

应用¹⁵N示踪研究黑土施用尿素和 硝铵后氮素的去向*

朱 平 孙宏德 李军 尚惠贤 刘淑环 宋亚茹

(吉林省农科院土肥所)

在我省当前农业生产中, 尿素和硝铵是主要的氮肥肥料。为摸清尿素和硝铵施用后氮素在土壤中的去向及探索提高其利用率的途径, 我们于1988年通过网室盆栽试验, 利用同位素¹⁵N示踪的方法对黑土施用尿素和硝铵后氮素的去向进行了研究, 现将结果报告如下。

材 料 和 方 法

试验在吉林省农科院土肥所网室进行, 选用 $\phi 20 \times 20$ cm塑料盆, 每盆装风干土4 kg, 供试土壤为中层黑土, 有机质含量为2.07%, 全N为0.113%, 全 P_2O_5 为0.036%, 水解N含量为97.2ppm, pH6.4, 容重 $1.19g/cm^3$ 。供试肥料为¹⁵N标记尿素和硝铵, ¹⁵N标记尿素原子百分超为7.282%, ¹⁵N标记硝铵原子百分超为3.110%。试验设3个处理: ①对照(空白); ②盆施标记硝铵2.016g(合纯N690mg/盆); ③盆施标记尿素1.500g(合纯N690mg/盆)。土壤与肥料充分混合后做基肥一次施入, 上覆2 cm细土; 10次重复。供试作物为春小麦, 于4月14日播种, 每盆留10株, 7月15日收获。在小麦整个生育期间降雨量为78mm, 当小麦出现旱情时适当浇水, 浇水量以无淋失液渗出为准, 共浇水4次。

挥发性氮采用硼酸吸收法, 用泡沫塑料做载体吸取2%浓度的硼酸液, 置于无底透明塑料盒中盖在盆土表面, 自播种之日起, 隔2天取下泡沫载体滴定吸收的氮, 测定至无氮挥发为止。淋失的氮采用将土壤淋失液收集浓缩后测定含氮量及¹⁵N原子百分超。植株吸氮量及土壤残留氮量采用分批取样法, 于小麦拔节期、孕穗期和成熟期分别取土壤、植株进行测定, 每处理的1—3重复供拔节期取样, 4—6重复供孕穗期取样, 7—10重复供小麦成熟后考种、取样。植株及土壤全N用凯氏法测定, ¹⁵N丰度用质谱仪测定。

结 果 与 讨 论

(一) 小麦各生育期生物产量

于小麦拔节期(5月28日)、孕穗期(6月8日)每处理各取3盆, 小麦成熟后(7月15日)取4盆, 分别采取地上部分和根风干测重, 测定生物产量, 结果见表1。

表1 不同处理小麦各生育阶段生物产量 单位: 克/盆

处 理	拔 节 期 (地上部分+根)	孕 穗 期 (地上部分+根)	成 熟 期	
			地上部分+根	子 粒
CK	13.5	21.7	30.4	8.5
硝 铵	15.6	28.6	38.7	11.3
尿 素	15.2	28.4	38.9	11.8

* 本试验在中国农科院土肥所关松荫副研究员指导下完成, 成文后并予以审阅, 此致谢意。

(二) 氮素的去向

1. 植株吸收

分别在小麦拔节期、孕穗期和成熟后采取小麦植株（包括根）和子粒样本测定了氮素的含量及¹⁵N原子百分超，计算出小麦各生育时期吸收的肥料氮占施入肥料氮的百分数，结果见表2。施硝酸铵处理在小麦拔节期植株吸收的氮比对照增加71.5mg/盆，吸收的肥

表2 小麦各生育时期吸收肥料氮(%)

处 理	项 目	植株吸氮量 (mg/盆)	¹⁵ N原子百分超 (%)	吸收的肥料氮量 (mg/盆)	占施入肥料氮 (%)
拔 节 期	CK	180.4	—	—	—
	硝 铵	259.1	1.101	91.7	13.29
	尿 素	296.4	2.173	116.9	16.94
孕 穗 期	CK	290.3	—	—	—
	硝 铵	586.9	1.211	228.5	33.12
	尿 素	597.3	3.011	246.9	35.79
成 熟 期	CK	378.5	—	—	—
	硝 铵	760.1	1.342	327.9	47.53
	尿 素	781.6	3.142	337.2	48.87

料氮量为91.7mg/盆，占施入肥料氮的13.29%；孕穗期植株吸收的氮比对照增加296.6mg/盆，吸收的肥料氮量为228.5mg/盆，占施入肥料氮的33.12%；小麦成熟时植株吸收的氮量为760.1mg/盆，比对照增加381.6mg/盆，吸收的肥料氮量为327.9mg/盆，占施入肥料氮的47.53%。施尿素处理，小麦拔节期、孕穗期和成熟期植株吸收的氮量分别比对照增加116.0mg/盆、307.0mg/盆和403.1mg/盆，所吸收的肥料氮量分别为116.9mg/盆、246.9mg/盆和337.2mg/盆，占施入肥料氮的16.94%、35.79%和48.87%。从小麦出苗——拔节，拔节——孕穗，孕穗——成熟各生育阶段植株吸收的肥料氮量占施入肥料氮百分数见表3，施硝酸铵处理分别为13.29%，19.83%，14.41%；施尿素处理分别为16.94%，18.85%和13.08%。从中可见，小麦吸肥的高峰在拔节——孕穗期间，此间所吸收的肥料氮占整个生育时期吸收肥料氮的41.72%（硝酸铵处理）和38.55%（尿素处理）。

表3 小麦各生育阶段吸收的肥料氮及占施入肥料氮(%)

处理	出 苗——拔 节		拔 节——孕 穗		孕 穗——成 熟	
	吸收的肥料氮 (mg/盆)	占施入肥料氮 (%)	吸收的肥料氮 (mg/盆)	占施入肥料氮 (%)	吸收的肥料氮 (mg/盆)	占施入肥料氮 (%)
硝酸铵	91.7	13.29	136.8	19.83	93.4	14.41
尿素	116.9	16.94	130.0	18.85	90.3	13.08

2. 挥发损失

氮肥施入土壤后氮素的挥发损失过去多采用差减的方法，结果误差比较大，这次我

们采用了硼酸直接吸收的方法，用泡沫塑料做载体饱和吸取20%的硼酸溶液，然后悬于半封闭透明塑料盒中扣在盆土表面，吸收挥发出来的气态氨，再用稀硫酸滴定，计算氮的挥发损失量，结果见表4。

表4 黑土施用硝铵和尿素后氮的挥发损失* 单位: mg/盆

处理	测定日期							总计	占肥料 (%)
	4·14—20	4·21—25	4·25—30	5·1—5	5·5—15	5·15—30	6·1—		
硝铵	48.77	43.38	27.86	10.44	5.13	3.78	1.84	141.20	20.46
尿素	31.77	43.92	27.77	16.12	8.19	2.45	2.11	132.33	19.17

* 结果中已减去对照处理氮的挥发量。

表4表明，黑土施用硝铵后，氮的挥发损失在一开始即出现高峰，在施肥后的前一周内氮的挥发损失约占全部挥发量的35%左右，前两周占80%左右，以后逐渐减少，到40天后基本测定不出有氮挥发出来。黑土施用尿素后氮的挥发损失在第二周内出现高峰，施肥后前一周内氮的挥发为31.77mg/盆，约占总挥发量的24%左右，在第二周挥发的氮约占总挥发损失的50%强，以后逐渐减少，到40天后亦无气态氨挥发。黑土施用硝铵和尿素后氮的挥发损失分别占施入肥料氮的20.46%和19.17%。

3. 土壤残留

表5列出了尿素和硝铵施入黑土中后在小麦不同生育阶段土壤中残留的肥料氮含量。结果表明，在小麦拔节阶段（施肥44天后）测得土壤中残留的肥料氮量较高，施硝铵处理土壤中残留的肥料氮为290.6mg/盆，施尿素处理为311.9mg/盆，分别占施入肥料氮的42.12%和45.21%；在小麦拔节——孕穗期间，由于小麦需肥量增加以及以气态氨的形式挥发损失、淋失等原因，到小麦孕穗期取土壤测定肥料氮的残留量，已较前期显著减少，分别为25.88%和30.10%；小麦成熟后取土壤测定其中肥料氮的含量，施硝铵处理土壤残留肥料氮为104.5mg/盆，施尿素处理为118.4mg/盆，分别占施入肥料氮的15.14%和17.16%。

表5 小麦不同生育时期土壤残留的肥料氮

处理	拔节期(施肥44天后)		孕穗期(施肥54天后)		成熟期(100天)	
	土壤残留的肥料氮 (mg/盆)	占肥料氮 (%)	土壤残留的肥料氮 (mg/盆)	占肥料氮 (%)	土壤残留的肥料氮 (mg/盆)	占肥料氮 (%)
硝铵	290.6	42.12	178.6	25.88	104.5	15.14
尿素	311.9	45.21	207.7	30.10	118.4	17.16

1. 淋失

在盆栽小麦整个生育阶段自然降雨量为78mm，我们采取将盆土淋失液收集浓缩后测定淋失液中氮的含量及¹⁵N原子百分超的办法计算出氮素的淋失量，结果见表6。不施肥处理土壤淋失的氮为54.5mg/盆，施硝铵和尿素处理土壤淋失的氮分别为118.6mg/盆和97.3mg/盆，其中含有肥料氮量为73.3mg/盆和44.0mg/盆，占施入肥料氮量的10.61%和6.38%。

表 6

自然降水后土壤及肥料氮的淋失

处理	淋失液中氮含量 (mg/盆)	^{15}N 原子百分超 (%)	淋失的肥料氮量 (mg/盆)	占施入肥料氮量 (%)
CK	54.5	—	—	—
硝酸铵	118.6	1.921	73.3	10.61
尿素	97.3	3.194	44.0	6.38

5. 其它损失

施入土壤中的肥料氮除作物吸收利用、挥发损失、淋失和土壤残留外，尚亏空一些，这部分肥料氮的去向还有待于进一步探求。

结 语

1. 小麦盆栽试验结果表明，黑土施用硝酸铵和尿素后，氮素的利用率分别为47.53%和48.87%，小麦吸肥高峰在拔节——孕穗期，在拔节前期，由于小麦植株较小，此时施入土壤中的肥料氮被植株吸收利用的较少，而以气态氮的形式挥发损失氮素较多，因此生产中应重视小麦的吸肥规律，尿素做口肥应采取深施或应用抑制剂控制尿素的分解速度以减少氮的挥发损失，做追肥应在小麦拔节前施入，亦可达到减少氮素损失，提高氮素利用率的目的。

2. 黑土施用尿素后，氮的挥发损失约占施入肥料氮的19.17%，施硝酸铵处理约占20.46%，主要是在施肥后20天内以气态氮的形式挥发出来，约占全部挥发损失的80%左右，以后逐渐减少，至40天左右一般已挥发殆尽。

3. 受气候因素的影响，在小麦整个生育阶段如果降水不多，一般土壤淋失液中氮的含量较低，在盆栽试验中淋失损失的肥料氮仅占施入肥料氮的6.38%（尿素）和10.61%（硝酸铵）；土壤残留的肥料氮在小麦生育前期比较多，随着植株的吸收利用、挥发损失和淋失，在小麦成熟后土壤中残留的肥料氮约占施入肥料氮的15.14%（硝酸铵）和17.16%（尿素）。

参 考 文 献

- (1) 陈荣业、朱兆良：氮肥去向的研究，《土壤学报》，19卷2期。
- (2) 朱兆良：土壤中氮素的转化和移动的研究近况，《土壤学进展》，1979年第2期。
- (3) 陈荣业等：几种 ^{15}N 标记氮肥对稻、麦不同施用方法的比较研究，《土壤》，1978年6期。