

不同氮肥对糖甜菜与小麦生长的影响

陈 国 安

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘 要 盆栽试验表明:不同化学氮肥对增加糖甜菜干重的影响是 $\text{NaNO}_3 > \text{NH}_4\text{NO}_3 > \text{CO}(\text{NH}_2)_2$; 对小麦的影响是 $\text{NH}_4\text{NO}_3 > \text{CO}(\text{NH}_2)_2 > \text{NaNO}_3$; NaNO_3 可增加糖甜菜干重, 但会降低小麦地上部干重, 小麦植株中含钠量与植株干重(相对百分数)呈负相关($r = -0.867^*$, $n = 5$); NaNO_3 处理的糖甜菜植株中含钾量明显低于其它处理, 而钠则高于其它处理, 证实了糖甜菜钾、钠营养的互补作用。

关键词 氮肥; 糖甜菜; 小麦

不同化学氮肥的氮素形态与副成份不同, 施用后对土壤和作物产生的影响也不一样, 如硝酸盐态氮肥, 适于在旱地施用, 铵态氮肥适于水田施用。 KNO_3 、 NaNO_3 是生理碱性肥料, 连续施用可提高土壤 pH; 而硫酸铵、氯化铵是生理酸性肥料, 连续施用会使土壤 pH 降低。作者用盆栽试验方法研究了不同化学氮肥连续施用时对糖甜菜、小麦生长和土壤性质的影响。

1 材料与方 法

供试土壤共有 5 种, 3 种采自黑龙江省, 1 种采自江西刘家站, 1 种采自内蒙古自治区, 土壤的主要农业化学性质列于表 1。

试验用白色釉质陶瓷钵, 每盆装风干土 6 kg, 设 3 个处理: (1) NaNO_3 ; (2) NH_4NO_3 ; (3) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 。肥料用量, N 为 1.5 g/盆, P_2O_5 为 1.0 g/盆, K_2O 2.5 g/盆。

表 1 供试土壤的农业化学性质

代号	地 点	土 壤	pH	有机质	速效磷	交换性 K	交换性 Na	$\text{NO}_3 - \text{N}$
				(g/kg)			mg/kg	
1	黑龙江赵光	黑土	6.22	66.2	20.1	150	27.0	36.6
2	黑龙江呼兰	草甸黑土	7.54	28.8	5.0	170	47.5	13.9
3	黑龙江安达	碳酸盐草甸土	8.44	40.3	11.8	125	60	27.2
4	江西刘家站	旱地红壤	4.82	17.9	14.9	60	0	9.3
5	内蒙包头	淤潮土	8.26	25.2	9.0	215	285	15.6

P_2O_5 用 KH_2PO_4 , K_2O 用 K_2SO_4 (扣除 KH_2PO_4 中的 K_2O); 试验浇自来水。肥料与土壤拌匀, 灌水后于 1986 年 9 月 13 日播种糖甜菜, 每盆 5 穴, 每穴 3 粒种子, 9 月 19 日第 1 次间苗; 9 月 27 日第 2 次间苗, 每盆留 5 株, 10 月 22 日定苗(拔除苗计干重), 每盆留 2 株。1987 年 2 月

6 日收获,地上部及块根烘干计重。

甜菜收获后,松土并除去土中须根,于 2 月 13 日播种小麦,品种为宝丰 1 号,每盆 25 粒种子,于 3 月 2 日定苗,每盆留 23 苗。3 月 5 日施肥,处理同甜菜,肥料用量(g/盆):N 1.2、P₂O₅ 1.0、K₂O 1.2,肥料品种亦同于甜菜。肥料加水溶解后施入,另施 B、Mo、Zn 微量元素肥料;1987 年 4 月 26 日小麦抽穗期收获,于 70—75℃ 烘干称重,样品粉碎通过 40 孔筛,作分析 K、Na 用。土壤交换性 K、Na 用 pH 7.0 的 1 mol L⁻¹NH₄OAC 提取,植株样品用 0.5 mol L⁻¹HCl 浸泡 24 小时过滤,均用火焰光度计测 K、Na。

2 结果与讨论

2.1 不同氮肥对土壤 pH 和含钠量的影响

糖甜菜收获后,测定了土壤的 pH 值与含钠量(表 2)。由表 2 可见,施用 NaNO₃ 的处理,均提高了土壤钠浓度,未施 NaNO₃ 的处理,多数降低了土壤钠浓度,这可能是因为糖甜菜是喜钠作物,它吸收了土壤中大量的钠。在含钠量高的碱性淤潮土上,NH₄NO₃ 和 CO(NH₂)₂ 处理的土壤钠(Na)下降了 140—150mg/kg 土,有一半以上的交换性钠被甜菜吸收。甜菜收获后土壤的 pH 值,NaNO₃ 处理和 NH₄NO₃、CO(NH₂)₂ 比较,土壤 pH 值上升了 0.1—0.5 个单位,这可能是 NaNO₃ 中残留 Na 的作用。

表 2 不同氮肥对土壤钠浓度与 pH 的影响

土壤	NaNO ₃		NH ₄ NO ₃		CO(NH ₂) ₂	
	Na mg/kg	pH	Na mg/kg	pH	Na mg/kg	pH
黑土	203	6.02	33	5.70	32	5.70
草甸黑土	215	7.22	28	6.64	34	6.76
碳酸盐草甸土	187	8.67	40	8.56	39	8.60
旱地红壤	159	5.49	15	4.76	13	5.13
淤潮土	439	9.00	131	8.56	146	8.49

2.2 不同氮肥对产量的影响

糖甜菜的产量以地上与地下部分总干重计算(包括定苗时拔除苗的干重),对小麦仅计算植株地上部干重。不同处理的糖甜菜与小麦植株干重分别列于表 3 和表 4。

表 3 各处理糖甜菜的干重

土壤	NaNO ₃		NH ₄ NO ₃		CO(NH ₂) ₂	
	g/盆	相对(%)	g/盆	相对(%)	g/盆	相对(%)
黑土	66.25	100.9	59.21	90.1	65.69	100.0
草甸黑土	64.25	104.4	64.26	104.4	61.54	100.0
碳酸盐草甸土	63.61**	114.2	60.93**	109.4	55.70	100.0
旱地红壤	33.12**	152.6	24.84	114.5	21.70	100.0
淤潮土	65.96	104.9	62.21	98.9	62.90	100.0

**1% 显著水平,*5% 显著水平。

表 4 各处理小麦地上部干重

土壤	NaNO ₃		NH ₄ NO ₃		CO(NH ₂) ₂	
	g/盆	相对(%)	g/盆	相对(%)	g/盆	相对(%)
黑土	31.95	93.3 *	36.85	107.7	34.23	100.0
草甸黑土	34.51	100.4	36.33	105.7	34.38	100.0
碳酸盐草甸土	27.18	94.5	30.51	106.1	28.75	100.0
旱地红壤	28.09	90.0 *	30.82	98.7	31.22	100.0
淤潮土	24.74	79.9 *	32.18	103.9	30.96	100.0

* 5% 显著水平。

2.2.1 对糖甜菜产量的影响

试验结果(表 3)表明,不同处理的糖甜菜的干重,以 NaNO₃ 处理的最高,其次是 NH₄NO₃ 处理,CO(NH₂)₂ 处理的最低。这是由于糖甜菜是喜 NO₃-N 和 Na⁺ 的作物^[1,2],适宜的酸碱度为中性到碱性^[3]。在强酸性红壤旱地上,NH₄NO₃ 和 NaNO₃ 处理的甜菜干重较 CO(NH₂)₂ 处理分别增加 14.5% 和 52.6%。这可能是由于红壤的微生物活性弱、硝化作用慢,NH₄NO₃ 中的 NO₃-N 可直接供糖甜菜吸收利用;NaNO₃ 除提供 NO₃-N 和钠外,且提高了土壤 pH 0.7 个单位,更适于糖甜菜的生长,糖甜菜在施钾条件下,施钠仍可增产,因此,NaNO₃ 处理较尿素处理的干重增加更显著。

2.2.2 对小麦地上部干重的影响

由表 4 可见,不同处理的小麦地上部干重以 NH₄NO₃ 处理的最高,CO(NH₂)₂ 处理次之,NaNO₃ 处理的最低。这可能是因为小麦生长前期喜吸收 NH₄⁺-N,而在后期喜吸收 NO₃⁻N^[4],硝酸铵恰好符合这一吸收特点,所以硝酸铵表现比尿素好。NaNO₃ 处理在种植糖甜菜后,土壤中残留大量的 Na⁺,达到 160—440mg/kg 土(表 2),在种小麦时又施 NaNO₃(N, 1.2g/盆),增加土壤钠(Na)328mg/kg,合计达到 515—767mg/kg 土。高浓度的钠对小麦产生抑制作用和养分吸收胁迫作用,干重下降幅度在 7—20% 之间。下降幅度最大的是内蒙包头的淤潮土,土壤 pH 在种植糖甜菜后为 9.0,播种小麦时再施 NaNO₃ 后,pH 可能上升得更高些,而小麦能忍耐的 pH 是 5.5—8.5^[5],过高的土壤 pH,也会使小麦干重下降。

2.3 不同氮肥对糖甜菜与小麦吸收钾、钠的影响

2.3.1 对糖甜菜吸收钾、钠的影响

钾、钠都是甜菜必需的营养元素,钾与钠可以互为补充^[6],当土壤钾水平高时吸收的钠降低,反之则增加。糖甜菜植株不同生育期、不同器官钾、钠含量差异较大,现将收获期地上部茎叶中 K、Na 含量列于表 5。

表 5 不同氮肥对糖甜菜茎叶中 K、Na 含量的影响(g/kg)

土壤	NaNO ₃		NH ₄ NO ₃		CO(NH ₂) ₂	
	K	Na	K	Na	K	Na
黑土	27.5	19.1	30.9	2.2	32.4	2.1
草甸黑土	24.7	17.9	34.9	1.6	39.9	2.0
碳酸盐草甸土	22.5	19.0	32.4	3.4	30.4	3.8
旱地红壤	23.5	45.1	28.0	4.4	28.0	4.1
淤潮土	33.4	16.6	34.9	10.7	39.9	10.3

由表 5 可见,不同土壤上 NaNO_3 处理糖甜菜地上部茎叶的含钾量均低于 NH_4NO_3 和 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 处理,而其钠含量均高于其它处理,说明了钾与钠在甜菜中的互补作用。在酸性旱地土壤上, NaNO_3 处理地上部含钠量最高达 45.1g/kg ,这一方面是由于糖甜菜总干重低,只及其它土壤的一半,钠浓度升高;另外,由于酸性土交换性钙、镁含量低,为了保持植株中阴、阳离子平衡,则增加了钠的吸收。

2.3.2 对小麦吸收钾、钠的影响

小麦属于在土壤钾充足条件下对钠无明显反应的植物,植株中含钠量较低,不同处理植株中 K、Na 含量变化列于表 6。

表 6 各处理对小麦植株中 K、Na 含量的影响(g/kg)

土 壤	NaNO_3		NH_4NO_3		$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	
	K	Na	K	Na	K	Na
黑土	44.3	1.8	35.9	0.28	37.1	0.30
草甸黑土	41.6	1.6	36.9	0.23	38.4	0.23
碳酸盐草甸土	33.6	3.3	32.7	0.35	31.9	0.33
旱地红壤	48.2	3.1	50.1	0.16	51.4	0.15
淤潮土	40.4	4.4	38.4	0.41	38.9	0.38

由表 6 可见,不同处理小麦植株中含钾量以硝酸钠处理的最高,大多在 40g/kg 以上,这可能太多的钠对小麦有毒害作用,植株吸收较多钾以抵销钠的毒害作用。小麦与糖甜菜不同,吸收的钠较少,即使是施钠处理,吸钠量也仅为钾的 $1/10-25$,在不施钠处理上仅为钾的 $1/100-300$ 。

据统计,硝酸钠处理植株中含钠量(g/kg)与植株相对干重(%)之间呈负相关($r = -0.867^*$, $n = 5$),这可以说明钠的毒害可能是硝酸钠处理小麦植株干重降低的原因之一。根据相关方程计算,当小麦植株含钠量为 4.4g/kg 时,产量较尿素处理下降 20%。同样土壤中钠(包括肥料钠)含量与小麦植株干重相对百分数(%)之间亦呈负相关($r = -0.773^*$, $n = 5$)。据相关方程计算,当土壤钠(Na)为 580mg/kg 土时,小麦相对产量降低 10%;而当土壤钠(Na)为 793mg/kg 土时,相对产量降低 20%。因此,在一些 pH 和钠含量较高的土壤上,或者 pH 虽不高,钙、镁含量较低的土壤上,硝酸钠施用较多时,可能对作物产生毒害。在强碱性土壤上,硝酸钠不宜施用,而在酸性土壤上施用,要和钾、钙、镁配合,以保持阳离子平衡。

参 考 文 献

- 1 Draycott A P. Sugar-beet Nutrition. London. 1972, 71-82
- 2 陈国安. 土壤与植物的钠营养. 土壤学进展, 1988, 5: 1-5
- 3 Зубека В Ф. Сахарная Свекла. Киев, 1972, 101-175
- 4 陈国安译. 硝化抑制剂对植物化学组成的影响. 土壤学进展, 1987, 6: 40-45
- 5 Folient R H, et al. Fertilizers and soil amendments. USA, 1981, 393-423
- 6 陈国安. 硝酸钠对甜菜产质量和钾钠吸收的影响. 中国甜菜, 1990, 3: 31-35