

土壤水分, 栽培時期, 收穫期 및 施肥가 무우의 질산염소함량에 미치는 영향

朴 權 瑀* · Fritz. D**

(1982년 2월 25일 접수)

Effects of Soil Moisture, Seasons, Harvesting Period and Fertilizer Application on the Nitrate Content of Radish (*Raphanus sativus* L. var. *niger*(Mill.) S. Kerner)

Kuen Woo Park* and D. Fritz**

Abstract

Studies on the effect of soil moisture, different seasons, harvesting periods and nitrogen application on the nitrate content of radish(*Raphanus sativus* L. var. *niger*(Mill.) S. Kerner) were carried out in pot and green house. The results are as follows;

The low level of soil moisture leads to an increased nitrate accumulation in radish root. The nitrate content was found to be higher in spring crops and lower in summer ones. It was decreased during harvesting period. The application of nitrogen fertilizer increased the nitrate content in radish root. We found the highest content in petioles with lesser content in roots and leaf blades in that order. The multiple regression analysis and the nutritional value of nitrate content in radish were discussed.

緒 言

채소의 品質을 論함에 있어 重要的인 內形的인 品質基準으로서 질산염(nitrate)에 관한 研究는 1960年代에 아질산염(nitrite)의 증독현상을 發見한 뒤를 이어, 西歐에서 더욱 熱心히 이루어졌으며, 幼兒食品에서는 그 含量이 엄격히 규제되어 있다. (14,22) 그럼에도 불구하고 국내에서는 그 研究가 별로 進진이 없는 실정이다. 이는 一般채소의 生産에 있어, 지금까지 量的인 면에서 研究가 있었을 뿐, 栽培環境이나 品種등에 따른 品質에 관한 研究는 수행되지 않았기 때문이다. 그러나 西歐에서 1人當 무우의 年間 消費量이 불과 平均 250g에 達하는데 비하여 우리나라는 年間 30 kg을 消費하고 있어, 무우의 品質에 관한 研究가 시급하며, 특히

內形的 品質로서 질산염에 관한 研究도 先行되어야 하는 단계에 있다.

일반적으로 질산염의 植物體內的 含量은 栽培環境, 즉 햇빛이 不足할 때나 低溫의 경우 또는 질소비료를 많이 施肥할 때 增加하는 傾向을 나타낸다. (2,3,4,15)

Wright⁽²⁶⁾와 Pimpini⁽¹⁹⁾등은 植物體의 部位에 따라 질산염의 分布가 다르며, 品種에 따라서도 그 含量이 差異가 있다고 하였다.

그러나 이와같은 研究는 무우의 경우 거의 赤丸二十日무우를 中心으로 西歐에서 이루어졌으며, 우리가 즐겨 먹는 '대평무우'나 '조선무우'같은 대형무우에서는 研究가 없는 편이다.

이런 점에 비추어, 東洋系統 무우의 NO₃⁻含量이 栽培環境 즉, 土壤水分, 栽培時期, 收穫期 그리고 窒素 施肥量에 따라 어떻게 變化하며, 植物體內에는 어떠한

* 高麗大學校 農大 園藝學科 (Dept. of Horticulture, College of Agriculture, Korea University, Seoul 132)

** 뉘른공과대학 채소연구소 (Institute of Vegetables, T.U. München/Weihenstephan, Germany F.R.)

分布를 나타내는 가를 研究코자 본 실험을 실시했다. 아울러 실험에 나타난 결과를 토대로 營養學的인 면에서 縮酸鹽의 含有量이 우리 健康에 어떠한 意味를 갖는가를 검토해 보았다.

材料 및 方法

본 실험은 2회에 걸친 pot 실험과 6회에 걸친 비닐 하우스내 圃場實驗을 實施하였다.

1. Pot 實驗

土壤水分實驗을 위하여 Mischerlich pot를 利用하였다.

토양수분은 Herrmann⁽¹²⁾과 Geisler et al.⁽¹⁰⁾ 方法에 의해 50, 70, 90% 圃場溶水量(water capacity)區를 設定하였다.

播種은 大型獨逸무우인 'Rex'를 pot에 10粒 실시하고, 本葉이 날 때 튼튼한 植物을 3個體단 남기고 솟아 주었다.

施肥는 N, P₂O₅, K₂O를 각각 NH₄NO₃, CaHPO₄과 KCl를 利用하여 pot당 1g 수준으로 하였고, 床土는 말흙과 모래를 1:1로 섞어서 使用했다.

播種後 45일에 收穫하여 分析하였으며, 實驗區는 10 反覆으로 設計하였다.

2. 圃場實驗

본 연구는 문헌工大의 菜蔬研究所의 大型溫室에서 실시하였다.

供試品種으로는 pot 실험에서 처럼 'Rex'를 利用했다.

질산염이 계절에 따라 어떻게 변화하는 가를 알고저 한 실험은 봄(12.15~3.19), 여름(6.8~8.7), 가을(8.21~10.23)에 걸쳐 이루어졌고, 각각 1주일 간격으로 6회 수확하였다. 첫번째 수확은 무우의 直徑이 약 2cm, 本葉이 5枚일 때 실시했는데, 이 時期는 여름과 가을재배의 경우는, 播種後 약 4週에 해당했으며, 봄재배는 6週에 해당했다. 재식거리는 20×20cm로 했으며 2粒을 播種한 다음 本葉이 나오면 한 그루만 남기고 솟아 주었다.

施肥는 Nitrophoska(N:P₂O₅:K₂O:MgO=1:1:1.4:0.17)를 80kg N/ha 수준으로 基肥로 주었다.

施肥量實驗을 위해서는 80kg, 120kg, 160kg N/ha를 設定했으며 全量을 Nitrophoska型으로 基肥로 주었다. 여기서 比較的 높은 施肥量을 擇한 것은 品質實驗이므로 外型의인 크기도 어느 程度 以上이 되어 販賣에 지장이 없는 무우를 수확하여 分析키 위함이었다.

溫度管理는 봄재배의 경우, 最低夜溫을 8°C로 유지시켰고, 여름栽培의 경우 20°C 以上이 되면 自動的으로 換氣가 되도록 調整하였다.

灌水는 sprinkler system을 利用했고, 灌水量은 일 반적인 慣行栽培에 준하였다. 實驗區의 크기는 20m²로서 4反覆, 任意配置하였다.

分析을 위해서는 收穫期마다 80個 무우(反覆當 20個)를 위에서 아래로 2等分하여, 切半만을 크기 1cm³ 정도로 切斷한 다음 한데 섞어서, 이 가운데 약 1kg을 비닐 주머니에 넣어서 冷凍시켰다. 그 후 냉동건조기를 利用하여 건조시킨 다음에 粉末을 만들었다. 葉과 葉柄도 각각 分離시켜서 同一한 조각을 하였다.

3. 分析法

냉동건조한 試料를 잘 섞은 후 그 가운데 200mg을 취해 2反覆으로 分析하였다. 方法은 試料를 100ml 물에 混雜하여 1시간 동안 추출한 다음 여과시켜서 Orion electrode를 利用하여⁽⁶⁾ 측정하였다. 매 측정때마다 건물중을 조사하여 질산염 함량을 계산하였다.

4. 統計分析

F-test와 multiple regression을 調査 分析하였다.⁽²⁰⁾

結果 및 考察

1. 土壤水分과 NO₃⁻함량

NO₃⁻의 함량은 토양수분이 증가함에 따라, 반대로 減少하는 경향을 나타내었다(Table 1). 이는 다른 植物의 연구를 통한 Wright와 Davison⁽²⁶⁾의 報告와 일치한다. 이는 일반적으로 토양이 乾燥한 경우에 토양 내의 질산염의 濃度가 높아져 그 供給이 상승하며, 아울러 充分한 水分을 供給한 곳보다 그 吸收가 促進되어 植物體內에 蓄積이 이루어지는데 原因이 있다고 본다.⁽¹⁵⁾

Augustin 등⁽¹⁾은 감자의 實驗에서 不充分하게 灌水했을 경우는 충분히 관수한 곳보다 거의 3배에 가까운 질산염을 가진다고 하였다. 본 실험에서도 낮은 토양습도에서 자란 무우는 높은 습도에서 보다 거의 2배에 가까운 NO₃⁻함량을 나타냈다.

Table 1. Effects of water capacity on the nitrate content of radish roots in pot culture

Water capacity	Nitrate content(mg/g dry weight)	
	Experi. 1	Experi. 2
50%	10.1	18.4
70%	6.3	12.7
90%	4.8	8.7
LSD 0.1%	1.0	1.0

Pot 실험에 나타난 NO_3^- 함량(5~20mg/g dry weight)은圃場實驗(70~90 mg/g dry weight)에 비교하여 낮은 값을 나타내는데, 이는 pot 실험의 경우는 밭토양과 모래를 각각 1 : 1로 섞어서 사용하여 다소의 施肥에도 불구하고 토양중의 질소함량이 낮으며 그 원인이 있다고 사료된다.⁽²⁾

2. 栽培時期의 影響

무우의 根部에 함유된 NO_3^- 함량도 栽培時期에 따라 뚜렷한 영향을 받았다(Table 2). 즉 여름철에는 약 79 mg/g dry weight로 봄철의 약 93 mg/g에 비해 낮은 경향을 보였다.

이와같은 季節的인 變化는 日照強度 및 日照時間에 따른 結果로 사료된다. 즉, 強한 日射量은 nitrate reductase의 活性을 強化시켜서 질산態 질소의 含量을 저하시키는데, 동일한 結果가 시금치, 상치, 꽃양배추, 당근 등에서 이미 알려진 바 있다.^(11,21,24)

Beet의 研究를 통하여 Minotti와 Stankey⁽¹⁷⁾는 薑間에는 夜間에 비하여 NO_3^- 의 含量이 약 50%까지 植物體內에서 감소한다고 하였다. 그러나 赤丸 20일 무우와 시금치에서는 NO_3^- 의 含量이 일에서만 주간에 변화가 있을 뿐 根部에서는 變化가 없었다고 한다.⁽⁵⁾ 이와같은 變化를 감안하여 수확에 임한다면, 태양광선이 가장 강한 정오가 좋으리라 보나 여러 要因이 複合되므로 실제 수확에 있어서는 시간이 큰 역할을 하지 않는다고 한다.⁽²¹⁾

3. 收穫時期의 影響

收穫時期에 따른 NO_3^- 함량(mg/g dry weight)은 季節에 따라 다소간의 차이가 있었으나, 가을재배를 제외하고는 收穫適期를 지나면 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1)

이 처럼 收穫이 進行됨에 따라 NO_3^- 함량이 증가하는 傾向을 나타낸 가을의 경우는, 溫度가 차츰 내려가며 日照時間이 짧아지는데 그 원인이 있다고 본다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 生育初期에서 부터 生育이 旺盛해지는 收穫適期까지는 NO_3^- 함량이 다소 증가하는 경향을 보였는데, 이는 Peck 등⁽¹⁸⁾이 table beet

를 통해 얻은 결과와 일치하고 있다. 즉 질소질 비료를 전부 基肥로 줄 경우에는, 식물체내의 NO_3^- 함량이 生育初期는 낮고, 生育이 旺盛한 시기는 그 吸收力이 增加하여 높은 傾向을 보이며, 生育後期는 다시 낮아진다고 한다. 그러나 질소질 비료를 追肥로 줄 경우에는 後期에도 旺盛한 吸收를 하여 높은 질산염을 함유한다고 했다.

生育後期에 있어 NO_3^- 의 함량이 무우의 葉이나 葉柄에서도 저하(Fig. 2)하는 원인은 生育初中期에 있어 식물이 질소성분을 吸收함으로 인해 토양내의 전체 질소성분이 저하하며, 植物이 成熟함으로서 吸收力이 떨어지는데 원인이 있다고 본다.^(3,24) 그러므로 施肥에 있어 全量을 基肥로 주는 것이 溫室內에 재배하는 경우는 有效하다고 생각되는데, 이는 露地보다 溶脫이 없어서 分施의 必要性이 작기 때문이다. 그러나 일반재배에서는 收穫量을 고려할 경우 1~2회 追肥를 주는 것이 바람직한 것은 사실이다.

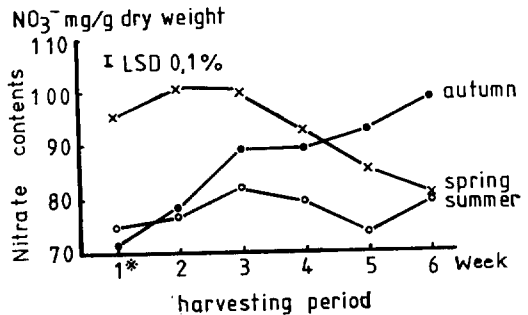


Fig. 1. Change of nitrate content of radish root at different harvesting period

*1st harvesting: 4 weeks after seeding in summer and autumn, 6 weeks after seeding in spring

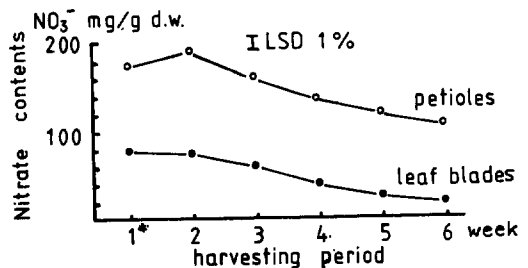


Fig. 2. Change of nitrate content of petioles and leaf blades in radish at different harvesting periods

*1st harvesting: 4 weeks after seeding in summer and autumn, 6 weeks after seeding in spring

Table 2. Effects of different seasons on the nitrate content of radish roots in green house

Season	Nitrate content (mg/g dry weight)	Significant to Spring	Significant to Autumn
Spring	92.8*		
Autumn	86.0	+++	
Summer	79.1	+++	+++

*Average from different harvesting periods

4. 施肥의 影響

질소결 비료를 増施함에 따라 NO₃-함량이 무우의 根部에서 増加한 것은 Brown 과 Smith⁽⁴⁾ 및 Venter⁽²⁵⁾의 연구 결과와 같은 경향을 보이고 있다(Table 3).

그러나 두 배에 해당하는 施肥量에도 불구하고 NO₃-의 含量은 실제적으로 低水準과 高水準의 施肥區사이 에 큰 차이가 없었던 것은, 長期間에 걸쳐서 잘 관리해 온 하우스내의 토양에 기인한 것으로 본다. Fritz⁽⁸⁾는 施肥에 따른 品質의 向上은 어느 程度까지는 증가하나 그 以後에는 일정한 수준까지 變化를 가져오지 않다가 施肥量이 適正水準을 넘을 경우는, 나빠지거나 또는 일부 品質을 나타내는 성분은 상승한다고 했다. 본 실험에서의 施肥量은 이러한 適正水準의 범위에 있었다고 추측되며, 아울러 질소비료 單用이 아닌 複合肥料를 施用한 바 合理的인 物質代謝가 이루어져 많은 施肥量에도 불구하고 질산염함량에 큰 영향을 주지 못했다고 사료된다.⁽¹⁶⁾ 그러므로 栽培에 앞서 토양조사 등에 의한 適當한 施肥가 要求되는 바이다.

Table 3. Effects of nitrogen fertilizer application on the nitrate content of radish root

Fertilizer* application	Nitrate content(mg/g dry weight)		
	Experi. 1	Experi. 2	Experi. 3
80 kg N/ha	104	70	82
120 kg N/ha	105	72	84
160 kg N/ha	111	75	88
LSD 5%	1	1	1

*Fertilizer: NISROPHOSKA from BASF

5. 植物體 部位別 NO₃-含量

무우의 葉柄에서 가장 높은 含量이 發見되었는데 이는 根部에 비하여 두배에 가까운 양이었으며, 葉의 綠色部位에 比較해서는 3 배에 달했다(Table 4). 이와 비슷한 結果를 Maynard 등⁽¹⁵⁾은 報告한 바 있는데, 일반적으로 질산염의 含量은 꽃부분에 가장 낮고, 과일이나 씨앗, 잎, 뿌리 그리고 葉柄이나 줄기의 순서로 높아진다고 했다. 물론 이와같은 傾向은 모든 植物에서 일치하는 것은 아니며, 作物에 따라 差異가 있고, 그래서 질산염의 植物體內集積도 差異가 심하다고 한다. 즉 무우나 beet 에는 NO₃-의 含量이 높고 당근이나 고구마에서는 낮은 含量을 나타낸다고 보고하고 있다.⁽⁷⁾

높은 질산염이 葉柄에서 發見됨으로서 가능한한 葉柄을 除去하고 셀러드를 만들면 위생적이거나 실제 利用者들은 전혀 신경을 쓰지 않고 있다. 그러나 높은 질

Table 4. Distribution of nitrate in different plant organs

Plant organ	Nitrate content (mg/g dry weight)	Significant to Petioles	Root
Petioles	150.7*		
Root	85.8	+++	
Leaf blades	49.6	+++	+++

*Average from different harvesting periods

산염을 含有하는 채소를 이용할 경우는 고려의 가능을 배제할 수 方法이 없다.

6. Multiple regression analysis

무우根部에 함유된 NO₃-함량과 여러가지 調査한 要因과 어떠한 關係가 있는 가를 알고져 실시한 分析에 의하면, Mg 含量이 73%의 NO₃-함량을 說明해주며, 이어서 T/R-Ratio 가 9%, K 含量이 8.8%를 그리고 日氣條件으로서 日平均日射量(收穫前 3 주일간)과 日平均氣溫이 각각 2.5%와 2%씩 說明해 주고 있다. (Fig. 3).

이 결과로 미루어 보아 施肥量, 作物 生育의 進行 그리고 日氣條件이 NO₃-含量變化에 큰 영향을 미치는 것을 뜻한다. 즉 K 와 Mg 은 複合肥料를 준 만큼 N-上昇의 可能性과 同一한 效果이며 아울러 NO₃-吸收는 陽이온인 K 나 Mg 의 吸收와 함께 더 잘 이루어지기 때문이다. 또한 T/R-Ratio 는 作物의 生育期에 따라

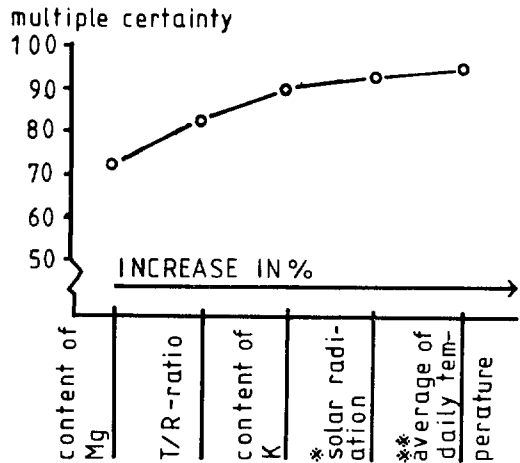


Fig. 3. Stepwise multiple regression analysis (Dependent variable: nitrate content of radish root)

* Average of solar radiation(Joule/cm²) in 21. ~ 1. day before harvesting

**Average of daily temperature in 21.~8. day before harvesting

무우의 경우는 작아지는데, 이는 生育後期에 갈수록 감소하는 NO₃⁻含量과 陽의 相關을 가지며, 이런 이유로 해서 multiple regression 計算에 많은 說明을 해주고 있다고 본다. 日氣條件은 栽培時期에 關한 實驗에서 언급했듯이 nitrate reductase와 關係가 있음으로 역시 NO₃⁻含量에 깊은 영향을 미쳤다고 간주할 수 있다.

NO₃⁻含量的 變化幅을 各々 실험결과에서 나타난 수치로 계산할 경우, 재배시기에 따라 약 ±20%, 施肥에 따라 ±7% 그리고 收穫期(3~4 번째 수확기)에는 ±4%를 나타낸다. 그러나 收穫期를 첫번째에서 여섯 번째까지 計算할 경우에는 그 變幅이 ±15%를 나타내어, 施肥量보다 더 높은 變化를 갖는다. 이 결과는 NO₃⁻含量的 變化를 두고 볼 때, 適正施肥를 實施한다면, 施肥量에 따른 질산염의 含量變化幅은 收穫期나 栽培時期에 따른 幅에 미치지 못한다는 것을 의미한다. Mengel⁽¹⁶⁾도 역시 많은 포장실험에서 施肥에 따른 植物內容物의 變化는 普通栽培에서는 극히 어렵다고 報告하고 있어, 이와같은 추측을 뒷받침해주고 있다.

7. 營養學的 考察

무우에 많이 含有된 NO₃⁻를 섭취하여 일어나는 아질산염(nitrite)이나 nitrosamine 형성에 따른 문제점은 실제 西歐에서는 그 消費量이 작아 큰 문제가 되고 있지 않다. 그러나 우리나라의 경우 많은 무우와 배추를 소비함으로써 실제 여기에 나타난 含量을 토대로 營養學的인 檢討를 하고자 한다. 물론, 여기에 分析된 자료는 1個品種에 불과하나, Venter⁽²⁵⁾의 分析에 의한 십여종의 東·西洋系 品種에서도 여기 조사 분석된 값과 크게 差異가 없었다.

Table 5에는 실제 우리가 섭취할 수 있는 量을 알기 위하여 NO₃⁻함량을 mg/kg fresh weight로 表示하였다. 表에 의하면 뿌리의 경우에 2470~2930 mg/kg의 分布이며, 잎은 1270~4770 mg/kg, 그리고 葉柄은 4240~6400 mg/kg을 나타낸다. Corrê와 Breimer⁽⁷⁾가 여러가지 資料를 중심으로 제시한 바에 의하면, 보통 60 kg 몸무게를 가지고 허용할 수 있는 NO₃⁻量은 최고 1200 mg이라고 했으며 毒性을 나타내는 量은 3000~5000 mg으로 보고 있다. 치사량은 調查者에 따라 역시 差異는 있으나 4800~200000 mg으로 나타나 있다.

이와같은 수치로 보전때, 毒性을 나타내기 위해서는 여기서 연구된 무우와 같은 양의 NO₃⁻를 함유할 경우 약 2kg의 무우 또는 약 1kg의 잎을 동시에 섭취해야 한다. 그러나 우리는 김치나 간단한 생채를 위해서 소금물로 절이는데 이 경우 NO₃⁻의 약 60~80%가 물로 씻겨버려가⁽²²⁾ 그 위험성은 더욱 작게 된다.

우리는 자주 무우국이나 무우나물을 해먹는데, 시골

Table 5. Change of nitrate content in different plant organs at harvesting period

Harvesting period (weekly)	Nitrate content(mg/kg fresh weight)**		
	Root	Leaf blades	Petioles
1*	2925	4771	6404
2	2793	4282	6404
3	2771	3438	5535
4	2469	2527	4993
5	2420	1725	4499
6	2701	1273	4243

* 1st harvesting: 4 weeks after seeding in summer and autumn

6 weeks after seeding in spring

**Average from different seasons

의 경우에는 냉장고의 보급이 작아 다소 부패되는 것을 자주 보게 된다. 이런 경우에는 세균(예 : *Bacillus cereus*, *B. megaterium*)이나 *Penicillium* 菌에 의해 NO₃⁻가 NO₂⁻로 환원되어 건강에 이롭지 못하니 주의가 필요하다.^(19,23)

Fritz와 Venter⁽⁹⁾는 nitrite가 발암물질이 될 수 있으나, vitamin C의 알맞은 吸收(vitamin C : nitrite = 8 : 1)는 이들의 體內作用을 상쇄할 수 있다고 하였다. 그러므로 vitamin C가 많은 채소위주의 合理的인 영양섭취가 필요하다고 했다.

이상에 나타난 결과를 보전때 일반적인 多量의 무우 利用을 제외하면 무우에 함유된 질산염의 함량이 우리의 食生活에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.

要 約

栽培環境(土壤水分, 栽培時期, 收穫時期, 施肥量)이 무우의 NO₃⁻含量에 어떤 영향을 미치는가를 調查코져 pot 및 溫室內圃場을 利用한 實驗에서 다음과 같은 結果를 얻었다.

- 1) 乾燥狀態에서 자란 무우는 NO₃⁻의 含量이 높았고, 土壤水分이 充分한 곳에서 자란 무우는 그 含量이 낮았다.
- 2) 여름철에 재배한 무우는 NO₃⁻含量이 낮았고, 가을, 봄栽培로 갈수록 그 含量은 높았다.
- 3) NO₃⁻含量은 收穫期가 進行됨에 따라 葉·葉柄 그리고 根部에서 減少하는 경향을 보였다.
- 4) 질소질 비료의 增施는 NO₃⁻含量을 다소 증가시켰으나 그 增加幅은 施肥量 增加에 비해 아주 작았다.
- 5) NO₃⁻含量은 葉柄에서 가장 높았는데 이는 뿌리

에 비해 2배에 해당했고 잎의 3배에 달했다.

6) Multiple regression 分析에 의하면 Mg, K, T/R ratio 그리고 日照量과 溫度가 重要な 要因으로 NO₃- 含量을 說明해 주었다.

7) 영양학적 면에서, 무우 중의 NO₃-는 큰 의미가 없음을 검토하였다.

참 고 문 헌

1. Augustin, J., MacDole, R. E. and Painter, G. C. (1977): Influence of fertilizer, irrigation and storage treatments on nitrate-N content of potato tubers, *Amer. Potato J.*, **54**, 125.
2. Barker, A. V. and Maynard, D. N. (1971): Nutritional factors affecting nitrate accumulation in spinach, *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, **2**, 471
3. Barker, A. V., Peck, N. H. and MacDonald, G. E. (1971): Nitrate accumulation in vegetables, *Agron. J.*, **63**, 126.
4. Brown, J. R. and Smith, G. E. (1966): Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables, *Agron. J.*, **58**, 209.
5. Cantliffe, D. J. (1972): Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod and light duration, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **97**(3), 414.
6. Carlson, R. M. and Paul, J. L. (1968): Nitrate determination of plant extracts by the nitrate electrode, *J. Agr. Food Chem.*, **16**(5), 766.
7. Corré, W. J. and Breimer, T. (1979): *Nitrate and nitrite in vegetables*. Centre for Agr. Pub. & Docu., Wageningen, p.25.
8. Fritz, D. (1978): Einfluß der Minereraldüngung auf die Qualität von Gemüse, *Der Stickstoff. H.* **12**, 14.
9. Fritz, D. und Venter, V. (1978): Die Bedeutung des Nitratprobleme für den Gemüsebau, *Ref. Jahrestagung Dt. Gartenbauwiss. Ges. u. BDGL.*, 15.~18.3. 1978 in Weihenstephan.
10. Geisler, G. und Maarufi, D. (1975): Untersuchung zur Bedeutung des Wurzelsystem von Kulturpflanzen, *Zeit. f. Pflanzenbau*, **141**, 211.
11. Habben, J. (1972): *Einfluß von Düngung und Standort auf die Bildung wertgebender Inhaltsstoffe in Möhren*, Diss. TU München/Weihenstephan.
12. Herrmann, R. (1954): *Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik*, Neumann Verlag, p.144.
13. Kübler, W. (1958): Die Bedeutung des Nitratgehaltes von Gemüse in der Ernährung des Säulings, *Z. Kinderheilk.*, **81**, 405.
14. Lindner, E. (1979): *Toxikologie der Nahrungsmittel*. Georg Thieme Verlag., Stuttgart, p.22.
15. Maynard, D. N., Barker, A. V., Minotti, P. L. and Peck, N. H. (1976): Nitrate accumulation in vegetables, *Advan. Agron.*, **28**, 71.
16. Mengel, K. (1979): *Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, p.271.
17. Minotti, P. L. and Stankey, D. L. (1973): Diurnal variation in the nitrate concentration of beets, *Hort. Science*, **8**, 33.
18. Peck, N. H., Barker, A. V., MacDonald, G. E. and Shallenberger, R. S. (1971): Nitrate accumulation in vegetables. II. Table beets grown in upland soils, *Agron. J.*, **63**, 130.
19. Pimpini, F., Venter, F. und Wunsch, A. (1970): Untersuchungen über den Nitratgehalt in Blumenkohl, *Landw. Forsch.*, **23**, 263.
20. Reiner, L., Hanus, H. und Piendl, A. (1967): Die Auswertung von Untersuchungsdaten mit Hilfe programmgesteuerter Rechenanlagen, *Brauwissenschaft.*, **20**, 479.
21. Schuphan, W. (1961): *Zur Qualität der Nahrungspflanzen*, BLV Verlag., München-Bonn-Wien, p.64.
22. Schuphan, W. (1965): Der Nitratgehalt von Spinat (SPINACIA OLERACEA L.) in Beziehung zur Methämoglobinämie der Säuglinge, *Z. Ernährungs.*, **6**, 207.
23. Simon, O. (1966): Spinach—a risk to babies, *Brit. Med. J.* (1966/I), 250.
24. Venter, F. (1978): Einflüsse auf den Nitratgehalt von Kopfsalat, *Landw. Forschung.*, **SH**, **35**, 616.
25. Venter, F. (1980): Der Nitratgehalt in Rettich, *Kurzfassung d. Vorträge auf dem 92. VDLUFA-Kongr. Braunschweig*, p.109.
26. Wright, M. J. and Davison, K. L. (1964): Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals, *Advan. Agron.*, **16**, 194.