

菜蔬 및 果實中 窒酸鹽과 亞窒酸鹽의 蓄積에 關한 研究

서울保健專門學校 營養科

申 光 淳 · 南 宮 錫

=Abstract=

Studies on the Accumulation of Nitrite and Niarite in Vegetables and Fruits

Kwang Soon Shin and Sok Namkung

Department of Nutrition Seoul Health Junior College

Vegetables and fruits purchased from several markets in Seoul from July to October in 1977 were analyzed to know the level of nitrate-and nitrite-nitrogen accumulation in relation to a public health.

Radishes and chinese cabbages utilized mainly as pickled vegetables in Korea resulted in the highest concentration of nitrate-nitrogen. Some of the levels for radishes and chinese cabbages were notably high and exceeded a recommended upper limit of 300 ppm $\text{NO}_3\text{-N}$, and thus these levels would render these samples unsafe for use. The levels in some of vegetables other than radish and chinese cabbage, e.g., spinach, lettuce, green onion, cabbage were relatively high and considered to be unsafe for use in feeding infants, where as those of green pepper, bean sprouts and parsely were very low and safe. And also the levells in fruits were very low and safe.

Nitrite-nitrogen contents in all tested vegetables and fruits ranged to trace and appeared not to be accumulated in fresh vegetables and fruits.

Stems and roots of radishes and chinese cabbages accumulated approximately 2 fold more nitrate-nitrogen than leaves in 5 samples of each vegetable tested.

緒 論

植物體中에 存在하는 窒素成分의 大部分은 窒酸鹽의 形態로 吸收되어지고 窒素肥料의 過重한 施肥는 窒酸鹽의 蓄積 原因이 되고 있다는 많은 研究報告가 있다^{1,2,3,7,12}. 施肥 以外의 다른 蓄積 原因으로써는 窒酸鹽을 蓄積하기 쉬운 植物體의 種類, 營養缺乏狀態, 짧은 日光 照射時間, 水分缺乏等에 依하여 影響받는 것으로 알려지고 있다^{5,7,12}. 같은 植物體라도 部位에 따라 窒酸鹽의 蓄積을 달리하여 葉柄部, 葉部, 根部의 順序로 窒酸鹽의 分布에 差異가 있음을 報告하고 있다⁷.

食品中의 窒酸鹽은 여러 方法으로 生理的 有害作用

을 나타낼 수 있으며 통조림 製品의 경우 錫을 分解하여 遊離 시킬 수 있다. 窒酸鹽에 依한 生理的 効果는 窒酸鹽의 直接作用에 依한 것은 아니고 食品의 貯藏中 또는 攝取後 미생물의 作用으로 窒酸鹽이 還元되어 생성되어지는 亞窒酸鹽(NO_2)에 起因한다.

窒酸鹽과 關聯된 一次의이고 主要한 毒性은 亞窒酸鹽으로 轉換되어 血中 hemoglobin 과 結合하여 酸化生成物의 形成으로 일어나는 methemoglobinemia 이다^{3,5,7,12}. 3個月齡 以下의 乳幼兒는 窒酸鹽으로 因한 methemoglobinemia 에 매우 敏感한 것으로 알려졌으며 成人은 多量의 窒酸鹽에도 잘 견딜 수 있는 것 같다^{3,5,7,12}. 家畜에서는 草食動物이 窒酸鹽을 含有하는 植物을 一時에 多量攝取하므로 methemoglobinemia 를

일으키기도 하는데 人畜 共히 hemoglobin 의 methemoglobin 形成으로 酸素 運搬能力이 떨어짐으로써 酸素 缺乏으로 질식하게 된다^{8,12)}.

窒酸鹽과 亞窒酸鹽에 依하여 일으켜지는 다른 主要한 毒性의 하나는 亞窒酸鹽과 二級아민 類가 結合하여 發病性物質인 nitrosamines 의 形成에 있으며^{9,12)} 現今에도 國內外的으로 이에 관한 많은 研究가 이루어지고 있다.

窒酸鹽毒性에 依한 發病이나 癈死에 對한 原因의 大部分은 飲料水와 菜蔬中の 窒酸鹽에 起因하는 것으로 報告되고 있으며^{7,12)} 우리나라에서도 菜食을 比較의 많 이 하는 便이고 근래에 科學的 營農 方法으로 溫室栽培技術의 普及와 아울러 窒酸鹽 蓄積의 가장 큰 原因이 되는 窒素肥料의 施肥가 增加하여 窒酸鹽의 蓄積可能性이 增大할 뿐 아니라 窒酸鹽을 쉽게 蓄積하는 菜蔬의 種類가 外國에서 많이 報告되고 있어 우리 나라에서 生産되는 菜蔬中の 窒酸鹽의 多量 蓄積을 의심케 하여왔다. 따라서 本試驗에서는 國內에서 生産되는 모든 菜蔬와 果實中の 窒酸鹽 및 亞窒酸鹽의 蓄積量을 調査하고 아울러 우리 나라의 主要菜種인 무우와 배추의 部位別 蓄積量의 差異도 調査하여 意義있는 成績을 얻었으므로 이를 報告한다.

材料와 方法

1. 供試材料

菜蔬는 葉菜 根菜 및 果菜로 分類하여 夏節期인 7월 부터 結實期인 10월까지 3個月 간에 걸쳐 서울 市內의 各9호 다른 場所로 부터 市販되는 新鮮한 菜蔬중 葉菜 11種, 根菜 9種, 果菜 4種에 對하여 菜種에 따라 5乃至 25例를 購入하여 購入當日 試驗에 供하였다.

果實도 7월부터 10월까지 3個月간에 生産되는 7種의 果實을 서울 市內 各9호 다른 商店으로부터 果種에 따라 5乃至 17例를 購入하여 菜蔬와 함께 試驗에 供하였다.

菜蔬의 部位別 蓄積量의 差異를 調査하기 위하여 窒酸鹽이 많이 檢出된 菜種인 무우와 배추를 各己 5例씩 選擇하고 무우는 잎, 줄기, 뿌리의 두 部分에 對하여 배추는 잎과 줄기의 두 部分에 對하여 購入當日 窒酸鹽의 測定에 供하였다.

2. 試驗方法

窒酸鹽과 亞窒酸鹽의 測定은 Elliott 와 Porter(1971)⁴⁾에 依한 肉類中の 窒酸鹽測定을 菜蔬中の 窒酸鹽 및

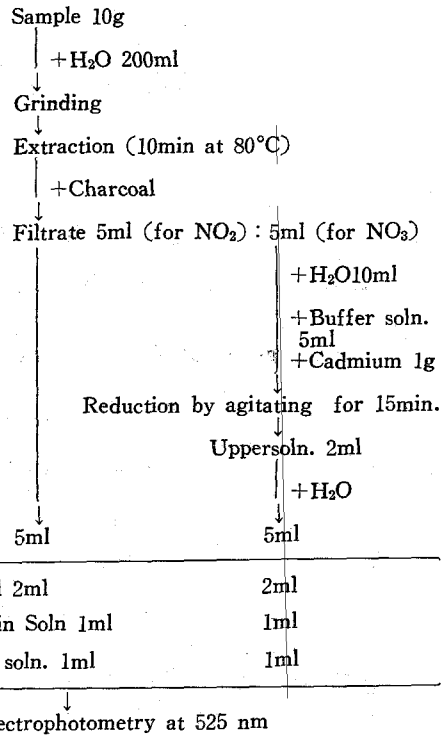


Fig. 1. Schematic procedure for the determination of nitrate and nitrite

亞窒酸鹽의 測定에 應用한 Kenny 와 Walshe (1975)⁵⁾의 方法을 使用하였고 試料 채취량과 比色에 必要한 抽出液의 量은 適宜變更하였던 바 試驗方法을 要約하여 圖式으로 表示하면 Fig. 1.과 같다. 分析機器로는 Coleman spectrophotometer 를 使用하였고 測定波長은 525nm 였다.

試驗 結果

1. 菜蔬中の 窒酸鹽 및 亞窒酸鹽

市販 葉菜 根菜 및 果菜의 種類別 窒酸鹽態窒素(Nitrate-N)의 含量은 Table 1.과 같다. 大部分의 葉菜에서 蓄積量이 높았으며 무우 以外의 根菜와 果菜의 蓄積量은 微少하였다.

菜蔬中の 亞窒酸鹽態窒素(Nitrite-N)의 含量은 Table 2.에서 보여주고 있으며 全 試料에서 1ppm 以下의 매우 낮은 濃度였다.

2. 果實中の 窒酸鹽 및 亞窒酸鹽

果實中の 窒酸鹽態窒素의 含量은 Table 3.과 같으며

Table 1. Nitrate-N content (ppm) of various vegetables

| Item | No. of Samples | Mean | Range |
|--------------------------|----------------|--------|---------------|
| Leaf vegetables | | | |
| Young radish | 23 | 227.20 | 42.82~533.35 |
| Chinese cabbage | 25 | 156.99 | 54.47~440.83 |
| Malvaceae | 5 | 113.42 | 65.00~134.15 |
| Chrysanthemum coronarium | 5 | 104.71 | 9.39~192.54 |
| Beet | 21 | 94.67 | 23.51~181.49 |
| Spinach | 10 | 67.89 | 28.96~132.66 |
| Lettuce | 11 | 66.43 | 8.32~248.94 |
| Green onion | 22 | 53.01 | 4.57~142.79 |
| Cabbage | 9 | 50.11 | 1.28~110.83 |
| Leek | 9 | 47.67 | 12.68~139.35 |
| Perilla leaf | 11 | 40.46 | 0~237.66 |
| Green peppepr | 13 | 6.44 | 0.59~ 20.17 |
| Bean sprouts | 16 | 5.75 | 0.65~ 25.83 |
| Parsley | 8 | 1.37 | 0.13~ 2.83 |
| Root vegetables | | | |
| Radish | 10 | 295.00 | 131.11~566.66 |
| Carrot | 16 | 14.61 | 0.45~ 48.42 |
| Sweet potato | 14 | 11.44 | 0.24~ 39.04 |
| Potato | 15 | 7.82 | 0 ~ 17.74 |
| Ginger | 8 | 5.36 | 0.71~ 21.42 |
| Onion | 21 | 4.58 | 0.47~ 39.17 |
| Garlic | 9 | 1.63 | 0 ~ 2.87 |
| Platycodon | 5 | 1.37 | 0.97~ 1.86 |
| Taro | 5 | 0.44 | 0.17~ 0.82 |
| Fruit vegetables | | | |
| Green | 12 | 21.19 | 4.08~ 70.00 |
| Egg plant | 13 | 14.51 | 2.18~ 65.57 |
| Cucumber | 23 | 5.45 | 0.50~ 55.56 |
| Tamato | 9 | 1.05 | 0 ~ 5.27 |

Table 2. Nitrite-N content (ppm) of various vegetables

| Item | No. of Sample | Mean | Range |
|--------------------------|---------------|-------|-----------|
| Leaf Vegetable | | | |
| Young radish | 23 | 0.35 | 0 ~1.76 |
| Chinese cabbage | 25 | 0.13 | 0 ~0.56 |
| Chrysanthemum coronarium | 5 | 0.24 | 0.14~0.32 |
| Beet | 21 | 0.23 | 0 ~0.47 |
| Spinach | 10 | 0.20 | 0.07~0.32 |
| Lettuce | 11 | 0.28 | 0 ~0.61 |
| Malvaceae | 5 | 0.43 | 0.35~0.54 |
| Green onion | 22 | 0.14 | 0 ~0.64 |
| Cabbage | 9 | 0.15 | 0 ~0.36 |
| Leek | 9 | 0.17 | 0 ~0.36 |
| Perilla leaf | 11 | 0.076 | 0 ~0.61 |
| Green pepper | 13 | 0.23 | 0 ~0.76 |
| Bean sprouts | 16 | 0.28 | 0 ~1.83 |
| Parsley | 8 | 0.034 | 0 ~0.13 |
| Root vegetables | | | |
| Radish | 4 | 0 | 0 |
| Carro | 16 | 0.38 | 0 ~1.11 |
| Sweet potato | 14 | 0.17 | 0 ~0.71 |
| Potato | 15 | 0.14 | 0 ~0.57 |
| Ginger | 8 | 0.40 | 0 ~1.29 |
| Onion | 21 | 0.24 | 0 ~0.71 |
| Garlic | 9 | 0.40 | 0 ~1.29 |
| Platycodon | 5 | 0.18 | 0.11~0.35 |
| Taro | 5 | 0 | 0 |
| Fruit vegetables | | | |
| Green pumpkin | 12 | 0.11 | 0 ~0.24 |
| Egg plant | 13 | 0.63 | 0 ~1.15 |
| Cucumber | 23 | 0.11 | 0 ~0.43 |
| Tomato | 9 | 0.32 | 0.08~0.67 |

Table 3. Nitrate-N content (ppm) of fruit

| Fruit | No. of Samples | Mean | Range |
|-------------|----------------|------|------------|
| Apple | 15 | 0.62 | 0 ~3.62 |
| Pear | 17 | 1.47 | 0.58~6.24 |
| Peach | 9 | 1.48 | 0 ~5.55 |
| Grape | 5 | 2.11 | 0.33~5.62 |
| Plum | 5 | 0.85 | 0.59~1.15 |
| Melon | 8 | 4.75 | 1.92~13.57 |
| Water melon | 6 | 1.50 | 0 ~2.87 |

Table 4. Nitrite-N content (ppm) of fruit

| Fruit | No. of Samples | Mean | Range |
|-------------|----------------|------|-----------|
| Apple | 15 | 0.14 | 0 ~0.48 |
| Pear | 17 | 0.21 | 0.06~0.38 |
| Peach | 9 | 0.40 | 0.11~0.64 |
| Grape | 4 | 0.35 | 0.20~0.43 |
| Plum | 5 | 0.51 | 0.33~0.59 |
| Melon | 8 | 0.26 | 0 ~0.54 |
| Water melon | 6 | 0.26 | 0.15~0.40 |

Table 5. Distribution of nitrate-N in leaves, petioles and roots of whole radishes.

| No. | Nitrate-N (ppm) | | | Nitrate-N in petiole Nitrate-N in leaf | Nitrate-N in root Nitrate-N in leaf |
|---------|-----------------|----------|--------|---|--|
| | leaves | petioles | roots | | |
| 1 | 250.00 | 433.22 | 366.66 | 1.73 | 1.47 |
| 2 | 275.00 | 816.66 | 539.42 | 2.97 | 1.96 |
| 3 | 325.00 | 700.00 | 566.66 | 2.15 | 1.74 |
| 4 | 233.32 | 683.32 | 521.10 | 2.93 | 2.23 |
| 5 | 208.33 | 250.00 | 211.82 | 1.20 | 1.02 |
| Average | 258.33 | 576.64 | 441.13 | 2.23 | 1.7 |

亞硝酸態窒素의 含量은 Table 4.와 같다. 모든 果實 中の 窒酸態窒素 및 亞硝酸態窒素는 共히 낮았다.

3. 무우와 배추의 部位別 窒酸鹽의 分布

무우의 잎, 줄기 및 뿌리의 세 部分으로 區別하여 窒酸態窒素의 含量을 分析한 結果 Table 5.와 같다. 試驗된 5例 共히 줄기 中の 蓄積量이 가장 높았고 다음 이 뿌리, 잎의 順序로써 줄기는 잎의 2.2배, 뿌리는 잎의 1.7배였다.

배추는 잎과 줄기 두 部分으로 區別하여 窒酸態窒素의 含量을 分析한 結果 Table 6.과 같았으며 무우와 같이 줄기가 잎의 2.5배로써 많은 量을 蓄積하였다.

考 察

窒酸鹽과 亞硝酸鹽에 依한 毒性의 原因이 主로 飲料水와 菜蔬 中の 窒酸鹽에 起因한다는 事實이 報告됨으로써 菜蔬 中の 窒酸鹽蓄積의 原因이라든가 菜蔬의 種類別 蓄積量의 調査가 世界 各國에서 活發히 이루어지고 있다. Barker 등(1973)¹⁾과 Brown 및 Smith (1966)²⁾ Walker (1975)¹⁰⁾ 등은 窒素肥料의 施肥로써 菜蔬의 種類에 따라 差異는 있을지라도 窒酸鹽의 蓄積量을 增加시켰다고 報告하였으며 Miyazaki (1977)⁷⁾ Phillips (1968)⁸⁾ 등은 濃度를 增加시킬뿐 아니라 亞硝酸鹽으로써의 還元도 增加하였다고 報告하였다. Kenny 와 Walshe (1975)⁵⁾ Miyazaki (1977)⁷⁾ Phillips (1968)⁸⁾ Walker (1975)¹⁰⁾ 및 White (1975)¹¹⁾ 등은 菜蔬 中の 窒酸鹽 또는 亞硝酸鹽의 蓄積量을 調査하여 多少의 差異는 있었을 지라도 시금치, 상추, 근대, 셀러리 등이 窒酸鹽이 蓄積되기 쉬운 菜蔬임을 報告하였으며 報告者에 따른 蓄積의 順位가 달랐는바 그 原因은 土壤條件, 日光照射等 環境要因과 窒素肥料의 施肥等 條件에

Table 6. Distribution of nitrate-N concentration in leaves and petioles of chinese cabbage.

| No. | Nitrate-N (ppm) | | Nitrate-N in petiole | Nitrate-N in leaf |
|---------|-----------------|--------|----------------------|-------------------|
| | | | | |
| 1 | 90.00 | 791.66 | | 8.80 |
| 22 | 204.17 | 250.00 | | 1.22 |
| 3 | 166.66 | 225.00 | | 1.35 |
| 4 | 91.66 | 316.66 | | 3.45 |
| 5 | 158.33 | 208.32 | | 1.32 |
| Average | 142.16 | 358.33 | | 2.52 |

따라 影響받고 있음을 暗示한다.

Moon 등(1973)은 이미 國內에서 生産되는 菜蔬에 對하여 斷片的으로 窒酸鹽과 亞硝酸鹽의 蓄積을 調査하여 썩갓, 무우, 양배추, 시금치, 상추 등이 다른 菜蔬보다 比較的 多量 蓄積할 수 있는 것으로 暗示하였으나 蓄積量은 危險할 程度로 높지 않았음을 報告하였다. 그러나 本 試驗에서의 窒酸鹽 蓄積量은 무우, 배추, 아욱, 썩갓, 근대, 시금치, 상추의 順序로 우리나라의 嗜好 菜蔬인 무우와 배추에서 가장 많은 量의 蓄積이 確認되었으며 이는 外國의 報告와는 勿論 Moon 등(1973)의 成績과도 一致하지 않았다. 특히 무우와 배추 中の 平均 窒酸鹽濃度는 Kenny 와 Walshe (1975)에 依하여 引用 報告된 300ppm의 추천 最大濃度를 下廻할 지라도 濃度의 範圍에서 보여주는 바와 같이 多數의 例에서 300ppm을 超過하고 있다는 事實을 看過할 수 없다.

Kenny 와 Walshe (1975) Miyazaki (1977) 등은 菜蔬를 料理하는 동안 窒酸鹽이 溶出되어 나옴으로써 料理後 菜蔬 中 實際의인 殘存 窒酸鹽은 훨씬 減少하는 것으로 報告하였으나 溶出된 窒酸鹽은 溶液 中에 殘留하여 全體의 含量은 큰 變動이 없을 것으로 思料되므로 格別한 關心과 새로운 料理法의 開發은 勿論 養菜方法도 改善되어야 한다고 生覺된다. 무우와 배추 以外의 아욱, 썩갓, 근대, 시금치 등 餘他的 菜蔬보다 比較的 窒酸鹽을 많이 蓄積하고 있는 菜蔬들도 300ppm을 훨씬 下廻할지라도 100ppm을 超過하고 있어 一時에 多量 攝取하면 毒性을 나타낼 수도 있으므로 關心을 기울여야 할 菜蔬들이라고 生覺된다.

果實 中の 窒酸鹽濃度는 試驗된 全果實에서 5ppm 이하로써 窒酸鹽이 蓄積되지 않은 것으로 보이며 菜蔬와 果實 中の 亞硝酸鹽濃度는 全試驗例中 一部에서만 微量이 檢出되므로써 植物體內에서 窒酸性窒素가 쉽게 亞

窒酸鹽으로還元되지 않음을暗示할 뿐 아니라新鮮한 菜蔬와 果實中の 亞窒酸鹽에 依한 生理効果는 아무 意味가 없는 것으로 생각된다.

같은 種類의 菜蔬라기 部位에 따라 窒酸鹽 蓄積量의 差異가 있는지를 調査하기 위하여 무우의 잎, 줄기, 뿌리의 세 部分과 배추의 잎과 줄기의 두 部分에 對한 窒酸鹽濃度를 分析한 結果 部位에 따라 뚜렷한 差異가 있음을 보여 주었다. Miyazaki (1977)⁷⁾에 依하여 記述된 報告는 葉部보다 根部, 葉身보다는 葉柄部에 2倍以上으로 많이 蓄積된다는 事實을 暗示하였으며 本試驗의 成績과 대체로 一致하였다. 卽 무우의 줄기는 잎의 2.2배 무우 根은 잎의 1.7배로 잎보다 줄기나 뿌리에 많은 窒酸鹽을 蓄積하는 것으로 보이며 배추의 줄기도 잎보다 2.5배의 많은 量을 蓄積하여 무우에서의 成績을 뒷받침 하였다. 窒蓄鹽의 蓄積面에서 보면 모든 菜蔬中 녹색의 葉身이 莖部나 根部보다 優良한 것으로 生覺되어 健康食으로써의 差異點에 留意할 必要가 있다고 본다.

結 論

7월부터 10월까지 서울 市內에서 市販되는 各種 菜蔬와 果實中の 窒酸鹽과 亞窒酸鹽의 濃度를 調査한 結果 우리나라의 嗜好 菜蔬인 무우와 배추에서 窒酸鹽이 많이 蓄積되어 一部는 추진된 最大濃度를 超過하는 것으로 나타났으며 무우, 배추 以外에 窒酸鹽을 많이 蓄積하는 菜蔬로는 시금치, 상추, 옥파, 양배추의 順이었고 꽃고추, 콩나물, 미나리 등에서는 미량이 檢出되었다. 또한 試驗된 모든 果實中の 窒酸鹽濃度는 매우 낮았고 亞窒酸鹽濃度는 모든 菜蔬의 果實中 一部에서 微量이 檢出되어 아무런 危險性을 認定할 수 없었다.

무우의 部位別 蓄積量을 調査한 結果 줄기는 잎의 2.2배 무우 根은 잎의 1.7배로 잎보다 줄기나 뿌리에 많은 窒酸鹽을 蓄積하였고 배추에서도 줄기나 잎보다 2.5배의 많은 窒酸鹽을 蓄積하였다.

參 考 文 獻

1) Barker, A.V., N.H. Peck and G.E. MacDonald: Nitrate accumulation in vegetables. I. Spinach grown in upland soils. *Agron. J.* 63:126-129

(1971).

2) Brown, J.R. and G.E. Smith: Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetables. *Agron. J.* 58:209-212 (1966).

3) Committee on Nitrate Accumulation, Agricultural Board, Division of Biology and Agriculture, National Research Council: *Hazards of nitrate, nitrite, and nitrosamines to man and livestock in Accumulation of Nitrate*, p. 46-69. National Academy of Science, Washington, D.C. (1972).

4) Elliott, R.J. and A.G. Porter: A rapid cadmium reduction method for the determination of nitrate in bacon and curing brines. *Analyst.* 96:522-527 (1971).

5) Kenny, T.A. and P.E. Walshe: Nitrate and nitrite contents of vegetables and fruit in Ireland. *Ir. J. Agric. Res.* 14:349-355 (1975).

6) Moon, B.S., B.S. Kim, J.K. Lee, S.K. Woo: Studies on nitrosamines in foods (I). I. Contents of nitrate and nitrite in various foods. Report of NIH, Korea. 10:277-283(1973).

7) Miyazaki, A.: Nitrate problems in foods. *Studies on Food Hygiene* 27(7):45-58 (1977).

8) Phillips, W.E.J.: Changes in the nitrate and nitrite contents of fresh and processed spinach during storage. *J. Agr. Food Chem.* 16(1): 88-91 (1968).

9) Shank, R.C.: Toxicology of N-nitrose compounds. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 31:361-368 (1975).

10) Walker, R.: Naturally occurring nitrate/nitrite in foods. *J. Sci. Fa Agric.* 26:1735-1742 (1975).

11) White, J.W.: Relative significance of dietary sources of nitrate and nitrite. *J. Agr. Food. Chem.* 23(5):886-891 (1975).

12) Wolff, I.A. and A.E. Wasserman: Nitrates, nitrites, and nitrosamines. *Science.* 177:15-19 (1972).