

김치제조용 배추의 염수절임기술 개발

한응수* · 석문식**

(*농협대학 식품제조과 교수 · **농협농산물가공기술연구소 연구원)

Development of Brine Salting Technolgy of *Baechu* for *Kimchi* Processing

Eung-Soo Han* · Moon-Sik Seok**

*Dept. of Food Technology, Agricultural Cooperative College

**Institute for Agricultural Food Technology in NACF

적 요

김치제조용 고랭지배추의 염수절임조건은 절임염수의 염도, 절임염수의 온도, 절임시간, 배추의 크기, 배추의 쪄개는 방법, 배추에 대한 절임염수의 양, 염수순환횟수, 누름힘, 배추의 품온 등에 따라 달라지는데, 0°C에 저장했던 고랭지배추를 반4절로 쪄개어, 떠오르지 않도록 가누름하고 배추 무게의 3.5배량의 염수를 부어 염수를 1회 순환시키면서 배추를 염도 2.0%로 절일 수 있는 기술을 개발하였다.

무게 2.0kg의 대형배추는 12% 염수로 24°C에서 13.3시간 절이던가 18% 염수로 9.4시간 또는 24%염수로 5.5시간 절이는 것이 좋았고, 무게 1.4kg의 소형배추는 12% 염수로 24°C에서 10.7시간 절이던가 18%염수로 7.7시간 또는 24%염수로 4.7시간 절이는 것이 고랭지 배추를 김치제조에 적합한 염도로 절일 수 있는 조건이었다. 그리고 김치공장에서 절임시간을 16시간으로 고정하는 경우에는 대형배추는 24°C에서는 8% 염수로, 20°C에서는 11% 염수로, 16°C에서는 16%염수로 절이는 것이 좋았고, 소형배추는 24°C에서는 5% 염수로, 20°C에서는 7%염수로, 16°C에서는 10% 염수로 절이는 것이 좋았다.

1. 서론

김치는 채소류를 젖산발효시킨 한민족의 전통 식품으로 쌀을 주식으로 하는 식생활에서 부식으로서 아주 중요하며, 성인병 예방을 기대할 수 있는 여러 가지 식품 특성을 갖고 있다. 이들은 주재료가 채소류이므로 각종 유기산, 비타민 및 무기질을 고르게 갖고 있으며 채소류의 아삭아삭한 텍스처, 유기산의 상쾌한 맛, 각종 향신료의 독특한 맛과 젓갈류 등의 감칠맛등이 어우러져 식욕을 촉진시킨다¹⁾.

또한, 저열량 식품으로 당과 지방의 함량이 낮으며, 식이섬유가 많아 장운동을 원활하게 하여 변비, 치질

및 대장암 등의 방지효과가 있다. 또한 항산화성, 항노화성, 항성인병 물질이 있어²⁾ 당류 및 콜레스테롤의 흡수를 저하시키고 유리기의 생성을 억제, 제거하며 당뇨병, 심장질환 등의 성인병 예방과 치료에도 도움을 준다.

그리고 젓갈은 양질의 단백질과 칼슘의 공급원이 되며 채소류는 카로틴, 비타민B복합체 및 비타민C의 공급원이 된다. 또한 발효과정에서 생성된 젖산은 Ca, Fe 등의 무기질을 체내에서 이용되기 쉽게 하며, 젖산균은 장내 유해균의 생육을 억제하는 정장효과가 있다³⁾.

지금까지 김치에 대하여 많은 논문이 발표되어 있으나 이들 중 절임공정과 절임배추에 관한 문헌은

상당히 미약한 편이다⁴⁾. 유 등⁵⁾은 1974년 이미 소비자 대상의 설문조사를 통하여 공장김치 생산의 공업 표준화를 연구하였고, 그 당시 김치를 사먹어 본 사람이 17.8%이었으며 대개 봄, 여름에 사먹었다고 하였다. 절임에 대한 연구에서 절임시간은 짧게는 2시간에서^{6,7)} 길게는 24시간⁸⁾으로 넓은 범위에 걸쳐 연구하였으며, 이들 절임시간은 염 농도, 절임방법 등에 의해 크게 좌우된다. 절임시 불충분하게 염분이 침투되면 싱거운 김치가 되며 반대로 지나치면 너무 짜서 절임공정은 김치 품질에 결정적인 영향을 주게 된다. 간절임에 대한 연구로 김 등⁹⁾이 배추를 4절하여 소금물 농도별로 30분마다 염수를 교반하여 절임하면서 이때의 이화학적 및 미생물학적 변화를 본 결과 절임배추 염도가 3%에 도달하는데 염수농도 15%에서 3시간 걸렸으며 장시간 절임은 수용성 성분의 유실을 초래한다고 하였다. 소금의 농도와 시간을 달리 하여 최적 절임조건을 시험한 결과 15%의 식염수로 6시간 절이거나 20%의 식염수로 3시간 절이는 것이 관능검사 결과 좋은 것으로 나타났고¹⁰⁾, 구¹¹⁾는 약 2×2cm로 자른 배추에의 염침투 속도가 절임온도와 소금농도의 증가에 따라 25°C와 35°C간에는 큰 차이가 있었으나 4°C와 15°C간에는 별 차이가 없었으며, 텍스처는 절임시간의 증가에 따라 배추의 견고성과 두께가 감소한다고 하였다.

고랭지 배추를 2등분으로 절단한 후 건염법으로 소금농도별로 간한 뒤 PE(polyethylene)포장재로 진공포장 했을 때의 탈수율이 1주일 후 39.2%, 2주후가 44.6%로서 저장 2주까지 탈수가 계속되었다고 보고하였다¹²⁾. 그리고 4~5cm로 세절해서 절인 후 김치를 만들었을 때 김치발효는 고온, 저염농도에서 더 빨리 진행되었고 호기성 세균과 사상균수는 발효가 진행되는 동안 계속 감소하였다고 밝혔다. 절임시 염침투 속도^{13,14)}와 확산^{15,16)}에 대한 연구로서 조 등¹⁷⁾은 배추를 절이는 동안 식염의 침투속도를 측정하고 결과 배추를 4×7cm크기로 절단하여 절단면을 파라핀으로 봉한 후 배추의 50배 되는 식염수의 비율로 침지하여 저어주면 식염 침투속도가 빨랐다고 한다. 그리고 식염의 침투속도는 $1.7 \times 10^{-11} \text{m/s}$ 였으며 절인배추를 다시 세척할 때 탈염속도는 $11.6 \times 10^{-11} \text{m/s}$ 로 흡수속도

의 7배나 높았다고 한다.

배추를 절였을 때 절임효과를 나타내 주는 지표로서 조직감 측정^{18,20)}과 미세구조 관찰^{21,22)}을 하고 있으며, 이 등²³⁾은 배추 염장과정 중 성분변화와 조직감 변화에서 배추를 20% 소금용액에서 한달간 염장한 결과 조직감 변화는 펙틴질 함량, 수분 함량, 및 무기질 함량의 변화와 관련이 있었으나 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌 함량과는 관련이 없는 것으로 나타났다. 절단시험에 의한 최대 절단력이 배추의 조직감을 표현하는 좋은 방법이라고 보고 하였다. 배추 조직감 측정방법에 대한 객관적인 평가를 위해 다양한 시도가 있었으며 이 등^{19,20)}은 배추잎의 전장중 1/4 부위에서 시료를 채취하는 것이 좋다고 하였고 절임과 데침에 의해 배추잎의 절단력이 증가하였으며 이것은 주로 세포벽의 구조적 변형에 따라 포개짐에 의한 절단면의 수적 증가에 의한다고 하였다. 압착력과 절단시험을 실시하여 비교한 결과, 절단시험의 절단강도는 절임배추의 견고성과 씹힘성을 나타내는 지표로 사용될수 있다고 보고하였다. 윤²⁴⁾은 여러 형태의 탐침을 사용하여 조직감 측정방법에 대하여 연구하였으며 바늘형을 제외하고 긍정적인 결과를 얻었다.

최 등²⁵⁾은 김치제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과를 보고하였고 우와 고²⁶⁾는 숙성기간이 길수록 절단강도가 높아진다고 하였으며 김치보존성 연구에서는 15% 식염용액에 절임하게 되면 5시간까지는 급격히 절단력이 증가하나 그 이상의 절임시간에 의해서는 크게 변하지 않는다고 보고 하였다. 현미경 관찰에서는 세포벽의 변형이 소금 농도가 높을수록 그 변형정도가 심해졌다고 한다²²⁾. 배추 줄기조직 유세포의 세포벽은 염절임시 수축 파괴되며 세포간 공간의 포집공기와 세포액은 세포수축과 함께 중엽을 파괴하면서 유출되었다고 하였다²¹⁾.

김치의 산업화를 위한 실험도 다수 있으며, 그중 한¹²⁾은 배추의 염절임 방법에 따른 특성변화에서 절임시 절임조 하단의 염도가 상단보다 높다고 보고하였으며, 이 등²⁷⁾은 가을배추 품종별로 만든 절임배추의 저장중 특성변화를 관찰하여 큰여름과 신기원 등의 절임·저장적성이 좋은 품종을 선별하였다. 박 등

28)은 이렇게 저장한 절입배추와 따로 저장한 양념을 사용하여 김치를 제조하고 그 이용성을 연구한 결과 긍정적인 결과를 얻었다고 보고 하였다. 이외에도 김치산업화에 대한 연구들이 수행되어 오고 있으나, 공장에서 김치를 만드는데 있어서 최우선을 두어야 할 공정한 절입공정에 대해서는 연구가 상당히 미흡한 편이다.

김치는 상품화적인 측면에서 품질이 균일하여야 하며, 김치공장의 노동생산성을 향상시킬 수 있는 제조특성이 있어야 하겠고 이를 위한 자동화의 연구개발이 필요하다. 아울러 배추를 산지에서 절여서 김치공장에 공급하는 방안과 절입배추를 유통하는 방법의 연구가 요망된다. 절입 배추의 유통은 김치공장에서 다듬기과정 중에 발생하는 폐기물을 감소시켜 폐기물처리 비용을 절감할 수 있을 뿐만 아니라 생산농민에게도 직접적인 생산이익을 줄 수 있을 것으로 생각된다²⁹⁾. 절입상태의 배추를 구입하여 공장에서는 양념을 하여 포장, 판매하며, 소비자가 직접 절입배추와 다양한 양념을 구입하여 가족의 기호에 맞게 양념을 처리할 수 있도록 함으로써 유통 중에 발생하는 제반 문제점을 줄여, 간편성을 증대시킬 수 있을 것이라 판단되고, 배추의 유통수명을 연장하여 수급 조절 효과를 기대할 수 있을 것이다.

본 연구에 앞서 김치의 품질관리를 위한 제조공정을 표준화하기 위한 기초자료로서 12개 농협 김치 공장을 대상으로 김치제조공정현황을 조사하였다⁴⁾. 조사결과 각 공정을 조절할 수 있도록 하는 것이 우선적으로 해결되어야 함을 알게 되었고, 그중에서도 절입공정을 표준화하는 것이 가장 중요하다고 판단되어 체계적으로 연구하고자 하였다. 김치제조공정중 절입공정의 전 단계인 원료처리 및 배추절단공정에서부터 절입공정과 세척, 탈수공정 등에 걸쳐서 중점적으로 연구하였으며 공장에 적용가능하도록 규모를 크게하여 실시하였다³⁰⁾. 먼저 원료배추의 절단방법에 따른 절입특성에 대한 실험을 수행하였고³¹⁾ 이번 시험에서는 고랭지배추를 염수로 절입때의 염수농도, 염수온도, 절입시간 및 배추크기가 절입배추의 특성에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

가. 배추

배추는 강원도 대관령에서 재배한 고랭지배추를 1997년 9월 20일에 500포기 구입하여 다듬고 무게를 재어 소형 (1.3~1.5kg)과 대형 (1.9~2.1kg)으로 분류하여 200여포기를 3포기씩 골판지 상자에 넣어 저온 저장고에 저장하면서 시험하였다.

나. 배추절입조

배추절입조는 실제 김치공장에서 사용하고 있는 절입조와 깊이가 같은 70cm깊이로 스텐레스로 제작하여 시험하였다. 절입조의 크기는 100cm×100cm×70cm 크기를 4칸으로 나누어(Fig. 1 참조) 2칸은 염수조로, 2칸은 배추절입조로 하였고, 절입조의 밑바닥과 옆면을 2중자켓으로 하였다. 그리고 2중자켓부분으로 항온수조에서 조절한 일정온도의 물을 순환시켜 절입염수의 온도를 일정하게 유지하였다. 또한 마그네트 펌프로 일정시간 간격으로 절입조의 염수를 염수조로 뺐다가 다시 절입조에 채우면서 배추를 일정시간동안 절였다.

다. 염수

염수는 호주산 암염(rock salt)을 지하수에 녹여 12%(w/v)와 24%(w/v)로 각각 100 l씩 제조하였다. 그리고 매회 절이고 난 후에는 소금을 추가로 넣어서 처음의 염도로 조절하였다.

2. 방법

가. 배추 절입

배추절입조 바닥에 물빠짐용 스텐레스 바닥판을 깔고 그 위에 다듬은 배추를 반으로 쪼개고 밑둥부분을 추가로 10cm 쪼개어 한 층에 3포기(6쪽)씩 4층 (대형 2층, 소형 2층)을 쌓고 스텐레스 누름판과 PVC상자로 가누름하여 떠오르지 않도록 하고 윗뚜껑을 덮었다.

그리고 마그네트 펌프를 이용하여 12%와 24% 염

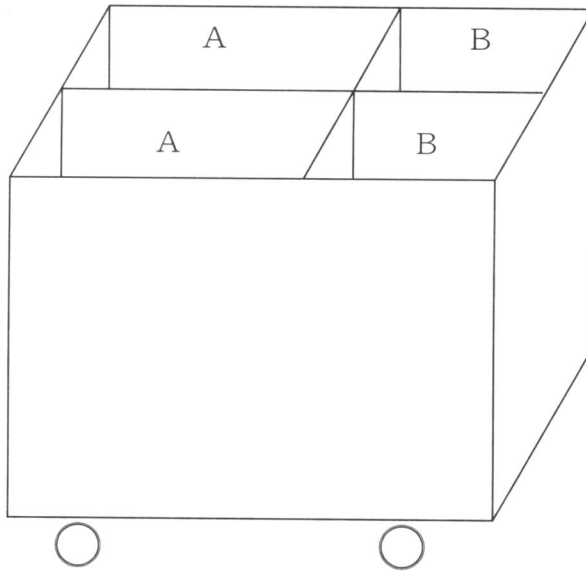


Fig. 1. Schematic diagram of brine salting tank
 A: *Baechu* tank B: Brine tank

Table 1. Brine salting conditions of highland *baechu*

Salting order	Brine concentration(%)	Brine temperature(°C)	Salting time(h)	Brine circulation(number)
1	12, 24	12	16	2
2	12, 24	12	4	2
3	12, 24	24	4	2
4	12, 24	24	16	2
5	12, 24	36	4	2
6	12, 24	36	4	6

수를 각각 배추무게의 3.5배량(63~70 l)씩 붓고 (Table 1)과 같이 일정시간 간격으로 염수를 뺀 다음 다시 부어서 정해진 시간만큼 절인다음 염수를 염수 조로 모두 뺐다.

나. 세척과 탈수

절인 배추는 3단세척조에서 지하수를 넘쳐흐르게 하면서 3회씩 총 9회 세척하고 다공성 PVC상자에 3 포기씩 넣어서 염신부가 아래로 향하도록 20° 정도 경

사지게 기울여 3시간씩 탈수하였다.

다. 절임수율

배추의 절임수율은 다듬은 배추의 무게 대비 세척 탈수한 배추의 무게 비율로 계산하였다.

$$\text{절임수율(\%)} = \frac{\text{절임,세척 및 탈수한 배추의 무게(g)}}{\text{다듬은 배추의 무게(g)}} \times 100$$

라. 염도

절임배추의 염도는 배추 반포기를 걸었으로부터 차례로 떼어 놓고 길이가 10cm되는 잎을 1번으로 하여 바깥쪽으로 번호를 부여한 다음, 각각 1, 5, 6, 13번 잎을 따로 모아서 잘게 썬다음 녹즙기로 착즙하여 얻은 즙액의 염도를 염도계로 직접 측정하였고 포기평균은 이들 4잎의 평균으로 구하였다.

마. 텍스처

절임배추의 텍스처는 염도에서와 같은 방법으로 얻은 3, 7, 11, 15번잎을 모아서 각 잎의 하단으로부터 길이 1/4되는 지점을 중심으로 2cm×5cm 크기로 잘라서 texture analyzer로 굽힘힘(bending force)을 측정하였고 포기 평균으로 구하였으며, 굽힘힘의 측정조건은 three point bend rig로 받침대 간격 30mm, 누름속도 1mm/sec, strain 40%였다.

바. 상관분석

절임수율, 염도, 굽힘힘간의 상관분석은 각각의 두 요소간에 상관관계를 보기위하여 상관분포도를 그려서 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 절임조건별 절임배추의 특성

가. 절임조건별 절임수율

고랭지배추의 절임조건별 절임수율은 (Fig. 2)와 같다.

염수농도 12%로 1회 순환시키면서 4시간 절이면 절임수율이 93.8~95.8%로서 24℃에서 약간 높았고 12℃에서 약간 낮았으며, 무게 1.3~1.5kg의 소형 배추의 절임수율이 모두 높았다. 그리고 16시간 동안 절이면 절임수율이 88.7~89.7%로 크게 낮아졌으며, 이 경우 절임수율에 대한 절임온도의 영향은 일정하지 않았다. 또한 같은 36℃에서 4시간 절이는 경우 염수를 5회 순환시킨 경우가 1회 순환시킨 경우보다 절임수율이 4~5%정도 낮아졌다.

염수농도 24%로 절이면 12%염수절임에 비해 수율이 크게 낮아져 4시간 절이는 경우 절임수율이 86.3~93.7%가 되었으며, 24℃에서 수율이 높고 36℃에서 낮았는데, 이때 배추의 크기에 따른 절임수율은 일정하지 않았다. 절임시간이 16시간으로 늘어나면 수율

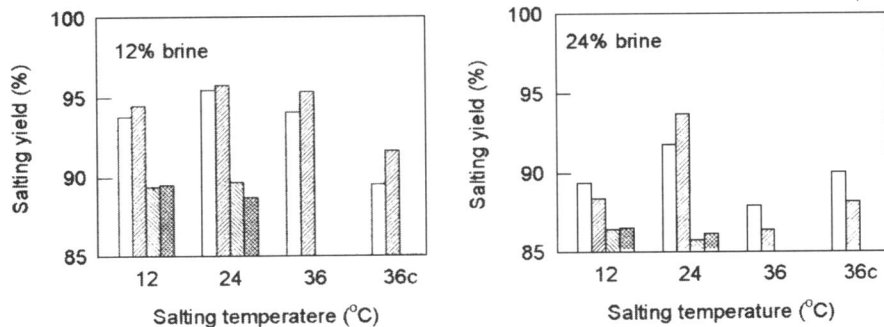
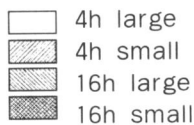


Fig. 2. Salting yield of highland baechu in brine salting with ones brine circulation at each temperature.(36c: 5 times cir.)



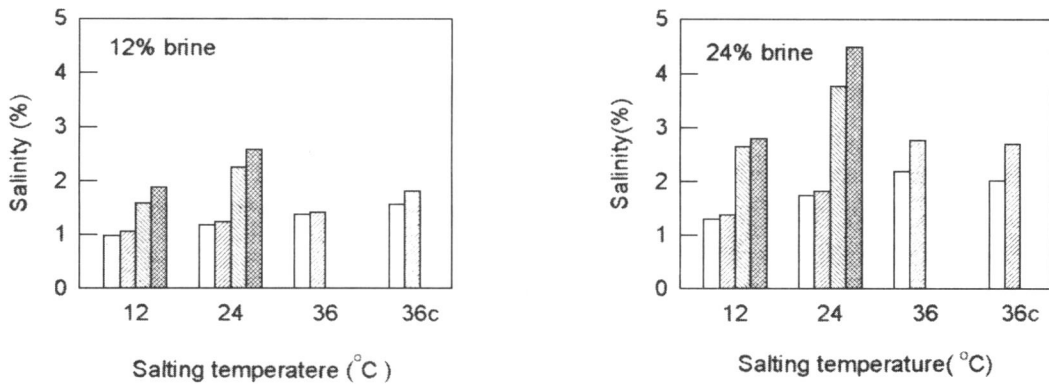


Fig. 3. Salinity of highland *baechu* in brine salting with ones brine circulation at each temperature (36c: 5 times cir.)

- 4h large
- 4h small
- 16h large
- 16h small

이 크게 낮아졌는데 12°C보다 24°C에서 더 많이 낮아졌다. 그리고, 염수를 5회 순환시키면 12%염수에서와 달리 절임수율이 19%정도 높아졌다.

나. 절임조건별 염도

고랭지배추의 절임조건별 절임배추의 염도는 (Fig. 3)과 같다.

배추 반쪽의 1, 5, 9, 13번째잎의 평균으로 구한 절임배추의 포기별 평균염도는 염수농도 12%로 절이면 배추의 염도는 0.97~1.42%가 되었는데, 절임온도에 비례하여 염도가 높아졌고, 무게 1.9kg~2.1kg의 대형배추보다 1.3~1.5kg의 소형배추가 더 많이 절여졌으며 염도도 더 높았다. 절임시간을 16시간으로 하면 배추의 염도가 1.59~2.59%로 크게 높아졌으며, 이경우의 염도도 역시 절임온도에 비례하고 배추의 무게에 반비례하였다. 염수 온도 36°C에서 염수를 5회 순환시키면서 4시간 절이면 배추의 염도는 1.58~1.82%로 1회순환시의 1.38~1.42%에 비해 대형배추에서 0.2%, 소형배추에서 4.0만큼 높아져서 염수순환의 효과가 컸다.

염수농도 24%염수로 절이는 경우는 12%염수에 비해 배추의 염도가 높아져서 4시간 절이면 배추염도가 1.30~2.76%가 되었는데 염도는 절임온도에 비례하여 높아졌고 소형배추에서 더 높았다. 절임시간을 16시간으로 하면 염도가 크게 높아져서 2.65~4.48%가 되었는데, 특히 24°C의 경우는 4시간 절임경우보다 염도가 2배이상 높아졌고, 역시 소형배추의 염도가 더 높아졌다. 그러나 36°C에서 염수순환횟수를 5회로 늘렸지만 오히려 절임배추의 염도는 1회 순환시보다 약간 감소하여 수율이 증가한 것과는 일치하였으나 염수 순환의 효과를 볼 수 없었다.

다. 절임조건별 텍스처

고랭지배추의 절임조건별 절임배추의 굵힘힘은 (Fig. 4)와 같다.

배추의 반쪽에서 3, 7, 11, 15번째잎의 평균으로 구한 배추포기별 평균굵힘힘은 염수농도 12%로 4시간 절이면 0.80~1.11kg이 되어 생배추의 1.49~1.66kg보다 크게 작아졌는데, 24°C절임에서 가장 뻣뻣하였고 36°C 절임에서 가장 부드러웠으며 소형배추에서 더

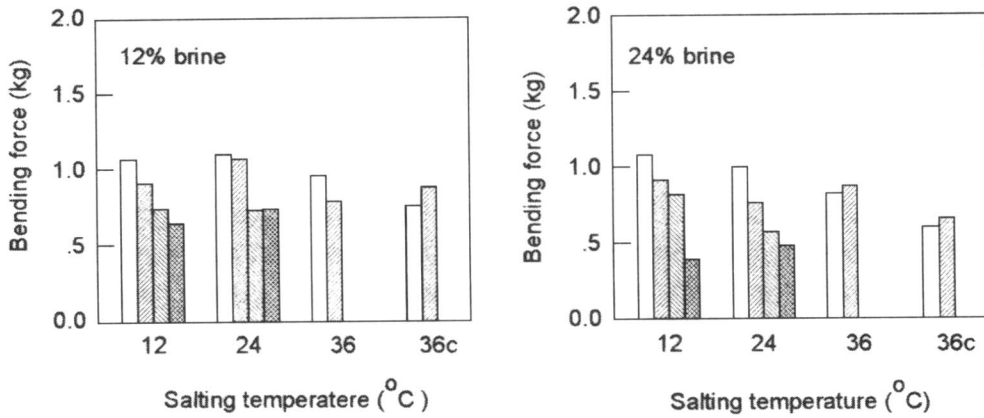


Fig. 4. Bending force of highland *baechu* in brine salting with ones brine circulation at each temperature (36c: 5 times cir.)

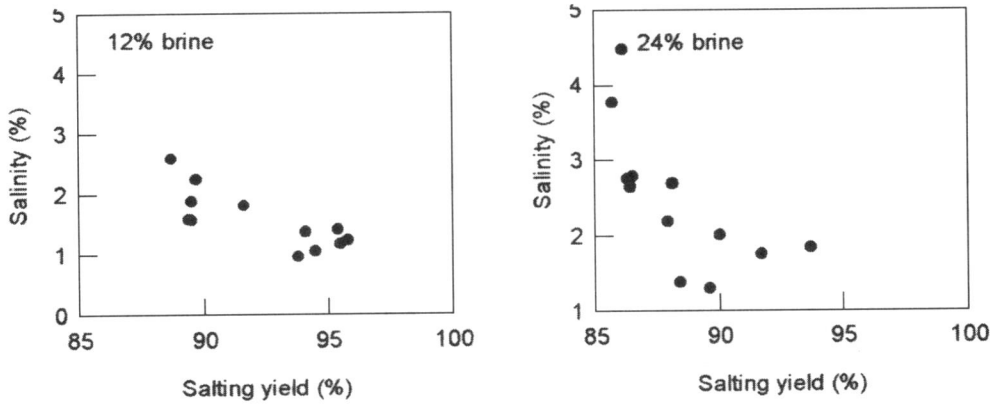
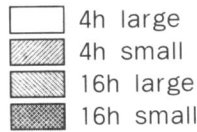


Fig. 5. Relationship between salting yield and salinity of highland *baechu* salted in brine with brine circulation.

부드러웠다. 절임시간을 16시간으로 하면 굵힘힘이 훨씬 작아져서 0.66~0.76kg이 되었다. 염수를 5회 순환시키면서 36°C에서 절이면 1회순환시보다 대형배추는 부드러워졌으나 소형배추는 팻팻해지는 특이한 현상이 나타났다.

염수농도 24%로 4시간 절이는 경우 굵힘힘은 0.80

~1.09kg으로 12%로 절이는 경우와 비슷하였으나 절임온도가 높아지면 굵힘힘이 일정하게 감소하였으며 소형배추가 더 부드러웠다. 절임시간을 16시간으로 하면 굵힘힘이 크게 작아져서 0.39~0.82kg이 되었으며, 소형배추의 텍스처가 크게 부드러워졌다. 그리고 36°C에서 염수를 순환시키면 1회 순환시에 비하여 크

게 부드러워졌으며 소형배추보다 대형배추가 더 부드러워졌다.

2. 절임배추 특성들간의 상관관계

가. 절임수율과 염도의 상관관계

고랭지배추의 절임수율과 절임배추의 염도간에는 (Fig. 5)와 같이 상관관계가 높아서 12% 저농도 염수로 절인 경우는 수율이 95%에서 90%로 크게 낮아져도 염도는 1%정도밖에 증가하지 않았으나, 24% 고

농도 염수로 절인 경우 수율이 90%에서 85%로 낮아지면 염도는 2%이상 크게 높아져서, 절임수율과 염도간에는 반비례관계를 볼 수 있었고, 그 기울기는 절임염수의 농도가 높을수록 컸다.

나. 절임수율과 텍스처의 상관관계

고랭지배추의 절임수율과 절임배추의 굽힘힘간에는 (Fig. 6)과 같이 정비례의 관계를 보였는데 12% 저농도 염수로 절인 경우가 24% 고농도 염수로 절인 경우보다 높은 상관관계를 보였으며, 같은 절임수율

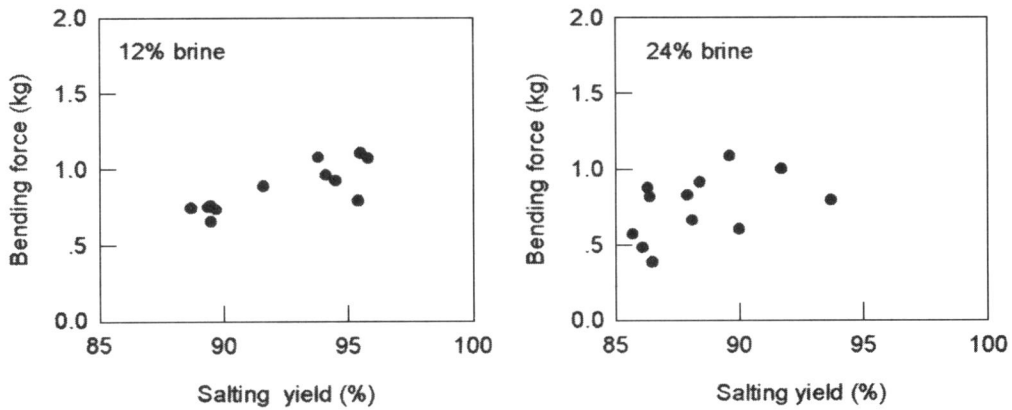


Fig. 6. Relationship between salting yield and bending force of highland *baechu* salted in brine with brine circulation.

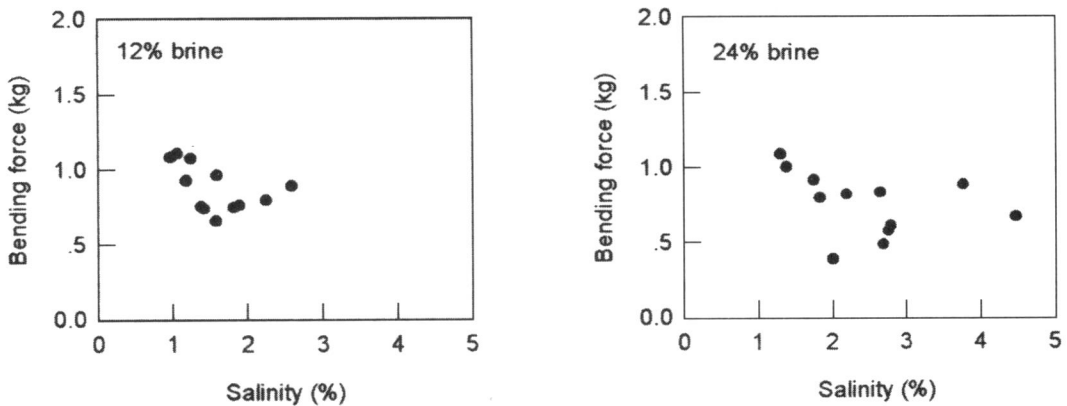


Fig. 7. Relationship between salinity and bending force of highland *baechu* salted in brine with brine circulation.

에서 굽힘힘은 12%로 절인경우가 더 작아서 저농도로 장시간 절인 경우가 고농도로 단시간 절인 경우보다 더 부드러운짐을 알 수 있었다.

다. 염도와 텍스처의 상관관계

고랭지배추의 염도와 굽힘힘간의 상관관계는 (Fig. 7)에서와 같이 반비례관계로 나타났는데, 같은 2.0%의 염도를 나타내는 절임배추의 경우 저농도 염수로 절인 경우에 더 부드러운짐을 알 수 있었다.

3. 절임배추 염도에 미치는 절임조건의 영향분석

고랭지배추의 절임조건에 따른 절임배추의 부위별 염도는 (Table 2)와 같으며 절임요소별 영향은 다음과 같다.

가. 염수농도의 영향

절임온도 12°C에서 4시간 절인 대형배추의 염도는 12% 염수에서는 0.97%, 24%염수에서는 1.30%로 그

Table 2. Salinity changes of highland *baechu* according to the leaf order.

salting temp. (°C)	brine conc. (%)	salting time (h)	baechu* weight	salinity (%)				
				1	5	9	13	average
12	12	4	L	0.6	0.7	1.0	1.3	0.97
			S	0.6	0.7	1.0	1.6	1.06
		16	L	1.0	0.9	1.4	2.6	1.59
			S	1.0	1.1	1.5	3.3	1.89
	24	4	L	0.7	0.9	1.2	1.9	1.30
			S	0.8	0.7	1.1	2.5	1.38
		16	L	1.5	1.6	2.4	4.3	2.65
			S	1.8	1.7	2.4	4.6	2.84
24	12	4	L	0.7	0.7	1.3	1.6	1.18
			S	0.8	0.8	1.1	1.9	1.24
		16	L	1.1	1.4	2.2	3.5	2.25
			S	1.4	1.5	2.3	4.4	2.59
	24	4	L	1.0	1.2	1.7	2.5	1.75
			S	1.0	1.1	1.8	2.8	1.83
		16	L	2.2	2.5	3.3	6.0	3.77
			S	2.0	2.5	3.5	8.2	4.48
36	12	4	L	1.0	0.8	1.4	2.0	1.38
			S	0.9	0.9	1.3	2.2	1.42
	24	4	L	1.5	1.5	1.9	3.2	2.19
			S	1.6	1.6	2.5	4.6	2.76
36**	12	4	L	1.1	1.1	1.5	2.2	1.58
			S	1.2	1.3	1.5	2.8	1.82
	24	4	L	1.5	1.7	2.1	3.2	2.01
			S	1.6	1.7	2.1	4.4	2.69

*L is large (1.9~2.1kg) and S is small (1.3~1.5kg)

**5 times brine circulation

차이가 0.33이었다 그리고 24°C에서는 각각 1.18%, 1.75%로서 차이가 0.57이었고, 36°C에서는 각각 1.38%, 2.19%로서 차이가 0.81로서, 염수농도가 높을수록 배추염도는 높아졌는데 4시간의 짧은 시간동안 절이는 경우 절임온도가 높을수록 염수농도의 영향이 크게 나타났다. 마찬가지로 16시간 절이면 염수농도 12%차에 의한 절임배추 염도차이가 12°C에서 1.06, 24°C에서 1.53으로 4시간 절임경우와 같이 절임온도가 높을수록 염수농도의 영향이 컸다.

나. 절임온도의 영향

절임배추의 염도는 절임온도에 비례하여 높아졌는데, 염수농도가 높을수록, 절임시간이 길수록, 배추가 작을수록 절임온도의 영향이 크게 나타나, 24%의 염수로 소형배추를 4시간 절이는 경우 24°C에서 1.83%, 36°C에서 2.76%로 그 차이가 0.93이었고, 16시간 절이는 경우 12°C에서 2.84%, 24°C에서 4.48%로 그 차이가 1.64가 되었다.

다. 절임시간의 영향

절임배추의 염도는 절임시간에 비례하여 높아졌는데, 12°C의 경우 12%에서 4시간 절이면 0.97%, 16시간 절이면 1.59%로 차이가 0.62였고, 24%에서는 각각 1.30%, 2.65%로서 차이가 1.35가 되어 고농도 염수로 절이면 절임시간의 영향이 더 크게 나타났다. 그리고, 24°C의 경우에도 12%에서 차이가 1.07, 24%에서 2.02로 12°C에서와 같은 경향이었다.

라. 배추크기의 영향

절임배추의 염도는 배추의 크기가 작을수록 높아졌는데, 특히 고농도에서 고온으로, 장시간 절이는 경우에 배추의 크기에 의한 영향이 더 커서 24% 염수로 36°C에서 4시간 절이면 소형배추 2.19%, 대형배추 2.76%로 차이가 0.57이었고, 24°C에서 16시간 절이면 소형배추 4.48% 대형배추 3.77%로 차이가 1.71이 되어 저농도, 저온, 단시간에서의 0.1~0.2보다 고농도, 고온, 장시간에서 배추 크기의 영향이 훨씬 컸다.

마. 염수순환의 영향

절임배추의 염도는 염수순환 횟수가 많을수록 높았는데 고농도로 절인 소형배추에서 중간염과 속잎의 염도가 조금 더 높아졌다.

4. 절임배추 텍스처에 미치는 절임조건의 영향 분석

고랭지배추의 절임조건에 따른 절임배추의 부위별 굽힘힘의 변화는 (Table 3)과 같고 이들을 절임조건별로 분석하여 보면 다음과 같다.

가. 염수농도의 영향

절임배추의 굽힘힘에 미치는 염수농도의 영향은 12°C에서는 소형배추를 16시간 절인 경우에만 24%염수에서 굽힘힘이 작았을 뿐 염수농도에 관계없이 비슷하였다. 그러나 24°C에서는 24%염수에서 모두 낮았고, 36°C에서는 대형배추는 24%염수에서 낮았으나 소형배추는 12%염수에서 더 낮았다. 즉 절임배추의 굽힘힘은 12%염수보다 24%염수에서 대체로 낮았으나 절임온도, 절임시간, 염수순환 횟수에 따라 다른 양상이었다.

나. 절임온도의 영향

12%염수에서는 절임온도의 영향이 뚜렷하지 않고 12°C보다 24°C에서 오히려 약간 높았고 36°C에서 조금 낮았으나, 24% 염수에서는 절임온도에 반비례하여 굽힘힘이 작아졌다.

다. 절임시간의 영향

모든경우에 절임시간에 비례해서 굽힘힘이 작아졌다.

라. 배추크기의 영향

배추크기의 영향은 일정치 않아서 12°C와 24°C에서는 소형배추의 굽힘힘이 대체로 작았으나, 36°C에서는 각기 달라서 12%염수에서는 소형배추가 작았으나 24% 염수에서는 대형배추가 더 작았고, 36°C에서 염수를 5회 순환시킨 경우에는 모두 소형배추의 굽힘힘이 더 컸다.

Table 3. Bending force changes of highland *baechu* according to the leaf order.

salting temp. (°C)	brine conc. (%)	salting time (h)	<i>baechu</i> * weight	bending force(g)				
				3	7	11	15	average
12	12	4	L	1143	1620	1297	269	1082
			S	1143	1315	1167	84	927
		16	L	763	1355	857	48	756
			S	719	1244	623	44	658
	24	4	L	1206	1704	1331	109	1088
			S	955	1486	1149	67	914
		16	L	1140	1516	570	44	818
			S	650	770	94	34	387
24	12	4	L	1216	1538	1579	108	1110
			S	1200	1659	1352	94	1076
		16	L	1305	1178	413	59	739
			S	1081	1434	416	56	747
	24	4	L	1158	1524	1131	186	1000
			S	849	1271	996	67	796
		16	L	1169	980	97	42	572
			S	879	832	177	38	482
36	12	4	L	1071	1375	1297	113	964
			S	802	1432	785	168	797
	24	4	L	915	1328	931	145	830
			S	1065	1572	805	67	877
36** c	12	4	L	868	1315	801	67	763
			S	1169	1187	1139	70	891
	24	4	L	764	879	728	50	605
			S	899	1317	370	73	665

*L is large (1.9~2.1kg) and S is small (1.3~1.5kg)

**5 times brine circulation

마. 염수순환의 영향

36°C에서 염수를 5회 순환시키면 1회 순환시킨 경우보다 굵힘힘은 대체로 작아졌는데, 12%염수에서는 특이하게 소형배추에서 염수순환 횟수가 늘어나면서 굵힘힘이 커지는 현상이었다.

VI. 결론

고랭지 배추를 염수로 절일 때 절임조건으로서 염

수의 농도, 절임 온도, 절임 시간, 염수순환 효과를 배추의 생육상태별(대,소)로 시험하였다.

고랭지 배추의 절임수율은 절임염수 농도와 절임 시간에 비례하여 낮아졌고, 절임배추의 염도는 절임 염수 농도, 절임온도, 절임시간에 비례하여 높아졌으며, 배추크기에는 반비례하였다. 절임배추의 굵힘힘은 절임염수 농도, 절임온도, 절임시간에 비례하여 작아졌고, 배추크기에는 비례하여 증가하였다.

참고문헌

1. 구영조, 최신양, 1991, 김치의 과학기술, 도서출판 창조.
2. 최홍식, 1995, 한국인의 생명, 김치, 도서출판 밀알.
3. 박건영, 1995, 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암효과, 한국영양식량학회지 24(1), p.169.
4. 한응수, 석문식, 1996, 김치공장의 배추절임공정 개선, 식품산업과 영양 1(1), p.50.
5. 유태중, 정동효, 1974, 김치의 공업적 생산을 위한 공업표준화에 관한 연구, 한국식품과학회지 6, p.116.
6. 김현옥, 이혜수, 1975, 김치의 비휘발성 유기산에 관한 연구, 식품과학회지 7, p.74.
7. 천중희, 이혜수, 1976, 김치의 휘발성유기산과 이산화탄소에 관한 연구, 한국식품과학회지 8, p.9.
8. 이승교, 김화자, 1984, 절임조건별 배추에 의한 김치의 숙성중 riboflavin과 ascorbic acid의 함량 변화, 한국영양식량학회지 13, p.131.
9. 김중만, 김인숙, 양희천, 1987, 김치용 간절임 배추의 저장에 관한 연구, 한국영양식량학회지 16, p.75.
10. 이혜수, 1972, 배추를 절이는 소금의 농도와 시간. 대한가정학회지 10, p.617.
11. 구경형, 1987, 김치의 물리학적 및 관능적 성질에 관한 연구, 세종대학교 석사학위 논문.
12. 한응수, 1993, 김치제조용 고랭지배추의 염장저장방법, 한국식품과학회지 25, p.118.
13. 김우정, 구경형, 조한옥, 1988, 김치의 절임 및 숙성과정 중 물리적 성질변화, 한국식품과학회지 20, p.483.
14. 김순동, 김미정, 1988, 무의 소금절임 과정에서 소금의 침투와 칼슘의 용출, 한국영양식량학회지 17, p.110.
15. 권태연, 최용희, 1991, 무의 염절임시 소금의 침투량과 확산도 예측모델, 한국영양식량학회지 20, p.572.
16. Drusas, A. and Vagenas, G. K., 1988, Diffusion of sodium chloride in green olives, *Journal of food engineering* 7, p.211.
17. Cho, H. Y. and Kim, J. B. and Pyun, Y. R., 1988, Diffusion of sodium chloride in Chinese cabbage during salting, *Korean J. Food Sci. Technol.* 20, p.711.
18. 우경자, 고경희, 1998, 절임정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 관한 연구, 한국식문화연구논총, p.163.
19. 이철호, 황인주, 김정교, 1987, 김치제조용 배추의 구조와 조직감 측정에 관한 연구, 한국식품과학회지 3, p.64.
20. 이철호, 황인주, 1988, 절단시험과 압착시험에 의한 배추잎의 조직감 측정비교, 한국식품과학회지 20, p.749.
21. 유명식, 김주봉, 변유량, 1991, 염절임 및 가열에 의한 배추조직의 구조와 펙틴의 변화, 한국식품과학회지 23, p.420.
22. 변유량, 1988, 배추조직의 가열연화와 열처리의 최적화 연구, 한국음식문화연구논총 1, p.293.
23. 이희섭, 이철호, 이귀주, 1987, 배추의 염장과정 중 성분변화와 조직감의 변화, 한국조리과학회지 3, p.64.
24. 윤의정, 1989, 배추의 조직감 측정방법에 관한 연구, 고려대학교 석사학위논문.
25. 최신양, 김영봉, 유진영, 이인선, 정건섭, 구영조, 1990, 김치제조시의 온도 및 염농도에 따른 저장효과, 한국식품과학회지 22, p.707.
26. 한기영, 1995, 배추의 염절임방법에 따른 특성 변화, 서울여자대학교 석사학위논문.
27. 이인선, 박완수, 구영조, 강국희, 1994, 품종별 가을배추로 제조한 절임배추의 저장중 특성변화, 한국식품과학회지 26, p.239.
28. 박완수, 이인선, 한영숙, 구영조, 1994, 분리저장한 절임배추와 김치숙을 이용한 김치의 제조, 한국식품과학회지 26, p.231.
29. 한응수, 1993, 공장김치제조용 배추의 간절임저

장효과, 협동조합연구 14, p.148.

30. 한응수, 1994, 포장방법에 따른 절임배추의 저장중 품질변화, 한국식품과학회지 26, p.283.
31. Han., E. S., Seok., M. S., Chun., J. K. and Jo., J. S., 1996, Effect of cutting method on the yield, salinity and pH of salted Chinese cabbage, *Food and Biotechnol.* 5, p.1.