

钠对棉花生长和钾的吸收与转移的影响^①

陈国安

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 研究表明,在低钾条件下,钠、钾配合施用增加了棉铃(包括籽棉和棉铃壳)的产量,而茎叶重量则没有增加。施钠增加了茎叶中的钠含量,它促进了钾向棉铃等生殖器官转移与积累,有利于棉铃中纤维的合成和棉籽的形成,使棉铃的干物重增加,即增加了籽棉的产量。因此,在低钾条件下,施钠可以部分起到代替钾的作用。

关键词 钠;钾;棉花生长;吸收;转移

在钠、钾配合施用,钠对棉花生长发育的影响,国外早期有一些报导^[1~2],钠促进了棉铃的发育,增加了棉铃在棉株地上部的比重,增加了籽棉的产量,即提高了棉花的经济产量。笔者在钠对棉花生长和钾、钠的吸收的影响方面已作过初步报导^[3]。本文进一步就钠、钾配合施用,钠对棉花的生长发育和对钾的吸收、转移和积累的特点进行讨论。明确钠、钾配合施用,促进棉花经济产量增加的原因,为在生产实践中进一步应用提供依据。

1 材料和方法

试验在温室盆栽中进行,供试土壤为采自江苏句容市华阳镇的发育于下蜀黄土母质的塍田黄白土,利用方式为水田,前作为油菜。土壤农化性状为:pH6.16(水提)、速效钾(K)为50mg/kg土、速效磷(P)为15.8mg/kg土、有机质17.9g/kg土、代换性钠(Na)38mg/kg土。试验用6.0kg陶瓷盆钵,每盆装土

表1 试验设计方案*

处理代号	K(mg/kg土)	Na(mg/kg土)
1	50	0
2	100	0
3	133	0
4	150	0
5	200	0
6	50	150
7	100	100
8	133	67
9	150	50

*表1中K用KCl,Na用NaCl。

6.5kg,肥料用量为N3.56g/盆,P₂O₅3.25g/盆,基肥氮用尿素,磷肥用磷酸二铵,K与Na用量列于表1,肥料氮1.5g氮/盆,P₂O₅3.26g/盆和全部的K、Na的肥作基肥,其余氮分别于7月19日和8月28日用NH₄NO₃作追肥施下,并在8月28日追施B1.0、Mo0.5和Zn1mg/kg土。6月21日播种,每盆播10粒已发芽棉籽,6月26日第一次间苗,每盆留5株,7月3日第二次间苗每盆留4

株。7月27日定苗,每盆留2株,间下的棉苗烘干称重留下作分析用。试验全部浇蒸馏水。棉花叶片在接近枯萎成熟时从下至上5片一组依次摘下,烘干称重留作分析用。10月26日第一次收籽棉,11月9日第二次收籽棉,并剪下少数未开裂棉铃,同时收割棉秆,将籽棉、

① 此课题为所长基金资助项目

棉秆、棉铃壳分别烘干计重,并将一定量籽棉的皮棉与种子分开作分析用。测定叶片、棉秆、皮棉、棉铃壳、棉籽等部分的K、Na含量。

植株中K、Na的测定,样品用50ml 0.5N HCl浸泡24小时,过滤液在火焰光度计上测定。

2 结果与讨论

2.1 钾与钠、钾配合对棉花生长发育的影响

单独施钾和钾、钠配合施用,对棉铃和茎叶的干物质重量影响结果列于表2。

从表2结果可以看出,随着K水平的提高,棉铃的重量迅速增加,200mg/kg的,棉铃重量是50mg/kg处理的近4倍,可见钾是决定棉花产量的重要因素。而在50~150mg/kg较低K水平的条件下,补加不同水平的Na,都能提高棉铃的重量,由50mg/kg增加13%到150mg/kg的78.2%。这一又次证实了在低K条件下补施Na对棉花的显著的增产效果的结论,钠可以部分代替K的作用。但是,和棉铃重量比较,K对棉花茎叶重量影响较小,200mg/kg和50mg/kg比较,茎叶干重仅增加了11.0%。而在低K水平上配合施Na对茎叶干重没有增加,有的还有少许降低。这说明Na对收获时棉株茎叶重量的影响不是主要的,而主要作用是增加棉铃的重量。

同样也可以看出,K和在K基础上施Na,均提高了棉铃在棉株地上部总干重的比例,而降低了茎叶在总干重中的比例,这由表3可以看出。

表3 钾和钾、钠配施对棉花地上部干物重比例的影响(g/盆)

处理代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
茎叶重	54.01	57.29	58.16	59.12	60.22	54.06	51.83	53.33	58.37
棉铃重	11.04	24.40	29.54	30.90	43.64	13.64	28.71	34.70	39.53
合计	65.05	81.69	87.70	90.02	107.86	67.70	80.54	88.03	97.90
茎叶(%)	83.03	70.13	66.32	65.67	57.98	79.85	64.35	60.58	59.62
棉铃(%)	16.97	29.87	33.68	34.33	42.02	20.15	35.65	39.42	40.38

从表3可以看出,当K由50mg/kg增加到200mg/kg时,棉铃占地上部总干重的比例由16.97%增加到42.02%,而在50~150mg/kg基础上增施Na时,棉铃占地上部总干重的百分数比不施钠增加了3.2~6.1%,而茎叶的比例则相应减少了3.2~6.1%

2.1 钾、钠配施对茎叶钾、钠含量和钾转移的影响

在低钾条件下增施钠,增加了棉铃的重量,主要是由于营养器官中吸收了钠以后,促使了K由茎叶向棉铃中转移,棉铃中的纤维、棉籽,都是由叶片合成的低分子有机化合物,运送到棉铃中在K和酶的作用下形成的。因此,K供应得多,棉铃就长得大,纤维与种子的重

表2 不同处理棉铃与茎叶干重

处理代号	棉铃重 (g/盆)	相对(%)	茎叶重 (g/盆)	相对(%)
1	11.04a** (6.94)	100.0(100.0)	54.01a	100.0
2	24.40ab(15.33)	221.0(221.0)	57.29a	106.1
3	29.54ab(18.07)	267.6(260.4)	58.16a	107.7
4	30.90abc(18.64)	279.9(268.6)	59.12a	109.5
5	43.64abcd(18.64)	393.3(425.1)	60.22ab	111.5
6	13.64a(8.77)	123.0(126.4)	54.06a	100.1
7	28.71abc(19.16)	260.1(276.1)	51.83a	96.0
8	34.70abc(23.42)	314.3(337.5)	53.33a	98.7
9	39.53abcd(26.96)	358.1(388.5)	58.37a	108.1

* () 中为籽棉重量和相对百分数。

** 处理间不同字母,表示统计达到1.0%或5.0%显著。

量就增加。由于 Na 在植物体内流动性差,在老叶中的含量高于新叶^[4~6],这样植株吸收了钠,更有利于 K 从老叶向新叶和棉铃中转移。

表 4 不同处理棉花叶片中 K、Na 含量(mg/kg, 由下至上第 6~9 片叶)

处理代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K	1.77	1.72	1.79	1.97	3.51	1.64	1.52	1.82	1.75
Na	1.35	1.52	1.28	1.22	1.47	2.90	2.52	1.70	1.79

由表 4 可以看出,在不同 K 基础上加 Na,叶片中 K 有下降趋势,如 150mg/kg 时,叶片中 K 为 1.97mg/g,而 150mg/kg K + 50mg/kg Na 时,叶片中的 K 含量为 1.75mg/g。这就证实了叶片中 K 向棉铃中转移的推论。

再看棉花茎叶中积累的 K、Na 量,就更能证明这一点(表 5)。从表 5 结果可见,在不加 Na 时,茎叶中 K 的总量增加明显,200mg/kg K 和 50mg/kg K 比较增加了 1.3 倍。在 K 基础上加 Na,茎叶中总 K 量由有所降低,从 50mg/kg K 降低 17.3mg/盆 K 到 150mg/kg K 降低 44.1mg/盆 K。而相应地由于 Na 的施用,茎叶中 Na 则增加,由 150mg/kg Na 增加 38.3 mg/盆到 50mg/kg Na 增加 20.2mg/盆 Na,这可以视作为 K、Na 在植物体内部一种相互代替作用,Na 代替了 K 的生理功能。

表 5 不同处理棉花茎叶中总的 K、Na 量(mg/盆)

处理代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
茎叶 K	121.8	152.5	195.0	213.8	254.7	104.5	154.8	167.0	169.7
茎叶 Na	69.4	75.0	73.3	70.1	79.4	107.0	107.0	87.4	90.3

比较棉花茎叶与棉铃中 K 的总量、和所占百分数的变化更能进一步看出钾、钠配合施用,对促进 K 向生殖器官棉铃中的转移、加强棉铃内容物的充实、提高棉铃重量和籽棉产量的作用(表 6)。

表 6 不同处理棉花茎叶与棉铃 K 积累的影响(mg/盆)

处理代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
茎叶 K	121.8	152.5	195.0	213.8	254.7	104.5	154.8	167.0	169.7
棉铃 K	103.4	220.4	288.0	305.1	533.4	112.4	243.4	246.1	388.3
合计	225.2	372.9	483.0	518.9	788.9	216.9	398.2	513.1	558.0
茎叶 K(%)	54.1	40.9	40.4	41.2	32.3	38.2	38.9	32.5	30.4
棉铃 K(%)	45.9	59.1	59.6	58.8	67.7	51.8	61.1	67.5	69.6

*包括棉铃壳,棉籽和纤维中的 K。

由表 6 可见,在低 K 基础上施 Na,茎叶中积累的 K 较同等 K 处理条件下相对下降 15.9%到 1.9%。而同时棉铃中的 K 占地上部总量的百分数上升了 5.9~10.8%,这与棉铃干重增加的趋势是一致的。进一步证明了棉铃中 K 和棉铃重量是密切相关的。据统计棉铃中 K 占地上部总 K 量的百分数和棉铃重量占地上部干重的百分数之间密切相关,相关系数 $r=0.967^{**}$ ($n=9$)。这也说明在缺钾条件下,适当补施钠肥,可以提高氮、磷肥料的利用率和经济效益。

棉铃包括皮棉、棉籽和棉铃壳 3 部分,K 主要存在于棉籽和棉铃壳中,而皮棉中含钾量则较低(见表 7)。

表 7 不同处理棉铃各部分的 K 含量(mg/g)

处理代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
棉籽	11.5	11.4	11.4	11.1	12.0	10.0	10.4	11.6	10.8
皮棉	2.42	2.78	3.36	3.70	3.44	2.20	2.90	2.99	5.04
棉铃壳	12.4	11.9	12.8	12.9	20.4	11.3	11.6	13.8	15.2

由表 7 可见,在 200mg/kg K 时,棉铃壳中的 K_2O 含量达到 2.45%,如用其作燃料烧成的草木灰含 K_2O 可以在 20.0%左右,这样 1.5kg 草木灰即可相当于 0.5kg KCl,因此棉铃壳及其棉花茎叶是很好的生物钾肥资源,在缺 K 地区可以开发利用。

3 结 论

1. 在低 K 条件下增施 Na, 和同等 K 水平比较,增加了棉花的经济学产量,而对棉花的茎叶量则影响不大。

2. 施 Na 促进了 K 的吸收,促进 K 由茎叶等营养器官向棉铃等生殖器官转移,增加了棉铃中 K 的浓度,有利于棉铃中纤维与种子的形成与充实,增加了籽棉产量。

3. 棉花成熟以后, K 主要集中于棉籽与棉铃壳中,茎叶中也含有一定的 K,但数量较少,因此棉花除纤维外,包括棉籽加工后都是很好的生物钾肥资源,在缺 K 地区可以开发利用。

参 考 文 献

- 1 Joham, H. E. et al. Soil Science. 1965, 99:220~226
- 2 Coopet, H. P., Soil Science. 1953, 76:9~28
- 3 陈国安. 钠对棉花生长及钾钠吸收的影响. 土壤. 1992, 24(4), 201~204
- 4 Munson, R. D., et al., "Potassium in Agriculture" Medison, Wisconsin USA, 1985, 1063~1076.
- 5 陈国安. 硝酸钠对甜菜产量和钾钠吸收的影响. 中国甜菜. 1990, 3:31~35
- 6 陈国安. 土壤与植物的钠营养. 土壤学进展. 1988, 16(5):1~5



(上接第 137 页)

参 考 文 献

- 1 赵其国. 我国土壤的退化问题. 土壤, 1995, 27(6):281~285
- 2 孙波、张桃林、赵其国. 南方红壤丘陵区土壤养分贫瘠化的综合评价. 土壤, 1995, 27(3):119~128
- 3 潘映华、李良谟. . . , 1988, 20(4):184~187
- 4 . . . , 2000, 32(4):194~197
- 5 . . . : . . . , 1992, 37~59
- 6 Sahawat, K. L. Nitrification in some tropical soils. Plant and Soil, 1982, 65:281~286