

뿌리 放出物中 無機態窒素가 體內成分 變異에 미치는 影響

蘇祥燮 · 康榮燾

(延世大 理科大 生物學科)

Effects of Inorganic Nitrogen released from Roots on the Nitrogen Metabolism

So, Sang Seop and Yong Hee Kang

(Dept. of Biology, Yonsei University, Seoul)

ABSTRACT

In several leguminous plants such as acasia, arrowroot and bushclover, growth rate and contents of nitrogen, phosphorus and potassium in the tissues and the variation in the culture media were determined.

In water culture which was free of added nutrients, nitrogen was found to be largely in the form of nitrate($\text{NO}_3\text{-N}$). This $\text{NO}_3\text{-N}$ is believed to be the result of nitrification from $\text{NH}_4\text{-N}$ which was apparently released from the plants.

From the studies of organ culture with root segments, the amount of nitrogen released and absorbed was found to be proportional to the amount added to the medium. Especially, in the N-plot, the amount of nitrogen absorbed by the tissue reached more than 90% of the amount supplied to the medium already in early stage. On the contrary, in the nitrogen free plot, the amount of nitrogen released from the tissue was lower than the minimum level in the N-plot.

The amount of total N and P in the cultured tissue was found to be influenced by the amount of nitrogen added in the medium. However, the amount of K in the tissue was not related to the nitrogen level in the medium, but rather it was influenced by the amount of added potassium.

These findings present little difference in the metabolic pattern among the three species plants studied, and suggest that the woody leguminous plants have some common features in their metabolic pattern.

緒 言

식물의 질소대사에 관한 연구는 오래전부터 진행되어 그간 많은 연구업적이 있었다. 그중에서 무기질류로는 nitrate 및 ammonia의 부식소태가 주요한 질소 공급원의 형태로 일찍부터 알려지었으며, 이것은 고등식물의 경우, 특히 기관 또는 개체 level에서 많은 연구업적이 나와있다(Heral et al., 1974; Beevers et al., 1969; Dougall, 1974; Gamborg, 1970; Heimer,

1970; Ishizuka, 1970).

고등식물의 세포 level에 있어서 배양액의 조성에 따른 각종 질소원의 산화, 환원의 상태는 식물세포의 생육에 현저한 영향을 미치는 것으로 지적되고 있으며, 또 식물종에 따라서 nitrate 및 ammonia의 요구도도 다른 것으로 나타나고 있다. 따라서 식물체내외 배지의 질소조성에 따른 식물세포의 생육상에 관한 연구는 최근 小島(1975), 大平(1976), Dusky(1977), 山谷(1976), Caldas(1976), Jackson(1975), 石塚(1972), Heral et al., (1975), 谷田澤(1970), 康(1973), Gamborg

(1970) 等の 많은 학자들에 의하여 연구되어 왔으며, 결국 nitrate 및 ammonia질소의 병용은 단독상태에서 보다 더욱 생육이 촉진되는 것으로 결론짓고 있다 (Ojima, 1976; Caldas, 1975; Gamborg et al., 1968; Skokut, 1978).

그러나 배양후 배지내에 잔존해 있는 N성분및 실험 식물 조직내에 함유된 N성분과의 상호관계, 또 무질소배양액으로 식물체내 N성분의 이동, 이에따라 배지내에서의 nitrification 및 ammonification의 결과로서 여기에 타식물조직을 접종시켰을때에 N공급을 대신할 수 있는가하는 문제등에 관해서는 아직 구체적으로 밝혀져 있지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 비교적 N함유율이 높은 수종의 leguminous plant의 기관절편을 실험체로하여 수경재배에 의한 N이동, 특히 NO₃-N 및 NH₄-N의 배지내로의 방출 및 흡수과정을 조사하여, 장차 이들 식물이 토양내에서 N-fixation을 수행할 때와 병행하여 어느정도로 주변토양에 nitrification 및 ammonification에 관여하는가를 밝혀주는 기본자료로서, 또 동시에 식물체내의 주요 구성요소인 P 그리고 K등의 성분이 N성분 이동과 더불어 변화하는 상태에 대하여 영양생리학적으로 고찰을 시도하였다.

材料 및 方法

試料 및 培養方法

본 실험에서 사용된 실험식물은 다음과 같다.

췌(*Pueraria thunbergiana* B.)

싸티(*Lespedeza bicolor* T.)

아카시아(*Robinia pseudoacasia* L.)

상기한 각 수종은 연세대 및 산에서 채취한 豆科 목본의 묘목으로 다음과 같이 두단계로 나누어 배양하였다.

i) 水耕栽培시험구*

묘목을 無肥상태로 Wagner's pot에 이식한뒤 24시간마다 경시별로 배양액의 pH변화, 질산태 및 암모니아태질소등의 변화를 조사하였다.

ii) 無菌培養시험구*

묘목의 각 유근을 근단에서 2~3cm정도로 절단하여流水로 씻어낸다음 70% ethanol에서 1분, 10% calcium hypochlorite용액에서 7~10분 침적 멸균시킨후, 다시 멸균수로 2~3회 세척한 뒤, 100ml Erlenmayer flask에서 B-5(Gamborg, 1968) liquid media(N-containing plot: N-plot)와 B-5에서 질소원을 제외한, 즉 nitrogen free media(NF-plot)에 각각 접종시켜 3일간격으로 시료를 분석하였다.

分析 및 生育調査

i) N, P 및 K

질소, 인산, 카리는 각각 micro-Kjeldahl法, Allen (1940)의 비색법 및 Flame-photometer에 의하여 정량하였다.

ii) 질산태질소 및 암모니아태질소

각 배양액을 일정량 취하여 NO₃-N는 phenolsulforinic acid법으로, NH₄-N는 Nessler시약에 의한 비색법으로 정량하였다.

iii) 단백질함량

Total N의 값에 6.25배하여 단백질함유율로 삼았다.

iv) 생육조사

각 배양액에서 생육된 시료의 건물중을 백분율로 표시하였다.

*실험결과의 N, P 및 K를 제외한 모든 Figure에서 표시된 ratio의 probability는 0.05미만이다(p≤0.05).

結果 및 考察

수경재배時 배지내 무기질상태의 변화

Wagner's pot에서 생육한 각시료의 시기별 NO₃-N 및 NH₄-N의 배지내 방출량을 각각 Fig. 1, 2에 표시하였다.

먼저 Fig. 1의 NO₃-N에 있어서, 배양초기에는 모든 시료에서 동일한 양상으로 증가되다가, 이후 2~5일경까지는 50ml당 150μg·NO₃-N의 함량으로, 잠정적인 lag phase를 나타내다가 5일이후에 급격한 방출량(350-400μg·NO₃-N/50ml)을 보였고, 배양후기에는 모든 시료에서 감소되는 현상을 나타내었다.

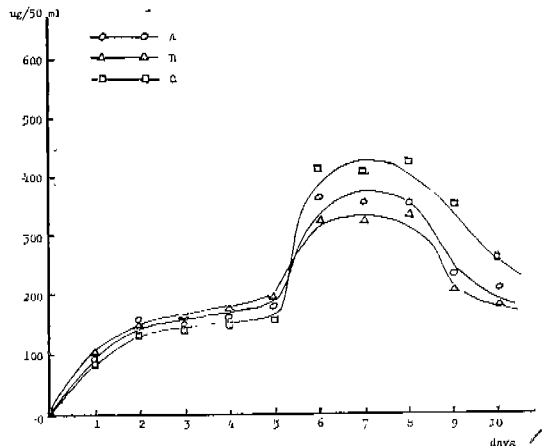


Fig. 1. Changes of NO₃-N of the each plot during the water culture.

A: *Robinia pseudoacasia* L.

B: *Lespedeza bicolor* T.

C: *Pueraria thunbergiana* B.

한편 Fig. 2의 NH_4-N 에 있어서는 배양 5일째까지 각 시료는 경시적으로 방출량이 증가되고 있었는데, 이 시기까지 최의 경우는 가장 현저한 방출량($4.4\mu g \cdot NH_4-N/50ml$)을 나타냈으며 아카시아는 가장 낮은 양을 보이고 있었다. 그러나 5일이후 부터는 이러한 순서가 바뀌어 아카시아, 싸리, 최의 순으로 잔존량의 크기를 나타냈는데, 전술한 NO_3-N 의 경우와는 반대로 생육후기에 방출량이 증가되는 현상을 나타내었다.

본 실험에서 두 질소태의 배지료의 방출량은 NO_3-N

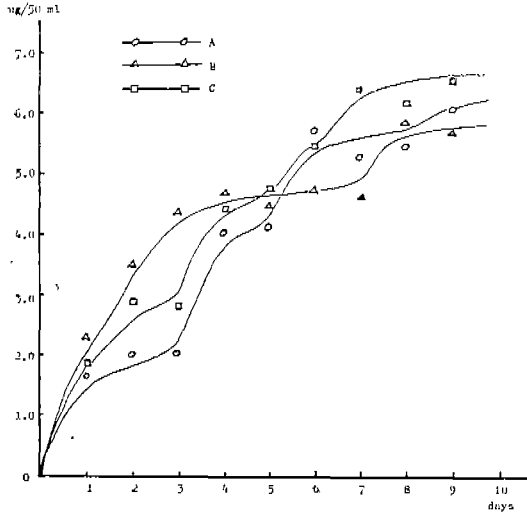


Fig. 2. Changes of NH_4-N of the each plot during the water culture.

- A: *Robinia pseudoacasia* L.
- B: *Lespedeza bicolor* T.
- C: *Pueraria thunbergiana* B.

가 현저하여 배양기간동안 평균 50ml당 200~400 μg 의 양을 보인 반면 NH_4-N 는 10 μg 이하의 낮은 양을 나타내었다. 또한 생육초기에 흔히 나타나는 initial lag phase(Jackson et al., 1973)가 NO_3-N 에서만 나타나고 있다. 따라서 본 실험식물들은 비교적 NO_3-N 의 형태로 체내 N성분이 배지에 이동되고 있으며, 또한 생육후기에 주로 유리아미노산 및 amide형태로 배지에 방출되는 NH_4-N 는(Kang, 1973) 배지에서 NO_3-N 으로 전환되고 있음을 시사하였다. 생육후기에 NO_3-N 의 감소는 이 시기에 식물체에서 재흡수하고 있음을 추측케 하였다.

실험식물별로 생육후기에 나타난 차이는 방출된 N성분을 재흡수하는 과정에서 시기적인 차이가 있음을 의미하였다.

한편 배양기간중에 근류등의 형성은 없었으며, 두 질소태의 평균방출량은 일반적으로 수경배지에 첨가되는 N의 함량(B-5 media의 경우 18-20mg·N/50ml)에는

Table 1. pH-changes in each plot during the water culture

| Plots | Time intervals days after culture | | | | |
|-------|--------------------------------------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| A | 6.67 | 6.65 | 6.48 | 6.52 | 6.59 |
| B | 6.68 | 6.65 | 6.60 | 6.52 | 6.57 |
| C | 6.68 | 6.65 | 6.53 | 6.54 | 6.57 |

(note) The initial pH of the medium was 6.67.

- A: *Robinia pseudoacasia* L.
- B: *Lespedeza bicolor* T.
- C: *Pueraria thunbergiana* B.

현저하게 미달되고 있음을 보여 주었다.

Table 1.에서는 상술한 NO_3-N 및 NH_4-N 의 변화에 따른 배양액내 pH를 나타냈는데, 대체로 배양초기의 pH 6.67~6.68의 값을 유지하고 있었으나, 배양 6~8일경에 pH 6.48~6.54로서 다소 낮아지는 현상을 보이고 있었다. 이것은 이 시기에 NO_3-N 의 증가(Fig. 1)에 기인된 것으로 생각되었으며, 또 Martin 등(1976)의 보고에 의하면, 생육초기에 높은 pH가 유지되면 NH_4-N 의 흡수를 촉진한다고 하였는데, Fig. 2의 결과에서도 이같은 사실을 뒷받침하고 있었다.

無菌培養

① 생육조사

질소시험구 및 부질소시험구에서 생육된 각시료별 생육물의 증가를 Fig. 3에 표시하였다.

Fig. 3-a(NF-plot)에서는 생육초기인 3~6일째에 1~2%, 12일이후는 3~4%로서, 전 생육기간중에 보인 생육물의 증가는 4%미만의 저조한 상태를 나타냈으며, 생육의 진행도 대단히 완만한 상태를 보였다. 결국 N성분공급이 없는 조건에서는 이 시기까지가 생육의 한계임을 추측할 수 있었다. 그러나 Fig. 3-b(N-plot)에서는 NF-plot에 비하여 전 생육기간에 걸쳐 거의 2배에 가까운 생육상을 보였는데, 최초의 측정일인 배양 3일째에는 초기 dry weight의 2.5~3.0%의 증가를 보였으며, 15일째에는 6%선까지 상승하였는데, 이것은 Fig. 5, 6의 NO_3-N 및 NH_4-N 의 흡수과정과 비교할 때 실험수증은 생육초기 및 후기에 N성분흡수와 더불어 생육의 증가를 보이고 있어, 생체량의 증가는 N질 흡수와 크게 관련 하는 것(Gamborg, 1970; Ojima et al., 1976; Veliky et al., 1973; Ikeda et al., 1974)임을 증명하여 주었다. 그러나 전반적인 생육물의 증가는 세포 level(Gamborg, 1970; Böhrend et al., 1975; Kang, 1973)에서 보다 현저하게 낮은 양을 나타내고

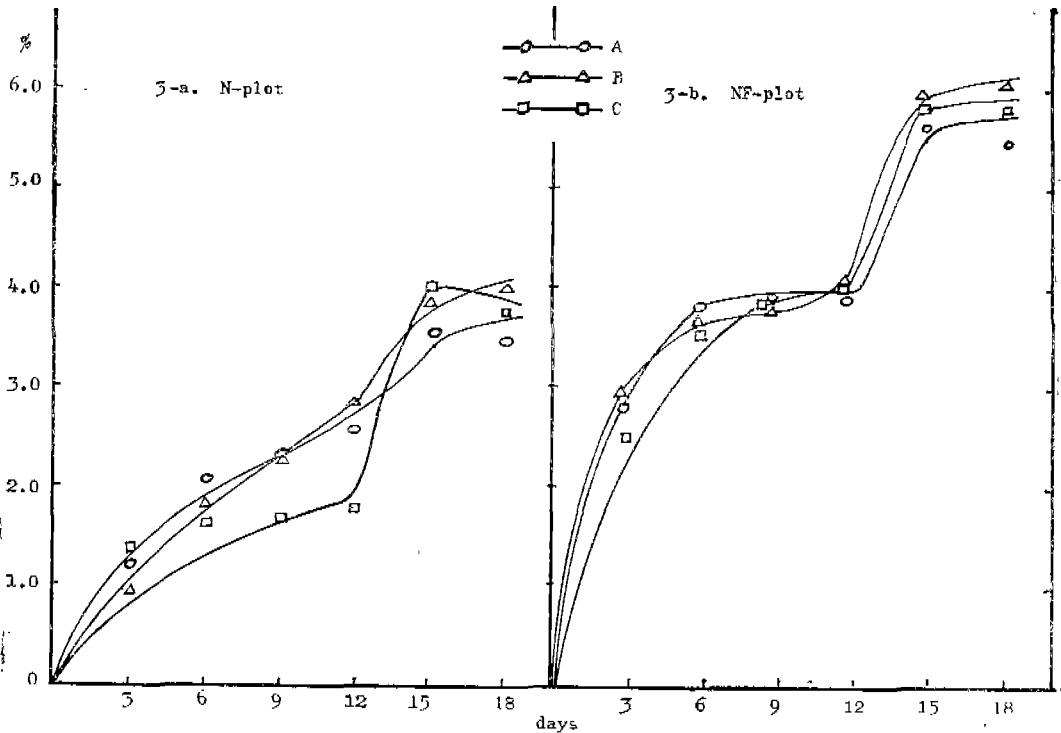


Fig. 3. Growth rate of the cultured tissues in each plot.

A: *Robinia pseudoacacia* L. B: *Lespedeza bicolor* T. C: *Pueraria thunbergiana* B.

있었다.

또한 실험식물별 생육의 차이는 흙에서 다소 높은 결과값 보였다.

② 窒素給源의 變化

N-plot과 NF-plot에서 생육된 시료별 전질소 및 단백질함유율, 동시에 이들 시료가 생육된 배양액내의 NO_3-N 및 NH_4-N 의 변화는 다음과 같다.

전질소의 변화는 Fig. 4에 표시하였다. 먼저 NF-plot에서는 배양 12일째까지 대단히 불규칙적인 상태를 나타내고 있었다. 즉 6일째 (4.8~6.4%)에 비하여 9일째에는 감소현상을 보이다가 이후 12일째에는 다시 0.5% 정도로 증가되다가 이후 계속하여 감소되고 있었다.

반면 N-plot에서는 시료별 N 함유율은 균일한 양상을 나타내었는데, 배양초기에 3.1~3.5%의 함유율을 보이면서 이후 12일까지 증가현상을 나타내고 있는데 아카시아의 경우 6.2%까지 상승된 함유율을 나타내어 배지에 첨가된 N 성분율 최대를 흡수하고 있는 것으로 보여졌다. 그러나 15일이 경과하면서 다시 감소현상을 나타내다가 18일째에는 흙의 경우 2.7%까지 감소된

상태로 나타났다. 즉 NF-plot에서 불규칙적인 변화폭은 배지내에 충분한 N 공급이 지속되지 않을 때에는 조직내 질소대사가 평형을 이루지 못함을 시사하였다 (Nightingale, 1942).

또한 N-plot에서는 경시일에 따라 균일한 분포양상을 보이면서 생육장기에 이르러 배양액내의 N 성분율 최대를 흡수하다가 이후 생육일의 지연에 따라 조직내 N 성분이 배양액으로 이동되고 있음을 추측케 하였다 (Cooper, 1976; Kang, 1973).

이러한 변화는 단백질함유율 (Table 2)에서도 뒷받침 되고 있었는데, 즉 NF-plot에서는 경시일에 따른 단백질의 변화는 일정한 분포양상을 나타내지 않았고, 단지 배양후기에 상당량이 배지로 유실됨을 나타내어 15일째부터는 모든 시료에서 20%미만을 보였다. 반면 N-plot에서는 전질소양의 증가와 함께 체내 단백질 함유율도 상승하면서, 12일째는 최고 6.2%의 N 함유율을 보였던 아카시아는 단백질에서도 38.8%의 높은 함유율을 나타내어 N 성분의 흡수와 함께 단백질중의 체내 유기물함량이 활발하게 진행되는 추측할 수 있었다.

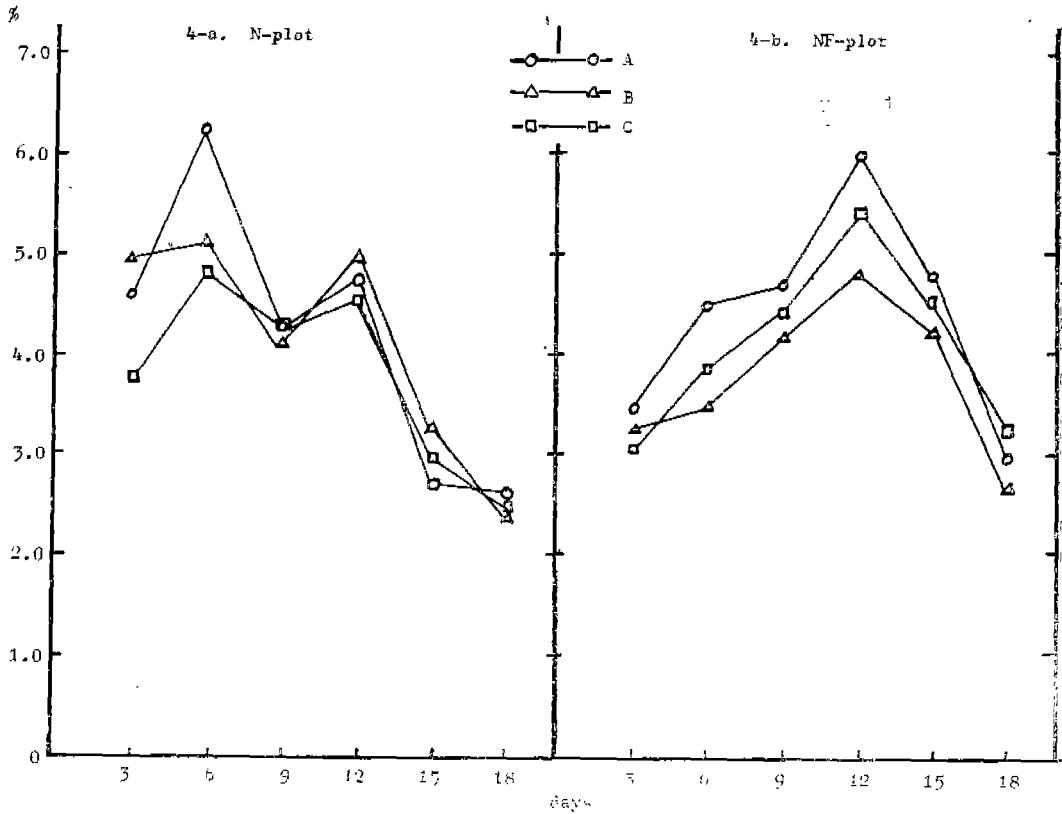


Fig. 4. The concentration of nitrogen during the experimental period.
 A: *Robinia pseudoacasia* L. B: *Lespedeza bicolor* T. C: *Pueraria thunbergiana* B.

Table 2. Protein contents of each plot during the experimental period

| Plots | Time intervals | days after culture | | | | | |
|----------|----------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| | | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| N-plots | A | 28.1 | 38.8 | 25.6 | 29.7 | 16.3 | 16.3 |
| | B | 30.0 | 31.9 | 25.6 | 30.6 | 20.0 | 15.0 |
| | C | 23.4 | 29.0 | 26.2 | 28.4 | 18.4 | 15.6 |
| NF-plots | A | 21.8 | 28.8 | 29.4 | 38.8 | 30.0 | 19.3 |
| | B | 20.0 | 21.3 | 26.3 | 29.4 | 26.9 | 16.9 |
| | C | 19.3 | 23.8 | 27.5 | 33.8 | 28.1 | 21.3 |

unit : %

(note): A: *Robinia pseudoacasia* L. B: *Lespedeza bicolor* T.
 C: *Pueraria thunbergiana* B.

동시에 이들 시료가 생육된 배지에서 생육시기별로 나타난 $\text{NO}_3\text{-N}$ 및 $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 함량은 다음과 같다.

Fig. 5는 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 변화를 표시하였는데, 먼저 N-plot의 경우 모든 시료는 배양초기에 될가된 $\text{NO}_3\text{-N}$ 성분을 거의 흡수하는 것으로 나타나고 있는데, 쾨의

경우는 95%까지 흡수하고 있었다. 이후 6日 및 15日 때에 일시적인 방출을 나타내다가 배양후기에는 재흡수되는 양상을 보였다. 대체로 잔존량은 $4\text{mg}\cdot\text{NO}_3\text{-N}/\text{flask}$ 미만을 나타내고 있었다.

또 NF-plot(Fig. 5-b)에서는 생육기간동안 방출되

는 양은 $400\mu\text{g}\cdot\text{NO}_3\text{-N/flask}$ 미만의 낮은 양을 보였는데, 취의 경우는 배양 3일째에 $65\mu\text{g}\cdot\text{NO}_3\text{-N/flask}$ 로 최저량을 보이다가 15일째에는 시로중 가장 큰 방출량($370\mu\text{g}\cdot\text{NO}_3\text{-N/flask}$)을 보였으며, 아카시아와 싸리는 전 생육기간에 걸쳐 $200\text{-}300\mu\text{g}\cdot\text{NO}_3\text{-N/flask}$ 의 비교적 균일한 변화폭을 보여주었다.

또한 배양액내 $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 변화(Fig. 6)에 있어서도 배양초기에 이미 첨가된 $\text{NH}_4\text{-N}$ 성분의 90% 이상을 흡수하고 있었다. 실험시료별로는 취의 경우 계속하여 흡수되는 양상을 보여 생육초기인 3일째($124\mu\text{g}\cdot\text{NH}_4\text{-N/flask}$)부터, 이후 18일째($42\mu\text{g}\cdot\text{NH}_4\text{-N/flask}$)까지 점진적인 감소현상을 나타내었다. 그러나 아카시아 및 싸리에 있어서는 생육중기에는 방출, 흡수되는 양상이 불규칙하였으나 후기에는 취의 경우와 같이 조직내로 재흡수됨을 보이고 있었다. 또한 NF-plot에서도 생육 초기에 방출된 $\text{NH}_4\text{-N}$ 성분이 후기에 다시 흡수되는 상태를 보였는데 특히 아카시아의 경우는 $4\mu\text{g}\cdot\text{NH}_4\text{-N/flask}$ 의 낮은 잔존량을 나타내고 있었다.

위의 결과에서 N-plot 및 NF-plot의 잔존량의 차이는 대체로 $\text{mg}\cdot\text{N}$ 및 $1/10\text{mg}\cdot\text{N}$ 의 폭으로 변화하고 있

는데, 이것은 식물조직과 매지에서 이동되는 질소질의 양은 첨가된 만큼 비례되어짐을 나타내고 있었다. 또 Fig. 4의 전질소변화율과 비교할 때 배양후기(2.7-3.1%·N) 보다 초기에 높은 함유율(3.1-3.5%·N)을 보인 것은 $\text{NO}_3\text{-N}$ 및 $\text{NH}_4\text{-N}$ 가 초기에 거의 흡수되어짐을 재확인시켰으며, 또한 N-plot의 $\text{NO}_3\text{-N}$ 에 있어서 배양 9~12일 제에 재흡수되는 결과를 보인 것은, 동시기의 전질소양에서 최대의 함유율을 나타낸 것으로 미루어 볼 때 생육후기에는 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 흡수가 활발하게 일어나고 있음을 나타내어 Kang(1973)의 cell level에서의 결과와 일치한다고 보았다. 또한 전질소의 경우 6~9일째의 함유율 상승은 Veliky(1973) 및 Gamborg(1968) 등이 보고한, $\text{NH}_4\text{-N}$ 는 배양초기에 대부분 배양조직에 흡수한다는 결과에 비교할 때 이 시기(6~9일)에 전질소함유율의 상승은 $\text{NH}_4\text{-N}$ 의 흡수에 기인하는 것이라 볼 수 있었다.

$\text{NH}_4\text{-N}$ 및 $\text{NO}_3\text{-N}$ 가 흡수, 방출되는 시기에 따라 배양액내의 pH변화를 Table 3.에 표시하였다.

N-plot에서는 배양 3일째에 pH가 다소 높아지고 있었으며, 이후 6~9일째 pH 6.0 이상을 상회하다가 다시

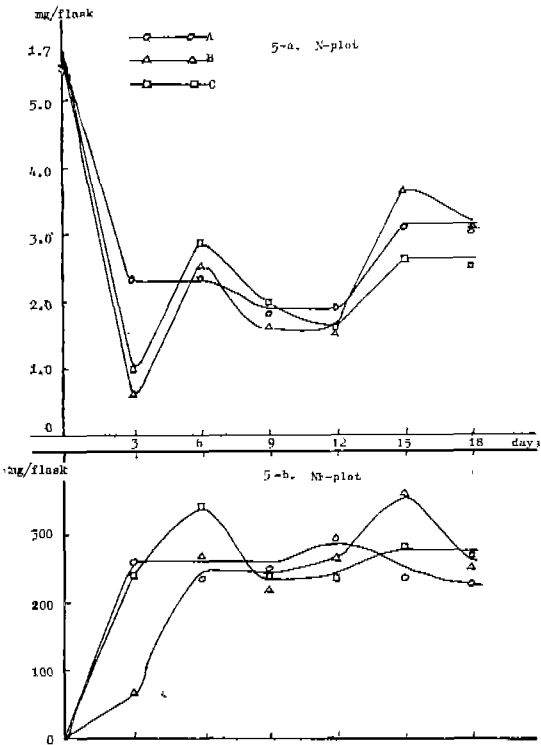


Fig. 5. Changes of $\text{NO}_3\text{-N}$ in cultured media in each plot.

- A: *Robinia pseudoacasia* L.
- B: *Lespedeza bicolor* T.
- C: *Pueraria thunbergiana* B.

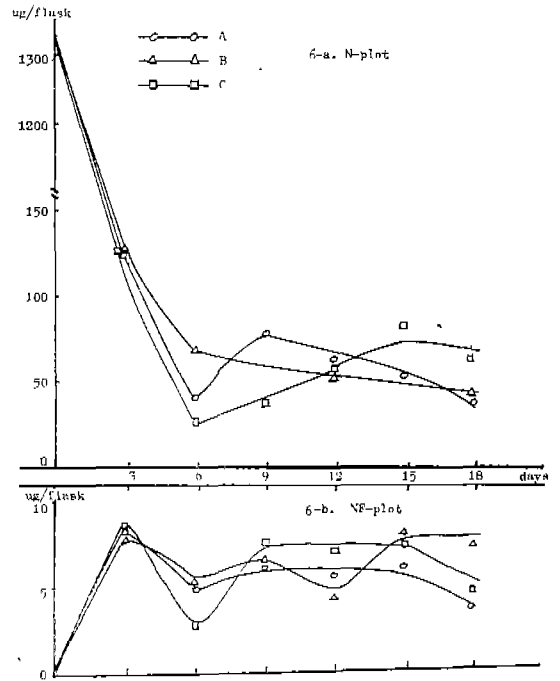


Fig. 6. Changes of $\text{NH}_4\text{-N}$ in cultured media in each plot.

- A: *Robinia pseudoacasia* L.
- B: *Lespedeza bicolor* T.
- C: *Pueraria thunbergiana* B.

Table 3. pH-changes in each plot during the organ culture

| Plots | Time intervals | days after culture | | | | | |
|----------|----------------|--------------------|------|------|------|------|------|
| | | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| N-plots | A | 5.86 | 6.15 | 6.10 | 5.90 | 5.86 | 5.84 |
| | B | 5.86 | 6.05 | 6.04 | 5.90 | 5.86 | 5.83 |
| | C | 5.75 | 6.04 | 6.01 | 5.89 | 5.81 | 5.72 |
| NF-plots | A | 6.01 | 6.15 | 5.96 | 5.91 | 5.80 | 5.85 |
| | B | 6.15 | 6.10 | 5.85 | 5.85 | 5.83 | 5.86 |
| | C | 6.12 | 6.12 | 5.96 | 5.90 | 5.90 | 5.86 |

(note) The initial pH of the medium was 6.00.

A: *Robinia pseudoacasia* L. B: *Lespedeza bicolor* T.

C: *Pueraria thunbergiana* B.

내려가는 양상을 보였는데, NF-plot에서는 배양초기 (pH 6.01~6.15)에 비하여 후기에 낮아지는 상태를 나타내고 있었다.

즉 앞서 설명한 바와 같이 N-plot에서는 배양초기에는 NO₃-N 및 NH₄-N가 동시에 흡수되고 있으나, 배

양 6~9일째에 pH가 높아질에 따라 NH₄-N가 더욱 활발히 이동 되어짐을 증명하고 있었다(Martin et al., 1976). 또한 배양후기인 12~15일째에 pH가 낮아지는 것은 Fig. 5의 결과에서처럼 배지내로 NO₃-N가 방출 되는 결과라 하겠다.

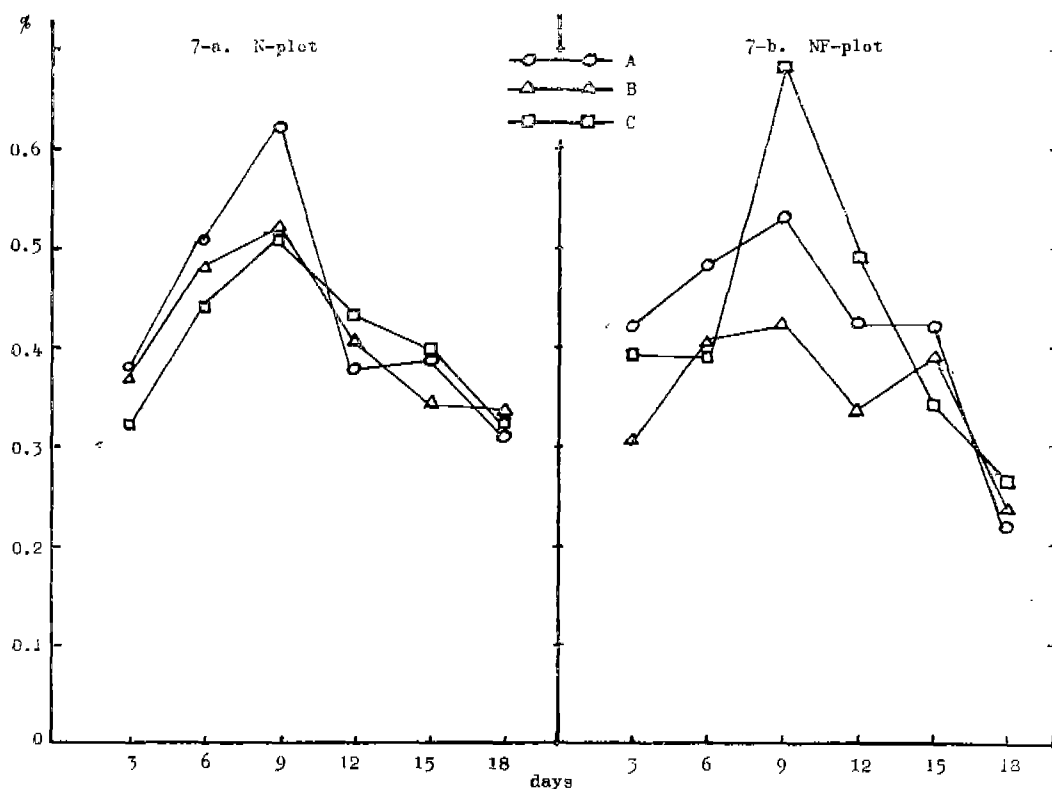


Fig. 7. The concentration of phosphorus during the experimental period.

A: *Robinia pseudoacasia* L. B: *Lespedeza bicolor* T.

C: *Pueraria thunbergiana* B.

또한 전배양기간에 나타난 pH의 변화양상은 initial pH인 6.0에서 크게 벗어나지는 않았는데, 이것은 nitrate 혹은 ammonia를 동시 처리하였을 때에는 단적으로 처리했을 때에 비하여 안정된 수소이온농도를 유지한다고 보았다(Wetherell et al., 1976).

③ 全 燐

N-plot 및 NF-plot에서 생육시기별로 나타난 전인산의 함유율을 Fig. 7에 표시하였다.

먼저 NF-plot에서는 배양중기인 9~12일째에 0.4~0.6%의 비율로서 생육기간중 최대의 함유율을 보였으며, 특히 9일째, 아카시아에 있어서는 0.62%를 나타내어 같은 시기에 각각 0.52% 및 0.51%를 보인 쉐, 싸리에서 보다 체내 유기물대사에서 인산 참여도가 큰 것으로 나타나있다. 이후 인산양은 생육기간이 경과함에 따라 감소현상을 나타내어 18일째에는 0.35%미만을 보여, 이온상태로서 배양액내에 계속 이동되고 있음을 추측케 하였다(Breon et al., 1944).

한편 N-plot에서는 모든 실험시료의 전경시일에서 변화폭이 크게 나타나고 있었는데, 즉 배양 6일째까지 아카시아는 0.48%로서 가장 높게 나타났던 반면, 9일째에는 싸리에서 0.68%까지 상승하고 있었다. 이후에도 실험시료간에는 다소의 차이를 보이면서 18일째에는

NF-plot보다도 더 낮은 3%미만을 나타내고 있었다. 그러나 전반적인 분포율은 NF-plot보다 높게 나타나는 것으로 보아, 비록 배지로 사용된 B-5 media에 동량의 인산(1.1mM $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}/l$)이 공급되었다 할지라도, N성분의 존재하에서는 조직의 인산함수가 촉진되고 있음을 시사하였다(Nightingale, 1942; Yang et al., 1977). 더욱이 N-plot에서, 생육후기에 NF-plot보다 더 낮은 함유율을 나타낸 것으로 보아 배지내 N성분은 조직에서 흡수, 이동되는 인산량에 민감하게 작용하고 있음을 추측케 하였다.

⑤ 全 加里

Fig. 8은 실험구별 전加里의 변화율을 나타내었다.

먼저 NF-plot(Fig. 8-a)의 경우는, 본래 배지로부터 절핍시킨 nitrate원(25.0mM KNO_3/l)에서 동시에 제거된 K성분의 영향이 현저하게 나타났다. 즉 N-plot(Fig. 8-b)에 비하여 생육기간동안 모든 시료의 K함유율은 0.2%미만을 보였으며, 특히 배양후 9일경에는 전시료에서 0.05%까지 감소되고 있었다. 그러나 생육후기에 이르러 K함유율은 증가하기 시작하여 배양 18일째에는 0.16~0.20%까지 상승하고 있었다.

한편 N-plot에서는 첨가된 K성분에 크게 영향을 받아 0.2%미만을 보인 NF-plot에 비하여 0.25~0.58%

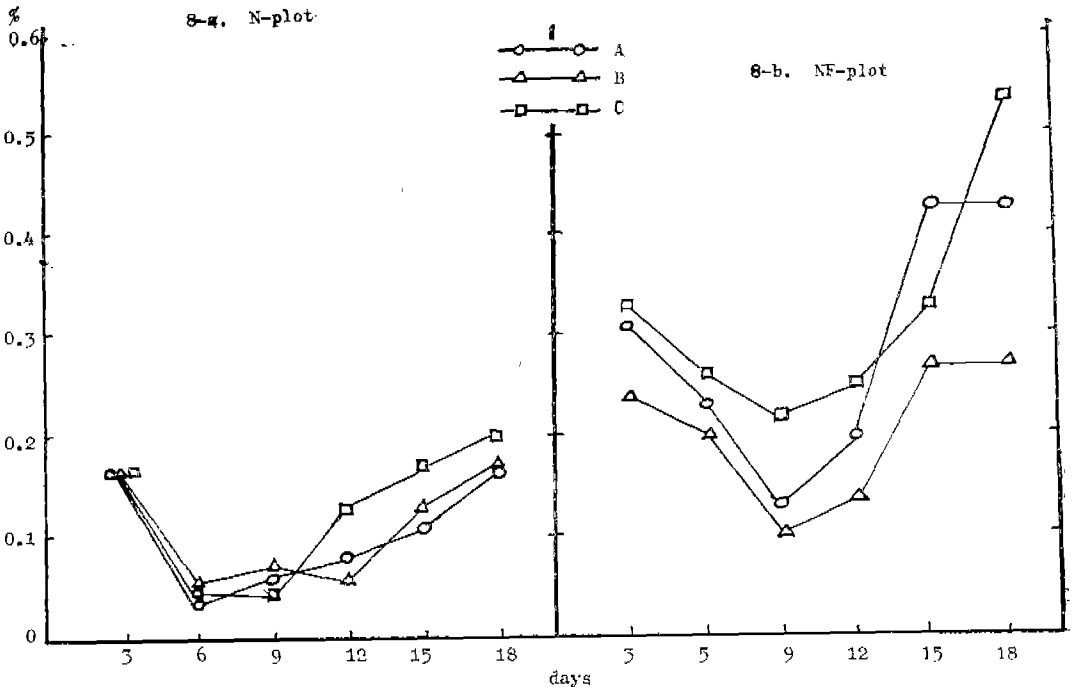


Fig. 8. Tissue concentration of potassium during the experimental period.
 A: *Robinia pseudoacasia* L. B: *Lespedeza bicolor* T.
 C: *Pueraria thunbergiana* B.

의 함유율을 나타내었으며 또한 배양 9일째에는 NF-plot에서와 같이 모든 시료에서 일시 감소현상을 나타냈으나 이후 배양후기까지 계속 증가되는 함유량을 보였는데, 특히 쌀리의 경우는 전 생육기간 동안 0.25% 이상의 높은 함유율을 나타낸 반면 짚은 가장 낮은 분포(0.12~0.28%)를 보였는데, 이것은 실험식물별로 체내 유기물대사에 K의 이용도가 판이하게 다르다는 것을 암시 하였다.

생육후기에 이르러서 K함유율 증가 현상이 NF-plot에서도 나타나고 있는 것은 배지에 microelement로서 첨가된 KI(0.75mg/l)의 영향인 것으로 생각되었으며 일반적으로 K성분에 대한 식물의 요구도는 체내에 필요이상으로 흡수하는점(Oh, 1975)으로 비추어, 배양 후기에는 배지에 첨가된 K성분을 최대한 흡수한다고 보았다.

또한 Eaton(1950, 1952)의 보고에 의하면 K가 결핍된 식물에서는 가용성질소 화합물인 amide 및 amino산 등의 체내함량이 높아져 체외로 방출되는 양이 증가한다고 하였는데, 전술한 Fig. 6-b의 NF-plot에서 $\text{NH}_4\text{-N}$ 성분이 배양 12~15일째에 증가를 나타낸 것은 결핍된 K성분의 영향도 있었음을 추측케 하였다.

한편 두 시험구의 전 생육기간에 나타난 K분포 곡선은 동일한 양상으로 변화하였고, 단지 K성분이 첨가된 N-plot에서는 NF-plot에 비하여 높게 나타난 것으로 볼 때, K의 체내분포는 질소의 존재에는 큰 영향을 받지 않고, 오직 첨가된 K의 양에 따라 일정한 비율로 증가 된다는 것을 시사하였다.

摘 要

豆科식물인 아카시아, 찰, 쌀리란 시료로 하여 묘목을 수경재배하고 이어서 각식물의 근절편을 B-5 media에서 질소시비에 따라 무균배양시켜, 배양액 및 배양세포의 N성분 및 이에 따른 생육량과 P, K 등의 체내 함유율 변화를 조사 하였다.

① 수경재배

무시비 상태에서 수경재배 하였을때 N성분의 배양내의 분포는 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 경우 200~400 $\mu\text{g}/\text{flask}$ 의 양을 보인 반면 $\text{NH}_4\text{-N}$ 는 10 $\mu\text{g}/\text{flask}$ 를 나타내었는데, 이처럼 $\text{NH}_4\text{-N}$ 양이 낮게 나타나고 있음은 배지로 방출된 가용성 질소화합물인 유리 아미노산 및 기타 amide 계열의 물질이 배양액내에서 쉽게 $\text{NO}_3\text{-N}$ 으로 전환되어짐을 의미 하였다.

② 무균배양

질소 첨가구에서 생육된 시료는 이미 배양초기에 철

가된 N성분의 90%이상을 흡수하고 있었으며, 또한 배양 중기에는 시료별로 방출, 흡수되는 양상은 다소 차이를 나타냈으나, 후기에는 다시 활발하게 재흡수됨을 보였다. 그러나 무질소 시험구에서는 배지에 방출되는 N성분의 양은 질소 시험구의 최소 잔존량에도 미치지 못하는 낮은 양이었으며, 생육기간중 흡수, 방출되는 N양의 변화폭도 첨가된 N함량에 따라 비례되고 있었다.

등시에 생육물에 있어서도 무질소 시험구는 배양 12일째에 생육이 한계에 도달하고 있었으며 증가율도 4%미만을 나타내어 대체로 질소 시험구의 0.5배에 미치고 있었다.

배지에 N성분을 결핍시켰을 때에는 전질소의 분포가 경시적으로 불규칙한 상태를 나타내어 조직내 질소대사가 평형을 이루지 않고 있음은 당연 하다고 생각되었지만, 이러한 현상은 전 인산의 분포에서도 동일한 양상을 나타내어 배양조직내 전 인산의 분포는 첨가된 N량에 영향을 받고 있었는데, 즉 두 시험구에서 동일한 양의 인산이 공급 되었음에도 불구하고 N시험구에서는 인산흡수가 경시적으로 촉진됨을 보였고, 생육후기에는 배지로 방출되는 인산의 이동에 있어서도 N 시험구에서는 민감하게 촉진되고 있음을 나타내었다.

그러나 카리분포에 있어서는 배지에 존재하는 N량에는 큰 영향을 받지 않고 단지 첨가된 K량에 따라 비례적으로 높아지고 있었다.

대체로 실험식물별로 나타난 각성분의 변화양상은 유사한 상태를 보인 것으로 비추어 부과 목본식물군에 있어서 체내대사는 비교적 일정한 pattern을 가진다고 보았다.

參 考 文 獻

- Allen, R.J.L. 1940. *Biochem. J.* 34: 858—865.
 Behrend, J. and R.I. Mateles. 1975. *Plant Physiol.* 56: 584—589.
 Beevers, L. and R.H. Hageman. 1969. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 20: 495—522.
 Breon, W.S., W.S. Gillam and D.J. Tendam. 1944. *Plant Physiol.* 19: 495.
 Caldas, R.A. and L.S. Calda. 1976. *Physiol. Plant.* 37: 111—116.
 Cooper, D.R., D.G. Hill-Cottingham, and C.P. Lloyd-Jones. 1976. *Physiol. Plant.* 38: 313—318.
 Dougall, D.K. 1974. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 58: 639—646.
 Dusky, J.A., and D.S. Galitz. 1977. *Physiol. Plant.* 39: 215—220.
 Eaton, S.V. 1950. *Bot. Gaz.* 111: 426.
 Eaton, S.V. 1952. *Bot. Gaz.* 113: 301.

- Furuhashi, K. and M. Yatazawa. 1970. *Plant and Cell Physiol.* 11 : 569-578.
- Gamborg, O.L., R.A. Miller and K. Ojima. 1968. *Expl. Cell Res.* 50 : 151-158.
- Gamborg, O.L. 1970. *Plant Physiol.* 45 : 598-600.
- Heimer, Y.M. and P. Filner. 1970. *Biochem. Biophys. Acta.* 215 : 152-165.
- Helal, M., K. Koch, and K. Mangel. 1975. *Physiol. Plant.* 35 : 310-313.
- Ikeda, M. and Y. Yamada. 1974. *Soil Sci. Plant Nutr.* 20-2 : 185-194.
- Ishijuka, J. 1972. *Bull. Hokkaido National Agr. Cult. Expl. Station.* 101 : 51-121.
- Jackson, W.A., K.A. Ashley, and R.J. Volk. 1975. *Plant Physiol.* 55 : 1102-1106.
- Kang, Y.H. 1973. *Yonseinonchong.* 10 : 411-434.
- Kang, Y.H. 1976. *Korean Jour. Plant Tissue Culture.* 4-1 : 18-26.
- Martin, S.M. and D. Rose. 1976. *Can. Jour. Bot.* 54 : 1264-1270.
- Nightingale, G.T. 1942. *Bot. Gaz.* 103 : 409.
- Oh, W.K. 1975. *Iljogak.* Soil Science. 1st. ed.
- Ohira, K., K. Ojima, and A. Fujiwara. 1973. *Plant and Cell Physiol.* 14 : 1113-1121.
- Ojima, K. and K. Ohira. 1976. *J. Sci. Soil and Manure. Japan.* 43 : 371-376.
- Yamaguchi, C., K. Ohira, and K. Ojima. 1976. *J. Sci. Soil and Manure. Japan.* 47 : 79-84.
- Yang, M.H., Y.H. Kang, and J.S. Lee. 1978. *J. Nat. Sci. Res. Institute.* 1(1) : 37-46.
- Yatazawa, M. and M. Yoshida. 1967. *J. Sci. Soil and Manure. Japan.* 38 : 379-382.
- Veliky, I.A. and D. Rose. 1973. *Can. Jour. Bot.* 51 : 1837-1844.
- Wetherell, D.F. and D.K. Doughtall. 1976. *Physiol. Plant.* 37 : 97-103.

(1978. 12. 15 접수)