JOURNAL OF THE EAST ASIAN SOCIETY OF DIETARY LIFE
Vol. 3, No. 2(1993)

감압하에서 배추의 소금절임

정자림 · 김미정 · 김순동
효성여자대학교 자연대학 식품가공학과

Salting of Chinese Cabbage under Sub-atmosphere

Ja-Lim Jung, Mee-Jung Kim and Soon-Dong Kim
Dept. of Food Sci. and Tech., Hyosung Women's Univ., Kyungsan, Korea

Abstract

The aim of this study is to elevate the efficiency of salting with low salt concentration in order to improve the quality of salted Chinese cabbage. The efficiency of salting was tested with various sub-atmosphere(760mmHg to 0mmHg), temperature(20℃ and 30℃), and concentration of salt(3%, 5% and 10%). The salting efficiency was estimated by amounts of juice, calcium elution, sodium penetration and the state of tissue. The amounts of juice eluted from Chinese cabbage was increased significantly with the decrease of atmosphere and the time to reach the highest amounts was reduced. This tendency was promoted, with increase of salinity(from 3% to 10%) and the increase of temperature(more juice at 30℃ than 20℃). The amounts of eluted calcium from Chinese cabbage tissue during salting under sub-atmosphere was directly proportional to amounts of juice and was inversely proportional to penetrated sodium. The salting time was reduced with elevation of sub-atmosphere. It was desirable to take between 5.5 and 9 hours to salt under the condition of 3% of salting, 20℃, and 560−0mmHg. It took between 4.4 and 5 hours under 5% of salt and between 4 and 4.5 hours under 10% of salt. However, it was undesirable because the drying phenomenon and the transparency of tissue appeared under 30℃ and 160−0mmHg.

Key word : salting, sub-atmosphere, sodium and calcium content.

서 론

김치 제조시 소금절임은 배추등의 재료에 함유된 수분을 제거시키고 원형질막의 기능을 잃게하여 발효시에 생성되는 각종 저분자의 맛성분을 스며들게 하며, 바람직한 맛과 향을 지니도록 하는데 있다[1-5]. 또한 염분을 조직내에 침투시켜 저장성을 부여하며 발효가 원만히 이루어지도록 하기위한 중요한 전처리 과정이다[1,6,7]. 소금절임시 처리 소금의 양은 재료의 종류와 온도에 따라 다르나 일반적으로 10−20%의 소금물을 사용하여 5−24시간 범위에서 절이게 된다. 이것은 채소류 세포액의 삼투압이 5−10기압으로 이이상의 삼투압을 가진 소금용액하

에서 원형질의 분리가 일어나게 되므로 소금절임시 과도한 소금을 사용하게 된다[9,10]. 감압처리는 세포내의 수분 이탈을 촉진한다[11,12]. 그러므로 소금절임시 즉, 감압하에서 소금절임할 경우 소금의 양을 크게 줄일 수 있는 잇점이 있다.

본 연구는 저염김치의 제조와 관련하여 소금절임과정 중 감압도 변화와 염도 및 온도를 변화시켰을때의 절임효과를 검토하였다.

재료 및 방법

재료

절임용 배추는 3kg내외의 결구배추(*Brassica pekinensis R*)로서 1993년 6월 경산군 하양읍 시장에서 구입하였으며, 소금은 한주소금을 사용하였다.

감압하에서의 소금절임

배추를 깨끗이 씻어 3.5×3.5㎝ 정도로 자른 후 500g씩을 담는다. 800㎖의 광구병에 담고 배추량에 대하여 3, 5, 10%되게 소금을 골고루 혼합하였다. 혼합 즉시 20℃ 및 30℃의 감압 incubator에 넣고 760, 560, 360, 160 및 0㎜Hg 상태로 감압하여 절임하였다.

즙액 용출량의 측정

소금절임시 용출되는 즙액량의 측정은 용기를 기울였을때 5분동안 자연적으로 유출된 즙액을 측정하였으며[13,14], 배추 100g당의 ㎖로 나타내었다.

Na 및 Ca 함량의 측정

절임배추 100g을 동결 건조 시킨 후 일정량을 취하여, 이[15], 이와 염[16]의 방법에 준하여 습식분해시켜 원자흡광분광 광도계(perkin-elmer model 2380)로 측정[17]하였다.

관능검사

절임과정 중 배추의 조직감은 관능검사[7,18,19]에 의하였으며 5점 채점법을 사용하였다.
즉, 생것(1점), 덜 절여진 상태(2점), 김치담기에 적당한 절임상태로 숨이 죽은 상태(3점), 많이 절여진 상태(4점), 지나치게 많이 절여진 상태(5점)로 채점하였다.

통계 처리

실험은 3회 반복하였으며, 평균값은 SAS program package program의 Duncan's multiple range test에 의하여 data 상호간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

즙액의 용출량

식물의 세포는 외측에 세포막이 있고 그 내부에 원형질이 들어 있다. 살아있는 세포막은 염분과 수분이 통과하지만 그 내측의 원형질막은 물은 통과하되 염분은 통과하지 못한다[9,10]. 따라서 세포밖의 삼투압이 높을 경우는 세포액의 수분이 빠져나가 탈수현상이 나타난다. 감압조건에서는 이러한 현상을 촉진한다[11,12]. 따라서 절임과정 중 용출되는 즙액량으로 절임효과를 짐작할 수 있다. 김치 제조시 절임공정은 염도와 온도에 따라 달리하고 있으며, 짧게는 2시간에서 길게는 24시간처리[20-22]하고 있는 공정이며 절임시 불충분하게 염분이 침투되면 싱거운 김치가 되며, 반대로 지나치면 간이 짜서 김치품질에 결정적인 영향을 주게 된다.

20℃와 30℃에서 소금 농도를 3%, 5%, 10%로 하여 감압처리하였을때 용출 즙액량의 시간별 변화 상태를 조사한 결과는 Fig. 1-5와 같다. 20℃에서 3% 소금을 처리하여 감압하에서 소금절임한 결과(Fig. 1) 0㎜Hg에서는 6시간만에 즙액 용출의 최고치에 달하였다. 그러나 160, 360, 560㎜Hg 및 상압으로 감압이 줄어들므로서 용출 즙액의 양이 줄면서 최대 용출량에 도달하는 시간도 점차 길어지는 경향이다. 그러나 최대 용출량에 도달하는 시간은 0-360㎜Hg 범위에서는 6시간 정도였고 560-760㎜Hg에서는 24시

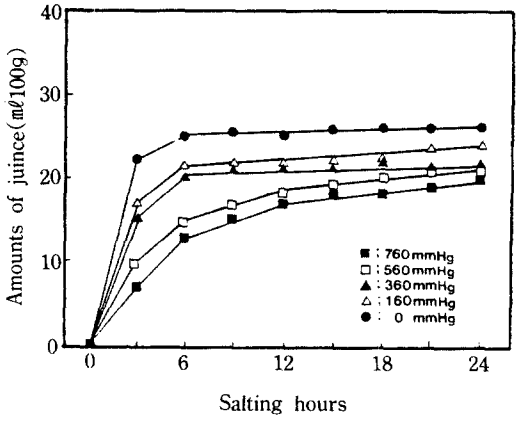

Fig. 1. Changes in amounts of Chinese cabbage juice during salting with 3% salt under sub-atmosphere at 20℃.

간이 소요되었다.

소금의 농도를 5%로 높였을 경우(Fig. 2) 3% 경우보다 즙액의 용출량이 김치 100g당 5−8㎖ 증가 되었고, 최대 용출량에 도달하는 시간 차이는 크지 않았다. 그러나 감압도 증가에 따른 용출량 차이가 3%보다 현저하였다.

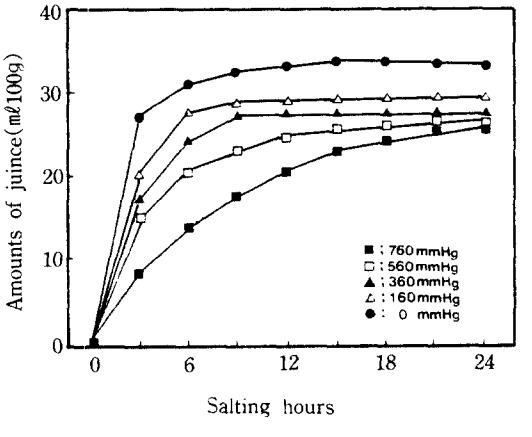

Fig. 2. Changes in amounts of Chinese cabbage juice during salting with 5% salt under sub-atmosphere at 20℃.

10% 경우는 3%, 5% 경우보다 오히려 즙액의 최대 용출 시간이 길어지는 경향을 보였다. 이러한 현상은 감압과 소금처리에 의한 세포조직의 과도한 손상으로 인한 결과로 보여진다.

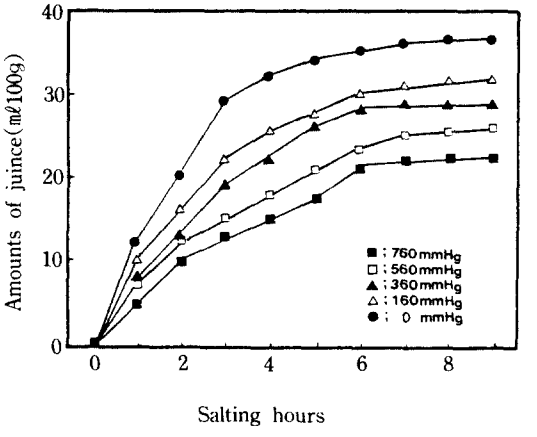

Fig. 3. Changes in amounts of Chinese cabbage juice during salting with 10% salt under sub-atmosphere at 20℃.

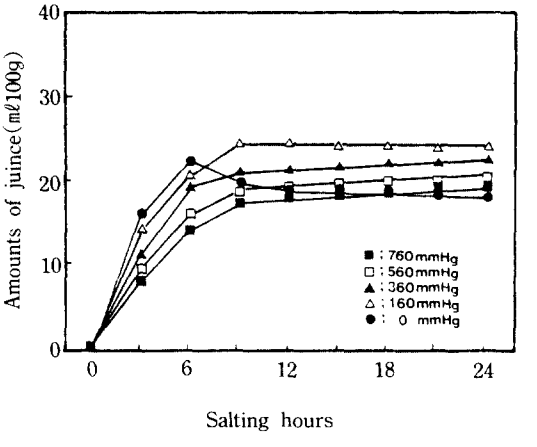

Fig. 4. Changes in amounts of Chinese cabbage juice during salting with 3% salt under sub-atmosphere at 30℃.

30℃에서 3%, 5% 처리한 경우는 20℃ 경우보다 감압시의 용출 즙액량이 건조되는 현상을 나타내었으며 이러한 현상은 0−160㎜Hg에서 현저하였다(Fig. 4, 5). 이러한 결과로 감압하에서의 소금절임시 30℃이상의 높은 온도는 용출된 즙

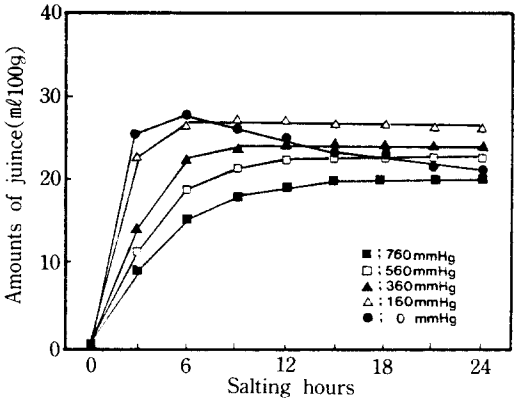

Fig. 5. Changes in amounts of Chinese cabbage juice during salting with 5% salt under sub-atmosphere at 30℃.

액의 건조는 물론 조직의 구조와 품질 변화를 동반하므로 20℃이하의 온도가 적당함을 알 수 있다. 김 등[7]은 상압하에서 소금절임 할 경우 김치 담금에 적당한 절임배추의 소금농도 3%에 달하는 염절임시의 최적처리 소금의 농도는 배추의 줄기조직을 기준으로 하여 5% 처리시는 12시간, 10%로 처리 할 경우는 6시간, 처리시에는 4시간이 적당하다고 하였다.

소금의 침투와 칼슘의 용출

소금절임 과정 중에 일어나는 중요한 변화의 하나로서 세포내에 존재하는 칼슘이온의 용출과 조직내부로의 소금의 침투 현상을 들 수 있다[6,7,23,24]. 감압하에서 소금절임시 소금의 침투와 칼슘의 용출량을 비교해 보기 위하여 감압도별, 소금농도별 및 절임온도별로 각각 10시간동안 절임한 절임배추 조직을 시료로 절임 전과 절임 후 차이를 칼슘의 경우는 용출되어 나온 비율(%)로 소금의 경우는 침투된 나트륨량으로 표시해 본 결과는 Fig. 6-9에서와 같다.

감압하에서 소금절임하였을때 감압도의 증가에 따라 세포내의 칼슘 용출율은 급속히 증가하여 Fig. 6에서와 같이 20℃, 3%절임의 경우 상압에서는 8%, 560㎜Hg에서는 11%, 360㎜Hg

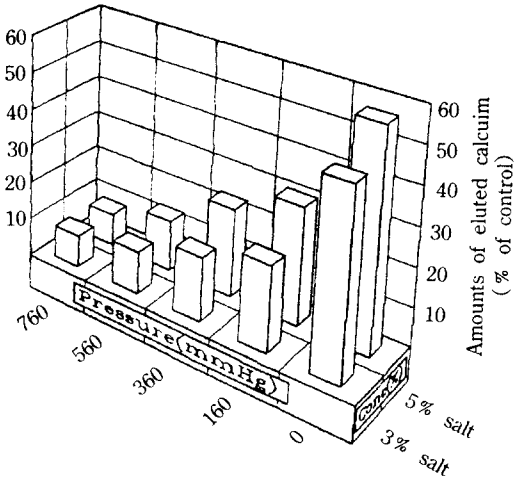

Fig. 6. Effect of sub-atmosphere on calcium elution from Chinese cabbage during salting. The cabbage was salted for 10 hours at 20℃.

에서는 17%, 160㎜Hg에서는 25%, 0㎜Hg에서는 43%의 용출율을 나타내었다. 또 5%의 경우는 3%보다 상압과 560㎜Hg에서는 2-3%, 360-0㎜Hg에서는 10-15%이상으로 용출율이 증가되

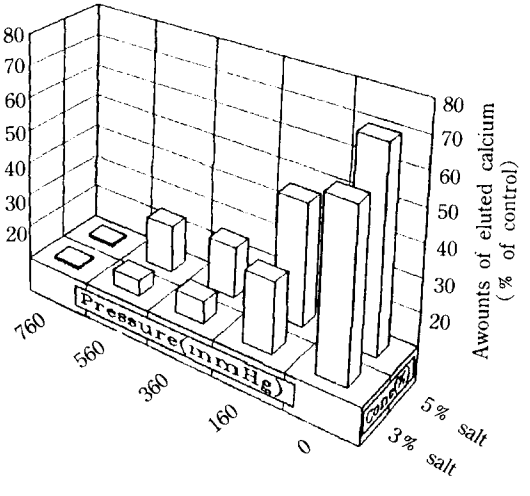

Fig. 7. Effect of sub-atmosphere on calcium elution from Chinese cabbage during salting. The cabbage was salted for 10 hours at 30℃.

었다. Fig. 7에서와 같이 30℃에서는 20℃보다 칼슘의 용출량이 증가되었는데 3%에서보다 5%에서 현저하고, 20℃보다 용출량이 10%정도 높았다.

나트륨 침투량은 감압도의 증가에 따라 줄곧 증가하였으나, 160㎜Hg와 0㎜Hg에서는 큰 차이를 보이지 않았다(Fig. 8). 그러나 소금 3%처리보다 5%처리시에 더욱 높은 양을 나타내었다. 나트륨량을 소금량으로 환산할 경우 3%는 360㎜Hg에서 10시간 동안 절임할 경우 0.8%, 5%의 경우는 1.4%로 처리소금의 농도 증가에 따라 소금의 침투량이 약 2배로 증가되어 감압처리에 의한 절임효과가 매우 높음을 알 수 있다.

소금절임시 절임효과로 온도의 영향이 매우 크다[1,25-27]. 김 등[22]의 연구에 의하면 여름철에는 15% 소금물로 절임할 경우 6-8시간 소요되나

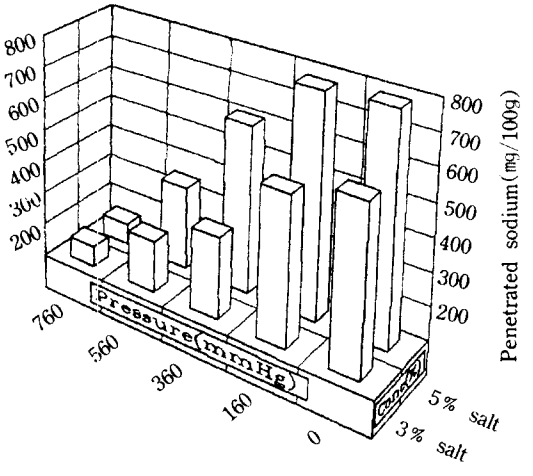

Fig. 8. Effect of sub-atmosphere on sodium penetration in Chinese cabbage during salting. The cabbage was salted for 10 hours at 20℃.

겨울철에는 24시간 정도 걸린다고 하였다. 본 연구 결과에서도 20℃에서보다 30℃에서 절임효과가 크게 나타났고, 특히 높은 온도에서 소금농도가 높을 경우는 그 침투량이 현저함을 볼

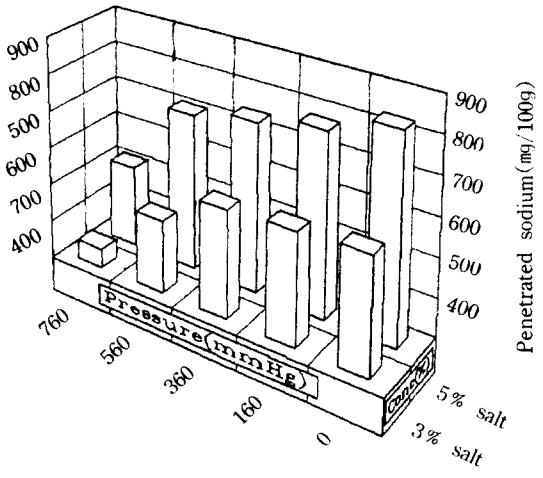

Fig. 9. Effect of sub-atmosphere on sodium penetration in Chinese cabbage during salting. The cabbage was salted for 10 hours at 30℃.

수 있다(Fig. 9). 감압처리하에서 소금의 침투량은 더욱 촉진하였고 감압도 증가에 따라 이 현상이 더욱 현저함을 나타내었다. 그러나 360㎜Hg이하에서는 그 차이가 크지 않았고 또, 높은 감압하에서는 감압으로 인하여 조직의 투명도가 높아지는 문제점이 있었다.

조직의 상태

감압하에서 소금절임을 행할 경우 상압에 비하여 높은 절임효율을 나타내나 급속한 탈수와 건조로 인한 배추조직의 상해와 조직의 투명화 현상이 관찰되어 Table 1에서는 소금의 농도와 감압도 변화에 따른 배추의 조직감을 관능검사에 의해 평가해 보았다.

소금농도가 3%일 경우 김치담기에 바람직하게 절여진 3.0점을 나타내는 시간은 상압에서는 9시간 경과하여도 미비한 절임상태를 보였으나, 560㎜Hg에서는 9시간, 360㎜Hg에서는 7시간, 160㎜Hg에서는 6.5시간, 0㎜Hg에서는 5.5시간이 소요되었다. 5%일 경우에는 560㎜Hg에서부터 0㎜Hg로 감압도가 높아질 경우 바람직하게 절

Table 1. Changes in sensory quality of Chinese cabbage tissue during salting at 20℃

Salt Conc.(%)	Pressure (mmHg)	Salting time(hrs) 1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	760	1.0^{c}	1.0^{c}	1.2^{b}	1.3^{b}	1.4^{b}	1.6^{a}	1.9^{a}	2.0^{a}	2.6^{a}
	560	1.0^{c}	1.0^{c}	1.3^{c}	1.4^{b}	1.5^{b}	1.7^{b}	1.9^{a}	2.1^{a}	3.0^{a}
	360	1.0^{c}	1.2^{c}	1.5^{b}	1.7^{b}	1.8^{b}	2.6^{ab}	3.0^{a}	3.2^{a}	3.4^{a}
	160	1.0^{c}	1.3^{c}	1.6^{b}	1.9^{b}	2.5^{b}	2.8^{ab}	3.2^{a}	3.4^{a}	3.6^{a}
	0	1.0^{c}	1.4^{c}	1.8^{b}	2.0^{b}	2.8^{a}	3.4^{a}	3.8^{a}	4.0^{a}	4.2^{a}
5	760	1.0^{c}	1.3^{c}	1.6^{b}	2.0^{b}	2.4^{b}	2.5^{a}	2.6^{a}	2.7^{a}	2.8^{a}
	560	1.0^{c}	1.3^{c}	1.7^{c}	2.1^{b}	2.6^{ab}	3.1^{ab}	3.3^{a}	3.4^{a}	3.6^{a}
	360	1.4^{bc}	1.7^{b}	2.0^{b}	2.5^{b}	3.1^{a}	3.5^{a}	3.6^{a}	3.7^{a}	3.9^{a}
	160	1.4^{c}	1.8^{b}	2.0^{b}	2.6^{a}	3.2^{a}	3.6^{a}	3.7^{a}	3.8^{a}	3.9^{a}
	0	1.5^{c}	1.9^{c}	2.5^{b}	2.7^{b}	3.2^{b}	3.6^{b}	3.9^{ab}	4.2^{a}	4.3^{a}
10	760	1.0^{c}	1.5^{c}	2.0^{bc}	2.2^{b}	2.5^{b}	2.6^{b}	2.7^{a}	2.8^{a}	3.0^{a}
	560	1.0^{c}	1.4^{bc}	2.0^{b}	2.6^{b}	3.0^{b}	3.3^{ab}	3.5^{a}	3.8^{a}	4.1^{a}
	360	1.4^{c}	1.6^{bc}	2.0^{b}	2.5^{b}	3.1^{ab}	3.3^{b}	3.7^{a}	3.8^{a}	4.3^{a}
	160	1.5^{c}	1.7^{c}	2.1^{bc}	2.6^{a}	3.2^{a}	3.4^{ab}	3.8^{ab}	3.9^{a}	4.4^{a}
	0	1.6^{c}	1.8^{bc}	2.3^{b}	2.7^{b}	3.5^{ab}	3.7^{ab}	3.9^{a}	4.2^{a}	4.5^{a}

Scores : raw(1), poor salted(2), proper salted(3), much salted(4), excessive salted(5).
^{abc}Different superscripts within a raw indicate significant differences at 5% level.

여지는 시간은 각각 5.5시간, 5시간, 4.5시간, 4.4시간이 소요되었으며, 10%에서는 4.5시간, 4.3시간, 4.2시간, 4.1시간, 4.0시간이 각각 소요되었다. 그리고 160−0mmHg에서는 바람직한 절임시간을 넘길 경우 조직의 투명화 현상이 나타났으며, 삶은듯한 손상 조직이 되었으며 이 현상은 염도 증가와 함께 증가되었다.

이상의 결과로 미루어 볼때 감압하에서의 배추의 소금절임은 즙액량과 조직의 투명화등과 관계가 적은 360mmHg와 160mmHg가 좋으며 이때 소금의 농도는 3% 또는 5% 수준으로 상압에서의 10%처리 이상의 절임효율을 나타낼 수 있었다.

요 약

저염으로서 소금절임의 효율성을 높임과 동시에 절임과정 중에 공기의 접촉을 막아 영양성분의 산화를 줄여 절임배추의 품질향상을 꾀할 목적으로 감압조건 760−0mmHg범위, 절임온도 20℃ 및 30℃, 절임소금의 농도는 3%, 5%, 10%로 변화시키면서 절임효율을 조사하였다. 절임효율의 측정은 즙액의 용출량, 칼슘의 용출과 소금의 침투량을 측정하였으며, 절임과정 중 배추의 조직감을 관능검사에 의해 평가하였다.

그 결과 감압도를 증가시킴에 따라 배추조직으로부터 용출되는 즙액의 양은 상압에 비하여 현저하게 증가되었으며, 최고 용출량에 도달하는 시간도 단축되었다. 이러한 경향은 염도가 3%에서 5%, 10%로 높아질수록, 20℃보다 30℃에서 더욱 촉진되었으나, 감압 소금절임시 배추조직으로부터 칼슘의 용출량은 즙액의 용출량과 비례하였으며, 소금의 침투량과 역비례하였다. 관능검사에 의한 절임시간은 감압도의 증가에 따라 단축되었으며, 3% 소금절임시 20℃에서 바람직하게 절여지는데 소요되는 시간은 560−0mmHg

에서는 5.5－9시간이 소요되었으며, 5% 경우는 4.4－5.0시간, 10%에서는 4－4.5시간이 각각 소요되었으나, 30℃에서는 160－0㎜Hg하에서 건조현상과 조직의 투명화현상이 나타나 바람직하지 못하였다.

감사의 글

본 연구는 1992년도 한국과학재단 연구비(931－0600－011－2)에 의하여 이루어진 결과의 일부로 깊은 사의를 표합니다.

참 고 문 헌

1. 민태익, 권태완. 김치 발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향, 한국식품과 학회지, 16(4), 443, 1984.
2. Bell, T. A. and Etchells, J. L.. Influence of salt(NaCl) on pectinolytic softening of cucumber, J. Food Sci., 26(1), 84, 1961.
3. 우경자, 고경희, 절임정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 관한 연구, 한국조리과학회지, 5(1), 31－41, 1989.
4. 서기봉, 김기성, 신동화, 기업적 생산을 위한 김치 제조 시험, 농어촌 개발공사 식물연구소 사업보고, 125, 1976.
5. Kim, M. J., Fermentation and preservation of Korean Kimchi, Leeds Univ., England Master's thesis, 1967.
6. 김순동, 김미정. 무우의 소금절임 과정 중 소금의 침투와 칼슘의 용출, 한국영양식량학회지, 17(2), 110－114, 1988.
7. 김중만, 김인숙, 양희천. 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구(Ⅰ. 배추의 간절임시 일어나는 이화학적 및 미생물학적인 변화), 한국영양식량학회지, 16(2), 75－82, 1987.
8. 이승교, 전승규. 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향, 한국영양식량학회지, 11(1), 63, 1982.
9. 小川敏男. 漬物製造技術, 東京, 12－20, 1991.
10. 佐竹秀雄, 大澤. 山菜, 農山漁村文化協會, 東京, 3－15, 1975.
11. 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙. 깍두기의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylene film 포장처리의 효과, 한국영양식량학회지, 15(1), 39－44, 1986.
12. 이만정, 식품분석, 동명사, 서울, 32－43, 1984.
13. 구경형, 강근옥, 김우정. 김치의 발효과정 중 품질변화, 한국식품과학회지, 20(4), 476－482, 1988.
14. 이명숙. 배추김치의 육안적 품질평가, 효성여자대학교 대학원, 석사학위 논문, 1991.
15. 日本食品工業學會, 食品分析法, 光琳, 東京, 257－277, 1987.
16. 이양희, 양익환. 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구, 한국농화학회지, 13(3), 207－218, 1990.
17. Jones, J. B. Jr. and R. A. Isaac. Comparative elemental analyses of plant tissue by spark emission and atomic absorption spectroscopy, Agronomy J., 61, 393, 1969.
18. 하우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화. 김치의 저장중 향미 성분의 변화, 한국식품과학회지, 20(4), 511－517, 1988.
19. 川北兵, 山田光江. 食品の官能檢査, 醫齒藥出版株式會社, 35－68, 1981.
20. 김현옥, 이혜숙. 숙성온도에 따른 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구, 한국식품과학회지, 7(2), 74, 1975.
21. 천종희, 이혜수. 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구, 한국식품과학회지, 8(2), 90, 1977.
22. 이승교, 김화자. 절임조건별 배추에 의한 김치의 숙성중 riboflavin과 ascorbic acid의 함량변화, 한국영양식량학회지, 13(2), 131, 1984.
23. 이성우, 김광수, 김순동. 식품화학, 수학사, 서울, 151, 1988.
24. 조 영, 이혜수. 김치의 맛 성분에 관한 연구(유리아미노산에 관하여), 한국식품과학회지, 11(1), 26, 1979.

25. 조재선. 한국 발효식품연구, 기전출판사, 서울, 91, 1980.
26. 최신양, 김영붕, 유진영, 이인선, 정건섭. 우영조, 김치 제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과, 한국식품과학회지, 22(6), 707-710, 1990.
27. Pederson, C. S. The relation between temperature and the rate of fermentation of commercial Sauerkraut, N. Y. State Agric. Exp. Stn. Bull., 614, 1932.