

계절별 배추 절임염수의 특성변화

윤혜현[†] · 김동만*

충남대학교 식품영양학과

*한국식품개발연구원

Changes of Brine Characteristics during the Salting Process of Winter, Spring, and Summer Chinese Cabbage

Hye-Hyun Yoon[†] and Dong-Man Kim*

Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea

*Korea Food Research Institute, Seongnam 463-420, Korea

Abstract

Major characteristics of brines produced from the salting process were compared among winter, spring, and summer (highland) Chinese cabbages. The soluble-solids contents of final brine were decreased to 87~90% of initial brine during salting process, and showed 16.3, 15.8, and 14.4 °Brix for winter, spring, and highland Chinese cabbages, respectively. The pHs showed similar changes during salting process from pH 8.40~8.63 for initial to pH 6.03~6.24 for final. The high salting (12.4~14%) of final brine needs dilution or reuse treatment before discard. The COD of final brine were increased to 39.6 ppm, 52.1 ppm, 37.7 ppm, respectively. During salting total microbial counts of final brine were increased ten times from those of the initial brines for all samples.

Key words: brine, salting process, salinity, COD

서 론

김치는 우리의 식생활에 필수적인 부식으로서, 계절에 따라 생산되는 배추, 무, 오이 등 신선한 채소와 젓갈류, 향신료 등을 이용하여 제조한 후 발효시킨 전통식품이다. 김치의 주재료가 되는 배추는 동아시아 지역에서 가장 중요한 채소로서 배추의 생산지역 및 계절에 따라 품질이 다르고 배추의 종류에 따라 김치의 맛, 조직감, 저장성 등 김치의 품질이 달라진다고 알려져 있다(1,2). 또한 김치의 제조공정에서 품질에 영향을 주는 요소의 중요도를 순위법으로 조사한 결과에 따르면(3), 배추의 절임공정이 가장 중요하고, 다음으로 양념배합비율로 나타나, 배추의 계절별 품종과 절임공정이 김치의 품질을 좌우하는 조건들이라 할 수 있다.

한편, 김치의 산업화 요구에 의해 늘어난 김치제조공장이 대체로 청정지역에 위치하는데 비해 폐수처리시설은 비효율적인 곳이 많아 그에 따른 환경오염 문제가 대두되고 있다. 김치공장에서 배출되는 폐수는 소금과 절임 과정에서 배추에서 빠져나오는 염류, 당류 등 가용성 고형물이 주로 함유되어 있을 것으로 추측되어 적절한 처리를 통하여 이들을 분리하여 제거한다면 수자원 및 소금을

재활용할 수 있을 것이며, 이에 따라 김치제조 비용의 절감은 물론 환경보호에도 기여할 수 있을 것이다.

배추절임에 대한 최근의 연구논문은 주로 절임조건에 대한 연구(4-9)로서 과거와는 달리 원료배추가 하우스 봄배추, 노지 봄배추, 고랭지 여름배추, 가을 추석배추, 가을 김장배추 및 월동배추의 형태로 연중 생산되고 있는 현시점에서, 김치의 주원료인 계절별 배추품종의 영향에 대한 연구는 미흡한 편이며, 배추의 절임공정 중 발생하는 폐염수에 대한 연구도 Han 등(10)의 논문 외에는 거의 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 계절별 배추 품종의 염수절임 과정에서 생성되는 폐염수의 이화학적 특성을 비교하고자, 월동배추, 봄배추, 고랭지배추를 대표적인 품종으로 1가지씩을 선택하여 동일한 조건의 절임과정에 따른 폐염수의 염도, 가용성 고형물, pH, COD의 이화학적 특성과 미생물 총균수를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에서 사용한 배추는 겨울배추로서 월동배추는

[†]To whom all correspondence should be addressed

전남 해남에서 재배된 동풍을, 봄배추로는 경남 하동지방의 명가를, 여름배추로는 강원도 둔내의 고랭지배추를 각각 1998년 1월, 3월, 8월에 유성 소재 한화스토아에서 주문 구입하여 사용하였고, 소금은 (주)동양소금의 천일염 (NaCl 80%이상)을 사용하였다.

배추의 절임공정

원료배추의 불가식 부위를 다듬은 후, 세로로 4등분하여 10 kg을 쥬 후, 천일염 5 kg을 25 kg의 물에 녹인 염수 (16.7%, w/w)에 잠기도록 하여 상온에서 2시간마다 뒤집어 6시간을 절인 뒤, 배추무게와 동량의 물에 3회 세척하고 절단면을 밑으로 채반에 얹어 18시간을 탈수하였다. 실험시기의 차이에 의해 겨울배추의 절임온도는 9°C이고, 봄배추는 18°C, 여름배추는 28°C이었다. 시료는 배추를 절이기 전의 초기염수와 절인 뒤의 말기 염수를 채취하였다.

염도, 가용성 고형물, pH

각 시료의 염도는 염도계(salometer, Atago S-28E, Japan)로 측정하였고, 가용성 고형물은 당도계(refractometer, Atago 2412-WO4, Japan)를 이용하였으며, 수소이온농도는 pH meter(HI 852L, Hanna Inc., Singapore)를 이용하여 3회 반복 측정하였다

COD

COD(Chemical Oxygen Demand)는 화학적 산소 요구량으로 알칼리성 산화-환원 적정법(11)에 의해 측정하였다. 대략적인 실험방법은 시료 25~30 mL를 취하고 20% NaOH 1 mL를 넣어 알칼리성으로 한 다음 0.025 N KMnO₄ 10 mL를 넣은 뒤 water bath에서 열탕 후 방냉한다. 여기에 10% H₂SO₄ 5 mL, 전분용액 2 mL를 넣고 0.025 N Na₂S₂O₃으로 무색이 될 때까지 적정하였다.

미생물 총균수

시료의 생균수는 시료액을 적절히 희석한 후 trypton glucose extract agar 배지에 평판 주기법으로 접종하여 30°C의 항온기에서 24시간 배양한 후 형성된 colony 수를 계측하였다.

결과 및 고찰

가용성 고형물

월동배추, 봄배추, 고랭지배추에 대한 배추를 절이기 전의 염수(이하 초기염수)와 배추를 절인 후 염수(이하 말기염수)의 가용성 고형물 함량 변화를 Fig. 1에 나타내었다 3가지 배추에서 폐수처리되는 말기염수의 가용성 고

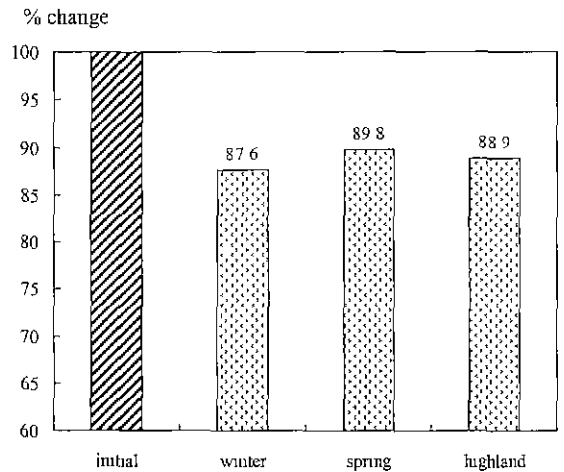


Fig. 1. Changes of soluble-solid contents in brine during the salting process of winter, spring and highland Chinese cabbages.

형물 함량이 모두 14 °Brix 이상으로 매우 높았고 초기염수에 비해 말기염수의 가용성 고형물 함량은 낮아졌다. 가용성 고형물의 감소 현상은 6시간의 절임과정 동안 농도 염수에 의한 삼투현상으로 배추 세포내 수분이 용액중으로 용출, 희석되어 나타난 결과로 추측된다 계절에 따른 배추별 초기염수와 말기염수의 고형물 함량 변화를 비교해 보면 월동배추(2.3 °Brix)가 가장 많은 함량 감소를 보였고, 고랭지배추, 봄배추의 순서로 절임염수의 절임동안 가용성 고형물 함량이 감소하였다.

봄배추와 가을배추의 생육정도과 성분을 분석한 결과 수확량과 가용성 고형물의 함량에 있어서 가을배추가 봄배추에 비해 월등히 높다고 보고된 바 있고(12), 또한 박등(3)도 가용성 고형물의 함량이 배추 자체의 품종별로도 약간의 차이가 있지만 재배 계절에 따르는 차이가 훨씬 크다고 보고하여 월동배추와 봄배추, 고랭지배추의 말기염수의 가용성 고형물 함량의 차이도 배추의 차이에서도 비롯된 것으로 사료된다.

pH

월동배추, 봄배추, 고랭지배추의 초기염수와 말기염수의 pH변화는 Fig. 2와 같다 초기염수의 pH는 8.40~8.63. 말기염수는 pH 6.03~6.24로 배추간의 큰 차이는 없었고, 3종류에서 모두 6시간의 절임과정 동안 유기산의 방출 및 초기 발효에 의해 pH가 감소하여 각 배추의 초기염수와 말기염수간의 pH차이는 2.1~2.3으로 일정한 값을 나타내었다. 초기염수의 pH는 해수의 pH와 비슷하여 천일염의 여러 염류에 의해 약알칼리의 pH를 나타내었다. 말기염수의 pH는 보고된 자료가 없으나, Han(13)의 염장저장 배추의 pH가 초기 6.4에서 저장에 따라 낮아짐을 볼 때 말기염수의 pH도 6.1에서 방치 시간에 따라 다소 낮아질

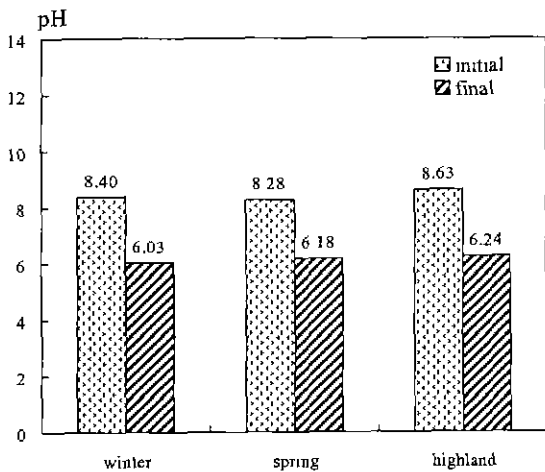


Fig. 2. Changes of pH in brine during the salting process of winter, spring and highland Chinese cabbages.

것으로 추측된다. 수질환경기준(14)에 의하면, 하천의 경우 공업용수의 허용 pH가 5.8~8.6 범위로 말기염수의 경우 기준치에 매우 근접한 pH를 나타내므로, 배추절임 후의 말기염수는 적절한 처리 후에 방류하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

염도

월동배추와 봄배추, 고랭지배추의 초기염수와 말기염수간의 염도의 비교는 Fig. 3에 나타내었다. 염도변화는 가용성 고형물 결과(Fig. 1)와 비슷한 경향을 보이고 있는데, 초기염수의 염도는 월동배추(16.1%) > 봄배추(15.4%) > 고랭지배추(14.0%) 순으로 높아 천일염의 계절에 따른 차이를 보여주었고, 말기염수는 각각 14%, 14%, 12.4%로

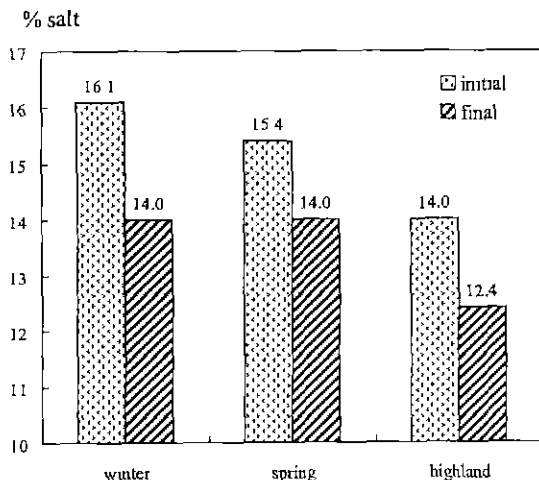


Fig. 3. Changes of salt contents in brine during the salting process of winter, spring and highland Chinese cabbages.

조사되어, 초기염수와 말기염수간의 염도차이는 월동배추는 2.1%, 봄배추는 1.4%, 고랭지배추는 1.6%의 차이를 보였다. 초기염수에 비해 말기염수에서의 염도 저하는 염수의 삼투작용으로 배추에서 수분이 빠져 나옴, 소금은 세포안으로 확산되었기 때문으로 생각된다

염도 12% 이상의 말기염수가 그대로 방류될 경우 수자원의 오염을 일으킬 뿐 아니라, 공업용수와 천일염의 낭비도 예상된다 따라서, 염류를 포함하는 가용성 물질의 효율적 제거로 절임염수의 재활용이 시급히 이루어져야 할 과제이다.

COD

월동배추, 봄배추, 고랭지배추의 초기염수와 말기염수의 COD값의 증가변화는 Fig. 4에 나타내었다. COD란 수중의 유기물 및 무기물질이 산화제에 의하여 산화될 때 소비되는 산소량을 말하고 COD로서 측정되는 것은 환원성 유기물질과 아황산염, 황화물 등의 무기환원성 물질이라 하겠다. 초기염수의 COD는 월동배추는 20.4 ppm, 봄배추는 9.4 ppm, 고랭지배추는 32 ppm으로 계절에 따른 천일염의 차이가 컸고, 말기염수의 COD는 각각 39.6 ppm, 52.1 ppm, 37.7 ppm으로 나타났다. 초기염수와 말기염수간의 차이는 월동배추에서 19.2 ppm, 봄배추 42.6 ppm, 고랭지배추 7.5 ppm으로 봄배추의 COD값이 절임과정 중에 크게 증가하였다.

염도 및 가용성 고형물 함량 변화와 달리 COD는 초기염수에 비해 말기염수 값이 증가하여 절임과정 동안 배추의 당류 및 염류 등의 환원성 물질이 방출되었음을 알 수 있었다.

청정지역의 COD 배출 허용기준을 보면, 1일 배출량이 50 ppm이하인데(13), 말기염수에서는 40 ppm 가까이(월

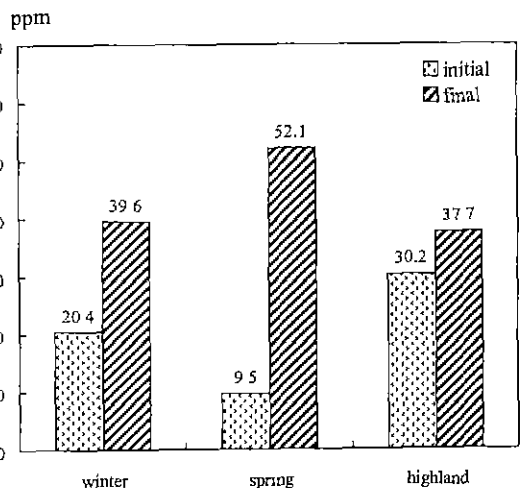


Fig. 4. Changes of COD in brine during the salting process of winter, spring and highland Chinese cabbages.

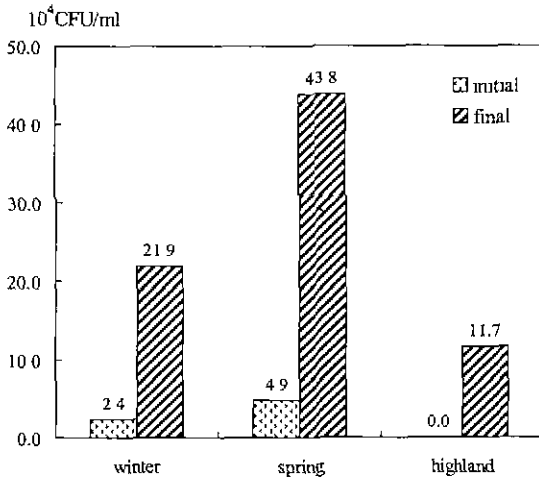


Fig. 5. Changes of total viable cell count in brine during the salting process of winter, spring and highland Chinese cabbages.

동, 고랭지배추) 또는 50 ppm 이상(봄배추)의 COD값을 나타내어 적합한 처리 없이는 비교적 높은 오염도의 폐수가 방출될 수 있음을 시사하였다.

미생물 총균수

월동배추, 봄배추, 고랭지배추의 초기염수와 말기염수의 총생균수를 측정할 결과는 Fig. 5와 같다. 3가지 실험에서 모두 초기염수에 비해 말기염수의 총생균수가 10배 정도 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 배추에서 유래된 미생물들로 생각된다. 말기염수의 총균수는 월동배추 21×10^4 , 봄배추의 경우 43×10^4 , 고랭지배추 11×10^4 로 이러한 배추간의 차이도 각 배추의 미생물 오염상태에 따른 것으로 생각된다.

요 약

배추의 생산시기별(월동배추, 봄배추, 고랭지배추)로 절임공정에서 발생하는 절임염수의 특성변화를 조사하였다. 말기염수의 가용성 고형물 함량은 초기염수의 87~90%의 함량을 보였는데, 봄배추에서 가장 높았고 월동배추에서 낮아 배추간에 다소 차이가 있었다. pH는 초기염수의 8.40~8.63에서 말기염수의 pH 6.03~6.24로 배추간에 차이없이 감소하였다. 말기염수의 염도는 초기염수(14.0~16.1%)보다 1.1~2.1% 감소한 14.0~12.4%로서 방류전에 희석처리하거나 재활용하는 것이 필요하였다. 월동배추, 봄배추, 고랭지배추의 말기염수의 COD는 39.6 ppm, 52.1 ppm, 37.7 ppm으로, 초기염수에 비해 증가하였고 수질을 고려할 때 그대로 방류할 수 없는 수준임을

보여주었다. 미생물 총균수를 측정한 결과 초기염수보다 말기염수에서 총생균수가 10배 정도 증가하였다.

감사의 글

본 논문은 농림부에서 시행된 농림기술개발사업의 연구 결과로 이에 감사드립니다

문 헌

- 1 Cho, E.J., Lee, S.M., Rhee, S.H. and Park, K.Y.: Studies on the standardization of Chinese cabbage *kimchi* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 324-332 (1998)
- 2 Han, E.S. and Seok, M.S.: The development of salting-process of Chinese cabbage for *kimchi* processing plant (in Korean). *Food Industry and Nutrition*, **1**, 50-70 (1996)
- 3 박완수, 구영조, 이명기, 이민선. 김치제조용 원료의 가공 특성 및 역할 한국식품과학회 제 1회 김치의 과학 심포지움 발표논문집, p.247 (1994)
- 4 Park, 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**, 747-753 (1996)
- 5 Han, K.Y. and Noh, B.S.: Characterization of Chinese cabbage during soaking in sodium chloride solution. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 707-713 (1996)
- 6 Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H.: Changes in some characteristics of brined Chinese cabbage of fall cultivars during storage (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 239-245 (1994)
- 7 Kim, D.K., Kim, M.H. and Kim, B.Y.: Mass transfer during salting and desalting processes of chinese cabbage. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 317-322 (1993)
- 8 Choi, S.Y., Kim, Y.B., You, J.Y., Lee, I.S., Chung, K.S. and Koo, Y.J.: Effect of temperature and salts concentration of *kimchi* manufacturing on storage (in Korean), *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 707-710 (1990)
- 9 Kim, J.B., Yoo, M.S., Cho, H.Y., Choi, D.W. and Pyun, Y.R.: Changes of physical characteristics of Chinese cabbage during salting and blanching (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 445-450 (1990)
- 10 Han, E.S., Seok, M.S., Park, J.H., Jo, J.S. and Lee, H.J.: Quality changes of brine during brine salting of highland baechu (in Korean) *Food Engineering Progress*, **2**, 85-89 (1998)
- 11 김종택. 환경오염공정시험법해설(수질분야). 신탄출판사, 서울, p.75 (1991)
- 12 Lee, I.S., Park, W.S., Koo, Y.J. and Kang, K.H.: Comparison of fall cultivars of chinese cabbage for *kimchi* preparation (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 226-230 (1994)
- 13 Han, E.S.: Salting storage method of highland chinese cabbage for *kimchi* (in Korean) *Korean J. Food Sci. Technol.*, **25**, 118-122 (1993)
- 14 김종오, 소대우, 전병영, 정용택, 강영식, 유영준. 위생관계법규 형설출판사, 서울, p.427 (1988)