

Orchardgrass 및 White Clover의 單播 및 混播 재배에서 미량요소(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B)의 組合施肥가 牧草의 여러 특성에 미치는 영향

I. 牧草의 生育, 夏枯 및 開花 등의 특성 변화

鄭連圭

Effects of Combined Micronutrient(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo and B) Application on Forage Traits in Pure and Mixed Swards of Orchardgrass and White Clover

I. Changes in the growth, summer depression, and flowering of forage plants

Yeun Kyu Jung

ABSTRACTS

This pot experiment was conducted in order to observe the effects of application of combined micronutrients(T₁; control, T₂; Fe, T₃; Fe+Mn, T₄; Fe+Mn+Cu, T₅; Fe+Mn+Cu+Zn, T₆; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo, T₇; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B) on forage performance of pure and mixed cultures of orchardgrass and white clover. The first part was concerned with the changes in the growth, summer depression, and flowering of forage plants. The results obtained are summarized as follows:

1. The T₃ and T₆ resulted in a wide chlorosis induced by the Fe-deficiency on orchardgrass. Chlorosis was significantly reduced by the T₄ and T₅, whereas the T₇, T₂, and T₁ showed normal growth without chlorosis symptoms. The T₇ resulted in the best growth of orchardgrass both in the pure and mixed swards. There was no chlorosis symptom on white clover, whereas the T₁, T₂ and T₇ showed a relatively good growth with deep green leaf-colour compared with the other treatments in the pure culture.
2. In summer, a summer depression occurred in orchardgrass: this was significantly reduced by the T₁ and T₇. The treatments with chlorosis symptoms in orchardgrass partly induced a lodging. Summer depression in white clover did not occur.
3. In the pure culture, the T₇ and T₂ in white clover resulted in many flowers and flower-buds compared with the other treatments. The T₇, especially, showed a long blooming period and an early full bloom compared with the other treatments, whereas the T₆ and T₅ showed inferior numbers of them. Only the T₇ resulted in more flowers than flower-buds, and above 1 in the flower/flower-bud ratio except the T₆ in the mixed culture.
4. It was recognized that the chlorosis of Fe-deficiency occurred not only from the unsuitable ratios of Fe/Mn and Fe/Mo but also from the unsuitable mutual ratios among the cations(Fe, Mn, Cu and Mn), between the anions(Mo and B), and their total ion concentration. It was observed the multiple interactions of Fe×Mn×Mo×B, and the distinct role of B as a regulator.

(Key words : Combined micronutrients, Orchardgrass, White clover, Pure and mixed swards, Growth and flower number)

I. 서 론

필수 微量元素는 植物이나 家畜에 중요한 생리기능을 하지만 과다 시에는 해롭기도 하며, 또한 부족 시에는 活性 결핍증상이 나타나기 전에 수량감소가 일어나기도 한다(Klapp, 1971). 근대농업에서는 農産物 증수를 위하여 편향된 3要素 중심의 화학비료가 과다 시비되고 있으며 이에 따라서 作物/飼料 및 家畜에 미량요소 결핍이 자주 발생되고 微量元素 시비의 필요성이 증대되고 있다.

多量 및 微量元素 양분의 조화된 시비는 飼料作物의 수량과 품질의 향상을 이루고 이로써 畜産物 증산에 기여할 것이며, 이들의 부조화는 飼料와 家畜에게 미량요소의 결핍을 초래할 것이다(Nieschlag, 1966). 草地에서 질소와 다량요소의 시비에는 미량요소의 공급문제와 결부되어야 한다. 이는 飼料의 수량증수 문제와 더불어 家畜의 미량요소 요구도와 연관되기 때문이다.

草地에서 orchardgrass + white clover는 기본적으로 적합한 混播組合(Jung and Baker, 1973; Fischbeck et al., 1975)이다. 그러나 이들 混播栽培의 특성은 시비, 이용방법, 파종량, 기후조건 등에 따라서 크게 영향을 받는다. orchardgrass는 조기생육, 상번초/장초장, 빠른 재생육, 半陰地에 강한 특성을 보이며, white clover는 늦은 생육, 하번초/중초장, 보통정도의 재생육의 특성을 갖는다. 또한 두 草種간 根系, 根深, 根量이 다르고 이는 混播 특성에 큰 의미를 갖고 있다.

또한 두 草種간 양분흡수 특성차이에서는 草種 특성상 뿌리의 CEC가 달라 양분 전유능력에 크게 차이점을 보인다. 두 草種별 양분 함량과 요구도에 차이가 있으며 또한 생육리듬(N-고정 등)도 다르다. 이러한 여러 재배 및 관리방법과 草種 특성에 따라서 牧草의 生育, 收量 및 品質 등이 큰 영향을 받는다.

植物體 내 모든 양분이온은 각 이온의 농도

뿐만 아니라 이들간 相互作用도 중요한 생리기능의 특성이다. 이 경우 養分の 흡수, 이동 및 생리기능에 상호간 拮抗的 또는 相助的 기능을 보인다(Finck, 1969). 필수 미량요소간 상호 拮抗作用의 가능성은 Fe/Mn, Fe/Cu, Mn/Cu, Mn/Mo, B/Mo 등을 들 수 있다(Bergmann and Neubert, 1976). 이러한 微量元素들의 특성과 관련하여 미량요소 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo 및 B의 순차적인 組合施肥에 따른 草種(grass-clover) 및 單播와 混播栽培별 다양한 시비효과를 구명하고자 하였다. 본 I報에서는 牧草의 生育, 夏枯現象, 開花 및 花芽 수 등에 미치는 영향을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시배지 및 재료

供試培地는 함유양분이 매우 척박한 섬유질 peat soil(품질규격 <독일> : 17S DIN 11540)을 사용하였으며 pot에 가볍게 누르면서 담았다.培地인 peat soil의 pH를 조정하기 위해서 20g의 CaCO₃를 pot당 혼합하여 원래의 pH 3.0 수준을 6~7 수준으로 改良하였다. 사용된 배지 용기는 플라스틱 제품으로 높이 19cm, 직경 20cm인 크기를 갖는 pot를 사용하였다. 供試草種은 orchardgrass(*Dactylis glomerata* L. var. Potomac)와 white clover(*Trifolium repens* L. var. NFG Giant)이었으며 이를 각 單播 및 混播栽培에 파종하였다.

각 처리별 동일하게 사용된 草地造成 및 유지관리 비료인 多量要素 시비양분의 종류와 시비기준은 표 1과 같다. 표 1에 상응하는 多量要素 비료의 종류와 이들 비료의 시비량은 pot 당 Ca(NO₃)₂ · 4H₂O 67me, epsomsalt(MgSO₄ · 7H₂O) 23me, KH₂PO₄ 45me, KNO₃ 61me, Mg(NO₃)₂ · 6H₂O 44me이었으며 이를 예취별로 나누어 分施 하였다. 이들 다량요소 肥料의 예취별 分施 기준은 총 450 me/pot에서 基肥(草

Table 1. Amounts of macroelements used for establishment and maintenance of the pure and mixed swards of orchardgrass-white clover

Unit	Anions(A)				Cations(C)				Total ions (A)+(C)
	N	S	P	Σ	K	Ca	Mg	Σ	
me/pot	172	23	45	240	76	67	67	210	(240)+(210)=450
% ¹⁾	71	10	19	100	36	32	32	100	(53.3)+(46.7)=100.0

¹⁾ %; relative percent of application rates, related to the application amounts (me/pot).

地造成 및 1차 예취)로 100me, 2차 예취 100me, 3차 예취 100me, 4차 예취 50me, 5차 예취는 무시비, 6차 예취는 100me로 각 前회 예취 직후 分施하였으며 多量要素 양분 총 합계 450me/pot를 시험기간 중 시비하였다. 施肥 시 양분 화합물의 침전을 방지하기 위해서 3개 群; 1) Ca(NO₃)₂ · 4H₂O+KNO₃+Mg(NO₃)₂ · 6H₂O, 2) MgSO₄ · 7H₂O, 3) KH₂PO₄로 나누어 水溶液을 만들었고 따로 따로 分施하였다.

播種전 석회시비로 산도를 조정한 培地에 草地造成 및 1차 예취(수확)를 위한 다량요소 분시량과 병행하여 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B 필수 미량요소의 組合施肥(표 2 참조) 처리별 전량을 培地와 잘 섞어서 pot에 넣었다.

播種은 발아율이 약 70%에 달하는 각 種子를 單播栽培에선 각각 200mg/pot를 播種하였다. 이들의 混播栽培에선 orchardgrass 120mg과 white clover 80mg 합계 200mg/pot를 播種하였

고, 이 播種량은 단파재배와 비교한 혼파재배에서 두 草種의 競爭指數 산정을 용이하게 하기 위한 적합한 播種량과 비율로 하였다. 播種은 구멍이 있는 播種 보조판을 이용하였다. 牧草栽培는 이동식 과도시설이 된 植物生長溫室(glasshouse)에서 自然光 조건에서 재배하였다. 물 주기는 미량요소 시험의 精밀성을 높이기 위해서 이온교환수를 이용하였다. 播種은 5/11일, 1차 예취는 6/15일(5주 생육), 2차 예취는 7/6일(3주 생육), 3차 예취는 7/27일(3주 생육), 4차 예취는 8/17일(4주 생육), 5차 예취는 9/14일(4주 생육), 6차 예취는 10/12일(4주 생육) 이었다. 예취는 5cm 높이로 하였다.

2. 처리내용

필수 미량요소 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, B의 組合施肥 처리내용은 표 2와 같이 7단계 수준으

Table 2. Application amounts and combination of micronutrients used for establishment and maintenance of the pure and mixed swards of orchardgrass and white clover (me/pot)

Treatments ¹⁾	Cations					Anions		
	Fe	Mn	Cu	Zn	Σ	Mo	B	Σ
T ₁	0.025	0.025	0.0125	0.0125	0.0750	0.015	0.06	0.075
T ₂	0.250	0.025	0.0125	0.0125	0.3000	0.015	0.06	0.075
T ₃	0.250	0.250	0.0125	0.0125	0.5250	0.015	0.06	0.075
T ₄	0.250	0.250	0.1250	0.0125	0.6375	0.015	0.06	0.075
T ₅	0.250	0.250	0.1250	0.1250	0.7500	0.015	0.06	0.075
T ₆	0.250	0.250	0.1250	0.1250	0.7500	0.150	0.06	0.210
T ₇	0.250	0.250	0.1250	0.1250	0.7500	0.150	0.60	0.750

¹⁾ Treatments of combined micronutrients; T₁; control, T₂; Fe, T₃; Fe+Mn, T₄; Fe+Mn+Cu, T₅; Fe+Mn+Cu+Zn, T₆; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo, T₇; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B.

로 하였으며, orchardgrass와 white clover의 單播栽培 및 이들의 混播栽培 모두 동일하게 施肥하였다. 微量元素 시비비료의 종류는 Fe는 fetrilon(5% Fe), FeSO₄ · 7H₂O, Mn은 MnSO₄ · H₂O, Cu는 CuSO₄ · 5H₂O, Zn은 ZnSO₄ · 7H₂O, Mo은 (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O, 그리고 B는 H₃BO₃ 을 시비하였다. 처리 수는 3 草種/栽培, 7 組合施肥, 4 반복으로 총 84개 pot로 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 牧草의 생육, 가시적 養分の 결핍 및 과다증상

가. 1-3차 예취 시 牧草의 생육특성

orchardgrass의 생육상; 표 3에서와 같이 T₃와 T₆ 組合施肥에서 심한 黃化現象이 나타났다.

이러한 黃化現象의 시작은 어린 잎 先端에서 부터 고르게 퍼졌으며 예취 회수가 진행될수록 잎의 下端으로 퍼져갔고 더욱 진행되어 지상부 위 전체로 증상이 나타났다. 이에 비해서 T₄와 T₅ 組合施肥에서는 黃化現象이 크게 경감되었다. 대조구(T₁), T₂ 및 T₇ 組合施肥에서는 黃化現象의 증상이 없이 정상적인 생육을 보였다. 특히 T₇ 완전 組合施肥에서는 單播 및 混播栽培 공히 다른 組合施肥에 비해서 더 정상적인 양호한 생육을 보였다.

white clover의 생육상; white clover에서는 黃化現象은 보이지 않았으나 單播栽培에서 각 組合施肥별 잎의 色도와 생육에 다소 차이를 보였다. T₁(대조구), T₂ 및 T₇ 組合施肥에서는 다른 조합시비에 비해서 더 진한 綠色과 더 양호한 생육을 보였다. 이에 비해서 混播栽培에서는 각 조합시비별 色도의 차이는 볼 수 없었고 모두 보통 綠色을 보였다.

Table 3. Visible chlorosis-symptoms¹⁾ on orchardgrass and white clover as influenced by the combined micronutrients(Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, and B) applied

Treatments	Orchardgrass			White clover
 by cut			
	1-3	4-6	5 ²⁾	1-6
Pure culture				
T ₁ ; control	—	—	3+	G
T ₂ ; Fe	—	—	3+	G
T ₃ ; Fe+Mn	2+	4+	4+	—
T ₄ ; Fe+Mn+Cu	+	+	3+	—
T ₅ ; Fe+Mn+Cu+Zn	+	+	3+	—
T ₆ ; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo	2+	4+	4+	—
T ₇ ; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B	—	—	3+	G
Mixed culture				
T ₁ ; control	—	—	3+	—
T ₂ ; Fe	—	—	3+	—
T ₃ ; Fe+Mn	2+	3+	4+	—
T ₄ ; Fe+Mn+Cu	—	+	2+	—
T ₅ ; Fe+Mn+Cu+Zn	+	+	2+	—
T ₆ ; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo	+	3+	3+	—
T ₇ ; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B	—	—	2+	—

¹⁾ —; normal growth, G; normal growth with deep green leaf-colour,

+; relative grade in relation to the intensity and spread of chlorosis-symptoms.

²⁾ The fifth cut without an additional fertilization.

나. 4~6차 예취 시 牧草의 생육특성

orchardgrass 생육상; 1-3차 예취 시에 나타난 처리별 黃化現象(상술)이 더 심해졌으며, 無追肥 5차 예취 시에는 N-결핍 黃化現象도 나타났다. T₃와 T₆ 組合施肥에서 나타난 黃化現象의 色度는 無追肥 5차 예취 시에는 追肥를 사용한 때보다 더 강했다. 이는 여러 요인에 따른 복합적 黃化現象에 기인된 것으로 보였다. 混播栽培에서 無追肥(5차 예취) 시 T₄ 組合施肥에서는 單播栽培에서 보다 더 양호한 생육을 보였다. T₄ 조합시비에서 이러한 양호한 생육을 보인 것은 混播한 white clover가 또한 상대적으로 더 양호한 생육상과 植生比率를 보였던 것과도 연관이 있는 것으로 보였다.

white clover의 생육상; white clover는 정상적인 생육을 보였고. 無追肥 시 T₇ 완전 組合施肥에서는 더욱 더 양호한 생육을 보였다. 이에 비해서 대조구(T₁), T₂와 T₃ 組合施肥에서는 다른 組合施肥에 비해서 다소 열세한 생육을 보였으며 또한 잎이 더 작고 약한 생육을 보였다.

2. 草種別 수분생리 및 夏枯現象 특성

草種別 여러 특성과 관련하여 여름 高溫期에 orchardgrass는 white clover보다 거의 2배정도 많은 양의 물 공급이 요구되었다. 單播栽培에서 보다 混播栽培에서는 orchardgrass의 수분 조건이 상대적으로 더 양호하였다. 이는 混播栽培에 따른 培地의 수분 조건이 상대적으로 더 양호한 특성과 연관된 것으로 보였다. 외부 온도보다 5~10℃ 더 높은 grasshouse의 특성으로 orchardgrass는 수분 부족이 더 심하였고 반면에 white clover는 상대적으로 양호하였다.

orchardgrass는 夏枯現象을 보였다. 그러나 T₁과 T₇에서는 다른 組合施肥보다 상대적으로 더 경감된 경향을 보였다. 黃化現象을 보인 組

合施肥는 약한 줄기와 高溫으로 인하여 일부 倒伏現象을 보였으며 이로 인하여 더 적은 수분소모를 보였다. white clover는 夏枯現象을 보이지 않았으며 組合施肥별 수분요구도 차이는 분명하지 않았다. 그러나 收量과 수분요구도 간 다소의 상관관계를 인정할 수 있었다.

3. 組合施肥별 開花 및 花芽 수 변화

각 예취 시 조사된 組合施肥별 開花 및 花芽 수는 표 4와 같다. orchardgrass는 각 예취 시점에서 관측되지 않았으며, white clover는 3~5차 예취 시점에서만 開花가 관측되었고 3차 및 4차 예취 시점이 가장 많은 開花 수를 보였다.

單播栽培에서 white clover의 開花 및 花芽 수는 T₇ 및 T₂에서 가장 많았다. 완전 組合施肥 T₇에서는 다른 組合施肥에 비해서 開花期間이 더 길었으며 또한 더 빠른 滿開를 보였다. 이에 비해서 T₅ 및 T₆에서는 T₁에 비해서 開花 및 花芽 수가 적었으며, 특히 T₆에서는 3차 예취 시보다 4차 및 5차 예취 시에 더 심한 開花 및 花芽 수 감소를 보였다.

混播栽培에서는 追肥로 인한 orchardgrass의 생육촉진과 이로 인한 white clover의 열세한 생육조건으로 white clover의 개화 수는 單播栽培의 경우보다 상대적으로 더 적었고 그리고 일반적으로 開花期間이 더 짧았다. 그러나 대조구 T₁의 開花 수와 상대적으로 비교한 각 組合施肥의 開花 수는 單播栽培에서보다 상대적으로 더 큰 차이를 보였다. 대조구(T₁)에 비해서 T₄와 T₇이 상대적으로 가장 많은 開花 및 花芽 수를 보였다. 완전 組合施肥 T₇에서 만이 單播 및 混播栽培 공히 開花 수가 花芽 수보다 많았고 그리고 開花 수/花芽 수의 比率이 >1 이었다(혼파의 T₆ 예외). 일반적으로 開花 및 花芽 수는 收量과 긍정적으로 상호 연관성을 보였다.

Table 4. Numbers of flowers and flower-buds of white clover as influenced by the micronutrient combination applied

(Numbers/4 pots repeated)

Culture	Treatments ¹⁾	Flower/(flower-bud) by cut ²⁾			Total numbers			
		3rd	4th	5th	Flower	Flower-bud	Sum	%
Pure	T ₁	10/(21)	13/(13)	1/(1)	24	35	59	100.0
	T ₂	16/(26)	13/(21)	4/(2)	33	49	82	139.0
	T ₃	15/(21)	12/(11)	2/(2)	29	34	63	106.8
	T ₄	16/(22)	7/(11)	2/(2)	25	35	60	101.7
	T ₅	7/(11)	5/(6)	1/(3)	13	20	33	55.9
	T ₆	9/(22)	2/(2)	0/(2)	11	26	37	62.7
	T ₇	25/(18)	24/(17)	4/(7)	53	42	95	161.0
Mixed	T ₁	2/(5)	2/(0)	0/(0)	4	5	9	100.0
	T ₂	2/(10)	1/(0)	0/(0)	3	10	13	144.4
	T ₃	1/(4)	1/(1)	1/(1)	3	6	9	100.0
	T ₄	7/(10)	6/(5)	0/(1)	13	16	29	322.2
	T ₅	1/(3)	1/(2)	1/(1)	3	6	9	100.0
	T ₆	6/(3)	3/(0)	0/(1)	9	4	13	144.4
	T ₇	7/(8)	4/(4)	4/(1)	15	13	28	311.1

¹⁾ Micronutrient combination applied; T₁(control), T₂(Fe), T₃(Fe+Mn), T₄(Fe+Mn+Cu), T₅(Fe+Mn+Cu+Zn), T₆(Fe+ Mn+ Cu+Zn+Mo), T₇(Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B).

²⁾ Flowers and flower-buds of white clover were not found at 1st, 2nd, and 6th cuts.

4. 組合施肥가 牧草의 生育 및 開花에 미치는 綜合고찰

植物體내 양분이온은 각 이온의 농도뿐만 아니라 이온간 相互作用도 중요한 생리기능을 한다. 養分의 吸收, 移動 및 生理機能 면에서 무기양분 이온은 拮抗作用과 相助作用이 이루어진다(Finck, 1969). Bergmann and Neubert 보고(1976)에 의하면 미량요소간 Fe/Mn, Fe/Cu, Mn/Cu, Mn/Mo 및 B/Mo 相對比가 중요한 의미가 있고 이들 간에는 한 養分이 결핍 또는 과다조건일 경우 동시에 상대 養分의 과다 또는 결핍을 초래하는 결과를 가져온다고 하였으며 이러한 특성은 모든 경우 불균형 된 그리고 相互比率이 부적합한 양분공급 상태임을 나타낸다고 하였다.

Fe/Mn 비율; Fe-결핍은 微量要素의 불균형에 유발된다고 보고된 바 있으며(Brown et al. 1959), 많은 연구보고에서는 Fe/Mn 比率이 Fe

과 Mn의 결핍 또는 과다에 서로 拮抗적으로 중요한 기능을 한다고 하였다(Riekels and Lingle, 1966; Osullivan, 1969; Gupta and Chipman, 1976; Cumbus et al., 1977; Moraghan and Freeman, 1978). Mn-과다는 Fe-施肥로 식물체내 Fe 함량이 증가되면서 Mn-함량이 감소되어 Mn-과다를 경감시키거나 혹은 배제시킬 수 있다고 하였다(Kirsch et al., 1960; Hiatt and Ragland, 1963; Moraghan and Freeman, 1978). Fe과 Mn 간에는 이들의 物質代謝 기능에서 서로 交互作用을 하는 관계가 있다. 이들 養分의 생리적 기능은 상호 다른 양분간의 비율에 따라서 영향을 받는다(Somers and Shive, 1942). 또한 Brown et al.(1959)은 Fe/Mn+Cu 比率의 부조화도 Fe-결핍의 요인이 된다고도 하였다.

이러한 交互作用으로 인하여 T₃(Fe+Mn) 組合施肥에서 Mn의 Fe에 대한 拮抗作用으로 특히 orchardgrass에 대해서 열세한 생육, Fe-결핍 黃化現象의 유발, 夏枯現象의 심화를 가져온

것으로 보였으며, 그리고 white clover에 대해서는 開花와 花芽 수의 감소를 초래한 요인이 된 것으로 보였다

Fe/Mo 비율; Fe과 Mo 간拮抗作用이 있다고 연구보고 된 바 있다(Singh and Steenberg, 1975; Kannan and Ramani, 1978; Massumi and Finck 1973). 그리고 NO₃-N 시용은 Fe/Mo 交互作用을 심화시킨다는 보고(Moore et al., 1957) 등을 고려할 때 본 시험에서 追肥 질소(NO₃-N)가 시용 되었고, T₆(Fe+Mn+Cu+Zn+Mo) 처리는 Mo의 Fe에 대한拮抗作用과 음이온 붕소간의 B/Mo비의 불균형(부족) 등의 요인으로 특히 orchardgrass에서 생육의 열세와 黃化現象의 유발, 夏枯現象의 심화를 가져왔고, white clover에서는 開花와 花芽 수의 감소를 초래한 것으로 보였다.

T₇ 완전 組合施肥에서 두 草種 공히 양호한 생육상과 경감된 orchardgrass의 夏枯現象, 그리고 white clover의 開花 및 花芽 수가 가장 많았고, 早期開花 및 빠른 滿開 등을 보였다. 이는 B/Mo 비의 조화로 Mo 毒 機能이 경감된다는 보고(Matrin, 1966)와 B×Mo×N 간의 多重 交互作用(MacKay et al., 1964)과도 연관된 것으로 보였다. 그리고 Fe-결핍 黃化現象은 항상 부적합한 Fe/Mn과 Fe/Mo 비에 기인되지 않고 양이온간(Fe, Mn, Cu, Zn), 음이온간(Mo, B), 그리고 이들의 총 濃度の 부조화에도 기인된다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라서 붕소를 함유한 T₇ 완전 組合施肥의 효과가 큰 것으로 보였다. 그리고 Fe×Mn×Mo×B 간 多重 交互作用이 있으며 이 때 B의 조정자 역할이 큰 것으로 보였다. T₁과 T₂에서 비교적 양호한 생육상을 보였던 특성도 상술한 미량요소 간의 상호비율이 다소 조화된 특성과 연관된 것으로 보였다.

IV. 요약

orchardgrass 및 white clover의 單播 및 混播

재배조건에서 微量元素 Fe, Mn, Cu, Zn, Mo 및 B의 조합시비별 牧草의 생육, 開花, 收量, 양분 함량 및 草種간 경합지수 등에 미치는 영향 등을 구명하였다. 多量要素 양분을 동일 량 시비한 조건에서 7 수준의 미량요소 組合施肥는 T₁; 대조구, T₂; Fe, T₃; Fe+Mn, T₄; Fe+Mn+Cu, T₅; Fe+Mn+Cu+Zn, T₆; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo 및 T₇; Fe+Mn+Cu+Zn+Mo+B로 하였다. 본 1報에서는 각 組合施肥별 牧草의 생육, 開花 및 수분생리/夏枯現象 특성 등에 미치는 영향을 검토하였다.

1. orchardgrass는 T₃와 T₆에서 심한 Fe-결핍 黃化現象을 보였고, 이는 T₄와 T₅에서는 크게 경감되었다. 반면에 T₁, T₂ 및 T₇ 組合施肥에서는 黃化現象이 없이 정상적인 생육을 보였고, 특히 T₇ 완전 組合施肥에서는 단과 및 혼과재배 공히 다른 조합시비에 비해서 가장 양호한 생육을 보였다. white clover는 조합시비별 黃化現象은 보이지 않았으나 單播栽培에서 T₁, T₂ 및 T₇에서는 다른 組合施肥에 비해서 더 진한 綠色과 더 양호한 생육을 보였다.

2. 여름 高溫期에 orchardgrass는 夏枯現象을 보였으나 T₁과 T₇에서는 다른 처리구보다 상대적으로 크게 경감 되었다. 黃化現象을 보인 조합시비에서는 약한 줄기와 高溫으로 인하여 일부 倒伏現象을 보였다. white clover는 夏枯現象을 보이지 않았고 처리별 수부요구도의 차이는 분명하지 않았다.

3. 單播栽培에서 white clover의 開花 및 花芽 수는 T₇ 및 T₂에서 가장 많았고 T₇에서는 다른 조합시비에 비해서 더 긴 開花期間과 더 빠른 滿開를 보였다. 이에 비해서 T₅ 및 T₆에서는 대조구인 T₁ 보다 적었고 처리 중 가장 적은 開花 수를 보였다. T₇에서 만이 單播 및 混播栽培 공히 開花 수가 花芽 수보다 많은 開花 수/花芽 수의 비율이 >1 이었다(혼과의 T₆ 예외).

4. Fe-결핍 黃化現象은 항상 부적합한 Fe/Mn과 Fe/Mo 비율에 기인되지 않고, 양이온간(Fe,

Mn, Cu, Zn), 음이온간(Mo, B), 그리고 이들의 총 농도의 부조화에도 기인된다는 것을 인지할 수 있었다. 그리고 $Fe \times Mn \times Mo \times B$ 간 多重 交互作用이 있으며 이 때 B의 조정자 역할이 큰 것으로 보였다.

V. 인용 문헌

1. Bergmann, W. and P. Neubert. 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
2. Brown, J.C., R.S. Holmes and L.O. Tiffin. 1959. Hypotheses concerning iron chlorosis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23;231-234.
3. Cumbus I.P., D.J. Hornsey and L.W. Robinson. 1977. The influence of P, Zn and Mn on absorption and translocation of Fe in watercress. Plant and Soil. 48;651-660.
4. Finck, A. 1969. Pflanzenernaehrung in Stickworten, 1. Aufl. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel.
5. Fischbeck, G., K.U. Heyland and N. Knauer. 1975. Spezieller Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 225.
6. Gupta U.C. and E.W. Chipman. 1976. Influence of iron and pH on the yield and iron, manganese, zinc, and nitrogen concentration of carrots grown on sphagnum peat soil. Plant and Soil. 44; 559-566.
7. Hiatt, A.J. and J.L. Ragland. 1963. Manganese toxicity of burley tobacco. Agron. J. 55;47-49.
8. Jung, G.A. and B.S. Baker. 1973. Forage grasses and legumes-orchardgrass. In; Heath and Barnes: Forages, 3rd edit. The Iowa State Univ. Press, USA. 285-296.
9. Kannan, S. and S. Ramani. 1978. Studies on Molybdenum absorption and transport in bean and rice. Plant Physiol. 62;179-181.
10. Kirsch, R.K., M.E. Harward and R.G. Petersen. 1960. Interrelationship among iron, manganese, and molybdenum in the growth and nutrition of tomatoes grown in culture solution. Plant and Soil. 12;259-275
11. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. Verlag Paul Parley, Belin und Hamburg. 155. 191.
12. MacKay, D.C., E.W. Chipman and W.M. Langille. 1964. Crop responses to some micronutrients and sodium on sphagnum peat soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28;101-104.
13. Massumi, A. and A. Finck. 1973. Molybdaengehalte einiger Acker- und Gruenlandpflanzen Schleswig-Holsteins in Abhaengigkeit von Bodenreaktion. Z. F. Pflanzenernaehr., Bodenkd. 134; 56-65.
14. Matin, A. 1966. Minderung der Molybdaen-Toxiditaet an Pflanzen durch andere Naehrstoffe. Dissertation, D 83, Nr. 200, Techn. Univ. Berlin.
15. Moore, D.P., M.E. Harward, D.D. Mason, R.J. Hader, W.L. Lott and W.A. Jackson. 1957. An investigation of some of the relationships between copper, iron, and molybdenum in the growth and accumulations of copper and iron. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21;65-74.
16. Moraghan, J.T. and T.J. Freeman. 1978. Influence of FeEDDHA on growth and manganese accumulation in flax. Soil Sci Soc. Am. Proc. 42; 455-460.
17. Nieschlag, F. 1966. Versuche ueber den Einfluss einiger Spurenelemente auf die Leistung von Milchviehweiden. Landw. Forschung. 19;191-195.
18. Osullivan, M. 1969. Iron metabolism of grasses. I. Effect of iron supply on some inorganic and organic constituents. Plant and Soil. 31;451-462.
19. Riekels, J.W. and J.C. Lingle 1966. Iron uptake and translocation by tomato plants as influenced by root temperature and manganese nutrition. Plant Physiol. 41;1095-1101.
20. Shingh, B.R. and K. Steenberg. 1975. Plant response to micronutrients. III. Interaction between manganese and zinc in maize and barley plants. Plant and Soil. 40;655-667.
21. Sommers, I.I. and J.W. Shive. 1942. The iron-manganese relation in the plant metabolism. Plant Physiol. 17;582-602.