

절임배추의 냉각과 포장 특성

한응수 · 구분열* · 김공환*
농협대학, *아주대학교 생물공학과

Cooling and Packing Characteristics of Salted *Baechu*

Eung-Soo Han, Bon-Youl Koo* and Kong-Hwan Kim*

Agricultural Cooperative College

*Division of Chemical Engineering and Biotechnology, Aju university

Abstract

Effective cooling and packing methods were investigated for the prevention of quality deterioration in field salted alpine *baechu*. Cooling of salted *baechu* was more effective in icewater cooling (16°C/hr) than airforced cooling (0.8°C/hr), but icewater cooling was not appropriate for the field cooling of salted *baechu*, because of its operating complexity and desalting phenomenon, that is, the salinity of salted *baechu* was lowered from 2.5% to 1.7% during 20 minutes icewater cooling. Draining was accomplished by 60% of total amounts for the first 10 minutes draining. During the cold storage the salinity of salted *baechu* was lower than that of juice and it was varied continuously, but, it was comparatively constant in submerged *baechu* in 2% saline. Packing in 2% saline was affirmative for the field salted *baechu* as a quality prevention method for a long time storage.

Key words: salted *baechu*, cooling, draining, packing

서 론

김치는 우리 식생활에 필수적인 부식으로서 그 가치를 더해가고 있으며, 품질 좋은 김치를 만들기 위해서는 절임 배추의 품질이 기본이 된다. 배추는 연간 250~300만톤이 생산되어 쌀 다음으로 생산량이 많은 농산물로서, 부피가 크고 조직이 무르기 때문에 유통이 대단히 어렵다. 현재의 유통체계로는 가락시장을 포함한 도시지역에 배추 무게의 25%에 달하는 약 40만톤의 쓰레기가 매년 발생하므로 이의 개선이 시급하다. 더구나 여름철에는 고온과 호흡으로 인한 배추 품온의 상승으로 배추의 품질이 급격히 낮아지므로 부피와 무게를 줄여서 가식부분만을 저온 유통하는 것이 필요하다.

그러나 배추는 가격에 비해 무게가 무겁고 부피가 커서 경제성 있는 저온유통 체계를 구축하기 어려우

므로 배추의 중량과 부피를 줄여야만 실용성 있는 유통방법이 될 수 있다. 즉, 배추를 산지에서 다듬고 절여서 무게와 부피를 절반으로 줄일 수 있으면 배추의 유통문제를 개선할 수 있을 것이다. 배추를 산지에서 절여서 유통시키는 사업은 산지에서 배추를 절이는 기술 뿐 아니라, 절임배추의 유통 중의 품질변화를 최소화하여야 하므로 절임배추를 신속하게 냉각하고 포장해야 한다.

배추의 절임에 관한 연구로는 절임 과정중 성분변화에 관한 연구 (이희섭 등, 1987; 우경자와 고경희, 1995; 송주은 등, 1995; 노봉수와 한기영, 1996; 박인경 등, 1996; 김미경 등, 1997; 오영애와 김순동, 1997; Han 과 Koo, 2000), 절임배추의 저장에 관한 연구(한응수, 1998; 이인선 등, 1994; 최기찬 등, 1995)와 절임배추의 포장 방법에 관한 연구(홍석인 등, 1994, 1996; 한응수 등, 1996, 1998; 김윤지 등, 1996)등이 보고된 바 있으나 절임 배추의 유통 및 저장 중 품질에 영향을 줄 수 있는 효율적인 냉각 및 산지유통상의 포장 방법에 대한 체계적인 연구는 미흡한 실정이다.

Corresponding author: Eung-Soo Han, Agricultural Cooperative College, Wondang-dong, Duckyang-gu, Goyang 412-707, Korea

본 연구에서는 산지에서 절인 배추의 유통에 효과적인 냉각방법과 포장방법을 조사하기 위하여 절임배추를 여러가지 조건에서 냉각시험과 포장시험을 하였으며 그 내용을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

배추의 절임과 세척

절임배추의 냉각시험과 포장시험의 개략적인 공정은 Fig. 1과 같았다.

배추는 경기도 광주에서 재배한 봄 하우스 배추인 노랑 품종으로 200포기를 파주 하나로클럽에서 구입하여 일반적인 방법으로 다듬은 후 배추의 무게가 중간정도(2.2 kg ± 0.2 kg)인 76포기를 선발하여 냉장 보관하면서 사용하였다. 다듬은 배추는 호이스트식 염수 절임 방법으로 절였다. 즉, 스테인레스 배추 절임망(130.0 cm×80.0 cm×51.5 cm, SUS 304)에 다듬은 배추를 밑등에서부터 열십자로 상단으로 10 cm까지 반4절하여 절임망에 차곡차곡 채워 넣고, 상부덮개를 고정한 다음 호이스트로 들어올려 염수에 절였다. 염

수는 FRP 절임조(600 L)에 호주산 암염을 23%(w/v) 염수로 400 L를 만들고 배추를 망에 담아 넣고 누름판(30 kg, 2개)으로 눌러 떠오름을 방지하였다. 이 때 염수 온도는 평균 18°C이었고 15시간 절이는 과정에서 1시간 간격으로 배추를 염수에서 꺼냈다가 다시 담그면서 절였다. 절인 후에는 배추가 들어있는 절임망채로 지하수를 채운 세척조(SUS 304, 1,000 L)에서 매 회 1분간 빼내고 1분간 침지하는 방법으로 총 6회 세척하였다.

절임배추의 냉각과 탈수

절임배추의 냉각은 공냉식과 수냉식으로 시험하였다. 공냉식은 플라스틱 다공상자(45 L)에 절임배추 22 kg을 엇갈리게 쌓아 넣고 3°C의 공기순환식 Unit cooler(냉동능력 4,700 Kcal/h, 한일기연, Korea) 중앙 부위에 설치하여 24시간 동안 냉각시켰다. 냉각시 절임배추의 온도는 절임배추 상자의 기하학적 중심부에 온도계(thermorecoder TR-71, T&D corporation, Japan)를 고정하여 측정하였다. 그리고 일정한 간격으로 유출된 탈수액의 무게를 측정하여 탈수수율을 계산하였다.

개별수냉식은 FRP 4각 냉각조에(200 L)에 스티로폼(3 cm 두께)과 우레탄폼으로 5면을 단열처리하고 얼음(직경 2 cm×높이 3 cm) 22 kg과 지하수 22 L를 넣어 만든 얼음물(icewater, 0~4°C)에 절임배추 22 kg을 침지시켜 냉각하였다. 이 때 절임배추의 온도는 배추 줄기사이에 온도계를 넣어 측정하였고, 탈수수율은 냉각배추를 플라스틱 다공상자에 담아 탈수하면서 무게를 측정하여 공냉식과 같은 방법으로 계산하였다.

상자수냉식은 플라스틱 다공상자(45 L)에 절임배추 22 kg을 넣고 상자채로 얼음물(얼음 22 kg, 물 88 L)에 침지하여 냉각시키는 방법으로, 5분 침지하고 1분간 들어 올려 꺼내주는 방식으로 냉각하였으며 냉각온도와 탈수무게의 측정은 공냉식과 같은 방법으로 하였다.

수냉식으로 냉각한 절임배추는 냉각수에서 꺼내어 상온에서 중력탈수하였거나, 저온저장고에서 저온중력탈수하였으며, 탈수수율은 세척후 또는 냉수냉각후 절임배추상자를 들어올려 세척수를 1분간 댄 절임배추의 무게를 기준으로, 일정시간 탈수한 배추무게를 비교하여 아래식과 같이 계산하였다.

$$\text{탈수수율} = \frac{\text{세척하여 일정시간 탈수한 배추 무게 (kg)}}{\text{세척하여 1분간 탈수한 배추 무게 (kg)}} \times 100$$

절임배추의 포장

탈수한 절임배추를 PE필름(320 mm×500 mm, 두께

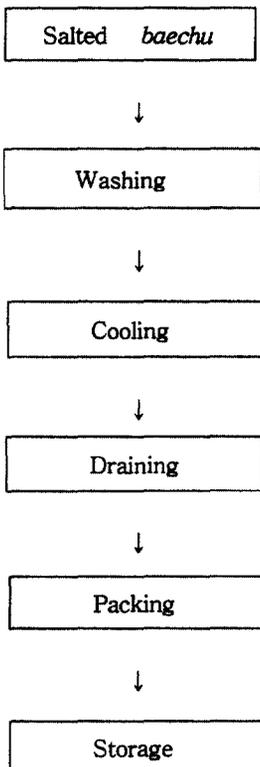


Fig. 1. Flow chart of cooling and packing experiment of salted baechu.

0.09 mm)에 약 5 kg씩 포장하였다.

이때, 절임배추를 채우고 남은 공간은 공기, 물, 2% 염수, 2% 염수와 공기를 충전하는 4종류로 구분하여 포장을 하였고, 충격접착기(impulse sealer, 가성포장기계: model PH-300-5)를 사용하여 밀봉하였다. 절임배추는 배추의 밑부분이 포장의 양 옆으로 가도록 하여 밑부분에 빈 공간이 생기지 않도록 하면서, 절임배추가 공기에 노출되지 않도록 하기 위하여 차곡차곡 넣었고 밀봉기로 1차 부분 밀봉하여 배추가 떠오르지 않도록 고정하고, 물이나 염수를 가득 채운 다음 2 cm 간격을 띄우고 2차 완전 밀봉하였다

염도와 pH측정

염도와 pH는 절임배추 1/4쪽을 세절한 다음 믹서기(Hanil, Korea)로 갈아 착즙한 액을 염도계 (Orion conductivity meter, model 115, USA)로 측정하였으며, pH는 pH meter(Orion, model 520A, USA)로 측정하였다.

결과 및 고찰

절임배추의 냉각 특성

배추는 절임염수의 농도, 절임시간, 염수온도의 영향을 받아 18°C에서 23%(w/v) 염수로 절이면 9시간만에 염도 1.98%에 도달하였다.

절임배추의 품질변화는 온도의 영향을 크게 받으므로 신속하게 냉각함으로써 절임배추와 김치의 품질을 유지할 수 있었다. 냉각방법 중 공냉식은 적용범위가 넓으나 냉각속도가 느리고, 수냉식은 냉각속도가 빠르나 적용할 품목이 한정되는데 절임배추를 공냉식과 수냉식으로 냉각한 결과는 다음과 같았다.

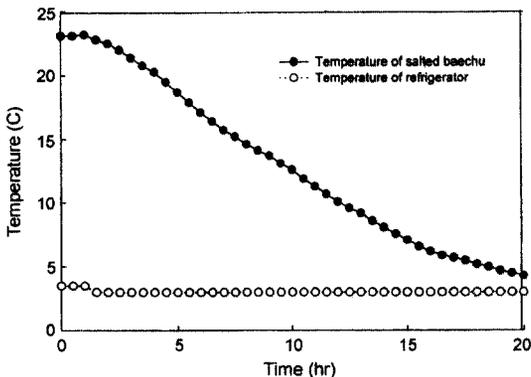


Fig. 2. Changes of temperature in salted baechu during the airforced cooling.

절임배추 22 kg를 다공성 플라스틱 상자에 담아 3.0°C 냉장고에서 강제통풍식으로 냉각한 결과는 Fig. 2에서 보듯이 절임배추의 중심온도가 초기 23.1°C에서 20시간 후에 4.3°C로 낮아져 시간당 0.8°C로 아주 느리게 냉각되었으며, 19시간이 경과해야만 5.0°C이하로 낮아졌다.

절임배추를 개별수냉식으로 냉각한 결과는 Fig. 3과 같았다. 즉 지하수 22 L에 얼음 22 kg을 녹인 결과 1분만에 0.4°C에 도달하였고, 여기에 18.7°C의 절임 배추 22 kg을 침지시켜 냉각한 결과, 절임배추의 온도는 초기에는 빠르게 낮아졌으나 점점 느려져서 냉각 50분만에 5°C에 도달하여 5°C까지의 총 냉각속도가 16°C/h 였다. 그리고, 절임배추의 작업성을 높이기 위해 절임배추를 플라스틱 상자에 담아 냉수냉각한 결과는 Fig. 4와 같았다. 냉수온도는 초기부터 3°C를 유지하였

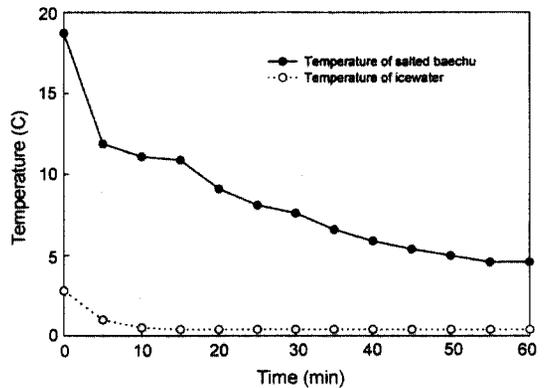


Fig. 3. Changes of temperature in salted baechu during the icewater cooling (salted baechu 22 kg, water 22 L, ice 22 kg).

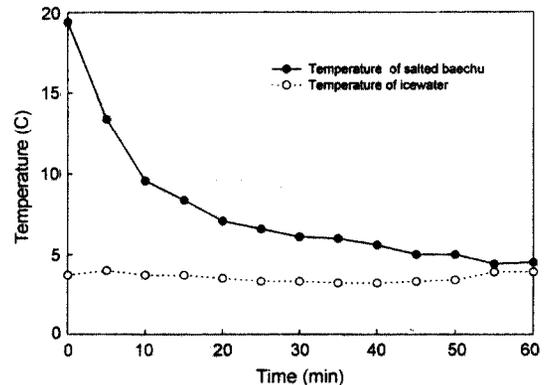


Fig. 4. Changes of temperature in salted baechu during the icewater cooling in a box (salted baechu 22 kg, water 88 L, ice 22 kg).

Table 1. Changes of salinity in salted *baechu* during icewater cooling

Cooling time (min)	Salinity of salted <i>baechu</i> (%)	Salinity of icewater (%)
0	2.55	0.00
10	2.44	0.03
20	1.70	0.07
30	1.02	0.08
40	0.82	0.09

고 절임배추의 온도는 초기 19.4°C에서 점차 낮아져 45분만에 5°C에 도달하여 개별 수냉식과 유사하였다.

한편, 수냉식에서 냉각기간 중에 탈염이 일어나 절임배추의 염도가 낮아지는 현상은 Table 1에서와 같이 절임배추의 염도가 초기 2.55%에서 20분 후에는 1.70%, 430분 후에는 0.82%로 낮아졌으며, 이 때 냉각수의 염도는 0.1%로 약간 높아졌다. 냉수냉각을 하는 경우 배추의 절임공정에서 냉각중의 탈염을 고려한 절임조건의 조절이 필요하였다.

절임배추의 탈수

세척한 절임배추를 냉장고에서 중력 탈수하면서 10분 간격으로 탈수 수율을 조사한 결과는 Fig. 5와 같았다.

즉, 물에서 꺼내어 초기 10분간 탈수된 즙액의 비율이 6.35%이었고, 60분 탈수하면 10.25%가 되어 초기 10분 동안에 전체의 약 60%가 탈수되는 것으로 나타났다. 이것은 한 등(1999)이 초기 10분간 50%가 탈수되었다고 보고한 내용과 유사하였다.

한편, 탈수시간을 짧게 하여, 포장한 후에 포장재내의 배추 즙액량을 많게 함으로써 추가적으로 물을 투입하지 않고도 절임배추가 즙액에 잠길 수 있도록 포장하는 시험을 한 결과는 Table 2와 같았다.

즉, 절임배추를 1분간 탈수하고 약 5 kg씩 PE필름(320 mm×500 mm, 두께 0.09 mm)으로 포장하여 냉장고에서 1주간 저장한 후의 즙액비율은 13.31%로서, 절임배추가 모두 즙액에 잠겼고, 2분간 탈수하여 포장한 것은 그 비율이 12.14%로 거의 잠겼으나, 5분간 탈수하여 포장한 것은 즙액비율이 10%이하로 낮아져서 절임배추의 상부가 즙액에 잠기지 않는 문제가 발생하였다.

한편 한 등(1998)의 연구결과에 의하면 즙액에 잠겨 있는 절임배추의 조직, 색상, 맛이 잠기지 않은 절임배추보다 우수하였으므로, 절임배추를 5분 이내로 탈수하여 포장하는 것이 바람직하였다. 즉 산지에서 절

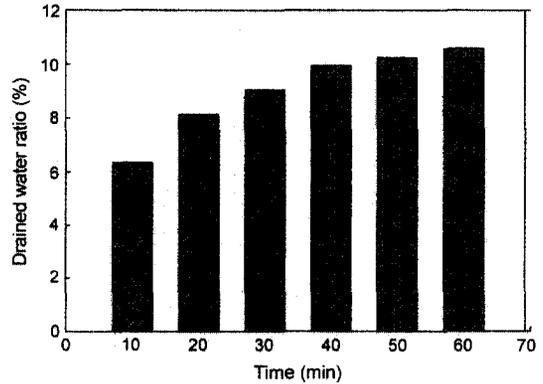


Fig. 5. Changes of drained water ratio during the gravity draining of salted *baechu*.

Table 2. Liquid ratio of packed salted *baechu* with draining time after 1 week storage

Draining time (min)	<i>Baechu</i> weight (kg)	Liquid weight (kg)	Liquid ratio (%)
1	5.21	0.80	13.31
2	4.56	0.63	12.14
5	5.06	0.56	9.96
10	4.69	0.46	8.93
20	4.96	0.48	8.82

임배추는 세척후 5분 이내로 단시간 탈수하여 포장하고 냉각하는 것이 효과적이라고 판단되었다.

절임배추의 포장

절임배추를 4가지 방법으로 포장하여 저온 저장고에 4주간 저장하면서 품질변화를 측정된 결과는 Table 3과 4에서 보였듯이 2%염수를 넣은 처리구에서 염도의 변화는 거의 없었으나 넣지않은 처리구에서는 변화가 심했으며, pH는 2% 염수처리구와 다른 처리구간에 차이가 없었다.

즉, 절임배추를 탈수하여 공기가 포함되도록 PE필름으로 포장한 것(PEA)과 물을 채워서 잠기도록 한 것(PEW)을 비교하여 보면, 물을 채워서 포장한 것에서 염도가 약간 낮았다. 그리고, 2% 염수를 채우고 공기가 포함되도록 포장한 절임배추(PESA)의 염도는 공기가 포함되지 않도록 포장한 절임배추(PEA)의 염도보다 높았으나, 4주간 저장하는 과정에서 절임배추의 염도가 2.07%로 낮은 것과 2.46%로 높은 것이 있어서 2% 염수만 채워서 밀봉한 것(PES)보다 균일하지 못했다. 즉, 공기가 포함되지 않도록 2% 염수를 채워서 포장한 절임 배추가 4주간 저장과정에서 염도가 균일하였다.

Table 3. Changes of salinity in field salted *baechu* during 4-week cold storage

Samples	Salinity (%)									
	<i>Baechu</i>					Juice				
	0	1	2	3	4	1	2	3	4	
PEA	2.06	1.82	2.04	2.09	1.86	2.39	2.20	2.49	2.26	
PESA	2.06	2.20	2.46	2.20	2.07	2.59	2.54	2.76	2.58	
PEW	2.06	1.84	1.86	2.04	1.76	2.31	2.33	2.28	2.25	
PES	2.06	2.34	2.21	2.15	2.25	2.79	2.84	2.80	2.70	

PEA: PE film packing with air.

PESA: PE film packing with 2% saline and air.

PEW: PE film packing with water.

PES: PE film packing with 2% saline.

Table 4. Changes of pH in field salted *baechu* during 4-week cold storage

Samples	pH									
	<i>Baechu</i>					Juice				
	0	1	2	3	4	1	2	3	4	
PEA	6.20	6.05	5.94	5.90	5.62	5.80	5.56	5.44	5.36	
PESA	6.20	6.07	6.01	5.81	5.91	5.78	5.52	5.46	5.36	
PEW	6.20	6.00	5.91	5.83	5.73	5.63	5.58	5.57	5.38	
PES	6.20	6.02	5.92	5.90	5.95	5.63	5.59	5.58	5.50	

PEA: PE film packing with air.

PESA: PE film packing with 2% saline and air.

PEW: PE film packing with water.

PES: PE film packing with 2% saline.

한편, 포장을 달리하여 저장한 절임배추의 pH는 4주간 저장하는 동안 모든 처리구에서 배추의 pH가즙액의 pH보다 더 높았다. 특히, 저장 4주차에 차이가 컸으나, 처리구간에는 유의적인 차이는 없었다. 그러므로, PE필름으로 포장할 때 공기대신에 물이나 묽은 염수를 채워서 밀봉하는 것이 염도의 균일성을 높이는 효과는 있었으나 발효를 지연시키는 효과는 없음을 알 수 있었다.

요 약

산지 절임배추의 품질을 유지하기 위하여 절임배추의 효과적인 냉각방법과 포장방법을 실험하였다. 상온의 절임배추는 5°C까지 낮추는데 공냉식으로는 19시간이 소요되었고, 수냉식으로는 50분이 소요되었다. 그리고 수냉식의 경우 4°C의 냉각수에서 20분간 냉각하는 동안 절임배추의 염도가 2.5%에서 1.7%로 낮아져서 탈염이 빠르게 진행되었고, 냉각공정이 복잡하여 절임배추의 산지 절임 냉각공정으로는 부적합하였다. 냉각후 탈수공정에서는 초기 10분내에 전체 탈수량의

60%가 탈수되었다. 그리고 절임배추를 PE필름으로 포장하여 4주간 냉장하는 동안 2% 염수를 채워서 포장한 것이 저장기간 동안 염도가 균일하였다. 따라서 장기간 저장할 절임배추는 산지에서 2% 염수로 충전하여 유통하는 것이 절임배추의 품질을 균일하게 유지할 수 있는 방법이었다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- 김미경, 김일두, 김순동. 1997. 배추의 소금절임중 염신의 휘입도 변화. 농산물저장유통학회지 4(2): 163-172
 김윤지, 홍석인, 박노현, 정태연. 1994. 포장재질이 김치의 품질변화에 미치는 영향. 한국식품과학회지 26(1): 62-67
 노봉수, 한기영. 1996. 통배추의 염절임 방법에 따른 특성변화. 한국식품과학회지 28(4): 707-713
 박인경, 김순희, 김순동. 1996. 배추의 소금절임시 염수의 초

- 기온도가 김치숙성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 **25**(5): 747-753
- 송주은, 김명선, 한재숙. 1995. 배추절임방법이 김치의 맛과 숙성에 미치는 영향. 한국조리과학회지 **11**(3): 226-232
- 오영애, 김순동. 1997. 배추의 소금 절임과 김치숙성 및 효소류의 활성변화. 한국식품영양과학회지 **26**(3): 404-410
- 우경자, 고경희. 1995. 절임정도에 따른 배추김치의 질감과 맛에 대한 연구. 한국음식문화원연구논문집 **1**: 163-183
- 이인선, 박완수, 구영조, 강국희. 1994. 품종별 가을배추로 제조한 절임배추의 저장중 특성변화. 한국식품과학회지 **26**(3): 239-245
- 이희섭, 이철호, 이귀주. 1987. 배추의 염장과정중 성분변화와 조직감의 변화. 한국조리과학회지 **3**(1): 64-70
- 최기찬, 김미연, 정신교. 1995. 저장온도 및 포장재에 따른 절단배추 김치의 품질변화 및 Shelf-life. 농산물저장유통학회지 **2**(2): 277-284
- 한용수, 석문식, 박지현. 1999. 세척과 탈수방법에 따른 배추 절임의 품질변화. 산업식품제조학회지 **3**(2): 53-57
- 한용수. 1993. 김치제조용 고행지배추의 염장 저장방법. 한국식품과학회지 **25**(2), 118-122
- 한용수, 석문식, 박지현, 이호재. 1996. 절임배추의 포장압력 및 저장온도에 따른 품질변화. 한국식품과학회지 **28**(4): 650-656
- 한용수, 석문식, 박지현. 1998. 장기저장중 절임배추와 그 삼출액의 특성변화. 농산물저장 유통학회지 **5**(2): 162-166
- 홍석인, 박진숙, 박노현. 1994. 충진율에 따른 포장 김치의 품질 변화. 한국식품과학회지 **26**(5): 590-595
- 홍석인, 박노현, 박완수. 1996. 겨울 김치에 대한 팽창 방지 포장기법. 한국식품과학회지 **28**(2): 285-291
- Han, E.S, and B.Y. Koo. 2000. Changes of salinity and bending force in winter *baechu* during brine salting. *Food Science and Biotechnology* **9**(6): 382-386