

石灰類劑의 施用이 엽연형 黃症發生 抑制에 미치는 영향

李泰洙·金明秀·洪淳根

韓國人蔘煙草研究所

(1990년 2월 26일 접수)

Effects of Some Liming Materials Application on the Alleviation of the Symptoms of Mn Toxicity Including Marginal Leaf Chlorosis

Tae Su Lee, Myung Soo Kim and Soon Keun Hong

Jeungpyung Exp. Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Jeungpyung 367-900, Korea

(Received February 26, 1990)

Abstract □ Effects of liming material application on the prevention or cure of Mn toxicity symptoms including marginal leaf chlorosis in 3-year-old ginseng plants grown in acidic soils were investigated. It was found that the ratio of Fe to Mn was above about 0.5 and the ratio of Mn to Fe was below about 2.00 in 4-year old ginseng leaves when liming materials were applied in field experiments. It was apparent that the occurrence of marginal leaf chlorosis was decreasingly affected by application of Ca, Mg, and Fe. The appearance of marginal leaf chlorosis was decreased to about 78 percent in 4-year-old ginseng and to about 69 percent in 5-year-old ginseng, and then the fresh root weight was increased up to 66 percent in 4-year ginseng plants.

Key words □ *Panax ginseng* C.A. Meyer, Mn toxicity, prevention or cure by application of liming materials.

서 론

人蔘은 葉中 Mn의 흡수가 600 ppm 이상으로 높아지면서 Fe/Mn비가 0.5 이하로 낮아지고 Mn/Fe비가 2.0 정도 이상으로 높아지면 葉緣型 黃症이 발생된다. 엽연형 황증이 발생하는 인삼 栽培地의 토양은 대부분 강산성이고 有效망간의 可給性이 높음으로 이러한 토양에서 자란 인삼이 Mn의 과잉흡수에 의한 Mn toxicity symptoms가 葉의 황증으로 發現되고 심한 경우에는 잎이 오갈오갈(crinckle leaf)하게 되어 결국 收量을 減少시키는 원인이 되고 있다.¹⁾ 작물에 따라서 증상은 다소 달라도 Mn의 과잉흡수에 의한 toxicity가 대부분은 Chlorosis 형태로 나타나는데²⁻⁴⁾ Heenan 등,⁵⁾ Robinson 등,⁶⁾ Shuman 등⁷⁾의 보고에 의하면 Ca levels

의 增加로 Mn의 흡수와 toxicity를 방제 또는 치유할 수 있다고 하였고, 또한 Millikan⁸⁾과 Leach 등⁹⁾은 사경재배 시험으로 Ca, Mg, Fe 또는 Mo 등을 施與한 결과 Mn의 吸收를 抑制시키고 황증발생 방제의 可能性을 보고한 바 있으며, Shuman 등⁷⁾은 밀과 콩에 있어서 Fe와 Mn의 상호흡수 관계에 관하여 사경재배 시험을 하였는데 결국 Mn/Fe비를 낮춤으로서 Mn toxicity를 완화시켜 보려고 노력한 바 있다.

본 논문에서는 이와 같은 결과들에 근거하여 產地 3년근 인삼의 황증이 발생된 포지를 선정하여 황증 발생을 방제 또는 치유코저 石灰類劑製物을 灌注처리하고 4년근 및 5년근에서 防除效果가 있었던 몇 가지 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

1. 供試平地 選定

產地포장에서 발생되고 있는 엽연형 황증(오갈병)을 再確認함과 동시에 그 治癒方法을 모색하기 위하여 85년도 충남 서산 인삼조합관내 엽연형 황증이 발생된 3년근 3개포지를 선정하고 同一포地內에서도 황증발생 程度別로 輕(황증발생률 0~20%), 中(황증발생률 20~50%), 甚(황증발생률 50~100%)으로 區分하고 土壤과 人蔘을 採取하여 分析試料로 供試하였다. 또한 各 포地當 中程度인 區劃을 標識하여 5月 18日 各 石灰類 劑製物別로 2칸씩 3반복 灌注처리한 후, 86년도 4년근時 6月 2日 지상부 생육상황과 황증발생률을 조사하고, 동년 8月 21日 地下部 채굴과 土壤을 채취하여 분석시료로 供試하였으며, 87년 5년근時엔 지상부 황증발생률 및 생육상황을 조사하였다. 土壤 및 人蔘植物體 分析은 農業技術研究所 標準法²⁰⁾에 準하여 實施하였다.

2. 石灰類劑의 調製 및 처리方法

생석회(CaO : 10 kg)와 산화고토(MgO : 3.6 kg)를 9l의 온수에 녹여 石灰水를 만든 다음 이 液을 500l(60칸분)의 물통에 붓고 저으면서 구연산철(4 kg), 유산아연(0.3 kg), 암모늄몰리브데이트(1.2 kg) 등을 처리내용별로 각각 첨가하고 물로 채운 다음 混和하여 使用하였다. 處理方法은 蔘株間에 골을 타고 칸當(3.3m²) 8l씩 灌注한 후 흙으로 덮었다.

결과 및 고찰

1. 試驗포場 土壤 및 人蔘葉의 理化學的 特性

產地 포장에서 발생되는 엽연형 황증은 前報¹⁾에서 보고한 바와 같이 强酸性 土壤이면서 유효망간의 可

給性이 높은 토양에서 Mn의 과잉흡수에 의해 발생되는 것으로 一名 酸性障害 현상^{2,3,10,11)}이라고도 할 수 있다. 엽연형 황증이 발생된 3년근 3개포地를 황증발생 程度別로 輕, 中, 甚으로 區分하여 토양이 화학성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 황증의 발생 정도가 輕, 中, 甚할수록 토양 pH는 各各 5.8, 5.2, 4.8로서 同一포地內에서도 差異가 있으며, 有效磷酸, 石灰, 苦土, 有效鐵의 成分은 前報의 엽연형 황증발생지 토양이 화학성에 비해 可給性이 낮았는데 반해 Mn/Fe比에 있어서는 더욱 높아져서 황증발생률이 輕한 區域 平均이 3.12, 中程度인 區域은 4.06, 甚한 區域은 11.54로서 黃症發生이 輕한 區域에 비해 甚한 區域은 3.7배 정도 높았다. 이와 같이 망간의 有効度가 높으면서 鐵의 可給性이 현저히 낮고 또한 石灰 및 苦土의 可給性이 낮은 것은 前報¹⁾의 황증발생 원인조사의 성적과 일치하는 경향이거나 오히려 더욱 심한 포지인 것으로 생각된다. 產地 人蔘 栽培地에서 발생하는 Mn toxicity형인 엽연형 황증은 2년근에 있어서는 地上部 葉에 發現되지 않기 때문에 肉眼觀察이 어렵다. 그러나 本 土壤(Table 2)의 成績으로 보아 이미 2년근부터 황증발생 要因이 內在되어 있어 陰性的으로 人蔘 生理代謝에 惡 영향을 준 것으로 생각되며, 3년근에 이르러서 누적된 Mn 毒이 人蔘의 지상부인 葉에 表現型으로 나타나고 地上, 下部의 생육 不良은 물론 4년근에 가서 지상부의 展葉期에 再發되는 경우가 많아 결국 收量의 減少는 더욱 크리라 생각된다. 그러므로 產地에서는 3~4년근에 中途 廢포하는 경우도 있는 실정이다.

人蔘의 葉中 無機成分 含量은 Table 3과 같다. 石灰의 吸收는 엽연형 황증이 輕한데 비해 甚할수록 낮아졌으며, 窒素와 加里 및 Mn 成分은 甚할수록 많이 吸收되었는데 特히 Mn은 輕한 區域 平均이 381 ppm 인데 甚(甚)한 區域은 2,578 ppm 으로 황증발생이 심한 경우는 輕한데 비해 6.8배 程度 높게 吸收되었다.

一般的으로 Mn의 과잉흡수에 의한 toxicity는 IAA oxidase의 活性을 增加시키 식물 생장조절 물질인 auxin의 파괴를 가중시키며,^{12,13)} 아미노산代謝에 불균형을 초래하고,¹⁴⁾ 葉細胞의 number와 volume을 減少시킴으로서 葉中 Mn은 沈錯되고 잎과 根의 무게를 감소시킨다.¹⁵⁾ Mn/Fe比에 있어

Table 1. Composition of some liming materials

Treatment	Material	Amounts: (kg/10a)
L ₀	Control	CaO: 50 kg
L ₁	CaO + MgO	MgO: 18kg
L ₂	CaO + MgO + Fe	Ferric citrate: 20kg ZnSO ₄ : 1.5kg
L ₃	CaO + MgO + Fe + Zn + Mo	Ammonium molybdate: 6kg

Table 2. Soil chemical properties on the occurrence of marginal leaf chlorosis on the fields

Division	pH	Av-P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Base				Available		Fe/Mn	Mn/Fe
			K	Ca (me/100g)-	Mg	Na	Fe (ppm)-	Mn		
Light*	5.8	65	0.81	2.88	0.77	0.05	4.5	12.6	0.33	3.12
Medium	5.2	119	0.73	2.25	0.66	0.05	4.5	19.6	0.26	4.06
Heavy	4.8	109	0.78	3.34	0.62	0.05	5.3	65.0	0.09	11.54
L.S.D 0.05	0.08	NS	NS	NS	NS	NS	NS	38.74	0.13	4.83
0.01	0.13							-		
C.V. (%)	0.63	30.43	27.18	41.54	31.83	18.61	38.59	52.71	29.92	31.15

*Light: 0-20% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)
 Medium: 20-50% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)
 Heavy: 50-100% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)

Table 3. Chemical components of 3-year ginseng leaf on the occurrence of marginal leaf chlorosis

Division	N	P	K (%)	Ca	Mg	Na	Fe (ppm)	Mn	Fe/Mn	Mn/Fe
Medium	2.55	0.28	1.36	1.60	0.27	181	196	702	0.39	3.28
Heavy	3.07	0.28	2.20	0.94	0.28	339	275	2578	0.19	8.39
L.S.D 0.05	0.39	NS	0.52	0.24	NS	NS	58.13	1777.80	0.11	6.18
0.01	-		0.86	0.40			-	0.18		
C.V. (%)	6.38	13.68	14.72	7.39	13.36	39.29	11.31	69.31	12.05	60.68

*Light: 0-20% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)
 Medium: 20-50% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)
 Heavy: 50-100% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)

서도 황증발생 정도가 輕, 中, 甚할수록 各各 1, 80, 3, 28, 8, 39로서 높게 나타났는데 이는 과잉의 망간이 鐵 결핍형 chlorosis를 誘發시키면서 Mn/Fe比를 높이는 것으로도 생각되며,^{8,16)} Table 2에서와 같이 토양 중 石灰, 苦土 및 鐵의 不足은 Mn의 吸收를 더욱 助長시킬 것이며, 葉中의 인산 및 가리成分의 증가는 鐵의 轉移를 抑制 내지는 망간의 흡수를 간접적으로 조장시켜 망간의 과잉증을 유발시킨 것으로^{2,17)} 생각된다.

2. 石灰類劑의 처리効果

上記 葉面형 황증발생률이 中程度인 區域의 人蔘株間에 各 石灰類劑製物別로 처리하고 흙을 덮은 다음 이듬해인 4년근에 가서 地上部인 葉의 黃症發生率을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 無處理區의 황증발생률이 67%인데 비해 石灰類劑의 처리구는 15~28%로 낮아졌으며 이 중 석회수+鐵劑製物 처

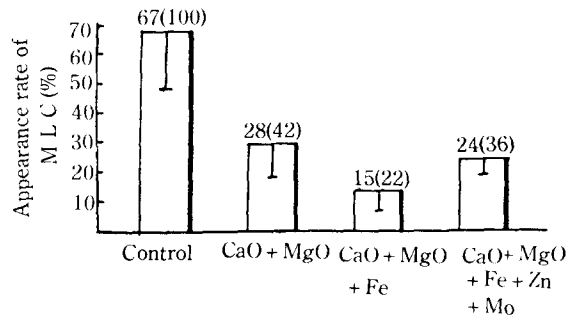


Fig. 1. Appearance rate of marginal leaf chlorosis (MLC) in 4-year ginseng field affected by applicaiton of liming materials.

리구의 황증발생률이 15.0%로 낮아져 황증발생을 78% 輕減시키는 效果를 나타냈다.

4년근의 地上, 下部 生育조사 결과는 Table 4와 같다. 지상부인 경장, 엽장, 엽폭 모두 무처리구에

Table 4. Shoot and root growth status of 4-year old ginseng when applied as liming materials from the field experiments

Material	Shoot			Root		
	Stem length	Leaf length	Leaf width	Tap root diameter	Tap root length	Root weight
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g/plant)
L ₀ Control	18.4 ± 2.1 (100)	7.5 ± 0.9(100)	3.5 ± 0.5(100)	1.42 ± 0.2(100)	5.1 ± 0.6(100)	15.2 ± 4.0(100)
L ₁ CaO + MgO	24.0 ± 2.6(130)	11.7 ± 2.2(156)	4.7 ± 0.6(134)	1.82 ± 0.2(128)	5.5 ± 0.6(108)	17.0 ± 2.4(112)
L ₂ CaO + MgO + Fe	34.0 ± 1.5(185)	17.2 ± 2.5(229)	5.4 ± 0.9(154)	2.00 ± 0.3(141)	6.5 ± 0.7(127)	25.3 ± 2.9(166)
L ₃ CaO + MgO + Fe + Zn + Mo	31.0 ± 3.1(168)	15.0 ± 2.0(200)	4.4 ± 0.4(126)	2.02 ± 0.3(142)	5.9 ± 0.3(116)	23.6 ± 3.5(155)

*Mean ± SD

Table 5. Shoot growth status of 5-year old ginseng when applied as liming materials from the field experiments.

Material	Leaf chlorosis (%)	Stem width (mm)	Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)
L ₀ Control	80 ± 14.1(100)	5.3 ± 1.1(100)	27.5 ± 3.0(100)	10.0 ± 1.4(100)	3.9 ± 0.3(100)
L ₁ Ca + Mg	25 ± 10.4(31)	6.8 ± 0.3(128)	36.1 ± 2.1(131)	12.4 ± 4.0(124)	4.5 ± 0.4(115)
L ₂ Ca + Mg + Fe	25 ± 9.8(31)	7.1 ± 0.4(133)	38.0 ± 3.9(138)	13.8 ± 2.8(138)	5.2 ± 0.5(133)
L ₃ Ca + Mg + Fe + Zn + Mo	20 ± 7.9(25)	7.2 ± 0.5(136)	37.7 ± 3.3(137)	13.1 ± 2.4(131)	4.7 ± 0.2(120)

*Mean ± SD

비해 石灰類劑 처리구의 生長이 好轉되었는데, 이 중 Ca + Mg + Fe 처리구가 가장 良好하였고, 根 生長에 있어서도 胴直徑, 胴長, 根重 모두 石灰水 + Fe 처리구가 가장 良好하여 무처리구의 69%에 相當 15.2g 인데 비해 石灰水 + Fe 처리구는 25.3g 로서 66%의 根重 增大 효과가 認定되었다.

5년근 時의 지상부 生育 상황과 黃症 발생률은 Table 5에서 보는 바와 같이 莖直徑, 莖長, 葉長, 葉幅 모두 무처리구에 비해 石灰類劑 처리구의 生育이 良好하였으며, 黃症 발생률에 있어서는 무처리구가 80%인데 비해 石灰類劑 처리구는 20~25%로서 이 중 石灰水 + Fe 처리구의 지상부 生長이 가장 良好하여 黃症 발생률을 69%나 輕減시켰다. 그러나 本 成績은 石灰類劑를 1回 처리한 成績으로서 2回 혹은 3回 처리시에는 더욱 好轉될 可能性을 排除할 수 없다고 생각되며 이에 대한 검토가 要望된다.

4년근 時의 토양이 화학성은 Table 6과 같다. 무처리구의 토양 pH는 시험 전 (Table 2) 5.2에 비해 4.5로 낮아졌는데 반해 石灰類劑 처리구는 시험 전과

큰 변동이 없었고, 미량원소에 있어서 처리구와 무처리구간에 뚜렷한 함량 차이가 없었던 것은 本 石灰類劑의 施用이 土壤理化성에 영향을 미칠 정도의 量은 못되는 것으로 생각되며 앞으로 이에 대한 검토도 필요하다고 본다. 그러나 石灰類劑 처리에 따른 葉, 莖, 根中の 무기성분 함량을 분석한 결과 Table 7과 같이 葉中 石灰 및 苦土의 含量이 石灰類劑 처리로 다소 높아지고 길항적으로 加里의 吸收가 낮아졌다. 莖과 根에 있어서는 石灰類劑의 처리로 石灰 및 苦土의 함량이 높아졌으나 加里의 함량도 높아졌는데 이에 대해서도 앞으로 좀 더 검토해 볼 문제라고 생각한다. 그러나 石灰類劑의 처리는 葉, 莖, 根 共히 石灰와 苦土의 吸收를 높였으며 相助적으로 Fe의 吸收를 助長시키고, 길항적으로 Mn/Fe比를 현저히 낮추는 結果를 가져왔다. 이는 Table 3의 黃症 발생률이 中程度이며 葉中 Fe/Mn比가 0.39, Mn/Fe比는 3.28인 3년근 인삼포지에 本 石灰類劑를 施與함으로써 토양이 화학성 (Table 6)에 미치는 영향은 없었으나, Table 7과 같이 처

Table 6. Changes of soil chemical properties of 4-year old ginseng field when applied as liming materials from the field experiments

Material	pH	EC (mmhos/cm)	Av-Fe (ppm)	Av-Mn (ppm)	Av-Zn
L ₀ Control	4.5 ± 0.1	0.10 ± 0.04	19.1 ± 4.9	37.5 ± 9.9	0.76 ± 0.36
L ₁ Ca + Mg	5.0 ± 0.3	0.19 ± 0.03	17.2 ± 3.7	26.1 ± 2.6	0.26 ± 0.02
L ₂ Ca + Mg + Fe	5.0 ± 0.2	0.09 ± 0.03	14.7 ± 2.8	27.7 ± 5.3	0.26 ± 0.09
L ₃ Ca + Mg + Fe + Zn + Mo	5.1 ± 0.4	0.10 ± 0.05	14.7 ± 1.8	31.8 ± 6.3	0.30 ± 0.19

*Mean ± SD

Table 7. Changes of chemical components of 4-year old ginseng leaf, stem, and root when applied as liming materials from the field experiments

Division	Material	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Fe/Mn	Mn/Fe
		(%)			(ppm)					
Leaf	L ₀	2.10	0.31	3.20	1.38	0.20	287	612	0.47	2.13
	L ₁	2.23	0.31	2.50	1.55	0.29	247	457	0.54	1.85
	L ₂	2.00	0.27	2.78	1.48	0.27	218	411	0.53	1.88
	L ₃	1.95	0.28	2.82	1.66	0.29	207	322	0.64	1.55
	L.S.D. 0.05 0.01	NS	NS	0.55 -	NS	NS	29.09 48.25	190.16 -	0.22 0.36	0.71 -
Stem	L ₀	1.08	0.21	3.64	0.76	0.12	139	166	0.83	1.19
	L ₁	1.11	0.19	3.91	0.82	0.20	152	78	1.95	0.51
	L ₂	1.22	0.14	4.05	0.79	0.16	196	73	2.68	0.37
	L ₃	0.97	0.17	4.10	0.82	0.17	261	67	3.89	0.26
	L.S.D. 0.05 0.01	NS	NS	0.41 -	NS	NS	33.18 55.05	41.85 69.41	0.58 0.97	0.11 0.18
root	L ₀	1.70	0.29	1.73	0.20	0.09	237	130	1.82	0.54
	L ₁	1.88	0.40	1.81	0.24	0.13	255	96	2.65	0.37
	L ₂	1.72	0.37	1.96	0.22	0.13	228	81	2.81	0.35
	L ₃	1.73	0.33	2.02	0.24	0.12	206	78	2.64	0.37
	L.S.D. 0.05 0.01	NS	NS	0.13 0.21	NS	NS	24.61 -	9.54 15.83	0.41 0.68	0.04 0.07

리 후 4년근 인삼의 葉中 Fe/Mn를 0.5 以上으로 높이고 길항적으로 Mn/Fe比를 2.00 以下로 低下시키는 결과를 가져왔으며, 이러한 조건들에 의해 인삼生育이 好轉되었고 (Table 4, 5), 黃症發生率을 輕減시키는 결과 (Fig. 1, Table 5)를 초래했다고 본다. 結果적으로 石灰類劑의 施用은 Mn에 의한 毒性을 解消하고, 葉연형 黃증발생을 抑制시켰던 것으로^{8,18)} 생각된다.

以上을 綜合해 볼 때 인삼에서 발생하는 葉연형 黃증은 CaO+MgO+Fe 劑製物 처리에 의해 방제 또는 治愈효과가 認定되었다. 그러나 산성장해로 인

해 발생하는 Mn 毒性型 葉연형 黃증은 事前에 토양을 中和하는 것이 바람직하며 石灰類劑의 灌注만으로는 黃증의 根本的인 防除 및 治癒가 不可能하다. 따라서 強酸性이면서 有效망간의 可給性이 높은 토양은 人蔘포地로서의 選定을 排除하거나, 토양 자체를 개량하여 인삼을 植付해야 할 것이다. 一般적으로 中和資材인 石灰를 사용하면 망간은 물론 철의 吸收도 억제되고 이 때 鐵은 供給해도 石灰 등에 의해 어느 정도 고정되기 때문에^{10,18,19)} 有機質 材料와의 混用이나 철成分의 葉面撒布 등 사용방법에 대해서도 檢討가 要望된다.

요 약

Mn 毒性型 엽연형 황증이 발생된 3년근 포지를 選定 그 治癒方法을 模索하기 위하여 石灰類劑를 처리하고 4년근과 5년근에 가서 治愈효과를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 石灰類劑의 처리는 4년근 인삼 葉中の Fe/Mn 比를 0.5 以上으로 높이고, Mn/Fe 는 2.00 以下로 낮추었다.

2. 石灰類劑의 처리간에는 CaO+MgO+Fe 처리구의 황증방제 효과가 가장 良好하여 무처리구에 비해 4년근은 78%, 5년근은 69%의 黃症發生이 抑制되었고, 4년근의 지하부 根重은 무처리에 비해 66%의 增大효과를 가져왔다.

謝 辭

본 연구의 수행에 있어 협조를 아끼지 않은 충남 서산 인삼협동조합에 감사하며, 특히 유남동 指導士님의 적극적인 협조에 감사합니다.

인용문헌

1. 李泰洙, 金明秀, 洪淳根: *Korean J. Ginseng Sci.*, **13**, 105(1989).
2. Foy, C.D.: *Natl. Acad. Sci. Nat. Res. Comm.*, 51 (1973).
3. Foy, C.D. and Fleming, A.L.: ASA Meet, Houston, 191 (1978).
4. Osawa, T. and Ikeda, H.: *J. Jpn. Soc. Hortic. Sci.*, **45**, 50 (1976).
5. Heenan, D.P. and Carter, O.F.: *Crop. Sci.*, **16**, 389 (1976).
6. Robinson, D.B. and Hodgson, W.A.: *Can. J. Plant Sci.*, **41**, 436 (1961).
7. Shuman, L.M. and Anderson, O.E.: *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, **7**, 547 (1976).
8. Millikan, C.R.: *R. Soc. Victoria Proc.*, **61**, 25 (1949).
9. Leach, W. and Taper, C.D.: *Can. J. Bot.*, **32**, 561 (1954).
10. 橋本武: 酸性土壤および作物生育, 養賢堂 p. 95(1982).
11. 山崎傳: 微量元素と多量元素, 博友社 p. 235(1969).
12. Morgan, P.W., Joham, H.E. and Amin, J.V.: *Plant Physiol.*, **41**, 718 (1966).
13. Morgan, P.W., Taylor, O.M. and Joham, H.E.: *Plant Physiol.*, **37**, 149 (1976).
14. Robinson, A.D. and Loneragan, J.F.: *Aust. J. Agric. Res.*, **21**, 223 (1970).
15. Terry, N., Evans, P.S. and Thomas, D.E.: *Crop Sci.*, **15**, 205 (1975).
16. Lee, C.R.: *Agron. J.*, **64**, 546 (1972).
17. Stonier, T., Rodriguez-Thomas, F. and Yoneda, Y.: *Plant Physiol.*, **43**, 69 (1968).
18. Eaton, G.W. and John, M.K.: *Agr. J.*, **63**, 219 (1971).
19. Somers, I.I. and Shive, J.W.: *Plant Physiol.*, **17**, 582 (1942).
20. 農振廳 農業技術研究所, 土壤化學分析法(1978).