

钠对棉花生长及钾钠吸收的影响

陈 国 安

(中国科学院南京土壤研究所)

摘要

研究结果表明，在低钾土壤上施钠或以部分钠代替钾，棉花均有显著的增产效果。施钠代换了部分土壤有效钾，使植株中含钾量增加，并促使钾向代谢旺盛的器官转移，有利于棉花纤维素的合成。由于植物吸收和带走的钠相对较少，施入土壤中的钠约有60—80%残留于土中。

有关钠对棉花生长与结铃的影响，Joham^[1]和Cooper^[2]等早有报道。Joham的水培结果表明，在有钾和无钾条件下，施钠都增加了棉花的结铃指数(铃干重/茎叶干重)，在无钾条件下，施钠显著增加茎叶与棉铃的干重。Cooper进行了18年的大田试验结果表明，在每公顷施用0—67.3公斤K时，每公顷同时施用112公斤Na₂O，籽棉产量增加了7.3—70.5%。表明在无钾或低钾条件下，钠对棉花生长与籽棉产量有显著的影响，部分钠可以代替钾的作用。

我国是一个钾肥资源极为贫乏的国家，在热带、亚热带地区，大多数农作物都表现出不同程度的缺钾问题，在这些地区棉花占有相当的面积^[3]。在目前钾肥比较紧张情况下，如果用部分钠代替钾，对缓解钾肥紧张、增加棉花产量将是有意义的。基于这样的设想，我们进行了在低钾和无钾条件下，施钠或不同钾、钠比对棉花生长发育和钾、钠含量影响的研究。现将部分结果总结于后，以供参考。

一、材料与方法

(一)盆栽试验 供试土壤为江西鹰潭市刘家站垦殖场第三纪红砂岩发育的荒地红壤，土壤农化性状为：pH5.45(水提)，有机质5.4g/kg，速效磷0.3mg/kg，代换性钾为27.0mg/kg，缓效钾80mg/kg，代换性钠为9.5mg/kg。试验每盆装风干土7公斤。试验处理见表1，处理的K、Na浓度系指土壤代换性K、Na浓度与肥料K、Na浓度之和。试验中钾肥用KCl，钠肥用NaCl，氮肥用尿素1.5克N/盆，磷肥用Ca(H₂PO₄)₂·H₂O，1克P₂O₅/盆，另用CaCO₃6克/盆，MgCO₃2克/盆。微量元素肥料加B、Mo、Zn，浓度分别为1.0, 0.5, 1.0mg/kg土。肥

表1 盆栽试验处理

处理代号	K mg/kg ±	Na mg/kg ±	备注
1	200	0	
2	150	50	
3	100	100	
4	50	150	
5	0	200	
6	0	0	
7	50	0	87年无此处理
8	100	0	
9	150	0	

料均以风干土为基础。试验于1987和1988年连续进行两年，每次试验后采集土样，分析代换性K、Na含量，按试验方案补充K、Na肥料，所有处理均为4次重复(处理8、9，1987年为两个重复)。1987年为6月1日播种，品种为皖棉1号，7月21日定苗，每盆留2株，9月28日在棉桃还未吐絮时一次性收获，将棉铃、茎干分别烘干，计算籽棉及茎叶(包括棉铃壳)重量。1988年仍为6月1

日播种，品种为盐棉48，7月14日定苗，每盆留2株，分别于10月8日，19日收获吐絮的籽棉，10月25日地上部全部收获，分别计算籽棉、茎叶的烘干重，茎干（包括棉铃壳）与叶子磨细留作分析用。试验全部浇蒸馏水。

土壤代换性K、Na用1mol/LNH₄OA(pH7.0)提取，缓效钾用1mol/LHNO₃煮沸提取；植株K、Na用0.5mol/LHCl浸泡24小时，待测液均用火焰光度法测定。

(二)田间试验 田间试验于1988年在江苏溧阳县上兴镇进行，土壤为丘陵白土，前作为大麦。土壤农化性状如下：pH5.90(水提)，有机质9.6g/kg，速效磷1.01mg—P/kg，代换性K37mgK/kg，代换性Na为18gNa/kg，土壤缓效钾为185mgK/kg。试验设5个处理：1) 10公斤KC1/亩；2) 5公斤KC1/亩；3) 对照；4) 5公斤KC1+6.65公斤NaCl/亩(Na量与5公斤KC1中的K量相等)；5) 13.3公斤NaCl/亩。磷肥为100公斤/亩过磷酸钙作基肥，N肥分基肥、提苗肥、花铃肥共施纯N12.5公斤/亩，品种为尿素和硝酸铵。试验用育苗移栽法，5月28日移栽，密度为90×25厘米，小区面积30米²，重复3次，随机区竖排列，试验管理同大田生产。

二、结果与讨论

(一)盆栽试验

1. 产量 因2年试验结果趋势基本一致，故以1987年试验结果作介绍讨论。1987年籽棉与茎叶干重结果列于表2。

表2 不同处理对棉花干物重的影响

处理代号	籽 棉 重		茎 叶 重*	
	克/盆	相对(%)	克/盆	相对(%)
1	13.6c**	100	36.8	100
2	12.3c	90.4	36.0	97.9
3	14.7c	109	27.6	75.0
4	8.60a	63.4	35.4	96.3
5	10.1b	74.2	27.0	73.5
6	6.49a	47.9	28.3	77.0
8	11.4	83.8	33.7	91.6
9	15.0	111	33.4	90.6

* 包括棉铃壳，**不同字母之间表示差异显著水平在5.0%以上。

K/kg土对棉花来说已基本满足需要了。从植株长相看，无钾施钠的长相较好，叶片稍呈淡黄色，无钾无钠的叶片出现大量的褐斑，叶肉变厚，叶缘枯死，表现出明显的缺钾症状。

2. 施肥对植株钾、钠含量的影响 不同处理植株钾、钠含量结果列于表3。

由表3可见，在相同钾浓度条件下，施钠增加了植株中K、Na的含量，在收获期的叶片中差异尤为明显。如处理5与处理6相比较，均为无K处理，但处理5施了200mgNa/kg土，钾相对含量增加11%；处理3与处理8比较，均为100mgK/kg土，但处理3因施了100mgNa/Kg土，K含量增加了67%；同样，处理2与处理9相比，K含量增加了36%。这些差异的产生，可能是由于Na代换出土壤K，增加了土壤有效钾的浓度，使植物能吸收较多的钾所致。另外，叶片与茎干相比，叶片含钾量高于茎干；而棉铃壳与叶片和茎干相比，以棉铃壳中含钾量最

从表2可见，在同样低的K水平上，施钠对籽棉产量表现了明显的效果，如处理5与6相比较，在都不施钾情况下，处理5施了200mgNa/kg土，籽棉干重相对增加26%左右，而基叶干重两处理接近，这就证实了Joham[1]的试验结果，施钠提高了棉花的结铃指数，增加了籽棉产量。又如处理3与处理8比较，均施100mgK/kg土，但处理3加施了100mgNa/kg土，籽棉产量也增加了26%左右，但茎叶干重降低17%左右。试验也表明在钾浓度为150mgK/kg土时，第一次种植时，施钠是无效的，如处理2与处理9相比，处理2还低于9，这可能是150mg

表3 不同处理棉花植株中钾、钠含量

处理代号	K%				Na%			
	棉苗		收获期		棉苗		收获期	
	全株	叶片	茎干	棉铃壳	全株	叶片	茎干	棉铃壳
1	3.74	2.27	1.87	2.88	0.02	0.02	0.02	0.01
2	3.42	2.02	1.43	2.60	0.05	0.20	0.07	0.02
3	3.12	1.25	1.07	2.79	0.10	0.24	0.21	0.04
4	2.76	0.40	0.39	2.02	0.14	0.32	0.32	0.08
5	2.37	0.28	0.22	1.83	0.32	0.21	0.24	0.13
6	1.29	0.25	0.23	1.98	0.08	0.04	0.08	0.04
8	3.12	0.75	1.14	2.16	0.02	0.04	0.06	0.02
9	3.71	1.49	1.47	3.06	0.02	0.03	0.04	0.02

高，在低钾或无钾条件下，钾的含量也接近2%左右，为同一处理茎干与叶片含钾量的5—8倍。这是因为在棉花的花铃期以后，钾向棉铃集中，这在Leffer^[4]的报告中已证实。可能是棉铃中简单有机化合物在合成纤维素的过程中，需要较多的钾，而纤维素形成后，部分钾又回到棉铃壳中的原因。同样，植株中钠的含量普遍较低，只有在无钾和低钾条件下，叶片与茎干中的钠与钾含量有接近的趋势，如处理4和5。与钾相反，在所有处理中棉铃壳中的钠均低于叶片与茎干的含量。这也说明钠没有参与纤维素合成的生化过程。

3. 不同处理对土壤钾、钠含量的影响 两次盆栽试验后，土壤钾、钠含量变化列于表4。

表4 不同处理土壤的钾、钠含量 (mg/kg土)

处理代号	1987			1988		
	缓效K	代换性K	代换性Na	缓效K	代换性K	代换性Na
1	80	56	12	86	50	10
2	67	37	33	71	33	47
3	72	26	61	75	23	80
4	60	20	109	62	19	111
5	59	19	146	61	15	182
6	62	22	10	63	13	9
7	—	—	—	95(?)	25	8
8	67	35	12	65	31	12
9	70	42	13	74	42	8

很明显，在施用低量钾和不施钾的处理中，土壤代换性钾在种植棉花以后显著下降，如处理4—6，一季棉花后，土壤代换性K由原来的27mgK/kg土降到20mgK/kg土左右。由于土壤缓效钾与代换性钾处于动态平衡状态，当土壤代换性钾低时，土壤缓效钾会慢慢释放出来，供作物吸收利用，Na⁺有利于缓效钾的释放。因此，在施钠处理中，土壤缓效钾有降低趋势。但这个变化并不大，这说明缓效钾是相对比较稳定的。

由于棉花吸收的钠较少，不同时期不同器官含量在0.02—0.6%左右，因而钠在盆栽土壤中残留量较高，一般为施入量的60—80%。

(二)田间试验 田间试验结果列于表5。由表可见，结果与盆栽试验趋势是一致的。

表5 钾、钠肥料对籽棉产量的影响

处理号	小区产量 (公斤/小区)	亩产 (公斤/亩)	相对(%)
1	4.32b*	96.0	100
2	3.63b	80.5	83.9
3	2.02a	44.8	46.7
4	4.32b	96.0	100
5	3.12b	69.2	72.1

* 不同字母之间表示差异显著水平在5%以上。

对照(处理3)籽棉产量最低,仅为处理1的46.7%,处理4与2比较,增施了6.65公斤/亩NaCl,籽棉产量增加16%,与亩施10公斤KCl产量相等。而处理5只施13.3公斤/亩NaCl,与对照相比较籽棉产量增加了25.0%,相当于全量钾肥的72%,并且也低于处理2,可见在土壤低钾条件下,钾、钠配合是比较理想的。

表6 列出了田间试验不同处理棉花器官

表6 不同处理棉花器官中的钾、钠含量

处理代号	K%				Na%			
	盛花期		吐絮期		盛花期		吐絮期	
	叶片	茎干	蕾铃	中部叶	叶片	茎干	蕾铃	中部叶
1	1.73	1.92	2.11	0.38	0.52	0.23	0.12	0.57
2	1.34	1.50	2.00	0.38	0.32	0.17	0.04	0.66
3	0.64	0.61	1.23	0.28	0.57	0.29	0.11	0.60
4	1.27	1.45	2.07	0.37	0.65	0.29	0.05	0.71
5	0.63	0.52	1.73	0.26	0.95	0.51	0.13	0.74

表7 棉花收获后土壤钾、钠含量变化
(mg/kg ±)

处理代号	缓效钾	代换性钾	代换性钠
1	189	43	19
2	190	38	24
3	189	31	14
4	185	47	24
5	193	31	41

中的钾、钠含量。由表可以看出,盛花期叶片中钾、钠含量与试验处理是一致的,部分施钠增加了钾的吸收,而全部施钠的除蕾铃外,增加植株中的钾不明显。相比之下植株中钠的含量都较低,相对而言,老叶高于健壮叶,同一生育期叶片又高于茎干,而以蕾铃中钠含量最低,这与盆栽结果是一致的。这是由于钾可以再利用,转移到更需要的器官中去了,而钠的流动性差则留下来了。

田间试验棉花收获后土壤的钾、钠含量列于表7。

由表可见,一季棉花后土壤缓效钾变化不大,土壤代换性钾在不施钾时稍有降低,这可能是棉花在生长后期有大量蕾铃及老叶返回土壤表面,经淋洗或腐烂后又补充了土壤钾。在全部施用NaCl时,土壤代换性钠为41mgNa/kg土,和施钾比较,上升了17—22mgK/kg土,相当于施入钠的56—70%左右。应该指出的是,由于施肥为条施法,土壤样品系采自带状施肥区,因此,并不能代表整个田间土壤钠残留的真实情况。

参考文献

- [1] Joham, H. E. et al., Soil Science. 99: 22-226, 1965.
- [2] Cooper, H. P. et al., Soil Science. 76: 9-28, 1953.
- [3] 陈国安, 土壤学进展, NO, 1—5, 1988。
- [4] J.M.斯图尔特, J.R.莫尼主编(王缨等译), 棉花生理专题论文集, 196—202, 农业出版社, 1987,