

Orchardgrass 및 White Clover의 單播 및 混播栽培에서
붕소의 시용이 牧草의 여러 특성에 미치는 영향
— IV. 牧草 중 微量元素(Fe, Mn, Cu, Zn과 B)의 함량 변화 —
鄭 連 圭

Effects of Boron Application on the Forage Traits in the Pure
and Mixed Cultures of Orchardgrass and White Clover
— IV. Changes in the contents of micronutrients(Fe, Mn, Zn, Cu,
and B) in forages —
Yeun Kyu Jung

ABSTRACT

This pot experiment was conducted to find out the effects of boron application(B₀; control, B₁; 0.2, B₂; 2.0, B₃; 6.0, B₄; 15.0 boron me/pot) on the forage performance of pure and mixed cultures of orchardgrass and white clover. The fourth part was concerned with the changes in the contents of B, Fe, Mn, Cu, and Zn in forages. The results obtained are summarized as follows:

1. The boron(B) contents of both forages and their differences among the B treatments generally decreased according to the cutting order. The B contents of white clover were somewhat lower in the B₀ than in the B₂. However, the differences in the yields between B₀ and B₂ were relatively great. It was probably caused by the latent B-deficiency in the B₀. Compared with white clover, the B contents of orchardgrass had relatively great differences between the B₀ and B₂, but both yields tended to be similar.

2. The contents of Fe, Mn, Cu, and Zn in both forages were generally different according to the forage species, whether it was a pure or mixed cultures, and additional fertilization. The effects of B application on their contents were different according to the micronutrients and above factors.

3. The Fe contents of white clover were lower in the B₀ and B₄ than in the B₂. It tended to be related to the weak growth of roots and low yields in the B₀ and B₄. However, there were not consistent in the changes of contents of Mn, Cu, and Zn by the rates of B application.

4. The effects of B application on the total ion concentrations of Fe, Mn, Cu, and Zn were not consistent in both forages. However, the concentrations were generally affected by the changes in the contents of Mn and Zn. The concentrations of white clover were higher in a pure than in mixed culture.

(Key words : Boron effect, Orchardgrass, White clover, Contents of Fe, Mn, Cu, Zn, and B)

I. 서 론

리기능을 하지만 과다 시에는 해롭기도 하며, 또한 부족 시에는 活性 결핍증상이 나타나기 전에 수량감소가 일어나기도 한다(Klapp, 1971). 필수 微量元素는 植物이나 家畜에 중요한 생

多量 및 微量要素 양분의 조화된 시비는 飼料 作物의 수량과 품질의 향상을 이루고 이로서 畜産物 증산에 기여할 것이며, 이들의 부조화는 飼料와 家畜에게 미량요소의 결핍을 초래할 것이다(Nieschlag, 1966).

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. 또한 두 草種간 根系, 根深, 根量이 다르고 이는 混播栽培의 특성에 큰 의미를 갖고 있다.

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 양분흡수에 큰 유동성을 갖는다(Woelbier and Kirchgessener, 1957; Klapp, 1971). 禾本科牧草인 orchardgrass는 개화기 기준 B의 적정 함량이 10ppm(Fleming, 1963) 정도이고, 荳科牧草인 white clover는 31~80ppm (Vielemeyer, 1967) 수준으로 큰 차이를 보인다고 하였다.

이러한 微量要素의 여러 특성과 연관하여 草種(grass-clover), 單播/混播栽培별 미량요소의 다양한 시비효과를 구명하고자 하였고, 우선 붕소의 시비효과를 검토하였다. I報(생육상), II報(수량성) 및 III報(조단백질)에 이어서 본 IV報에서는 붕소 시용이 草種 및 單播/混播栽培별 牧草 중 미량요소 B, Fe, Mn, Cu 및 Zn의 함량 등에 미치는 영향을 검토하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시배지 및 재료

공시배지는 함유양분이 매우 적박한 peat soil(품질규격<독일>: 17S DIN 11540)을 사용하였으며 pot에 가볍게 누르면서 담았다. 培地인 peat soil 의 pH를 조정하기 위해서 20g의 CaCO₃를 pot당 혼합하여 원래의 pH 3.0 수준을 6~7 수준으로 改良하였다. 사용된 배지용기는 프라스틱 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 Table 1과 같다. Table 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(초지조성 및 1차 예취)로 100me, 2차 예취 100me, 3차 예취 100me, 4차 예취 50me, 5차 예취는 무시비, 6차 예취는 100me로 각 前回 예취 직후 분시하였으며 多量要素 양분 총 합계 450me/pot를 시험기간 중 施肥하였다. 施肥 시 養分 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

Table 1. Amounts of macronutrients 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).

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 필수 미량요소(Table 2참조)의 시비 전량(전 처리구 동일량, 후술)과 그리고 Table 2와 같이 붕소 처리별 시비 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 파종하였고 이들의 混播栽培에선 orchardgrass 120mg과 white clover 80mg 합계 200mg/pot를 파종하였다. 播種은 구멍이 있는 파종 보조판을 이용하였다. 牧草栽培는 이동식 패도시설이 된 植物生長溫室(glasshouse)에서 自然光 조건에서 재배하였다. 물 주기는 미량요소 시험의 정밀성을 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.

Table 2. Application rates of boron used for establishment and maintenance of the pure and mixed swards of orchardgrass and white clover

Treatments	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
(me B/pot)	0.0	0.2	2.0	6.0	15.0

Table 3. Boron contents of orchardgrass and white clover by the rates of boron application

Treatments (me B/pot)	by cuts									
	orchardgrass					white clover				
	1	2	3	5	6	1	2	3	5	6
	pure culture									
B ₀ (0.0)	34	17	9	12	6	61	48	21	39	28
B ₂ (2.0)	70	49	24	33	14	102	69	42	50	38
B ₄ (15.0)	467	445	168	218	91	371	310	175	183	143
	mixed culture									
B ₀ (0.0)	16	20	9	8	4	79	44	19	43	33
B ₂ (2.0)	47	73	19	32	11	107	75	29	49	37
B ₄ (15.0)	415	494	155	233	102	410	339	198	162	124

2. 처리내용

붕소 처리내용은 Table 2와 같이 5단계 수준으로 하였으며, 붕소의 각 처리에 공통으로 시비된 다른 微量元素의 施肥量은 Fe과 Mn은 각각 0.25me/pot, Cu와 Zn은 각각 0.125me/pot, 그리고 Mo은 0.15me/pot를 동일하게 시비하였다. 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 fertilon(5% Fe), FeSO₄ · 7H₂O, Mn은 MnSO₄ · H₂O, Cu는 CuSO₄ · 5H₂O, Zn은 ZnSO₄ · 7H₂O, Mo은 (NH₄)₆Mo₇O₂₄ · 4H₂O, 그리고 B는 H₃BO₃을 시비하였다. Fe, Mn, Cu와 Zn은 AAS(Unicum SP 1900) 분석기기로, B는 Hatch and Wilcox(1950)에 의한 Carmine 분석방법으로 정량 하였다. 처리 수는 3 草種/栽培, 5 붕소 처리수준, 4 반복으로 총 60개 pot로 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 牧草 중 붕소(B)의 함량 변화

Table 3에서와 같이 追肥를 주지 않은 5차 예취를 제외하고는 두 草種 공히 예취가 진행되어 감에 따라서 牧草 중 붕소 함량이 현저히 감소 되었고, 이에 따라서 붕소 시비수준간 붕소 함량의 차이도 줄어들었다. 單播栽培의

white clover가 B₂ 처리구에서 1차 예취 시 다소 높은 B-함량(102ppm)을 보였는데 이는 1報(생육상)에서 언급한 가벼운 B-과다증이 나타난 것과 연관된 것으로 보였다. 그러나 이 과다증상은 1차 예취 이후에는 사라졌고, 다른 처리구에 비해서 높은 收量性을 보였다.

white clover는 B 함량이 B₀ 처리구가 B₂ 처리구 보다 약간 낮았지만 收量은 상대적으로 더 크게 낮았다. 이에 비해서 orchardgrass는 이들 처리간 B-함량이 상대적으로 더 큰 차이를 보였고, 예취 후반기에 B 함량이 더 크게 낮아졌지만 이들간 수량차이는 적었다. B의 요구도가 높은 white clover에서 B₀와 B₂간 B-함량은 큰 차이가 없었어도 수량차이가 큰 것은 B₀에서 잠복성 붕소결핍이 되었으며 이를 수량감소를 통하여 B 부족을 먼저 補正한 white clover의 영양생리 특성과 연관된 것으로 보였다.

2. 牧草 중 Fe, Mn, Cu 및 Zn의 함량 변화

Table 4에서와 같이 일반적으로 牧草 중 Fe,

Mn, Cu 및 Zn의 함량 차이는 우선적으로 草種, 單播/混播栽培 및 多量要素 追肥의 시비 여부에 따라서 영향을 받는 것으로 보였고, B 시비 수준별 이들의 함량 변화는 微量元素의 종류 및 상술한 조건에 따라서 차이를 보였다.

가. 牧草 중 철(iron, Fe)의 함량

붕소 사용에 따른 두 牧草 중 Fe 함량은 B₂ 처리구에 비해서 B₀와 B₄ 처리구는 낮았다. 이는 B₀와 B₄ 처리구에서 뿌리발육의 저해(I報)/수량감소(II報)의 특성과 연관된 것으로 보였다. 無追肥인 5차 예취에서는 單播/混播栽培 공히 white clover 중 Fe 함량이 B₂ 처리구가 B₀와 B₄ 처리구보다 뚜렷이 높았다. 이러한 경향은 收量性과도 긍정적으로 연관되어 있었다. orchardgrass의 경우는 單播栽培에서 B₄ 처리구를 제외하고는 B₂ 처리구가 다른 처리구보다 Fe 함량이 다소 높았다.

이러한 결과들은 적합한 붕소시비는 두 牧草 중 Fe의 含量提高에 긍정적이었고, 이는 뿌리

Table 4. Contents of Fe, Mn, Cu, and Zn in orchardgrass and white clover by the rates of boron application

Treatments (me B/pot)	1st cut				3rd cut				5th cut			
	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn	Fe	Mn	Cu	Zn
<u>orchardgrass in pure culture</u>												
B ₀ (0.0)	64.9	196.3	21.5	89.2	54.5	67.8	17.0	89.7	53.8	68.1	9.8	70.6
B ₂ (2.0)	62.9	175.3	21.9	89.2	52.4	73.6	16.1	87.7	70.5	74.1	12.5	74.5
B ₄ (15.0)	64.3	159.5	25.4	108.8	39.8	100.0	21.5	121.6	74.0	73.9	14.9	101.5
<u>white clover in pure culture</u>												
B ₀ (0.0)	97.8	94.8	9.8	48.0	68.1	84.2	9.8	69.1	59.7	121.8	13.0	103.9
B ₂ (2.0)	101.3	99.4	12.1	53.9	69.8	87.6	9.4	55.4	93.6	103.5	13.4	72.5
B ₄ (15.0)	93.6	88.2	8.5	57.4	55.2	94.8	7.6	49.0	71.6	102.6	12.1	77.5
<u>orchardgrass in mixed culture</u>												
B ₀ (0.0)	56.6	202.0	16.5	80.4	46.1	95.7	14.1	87.3	58.0	99.6	13.0	76.0
B ₂ (2.0)	60.1	204.3	18.6	78.9	60.1	106.6	19.2	114.2	86.6	101.7	14.8	85.3
B ₄ (15.0)	61.5	159.8	17.9	105.9	39.8	116.7	20.1	102.9	67.7	108.3	16.1	81.9
<u>white clover in mixed culture</u>												
B ₀ (0.0)	106.1	96.3	9.8	52.5	64.3	85.1	6.5	66.2	90.0	30.2	9.8	69.1
B ₂ (2.0)	92.2	88.8	9.4	47.1	68.4	76.4	9.8	64.2	95.7	31.3	9.4	62.7
B ₄ (15.0)	95.0	76.4	8.1	39.2	75.4	80.2	7.2	50.5	47.8	24.7	6.3	45.1

생육과 收量增收과 상호 연관된 특성을 보였다. 이에 비해서 붕소 결핍이나 과다 시에는 다소 일관성을 보이지 안 했다.

나. 牧草 중 망간(Manganese; Mn)의 함량

붕소 시용에 따른 두 牧草 중 Mn의 함량에 미치는 영향은 일관성을 보이지 안 했고 재배 방법에 따라 크게 영향을 받았다. orchardgrass는 單播에서보다 混播栽培에서 더 높은 함량을 보였고 white clover는 반대 경향을 보였다. 1차 收穫物에서 orchardgrass는 white clover와는 달리 매우 높은 Mn 함량을 보였고, 예취가 진행되어 감에 따라서 확연히 줄어들었다.

white clover 중 Mn 함량은 多量要素 追肥로 인해서 크게 영향을 받았다. 無追肥인 5차 예취 시에는 單播栽培에서 Mn 함량이 追肥가 시용된 경우보다 높았으나 混播栽培에서는 낮아졌다. 5차 收穫物에서 單播와 混播栽培간 white clover의 Mn 함량이 가장 큰 차이를 보였다. 이 경우 混播에서는 Mn 결핍상태의 수준을 보였다.

다. 牧草 중 구리(copper; Cu)의 함량

붕소 시용 수준이 牧草 중 Cu 함량에 미치는 영향은 분명하지 안 했다. 單播栽培의 orchardgrass에서 B₄ 처리구는 다른 처리구에 비해서 함량이 더 높았지만 混播栽培에서는 일관성이 없었다. 일반적으로 orchardgrass의 경우와는 달리

white clover는 B₄ 처리구에서 보통 Cu 함량보다 더 낮은 함량을 보였다. 그에 비해서 B₀ 처리구는 Cu 함량이 B₂ 처리구의 각 함량보다 낮아졌으며 이는 orchardgrass의 경우도 같았다. 모든 경우 orchardgrass의 Cu 함량은 white clover보다 2배 정도 높은 함량을 보였다. 단지 單播에서 無追肥 5차 收穫物에서는 거의 차이가 없었다.

라. 牧草 중 아연(Zinc; Zn)의 함량

orchardgrass는 無追肥의 5차 예취를 제외하고는 B₄ 처리구에서 항상 Zn 함량이 높았다. 반면에 B₀ 와 B₂ 처리간에는 混播의 3차 수확물을 제외하고는 다소 적은 함량차이를 보였다. white clover는 混播의 B₄ 처리구에서 orchardgrass와는 반대로 Zn 함량의 감소를 보였다. 이런 현상은 單播에서는 분명하지 안 했다. 單播의 5차 수확물을 제외하고는 orchardgrass의 Zn 함량은 white clover보다 뚜렷이 더 높았다.

3. 牧草 중 Fe, Mn, Cu, Zn의 총 농도

붕소 시용 수준이 牧草 중 총 농도(Fe+Mn+Cu+Zn)에 미치는 영향은 다소 일관성을 보이지 안 했다. 총 농도의 변화는 일반적으로 Mn과 Zn 함량의 변화에 밀접한 영향을 받았고, 반면에 Fe과 Cu 함량은 경미한 역할을 하였다. Table 5에서와 같이 수확물 중 1차 收穫物이

Table 5. Total concentrations of micronutrients(Fe, Mn, Cu, and Zn) in orchardgrass and white clover by the rates of boron application

(μg/g, DM basis)

Forage	Treatments (me B/pot) by cuts					
		1.	3.	5.	1.	3.	5.
orchard-grass		pure culture			mixed culture		
	B ₀ (0.0)	372	229	202	356	243	247
	B ₂ (2.0)	349	230	232	361	300	288
	B ₄ (15.0)	358	283	264	346	280	274
white clover	B ₀ (0.0)	250	231	298	265	222	199
	B ₂ (2.0)	267	222	283	238	218	199
	B ₄ (15.0)	248	206	264	219	213	124

모든 경우 가장 높은 총 농도를 보였고, 또한 orchardgrass가 white clover보다 더 높았다. 이는 orchardgrass가 상대적으로 더 많은 Mn을 흡수한 특성과 연관되었다.

orchardgrass에서 追肥가 없었던 5차 수확물 중 총 농도는 追肥를 준 3차 예취 시와 비슷하였지만 이와는 달리 white clover 중 총 농도는 單播栽培에서는 증가하였고 混播栽培에서는 감소된 경향을 보였다. 이러한 특성은 牧草의 Mn 흡수가 草種 및 單播/混播栽培별 차이가 있는 것을 나타내었다.

單播에 비해서 混播栽培에서는 white clover의 생육열세/수량감소로 인하여 총 농도가 濃縮效果(concentration effect)에 따라서 일반적으로 높은 농도를 나타내야 함에도 불구하고 예취가 진행될수록 비례해서 낮아졌고 특히 無追肥 시에 매우 낮았다.

4. 붕소 및 양이온 미량요소의 함량 변화에 대한 종합고찰

포장재배 조건과는 달리 두 草種 공히 상대적으로 높은 B-함량을 보였는데 이는 溫室栽培의 특성에 기인된다는 보고(Gupta et al., 1976)와 같은 경향이었다. 이러한 원인은 많은 B 施肥와 원활한 수분공급 요인(Berger et al., 1957; Gupta et al., 1976), pH가 요인(Gupta, 1972), 상대적으로 높은 溫度와 이와 연관된 蒸散作用의 촉진, 용탈·유실량 감소, 원활한 뿌리발육 등에 기인된다는 보고들(Kohl and Oertli, 1961; Oertli and Roth, 1969; Alt and Schwarz, 1973)과 연관된 것으로 보였다. 이러한 영향 등으로 붕소는 蒸散流를 따라 植物體 各 部位로 많이 이동되는 생리특성을 보인 것으로 생각되었다. 따라서 야외 조건과 다소 다른 조건임을 전제로 한 평가가 필요하였다.

雙子葉 植物은 單子葉 植物보다 더 많은 붕소를 요구하는 특성(Sommer and Sorokin, 1928; Tanaka, 1967; Shorrocks, 1974)에 따라서 본 시

험에서도 white clover가 orchardgrass보다 더 많은 함량을 확인할 수 있었고, 이러한 특성은 Tanaka(1967)의 보고와 같이 單子葉 植物은 雙子葉 植物보다 뿌리에 B-흡착이 미약하다는 특성까지도 연관된 것으로 생각되었다. 이에 따른 牧草의 생육특성의 변화와 차이를 관측할 수 있었다.

두 草種별 미량요소의 요구도/함량 차이를 보면, white clover는 Fe, Cu, Zn, Mo, B 함량이 orchardgrass보다 많으며 Mn은 적다. 그러나 草種별 큰 유동성을 갖는다(Woelbier and Kirchgessener, 1957; Klapp, 1971). 禾本科牧草인 orchardgrass는 개화기 기준 B의 적정 함량이 10ppm (Fleming, 1963) 정도이고, 荳科牧草인 white clover는 31~80ppm(Vielemeyer, 1967) 수준으로 큰 차이를 보인다고 하였다. 이러한 특성과 연관하여 볼 때 orchardgrass는 예취 후반기에서 B₀ 처리구는 單播와 混播栽培 공히 기준 함량 10ppm보다 낮았고 B₂ 처리구에서는 기준함량 이상을 보였다. 반면에 white clover는 B₀와 B₂ 처리구 공히 경미한 차이를 보이며 기준함량 30ppm 수준은 유지하였다. 그러나 pot 시험인 조건에서는 야외조건 보다는 다른 환경조건이므로 牧草 중 함량 수준은 다를 수 있으므로 제한적인 상대평가가 불가피 하였다. white clover는 Fe, Cu, Zn, Mo, B 함량이 orchardgrass보다 많으며 Mn은 적다는 보고와 연관하여 볼 때 본 시험에서는 單播/混播栽培, 예취, 追肥별 다소 차이를 보였다.

活性 B-결핍증상은 대조구(B₀)에서도 두 草種 공히 식물체의 地上部位에서 관찰되지 않았다. 이는 붕소 대조구(B₀)의 培地 중 B-기본 함량에 기인하여 植物體 중 B-함량이 牧草의 생리기능에 다소 기여할 수 있는 조건인 것과 연관된 것으로 보였다. 이 대조구(B₀)의 牧草 중 B-함량은 예취가 진행됨에 따라서 확연히 감소되었다. 그러므로 더 긴 기간의 생육상 분석을 할 경우 특히 white clover에서 활성 B-결핍이 나타날 수 있을 것으로 보였다.

荳科牧草에서 B-결핍은 우선적으로 B-부족과 적절한 B-공급간에 牧草 중 B-함량에 큰 차이가 없이 수량감소로 補正되는 특성이 있고, 그 후에 20 μ g/g(乾物)의 B-함량에도 잠복성 B-결핍이 일어나며. 보통의 B-결핍 조건에서도 자주 결핍증상이 없이 성숙지연과 잎의 손실을 통하여 飼料品質의 저하를 초래한다는 보고(Griffith, 1974)와 같이 본 시험의 white clover에서도 부합되는 경향과 특성을 보였다. 즉 B₀와 B₂ 붕소 수준간 B-함량이 적은 차이를 보였지만 결핍증상이 없이 수량차이가 상대적으로 크게 나타난 특성과 같은 경향이었다.

IV. 요 약

orchardgrass 및 white clover의 單播 및 混播栽培에서 微量元素 붕소(B)의 시비수준별 牧草의 생육상, 뿌리/근류 형성, 수량성, 養分の 함량 및 草種간 경합지수 등에 미치는 영향 등을 구명하였다. 처리내용은 多量 및 微量元素 施肥를 동일하게 한 조건에서 5 수준의 붕소 처리: 1) B₀; 0.0, 2) B₁; 0.2, 3) B₂; 2.0. 4) B₃; 6.0, 5) B₄; 15.0me B/pot로 glasshouse에서 pot시험으로 수행하였다. I報(생육상), II報(수량성), III報(조단백질)에 이어서 본 IV報에서는 牧草 중 미량요소(Fe, Mn, Cu, Zn 및 B)의 함량 및 이들의 총 농도에 미치는 영향을 검토하였다.

1. 예취가 진행되어 감에 따라서 두 牧草 중 B-함량이 공히 낮아졌고, B 시비수준간 차이도 줄어들었다. white clover에서 B-함량이 B₀ 처리구는 B₂ 처리구 보다 약간 낮았지만 收量性은 큰 차이를 보였고, 이는 B₀ 처리구의 잠복성 붕소결핍에 기인한 것으로 보였다. 이에 비해서 orchardgrass는 상대적으로 더 큰 차이와 예취 후반기에 크게 낮아졌지만 수량차이는 미약하였다.

2. 일반적으로 牧草 중 Fe, Mn, Cu 및 Zn의 함량은 우선 草種, 單播/混播栽培 및 多量要素 追肥의 시비 여부에 따라서 차이를 보였으며, B 시비수준별 이들의 함량 변화는 微量元素의

종류와 상기 조건에 따라서 차이를 보였다.

3. white clover 중 Fe-함량은 적정 B 처리구(B₂)에 비해서 B₀와 B₄ 처리구에서는 낮았다. 이는 B₀와 B₄ 처리구에서 뿌리발육의 저해/수량감소 특성과 연관된 것으로 보였다. 그러나 orchardgrass는 일관성을 보이지 안 했다. 두 牧草 중 Mn, Cu 및 Zn의 함량에 미치는 붕소시비의 영향은 일관성을 보이지 안 했다.

4. 붕소 시용수준이 微量元素 양이온 총 농도(Fe+Mn+Cu+Zn)에 미치는 효과는 미약하였다. 일반적으로 총 농도의 변화는 Mn과 Zn의 함량에 밀접한 영향을 받았고, 반면에 Fe과 Cu의 함량은 경미한 영향을 보였다. white clover 중 총 농도는 混播보다 單播栽培에서 더 높았다.

V. 인 용 문 헌

1. Alt, D. and W. Schwarz. 1973. Bor-Toxizität, Bor-Aufnahme und Bor-Verteilung bei jungen Gurkenpflanzen unter dem Einfluss der N-Form. Plant and Soil. 39:277-283.
2. Berger, K.C., T. Heikkinnen and E. Jube. 1957. Boron deficiency, a cause of blank stalks and barren ears in corn. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21:629-632.
3. Fischbeck, G., K.U. Heyland and N. Knauer. 1975. Spezieller Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 225.
4. Fleming, G.A. 1963. Distribution of major and trace elements in some common pasture species. J. Sci. Food Agric. 14:203-208.
5. Griffith, W.K. 1974. Satisfying the nutritional requirements of established legumes. In; Mays, D.A. (edit.); Forage Fertilization. ASA, CSSA, SSSA, USA. 147-167.
6. Gupta, U.C. 1972. Interaction effects of boron and lime on barley. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36:332-334.
7. Gupta, U.C., J.A. MacLeod and J.D.E. Sterling. 1976. Effects of boron and nitrogen on grain yield and nitrogen concentrations of barley and wheat. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 40:723-726.
8. Hatch, J.T. and L.V. Wilcox. 1950. Colourmetric determination of boron using carmine. Analytical

- Chemistry. 22; 567-569.
9. 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.
 10. Klapp, E. 1971. Wiesen und Weiden. Verlag Paul Parley, Belin und Hamburg. 155-191.
 11. Kohl, H.C. and J.J. Oertli. 1961. Distribution of boron in leaves. *Plant Physiol.* 36:420-424.
 12. Nieschlag, F. 1966. Versuche ueber den Einfluss einiger Spurenelemente auf die Leistung von Milchviehweiden. *Landw. Forschung.* 19:191-195.
 13. Oertli, J.J. and J.A. Roth. 1969. Boron nutrition of sugar beet, cotton, and soybean. *Agron. J.* 61:191-195.
 14. Shorrocks, V.M. 1974. Boron deficiency-its prevention and cure. Borax Cobsolidated Limited, England. 1-55.
 15. Sommer, A.L. and H. Sorokin. 1928. Effects of absence of boron and of some other essential elements on the cell and tissue structure of the root tips of *Pisum sativum*. *Plant Physiol.* 3:237-254.
 16. Tanaka, H. 1967. Boron adsorption by plant roots. *Plant and Soil.* 27:300-302.
 17. Vielemeyer, H. P. 1967. Untersuchungen ueber den Einfluss der Mikronaerstoffe Eisen und Mangan auf den N-Stoffwechsel landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Dt. Akad., Landw.-Wiss. Berlin, Diss. 71.
 18. Woelbier, W. and M. Kirchgessener. 1957. Der Gehalt von einzelnen Graesern, Leguminosen und Kraeutern an Mengen- und Spurenelementen. *Landw. Forschung.* 10:240-251.