

# 尿素粒肥在石灰性砂壤土上对夏玉米效应及氮素去向的研究\*

徐志红 曹志洪 李庆逵

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

本文报告了尿素粒肥在石灰性砂壤土上对夏玉米的效应及其氮素去向。在石灰性砂壤土上尿素粉肥条撒(雨前施肥或结合灌溉)可以起到尿素深施的作用。在供试土壤上施用尿素,肥料氮的淋洗程度是重 2.17 克的粒肥深施 > 重 1.09 克的粒肥深施 > 粉肥深施 > 粉肥条撒,但玉米地上部分吸收肥料氮的情况正好与肥料氮在土壤中的淋洗难易趋势相反。收获时玉米地上部分吸收利用了 48.5% 的肥料氮量,0—80 厘米微区土壤中残留了 17.6%,而氮肥损失(亏缺)为 33.9%。

氮肥施用方法对于作物吸收利用肥料氮和土壤氮的数量以及作物产量都有很大影响<sup>[1-4,8,11-13]</sup>。氮肥大粒化是氮肥剂型的发展方向之一<sup>[9,10]</sup>。尿素粒肥在稻田深施时,一般可较大幅度地提高氮素利用率和水稻产量,但氮素利用率大小与土壤质地、水分管理和粒肥的粒径大小有密切相关<sup>[14-16]</sup>。迄今有关在石灰性土壤上尿素粒肥的肥效,特别是在田间条件下应用 <sup>15</sup>N 研究旱作物对尿素粒肥的氮素利用率及肥料氮去向的试验报道尚不多见<sup>[9]</sup>。本文报告了石灰性土壤上尿素(粒肥和粉肥)的施用方法对不同生育期夏玉米吸收利用肥料和土壤氮量的影响及肥料的增产效益,并应用 <sup>15</sup>N 技术阐明了尿素在供试土壤剖面中的移动、分配和去向。

## 一、材料与 方法

本试验是 1983 年在河南封丘轻沙二合土上进行的。供试土壤的基本理化性质见表 1 和表 2。供试夏玉米品种为豫农 707。6 月 10 日播种,9 月 18 日收获。试验包括田间小区试验和 <sup>15</sup>N 微区试验两部分。

(一) 田间小区试验 小区试验采用四次重复的随机区组设计。夏玉米种植密度为每亩 4400 株(行距 0.6 米)。试验小区面积为 0.05 亩,尿素(含 N 45.2%)用量均为 29 斤/亩,并以过磷酸钙(含 P 6.8%) 90 斤/亩为基肥。试验处理分: (1) 粒重 2.17 克的尿素粒肥深施,每两株玉米间穴施三颗粒肥,入土深度 3 寸(简称粒肥深施处理 1); (2) 粒重 1.09 克的尿素粒肥深施,每两株玉米间穴施六颗粒肥,入土深度也是 3 寸(简称粒肥深施处理 2); (3) 尿素粉肥深施,尿素粉肥施到两株玉米之间,深度也为 3 寸(简称粉肥深施); (4) 尿素粉肥条状撒施,尿素粉肥和少量细干土混匀后沿玉米种植行条状

\* 本文是第一作者在李庆逵教授指导下完成的硕士论文之一部分。

表 1 试验田耕层土壤的化学性质

Table 1 Soil chemical properties of the experimental field

土壤质地	全氮 (%)	有机质 (%)	有效磷* (ppm P)	全磷 (ppm P)	速效钾* (ppm K)	缓效钾 (ppm K) Slowly available K	CEC (m. e./100g)	pH
Soil texture	Total N	O. M.	Available P	Total P	Available K	available K		
砂壤土 Sandy loam	0.043	0.60	1.29	513	72	740	5.12	8.8

\* 有效磷和速效钾分别采用 Olsen 法 (0.5M NaHCO<sub>3</sub> 提取) 和醋酸铵法 (1N CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> 提取)

表 2 试区土壤剖面的容重和质地组成

Table 2 Physical properties of soil profile in the experimental field

土壤层次 (cm)	容重 (g/cm <sup>3</sup> )	砂粒 (%) Sand (2-0.02mm)	粉粒 (%) Silt (0.02-0.002mm)	粘粒 (%) Clay (<0.002mm)	质地名称 (国际制) Soil texture (International system)
Soil layer	Volume weight				
0-5	1.59	66.32	23.77	9.91	砂质壤土
5-20	1.56	66.17	23.75	10.08	砂质壤土
20-40	1.40	40.43	45.43	14.14	粉质壤土
40-60	1.50	8.56	77.67	13.77	粉质壤土
60-80	1.53	0.32	67.42	36.26	粉质粘土

撒施(简称粉肥条撒); (5) 无氮肥区(对照区), 除施用过磷酸钙作底肥外, 不施氮肥。为了适应夏玉米吸氮规律<sup>[4]</sup>, 所有氮肥均在播种后 20 天(降雨前一天或施氮肥后灌溉)一次追入农田。

(二) <sup>15</sup>N 微区试验 微区是 20 个无底方铁箱 (50 厘米 × 40 厘米 × 40 厘米), 分别设置在各对应处理的小区中。微区试验是与小区试验同时布置。方铁箱微区种两株玉米, <sup>15</sup>N 标记尿素施用量为 6.51 克尿素 (含氮 46.3%)。 <sup>15</sup>N 标记尿素是由上海化工研究院提供, <sup>15</sup>N 丰度均为 8.71% 原子百分超。微区试验处理和施肥方法均与小区试验相同。方铁箱微区中的玉米是在收获 (9 月 17 日) 时取样的。另外设 30 个无底圆筒 (直径 26 厘米, 高 40 厘米) 的微区布置在保护行。每个圆筒微区种一株玉米。圆筒微区的试验处理和方铁箱微区相同, 每个处理设置 6 个重复。方铁箱和塑料圆筒都被打入土中 38 厘米, 高出土表 2 厘米。玉米播种前把微区的表层 20 厘米土壤取出混匀, 除去麦茬, 然后等量地返回各微区。

方铁箱和塑料圆筒微区内的土壤均按 0-5 厘米、5-20 厘米、20-40 厘米、40-60 厘米和 60-80 厘米五层取样, 其中 40-60 厘米和 60-80 厘米两层土样是用 20 厘米土钻在微区范围内均匀取 10 钻土壤代表该层土样。圆筒微区供收获前两个生育期取样 (每次取样各三个重复)。第一次取样是在玉米拔节前, 即 7 月 20 日 (施氮肥 20 天后) 进行; 第二次取样是在玉米孕穗期, 即 8 月 21 日 (施氮肥 51 天后)。收获前二个生育期取样时, 玉米地上部分作为一个样品, 不再细分。但收获时方铁箱微区的玉米地上部分则细分为茎叶、籽粒、棒子心和棒子包皮四部分进行取样。

土壤全氮采用改进的硫酸-水杨酸半微量定氮法测定<sup>[7,17]</sup>。 <sup>15</sup>N 质谱分析是用 ZhiT-1301 型质谱仪完成的。

## 二、结果和讨论

### (一) <sup>15</sup>N 标记肥料氮在土壤剖面中的移动、分布及对玉米根系生长的影响

1. 肥料氮在土壤剖面中的移动和分布: 表 3 结果表明, 施氮肥 20 天后, 在 0—5 厘米表土层中以尿素粉肥处理所保持的肥料氮量较多, 粒肥深施较少, 但它们之间的差异不显著。分群比较<sup>[10]</sup>结果指出, 在 5—20 厘米土层中重 2.17 克的粒肥深施保留的肥料氮比其它处理要显著的低, 而粉肥条撒保留的肥料氮量最多。其趋势是: 粉肥条撒 > 粉肥深施 > 重 1.09 克的粒肥深施 > 重 2.17 克的粒肥深施。在 20—40 厘米土层中粉肥条撒处理测得的肥料氮量显著地低于粒肥深施和粉肥深施。至于在 40—60 厘米土层中粉肥条撒没有标记的肥料氮, 粉肥深施仅测得 0.19% 的肥料氮, 而粒肥深施却测得了 1.52—1.55% 的肥料氮。在 60—80 厘米土层中只有重 2.17 克的粒肥深施才测到了 0.98% 的肥料氮, 其余处理均未监测到 <sup>15</sup>N 标记的肥料氮。

表 3 <sup>15</sup>N 标记尿素在土壤剖面中的移动和分布\*Table 3 Movement and distribution of <sup>15</sup>N-labelled urea in the soil profile

处 理 Treatment	保留的肥料氮占施用肥料氮的百分数(%) Percentage of <sup>15</sup> N retained in Soil														
	施氮肥20天后 20 days after adding <sup>15</sup> N-labelled urea					施氮肥51天后 51 days after adding <sup>15</sup> N-labelled urea					收 获 At harvest				
	土层深度(cm) Layer depth					土层深度(cm) Layer depth					土层深度(cm) Layer depth				
	0	5	20	40	60	0	5	20	40	60	0	5	20	40	60
粒肥深施处理1 Granulated urea (2.17), deep placement 1	13.0	28.2	16.2	1.52	0.98	3.79	6.16	0.72	4.92	1.78	3.40	5.23	2.85	4.65	1.83
粒肥深施处理2 Granulated urea (1.09), deep placement 2	10.3	32.6	18.8	1.55	0	3.36	11.51	1.91	14.9	0.10	4.10	9.20	1.95	3.59	1.48
粉肥深施 Powdered urea, deep placement	13.2	34.2	15.6	0.19	0	3.80	17.1	4.13	8.13	0	4.21	8.08	1.41	2.50	0.40
粉肥条撒 Powdered urea, band broadcasting	14.0	42.8	5.49	0	0	3.54	25.3	4.43	1.60	0	4.30	8.96	1.22	0.88	0.04

\* 表中括号里的 2.17 和 1.09 分别表示尿素粒肥的粒重(g)。

从表 3 中也可看出, 施氮肥 51 天后 <sup>15</sup>N 标记肥料氮在土壤剖面中的移动情况。由于作物的旺盛吸收及肥料氮的继续向下移动, 在 0—5、5—20 和 20—40 厘米土层中所保持的肥料氮量均大大下降, 而 40—60 厘米和 60—80 厘米土层中的肥料氮却都增加了。

收获时残留 <sup>15</sup>N 标记肥料氮在土壤剖面中的分布情况是 20 厘米以下的各土层中保留的肥料氮都是以粒肥深施的高于粉肥深施。另外在 40—60 厘米土层由于质地较沙, 而 60—80 厘米的质地较粘, 可能有少量肥料氮发生侧渗。粉肥条撒后降雨或结合灌溉的即使在收获时也只有 0.04% 的肥料氮被淋洗到 60—80 厘米土层中。

上述结果表明: 尿素肥料的剂形(粉肥、粒肥)和施肥方法对尿素在土壤剖面中移动的模式有较大的影响。试验结果指出, 在质地较轻的石灰性土壤上尿素被下渗水淋洗的顺序是重 2.17 克的粒肥深施 > 重 1.09 克的粒肥深施 > 粉肥深施 > 粉肥条撒。尿素粒肥的

粒径越大,肥料氮就越容易被淋洗到深层土壤。

2. 不同生育期玉米根系的生长: 施氮肥 20 天后 0—5 厘米土层中以重 2.17 克的尿素粒肥深施的根系重量最大,以粉肥条撒最小。而在 5—20 厘米土层中,重 2.17 克的粒肥深施处理的玉米根系重量较其它处理明显地低。在 20—40 厘米土层中玉米根系生长量都很少。施氮肥 51 天后 0—5 厘米土层玉米根系数量较多,生长较旺盛,但各处理间差异不显著。在 5—20 厘米的微区土壤中,玉米根系生长数量的次序是:粉肥条撒>粉肥深施>重 1.09 克的粒肥深施>重 2.17 克的粒肥深施。这和施氮肥 51 天后肥料氮在土壤剖面上的分布趋势基本上吻合。在 20—40 厘米土层中玉米根系生长量普遍较低。在夏玉米的发育后期,微区 0—40 厘米的各层土壤中每公斤烘干土所含玉米根系的重量均是:0—5 厘米土层>5—20 厘米土层>20—40 厘米土层。而 40 厘米以下的土层中分布的根量极少。

(二) 夏玉米不同生育期干物质的累积

从图 1 可看出,本试验的夏玉米从 6 月 14 日出苗到 7 月 20 日第一次取样,为 36 天生育期,各处理玉米植株积累的干物质平均只为全生育期所积累的 3.6%。第二次取样是 8 月 21 日进行的,此时正值玉米孕穗吐丝前夕,生长发育已相当旺盛,各施用氮肥处理玉米相对的干物质累积量已达 40%左右,而对照的却达 53.1%。收获期取样离第二次取样只有 26 天,但此时期为玉米灌浆成熟,生长极旺盛,在近一个月的时间里施用氮肥处理的生物累积量达 58%左右,速率超过了不施氮的对照(表 4)。各处理玉米地上部分烘干重的

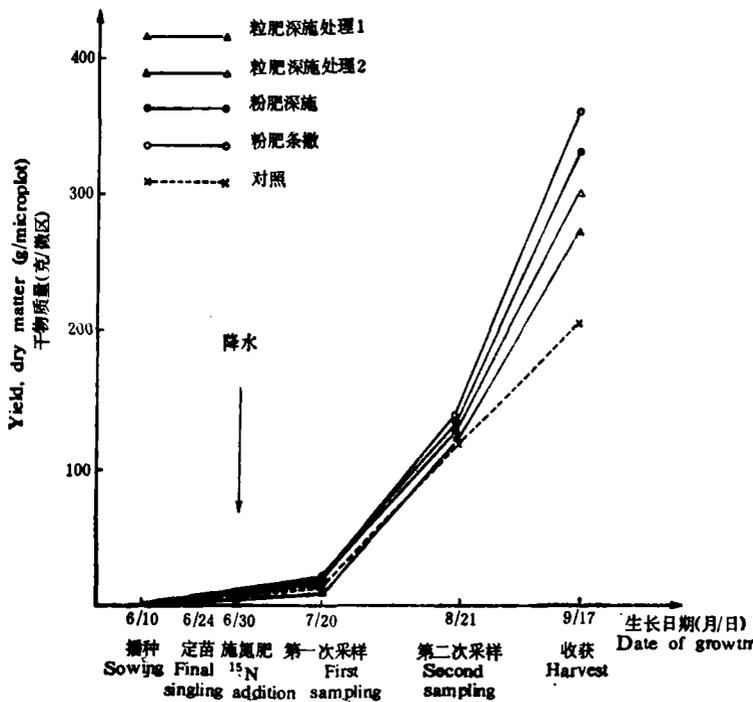


图 1 微区夏玉米各生育期地上部分干物质的累积 (施氮肥一天后(7月1日)的降雨量为46.9毫米)

Fig. 1 Weight of corn plants in <sup>15</sup>N microplot at different growth stages

趋势是: 粉肥条撒 > 粉肥深施 > 重 1.09 克的粒肥深施 > 重 2.17 克的粒肥深施 > 对照。但施尿素各处理间的烘干重差异不显著。

表 5 是田间小区试验各处理的玉米籽粒及茎叶产量, 其比较的趋势是与微区试验基本上吻合的, 即粉肥条撒 > 粉肥深施 > 粒肥深施处理 1 和粒肥深施处理 2, 统计上则施氮肥各处理的玉米籽粒和茎叶产量, 均无显著差异。从非  $^{15}\text{N}$  小区试验与  $^{15}\text{N}$  微区试验结果可以认为, 尿素条撒结合灌水可起到深施的作用, 肥效较好, 而尿素粒肥深施在供试的轻质土壤的条件下, 由于尿素粒肥水解速度较慢, 易随水淋洗损失, 因此并没有起到提高肥效的作用。

表 4 微区玉米地上部分各生育期干物质积累的相对量\*

Table 4 Relative accumulation of dry matter of corn plants in  $^{15}\text{N}$  microplot at different growth stages

处理 Treatment	施氮肥20天后 20 days after adding $^{15}\text{N}$ -labelled urea		施氮肥51天后 51 days after adding $^{15}\text{N}$ -labelled urea		收 获 At harvest	
	重量(g) Weight	相对累积量(%) Relative accumulation	重量(g) Weight	相对累积量(%) Relative accumulation	重量(g) Weight	相对累积量(%) Relative accumulation
粒肥深施处理1	9.34	3.4	123.7	42.1	271.8abcd	54.5
粒肥深施处理2	10.62	3.6	125.5	38.6	297.8abc	57.8
粉肥深施	14.50	4.4	135.8	37.1	326.9ab	58.4
粉肥条撒	11.08	3.1	134.1	34.5	356.9a	62.4
对照	12.58	6.1	121.9	53.1	205.9c	40.8

\* 在一列中, 平均数伴随着相同的字母表明没有显著的差异(新复全距检验法, 5%水准)。

表 5 非  $^{15}\text{N}$  标记尿素田间小区试验玉米籽粒和茎叶产量 (Jin/mu)

Table 5 Dry weights of corn plant parts in the field experiment with  $^{15}\text{N}$ -unlabelled urea

处 理 Treatment	籽 粒 Grains	茎 叶 Stems and leaves		
粒肥深施处理1	649abc	1286	比较	F 值
粒肥深施处理2	627abcd	1465	$L_1$	16.20**
粉肥深施	656ab	1483	$L_2$	16.85**
粉肥条撒	678a	1512	$L_3$	0.39**
对照	556e	1246	$L_4$	0.23**

注: 1. 本表中的分群比较系数分别为:  $L_1$ : 1, 1, 1, 1, -4;  $L_2$ : -3, 1, 1, 1, 0;  $L_3$ : 0, -2, 1, 1, 0;  $L_4$ : 0, 0, 1, -1, 0。2. 表中 F 值后面的“\*\*”表示在 1% 水准下有显著的差异, “ns”表示没有显著差异。

### (三) 夏玉米在不同生育期对肥料氮和土壤氮的吸收利用

表 6 的结果说明, 施氮肥 20 天后, 玉米地上部分吸收的肥料氮量以尿素粉肥条撒处理最高, 而重 2.17 克的粒肥深施的最低。施氮肥 51 天后, 玉米地上部分吸收肥料氮量还是以粉肥条撒最高, 以重 2.17 克的粒肥深施最低。尿素粉肥处理玉米地上部分吸收肥料氮量较粒肥深施要高 19%。与前一个生育期相比, 玉米地上部分吸收土壤氮的数量增多, 吸收肥料氮的数量相对减少。收获时粉肥处理玉米地上部分吸收的肥料氮量比粒肥深施

表 6 夏玉米各生育期吸收的肥料氮和土壤氮量(毫克/微区)

Table 6 Uptake of fertilizer-N and soil-N by the corn plant at different growth stages (mg/microplot)

处理 Treatment	施氮肥20天后 20 days after adding <sup>15</sup> N-labelled urea			施氮肥51天后 51 days after adding <sup>15</sup> N-labelled urea			收 获 At harvest		
	肥料氮	土壤氮	土壤氮占总吸氮 (%)	肥料氮	土壤氮	土壤氮占总吸氮 (%)	肥料氮	土壤氮	土壤氮占总吸氮 (%)
	Fertilizer N	Soil N	% of soil N in total N	Fertilizer N	Soil N	% of soil N in total N	Fertilizer N	Soil N	% of soil N in total N
粒肥深施 处理1	69	64	49	374	519	58	1331	2038	61
粒肥深施 处理2	93	62	40	451	468	52	1379	2228	62
粉肥深施	83	86	51	485	505	50	1418	2748	66
粉肥条撒	115	50	32	499	470	48	1726	2589	60

的高16%。也是以粉肥条撒最高,以重2.17克的粒肥深施最低。收获时土壤氮和肥料氮的比例较前两次都要高,且与施肥处理关系不大。由此可见,石灰性土壤上夏玉米在生育前期对肥料氮的依赖性较大(达49—69%),而后期则对土壤氮(60%以上)的依赖性更大。

#### (四) <sup>15</sup>N 标记尿素氮的去向

表7结果表明:吸收肥料氮总量平均有57.7%分配在籽粒中,36.1%在茎叶,只有6.2%在棒子心和包皮中。

夏玉米收获时<sup>15</sup>N标记尿素氮的去向见表7。结果表明:玉米地上部分吸收利用了44—57%的肥料氮量;0—80厘米微区土壤中残留了15—20%;而氮肥损失(亏缺)为28—38%。

表 7 收获时 <sup>15</sup>N 标记尿素氮的去向(%)Table 7 Balance of the <sup>15</sup>N-labelled urea at harvest (%)

处理 Treatment	玉米地上部分 Fertilizer-N in corn plants above ground					0—80厘米微区土 壤部分 Fertilizer-N in soil layer (0—80cm)	氮素损失(亏缺) Loss of the fertilizer N (deficits)
	籽粒 Grain	茎叶 Stem and leaf	棒子芯 Corn cob	棒子包皮 Corn husk	合计 Total		
粒肥深施处理1	26.8	15.0	1.09	1.26	44.1	17.9	38.0
粒肥深施处理2	26.8	15.8	1.33	1.82	45.7	20.4	33.9
粉肥深施	28.8	15.6	1.30	1.28	47.0	16.6	36.4
粉肥条撒	29.7	23.6	1.69	2.29	57.3	15.4	27.3

### 三、结 论

本试验结果表明:在石灰性砂壤土上尿素粉肥条撒(降雨前施肥或结合灌溉)可以起到尿素深施的作用,其肥效较高。而粉肥或粒肥深施(雨前施肥或结合灌溉),其肥效反而不如粉肥条撒,且肥效随着粒肥粒径的增大而降低。这与刘宗衡<sup>1)</sup>和 Vleck 等人的报告

1) 刘宗衡, 1983: 中国土壤的合理利用和培肥。中册, 95—96, 中国土壤学会编。

结果是一致的<sup>[14]</sup>。

在石灰性砂壤土上施用尿素, 肥料氮的淋洗程度是: 重 2.17 克的粒肥深施 > 重 1.09 克的粒肥深施 > 粉肥深施 > 粉肥条撒。而玉米地上部分在各生育期吸收的肥料氮量的情况正好与各处理肥料氮的淋洗难易趋势相反。

氮肥去向的研究表明, 收获时玉米地上部分吸收利用了 48.5% 的肥料氮量; 0—80 厘米微区土壤中残留了 17.6%; 而氮肥损失(亏缺)为 33.9%。同时还证明, 在本试验条件下尿素的淋洗损失可能是肥料损失的主要途径之一。这一点对有灌溉的华北平原的轻质土壤来说可能是类同的。但是究竟氨挥发、反硝化及淋失各占多大比例是值得进一步探明的问题。

### 参 考 文 献

- [1] 李庆逵, 1975: 氮肥的农业化学问题。土壤, 第 3 期, 130—133 页。
- [2] 朱兆良、陈荣业、徐永福、徐银华、张绍林, 1979: 苏州地区平田黄泥土壤氮素供应过程的特点及其与氮肥施用方法的关系。土壤学报, 第 16 卷 3 期, 218—233 页。
- [3] 曹志洪、S. K. 迪达塔, 1983: 深施氮肥 (<sup>15</sup>N 标记尿素) 对稻田水层化学性质的影响及水稻对深施氮肥的回收率。土壤学报, 第 20 卷 3 期, 253—261 页。
- [4] 陈荣业、孙秀廷、李阿荣、潘遵谱、陈全武、惠茂新, 1983: 苏州高产稻区氮肥的经济施用。土壤学报, 第 20 卷 4 期, 373—386 页。
- [5] 李仲林、李阿荣、曹志洪, 1984: 石灰性土壤上氮肥施用方法对春小麦、氮素利用率的影响。土壤, 第 4 期, 134—137 页。
- [6] 张庆吉、耿平, 1982: 应用同位素 <sup>15</sup>N 对夏玉米吸氮规律研究。河南农林科技, 第 12 期, 10—13 页。
- [7] 中国土壤学会农业化学专业委员会, 1983: 土壤农业化学常规分析。科学出版社出版。
- [8] 吉野喬·出井嘉光, 1978: 水田土壤における施肥窒素の行方および窒素肥料の土壤窒素無機化に及ぼす影響。日本農事研, 第 28 卷, 91—113 页。
- [9] 粟原淳, 1978: 最近の肥料形態の動向と施用。土肥誌, 特集号, 76—85 页。
- [10] 安藤奨, 1978: 肥料の造粒とその将来。土肥誌, 特集号, 61—67 页。
- [11] Cao Z. H., Dedatta. S. K. and Fillery I. R. P., 1984: Nitrogen-15 balance and residual effects of urea-N in wetland rice fields as affected by deep placement techniques. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 203—208.
- [12] Li Chingwei and Chen Rongye. 1980: Ammonium bicarbonate used as a nitrogen fertilizer in China. Ferti. Research, 1: 125—136.
- [13] Chen Rongye and Zhu Zhaoliang. 1982: Characteristics of the fate and efficiency of nitrogen in supergranules of urea. Ferti. Research, 3: 63—71.
- [14] Vleck P. L. G., Byrnes B. H. and Craswell E. T.. 1980: Effect of urea placement on leaching losses of nitrogen from flooded rice soils. Plant and Soil, 54: 441—449.
- [15] Malhi S. S. and Nyborg M.. 1979: Rate of hydrolysis of urea as influenced by thiourea and pellet size. Plant and Soil, 51: 177—186.
- [16] Yoshio Yamada, Saleem Ahmed, Adelaïd Alcantrara, and Nurul Huda Khan. 1981: Nitrogen efficiency study under flooded paddy conditions. Proceedings of Symposium on Paddy Soil, 588—596. Nanjing, China.
- [17] Buresh R. J., Austin E. R. and Craswell E. T.. 1982: Analytical methods in <sup>15</sup>N research. Ferti. research, 3: 37—62.
- [18] Gomez K. A. and Gomez A. A.. 1976: Statistical Procedure for Agricultural Research with Emphasis on Rice. 104—108, IRR1.

## STUDIES ON THE EFFECT OF UREA SUPERGRANULE ON CORN AND THE FATE OF NITROGEN IN CALCAREOUS SANDY SOIL

Xu Zhihong, Cao Zhihong and Li Qingkui

*(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing)*

### Summary

Present article deals with the effect of granulated urea in different sizes (powder, 1.09 and 2.17g per granule) on the yield of corn grown on calcareous sandy soil derived from loessial deposits in Fenqiu County of Henan Province. Field experiments were conducted on plots of 14.0m×2.4m in 5 treatments (deep placement of granules of 2 sizes and powder, broadcasting of powder and control), and on microplots which were laid in each plot separated by a bottomless square cylinder (50cm×40cm×40cm). <sup>15</sup>N-labelled urea was applied in microplots. In all the treatments, irrigation was carried on immediately after applying the fertilizer.

Results obtained showed that top dressing powdered urea in band followed by irrigation or before raining gave similar grain yield of corn to the deep application of either powdered or granulated urea on the soil. The leaching rates of urea in different treatments were in a descending order of deep application of granule of 2.17g>deep application of granule of 1.09g >deep application of powder>broadcasting of powder. However, the amounts of fertilizer-N absorbed by corn plant tended to the opposite order. At ripening stage, 48.5% of the fertilizer-N was absorbed by corn plant, 17.6% was retained in soil layer of 0-80cm, and 33.9% was the deficit.