

植物氯素营养与含氯化肥科学施用

毛知耘, 周则芳, 石孝均, 刘洪斌

(西南农业大学资源环境学院农化研究室 重庆 400716)

[摘要] 文章主要概述了植物的氯素营养及科学施用含氯化肥三准则。

[关键词] 植物氯营养; 耐氯力类型; 含氯化肥

氯是植物必需的微量营养元素, 少则有益, 多了有害。由于土壤、水和空气中氯的广泛存在, 一般大田作物极少出现缺氯症状。多年来有关文献和农业化学中一致认为忌氯作物——薯类、豆类、烤烟、葡萄、果树等不能施用含氯化肥(主要是指KCl、NH₄Cl及含氯复混肥料)。

我国含氯化肥研究主要是随着联碱工业发展而开展的。20世纪70年代后期, 氯离子是否危害作物生长成为联碱工业能否发展的争论焦点。所以植物氯素营养和含氯化肥科学施用研究是发展工农业生产迫切需要解决的重大难题。1980~1985年西南农业大学土壤农化系与自贡鸿鹤化工总厂合作开展了氯化铵科学施用技术研究; 1988年又组成含氯化肥科学施肥和机理研究国家重点课题协作组, 全国17个科研院所、大学参加, 历时8年于1995完成, 取得了突出成果。

文章主要概述近20年来我国植物氯素营养研究及含氯化肥生产应用。

1 植物氯素营养研究

植物体内含氯量高、变异性大。据毛知耘等研究, 在不施用含氯化肥的情况下, 我国主要农作物营养生长期含氯量变动在0.4%~1.3%之间, 成熟期茎叶含氯变动在0.1%~1.0%; 籽粒等贮藏器官含氯量在0.03%~0.5%之间。而在施氯的情

况下, 茎叶含氯成倍增加, 某些作物茎叶含氯可达10%以上。由此可见, 同一作物生育前期尤其是苗期含氯量高于成熟期, 茎叶含氯量大大高于籽粒。氯在植物体内的分布主要集中在营养器官中, 籽粒含氯量低, 且受环境中氯浓度影响小^[1]。

由于氯的活性强、变异大, 要对作物耐氯力进行定量化测定和分类是相当困难的。然而, 如果不准确区分作物耐氯力类型, 则难于指导含氯化肥科学施用。为此, 20世纪80年代中期至90年代初, 按照毛知耘提出的耐氯临界值测定方法, 采用不同氯水平对30多种作物耐氯力进行了系统试验研究。根据试验结果, 按以下三项原则确定耐氯临界值、毒害浓度和划分作物耐氯力类型^[2-6]。

1) 按等产、等质原则确定作物耐氯临界值。根据不同施氯水平试验结果, 采用直观分析与一元二次回归方程统计分析相结合的方法, 确定氯对作物产量品质的影响。在作物耐氯临界值范围内, 对作物主要品质没有产生明显影响, 即为等质。然后根据不同氯水平对作物产量品质影响, 按等产、等质原则对各种作物耐氯力进行排序分类。

2) 氯对作物毒害浓度的确定。由于作物氯的奢侈吸收阶段相当宽, 氯对作物的毒害浓度范围较大, 以相当于对照产量的90%~80%的施氯浓度为轻度中毒浓度; 相当于对照产量的50%为严重中毒浓度。

3) 作物耐氯力类型划分。根据耐氯临界值划分, 强耐氯作物, 耐氯临界值 $> 600 \text{ mg/kg}$ 的作物, 有甜菜、菠菜、谷子、红麻、萝卜、菊花、水稻、高粱、棉花、油菜、黄瓜、大麦等; 中等耐氯作物, 耐氯临界值 $300 \sim 600 \text{ mg/kg}$ 的作物。中等偏上耐氯力作物, 即耐氯临界值为 $450 \sim 600 \text{ mg/kg}$ 的作物, 有小麦、玉米、番茄、茄子、大豆、蚕豆、豌豆、甘蓝等。中等偏下耐氯力作物, 即耐氯临界值为 $300 \sim 450 \text{ mg/kg}$ 的作物, 有亚麻、甘蔗、花椰菜、花生、芹菜、辣椒、大白菜、小油菜、草莓等; 弱耐氯作物, 耐氯临界值 $150 \sim 300 \text{ mg/kg}$ 的作物, 有马铃薯、甘薯、苋菜、莴苣、烤烟等。

根据作物的耐氯临界值和毒害值, 准确划分了作物耐氯力类型。这就更新了植物氯素营养概念, 提供了合理施用含氯化肥的理论依据。

2 植物的土壤氯容量

土壤中含氯量高低也是合理施用含氯化肥的基本前提。为了定量化、模式化指导含氯化肥施用, 必须测算含氯化肥带入土壤中的氯量。以每 hm^2 每季作物施入 180、135、90 kg 为高、中、低 N 水平, 即施入 HN_4Cl 720、540、360 kg 为高、中、低量水平, 则每 hm^2 带入氯量为 480、360、240 kg, 相当于土壤表层含氯量增加 210、155、105 mg/kg 。以每 hm^2 施入 K (代表 K_2O , 下同) 180、135、90 kg 为高、中、低 K 水平, 即每 hm^2 施入 KCl 300、225、150 kg 为高、中、低量水平, 则每 hm^2 带入氯量分别为 144、108、72 kg, 相当于土壤表层含氯量分别增加 64、48、32 mg/kg 。

根据多年研究结果, 提出了植物的土壤氯容量概念, 即以植物的耐氯临界值减去土壤含氯量之差值作为植物的土壤氯容量。显然, 在某一地区, 某种作物的氯容量越大, 则施用含氯化肥的可能性和用量越大, 效果越好; 反之亦然。

综上所述, 不同作物类型、不同土壤区域、施用不同含氯化肥, 概括起来可分为以下三种基本类型。

I型: 中、低含氯量土壤 ($50 \sim 150 \text{ mg/kg}$), 绝大多数作物都可以按照作物氮、钾需要施用 NH_4Cl 、 KCl 肥; 只有耐氯力很弱的莴苣、烤烟等不宜施用 NH_4Cl , 但可适量施用 KCl 。

II型: 高含氯量土壤 ($200 \sim 300 \text{ mg/kg}$), 多

数作物可以施用 NH_4Cl 、 KCl ; 耐氯力弱的作物不宜施用含氯化肥。

III型: 含氯量特别高的土壤 ($400 \sim 600 \text{ mg/kg}$), 多数作物不宜施用含氯化肥; 只有耐氯力特别强的作物 (甜菜、菠菜、谷子等) 可以施用 NH_4Cl 、 KCl ; 耐氯力强的作物可以适量施用 KCl 。

应当着重指出, 根据作物的土壤氯容量选择含氯化肥种类和品种, 也是非常重要的。在土壤含氯量 $< 50 \text{ mg/kg}$ 地区, 氯容量 $> 100 \text{ mg/kg}$ 的作物都可以按作物钾素营养需要施用 KCl 。如烤烟、薯类、果树等耐氯力弱的作物都可以按其需钾量施用 KCl ^[4,5,7]。

3 氯在土壤中移动积累特点及其对土性的影响

由于土壤胶体带负电荷为主, 含氯化肥带入土壤中的氯 (Cl^-), 一般随水移动, 土壤中残留的氯很少。有人提出如果每年随含氯化肥带入土壤中的氯有 5% 残留在土壤中, 则 20 年之后就不能再施用含氯化肥了。这就增加了人们对持续使用含氯化肥会对作物的产量品质、土壤肥力产生不良影响的疑虑。在紫色土上含氯化肥 15 年的长期定位试验中已经明确, 连续施用含氯化肥 30 季, 没有影响稻、麦产量品质; 也没有明显影响土壤 pH、含钙量等土壤性质。15 年平均氯在土壤中残留量为 4%~6%, 变动在 2%~18% 之间, 随各年降雨量多少而定。雨水多的年份, 氯在土壤中的残留量少; 干旱年份氯在土壤中残留量稍多。但在非盐渍化地区, 就某种土壤类型来看, 含氯化肥带入土壤中的氯大部分 (90% 以上) 随水移失, 氯在土壤中残留量少, 就多年平均来看是一个常数, 而不是累加效应^[1,4]。这就为持续使用含氯化肥提供了依据。

4 结语

综上所述, 作物耐氯力强弱类型的界定, 作物土壤氯容量的精确测算, 氯在土壤中的残留积累常数等项成果, 是科学施用含氯化肥的理论和实践依据。同时推动了含氯化肥的持续施用和联碱工业持续发展。氯化铵年产由 1979 年的 51.6 万 t 增加到 1998 年的 268.6 万 t, 增加了 4.2 倍。据中国纯碱协会资料, 采用联碱法每生产一吨纯碱 (联产一吨氯化铵) 比氨碱法增收 120 元计算, 20 年累计增

产氯化铵 1273.6 万 t, 缩值后联碱厂累计增收 10.70 亿元。如果采用氨碱法, 每生产 1 吨纯碱则有 300kg 废渣和 10m³ 废液排放; 而联碱法不仅原盐利用率高, 而且很少废渣废液排放, 实为“绿色化肥工程”, 有良好的社会生态效益^[4,7]。在农业上仅 1987~1995 年累计示范推广氯化铵 55.16 万 t, 示范面积 144.4 万 hm², 各种作物平均每公顷增收 973.5 元, 缩值后总收益达 9.848 亿元。同时也增加了我国化学氮肥品种, 为农业增收提供了更多的物质基础。

参考文献

- [1] 毛知耘. 肥料学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997
- [2] 周则芳. 紫色土区作物耐氯临界值类型研究[J]. 西南农业大学学报, 1990, (6): 184~201
- [3] 周则芳. 植物—土壤氯浓度临界值的研究——(一)水稻耐氯临界值研究[J]. 纯碱工业, 1988, (5): 621~626
- [4] 毛知耘, 石孝均. 作物耐氯力类型研究[A]. 现代农业中的植物营养与施肥——'94 全国植物营养与肥料学术年会论文选集[C]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 223~225
- [5] 王德清, 郭鹏程. 氯对作物毒害作用的研究[J]. 土壤通报, 1990, (6): 258~261
- [6] 金安世, 郭鹏程. 作物耐氯临界值研究[J]. 土壤通报, 1992, (5): 257~259
- [7] 高艳敏. 果树施用氯化钾的效应[J]. 北方果树, 1995, (3): 6~8

Chlorine Nutrition of Plant and Application of Chlorine-containing Fertilizers

Mao Zhiyun Zhou Zefang Shi Xiaojun Liu Hongbin

(Laboratory of Agrochemistry, College of Resources and Environment, Southwest Agricultural University, Chongqing China 400716)

[Abstract] Chlorine is an essential element of plant nutrition. Based on twenty thorough and systematic studies on chlorine nutrition of plant and chlorine-containing fertilizers three new theoretical ideas are proposed.

(1)“Chlorine tolerance” and “critical value of chlorine tolerance of crop”. Plant chlorine tolerance can be divided into three types: (A) Crops of strong chlorine tolerance. It means under the condition of chlorine content of soil > 600 mg/kg, the crops can grow normally. (e. g. beet cotton, rice, cucumber, etc.) (B) Crops of medium chlorine tolerance. The critical chlorine tolerance values are 300~600 mg/kg. (e. g. wheat, maize, tomato, eggplant, soybean, etc.) (C) Crops of weak chlorine tolerance: The crops critical chlorine tolerance values are 150~300 mg/kg. (e. g. potato, sweet potato, tobaccos, grape, apple, etc.)

(2) Chlorine allowance of soil. It is the difference between the critical value of chlorine tolerance of plant and chlorine-content of soil. This term implies that the higher the chlorine allowance of soil, the much chlorine-contained fertilizer can be applied to the soil.

(3) The residual chlorine content in soil is nearly a constant. Accumulation effect of residual chlorine content not exists in the soil.

These ideas will be beneficial to the application of Chlorine-contained fertilizers and the development of the “United-soda” Process.

[Keywords] Types of chlorine tolerance of crops; chlorine allowance of Soil; Prospect of chlorine-containing chemical fertilizers