

湖南省 土壤钾 和钾肥



**IL POTASSIUM
D POTASSIUM
RTILIZER IN HUNAN**

HUNAN SOIL AND FERTILIZER RESEARCH INSTITUTE, HUNAN, CHINA
HUNAN SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

- 湖南省土壤肥料研究所
- 湖南科学技术出版社

湖南省土壤钾和钾肥

SOIL POTASSIUM AND POTASSIUM FERTILIZER IN HUNAN

主 编：罗成秀

Chief editor: Luo Chengxiu

副主编：黄德凯

Vice-chief editor: Huang Dekai

编著者： 罗成秀 黄德凯 郑圣先 刘克樱

Compilers: Luo Chengxiu Huang Dekai

Zheng Shengxian Liu Keying

HUNAN SOIL AND FERTILIZER
RESEARCH INSTITUTE HUNAN CHINA
HUNAN SCIENCE AND
TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

湖南省土壤肥料研究所
湖南科学技术出版社

湖南省土壤钾和钾肥

罗成秀 黄德凯 主编

萧 燃

责任编辑：
方炎初

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路8号)

湖南省新华书店经销 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1988年1月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：5.375 字数：119,000

印数：1—20,400

ISBN 7—5357—0287—2

S·33 定价：1.35元

湘目87—42

内 容 提 要

湖南省地处中亚热带，是我国南方缺钾的省份之一。本书以土壤钾和钾肥为中心内容，包括：作物的钾素营养及钾的生理功能、作物缺钾症状及诊断方法、土壤中钾素的形态及转化、钾肥的有效施用条件和施用技术、钾肥的增产作用、主要钾肥品种及农业评价、钾肥的施用现状及发展前景等内容。

湖南省土壤肥料研究所从1983年开始，在我国农牧渔业部统筹安排下，又与加拿大钾、磷研究所开展了钾肥协作研究与示范，其试验结果亦编入本书有关章节。本书在加拿大钾、磷研究所的资助下出版。

本书可供农业科技人员、农业院校师生、农技管理人员以及化肥生产、供销部门参考。

前 言

湖南省位于长江中游的南部，南岭的北面。全省属中亚热带季风湿润气候区，高温多雨，土壤风化作用强烈，淋溶严重，钾素养分损失大。全省主要土壤母质的含钾矿物除部分紫色页岩风化物 and 洞庭湖北部湖积母质较多外，其余均较低。因此，就全国来说，除华南的砖红壤、赤红壤地区是我国极缺钾地区之外，湖南的土壤母质与生物、气候因素以及成土过程，应属于我国另一个缺钾区。但是，长期以来，湖南省以施用有机肥料为主，依靠有机肥料中的钾来补充土壤钾素的耗损，故以往施用钾肥的效果并不突出。近十余年来，随着高产耐肥品种的推广，氮、磷化肥施用量日益增长，复种指数和单位面积产量的提高，作物逐渐表现钾素不足，不少地区作物出现了缺钾征状，施用钾肥的效果十分明显。据湖南省土壤肥料研究所的研究，钾肥对湖南省最主要的作物—水稻的增产效应，经历了一个变化过程，即从50年代初至60年代初基本无效，60年代中期至末期开始显效，70年代初至今显效的范围越来越广、效应愈来愈高的趋势。对主要经济作物的增产作用也特别明显。近十多年来，通过大量的研究和生产实践，进一步证明了钾肥能显著提高作物的抗旱、抗寒、抗病、抗倒伏等抗逆能力，并使产品质量也相应地改善。所以，增施钾肥应成为湖南省夺取农作物持续高产、提高产品质量必不可少的关键性措施。

但是，当前商品钾肥的生产是湖南省乃至全国化肥生产中

薄弱的环节，远远赶不上农业发展的需要。与发达国家相比，差距很大，作物营养三要素一氮、磷、钾三者比例很不协调，对农业发展极为不利。为此，特编写本书供有关人员参阅，藉以掌握土壤钾和钾肥的有关知识，让钾肥在农业现代化建设中发挥应有的作用。

本书编入的资料，除有关的基本知识之外，绝大部分是湖南省土肥所罗成秀、郑圣先、周年发、刘克樱、庠兴其、黄德凯、邓鸿德、黄玉兰、高政等同志多年来在全省范围内试验所取得的研究结果，其内容适用于本地区土壤条件、耕作技术、种植制度和管理水平，除具有湖南省农业生产实际的特色之外，也可供中亚热带其他地区参考使用。

本书由罗成秀、黄德凯、郑圣先、刘克樱同志执笔。

由于编者水平所限，谬误之处，定难避免，望不吝指正。

编 者

1987年6月

Abstract

Hunan lies in the middle of subtropics. It is one of the provinces in the south of China where potassium deficiencies are widespread. The presentation of this book focuses on soil potassium and potassium fertilizer, which includes potassium nutrition of crops and physiological function of potassium, diagnosis and correction of potassium deficiency in major crops, forms of soil potassium and transformation of various forms of soil potassium, the soil condition and technique for efficient potassium application, a role of potassium fertilizer in increasing crop yields, main fertilizer potassium sources and its agronomic evaluation, the current situation and future use of potassium fertilizer, and so on.

Except the basic knowledge of potassium fertilizer, the information involved in the book are briefly based on the results gained from the field experiments and laboratory findings which have been carried out by Hunan soil and Fertilizer Research Institute since 1970. The book also includes the results of cooperative potash research and demonstration with Potash and Phosphate

Institute of Canada (PPI) from the beginning of 1983, which was arranged by Ministry of Agriculture, Animal Husbandry and Fishery of China. The book is published by receiving support from PPI.

The author attempts to expound the interaction among potassium status of Human soil, fixation and release of soil potassium, characterization of potassium uptake in major crops and a responses of main crops to potassium fertilizer, and put forward the argument in favor of exploiting potassium resources in many ways and applying potassium fertilizer reasonably. The purpose is to bring about a great advance of agricultural production.

This book can be a reference book for agrotechnicians, teachers and students of agricultural schools and colleges, workers of fertilizer plants and supply and marketing departments.

COMPILERS

1987.6

目 录

第一章 作物的钾素营养及钾的生理功能	(1)
一、作物体内的钾素含量和分布.....	(1)
二、钾在作物体内的生理功能.....	(5)
第二章 作物的缺钾症状及其诊断	(21)
一、作物的缺钾症状.....	(21)
二、作物缺钾症状的简易诊断.....	(29)
第三章 土壤中钾素形态、转化及湖南省主要	
土壤钾素的状况	(44)
一、土壤中钾素的形态.....	(44)
二、土壤中钾素的转化.....	(45)
三、湖南省主要土壤的钾素状况.....	(47)
第四章 钾肥对主要作物的效应及其作用	(63)
一、水稻.....	(65)
二、棉花.....	(71)
三、苕麻.....	(75)
四、烟草.....	(79)
五、柑桔、金桔.....	(80)
六、西瓜.....	(82)
七、油菜.....	(83)
八、紫云英（又名红花草子）.....	(85)
九、大豆.....	(88)

十、花生	(91)
十一、玉米	(93)
第五章 钾肥的有效施用条件、施用技术及湖南省	
钾肥肥效区划	(97)
一、钾肥的有效施用条件	(97)
二、钾肥的施用技术	(111)
三、湖南省钾肥肥效区划	(120)
第六章 主要化学钾肥品种的性质、施用特点及其	
农业评价	(128)
一、氯化钾	(128)
二、盐湖钾肥	(130)
三、硫酸钾	(132)
四、硝酸钾	(132)
五、磷酸二氢钾	(133)
六、含钠钾肥	(135)
七、钾钙肥	(136)
八、钾镁肥	(137)
九、硅镁钾肥	(139)
十、窑灰钾肥	(140)
十一、其它(草木灰)	(141)
第七章 湖南省钾肥施用现状及其发展前景	(143)
一、湖南省钾肥施用现状	(143)
二、钾肥在湖南农业生产中的重要作用	(144)
三、解决缺钾的有效途径和措施	(149)

第一章 作物的钾素营养及钾的生理功能

钾和氮、磷一样是作物生长发育所必需的主要营养元素。随着复种指数的提高，氮磷化肥用量的增加，钾肥的施用就成为农作物高产、稳产、优质不可缺少的农业技术措施。钾素在作物体内的含量、分布和它对植物生理、生态的影响，亦随着科学研究的深入逐步被人们证实和掌握。

一、作物体内的钾素含量和分布

作物需要钾素的量较大，吸收钾的数量较高。如水稻、棉花、油菜等作物体内含有相当数量的钾素，而马铃薯、烟草、紫云英等喜钾作物含有的钾素量则更为丰富。如水稻茎秆中含钾量为0.90—3.50%，籽粒中含钾量为0.30—0.50%；棉花茎秆含钾为0.90%，籽实含钾为1.10%；油菜茎秆含钾为2.30%，籽粒含钾为0.65%左右；绿肥（紫云英）茎叶干物质含钾量为2.06%，鲜物质为0.35%左右。（见表1—1）。

作物体中钾的含量常比氮、磷为高。而且与氮、磷不同之处是籽粒中含钾量较低，一般只有0.14—1.00%，例如，水稻稻谷籽粒中含钾量仅为0.50%，而茎叶中一般可达2.00—3.50%。同时，茎叶中的含钾水平随着土壤含钾量及施钾量的高低而有很大的变幅。即土壤含钾量高施用钾量也高，茎叶中含

表1—1

主要农作物的钾含量

名 称		钾(K ₂ O)%	名 称		钾(K ₂ O)%
水 稻	籽 实	0.30—0.50	绿肥(紫云英)	茎叶(干)	2.06
	茎 秆	0.90—3.50		茎叶(鲜)	0.35
小 麦	籽 实	0.61	糖用甜菜	根	2.13
	茎 秆	0.73		茎 叶	5.01
玉 米	籽 实	0.40	马 铃 薯	块 根	2.28
	茎 秆	1.60		茎 叶	1.81
棉 花	籽 实	1.10	大 豆	籽 实	2.77
	茎 秆	0.90		茎 秆	1.87
苧 麻	叶 (干)	0.13	花 生	荚 果	0.63
	茎秆(干)	2.19		茎 叶	2.06
油菜(甘蓝型)	籽 实	0.65	烟 草	叶	4.10
	茎 秆	2.80		茎	2.80

钾量亦高，它们之间呈显著的正相关关系。各种作物的含钾量也不同，其中以豆科作物籽粒的含钾量最高，如大豆可达2—3%，禾谷类作物籽粒中含钾最低，一般都在1%以下，大部分残留在茎叶中。钾含量也随着生育时期的变化而变化，一般是苗期高于成熟期。如苗期的水稻、小麦植株体内钾的含量可高达4—5%，而成熟期只2%左右。

由于钾在植物体内具有较大的移动性，又比较集中地分布在幼嫩组织中。因此，凡是代谢旺盛的部位如幼芽、幼叶和根尖钾含量都较高，新叶一般比老叶高。供钾不足时，钾很容易从老组织转移到新生组织，进行再分配、再利用。

作物在整个生育期内，为了满足其营养生长、生殖生长的

需要，必须从土壤中吸收大量的氮、磷、钾养分。以几种主要作物为例，每形成100公斤经济产量所吸收的氮、磷、钾数量大致是：水稻吸收氮为2.1—2.5公斤，磷为0.9—1.2公斤，钾为2.29—3.3公斤；棉花(皮棉)吸收氮为15公斤，磷为6.0公斤，钾为12公斤；油菜吸收氮为10公斤，磷为3.5公斤，钾为10公斤；冬季绿肥(紫云英)吸收氮为8.10公斤，磷为2.07公斤，钾为

表1—2 主要作物形成100公斤经济产量吸氮、磷、钾的数量

作物	收获物	形成100公斤经济产量所吸收的养分数量(公斤)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
常规水稻	籽粒	2.10—2.50	0.94—1.20	2.29—3.0	1:0.47:1.15
杂交水稻	籽粒	2.17—2.37	0.90—1.10	2.93—3.30	1:0.44:1.37
玉米	籽粒	2.68	1.12	3.11	1:0.42:1.17
小麦	籽粒	2.5—3.0	0.7—1.17	1.9—4.2	1:0.34:1.11
红 薯	鲜块根	0.35	0.18	0.55	1:0.51:1.57
马 铃 薯	鲜块茎	0.50	0.20	1.0	1:0.4:2.0
大 豆	籽粒	7.20	1.80	4.0	1:0.25:0.56
油菜(甘蓝型)	籽粒	10.0	3.50	10.0	1:0.35:1
花 生	荚果	6.80	1.30	3.80	1:0.19:0.56
棉 花	籽棉	5.0	1.80	4.3	1:0.36:0.86
	皮棉	15.0	6.0	12	1:0.4:0.80
苧 麻	纤维	14.9	3.2	17.7	1:0.21:1.19
甜 菜	块根	0.40	0.15	0.60	1:0.38:1.5
甘 蔗	茎(鲜)	1.90	0.7	3.0	1:0.37:1.58
烤 烟	干烟叶	3.0	1.8	6.0	1:0.6:0.5
冬季绿肥(紫云英)	茎叶(干)	8.10	2.06	6.04	1:0.26:0.80

6.46公斤（干物重计）。一般来说，在正常栽培管理条件下，作物的经济产量越高，吸收的养分总量也越多。不同作物形成一定数量的经济产量所吸收的养分数量不同，且差异幅度是很大的，吸收营养元素数量的趋势是氮>钾>磷或钾>氮>磷，其吸收三要素的比例（N:P₂O₅:K₂O）大致是：水稻为1:0.40—0.50:1.0—1.30；棉花为1:0.40:0.80；油菜为1:0.35:1；绿肥（紫云英）为1:0.26:0.80。尤其是收获物为块根、块茎、纤维及糖料等作物需钾量更高，氮钾比为1:1.2—2.0。如红薯氮钾比为1:1.57；马铃薯氮钾比为1:2.0；苧麻氮钾比为1:1.19；甘蔗氮钾比为1:1.58（见表1—2）。

试验研究还证明了钾在作物高产栽培中的作用尤为重要。据湖南省土肥所在水稻高产钾素营养特性的研究结果表明，高产水稻对钾素营养的要求较一般水稻为高，其钾素营养特性表现在：（1）各生育阶段茎叶部钾素浓度高，尤以分蘖盛期最高。

表1—3 各生育阶段茎叶部含钾率及吸钾相对百分率

吸 钾 情 况 生 育 时 期	干物质中含K ₂ O(%)			吸K ₂ O相对(%)		
	杂 晚	常 晚	杂 中	杂 晚	常 晚	杂 中
播 种 至 移 植 期	2.98	2.50	4.18	8.10	4.50	1.04
移植至分蘖初期	3.90	3.47		9.16	6.70	
分蘖初期至盛期	4.38	4.43	4.83	27.41	21.20	27.3
分蘖盛期至孕穗期	4.15	3.60	3.32	35.59	56.04	43.53
孕穗期至齐穗期	2.63	2.65	2.15	7.11	11.56	9.86
齐穗期至成熟期	3.18	2.33	3.10	8.63	0	19.28
稻 谷	0.33	0.23	0.50			

附注：杂晚为威优六号，亩产534公斤，常晚为洞庭晚籼，亩产445公斤，杂中为南优二号，亩产657公斤。

(2) 高产水稻生育后期即齐穗至成熟期继续吸收钾素, 在此期间吸钾率可占全生育期的8.6—19.3%。而一般产量的水稻在生育后期则不再吸收钾素(见表1—3)。(3) 高产水稻对钾的摄取量大(见表1—4), 一般产量的水稻折合亩产500公斤稻谷仅吸收钾12.5公斤左右, 而高产水稻(亩产600公斤以上), 以500公斤稻谷折算则需吸收钾17.5—21.6公斤。

高产水稻各生育阶段钾素浓度高, 生育后期继续吸收钾素, 且吸收量大, 是高产水稻重要的营养特性。

表1—4 水稻收获时钾素养分的累计吸收量(K_2O)

稻 别 及 品 种	稻谷亩产 (公斤)	吸 K_2O 量 (公斤/亩)	折合亩产 500公斤的吸 K_2O 量(公斤)	收获时干物质 中 K_2O 含量%	
				稻 秆	稻 谷
湘 矮 早 九 号	489.4	18.2	18.6	3.48	0.40
杂 交 早 稻	541.3	23.4	21.6	3.65	0.48
洞 庭 晚 粳	445	11.9	13.3	2.33	0.33
杂 交 晚 稻	534	19.7	17.8	3.18	0.33
杂 交 中 稻	657	23.0	17.5	3.10	0.50
湘 矮 早 4 号	300	7.5	12.5	2.00	0.50

附注: 湖南省土壤肥料研究所, 1979年资料。

二、钾在作物体内的生理功能

自从1860年有人指出钾是植物的必须营养元素以来, 人们不断地认识到作物需要大量的钾。在我国农业史上, 很早就有施用富含钾素的草木灰、堆、沤肥和牲畜肥的优良传统。但是, 对于钾在作物体内的作用, 尤其是在生理方面的重要作用, 近些年来, 国内外大量的研究表明: 虽然钾不是作物体中有机化

合物的组分，但它以酶的活化剂广泛地影响着植物的生长和代谢。有60多种酶需要一价离子来活化，而钾是促进酶活化作用最有效的离子。这些酶分别属于合成酶类、氧化还原酶类和转移酶类。在糖的醇解、淀粉的合成及碳水化合物运转到贮藏器官的过程中，果糖磷酸激酶、丙酮酸激酶、磷酸乙酰转移酶、己糖激酶等均需有钾离子作为活化剂，才能使酶促反应加速，有利于植株体内的代谢顺利进行。钾还具有高速度透过生物膜的特性，因此，植物组织中钾离子的浓度往往要比其他离子高，与土壤溶液中钾的浓度相比，有时可高出几倍到几十倍。从而使得钾对作物有如下的主要营养生理作用。

（一）钾能增强作物的光合作用

光合作用是绿色植物利用光能将无机物变成有机物、太阳能变为化学潜能的过程。因为钾在光合作用中与许多酶的活性关系密切，所以钾在光合作用中起着主要作用。联邦德国本托霍夫农业研究站的科学家曾研究过叶子中的钾及其不同含量在光能转变为化学能的过程中所起的作用，结果表明钾含量高（4—5%）的叶子要比钾含量低（1—2%）的叶子多转化50—70%的光能。叶片是进行光合作用的重要器官，而叶绿体是光合作用的重要细胞器；浙江农业大学在棉花上所作的试验也表明施钾后叶面积系数、叶绿素含量、净光合效率均明显提高（见表1—5）。

又如叶肉细胞和薄壁组织中含有大量的钾，光合作用与含钾量几乎成正比例关系。当光照减弱时，钾含量高能增进光合效应。据试验表明，施钾区和缺钾区的水稻， CO_2 吸收量在中午前后分别为24.25和16.95毫克，当光照减弱时，则分别为19.85毫克和11.64毫克。因此，在光照减弱情况下，多施钾肥则更可以大大减少光合损失（见图1—1）。

表1—5 钾肥对棉花叶面积、叶绿素含量、净光合效率的影响

测定内容	测定时间 (月、日)	测定部位	对照组	中钾组	高钾组
叶面积系数	花铃期(8.15)		3.46	3.32	4.86
	吐絮期(9.15)		1.65	3.14	3.54
叶绿素含量 (占干重%)	花铃期(8.15)	主茎第二叶	0.43	0.45	0.65
		第三果枝第二叶	0.41	0.45	0.51
	吐絮期(9.15)	主茎顶叶	0.41	0.53	0.67
		第一果枝第二叶	0.46	0.62	0.73
净光合效率 (克/米 ² ·时)	盛花期(8.2)	主茎第四叶	1.334	1.706	1.68
	吐絮期(9.15)	主茎第一叶	0.196	0.311	0.39

附注：引自“棉花钾素营养研究”，浙江农业大学翁才治。

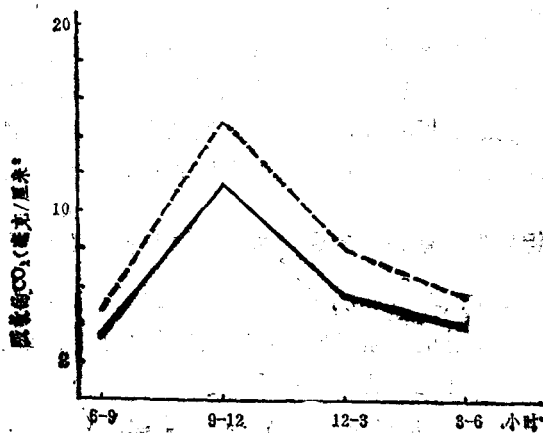


图1-1 钾肥与水稻光合作用的关系

(二) 钾能促进碳水化合物的代谢和运转

碳水化合物是植物体主要的有机物，其含量常占植物体干