

关于盐碱地水稻氮肥品种問題的商討

天津稻作研究所

王芝棠

解放以来,随着农业生产和化学工业的发展,化学肥料的用量逐年增加,对提高农作物产量起了重大的作用。在各种化学肥料中以氮肥的增产效果最大,需要量也最多。尤其是水稻,施用氮肥的增产效果更为明显。因此氮素化肥特别是硫酸铵深受农民欢迎。

近几年来我国化学肥料生产有了很大发展。但在氮肥品种和数量上,还不能满足生产需要。为給氮肥发展和水稻施肥提供科学依据,軍粮城試驗站和天津稻作研究所曾进行了水稻氮肥品种肥效比較研究。供試氮肥品种主要有:硫酸铵、氯化铵、氨水、碳酸氢铵、硝酸铵、硫硝酸铵尿素、石灰氮等八种,在十年內共計进行了七个試驗和十个示范。从試驗結果总的看来,施用各种氮肥,都有明显增产效果;不同品种的氮肥肥效有高有低,并与其施用方法有极密切关系;特別对具有揮发性肥料,如氨水,碳酸氢铵和具有毒性的石灰氮,关系則更大。今將試驗結果,摘要分述如下,以供参考。

一、水稻氮肥品种的肥效

(一) 铵态氮肥:

渤海区的稻田从1938年即开始施用硫酸铵。由于施用历史較长,施用經驗也較多。試驗以硫酸铵作标准来比較其它氮肥的肥效。所用硫酸铵含氮量为20.8%,呈酸性反应。1947—1949年軍粮城試驗站試驗結果,

亩施純氮4、8、12斤,用一般施肥方法在中等地力水平下,每斤氮平均可增产稻谷25—30斤。較等氮量豆餅的肥效,有稍高的趋势

(見表1)。同时証明:硫酸铵不仅肥效高、吸湿性小、肥效快,在施后24小时内铵离子即被土壤全部吸收,三天后稻株叶色开始轉綠。而且它的铵离子不易随水流失,是其最大优点。

表1 硫酸铵、硝酸铵、氯化铵肥效比較

氮 肥 品 种	1948年			1949年		
	斤/亩	%	每斤N 增产稻 谷(斤)	斤/亩	%	每斤N 增产稻 谷(斤)
硫 酸 铵	664.0	100.0	23.1	767.6	100.0	27.6
氯 化 铵	688.1	103.6	25.1	765.0	99.7	29.4
硝 酸 铵	626.2	94.3	16.9	686.6	89.5	17.5
豆 餅	692.1	104.2	26.6	717.8	93.5	21.3
标 准 差	8.49斤/亩			10.28斤/亩		
5%显差	23.79斤/亩			28.85斤/亩		
1%显差	31.46斤/亩			38.18斤/亩		

試驗指出:硫酸铵的施用方法与其肥效的关系十分密切。在汪泥汪水或无水层时施用,铵离子容易被氧化变为硝酸而丢失。特别是遇到干旱气候或高温,最容易发生脫氮現象,因此施用和施用后三天內,田間要保持2寸左右的水层。試驗又指出:施用硫酸铵后,硫酸根还原所生成的硫化氢或硫化物有毒害作用,是引起秧苗黑根烂秧的原因之一。

供試氯化铵含氮25.9%是一种酸性肥

料，吸湿性小，便于貯藏，連續五年三个試驗、六个示范結果証明；氯化銨施用在盐碱地水稻田、易溶于水被土壤吸收，不易流失；肥效好，肥效快，平均每斤氮可增产稻谷27—30斤，为等氮量硫酸銨肥效的99.7—103.6%(見表1)。其施用方法与硫酸銨同。

1957年分別在涿县馮村先鋒社，宁河薄兰台社和五一农庄、軍粮城农場等地示范結果，它的肥效为等氮量硫酸銨的98—106.4%，(見表2)。1958年以来已經在渤海区大面积推广使用，深受群众欢迎。

表 2 氯化銨肥效示范产量 (1957年)

地 点 稻 谷 氮 肥 品 种	涿县冯村先鋒社		宁河薄兰台社		宁河五一农社		军粮城农場	
	斤/亩	产量比%	斤/亩	产量比%	斤/亩	产量比%	斤/亩	产量比%
硫酸銨	980	100.0	613	100.0	694.2	100.0	758	100.0
等氮量氯化銨	1,000	100.2	601	98.0	738.6	106.4	754	99.5
等重量氯化銨	1,040	100.6	869	141.8	774.5	111.6	807	106.5

有人認為氯化銨含氯根，不适合盐碱地施用。通过軍粮城試驗站連續施用四年結果証明，稻田因經常灌溉保水冲洗下，土壤中氯根并无增多的現象。又据前华北农业科学研究所的研究报告，在旱田（石灰质土壤）連續施用十年，由于雨水淋洗，氯根仅增加了0.005%，絕不致造成盐害。

氨水是鋼鉄、煤炭和石油工业的副产品，供試样品含氮量16%。1958年至1960年軍粮城試驗站試驗結果証明，由于氨水分解性极强，暴露空中，氨即揮发，因此它的肥效与施用方法有很大关系。施用得当，其肥效与硫銨近似；施用不当，可能降低肥效甚至无效。用氨水作基肥，其肥效相当于等氮量硫酸銨的93.2—100.1%，其追肥肥效則仅为83.9—91.5%(見表3Ⅰ)。追肥肥效降低的原因，主要是由于氨水撒施淺土层中，有一部分氨揮发損失(見表3Ⅱ)。

上表資料証明：氨水做基肥的施用方法，以施入5厘米左右的土层中效果最好，相当于硫酸銨肥效的100.1%。这种施肥法，不但保肥力高，而且阻力小，肥效高。根据蘆台农場經驗，用拖拉机牵引中耕机改装的施肥机，可以把氨水施在地下5厘米处，每天能

表 3 Ⅰ. 用氨水作基肥的肥效 (1960)

项 目 处 理	基肥用量 (N斤/亩)	平均稻谷产量	
		斤/亩	%
汪泥汪水	10	845.2	93.2
复土5cm	10	907.5	100.1
复土10cm	10	860.2	94.9
复土15cm	10	882.5	97.3
硫酸銨	10	906.9	100.0

注：追肥全用大粪干和硫酸銨，折氮素8斤/亩。

Ⅰ. 用氨水作追肥的肥效(1960)

项 目 处 理	施 用 量 (N斤/亩)	平均稻谷产量	
		(斤/亩)	%
水层2寸撒施	9	743.8	83.9
水层3寸撒施	9	763.0	86.1
稀释30倍	9	787.0	88.8
稀释60倍	9	786.5	88.7
随水灌入	9	810.8	91.5
硫酸銨	9	886.5	100.0
不施肥	0	549.5	62.0

注：基肥全用大粪干折氮素10斤。

施肥140亩左右。追肥施用方法：以随灌水施用最好，不仅可以避免氨的揮发灼伤稻叶，而且操作简单，两人一天可施100亩左右，适于机械化，可以提高工作效率。氨水施用不当，不仅氮素揮发丢失，降低肥效，而且

还会灼伤水稻叶部，应当特别注意。

我国具有大量制造氨水的原料。制造方法简单，成本低廉，若包装运输问题获得解决，是一种有发展前途的氮素肥料。

碳酸氢铵 (NH_4HCO_3) 是一种新型氮素肥料，供试样品含氮17%。试验证明：碳酸氢铵吸湿性较强，极易潮解和挥发损失。所以它的肥效大小，决定于施用方法。施用得当与等氮量硫酸铵近似；施用不当，由于氨的大量挥发，会使肥效降低。如1958年军粮城试验站内及滄县基点试验结果，碳酸氢铵的肥效为等氮量硫酸铵的85.9—107.1%。

(二) 硝酸态氮肥：

硝酸铵 (NH_4NO_3) 供试样品含 53%。1947—1949年在军粮城试验结果，硝酸铵的肥效为等氮量硫酸铵的89.5—94.3%，较硫酸铵为低(如上表1)，在大田示范也获得相仿结果。硝酸铵的肥效在稻田不如硫酸铵高的原因，主要是由于稻田经常有水，硝酸态氮容易流失或起脱氮作用。因此施用硝酸铵时，要先排水，施后三天再灌水，以减少损失。

硝酸铵对土壤无不良影响，吸湿性极大易溶于水，肥效较快，雨季贮藏和施用，最易溶化流失，在稻田施用不甚经济。

硫硝酸铵 [$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] 含有硫酸铵和硝酸铵两者的成分。1955—1956年在军粮城试验结果，硫硝酸铵的肥效相当于等氮量硫酸铵的83.6—95.7%(见表4)，蘆台农场试验也有类似结果。硫硝酸铵的性质和

施用方法，与硝酸铵、硫酸铵相同。

表 4 氮肥品种比较试验

氮肥品种	1955年		1956年	
	(斤/亩)	%	(斤/亩)	%
硫酸铵	804.9	100.0	886	100.0
尿素	849.0	150.2	870	98.2
硫硝酸铵	672.7	83.6	848	95.7

(三) 酰胺态氮肥：

石灰氮 (CaCN_2) 是一种碱性肥料。试验样品含氮14.4%及20%。1958年军粮城试验站在滄县基点试验结果，其肥效较硫酸铵有稍高趋势、平均比施硫酸铵增产2.1%，差异不显著。

1947—1949年在军粮城试验站内及天津市塘沽区中心庄示范结果，由于石灰氮结块变硬，仍按原含氮量计算施用，因此其肥效较硫酸铵低11.4%。1947—1948年施用期试验结果，在插秧前10天用作基肥，其肥效相当于硫酸铵的91.2%；用作追肥的效果，由于它具有毒性伤害了稻苗，肥效较硫酸铵约低30%左右(见表5)。

石灰氮在土壤中经过转化，水稻才能吸收，所以肥效较慢，石灰氮遇水变成的酸性氰氨盐，毒性很大，可以杀死田间的杂草和害虫，表5所列1947年结果，石灰氮肥效较硫酸铵高的原因，即包含有杀虫灭草的效果。石灰氮对人身同样有害，施用时要加强防护。

表 5 石灰氮施用期试验产量

处 理		1947年		1948年		1958年	
		斤/亩	%	斤/亩	%	斤/亩	%
硫 酸 铵		458.8	100.0	603.3	100.0	97.0	100.0
石 灰 氮	插秧前10天	536.9	110.2	550.4	91.2	902.0	98.1
	插秧前 5 天	592.9	129.1	534.2	88.5		
	$\frac{1}{2}$ 插秧前 5 天	483.4	105.4	514.9	85.3		
	$\frac{1}{2}$ 早期追肥	363.1	79.1	418.7	69.4		

附 注 1947—1948年每亩施纯氮8斤，1958年每亩18斤。

尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 是含氮最浓厚的中性氮肥。供試样品含氮46%，形似小米，吸湿性不大，易溶于水。据1955—1956及1958年軍粮城試驗站試驗，在稻田施用，其肥效为等氮量硫酸銨的97.9—111.4%，一斤尿素相当于2.2斤硫酸銨。由于尿素含氮浓厚，可以节省包装运输費用。但是切勿施用过量。1962年天津市初次推广尿素，由于农民对尿素的認識不够，有的当硫酸銨施用，結果造成水稻徒长，倒伏减产。

从上述試驗結果看来，八个氮肥品种在盐碱地稻田的肥效，以硫酸銨，氯化銨和尿素最好，其次是碳酸氢銨，石灰氮和氨水；硫硝酸銨和硝酸銨的肥效最差。

二、氮的增产潜力大、肥效普遍

如前所述，各种氮肥品种对水稻都有明显的增产效果。再从不同土壤和不同作物来看，氮肥的增产效果十分普遍。从作物生理分析，氮素在作物营养上具有重大的作用。再从氮肥和其他肥料之間的关系看，磷鉀肥料又必須在氮肥施用量較高的基础上，增产效果才会显著。可見氮肥在当前农业生产上占着极重要的地位。天津地区的生产实践和試驗研究証明：每斤氮素一般可增产玉米20—25斤，小麦15—20斤，高粱14—18斤，籽棉8—10斤。施磷的增产效果就沒有氮肥明显，即使是缺磷的土壤，每斤过磷酸鈣也只能增产小麦1斤，玉米1.5—2.0斤，稻谷2—3斤。一般作物增施鉀肥都无显著增产效果。因此，增施氮肥对促进当前粮食的增产，具有重大的现实意义和普遍意义。

氮肥还有很大的增产潜力，值得我們进一步挖掘，試驗証明：影响氮肥肥效的主要原因，除氮肥品种和土壤特性外，施肥方法有极大关系，施肥方法得当，可以减少流失，提高养分的利用率。从1950年軍粮城試驗站水稻耐肥性試驗結果看，銀坊品种的施氮量

若超过20斤以上，每斤氮的增产效果，即有逐渐降低的趋势(見表6)。可見氮肥的用量不应超过作物的耐肥限度。

表6 水稻耐肥性試驗

氮 素 用 量 (本田斤/亩)	稻 谷 产 量 (斤/亩)	每斤氮增产稻(斤)
0	523.00	—
12.6	867.1	28.9
14.7	923.9	28.6
16.8	962.3	27.5
18.9	1027.8	28.0
21.0	1041.9	25.9
23.1	1048.6	23.8
25.2	1098.2	24.0
27.3	1114.6	22.8
29.4	1114.8	21.1

注：秧田施肥量每亩本田1.5斤氮。

又从1957年該站水稻穗肥施用量試驗看，在密植(每亩30万穗左右)无基肥但前期追肥的条件下，于拔节初期施用穗肥，每亩若不超过5斤氮素，每斤氮可增产稻谷40.3—56.4斤，比一般施肥方法的肥效提高将近一倍(如表7)。

表7 水稻旱直播穗肥施用量試驗

穗肥施用量 (N斤/亩)	有基肥条件下		无基肥条件下	
	斤/亩	每斤氮增产(斤)	斤/亩	每斤氮增产(斤)
0	706.8	—	481.5	—
2	784.3	38.75	591.3	56.4
3	833.5	42.23	633.0	50.5
4	847.0	35.05	662.0	45.1
5	851.8	29	682.8	40.3
6	863.5	26.12	684.0	33.8

1959年天津稻作研究所在瘠薄少肥稻田进行試驗，前期不施肥，只集中施一次穗肥，平均每斤氮可增产稻谷60斤，增产效果最大。

1959年国营柏各庄农场农业科学研究所，小站人民公社和1962年天津稻作研究所的試驗，也获得类似的結果。上述資料都一致說明，氮肥在稻田还有很大的增产潜力。

氮肥对玉米、高粱和小麦等作物的肥效不如水稻高，这与玉米、高粱、小麦的秸秆重量大于籽实，消耗在秸秆方面的养分较多有关；而水稻则是谷多草少或谷草相仿，消耗在稻草方面的养分较少。因此，在肥少条件下，氮肥分配应从最大效益考虑，优先供应稻田。

三、水稻氮肥品种的选择问题

化学氮素肥料品种很多。必须根据土壤和作物的不同，选用最适合的，以便达到经济而高效的施肥效果。

水稻是喜欢铵态氮肥的作物，特别在幼苗期，这种特性比较明显。试验和生产实践都一再证明：盐碱地施用酸性或生理酸性肥料，能改善土壤性状；铵在碱性土壤也容易被土壤吸收。上述试验中硫酸铵、氯化铵、氨水、碳酸氢铵等四种铵态氮肥，在盐碱地水稻田施用，增产效果都很显著。概括的说，每斤纯氮增产稻谷均在 20 斤以上；如施肥方法得当肥效可达 30 斤左右。这四种铵态氮肥都可选择施用。但从全面考虑，目前发展硫酸铵不甚合算，因为硫酸是重要的化工原料，用它来固定氮是不经济的。而且硫酸根可以和土壤中的钙结合，使土壤变硬；同时硫酸根还原所生成的硫化物会毒害水稻幼苗。值得特别提出的是氯化铵。它是一种好氮肥，没有硫酸铵的缺点，酸性也小；而且制造技术和设备比较简单；同时滨海盐碱地区稻田集中，海盐取之不尽，天津，塘沽，汉沽及大连等地的化学工业又有相当基础；在这些地方建厂大量制造，从原料、生产和推广等方面考虑，都十分方便。若将碱厂与合成氨厂组成联合企业，既可避免纯碱厂的大量废渣问题，又可以提高盐的利用率，在经济上也是很合算的。

有人顾虑氯化铵含有氯元素，如在盐碱地长期施用将使土壤盐分会逐渐增加，危害

作物生长。作者不同意这种论点。事实上氯根的微量增加，绝不会影响作物生长。过去华北农业科学研究所同一块石灰质土壤上，连续施用过氯化铵和氯化钾十年，共计施入氯素每亩累计约 400 斤，但是由于自然雨水淋洗和作物吸收结果，十年时间 0—20 厘米土层中仅含有氯根 0.005%，20 厘米土层以下氯根含量则更低，并未发现对作物有轻微盐害。对稻田或有灌溉条件的旱田，由于有水冲洗，土壤中不会有氯根的积累，更是完全可以理解的。从统计数据也可说明氯根积累程度是微不足道的。每斤氯化铵约含氯根 0.663 斤。如按每年每亩地施用氯化铵 40 斤，连续使用 20 年，即假设全部氯根都累积在 0—20 厘米的耕层，最多每亩也不过 530.4 斤（约含 0.08%）。根据普通作物的耐盐临界程度为 0.1%（指氯根而言）来判断，可以断言连续施用 20 年或 30 年，甚至更长一些时间，绝不会发生盐害的危险。另外，还应当看到氯化铵不含硫，不会产生硫化氢而危害水稻，这是它的最大优点。

氨水和碳酸氢铵，适于机械施用，对土壤又无不良影响。虽然潮湿漏风时容易分解，施用不当，氨容易挥发丢失或招致灼叶伤苗等现象。但是它的特性被农民认识以后，掌握施用技术，这些问题即可杜绝。

至于包装问题碳酸氢铵可以用尼龙袋解决，如用热风干燥，降低含水量，也可用牛皮纸袋包装。氨水可用木桶或磁罐装贮。这两种氮肥，适于中小型合成氨厂生产。

硝酸态氮肥在稻田施用容易随水流失，降低肥效，很不合算。其肥效较硫酸铵约低 5—12%，合每斤氮较硫酸铵少增产 8—12 斤稻谷。但对旱田却很适用，而且在国防上具有重大意义。因此，仍应适当发展。

酰胺态氮肥在盐碱地稻田施用得当，增产效果一般与硫酸铵相仿，甚至还有超过趋势。同时对土壤也无不良影响。特别是尿素，

不仅含氮量浓厚, 物理化学性能很稳定, 便利远距离运输, 而且不需要硫酸或硝酸作原料, 是用合成氨生产过程中的废品二氧化碳当原料; 不仅尿素中的氮对作物有利, 而且其中的二氧化碳对庄稼也有好处。因此应当积极发展, 大量生产。

但是尿素也并非没有缺点, 其中的两个尿素分子可缩成缩二脲, 化学性质变化很大, 对农作物不利。

石灰氮在使用技术上, 比尿素和硫酸铵等麻烦, 防护不好可能遭受毒害, 但是这都不是主要问题。试验证明, 在施用前与厩肥或湿土混合, 堆沤十天左右, 即可消除毒害, 并可直接用作追肥。过去渤海区农垦管理局推广一批石灰氮后, 曾博得群众的好评。应用过石灰氮的农民, 都已懂得这些道理。石灰氮不仅肥效持久, 而且可以杀虫灭草, 制造技术、设备条件简单, 原料丰富, 也可酌量生产。

总之, 适合盐碱地和稻田施用的氮肥品种很多。我省化肥的发展方向以采取多品种配合生产, 各有侧重的原则较适宜。氯化铵, 尿素、碳酸氢铵、石灰氮、氨水等, 都是应当发展的氮肥品种。特别是氯化铵、尿素和碳酸氢铵更值得重视。因此, 结合我国化学工业的具体条件, 尽量生产这些肥料, 广泛开辟氮素化肥肥源, 以适应农业化学化的需要。

结 语

试验和生产实践证明, 化学氮肥施用盐碱地水稻田中有突出的增产效果。在其他主要粮食作物方面施用, 肥效也十分普遍。但是由于氮肥种类和土壤以及技术条件不同, 增产效果也不一样。以氯化铵、硫酸铵、尿素和碳酸氢铵的肥效较大, 氨水和石灰氮次之, 硝酸铵和硫硝酸铵的肥效较差。同一氮肥品种由于土壤肥力和施肥量的不同, 肥效大小, 也不相同。地壮或施肥水平越高, 肥效表现越低。反之, 地瘦或施肥量越少, 肥效

表现越高。不同氮肥品种, 对土壤和作物的影响也不一样, 长期施用硫酸铵, 对土壤有不良影响。长期施用氯化铵, 虽有微量氯根的积累, 但不致危害作物。其它六个品种对土壤均无不良影响, 施肥方法和施肥时期不同, 肥效表现也有很大差异, 特别是具有挥发性的氨水和具有毒性的石灰氮, 关系则更大。更值得注意的是, 在作物需肥关键时期, 如水稻在幼穗分化期, 玉米在抽雄前施肥, 增产效果最大。另外是氮肥的增产效果, 在灌溉条件下, 比不灌溉的高, 所以在水稻上的肥效比一般作物则更高。注意施肥技术, 合理使用, 可以发挥氮素化肥最大的增产效果。

关于氮肥品种的选择和生产问题, 建议选择氯化铵, 尿素, 碳酸氢铵, 氨水和硝酸铵等品种, 组成联合企业, 采取大中小型配合生产的办法, 尽快地增加氮肥产量。至于硫酸铵由于其原料与化工原料有矛盾, 可适当生产。石灰氮可小量生产, 以便逐步推广。

主要参考文献

- (1) 中国农业科学院土壤肥料研究所 (1962年) 中国肥料概论, 上海科学技术出版社。
- (2) 中国农业科学院土壤肥料研究所 (1962年) 国内外肥料试验研究资料汇编 (内部资料)。
- (3) 军粮城稻作试验站 (1959年) 1949—1958年试验研究总结。(未出版)。
- (4) 天津稻作研究所 (1959年) 水稻丰产与科学研究 (未出版)。
- (5) 天津稻作研究所 (1962年) 有机和无机肥料在盐碱地增产效果的研究。(未发表)。
- (6) 天津稻作研究所 (1962年) 渤海区水稻技术协作会议第一至十八届会议资料汇编。(未发表)。
- (7) 陈尚瑾等 (1950年) 在石灰质土壤施用硫酸铵、氯化铵的肥效比较研究, 中国农业研究 1950年。
- (8) 丁一等 (1962年) 关于发展化学肥料问题的探讨, 人民日报 1962年 11月 15日。
- (9) 赵哲权 (1962年) 发展我省化学肥料刍议, 河北日报 1962年 12月 4日。
- (10) 侯德榜 (1962年) 我国发展化学工业的方向, 天津市科协印 (内部资料)。