

农业科学参考资料

棉花生理

科学出版社

/KC

农业科学参考资料

棉 花 生 理

科学出版社

1984

内 容 简 介

近年来,科学出版社编辑出版了《农业科学参考资料》的《水稻生理》、《小麦生理》和《大豆生理》等三种我国主要作物生理的译文集。本书(棉花生理译文集)是第四种。共选译了21篇有关棉花栽培与植物生理的论文。其内容包括有棉花丰产的营养生理、棉田灌溉的水分生理、棉铃的成熟和脱落生理、棉株体内的有机养料运输分配和棉籽的发育生理以及棉花纤维生长的定量测定法和棉花胚珠中植物激素的鉴定等,这些都是棉花栽培生理学中新近所注意的理论基础和研究方法等的重要问题。

本书可供农业技术工作者尤其是从事棉花栽培和棉花生理工作者的参考阅读。

农业科学参考资料

棉 花 生 理

责任编辑 黄宗甄

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1984年7月第一版 开本:787×1092 1/16

1984年7月第一次印刷 印张:9

印数:0001—3,900 字数:207,000

统一书号:13031·2618

本社书号:3609·13—12

定价: 1.45 元

目 录

1	有助于棉花施肥的植株分析·····	Sabbe, Wayne E. (1)
2	关于棉花矿质营养条件的诊断问题·····	Белоусов, М. А. (11)
3	棉花营养器官的氮和磷化合物的再利用与磷营养的关系·····	Усманов, А. И. (16)
4	在不同的土壤盐渍化条件下无机肥料对棉花品种的发育和产量的影响·····	Саттаров, Д. (22)
5	溶质浓度的变化在保持大田棉花水分良好平衡方面的作用·····	Cutler, J. H. Rains, D. W. Loomis, R. S. (29)
6	棉花中水分胁迫时与叶子脱落有关的生长素运输·····	Davenport, Thomas L. Morgan, Page W. Jordan, Wayne R. (36)
7	棉花脱落过程: 植株水分亏缺的诱导·····	McMichael, B. L. Jordan, W. R. Powell, R. D. (41)
8	乙烯在果实脱落与开裂过程中的作用·····	Lipe, John A. Morgan, Page W. (45)
9	乙烯: 果实开裂对 CO ₂ 和减压的响应 ·····	Lipe, John A. Morgan, Page W. (54)
10	棉花营养体中乙烯产生的速率与内部水平·····	McAfee, James A. Morgan, Page W. (60)
11	2-氯乙烷膦酸对棉花乙烯释放与脱落的刺激作用·····	Morgan, Page W. (66)
12	棉花外植物体脱落时乙烯与二氧化碳的释放模式·····	Marynick, Marilyn C. (71)
13	棉株体内 ¹⁴ C-光合产物的运输和利用·····	Ashley, D.A. (80)
14	棉叶 ¹⁴ C-同化产物的输出 ·····	Benedict, C. R. Kohel, R. J. (88)
15	¹⁴ C-同化产物向棉籽的运输: 种子充实时期珠柄的完整性 ·····	Benedict, C. R. Kohel, R. J. Schubert, A. M. (96)
16	¹⁴ C-光合产物向发育棉铃的掺入·····	Benedict, C. R. Smith, R. H. Kohel, R. J. (103)
17	时间和钾的状况对棉株体内 ¹⁴ C-光合产物移动的影响·····	Ashley, D. A. Goodson, R. D. (109)
18	棉花纤维生长的定量测定法·····	Beasley, C. A. Birnbaum E. H. Dugger, W. M. Ting, I. P. (115)
19	棉花胚珠中植物激素的鉴定 ·····	Shindy, W. W. Smith, O. E. (121)
20	植物生长物质对离体未受精棉花胚珠纤维发育的影响·····	Beasley, C. A. Ting, Irwin P. (128)
21	激素对棉铃胚珠和纤维生长的调节作用: 溴脱氧尿苷、AMO-1618 和 <i>p</i> -氯苯 异丁酸的影响·····	Dhindsa, Rajinder S. (135)
	译后记·····	郑泽荣 (140)

1 有助于棉花施肥的植株分析

Waynee E. Sabbe

1.1 引言

近年来棉花的植株分析主要用于研究它的营养需求。然而,从这些研究中获得的植株分析结果,可以用来诊断土壤中的有效肥力。虽然,植株分析曾用于对施用肥料的估价和对生长不良问题的调查。但是,它最为显著的作用,显然是作为一种评价在棉花生长季节中适当的营养供应方法。

1.2 生长和吸收方式

在说明植株分析资料之前,弄懂一种作物的生长和矿质盐吸收方式是必不可少的。这些方面不仅因植物种类而不同,而且还因品种和地区而异。美国的两个主要产棉区是西南的灌溉区域和东南的潮湿地区。以上地区都表示在气候、品种和栽培方面的一系列差别,这些差别都反映在生长和营养吸收方面。佐治亚州 (Olson 和 Bledsoe, 1942) 和加利福尼亚州 (Bassett、Anderson 和 Werkhoven, 1970) 的研究结果说明干物质产量和营养吸收方式的共同点和差异。在这两个地区内,早期的生长速度都是较慢的接着是一个干物质和营养吸收迅速增长的时期。在佐治亚州的塞西尔 (Cecil) 土壤中,从播种期到苗期,从苗期到初蕾期,从初蕾期到初铃期,从初铃期到成熟期干物质产量分别是总产量的 3.1、8.0、37.6 和 51.2%。在加利福尼亚州条件下,4 月 1 日播种的棉花,到第一次现蕾产生干物质占总数的 2—4%,到 6 月 25 日,第一次开花又增加 7—10%,而 66% 干物质在 7 月 1 日到 8 月 15 日 6 个星期内形成。在灌溉地区,棉花的晚期生长要比潮湿地区的棉花长得更协调。

一般来讲,棉花的营养吸收过程要比干物质生长的过程要快得多。在有灌溉条件下生长的棉花,干物质生产不到 10% 时,吸收了大约占总数 15% 的氮、磷、钾 (Bassett 等, 1970)。在潮湿地区生产的棉花积累占总数大约 11% 的干物质时,分别吸收 22% 氮和 30% 钾 (Olson 和 Bledsoe, 1942)。

Bassett 等在 1970 年,报道了他对植株部分氮、磷、钾的季节性吸收所做的广泛研究。表 1 说明了在生长季节中这些营养的连续吸收和它们的吸收程度,以及它们从叶和茎运输到种子形成活跃区的程度。播种后 60—120 天期间是营养吸收变化最大的时期。在这 60 天期间,氮、磷、钾的吸收大约增长了 10 倍。

棉花生长和营养吸收方式可以概述为 (i) 最初是缓慢地生长直到初花期。(ii) 随之在果实发育时干物质和营养吸收迅速地增长。Bassett 等在 1970 年,报道了从田里收获的籽棉的营养量: 氮每公顷 63—83 克,磷 9—12 克以及钾 16—24 克,从而增加了我们的

知识。表 2 的资料说明棉花所吸收大约 50% 的氮和 50—70% 的磷在收获时从田里带走了。

表 1 棉花各部分氮、磷、钾的吸收和分布 (Bassett 等, 1970)

播 种 后 的 平 均 天 数							
	60 6月15日	75 7月1日	90 7月15日	105 8月1日	120 8月15日	135 9月1日	165 10月1日
千克/公顷							
氮							
茎	1.0	3.8	7.1	9.9	12.7	12.1	18.3
叶	9.3	19.3	33.3	38.5	45.5	37.2	37.9
铃 壳		(3.5)*	(14.5)*	(27.0)*	15.7	14.1	11.6
种 子					34.4	55.8	75.8
总 数	10.3	26.6	54.9	75.4	108.3	119.2	143.6
磷							
茎	0.2	0.6	1.3	1.7	2.2	2.0	3.1
叶	1.1	1.7	3.2	3.8	3.9	3.4	3.6
铃 壳		(0.5)*	(2.5)*	(4.6)*	2.8	2.7	2.0
种 子					5.8	9.1	12.2
总 数	1.3	2.8	7.0	10.1	14.7	17.2	20.9
钾							
茎	1.6	5.0	13.7	18.9	28.5	25.0	27.5
叶	5.7	12.1	22.4	29.8	31.4	25.2	20.6
铃 壳		(1.3)*	(10.4)*	(22.3)*	25.4	44.4	52.5
种 子					13.0	17.0	20.6
总 数	7.3	18.4	46.5	71.0	98.3	116.6	121.2

* 整个棉铃——包括铃壳和种子

表 2 成熟棉株营养成分含量 (Bassett 等 1970; Olson 和 Bledsoe, 1942)

植棉区	干物质	氮	磷	钾	钙	镁
千克/公顷						
佐治亚	10,888	150	29	110	129	41
(潮湿地区)						
加利福尼亚	6,900—8,900	142	19	127	90—160	35

1.3 植 株 部 分

棉花的分析涉及到正确选择植株部分, 合适的分析程序以及测定营养水平与作物生

长和产量之间的关系。Joham (1951) 在 20 年前就探讨了这些问题, 并发现主茎顶芽以下的第 3 和第 4 个叶柄所反应 5 种营养水平(硝酸态氮、磷、钾、钙和镁)。

苏联的 Belousov 和 Sdivizhenskaja 在 1954 年发表了相同的研究结果。他们报道主茎的叶柄和叶子适宜做组织分析。但在间苗前和生长的早期, 整个植株用于分析。波多黎各 (Bonnet、Riera 和 Roidan, 1958; Stromberg, 1960) 和 印度 (Dastur, 1959) 的研究人员, 使用叶片来测定棉花中氮、磷、钾的营养水平。在最近许多刊物上发表了最幼年的充分展开叶片的营养浓度。在南美、非洲和美国都报道了相似的工作 (Cowan 等, 1962; Fullmer 和 Stromberg, 1962; Mackenzie 等, 1963; Neirinckx, 1958; Page、Bingham 和 Ganje, 1968; Stromberg, 1960; Tucker, 1963)。

要达到正确地解释这一过程, 也包括选择合适的植株部分。如表 3、4 和 5 所示, 不仅因植株部分, 而且还因取样时间而发生变化。表 3 说明了顶端叶片、叶柄和底部叶片, 叶柄的氮、磷浓度相同 (W. D. Harris 于 1960 年费耶特维尔的阿肯色州立大学所做的“棉花叶片、叶柄的营养浓度对改变底物的响应”的硕士论文)。在这种试验条件下的底部叶柄保持了钾的浓度, 然而植株其他部分的浓度, 随着时间而降低。钾在顶部叶子的浓度随着时间的降低要比其他部分多得多。

表 4 说明了植物各部分中, 钾肥营养浓度的效果。施肥比例增加时, 植物各部分 K 的水平也提高了。当肥料使用比例增加时, 钾的浓度随着时间而降低的影响也相应减少了。

表 3 不同时间取样的棉株各部分营养的浓度* (干物质%)

日期	元素	整株植物	顶部叶子	顶部叶柄	底部叶子	底部叶柄
干物质(%)						
6-29	氮	4.35				
7-27	氮		4.34	2.66	3.79	2.23
8-4	氮		4.57	2.42		
8-29	氮		3.73	1.05	2.44	0.89
6-29	磷	0.51				
7-27	磷		0.46	0.42	0.30	0.22
8-4	磷		0.45	0.42		
8-29	磷		0.31	0.19	0.25	0.14
6-29	钾	2.08				
7-27	钾		1.82	1.95	2.03	2.45
8-4	钾		1.26	1.99		
8-29	钾		0.69	1.71	1.64	2.75
6-29	钙	1.51				
7-27	钙		1.23	1.43	3.90	1.57
8-4	钙		1.33	1.27		
8-29	钙		1.70	0.89	3.37	1.22
6-29	镁	0.40				
7-27	镁		0.20	0.54	0.28	0.54
8-29	镁		0.50	0.24	0.17	0.25

* W. D. Harris, 1960, “改变底物在棉花叶片叶柄营养浓度的响应,” 在费耶特维尔的阿肯色州立大学所做的硕士论文。

表 5 说明在棉花三个生长阶段中不同部分磷的浓度 (R. H. Peacock, 1960 年在费耶特维尔的阿肯色州立大学所做的“在生长的不同阶段中磷的水溶性对于棉株的各个部分,磷的浓度的影响”的硕士论文)。初铃期是转向果实的高峰时期,它同具有临界水平磷的植株出现缺磷症状是吻合的。

从以上讨论中可以看出,植物分析技术可以用来确定棉花的营养状态和作为植物施肥的一种指南。

表 4 不同时间取样的棉株各部分钾的浓度*

钾的处理(千克/公顷)							
植 物 部 分	日期	0	69	138	276	414	552
% 钾							
初生叶	7-24	1.62	1.94	2.20	2.47	2.85	2.83
	8-22	0.85	1.15	1.69	2.12	2.11	2.47
顶部成熟叶子	7-24	1.01	1.48	1.94	2.58	2.76	3.14
	8-22	0.66	0.99	1.44	1.60	2.07	2.90
老叶和叶柄	7-24	1.13	2.30	3.23	4.19	4.18	4.70
	8-22	0.77	1.39	1.58	3.19	3.50	4.09
茎	7-24	1.24	1.94	2.62	3.04	3.28	3.49
	8-22	0.37	0.83	1.21	1.65	2.00	1.72
铃	7-24	1.88	2.12	2.32	2.43	2.59	2.52
	8-22	1.50	1.75	1.92	2.20	2.20	2.25
7月24日和8月22日之间的平均下降数(%)		40	38	36	27	24	19

* J. T. Cope, Jr., 未发表的资料,亚拉巴马州奥本大学。

表 5 不同的生长阶段中棉株各部分磷的浓度*

生长阶段	叶子	叶柄	茎	根	果枝	蕾	铃
% 磷							
四叶期	0.33	0.27	0.24	0.22			
初花期	0.35	0.22	0.21	0.15	0.29	0.44	
初铃期	0.27	0.17	0.16	0.15	0.15	0.49	0.37

* R. H. Peacock, 1960, “在不同的生长阶段中,磷的水溶性对棉株各部分磷的浓度影响”在费耶特维尔的阿肯色州立大学所做的硕士论文。

1.4 分 析 方 法

棉花分析程序采用了适用于其他作物的方法来分析。快速的大田试验和精确的实验室分析方法,是为了测定氮、磷、钾的水平。对棉株分析的多数研究包括以上三种元素,但也注意到了钙、镁和硫 (Braud 等, 1960; Fullmer 和 Stromberg, 1962; Joham, 1951)。对后三种元素的分析仅限于实验室方法。

一些认为叶片适合于作为棉花营养状态指标的人,用所有分析技术来测定植物的营养水平 (Bonnert 等 1958; Braud 等, 1960; Dastur, 1959; Mello 等, 1960a, 1960b, Samuels, Rodriguez 和 Landrau, 1959)。发射光谱仪能够同时测出十几种或者更多的元素已成为植物分析的一个重要工具。在另一方面,叶柄分析主要用于测定可被水或稀酸提取出来的可溶性营养。Fullmer 和 Stromberg 在1962年,也报道了叶柄中总钙、镁、钾的

分析。

用二苯胺或 Bray 氏试剂对硝态氮进行快速田间测试方法被用于分析棉花叶柄 (Krantz, Nelson 和 Burkart, 1948) (Bray, 1948; Hardy, 1962; Wickstrom, Morgan 和 Plant, 1948)。为更精确地定量测定可溶性的硝态氮可采用苯二磺酸方法 (Jackson, 1960; Ulrich 等 1954)。以上三种方法与用于测定磷的钼蓝法 (Chapman 和 Pratt, 1962; Jackson, 1960; Krantz, 1948; Ulrich 等, 1959; Wickstrom 等, 1964), 或者用钼酸钒方法都是比色法 (Chapman 和 Pratt, 1961; Jackson, 1960)。对钾的快速田间测试法, 用了六硝基二苯胺试纸法 (Hardy, 1962; Wickstrom 等, 1964), 或者亚硝高钴酸钾的比浊法 (Bray, 1948; Krantz 等, 1948)。在希望要更多定量结果的时候得使用钾的火焰光度分析法。

Longenecker 和 Lyerly (1961) 用快速测定法得到的叶柄中硝态氮和磷的含量与许多的定量分析方法所得的结果作了一番比较。在绝大多数例子中, 表现出了很有力的正相关性。把氮和磷在低水平 ($<2,000$ ppm) 作比较是常有的事。然而在高水平的情况下, 快速田间测试法对浓度的变化是不敏感的, 它们之间正相关关系就不自存在。在这种情况下, 使用较慢的但更可靠的实验室方法是值得的。在这方面发射光谱仪与计算机偶联能提供大量定量资料。例如, 主要营养的浓度 (磷、钾、钙、镁、硼、铜、铁、锰和锌) 营养比例, 逆行和相互关系 (Walker, Voss 和 Peck, 1971)。

代表一个地区的样品的数量和大小取决于土壤和作物生长的均匀程度。在土壤和生长条件均匀的条件下, 在每 40 英亩 (240 市亩) 范围内随意取些样就够了。但是在条件相差较大的情况需要更多的样品。通常, 25—30 个叶柄就能为好几个完全的实验室化学分析提供足够的材料。

如果采用田间分析技术, 新鲜材料的分析可立刻进行。此外, 如果计划作实验室的分析, 植物材料应马上烘干并磨成粉以供进一步分析。如果需要严格制备的样品可以长期保存。

1.5 植株分析

在美国潮湿和半干旱地区, 对营养吸收和叶片分析的研究采用不同的方法。潮湿地区用叶片作分析, 而半干旱地区却采用叶柄。由于干旱地区所种植物的品种不太固定, 所以必须在生长季节中进行诊断并采取措施。另外在同一个生长季节中, 在东南部对不相同棉花品种的营养问题的诊断, 通常并不一定正确, 因为棉花的有效的开花期和座铃期短。由于开花期较长或者在一些地区有两个不同的开花阶段, 所以在有灌溉条件的干旱地区对土壤肥力进行季节性的预测总是比较困难。因对干旱环境可预测, 对流动的营养测定 (就象在叶柄上发现一样) 证明是成功的。在一些季节性和每天气候已知不太能预测的地区是可选择叶片为分析材料。叶片的营养成分要比叶柄较少受气候变动的影响。由于各植棉区间在栽培措施、品种和植株部分都不一致, 所以对植物分析的讨论分为叶柄和叶片分析两个专题。

1.5.1 叶柄分析

有关获得最好产量的棉株不同生长阶段足量和合适的营养浓度曾有报道。棉株组织

中磷和钾的营养测定,对预测棉株中营养状态大有帮助 (Fuller 和 Stronberg, 1962)。棉花叶柄氮的分析作为一种有助于作物施肥的方法,最有希望的能向种植者预报即将出现氮的缺乏或过剩。一般在生长季节的早期可以测定这两种状态,通常调整氮肥施肥计划可防止发生这两种情况。东南部的灌溉区采用叶柄分析法,因为那里生长季节较长能使这种分析更为有效。在生长后期期中叶柄的分析,同样可以用来估计氮肥施肥计划,并对下一年的施肥计划提供参考。

Joham (1951) 报道在温室里播种的出苗后 60、90 和 145 天的高产棉花,干叶柄里钾的浓度分别为 6.0、4.1 和 3.0%。在巴西 de Mello 等 (1960 a, 1960 b) 发现在初花期(播种后 90 天),叶柄中含有 1.8% 钾的水平对于取得高产是必需的。在加利福尼亚, Fullmer 和 Stromberg (1962) 断定在初花期叶柄里至少应含有 4.5% 钾,而在播种后 130 天至少应含有 1% 的钾。表 6 总结了对叶柄中钾的浓度的不同研究结果。Wickstrom (1964) 和他的同事根据田间测试技术提倡在初花期和蕾铃的发育期,叶柄中较高的含钾量和生长晚期可为中等水平。

对棉花中磷的研究,并没有象对钾和氮所作的那样完整,因为许多种植棉花的土壤含有足够的可利用的磷,因此尽管如此,还是确定了 P 肥的营养状态水平,磷肥并不总能增加产量 (Elliot, Hoover 和 Porter, 1968)。在美国西南部干旱地区,在整个生长季节中,叶柄应含有 0.15% 或更多磷(以干重计)。Basset 和 Mikkelsen (1962) 认为在开花高峰期后,叶柄中都含有 1,000 ppm 磷的水平可算是充足的。Joham (1951) 提出,对大田生长 90 天的棉花叶柄,需含有 0.16% 乙酸钠可提取磷以鲜重计。Wickstrom 等根据田间测试法认为,为了取得最大的产量在初花期和结铃期间,必须有较高的含磷量,而在生长晚期只需要中等水平。他们还提出在初花期前,用基部叶片在开花后,用第一个成熟叶的叶柄进行分析。

表 6 棉花正常生长所需叶柄中钾的浓度

播种后天数	% 钾	评 论
60	6.0	高肥力 (Joham, 1951)
75	4.5	(Stromberg, 1960)
90	4.1	高肥力 (Joham, 1951)
90	1.85	de Mello, 1960a, 1960b,
90	0.7	鲜重 (Joham, 1951)
120	1.0+	(Stromberg, 1960)
145	3.0	高肥力 (Joham, 1951)

在大田生长 90 天的棉花叶柄中,硝态氮浓度低于鲜重的 0.0055% 它的产量总比维持高水平的低 (Joham)。为在加利福尼亚较低的干旱地区取得高产,需要在棉花花芽形成的早期、中期和晚期保持叶柄中硝态氮的浓度,分别为叶柄干重的 16,000、8,000 和 2,000 ppm (Mackenzie 等, 1963)。直到开花的晚期棉花硝态氮的临界水平是 2,000 ppm。Tucker (1963) 在亚利桑那州,提出在第一次现蕾、开花、结铃和吐絮阶段硝态氮的水平分别为 15,000、12,000、6,000—8,000 和 4,000 ppm。在整个生长季中,棉花所需硝态氮的水平和用从土壤和叶柄中,测出 NO_3 的水平可以决定 (Gardner 和 Tucker, 1967)。Deltapine 比 Acala 棉种需要较高的营养水平 (Mackenzie 等, 1963; Tucker, 1963)。Longene-

cker 和 Lyerly (1961)指出在得克萨斯州西部的棉花7月下旬时,叶柄中硝态氮的浓度是3,200 ppm,因此氮并不是限制因子。Wickstram 等(1964)根据田间测试技术,建议在初花期和棉铃发育期间,叶柄中必须具有较高的硝态氮水平,而中等水平适应于生长晚期。

Amer 和 Abumin (1969) 指出氮源和施用的时间,可反映在叶柄中的硝态氮水平上,而这个标准只有当棉花不受无法控制的因素(例如盐碱等)影响时,才能用于预测产量。

图1说明叶柄中硝态氮季节性水平的一般形式。为了得到好的产量,每个地区每种棉花叶柄中硝态氮,都应有它的标准。

氮肥施用计划必须用以维持推荐的硝态氮的水平。在俄克拉何马州的条件下,叶柄分析曾用作制订下一年氮肥施用计划的依据(J. M. Baker, 在1966年于斯蒂尔沃特的俄克拉何马州立大学所作的“施氮肥的时间和每次用量与硝态氮在棉花叶柄中积累之间的关系”的硕士论文)。

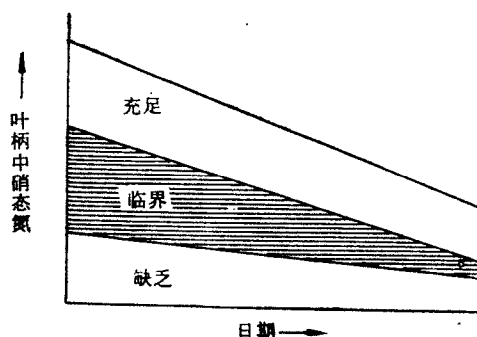


图1 棉花叶柄中硝态氮类型

1.5.2 叶片分析

叶片分析的资料比叶柄分析的资料要少。显然费力而昂贵的分析过程,阻碍了叶片分析的广泛应用。此外,当讨论到叶片分析时,参考叶柄分析数据的报道也是必须的。因此,关于叶片分析的资料常常无确切的结果。现在研究人员对这项研究已开始采用现代的分析技术,可以预料不久将会有更可靠的数据。

可能叶片分析最大用处是用来判断施肥的效率。因为叶片是营养贮藏器而且受气候和季节变化的影响比叶柄小,所以是较好的分析材料。较稳定的营养浓度能使种植者取样,比从叶柄中取样更方便,因为叶柄营养浓度变化较大。

取样的日期和生长阶段影响叶片的营养浓度。(表3、4、5)整株分析说明,早期吸收的营养在对产生的干物质中占比例较大。上部叶子和叶柄对于钙和镁的累积不同(表3)。当叶柄中这两种营养水平下降时,在叶片中却反而增加了。铃同植株其他部分相比,它的营养浓度随着时间降低较少(表4)。在取样测定过程中棉铃逐渐变大,而此时铃中钾的累积,使植株其他部分钾的浓度降低。钾肥增加植株每个部分营养的水平。不同的取样日期钾的增加程度取决于施钾肥量。

可以推测,顶部和底部叶片的营养浓度比例,能比从植株任何部位的单个叶片的浓度更能说明植株的营养状态。这种比例在正常植株中,比营养缺乏的植株更接近。因为可以预料在营养缺乏的植株,把营养分运到旺盛生长的部位结果使比例加大。

阿肯色州的研究人员用以下二种方法,来确定棉花营养的足够的范围:(1)在每三年期间,在选定的一个时期对棉田进行普查。(2)同时在多块试验田里抽查。表7和表8说明在佐治亚州范围内进行两年普查的结果。除了铁和锰营养浓度之外,阿肯色州用(1)和(2)两种方法进行研究取得的资料是一致的。所有第二种研究方法的试验田都是冲积土,而用第一种方法的是酸性黄土,这说明了为什么第一种方法结果含有较高浓度

表7 在阿肯色州和佐治亚州对棉花叶子营养浓度普查结果(Sabbe, 等 1972; Anderson 等, 1971)

日期	样品	氮	磷	钾	钙	镁	锰	铁	硼	铜	锌
干 物 质 %						干物质 ppm					
阿 肯 色 州											
7-23-68	384	4.01	0.50	1.37	2.53	0.55	74	88			56
8-5-70	259	3.33	0.50	1.58	2.84	0.72	180	177			61
佐 治 亚 州											
6-7月	284	4.18	0.33	2.09	2.56	0.52	225	139	27	9	24

表8 阿肯色州对棉花叶子分析结果 (Sabbe 等, 1976)

来 源	样品	氮	磷	钾	钙	镁	锌	铁	锰
干 物 质 %					干 物 质 ppm				
抽 查	692	3.53	0.44	1.43	2.66	0.52	59	89	102
普 查	866	3.55	0.47	1.44	2.74	0.64	55	131	119

表9 棉花叶子中营养适宜范围 (Sabbe 等, 1972)

元 素	阿 肯 色 州	佐 治 亚 州
干 物 质 (%)		
氮	3.00—4.30	3.75—4.50
磷	0.30—0.65	0.30—0.50
钾	0.90—1.95	2.00—3.00
钙	1.90—3.50	2.25—3.00
镁	0.30—0.75	0.50—0.90
干 物 质 (ppm)		
锰	50—300	50—350
铁	30—300	50—250
硼	20+	20—60
铜		8—20
锌	20—100	20—66

的铁和锰。

表9 列出根据阿肯色州和佐治亚州的研究所得到的棉花营养充足的范围。尽管取样的时间和方法不同,但这两个州测试数据却很接近。

Jordan (1964) 用增施硫肥的办法, 来提高棉花叶子和叶柄中硫的浓度。他总结说, 在生长中期, 叶子和叶柄中硫的浓度低于 0.20% 是不足的。在阿肯色州增施硫肥可提高叶片中硫的浓度 (Richard Maples 在阿肯色州立大学, 尚未发表的材料)。然而, 从三年研究中得知, 高于 0.4% 的硫不能增加产量, Gheesling 和 Perkins 在 1970 年指出, 叶片中镁低于 2,000 ppm 就会出现营养缺乏症状。

近几年来, 关于硼、锰、铁和钼的缺乏、充足和毒害范围, 一般同意阿肯色州和佐治亚州资料。Kallinis 和 Kouslaleka (1967) 报道, 在溶液培养中成熟的棉花叶子钼的浓度需要高于 1.9 ppm。叶子钼的浓度为 1.9 ppm 就开始出现缺乏症状, 而 2.4 ppm 却长得很

健康。Kouskoleka 和 Kallinis (1968) 发现,棉花幼叶和成熟叶片中铁的临界浓度分别是 85—112 ppm 和 57—88 ppm。从溶液培养中得到的这种营养数据,要比佐治亚州 (50 ppm) 和阿肯色州 (30 ppm) 的足够的下限高的多。对这种的不一致,另一种说明是对于底物铁浓度的不同的品种反应,正象锰那样。Foy、Fleming 和 Armiger (1969) 认为生长在含锰较高的土壤中,棉花要比生长在含锰较低棉花有更大的耐锰性。阿肯色州的棉花当叶子含锰量达到 3700 ppm 时,产量下降 8%。相同的花期,西部地区棉花当叶子含锰量达到较低的 2.466 ppm 时,产量就下降 13%。要取得 100% 的产量,阿肯色州棉花和西部地区棉花锰的浓度分别是 243 和 162 ppm。Gheesling 和 Perkins 发现 (1970),在溶液培养中,叶片最能说明锰的状态。当锰的浓度低于 15 ppm 时,就会出现非常明显的缺乏症状。Joham 和 Amin (1967) 根据棉花组织中锰的水平把它归入高耐药类内。

在棉花幼叶中,硼的临界浓度大约是 15 ppm,而成熟的叶子比这高 5—10 ppm (Murphy 和 Lancaster, 1971)。Miley 等发现 (1969) 在初花期和初铃期,硼的营养浓度在叶柄中是 18 ppm 和在初铃期叶片中含硼量是 13 ppm 时,在生长晚期就会出现缺硼的症状,在非洲赞比亚的工作表明 (Rothwell 等, 1967), 叶片中硼的浓度达 28 ppm 是充足的,而 5 ppm 硼水平是不足的。溶液培养中含有 10 ppm 硼获得最大生长量,能使生长量分别降低 40 和 10% (Oertli 和 Roth, 1969)。硼的浓度(植株顶部)大约分别是 160、250 和 420 ppm。

Anderson 和 Harrison (1970) 最近在佐治亚州的研究说明,植物组织中的微量营养分浓度(锰、铁、锌、硼、铜和钼)在不同的棉种、不同的土壤条件和不同的地区,都会有不同浓度。在所有土壤中,都未发现土壤中总锰、总铁或者土壤酸度和叶片组织中铁、锰水平间的相关性。

根据 Elliot 等人的工作 (1968),棉花生长过程中次要养营和微量营养分的缺乏或者中毒,都不是常有的事。然而,这些营养分的缺乏可能被其他因素所掩盖,或诊断方法不对头而被忽视。可能新的分析工具和较高的生产水平将能说明确实存在的问题。

1.6 说明和利用

为了说明棉株分析的结果,在一些植棉区有充分的资料可供利用。对于最常见的限制营养(氮、磷、钾的最适条件和缺乏的营养水平已经确立。然而,解释植物分析并不是件容易事,因为与各种营养的相互作用有关 (Belousov 和 Sdizhenskaja, 1954; Dustur 1959; Hardy, 1962; Joham, 1951)。

棉花叶柄和叶片中氮、磷、钾水平的特点,是在生长早期是高的以及在结实期和成熟期降低 (Fullmer 和 Stromberg, 1962; Joham, 1951; Mackenzie 等, 1963)。因此有必要在不同的生长阶段进行植株分析。例如,在开花的早期、中期和晚期所做的分析,将能说明植株是否有足够的营养能得到最佳的产量。在特定的生长阶段,营养分浓度低于确定的充足水平,说明在生长的后期营养将低于临界水平,植株将发生营养状态缺乏。临界水平就是营养低于这一水平,植株会发生营养不足并造成产量下降。产量降低与植株处于或低于临界水平的时间有关 (Mackenzie 等 1963; Ulrich 等 1959)。

要求在一个植棉区内营养的充足水平,同时适用于另外一个地区是不可能的。因为棉花培养涉及到不同的棉种,生长在不同的土壤、气候和管理条件下。棉花的最高产量必

须的营养分充足水平主要由地区情况决定,因此,营养标准必须就地测量。

多年来,美国西南一些州干旱地区的棉农已经用植株分析诊断和控制作物中氮肥。那个地区土壤主要是缺氮,所以在那里种植棉花主要靠施氮肥来取得高产。叶柄分析可在缺氮症状出现之前约二周,指出氮肥需要 (Gardner 和Tucker, 1967)。在生长季之末,耗尽氮对于脱叶和收获是理想的。两份叶柄的样品被用作施用氮肥的标准一个取之于生长晚期或者早期,另一个取之于开花期 (B. R. Gardener 和 T. C. Tucker, 私人通信,亚利桑那大学,塔克森)。

种植者因对施肥计划有兴趣,而自己开始作植物分析或者求助于商业性的实验机构。由一个商业性的实验室为进行氮分析,而在早花期到晚花期从棉田取五次样,也可包括磷的分析。一些化肥销售商为客户服务,也提供植物分析资料。这些商业性植物分析机构之所以成功,主要在于能提供及时的服务。这样种植者立即就能估计出肥力状况或者作物的趋向情况和进行调整,保证作物有充足的肥料和长势良好。美国东南部棉花种植区对棉花叶片分析,需要进一步研究,包括在整个生长季节中取样来确定幼株分析的临界营养水平,以便使种植者在同一区域内诊断和修正营养缺乏。在东南部棉花种植区对棉株分析进一步研究是需要的,只有这样才能充分认识这种数据在生产中的作用。

[袁伦全译自 Soil Testing and Plant Analysis, ed. by Walsh, L. M. and Beaton, J. D. Madison., Wisconsin U. S. A. pp 292-313, 1973; 杜秀达校]

2 关于棉花矿质营养条件的诊断问题

М. А. Белоусов

摘 要

详细研究了在灌溉条件下棉花营养条件的诊断方法。根据施肥的棉花叶柄细胞汁液中的营养元素的含量分析,确定了棉花的 NPK 的保证标准 (Критерия обеспеченности)。

棉花栽培中制定有施肥制度,但是这些被人们已接受的建议,对于不同的自然经济条件来说,应当随着每年的气候条件、播种期等方面的变化而加以修正。因此,根据按植株状况(在一般的施肥时期和棉花的一定发育阶段)进行的营养诊断,使有可能确定追肥的必要性和准确确定追肥的时期。

在对不同发育阶段的棉花叶子进行大量化学分析的基础上,可能确定出棉花营养物质的保证标准和它们之间的适宜比例。

对于 NPK 来说,我们已根据 НИХИ 试验站多年试验的分析资料得到了棉花的保证标准(临界水平)。为了在实践中应用分析资料来确定棉花在生长期对矿质营养的需要,在表 1 中列举了叶子中营养元素的临界含量指标。所引证的这些保障水平指标可能上下变动不大。

化学分析取棉花主茎上由生长点向下的第 3—5 叶片,在叶子干物质中这种或那种营养元素的总含量与它的最适含量相比较,是植株在各生长期营养保证程度的很好的判断根据。

在准备分析用的植株材料时测定了叶子的干重和湿重。称样(0.2 克)用 H_2SO_4 和 HCl 混合液灰化后,测定了全氮、全磷、全钾的含量。氮用凯氏法或纳氏试剂法,磷用比色法,钾用火焰光度计测定。分析结果用干物质百分含量表示。

在我们所提出的分析棉花叶柄细胞液的营养诊断方法中, NO_3 、P、K 的测定是把植株压挤出的汁液滴一滴到滤纸上。植株样本在最有代表性的小区或地段上选取。在棉花生长的早期阶段取整株进行分析。细胞液用的是茎的汁液。在 5—6 叶期取下部叶片,分析叶柄的细胞液。在现蕾期开花和结果初期,取果枝基部主茎上的叶片。在现蕾期取由向上的第 2—3 叶,在其后的各阶段则取第 3—5 片叶。对矿质营养元素的含量来说,位于主茎下部的叶片或假轴分枝的第一节上的叶片,可以较好地反映出营养环境的条件。虽然矿质磷在嫩枝中含量很高,但是用下部叶,也能成功地判明处理之间的差异。

从 15—20 个植株上各取一片叶子作为样品。从每一个样品叶子的叶柄上切下与茎相连接的那一部分(大小要相等),并把切下的这一段再切成 0.2—0.3 厘米的小段。由叶柄碎段中的混合样品取出需要量进行榨取汁液。

棉花叶柄的水分少。特别在开花以后,用手持压汁器很难得到足够数量的细胞汁液。

表1 根据叶子的分析资料来说明棉花对营养元素的需要(干物质的%)

发育阶段	保证的适宜水平			严重的饥饿		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
3—5真叶	3.4	0.80	2.0	1.0	0.5	1.2
现蕾	3.2	0.75	2.3	0.9	0.6	1.2
开花	2.8	0.70	2.0	0.9	0.5	1.2
成熟	1.6	0.60	1.2	0.8	0.4	0.7

因此我们用湿润滤纸来收集汁液的方法。为此,在手持压汁器的底部放一片4厘米²的滤纸(2×2厘米),要测定NO₃、磷酸和钾时,就放上三片滤纸。在位于手持压汁器底部中央的滤纸片上,放上切碎的叶柄,当手持压汁器挤压时,滤纸就为细胞液所湿润,一般的实验室用的滤纸片,4厘米²可以吸收0.05—0.07毫升汁液。吸收汁液数量的差别与滤纸的厚度和疏松度有关。

在分析中所用的滤纸,要检查其吸持细胞汁液水分的能力。在剪滤纸片时,必须准确地掌握其面积。在每个试验区或处理中必须进行压挤汁液的平行测定。

汁液获得后,湿滤纸立即进行分析或者保持干燥供以后分析,后一种情况时,把湿滤纸在大气中风干,并编号,记载处理项目和取样部位。

NO₃、磷酸和钾的测定在试管内进行,取一组大小一样的不太大的试管。在每一试管中倒入4毫升水,在每个试验中,放下一片吸有汁液的滤纸,为了用水提取滤纸上的汁液,用玻璃棒小心搅动试管中的溶液。当进行大量分析时,每个营养元素的精细测定,可以分别分批地进行。这种获得汁液的方法的好处方面还在于在滤纸上吸附了所有带色的物质,而在滤纸片浸出细胞汁液时得到的是便于进行分析的纯洁溶液。

测定的步骤如下:在含有由滤纸浸出的4毫升细胞汁液溶液的试管中,逐个地加入3滴醋酸缓冲液,摇动后,加硝酸试粉,在混匀后,形成粉红色,在光电比色计上测定,在另一个有细胞汁液溶液的试管中,加3滴钼酸试剂并用锡棒搅动到形成稳定的颜色,有色浸提液在光电比色计上进行比色。由滤纸浸出的细胞汁液中钾的测定,用25—30毫升小烧杯,盛上4毫升汁液溶液,在火焰光度计上测定,为了计算钾测定的结果要制作钾的标准曲线。

我们的大田棉花肥料试验中揭示了植株细胞液中矿质元素含量的临界水平(表2),汁液中营养元素含量比适宜的水平低,说明营养元素进入植株不足。

表2 棉花叶柄的细胞汁液中硝态氮、磷和钾的含量(毫克/升,保证标准)

发育阶段	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1—2真叶	500	90	3000
3—4真叶	400	90	3000
5—6真叶	300	100	3500
现蕾	300	100	4500
开始开花	200	80	5500
开始结果	50—100	60	3500

叶柄汁液中无机化合物的含量不仅随发育阶段、生长的变化而变化,而且在灌溉引起土壤湿度变化时也发生变化。当湿度减少时和在下次灌溉之前,叶组织中的营养元素的含量提高。基于所研究的资料,可以认为,为了评定营养条件,样本采集应当在两次灌溉之间。根据按 NO_3 、P、K 的含量提出的棉花保证标准,提出棉花营养元素保证的大概界限:(1) 营养元素的含量高于保证标准的为高;(2) 在保证标准水平上的为中等充足;(3) 相当于保证标准的 50—60% 为不足;(4) 低于 50% 为低。

所确定的棉花营养元素保证的界限,可以作为确定追肥数量和肥料比例的依据。

在个别情况下可能观察到在营养元素保证很好的条件下,棉花生长严重落后的情况,这种植株发育状况与分析指标不协调的情况,可能是由于农业技术被破坏(灌溉推迟,盐碱土没有很好洗盐等等)而产生的。在这种地块上,只有在消除作物管理中的农业技术缺点之后,肥料才能对棉花生长有良好的作用。

在我们的研究中曾注意到多年肥料试验的植株分析。在这些试验中,除了分析植株叶柄细胞液的无机化合物之外,还测定了叶子中元素总含量的适宜水平,这对于评定开花期(这时营养元素进入地上部分最为强烈)棉花营养条件是有意义的。为了评价土壤肥力和生育末期土壤中营养元素的贮藏量,分析叶子中营养元素总含量是很重要的。

在我们的试验中,曾根据在棉花-苜蓿轮作中进行的大田试验和盆栽试验植株分析的结果,确定了棉株中矿质营养元素(硝态氮、磷酸和钾)含量的适宜水平,同时还规定,在确定适宜水平时需要考虑到棉花的灌溉制度。

在进行棉花灌溉时,大大改变植物细胞的水合度(оводненность)。从灌水前,土壤临界水分向灌水后适宜湿度的过渡,造成棉花组织高度的水饱和性,细胞汁液浓度就常伴随着这种情况而大大降低,在稀释了的细胞液中硝态氮的含量降低很多,在植株水合度良好时,生长过程加强,这也能因棉花生长组织中氮化合物的合成而使细胞汁液中无机氮含量降低。

表 3 当施肥不同时灌溉对棉花叶柄细胞液中硝态氮和叶子总氮量的影响

分析时期	发育阶段	N- NO_3 , 毫克/升			N%		
		不施肥	厩肥	NPK	不施肥	厩肥	NPK
1	4—5 叶	452	528	1000	2.97	3.09	3.15
2		100	288	412	1.73	2.50	2.50
3	现蕾	200	900	804	2.75	3.51	3.33
4		124	464	528	2.01	3.15	3.09
5	开花	116	426	288	2.18	3.03	3.09
6		痕迹	170	160	2.18	2.83	2.50

注 分数: 在灌溉前;分母: 在灌溉后。

表 3 中列举了棉花植株叶柄的细胞液中无机氮化合物的含量和叶子的总氮量的分析资料。最早的测定是在幼苗阶段。正如植株幼茎的分析所表明的那样,在对照区中含有大量的硝态氮,但略低于适宜水平(500 毫克/升汁液),在施无机肥区植株细胞液中含有更高的硝态氮。在以后各期,灌溉后,进行硝态氮测定发现,在对照区植株中氮的含量急