

一般慣行農法과 有機農法 배추, 무우의 可食部位내 NO₃⁻ 集積量 差異*

孫尙穆, 吳京錫, 文雨澤

國大學校 農科大學 國際農業開發學科

Differences on the Nitrate Accumulation in Edible Parts of Chinese Cabbage and Radish cultivated by Conventional and Organic Farming Method

Sang Mok Sohn, Kyeong Seok Oh, Woo Taek Mun

ABSTRACT

In the edible parts of chinese cabbage, the NO₃⁻ accumulation was higher in the outer leaves than in the inner leaves and it was higher in the leaf midrib than in the leaf blade. In Radish, it was higher in the aerial part of the root than in the underground part of root.

NO₃⁻ accumulation in edible parts of chinese cabbage of organic farming fertilized with compost 8t/10a was about 4 times higher than those of conventional farming with recommended mineral nitrogen; and was similar to those of conventional farming fertilized with twice the mineral nitrogen rate. But, NO₃⁻ accumulation in radish of organic farming with 8t/10a compost was lower than those of conventional farming with recommended mineral nitrogen. It showed NO₃⁻ content in the edible parts of vegetables should be considered one of several parameters to judge a real safety vegetable to be certified by government.

I. 緒 言

UR 협상 타결이후 우리농산물을 지키기 위해서는 각종 유해물질에 상대적으로 덜 오염된 건강 또는 안전 농산물인 우리 농산물을 생산 공급해야 외국농산물로부터 우리농산물을 지켜낼 수 있다는 논리가 부각되어(손, 1990) 많은 공감을 얻어가고 있다. 또한 근래 일부 건강관리에 관심이 높은 국민 또는 소득수준이 높은 중산층 이상을 중심으로 안전식품을 선호하는 경향이 뚜렷이 나타나면서 유기농산물의 구매욕구 및 소비가 늘어나고 있다(김;1989, 손과 한:1993, Thimm:1993).

그러나 우리나라의 유기농업은 화학비료 및 농약의 사용 자제, 유기물시용을 통한 토양비옥도 증진, 저항성 품종, 윤작, 작부체계 등을 적극적으로 구사하여 안전농산물 생산과 환경보전을 동시에 추구하는 영국, 독일, 스위스, 프랑스, 미국의 유기농업(Kindenthal et al;1993, Raupp;1993, Köpke;1993)과 달리 지나치게 유기물 투입 지상주의에 몰두하는 협의의 유기농업에 치우쳐 있다. 농약과 화학비료를 전혀 사용하지 않고 유기물투입만으로 채소를 유기재배하는 경우 잔류농약 및 중금속에 대한 우려는 줄일 수 있겠으나, 청람증 및 발암 원인물질로의 유해성 등(Kuntze;1983, Minotti;1978, Selenka;1983)이 알려지면서 건강 및 안전농산물의 판단지표중의 하나로 제기된(손;1992, 손 과 오;1993) NO₃ 집적량이 어떻게 달라지는지에 대해서는 여태까지 명확히 알려진 바가 없다. 외국의 경우 이미 채소에서 NO₃ 허용기준이(Anon;1985, Anon;1985, 김;1989, van Diest;1986, Wehrmann & scharpf;1984) 정해져 있을 뿐만 아니라 유기농산물에 대한 품질 인증표시시 저농도의 NO₃ 가 함유됨을 표시해야 한다는 주장(Schpbach:1993)도 있다.

일일 NO₃섭취량중 채소를 통한 섭취량이 육식위주의 독일에서도 72.4%에 이른다는 점(Selenka;1983), 우리나라의 일인당 일일 채소 소비량이 532g으로 세계 제 1위인 점(농수산물유통공사;1993)은 우리나라 국민이 주로 섭취하는 배추와 무의 가식부위내 NO₃ 집적량에 관한 관심을 고조케 하고 있다. 더욱이 1993년 12월부터 유기재배농산물에 대한 안전농산물 품질인증제가 실시됨에 따라 유기농산물=건강농산물, 관행농산물=유해농산물이라는 등식이 과연 절대적인 신빙성을 갖고 있는가 하는 점에 관심이 집중되고 있다. 이에 본인들은 유기농법 및 일반관행농법으로 재배한 배추와 무의 가식부위내 NO₃집적량 차이를 비교 검토하였던 바 그 결과를 보고하는 바이다.

공시품종으로 배추는 서울배추와 고냉지여름배추들, 무우는 한울대형봄무를 사용하였으며 20일간 육묘한 후 1/2000a pot에 정식하였다.

일반관행농법의 경우 숙전토양을, 유기농법의 경우 7년이상 유기농법을 실시한 토양을 각각 공시토양(표 1참조)으로 사용하여 pot에 증진하였으며 추천시비량을 각각 10a 당 배추는 질소 22Kg, 무우는 18kg을 기준으로 관행농법의 경우 질소 무비구, 반비구, 보비구, 배비구 등 4개

질소처리수준을, 유기농법의 경우 질소 무비구, 반비구, 화학비료 반비구 + 퇴비(4t/10a) 병용구, 퇴비 단독시용구(8t/10a 시용구) 등 4개처리수준을 두었다.

NO₃분석용 시료 채취는 각각 수확직기에 수확하여 실시하였으며 채취된 시료는 냉장고에 밀폐보관하였다가 2~3일 이내에 균질화 시킨후 일정량의 증류수와 이온 강화용액을 넣어 1시간 교반시켜 여과하고 ionselective electrode와 reference electrode를 이용하여 Przemeczek 등의 방법(손 과 오: 1993)에 따라 분석하였다. NO₃집적량 분석을 위해 배추는 외부엽의 엽병과 엽신, 내부엽의 엽병과 엽신 등 4개의 부위로, 무는 근지상부, 근지하부, 엽 등 3개 부위로 각각 구분하여 채취하였다.

Table 1. Chemical properties of the soil used in the pot experiment.

Soil	pH (1 : 5)	O.M. (%)	T-N (%)	Avail. (P ₂ O ₅) (ppm)	Ex. Cation(me/100g)				C.E.C (mg/100g)
					K	Ca	Mg	Na	
Conventional farming soil	5.1	1.6	0.60	250	0.68	2.80	1.67	0.63	9.6
Organic farming soil	6.2	4.4	0.52	308	0.50	3.92	0.63	0.48	12.2

III. 結果 및 考察

숙전 및 유기농법 토양에서 일반관행 및 유기농법으로 재배한 배추의 생육 및 수량은 그림 1에서 보는 바와 같다. 배추의 엽수 및 지상부 생체중은 유기농법재배 배추가 관행농법재배 배추보다 월등히 높았으나 질소처리간의 차이는 관행농법에서만 약간의 차이가 있었을 뿐 유기농법재배의 경우 시비처리간에 별다른 차이가 인정되지 않았다. 배추 수량은 유기농법의 경우 질소무비구 968g에 비해 반비구 1017g, 화학비료 반비구 + 퇴비병용구 1420g, 퇴비단독시용구 1570g으로 1.1배, 1.5배, 1.6배로 고도의 유의성있게 증가하였다. 관행농법의 경우 질소시비량이 증가함에 따라 배추 수량이 급격히 증가하여, 반비구 411g에 비해 보비구 679g, 배비구에서 1125g으로 각각 1.7배, 2.7배 증가하였다.

배추의 가식부위별 NO₃ 집적량은 그림 2에서 보는 바와 같이 관행농법, 유기농법 공히 외부엽이 내부엽에 비해 다소 높았고 중륵이 엽신보다 높았으며 질소 및 유기물 시용량이 많은 경우 NO₃집적량이 많았고 가식부위별 NO₃집적량의 차이도 더욱 현격하였다.

유기농법의 경우 질소 저수준 즉, 반비구까지 외부 및 내부엽의 엽신, 엽병은 모두 거의 비슷하게 낮은 NO₃함량을 나타냈다. 그러나 화학비료 반비구 + 퇴비 병용구, 퇴비단독시용구의 경우 외부 및 내부엽 공히 엽병부위가 엽신에 비해 상당히 높았는데 유기농법의 화학비료 반비구 + 퇴비 병용구의 외부엽 중륵은 2442ppm, 유기질 비료 과다시용구인 퇴비 단독시용구의 외부엽 중륵의 경우 2034ppm으로 유기농법 토양의 질소무비구 및 반비구에 비해 NO₃집적량이 급격히 증가하였다.

한편 관행농법의 경우 반비구까지 외부, 내부엽의 엽신, 엽병은 거의 비슷하게 낮은 NO₃함량을 나타냈다. 그러나 질소시용이 보비구, 배비구로 증가한 처리구의 경우 외부 및 내부엽 공히 엽병부위가 엽신에 비해 NO₃집적량이 상당히 높았는데 특히 외부엽 엽병의 경우 반비구 46ppm

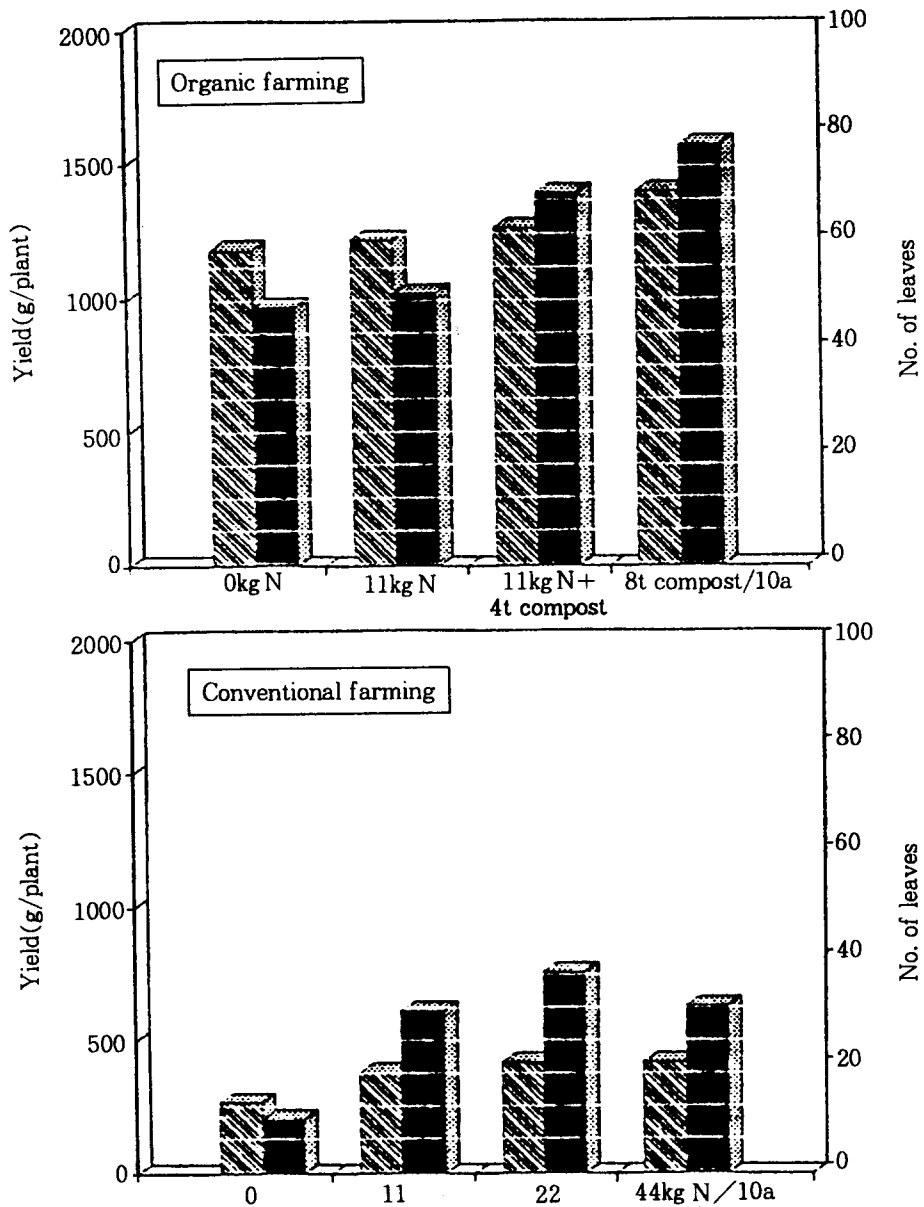


Fig 1. Yield and growth status of Chinese Cabbage cultivated by conventional and organic farming method(No. ofleaves, Yield(g/plant))

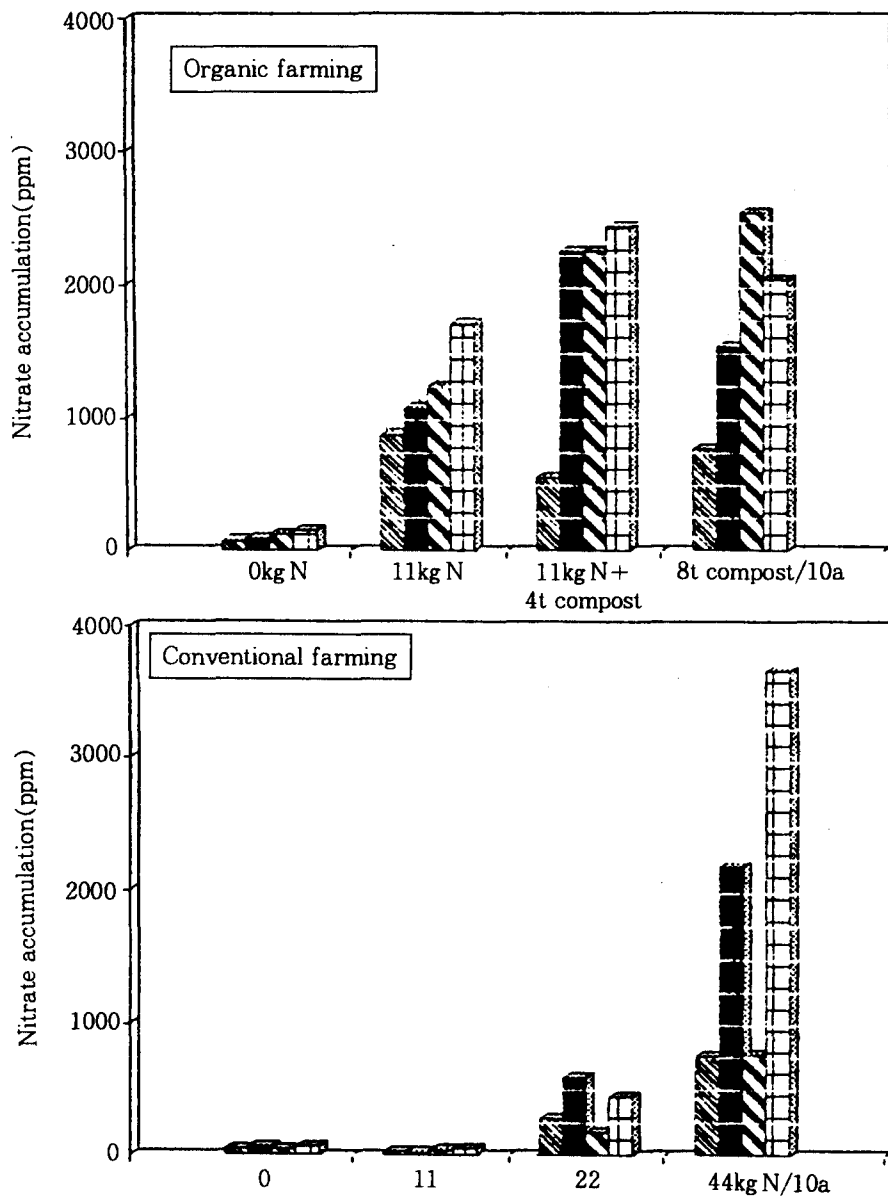


Fig 2. Nitrate accumulation in edible parts of chinese cabbage cultivated by conventional and organic farming method(inner leaf leaf blade, inner leaf midrib, outer leaf leaf blade, outer leaf midrib).

에서, 보비구에서 432ppm으로 9.3배, 배비구에서 3664ppm으로 79.6배까지 급격히 증가하였다. 이는 배추의 NO_3^- 집적량이 1000~4000ppm이라는 Möhler(1982)의 보고와 거의 일치하는 것이다. 관행농법의 22kgN/10a 처리구, 즉 추천시비량을 시비한 보비구에서 보다 유기농법 화학비료 반비구 + 퇴비(4t/10a) 병용구와 퇴비 단독시용구(8t/10a)에서 배추의 가식부위별 NO_3^- 집적량이 월등히 많은 것은 주목할 만한 일로서 유기농법재배의 경우 배추의 가식부위내 NO_3^- 과다 집적이 크게 문제가 될 수 있다고 판단된다.

유기물을 다량 사용하는 유기재배 배추에서 추천시비량을 시비하는 일반관행재배보다 청람중 또는 발암의 원인물질인 NO_3^- 집적량이 더 많다는 것은 3년이상 유기농법을 실시한 토양에 화학비료를 사용하지 않고 유기물만을 다량 투입하는 유기농법농가에서 생산하는 채소에 품질인증을 해주는 현재의 안전 또는 건강농산물 제도에 문제의 소지가 있음과 유기재배 농산물에 대한 안전농산물 품질인증의 판단기준에 독일, 네덜란드, 스위스, 오스트레일리아 등의 국가에서 각종 채소의 NO_3^- 최대 허용기준치를 정한 바와 같이(Van Diest;1986, 김;1989, Wehrmann & Scharpf; 1984) NO_3^- 집적량이 포함되어야 함을 보여주고 있다고 사료된다.

무의 생육 및 수량은 그림 3에서 보는 바와 같이 관행농법으로 재배한 것이 유기농법으로 재배한 것보다 전반적으로 생육 및 수량이 좋았다. 유기농법으로 재배한 경우 주당엽수는 반비구 31.7개에 비해 화학비료 반비구 + 퇴비 병용구 35.0개, 퇴비 단독시용구 34.0개로 약간 늘어났으며, 엽장은 97.7cm에서 148.3cm, 113.3cm로 1.5배, 1.2배 증가하였으나 엽중은 시비처리간에 뚜렷한 차이는 없었다. 관행농법의 경우 주당엽수는 반비구 19.0개에 비해 배비구 21.0개로 약간 늘어났으나 질소시비수준별로 뚜렷한 차이가 없었고, 엽장은 30.3cm에서 40.3cm로 1.3배, 엽중은 84g에서 179g으로 2.1배 증가하였다. 근장, 근경, 근중은 보비구까지 증가하였으나 배비구에서는 근중, 근경이 반비구보다 오히려 감소하였다.

무의 근지상부와 근지하부의 NO_3^- 집적량은 그림 4에서 보는 바와 같이 관행농법이 유기농법에 비해 전반적으로 NO_3^- 집적량이 높은 경향이었다. 유기농법으로 재배한 경우 무비구, 반비구, 화학비료 반비구 + 퇴비 병용구, 퇴비 단독시용구에서의 근지하부 NO_3^- 집적량은 938ppm, 837ppm, 1207ppm, 999ppm이었으나, 근지상부는 953ppm, 1473ppm, 1312ppm, 1402ppm을 나타내 모든 처리구에서 근지상부가 근지하부보다 NO_3^- 집적량이 높았는데 이는 당근과 무우에서 근지상부의 NO_3^- 집적량이 근지하부보다 많다는 Wiebe 등(1987), 손과 오(1993)의 보고와 일치하는 것이었다. 관행농법의 경우 질소비료사용이 증가할 수록 가식부위내 NO_3^- 집적량이 증가하여 근지하부는 질소무비구, 반비구, 보비구, 배비구에서 114ppm, 486ppm, 1875ppm, 2521ppm으로 증가한 반면, 근지상부는 84ppm, 806ppm, 2232ppm, 3449ppm으로 더욱 급격히 증가하는 경향을 나타냈으며 유기농법에서와 같이 근지상부가 근지하부보다 NO_3^- 집적량이 높았다. 관행농법에서 무의 가식부위 중 최고의 NO_3^- 집적량은 배비구 근지상부의 3449ppm이었는데 이는 질소무비구 84ppm에 비해 41배나 많은 집적량이었는데 이는 무우의 NO_3^- 집적량이 1000~4000ppm이라는 Möhler(1982)의 보고 및 100~2500ppm이라는 손과 오(1993)의 보고와 거의 일치하는 것이었다. 유기농법 토양의 퇴비 단독시용구 근지상부의 1402ppm은 관행농법 토양 질소무비구의 근지상부 2232ppm에 비해, 근지하부의 999ppm은 1875ppm에 비해 상당히 낮은 NO_3^- 집적량을 나

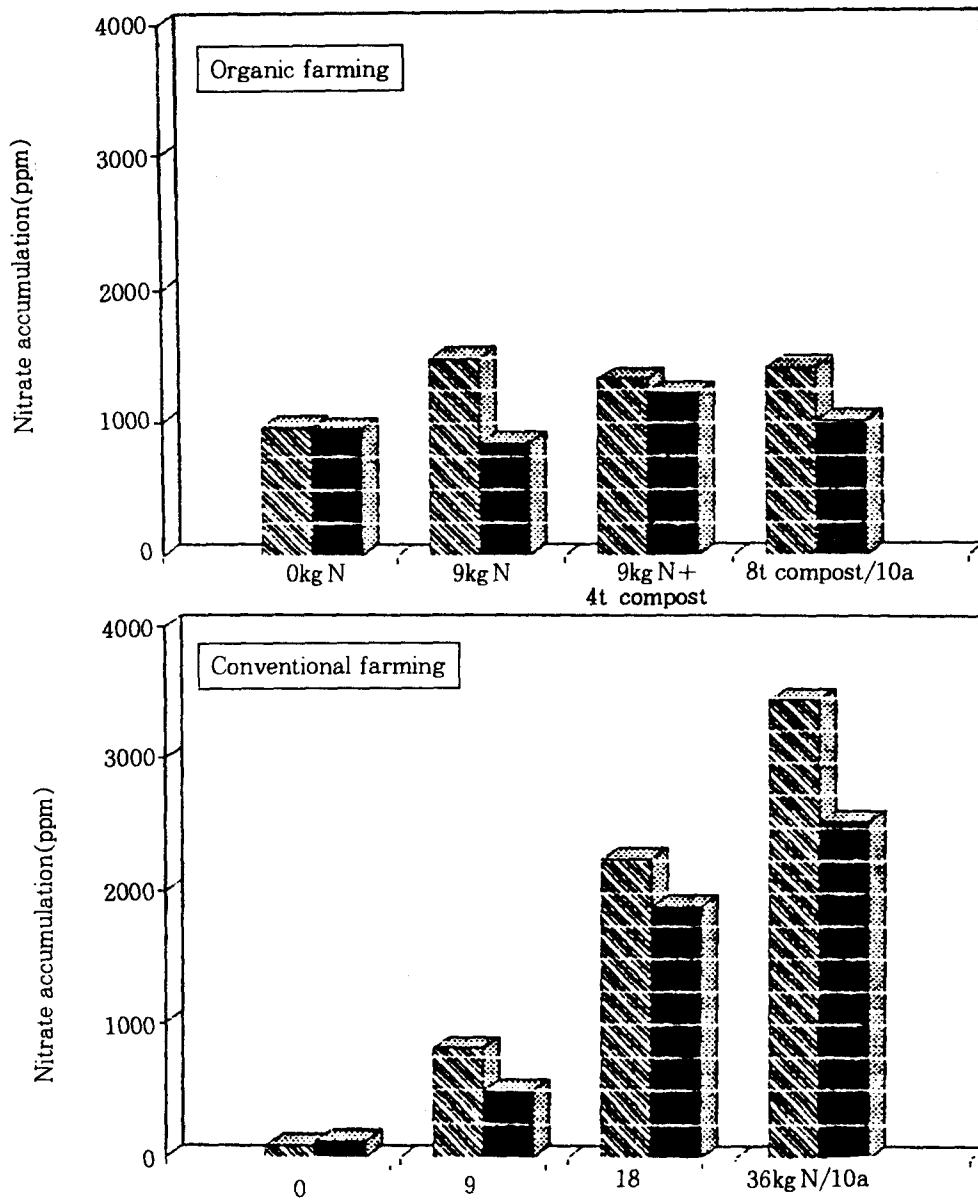


Fig 4. Nitrate accumulation in edible parts of radish cultivated by conventional and organic farming method(aerial part of Root, underground part of Root).

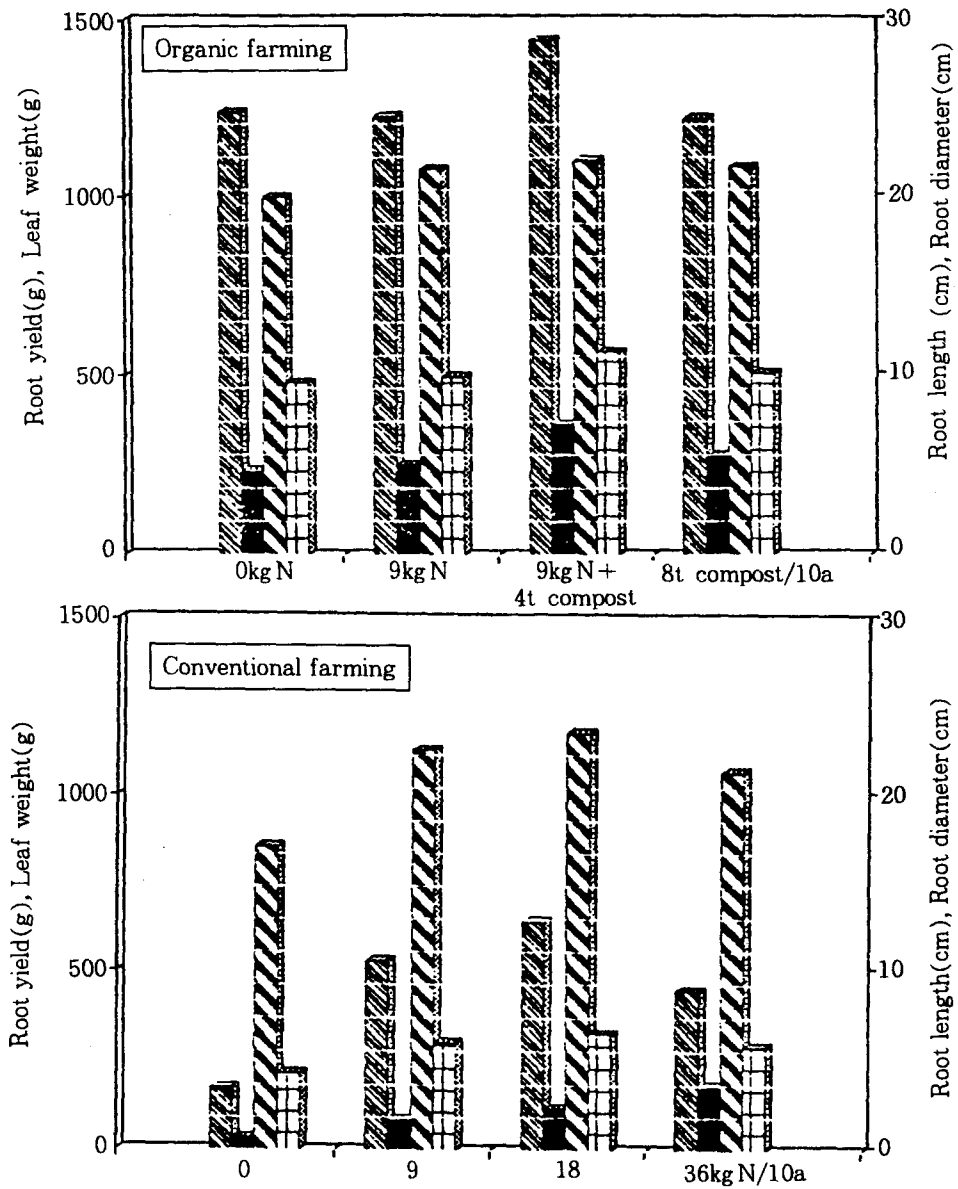


Fig 3. Root yield and growth status of radish cultivated by conventional and organic farming (root yield, leaf weight, root length, root diameter).

타냈는데 이는 배추의 경우와는 다른 경향이였다. 따라서 안전농산물로서의 유기농산물의 판단 기준은 추천시비량을 사용하였을 때의 작물별 가식부위내 NO_3^- 집적량을 NO_3^- 허용기준으로 정하여야 한다고 사료된다.

우리나라에서는 현재 93년 말부터 3년이상 유기농법을 실시한 토양에서 화학비료를 쓰지 않고 유기물만을 사용하는 유기농법으로 생산한 농산물에 품질인증제를 실시하고 있으나, 식수 11당 50mg NO_3^- (50ppm NO_3^- 로서 이는 11ppm NO_3^- -N 과 같음) 이상 및 채소 1kg당 2000mg NO_3^- 즉 2000ppm NO_3^- 을 초과해서는 안된다는 주장(Addiscott:1992, Anon;1985, Anon;1895, Claus:1983, 김;1989)을 고려할 때 안전농산물이 허용기준보다 많은 양의 NO_3^- 집적량을 초과하지 않도록 하는 유기물사용방법을 연구하고 이의 실시를 적극 유도할수 있는 안전농산물의 검사 기준항목에 NO_3^- 허용기준치를 추가 설정하는 것이 오히려 시급한 선결과제라 할 수 있을 것이다. 따라서 오늘날 우리나라에서 널리 실시되고 있는 유기농업은 협의의 유기농업 즉 유기물 투입을 지상으로 추구하는 유기농업이며 유기물 사용을 통한 비옥도 증진, 화학비료 및 퇴비비용, 화학비료 및 농약사용의 자제, 저항성 품종, 윤작을 비롯한 합리적 작부체계의 도입을 적극적으로 도입 구사하여 안전농산물 생산과 환경보전을 동시에 추구하는 유럽 각국 및 미국의 유기농업과 같은 광의의 유기농업(Köpke;1993, Kindenthal et al;1993, Raupp;1993, 손과 한;1993, Thimm;1993)으로의 방향전환이 바람직하다고 사료된다.

IV. 摘 要

일반 관행농법 및 유기농법으로 재배한 배추, 무우의 가식부위내 NO_3^- 집적량차이를 검토한 결과

1. 가식부위별 NO_3^- 집적량은 일반관행 및 유기농법 공히 배추의 경우 외부엽이 내부엽보다, 중륵이 엽신보다 각각 높았으며 무우의 경우 근지상부가 근지하부보다 높았다.
2. 유기농법 토양의 화학비료 반비구 + 퇴비비용구, 퇴비단독시용구에서의 배추의 가식부위별 NO_3^- 집적량 551~2442ppm은 관행농법 토양의 보비구의 169~580ppm보다 약 4배 가량 많았고 관행농법 토양 배비구의 746~ 3664ppm 보다는 조금 낮은 경향이였다. 유기농법 토양의 퇴비 단독시용구에서의 무우의 근지상부 및 근지하부 NO_3^- 집적량은 오히려 일반관행농법 토양의 보비구에 비해 낮았다.
3. 배추의 가식부위 중 외부엽 중륵의 NO_3^- 집적량이 가장 높았으며 유기농법 토양의 퇴비 단독시용구 2034ppm은 일반관행농법 토양의 보비구 432ppm 에 비해 약 5배가량 높았다.
4. 유기재배 농산물에 대한 안전농산물의 품질인증시 작물별 NO_3^- 집적량의 허용기준을 정하여 실시함으로써 다량의 유기물 투입을 자제토록 하여야 한다고 판단되었다.

V. 參 考 文 獻

김 종무 (1989):농업의 경영계획론. 유신각. Page 359

농수산물유통공사(1993):농수산물무역정보. 53호:11

손 상목 (1990):유기농업과 관행농업의 수익성 비교 및 유럽 수개국 유기농업단체들의 유기농산물 보증상품 등록제. 배재대학교/UNESCO 공동주최 1990년 지역사회개발 기술에 관한 세미나 보고서. P P 29-38

손 상목, 오 경석(1992) : 질소시비가 배추, 무우 및 오이의 가식부위내 NO₃ 집적량에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 26(1):10-19

손 상목, 오 경석(1993):질소비료 저투입에 의한 우수농산물 간이판정지표로서 주요 농작물의 “가식부위내 NO₃ 함량” 활용가능성에 관한 연구. 한국유기농업학회지 2(1):2-15

손 상목, 한 인아(1993):선진농업국의 환경보전형 지속농업 전환추세. 단국대학교 논문집. 제 27권. pp 843-853

Addiscott,T.M., Whitmore,A.P. and Powlson, D.S. (1992): Farming, Fertilizers and the Nitrate Problem. CAB International. Page 170

Anon (1985,):Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen:Umweltprobleme der Landwirtschaft. Sondergutachten und Mainz

Anon (1985,):Umweltlexikon, Köln. Page 279-280

Chambers,B.J. and Smith,K.A. (1992):Soil mineral nitrogen arising from organic manure applications. In:Nitrate and Farming Systems. eds. Archer,J.R et al. Association of Applied Biologists. Aspects of Applied Biology 30:135-144

Claus,P.(1983):Nitrate content of Vegetables, and environmental and quality problem. Deutcher Gartenbau 37(30):1371-1374

Food safety Advisory Centre (1991) : Food Safety. London, Colophon Corporate E Financial. pp 86

- Köpke,U.(1993):Forschungsinhalte und-konzepte des ökologischen Landbaus. ökologie und Landbau 87:12-16
- Kuntze, H. (1983):Zur Stickstoff-Dynamik in landwirtschaftlich genutzten Böden. IN : Nitrat-ein Problem fuer unser Trinkwasserversorgung. Arbeiten der DLG. Band 177;25-37. Verlag DLG. Frankfurt
- Lindenthal,T., Plakolm,G. and Hess,J.(1993):Forschung im ökologischen Landbau in österreich. ökologie und Landbau 87:16-19
- Minotti, P.L.(1978):Potential nitrate levels in edible plant-parts. Academic Press. New York. Page 235-252
- Möhler,K.(1982):Nitrat-und Nitritgehalte der Nahrungsmittel. In : Nitrat-Nitrit-Nitrosamine in Gewässern. ed. Selenka,V.F. Verlag Chemie, Weinheim/Germany. Page 106
- Raupp,T.(1993):Einige Gedanken und Leitlinien zur Forschung im ökologischen Landbau. ökologie und Landbau 87:9-12
- Selenka, F.(1983):Gesundheitliche Bedeutung des nitrats in der Nahrung In:Nitrat-ein Problem für unsere Trinkwasserversorgung. Arbeiten der DLG. Band 177:7-24. DLG Verlag. Frankfurt/Germany
- Schüpbach, H.(1993):Umsetzung der Erkenntnisse in die Praxis. LBL Berater-Information. Januar 1993:13-16
- Thimm,C.(1993):Neue Absatzwege und Elastizität des Marktes. ökologie und Landbau 86:39-43
- van Diest, A.V.(1986):Means of preventing nitrate accumulation in vegetable and pasture plants. Soil Sci. Netherlands. Page 445-471
- Wehrmann,J. and Scharpf,H.-C.(1984):Nitrat in Grundwasser und Nahrungspflanzen. AID 136:2-27
- Wiebe, H.J. and Behr, U(1987) : Distribution of Nitrate in important Vegetables. AID Verbraucherdienst 32(7):137-137