

石灰와 窒素源이 버어리種 담배의 收量과 品質에 미치는 영향

II. 잎담배의 化學成分에 미치는 影響

金相範* · 韓喆洙* · 金容圭*

Effects of Liming and Nitrogen Sources on the Yield and Quality of Burley Tobacco

II. Effects of Chemical Constituents of tobacco leaves

Sang Beom Kim*, Chul Soo Han* and Yong Kyo Kim*

ABSTRACT

A field experiment was conducted to find out the effects of liming (soil pH) and sources of N on the chemical constituents of soil and leaf lamina of burley tobacco. Treatments consisted of liming (nonliming, liming to soil pH 5.5 and 6.5) as the main plot and N sources [compound fertilizer of containing 3.9% $\text{NH}_4\text{-N}$ and 6.1% $\text{NH}_2\text{-N}$, NaNO_3 , $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ and $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] as the sub-plot.

The soil pH was high in NaNO_3 plot, while low in $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. But the differences of Ca concentration in top soil among N sources were not detected. The $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration in top soil was high in high limed and NaNO_3 plot.

The $\text{NO}_3\text{-N}$ content of leaf (lamina) at 75 days after transplanting was high in NaNO_3 plot and CaO content of leaf at 45 days after transplanting was high in high limed plot. But neither liming nor N source had effect on the contents of total nitrogen, P_2O_5 and K_2O of leaf during growing season.

There was no significant differences in total alkaloid and total nitrogen contents of cured leaf (lamina) to liming and N source. But when the source of N was NaNO_3 , the content of total alkaloid was increased by adding lime. When the source of N was $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, the content of K_2O in cured leaf was high while CaO was low. But neither liming nor N source had effect on the contents of P_2O_5 and MgO in cured leaf.

緒 言

버어리種 담배의 生育, 收量 및 品質에 미치는 石灰와 窒素源의 影響은 前報에서 이미 報告한 바 있다. 그러나 무엇보다도 요즘 喫煙趨勢가 高級化됨에 따라 담배生産도 品質에 主眼點을 두어야 할

것이다. 이러한 처지에서 品質에 直接的으로 影響을 미치는 化學成分에 대하여 檢討한다는 것은 重要하다고 하겠다.

石灰效果에 대한 우리나라에서의 담배研究는 黃色種의 葉脫落에 미치는 影響¹⁾, 糖含量에 미치는 影響²⁾ 과 버어리種의 鹽素含量에 미치는 影響¹⁰⁾ 등이 報告되어 있다.

* 韓國人蔘煙草研究所 全州試驗場 (Jeonju Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Jeonju 520-21, Korea) <87. 8. 26 接受>

石灰를 適用하면 乾葉의 바람직하지 못한 内容成分變化,⁵⁾ 乾葉의 Ca, Mg 過剩時 品質低下⁸⁾로 逆效果가 나타난다고 하지만, Peedin & McCants¹⁶⁾는 CaSO₄ 過用の 惡影響은 土壤中 Al 含量이 높을 때 나타나며 Ca 自體가 品質을 低下시킨다는 傳統의 概念은 疑問視되며, Ca 源이나 施用量에 크게 左右되는 것 같다고 하였다.¹⁶⁾

一般的으로 石灰施用은 葉中 全알칼로이드, 全窒素含量을 增加시키며,¹⁶⁾ NH₄⁺ / NO₃⁻ 比率이 增加하면 全알칼로이드와 全窒素含量은 減少되는 反面 還元糖은 增加되고,^{4,7)} 鹽素가 增加된다고¹³⁾ 報告되어 있다.

以上的 지금까지 報告된 研究結果를 基礎로 하여 버어리種 담배의 化學成分에 미치는 土壤酸度矯正과 窒素源에 따른 效果를 複合的으로 알아보기 위하여 本 研究를 遂行하였다.

材料 및 方法

材料 및 方法은 前報와 같으며 1담배 및 土壤成分分析은 다음의 方法에 依하였다.

分析用 1담배 試料는 主脈을 除去한 後, 80°C 乾燥器內에서 24時間 乾燥시킨 後 粉碎하여 使用하였으며, 土壤試料는 根圈部位(土深; 10~15 cm)에서 採取하여 그늘에서 乾燥시킨 後, 1 mm 篩로 쳐서 使用하였다. NO₃-N은 酸度測定機(Orion Research Model 701 A/Digital ionalyzer)를 利用한 Nitrate electrode法으로, 全알칼로이드는 溶媒抽出滴定法으로 分析하였다.

結果 및 考察

生育時期別 土壤의 化學成分 變化는 그림 1과 같다. 移植時의 土壤 pH는 石灰無施用區가 5.76, pH 5.5 및 6.5 矯正區가 각각 6.01, 6.99이었다. 生育期間中의 土壤 pH는 移植後 60日까지는 점차 낮아졌다가 75日에 顯著히 높아져 最大值를 보였고, 收穫後인 105日에는 다시 낮아졌다. 處理區別로 볼 때는 pH 6.5 矯正의 칠레 硝石區가 높았고, 石灰無施用의 硫安區가 낮았는데, 두 處理間의 差異는 1.08~2.05(平均 1.51)이었다. 土壤 pH는 全生育期間동안 石灰施用量에 比例하여 높았으며, 窒素源別로는 30日을 除外한 全期間동안 有意性있는 差異를 보였는데, 이 期間中에 칠레硝石區

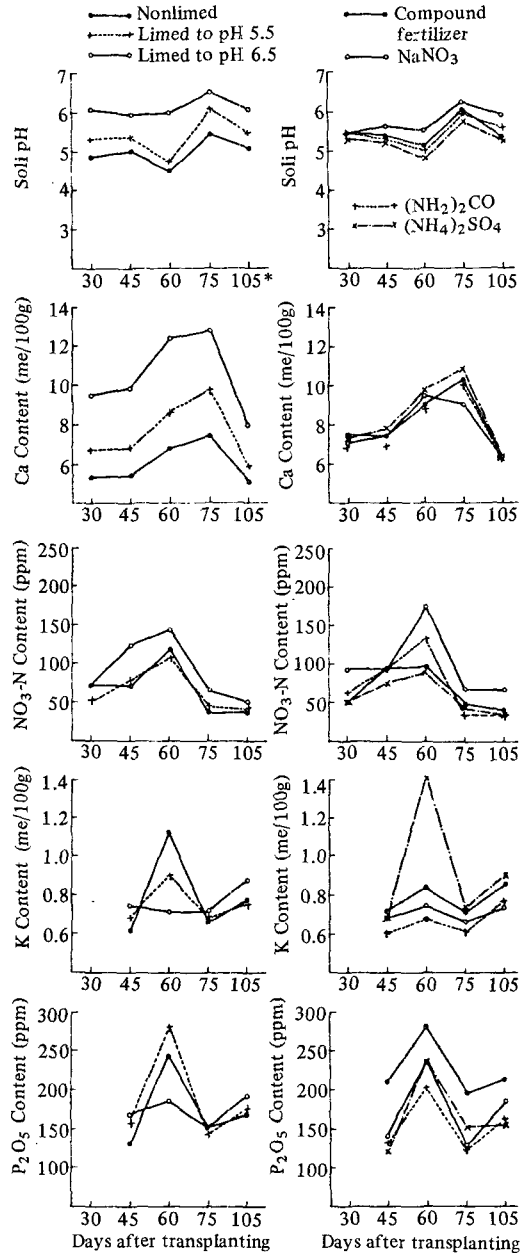


Fig. 1. Effect of rate of lime application and N source on the soil pH and contents of Ca, NO₃-N, K and P₂O₅ of top soil at each growing stage in burley tobacco. *105; After harvesting.

가 높았던 反面 硫安區가 낮아서 硝酸態窒素를 施用할 경우에 石灰의 土壤 pH 矯正效果가 큰 것으로 나타났다. 本 試驗 結果는 NH₄-N 過用時 土壤 pH가 낮아졌다고 한 Reneau et al.¹⁸⁾의 報告나 Sims & Atkinson²⁰⁾의 報告와 같았는데, 土壤 pH의 低

下原因에 대하여 Black³⁾는 施用된 肥料의 鹽類效果라고 하였고, DeWitt,⁶⁾ Jackson & Adams⁹⁾는 植物體에 의한 過剩의 陽이온과 陰이온의 不均衡의 吸收라고 하였으며, Pierre¹⁷⁾는 NH_4^+ 의 NO_3^- 로의 酸化에 의하여 生成된 H^+ 의 影響이라고 하였는데, 이 경우 窒酸化成作用에 의하여 生成된 NO_3^- 의 水準이 높을수록 pH는 낮아진다고 하였다.¹⁸⁾ 또한 Reneau¹⁸⁾는 植物 栽培時 植物이 過剩의 NO_3^- 에 該當하는 만큼의 H^+ 을 吸收하고 OH^- 을 分泌함으로써 pH는 上昇한다고 하였는데, 本 試驗의 75日에 土壤 pH가 上昇한 것도 이러한 理由로 생각된다.

土壤中の Ca 含量은 75日까지는 점차 增加하였다가 105日에는 현저히 낮아졌는데, 石灰施用量에 따라서는 比例的으로 높아졌으며, 窒素源別로는 有意差는 없었으나 硫安區가 다소 높았고 尿素區가 낮은 편이었다. 硫安區는 土壤中 Ca 含量은 他處理보다 약간 높았으나 土壤 pH는 오히려 낮았는데, 이는 앞서 言及한 바와 같이 NH_4^+ 의 NO_3^- 로의 酸化에 의하여 生成된 H^+ 의 影響으로 推測된다. Parker & Larson¹⁵⁾은 土壤溫度가 20°C 以下이면 窒酸化成作用이 減少되는데, 25°C 以上이면 減少效果가 相當히 작아진다고 하였는데, 本 試驗은 P·E 필름 被覆環境下에서 遂行되었기 때문에 溫度條件은 이 作用에 좋았다고 判斷된다.

土壤中の NO_3^- -N 含量은 60日까지는 增加하였다가 그 후 낮아졌는데, 60日까지 增加된 것은 窒酸化成作用에 의하여 增加되었고 그 후 낮아진 것은 담배에 의하여 吸收되었기 때문인 것으로 생각된다. 石灰施用量에 따라서는 pH 6.5 矯正區가, 窒素源別로는 錳硝石區가 약간 높은 傾向이었다. 또한 NO_3^- -N 含量은 土壤 pH가 높을 때 높았고, 土壤 pH는 NO_3^- -N 施用區에서 높은 것으로 나타나 相互關係가 있음을 알 수 있었다. Reneau et al.¹⁸⁾은 NH_4NO_3 를 施用하여 포트에서 試驗한 結果, 土壤中 NO_3^- 含量과 pH는 負의 相關關係라고 하여 圃場에서 遂行한 本 試驗 結果와 相異하였는데, 이는 施用된 窒素源이 다른 뿐 아니라 NO_3^- 의 溶脫關係가 缺如되어 있기 때문인 것으로 推測된다.

土壤中 K 含量은 石灰無施用區가 生育期間동안 變化幅이 컸던 反面, pH 6.5矯正區는 變化幅이 比較的 작았으나 有意差는 105日에만 있었다. 窒素源에 따라서는 硫安區가 60日에 현저히 높게 나타나 有意差를 보였는데, 全生育期間동안 硫安區가 다소

높았던 反面 尿素區는 낮은 편이었다. 75日과 105日에는 相互作用이 있었는데, 이는 石灰無施用일 때 錳硝石區가 낮았고 硫安區가 높았던 反面, pH 6.5矯正일 때는 그와 反對였기 때문이었다. NH_4^+ 과 K^+ 吸收에 대하여 McCants & Woltz¹²⁾는 砂

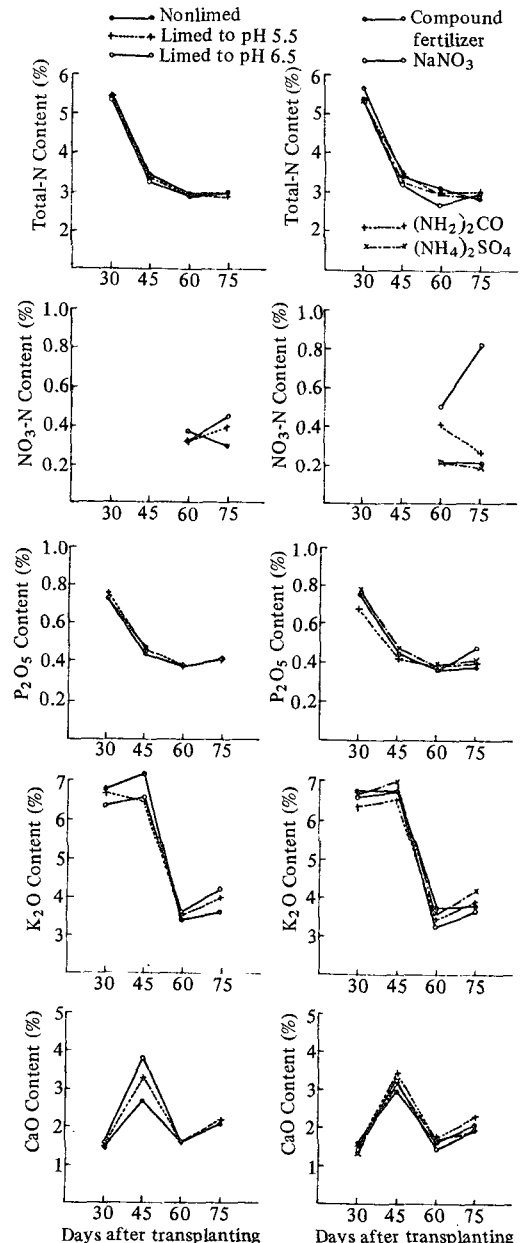


Fig. 2. Effect of rate of lime application and N source on the contents of total nitrogen, NO_3^- -N, P_2O_5 , K_2O and CaO of leaf lamina at each growing stage in burley tobacco.

耕栽培에서 NH_4^+ 은 K^+ 吸收를 抑制한다고 하였고, Aquayo & McLean¹⁾은 키리에서 NH_4^+ 의 施用時期에 따라 非置換性 K^+ 의 解離를 妨害함으로써 K^+ 吸收를 낮출 수도 있고, K^+ 固定을 抑壓함으로써 K^+ 吸收를 增加시킬 수도 있다고 하였는데, 本試驗에서는 一貫된 傾向이 나타나지 않았다.

土壤中 P_2O_5 含量은 60 日에 最高를 보였는데, 石灰施用量에 따른 有意差는 없었으며, 窒素源別로는 複合肥料區가 生育期間동안(특히 45日, 75日) 높았을 뿐 其他處理는 비슷하였다.

生育時期別 葉肉의 内容成分 變化는 그림 2와 같다. 全窒素含量은 移植後 60日까지는 減少하였으나, 60日과 75日은 같았으며, 石灰施用量이나 窒素源에 따른 差異는 없었다.

硝酸態窒素 含量은 石灰無施用區가 摘心後에 낮아진 반면, pH 矯正區는 높아졌으나 石灰施用量에 따른 差異는 없었다. 窒素源別로는 칠레硝石區가 摘心後에 현저히 높아진 반면, 他處理는 낮아졌으며, 60日과 75日 모두 칠레硝石區가 가장 높았다.

磷酸含量은 60日까지는 낮아졌다가 75日에는 약간 증가하였는데, 石灰施用量이나 窒素源에 따른 一貫된 傾向은 나타나지 않았다.

加里含量은 45日부터 현저히 떨어져 60日에 가장 낮았는데, 이 때에 土壤中的 K 含量은 높았던 것으로 나타나 土壤中的 K 含量과 葉中 加里含量은 서로 다른 樣相을 보였다. 그러나 石灰施用量이나 窒素源에 따른 差異는 없는 것으로 나타났다.

칼슘含量은 45日에 가장 높았고, 摘心後에 다소

Table 1. Effect of rate of lime application and N source on the contents of total alkaloid and total nitrogen of cured leaf at different stalk positions in burley tobacco.

Treatment		Total alkaloid (%)					Total nitrogen (%)					A/B
Liming	Nitrogen source	Lugs	Cutter	Leaf	Tips	Whole (A)	Lugs	Cutter	Leaf	Tips	Whole (B)	
Nonlimed	C.F.	0.94	2.08	5.20	5.19	3.51	2.02	1.94	2.71	2.58	2.33	1.51
	NaNO ₃	1.01	2.07	4.20	4.14	2.96	1.70	1.85	2.70	2.74	2.26	1.31
	(NH ₂) ₂ CO	0.84	2.04	4.12	4.51	2.96	1.70	1.77	2.38	2.24	2.32	1.28
	(NH ₄) ₂ SO ₄	0.89	2.18	4.95	5.16	3.43	1.45	1.98	2.65	2.72	2.25	1.52
Limed to pH 5.5	C.F.	0.86	2.51	3.50	4.62	3.03	1.73	1.86	2.50	2.35	2.14	1.42
	NaNO ₃	1.01	2.15	4.65	4.83	3.20	1.53	1.99	2.44	2.50	2.14	1.50
	(NH ₂) ₂ CO	1.26	1.78	4.98	5.38	3.43	1.62	1.96	2.83	2.56	2.30	1.49
	(NH ₄) ₂ SO ₄	1.01	2.32	4.81	5.13	3.44	1.60	1.86	2.48	2.39	2.11	1.63
Limed to pH 6.5	C.F.	0.99	1.77	4.66	4.61	3.21	1.85	2.09	2.55	2.61	2.31	1.39
	NaNO ₃	0.88	2.32	4.98	5.08	3.58	1.51	1.83	2.69	3.03	2.40	1.49
	(NH ₂) ₂ CO	0.97	1.67	3.91	4.36	2.84	1.71	2.09	2.63	2.87	2.37	1.20
	(NH ₄) ₂ SO ₄	1.02	1.57	4.04	4.64	2.89	1.59	2.11	2.35	2.80	2.24	1.29
		Mean of liming										
Nonlimed		0.92	2.09	4.62	4.75	3.22	1.72	1.88	2.61	2.57	2.29	1.41
Limed to pH 5.5		1.03	2.19	4.49	4.99	3.28	1.62	1.92	2.56	2.45	2.17	1.51
Limed to pH 6.5		0.97	1.83	4.40	4.66	3.13	1.66	2.03	2.56	2.83	2.33	1.34
L.S.D. 0.05		NS	NS	NS	NS	NS	0.10	0.14	NS	0.31	NS	-
		Mean of nitrogen source										
C.F.		0.93	2.12	4.45	4.81	3.25	1.87	1.96	2.59	2.51	2.26	1.44
NaNO ₃		0.97	2.18	4.61	4.67	3.25	1.58	1.89	2.61	2.76	2.27	1.43
(NH ₂) ₂ CO		1.02	1.83	4.34	4.75	3.08	1.68	1.94	2.62	2.56	2.33	1.32
(NH ₄) ₂ SO ₄		0.98	2.02	4.60	4.98	3.25	1.55	1.98	2.49	2.64	2.20	1.48
L.S.D. 0.05		NS	NS	NS	NS	NS	0.17	NS	NS	0.22	NS	-
		*		**		*						

*, **; Significance at the 5% and 1% levels of probability, respectively, in interaction of liming and nitrogen source.

增加하였는데, 石灰施用量 增加에 따라 增加하는 경향이였으나 有意性은 45 日에만 認定되었고, 窒素源別로는 尿素區가 45 日과 75 日에 높았다.

以上の 結果로 볼 때, 生育期間中の 全窒素, 硝酸態窒素, 磷酸, 加里 및 칼슘含量은 어느 特定時期에만 部分的으로 差異가 있었을 뿐, 處理에 따른 一貫된 傾向을 나타내지는 않았다.

乾葉의 全알칼로이드와 全窒素含量은 表 1 과 같다. 全알칼로이드含量은 全葉으로 볼 때, pH 6.5 矯正의 尿素區가 다소 낮았으며, 要因別로 볼 때 石灰施用量에 따라서는 pH 6.5 矯正區, 窒素源에 따라서는 尿素區가 약간 낮았으나 有意差는 없었다. 그러나 下葉, 本葉 및 全葉에는 相互作用에 有意性이 認定되었다. 즉 石灰無施用일 때는 질레硝石區가 硫安區보다 낮았던 반면, pH 6.5 矯正일 때는 제일 높게 나타났는데, 이는 石灰를 多量 施用할수록 질레硝石區의 摘心後 生育이 旺盛하였기 때문인 것으로 생각된다.

全窒素含量은 全葉으로 볼 때, pH 5.5 矯正의 硫安區가 낮았고, pH 6.5 矯正의 질레硝石區가 높은 편이었다. 石灰施用量에 따라서는 下葉, 中葉, 上葉에서, 窒素源別로는 下葉과 上葉에서 差異가 있었지만 一貫된 傾向은 나타나지 않았다.

全알칼로이드/全窒素 比는 pH 5.5 矯正의 硫安區가 가장 높았던 반면, pH 5.5 矯正의 尿素區는 낮았다. 또한 要因別로 볼 때 石灰施用量에 따라서는 pH 5.5 矯正區가, 窒素源別로는 硫安區가 높았고 尿素區가 낮았다.

Peedin & McCants¹⁶⁾는 石灰施用으로 黃色種의 全알칼로이드와 全窒素가 增加되었다고 하여 本 試驗 結果와는 다소 달랐다. 그는 增加原因을 石灰施用으로 土壤有機物의 無機化作用이 促進되어 遊離된 有效態窒素의 增加와 Al의 中和로 인한 窒素吸收力 增加로 解釋하였는데 本 試驗 結果, 生育期間中에도 石灰施用量에 따른 葉中窒素含量의 差異는 없었다. 黃色種에서 Elliot⁷⁾는 NH_4-N 이 增加할 때 全窒素와 全알칼로이드가 減少되었다고 하였고, Court & Hendel⁴⁾은 NO_3-N 이 增加할 때 全窒素와 全알칼로이드가 增加되었다고 하여 같은 見解를 보였는데, 本 試驗의 버어리種에서는 窒素源에 따른 이들 含量 差異는 나타나지 않았다.

乾葉의 磷酸, 加里, 칼슘 및 마그네슘 含量은 그림 3 과 같다. 磷酸含量은 石灰無施用의 複合肥料區가 높았고, pH 6.5 矯正의 尿素와 硫安區가 낮은 편

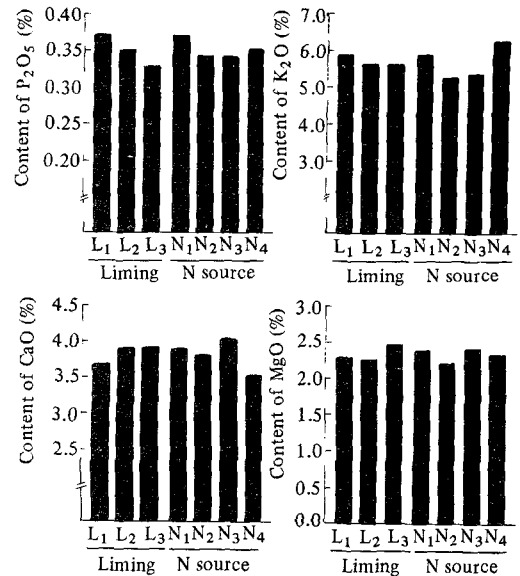


Fig. 3. Effect of rate of lime application and N source on the contents of P_2O_5 , K_2O , CaO and MgO of cured leaf lamina in burley tobacco (L_1 ; Non-limed, L_2 ; Limed to pH 5.5, L_3 ; Limed to pH 6.5, N_1 ; Compound fertilizer, N_2 ; $NaNO_3$, N_3 ; $(NH_2)_2CO$, N_4 ; $(NH_4)_2SO_4$).

이었다. 要因別로 볼 때, 石灰施用量 增加에 따라 낮아지는 경향이었고, 窒素源別로는 複合肥料區가 다소 높았으나 모두 有意하지는 않았다.

加里含量은 石灰無施用의 硫安區가 높았고, pH 5.5 矯正의 질레硝石區가 낮았다. 要因別로 볼 때, 石灰施用量에 따른 差異는 없었으나 窒素源別로는 硫安區가 높아서, 生育期間中の 土壤과 葉中含量과 같은 傾向을 보였다.

칼슘含量은 pH 5.5 矯正의 尿素區가 높았으며, 石灰施用量 增加에 따라 增加하는 경향이였으나 有意差는 없었다. 窒素源別로는 有意差를 보였는데, 尿素區가 높았고 硫安區가 낮아서 生育期間中の 葉中含量과 비슷한 경향이였다.

마그네슘含量은 pH 6.5 矯正의 尿素區가 다소 높았으나, 石灰施用量이나 窒素源에 따른 差異는 없었다. Link¹¹⁾는 pH가 上昇하면 $Ca + Mg$ 가 增加한다고 하였고, Ryding¹⁹⁾은 $CaCO_3$ 施用은 Ca 는 增加시키지만 Mg 濃度에는 影響이 없다고 하여, 이들 結果는 本 試驗 結果와 大同小異하였다.

以上の 結果로 볼 때, 葉中 磷酸, 加里, 마그네슘 含量은 石灰施用量과 큰 關係가 없는 것으로 생각되며, 加里와 칼슘含量은 窒素源에 따라 差異가 있

는 것으로 나타났는데, 이에 대하여는 檢討할 餘地
가 있는 것으로 생각된다.

摘 要

버어리種 담배의 化學成分에 미치는 石灰施用量
(土壤 pH) 과 窒素源에 따른 效果를 알아 보기 위
하여 石灰施用量은 石灰無施用, pH 5.5 矯正量, pH
6.5 矯正量의 3水準으로, 窒素源은 煙草用複合肥料
(3.9%의 $\text{NH}_4\text{-N}$ 와 6.1%의 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含有), Na-NO_3 ,
(NH_2) $_2\text{CO}$, (NH_4) $_2\text{SO}_4$ 의 4種을 두어 圃
場에서 試驗한 바, 그 結果를 要約하면 다음과 같
다.

1. 生育期間中の 土壤 pH는 石灰施用量에 比例
하여 높아졌으며, 窒素源別로는 칠레硝石區가 높았
고 硫安區가 낮았다. 그러나 土壤中 Ca 濃度は 石
灰施用量에 比例하여 높아졌으나, 窒素源에 따른 差
異는 크지 않았다.

2. 土壤中 NO_3^- 濃度は 石灰多量區가 높았고,
窒素源別로는 칠레硝石區가 높았다. 그러나 K와 $\text{P}_2\text{-O}_5$
濃度は 石灰施用量이나 窒素源에 따라 一貫된
傾向이 나타나지 않았다.

3. 移植後 75日의 葉中 硝酸態窒素含量은 칠레
硝石區가, 45日의 葉中 窒素含量은 石灰多量區가 높았다.
그러나 葉中 磷酸과 加里含量은 石灰施用量이나 窒
素源에 따른 差異가 없었다.

4. 石灰施用量이나 窒素源에 따른 全알칼로이드
와 全窒素含量 差異는 없었으나, 石灰施用量增加에
따라 칠레硝石區의 全알칼로이드含量은 增加하였다.

5. 硫安區가 乾葉의 加里含量은 높았고 葉中 窒
素含量은 낮았다. 그러나 石灰施用量에 따른 乾葉의 磷酸
과 마그네슘含量 差異는 크지 않았다.

引 用 文 獻

1. Acquaye, D. K. and A. J. McLean. 1966. Influence of form and mode of nitrogen fertilizer application on the availability of soil and fertilizer potassium. *Can. J. Soil Sci.* 46:23-8.
2. 潘裕宣 外 4人. 1986. 黃色種 良質葉 生産
을 爲한 栽培法研究. 담배研究報告書(韓國人
蔘煙草研究所) 耕作分野栽培編: 3-121.
3. Black, C. A. 1965. Methods of soil analysis,
Part 2. Amer. Soc. Agron. Inc. Publisher. 918-
919.

4. Court, W. A. and J. G. Hendel. 1986. Characteristics of flue-cured tobacco grown under varying proportions of ammonium and nitrate fertilization. *Tob. Sci.* 30:20-22.
5. Darkis, F. R., L. F. Dixon, F. A. Wolf and P. M. Gross. 1937. Chemical composition of flue-cured tobaccos produced on limed and non-limed soils under varying weather conditions. *Ind. Eng. Chem. (Indust. Ed.)* 29:1030-1039.
6. DeWitt, C. T., Dijkshoorn, W. and Noggle, J. C. 1963. Ionic balance and growth of plants. *Centrum Voar Landbourvpublikaties and Landbourvdouchmentatie.* 59.
7. Elliot, J. M. 1970. Effect of rates of ammonium and nitrate nitrogen on bright tobacco in Ontario. *Tob. Sci.* 14:131-137.
8. _____ and E. C. Birch. 1958. Chemical composition of various commercial grades of Canadian flue-cured tobacco. *Can. J. Plant. Sci.* 38:73-80.
9. Jackson, P. C. and H. R. Adams. 1963. Cation-anion balance during potassium and sodium absorption by barley roots. *J. Gen. Phy.* 46:369-386.
10. 金相範·裴吉寬. 1986. 버어리종 담배의 염소에 관한 연구. III. 석회, 인, 철, 망간 및 붕소시용이 담배의 염소흡수 및 이화학성에 미치는 영향. *한연지* 8(2): 29-41.
11. Link, L. A. 1979. Critical pH for the expression of manganese toxicity on burley tobacco and the effect of liming on growth. *Tob. Sci.* 23:100-102.
12. McCants, C. B. and W. G. Woltz. 1963. Relationship between forms of fertilizer nitrogen and quality components of flue-cured tobacco. *Proc. 3rd Intern. Tob. Sci. Congr. Salisbury:* 325-328.
13. _____ and _____ 1967. Growth and mineral nutrition of tobacco. *Advances in Agronomy* 19:211-265.
14. 閔泳根·潘裕宣·李廷德. 1981. 石灰, 硼砂의 施用이 담배의 葉脫落과 收量, 品質에 미치는 影響. *韓作誌* 26(1): 103-109.
15. Parker, D. T. and W. E. Larson. 1962. Nitrification as affected by temperature and moisture

- content of mulched soils. Soil Sci. Amer. Proc. 26:238-242.
16. Peedin, G. F. and C. B. McCants. 1977. Influence of variety and soil applications of calcium on development of calcium deficiency in *Nicotiana tabacum*. Agron. J. 69:(In Press).
 17. Pierre, W. H. 1928. Nitrogenous fertilizers and soil acidity. I. Effects of various nitrogenous fertilizers on soil reaction. J. Amer. Soc. Agron. 20:254-269.
 18. Reneau, R. B., J. L. Ragland and W. O. Atkinson. 1968. Effects of ammonium nitrate and the growth of burley tobacco plants on soil pH. Tob. Sci. 12:50-53.
 19. Ryding, W. W. 1978. Effects of available calcium content and soil pH on the growth of flue-cured tobacco seedlings. Tob. Sci. 22:97-98.
 20. Sims, J. L. and W. O. Atkinson. 1976. Lime, molybdenum and nitrogen source effects on yield and selected chemical components of burley tobacco. Tob. Sci. 20:174-177.