일염(염도 80% 이상, 전남신안, 2003년 도산)을 사용하였다.

제조방법

오이지의 절임조건으로는 염도와 저장온도를 선택하였으며 오이지 제조방법은 오이지 공장에서 채택하고 있는 건식 절임법을 택하였다. 현재 오이지 공장에서 사용하고 있는 오이지의 염도는 30%로 고염이므로, 본 실험에서는 기존 염도인 30%의 30% 또는 50%를 감소시킨 21% 또는 15%를 채택하였다. 즉, 오이 1 kg을 플라스틱 백(NY+PE)에 넣고 오이 무게에 15%, 21%, 또는 30%의 소금을 오이에 골고루 뿌려 진공 패키징(SZP-1002, (주)제로팩, 경기도)를 사용하여 포장하였다. 포장된 오이지에 300 g의 모래주머니를 올려 놓은 후 각각 절임시스템 설계 모델인 온도조절형 항온실에서 0°C, 15°C, 25°C의 온도로 165일간 저장하면서 4주 간격으로 분석에 사용하였다.

pH 및 총산도

오이지의 고형물을 blender로 곱게 마쇄하여 거즈로 짠 여액을 실험에 사용하였다. pH는 pH meter(420Benchtop, Orion Research Inc., USA)를 사용하여 측정하였고, 산도는 AOAC법(7)에 의하여 여액 10 mL에 pH meter 전극을 담고 0.1 N NaOH로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 중화시키는데 소요된 NaOH 용량(mL)을 lactic acid함량(%)으로 환산하여 총산함량을 표시하였다.

염도

오이지의 고형물을 blender로 곱게 마쇄하여 거즈로 여과하여 얻은 여액을 염도계(S-28E, Atago, Japan)를 사용하여 측정하였다.

미생물학적 특성

총균 및 젖산균은 각각 nutrient broth(Difco Co.) 및 lacto-bacilli MRS broth(Difco Co.)에 agar powder(Samchun Chemical Co.)를 혼합하여 만든 배지, 효모는 potato dextrose agar(Difco Co.) 배지를 사용하였다. 오이지 시료의 여액을 1 mL 취하여 멸균수로 단계적으로 희석하여, 준비한 고체 배지에 평판 주사법으로 0.1 mL씩을 접종한 후 30°C 배양기

에서 48시간 배양 후 나타난 colony를 계수하였다.

색도

오이지의 겉껍질을 일정한 두께(2~3 mm)로 깎아 시료가 축축할 정도로 수분을 첨가하여 blender로 곱게 마쇄하여 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. LTD., Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)를 측정하였다.

기계적 조직감

오이지의 조직감 특성을 알아보기 위하여 texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems Co., England)를 사용하여 오이지의 양쪽 끝에서 3 cm 들어간 부위는 제거한 후 오이의 섬유소 방향과 직각 방향으로 탐침을 2회 연속적으로 녹색 표피를 통과하여 주입시켰을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 분석한 software(TA/XT2, Microstable Systems Co., England)를 이용하여 파쇄성(fracturability), 경도(hardness)를 측정하였다. 이때 기기의 작동 조건은 sample rate, 200 pps, force threshold 20 g, distance threshold 7.07 mm², pre test speed, 5.0 mm/sec, post test speed 5.0 mm/sec, test speed 5.0 mm/sec, strain 50% 및 trigger type은 auto 10 g이었다. 오이지의 조직감 측정은 10회 측정하였다.

관능검사

절임조건을 달리하여 제조한 저장 165일 짜의 5종의 오이지에 대하여 외관, 냄새, 맛, 조직감 및 전반적인 수용도에 대하여 9점 척도법을 사용하여 기호도를 평가하였다(8). 오이지의 소비층을 젊은 세대로 확대하기 위한 기초자료를 확보하고자 대학생 30명을 대상으로 오이지의 기호도를 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복하였으며 실험 결과는 SAS program 중에서 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였다(9,10).

결과 및 고찰

염도

건식 절임법으로 제조한 오이지의 저장기간에 따른 염도는 Fig. 1과 같다. 천일염을 신선한 오이 무게의 30%를 넣어 제조한 HSHT군의 염도는 저장 14일 경과 시에 20%, 15%를 넣은 LSLT군 및 LSMT군은 12.0~12.4%, MSLT군 및 MSMT군은 17.0~17.2%로 급격히 증가되었다. 그러나 저장 14일 이후의 염도 증가폭은 매우 완만하여 저장 165일에 HSHT군은 23.4%의 염도를 유지하였으며, LSLT군 및 LSMT군은 14.0~14.2%의 염도를, MSLT군 및 MSMT군은 각각

Table 1. Salt concentration and storage temperature for pickled cucumber

Treatment ¹⁾	Salt concentration (%)	Temperature (°C)
HSHT	30	25
MSMT	21	15
MSLT	21	0
LSMT	15	15
LSLT	15	0

¹⁾HSHT: high salting and high temperature storage, MSMT: medium salting and medium temperature, MSLT: medium salting and low temperature, LSMT: low salting and medium temperature, LSLT: low salting and low temperature.

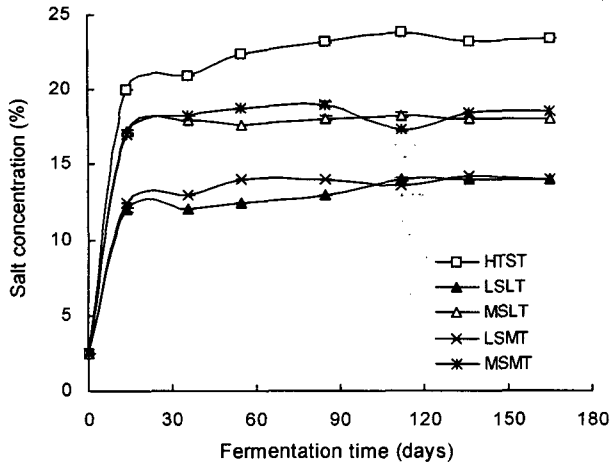


Fig. 1. Changes in salt concentration of pickled cucumber during fermentation. Groups are the same as Table 1.

18.0~18.6%의 염도를 유지하였다. 오이 조직내부의 소금침투는 삼투압의 차이에 의한 것으로 소금 농도가 높을수록 소금의 침투량이 많아지는데(5,11), 본 실험에서도 염 농도가 높을수록 오이 조직 내의 염도가 높아 침투량 역시 높아진 것으로 나타났다. 습식 절임법으로 제조한 오이지의 경우(3), 20% 염수(오이:소금물, 1:1.2)로 제조한 오이지는 저장 40일 경과 시 염도는 9.2%인 반면, 오이 무게의 21%의 소금을 넣어 건식 절임법으로 제조한 본 실험의 오이지는 저장 36일 경과 시 MSLT군 및 MSMT군의 염도는 각각 17.9%, 18.3%로 건식절임법으로 담근 오이지가 습식절임법으로 담근 오이지에 비하여 더 높은 염도를 나타내었다. 이같은 결과로부터 1 kg의 오이로 오이지 제조할 때, 습식절임 시 240 g의 소금으로 염도 9.2%의 오이지를 제조할 수 있는 반면에, 건식절임 시에는 150 g의 소금으로 염도 14%의 오이지를 제조할 수 있으므로 목표로 하는 오이지 내부의 염도에 도달하기 위한 소금 사용량은 건식 절임법이 습식절임에 비하여 적어 절임에 매우 효율적인 것으로 나타났다.

산도 및 pH

오이지 저장 중 pH의 변화는 Fig. 2와 같다. 오이지의 pH는 신선한 오이의 pH인 5.70에서 저장 14일에는 5.19~5.38로 감소하였고, 저장 14일 이후부터 저장 165일까지 완만하게 감소하여 pH 4.84를 나타내었다. 특히 염도 21%로 제조하여 0°C에서 저장한 MSLT군은 저장 기간 동안 가장 높은 pH(5.0 이상)를 유지하였다($p < 0.05$). 한편, 염도 15%로 제조하여 오이지를 온도를 달리하여 저장하였을 때 저장 165일 경과 시의 pH는 0°C에서 저장한 오이지인 LSLT(pH 5.01)군이, 15°C에서 저장한 오이지인 LSMT(pH 4.75)군에 비하여 높았다. 또한, 염도 21%로 제조한 오이지를 저장 온도를 달리하여 저장하였을 때, 즉 MSLT군과 MSMT군을 비교하여 보았을 때 저장 165일 경과 시의 pH 역시 각각 pH 5.01 및 4.75로 저장온도가 낮은 오이지의 pH가 높았다. 30%의 고

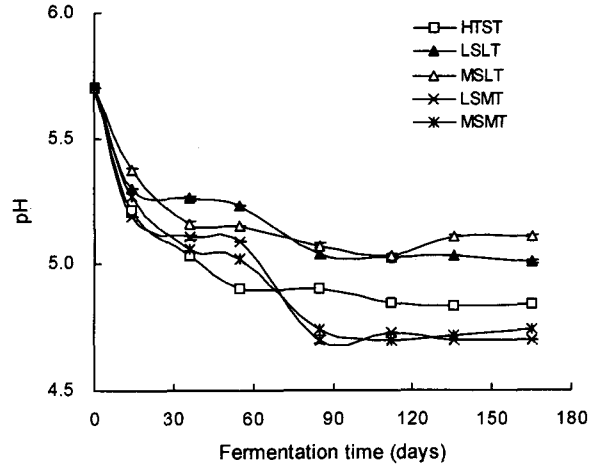


Fig. 2. Changes in pH of pickled cucumber during fermentation. Groups are the same as Table 1.

염으로 제조하여 30°C의 고온에서 저장한 HSHT군은 저장 36일 이후에는 pH가 낮아져 4.9 정도를 유지하였으며 저장 165일에는 pH가 4.84로 낮아져 LSLT군과 MSLT군의 pH인 5.01이나 5.11에 비하여 낮았다. 건식 절임법으로 제조된 오이지는 습식 절임법으로 제조한 오이지(3)와는 달리 165일 정도의 장기 저장 시에도 먹기에 적당한 pH인 3.7~4.0(5,12)에 도달되지 않아 장기저장이 가능하였다.

한편, 오이지의 저장 중 산도 변화는 Fig. 3과 같다. 산도는 저장기간이 경과됨에 따라 점차적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 고염인 30%로 제조하여 25°C에서 저장한 HSHT군의 경우, 산도의 증가는 3단계로 일어났는데 1단계는 저장 초기 약 2주까지로 생오이의 산도인 0.19%에서 0.23%로 증가하였으며 2단계에서는 저장 136일까지로 매우 서서히 증가하여 0.29%이었다. 3단계에서는 저장 136일 이후부터 증가폭이 약간 커서 0.35%로 상승하여 저장 165일까지 0.35를 유지하였다. 염도 15 및 21%로 제조하여 15°C에서 저장한

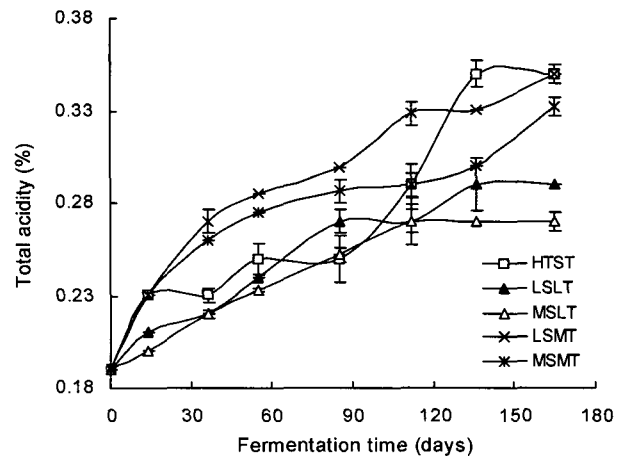


Fig. 3. Changes in total acidity of pickled cucumber during fermentation. Groups are the same as Table 1.

오이지(LSMT군 및 MSMT군)는 저장 165일의 산도가 0.33~0.35%로 HSHT군과 유사하였으며, 특히, LSMT군(15%, 15°C)의 산도 증가 경향은 HSHT군과 매우 유사하였다. 그러나 0°C에서 저온 저장한 오이지인 LSLT군 및 MSLT군은 저장 14일에 0.23%로 증가한 이후에는 저장 165일까지 매우 증가속도가 완만하여 각각 0.20% 및 0.21%로 다른 군에 비하여 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). 오이지를 저장하는 동안 산도가 0.30%에 도달하는 데 걸리는 시간은 HSHT군은 약 110일, MSMT군은 약 130일, LSMT군은 약 80일, LSLT군 및 MSLT군은 165일 이상으로 나타났다. 오이지의 산도 증가 정도는 염도와 저장 온도에 영향을 받았으며, 특히 염도 15% 및 21%에서는 저장 온도가 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났는데, 이 같은 결과는 고염 또는 저온 저장이 오이지의 발효에 관여하는 미생물 특히 젖산균은 고염이나 저온의 조건에서는 성장이 지연되므로 산생성이 억제되기 때문에 저장성을 높이는 데 기여한 것이다(13).

총균수

오이지를 저장하는 동안 총균수 변화는 Fig. 4(A)와 같다. HSHT군은 저장 14일에 1.3 log(CFU/mL), 저장 36일 이후에는 4.0 log(CFU/mL)로 증가하여 저장 165일까지 유지하였다. 또한, MSLT(0°C/21%)군은 저장기간 동안 낮은 총균수를 나타내었다. 동일한 염도로 제조한 오이지를 온도를 달리하여 저장하였을 때, 저장 165일 경과 시의 총균수는 15% 염도로 제조한 오이지인 LSLT군 및 LSMT군은 각각 5.4 log(CFU/mL), 6.5 log(CFU/mL)로 저장온도가 낮은 군이 적게 나타났다. 또한, 21%로 제조한 MSLT군 및 MSMT군을 비교하여 보았을 때 저장 165일 경과 시의 총균수는 각각 4.2 log(CFU/mL), 6.0 log(CFU/mL)로 저장온도가 낮

은 군의 총균수가 적었다.

젖산균수

저장기간에 따른 젖산균 수의 변화를 Fig. 4(B)에 나타내었다. HSHT군은 초기 1.6 log(CFU/mL)에서 저장 14일에 1.5 log(CFU/mL)으로 일시적으로 젖산균이 감소하였으나 그 이후 증가하여 4.3 log(CFU/mL)를 유지하였다. LSLT군은 초기 1.6 log(CFU/mL)에서 저장 165일에 3.5 log(CFU/mL) 수준으로 젖산균이 증가하는 경향을 보인 반면에, MSLT군은 저장 112일 이후에는 젖산균이 검출되지 않았으며, 또한, 저장 112일 이전에도 젖산균수는 가장 적은 수준을 유지하였다. LSMT군의 경우에는 젖산균수가 초기부터 점차적으로 증가하여 저장 165일에 5.8 log(CFU/mL)에 달하여 모든 군중에서 가장 많았다. 같은 염도(15%)로 절여진 LSLT군과 LSMT군을 비교하여 보았을 때 저장 165일 경과 시 젖산균수가 각각 3.5 log(CFU/mL), 5.9 log(CFU/mL)로 저장온도가 낮은 오이지인 LSLT군의 젖산균수가 적게 나타났다. 또한 21% 염도인 MSLT군과 MSMT군을 비교하여 보았을 때 저장 165일 경과 시의 젖산균수 역시 각각 0.0 log(CFU/mL) 및 5.7 log(CFU/mL)로 저장온도가 낮은 군의 젖산균수가 적었다. 저온(0°C)에서 저장한 LSLT군과 MSLT군을 비교하였을 경우 저장 165일 경과 젖산균수는 각각 3.5 log(CFU/mL), 0.0 log(CFU/mL)로 염도가 높을수록 젖산균수가 적었으나, 15°C에서는 염도 15%인 LSMT군과 염도 21%인 MSMT군이 각각 5.8 log(CFU/mL) 및 5.7 log(CFU/mL)로 차이를 보이지 않았다. 이상의 결과로부터 젖산균은 염도가 높을수록 저장온도가 낮을수록 생육이 저해되었으나, 저장온도에 더 민감하였는데, 이 같은 결과는 이전의 보고(3-6)와 일치하였다. 오이지의 속성은 김치의 속성과 유사하게

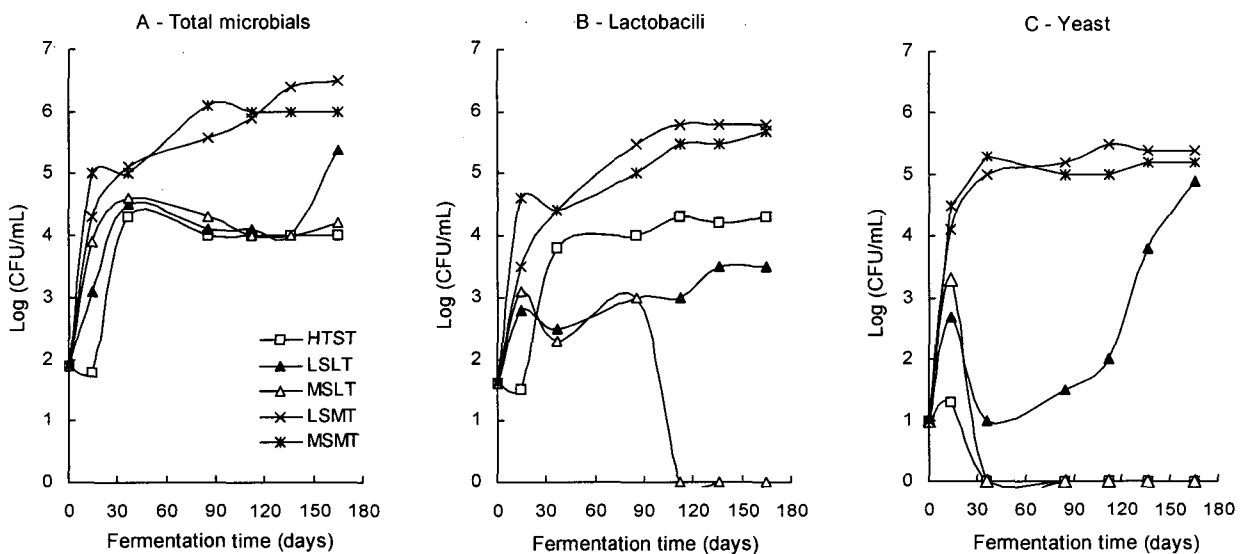


Fig. 4. Changes in total microbial (A), lactobacilli (B) and yeast (C) of pickled cucumber during fermentation. Groups are the same as Table 1.

젖산균류를 비롯한 여러 가지 미생물의 번식으로 이루어진다. 이들 미생물은 사용되는 재료 자체에 부착되어 있는 것들이 대부분으로 발효초기에는 이들 미생물이 주로 생육하게 되고 발효가 진행되면서 점차 젖산균들이 번식하여 유기산을 생성한다(13).

효모수

오이지의 저장 중 효모의 수는 Fig. 4(C)와 같다. HSHT군 및 MSLT군의 경우 저장 14일에 1.3~3.3 log(CFU/mL)이었다가 저장 36일 이후에는 검출되지 않았는데, 이는 오이에 붙어 있던 효모가 고염에 의해 성장하지 못하고 사멸되기 때문으로 생각된다. LSLT군은 저장 14일에 2.7 log(CFU/mL)이었으며, 저장 165일에는 4.9 log(CFU/mL)이었다. LSMT군 및 MSMT군은 저장 14일에 4.1~4.5 log(CFU/mL)이었으며 그 이후 점차 증가하여 저장 165일에 5.0~5.4 log(CFU/mL)이었다. 같은 염도(15%)로 제조하여 온도를 달리하여 저장한 LSLT군 및 LSMT군의 효모수를 비교하여 보았을 때 저장 165일에 각각 4.9 및 5.4 log(CFU/mL)로 저장온도가 낮은 오이지의 효모수가 적게 나타났다. 또한, 염도 21%로 제조하여 온도를 달리하여 저장한 MSLT군과 MSMT군을 비교하여 보았을 때 저장 165일에 각각 0.0 및 5.2 log(CFU/mL)로 저장온도가 낮은 오이지의 효모수가 적었다. 같은 온도(0°C)로 저장된 LSLT군 및 MSLT군을 비교하여 보았을 때 저장 165일에 각각 4.9 및 0.0 log(CFU/mL)로 염도가 높을수록 효모가 적었다. 그러나 15°C에 저장한 MSMT군과 LSMT군의 경우 각각 5.4 및 5.2 log(CFU/mL)로 염도 차이에 따른 효모수의 차이는 나타나지 않았다. 이상의 결과로부터 전식 절입법에 의하여 제조한 오이지의 효모 수는 저장온도가 낮을수록, 염도가 높을수록 그 수가 적었으며 특히 염도에 큰 영향을 받았다. 효모는 산 생성 박테

리아와 함께 오이피클에서 주된 미생물중의 하나인데(14), 오이지를 저장하는 동안 증가되는 효모는 김치 숙성 말기에 나타나는 효모와 유사하며, 효모 중 산막효모는 숙성 말기에 젖산균이 생성한 산을 소모하면서 김치 표면에 피막을 형성하게 한다. 오이피클에서 효모는 높은 염도, 산에서도 생존가능하며, 특히, *Candida*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces* 속에 속하는 막을 형성하는 효모가 펙틴질 분해능이 크다(14).

색도

오이지 저장기간 중 색도 변화를 측정할 결과는 Fig. 5와 같다. 명도(L 값)는 저장기간이 경과됨에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 명도를 나타내는 L 값이 높게 유지된 오이지는 HSHT군이었고, 낮은 값을 보인 오이지는 MSLT군이었다. 같은 염도(15%)로 제조하여 온도를 달리하여 165일 저장한 LSLT군 및 LSMT군의 명도는 각각 30.30 및 30.10으로 유사하였다. 또한, MSLT군과 MSMT군을 비교하여 보았을 때 저장 165일 경과 시 각각 30.50, 29.23로 유사하여 오이지의 절입 변수인 염도 및 저장 온도에 따른 차이는 나타나지 않았다.

오이지의 색은 전통적으로 잘 발효되어 먹기에 적당한 상태에 이르면 녹색은 퇴색되고 연한 갈색의 상태이다. 오이지의 저장 중 녹색도(-a 값)를 Fig. 5(B)에 나타내었다. 오이지의 녹색은 저장기간이 경과됨에 따라 점차로 감소하였으며, 절입 변수 간에 차이가 있었다. MSLT군의 녹색도는 신선한 오이인 10.27에서 저장 85일에 9.10으로 거의 감소되지 않았다가, 저장 112일에 7.96으로 감소되었다. 그러나, 저장 전 기간동안 처리군중에서 녹색도값이 가장 높게 유지되었다. LSLT군은 MSLT군과 함께 저장 85일째까지 10.27에서 8.30으로 완만하게 감소하였으나 그 후 4.75~4.77로 급격히 감

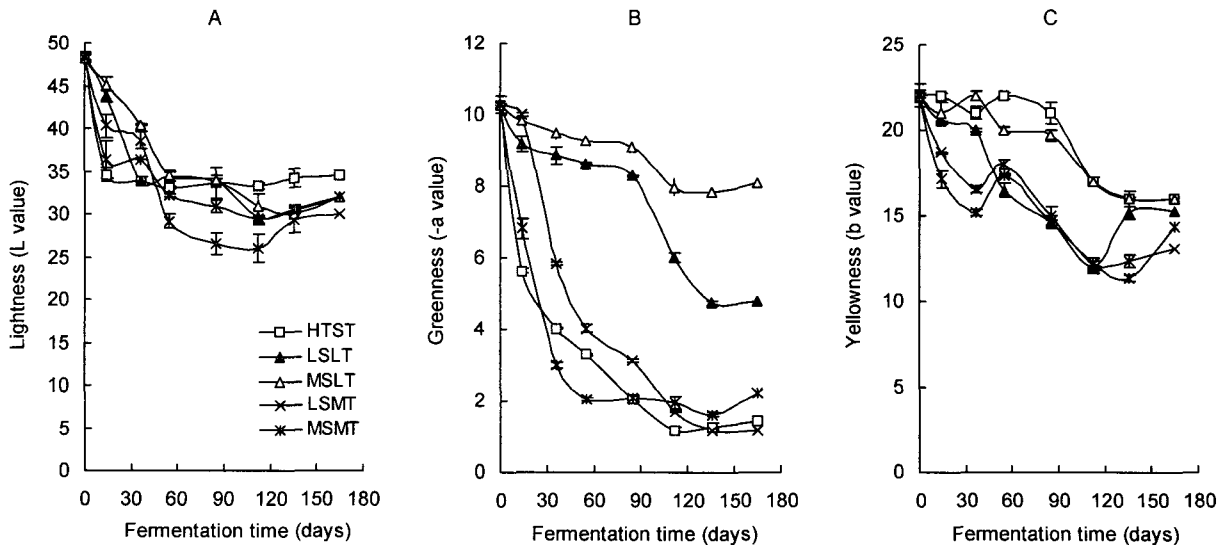


Fig. 5. Changes in lightness (A), greenness (B) and yellowness (C) of pickled cucumber during fermentation. Groups are the same as Table 1.

소하였다. 이시기의 증가된 산도의 결과와 연관되었다. LSMT 군은 초기 10.27에서 저장 36일 경과 시 5.83으로 급격히 감소하였다가 저장 112일째 1.71로 감소한 후 1.71~1.17을 나타내었다. MSMT 오이지는 저장 14일 경과 시 6.81로 감소한 후 그 이후에도 감소하여 165일 경과 시에 2.20~1.96을 나타내었다. 같은 염도(15%)로 절여진 LSLT군 및 LSMT군의 녹색도는 저장 165일 경과 시 각각 4.77 및 1.17로 같은 염도로 제조된 오이지인 경우에 저장온도가 낮은 오이지의 녹색도가 높게 나타났다. 또한, MSLT군과 MSMT군의 녹색도 역시 저장 165일 경과 시 각각 8.08 및 2.20로 저장온도가 낮은 오이지의 녹색도가 높게 나타났다. 같은 온도로 저장된 LSLT군과 MSLT군의 녹색도는 저장 165일 경과 시 각각 4.77 및 8.08로 염도가 높을수록 높은 녹색도를 나타내었다. HSHT 오이지의 녹색도는 초기 10.27에서 저장 14일 경과 시 5.63으로 급격히 그 값이 떨어진 후 점차적으로 값이 감소하여 저장 112일에 2.45 정도를 나타내었다. 오이지 저장 중 황색도(b 값)는 저장기간이 경과됨에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 오이지의 녹색도 값이 저장기간이 경과됨에 따라 감소하는 것은 오이지 표면의 녹색이 담근 초기에 비하여 발효가 진행되면서 녹갈색으로 바뀌기 때문이며, 이는 오이에 있는 chlorophyll이 생성된 산에 의하여 pheophorbide나 pheophytin으로 전환되기 때문이다(16). 오이지를 저장하는 온도가 낮을수록, 오이지의 염도가 높을수록 이러한 젖산균의 생육이 억제되어 산생성이 적으므로 오이지의 녹색이 높게 유지될 수 있었다. 오이지 표피의 녹색은 오이지를 담근 초기에 비하여 발효가 진행되면서 청록색에서 황록색으로 변하는데(5), 이는 오이에 있는 chlorophyll이 생성된 산에 의하여 pheophorbide나 pheophytin으로 전환되기 때문이다(16,17).

조직감

저장기간 경과에 따른 오이지의 조직감을 texture analyser에 의하여 TPA를 분석한 결과는 Fig. 6과 같다. 오이지의 경도는 신선한 오이의 경도인 882 g에서 저장 14일에 1,200 g~1,788 g으로 급격하게 증가한 후 저장 36일 이후에는 크게 감소하여 1,000 g 이하로 나타났다. 오이지 저장 14일에 경도가 증가하는 현상은 절이는 동안 오이지중의 수분이 빠져나와 조직중의 섬유소가 상대적으로 밀집되기 때문으로, 채소류의 수분 함량이 경도와 역의 상관성을 보인다는 보고(18)와 조직의 건물 함량이 경도와 밀접한 상관성을 보인다는 결과와 유사하였다.

한편, 30%의 고염으로 제조한 HSHT군의 경우에는 저장 전기간 동안 모든 군 중에서 가장 높은 경도를 유지하였으며 특히 저장 90일 이후부터는 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 반면에, 15%의 저염으로 제조한 오이지의 경도는 저장온도 0°C 및 15°C 모두 가장 낮게 나타났다. 즉, 같은 염도(15%)로 절여진 LSLT군과 LSMT군을 비교하여 보았을 때, 저장 165일 경과 시 경도가 각각 444 g 및 233 g으로 저장온도가 높은 군의 경도가 낮게 나타났다. 그러나 21% 염도로 제조하여 온도를 달리하여 저장한 오이지인 MSLT군과 MSMT군은 저장 165일에 경도가 각각 683 g 및 685 g으로 큰 차이를 보이지 않았다. 특히 염도 21% 및 0°C에서 저장한 오이지인 MSLT군은 저장 기간 동안 높은 경도를 유지하였다. 이 같은 결과는 오이 피클 제조 시 소금농도가 높을수록 오이의 견고성이 증가하였던 보고(15)와 비슷한 경향으로 나타났다. 염의 농도가 높을수록 오이지의 경도가 높은 것은 절임에 사용한 천일염중의 칼슘이온이 오이지중의 펙틴분자와 가교결합을 이루어 단단해지기 때문으로 생각된다. 또한, 염 농도가 경도에 영향을 미치는 이유는 소금 절임에 의해 오이

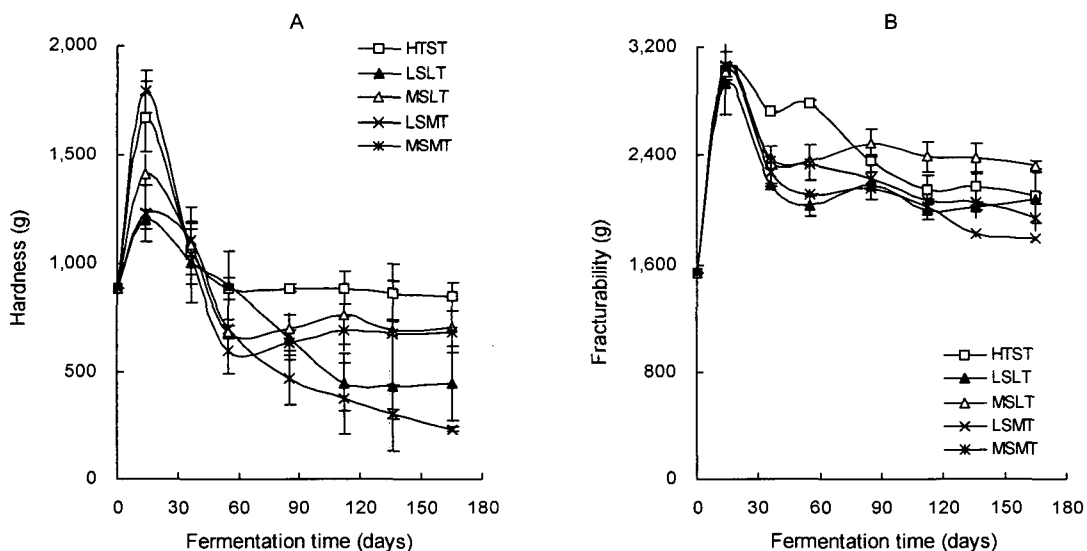


Fig. 6. Changes in hardness (A) and fracturability (B) of pickled cucumber during fermentation. Groups are the same as Table 1.

Table 2. Mean scores of sensory test for pickled cucumber at 165 days of fermentation

Group ¹⁾	Appearance	Odor	Taste	Texture	Overall preference
HTST	6.2±1.4 ^{b2)}	7.2±1.5 ^a	1.2±1.3 ^c	8.2±1.4 ^a	5.1±1.3 ^b
LSLT	7.1±1.1 ^{ab}	1.6±1.1 ^c	7.8±1.8 ^a	7.4±1.7 ^{ab}	7.6±1.7 ^{ab}
MSLT	8.1±1.1 ^a	7.7±2.1 ^a	8.1±1.1 ^a	8.7±2.1 ^a	8.8±2.1 ^a
LSMT	5.0±2.1 ^b	7.6±1.5 ^a	2.5±1.3 ^c	1.4±1.9 ^c	3.2±1.1 ^c
MSMT	6.3±1.3 ^b	5.3±1.9 ^{ab}	5.1±1.8 ^{ab}	7.6±1.3 ^{ab}	7.1±1.5 ^{ab}

¹⁾Groups are the same as Table 1.

²⁾Means with different superscript letters within a same column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

지 내부의 공기가 탈기되고 삼투작용에 의해 수분이 용출됨에 따라 세포벽이 주그러져 포개지게 되므로 절단면에 걸리는 섬유소의 수가 증가하는 것이 주 원인으로(18) 생각되며 HSHT군은 가장 높은 염 농도를 지니고 있었는데, 경도 유지에는 높은 염 농도가 필요한 것으로 생각된다(15). 그러나 펙틴질의 연화에는 염농도 뿐 아니라 기타 여러 요인이 관여하는데 특히, 20%의 염농도에서도 오이 피클의 연화요인이 저해되지 않았다는 보고(15)에 비추어 볼 때 염농도 하나만으로는 설명이 불가능하다고 할 수 있다.

한편, 파쇄성은 오이지를 담구기 전 신선한 오이의 파쇄성인 1,533 g에서 저장 14일에는 2,935 g~3,061 g으로 크게 증가하였으나 저장 14일 이후부터 저장 50일경까지 급격히 감소하였다가 그 이후부터 165일까지 완만하게 감소하였다. 30% 염도로 제조하여 25°C에서 저장한 HSHT군의 파쇄성은 저장기간 55일까지는 2,779 g으로 가장 높았으나($p < 0.05$), 그 이후부터는 저장기간이 경과됨에 따라 크게 감소하여 저장 165일에는 2,103 g이었다. 그러나 염도 21%로 제조하여 0°C에서 저장한 오이지인 MSLT군은 저장 기간 55일 이후에는 파쇄성의 감소 정도가 매우 적어 저장기간 동안 가장 높은 파쇄성을 유지하였으며, 저장 165일에 2,318 g을 나타내었다. 또한, 15% 염도로 제조하여 15°C에서 저장한 LSMT군과 15% 염도로 제조하여 0°C에서 저장한 LSLT군의 파쇄성은 저장기간이 경과됨에 따라 낮았는데, 특히 염도가 낮은 LSMT군이 가장 낮았다. 본 실험 결과로부터 기존의 고염으로 제조하여 실온이나 고온에 방치하는 경우에는 초기에는 파쇄성이 높게 유지되나 저장기간이 경과됨에 따라 낮아졌으므로, 염도를 낮추어 21%나 15%로 낮추는 경우에는 저온에서 저장해야만 파쇄성 감소를 방지할 수 있음을 알 수 있었다. 건식절입 오이지는 저장온도가 낮을수록, 염도가 높을 경우 파쇄성이 증가하였는데 이 같은 결과는 높은 염도와 낮은 저장온도가 효모 등의 미생물의 발생을 억제하고 높은 염도가 삼투압의 작용으로 인해 오이지의 파쇄성이 증가하였기 때문이다. 오이지의 연부현상은 펙틴 물질의 분해로 이뤄지는데 오이 조직 내 존재하는 polygalacturonase(PG)와 pectinesterase(PE)가 이 현상에 관여하는 효소로서 PG는 오이의 연부현상을 촉진시키며 PE는 펙틴물질 pectinic acid로 분해시켜 Ca 존재 하에서는 오이의 견고성이 높아진다(14,15).

관능적 특성

Table 2는 저장 165일째 관능적 품질 특성이다. 오이지의 외관은 MSLT군이 8.1점으로 가장 높은 점수를 받았으며, LSMT군은 5.0점으로 낮았다. 기계적 색상 측정 시 오이지의 녹색도는 MSLT군은 8.08(Fig. 5B)로 가장 높았고 LSMT군은 1.17로 가장 낮았다. 오이지는 발효가 진행될수록 클로로필의 녹색이 녹색으로 되고 더 발효가 진행되면 녹색이 거의 없는 황갈색으로 되는데(16), 본 실험에 참여한 패널들은 녹색이 많이 유지된 오이지에 대한 기호도가 높은 것으로 나타났다. 냄새는 LSMT군이 1.2점으로 가장 낮았으며, 그 다음이 MSMT군으로 3.2점이었다. LSMT군의 냄새에 대한 기호도가 낮게 나타난 것은 효모의 수가 5.8 log CFU/mL로 모든 군중에서 가장 많았던 결과(Fig. 4C)와 일치하며, 효모는 젖산균이 생성한 산을 소모하면서 피막을 형성하여 군데 내 등 좋지 않은 냄새를 내기 때문이다(19). 오이지의 맛은 MSLT군 및 LSLT군이 각각 8.1점 및 7.8점으로 가장 높았으며, 그 다음이 MSMT군 및 LSMT군으로 각각 5.1점 및 2.5점이었으며, HSHT군은 1.2점으로 가장 낮았다. 오이지의 맛에 대한 기호도가 높은 MSLT군 및 LSLT군의 산도는 각각 0.20% 및 0.21%로 가장 낮았으며(Fig. 3), 염도는 18% 및 14%이었다. 맛에 대한 기호도가 가장 낮게 나타난 HSHT군의 염도는 23.4%로 고염이었다. 오이지의 조직감은 HSHT군과 MSLT군이 각각 8.1점 및 9.1점으로 높은 점수를 받았으며, LSMT군은 1.4점으로 가장 낮은 점수를 받았다. HSHT군과 MSLT군은 기계적 조직감 측정치 중 경도와 파쇄성이 가장 높았던 결과와 일치하였다. 전반적인 수용도는 MSLT군이 9.0점으로 가장 높았으며 그 다음이 LSLT군(7.8점), MSMT군(7.1점), HSHT군(5.1점), LSMT군(3.2점)의 순이었다($p < 0.05$). 오이지의 전반적인 기호도가 높은 군인 MSLT군은 산도가 낮고, 효모가 없으며, 녹색도가 높고, 경도 및 파쇄성이 높은 특성을 나타내었다.

요 약

오이지를 건식제조법으로 제조하여, 오이지의 절입변수로 염도(30, 21 및 15%), 저장온도(0, 15 및 25°C)를 택하여 165일 동안 저장하면서 이화학적 및 미생물학적 특성을 분석하였다. 오이지의 염도는 습식절입법과 비교하였을 때 높은 염도를 유지하였다. 오이지의 산도는 저장기간이 경과됨

에 따라 증가하였으며, 염도가 높을수록, 저장온도가 낮을수록 pH는 높고 산도는 낮게 유지되었다. 오이지의 색상으로 Hunter system의 녹색도(-a 값)는 저장기간이 경과됨에 따라 감소하였으며, MSLT군의 녹색도가 가장 높았다. 오이지의 기계적 조직감 특성 중 경도는 HSHT군이, 파쇄성의 경우는 MSLT군이 높게 유지되었는데, 경도는 염도가 높을수록 파쇄성은 저장온도가 낮을수록 높게 유지되었다. 미생물학적인 특성 중 총균수는 염도에 가장 큰 영향을 받았고 저장온도가 낮을수록, 염도가 높을수록 총균수는 감소하였다. 젖산균은 저장온도가 낮거나 염도가 높을수록 그 수가 감소하였는데 특히 저장온도에 큰 영향을 받았다. 효모는 HSHT군과 MSLT군은 저장 36일 이후부터 효모가 검출되지 않았다. 그러나 LSLT군, LSMT군 및 MSMT군은 저장기간이 경과됨에 따라 증가되었다. 특히 말기에 효모가 급격히 증가하는 LSMT군은 정도 또한 낮았다. 오이지에 대한 기호도는 LSLT군 및 MSLT군이 색, 맛, 조직감 및 전반적인 기호도에서 높은 점수를 받았다. 이상의 결과로부터 고염보다는 저염 오이지에 대한 기호도가 높았으며, 저염 오이지의 경우 저온저장 오이지에 대한 기호도가 높았다. 즉, 기존의 고염(30%)에서 염도를 50%정도 낮춘 저염 오이지(15%) 제조가 가능하였는데, 저장 온도는 저온(0°C)이 바람직하였다.

감사의 글

본 연구는 농림부지원에 의해 수행된 것으로 이에 감사를 표합니다

문헌

1. Cho JS. 1993. *Sikpoomjaeryohak*. MonwunDang, Seoul. p 162.
2. Yoon SS. 1974. *HankookSikPumSaYeonKu*. Sinkwang Publishing Co., Seoul. p 155.
3. Park MW, Park YK, Jang MS. 1994. Changes of physicochemical and sensory characteristics of Korean pickled cucumber with different preparation methods. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 634-640.
4. Park MW, Park YK. 1998. Changes of physicochemical and sensory characteristics of *Oiji* (Korean pickled cucumbers) prepared with different salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 419-424.
5. Kim JG, Choi HS, Kim SS, Kim WJ. 1989. Changes in physicochemical and qualities and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 838-844.
6. Choi HS, Kim JG, Kim WJ. 1989. Effect of heat treatment on some qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 845-850.
7. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists. Inc., Virginia. p 918.
8. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1991. *Sensory evaluation techniques*. 2nd ed. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida. p 53.
9. SAS Institute, Inc. 1988. *SAS/STAT user's guide*. Version 6.2th ed. Cary, NC, USA.
10. Steel RGD, Torrie JH. 1960. *Principle and procedures of statistics*. McGraw-Hill, New York, NY.
11. Kim WJ, Ku KH, Cho HO. 1988. Changes in some physical properties of *Kimchi* during salting and fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 483-487.
12. Park SH, Park WS, Kim MR. 2004. Quality characteristics of commercial *Oiji*, Korean cucumber pickle. *Korean J Food Sci Technol* 36: 385-392.
13. Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on *kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 16: 443-450.
14. Demain AL, Phaff HJ. 1957. Softening of cucumbers during curing. *J Agric & Food Chem* 5: 60-64.
15. Bell TA, Etchells JL. 1960. *Influence of salt (NaCl) on pectinolytic softening of cucumbers*. U. S. Food fermentation laboratory, North Carolina State College, Raleigh, North Carolina. p 84-90.
16. Jones ID, White RC, Gibbs E. 1962. A some pigment change in cucumber during brining and brine storage. *Food Technol* 3: 96-102.
17. White RC, Jones ID, Gibbs E. 1963. Determination of chlorophylls, chlorophyllides, pheophytins and pheophobides in plant material. *J Food Sci* 28: 431-436.
18. Ryu KD, Chung DH, Kim JK. 2001. Comparison of radish cultivars for physicochemical properties and *kakdugi* preparation. *Korean J Food Sci Technol* 32: 681-690.
19. Daniel ME, O'Sullivan J. 1976. Sensory quality of cucumbers before and after brining. *J Food Sci* 44: 847-849.

(2005년 3월 2일 접수; 2005년 4월 26일 채택)