

主
要
农
作
物
施
肥
丛
书

棉花施肥

喻永熹 刘宗衡 编著



农 业 出 版 社

主要农作物施肥丛书

棉花施肥

喻永嘉 刘宗衡 编著

农业出版社

主要农作物施肥丛书

棉花施肥

喻永晷 刘宗衡 编著

* * *

责任编辑 徐蒲生

农业出版社出版（北京朝阳区枣营路）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 32开本 2.25印张 41千字

1990年5月第1版 1990年5月北京第1次印刷

印数 1—2,240册 定价 1.15元

ISBN 7-109-01532-7/S·1039

出版说明

党的十一届三中全会以来，农村普遍建立和推行了各种形式的联产承包责任制，广大农民学科学、用科学的积极性空前高涨。我国农业进入了技术改造的新阶段。为了普及肥料知识，推广科学施肥技术，提高肥料经济效益，促进农业生产，我们组织编写了一套《主要农作物施肥丛书》，它包括《水稻施肥》、《小麦施肥》、《玉米施肥》、《棉花施肥》、《油菜施肥》、《大豆施肥》、《花生施肥》、《茶树施肥》、《甜菜施肥》、《柑桔施肥》、《苹果树施肥》、《蔬菜施肥》共12个分册。

这套丛书以实用技术为主，同时阐述各种作物的生物、营养特性和需肥规律以及缺素症状等科学知识。丛书系科学普及读物，内容文字力求通俗易懂，并配有插图。基本上具有科学性、知识性、实用性的特点。可供农村具有相当初中文化程度的农民技术员、专业农户和基层干部阅读应用。

前 言

棉花是用途广泛、经济价值高的纤维作物，具有关系国计民生的重要地位。我国纺织工业原料有70—80%是棉花，棉纺织品以其柔软富于弹性，吸潮透气穿着舒适的特点深受人们喜爱。化学纤维工业虽然发展迅速，但并没有影响棉花的重要地位。棉籽油又是我国重要食用油之一，棉籽粕经过加工处理，还是牲畜所需高蛋白质饲料，可为发展畜牧业作出贡献。因此发展棉花生产，增加棉花产量对解决衣食都有重大作用，对于我国国民经济发展意义重大。

我国有相当广泛地区的气候和土壤条件适于种植棉花，尤其是长江流域中下游和黄淮海平原地区是适宜集中种植区域。棉花要获得大面积高产、稳产，除建设基本棉田、采用良种和合适栽培管理技术外，施肥是其中主要环节。棉花生产对肥料的依赖通常大于粮食作物，产量中有三分之一至二分之一是由于施肥而获得的，因而施肥对棉花生产的重要性是不言而喻的。

本书根据我国棉花生产实践经验和以国内为主研究结果，阐述棉花生育和营养特性及与施肥有关基础知识。介绍了主要营养元素的生理功能、吸收特点、缺素症状识别，棉花施肥基本原则，施肥数量、分配和方法等。还对我国主要

棉区土壤特征、施肥效应作了简要说明。各棉区可结合本地情况，参考本书所提出有关技术内容和要点，因地制宜地应用。

本书不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

1989年5月

目 录

前言

一、棉花施肥的增产效果	2
(一) 有机肥料的增产效果	3
(二) 氮肥的增产效果	5
(三) 磷肥的增产效果	6
(四) 钾肥的增产效果	8
(五) 微量元素的增产效果	9
二、棉花生育特点和营养特性	12
(一) 棉花的生育特点	12
(二) 棉花的营养特性	15
三、棉花所需主要营养元素的功能与营养失调症状	21
(一) 棉花所需主要营养元素的功能	21
(二) 棉花主要营养元素失调症状与识别	25
四、我国主要棉区气候、土壤特征和施肥效应	30
五、棉花施肥原则	36
六、棉花施肥技术	40
(一) 基肥	40
(二) 苗期施肥	46
(三) 蕾期施肥	49
(四) 花铃期施肥	53
(五) 后期补肥	57
(六) 根外施肥	59
附录	61

棉花的正常生长和发育，需要各种各样的营养元素，棉株除从空气中吸收二氧化碳和土壤中吸收水分外，通过根系吸收利用的营养元素主要有氮、磷、钾、钙、硅、镁、硫、铁和硼、锰、锌、铜、钼等微量元素。各种营养元素的作用，互不相同，不能相互代替，缺什么营养元素，只有补给这种缺乏的营养元素，才能保证棉花正常生长和发育。但是土壤中各种营养元素的含量和有效性有很大的差异。它是由于成土母质、成土过程、耕作制度、施肥种类和数量不同而形成的。有的土壤在这种或这几种营养元素缺乏或极缺乏，而另一种或几种营养元素较为丰富；有的土壤另一种或另外几种营养元素较为丰富，而其他几种营养元素缺乏或极缺乏。棉花生育期长，营养生长和生殖生长互为主辅有时还交叉进行，它对营养元素需要的数量、比例和时期，与粮食作物有完全不同的要求，需要针对不同土壤情况和棉花生长发育特点，施用不同种类和数量的肥料予以补充。有些棉区还因年年种植棉花，每年都要从土壤中带走大量某种营养元素，又会造成土壤某种营养元素新的供给失调。又如长期偏施氮肥，氮得到一定补充，另一种或几种营养元素如磷或磷钾，由于长期消耗而得不到补充，而感到亏缺。磷肥长期大量施用，会使土壤中磷素有较多累积，因而会使施用磷肥增产效果降低。因此，土壤养分状况是在不断变化中。还有一些微量元素肥料，如硼、锌、锰、钼等，棉花需要量虽然很

小，但缺乏时，轻者影响正常生育过程，重者造成减产甚至严重减产，也需根据土壤缺乏程度和棉花生长情况，予以补给。另一方面，土壤所供营养元素的速度与强度与棉花需肥也不会完全相适应，还需要通过施肥来进行调剂。因此，必须通过施肥，使棉花主要生育阶段所需的营养物质在种类、数量、时间、供给速度和强度等方面协调一致，才能保证棉花正常生长发育，并获得丰产。

当前，全国县级土壤普查已经完成，对棉区土壤主要营养元素含量如氮、磷、钾和主要微量元素如硼、锌、锰、钼等均作了化验分析，并分别制定了丰缺指标，这对棉花合理施肥有很好的指导作用，各地均可根据具体情况，参照土壤普查成果，确定施肥种类和数量。根据棉花营养和生育特点以及土壤供肥性能，确定施肥时期及肥料的分配。

一、棉花施肥的增产效果

我国主要棉区种植棉花多为连作，并且农业复种指数不断提高，南方基本是两熟棉区，养地作物如蚕豆、绿肥等大幅度减少，棉花秸秆绝大多数作为农户生活燃料，大部分没有归还，因此棉区有机肥料数量不足，质量差的情况比较普遍。棉田土壤肥力不但不能提高，有不少棉区地力还得不到保持和平衡，不能保证棉花必需营养元素的齐全、充分供给，妨碍了棉花增产、丰产，因此，施用有机肥料和合理施

用化肥的增产效果，均十分显著。

(一) 有机肥料的增产效果

有机肥料养分完全，并含有大量有机物质，它可不断分解供给作物一季或多季吸收利用，而且对改善土壤结构，保持土壤肥力都具有良好的作用。

北方棉区 中国农业科学院棉花研究所试验：在肥力较好上等肥力棉田500公斤有机肥可增产籽棉1.9—0.12公斤；在中等肥力棉田500公斤有机肥可增产籽棉2.85—3.4公斤；在瘠薄地500公斤有机肥当季可增产籽棉3.65—6.15公斤，而且第二年后效比当年效果还好。南方棉区四川省棉花试验站材料，500公斤猪厩肥可增产皮棉3.05公斤，最高可达到增产皮棉5.65公斤。湖北省农业科学院土壤肥料研究所试验连续四年，每亩每年施猪厩肥750公斤，500公斤厩肥平均增产皮棉5.95公斤，而且施猪厩肥增产量，与年俱增，亩施500公斤厩肥，第一年亩增皮棉2.65公斤，第二年4.75公斤，第三年8.1公斤，第四年8.3公斤。

种植和翻压冬季或夏季绿肥，也是增施有机肥的好办法，效果也很显著。南方棉区江苏省沿海地区农科所试验，冬季种植以苕子、蚕豆或箭筈豌豆作次年棉花基肥可使棉花增蕾、增铃，每亩增产皮棉2.35—5.4公斤；湖北省农业科学院土壤肥料研究所在鄂北岗地试验，冬季种植蚕豆、毛苕子、光叶紫花苕子次年压青每亩增产皮棉6.9—8.8公斤。在江汉平原试验，冬种蚕豆绿肥每亩增产皮棉7.8—15.7公斤，平均11.75公斤。冬季种黄花苜蓿绿肥，每亩增产皮棉4.05—16.6公斤，平均10.33公斤；冬种苕子绿肥每亩增产皮棉

4.55—21.45公斤，平均13公斤，三种绿肥肥效基本接近。北方棉区，中国农业科学院棉花研究所在商丘基点试验，冬种蚕豆套种地膜棉花比单作每亩增产皮棉6.1公斤。夏季南方棉区在棉行套种柃麻，湖北省农业科学院土壤肥料研究所试验每亩增产皮棉1.55—14公斤，平均7.78公斤；北方棉区在棉行套种6625箭筈豌豆，陕西省棉花研究所试验每亩可增产籽棉43.4公斤，增产24.7%。

棉田施用有机肥，对于提高化肥增产效益也很明显。据中国农业科学院棉花研究所试验，施用500公斤和1000公斤有机肥，0.5公斤N(纯氮)增产籽棉由3.05—5.5公斤增加到8.1—8.4公斤。湖北省农业科学院土壤肥料研究所试验，猪粪和化肥氮磷钾按3:7和5:5比例配合施用，比单独施用同等养分的氮磷钾化肥，分别增产10.3—23.4%，每亩增加皮棉4.4—10.0公斤。

施用有机肥料只要充分腐熟，种植绿肥只要翻压深度合适，土壤捣细捣实，对棉花不会产生不利影响。有机肥料肥效稳长，在短时间内一般不会使棉花吸收过量养分而造成不良后果。有机肥因畜禽种类、饲料来源和积制方法的差异，其养分含量差异很大，以鲜肥计算，氮磷钾含量均在1%以下，而且氮磷养分可给率比较低，一般不能满足棉花对养分全部需要，必需与化肥配合使用，才能更好发挥作用。有机肥料除了为棉花提供养分以外，还为土壤提供了有机质，为土壤微生物活动提供了能源，能改善土壤物理性质，因而对改良土壤，改善耕性、含蓄水分均有良好作用。大量而有计划地施用有机肥料，可使粘土或砂土不良性质得以改善。此

外，有机肥料还存在多种生长促进物质，有刺激作物生长的功能。因此，有机肥料既是棉花养分供应者，又是棉田土壤的改良剂，应倍加重视。

（二）氮肥的增产效果

棉花在全生育期需要营养元素以氮为最多，达到棉株生物产量1.4%，而土壤中氮素一般均较缺乏，缺乏的程度又有很大差异。因此，施用氮肥就成了夺得棉花丰产的重要措施。但是氮肥施用过多，或者施用不当又会造成减产或增产效益不大，因此施用氮肥必须讲究适时、适量和适当方法。才能最大限度地发挥氮肥的增产作用。

全国化肥试验网统计，0.5公斤N增产皮棉0.6公斤。中国农业科学院棉花研究所试验，在低肥力棉田，施有机肥500—1000公斤基础上，0.5公斤N可增产籽棉3.05—8.4公斤；在中、上等肥力棉田，不施基肥0.5公斤标准肥增产籽棉0.73—0.78公斤；而加施较大量有机基肥，0.5公斤标准肥增产籽棉0.135—0.7公斤。四川省在瘠薄地棉田或肥沃棉田试验，0.5公斤N增产皮棉0.43—1.15公斤。湖北省不同用量试验，0.5公斤N可增产皮棉0.18—1.58公斤。陕西省农业科学院土壤肥料研究所试验，在关中地区中等肥力棉田，适宜施氮量为尿素17.55—20.25公斤，可增产籽棉21.6—24.95公斤，0.5公斤N增产籽棉1.34公斤。中国农业科学院棉花研究所在河南试验，每亩施尿素21.5公斤，增产皮棉5—5.3公斤，0.5公斤N增产皮棉0.25—0.27公斤。山西省农科院土肥所64个试验，每亩施尿素11公斤，每亩平均增产皮棉6.85公斤，0.5公斤N增产皮棉0.27公斤。新疆农科院土肥所在

两种土壤上试验，每亩适宜施用尿素量为每亩 34.25 公斤和 24.15 公斤，每亩增产籽棉 150 公斤和 65.85 公斤，0.5 公斤 N 增产籽棉 4.75 公斤和 2.95 公斤。以上材料说明，氮肥对棉花有普遍增产作用，但增产量有较大差别，这与土壤、棉花品种、氮肥施用方法和施用量均有密切关系。氮肥施用过会降低氮肥效益，据山东省棉花研究所试验，在瘠薄地施用尿素 3.25 公斤、6.5 公斤、9.75 公斤，0.5 公斤 N 分别增产籽棉 5.65 公斤、6.2 公斤和 6.3 公斤。尿素施用量达到 13 公斤、16.3 公斤和 21.75 公斤，0.5 公斤 N 分别增产籽棉 5 公斤、4.8 公斤和 2.7 公斤，增产效益逐步降低。湖北省农业科学院土壤肥料研究所近年来在江汉平原进行 116 个棉花试验，每亩施尿素 9.5 公斤、20.5 公斤和 31.5 公斤，分别增产籽棉 28.15 公斤、44.2 公斤和 53.7 公斤，0.5 公斤 N 增产籽棉 3.2 公斤、2.7 公斤和 1.9 公斤，增产效益也逐步降低。

（三）磷肥的增产效果

磷是棉花主要营养元素之一。棉花全生育期对磷肥的吸收数量约为氮的三分之一到四分之一，但在幼苗和蕾花期需要最为迫切和重要。幼苗需磷量虽小，但不可缺少，否则棉苗发育慢，现蕾、开花延迟，后期补磷也无法完全挽回。当前，磷肥主要品种为过磷酸钙，质量有很大差异，少数含 P_2O_5 （五氧化二磷）16%，有的 10%，甚至有的不足 8%，因此施用磷肥要特别注意选择质量，化工部颁发过磷酸钙现行标准 P_2O_5 含量 $\geq 12\%$ 、 $\geq 14\%$ 、 $\geq 16\%$ 、 $\geq 18\%$ 分别为四级品、三级品、二级品和一级品， $< 12\%$ 为不合格产品。我国棉区土壤中含磷量因土而有很大差别。相同成土母质和气

候条件，耕作和施用肥料情况不同，也影响土壤中磷的供应。全国土壤普查结果评定，一般来说在土壤有效磷（P）含量在5PPm以下为严重缺磷，施用磷肥对棉花有极显著增产效果，5—10PPm为一般缺乏，施用磷肥有增产效果，10—15PPm为潜在缺磷，可因其他措施如厩肥、氮肥用量等而影响磷肥增产效果，在15PPm以上一般无增产效果。全国肥料试验网统计0.5公斤 P_2O_5 增产皮棉0.34公斤。但各地差别很大，中国农业科学院棉花研究所在河南安阳土壤有效磷含量4—10PPm土壤上进行三年试验，每亩施过磷酸钙38.5公斤，每亩三年分别增产皮棉19.1公斤、1.2公斤、5.3公斤，平均每亩8.5公斤，0.5公斤 P_2O_5 增产皮棉0.83公斤，山西省农业科学院土壤肥料研究所64个棉花试验在施氮肥基础上每亩施过磷酸钙35.5和71公斤，增产皮棉5.95公斤和15公斤，平均0.5公斤 P_2O_5 增产皮棉0.59和0.75公斤。湖北省在江汉平原土壤有效磷（P）平均含量8PPm棉田进行116个试验，每亩施用过磷酸钙23公斤和46公斤，每亩平均增产皮棉7.2公斤和8.6公斤，0.5公斤 P_2O_5 平均增产皮棉1.2—0.72公斤，以每亩施用过磷酸钙29.35公斤经济效益最好。陕西省试验，在关中地区中等肥力棉田每亩施过磷酸钙65公斤，可增产籽棉21.4—28.0公斤，0.5公斤 P_2O_5 增产籽棉1.27—1.66公斤。河南农业大学在开封县土壤有效磷含量5PPm棉田，每亩施用过磷酸钙（含 P_2O_5 11%）20公斤、40公斤和60公斤，每亩分别增产皮棉25.35公斤、33.85公斤和38.05公斤，0.5公斤 P_2O_5 增产皮棉5.75公斤、3.75公斤和2.85公斤。适宜用量为每亩施用过磷酸钙50公斤。以上试验结果说

明，在我国南方和北方棉区施用磷肥均有明显增产效果，尤其在北方棉区，磷肥增产效果尤为显著，与氮肥肥效相近。有的地方磷肥肥效还超过氮肥肥效。

磷肥一般需要在氮肥基础上施用效果较好，在土壤含磷中等，以基肥和蕾肥分施以蕾肥为主，增产效果最好，土壤有效磷丰富，只在蕾期追肥，会有较好增产效益。棉花现蕾以后用1.5—2.0%过磷酸钙结合治虫喷施，效果亦好。但是这种办法不能挽救棉花早期缺磷所造成的不利影响，而只能补充棉花后期磷的供应不足。

（四）钾肥的增产效果

钾也是棉花所需重要营养元素之一，棉花全生长期对钾的吸收量比磷多而与氮基本相当。棉花虽然对钾的吸收量大，但我国棉区土壤含钾量相对比氮、磷多，因此在50至60年代，一般不表现缺钾。但随着氮磷化肥施用量的急骤增加和棉花产量的提高，土壤中的钾大量消耗，而使许多地区尤其是南方棉区表现缺钾，在砂质土壤，在干旱年份，缺钾症状表现最为明显，施钾增产效益十分显著，严重缺钾土壤，施钾肥有时可增产1倍以上。全国肥料试验网以南方为主试验统计，0.5公斤 K_2O （氧化钾）平均可增产皮棉0.48公斤。据中国农业科学院棉花研究所在豫北三年试验在施用氮磷基础上每亩施用氯化钾8.5公斤，每亩增产皮棉3.6—12公斤，增产率5.9—8.2%，0.5公斤 K_2O 增产皮棉0.36—1.2公斤。河南省农业科学院在豫中试验，钾肥增产机率为70%。每亩增产皮棉6.4—12公斤，增产率10.3—21.0%，0.5公斤 K_2O 增产皮棉0.4—0.75公斤，并提高了棉花衣分和品质。湖北省农业科

学院土壤肥料研究所在江汉平原 116 个棉花试验，每亩施氯化钾 8.5 公斤和 17 公斤，平均每亩增产皮棉 7.7 公斤和 9.6 公斤，比磷肥增产效果还好，增产率 10.7—13.3%，0.5 公斤 K_2O 增产皮棉 0.77 公斤和 0.96 公斤。江苏省常熟县试验，每亩施用氯化钾 15 公斤，平均增产皮棉 21.85 公斤，0.5 公斤 K_2O 增产皮棉 1.2 公斤。浙江省试验，每亩施用硫酸钾 10 公斤，平均增产皮棉 8.65 公斤，0.5 公斤 K_2O 增产皮棉 0.82 公斤。

钾肥对棉花的增产效果，总体来讲南方棉区增产效果显著而普遍，北方棉区只在部分土壤上有一定增产效果。钾肥对棉花增产效果的差异，虽与有机肥或秸秆还田用量有关，而主要是与土壤速效钾密切相关。土壤速效钾 (K) 含量 $< 70 \text{PPm}$ ，种植棉花会反映严重缺钾，施钾肥对棉花有显著增产效果；土壤速效钾含量 70—140PPm，为一般缺钾，施钾对棉花有增产效果；土壤速效钾含量 $> 140 \text{PPm}$ ，施钾肥增产不显著。但在特殊土壤条件，如黄褐土亚类中岗地冷白土，土壤速效钾含量虽高，但施钾肥仍有较好增产效果。因此，除考虑土壤速效钾含量外，还需根据当地试验结果予以校正。

钾肥施用量应适宜，施用量过大，常影响氮的吸收，并与镁产生拮抗，导致棉叶发黄，果枝减少。钾肥施用期以基肥和蕾、花期各半为好。

(五) 微量元素的增产效果

微量元素如硼、锌、锰、铜等在棉花植株中含量均极少，但如果土壤供给不足，常造成生长发育明显异常。棉花缺乏微量元素既影响产量又影响品质。目前在我国长江流域棉区较普遍发生缺硼症状，施硼肥有较好增产效果。棉花施

用钼肥可促进早熟，但有导致棉花早衰可能。在北方棉区有些地方，施锌肥和锰肥有较好增产效果。

1. 硼肥 据全国84个示范片表明，棉花施硼一般每亩可增产皮棉2.5—12.5公斤，平均6.78公斤，增产率11.95%。棉花施硼增产的主要作用是增加单株成桃数，同时也增加了单铃重和衣分，霜前花有所增加。据全国1227个土样分析，棉田土壤速效硼平均含量为0.35PPm。南方棉区平均0.33PPm，北方棉区平均0.65PPm，均低于棉花潜在性缺硼0.8PPm的指标，南方棉区还低于棉花缺硼临界指标0.5PPm，因此缺硼较为严重。长江流域棉区8个省市土壤有效硼含量平均为0.36PPm。在棉花潜在性缺土壤有效硼含量指标0.8PPm以内，长江流域235个施用硼肥试验，每亩增产皮棉4.15—24.8公斤，土壤有效硼含量超过0.8PPm不表现增产。

2. 锌肥 石灰性土壤棉田，土壤有效锌在1.0PPm以下，施锌有较好增产效果。中国农业科学院土壤肥料研究所等单位在山东省菏泽县试验，施锌肥每亩增产皮棉9.1公斤，增产率达13.8%。中国农业科学院棉花研究所在河南省安阳商丘等地试验，施锌肥每亩增产皮棉9.5公斤，增产率可达7.9—18%。江苏省大丰县试验，在棉花三叶、现蕾、初花喷施0.1—0.3%硫酸锌，增产13.3—31.6%，每亩施锌肥1—2公斤增产皮棉7.6公斤，增产率8.4%。中国科学院南京土壤研究所在江苏省多点试验施锌每亩平均增产籽棉18.5公斤，增产率13.3%。江苏省南通市在直播棉田，土壤有效锌含量小于0.6PPm，施锌平均增产籽棉16.5公斤，增产率