

棉花科学施肥

中国科学院上海植物生理研究所

汤玉珩 许德威 周庆祺 编著



上海科学技术出版社

棉花科学施肥

中国科学院上海植物生理研究所

汤玉玮 许德威 周庆祺 编著

上海科学技术出版社

棉花科学施肥

中国科学院上海植物生理研究所

汤玉玮 许德威 周庆祺 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本787×1092 1/32 印数2,625 字数55,000

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数: 1—5,800

统一书号: 16119·861 定价: 0.38 元

前 言

我们对棉花科学施肥问题的理解和认识,是通过1953年开始的蕾铃脱落生理的系统研究,以及1963年起始的稳产高产示范试验,逐步加深的。

三十年来,先从外界环境条件着手,找出了光是影响棉花蕾铃脱落的外界主导因素。光愈弱,脱落愈多。进而研究了光合作用产物的形成与运输在脱落中的作用,证明光合作用产物形成的削弱,或者由于棉株营养生长过旺,引起光合作用产物运向蕾铃减少,导致蕾铃脱落。此外,又进行了植物生长物质对光合作用产物的调配,以控制蕾铃脱落等一系列的工作,从理论上阐明了棉花蕾铃脱落的生理。同时,通过在全国棉区的调查,看到如下普遍现象,即大田棉株有矮小早衰、正常生长和徒长的三种类型。特别是徒长棉株,茎叶生长繁茂,造成田间郁闭,下、中部蕾铃大量脱落。联系到蕾铃脱落生理机制的研究,我们认为,控制棉株前期营养生长,防止后期的早衰,是棉花稳产高产的关键问题。实质上,这就是一个科学施肥的问题,也就是如何通过栽培措施来掌握棉花的营养生长和生殖生长,使棉株下、中、上三部果枝能均衡着铃。我们在1964~1965年连续进行棉花稳产高产大田示范试验,运用宽窄行种植,前期少施氮肥以控制棉株的营养生长,重施花铃肥防止早衰等措施,获得亩产皮棉151~193斤。

可是,七十年代以来,很多产棉区的所谓高产棉田,片面对待肥料问题,化肥用量进一步上升,而棉花单产未能相应

增加,皮棉质量下降,这就说明棉花科学用肥的重要性。这里包含着两方面的情况:盲目扩大面积,少用肥甚至用肥极少,棉株早衰,单产低,皮棉品质差;另一方面,氮素化肥大幅度增加,而又以很大百分比用于棉株生长的前期,导致棉株徒长。

根据以上这些情况,我们在调查研究和实践的基础上,提出了以科学施肥为中心的棉花稳产高产综合措施。并在上海十个郊县,江苏的南通市,盐城市,浙江慈溪多点地进行示范,初步显示了单产高、皮棉品质好和成本低的效果。1984年起,更将扩展示范棉田试验,拟在全国主要产棉省进行多点示范试验。如果严格贯彻以科学施肥为中心的综合措施,皮棉稳产、高产、优质和低成本的总目标是可以达到的。

但是我国植棉区域广大,特别是南北棉区在气温雨情有差异。因此,具体措施的运用上必须因地制宜。

其实,科学施肥是一个普遍存在的问题。认真积极地进行调研,确实逐步做到科学施肥,是农业生产的重大措施。

虽然我们在棉花科学施肥上做了不少工作,但难免欠缺全面,因此,借此小册子出版之际,竭诚希望读者提出宝贵意见。

编 者

1984.5

目 录

一、棉花蕾铃脱落的一般规律.....	1
1. 落蕾的规律	1
2. 落铃的规律	2
二、光线与蕾铃的脱落.....	5
1. 光线对蕾铃脱落的影响	5
2. 光合作用产物与蕾铃脱落的关系	8
3. 花和幼铃生长过程中主要的生理变化	15
三、光合作用产物的运输与蕾铃的脱落.....	17
1. 叶片光合作用产物运输的一般规律	17
2. 棉株器官间光合作用产物的分配	24
3. 环境因素对光合作用产物运输的影响	30
四、激素对棉铃脱落的调节.....	36
1. 幼铃里内源激素的变化和鉴定.....	36
2. 内源激素与光合作用产物的运转.....	39
五、棉株多座三桃是稳产高产的基础.....	43
1. 在个体条件下棉株的生长发育	44
2. 在群体条件下棉株的生长发育	45
3. 控制前期徒长,防止后期早衰,多座三桃.....	48
六、密度、肥料、水分与棉花稳产高产的关系.....	49
1. 密度	49
2. 肥料	51
3. 水分	53
七、以科学施肥为中心的棉花稳产高产综合措施.....	55

1. 合理密植	57
2. 苗期管理	57
3. 科学施肥	57
4. 健全排灌系统	58
5. 防治病虫害	58
八、棉花科学施肥的示范推广	61
1. 棉花科学施肥多点试验示范的成果	61
2. 棉花科学施肥大面积推广的增产效果	64
3. 土质、施肥与棉花产量的关系	65
九、棉花科学施肥的经济效益	72
1. 六省一市棉田化肥用量和棉花产量	72
2. 化肥用量和施用时期	73
3. 全国大棉区对科学施肥的重视	75
4. 扩大科学施肥的试验示范	76
5. 科学施肥的好处	77

一、棉花蕾铃脱落的一般规律

在棉花生产中，蕾铃的脱落仍是一个大问题。一般蕾铃脱落率常达60~70%。一块丰产棉田，应该“三桃”结得多。但在棉花生长偏旺的田块，往往中、下部结铃少，结住的几个铃又多腐烂，上部结的铃多而小，收的霜后花多，影响产量和品质，这是在高产地区容易看到的一个现象。

从棉花的落蕾落铃的现象中，人们进一步观察一下，脱落的棉铃一般是开花后不久的幼小的铃，脱落的棉蕾大多是显而易见的中龄的蕾。从多年的观察，可以看到蕾铃的脱落与它们的日龄有关。

1. 落蕾的规律

棉蕾的脱落日龄幅度较大，在现蕾到开花前均可脱落，但可以看到10~20天日龄的棉蕾较易脱落。中国农业科学院棉花研究所的调查资料(表1)指出，落蕾中的70%是集中在10~20天日龄期间，河南新乡地区农科所的调查资料也具有相似的趋势(图1)。

表1 不同日龄棉蕾的脱落百分率

(安阳, 1959)

不同龄期(天)	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~29
脱落蕾数	16	32	131	132	54	16
脱落(%)	4.2	8.4	34.4	34.6	14.2	4.2

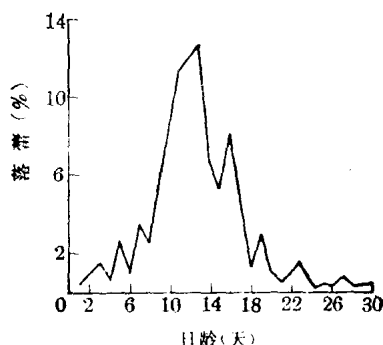


图1 不同日龄棉蕾的脱落率(河南新乡,1959)

2. 落铃的规律

根据中国科学院上海植物生理研究所试验资料,一般棉铃在开花后8天以前最易脱落,而其中60~80%集中于3~6天日龄期间,在10天日龄以上的棉铃是很少脱落的(表2)。这种棉铃脱落与日龄的关系,不因环境条件的改变而变化的。在全国棉区的不少科研单位所作的调查,如安徽省东流棉场的调查结果(表3),山东省棉花研究所在不同栽培条件下的

表2 不同日龄棉铃脱落百分率

(上海)

日龄(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	8天以上
1953年	2.0	5.2	18.9	33.9	19.4	8.9	5.6	—	6.0
1954年	1.3	0.7	15.3	14.7	20.7	15.3	12.7	6.7	12.6

表3 不同日龄的棉铃脱落百分率

(东流棉场,1957)

开花后天数	3	4	5	6	7	8
脱落(%)	19.3	26.7	21.1	6.7	3.4	2.9

调查资料(表4)表明,在不同地区,这种落铃规律都是一致的。而且,尽管在不同的施肥情况(表5),在不同的土壤含水量(表6)以及在不同的光线强度(图2)下,落铃日龄的规律均没有改变。

表4 不同日龄的棉铃脱落百分率

(山东省棉花研究所,1962)

栽 培 方 式	日 龄 (天)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
移 栽	1.71	4.52	13.71	20.56	21.81	12.77	12.15	5.92	2.34	1.87	1.25	0.62
直 播	1.18	5.61	16.83	20.14	19.42	15.25	8.78	6.62	3.17	0.73	1.01	0.29

表5 各种肥料处理下不同日龄棉铃脱落百分率

(上海,1953)

处 理	日 龄 (天)							
	1	2	3	4	5	6	7	7天以后
1	2.2	5.4	17.6	28.8	23.7	12.5	4.2	5.4
2	1.9	6.0	17.8	33.1	23.1	10.8	3.0	4.4
3	1.3	7.1	22.2	27.9	19.5	12.2	3.7	6.4
4	1.7	4.7	18.4	26.4	18.5	14.7	6.8	8.7
5	1.3	7.5	15.6	31.8	20.1	11.7	4.9	7.1
6	2.5	8.5	19.4	27.6	21.6	11.3	4.2	4.9
7	0.4	8.4	19.8	25.5	19.0	14.1	5.3	7.6
8	0.4	7.7	18.9	25.6	20.7	14.4	6.7	5.6
9	0.3	8.9	21.5	29.7	17.1	11.3	5.1	5.8
对 照	2.0	5.2	18.9	33.9	19.4	8.9	6.6	6.0

表 6 不同水分条件下不同日龄棉铃脱落百分率

地区	处理	日 龄 (天)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	3天以后	
上 海 (1953)	土壤含水量 (%)	28	0	10.0	14.2	30.0	20.0	14.2	5.8	—	5.8
		34	0	5.4	12.8	30.2	22.1	12.1	8.7	—	8.7
		38	0.5	5.4	14.6	24.9	18.9	20.5	6.0	—	9.2
		40	1.0	3.5	13.4	31.8	18.9	15.0	7.5	—	8.9
吐 鲁 番 (1957)	灌水次数	6	—	4.1	9.3	11.0	19.8	15.7	16.9	9.3	13.9
		8	—	1.4	3.4	10.9	16.3	23.1	16.3	18.4	10.1
		10	—	2.1	3.5	10.5	11.9	25.1	23.8	11.9	11.2

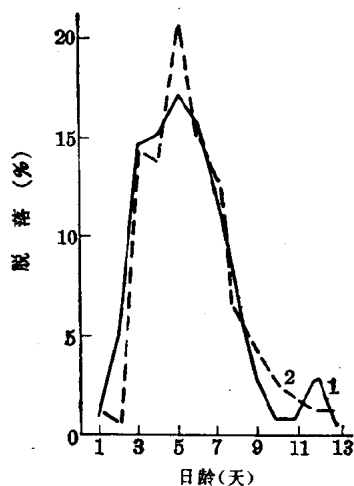


图 2 不同光照条件下不同日龄棉铃的脱落率 (上海, 1955)

1. 1/20 自然光; 2. 自然光

棉花生殖器官的出现到成熟，需要经过75~100天。但是，棉铃和棉蕾的脱落日龄是较集中的。尤其是棉铃的脱落日龄高度集中，在其开花到吐絮的50~70天中，集中于开花后的2~5天脱落，而棉蕾在其生活的20多天中，虽脱落的日龄幅度较大，但也有集中的趋势。中国科学院上海植物生理研究所二年的落铃落蕾的比较资料综合(图3)，并抓住棉铃脱落日龄集中的现象，进行一系列脱落生理的研究。

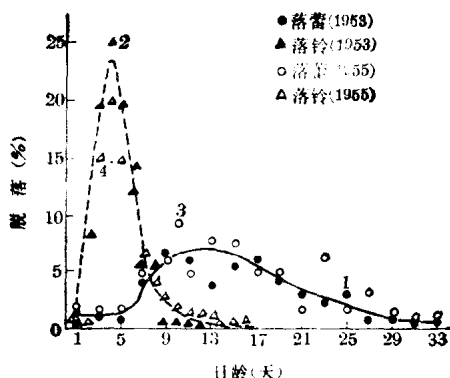


图3 棉花落蕾落铃日龄(上海)

二、光线与蕾铃的脱落

1. 光线对蕾铃脱落的影响

在棉株生长正常的田块里，棉花的蕾期和初花期很少见有脱落的。进入棉花开花的盛期，是发生蕾铃脱落最多的时期。当人们进入棉田，可以看到一个明显的现象：边行棉株果枝上的蕾铃脱落少，而里行棉株的脱落很多。为什么边行棉

株的蕾铃总是比里行的脱落少呢?这是由于光线强度的关系,因为里行棉株,枝叶相互交叉叠置,行间光线较弱;而边行棉株露光面大,接受到较强的光照。这个现象早就为英、美、苏等国的科研工作者发现,五十年代又为金成忠等人通过遮光试验所证实。其方法是:在棉株的初花至盛花期间,于棉株小区上部,用不同层数的芦帘对棉株进行遮光,使棉株顶部接受不同强度的光线。实验的结果表明,棉株顶部接受到的光线愈弱,棉株的蕾铃脱落愈多。分别由图 4、图 5、图 6 可见:棉株顶部用二层芦帘遮光,使棉株顶部接受 $1/20$ 左右的天然光线强度,蕾铃脱落率高达 98.6%;棉株顶部用一层芦帘遮光,使棉株接受 $1/8 \sim 1/10$ 的天然光线强度,蕾铃脱落率达 91.1%;而不遮光顶部接受天然光线的对照棉株,蕾铃脱落率为 57.2%。此外,为了简化实验条件,用单果枝进行遮光实验。在棉株相同部位的果枝上留第一果节的花和叶,用一层白布或一层纱布遮光,结果是:用一层白布遮光的有 88.0% 的棉铃脱落;一层纱布遮光的,因纱布透光较好,仅有 13.79% 脱落;不遮光的棉铃没有脱落(表 7)。可见,光线强度对棉花

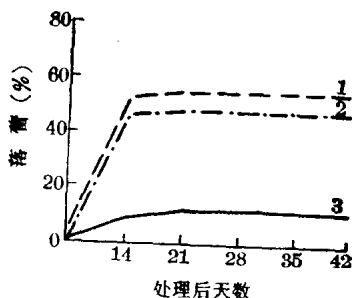


图 4 不同遮光处理的棉株落蕾百分率

1. 双帘遮光; 2. 单帘遮光; 3. 对照

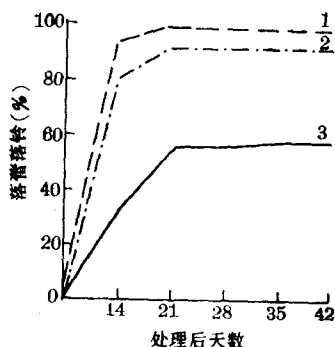


图 5 不同遮光处理的棉株
落铃百分率

1. 双帘遮光; 2. 单帘遮光;
3. 对照

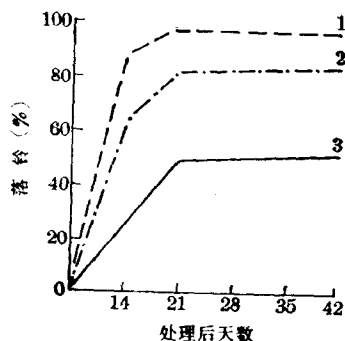


图 6 不同遮光处理的棉株
落蕾落铃百分率

1. 双帘遮光; 2. 单帘遮光;
3. 对照

表 7 光线强度与幼铃脱落的关系*

处 理	项 目		
	检 查 数	脱 落 数	脱 落 (%)
一 层 白 布	25	22	88.00
一 层 纱 布	29	4	13.79
不 遮 光 (对照)	22	0	0

* 处理后第 11 天检查脱落

的蕾铃脱落有着很大的影响,不管是蕾或铃,光线强度愈弱,脱落愈多,这是一个极其明显的现象。我们对蕾铃脱落生理研究,就是围绕着光线是影响蕾铃脱落的这个主导因素进行的。由遮光实验,证明了边行棉株结铃多于中行棉株主要是光线强度的影响。因此运用一些栽培措施,防止过早地封行,主要

的是在棉株生长前期少用氮肥，防止徒长。其次是棉田密度确定之后，采用宽窄行种植方式，增加行间光照，充分利用阳光，无疑是增加结铃的有效措施。

2. 光合作用产物与蕾铃脱落的关系

从遮光实验对棉株蕾铃脱落的影响，启示我们，蕾铃的脱落主要是由于光线减弱，引起光合作用产物形成不足的缘故。在这个认识的基础上，我们针对为什么棉铃的脱落都集中在开花后的2~5天这个问题，进一步研究了棉花幼铃在生长过程中可溶性糖的消长与脱落的关系。

在上述用白布或纱布遮光的实验中，把棉株分成两大部分。一部分棉株，在用白布或纱布遮光后，逐日检查脱落；另一部分棉株，在用白布或纱布遮光时，就开始取样，遮光后逐日连续取样，分析幼铃里可溶性糖的含量。检查脱落结果见表7；取样分析的结果见表8。由表8的结果可见，幼铃脱落

表8 光线强度与幼铃里糖含量变化的关系(干重%)

日期(日/月)	处 理		
	不遮光(对照)	一 层 白 布	一 层 纱 布
23/8 开花前1天	4.03		
24/8 开花当天	5.06	3.94	4.38
25/8 开花第2天	2.93	1.86	2.31
26/8 开花第3天	1.63	1.23	1.25
27/8 开花第4天	2.66	1.67	2.39
28/8 开花第5天	5.16	2.39	4.03
29/8 开花第6天	8.64	3.23	4.91
30/8 开花第7天	7.89	3.63	5.13

集中在开花后7天以前，这和幼铃里的可溶性糖的消长规律有关，并在开花当天到开花后的3~4天的变化特别显著。正常发育的幼铃，开花当天上午，可溶性糖的含量为干重的4~5%，下午就急剧地下降到2%左右，这个水平一直维持到开花后第三天。此后，幼铃里的可溶性糖又迅速地回升到8%左右。用白布遮光之后，削弱了光合作用产物的形成，则在开花后的3~4天，幼铃里的含糖量不能回升到4~5%以上，可溶性糖的供应不足，这是导致蕾铃脱落的主要原因。

同时，我们又通过以减少叶面积来削弱光合作用产物形成的方法进行实验，结果见表9和表10。1叶1铃和1/2叶1铃的处理，到开花后4~5天，幼铃里的可溶性糖回升到4~5%以上，这种幼铃基本上是不脱落的；1/8叶1铃以及无叶1铃的，开花后3~4天幼铃里可溶性糖不能回升到4~5%，这种幼铃大多是脱落的，并与遮光实验的结果是一致的。

表9 果枝上叶面积的大小与幼铃糖含量变化的关系(干重%)

取样日期(日/月)	处 理			
	1叶1铃	1/2叶1铃	1/8叶1铃	无叶1铃
14/8开花前1天	2.98	2.49	1.33	1.30
15/8开花当天	5.21	3.48	1.57	1.03
16/8开花第2天	1.31	1.24	1.33	1.30
18/8开花第4天	2.31	2.13	1.64	1.79
20/8开花第6天	4.55	3.75	1.80	
22/8开花第8天	6.06	4.35	2.31	

表 10 叶面积与幼铃脱落的关系

(处理后第 10 天检查脱落)

处 理	检 查 数	脱 落 数	脱 落 %
1 叶 1 铃	22	1	4.55
1/2 叶 1 铃	26	0	0
1/8 叶 1 铃	26	22	84.62
0 叶 1 铃	30	30	100.00

在幼铃里可溶性糖的含量与脱落关系的研究中，可以看到一个有趣的现象——无籽果实的形成。在通常情况下，一个不受精的幼铃是 100% 脱落的。造成棉花幼铃不能受精原因甚多，最为常见的是天然雨水。雨水能冲散正在开花的花粉，并使花粉吸水破裂，丧失生活能力。因此，棉株开花期间，碰到下雨，会造成大量幼铃的脱落。由表 11 的资料可见，下雨时间的不同，幼铃脱落率差异很大。夜晚下雨对幼铃脱落率没有显著影响，白天下雨却大大增加幼铃的脱落。我们在

表 11 降雨时间与幼铃脱落的关系 (叶佐颜, 1957)

地点	年份	日 期	下雨时间或情况	当日开花脱落%	备 考
河北定县	1952	7月下旬	上午阴雨	100	40朵花 6 天后检查
河北南宫	1953	8月16日	晚 11 时	67	
		8月18日	午前下雨	89	
		8月22日	下午4~ 时	90	
		8月23日	晚上下雨	66	
		8月 3 日	全天大雨	95	
		某一天	晴天无雨	65	
河北定县	1953	8月10日	下 雨	83~96	8天后检查
		8月11日	无 雨	23~30	