



中国科学院南京土壤研究所
国际钾肥研究所

钾与中国农业

Potassium in Chinese Agriculture

谢建昌 主 编
周健民 副主编
R.Härdter

钾

K

K

河海大学出版社

中国科学院南京土壤研究所
国际钾肥研究所

钾与中国农业

Potassium in Chinese Agriculture

谢建昌 主 编

周健民
R. Härdter 副主编

河海大学出版社
· 南 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

钾与中国农业/谢建昌主编. —南京:河海大学出版社, 2000. 3

ISBN 7-5630-1499-3

I. 钾… II. 谢… III. 钾肥-使用 IV. S143.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 60103 号

河海大学出版社出版发行

(南京西康路 1 号 邮编:210098)

丹阳市教育印刷厂印刷

江苏省新华书店经销

2000 年 3 月第 1 版

2000 年 3 月第 1 次印刷

开本:850×1168 毫米 1/32 印张:12.5 字数:325 千字

印数:1~2000 册

定价:30.00 元(平装) 35.00 元(精装)

序 言

中国是一个农业大国,也是肥料消费大国,现在无论是化肥的生产量还是消费量都居世界第一。由于中国人多地少,要保障 21 世纪 16 亿人口的粮食安全,提高单位面积产量成为主要途径,这就意味着中国今后的化肥消费量还会进一步增加。

尽管中国的化肥施用量按播种面积计算在世界上仍属中等水平,但由于肥料分配不均,在欠发达地区,施用量很低,而在发达地区施用量很高。肥料的大量投入在维持高产稳产方面发挥了重要作用,但由此也给环境带来了巨大压力。中国肥料的利用率较低,就当季利用率而言,N 为 30%~35%,P 为 10%~25%,K 为 40%~50%。造成肥料利用率低的原因,除了肥料施用分布不均、低浓度肥料比例大及施用技术不当外,氮磷钾肥施用不平衡也是最主要的原因之一。

由于肥料资源的缺乏,钾肥施用不足一直是中国肥料施用不平衡中最突出的因素。长期以来钾肥的投入不足,导致土壤钾素亏缺状况在不断加剧,严重影响了化肥的利用率和农业的可持续发展。随着农业的发展和对环境保护的要求,今后中国对钾肥的需求还会进一步扩大。但人们对钾的认识以及在钾肥的实际应用过程中还存在着一些问题,因此有必要对钾的有关知识多作些介绍和宣传。

土壤钾素和钾肥合理施用的研究在土壤植物营养与施肥领域一直是最有活力的分支之一。有关科研、教学和生产单位相继开展了这方面的研究和推广工作。一些国际组织与有关单位的密切协作也有力地促进了这方面工作的广泛开展。根据已有的科研成果,由中国科学院南京土壤研究所与国际钾肥所(IPI)联合编写了这

本《钾与中国农业》。本书力求较为浅显地系统介绍本分支方面的知识,希望对读者有所裨益,对中国钾肥的推广和合理施用有所帮助。

由于编写和出版的时间较仓促,书中的错误在所难免,请读者批评指正。

编者

二〇〇〇年二月于南京

目 录

第一节 肥料在农业持续发展中的作用	1)
一、肥料使用的进展及其在农业生产中的作用	(1)
二、肥料需求展望	(3)
(一) 未来粮食生产面临的艰巨任务	(3)
(二) 肥料供应和使用上存在的问题	(4)
第二节 钾肥生产、使用和供需前景	(10)
一、世界钾盐生产概况	(10)
(一) 世界钾碱资源	(10)
(二) 世界钾盐的生产和消耗	(11)
(三) 世界钾盐的供需前景	(14)
二、中国钾矿资源	(15)
(一) 固体可溶性钾矿资源	(15)
(二) 盐湖钾矿资源	(15)
(三) 硅酸盐矿物和岩石	(16)
(四) 其它液态钾矿资源	(17)
三、中国钾肥的使用现状和需求前景	(17)
(一) 钾肥使用进展	(17)
(二) 钾肥需求前景	(21)
第三节 植物的钾素营养	(26)
一、植物对钾的需求	(26)
(一) 钾的吸收	(26)
(二) 钾在植物体内的运移	(26)
二、钾的主要生理功能	(29)
(一) 促进酶的活化	(29)
(二) 促进光合作用和光合产物的运输	(30)
(三) 促进蛋白质合成	(31)

(四) 调节水分状况	(34)
三、作物缺钾症状及其诊断	(36)
(一) 缺钾症状	(36)
(二) 缺钾诊断	(37)
第四节 人体的钾素营养	(40)
一、人体含钾量	(40)
二、钾对人体健康的影响	(40)
三、摄食钾的来源	(41)
第五节 土壤含钾矿物	(45)
一、土壤含钾矿物的种类和性质	(45)
二、中国土壤含钾矿物含量和分布	(47)
三、土壤云母含量与供钾潜力	(50)
第六节 土壤钾素形态、转化和有效性	(53)
一、土壤钾素形态	(53)
(一) 土壤溶液钾	(53)
(二) 土壤交换性钾(速效钾)	(54)
(三) 土壤非交换性钾(缓效钾)	(55)
(四) 土壤矿物钾	(56)
二、土壤钾素转化	(56)
(一) 土壤钾的释放	(57)
(二) 土壤钾的固定	(65)
第七节 土壤供钾能力的评定与钾素有效性的影响因素 ..	(72)
一、土壤钾素供给能力的评定	(72)
(一) 用生物试验方法直接了解土壤供钾状况	(73)
(二) 速效钾作为当季供钾能力的指标	(74)
(三) 缓效钾作为评价土壤供钾潜力的指标	(74)
(四) 阳离子交换树脂法提取	(76)
(五) 电超滤法提取	(76)
(六) 土壤供钾能力的 Q/I 热力学指标	(78)

(七) 钾的释放动力学与供钾能力预测	(79)
(八) 土壤养分状况系统研究法的应用	(80)
二、速效钾指标的应用条件	(81)
(一) 速效钾是一个易变动的数值	(83)
(二) 速效钾经作物吸收利用后,短期内会降至某一 “最低值”	(84)
(三) 土壤质地和钾饱和度的影响	(85)
(四) 土壤粘土矿物性质的影响	(88)
(五) 标本处理方法的影响	(89)
(六) 耕层以下土壤供钾的影响	(89)
(七) 不同作物对钾的吸收利用能力和需要量不同	(90)
(八) 土壤缓效性钾的影响	(92)
三、钾素有效性的影响因素	(92)
(一) 土壤粘土矿物类型、含量	(92)
(二) 土壤水分	(93)
(三) 土壤温度	(96)
(四) 干—湿和冻—融交替	(98)
(五) 土壤 pH 和施用石灰	(99)
(六) 氮磷肥料	(100)
(七) 植物吸收率	(102)
第八节 中国土壤的钾素含量、分布与供钾潜力	(105)
一、土壤钾素含量的概况	(105)
二、不同地区土壤的钾素含量	(107)
(一) 硅红壤和赤红壤地区	(107)
(二) 红黄壤地区	(110)
(三) 紫色土地地区	(111)
(四) 长江中下游冲积和湖积区	(111)
(五) 长江中下游黄棕壤地区	(112)
(六) 华北平原地区	(113)

(七) 东北黑土地地区	(113)
(八) 西北黄土地区	(114)
(九) 漠境地区	(115)
三、土壤供钾潜力	(115)
四、土壤钾素含量的影响因素	(121)
(一) 成土母质	(121)
(二) 气候条件和成土过程	(122)
(三) 土壤质地	(124)
(四) 土壤利用和施肥	(125)
第九节 农田钾素的循环与平衡	(126)
一、钾的循环	(126)
二、水循环对农田钾素平衡的影响	(128)
(一) 降雨	(128)
(二) 灌溉水	(130)
(三) 渗漏水	(134)
(四) 径流与侵蚀	(138)
(五) 水循环中钾素平衡状况	(139)
三、农田钾素平衡状况	(142)
(一) 不同地区农田钾素收支平衡状况	(142)
(二) 不同措施对钾素平衡的影响	(148)
第十节 农田土壤钾素肥力的发展趋势	(156)
一、钾的平衡状况对土壤钾素肥力的影响	(156)
二、农田土壤缺钾程度的变化趋势	(164)
第十一节 钾肥的效应	(168)
一、钾肥肥效的演变	(168)
二、北方地区的施钾效应	(170)
三、钾肥的利用率	(179)
(一) 钾肥的当季利用率和残效	(179)
(二) 长期定位试验中钾肥的利用率	(182)

第十二节 钾与作物产品品质	(185)
一、钾对产品品质的影响	(186)
(一) 外观	(186)
(二) 感觉特性	(188)
(三) 营养成分	(191)
(四) 加工利用特性	(192)
(五) 耐贮存性	(193)
二、钾影响产品品质的生理基础	(196)
三、钾肥品种、钾肥用量与作物品质	(199)
第十三节 钾与作物抗逆性	(203)
一、增强抗病虫害的能力	(203)
(一) 钾能增强抗各种病虫害的效应	(203)
(二) 钾增强抗病虫害作用的机理	(207)
二、增强抗不良土壤环境的能力	(209)
三、增强抗旱能力	(212)
四、增强抗高低温能力	(216)
五、增强抗倒伏的能力	(219)
第十四节 钾与其他养分的相互作用	(221)
一、钾与氮	(222)
二、钾与磷	(226)
三、钾与钙	(227)
四、钾与镁	(228)
五、钾与钠	(231)
六、钾与硼	(234)
七、钾与锌	(235)
第十五节 有机肥中钾的农业管理	(237)
一、有机肥中钾资源概况	(237)
二、有机肥中钾占农田投入钾量的比例	(239)
三、秸秆的合理施用	(242)

(一) 直接还田	(244)
(二) 过腹还田	(245)
第十六节 不同钾肥品种的性质及其施用	(247)
一、氯化钾	(247)
二、硫酸钾	(249)
三、硝酸钾	(251)
四、磷酸二氢钾	(252)
五、硫酸钾镁	(253)
第十七节 不同作物的钾素营养	(255)
一、反映作物钾素营养特性的几个方面	(255)
(一) 作物的需钾量	(255)
(二) 吸钾特性	(258)
(三) 钾素养分临界水平	(260)
二、不同作物的需钾特性	(261)
(一) 禾谷类作物(水稻、小麦、玉米)	(261)
(二) 棉花	(272)
(三) 油菜	(278)
(四) 豆类作物	(281)
(五) 块茎、块根作物	(285)
(六) 蔬菜	(288)
(七) 甘蔗	(293)
(八) 烤烟	(296)
(九) 果树作物	(300)
(十) 香蕉	(306)
(十一) 茶树	(311)
第十八节 钾肥的合理分配和有效施用	(315)
一、钾肥的合理分配	(315)
(一) 南方地区仍是钾肥分配的重点	(315)
(二) 对高产田、吨粮田要加大钾肥的投入	(316)

(三) 经济作物增施钾肥可获较大的效益	(318)
(四) 充分发挥钾在增强作物抗逆力,保证作物稳产 中的重要作用	(318)
二、钾肥的有效施用	(318)
(一) 土壤的供钾能力	(318)
(二) 作物需钾特性	(319)
(三) 钾与其他养分的配合施用	(322)
(四) 耕作轮作制度	(326)
(五) 气候与土壤环境条件	(329)
(六) 施用技术	(329)
英文摘要	(331)
参考文献	(360)

Contents

1. The role of fertilizers in the sustainable agricultural development of China
 - (1) Evolution of fertilizer use and its role in agricultural production
 - (2) Prediction of fertilizer demands
 - (a) Future grain production facing an arduous task
 - (b) Problems with fertilizer supply and use
2. Potassium production, its use and supply-demand prospects
 - (1) Outline of potassium production in the world
 - (a) World's resources of potassium
 - (b) World's production and consumption of potassium
 - (c) World's supply-demand prospects for potassium
 - (2) Potassium ore resources of China
 - (a) Resources of solid soluble potassium ore deposits
 - (b) Potassium ore deposit resources from salt lakes
 - (c) Silicate minerals and rocks
 - (d) Liquid potassium resources
 - (3) Current situation and demands of potassium fertilizer in China
 - (a) Progress in potassium fertilizer use
 - (b) Prospects for potassium fertilizer demands
3. Potassium nutrition of plants
 - (1) Plant's requirements for potassium
 - (a) Potassium uptake

- (b) Movement of potassium within the plant
- (2) Physiological functions of potassium
 - (a) Stimulating enzyme activity
 - (b) Promoting photosynthesis and photosynthate transport
 - (c) Enhancing protein synthesis
 - (d) Regulating moisture regime
- (3) Potassium deficiency symptoms in crops and their diagnosis
 - (a) Symptoms of potassium deficiency
 - (b) Diagnosis of potassium deficiency
- 4. Potassium in human nutrition
 - (1) Potassium content in human body
 - (2) Effect of potassium on human health
 - (3) Source of potassium in food
- 5. Potassium-containing minerals in soils
 - (1) Type and property of potassium-containing minerals in soils
 - (2) Content and distribution of potassium-containing minerals in soils of China
 - (3) Soil mica content and potassium-supplying potential
- 6. Form, transformation and availability of soil potassium
 - (1) Form of soil potassium
 - (a) Potassium in soil solution
 - (b) Exchangeable potassium (available potassium) in soils
 - (c) Non-exchangeable potassium (slowly available potassium) in soils
 - (d) Potassium in soil minerals
 - (2) Transformation of soil potassium
 - (a) Release of soil potassium
 - (b) Fixation of soil potassium
- 7. Evaluation of potassium-supplying capacity in soils and factors

affecting potassium availability

(1) Evaluation of potassium-supplying capacity in soils

- (a) Directly ascertaining the potassium-supplying status in a soil by using the biological test method
- (b) Data of available potassium as an index of potassium-supplying capacity for the first cropping
- (c) Data of slowly available potassium as an index of potassium-supplying potential in soil
- (d) Extraction by cation exchange resin method
- (e) Extraction by EUF
- (f) The Q/I index for the potassium-supplying capacity of soils
- (g) Kinetics of potassium release and prediction of the potassium-supplying capacity
- (h) Application of the systematic research approach to soil nutrient status

(2) Conditions for applying the available potassium index

- (a) Variable value of available potassium
- (b) A "minimum value" of available potassium after plant absorption
- (c) Effect of soil texture and the degree of potassium saturation
- (d) Influence of the soil clay mineral composition
- (e) Influence of sample-handling methods
- (f) Influence of potassium supply in soils below the ploughed layer
- (g) Variation of indices for different crops
- (h) Influence of slowly available potassium

(3) Contribution factors of potassium availability

- (a) Type and content of soil clay minerals

- (b) Soil moisture
 - (c) Soil temperature
 - (d) Alternation of dryness and wetness as well as frost and thawing
 - (e) Soil pH and lime application
 - (f) Nitrogen and phosphate fertilizers
 - (g) Absorption efficiency by plants
8. Potassium content and the potassium-supplying potential of soils in China
- (1) General information on potassium content of soils in China
 - (2) Potassium content in soils of different areas
 - (3) Potassium-supplying potential in soils
 - (4) Factors contributing to soil potassium content
9. Cycling and balance of potassium in farmlands
- (1) Cycling of potassium
 - (2) Effect of water circulation on potassium balance in farmland
 - (a) Rain water
 - (b) Irrigation water
 - (c) Percolating water
 - (d) Runoff and erosion
 - (3) Potassium balance in farmland
 - (a) Balance between potassium gains and removal in farmlands of different areas
 - (b) Effect of different management practices on potassium balance
10. Developmental trend of potassium nutrient fertility in farmlands
- (1) Effect of potassium balance on soil potassium fertility
 - (2) A changing trend of potassium deficiency in farmlands
11. Response to potash fertilizer

- (1) Evolution of potash fertilizer effectiveness
- (2) Response to potassium application in northern China
- (3) Potassium fertilizer use efficiency
 - (a) Potash fertilizer use efficiency in the first season and its residual effect
 - (b) Potash fertilizer use efficiency in long term stationary experiments

12. Potassium and crop quality

- (1) Effect of potassium on crop quality
 - (a) Outward appearance of products
 - (b) Taste property
 - (c) Nutritional value
 - (d) Processing and utilization property
 - (e) Keeping quality
- (2) Physiological background on potassium and product quality
- (3) Type and application rate of potash fertilizer and quality of crops

13. Potassium and plants' resistance to stress

- (1) Potassium increasing plants' resistance to pests and diseases
 - (a) Effect of potassium on reducing plants' susceptibility to pests and diseases
 - (b) Mechanism of potassium reducing susceptibility to pests and diseases
- (2) Potassium increasing the ability of plants to withstand adverse soil conditions
- (3) Potassium increasing plants' drought resistance
- (4) Potassium improving plants' tolerance to extremely high or low temperatures
- (5) Potassium increasing plants' resistance to lodging