

# 비닐 被覆, 窒素施肥量 및 施肥方法이 土壤의 理化學的 特性和 단옥수수의 生育에 미치는 影響

李 錫 淳\* · 白 俊 鎬\*

## Effects of Polyethylene Mulch and Levels and Placements of Nitrogen on Soil Properties and Sweet Corn Growth

Suk Soon Lee\* and Jun Ho Back\*

### ABSTRACT

A sweet corn hybrid, Honey Bantam, was planted on 24 May, 1984 in a silty clay loam soil to investigate the effects of polyethylene(P.E.) mulch and different levels and placements of Nitrogen(N) on soil properties and sweet corn growth. A split-split plot design with three replications was employed; P.E. mulch and bare soil were main plot, N levele of 8, 12, 16, and 20 kg/10a were subplot, and band and broadcast of fertilizers were sub-subplots.

At early growth stage soil temperature under P.E. mulch was higher than that in bare soil by 5-10°C, but the differences decreased as plant growth advanced. Soil hardness increased with soil depth while P.E. mulch reduced soil hardness probably by holding high soil moisture. Soil pH decreased up to the 6th week after planting and then increased in bare soil, but it contineously decreased up to the 8th weeks under P.E. mulch regardless N levels and placements. Electrical conductivity(EC) of soil increased up to the 6th weeks after planting and then decreased in all treatments except broadcast of fertilizers under P.E. mulch where EC increased contineously. Generally, soil EC under P.E. mulch was higher than that in broadcast. Broadcast of fertilizers did not affect emergence of seedlings in all N levels under P.E. mulch and bare soil, but band of fertilizers at all N levels under P.E. mulch and higher levels of N in bare soil reduced emergence rate significantly. Percent stand was possitively correlated with soil EC and it strongly influenced the number of marketable ears. Plant growth was enhanced and silking date was earlier by 14-19 days under P.E. mulch compared to bare soil probably due to increased soil moisture, reduced soil hardness and higher soil temperature.

### 緒 言

단옥수수는 다른 옥수수의 種類에 比하여 단맛이 있고 嗜好性이 좋아 食用으로 利用되고 있다. 단옥수수를 Polyethylene (P.E.) film被覆이나 터널을 利用

하여 早期栽培할 境遇 他 果實의 生産이 적은 5月 下旬~6월에 出荷할 수 있어 收益性이 높고 出絲後 20~25일에 收穫하면 稈葉을 家畜의 飼料로 利用할 수 있으며 生育期間이 짧아 他 作物과 2毛作도 可能한 새로운 經濟性 作物로 대두되고 있다.

우리나라에서 단옥수수의 栽培는 1973년에는 84

\*嶺南大學校 農畜產大學(College of Agri. & Animal Sci., Yeungnam University, Gyeongsan 632, Korea) <85. 8. 28 接受>

ha 이던 것이 1981年 이후에는 約 4,000ha로 推定되며<sup>13)</sup> 이와같은 栽培面積의 급격한 擴大에도 불구하고 國內에서 단옥수수의 栽培方法에 관한 研究는 적어 日本이나 種實用 옥수수의 栽培方法을 따르는 경우가 많다.

특히 適正 窒素施肥量에 관해서는 그 結果가 分明하지 않은데 P. E. 被覆을 하지 않았을 때 5~20 kg/10a 사이에서는 窒素施肥量이 增加할수록 雌穗重과 乾物重은 增加하나 商品性인 雌穗數는 增加하지 않는다.<sup>3,4,5,10)</sup> 그러나 단옥수수는 早期生産을 目的으로 P. E. 被覆을 하고 있으며<sup>2,3,7)</sup> P. E. 被覆下에서는 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 流失이 적으며<sup>1)</sup> 또 단옥수수는 種實用이나 사일리지 옥수수에 比하여 生育期間이 짧고 稈長이 짧아 乾物生産量이 적어 窒素施肥量은 種實用이나 사일리지 옥수수의 適正施肥量인 15~20 kg/10a<sup>6)</sup> 보다 적을 것으로 생각되나 對農民 農業雜誌에서는 P. E. 被覆하는 單옥수수의 경우에 15~30 kg/10a 을 추천하고 있다.<sup>13)</sup> 더우기 P. E. 被覆下에서 施肥量이 많을 경우 播溝施肥에서는 鹽類蓄積으로 發芽 및 初期生育의 障害가 염려되나<sup>14,15)</sup> 이에 대한 研究는 없다. 그래서 本 試驗에서는 P. E. 被覆, 窒素施肥量 및 施肥方法이 土壤의 理化學의 特性과 單옥수수의 生育과 收量에 미치는 影響을 檢討하였다.

### 材料 및 方法

本 試驗은 1984年 嶺南大學校 農畜産大學 附屬農場에서 實施하였다. 土壤의 pH는 5.6, 有機物含量은 1.9%, 有效磷酸은 33ppm, 置換性 加里, 矽酸, 마그네슘이 각각 0.28, 6.88, 2.19me/100g soil 이며 粘土, 微砂, 砂가 각각 32, 65, 3%이고 1年前에 耕地整理한 頁岩의 風化로 이루어진 微砂質壤土이었다.

供試品種은 Honey Bantam이었고 24時間 水浸한 種子를 씩이 1mm 정도되게 催芽시켜 5月 24日에 條間 60cm, 株間 25cm의 거리에 1粒씩 播種하였다.

處理 및 試驗區配置는 P. E. 被覆을 主區, 窒素施肥量을 細區, 施肥方法을 細細區로 한 細細區配置 3反復이었다. P. E. 被覆은 0.03mm 透明 필름을 使用하였고 窒素施肥量은 10a當 8, 12, 16, 20kg 이었으며 磷酸과 加里는 모든 處理에 각각 20kg/10a의 比率로 모두 基肥로 施用하였다. 施肥方法은 全面施肥과 播溝施肥이었는데 全面施肥은 肥料를 土壤表面

에 뿌린 후 10cm 깊이로 土壤과 섞어주었으며 播溝施肥은 10cm 넓이의 골에 施肥한 후 土壤과 混合하였다.

土壤溫度는 地表로부터 5cm 地點에 매일 15:00時에 調査하였으며 土壤硬度는 地表로부터 0, 5, 10cm되는 地點에서 山中式 土壤硬度計를 使用하여 區當 10地點을 調査하였다.

土壤酸度와 電氣傳導度는 10cm 깊이 의 表土를 使用하여 播種後 2週間隔으로 4回 課査하였다. 土壤酸度는 Horiba pH meter, 電氣傳導度는 CM-2A TOA Electric Ltd.의 Conduct meter를 使用하여 農村振興廳의 土壤化學分析法<sup>11)</sup>에 따라 分析하였다. 植物體 生育調査는 農村振興廳의 農事試驗研究調査基準<sup>12)</sup>에 準하여 實施하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 地 温

播種後 40日間 地温의 變化를 그림 1에서 보면 生育初期에는 P. E. 被覆區가 無被覆에 比하여 地温이 5~10°C 높았으나 植物體가 生長함에 따라 被覆의 效果는 漸次 적어져 播種後 30日頃부터는 두 處理間 地温의 差異는 없었으며 他 研究者들도 비슷한 結果를 報告하였다.<sup>2,7,8)</sup>

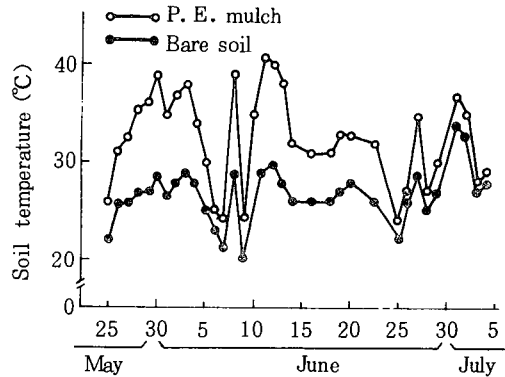


Fig. 1. Changes in soil temperature under clear P. E. mulch and bare soil at the 5cm soil depth at 15:00 hour.

### 2. 土壤硬度

約 100mm의 비가 온 다음날과 3日째에 土深別 土壤硬度를 그림 2에서 보면 土深이 깊을수록, 비은 후 日數가 經過할수록 土壤硬度가 增加하는 傾向이 었다.

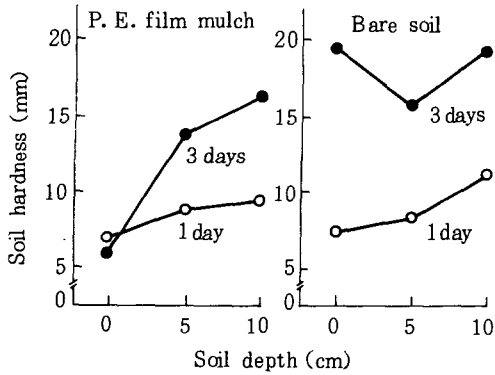


Fig. 2. Soil hardness at the soil depth of 0, 5, and 10cm 1 and 3 days after raining under the P.E. film mulch and bare soil.

그러나 P.E. 被覆區의 비은 후 3日째 表面의 硬度는 비은 다음날과 같았으나 無被覆에서 表面의 硬度는 비은 후 3日째가 현저히 높아 被覆에 依하여 土壤硬度가 減少하였다. 이것은 Liptay & Tissen<sup>8)</sup>이 報告한 것처럼 無被覆에서는 빗방울의 충격으로 땅의 表面이 다져졌고 또 P.E. 被覆보다 土壤水分의 減少가 커서 (降雨後 3日째 土壤水分含量: P.E. 被覆區 28%, 無被覆區 19%) 土壤硬度가 急増하는 것으로 생각된다.

### 3. 土壤酸度

P.E. 被覆, 窒素施肥量 및 施肥方法이 土壤酸도에 미치는 影響을 그림 3에서 보면 P.E. 被覆에서는 窒素施肥量과 施肥方法에 關係없이 播種後 2주부터 8주까지 계속 감소하는 傾向이었으며 無被覆에서는 播種後 6週까지는 減少하다가 그 後는 酸도가 增加하

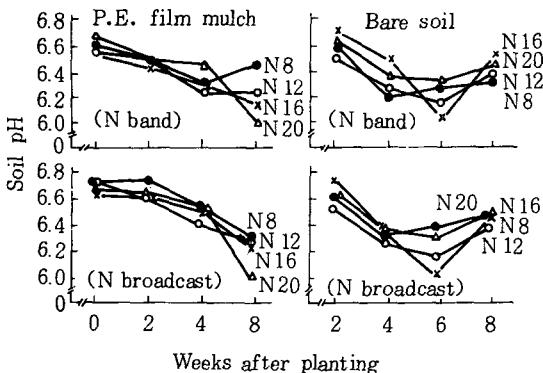


Fig. 3. Changes in soil pH under the P.E. film mulch and bare soil at different levels and placements of nitrogen application.

였다. 土壤酸度の 低下는 주로 施用된 肥料中  $NH_4^+$ 의 窒酸化作用으로 生成된  $H^+$ 의 증가때문으로 생각되며 他 研究者들도 비슷한 結果를 報告하였다.<sup>14,15)</sup> 그러나 被覆區와는 달리 無被覆에서 播種後 8週頃에 土壤酸도가 增加한 것은 播種後 6주경에 내린 비에  $H^+$ 이 流失되었기 때문인 듯 하다.

### 4. 土壤의 電氣傳導度

土壤의 電氣傳導度の 變化를 그림 4에서 보면 P.E. 被覆의 全面施肥에서는 播種後 2주부터 6~8週까지 電氣傳導도가 增加하거나 維持되었지만 다른 處理에서는 모두 6주까지는 電氣傳導도가 增加하다가 그 後는 減少하였다. 또 播溝施肥일 때는 P.E. 被覆에서 電氣傳導도가 無被覆에서보다 높았으나 變

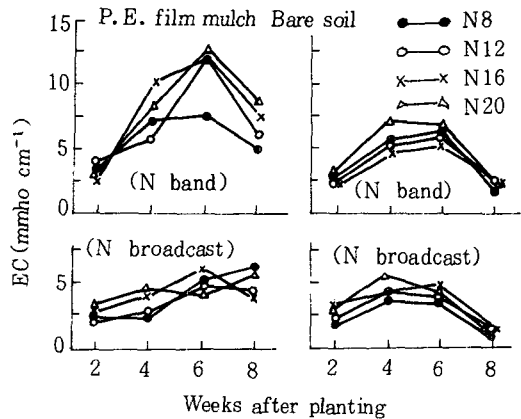


Fig. 4. Changes in electrical conductivity (EC) under the P.E. film mulch and bare soil at different levels and placements of nitrogen application.

化的 傾向은 비슷하였다. 그러나 全面施肥하였을 때는 被覆과 無被覆間에 電氣傳導度の 크기는 비슷하나 그 變化 樣相은 달랐다. 初期에 土壤의 電氣傳導도가 높아지는 것은 肥料가 分解되면서 鹽類가 蓄積되기 때문이다. 그러나 播種後 8週째에 電氣傳導도가 낮아진 것은 播種後 6週頃에 내린 비에 鹽類가 流失되고 植物體에 의한 吸收도 增加되었기 때문인 듯하며 특히 播溝施肥에서는 肥料를 施用하지 않은 畦間으로 擴散도 된 것으로 생각된다. 그러나 P.E. 被覆의 全面施肥區에서는 비에 의한 鹽類의 流失과 畦間으로 擴散되는 量이 적어 播種 8週後에도 電氣傳導도가 減少되지 않는 듯 하다. 施肥量間에는 施肥量이 많을수록 電氣傳導도가 큰 傾向이었다.

### 5. 단옥수수의 生育 및 収量

P.E. 被覆은 단옥수수의 生育에 影響을 미쳤으나 窒素施肥量 및 施肥方法의 單獨效果는 없고 3者間 交互作用이 有意하여 形質別로 處理效果를 比較해 보면 表 1과 같다.

出現率은 全面施肥에서 P.E.被覆이나 窒素施肥量에 관계없이 56.7~76.7%로서 比較적 높았다.

Honey Bantam은 超糖옥수수로서 種子에 澱粉蓄積이 적어 發芽率이 낮아 本 試驗에서는 催芽된 種子를 播種하였는데 發芽後에도 發育이 다소 나쁜 듯 하다. 그러나 播溝施肥에서는 無被覆의 窒素 16 및 20kg/10a, 그리고 P.E. 被覆의 모든 窒素施肥量에서 出現率이 21.7~38.3%로서 出現率이 현저히 낮았다. 그러나 無被覆區의 窒素 8 및 12kg/10a에서는 出現率이 全面施肥과 비슷하였다. 이와같이 낮은 出現率은 土壤의 높은 鹽類蓄積과 關係가 되는 듯 하며(그림 5) 全面施肥할 때는 施肥量이 많아도 큰 지장이 없으나 播溝施肥할 때는 無被覆에서 施肥量이 많을 때와 P.E. 被覆에서는 施肥量이 比較적 적을 때에도 鹽類蓄積의 害에 注意해야 한다. 本 試驗地는 耕地整理後 1年次의 瘠薄地이어서 磷酸과 加里를 각각 20kg/10a씩 施用하여 施肥量이 다소 많았고 또 5月 24日에 播種하여 高温으로 肥料의 分

解가 빨라 鹽類蓄積의 害가 더욱 問題되었는 듯하다.

播種後 40日에 草長과 主稈葉數는 P.E. 被覆에서 無被覆에 比하여 현저히 높았으며 出絲期는 14~19日 빨랐다. P.E. 被覆에 의한 出絲促進效果는 低温

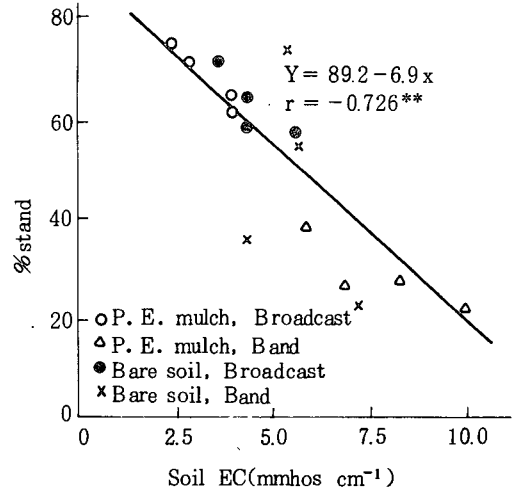


Fig. 5. Relationship between electrical conductivity (EC) 4 weeks after planting and percent stand of sweet corn at different N levels and placements under P.E. mulch and bare soil.

Table 1. Emergence rate, plant height and number of leaves on main culm, silking date, and yield of sweet corn at different levels and placements of nitrogen under P. E. mulch and bare soil.

	N level (kg/10a)	N placement	Emergence rate (%)	Plant height 40 DAP(cm) <sup>1)</sup>	No. of leaves 40 DAP	Silking stage	No. of marketable ears/10a	
Bare soil	8	Band	55.0 bc <sup>2)</sup>	27.9 ef	6.2 de	July 24 bc	3,666 bc	
		Broadcast	71.7 ab	31.7 e	6.6 d	July 22 b	4,767 ab	
	12	Band	75.0 ab	33.9 e	6.8 d	July 23 bc	5,001 ab	
		Broadcast	63.3 ab	28.1 ef	6.4 d	July 23 bc	4,233 ab	
	16	Band	35.0 d	24.8 ef	6.0 de	July 22 b	2,333 d	
		Broadcast	56.7 abc	30.0 ef	6.5 d	July 24 bc	3,767 abc	
	20	Band	23.3 d	20.8 f	5.4 e	July 26 c	1,567 d	
		Broadcast	56.7 abc	32.3 e	6.6 d	July 22 b	3,767 abc	
	P. E. mulch	8	Band	26.7 d	54.0 d	9.2 c	July 10 a	1,767 d
			Broadcast	76.7 a	57.5 cd	9.2 c	July 10 a	5,101 a
12		Band	38.3 cd	70.6 a	10.8 a	July 7 a	2,567 cd	
		Broadcast	71.7 ab	65.9 abc	10.1 abc	July 9 a	4,767 ab	
16		Band	21.7 d	55.7 d	9.3 bc	July 10 a	1,667 d	
		Broadcast	60.0 ab	60.3 bc d	9.5 bc	July 9 a	4,000 ab	
20		Band	26.7 d	69.4 ab	10.3 ab	July 7 a	1,767 d	
		Broadcast	63.0 ab	58.0 cd	9.5 bc	July 10 a	4,234 ab	

<sup>1)</sup> DAP; Days after planting

<sup>2)</sup> Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

期라도 2~7일이 보통이나<sup>2,3,7)</sup> 本 試驗에서 14~19日 出絲가 促進된 것은 5月 24日에 播種하였으므로 地溫上昇效果이기 보다는 오히려 通氣性이 불량한 微砂質壤土에서 被覆에 의한 土壤水分保存, 土壤硬度減少 등으로 生育이 促進되었기 때문인 듯하다. 그러나 窒素施肥量이나 施肥方法間에는 차이가 없거나 있어도 一定한 傾向이 없었다.

商品性있는 이삭수는 모든 全面施肥區와 無被覆區의 窒素 8 및 12kg/10a의 播溝施肥에서 無被覆區의 窒素 16 및 20kg/10a 및 P.E.被覆의 모든 窒素施肥量의 播溝施肥에서 보다 높았으며 이것은 단옥수수는 商品性있는 雌穗는 株當 1個씩 收穫되므로 立苗率과 비슷한 結果를 보였다. 一般적으로 窒素施肥量이 增加하면 雌穗長, 雌穗重은 增加하나 商品性있는 雌穗數는 增加하지 않는다<sup>3,4,5,10)</sup> 本 試驗에서는 P.E.被覆, 磷酸과 加里의 增施, 播溝施肥 등으로 鹽類의 濃度가 높았기 때문에 窒素施肥量의 증가는 立苗率에 影響을 미쳐 處理에 따라 雌穗의 數가 현저히 달랐다. 단옥수수는 雌穗數를 計算하여 팔지만 크기에 따라 商品의 質과 값이 決定되므로 數와 質을 함께 考慮한 단옥수수의 收量性 測定方法과 새로운 栽培方法이 研究되어야 할 것이다.

### 摘 要

透明 P. E. 필름被覆, 窒素施肥量 및 施肥方法이 新耕地整理地 土壤의 理化學의 特性和 단옥수수의 生育과 收量에 미치는 影響을 알고자 試驗을 實施하였다. 供試品種은 Honey Bantam이었고 1984年 5月 24日 播種하였으며 土壤은 微砂質壤土이었다. 處理는 P. E. 被覆有無를 主區, 窒素施肥量(8, 12, 16, 20kg/10a)을 細區, 施肥方法(全面施肥, 播溝施肥)을 細細區로 하였으며 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 地溫은 P. E. 被覆區가 無被覆에 比하여 生育初期에는 5~10℃ 높았으나 播種後 30日부터는 차이가 없었다.

2. 土壤硬度는 土深이 깊을수록, 또 비온 後 日數 經過할수록 높았으며 地表面의 硬度는 비온 다음날은 차이가 없었으나 3日째는 無被覆에서 P. E. 被覆區보다 높았다.

3. 土壤酸度는 窒素施肥量과 施肥方法에 關係없이 P. E. 被覆에서는 播種後 8주까지 계속 減少하였으나 無被覆區에서는 6週까지 減少한 후 다시 증가하

였다.

4. 土壤의 電氣傳導度는 電氣傳導度가 계속 증가한 P. E. 被覆의 全面施肥區를 除外하면 모든 處理에서 播種 6주후까지 증가한 후 減少하였다. 土壤의 電氣傳導度는 無被覆보다는 P. E. 被覆이 높고 全面施肥區에서 보다는 播溝施肥에서 높았다.

5. 全面施肥는 P. E. 被覆이나 無被覆의 모든 窒素施肥量에서 出現率에 影響을 미치지 아니하였지만 모든 P. E. 被覆의 窒素施肥量과 無被覆의 窒素多肥區에서는 出現率이 현저히 낮았다. 土壤의 電氣傳導도와 立苗率間에는 負의 相關이 있었으며 立苗率은 商品性있는 雌穗數에 크게 影響을 미쳤다.

6. P. E. 被覆은 단옥수수의 初期生育을 促進하고 無被覆에 比하여 出絲期가 14~19日 빨랐는데 그 原因은 地溫上昇이라기 보다는 土壤水分保存과 土壤硬度가 減少되어 生育이 促進되었기 때문인 듯하다.

### 引 用 文 獻

1. Black, A. L., and J. W. Greb. 1962. Nitrate accumulation in soils covered with plastic mulch. *Agron. J.* 54:366.
2. Hopen, H. J. 1965. Effects of black and transparent polyethylene mulches on soil temperature, sweet corn growth and maturity in a cool growing season. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86:415-420.
3. 작물시험장. 1982. 단옥수수 시비량 시험. 작시 시험연구보고서(전작편): 401-404.
4. 강원도 농촌진흥원. 1983. 단옥수수 질소시비량 시험. 강원농진 시험연구보고서: 620-622.
5. 姜榮吉·朴勝義·朴根龍·文賢貴·李成宰. 1985. 堆肥施用과 窒素施肥方法이 단옥수수의 生育 및 收量에 미치는 影響. *韓作誌* 30(2):117-216.
6. 李錫淳·朴根龍·金順權·朴勝義·文賢貴·咸泳秀·裴東鎬. 1980. 施肥量과 栽植密度가 單交雜種 옥수수의 生育과 種實 및 Silage 收量에 미치는 影響. *農試研報* 22(作物):128-133.
7. Lee, S. S., G. O. Estes and O. S. Wells. 1978. Effects of slitted polyethylene mulches on soil temperature and yield of sweet corn. *Can. J. Plant Sci.* 58:55-61.
8. Liptay, A. M. and H. Tiessen. 1970. Influence of P. E. - coated paper mulch on soil environ-

- ment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(4):395-398.
9. Lacascio, S. J., J.G. A. Fiskell and F. G. Martin. 1972. Influence of fertilizer placement and micronutrient rate on watermelon composition and yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(1):119-123.
  10. Mack, H.J. 1972. Effects of population density, plant arrangement, and fertilizer on yield of sweet corn. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(6):757-760.
  11. 農村振興廳. 1974. 土壤化學分析法. 農村振興廳. 水原. 321p.
  12. \_\_\_\_\_. 1983. 農事試驗研究調查基準. 改訂第1版. 農村振興廳. 水原. 453p.
  13. 박승의. 1983. 옥수수의 조기재배기술. 새농사 4월호(통권 273호):27-29.
  14. Reneu, R. B., J.L. Rogland and W. O. Atkinson. 1968. Effects of ammonium nitrate and growth of burley tobacco plants on soil pH. Tob. Sci. 12:50-53.
  15. Sims, J. L., L. M. Casey and K. L. Wells. 1984. Fertilizer placement effects on growth, yield, and chemical composition of burley tobacco. Agron. J. 76:183-188.
  16. Welch, L. F., D. L. Mulvaney, L.V. Boone, G. E. Mckibben and J.W. Pendleton. 1966. Relative efficiency of broadcast versus banded phosphorous for corn. Agron. J. 78:283-287