

# 玉米不同株齡幼苗與耐銨之相關性<sup>1</sup>

謝光照<sup>2,4</sup> 曹文隆<sup>2</sup> 何千里<sup>2</sup> 楊金興<sup>2</sup> 盧煌勝<sup>3</sup>

## 摘 要

謝光照、曹文隆、何千里、楊金興、盧煌勝。2003。玉米不同株齡幼苗與耐銨之相關性。中華農業研究 52:130-135。

本試驗利用玉米自交系及 F<sub>1</sub> 單交種為材料，於玉米不同株齡期，以 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup>，在砂耕栽培環境下進行試驗。結果顯示，不同基因型間對 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 之耐性有明顯的差異；不同株齡間其耐性也不同，隨著株齡增加其耐性漸增，且株齡與乾物重間呈直線相關。本研究結果得知，有效的鑑別及篩選耐銨之玉米種源的最適當時期為 2 葉齡期，其次為 0 葉齡期(即玉米剛出土，但葉片尚未展開)。

**關鍵詞：**玉米、株齡、銨(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)、相關性。

## 前 言

作物種類不同對 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 與 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 的喜好程度有所不同，像菸草(Evans & Weeks 1947)、大麥(Arnon 1939)、番茄(Lorenz & Johnson 1953)在 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 環境下生長較優於 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 下。而不同作物種類對 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的耐受性也不相同(Chaillou *et al.* 1986; Gill & Reisenauer 1993; Qasem & Hill 1993)。Aarnes 等學者(1995)以挪威赤松(Norway spruce)為材料，在 0.5~50 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 濃度下栽培，結果顯示以 5.0 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 濃度下，其生長較佳；但當濃度再增高時，其生長量呈現減少。Wu 等學者(1998)以 11 個玉米自交系在 10~40 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 濃度下進行試驗，結果顯示幼苗乾物質生長量隨銨濃度增加而下降之現象。Xu 等學者(1992)指出玉米忍受 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 最高濃度為 10 mM。

玉米對於 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 及 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 均能加以吸收及利用。Bennett 等學者(1964)以 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 及 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 當作氮肥進行養液砂耕栽培玉米，經生長 5 週後，顯示在 112 ppm 濃度下，以 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 處理者其生長情形優於 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 處理者，而生長在 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 者其根呈現不健康之暗褐色。Cramer & Lewis(1993)的試驗亦指出玉米以 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 當作氮肥者比 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 當作氮肥者，其根系伸展較緩慢。在田間施用液態氮當作氮肥且添加硝化抑制劑 Nitrapyrin 時，高濃度的 NH<sub>3</sub> 會對玉米產生毒害作用(Blackmer & Sanchez 1988)。Cooke(1962)、Collver & Welch(1970)指出當土壤內 NH<sub>3</sub> 和 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 濃度達 944 ppm 時，玉米發芽及早期生育會有明顯的阻礙作用；當濃度達 1628 ppm 時會完全抑制根生長，而受到 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 毒害的根較正常者肥厚且分支根較多，同時根系之根尖呈褐色且外型枯萎。

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2155 號。接受日期：92 年 5 月 9 日。
2. 本所農藝組副研究員、助理研究員、助理研究員、助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 本所前農藝系研究員兼主任，現任苗栗區農業改良場場長。臺灣省 苗栗縣。
4. 通訊作者，電子郵件：x486045@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302806。

玉米對  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  及  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  的吸收及其利用之代謝效能有所不同，一般在蛋白質的合成利用上  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  比  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  具有較高的效能(Schrader *et al.* 1972)。倘若玉米栽培上施用  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  肥及添加硝化抑制劑後，能有效的抑制硝化菌把  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  轉變成  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  的量，則不但可減少氮肥的施用量，同時可大大的提高  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  的利用效能且能減少  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  對地下水之汙染。Handa 等學者(1985)研究指出銨對玉米生長的效能，主要受生長時期及其使用濃度所影響，各個生長時期的幼苗，接受  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  濃度不同其生長速率也不同。玉米種源類別不同(normal vs opaque-2)，在高  $\text{NH}_4^+$ 濃度下，其生長的受限程度不同(Handa *et al.* 1984)。Wu 等學者(1998)報告亦指出不同玉米自交系種源，其對銨態氮的利用及其耐銨性有程度上的差異存在。

上述研究顯示，玉米對銨的耐受性有遺傳差異存在，要篩選對銨具有較強耐性之種源時須於適當時期進行篩選，才能達到最大的效果。本試驗即於玉米不同幼苗期以高濃度  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  於砂耕中進行處理，藉由處理後乾物重的表現來探討株齡與其耐銨性之關係，以作為遺傳研究及育種選拔上之參考。

## 材料與方法

試驗(一)所使用的材料為玉米(*Zea mays* L.)自交系 A661、H95、ICAL210 及 TA85-17。開始銨處理之株齡期分為 0(玉米剛出土，但葉片未展開)、2 葉齡(長出完整的 2 葉片)、4 葉齡及 6 葉齡等四種。試驗(二)所使用的材料有玉米自交系 A661、H95、ICAL210、TA85-17 及單交種 H95×PH9、TA85-17×H95、ICAL210×A661 及 TA85-17×A661 等八個基因型。株齡分-2(剛播種)、0(剛出土，但葉片未展開)、2 葉齡及 4 葉齡等四種。以砂耕進行栽培，每盆播 5 粒種子，然後選留較整齊一致者 3 株為材料。於處理銨養液前，每一基因型、每葉齡、每重複先清洗一盆(3 株)作為未處理前之生長量數據，然後再進行銨養液之處理。每天每盆(高 17.5×直徑 12.8cm)澆 500ml 經修飾過的 Hoagland 營養液，其成分包括 100 mM  $(\text{NH}_4^+)_2\text{SO}_4$ 、2.5 mM  $\text{K}_2\text{SO}_4$ 、4.0 mM  $\text{MgSO}_4$ 、1.0 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 、1.1 mM  $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、23  $\mu\text{M}$   $\text{H}_3\text{BO}_3$ 、46  $\mu\text{M}$   $\text{MnSO}_4$ 、15  $\mu\text{M}$   $\text{ZnSO}_4$ 、16  $\mu\text{M}$   $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、0.8  $\mu\text{M}$   $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  和 100  $\mu\text{M}$  Fe-EDTA (Handa *et al.* 1984)。以 KOH 調整其 pH 值至 6.5。經營養液處理 14 天後，進行清洗根，然後在 70°C 烘乾機烘 24 hr 後，稱其整株乾物重。

經處理 14 天後之乾物重扣掉處理前之乾物重，即為以 100 mM  $\text{NH}_4^+$ 處理後所增加之乾物重，將所獲得數據，依裂區設計，株齡為主區，基因型為副區，四重複，進行變方分析、平均值顯著性比較與估算變異係數(CV%)；同時分析株齡與乾物重間之相關係數。

## 結 果

本研究以四種個玉米自交系在不同株齡之幼苗經 100 mM  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  處理後，觀察發現 0 葉齡期(剛出土)，自交系 ICAL210 在第九天時呈現明顯抑制生長現象，而 ICAL210 和 TA85-17 則在第 14 天呈現凋萎，但 H95 及 A661 兩個自交系則生長良好。在 2 葉齡期處理時，ICAL210 在第 8 至 9 天時呈現明顯抑制生長現象，而 ICAL210 和 TA85-17 則在處理 14 天後開始有明顯凋萎出現，但 A661 及 H95 仍然生長良好。而在 4 與 6 葉齡期處理時，以 100 mM  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  處理 14 天後，四個自交系均沒有萎凋現象，僅 ICAL210 生長呈現較為緩慢。不同株齡之玉米自交系經 100 mM  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  處理 14 天後，增加之乾物重經變方分析之結果顯示株齡間與基因型間皆達極顯著差異；而株齡與基因型之交感作用亦達顯著差異(表 1)。由乾物重的平均值加以比較(表 2)，顯示幼苗乾物重隨著株齡之增加而越重，經由株齡與乾物重之相關分析，發現其相關係數達極顯著( $r = 0.84^{**}$ )，顯然玉米幼苗株齡越大，其對銨( $\text{NH}_4^+$ )之耐性越大。同一株齡內之自交系間相比較可看出不論 0、2、4 或 6 葉齡期，均以 H95 及 A661 乾物重較重，其次為 TA85-17，最低者為 ICAL210。亦即所使用的自交系種源不同，在高銨( $\text{NH}_4^+$ )濃度下，其耐性的程度有極明顯的差異。另由不同株齡間之變異係數(CV%)加以比較，顯示以 2 葉齡期具有最大的變異係數，其次為 0 葉齡期，而 4 葉齡期與 6 葉齡期則具有最小之變異係數。

試驗二除了使用 A661、H95、ICAL210 及 TA85-17 等四個自交系外，另增加 H95 × PH9、TA85-17 × H95、ICAL210 × A661 及 TA85-17 × A661 等四個單交種，處理的株齡期則分為-2(剛播種)、0(剛出土，但葉片未展開)、2 葉齡(2 片葉子完全展開)及 4 葉齡(生長出 4 片葉子，並完全展開)。經 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 處理 14 天後，觀察顯示於-2、0 及 2 葉齡期內不耐鉍之基因型開始呈現萎凋現象，而在 4 葉齡期，基因型間也有明顯的差異出現。所獲得之乾物重經變方分析之結果顯示在株齡間、基因型間及株齡 × 基因型間之交感作用均達極顯著差異(表 3)。而由平均值的表現亦顯示隨著株齡的增加，其乾物重呈現漸增之趨勢，即表示株齡越大，其對鉍的耐性增強；由直線相關分析顯示其相關係數達極顯著( $r = 0.76^{**}$ )。另由基因型平均值加以比較，可看出以 A661、H95、H95 × PH9 及 TA85-17 × H95 四種基因型之乾物重較大，而 ICAL210 × A661 和 TA85-17 × ICAL210 表現次之，TA85-17 及 ICAL210 則具有最小之乾物重，亦即基因型間在 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 下其耐鉍性之程度有顯著差異存在(表 4)。以不同株齡間之變異係數加以比較，顯示在 2 葉齡期具有最大之變異係數，其次為 0 葉齡期，再其次為 4 葉齡期，最小者為-2(剛播種)葉齡期。由上述兩個試驗之結果，可看出在 2 葉齡期進行耐鉍之篩選，基因型間會顯示出最大之遺傳差異，為玉米幼苗耐鉍篩選之最適當時期。

表 1. 四個玉米自交系在四種不同株齡期以 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 處理後所獲幼苗全株乾物重變方分析之均方值

Table 1. ANOVA of total dry weight for four inbred lines of corn as treated with 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup> at four vegetative growth stages

| Source                        | Df | Mean squares           |
|-------------------------------|----|------------------------|
| Plant growth stage (P)        | 3  | 116.285 <sup>**z</sup> |
| Block/ Plant growth stage (P) | 12 | 0.750                  |
| Genotype (G)                  | 3  | 31.474 <sup>**</sup>   |
| P × G                         | 9  | 2.878 <sup>*</sup>     |
| E (b)                         | 36 | 0.417                  |

<sup>z</sup>\*, \*\* Significantly different at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

表 2. 玉米自交系在不同株齡期以 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 處理後所獲幼苗全株乾物重之平均值

Table 2. Means of total dry weight (g/3 plant) for inbred line of corn as treated with 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup> at four vegetative growth stages

| Genotype                     | Dry weight (g/plant) at different Plant growth stage <sup>z</sup> |       |       |       | Genotype<br>$\bar{x}$ |
|------------------------------|---|-------|-------|-------|-----------------------|
|                              | 0   | 2     | 4     | 6     |                       |
| A661                         | 1.35  | 2.64  | 6.98  | 7.92  | 4.72                  |
| H95                          | 1.56  | 3.36  | 6.77  | 8.27  | 4.99                  |
| ICAL210                      | 0.43  | 0.82  | 2.58  | 3.98  | 1.95                  |
| TA85-17                      | 0.72  | 0.95  | 5.14  | 6.57  | 3.44                  |
| Plant growth stage $\bar{x}$ | 1.01  | 1.94  | 5.35  | 6.69  |                       |
| CV(%)                        | 49.60   | 61.20 | 35.20 | 30.70 |                       |

<sup>z</sup> Plant growth stage : LSD<sub>0.05</sub> = 1.11; Genotype : LSD<sub>0.05</sub> = 0.77; Plant growth stage × genotype : LSD<sub>0.05</sub> = 1.07

表 3. 八個玉米基因型在四種不同株齡期以 100 mM NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 處理後所獲幼苗全株乾物重變方分析之均方值

Table 3. ANOVA of total dry weight for eight genotypes treatment at four differential leaves stage within 100mM ammonium concentration

| Source                       | Df | Mean squares          |
|------------------------------|----|-----------------------|
| Plant growth stage (P)       | 3  | 251.26 <sup>**z</sup> |
| Block/Plant growth stage (P) | 12 | 0.08                  |
| Genotype (G)                 | 7  | 20.72 <sup>**</sup>   |
| P × G                        | 21 | 7.34 <sup>**</sup>    |
| E(b)                         | 84 | 0.08                  |

<sup>z</sup>\*\*\* Significantly different at 0.01 probability level.

## 討 論

前人的研究已知玉米對於  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  及  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  均能加以吸收及利用，同時玉米在蛋白質的合成利用上呈現  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  比  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  具有較高的利用效能(Schrader et al. 1972)；玉米種質的不同，其對銨態氮的利用及其耐銨性也有程度上的差異存在(Handa et al. 1984；Wu et al. 1998)。而高濃度之  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  會造成玉米生長量減少並產生毒害，可能與根系周圍的酸化，減少水分的吸收和根系碳水化合物之貯藏量減少有關(Givan 1979；Pill & Lambeth 1977；Salsac et al. 1987；Veen & Kleinendorst 1985)，或因  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  阻礙呼吸作用中之電子傳遞，使 DPNH (diphosphopyridine nucleotide) 氧化成 DPN 之過程無法順利進行所致(Vines & Wedding 1960；Wedding & Vines 1959)。

本研究以 100 mM  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  的濃度，並配合玉米不同生長株齡進行砂耕栽培 14 天後，分析其增加的全株乾物重與株齡間之相關性，結果為正相關，表示玉米幼苗對  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  之耐受性，呈現隨著株齡之增加而增強，且不同基因型間之耐銨性也有明顯差異。與 Handa 等人(1984)及 Wu 等學者(1998)指出玉米不同基因型對  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  的耐受性不同之結果相符合。另由各株齡期內基因型間之變異係數(CV%)的大小，可看出以 2 葉齡期具有最大之變異係數，其次為 0 葉齡期(玉米剛出土，但葉片尚未展開)。上述之結果得知要篩選玉米幼苗期之耐銨性以 2 葉齡期最為適當，其次為 0 葉齡期，可能係因 2 葉齡期時，正好是種子內胚乳所貯藏的營養物質供給幼苗生長的養分已耗盡，玉米幼苗必須仰賴根吸收外來之養分供其生長所需，此時期進行銨( $\text{NH}_4^+$ )耐受性的篩選，較易顯出基因間對  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  之耐性程度，故玉米幼苗期耐銨性之篩選以 2 葉齡期最為適當。

表 4. 八個玉米基因型在不同株齡期以 100 mM  $\text{NH}_4^+$  處理後所獲幼苗全株乾物重之平均值

Table 4. Mean value of total dry weight for eight genotypes of corn as treated with 100 mM  $\text{NH}_4^+$  at four vegetative growth stages

| Genotype                     | Dry weight (g/plant) at different Plant growth stage <sup>2</sup> |       |       |       | Genotype<br>$\bar{x}$ |
|------------------------------|---|-------|-------|-------|-----------------------|
|                              | -2  | 0     | 2     | 4     |                       |
| A661                         | 0.27  | 1.90  | 1.82  | 7.15  | 2.79                  |
| H95                          | 0.31  | 2.10  | 2.50  | 7.90  | 3.20                  |
| H95×PH9                      | 0.37  | 1.35  | 2.15  | 8.00  | 2.97                  |
| TA85-17×H95                  | 0.55  | 1.54  | 2.19  | 10.22 | 3.63                  |
| ICAL210                      | 0.28  | 0.52  | 0.73  | 2.42  | 0.98                  |
| TA85-17                      | 0.29  | 0.55  | 0.74  | 3.91  | 1.37                  |
| ICAL210×A661                 | 0.33  | 0.74  | 0.83  | 5.41  | 1.83                  |
| TA85-17×ICAL210              | 0.33  | 0.83  | 0.80  | 4.76  | 1.68                  |
| Plant growth stage $\bar{x}$ | 0.34  | 1.19  | 1.45  | 6.22  |                       |
| CV(%)                        | 26.55   | 51.90 | 53.80 | 40.95 |                       |

<sup>2</sup> Plant growth stage :  $\text{LSD}_{0.05} = 0.15$ ; Genotype :  $\text{LSD}_{0.05} = 0.20$ ; Plant growth stage × genotype :  $\text{LSD}_{0.05} = 0.41$

## 引用文獻

- Aarnes, H., A. B. Eriksen, and T. E. Southon. 1995. Metabolism of nitrate and ammonium in seedlings of Norway spruce (*Picea abies*) measured by *in vivo*  $\text{N}^{14}$  and  $\text{N}^{15}$  NMR spectroscopy. *Physiol. Plant* 94:384-390.
- Arnon, D. I. 1939. Effect of ammonium and nitrate nitrogen on the mineral composition and sap characteristics of barley. *Soil Sci.* 48:295-306.
- Bennett, W. F., J. Pesek, and J. J. Hanway. 1964. Effect of nitrate and ammonium on growth of corn in nutrient solution sand culture. *Agron. J.* 56:342-345.

- Blackmer, A. M., and C. A. Sanchez. 1988. Response of corn to nitrogen-15 labeled anhydrous ammonia with and without nitrapyrin in Iowa. *Agron. J.* 80:95-102.
- Chaillou, S., J. F. Morot-Gaudry, C. Lesaint, L. Salsac, and E. Jolivet. 1986. Nitrate or ammonium nutrition in french bean. *Plant Soil* 91:363-365.
- Collver, G. W., and L. F. Welch. 1970. Toxicity of preplant anhydrous ammonia to germination and early growth of corn: II. Laboratory studies. *Agron. J.* 62:346-348.
- Cooke, I. J. 1962. Damage to plant roots caused by urea and anhydrous ammonia. *Nature* 194:1262-1263.
- Cramer, M. D., and O. A. M. Lewis. 1993. The influence of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NH}_4^+$  nutrition on the gas exchange characteristic of the roots of wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) plants. *Ann. Bot.* 72:37-46.
- Evans, H. J., and M. E. Weeks. 1947. The influence of N, K and Mg salts on the composition of burley tobacco. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 12:315-322.
- Gill, M. A., and H. M. Reisenauer. 1993. Nature and characterization of ammonium effects on wheat and tomato. *Agron. J.* 85:874-879.
- Givan, C. V. 1979. Metabolic detoxification of ammonia in tissues of higher plants. *Phytochemistry* 18:375-382.
- Handa, S., D. M. Huber, H. L. Warren, and C. Y. Tsai. 1985. Nitrogen nutrition and N-assimilation in maize seedlings. *Can. J. Plant Sci.* 65:87-93.
- Handa, S., H. L. Warren, D. M. Huber, and C. Y. Tsai. 1984. Nitrogen nutrition and seedling development of normal and opaque-2 maize genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 64:885-894.
- Lorenz, O. A., and L. M. Johnson. 1953. Nitrogen fertilization as related to the availability of phosphorus in certain California soils. *Soil Sci.* 75:119-129.
- Pill, W. G., and V. N. Lambeth. 1977. Effects of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  nutrition with and without pH adjustment on tomato growth, ion composition, and water relation. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 102:78-81.
- Qasem, J. R., and T. A. Hill. 1993. Effects of the form of nitrogen on the growth and nutrient uptake of tomato, groundsel and fat-hen. *J. Hortic. Sci.* 68(2):161-170.
- Salsac, L., S. Chaillou, J.-F. Morot-Gaudry, C. Lesait, and E. Jolivet. 1987. Nitrate and ammonium nutrition in plants. *Plant Physiol. Biochem. (Paris)* 25:805-812.
- Schrader, L. E., D. Domska, P. E. Jung, Jr., and L. A. Peterson. 1972. Uptake and assimilation of ammonium-N and nitrate-N and their influence on the growth of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 64:690-695.
- Veen, B. W., and A. Kleinendorst. 1985. Nitrate accumulation and osmotic regulation in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*, Lam.). *J. Exp. Bot.* 36:211-218.
- Vines, H. M., and R. T. Wedding. 1960. Some effects of ammonia on plant metabolism and a possible mechanism for ammonia toxicity. *Plant Physiol.* 35:820-825.
- Wedding, R. T., and H. M. Vines. 1959. Inhibition of reduced diphosphopyridine nucleotide oxidation by ammonia. *Nature* 184:1226-1227.
- Wu., H. R., G. J. Shieh, H. S. Lu, and C. Y. Tsai. 1998. Genotypic variations of maize seedlings in utilizing ammonium nutrition. *Taiwania* 43(4):261-272.
- Xu, Q. F., C. L. Tsai, and C. Y. Tsai. 1992. Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. *J. Plant Nutr.* 15:23-33.

# Relationship between Seedling Stage and Tolerance to Ammonium in Maize<sup>1</sup>

Guang-Jauh Shieh<sup>2,4</sup>, Wen-Long Tsaur<sup>2</sup>, Chan-Lee Ho<sup>2</sup>,  
King-Hsing Yang<sup>2</sup> and Hung-Shung Lu<sup>3</sup>

## Summary

Shieh, G. J., W. L. Tsaur, C. L. Ho, K. H. Yang, and H. S. Lu. 2003. Relationship between plant growth stage and tolerance to ammonium of maize seedling. *J. Agric. Res. China* 52:130-135.

To evaluate the tolerance of maize inbred and hybrid to ammonium-nitrogen ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ), seedlings were grown in sand culture and supplemented with 100 mM  $\text{NH}_4^+$  at different stages. Seedlings were harvested at 14 days after application of ammonium-nitrogen ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) to determine the gross differences in total dry mass. The results showed that significant difference in genotype and plant growth stage were observed in seedling total dry weight in 100 mM  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  treatment. The tolerance to ammonium was increased with plant growth stages. There was a linear correlation between total dry weight and plant growth stages of maize seedling. The key stage for determining the tolerance to ammonium in maize seedling was the 2 leaf stage.

**Key word :** Maize, Plant growth stage, Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), Correlation

---

1. Contribution No.2155 from Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted : May 9, 2003.

2. Respectively, Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, Agronomy Division, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

3. Former Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI. Currently, Director of Miaoli DAIS, Miaoli, Taiwan, ROC.

4. Corresponding author, e-mail : x486045@wufeng.tari.gov.tw ; Fax : (04)23302806.