

김치 모재료 채소의 질산염 함량 분포와 배추 염장처리 및 김치 조리방법에 따른 질산염 함량 변화¹⁾

손상목²⁾, 이윤건, 김영호, 박양호
단국대학교 농과대학 식물자원학부

Distribution of Nitrate Content in Vegetables for Kimchi Raw Material and Changes of Nitrate Content by Salting of Chinese Cabbage and by Cooking Process of Kimchi

Sohn Sang-Mok²⁾ · Lee Yoon-Gun · Kim Young-Ho · Park Yang-Ho
Div of Plant Resources, Coll of Agriculture, Dan Kook University,
330-714 Cheon An, Korea

Abstracts

This study aims to find out the devices to minimize the amount of nitrate ingested from kimchi, the main way of vegetable intake for Koreans, and the basic data to deliver to calculate the total daily intake for Korean, investigating the year-round changes of nitrate content in vegetables for Kimchi raw material, and changes of nitrate content by salting of chinese cabbage, and stewed kimchi through the use of different cooking methods. The results obtained were summarized as follows:

The nitrate content of raw vegetable material for Kimchi making were distributed over between 205-6655mg/kg f.w. in chinese cabbage, 480-3970mg/kg f.w. in chinese

1) 본 연구는 단국대학교 1995년도 대학연구비 지원에 의해 수행되었음.

2) Corresponding author: Sang Mok Sohn
Laboratory of Environmental Agriculture
Division of Plant Resources
College of Agriculture, Dan Kook University
330-714 Cheon An, Republic of Korea
Tel: +82-417-550-3633, Fax: 553-1618
E-mail: dkusohn@chollian.net

radish, 157-5820mg/kg f.w. in lettuce and 29-520mg/kg f.w. in cucumber respectively. Therefore it was strongly advised to introduce the nitrate limit value of vegetables in Korea if the nitrate content in Kimchi should be reduced to meet the nitrate ADI(Acceptable Daily Intake, 219mg/60kg b.w.) of FAO/WHO, because the nitrate content in Kimchi reflects the the nitrate content in vegetables. In order to keep the low nitrate content in Kimchi, it was advised to remove the outer leaf which contains 2-3 times higher nitrate content compare to the inner leaf at the time of preparation, i.e. chinese cabbage, before the soaking treatment in salt solution for Kimchi making process.

The dehydration by soaking treatment in salt solution occurred at 0.9%~4.7% in leaf midrib and more than 13%~24% in leaf blade. The nitrate content after soaking in salt solution was increased 107%~123% compared with before soaking, increasing rates of nitrate content in the outer and inner leaf midrib were higher than those in leaf blade. The increase of nitrate content in salt solution after soaking due to the dehydration of chinese cabbage by soaking treatment.

The Kimchi stew(Kimchi JJige) was processed with and without animal oil, but the amount of nitrate in kimchi stew did not decrease both treatments, but it increased after the processing since the water in Kimchi stew has got low by boiling.

Key words: nitrate, vegetable, Kimchi, salting, cooking, chinese cabbage, radish, lettuce, cucumber, nitrate limit value

I. 머릿말

한국인의 一日 窒酸鹽(NO_3^-)攝取量이 WHO의 질산염 일일섭취허용량인 ADI (Acceptable Daily Intake) 219mg/60kg b.w.보다 1.77배 내지 3.37배나 많고, 일일 NO_3^- 섭취량의 90.6-95.1%를 채소를 통해 섭취한다는 보고(손, 1995)가 알려진 후 채소내 NO_3^- 함량, 허용기준치 및 일일섭취량 등에 대한 관심이 고조되고 있다. 성인의 경우 유아와는 달리 NO_3^- 섭취가 청색증을 야기하지는 않으나, 오줌으로 배설되는 85% 이외의 NO_3^- 이 구강타액으로 재분비되고 이중 15-25%가 亞窒酸(NO_2^-)으로 환원되어 위액 분비의 강산성 조건 하에서 NO_2^- 가 amine류와 결합하여 암을 유발하는 가능물질인 nitrosoamine을 생성할 수 있기 때문이다(Anon, 1985; EU, 1993; 谷村, 1983; 孫과 米山, 1996; WHO, 1995). 谷村(1983)는 NO_3^- 섭취량과 인구 10만명당 위암 사망률과의 관계를 분석하면서 NO_3^- 섭취량이 높을수록 위암에 의한 사망률이 증가하는 정의 상관관계를 나타낸다고 보고하였으며, 서구 각국보다 채소 섭취량이 많은 일본인의 위암 사망률이 약 2~8배로 높음을 지

적하였다. 또한 Gilli를 비롯한 14개 연구논문에서 NO_3^- 섭취와 암발생과의 관계가 보고되고 있다고 review되어 있으며(EWG, 1997), 최근에는 Ward 등(1996)의 보고에서 NO_3^- 와 암발생과의 상관관계가 지적되고 있다.

채소를 통한 다량의 NO_3^- 섭취에 대한 연구논문이 발표된 이래 학계 일부에서는 한국인의 경우 섭취하는 채소의 대부분을 샐러드나 쌈과 같은 생채 그대로 보다는 김치, 김치찌개, 나물 즉 발효, 건조, 조리 식품의 형태로 섭취하는 까닭에 채소의 NO_3^- 함량이 곧바로 채소섭식량과 비례하여 일일 NO_3^- 섭취량으로 계산될 수 없다는 시각이 있어 왔다. 즉 한국인의 채소 소비량이 세계 제1위라고는 하지만 한국인이 섭취하는 채소중 생식용으로 섭취되지 않는 대부분 채소의 경우 염장, 발효, 조리 등의 과정에서 NO_3^- 이 유출 또는 변환된다면 염장, 발효, 조리후 채소내 질산염 함량저하로 인해 실제 일일 NO_3^- 섭취량이 채소의 NO_3^- 함량과 섭취량에 근거한 계산치와 크게 달라질 수 있다는 가설이 바로 그 근거라고 할수 있다. 김치 제조과정중의 성분 변화에 관해서는 이(1988)의 연구결과가 보고되어 있으나 김치 제조과정(염장처리)과 김치 조리과정(김치찌개)을 거치는 동안의 NO_3^- 저감화에 대한 연구결과는 아직까지 전혀 알려져 있지 않다.

그러나 김치 제조과정과 김치 조리과정에서의 NO_3^- 저감화 가능성에 대한 이 같은 가설은 한국인의 일일 NO_3^- 섭취량을 계산하는데 중요한 변수로 작용 될 수 있으며, 또한 장차 채소별 NO_3^- 허용기준치가 일일 NO_3^- 섭취량에 근거하여 결정될 수 있다는 가능성을 배제하기 어렵다고 가정할 때 대단히 중요한 연구가 될 수 있다고 생각되어져 왔다.

이에 본고는 첫째, 김치 모재료인 각종 채소의 NO_3^- 함량의 분포를 조사 분석하고, 둘째, 배추의 염장처리가 NO_3^- 함량 변화에 미치는 영향을 구명하고, 셋째, 김치 조리방법에 따른 NO_3^- 함량 변화를 구명하며 아울러, 넷째, 한국인의 일일 NO_3^- 섭취량 계산에 필요한 기초자료를 제공하는데 목적을 두고 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시 재료

1) 김치 모재료 채소의 NO_3^- 함량 분포 조사

김치를 담글 때 사용되는 주요 모재료인 채소로 배추, 무우, 상치의 NO_3^- 함량 분포를 파악하기 위해 1995년 6월부터 1996년 4월까지 매 2개월 마다 1년간 가락동 농수산물 시장과 주요 백화점내 수퍼에서 시료를 수거한후 신선 상태에서 실험실로 운반하여 즉시 NO_3^- 함량을 분석하였다.

2) 배추 절임 실험

배추는 재배 현장에서 수확 직후 구입하였고 절임 처리를 위한 식염은 시판되는 정제

염을 사용하였다. 공시 재료는 외부중류 4~5cm로 세절한 후 당과 유리 아미노산의 손실이 적어 품미, 배추 조직의 손상이 덜하다고 알려진 15% 식염(강세식, 1986; 김중만 등, 1987)으로 6시간(이, 1988) 절입한 후 배추와 국물의 NO_3^- 함량을 각각 분석하였다.

3) 김치 조리 방법 실험

시판되고 있는 배추김치를 구입하여 김치와 국물로 나누어 NO_3^- 함량을 분석하였고 이를 다시 동물성 기름(돼지고기)을 첨가한 것과 첨가하지 않은 상태에서 각각 김치찌개를 끓여 NO_3^- 를 분석하였다.

2. NO_3^- 분석

NO_3^- 함량은 *E. coli* 세포를 이용한 질산분석법(손 등, 1997)을 이용하여 분석하였다. 식물체 시료를 약 10g씩 평취하여 분쇄한 후 2차중류수 100ml을 넣어 1시간동안 교반하였다가 여과지 No. 595 1/2 filter paper로 여과하였다. 이후 여과추출액 0.2ml을 취한 다음 formate buffer 용액을 가한 후 일정량의 *E. coli* suspension을 주입하여 37°C에서 항온처리하였다가 20분 후 2ml의 nitrite test reagent를 가한 후 UV-spectrophotometer (MILTON ROY, Model: SPECTRONIC 601)를 이용하여 540nm에서 측정하였다. 염장처리후 용출액 및 조리 후 김치찌개의 질산염 함량은 식물체의 경우와 마찬가지로 시료를 조제한 후 용출액 0.1ml을 취하여 역시 *E. coli* 세포 질산환원분석법으로 분석하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 김치 모재료 채소의 NO_3^- 함량 분포

한국인은 일일 NO_3^- 섭취량의 약 90.6~95.1%를 채소를 통해 섭취하며(손, 1995₁, 1995₂), 섭취하는 채소는 많은 부분이 김치의 형태이므로 김치 모재료의 NO_3^- 함량 수준이 김치의 NO_3^- 함량 수준을 결정하는 중요한 인자가 될 수 있다고 알려져 있다(손, 1994). 이에 김치를 담글 때 사용되는 주요 모재료인 채소로 배추, 무우, 상치의 질산염 함량 분포를 파악하기 위해 1995년 6월부터 1996년 4월까지 매 2개월 마다 1년간 가락동 농수산물 시장과 주요 백화점내 슈퍼에서 시료를 수거하여 채소의 NO_3^- 함량을 분석하였다. 김치의 주요 모재료 채소의 NO_3^- 함량 분포는 표1과 같다.

Tabel 1. The year-round distribution of nitrate content in vegetables as major Kimchi raw materials*

Vegetables as major Kimchi raw materials	Nitrate content (mg NO ₃ /kg fresh Magnification weight)	
Chinese cabbage (<i>Brassica campestris</i> L.)	205 - 6655	32.5
Chinese Radish (<i>Raphanus raphanistroides</i> L.)	480 - 3970	8.3
Lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L.)	157 - 5820	37.1
Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.)	29 - 520	17.9

* total 960 samples for 4 vegetables and for every 2 months sampling interval.

Table 2. The distribution of nitrate content in vegetables by different author and organization

Vegetables, author & organization	Nitrate content (mg NO ₃ /kg fresh weight)
Chinese cabbage (<i>Brassica campestris</i> L.)	
Frommberger(1985)	62-2500
Korea FDA*(1997)	59-5053
CACPK**(1994-1997)	1100-6955
Chinese Radish (<i>Raphanus raphanistroides</i> L.)	
Claus(1983)	300-4960
Marschner(1985)	261-2300
Kampe(1984)	20-2610
Korea FDA*(1997)	312-3290
Lettuce (<i>Lactuca sativa</i> L.)	
Korea FDA*(1997)	80-4813
CACPK**(1994-1997)	849-5200
Cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.)	
Marschner(1985)	20-300

* FDA(Food Drug Administration)

** CACPK(Citizens's Alliance for Consumer Protection of Korea)

김치 모재료인 배추, 무우, 상추, 오이의 NO₃⁻함량이 개체별로 크게 차이가 있었기 때문이었다. 배추의 경우 년중 NO₃⁻함량 분포는 205-6655ppm, 무우는 480-3970ppm, 상추는 157-5820ppm, 오이는 29-520ppm으로 각 채소의 최소치 대비 최대치 NO₃⁻함량이 각각 32배, 8배, 37배, 20배나 되기 때문이다. 배추, 무우, 상추, 오이의 이 같은 NO₃⁻함량 분포는 표2에서 알 수 있는 바와 같이 Aubert(1982), 소비자문제를 연구하는 시민의 모

임(1994-1997), Claus(1983), Marschner(1985), Kampe(1984) 및 보건복지부 식품안전본부(1997) 그리고 孫과 米山(1996)의 보고와 대개 일치하는 것이었다.

손(1994₂)에 의하면 김치의 NO_3^- 함량은 엽채류와 근채류를 모재료로 하는 김치 2,437~5,871ppm, 과채류를 모재료로 하는 김치 618~722ppm 으로 보고되어 있지만, 본 조사 결과 김치의 주요 모재료인 배추, 무우, 상추, 오이의 NO_3^- 함량은 최소치와 최대치간에 각각 32.5배(205-6655ppm), 8.3배(480-3970ppm), 37.1배(157-58290ppm), 17.9배(29-520ppm) 나 차이가 있음으로 김치의 NO_3^- 함량은 김치제조시 모재료로 어떤 NO_3^- 함량인 모재료 채소를 선택하여 구입 사용하느냐에 따라 전적으로 좌우 된다고 볼수 있다. 따라서 김치의 NO_3^- 함량을 줄이기 위해서는 무엇보다도 모재료인 채소의 NO_3^- 함량을 줄여 나가야 할 것인데 채소의 NO_3^- 함량은 추천시비량을 사용하는 조건에서 낮았지만 최적질소시비를 초과하는 과잉시비조건에서 질소시비량이 증가할수록 급격히 증가한다고 알려져 있어 채소재배시 추천시비량 시용이 중요함을 강조하고 있으며 채소 NO_3^- 함량을 적정시비 및 질소비료 저투입에 의한 우수농산물의 간이 판정지표(indicator)로도 사용할 수 있음이 보고된바 있다(손과 오, 1993₁; Sohn, 1996; Sohn, 1997).

개체간에 보이는 이 같이 커다란 NO_3^- 함량의 변이폭은 채소의 NO_3^- 함량 수준(손과 오, 1993₂; 손, 1995₁, 1995₂)이 ① 작목에 따라서(작물의 종과 품종의 유전적 차이), ② 같은 식물체내에서도 부위별로 달라질 수 있으며(과실 또는 종실, 엽, 경, 뿌리), ③ 작물의 재배환경조건에 따라서도(광, 온도, 수분, 토양내 양분, 비료시용량) 달라질 수 있기 때문이다. 따라서 김치의 NO_3^- 함량을 줄이기 위한 김치 모재료 채소의 채소의 NO_3^- 저감책으로는 무엇보다도 채소재배 농가에서 적정질소시비가 실현될수 있도록 유도하는 획기적인 농촌지도사업 개선(토양진단에 의한 최적시비체계 구축 및 직접지불제 도입)과 독일, 네델란드, 오스트리아, 스위스 및 유럽연합(EU)에서 실시되고 있는 채소별 NO_3^- 허용기준치의 국내도입이 시급히 요청된다고 판단되었다. 왜냐하면 김치의 NO_3^- 함량은 김치 모재료 채소의 NO_3^- 함량에 따라 좌우되기 때문인데 국내의 김치 모재료 채소의 NO_3^- 함량 수준이 표1에서 알수 있는 바와 같이 우려할 정도로 높아 FAO/WHO가 제시하고 있는 ADI, 219mg/60kg b.w.를 훨씬 초과할 우려가 있기 때문이다(손, 1995₁; 손과 오, 1993₂; Sohn, 1996; Sohn, 1997). 최근 논의 되고 있는 채소의 품질 평가에 NO_3^- 함량 수준을 포함하는 것(문, 1996)도 한 방법이 될 수 있다고 판단된다.

한편 김치의 주요한 모재료인 배추의 NO_3^- 함량이 부위별로 크게 차이가 있으므로(Scharpf, 1991; 손, 1995₁, 1995₂) NO_3^- 함량이 내부엽보다 2-3배 많은 외부엽을 제거하고 김치 모재료로 사용하는 방법이 김치내 NO_3^- 함량을 저감시키는 유효한 방법이 될 수 있다고 사료되었다.

2. 배추 열장처리의 영향

김치를 담그고 난후 NO_3^- 함량이 모재료의 NO_3^- 함량보다 높은 이유를 구명하기 위해 김치의 주요한 모재료인 배추에 대한 열장처리 전후의 NO_3^- 함량 변화를 분석하였다.

표 3은 배추의 절임 과정에서 수분변화를 보기 위해 최적조건(강, 1986; 김 등, 1987)으로 알려진 15% 식염수를 사용하여 6시간 동안 절임한 후 절임 전후의 배추 부위별 수분함량을 조사한 결과이다. 배추 절임시 나타나는 두드러진 현상은 삼투압에 의한 탈수현상이었다. 절임 전 모재료의 각 부위별 수분함량은 외부 및 내부중륵의 경우 97% 내외로 외부 및 내부엽신의 95%~97% 보다 더 높았다. 6시간 절임 후 외부 및 내부중륵의 수분함량은 절임 전보다 24%, 13%의 수분이 탈수되었으며, 외부 및 내부엽신의 경우 절임 전에 비해 0.9%, 4.7% 탈수되었다. 즉 절임으로 인한 탈수는 엽신보다는 중륵에서 주로 일어나며 엽신은 생체중 대비 6.8%, 중륵은 18.5%의 탈수된 것으로 나타났다.

Table 3. Comparison of moisture content of chinese cabbage before and 6hrs after salting in 15% salt solution.

Sections of chinese cabbage	Moisture content (%)	
	Before salting	After salting
Outer leaf midrib	97.5 ^a	74.1 ^d
Outer leaf blade	95.4 ^a	94.5 ^b
Inner leaf midrib	98.0 ^a	85.3 ^c
Inner leaf blade	96.8 ^a	92.2 ^b

* Duncan's multiple range test at 5% level in midrib and leaf blade respectively.

그림1은 배추를 절임한 후 각 부위별 배추와 국물의 NO₃⁻ 함량을 조사하여 나타낸 것이다. 외부중륵의 경우 모재료의 NO₃⁻ 함량은 절임 전보다 절임 후 123% 증가하였으며 외부엽신의 경우 107%, 내부중륵의 경우 117%, 내부엽신의 NO₃⁻ 함량은 절임 후 110%로 증가하였다. 결과적으로 배추 절임 전보다 절임 후 NO₃⁻ 함량은 123%~107% 증가하였으며 외부 및 내부중륵에서 엽신보다 증가율이 더 컸다.

이것은 Hada 등(1979)이 보고한 배추 절임 후 8일에 절임 전보다 NO₃⁻ 함량이 평균 120% 증가한 결과와 일치하는 것으로, 절임 전에 비해 절임 후 배추의 NO₃⁻ 함량이 증가하는 것은 절임시 삼투압에 의해 배추로부터 물이 빠지면서 배추내의 NO₃⁻가 농축되어 상대적으로 많아진 것으로 추측되며 국물의 NO₃⁻는 배추의 탈수시 액포 및 세포질에 저장(Beudeker et al, 1985; McNally and Hirel, 1983)되어 있던 NO₃⁻의 일부가 함께 빠져나온 것으로 사료된다. 따라서 염장처리는 배추의 NO₃⁻ 총량을 줄이는데 어느 정도 효과적인 방법이 될 수 있다고 판단된다.

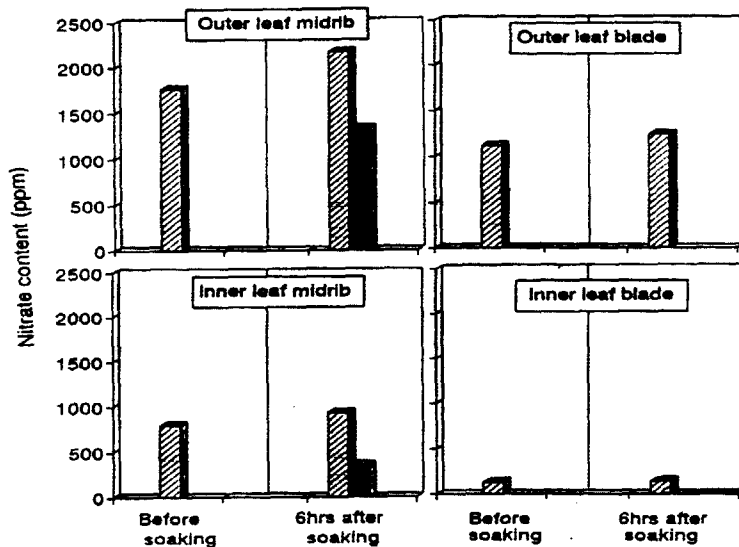


Fig1. Comparison of NO_3^- contents in chinese cabbage with cabbage extracts before and 6hrs after salting in 15% salt solution. (▨ Chinese cabbage, ■ Salt solution after salting)

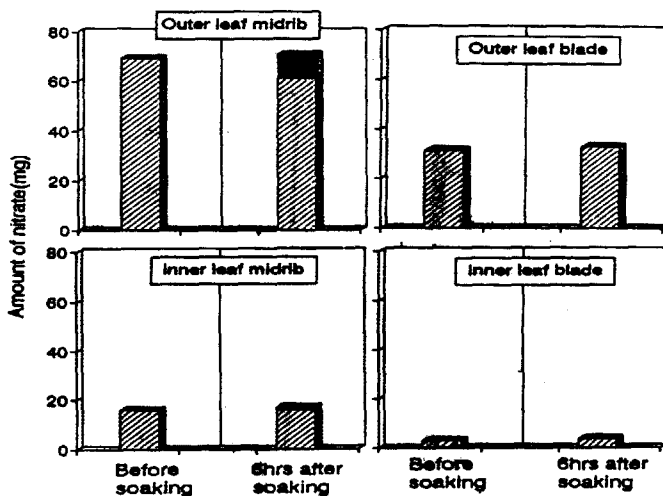


Fig2. Comparison of amount of NO_3^- in chinese cabbage with cabbage extracts before and 6hrs after salting in 15% salt solution. (▨ Chinese cabbage, ■ Salt solution after salting)

배추 100g에 대한 절입 전후 배추와 국물의 총 NO_3^- 함량 변화는 그림2에서 보는 바와 같다. 외부중록의 NO_3^- 함량은 절입 전 69mg에서 절입 후 배추와 국물이 총 73mg이었으며 내부중록은 절입 후 배추와 국물이 16mg으로 절입 전과 같았다. 외부 및 내부엽신은 절입 전 31mg, 2mg이었으며 절입 후 각각 33mg, 4mg으로 약간 상승하였다. 배추 100g에 대한 총 NO_3^- 함량은 부위별로 미미한 정도로 상승하였으나 거의 절입 전 수준이었다. 결과적으로 배추의 NO_3^- 함량은 절입 전보다 절입 후 외부중록에서 10%, 내부중록에서 6% 감소하였으나, 배추와 국물의 총 NO_3^- 함량은 절입 전과 비교하여 볼 때 거의 차이가 없었다. 이것은 절입시 배추로부터 탈수된 국물의 양만큼 배추의 중량이 감소하므로 총 NO_3^- 량도 감소된 것으로 생각된다.

3. 김치 조리 방법에 따른 NO_3^- 함량 변화

김치를 찌개로 만들어 섭취하는 경우 고열에 의해 질산염이 다른 성분으로 변환되어 그 농도가 줄어들 가능성에 대한 검증을 실시하기 위해 김치 조리 방법에 따른 NO_3^- 함량 변화를 분석하였다.

김치찌개의 재료로서 김치만을 이용하는 경우와 돼지고기를 첨가하여 만든 김치찌개 전과 후의 NO_3^- 함량을 측정된 결과는 그림3과 같다. 각 부위별 김치의 NO_3^- 함량은 김치 찌개 전에 비해 김치찌개 후에 모두 상승하였다. 그러나 수분 보정을 한 후의 각 부위별 NO_3^- 함량은 처리 전후의 차이가 나타나지 않았다. 이는 고열에 의한 가열 과정에서 수분 증발로 인해 김치찌개의 NO_3^- 가 농축되었기 때문이라고 생각된다. 한편 돼지고기 즉 동물성 기름을 첨가한 김치찌개의 경우에도 부위별 김치의 NO_3^- 함량은 기름을 넣지 않고 찌개를 끓인 경우와 거의 비슷한 경향을 나타냈다.

한편 그림4는 김치찌개 방법별로 김치 100g중 부위별 김치와 국물의 총 NO_3^- 량에 대하여 비교한 것인데 김치찌개 전과 비교하여 찌개 후의 총 NO_3^- 량은 거의 차이가 없었다. 따라서 찌개 조리과정을 거치더라도 김치의 NO_3^- 함량은 전혀 감소하지 않는다는 것을 알 수 있었다.

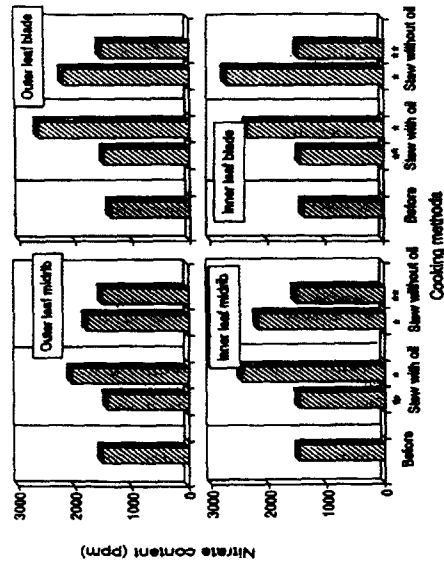


Fig3. Changes in NO_3^- contents of kimchi stew with and without oil.

* Non-compensated values

**Compensated value by moisture content

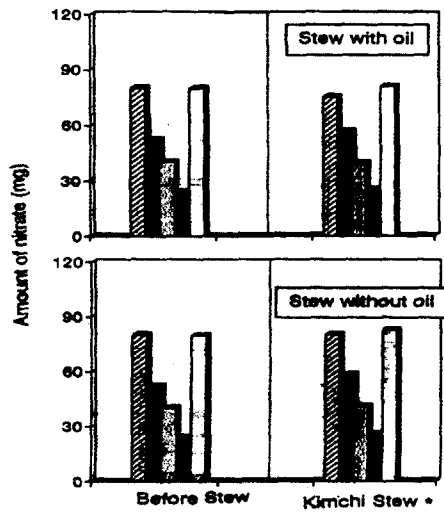


Fig4. Changes in amount of NO_3^- in 100g of kimchi under different cooking methods.

* Compensated value by moisture content

▨ Outer leaf midrib

■ Outer leaf blade

▩ Inner leaf blade

▤ Inner leaf midrib

IV. 적 요

김치의 염장, 조리 등의 과정에서 NO_3^- 이 유출 또는 저감되는 정도를 파악하여 한국인의 일일 NO_3^- 섭취량을 계산하는데 필요한 기본 자료를 제공하기 위해 첫째, 김치 모재료인 각종 채소의 NO_3^- 함량의 분포를 조사 분석하고, 둘째, 배추의 염장처리가 NO_3^- 함량 변화에 미치는 영향을 구명하고, 셋째, 김치찌개 조리방법에 따른 NO_3^- 함량 변화를 구명하는데 목적을 두고 일련의 실험을 실시하였던 바 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 서울 가락동시장과 수퍼 식품코너에서 1년간(1995.6-1996.4) 2개월 간격으로 시료채취하여 김치의 주요 모재료인 채소의 질산염 함량 분포를 파악한 결과 배추, 무우, 상추, 오이의 NO_3^- 함량은 개체별로 크게 차이가 있었다. 배추의 경우 년중 NO_3^- 함량 분포는 205-6655ppm, 무우 480-3970ppm, 상추 157-5820ppm, 오이 29-520ppm이었으며 각 채소의 최소치 대비 최대치 NO_3^- 함량은 각각 32배, 8배, 37배, 20배나 되었다.

2) 김치의 NO_3^- 함량은 김치제조시 어떤 NO_3^- 함량 수준인 모재료 채소를 선택하느냐에 따라 좌우 된다고 볼 수 있었다. 배추의 경우 NO_3^- 함량이 부위별로도 크게 차이가 있으므로 NO_3^- 함량이 내부엽보다 2-3배 많은 외부엽을 제거하고 사용하는 방법이 김치내 NO_3^- 함량을 저감시키는 유효한 방법이 될 수 있다고 제시되었다. 김치의 NO_3^- 함량을 줄이기 위해서는 김치 모재료 채소의 NO_3^- 저감책으로 채소재배 농가에서 적정질소시비가 실현될 수 있도록 유도하는 토양진단에 의한 최적시비체계 구축 등의 획기적인 농촌지도 사업 개선과 채소별 NO_3^- 허용기준치의 도입이 요청된다고 판단되었다.

3) 김치를 담그고 난 후의 NO_3^- 함량이 모재료의 NO_3^- 함량보다 높은 이유를 구명하기 위해 김치의 주요한 모재료인 배추에 대한 염장처리 전후의 NO_3^- 함량 변화를 분석한 결과 15% 식염수 6시간 절임처리 후 오히려 외부중륵, 외부엽신, 내부중륵, 내부엽신 123%, 107%, 117%, 110%가 각각 증가되었으며 배추 전체적으로는 절임 후 NO_3^- 함량이 약 123%~107% 가량 증가하였다. 그러나 염장처리는 액포 및 세포질내 NO_3^- 일부가 염장액으로 유출케 함으로서 배추내 NO_3^- 총량을 줄이는데는 어느정도 효과적인 방법이 될 수 있었다.

4) 김치찌개 조리 방법에 따른 NO_3^- 함량을 분석한 결과 각 부위별 김치의 NO_3^- 함량은 김치찌개 전에 비해 김치찌개 후에 모두 상승하였으나 수분 보정을 한 후 각 부위별 NO_3^- 함량은 처리 전후의 차이가 거의 나타나지 않아 김치찌개로 조리하여 섭취하는 경우의 고열에 의한 질산염 저감효과는 인정되지 않았다.

참 고 문 헌

- Anon (1985): Umweltlexikon. Köln, Germany, pp.279~280.
- Aubert, C. (1982): Wie kann man nitritarmes Gemüse ernten? Garten Organisch 1/82:10-12.
- Beudeker, R.F. and Tabita, F.R. (1985): Charterization of glutamine synthetase isoforms from Chlorella, Plant Physiology 77:791~794.
- 보건복지부 식품의약품안전본부 (1997): 채소류 유독물질 위험수준 관련 설명 보도자료, 1997.4.12.
- 최동원 (1984): 탈수와 열처리에 따른 배추조직의 변화에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사학위 청구논문 page 8.
- Claus, P. (1983): Nitrate content of vegetables, and environmental and quality problem. Deutscher Gartenbau 37(30):1371-1374.
- 谷村顯雄 (1983): 亞硝酸およびその關聯物質に關する最近の研究 食品衛生研究, 33:17~23.
- European Union (1995): Opinion Nitrate and Nitrite. The Scientific Committee for Food. Page 20.
- EWG (1997): The Environmental Working Group. Internet Worldwide Web site, "Pouring It On; Health Effects of Nitrate Exposure", Feb 22 1996.
- Hada, A. and Ogata, K. (1979): Nitrate and nitrite contents in pickles of some vegetables, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 26. page 6.
- 강세식 (1986): 방사선 조사에 의한 김치 저장에 관한 연구, 원광대학교 대학원 박사학위 논문, pp.5~6.
- 강수기 · 박완수 · 최태동 (1995): 김치, 수지맞는 사업 추진과 경영, 농민신문사, 신농민강좌 시리즈, pp.20, 76~77, 118~119, 137.
- 김중만 · 김인숙 · 양희천 (1987): 한국영양식량학회지 16:76.
- Kampe, W. (1984): Nitrat- und Nitritzufuhren mit Lebensmitteln und mit dem Gesamtverzehr fester und flüssiger Nahrung. Ernährungs-Umschau 31(12): 400-405.
- 이선복 (1988): 김치제조과정중 성분변화에 관한 연구, 경희대학교 대학원 석사학위논문, Page 19.
- Marschner, H. (1985): Einfluß von Standort-und Wirtschaftsbedingungen auf die Nitratgehalt in verchiedenen Pflanzenarten. Landw. Forsch., Kongreßband 1984: 19-33.
- McNally, S. and Hirel, B. (1983): Glutamine synthetase isoforms in higher plants, Physiologia Plantarum 21:761~774.

- 문 원 (1996): 채소의 품질향상과 생산한계 극복 방안, “우리농업의 첨단기술 개발전략” 농촌진흥청, pp.207-255.
- Scharpf. H.C. (1991): Nutrient Influence on the Nitrate Content of Vegetables. The Fertilizer Society. Proceedings No.313, Pages 25.
- 소비자문제를 연구하는 시민의 모임 (1994-1997): 채소류 질산염 함량 조사 결과
- 손상목 (1994): 채소를 통한 한국인의 일일 NO_3^- 섭취량과 안전농산물의 NO_3^- 함량기준 설정, 유기농업의 현황 및 발전방향에 관한 심포지움(1994. 10. 12-13, 농촌진흥청 농민회관), 농촌진흥청 농업기술연구소·농협중앙회·한국토양비료학회 공동주최, pp.251-276.
- 손상목 (1995₁): 채소를 통한 일일 NO_3^- 섭취량과 안전농산물 NO_3^- 함량 허용기준 설정, 한국유기농업학회지 2:45-61.
- 손상목 (1995₂): 채소를 통한 일일질산염 섭취량과 안전농산물 질산염함량 허용기준 설정, 채소류의 질산염 잔류량 기준 마련을 위한 간담회, 한국프레스센터, 1995. 11. 20, 소비자문제를 연구하는 시민의 모임, pp.1-15.
- Sohn, S.M. (1996): Nitrate and Overuse of Organic Fertilizer. Organic Agriculture in Copenhagen. 11th IFOAM Scientific Conference. Page 36.
- Sohn, S.M. (1997): Organic farming and nitrate accumulation in vegetables and in the rooted soil layer. Kolloquim für Umweltwirkungen der Landwirtschaft unter agrikultur-chemischen Aspekten. June 6th 1997, University of Göttingen, Germany.
- 손상목·마틴 큐케·이운건 (1997): *E. coli* 細胞를 이용한 植物, 土壤 및 水質의 窒酸態 窒素 分析方法, 한국토양비료학회지 (인쇄중).
- 손상목·김영호·한도희 (1996): 관행농법, 시설재배 및 유기농법재배지 토양의 화학적 특성과 배추, 상추의 NO_3^- 집적량 차이, 한국유기농업학회 5(1):149-165 (1996).
- 孫尙穆·米山忠克 (1996): 野菜の硝酸: 作物体の硝酸の生理, 集積, 人の攝取. 農業および園藝. 71(11):1179-1182 (1996).
- 손상목·오경석 (1993₁): 질소소비량이 배추, 무우, 오이의 가식부위내 NO_3^- 집적량에 미치는 영향, 한국토양비료학회지 26(1):10-19 (1993).
- 손상목·오경석 (1993₂): 질소비료 저투입에 의한 우수농산물 간이판정지표로서 주요농작물의 “가식부위내 NO_3^- 함량” 활용 가능성에 관한 연구, 한국유기농업학회지 2(1):2-15 (1993).
- Ward, M.H., Mark,S.D., Cantor,K.P., Weisenburger,D.D., Correa-Villasenor,A. and Zahm, S.H. (1996): Drinking water nitrate and the risk of non-Hodgkin's lymphoma. Epidemiology. September 1996.
- WHO Technical Report Series 859 (1995): Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, World Health Organization, Geneva.