

土壤碱解氮测定中固定态铵的释放

荆国芳 钱晓晴 程传敏 郁志华 胡方明

(镇江市农业局 镇江 212001)

(扬州大学农学院)

摘要 对采自江苏省镇江市的下蜀黄土母质发育的土样进行氢氧化钠和氢氧化钾碱解氮的测定比较、土壤固定态铵的测定,以及玉米幼苗盆栽试验,得到如下结果:碱解氮不仅包括水溶性氮、交换性氮和易水解性有机氮,还应包括部分固定态铵;作物生长过程中氮素营养包括碱解中来自固定态铵的部分,尤其在土壤碱解氮被大量耗竭后这部分固定态铵的释放意义更大。

关键词 碱解氮;固定态铵

一般认为,土壤碱解氮仅包括土壤中水溶性氮、交换性铵和易水解性有机态氮等几个部分,而对土壤固定态铵的总量及其释放对植物营养的意义并未引起重视。近年来的一些研究表明,土壤中矿物固定的铵占土壤全氮的1%—49%,大部分都在10%以上^[1]。国外曾报道,在某些土壤上,由固定态铵释放所提供的氮占作物吸收总氮量的50%—80%,雨季种植水稻时,该比例甚至可达到100%^[2-5]。此外, K^+ 的存在显著地抑制土壤固定态铵的释放^[6],而 Na^+ 的存在并不妨碍其释放。本文试图用相同摩尔浓度的氢氧化钠与氢氧化钾水解土壤,比较碱解氮测定结果的差异,讨论固定态铵的释放在土壤有效性氮测定中的意义。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试土样采自镇江市不同区、县下蜀黄土母质上发育的代表性土种,采样深度为0—15cm,其基本理化性状见表1。供试作物为掖单15号玉米。

表1 供试土壤的部分理化性状

土壤编号	土壤名称	采集地点	采样深度 (cm)	全氮 (g/kg)	<0.005mm粘粒 (g/kg)	有机质 (g/kg)
1	黄马肝土	润州官塘	0—15	0.98	47.5	19.83
2	乌底马肝土	丹徒谏壁	0—15	1.03	51.6	21.35
3	黄马肝土	丹阳太泊	0—15	1.11	45.0	23.62
4	黄马肝土	丹阳胡桥	0—15	0.93	40.8	18.87
5	马肝土	丹徒大港	0—15	1.01	41.3	20.04
6	马肝土	丹徒大路	0—15	1.08	45.9	22.45
7	黄马肝土	句容下蜀	0—15	0.98	41.5	19.85
8	黄白土	句容春城	0—15	0.78	20.3	13.69

1.2 试验方法

1.2.1 化学分析

对各土壤样品分别进行如下处理,采用1mol/L NaOH碱解定氮,残余土用0.5mol/L KCl洗涤风干,再测定固定态铵;采用1mol/L KOH碱解,残余土用0.5mol/L KCl洗涤,风干,测定固定态铵;直接测定未被碱解的原始土样的固定态铵。土壤中固定态铵的测定采用经Scherer和Mengel修改过的Bremner方法^[7]。

1.2.2 盆栽试验

将采集的8个土壤样品风干,捣碎过1mm筛后作盆栽试验。每盆装土600克,移栽玉米幼苗2株,以无氮营养液^[8]浇灌,生长20天后收获测定其干重与含氮率。试验重复3次,取平均值。化学测定均采用常规分析法^[9]。

2 结果与分析

2.1 不同方法对土壤碱解氮测定结果的影响

高浓度的 K^+ 对土壤粘土矿物固定态铵的释放有强烈的抑制作用,据此用氢氧化钾水解土壤样品测出的碱解氮应不包括或较少包括固定态铵的释放,其测定结果与氢氧化钠碱解的测定结果的差值则可以认为是固定态铵对土壤碱解氮的贡献量,从表2可以看出,用氢氧化钠水解测出的土壤碱解氮无一例外地都高于用氢氧化钾水解测出的相应数值,其差值在1.7-30.8mg/kg范围内不等。从这部分氮占土壤碱解氮的比例来看,平均达18.3%。其中,8号土即黄白土的这一比例较低,仅4.99%,而5号土即丹徒大港的马肝土这一比例则达到29.5%。

表2 不同方法测得的土壤水解性氮含量(mg/kg)

土壤 编号	KOH 碱解 N	NaOH 碱解 N	差值	$\frac{\text{差值}}{\text{NaOH 碱解 N}} \times 100$
1	82.1±2.1	99.5±2.6	17.4	17.5
2	95.6±1.9	126.4±2.9	30.8	24.4
3	77.9±1.7	91.2±3.2	13.3	14.6
4	59.0±1.7	72.7±2.2	13.7	18.8
5	41.3±1.5	58.6±1.9	17.3	29.5
6	74.1±2.3	88.3±2.5	14.2	16.1
7	60.5±1.9	76.5±2.1	16.0	20.9
8	32.4±1.3	34.1±1.8	1.70	4.99

2.2 碱解方法对土壤固定态铵释放的影响

为了验证氢氧化钠和氢氧化钾水解测出的土壤碱解氮含量的差值主要来自于土壤固定态铵的释放,对土壤固定态铵的变化情况进行了分析测定。从表3数据可以看出,经氢氧化钾和氢氧化钠碱解后的土样,其固定态铵含量均有所下降(8号土除外),但下降的程度明显不同。氢氧化钾碱解后仅有不到3%的固定态铵释放,而氢氧化钠碱解后固定态铵减少了8.9%。从表2、表3中氢氧化钠、氢氧化钾水解测出的土壤碱解氮的差值(x)与氢氧化钠、氢氧化钾碱解后土壤残留固定态铵的差值(y)的比较中可以看出,二者之间有密切的联系。前者对后者的相关方程为: $y=1.41+0.800x(r=0.9608^{**})$,表明两种方法测定碱解氮的差异的原因主要是NaOH法使较多的土壤固定态铵释放。

表3 土壤固定态铵的测定结果(mg/kg)

土壤编号	原始土 (1)	KOH 碱解后 (2)	NaOH 碱解后 (3)	(2)-(3)	$\frac{(2)-(3)}{(1)} \times 100$
1	285.0±3.1	277.6±3.3	261.5±1.7	16.1	5.65
2	310.5±3.3	302.5±2.7	277.0±2.5	25.5	8.21
3	256.4±2.0	250.1±3.1	239.6±3.3	10.5	4.10
4	200.9±2.5	192.5±2.0	182.7±3.1	9.8	4.88
5	188.6±1.9	182.0±0.9	167.1±2.5	14.9	7.90
6	260.5±2.1	249.5±1.9	232.7±3.8	16.3	6.26
7	211.6±0.7	204.5±1.9	189.3±1.1	15.2	5.83
8	70.1±1.1	70.0±1.5	67.5±0.9	2.5	3.57

2.3 作物氮素营养与固定态铵释放的关系

盆栽玉米用无氮营养液浇灌直至多数钵钵植株表现出明显缺氮症状和基本停止生长为止。盆栽试验中,由于土壤存在着比固定态铵更易释放的氮素营养物质,是植物生长初期氮素

的主要来源,随着这部分养分的耗竭。固定态铵会不断释放,直至到达一定量之后固定态铵不再继续下降。文启孝等人^[1]曾对此作过专门研究,并提出了“临界值”,认为超出“临界值”的固定态铵是有效的。本试验到收获时,玉米植株已基本停止生长,故此认为土壤固定态铵,已接近该“临界值”。对盆栽前后土壤固定态铵及玉米植株全氮量进行测定(表4)。相关分析表明,作物累积吸收氮量(y_1 , N mg/pot)

与作物生长前 NaOH 碱解氮(x_1 , N mg/kg)之间的关系可用 $y_1 = 4.65 + 0.403x_1$ ($r = 0.9698^{**}$) 表示;作物吸收氮量(y_2)与KOH碱解氮量(x_2)之间的关系可用 $y_2 = 2.60 + 0.531x_2$ ($r = 0.9800^{**}$) 表示。也就是说,作物氮素营养状况与土壤碱解氮含量之间关系密切。从相关系数大小可以看出,被氢氧化钾水解出的土壤有效氮利用率更高。换句话说,氢氧化钠水解的土壤有效氮中包括一部分利用率稍低的氮素。

对表3、4中的数据作进一步统计分析可知。作物氮素吸收量(N mg/pot)与生长前后土壤固定态铵的含量之差(mg/Kg)出存在显著的相关性,二者之间的关系可用 $y_3 = 13.29 + 0.701x_3$ ($r = 0.9070^{**}$) 表示。可见,作物生长过程中吸收的氮素中确有部分可能中来自土壤固定态铵的释放。释放的这部分固定态铵是氢氧化钠水解测定土壤碱解氮的重要组成部分。

3 小结

用氢氧化钾与氢氧化钠水解测出的土壤碱解氮含量有所不同,二者的差别主要是由于土壤中矿物固定态铵在 Na^+ 存在时更易释放造成。这一差值可用来粗略估计土壤中部分易释放固定态铵的数量。用氢氧化钠水解土壤测出的土壤碱解氮含量中有相当一部分是来自土壤矿物固定态铵。

参 考 文 献

- 1 文启孝,张晓华.土壤中的固定态铵.见:孙毅主编,我国土壤氮素研究工作的现状与展望,北京:科学出版社,1986,34—35
- 2 Mengel K, et al. Soil Sci., 1981, 131:226—232
- 3 Scherer H W. Landwirtsch. Forsch., 1980, 37:217—225
- 4 Meyer B, et al. Gott Bodenkundl., 1970, 16:125—168
- 5 Keerthisinghe G, et al. Soil Sci., 1985, 140:194—201
- 6 封克,殷士学,汤炎等.淹水条件下铵的矿物固定与钾对铵固定的影响.江苏农学院学报,1993,14(3):29—36
- 7 Scherer H W, Mengel K. Landwirtsch Forsch, 1979, 32:416—424
- 8 西北农学院,华南农业大学.农业化学研究法.北京:农业出版社,1987,92
- 9 南京农业大学,土壤农化分析(第二版).北京:农业出版社,1992,41—56,213—215

表4 植物吸收氮量与土壤固定态铵的减少量

土壤 编号	植 株			土壤固定态铵(mg/kg)	
	干重 (g/pot)	含氮率 (mg/kg)	吸收氮量 (mg/pot)	种植后(4)	减少量 (1)—(4)
1	2.605±0.172	18.5	48.2	245.8±5.8	39.2
2	2.781±0.201	18.7	52.0	253.0±7.5	57.5
3	2.623±0.117	16.2	42.7	221.2±4.5	35.2
4	2.581±0.143	14.8	38.2	163.5±10.6	37.4
5	1.969±0.212	12.9	25.4	162.5±8.2	26.1
6	2.709±0.179	14.8	40.1	225.5±11.9	35.0
7	2.634±0.266	13.1	34.5	172.5±13.0	39.1
8	1.344±0.307	12.8	17.2	65.6±3.7	4.5

注:(1)为表3中所列原始土固定态铵值。