

施钾对长绒棉干物质积累、分配和产量品质的影响

张炎¹ 高媛¹ 胡伟¹ 姚银坤¹ 祁永春² 曾雄²

¹新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所, 乌鲁木齐, 830000

²新疆阿瓦提县农业技术推广中心土肥站, 阿克苏 843200

摘要: 为了明确钾肥对新疆南疆地区长绒棉干物质积累以及对产量和品质的影响, 在新疆阿瓦提县进行了田间试验。试验结果表明, 各处理长绒棉总干物质的积累动态均呈“S”型曲线, 可用 Logistic 生长函数加以模拟, 效果良好。K1、K2、K3、K4 各处理总干物质积累速率最大时刻 t 分别为播种后的 84 天、86 天、90 天、85 天。施钾对长绒棉增产效果明显, 处理 K2、K3 分别比处理 K0 的皮棉产量增加了 11 公斤/亩、8.9 公斤/亩, 增幅达 12.4%、10%; 增产效果主要是通过增加单株铃数实现的。施钾可以改善长绒棉的纤维品质, 其中, 强度、马克隆值、成熟度和可纺系数均增加, 而对纤维长度、整齐度影响不大。

关键词: 钾肥; 长绒棉; 干物质积累; 产量; 品质

新疆历来被认为是缺氮少磷钾丰富的地区^[1], 在第二次土壤普查时, 新疆土壤全钾量在 12.5—24.9 克/公斤之间, 速效钾在 150 毫克/公斤—300 毫克/公斤之间^[2]。但 80 年代以来, 由于喜钾作物棉花的大面积连年种植和产量水平的不断提高, 从土壤中带走了较多的钾, 加之氮、磷化肥施用量的迅速增加, 农家肥用量的减少, 秸秆还田困难, 生产中钾肥用量少, 新疆农田土壤中氮磷钾的比例已发生较大变化, 土壤钾素含量已有明显的下降^[3]。根据姜益娟等对新疆农田土壤钾素的现状调查^[4], 发现调查中 90% 以上的土壤全钾含量比第二次土壤普查时土壤全钾含量范围的下限还低, 部分棉田钾素亏缺严重, 尤其是在高产棉田上。90 年代以来, 由于生产上缺钾而导致的棉花早衰已成为影响新疆棉花产量的主要因素之一^[5]。本试验研究施钾肥对长绒棉干物质积累和产量品质的影响, 初步探索了长绒棉钾肥的施用效果, 为新疆棉花高产的合理施用钾肥提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验区概况

试验于 2006 年安排在新疆阿瓦提县。该县光照充足、热量丰富、降水稀少、蒸发强烈, 年平均降雨量为 61.2 毫米, 年平均蒸发量 2337.4 毫米, 年均日照时间 2778 小时, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 4252 $^{\circ}\text{C}$, 无霜期 205 天, 属典型的大陆荒漠性气候。

试验地前茬棉花, 供试品种为长绒棉新海 20, 宽膜覆盖种植, 一膜 4 行, 播幅内宽、窄行距配置为 50+30+55+30 = 165 厘米, 株距为 11 厘米, 理论株数为 14692 株/亩, 于 4 月 14 日播种。

供试土壤为砂壤质潮土, 0-20 厘米供试土壤的养分状况: 有机质 17.72 克/公斤, 全氮 0.821 克/公斤, 速效氮 138.1 毫克/公斤, 速效磷 10.90 毫克/公斤, 速效钾 168 毫克/公斤。土壤养分测试方法: 有机质重铬酸钾法、全氮扩散吸收法、速效氮碱解扩散吸收法、速效磷 0.5mol/LNaHCO₃ 浸提钼锑抗比色法、速效钾醋酸铵-火焰光度法。

1.2 试验设计

试验设4个处理,3次重复,小区面积33m²。4个钾肥用量处理为K₂O:0、2.3、4.7、7公斤/亩,各处理氮肥、磷肥用量相同,分别为N15公斤/亩和P₂O₅9.3公斤/亩。30%的氮肥和全部的磷肥、钾肥做基肥,70%的氮肥作追肥,分别以15%、25%、20%和10%的比例分4次随水追施。各处理施肥量见表1。供试肥料:氮肥为尿素(46%N)、磷肥为三料磷肥(46%P₂O₅)、钾肥为硫酸钾(33%K₂O)。

表1 试验各处理施钾肥方案(公斤/亩)

处理	基肥			追施N肥			
	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	6-24	7-5	7-25	8-16
K0	0.0	4.5	9.3	2.3	3.8	3.0	1.5
K1	2.3	4.5	9.3	2.3	3.8	3.0	1.5
K2	4.7	4.5	9.3	2.3	3.8	3.0	1.5
K3	7.0	4.5	9.3	2.3	3.8	3.0	1.5

1.3 样品的采集与测定

在棉花主要生育期:苗期(5月11日)、蕾期(6月11日)、花期(6月28日)、盛铃期(8月4日)和吐絮期(9月9日)于上午10:00~12:00之间采样,每小区随机选取有代表性的棉株3株(苗期取5株),采集棉株地上部分的植株样品,按茎、叶、蕾+花、棉壳、棉纤维、种子不同器官分离开,在105℃下杀青,80℃下烘干测定其干物质积累量。

棉花产量以测产方式获得。测产方法为试验小区内每隔2株测一株,调查结铃数,计算全区株数、铃数及单株结铃数。棉花吐絮后每小区分3次采收下、中、上部30、50、20朵完全吐絮棉桃,测定平均单铃重和衣分,计算棉花产量。

棉花品质检测方法是ASTM D5867-1995,主要仪器是HVI SPECTRUM-I型棉纤维品质监测仪。

试验数据采用Excel和DPS软件分析。

2 结果与分析

2.1 施钾对长绒棉干物质积累和分配的影响

2.1.1 施钾对长绒棉干物质积累的影响

由图1各处理中干物质积累曲线可以看出,各处理中干物质积累过程的总趋势是一致的,随着生育期进展而逐渐增强,苗期到蕾期积累缓慢,从花期到铃期增长迅速,到盛铃期达到高峰,进入吐絮期后增长又趋于缓慢。用Logistic生长函数对不同施钾处理的棉花干物质积累进行拟合,各处理棉株干物质的累积动态,均呈现“S”型曲线,其Logistic模型及其特征值见表2。

从表2中可以看出,增施钾肥可以延长干物质积累的旺盛时期 Δt ,K1、K2和K3处理分别比K0处理延长3天、5天和1天,同时施钾也增加了棉株在 Δt 时期内的干物质积累量,在t₁-t₂期间,K0、K1、K2、K3各处理单株平均干物质的积累量分别是:29.76克、31.59克、36.15克、32.54克。棉株总干物质累积最快的时期在播种后63天至112天(6月17日至8月4日),此时棉株处于营养生长与生殖生长并进的花期和盛铃期,是生长最旺盛的时期,其干物质质量占全生育期积累总量由花期31.38%~33.27%增加到盛铃期88.45%~92.13%。K0、K1、K2、K3各处理总干物质积累速率最大

时刻 t_0 分别为播种后的 84 天(7 月 8 日)、86 天(7 月 10 日)、90 天(7 月 14 日)、85 天(7 月 9 日), 增施钾肥, 长绒棉干物质总量积累速率最大的时刻 t_0 推迟 1 天~6 天, 此时各处理单株平均干物质积累量分别为: 25.79 克、27.38 克、31.33 克、28.20 克。

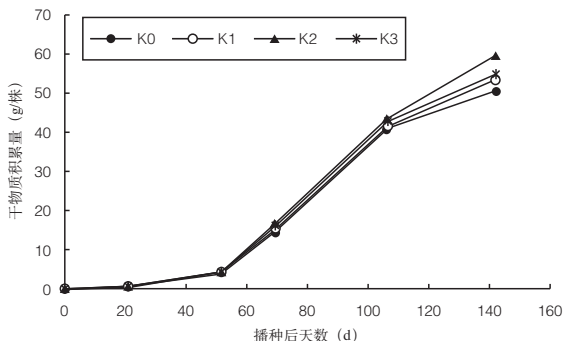


图 1 各处理长绒棉干物质的积累动态

表 2 棉株干物质积累的 Logistic 模型及其特征值

处理	方程	t_1	t_2	Δt	t_0	R^2	F
K0	$y=51.58/(1+e^{(5.46-0.065t)})$	63	104	41	84	0.999	1305**
K1	$y=54.76/(1+e^{(5.16-0.060t)})$	64	108	44	86	0.998	969**
K2	$y=62.66/(1+e^{(5.09-0.057t)})$	66	112	46	90	0.997	447**
K3	$y=56.40/(1+e^{(5.28-0.062t)})$	64	106	42	85	0.999	1050**

注: t 为长绒棉播种后的天数(天), y 为长绒棉干物质积累量(克/株), t_0 为干物质积累速率最大时刻, t_1 和 t_2 分别为 Logistic 生长函数的两个拐点, $\Delta t = t_2 - t_1$, 是棉株旺盛生长的时期。 $F(3,8)_{0.05} = 4.46$, $F(3,8)_{0.01} = 8.65$ 。

增施钾肥显著促进长绒棉干物质的积累, 棉花干物质生产是构成其经济产量的基础^[6]。通过增施一定量的钾肥延长了干物质积累时期和快速积累的时刻, 使长绒棉充分利用新疆棉区光热资源丰富的优势, 将有利于棉花产量的形成。

2.1.2 施钾对长绒棉干物质分配的影响

施钾对长绒棉干物质分配动态表现为: 叶的干物质百分比随着生育期的推进而逐渐降低, 由苗期的 81.76%~82.30% 降低到吐絮期的 12.11%~13.03%; 茎所占干物质百分比由苗期的 17.70%~18.24% 逐渐增大, 到花期达到最大 34.99%~36.49%, 花期后逐渐降低; 生殖器官百分比由蕾期到吐絮期逐渐增大, 由蕾期的 8.84%~9.00% 增加到吐絮期的 63.63%~66.78%。

苗期是长绒棉的营养生长时期, 各处理分配到叶的干物质达到 80% 以上, 增施钾肥对各处理干物质积累量影响不大; 蕾期是营养与生殖生长并进期, 各处理中 K3 分配到叶的干物质所占百分比最大, K2 分配到茎、蕾中的干物质百分比最大, 钾肥施用量影响叶茎蕾的分配比例, 钾肥施用量过多过少都会降低蕾干物质比例, 处理 K2 的蕾干物质比例最大, 为其高产打下基础; 花期中处理 K1、K2、K3 花的干物质百分比比 K0 增加了 0.32%、1.84%、0.71%, 增施钾肥在一定范围内可以增加花的干物质积

累量；铃期到吐絮期，营养生长衰退，生殖生长旺盛，主要增加棉纤维和棉籽的干物质量，处理K2的棉纤维、棉籽干物质增长量最大，说明在一定范围内，增施钾肥可以有效的提高棉纤维和棉籽的干物质重，从而提高产量。

表3 不同施钾量棉株干物质在不同器官的分配

生育时期	器官	干物质重 (克/株)				占总干物质 (%)			
		K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3
苗期	叶	0.57	0.57	0.56	0.58	82.28	81.76	82.30	82.12
	茎	0.12	0.13	0.12	0.13	17.72	18.24	17.70	17.88
蕾期	叶	2.46	2.70	2.24	2.74	59.22	61.35	57.95	61.43
	茎	1.33	1.32	1.28	1.32	31.94	30.02	33.05	29.72
	蕾	0.37	0.38	0.35	0.39	8.84	8.63	9.00	8.84
花期	叶	6.39	6.43	7.15	6.40	44.24	42.92	42.90	42.58
	茎	5.12	5.46	5.83	5.21	35.49	36.49	34.99	35.44
	花	2.93	3.08	3.69	3.08	20.27	20.59	22.11	20.98
铃期	叶	7.92	8.26	8.83	7.79	19.47	20.04	20.39	18.25
	茎	10.59	10.86	11.80	11.25	26.02	26.36	27.27	26.36
	壳	14.52	14.59	14.92	14.63	35.68	35.42	34.48	34.29
	纤维	4.36	4.22	4.44	5.49	10.71	10.25	10.25	12.85
	棉籽	3.31	3.27	3.29	3.52	8.13	7.93	7.61	8.25
吐絮期	叶	6.59	6.70	7.23	6.76	13.03	12.64	12.11	12.33
	茎	11.13	11.88	12.59	13.18	22.01	22.42	21.11	24.04
	壳	10.74	10.89	13.28	11.47	21.23	20.56	22.25	20.93
	纤维	12.78	13.95	14.44	12.16	25.28	26.32	24.20	22.18
	棉籽	9.33	9.56	12.13	11.25	18.45	18.05	20.33	20.53

2.2 施钾对长绒棉产量的影响

2.2.1 施钾对长绒棉产量及产量构成因子的影响

表4 不同钾肥用量棉花产量及产量结构

处理	单株铃数 (个/株)	单铃重 (克)	衣分 (%)	产量		纯收入 (元/亩)	产投比
				子棉 (公斤/亩)	皮棉 (公斤/亩)		
K0	7.04 B	3.22 A	33.46 A	265.5 b B	88.9 c B	-	-
K1	7.23 B	3.15 A	33.86 A	266.6 b B	90.3 bc AB	30.81	1.9
K2	7.92 A	3.23 A	33.28 A	300.1 a A	99.9 a A	240.53	7.3
K3	7.86 A	3.20 A	33.18 A	294.6 a AB	97.8 ab AB	193.87	4.0

注：长绒棉皮棉价格21.8元/kg，K₂O价格7.0元/kg。每一列中不同大写字母表示差异达1%显著水平，小写字母表示差异达5%显著水平

由表4可以得出：增施钾肥对长绒棉单铃重、衣分影响不大，但可以显著增加棉花单株铃数，K2和K3处理分别比K0处理增加0.88和0.82个铃。增施钾肥可以显著增加棉花产量，处理K2、K3分别比处理K0处理增产子棉13%、10.9%，增产皮棉12.4%和10%。但是，施用钾量少的K1处理增产效果不显著。施钾对长绒棉的增产效果主要是通过增加单株铃数实现的，增施钾肥有效的保证了单株铃数，为棉花高产奠定了基础。

从表4可以看出，若不考虑用工、投资等其它因素，单从钾肥投资因素上计算棉花经济效益，处理K1、K2、K3纯收入分别为30.81元/亩、240.53元/亩、193.87元/亩。K1、K2、K3产投比分别为1.9、7.3和4，可见处理K2经济效益最高。

2.3 施钾对长绒棉品质的影响

钾素营养是人们公认的品质元素，对棉麻类作物的纤维品质具有提高作用^[7]。从表5的结果看，处理K1、K2、K3的长度分别比K0增加0.13毫米、0.76毫米、0.66毫米，处理K2的长度值增加最大，表明钾肥施用量增加到K2时，长度随之逐渐增大，超过K2时，长度又有所降低，施钾在一定范围内可增加长绒棉的长度，但过多钾肥也会影响长度的增加；从表5中可知，处理K1、K2、K3的整齐度分别比K0提高了0.25个百分点、0.80个百分点、-0.45个百分点，整齐度值越高，表明纤维中长纤维数量越多，纤维的一致性越好，处理K2的整齐度最高，纤维一致性最好，而过高的钾肥施用量则影响纤维数量，降低整齐度；长绒棉随着施钾量的增加成熟度逐渐提高，相对于处理K0分别增加了0.015、0.020、0.025；马克隆值是细度与成熟度的综合指标，马克隆值愈大，表示棉纤维愈粗，也表示纤维的成熟度愈高，马克隆值过高影响成纱强力，而过低则易产生有害疵点，不易染色，国际上称3.7~4.2马克隆值的棉纤维为最优马克隆值范围，各处理中马克隆值均达到最优范围。结果表明，马克隆值随施钾量增大而增大，各处理相对于处理K0分别增加了0.12、0.16、0.24，由此可以看出，增施钾可以提高纤维成纱能力；钾肥在0~7 kg/亩范围内，强度增加了1.2~2.2 g/tex；同时，短绒指数是随施钾量增大而减小，降幅为0.6%~8.7%。

表5 施钾对棉花品质的影响

处理	长度(毫米)	整齐度%	强度 g/tex	短绒指数%	马克隆值	可纺系数	成熟度指数
K0	36.10	88.10	44.20	3.45	3.96	206.50	0.920
K1	36.23	88.35	46.35	3.43	4.08	215.30	0.935
K2	36.86	88.90	45.40	3.33	4.12	215.00	0.940
K3	36.76	87.65	46.40	3.15	4.20	210.50	0.945

3 小结

3.1 施钾显著影响棉花各个生育阶段的干物质积累，但是总的积累趋势仍然是一致的，苗期积累缓慢，到盛铃期时达到高峰，进入吐絮期后积累又趋于缓慢。钾肥各处理长绒棉总干物质的积累动态都呈“S”型曲线，增施一定量的钾肥延长了干物质积累时期和推迟了干物质快速积累的时刻，促进长绒棉干物质的积累。从蕾期到盛铃期，随着钾肥施用量的增加，干物质分配给生殖器官的量逐渐增加。

3.2 长绒棉的氮磷化肥供应充足时，增施钾肥对长绒棉单铃重、衣分影响不大，但可以显著增加棉

花单株铃数,最多可增加0.88个铃。施钾对长绒棉的增产效果主要是通过增加单株铃数实现的,最高增产子棉可达13%,增产皮棉12.4%。但是,施用钾量少的K1处理增产效果不显著。根据效益回归方程式和边际理论,若不考虑用工、投资等其它因素,处理K2的产投比最高,经济效益最好。

3.3 施钾改善了长绒棉的纤维品质,其中,强度、马克隆值、成熟度和可纺系数均增加,但却对纤维长度、整齐度影响不大。结果表明,施钾可提高长绒棉可纺系数。总之,钾素与纤维品质有着密不可分的联系,施钾会明显改善棉花的纤维品质。但是关于钾素对纤维品质形成机理的影响研究未见报道。

参考文献:

- [1] 侯宗贤,张惠文,丁英.新疆土壤有效钾状况与棉花施钾肥效果[J].植物营养与肥料学报,1998,4(2): 197- 198.
- [2] 丁纪元,艾尼,史久英,等.新疆棉花施钾效果初探[J].植物营养与肥料学报,1998,4(2): 198-199.
- [3] 张炎,史军辉,罗广华,等.新疆农田土壤养分与化肥施用现状及评价[J].新疆农业科学,2006,43(5):375-379.
- [4] 姜益娟,郑德明,朱朝阳,等.新疆农田土壤的钾素现状调查[J].塔里木农垦大学学报 2001,12(2): 1-3.
- [5] 张炎,王讲利,李磐等.新疆棉田土壤养分限制因子的系统研究[J].水土保持学报 2005,12(6):58_60.
- [6] 张旺锋,等.北疆高产棉花养分吸收特性的研究[J].棉花学报,1998,10(2): 88-95.
- [7] 杨佑明,徐楚年.棉纤维发育的分子生理机制[J].植物学通报,2003,20(1): 1-9.