

湖北土壤钾素肥力 与钾肥应用

湖北省农业科学院土壤肥料研究所

主 编

K

中国农业出版社

湖北土壤钾素肥力与钾肥应用

湖北省农业科学院土壤肥料研究所 主编

中国农业出版社

主 编 许幼生
副主编 王家骧 陈 防
编 著 者 (按姓氏笔划)
龙成凤 宁昌会 刘雄德 许幼生
陈 防 袁志良 鲁剑巍

湖北土壤钾素肥力与钾肥应用

湖北省农业科学院土壤肥料研究所 主编

* * *

责任编辑 李耀辉 李国中

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)

新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787×1092mm16开本 14印张 4插页 293千字

1996年5月第1版 1996年5月北京第1次印刷

印数 1—1000册 定价 33.00元

ISBN 7-109-04251-0/S·2632

FOREWORD

As early as 1972, the Potash and Phosphate Institute (PPI) and the Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC) made contact with Chinese scientists concerning potassium fertilizer (potash) needs of China.

In 1983 a program was initiated between the Ministry of Agriculture of China and the Canadian International Development Agency (CIDA) called the China/Canada Potash Agronomy Program. This involved only Zhejiang and Hunan provinces. However, this program was so successful that in 1985 five new provinces including Hubei joined the program.

Since then, the Soil and Fertilizer Institute (SFI) of the Hubei Academy of Agricultural Sciences (HAAS) has participated in the PPI/PPIC China Program. This has included laboratory, greenhouse and field research, overseas training, short courses and lectures in Hubei and other provinces of China, balanced fertilizer field demonstrations, harvest field days for farmers and field inspections for leaders. Additionally, PPI/PPIC has cooperated with the SFI in preparing brochures, and other technical information for researchers, farmers and policy makers.

CANPOTEX, the Saskatchewan, Canada potash producers, contributed to this Program by matching funds with CIDA for the China/Canada Potash Agronomy Program, and by direct support to the SFI of Hubei for field demonstrations and other activities associated with CANPOTEX's Balanced Fertilizer Demonstration Program.

These combined efforts have been achieved through excellent cooperation between the SFI, PPI/PPIC, the Ministry of Agriculture, CANPOTEX and other organizations of Hubei province. This work has been done to improve agricultural production in Hubei while increasing farmer income and protecting the environment.

It has been found and demonstrated in Hubei, that potassium (K) deficiency is widespread. And, that applications of potash will increase yields and make more profit for farmers.

The SFI of the HAAS should be commended for their great efforts in collaborating in the research, development and amassing of information used in preparing this most valuable book on "Soil Potassium fertility and Potassium Fertilizer Application in Hubei".

The PPI/PPIC China Program is proud to be associated with this publication through technical and financial cooperation on some of the research results presented herein and by partial financing of this publication.

Sam Portch,
Director, China Program.

前 言

建国以来，湖北省同全国一样，农业生产有了很大的发展。1950年，全省各种作物总产量为646.7万t（其中粮食为599.2万t），1991年作物总产达3331.7万t（其中粮食为2244.1万t），1991年比1950年作物总产增长4.15倍（其中粮食增长2.75倍）。湖北省农田钾素一直处于亏缺状态。随着复种指数的提高、优良耐肥品种的推广和氮磷化肥施用的增加，缺钾面积不断扩大，缺钾程度日益加深。耕作土壤钾素亏缺量（ K_2O ）从1950年的10.53万t发展到1991年的35.3万t，即每亩土壤钾素每年亏缺量从1.85千克上升到6.80千克。这种情况加速了耕作土壤钾素的耗竭，致使土壤钾素负平衡加剧，钾素亏缺已成为限制湖北省农业生产发展的主要障碍因素之一。

《湖北土壤钾素肥力与钾肥应用》系湖北省科研、教学与推广部门20余年，特别是1986年湖北省农业科学院土壤肥料研究所参与中国和加拿大钾磷研究所合作研究项目“提高钾肥效应的研究”以来，在全省范围内钾肥试验研究所取得的新成果、新经验与新进展的系统总结。我们也吸收了外地的先进经验，充实丰富其内容。本书可供农业院校、科研单位、技术推广部门及化肥生产、供销部门的有关人员参考。

本书由湖北省农业科学院土壤肥料研究所主编。第一章由许幼生编写；第二章由刘雄德、龙成凤、宁昌会编写；第三章由陈防编写；第四章由许幼生编写；第五章由宁昌会编写；第六章由龙成凤编写；第七章由鲁剑巍编写；第八章第一、三节由陈防，第二节由鲁剑巍编写；第九章由刘雄德、陈防编写；第十章由鲁剑巍编写；第十一章由袁志良编写；第十二章由陈防编写；第十三章由龙成凤编写；土壤钾素图与钾肥区划图由龙成凤、袁志良编制。全书由许幼生、王家骧、陈防和龙成凤进行审定、修改和编稿工作。本书的编写、出版得到加拿大钾磷研究所与加拿大钾肥公司的大力支持和资助，加拿大钾磷研究所中国项目部主任鲍契博士（Dr. Sam Portch）特为本书作序，在此一并深表谢意。

由于编者水平所限，错误之处定难避免，敬请广大读者和专家批评指正。

编 者

1995年12月

目 录

序

前言

第一章 湖北省土壤钾素状况	1
第一节 湖北省主要土壤类型与分布概况	1
一、湖北土壤分布概况	1
二、主要土壤类型	3
第二节 湖北省土壤钾素状况与作物有效性	8
一、土壤钾素形态及转化	8
二、土壤粘土矿物类型与土壤供钾能力	9
三、影响土壤钾素含量的主要因素	10
第二章 湖北省土壤供钾能力	14
第一节 湖北省耕作土壤各种形态钾的含量	14
一、土壤全钾含量及其分级	14
二、土壤缓效钾含量及其分级	15
三、土壤速效钾含量及其分级	16
第二节 湖北省耕作土壤供钾能力	16
一、不同土壤速效钾的“最低水平值”	16
二、不同土壤的供钾能力	20
三、耕作土壤的供钾潜力	23
第三节 湖北省耕作土壤钾素的下降情况及原因	27
一、耕作土壤速效钾含量下降	27
二、耕作土壤缓效钾含量下降	29
三、耕作土壤钾素下降的原因	31
第四节 湖北省钾肥使用概况及肥效演变	31
一、钾肥使用概况	31
二、耕作土壤施钾效果及其演变	31
第三章 钾在植物生理与作物生产中的作用	36
第一节 作物体内钾素含量与分布	36
一、作物体内钾素含量	36
二、作物体内钾素分布	37
第二节 钾在作物体内的生理功能	38
一、钾能增强作物的光合作用，加速光合产物向贮藏器官运转	38
二、钾是植物体内酶的活化剂	39
三、钾能促进蛋白质的合成，提高氮肥效应	40
四、钾能改善作物产品的品质	41

五、钾能增强作物的抗逆能力	43
第四章 钾肥的有效施用条件	46
第一节 土壤钾素丰缺状况与钾肥效应	46
一、土壤速效性钾含量水平与钾肥效应	46
二、土壤缓效性钾含量水平与钾肥效应	47
第二节 土壤环境条件与钾肥肥效	50
一、不同水型水稻土施钾增产效果	50
二、不同水型水稻土水稻施钾效果差异的主要原因分析	52
第三节 有机肥与钾肥效应	54
一、不同钾素水平下猪粪与钾肥配施的增产效应	55
二、有机肥对连续施钾增产效应的影响	55
第四节 耕作制度与钾肥肥效	56
一、油-稻-稻三熟制中钾肥的合理分配	56
二、麦-稻两熟制中钾肥的合理分配	57
三、棉-麦两熟制中钾肥的合理分配	58
第五节 作物种类和品种与钾肥肥效	59
一、不同作物吸钾能力差异很大	59
二、作物品种不同吸钾特点也不同	60
第六节 钾与其他营养元素的关系	61
一、钾与氮的相互作用	61
二、钾与磷的相互作用	63
三、钾与硼的相互作用	66
四、钾与硫的相互作用	67
五、钾与锌的相互作用	68
第五章 粮食作物钾肥效应与施钾技术	71
第一节 水稻	71
一、钾肥对水稻的效应	71
二、水稻的吸钾动态及分布	72
三、钾对水稻生长发育的作用	73
四、水稻缺钾症状及其诊断	78
五、水稻施钾技术	79
第二节 小麦	82
一、钾肥对小麦的效应	82
二、小麦吸钾动态和分布	83
三、钾对小麦生长发育的作用	84
四、小麦缺钾症状及其诊断	86
五、小麦施钾技术	86
第三节 玉米	88
一、钾肥对玉米的效应	88
二、玉米需钾特性	88
三、钾对玉米生长发育的影响和玉米缺钾症状	89

四、玉米施钾技术	90
第四节 甘薯	91
一、钾肥对甘薯的效应	91
二、甘薯吸钾动态及分布	92
三、钾对甘薯生长发育的作用	92
四、甘薯缺钾症状	93
五、甘薯施钾技术	93
第六章 纤维作物钾肥效应与施钾技术	98
第一节 棉花	98
一、钾肥对棉花的效应	98
二、棉花吸钾动态及分布	99
三、钾对棉花生长发育的影响	101
四、棉花缺钾症状及其诊断	105
五、棉花施钾技术	107
第二节 苧麻	110
一、苧麻施钾效果	110
二、苧麻吸钾动态及分布	111
三、钾对苧麻生长发育的影响	114
四、苧麻缺钾症状	115
五、苧麻施钾技术	115
第三节 黄麻	117
一、黄麻施钾效果	117
二、黄麻吸钾动态及分布	118
三、钾对黄麻生长发育的影响	119
四、黄麻缺钾的症状及诊断	120
五、黄麻施钾技术	120
第四节 红麻	121
一、钾肥对红麻的效果	121
二、红麻吸钾动态	121
三、钾对红麻生长发育的影响	122
四、红麻缺钾症状	122
五、红麻施钾技术	122
第七章 油料作物钾肥效应与施钾技术	126
第一节 油菜	126
一、油菜需钾特性	126
二、油菜施钾效应	127
三、油菜缺钾症状	130
四、油菜施钾技术	131
第二节 芝麻	135
一、芝麻的需钾特性	135
二、芝麻施钾效应	136

三、芝麻施钾技术	137
第三节 花生	138
一、花生需钾特性	138
二、钾对花生生长发育的影响	139
三、花生施钾效应	140
四、花生缺钾症状	141
五、花生施钾技术	141
第八章 水果、桑树和烟草的钾肥效应与施钾技术	145
第一节 水果	145
一、果树吸钾特性	145
二、果树缺钾症状及诊断	145
三、果树施钾效果	146
四、果树施钾技术	147
第二节 桑树	148
一、桑树需钾特性	148
二、桑树施钾效应	148
三、桑树缺钾症状	150
四、桑树施钾技术	150
第三节 烟草	151
一、烟草作物吸钾特性	151
二、烟草作物缺钾症状	152
三、烟草作物施钾效果	152
四、烟草作物施钾技术	153
第九章 蔬菜作物的钾肥效应与施钾技术	156
第一节 湖北省蔬菜生产基本情况	156
第二节 蔬菜作物吸钾特性	157
第三节 蔬菜作物缺钾症状及诊断	159
一、缺钾症状	159
二、缺钾诊断	160
第四节 湖北省蔬菜作物施钾效果	161
一、施钾对蔬菜产量的影响	161
二、施钾对蔬菜品质的影响	162
第五节 蔬菜作物施钾技术	163
一、蔬菜作物钾肥施用量	163
二、蔬菜作物钾肥施用方法	164
第十章 主要钾素肥料品种、性质、施用特点及农业评价	166
第一节 氯化钾	166
一、制造	166
二、成分和性质	166
三、氯化钾的增产效果	167

四、氯化钾中氯的问题	167
五、施用技术	168
第二节 硫酸钾	168
一、制造	168
二、成分和性质	168
三、硫酸钾的施用效果	169
四、硫对作物的增产效果	169
五、施用技术	169
第三节 硝酸钾	170
一、制造	170
二、成分和性质	170
三、硝酸钾肥效	170
四、施用技术	171
第四节 磷酸二氢钾	171
一、制造	171
二、成分和性质	171
三、磷酸二氢钾肥效	171
四、施用技术	172
第五节 盐湖钾肥	172
一、制造	172
二、成分和性质	172
三、盐湖钾肥肥效	172
四、施用技术	173
第六节 窑灰钾肥	173
一、制造	173
二、成分和性质	173
三、窑灰钾肥肥效	173
四、施用技术	174
第七节 钾钙肥	174
一、制造	174
二、成分和性质	174
三、肥效和施用	174
第八节 钾镁肥	175
一、制造	175
二、成分和性质	175
三、肥效和施用	176
第十一章 湖北省钾资源开发利用	178
第一节 有机肥在钾资源中的调节作用	178
一、补充土壤钾素, 促进钾素循环	179
二、改善钾素营养, 促进作物增产	182
三、改善土壤结构, 提高土壤肥力	182

第二节 有机钾资源的利用	184
一、秸秆还田效应	184
二、生物钾肥的利用	186
三、草木灰和人畜粪尿的利用	188
第十二章 湖北省耕作土壤钾素投入与产出平衡情况	190
第一节 农田中钾素投入和产出量的计算方法	190
一、投入量的计算	191
二、产出量的计算	191
第二节 农田中钾素投入与产出分析	191
一、施钾与农作物产量	192
二、农田钾素平衡情况	192
三、农田钾素投入中肥料结构的变化	193
第三节 湖北省化肥使用量预测	194
第十三章 湖北省钾肥区划	196
第一节 分区依据	196
一、分区依据与原则	196
二、命名方法	196
第二节 分区概述	197
第三节 落实区划的措施与建议	208
一、加强领导，提高认识，把钾作为发展“两高一优”农业的一项重要措施来抓	208
二、加强钾素在农业内部的循环作用	208
三、增加钾肥总量，合理分配钾肥	209

第一章 湖北省土壤钾素状况

湖北省位于长江中游,地处东经 $108^{\circ}21'$ — $116^{\circ}07'$,北纬 $29^{\circ}25'$ — $33^{\circ}20'$ 。东邻安徽,南接江西、湖南,西界四川,西北连陕西,北靠河南。总土地面积 18.59 万 km^2 ,耕地 345.98 万 ha (5189.69 万亩)(1991年统计数字,下同),其中水田 186.92 万 ha (2803.78 万亩),旱地 158.93 万 ha (2383.91 万亩)。总人口 5512.33 万人,其中农业人口 4213.60 万人,每个农业人口占有耕地 0.082ha (1.23 亩),按总人口平均只有 0.0627ha (0.94 亩)耕地,均低于全国平均水平,属我国人多地少的省份之一。

湖北省地处中纬度,属亚热带季风气候,光照充足,热量丰富,无霜期长,雨量充沛,雨热同步,光温互补。但南北纬度和东西经度跨度相差较大,加之复杂多样的地貌类型,对气候要素产生明显的再分配作用,不仅全省气候南北有别,东西各异,而且兼有中亚热带、北亚热带以及南温带、中温带多种气候类型。年平均日照数 1150 — 2245h ,年总辐射量为 85 — $602.9\text{kJ}/\text{cm}^2$;年平均气温 15 — 17°C ,鄂东南在 16.5°C 以上,江汉平原与鄂东北在 15.5 — 16.5°C 之间,西部由于地势影响,情况较为复杂。日平均气温大于或等于 10°C 的积温为 4700 — 5400°C 。无霜期 230 — 300d ,鄂东沿江地区为 260 — 270°C ;鄂东南约 240 — 250d ;鄂北、鄂东北 230 — 240d ;江汉平原 240 — 260d ;鄂西三峡河谷地区高达 270 — 300d ,为全省最长无霜期。年平均降水量在 750 — 1600mm 之间;高山可高达 1800 — 2200mm ,鄂东南与鄂西南山区雨量最多,在 1400mm 以上,为多雨区;鄂西北山区与鄂北岗地为少雨区,在 900mm 以下。全省降水总趋势是南多北少,山区多于平原。优越的地理环境条件,有利于农业生产的发展。湖北省是我国商品粮、油与优质棉重要生产基地。

第一节 湖北省主要土壤类型与分布概况

湖北土壤是在湖北省特定的生物气候条件和社会环境中形成的。了解湖北土壤分布概况,认识湖北土壤特征,为湖北省合理改良利用土壤,实行平衡施肥提供科学依据。

一、湖北土壤分布概况

(一)土壤的纬度地带性 本省从南向北,由生物气候所形成的土壤带可划分为红壤地带、黄棕壤地带和黄褐土地带。红壤地带分布在鄂东北 $30^{\circ}40'$ 以南海拔 700m 以下低山丘陵地区。鄂中南的松滋、石首、宜都、枝江海拔 80m 以上的台地也有零星分布。红壤土类棕红壤亚类属中亚热带北缘地带性土壤。黄棕壤地带分布在红壤地带与黄褐土地带之间,广泛分布在鄂东北、鄂中丘陵和鄂西北地区。黄棕壤属北亚热带湿润地区地带性土壤,是本省分布面积最广的地带性土壤。黄褐土地带分布在鄂西北漫岗平原与平缓丘陵上,是北亚热带湿润地区的黄棕壤,向暖温带半湿润半干旱区的褐土过渡地带的土壤类型。

(二) 土壤的经度地带性 湖北土壤经度分布, 主要由于地势、地貌的变化而导致水热状况的差异, 从而产生不同经度的土壤分布。

鄂东南棕红壤土壤带, 属中亚热北缘生物气候带。而鄂西南位于地貌二级阶梯的武陵山东部边缘地区, 平均海拔高度在 1000m 以上, 其气候特点是雨热同期, 冬少严寒, 夏无酷热, 降水量大于蒸发量, 湿度大, 年平均相对湿度大于 80%, 系黄壤形成的自然因素。而鄂东南系低山丘陵地区, 平均海拔高度低于 500m, 属中亚热带湿润气候, 气温高, 热量足, 雨量充沛, 干湿季节交替明显, 相对湿度为 70%—80%, 具备红壤(棕红壤亚类)形成的自然条件。鄂中南属平原丘陵地区, 平均海拔高度低于 50m, 年平均温度 16℃左右, 年降水量 950—1100mm, 低于鄂东南与鄂西南的降水量, 蒸发量大于降水量, $\geq 10^\circ\text{C}$ 活动积温为 4900—5100℃, 属红壤(棕红壤亚类)与黄棕壤交错分布的土壤带。鄂南地区自东向西土壤带谱为: 棕红壤(海拔 500—800m 为黄红壤亚类)→黄棕壤与棕红壤交错分布→黄壤(海拔 500m 以下为黄红壤)。

(三) 土壤垂直分布^[2] 土壤的垂直分布是指土壤随海拔高度不同而出现有规律的变化。随海拔高度的增加, 山地的气温不断下降, 雨量增加, 湿度增大, 自然植被也随着海拔高度的增加而变化, 从而导致土壤发生及其分布也发生相应的变化。即从山麓到山顶, 在不同的海拔高度分布着不同的土壤。

湖北省是一个多山的省, 土地类型是“七山、一水、二分田”。由于地理位置的不同, 受地区生物气候的影响, 因此, 土壤垂直带也有明显的差别。

1. 代表北亚热带的大别山山脉南麓, 主峰天堂寨海拔 1729m, 其地势由东北向西南从中山→低山→丘陵逐级下降, 土壤垂直分布从低到高为黄棕壤→山地黄棕壤(暗黄棕壤)→山地棕壤→山地草甸土。

2. 代表中亚热带的幕阜山山脉北麓, 主峰九宫山海拔 1566m, 由东南向西北为中山→低山→丘陵倾斜。土壤垂直分布从低到高为棕红壤→黄红壤→山地黄棕壤(暗黄棕壤)→山地草甸土与沼泽土。

3. 代表鄂西一带的华中最高峰, 神农架林区的“无名峰”海拔 3105.4m, 屹立于鄂西庞大的山体群峰之间。从亚热带到寒温带, 跨越 3 个气候带, 具有较完整的海洋型垂直结构。由于山地坡向的不同, 有时对生物气候也有强烈的影响。神农架北坡 800m 以下基带土壤为黄褐土(由富钙母质发育成)与黄棕壤(由酸性母质发育成), 800—1000m 为山地黄棕壤(暗黄棕壤), 1800—2200m 为山地棕壤, 2200—2600m 为山地暗棕壤, 2600—3000m 为山地草甸暗棕壤亚类, 3000m 以上为灰化暗棕壤亚类。而神农架南坡 600m 以下为黄红壤, 600—1200 米为山地黄壤, 1200—1800m 为山地黄棕壤, 1800—2200m 为山地棕壤, 2200—2600m 为山地暗棕壤, 2600—3000m 为山地草甸暗棕壤亚类, 3000m 以上为灰化暗棕壤亚类。

除上述地带性土壤外, 湖北境内的非地带性土壤有石灰(岩)土、紫色土、潮土及水稻土等。石灰(岩)土、紫色土与成土母质母岩相联系, 分别分布在石灰岩与紫色岩系地区。潮土分布在江河中下游冲积平原与湖区, 主要分布在江汉平原。水稻土广泛分布于全省山地丘陵、谷地及冲积平原。

二、主要土壤类型

根据全国第二次土壤普查所制定的土壤分类原则，湖北省土壤共划分为 13 个土类，31 个亚类，130 个土属，455 个土种^[2]。其中耕作土壤面积大的土类由大到小依次为：水稻土、潮土、黄棕壤、黄褐土、石灰（岩）土、红壤、黄壤及紫色土，这 8 个土类占全省总耕地面积的 98.65%。其中水稻土占耕地总面积 50.35%，潮土占 19.03%，黄棕壤占 14.54%，其他 5 个土类中耕地占总耕地面积均小于 5%。

（一）水稻土 水稻土属人为土纲的水成土亚纲，是以种植水稻为主的一类农业土壤。湖北省有水稻土 203.55 万 ha (3053.23 万亩)，占全省土壤总面积的 13.65%，占全省耕地总面积的 50.35%，是湖北省面积最大，贡献最多的耕作土壤，盛产粮、油，每年仅稻谷产量就达 1554—1790 万 t，占全省粮食产量的 70% 左右。

水稻土分布无地域性，从海拔十几米的湖洼地，到海拔千米左右的山沟谷地均有分布。水稻土也无母质的特定性，在各土属的旱地土壤上均有水稻土的形成，这是水稻土类型上的多样性与性质上的复杂性的原因。水稻土的分布虽然无地域或母质、母土的限制，但受一定的气候条件和水利设施的制约。因此水稻土的分布，无论在类型或面积上地域性的差异是明显的。湖北省有一半以上（52.98%）的水稻土分布在鄂中低丘平原区，水利条件优越，是湖北省的“鱼米之乡”，也是全国的商品粮基地之一。而鄂西广大的山区水田面积仅占 11.69%，山高、水冷、坡陡给水困难等原因限制了水田的开辟。水稻土由于广泛分布，所处的生物气候带不同，一般一年两熟至三熟，鄂东南平原丘陵区以双季稻为主，冬季种油菜、绿肥等，其他地区多种一季中稻或一季晚稻，冬季种小麦、油菜、马铃薯、绿肥等。

水稻土的形成条件和土壤属性的发生和发展，都是在季节性或常年的泡水条件下，由不同的地带性土壤或地域性土壤，经过人为耕作熟化培育而成。其形成过程一方面受交替的氧化还原作用的影响，使剖面发生明显的分异，另一方面在人为的耕作、施肥、灌溉等一系列措施影响下，进行有机质的合成与分解、复盐基和盐基的淋溶、铁和锰的淋溶和淀积、粘粒的聚积和淋失等作用。其淋溶作用涉及溶解作用、还原作用和络合作用，在溶解作用中淋失最多的是 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 等离子。除铁、锰外，钙、镁、钠、钾及二氧化硅淋失水田较旱地土壤有显著的增加^[6,9]。湖北省水稻土 pH5.5—8.3，代换量平均为 16.02cmol (+)/kg，有机质平均为 25.8g/kg，全氮 (N) 平均为 1.50g/kg，全磷平均为 0.5g/kg，速效磷 (P) 平均为 6.3mg/kg。湖北省水稻土各种形态钾的分配情况见表 1-1。

表 1-1 湖北省水稻土不同形态钾的分配^[3]

类 别	样品数	平均值	各级所占 %			
			一级	二级	三级	四级
全钾 (g/kg)	604	14.8	9.4	31.8	50.9	7.9
缓效钾 (mg/kg)	595	522	11.8	21.5	38.1	28.6
速效钾 (mg/kg)	602	96	12.3	26.4	46.5	14.8

注：不同形态钾分级标准，见本章第二节的“土壤钾素形态及转化”，其各形态钾含量均按元素态钾 (K) 表示，下同。

(二) **潮土** 潮土属半水成土纲, 淡半水成土亚纲, 直接发育于河流沉积物及湖积物上, 具体土壤肥力受到不同沉积物母质属性的深刻影响, 是经人为不断耕种熟化而成的一类土壤。湖北省潮土面积 84.43 万 ha (1206.42 万亩), 占全省土壤面积的 4.66%, 其中耕地 76.17 万 ha (1142.55 万亩), 占全省耕地的 19.03%, 是湖北省的重要棉地土壤, 其棉花产量占全省棉花总产量的 80%。湖北省的潮土主要分布于江汉平原和长江、汉水和各支流冲积平原及滨湖地区广阔的低平地带, 荆州地区分布面积最大, 武汉、孝感、襄樊、黄冈、宜昌地区(市)次之, 其他地区也有分布。潮土肥沃, 其分布地区光照充足, 水热条件好, 除植棉外, 盛产粮、油及其他经济作物。

湖北省潮土主要发育于来源不同的 3 种沉积母质, 对土壤钾供应潜力影响很大: 一是长江沉积物, 其土壤粘土矿物以高岭石为主, 并有相当数量的水云母; 二是汉江沉积物, 富含钾矿物, 土壤粘土矿物以水云母为主, 并伴有一定量的高岭石; 三是长江及汉水部分支流的沉积物, 土壤粘土矿物以高岭石为主, 有一定量的水云母和蛭石, 还有少量 1.4nm 过渡矿物。发育于不同特性母质的潮土钾素含量差异较大, 发育于汉水沉积母质的潮土全钾、缓效钾、速效钾贮量或现实的土壤供钾潜力都显著高于发育于长江沉积物的潮土。潮土土层深厚, 肥力水平较高。土壤有机质平均含量为 16.4g/kg, 全氮为 1.05g/kg, 全磷为 0.67g/kg, 速效磷为 6.5mg/kg。由于受不同母质属性的影响, 土壤中各形态钾量变化较大, 潮土类各形态钾的分配情况列于表 1-2。

表 1-2 湖北省潮土类土壤不同形态钾量的分配^[3]

类 别	样品数	平均值	各级所占%			
			一级	二级	三级	四级
全钾 (g/kg)	127	15.6	5.0	57.0	34.2	3.8
缓效钾 (mg/kg)	127	678	23.2	27.3	40.4	9.1
速效钾 (mg/kg)	127	99	12.6	29.1	40.2	18.1

(三) **黄棕壤** 黄棕壤是北亚热带地区的地带性土壤, 属淋溶土纲, 有明显的南北过渡特点。湖北省黄棕壤总面积 598.81 万 ha (8982.03 万亩)(占全省土壤总面积的 28.8%), 其中耕地 873.19 万亩(占全省耕地总面积的 14.54%), 仅次于水稻土和潮土, 是重要的耕作土壤。黄棕壤在湖北省分布最广, 除平原外, 鄂东北亚热带的丘陵山区和中亚热带的中山区都有分布, 其中以郧阳、黄冈宜昌、孝感地区和襄樊市的面积较大, 成土母质(岩)有下蜀黄土、砂页岩、花岗岩、花岗片麻岩、安山岩等。黄棕壤地区属北亚热带湿润季风气候, 由于受东南季风影响较强, 早湿季节明显, 冬春干旱, 雨热同季, 有利于植物生长, 农作物多为一年两熟, 主要作物有小麦、玉米、棉花、油菜、花生、豆类等。

黄棕壤在北亚热带生物气候条件下形成, 土壤粘粒矿物组成以 2:1 型的水云母和 14nm 矿物(主要是蛭石)为主, 其次是高岭石, 有少量 1.4nm 过渡矿物, 土壤呈弱酸至中性反应, pH 为 5—6.8, 土壤盐基饱和度 50%—80%。土壤有机质平均含量 17.3g/kg, 全氮为 0.96g/kg, 全磷为 0.42g/kg, 速效磷为 5.1mg/kg。其土壤供钾潜力受土壤地带性的

制约，有自北向南减小的趋势。黄棕壤各形态钾的分配情况列于表 1-3。

表 1-3 湖北省黄棕壤不同形态钾量的分配^[3]

类 别	样品数	平均值	各级所占 %			
			一级	二级	三级	四级
全钾 (g/kg)	116	13.5	8.6	27.6	40.5	23.3
缓效钾 (mg/kg)	174	542	16.1	17.8	36.8	29.3
速效钾 (mg/kg)	174	114	24.1	27.6	32.2	16.1

(四) 黄褐土 黄褐土属淋溶土纲，是在北亚热带半湿润气候下，由富钙质或富盐基的母质上发育的一类地带性土壤，其淋溶作用和富铝化作用较黄棕壤弱。湖北省黄褐土的总面积为 34.33 万 ha (514.89 万亩) (占全省土壤总面积的 1.99%)，其中耕地 19 万 ha (285.07 万亩)，占全省耕地的 4.75%，是鄂北和鄂西北的当家土壤。湖北省黄褐土主要分布在鄂北岗地和鄂西北河谷盆地的阶地上，成土母质 (岩) 主要是上更新统黄土状沉积物 (Q₃) 和基性岩、红色砂砾岩、武当片岩等残坡积物。农作物一年两熟，以小麦、棉花、玉米、薯类和豆类为主。

在北亚热带半湿润生物气候条件下，因黄褐土淋溶作用和富铝化作用比黄棕壤弱，土壤粘粒矿物组成以水云母、蛭石为主，高岭石较黄棕壤少些，蒙脱石比黄棕壤略多。土壤 pH6.8—7.5，无石灰反应；阳离子代换量平均为 19.15cmol (+)/kg，盐基饱和度 ≥80%，以交换性钙、镁为主，钙饱和度 >50%。土壤有机质含量平均为 13.0g/kg，全氮为 0.75g/kg，全磷为 0.32g/kg，速效磷为 8.3mg/kg。黄褐土全钾、缓效钾、速效钾比较丰富，供钾潜力较大。在目前农业生产水平条件下，作物吸钾量大部分来自缓效钾，钾肥对水稻、小麦的效果不够明显，但对棉花、烟草有显著增产效果。黄褐土各形态钾量的分配列于表 1-4。

表 1-4 湖北省黄褐土类不同形态钾量的分配^[3]

类 别	样品数	平均值	各级所占 %			
			一级	二级	三级	四级
全钾 (g/kg)	18	15.7	8.3	58.3	33.4	0
缓效钾 (mg/kg)	18	787	33.3	27.8	33.3	5.6
速效钾 (mg/kg)	18	149	38.9	55.6	5.5	0

(五) 石灰 (岩) 土 石灰 (岩) 土是一种在碳酸盐风化物上发育的非地带性岩性土壤，属初育土纲，石质初育土亚纲。湖北省的石灰 (岩) 土总面积 130.04 万 ha (1950.67 万亩) (占全省土壤总面积的 7.54%)，其中耕地 14.17 万 ha (212.51 万亩) (占全省耕地总面积的 3.54%)，也是湖北省主要耕作土壤之一，分布广泛，遍及全省 80% 的县 (市)，以鄂西山地 (焦枝铁路以西) 面积最大，鄂东南幕阜山地和鄂中大洪山地次之，鄂东大别山地也有零星分布。土质较粘，含砾石较多。主要农作物有小麦、薯类、玉米、豆类和麻