

几种反映旱地土壤 供氮能力的方法的比较*

李生秀 付会芳 袁虎林 肖俊璋

(西北农业大学土化系)

摘 要

用采自我国西北地区和苏格兰的数十个土壤所进行的盆栽(或大田试验)及室内分析,对反映旱地土壤供氮能力的各种方法进行了比较。结果表明,通气培养法、碱解法和KCl溶液煮沸法的效果较好;土壤中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量也具有定一的反映能力。

根据土壤的供氮水平决定氮肥用量是提高氮肥肥效的核心问题,而选择能准确反映土壤供氮能力的方法则是解决这一问题的前提。

测定土壤供氮能力的实验室方法有培养法和浸取法两大类。本文根据多次盆栽及大田试验(表1)对应用较广或有应用前景的测定土壤供氮能力的方法作一比较。

表 1 盆栽及大田试验的基本情况

试验类型	试 验 基 本 情 况
盆试 1	采自苏格兰12种土壤。有机质含量2.44—7.88%,全氮0.14—0.37%, pH5.4—6.9,多为砂壤土。以大麦、黑麦草作供试作物。大麦于乳熟期收获,生长81天;黑麦草刈割4次,生长期198天。
盆试 2	采用我国西北地区24种土壤。有机质0.43—2.22%,全氮0.018—0.151%, pH7.6—7.9,质地砂壤—粘壤。以黑麦草作指示作物,刈割5次,生长期442天。
盆试 3	采自杨陵地区不同肥力的红油土12种。有机质0.34—1.56%,全氮0.032—0.148%, pH8.0左右,质地砂壤—粘壤。以黑麦草为指示作物。已刈割3次,生长期324天。
大田试验	在杨陵、扶风地区20个不同肥力壤土上安排。有机质0.45—1.28%,全氮0.017—0.109%, pH8.0左右,质地砂壤—粘壤。以小麦为供试作物,生育期270天左右。

一、土壤中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 及 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和作物吸氮量的关系

土壤中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 及 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 是作物可利用的氮素,它们的含量可作土壤供氮能力的指标。

几次的盆栽试验表明,作物吸收的氮量与土壤中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量有密切的相关(表2),其相关系数均达0.05或0.01的显著水准。大田试验亦表明,土壤中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量与小麦吸收

* 参加本工作的先后有马海涛,高晓妮,党廷辉,张步昌,张兴梧,晋艳,侯格平,田霄红,郭华,梁花侠等同学。

表 2

作物吸收的氮量与土壤中 NH_4^+-N 及 NO_3^--N 量的关系(r)

试 验 类 型	供 试 作 物	r		
		NH_4^+-N	NO_3^--N	$\text{NH}_4^+-\text{N} + \text{NO}_3^--\text{N}$
盆 试* 1 ($n=11$)	大 麦	0.028	0.738**	0.715 *
	黑 麦 草	0.052	0.767**	0.772**
盆 试 2 ($n=24$)	黑 麦 草	0.183	0.820**	0.843**
盆 试 3 ($n=12$)	黑 麦 草	0.138	0.782**	0.763**
大田	小 麦	0.468	0.658*	0.645**

)*' 供试土壤原为12种。由于其中1个土样有异常现象,故用11种土壤的结果计算。其原因已在前文中作了讨论。下同。

的氮素以及小麦对氮肥的反应都有密切的关系。由此看来,用 NO_3^--N 作为旱地土壤的供氮能力的一个指标是有意义的。

用不同浸取剂浸取同一土壤,结果表明,无论是强电解质还是弱电解质的盐,或者是水浸提的,其 NO_3^--N 含量都相当一致。即使经风干土样,得到的 NO_3^--N 含量与未风干土样相同或相近,说明土样经风干后,其 NO_3^--N 含量并未发生显著变化。表明 NO_3^--N 含量作为土壤供氮能力指标具有一定的稳定性。

但由于 NO_3^--N 易于淋失,在某些情况下,其测定值往往难以反映实际情况,而且它与作物对氮肥反应之间的关系也较差。因此,必须根据当地降水情况确定一个合适的采样深度。我们的试验表明,在陕西杨陵地区, NO_3^--N 大致在 0—60 公分的土层内变动。因此,以 0—60 公分作为采样深度,也许能更好地反映土壤的供氮水平。对此,我们仍在研究之中。

土壤中 NH_4^+-N 的数量随所用的浸取剂而异。其中以 1M KCl 浸出量最多;用 0.01N CaCl_2 淋洗次之;而用水浸出的数量最少。但此3种浸取剂浸出来的 NH_4^+-N 与作物吸收的氮素之间的关系都不甚密切。3次盆栽试验结果都未能显示出两者之间的联系。在大田试验中它们之间的相关系数虽较高,且达到了 5% 的显著水准,但仅能对作物吸收的氮素给出 22% 的解释。总之, NH_4^+-N 在表征土壤的供氮水平方面不及 NO_3^--N 准确。而 NH_4^+-N 和 NO_3^--N 的总量与作物吸氮量之间的相关系数也只接近于 NO_3^--N 与作物之间的相关系数。

二、土壤培养期间矿化氮量与作物吸氮量的关系

用间隙淋洗培养法(即Stanford法)、硝化力培养法和淹水培养法进行的试验表明,土壤经短期通气培养所矿化的氮量与作物吸收的氮量或与作物对氮肥的反应都有非常密切的关系,其中以间歇淋洗培养法效果最好。根据 Stanford 等人意见,土壤经干湿交替处理以后,会产生一些不稳定的、极易矿化的氮素,因而不能反映土壤氮素的正常矿化过程,必须通过预熟(1—2周)和淋洗而排除这部分氮素的干扰。但在我国石灰性土壤上所进行的大田试验表明,如果把土壤培养最初 3 天或 10 天所矿化的氮素作为预处理而不计算在内的话,那么,以后 14 天内所矿化的氮素与作物吸氮量之间的相关系数则显著下降($r=0.687$)。由于我国北方旱地土壤表层经常处于干燥状态,土壤经风干后进行培养,并未造成土壤矿化氮量的急剧增加。可见,土壤不经预培养亦能较好地反映实际情况。

用西北地区 24 种土壤所进行的盆栽试验(盆试 2)表明,土壤在通气条件下培养 2 周所矿

化出的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 与黑麦草吸氮量之间的相关系数为0.878。在大田试验中，它们之间的相关系数为0.899。如果把土壤培养前的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 计算在内则相关系数更高(0.904)。

土壤用硝化力培养法培养，在10天内所矿化的氮量与用间歇淋洗培养法培养10天内所矿化的氮素之间的相关系数为0.943。但硝化力培养法所矿化的氮量较间歇淋洗法约高三分之一。这可能由于硝化力培养法所规定的培养温度(27℃)和水分(最大田间持水量的60%)更适于硝化细菌的活动。

土壤经短期淹水培养，其所矿化的氮素(主要是 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$)与作物吸收氮素之间的关系远不如通气培养的关系密切。在盆试1中，大麦和黑麦草的吸氮量与土壤培养后的氮量或与培养前后的氮量的差数(即培养期间矿化的氮素)皆无明显关系。在盆栽2中，黑麦草吸氮量与土壤培养后矿化的氮量之间相关不明显。在大田试验中，土壤培养期间所矿化的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 与小麦吸氮量之间的相关系数达0.558，也达到了0.01的显著水准。虽然，淹水培养所矿化出来的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 与旱地作物吸氮量间无密切关系，但矿化的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 与土壤中的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 之和却能很好地反映土壤的供氮能力，两者之和与作物吸氮量之间的相关系数接近或略低于通气培养法所得的结果。

三、土壤碱解氮和KCl煮沸法所释放的氮素与作物吸氮量的关系

近几年我们的试验证实了Cornfield的1N NaOH的碱解扩散法及Whitehead的1MKCl煮沸法是反映土壤供氮能力较好的方法。

用西北地区24种土壤所做的盆栽试验表明，除4个土壤在采样前可能施过氮肥， $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 高达100ppm以上而难以断定外，仍有20个土壤的作物吸氮量与碱解氮之间的相关系数高达0.842。大田试验中也得到良好的结果， $r = 0.789$ 。碱解氮与土壤中原有的 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 之和跟作物吸氮量之间的相关系数更好(表3)。碱解氮之所以与作物吸氮量或作物对氮肥的反应有如此良好的关系，是由于此法既能使土壤中的有机物质，特别是新鲜有机物质中部分氮素释放出来，也能使土壤中被晶格固定的氮部分地释放出来，而后者已被证明是对作物有效的[2,3]。

用苏格兰12种土壤进行的盆栽试验表明，用1MKCl煮沸土壤1小时所释放出来的氮素与作物吸收氮素之间的关系非常密切。但石灰性土壤经酸化处理后，亦可得到较好的结果。用此法测得的氮量与大田试验中作物吸氮量或作物对氮肥的反应进行相关计算，趋势与碱解氮法一致(表4)。

表3 碱解氮与作物吸氮量的关系(r值)

	碱解氮	碱解氮+土壤原有 $\text{NO}_3^- - \text{N}$
盆试2(黑麦草)		
用24个土样计算	0.409	0.850
用20个土样计算	0.842	0.913
大田(小麦)	0.789	0.854

四、EUF N和作物吸氮量之间的关系

Nemeth等[4]，Kutscha—Lissberg及Prilinger[5]，Nemeth及Wiklicky[6]等人的研究表明，由超滤法(EUF)不但能析滤

表4 KCl煮沸法所释放出的氮素与作物吸氮量之间的相关系数(r)

	$\text{NH}_4^+ - \text{N}$	$\text{NO}_3^- - \text{N}$	$\text{NH}_4^+ - \text{N} + \text{NO}_3^- - \text{N}$
盆试1			
大麦	0.813	0.759	0.905
黑麦草	0.846	0.795	0.947
大田(小麦)	0.693	0.682	0.826

出土壤已矿化的氮素, 而且还能析滤出在短期内易矿化的氮素。Rex 等人^[7]认为, EUF 析滤的氮量与作物吸收的氮素及作物产量均有密切的关系。但是, 不少研究者对 EUF 法析滤效果一直存在着争议和质疑^[8]。为了对 EUF 析滤氮进行全面评价, 我们进行了较为严格的试验。试验所用的电超滤仪为西德制造的 Vogel EUF 724 型。

根据杨陵地区12种土壤的 EUF N 的结果计算, 作物吸收的总氮量与 EUF 氮量之间的相关系数为 0.663, 达到 5% 的显著水准(当 $n=12$, $r_{0.05}=0.576$)。其中 NO_3^--N 与其相关系数为 0.745; NH_4^+-N 为 -0.190。表明 EUF N 与作物吸氮量之间的良好相关性主要是 NO_3^--N , 尤其是测定前期析滤出的 NO_3^--N 的贡献。

参 考 文 献

- [1] Li Shengxiu, Current Progress in Soil Research in people's Republic of China, Jiangsu Science and Technology Publishing House. pp. 225-235, 1986.
- [2] Dressler, A., and K. Mengel, Kongressband, 1985.
- [3] Keerthisinghe, G., De Datta, S. K., and K. Mengel., Soil Science. 140(3): 194-201, 1985.
- [4] Nemeth, K., Makhdom, I. Q., Koch, K., and H. Beringer, Plant and Soil. 53: 445-453, 1979.
- [5] Kutsha-Lissberg, P., and F. Prillinger, Plant and Soil. 64: 63-66, 1982.
- [6] Nemeth, K., and L. Wiklicky, Zuckerindustrie, 107: 958-926, 1982.
- [7] Rex. M., Nemeth, K., and T. Harrach, Plant and Soil. 83: 117-125, 1985.
- [8] Houba, V. J. G., Novozamsky, I. et al., Plant and Soil. 96: 433-437, 1986.

(上接第 193 页)

研究(第 1 集), 30—42 页, 上海科技出版社, 1964。

[2] 王洪春, 单季晚稻高产中叶色黑黄变化的生理基础探讨, 陈永康水稻高产经验研究(第 1 集), 43—55 页, 上海科技出版社, 1964。

[3] 日本农林省农业技术研究所、财团法人日本色彩研究所, 荣养诊断用水稻叶色票。

[4] 日本富士胶卷株式会社, 水稻标准叶色票。

[5] 荆其诚、焦书兰、喻柏林、胡维生编著, 色度学, 科学出版社, 1983。