

紫花苜蓿、沙打旺对施入营养元素效应的初步研究

贾恒义 程浦海 穆兴民 雍绍萍 程积民 彭祥林

(中国科学院西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘 要 本文研究了黄土丘陵区紫花苜蓿与沙打旺在施入大量和微量营养元素后的生物量效应,以及植株中的化学元素的浓度和摄入量。结果表明:凡含有P素的试验处理,两种牧草地上部生物量均有显著增加,对紫花苜蓿根系增加的作用尤其突出。沙打旺施Mo地上部与根系生物量明显增加;各处理紫花苜蓿地上部K、Fe、Mo的浓度均高于沙打旺,而Ca、Mg、Mn、B的浓度几乎都低于沙打旺。含P处理紫花苜蓿的P浓度高于无P处理,同时伴随Zn浓度的降低。两种牧草由于施P虽然导致Zn浓度的降低,但Zn的摄入量却高于无P处理;施Mo处理地上部N、P、K、Cu、Fe、B、Mo的浓度,紫花苜蓿大于沙打旺,而摄入量则有相反趋势。

关键词 生物量 牧草 营养元素浓度 营养元素摄入量

A Preliminary Study on the Effect of *Medicago Sativa* and *Astragalus Adsurgens* in Response to Nutrient Elements Applied

Jia Hengyi Cheng Puhai Mu Xinaning Yong Shaoping Cheng Jimin Peng Xianglin

(Northwestern Institute of Soil and water conservation, Academia of Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The present paper deals with a pot experiment on the effect of *Medicago sativa* and *Astragalus adsurgens* in response to nutrient elements applied. The main results show that: there is a remarkable response to P, NP, NPK applied, and the root-biomass of *Medicago sativa* is more than all. The application of Mo promote the increment both above-ground and biomass. The concentrations of K, Fe, Mo, for above-ground of *Medicago sativa* are more than *Astragalus adsurgens*, but that of Ca, Mg, Mo, B are almost apposite trend, on the treatments of P applied, P concentration of *Medicago sativa* more than treatments of P-dificent. In the mean while, Zn-concentration is decrease, but Zn absorbing capacity is increase. The concentrations of N, P, K, Cu, Zn, Fe, B, Mo of above-ground part for sativa are more than that of *Astragalus adsurgens*, but the absorbing capacity of elements express the apposite tread.

Key words bioass grass nutrient element concentration absorbing capacity

沙打旺(*Astragalus adsurgens*)和紫花苜蓿(*Medicago sativa*)是黄土丘陵的主要豆科牧草。黄土区土层深厚,土壤疏松,具有深层贮水性能和一定的养分供应水平,为上述豆牧草的生长创造了较好的生态条件。但由于经营管理粗放,作为建立稳定的牧业基地来看,仍然存在一些问题。从提高牧草生产力出发,本文拟将沙打旺和紫花苜蓿对施入大量和微量肥料的产量效应及其对这些营养元素吸收情况的部分试验与测定结果作一初步报导。

1 试验设计与方法

供试土壤为黄绵土,土样采自宁夏回族自治区固原县河川乡上黄村,土壤 pH 8.57,有机质含量 0.83%,全 N 含量 0.05%,速效 P 含量为 1.44mg/kg,速效 K 99.1mg/kg。属缺 N、严重缺 P, K 素供应中等水平。土壤有效 Zn 为 0.54mg/kg 达缺 Zn 的临界水平,有效 Mn 9.4mg/kg 略高于临界值,有效总 Fe、Mo 和 B 供应水平低,含量分别为 4.32、0.068、0.34mg/kg。有效 Cu 属中等供给水平。

试验采用盆栽方法。每盆装土 21.6kg,3 次重复。于苗高 5cm 时,每盆定苗 9 株。肥处理(g/kg)为:CK—不施肥; N—N0.031; P—P0.0420; NP—N0.031+P0.0420; NPK—N0.0310+P0.0420+K0.0420; Cu—Cu0.0015; Zn—Zn0.0015; Mn—Mn0.0017; Fe—Fe0.0675; B—B0.0015; Mo—Mo0.0030。

植物样品化学元素分析用以下方法测定:N—凯氏法,P—钼抗锑比色法,K、Ca、Mg—火焰光度计法,微量元素的 Zn、Mn、Cu、Fe—原子吸收光谱法,B 用姜黄素比色法,Mo—催化极谱法^[1]。

2 试验结果

2.1 草的生物量

施入各营养元素对沙打旺和紫花苜蓿生物量的影响见图 1、2 和表 1。从图上可以直观地看出,各种营养元素的施入,对两种豆科牧草生物量即有相同的影响,也有不同的影响。凡含有磷素的施肥处理对两种牧草的地上部分均有明显的增产作用,且对紫花苜蓿根系生物量的增加也有突出作用。施钼仅对沙打旺地上部分和根的生物量有增加作用,而对紫花苜蓿的地上部的生物量甚至有负效应。并施加氮素对沙打旺地上部生物量有负效应;对紫花苜蓿也只有近 5% 的增加率。从 N、P、NP、NPK 的地上部生物量来比较,除 P 的效应突出外,氮磷对沙打旺有连应效果。K 无正效应,NPK 处理的增产小于 NP 处理。NP 对紫花苜蓿无连应,NPK 的增产率却大于氮磷处理,似乎表现了钾的效应。如前所述,本区土壤缺乏微量养分,但在本试验中施入了 6 种微量营养元素对两种牧草除施钼对沙打旺地上地下部分产生了明显的正效应外,其它均未显示正效应,这应从元素之间的相互作用方面进一步加以研究。

沙打旺各处理叶/茎比值的平均值为 0.72;紫花苜蓿相应为 0.97。由于两种牧草对照处理(CK)的叶/茎比值基本相等,因而各处理叶/茎比值的不同不以反映出施入营养元素对叶/茎比值的影响。沙打旺由于施用营养元素使茎的生物量增加比例远大于紫花苜蓿,各处理沙打旺的叶/茎比无例外地均小于对照处理,紫花苜蓿 N、NP、NPK、Cu 各处理的叶/茎比值明显大于对照,即由于施入了上面几种营养元素,紫花苜蓿所增长的生物量中,叶的比例比茎大。叶/茎比值这一指标,对说明不同营养元素对牧草质量的影响是有意义的。

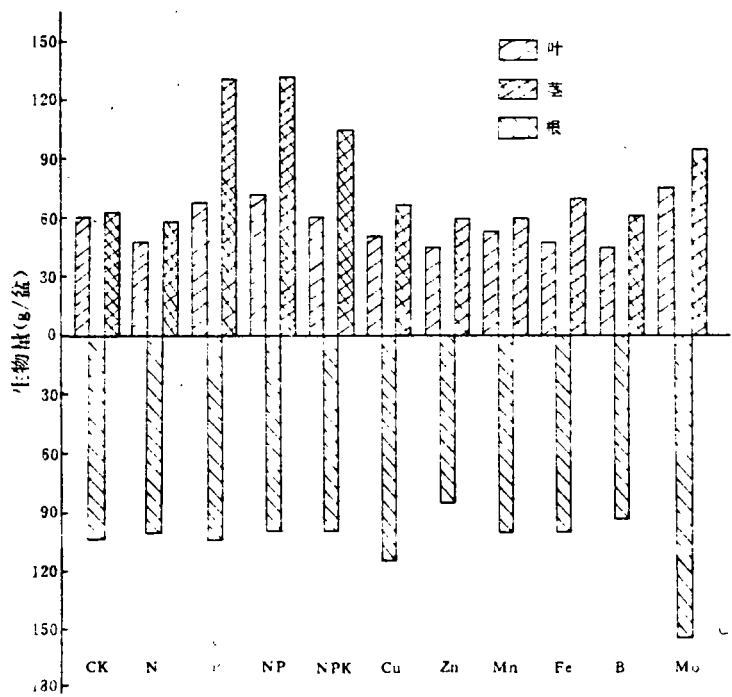


图 1 施入各种营养元素对沙打旺生物量的影响

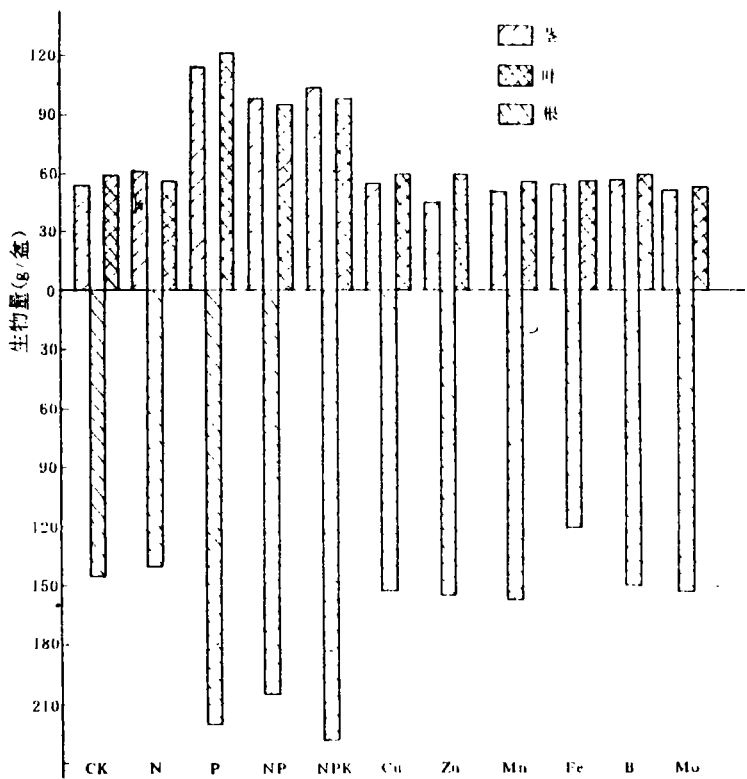


图 2 施入各种营养元素对紫花苜蓿生物量的影响

表 1 施入不同营养元素对牧草生物量的影响

处理	植株 [*]	沙 打 旺		紫 花 苜 蓿	
		g/盆	%	g/盆	%
CK	a	122.8	100	115.2	100
	b	102.0	100	145.5	100
N	a	106.9	87.1	120.7	104.8
	b	102.5	100.4	119.0	95.5
P	a	195.2	158.9	237.8	206.4
	b	104.8	102.8	221.4	152.2
NP	a	203.3	165.5	195.1	169.4
	b	101.2	99.2	205.3	141.1
NPK	a	166.7	135.7	215.4	187.0
	b	102.8	100.8	231.6	201.1
Cu	a	119.1	96.9	114.1	99.1
	b	111.8	109.6	151.8	104.3
Zn	a	107.1	87.2	110.5	95.9
	b	83.8	81.7	154.7	106.3
Mn	a	110.8	90.2	109.6	95.1
	b	100.7	98.7	158.2	108.7
Fe	a	119.0	96.9	113.0	98.1
	b	99.5	97.5	151.6	104.2
B	a	109.2	88.9	116.2	100.8
	b	93.1	91.3	151.7	104.3
Mo	a	170.7	139.0	102.8	89.2
	b	160.0	152.9	153.6	105.5

* a——牧草地上部分, b——牧草根。

两种牧草地上部分生物量对营养元素的效应还表现在茎与叶的相对数量上(表 2)。

表 2 不同养分对牧草叶/茎比值的影响

牧 草	不同处理的牧草叶/茎比值的影响											平均
	CK	N	P	NP	NPK	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Mo	
沙打旺	0.95	0.81	0.51	0.60	0.61	0.81	0.74	0.84	0.71	0.80	0.79	0.72
紫花苜蓿	0.94	1.08	0.95	1.03	1.11	1.35	0.76	0.94	0.96	0.93	0.91	0.97

根量又表现出另一种情况。各处理沙打旺根/茎+叶比值的平均值为 0.79, 而苜蓿为 1.25, 后者远大于前者。从表 3 的对照处理可以看出, 紫花苜蓿在少施入任何养分的条件下, 其根/茎+叶的比值比沙打旺大, 这可能是两种牧草固有的生物学特性的差异。紫花苜蓿施用微量养分元素 Cu 处理的根/茎+叶比值比对照均有一定程度的增加。这种趋向值得注意。

表 3 不同处理的牧草根/茎+叶比值

牧 草	不同处理的牧草根/茎+叶比值											平均
	CK	N	P	NP	NPK	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Mo	
沙打旺	0.83	0.96	0.54	0.50	0.62	0.94	0.78	0.91	0.84	0.85	0.91	0.79
紫花苜蓿	1.26	1.15	0.93	1.05	1.08	1.33	1.40	1.44	1.34	1.31	1.49	1.25

2.2 两种牧草对营养元素的吸收

2.2.1 牧草植株中化学元素的浓度 在讨论两种豆科牧草对各化学元素吸收反应时,首先考察了不同处理对牧草地上部分几种化学元素的浓度。从表 4 可以看出两种牧草地上部分植株化学元素的异同,从而了解两种牧草的不同营养特性。

表 4 不同施肥处理对牧草地上部植株化学元素浓度的影响

处理*		大量元素 (g/kg)					微量元素 (mg/kg)					
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Mo
CK	a	23.1	0.77	14.9	10.9	2.5	8.5	18.9	97.3	860.7	61.5	6.4
	b	20.2	0.74	21.0	8.7	1.7	10.3	22.3	68.2	1250.6	38.3	9.6
N	a	23.5	0.72	17.2	10.1	2.4	9.0	18.3	98.6	774.1	55.4	7.4
	b	23.2	0.78	21.2	8.3	1.7	10.3	20.3	69.2	1158.9	48.5	9.1
P	a	38.2	0.81	18.0	9.9	2.8	10.8	13.6	105.2	492.9	40.5	3.5
	b	20.7	1.05	20.0	6.5	1.6	9.2	11.5	46.3	1046.3	27.9	6.4
NP	a	19.7	0.71	14.9	8.5	2.5	8.3	11.4	86.5	680.5	43.3	5.3
	b	20.6	0.92	21.1	8.4	1.7	10.3	14.0	53.6	924.8	27.6	9.2
NPK	a	18.6	0.68	14.2	8.2	2.6	9.1	12.3	117.6	593.1	32.3	3.3
	b	22.2	1.22	20.7	6.8	1.7	9.6	13.6	52.6	882.5	27.8	7.4
Cu	a	21.5	0.68	14.9	11.9	3.4	8.2	16.8	118.7	771.3	54.7	5.5
	b	22.2	0.83	20.9	9.7	1.7	10.9	19.7	68.7	1112.8	41.0	9.9
Zn	a	21.7	0.70	16.6	8.4	2.4	10.2	20.6	79.6	859.8	43.1	5.3
	b	22.2	0.78	20.2	7.8	1.5	10.3	23.0	63.3	1161.7	36.0	13.1
Mn	a	21.6	0.68	16.0	9.4	2.0	13.0	15.7	75.2	576.0	51.0	3.6
	b	22.4	0.92	20.9	8.1	1.5	10.0	18.4	60.7	990.0	33.1	88
Fe	a	21.0	0.65	16.7	8.6	2.3	13.2	14.5	78.9	563.5	53.9	2.2
	b	23.7	0.87	21.4	8.2	1.6	10.6	16.1	67.1	1260.8	39.3	11.7
B	a	20.8	0.77	17.1	9.0	1.7	8.0	14.3	76.4	593.4	87.3	6.4
	b	22.6	0.87	22.0	6.9	1.5	11.2	21.4	60.8	1156.7	60.9	10.6
Mo	a	21.9	0.70	16.7	9.4	2.5	7.8	14.6	88.2	733.0	40.6	34.4
	b	22.1	0.85	21.1	9.4	2.4	10.7	21.0	68.4	968.1	41.9	36.9

* a、b 分别为沙打旺、紫花苜蓿。

各处理紫花苜蓿地上部分植株中 K、Fe、Mo3 种元素的浓度均无例外的大于沙打旺,而 Ca、Mg、Mu、B 4 种元素的浓度却几乎都小于沙打旺。除施 P 对沙打旺 N 素浓度有较大提高外,各处理 N 浓度相差不大。P 浓度主要受施 P 的影响,P、NP、NPK 3 个处理紫花苜蓿的 P 浓度明显大于其它处理,而沙打旺则没有这种表现。

含 P 的 3 个处理均降低了两种牧草地上部分的 Zn 浓度。这 3 个处理植株 Zn 浓度为 11.4—14.0mg/kg,而其它 8 种处理植株 Zn 浓度为 14.3—23.0mg/kg,以后者的平均浓度(18.49)为 100,则前者 3 处理的平均 Zn 浓度(12.79)为 69。这种现象国内外对农作物的研究结果均有报导。

分别施 Zn 和 B 相应提高了植株中 Zn、B 的浓度。两种牧草均有相同的趋势。施 Mo 对提高植株中 Mo 浓度的作用很显著,比其它处理增高了数倍之多。施 Mo 提高了沙打旺地上部的生物

量,而紫花苜蓿则否。整个试验中,施 Mo 处理地上部分植株 Mo 浓度的变幅最大(表 5)。

表 5 两种牧草地上部各元素浓度的变幅

元 素	沙 打 旺				紫 花 苜 蓿			
	变 幅	平均值	标准量	含量系数%	变 幅	平均值	标准量	含量系数%
N	18.6—38.2	22.9	5.27	23.01	20.2—23.7	22.00	1.09	4.95
P	0.65—0.81	0.72	0.05	6.77	0.74—1.22	0.89	0.14	15.38
K	14.2—18.0	16.1	1.21	7.53	20.0—22.0	20.95	0.54	2.59
Ca	8.2—11.9	9.48	1.15	12.12	6.50—9.70	8.07	1.03	12.71
Mg	1.7—3.4	2.46	0.43	17.44	1.5—2.4	1.69	0.25	14.83
Cu	7.8—13.2	9.65	1.84	20.09	9.2—11.2	10.31	0.57	5.50
Zn	11.4—20.6	15.55	2.85	18.31	11.5—23.0	18.29	3.89	21.30
Mn	75.2—118.7	92.92	15.81	17.02	46.3—69.2	61.72	7.82	12.67
Fe	492.9—860.7	681.66	126.25	18.52	882.5—1260.8	1083.02	128.99	11.91
B	40.5—87.3	51.24	14.69	28.68	27.6—60.9	38.39	10.01	26.06
Mo	2.2—34.4	7.57	9.03	119.33	6.4—38.9	12.06	8.44	69.97

注:N、P、K、Ca、Mg 的浓度单位为 g/kg,微量元素浓度单位为 mg/kg。

按牧草地上部大量元素浓度大小排序,沙打旺为:N(22.9)>K(16.1)>Ca(9.48)>Mg(2.46)>P(0.72);紫花苜蓿为 N(22.0)>K(20.95)>Ca(8.07)>Mg(1.69)>P(0.89)。两种牧草完全相同。按 6 种微量营养元素浓度排序,沙打旺为:Fe(681.66)>Mn(92.92)>B(51.24)>Zn(15.55)>Cu(9.65)>Mo(7.57);紫花苜蓿为:Fe(1083.02)>Mn(61.72)>B(38.39)>Zn(18.29)>Mo(12.06)>Cu(10.31)。两种牧草多数微量元素浓度大小排序基本一致,不同之处在于 Cu 和 Mo 的次序变化。

2.2.2 牧草对化学元素的摄取量 植株的元素浓度只是一种相对量,加上生物量的因素,则牧草对化学元素摄取量又表现出一些不同的特点(表 6)。

牧草对各元素摄取量的总趋势与牧草生物量密切相关,某些处理由于生物量增大,原来浓度小的元素其牧草摄取量并不低,Zn 就是一个明显的例子。前面提到,含 P 的 3 个处理大大降低了牧草地上部植株的 Zn 的浓度,因这 3 个处理的生物量高使牧草对 Zn 的摄取量高于其它无 P 各处理。

施 Mo 处理牧草地上部值种中 N、P、K、Cu、Zn、Fe、B、Mo 的浓度均为紫花苜蓿大于沙打旺,而牧草对上述几种元素的摄取量则呈相反趋势。由于生物量因素的参与,两种牧草对各元素摄取量的变异系数比元素浓度明显增大(表 7)。

为按牧草对各元素摄取量的多少排序,沙打旺对大量与微量元素的排序分别为:N(3 245.2)>K(1 864.67)>Ca(1 310.17)>Mg(346.15)>P(99.76),Fe(93.32)>Mn(13.09)>B(6.84)>Zn(2.09)>Cu(1.33)>Mo(1.12);紫花苜蓿摄取各元素量的排序分别为:N(3 079.72)>K(2 941.78)>Ca(1 087.25)>Mg(235.57)>P(130.67),Fe(141.31)>Mn(8.38)>B(5.13)>Zn(2.43)>Mo(1.55)>Cu(1.43)。二者基本趋势一致。

表 6 不同施肥处理对牧草地上部植株化学元素摄取量的影响

处理*		大量元素 (g/kg)					微量元素 (mg/kg)					
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B	Mo
CK	a	2835.8	94.1	1833.8	1334.6	304.9	1.04	2.32	11.96	105.69	7.55	0.79
	b	2327.0	85.4	2418.2	1004.9	197.8	1.19	2.56	7.86	144.07	4.40	1.11
N	a	2512.2	77.4	1843.3	1077.7	255.6	0.96	1.96	10.54	82.75	5.92	0.79
	b	2800.2	94.7	2553.8	1001.1	207.2	2.45	2.45	8.35	139.90	5.85	1.10
P	a	7456.6	157.4	3512.2	1940.0	538.5	2.11	2.65	20.54	96.21	7.91	0.68
	b	4922.5	248.8	4754.1	1547.3	379.0	2.19	2.73	11.01	248.80	6.63	1.52
NP	a	4005.0	143.6	3031.4	1729.7	511.0	1.69	2.31	17.59	138.30	8.80	1.08
	b	4019.1	178.6	4111.7	1395.0	306.4	2.01	2.73	10.46	180.43	5.38	1.79
NPK	a	3100.6	112.7	2374.6	1370.7	429.2	1.52	2.05	19.60	98.87	5.38	0.55
	b	4781.9	263.0	4467.8	1463.1	369.7	2.07	2.93	11.33	190.10	5.99	1.59
Cu	a	2560.7	81.0	1775.9	1413.6	401.6	0.98	2.00	14.14	91.86	6.51	0.66
	b	2533.0	94.5	2385.6	1101.4	195.9	1.24	2.25	7.84	127.00	4.68	1.13
Zn	a	2324.1	75.5	1775.4	896.0	256.1	1.09	2.21	8.53	92.08	4.62	0.57
	b	2453.1	86.7	2227.5	861.2	169.4	1.14	2.54	6.99	128.40	3.98	1.45
Mn	a	2393.3	83.4	1772.1	1045.8	224.1	1.44	1.74	8.33	63.82	5.65	0.40
	b	2464.0	100.7	2299.9	888.7	161.8	1.10	2.02	6.68	108.90	3.64	0.97
Fe	a	2499.0	82.4	1982.5	1021.0	277.2	1.57	1.73	9.39	67.06	6.41	0.26
	b	2678.1	98.5	2419.1	929.1	180.1	1.20	1.82	7.58	142.50	4.44	1.32
B	a	2271.4	81.2	1864.8	983.8	180.7	0.87	1.56	8.34	64.80	9.53	0.70
	b	2626.1	101.3	2555.4	797.6	178.1	1.30	2.49	7.06	134.40	7.08	1.23
Mo	a	3738.3	129.2	2858.1	1598.9	429.0	1.33	2.49	15.06	125.12	6.93	5.87
	b	2271.9	85.2	2166.5	970.3	245.8	1.10	2.16	7.03	9.95	4.31	3.79

* a、b 分别为沙打旺、紫花苜蓿。

表 7 两种牧草对各化学元素的摄取量

元素	沙 打 旺 mg/盆					紫 花 苜 蓿 mg/盆				
	变 幅	平均值	标准差	变异系数%		变 幅	平均值	标准差	变异系数%	
N	2271.4—7456.5	3245.2	1511.0	46.56		2271.9—4922.5	3079.72	995.52	32.33	
P	75.2—157.4	99.76	29.33	29.41		85.2—263.0	130.67	67.24	51.46	
K	1772.1—3512.2	1864.67	618.42	27.63		2116.5—4754.1	2941.78	982.94	33.41	
Ca	896.0—1729.7	1310.17	340.11	25.96		797.6—1547.3	1087.25	259.83	23.90	
Mg	180.7—538.5	346.15	120.83	34.91		161.8—379.0	235.57	79.80	33.88	
Cu	0.87—2.11	1.33	0.38	28.75		1.10—2.19	1.43	0.43	29.78	
Zn	1.56—2.65	2.09	0.34	16.20		1.82—2.93	2.43	0.33	13.73	
Mn	8.33—20.54	13.09	4.59	35.05		6.68—11.33	8.38	1.72	20.51	
Fe	63.82—138.3	93.32	23.91	25.62		9.95—248.8	141.31	58.48	41.38	
B	4.62—9.53	6.84	1.50	21.87		3.64—7.08	5.13	1.13	22.07	
Mo	0.26—5.87	1.12	1.59	141.53		0.97—3.79	1.55	0.78	50.75	

3 结 语

紫花苜蓿与沙打旺是黄土丘陵区的主要人工牧草,在提供牧畜饲草、保持水土和增肥土壤方

面早已显示了它们的重要作用^[2]。这两种牧草,尤其是紫花苜蓿,之所以能在本区有悠久的栽培历史和较大的分布面积是与具在本区具有较强的生态适应性密切相关的。处于半干旱自然条件的黄土丘陵区,水土流失严重,土壤瘠薄,干旱频乃,生产条件不良,但却有深厚黄土覆盖的优势。多年生豆科牧草根系可以固氮,深根系可以充分利用黄土层的深层贮水;同时通过根系更新积累有机质,并年复一年地进行腐殖化与矿化过程,即通过生物富集不断增加上层土壤有效营养成分。但毕竟黄土中矿质养分是不足的,随着饲草划割或放牧,营养元素也移出系统之外。土壤中部、Zn 等元素的大面积匮乏已为许多研究证实。栽培农作物虽然粗放,但还有低量的物质能量投入,而人工种草基本没有投入,尤其是营养物质的投入,其经营的粗放程度比之于农作物有过之而无不及。这样人工草地难于取得高额产草量,且衰败较快。因而研究牧草对营养元素的吸收和需求特征,对指导草地的经营管理具有现实意义。

本研究试图通过补给大量和微量营养之素,以取得其对牧草生物量,元素摄取浓度与摄取量等基本信息的积累,加以总结提高,为提高人工草场的生产力提供依据。试验的初步结果指出了两种牧草营养特征的异同。无论在元素浓度大小和元素的摄取量的排序方面,它们都具有共同性。测试结果也显示了元素之间,为 P、Zn 之间的相互关系等。在这种 N、P、Zn、Mo 等元素俱缺的条件下,通过如 P、Zn 配合施用等措施对提高豆科牧草产草量肯定有明显的作用。大量元素之间、微量元素之间与微量元素之间相互作用问题,需要进一步研究和实践。

参考文献

- 1 中国科学院南京土壤所. 土壤理化分析. 上海科技出版社, 1978
- 2 苏盛发. 沙打旺. 农业出版社, 1985
- 3 朱显谟. 黄土高原的土壤与农业. 农业出版社, 1989
- 4 J. J. 莫尔维德特等. 农业中微量营养元素. 中国农业科学院土壤肥料所编译, 农业出版社, 1984