

性及其变化规律,为用激光长程监测 NO 浓度提供了必要的数据,并可连续监测大气中 NO 污染状况。

2. NO 4.7 微米吸收带和 H₂O 6.3 微米吸收带中的很多吸收线都相互重叠,在实际工作中应当仔细选择 CO 激光的波段,确切估计水蒸气对测定结果的影响。用 5.2—6.3 微米 CO 激光监测大气中 NO 的背景浓度是比较困难的,但是它能有效地监测大气中大于

1ppm 的 NO 污染源。

参 考 文 献

- [1] Morgan, G. B. et al., *Science*, **170**, 239(1970).
- [2] Hast, P. L., *Appl. Spectroscopy*, **24**(2), 161 (1970).
- [3] Ninkley, E. D., *Optical and Quantum Electronics*, **8**(2), 155(1976).
- [4] Meuzies, R. T., *Appl. Opt.* **10**(7), 1532(1971).
- [5] Heicklen, J., 大气化学,吴景学等译,湖南科学技术出版社,长沙,1981年。

应用 ¹⁵N 研究土壤-植物系统中 氮素淋失动态

张福珠 熊先哲 戴同顺 韩淑华

(中国科学院林业土壤研究所)

七十年代以来,氮污染问题在国外有所重视,并进行了系统研究^[1-3]。Kohl 等人(1971)认为河流中硝酸盐主要是以地下水渗滤方式进入的,氮肥是水体中氮污染物的最主要来源。据报道,美国伊利诺斯州 25 英尺或更浅的水井中有 25% 水中硝态氮超过 10ppm;在干旱地区,地下水氮污染更为严重。我国对氮污染研究则刚刚开始,据北京市水文地质大队的研究,北京市城区、东南郊及西郊等地下水中,约有 30% 水样能检出 NO₃⁻,并能普遍测出 NO₂⁻。1980 年我们对京津渤地区的河流、水井和水库等进行三氮(NO₃⁻-N, NO₂⁻-N, NH₄⁺-N)含量的测定,结果表明,在凉水河、通惠河等河流中氮的含量较高,地下水中硝酸根浓度普遍比过去有所增加。因此,京津渤地区氮污染是一个亟待解决的问题。

本工作针对京津渤地区环境特点,探讨农田生态系统在施用不同 ¹⁵N 化肥条件下土壤-植物系统中氮素淋失的动态及其规律,为

进一步阐明氮污染水源的特征及防治提供理论依据。

一、材料和方法

土壤-植物系统模拟试验于 1980 年在本所防鸟网室内进行。土壤采自北京地区石灰性浅色草甸土(潮土),该土都用清水浇灌,为非污染土。土壤基本性状见表 1。采取土层厚度为 90 厘米,按田间原有层次装入高 100 厘米、内径 10 厘米圆型的 PVC 管中(开放式渗滤计),管的最下部装入少量卵石和粗砂,同时用二层玻璃纤维布紧紧盖住,上面装土 13.5 斤。为了较接近于田间条件,将 PVC 管埋入用砖砌成的长方形土池中。下端呈漏斗状,接橡皮管。取样时,管内水自由流下,无色不浑浊,不采样时,管子用螺旋夹夹住,以防溢流。

供试作物为水稻(农垦 19)。试验中以磷、钾肥作基肥,施用三种形态的标记氮肥:硫酸-¹⁵N 丰度为 23.39%,尿素和硝铵——¹⁵N

表 1 供试土壤基本特性

项目 土壤	土 层 (厘米)	有机质 (%)	全 氮 (%)	碱解氮 (ppm)	全 磷 (%)	速 磷 (ppm)	速 钾 (ppm)	pH	土壤盐基 代换量 ml/100克土
草甸土	0—20	1.70	0.087	81	0.059	8.1	190	8.7	29.24
	20—55	1.01	0.054	54	0.040	3.6	90	9.0	20.23
	55—90	1.51	0.082	63	0.044	3.8	121	9.0	33.30
	90以下	0.39	0.017	19	0.044	3.9	53	8.9	12.09

丰度均为 21.16%。施氮量为三个等级：高量为 692 毫克氮，中量 460 毫克，低量 154 毫克。同时设对照（不施氮肥）和施高量硫酸（不种水稻）两个处理。每一处理三次重复。氮肥分别以基肥和追肥分四次施入，时间为 1980 年 6 月 11 日、26 日，7 月 21 日和 30 日。在整个水稻生长期，用不含 NO₃⁻ 蒸馏水浇灌。每次施氮后，间隔 24 小时，从管的底部收集淋失水样，进行三氮含量分析，并把各次采集的水样储于冰箱，最后按施肥次数分别合并其淋失液，测定全氮、¹⁵N 含量，并计算氮肥淋失率。水稻成熟后，将管中水稻植株（包括根部）全部取出，洗去根部泥土，分别按米粒、稻壳、稻草和根加以干燥、称重、磨碎、混匀，从中取样供全氮及 ¹⁵N 分析之用。用 ¹⁵N 示踪法计算当季水稻的氮肥利用率。

水样中的 NO₃⁻、NO₂⁻ 分析采用紫外分光光度法，NH₄⁺ 用奈氏比色法，¹⁵N 丰度由质谱计测定，水样的全氮测定方法经我们试验选定，详见另外报告。

二、结果和讨论

(一) 当季水稻氮肥利用率

如表 2 所示，施入不同形态氮肥处理中，由于施氮量增加，水稻对氮素的利用也不断地提高。其中，硝铵利用率最低，为 25—32%；硫酸和尿素的利用率较高，为 34—56%。这是因为 NO₃⁻ 不易被土壤胶体所吸附，容易随水分不断向下淋失，同时硝态氮肥在淹水条件下易受到反硝化作用的结果。因此，水田一般不宜施用硝态氮肥，而应以尿素

表 2 氮肥对水稻吸收氮素的影响

项目 处理	施肥 等级	水稻吸氮总量 (mg)			肥料氮 利用率 (%)
		总氮量	来自肥料	来自土壤	
硫酸	低	210.81	73.72	137.09	47.87
	中	355.09	196.36	158.73	42.67
	高	585.00	387.80	197.20	56.04
尿素	低	151.24	51.50	99.74	33.44
	中	401.21	238.53	162.68	51.85
	高	550.64	348.55	202.09	50.37
硝铵	低	134.21	36.86	97.35	23.94
	中	255.58	141.62	113.96	30.79
	高	359.47	216.16	143.31	31.23

和硫酸为佳。在施用低量氮肥时，水稻吸收土壤氮素是大大地高于肥料氮素。随着氮肥用量的增加，作物不仅能更多地吸收肥料氮素，而且对土壤氮素利用也有明显的增高。总的来说，氮肥利用率的大小是因作物品种、施肥量、土壤性质、施肥方法等而有所差异，利用率一般多在 20—60% 之间。显然，除了部份氮残留在土壤外，还有相当数量氮肥是通过淋失转入地下水，或通过反硝化作用变成 N₂O 或 N₂ 而挥发掉，成为污染环境的一个很重要来源。

(二) 氮肥的淋失率

通过模拟试验结果表明（见表 3），不论化学氮肥还是土壤有效氮都能随土壤水分经过土壤-植物系统而向下淋失。除了施入高量硝铵外，其余处理都表现了土壤氮素淋失

表 3 不同处理氮素淋失的情况

项目 处理	施氮 等级	氮淋失 总量 (mg)	来自肥 料氮 (mg)	来自土 壤氮 (mg)	氮肥淋 失率 (%)
硫酸 铵	低	45.67	0.78	44.89	0.51
	中	45.28	1.38	43.90	0.30
	高	46.43	2.94	43.49	0.43
尿素	低	52.30	0.78	51.52	0.51
	中	38.16	1.08	38.08	0.23
	高	47.82	3.36	44.46	0.49
硝酸 铵	低	67.18	2.91	64.27	1.88
	中	51.82	6.71	45.11	1.45
	高	131.21	63.87	67.34	9.30
硫酸 铵 (不种水稻)	高	79.64	8.30	71.34	1.20
对 照		27.74		27.74	

表 4 不同处理氮素的淋失动态

项目 处理	氮肥等级	NO ₃ ⁻ -N 淋 失 (%)	NO ₂ ⁻ -N 淋 失 (%)	NH ₄ ⁺ -N 淋 失 (%)
硫酸 铵	低	78.30	17.14	4.55
	中	79.22	16.41	4.37
	高	88.61	8.53	2.86
尿 素	低	82.64	13.06	4.30
	中	79.43	15.28	5.29
	高	71.49	21.12	7.38
硝酸 铵	低	87.45	9.20	3.35
	中	87.01	10.23	2.76
	高	79.29	19.66	1.04
硫酸 铵 (不种水稻)	高	88.98	7.76	3.26
对 照		76.10	17.96	5.95

量大大高于肥料氮的淋失。在施高量硝酸铵处理中,肥料氮的淋失率高达 48.68%。而在其他处理中,则以土壤氮素淋失为主,肥料氮淋失所占比例较小。在各处理中向下淋失氮化

合物,均以 NO₃⁻-N 为主, NO₂⁻-N 次之, NH₄⁺-N 最少(见表 4)。

(三) 肥料氮在土壤中的残留率

为进一步了解肥料氮在土壤中的残留,对施高量硫酸铵和尿素的土壤在当季水稻收获后,采取混合均匀样品,进行全氮和¹⁵N 分析。根据水稻吸收率、土壤残留率、氮肥淋失率、按差异法计算出氮量,就是气体损失率。施高量的硫酸铵和尿素在土壤中氮肥残留率在 18.66—20.15% 之间。而其气态损失在整个作物生长期可占施氮量的 1/4。可见氮素损失是比较严重的。

氮肥施入土壤后,作物吸收、土壤粘土矿物和微生物固定,氨挥发、硝化以及反硝化损失与氮素淋失之间存在着相互制约的关系。若各方面掌握合适,则会增强作物对氮肥的吸收和利用,减少其挥发损失。

(四) 氮素的淋失动态

为了解作物整个生长期氮素的淋失动态,试验中氮肥施用分四次进行,施肥时间已如上述。每次施氮量均为总量的 1/4。每次施肥后,间隔一定时间采样,分析其 NO₃⁻-N 量。若以 NO₃⁻-N 在整个水稻生育期的淋失总量为 100%, 则每次施肥后的淋失比例见表 5。第一、二次施肥期正是水稻处于缓苗和小苗阶段,吸肥能力差,因而造成 NO₃⁻-N 大量淋失。第三、四次施肥正处在生长期,根系发育完全,不仅对肥料氮的吸收量和吸收速率较大,而且也能充分吸取土壤氮素,所以向下淋失量就很少。但这时气温高,因反硝化作用而造成的氮素损失也是存在的。施入不同形态的氮肥,其淋失绝对量有很大差异,但按其淋失的相对百分数来看,则趋于一致。总之,通过实验证明,氮素是可以通过土壤-植物系统向下淋失而进入地下水的。当然,影响其淋失的因素是多方面的,如施肥时期、施肥方法、土壤性质、灌溉水量等。我们应该从理论和实际的结合上,采取有效措施,研究和控制氮污染的发生,以减少对环境的污染。

表 5 NO_3^- -N 在各次施肥后的淋失

处 理	NO_3^- -N 淋失					
	第一次 +第二次		第 三 次		第 四 次	
	淋失 (%)	δ	淋失 (%)	δ	淋失 (%)	δ
硫 铵	96.42	2.27	0	0	3.59	2.26
尿 素	99.34	0.73	0	0	0.66	0.74
硝 铵	96.95	3.41	1.39	2.14	1.65	1.29

三、小 结

1. 施用不同形态的氮肥都能随土壤水分, 通过土壤-植物系统而部分淋失, 其中以 NO_3^- -N 为主, NO_2^- -N 次之, NH_4^+ -N 只占很小比例。

2. 氮肥淋失量的大小和氮肥品种以及施氮量的不同而有明显差异, 其中硝铵施用高量时, 淋失率最高, 可达 9.3%, 尿素和硫铵淋失率较低, 为 0.23—0.51%。

3. 氮肥淋失率的高低与施肥时期有着密

切关系, 特别在苗期, 植物根系尚未发育完全时, 施用大量氮肥, 会加剧氮污染地下水的危险。

4. 氮是生命所需要的元素, 又是环境污染的因素。在实现农业现代化, 增加化肥用量以及各种氮污染源进入土壤, 很容易通过硝化作用变为 NO_3^- 。若作物不能及时加以吸收和利用, 而土壤胶体本身带负电, 不易吸附 NO_3^- , 一旦 NO_3^- 由耕层迁移到植物根系层下面, 就很容易随着土壤水分的下渗运动而转入地下水, 存在着 NO_3^- 持续污染地下水的潜在危险。因此, 要采取有效措施, 在增产与保护环境两方面, 保持合理的平衡, 显得十分重要。

参 考 文 献

- [1] Bijay Singh and G. S. Sekhon, *Agriculture and Environment*, 4(3). (1979).
- [2] *Conference on Nitrogen as a Water Pollution*, Vol. 1—3, IA. WPR, 1975.
- [3] Nielsen, D. R. et al. *Nitrogen in the Environment*, Vol. 1—2, Academic Press, 1978.

植物蒸腾作用、吸汞速率与温度的关系

杜式华

(南开大学化学系)

方声钟

(美国俄勒冈州立大学农化系)

利用植物净化大气的方法已越来越受到人们的重视。汞蒸气是大气污染物之一。不同种类的植物对汞的吸收能力有显著的差异。在环境条件相同的情况下, C_3 植物的平均吸汞速率约为 C_4 植物的六倍^[2]。这一差异与 C_3 和 C_4 植物体内过氧化氢酶的活性有关^[3]。

除植物自身的生理生化因素之外, 外界环境如温度、光照及汞蒸气浓度等, 对植物的吸汞速率也有直接的影响。随着温度、光照和汞浓度的增加, 不论 C_3 或 C_4 植物, 吸收汞

的能力都有所增加^[2]。但目前对这些环境因素的作用机理尚未全部弄清。本试验的目的即探讨温度与植物蒸腾强度和吸汞速率之间的关系, 从而解释温度是如何影响植物的吸汞能力的。

材 料 和 方 法

一、植物材料

本试验选用 C_3 植物燕麦 (*Avena Sativa* L.)、大麦 (*Hordeum vulgare* L.) 和 C_4 植物