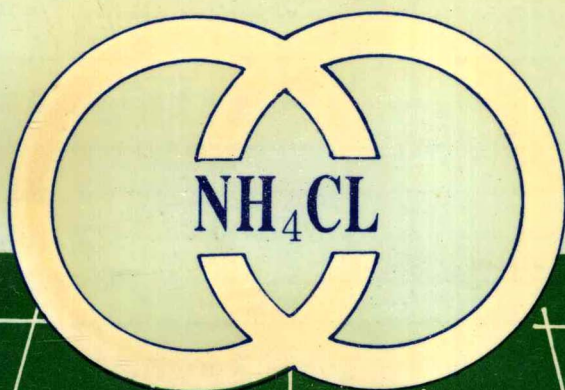


# 含氯化肥论文专辑



湖北省含氯化肥研究与应用协作组

## 化学工业部化肥司副司长傅孟嘉的题词：

湖北省化工厂与本省农业技术推广、科研单位，大专院校，农资供销部门联合开展的含氟化肥研究，经八年多的协力攻关，已取得丰硕成果，此论文集便是明证，特向你们表示祝贺。

搞好氟化钾的科学合理施用，促进农业的发展，保证长期稳定地占领市场，对我国联碱工业的发展是生死攸关的大事，对湖北省的农业发展也有重要作用，是一项造福于人类的事业；望你们在前进的道路上居安思危，继续合作，重点搞好合理施用技术研究推广，为继续保持我国含氟化肥的研究在世界的领先地位、为世界化肥界再作新贡献。

傅孟嘉

1993年5月24日

參加氣化銨施肥試驗推廣  
應用研究的專家學者工作人員  
付出的辛勤勞動為發展聯碱工  
業化肥工業立下了丰功偉蹟

賀論文集出版

黃法成

乙亥正月

含氮化肥的科学  
施肥和机理研究，  
为科技兴农、科技兴  
化做出了新贡献。

胡季健

1993年4月1日

〈湖北省化工总工程局〉

# 目 录

题词 .....	0
序言 .....	(1)
从湖北省氯化铵施用看氯化铵在我国北亚热带的发展前景 .....	毛勇凯(3)
我省氯化铵研究与应用的回顾及发展前景 .....	祝其胜 余木山(8)
氯化铵合理施用试验示范推广总结 .....	万元汉(13)
农资系统推广氯化铵的成效及其措施 .....	(17)
施用氯化铵有效条件的分析 .....	尹名济 叶坤合 刘长寿 孙晶晶(19)
中稻施用氯化铵技术及其肥效的研究 .....	周恩范 潘幸福 朱德才 陈红 茹家明(25)
中稻施用氯化铵的肥效试验 .....	(30)
稻田两季连续使用氯化铵的效应 .....	(32)
不同的氮肥品种配合施用于早稻效益总结 .....	(35)
氯化铵不同用量对早稻产量的影响 .....	(37)
早杂施用氯化铵试验总结 .....	(41)
晚杂施用氯化铵尿素比较试验 .....	(43)
含氯化肥早稻田肥效试验 .....	(46)
一季晚稻施用氯化铵不同用量及灌水深度试验 .....	肖海涛 张谧 李炳田(48)
水稻施用氯化铵效果及方法 .....	江克家 张忠星(51)
水稻施用氯化铵不同方法试验 .....	(55)
不同土性稻田氯化铵用量、用法试验 .....	(57)
水稻施用氯化铵对土壤及产量的影响 .....	王洪清(61)
水稻施用氯化铵技术 .....	王记安 费其廉(63)
不同土壤水稻小麦耐氯浓度临界值的试验研究 .....	祝其胜 余木山(67)
小麦施用氯化铵技术及其肥效的研究 .....	潘幸福 周恩范 刘代金 王春红 张俊娟(74)
小麦施用氯化铵不同用量与对比试验 .....	(77)
小麦不同氮肥品种的配合施用试验 .....	(78)
氯化铵不同施用方法对小麦的效果 .....	(81)
含氯化肥对小麦生长发育和产量的影响 .....	(82)
含氯化肥不同用量对小麦和玉米的增产效果 .....	(84)
小麦植株营养平衡状态与氯化铵效应 .....	刘长寿 尹名济(86)
氯化铵在玉米上的应用与研究 .....	(93)
玉米施用氯化铵的肥效和施用技术 .....	朱太顺(96)
紧凑型玉米氯化铵施用不同深度试验 .....	(100)
玉米不同时期追施氯化铵的效果 .....	(102)
棉花含氯化肥定位试验 .....	熊汉锋 黄开意 吴友安(104)
棉花施用氯化铵的肥效与施用技术的研究 .....	周恩范 潘幸福 茹家明(109)
江汉平原潮土棉花施用氯化铵的效果和技术研究 .....	(113)
棉花施用氯化铵的效果与技术 .....	(117)

油菜棉花合理施用氯化铵试验总结.....	许秋元 秦慧明 宴秋章	(120)
棉花不同氮肥品种配合追施试验.....		(123)
棉花施用氯化铵试验小结.....		(125)
油菜施用含氮氮肥增产效果及施用技术.....	肖海涛 夏金根	(128)
苕麻施用含氮化肥肥效试验.....		(133)
苕麻施用氯化铵不同用量试验.....	邱伟珠	(135)
五年施用含氮化肥对桔园土壤及柑桔生育产量和品质影响.....	叶坤合 尹名济 孙晶晶	(138)
甘蔗施用氯化铵肥效试验.....		(145)
花生施用氯化铵试验.....		(147)
红薯施用含氮氯化铵肥试验.....	袁学明 茆萍 潘耀红 付浩成 贾维锋	(148)
黄瓜施用不同氮肥品种试验.....	肖海涛 高立	(150)
白萝卜施用不同氮肥品种试验.....		(152)
含氮化肥在蕃茄上的应用试验.....	肖海涛 高立 喻富清	(154)
大蒜施用氯化铵不同用量试验.....		(157)
一九九〇年推广使用氯化铵养鱼技术总结.....	刘重阳	(159)
氯化铵养鱼不同氮磷比的肥效试验.....		(162)
土壤氮的含量、分布及不同含氮灌溉水对作物的影响.....	尹名济、孙晶晶、刘长寿、叶坤合	(166)
湖北省主要土壤含氮背景值及含氮化肥的使用.....	祝其胜 余木山	(173)
苜蓿对氮胁迫的反应.....	胡一凡 尹名济 孙晶晶 胡承孝	(175)
红壤的吸氮特性及其对土壤酸度的影响.....	孙晶晶 尹名济 叶圳谷 胡一凡	(179)
氯化铵肥经济有效安全施用技术操作规程.....		(185)

# 序 言

《湖北省氯化铵研究与应用文集》是协作组(湖北省化工厂、湖北省农牧业厅土肥站、华中农业大学土化系、湖北省农科院土肥所、湖北省农业生产资料总公司)承担国家科委化工部下发的“含氯化肥科学施肥与机理的研究”课题任务,组织三十几个地、市、县的土肥站,及农业生产资料公司,将八年(1985—1992年)研究、示范成果选编成集。文集肯定了氯化铵在我省主要土壤、主要作物上的肥效,对氯化铵的农业化学特性,氯根的土壤、植物营养特性作了较为深入的阐述,对氯化铵合理(有效、经济、安全)施用原则有了比较深刻的认识,并为主要作物(稻、麦、棉、油、麻、玉米)提出规范化施用技术规程。期望这本文集对我省及全国联碱工业的发展和布局,为“两高一优”农业增添一砖一瓦,是我们共同的心愿。

值此,向为支持、鼓励本项工作的有关部门的各级领导向参与该项工作的全体同志致以衷心的感谢由于篇幅有限,仅从数百篇论文中选择有代表性的论文 56 篇,难免有挂一漏万之处,敬请协作单位同仁谅解。另外,限于工作条件。思想认识、业务水平,深感对含氯化肥的研究深度,对在示范、推广中出现的新情况、新问题尚来不及研究解决。文集仅抛砖引玉,切望同行批评指正。

湖北省含氯化肥研究与应用协作组

1995年2月

献给参加氯化铵试验、示范工作的专家、学者、农民朋  
领导同志。

· 兴农志 ·

一

神农垦植为人先，  
万丛荆棘化桑田；  
刀耕火种成过去，  
科技兴农谱新篇。

二

五位一体同试验，  
齐心支农喜空前；  
含氯化肥施用处，  
粮棉丰收果满园。

三

示范推广负双肩，  
八年协作非等闲；  
一纸长文千滴汗，  
老骥奋蹄甬扬鞭。

四

农业基础力无边，  
“两高一优”靠科研。  
振臂开创小康道！  
立志放眼海外天。

张志炎

（湖北省化工厂）

1993 新春于应城



# 从湖北省氯化铵施用 看氯化铵在我国北亚热地带的发展前景

毛勇凯

(湖北省化工厂)

**内容摘要:**本文通过分析湖北省近几年开展氯化铵试验研究、示范推广工作的进展及取得的成效,结合长江中游北亚热地带的土壤气候、作物类型,从宏观和微观上论述了氯化铵在该地带的施用现状和前景,重点剖析了氯离子的特性能及对作物、土壤的作用,指出“扬长避短”是正确施用氯化铵的基本对策。明确提出,只要坚持社会主义市场经济,不断提高产品质量,加强有关部门协作,健全农化服务体系,合理布局销售区域,在我国北亚热地带地区施用氯化铵是有广阔前景的。

氯化铵的大工业生产,是在 40 年代初,中国、日本、印度等国为提高制碱的原盐利用率而开发了联合制碱法之后才开始的,我国大规模生产氯化铵还是近些年的事。随着制碱工业的发展,特别是内陆地区一大批小联碱厂的兴建及四大联碱厂的扩建改造,氯化铵的年产量近几年已大增,1992 年全国氯化铵产量已达 164 万吨,加之,我国每年生产、进口的钾肥有 170 万吨,合计每年施入土壤的氯达 230 万吨以上。含氯化肥在农业上的广泛应用,将使大量氯离子参与土壤—植物体系中循环,也必然会进入人类的食物链,若不能给以应有的重视,采取有效的对策,长期大量施用,则有可能产生较严重的后果。

可喜的是,近几年来,二十几个大小联碱厂,许多厂家都会同农科部门开展了氯化铵的试验、示范工作,并取得了初步成效,化工部也专门召开了氯化铵对策会,国家科委自 1988 年起,又将含氯化肥研究列为重点科技攻关项目,组织全国七个大区的工业、农业方面的专家联合攻关,这就为氯化铵的发展打下了较扎实的基础。

## 一、对氯化铵氮肥的基本评估

氯化铵氮肥的肥效,国内外均有不少专题论述和报导,日本、印度、原苏联等国都曾有过专门的研究,因我国生产的氯化铵,在全国化肥品种比例上还占不到 1%,农科部门研究不多,农民极少使用,不熟悉和没掌握氯化铵的性能及施用技术,曾出现过一些不良后果,农民曾一度不敢、不愿使用氯化铵,其实际肥效,又因各地的自然条件、供试作物、土壤理化性状、配施方法不同而各异,故在对氯化铵肥效的评价上褒贬不一,但以下两点是大家公认的:

(一)氯化铵作为一种含氯氮肥与其他氮肥一样,对大多数作物有增产作用,如日本 1957—1964 年在全国和东南亚各国对水稻、小麦、棉花、玉米等作物共进行了 1137 次试验,结果表明氯化铵肥效优于等氮量的硫酸铵,印度 1955—1963 年在全国 6 个邦对小麦进行了 279 次试验,证明氯化铵对小麦的肥效比等氮量的硫酸铵增产;我国 1958 年全国化肥试验网对氯化铵开展的试验研究证实氯化铵对水稻的肥效,比对照(不施氮肥)增产 22.6%;近几年四川、辽宁、湖北及各地开展的氯化

铵试验、示范也同样证明：氯化铵对水稻、小麦、玉米等谷类作物的肥效与等氮量的尿素相当，高于碳铵，水稻施用氯化铵还优于尿素；对棉花、油菜等作物的肥效，氯化铵并不亚于尿素；在蔬菜方面，与尿素比，对大白菜、菜花、黄瓜、西红柿、青萝卜、青椒等、增产效果也相当。

(二)氯化铵中的氯根是伴随作物大量需求的氮进入作物和土壤中去，氯化铵中的氯根较之碳酸氢铵的重碳酸根( $\text{HCO}_3^-$ )或由尿素水解后形成为碳酸铵中的 $\text{CO}_3^{2-}$ ，在性质上有区别。 $\text{HCO}_3^-$ 和 $\text{CO}_3^{2-}$ 最后分解为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ，不残留于土壤，作物吸收后尚未发现有不良影响，而 $\text{Cl}^-$ 则会在土壤中残留，并进入植物体内。 $\text{Cl}^-$ 存在的利弊，将因作物、土壤、施用量、配施方法、自然条件的不同而各异。氯根之长，公认的有：氯是作物必需的16种元素之一；氯根对土壤硝化细菌有抑制作用，能延缓 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 向 $\text{NO}_3^+-\text{N}$ 的转化，能以较多量的 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 保持在土壤胶体上，不易随雨水或灌水流失，表现出肥效长，后劲大；还有，近年来加拿大、菲律宾等国的专家认为，氯对热带作物油棕榈、椰子等，不仅是必需营养元素，而且是喜氯作物，日本氯化铵肥料协会公布的资料中指出：“MR·门多撤等研究表明，若以每株椰树的椰干产率为考核值，那么得到椰干产量与氯根浓度成正比的线性曲线，经过两年考查，每株椰树最高产率可达38.17公斤，比没有吸收氯根的土地增产68%。”沿海盐化土壤上油棕榈、椰子等长势很好，也是明证。氯根之短，公认的有：因 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 为生理酸性肥料，不加处理施于酸性土壤，特别是旱地，会酸化土壤，破坏土壤结构，过量氯根会抑制作物生长，减少或延缓植物分孽或分枝，受害叶形变小，变形、黄化，有些作物属于对氯敏感作物，施用不当，会造成严重减产，甚至绝收。因此，应趋利避害，扬长避短。

## 二、近几年湖北省氯化铵施用的初步成效

自1985年5月起，我厂与湖北省农牧业厅、华中农业大学、湖北省农科院4家组成协作组，联合开展了氯化铵的试验研究、示范推广工作(后湖北省农资公司也参加协作组)。近八年来，先后进行试验研究的作物有：水稻、棉花、小麦、油菜、玉米、大麦、苕麻、大豆、蚕豆、豌豆、芝麻、紫云英、黑麦草、柑橘、葡萄、茶叶、小白菜、大白菜、萝卜、葱、茼蒿、红菜苔、花椰菜、甘蔗等25种，另加养鱼试验。对水稻主要品种类型(早籼、中籼、晚粳、杂交稻)及种植方法(插秧、直播、育秧)及不同施用氯化铵方法(基施、追施、用量、用期、配比)进行了初步的系统研究。试验示范的重点是研究北亚热带主要作物水稻、小麦、棉花、油菜、玉米(这几种作物的种植面积占湖北省全年复种总面积11032.28万亩的73.5%，达8145.19万亩)，主要土壤黄棕壤(北亚热带黄棕壤地区，包括湖北、皖南、赣北、江苏约2亿亩复种面积)上氯化铵的性能、肥效及合理施用技术。

从试验、示范看，氯化铵的肥效是显著的，对大多数作物都取得了较好的经济效益。

氯化铵对水稻的肥效。湖北省近八年来的试验、示范证明，氯化铵是水稻增产的最佳肥种之一。华中农业大学盆栽试验的结论为：施用氯化铵后，早稻的增产比率为114.5%，较尿素或其他氮肥增产3.3%，中稻增产比率为126.6%，较尿素或其他氮肥增产3.7%，杂交稻增产比率为167.9%，较尿素或其他氮肥增产8.7%。湖北省农科院进行氯化铵与尿素、碳铵的对比试验，结果表明施氯化铵的比施尿素、碳铵的早稻分别增产19.9公斤/亩、39.8公斤/亩，增产率分别为4.23%和8.84%，大面积田间示范，其结论也一样，如湖北省新洲县仓埠区东岳村，1985年，在百年不遇的大旱之年，全村2000亩稻田全部施用氯化铵，总产达89.8万公斤，比历史最好收成的1984年2250亩稻田总产74.2万公斤还增产15.6万公斤，增产率为21%。

氯化铵对棉花的肥效及经济效益。从湖北省各棉花示范点及湖北省农科院的试验、示范结果看，以等氮量计，施用氯化铵的棉田平均亩产84.7公斤，施用尿素的83.9公斤，施用碳铵的83.5公斤，氯化铵与尿素混施的85.9公斤。若以尿素的肥效为100%，那么氯化铵为101%，碳铵为99.6%，氯化铵加尿素为102.4%。从棉花施用氯化铵的经济效益看，湖北省总口农场等单位的试验表

明,按每亩9公斤纯N计,施用氯化铵、尿素、碳铵的每亩净收入为22.13元、12元、3.30元。化肥投资收益为:3.88元、2.00元、1.32元,施用氯化铵的棉花每公斤纯氮增产数比尿素的多0.14公斤,每亩净收入高10.13元,化肥投资收益高1.88元。

氯化铵对小麦的增产作用及经济效益。枣阳、钟祥等市及华中农大、省农科院的试验都表明,施用氯化铵氮肥对小麦有明显的增产效果,以施用6公斤氮的氯化铵计,亩增小麦83.2公斤,增产67.9%,每公斤N增产小麦6.9公斤,净收入每亩为33.47元,化肥投产比为7.93,超过了FAD(联合国)和TVA(美国田纳流域管理局)化肥产投比 $>2$ 及西欧国家化肥收益值 $>10$ 为高效益的规定指标,证明了氯化铵的增产作用及其经济效益是很可观的。

氯化铵对玉米的增产作用。从湖北省郧西等县进行的试验、示范表明,氯化铵的肥效是相当可观的。郧西县安家区三官乡,春播玉米5200亩,施用氯化铵169吨,1986年总产达857500公斤,比1985年总产779100公斤增产78400公斤,增产率为9.1%。

总之,对于北亚热地带的各种谷类作物,氯化铵具有明显的增产作用,其基本肥效与尿素相当,而优于碳铵,这一点是基本肯定的。

氯化铵对葡萄、柑橘等浆果植物及茶叶、烟草、甘蔗等的肥效及品质影响,国内外众说纷纭,大多持否定态度,国内少有研究资料。湖北省在进行氯化铵试验研究、示范推广工作中,由华中农业大学负责,对此问题进行了专门的研究,初步认为,对成熟柑橘每株用氯化铵0.75—2.9公斤,折算每亩用氯化铵60公斤至232公斤(每亩按80株计算),与施尿素橘树比较,果实中国形物柠檬酸、维生素C、固/酸比等经统计检验无明显差异,如固形物,施尿素的为13.3%,施氯化铵的为12.9%,柠檬酸或酒石酸,施尿素的为1.31%,施氯化铵的为1.24%。维生素C,施尿素的为26.86毫克/100克柑橘,施氯化铵的为27.64毫克/100克柑橘,差异不显著;葡萄进行的氯化铵与尿素的对比试验中,固形物施用尿素的为12.7%,施用氯化铵的为13.3%,柠檬酸或酒石酸,施用尿素的为0.968%,施用氯化铵的为0.911%,维生素C施用尿素的为1.071毫克/100克葡萄,施用氯化铵的为0.846毫克/100克葡萄,除维生素C稍有降低,其余差异也不显著。

烟草一向认为是忌氯作物的典型代表,忌氯与氯敏感是两个不同的概念,烟草叶中含氯高达10%以上,生长发育仍十分正常,华中农业大学进行的田间试验证明,每公顷施氯220公斤,尚未出现毒害症状,但从烟叶质量来说,氯含量太高是不利的,优质烟叶的氯含量应低于1%,但含氯1.7—1.8%时对品质尚无明显影响,超过3%则质量低劣。

北亚热地带及华南地区的甘蔗种植面积也占有一定的比例。国内甘蔗施用氯化铵的肥效及对甘蔗品质的影响,很少见报导,较多的人曾认为甘蔗是忌氯作物。而从国外资料来看,印度、日本等国进行了大量的田间试验,结果表明,在多数情况下,施加任何量的氯化铵肥料后,其肥效总是优于或等于同样施加量的硫酸铵的肥效。印度在甘蔗田施用尿素、花生饼、硝酸铵、氯化铵、硫酸铵,甘蔗榨汁后的纯度和汁的品质都没有什么变化,对施用 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 后的甘蔗,在可榨数、糖汁纯度方面比较都是 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 高于 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,蔗糖率和蔗种出芽率也是氯化铵稍高于硫酸铵。只取施用氯化铵与施用尿素比较,甘蔗产量,施用氯化铵的为791.7Mds/英亩,(Mds=37.32公斤,1英亩约合6亩),施用尿素的为7435Mds/英亩;蔗糖,施用氯化铵的为15.85%,施用尿素的为15.91%;纯度,施用氯化铵的为86.17%,施用尿素的为86.71%;有效糖分,施用氯化铵的为10.57%,施用尿素的为10.65%;转化糖,施用氯化铵的为0.64%,施用尿素的为0.71%;糖产量,施用氯化铵的为83.7Mds/英亩,施用尿素的为79.6Mds/英亩,对比未加肥料时糖增加率,施氯化铵的为11.3%,施尿素的为6%。国内广东省土肥所作过氯磷铵钾和尿素磷铵钾的甘蔗对比试验表明,蔗叶含氯分别为0.586%,0.383%,蔗汁含氯分别为0.068%,0.052%,蔗汁糖分分别为

19.24%, 19.37%, 虽蔗汁含氮浓度显著提高, 但并未影响含糖量, 湖北咸宁地区原种场 1992 年大片甘蔗田, 全部施用氯化铵化肥氮源, 效果也无异常, 口感甚佳

### 三、北亚热带地带施用氯化铵的宏观可行性分析

北亚热带地域, 包括湖北、皖南、赣北、江苏等省, 该地域主要种植作物有水稻、麦类、棉花、油菜、玉米等, 土壤大部分呈中性或微碱性, 适于生理酸性的氯化铵的施用。以湖北省为例, 总面积 181500 平方公里, 耕地面积 5500 万亩, 复种指数为 200%, 复种面积为 11210 万亩, 实行一年两熟耕作制, 湖北省水稻、小麦、油菜、棉花、玉米几种作物的播种面积为 8145.19 万亩, 占总播种面积的 73.5%。北亚热带地带的年降雨量在 800—1600 毫米之间, 降雨量大于蒸发量。主要土壤的酸度为: 黄棕壤 PH 值为 6—7, 沙泥土 PH 值 6.7—7.3, 红黄壤为 4.5—6.7, 河湖平原潮土, PH 值在 6.5—8.5 之间。

显然, 氯化铵在北亚热带地带 2 亿多亩的土地上能否长期施用, 关键还是看氯离子在大量长期施用后, 会不会影响作物的品质和产量? 会不会造成土壤恶化? 会不会对人类的食物链产生危害? 这些问题目前尚未完全得出科学的结论, 但从国内外已有的试验、研究结果看, 从北亚热带地带的作物、地貌、气候, 降雨量及施肥方法看, 从湖北省近八年来的初步试验、示范看, 不管是宏观分析, 还是微观剖视, 都可以说, 氯化铵的前途是乐观的。

其一, 长江中游地区土壤及灌溉水源中氯的含量偏低, 加上丰富的雨水, 土壤中不易累积氯根。1986 年华农大对长江中游地区湖北、江西、安徽部分县、市(枣阳、云梦、红安、武昌、鄂州、京山、龙感湖农场、九江、安徽潜山)49 个土样, 57 个水样含氯量分析结果表明: 土壤含氯变化幅度在 3.51 至 52.44  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  之间, 平均为 16.4  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; 不同水源含氯量变化在 1.20 至 113.96  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  之间, 平均为 15.92  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。据国外资料, 一般土壤含氯在 37—370  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  之间, 土壤含氯低于 2  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  时, 植物方感缺氯。这表明, 长江中游北亚热带地带两亿余亩黄棕壤土壤含氯量偏低。胶体吸附的氯离子, 在水田施用, 会随水的流动和淋洗而迁移, 很少残留, 旱田会随水进入土的深层, 耕作层残留量很少。华中农业大学在发育于第四纪沉积物上的上垅黄泥田, 中垅白腊泥田, 下垅胶泥田上, 于施用氯化铵后连续测定土壤及稻田水中的氯含量发现: 在自然渗透情况下, 泥土及水中的氯含量会迅速下降, 最后趋于平稳, 一个月后, 残留量约在 10% 左右。高垅田较垅田下降快, 残留量少; 轻质地田较粘重田快而少, 水田较早地快而少, 四川等地的试验也表明, 施用含氯化肥, 明显地增加了土壤中氯的含量, 在年亩施氯化铵 40—80 公斤条件下, 比对照或尿素处理土壤含氯增高 20—200%, 但这些氯经夏秋雨季之后, 90% 左右随水移失, 土壤含氯量降至与未施氯化铵处理接近, 均在 20—30  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  以下, 结论基本是一致的。日本藤原荣誉教授对土壤中残留氯根进行计算指出, 氯化铵中氯根全部被土壤所吸收, 但很快为土壤水份所分散掉。总之, 北亚热带地带黄棕壤地区施用氯化铵后, 氯在土壤中的积聚或盐基淋溶问题, 既不同于北方温带棕壤地区, 干旱、半干旱灰钙土地区, 因氯的积聚而加重土壤盐渍化; 也不同于南亚热带和热带的红壤、砖红壤地区, 因氯加速盐基淋溶而引起土壤更加酸化, 在北亚热带地带土壤中积聚氯根的可能性是很小的。

其二, 合理施用氯化铵, 不会导致土壤酸化, 使 PH 值降低, 日本试验表明, 无论是水田或旱地, 即使连续多年施用氯化铵, 只要注意合理施用, 对土壤酸度的影响与施硫酸铵区的差别不大, 湖北省在潮土, 黄棕壤上施用氯化铵, 测定水稻田、旱地土壤的 PH 值均无降低现象, 鄂南呈微酸性的红壤上一季或二季施用氯化铵, 土壤 PH 值的变化比对照组相应降低 0.1—0.2 个单位, 江西酸性红壤上施用氯化铵也会使土壤酸度增加, 尤其是水解性酸度。这表明, 如在酸性土壤上连年大量施用氯化铵, 应配合施用适量的石灰或石灰石渣。北亚热带地带呈中性反应的广大黄棕壤上, 施用氯化铵是不会短期内使土壤酸化的。

其三,大量试验研究表明,适量的氯对大多数作物的生长、产量和品质是有好处的。四川进行的试验认为,氯铵施用后,谷物籽粒中氮、钾含量比尿素处理的略有增高,茎叶中钾含量明显增加(+10%左右),含磷量略有减少。湖北省试验表明,水稻、小麦、棉花一季或二季施用氯化铵,对N、P、K营养的吸收,除水稻吸收K有所下降外,其余同尿素相比均有促进作用或基本相当,如小麦,一季施6—11.5公斤N的氯化铵,吸N、P同尿素相当,吸K还比尿素相应提高10.09%;棉花吸N与尿素相当,吸P、K分别比施尿素的相应提高21.84%和7.11%。棉花衣分和纤维长度,施用氯化铵的衣分为40.32%,纤维长度为29.2mm,施用尿素的衣分和纤维长度分别为40.3%和29.91mm,施用氯化铵与施用尿素效果相当。水稻二季连续施8—9公斤N的氯化铵,吸收N、P比尿素分别相应提高19.73%和5.77%,而吸K相应降低14.59%(产生此种结果的原因,可能与供试土壤,施用方法等不同有关)。

#### 四、结语

氯化铵的发展前景,最终取决于市场的承受能力,取决于化肥的供需状态,当然也与国家的农业政策,氯化铵的试验、示范、推广的深度和广度有关。

从目前较为公认的抗氯作物,水稻、麦类、油菜、棉花、玉米等,是北亚热地带的主要种植作物,湖北省这几类作物占总播种面积的73.5%,属中性土壤的土地约为6200万亩,水稻亩施氮量为9—10公斤。棉花为10—12公斤。麦类为10公斤左右,若平均为9公斤,相当于施35公斤实物氯化铵,按一半的适宜土壤施用二分之一的优化用量计,则年需氯化铵化肥为54万吨。延展到大部为北亚热地带的长江流域的作物分析,仅水稻、棉花两项,北亚热地带及长江流域的种植面积就达4亿亩以上,按二分之一的土壤里亩施用二分之一的优化施用量计,则年需氮肥,以氯化铵计,为350万吨。考虑其他作物的化肥需求量和和其他化肥的供应量,氯化铵的实物需求量再按80%计,也要280万吨以上。而中南、华东地区的氯化铵总产量,今后几年也不会超过160万吨/年。

当然,氯化铵化肥仍有需深入研究的问题。如长期连续施用氯化铵等含氯化肥后,土壤中氯根积累、土壤酸化和盐化问题。湖北省孝感、咸宁、黄冈等地区的一些土壤上,在开始施用的前几年尚好,但近年来均出现了一些田块地力下降的现象。施用技术研究不够,从全国看,各地都程度不同地发现含氯化肥(尤其是双氯化肥)因施用不当(集中条施、穴施和用量过大时)引起烧根、烧苗而减产的情况,湖北省鄂州、丹江口、宜昌、九峰等地柑桔施用含氯化肥,还发生过大面积落叶致害或成片死亡的现象。氯根对某些经济作物,如薯类、果树、甜菜等作物的品质有无不良影响,仍不明确;确保联碱工业的发展,探寻最佳适宜施用氯化铵的作物的工作,尚未开展起来;如何因地制宜地确定作物耐氯临界浓度,还要做大量工作;七、八年的试验示范,使许多农户认识了氯化铵,初步掌握了合理施用方法,但仍有大批的乡镇的农民不了解氯化铵,更不知合理施用。

总之,只要坚持社会主义市场经济,保持农业政策的稳定性,抓好农化服务,理顺经销体制,合理布局销售区域,扬长避短,科学合理地施用氯化铵,氯化铵化肥的应用前景是广阔的。

#### 主要参考资料

- |                     |           |
|---------------------|-----------|
| 1.《氯化铵研究及其在湖北应用前景》  | 华中农大氯铵研究组 |
| 2.《湖北省氯化铵的使用及其发展前景》 | 湖北省农科院土肥所 |
| 3.《略论我国含氯化肥的发展》     | 西南农大毛知耘   |
| 4.《日本对氯化铵肥效的研究》     | 日本氯化铵肥料协会 |

# 我省氯化铵研究与应用的回顾及发展前景

祝其胜 余木山

(湖北省农科院土肥所)

**摘要:**本文阐述了在我省主要类型的土壤上,氯化铵有效施用对粮、棉、油、麻等作物的肥效,及肥效与土壤供肥能力,营养状态的关系。还指明了我省土壤氯的含量状况及规律,氯在土壤中的移动、残留及对土壤PH的影响,作物吸氯的分布,耐氯临界值,并与作物品质的关系。依此把作物划分为强耐氯、中耐氯和弱耐氯作物三大类型,提出了氯化铵安全有效的施用技术,并结合我省联碱工业发展的优势,农业发展对肥料的需求量,及土壤、气候、雨量、作物对施氯化铵的适宜性的分析,提出了氯化铵在我省发展的规模。

氯化铵是一种含氯氮素化肥。因氯离子的原因,氯化铵施用的土壤、作物及技术有它的特殊性。据1989年统计,全省生产和使用的氯化铵约22.0万吨,按全省耕地5276.9万亩施用,平均亩施氯化铵量为4.17公斤,投入的氯量为2.78公斤。

八十年代中期,由于联碱工业的迅速发展,氯化铵的产量将有较快的增多,农用氯化铵的量也相应增加,投入农田氯量增多,氯化铵出现了施用量和施用技术不当引起了氯危害现象,因而引起化工和农业部门的关注,提出了氯化铵的应用研究,几年来应用研究进展很快,效果较好。

## 一、氯化铵研究与应用的成果

### (一)氯化铵的增产作用及肥效。

水稻、小麦、玉米、棉花、油菜、苧麻等是我省主要的作物,这些作物耐氯性较强,种植的土壤一般均能施用氯化铵,生长季节降雨量较多,为氯化铵施用提供了有利条件。几年研究应用结果表明:在我省主要土壤,氯化铵施用于上述作物的增产作用及肥效,只要用量适宜,方法得当,增产显著,产投比高,经济效益大。其肥效同等氮量的尿素相当,稍优于碳铵。还指明了氯化铵增产作用、肥效与土壤供肥能力强度、土壤营养元素平衡状态密切相关。当土壤供肥能力强,或氮、磷、钾营养处于不平衡状态下,氯化铵的增产作用及肥效不如等氮量的硫酸铵或尿素;土壤供肥能力弱,氮、磷、钾营养处于平衡状态,氯化铵的增产作用及肥效优于等氮量的硫酸铵或尿素。小麦14次试验,每亩施8.4公斤N的氯化铵肥,亩增79.2公斤,增产率为48.8%,每公斤N增产9.49公斤,产投比为5.94(均为平均值,下同);水稻22次试验结果表明:在施用磷、钾肥的基础上,每亩施用9.4公斤N的氯化铵,平均亩增量为100公斤,增产率25.7%,每公斤N增产10.63公斤,产投比为4.82;棉花8次试验结果,每亩施10.5公斤N的氯化铵,亩增皮棉13.9公斤,增产率为22.7%,每公斤N增产1.32公斤,产投比为4.49;油菜12次试验,亩施9.4公斤N的氯化铵,亩增33.4公斤油菜籽,增产56.2%,每公斤N增产3.55公斤,产投比3.54;苧麻4次试验,亩施16.5公斤N的氯化铵,亩增苧麻16.0公斤,增产30.4%,每公斤N增产0.97公斤,产投比3.07。从肥料投入的增收经济效益分析:小麦>水稻>棉花>油菜>苧麻,它们的产投比为3.07—5.94,表明我省主要土壤,粮、棉、油、

麻作物施用氯化铵的经济效益达到或超过 FAO(联合国粮农组织)和 FVT(美国田纳西流域管理局)规定化肥产投比 $>2$  为高效的效益指标,与全国化肥试验网长江中下游地区 N 肥增产效果相当,证明了几种作物施用氯化铵,只要用量适宜,方法得当,增产作用和经济收入是可观的。

氯化铵在不同土壤上与碳铵、尿素等氮量施用对水稻、小麦、玉米、油菜、棉花、苕麻等作物的肥效比较,水稻 11 次试验结果表明:以尿素肥为 100%,碳铵肥效为 97.85%(均为平均值,下同),氯化铵肥效为 102.83%,氯化铵的肥效比碳铵、尿素的肥效分别高 4.97%和 2.83%;小麦 11 次试验表明:尿素肥效 100%碳铵为 94.12%,氯化铵肥效为 104.11%,分别比碳铵肥效高 9.99%,比尿素高 4.11%;棉花 8 次试验,尿素肥效为 100%,氯化铵肥效为 102.70%,比尿素肥效高 2.70%;苕麻 4 次试验结果,尿素肥效 100%,氯化铵肥效为 99.69%,二者肥效相当;玉米 5 次试验,碳铵肥效为 100%,氯化铵肥效为 106.51%,比碳铵高 6.51%。

土壤供肥能力,主要是指土壤的供氮容量及供氮强度。氯化铵等氮量的增产作用及肥效在供氮容量及供氮强度弱的土壤上比供氮容量及供氮强度大的土壤上要高,这是因为供氮容量及供氮强度大的土壤,供氮肥力水平高,不利于氯化铵肥供肥持久的优势发挥,因氯化铵肥供肥持久,肥效长,后劲足,往往造成作物生长贪青倒伏,病害严重,导致减产。因此氯化铵应根据不同供氮能力的土壤特点,采取相应的施用措施,否则会降低氯化铵的肥效。

如华农大试验,用等氮的氯化铵与尿素(亩施 N=7.5 公斤)施在供氮能力弱的二黄泥上,尿素单产每亩 493.5 公斤,氯化铵肥的亩产 546.0 公斤,施氯化铵的水稻比施尿素的水稻亩增 52.5 公斤,增产 10.64%,以尿素的肥效为 100%,则氯化铵的肥效为 110.64%。氯化铵比尿素肥效高 10.64%,而在供氮能力强的青泥田上,同量的氮肥施用的产量及肥效比较,尿素区水稻亩产 477 公斤,氯化铵区水稻产量 386.5 公斤,施氯化铵的水稻比施尿素的水稻每亩减产 90.5 公斤,减产 18.97%。以尿素的肥效为 100%氯化铵的肥效仅为 81.03%,氯化铵的肥效比尿素低 18.97%。两种土壤上施用等量的氯化铵肥效比较,氯化铵在二黄泥上的肥效为 100%。则青泥田上氯化铵的肥效为 70.8%,氯化铵在青泥上的肥效比在二黄泥上的肥效低 29.2%。

研究所指的土壤营养状态,主要指土壤供给作物利用的 N、P、K 三要素的丰缺程度,土壤(包括施肥)能充足供给作物生长所需要的 N、P、K 营养条件,称为养分平衡状态,否则称为养分不平衡状况。氯化铵施入土壤对作物的肥效(同硫铵、尿素比较),与土壤营养平衡状态关系密切,当作物生长在土壤营养平衡状态的环境中,氯化铵与等氮量的硫铵,尿素肥效相比,略优于或相当于硫铵或尿素,反之氯化铵的肥效不如硫铵、尿素。主要是土壤环境能为作物生长提供平衡的三要素营养,满足作物正常生长,从而表现出了肥效为略优于硫铵、尿素。如华农土化系在严重缺氮、磷营养而不缺钾的黄土,在施用磷肥的基础上,再施等氮量的氯化铵、硫铵(亩施 N=6.25 公斤),由于小麦生长在 N、P、K 营养供应平衡的状态中,氯化铵亩产 239.5 公斤,硫铵亩产 237.1 公斤,以硫铵肥效为 100%,氯化铵肥效为 101.0%,二者肥效相当;当只施氮肥等氮量的氯化铵、硫铵(每亩 N=6.25 公斤),小麦生长在缺磷的营养供应水平状态环境中,施氯化铵的小麦亩产 116.7 公斤,硫铵的小麦亩产 183.1 公斤,以硫铵肥效为 100%,氯化铵的肥效仅为 63.74%,比硫铵低 36.26%。面黄泥, N、P、K 均缺( $P_2O_5=5.4mg \cdot kg^{-1}$ ,  $K_2O=64mg \cdot kg^{-1}$ ),只施等氮量的氯化铵、尿素(亩施 9 公斤 N),由于水稻生长在营养不平衡状态环境中,施尿素的水稻亩产 373.6 公斤,以 100%表示,氯化铵亩产 362.3 公斤,其肥效为 96.98%,氯化铵的肥效比尿素肥效低 3.02%,氯化铵肥效不如尿素。而在 N、P、K 肥配合施用的营养平衡状况环境中,尿素的亩产 404.9 公斤,肥效为 100%,氯化铵的亩产 402.9 公斤,肥效为 99.49%,氯化铵的肥效同尿素相当。

## (二)土壤含氮状况,施氮在土壤中的变化及对土壤 PH 值的影响。

土壤中氮的来源,有一部分是土壤形成中所固有的;大气的降雨、灌水每年可带入一定量的氮进入土壤;大量的氮是施入有机肥、含氮化肥到农田,使农田土壤含氮量明显增加。因此人们最担忧的是含氮化肥施入农田会造成土壤含氮过多,农作物产生氮毒害,影响作物减产。土壤含氮量一般在  $37-370\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  的变幅范围,并认为:当土壤含氮量小于  $2\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  时,作物生长表现缺氮症,影响作物的正常生长发育。我省土壤含氮背景测定结果:据华农土化系测定,湖北省不同土壤 313 个样含氮量为  $2.75-67.8\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 平均  $21.4\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; 省农科院土肥所测定,全省主要土壤 98 个样,氮含量  $2.8-126.9\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 平均  $25.7\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 稍低于全国平均含量。土壤氮含量总的趋势:平原 > 丘陵、低岗,低洼田 > 高岗地,城郊农田 > 远郊地区农田,村庄附近农田 > 边远地方农田土壤含氮量。表明土壤含氮量的高低,与施肥、积水、径流等因素密切相关。从土壤分析含氮量的结果表明:一般土壤不缺氮,能满足作物生长对氮素营养的正常需求。主要是应防止施肥特别是含氮化肥投入的氮量过多,引起作物生长因过氮而产生氮毒害症。

氮施入农田,土壤溶液中的氮有暂时上升和氮在土壤中有残积的表现,从大田应用含氮化肥测定土壤氮含量的结果表明:水田施用氯化铵,在每次施氮后第三天内土壤溶液中氮维持上升趋势,第 6 天后开始下降为前次测定值的 30—50%,20 天后趋近于灌溉水含氮量;水稻一次亩施氯化铵 9 公斤 N,收割期取土壤测定,土壤残氮量占施氮量的 5—10% 左右;旱地小麦施氯化铵,约在 25 天后土壤含氮达到高峰期,维持半个月开始下降,二个月后土壤含氮量同对照土壤含氮量相当。旱地土壤含氮移动小于水田。因此水田施氮对作物危害的可能性小于旱地。湖北省农科院土肥所在湖北省年降雨量 963—1500mm 的地区进行含氮化肥定位试验,三年多季施用含氮化肥,几次分析土壤含氮状况可以看出,不论是土壤质地粘重(重壤)的潮泥、灰潮土(湖积物),还是土壤质地较轻(中壤)的白散泥(土)、面黄泥(土),种植双季稻或水、旱轮作及专植旱作,氮在土壤中均有不同程度的累积现象,粘重的土壤 > 轻质的土壤,原因可认为是土壤质地粘重,水的渗漏、淋洗作用弱,相应积累较多,轻质土壤则相反。

氮在供试四种土壤中累积量的多少,并随土壤当季不同氮、钾比例,氮的施用量的增加或作物种植季数的增多而施氮量(次量)的增多而相对提高。如潮泥种植双季稻,亩施 9 公斤 N,按不同氮、钾比例连续施氮六季,灰潮土种植小麦一黄豆,亩施 4 公斤 N,按不同氮、钾比例施氮五季,二种土壤质地粘重,潮泥施氮低量处理 0—40cm 土层氮累积占施氮总量的 8.20%,中量施氮处理土层氮累积占 6.88%,高量施氮处理土层氮累积占 10.43%;灰潮土施氮低量的,0—60cm 土层氮累积量占施氮总量的 9.51%,中量施氮处理土层氮累积量占施氮总量的 13.02%,高量中占 14.96%。质地为中壤的白散泥五季连续施 N10 公斤,不同氮、钾比例施氮,低量施的 0—40cm 土层,氮累积量分别占施氮总量的 9.29%。中量施氮的氮残留总量占 6.05%,高量施氮残留量占 8.48%。

面黄泥土层 0—40cm 中,低量施氮,氮残留量占总施量 8.08%,中量施氮占 6.34%,高量施氮占 7.94%。氯化铵为生理酸性肥料,使土壤溶液 PH 有降低的效应,根据四种土壤多季施用含氮化肥的测定结果:连续施用 5—6 季对中性—微碱性的白散泥、潮泥、灰潮土的 PH,均无降低的作用;而对微酸性的面黄泥,测定 PH 值有降低的表现。以双氯化肥  $\text{N}:\text{K}_2\text{O}=1:1$  与施尿素+硫酸钾  $\text{N}:\text{K}_2\text{O}=1:0.5$  的比例同期测定 PH 值相比,0—20cm 土层 PH 年度低为 0.13—0.46 个单位,平均为 0.2 单位。

### (三)作物对氮的吸收分布,耐氮浓度与品质的关系。

氮是作物生长所必需的营养元素之一,占植株体内干物质含量一般在万分之几到百万分之几。适宜的氮量,能满足作物生长对氮的需求,促进作物的光合作用,有利于抗病,抗倒伏,为作物高产稳产创造良好的生长环境。



从试验作物收割期取样分析氮的结果表明:吸收的氮主要贮存在茎叶中,转移到结实器官较少。中国农科院原子能所用氮同位素( $^{15}\text{N}$ )测定小麦吸收氮的结果,整个生育期小麦吸氮量占施氮量的26.72%,其中茎叶占60.2%,颖壳占33.7%,籽粒占5.2%,根系占0.9%;华农土化系晚稻施氮测定植株吸氮量,稻草含量占98.97%,谷壳占0.04%,米质占0.99%;湖北省农科院土肥所小麦、水稻耐氮浓度试验作物收割期取样分析,无论是籽粒或禾秆,吸收氮的百分浓度均随氮用量的增加而相应的提高,禾秆>籽粒。灰潮泥(土)水稻籽粒吸氮占9.62—15.76%(未脱壳,下同),稻草占84.24—90.38%;麦粒占4.96—8.32%,麦秆占91.68—95.04%。黄泥(土)水稻籽粒含氮占6.88—14.56%,稻草占85.44—93.12%,麦粒占3.85—4.96%,麦秆占95.07—95.98%。面黄土小麦籽粒吸氮占3.18—5.16%,麦秆占94.84—96.20%。以上不同研究者测定结果均表明:作物吸收的氮量部位分贮的分配比例基本一致。

不同的土壤,不同的作物,对耐氮浓度忍受的临界值是不同的。因此施用含氮化肥应因土因作物有别,从盆栽试验结果表明,我省灰潮泥(土)上水稻,小麦在施NP条件下,以NPK对照产量的95%为标准划分,水稻耐氮临界浓度值可为800—850 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,黄泥(土)上水稻、小麦在施NPK条件下水稻,耐氮临界值可为400—450 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,小麦为600—650 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,面黄土小麦耐氮临界浓度值为200—250 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,依据作物耐氮临界值的程度与作物品质的关系鉴定,可把作物划分为三大类:

**强耐氮作物:**即在土壤氮浓度为600—800 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,不影响作物和产量的品质的作物,如水稻、小麦、玉米、棉花。

**中等耐氮作物:**即在土壤氮浓度为300—600 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时不影响作物的产量和品质,如大豆、花生、蚕、豌豆、油菜。

**弱耐氮作物:**即在土壤氮浓度>300 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,不影响其产量和作物的品质,如马铃薯、大白菜、茼蒿、甘薯、苹果。

## 二、氯化铵的安全有效施用技术

氯化铵的施用,应遵循“用量适宜,方法得当,谨防因过量氮对作物的敏感反应,产生氮毒害使作物不正常生长而造成减产”的原则,这是施用氯化铵发挥其肥效的首要措施。根据试验结果表明:

1. 用量:我省几种作物的氯化铵适宜用量一般是:中稻、杂交稻、棉花和苎麻,每亩不超过40公斤;早、晚稻、小麦、玉米、油菜不超过25—30公斤。对于酸性土壤,每亩应减为20—25公斤,不足用氮量可用尿素、碳铵补施足。

2. 施用方法:氯化铵的合理施用方法以基肥深施为主,追肥为辅。旱地先施肥,后翻耕或耙整,再播种。水田采用全层基施,将肥撒于田面,再翻耕或耙耖后插秧。作追肥时,应避免过作物幼苗对氮敏感期施肥。追施氯化铵每次一般控制在亩施5—8公斤以内。在缺磷或缺磷、钾的土壤上,氯化铵分别同氮、磷,氮、钾或氮、磷、钾配合施用,可大大提高氯化铵的增产作用及其肥效。制作氮磷钾等复(混)肥施用是有效施用氯化铵的重要途径之一。

3. 作物:氯化铵应优先施用在占我省播种作物面积的70—80%耐氮性较强的稻、麦、玉米、棉花、油菜、苎麻等作物上,对于耐氮性弱的作物应少施或不施。

4. 土壤:氯化铵应优先施在潮土、灰潮土、黄棕壤、黄褐土上,水田是施用氯化铵的主渠道。

5. 地区:从地区上来分析,重点投放是江汉平原、鄂中丘陵等地,鄂南、鄂东南红壤及其他酸性土壤上,用量减半,不宜每季连续施用,间隔1—2季作物再施用,以防土壤酸化,鄂北岗地,土质粘重,板结,透水性差,雨量少,不利氮根的淋洗,连续施用1—2年后,应间隔1—2季作物再施用,利于氯化铵有效的利用,又不会使土壤残留氮量过多而带来的土壤耕性变差。