

关于土壤供氮指标的研究

I. 对几种测定土壤供氮能力方法的评价*

李生秀

(西北农业大学土化系)

摘 要

以12种质地、有机质、全氮、碳氮比不同的土壤进行盆栽试验,并用不同方法测定土壤的供氮能力,研究作物吸收氮与土壤测定值之间的关系。结果表明,作物吸收氮与土壤中的硝态氮有较好的一致性,而与铵态氮关系不大。淹水培养所矿化的氮素难以反映非淹水条件下土壤的供氮水平。通气培养2周所矿化的氮素与KCl煮沸法浸取的氮素均与作物吸收氮高度相关,且两者间有密切关系。这两种方法测定的氮素在反映土壤供氮能力上有同样价值。

根据土壤的供氮能力施用氮肥是有效施氮的核心问题。几十年来,土壤科学家在解决土壤供氮能力方面提出了许多方法。Bremner^[3]与Keeney^[9]等人先后对这些工作进行了总结和评论。近年来,土壤科学工作者在前人工作的基础上,又提出了一些新的方法,并对原来沿用的方法重新进行了评价。用来测定土壤供氮能力的实验室方法可大致分为两类:生物方法和化学方法。生物方法一般是在好气或嫌气条件下进行短期(一般为7—25天)培养。这类方法有合理的基础,因为在培养期间使氮素矿化的微生物,正是在作物生长期间使土壤有机氮转变成对作物生长的有效氮的微生物。盆栽试验表明,经过培养以后所矿化的氮素与作物吸收的氮素一般有良好的-一致性。但这类方法费时、费工,因而未能广泛地应用于实践。近年来,Stanford等人提出的测定氮素矿化势的通气培养法^[12],有较合理的基础,并被用来作为预报土壤供氮状况的参数^[9]。Waring和Bremner以及日本学者提出的密闭培养法^[4,5],过程比较简单,还可利用实测的矿化氮素,根据作物生长期间的温度或有效积温,计算作物生长期间的矿化氮量^[1]。因此,这两种生物方法受到广泛重视。

化学方法是利用一些化学试剂浸取在土壤中业已矿化或短期内可以矿化的氮素。在化学方法中,铵和硝态氮的浸取测定一直是实验室例行的分析项目,而硝态氮更受到特别注目。Baerug^[8,10]等指出,直接由湿土或干土中浸取的 NO_3^- -N,或把湿土及干土经短期培养后所浸取的 NO_3^- -N,都与作物吸收的氮素或干物质有密切相关。为使化学方法的测定值能反映土壤供氮水平,人们采用了各种各样的浸取剂。近年来,一些温和(如沸

* 本文是作者在英国爱丁堡大学土壤科学系进修期间工作的一部分。工作得到该系主任 K. A. Smith 教授的支持与鼓励,特致谢意。

表 1 供试土壤的

Table 1 Some physical and chemical properties of soils sampled for pot

土样编号 Soil No.	采土地点 Location	土系 Soil series	颗粒分析 Particle size analysis		
			砂粒 Sand (%)	粉粒 Silt (%)	粘粒 Clay (%)
1	波斯那爱堯尔 Errol, Perthshire	史得林系 Stirling	9	63	28
2	中劳塞恩堯斯林 Roslin, Midlothian	马可英锐系 Macmerry	68	12	20
3	中劳塞恩堯斯林 Roslin, Midlothian	交通系 Winton	60	25	15
4	发夫卡帕 Cupar, Fife	给佛得城系 Giffordtown	66	22	14
5	波斯那获利桥 Bridge of Earn, Perthshire	史得林系 Stirling	17	53	30
6	中劳塞恩布式 Bush, Midlothian	达费尔系 Darvel	63	22	15
7	波斯那阿拜露丝文 Aberuthven, Perthshire	喀朴系 Carpow	65	20	15
8	爱丁堡劳塞恩本 Lothianburn, Edinburgh	当克拉山系 Duncrabbill	63	10	27
9	中劳塞恩格林考斯谷地 Glencorse Mains, Midlothian	交通系 Winton	48	30	22
10	东劳塞恩阿拜来得 Aberlady, E. Lothian	残积角峰系 Dreghorn	85	8	7
11	中劳塞恩布式 Bush, Midlothian	达费尔系 Darvel	66	20	14
12	中劳塞恩巴勒牟 Balerno, Midlothian	堯万山系 Rowanhill	67	10	23

水)和较温和(如中性盐类)的提取剂更受到人们刮目相看。尤其后者不同于酸、碱,在浸取氮素过程中不会引起土壤性质的巨大改变,能较好反映土壤本来的供氮状况。已有不少研究表明,用较温和浸取剂 KCl 加热以后所提取的氮素与生物反应有良好的一致性^[8,10,14]。

本文旨在根据盆栽试验结果,对几种当前认为可作为有效氮指标的生物和化学方法进行评价,为选择可用于实践的测定土壤供氮能力的方法提供依据。

一、试验材料及方法

(一) 供试土壤

在苏格兰东南部选取质地、pH 值、全氮和碳氮比不同的 12 种土壤(表 1),采土深度为 0—20cm 的耕层。土壤过直径 2cm 筛孔,以剔除石块、茎秆和根茬,然后混匀。从中取少量样品,测定 100cm 水柱,即

一些理化性质

experiments and determination of mineralized and mineralizable nitrogen

质地分类 Textural Classification	在 10KPa 张力下的 土壤水分 (g/100 克干土) Water content at 10 KPa tension	有机质 O.M. (%)	全氮量 Total N (%)	C/N	pH (H ₂ O)
粉砂粘壤	39.3	3.0	0.21	8.4	7.0
砂质粘壤	29.2	5.4	0.22	14.2	6.6
砂质壤土	25.0	3.8	0.16	13.8	6.5
砂质壤土	32.5	7.9	0.37	12.4	6.7
粉砂粘壤	46.8	4.8	0.25	11.2	6.7
砂质壤土	27.6	4.3	0.25	10.1	6.4
砂质壤土	22.3	2.6	0.18	8.3	6.7
砂质壤土	25.1	4.0	0.21	11.0	6.1
壤 土	34.9	5.1	0.27	10.9	6.4
壤质砂土	15.9	2.4	0.14	10.1	5.4
砂质壤土	27.1	4.7	0.25	10.8	6.3
砂质粘壤	32.6	4.5	0.23	11.5	6.2

10 千帕(kPa)张力下的土壤水分¹⁾。余土装入塑料袋中, 贮于-5℃的冷藏室中, 装盆前解冻, 通过直径 0.6cm 筛, 再次混匀后装盆, 并取部分土样用于化学分析及培养试验。

(二) 盆栽试验

采用底部覆盖尼龙纱布的硬质塑料盆。每盆栽土 1200—1600 克。装土过程中需轻轻上下震动数次, 使达自然紧实度。土表距盆顶 1cm。用多年生黑麦草(每盆 20 株)及大麦(每盆 10 株)作指示植物。重复 3 次。土表还覆盖一层蛭石。除随第一次灌水加入由 KH_2PO_4 、 K_2SO_4 及 MgCl_2 组成的营养液外, 并在大麦生长期间分次, 黑麦草每次收割后加入此种营养液。每次每盆加入的营养液含有 40mg P, 20mg S, 100mg K 及 100mg Mg。试验盆置于温室中, 随机排列, 定期调换位置。由自动记温仪记录室温。采用重量法灌水, 根据损失情况, 每周 3—7 次, 以维持 10 千帕张力的水分。黑麦草收割 4 次, 最后

1) 其测定方法是: 让土壤样品充分吸水后在 100cm 水柱的负压下, 使不能保留的水分抽出, 然后测定保留在土壤中的水分。此时的水分含量就是 10 千帕张力下的土壤水分。据认为这是适于作物生长的水分含量(田间持水量)。

一次收割后冲洗根系。大麦在乳熟期(根据 Zadoks 等人描述禾谷类作物生育期的数字编码¹⁾应是生长阶段 75^{13,14)}收获。植物取样后立即烘干、称重、粉碎,然后分析植株和根系的含氮量。

(三) 土壤供氮能力的测定(分别采用一些重要的培养方法和化学方法)

1. 培养方法: 通气培养采用 G. Stanford 等人的方法¹²⁾。预培 1 周, 淋洗其矿化氮后, 再培养 2 周, 分别收集预培后及正式培养 2 周后的淋洗液, 分析其矿化氮素。淹水培养法采用 Waring 及 Bremner¹³⁾ 法, 在 40℃ 的恒温箱中培养 7 天。

2. 化学方法: 干土中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 及 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 的浸取用 Bremner¹³⁾ 法(2mol 的 KCl 作浸取剂)湿土中的 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 除用 KCl 浸取外, 并用饱和的 CaSO_4 浸取, 离子选择电极测定¹⁴⁾。土壤中潜在可矿化氮用 Whitehead 的 KCl 煮沸法¹⁴⁾。

短期通气培养淋洗液及 KCl 浸取液中的 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 及 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 均用连续流动分析仪¹⁴⁾测定。

(四) 植物、土壤分析

植物及土壤全氮采用标准凯氏法测定, 加半粒 Kjeltab (含 2.5 克 K_2SO_4 , 0.05 克 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 作接触剂。土壤有机质采用 Tinsley 法¹⁵⁾。

二、试验结果及讨论

植物吸收的氮素、各种方法测定的土壤有效氮素分别见表 2、3; 植物吸收氮与测定的土壤有效氮素之间的相关系数见表 4。

表 2 植株吸收的氮素

Table 2 Amounts of nitrogen uptake by plants

土壤编号 Soil No.	吸收的氮素(毫克/盆) Nitrogen in plants (mg/pot)			
	大 麦 Barley	黑 麦 草 Ryegrass		
		茎 叶 Shoots (4 harvests)	根 Roots	茎叶+根 Total
1	12.5	26.1	3.2	29.3
2	14.2	28.3	5.7	34.0
3	15.1	26.0	5.8	31.8
4	30.7	54.7	10.6	75.3
5	21.8	44.6	6.4	51.0
6	23.4	39.8	10.3	50.1
7	16.1	31.1	7.7	38.8
8	17.9	33.8	7.0	40.8
9	25.1	47.2	9.2	56.4
10	28.6	47.1	8.3	55.4
11	18.7	36.9	9.9	46.8
12	24.7	54.1	10.4	64.5

1) Zadoks 等人把禾谷类作物分成 10 个生育阶段, 分别以 0 到 9 10 个数字表示; 每个阶段又分 10 个小阶段, 亦以 0 到 9 10 个数字表示。生长阶段 75, 实际是第 7 阶段中的第 6 小阶段, 为乳熟中期 (Medium milk)。这种描述禾谷类作物生育阶段的数字编码方法, 已在西方国家得到广泛应用。

(一) 植物吸收的氮素与土壤原有的硝、铵态之间的关系

由表 3 及表 4 可以看出, 用饱和的 CaSO_4 及 2mol 的 KCl 由湿土或干土中直接浸取的硝态氮数量基本一致; 植物吸收氮与其也有较好的相关性。就全部土壤的测定值计算, 它们与小麦吸收氮之间的相关系数较低, 且未达到 0.05 的显著水准 ($n = 12$ 时, $r_{0.05} = 0.576$); 而与黑麦草的相关系数较高, 且超过 0.05 的显著水准。本试验应用的 12 种理化性质差异较大的土壤中, 10 号土壤表现异常: 用各种方法测定出来的有效氮含量均低,

表 3 不同方法测定的土壤有效氮量

Table 3 Mineralized and mineralisable N in Soil determined by different methods

方 法 Methods	氮素形态 N forms	土壤矿化及可矿化氮 (毫克/盆) Mineralized and mineralisable N in soils (mg/pot)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		饱和 CaSO_4 浸取湿土	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	8.8	13.3	14.5	26.8	13.9	12.2	13.6	16.5	21.4	9.6
2mol KCl 浸取湿土	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	10.3	12.3	16.7	27.5	12.4	12.5	12.8	17.6	21.8	9.3	8.2	26.5
2mol KCl 浸取干土	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	9.3	13.3	16.7	27.3	13.1	12.9	11.2	18.5	21.8	9.9	8.1	25.7
	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	1.3	2.6	1.5	0.9	0.9	1.6	3.4	1.3	1.9	2.9	7.5	6.1
	$\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$	10.6	15.9	18.2	28.2	14.0	14.5	15.6	19.8	23.7	12.8	15.6	31.8
通气预培 1 周(1)	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	9.0	4.0	3.9	21.5	1.7	3.8	3.3	4.8	7.8	1.6	6.1	4.0
	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	27.9	34.7	25.8	33.4	33.7	26.8	27.1	46.1	70.2	27.4	30.6	77.3
	$\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$	36.9	38.7	29.7	54.9	35.4	30.6	30.4	50.9	78.0	29.0	36.7	81.3
通气培养 2 周(2)	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	18.7	6.0	4.9	38.6	4.4	8.9	7.8	10.2	7.4	10.4	12.2	7.4
	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	7.0	16.2	15.9	10.4	23.4	22.0	11.2	21.0	30.4	15.8	16.2	32.3
	$\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$	25.7	22.2	20.8	49.0	27.8	30.9	19.0	31.2	37.8	26.2	28.4	39.7
(1)+(2)	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	27.7	9.9	8.8	60.0	6.1	12.7	11.1	15.0	15.3	12.0	18.2	11.4
	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	34.9	50.9	41.7	43.8	56.5	48.8	38.3	67.1	100.6	43.2	46.9	109.5
	$\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$	62.6	60.8	50.4	103.8	62.6	61.5	49.4	82.1	115.9	55.2	65.1	120.9
淹水培养前(3)	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	11.8	13.1	9.6	10.2	14.7	14.8	12.4	17.4	15.0	11.5	13.4	10.8
淹水培养后(4)	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	122.6	82.0	62.7	130.8	171.0	59.1	172.4	69.4	98.4	40.0	60.5	123.7
(4)-(3)	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	110.8	95.1	53.1	120.6	156.3	44.3	60.1	52.0	83.4	28.5	47.1	112.9
煮沸 KCl 浸取干土	$\text{NO}_3^- \text{-N}$	12.6	11.5	17.7	26.0	14.7	12.6	9.9	14.0	19.9	10.2	10.3	22.1
	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$	21.8	25.8	19.9	37.2	27.4	28.2	23.4	23.8	25.9	30.7	30.1	28.3
	$\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$	34.4	37.3	37.6	63.2	42.1	40.8	33.3	37.8	45.8	40.9	40.4	50.4

植物吸收的氮素却相对较高。冲根观测, 10 号土壤上的植物根系远比其它土壤上的发达(黑麦草每盆根重 1.75 克, 而其它土壤上均在 1.50 克以下)。看来, 10 号土壤的异常可能是由于土壤物理性质造成的: 本身是砂质土, 有利根系发育; 通气情况良好, 有利养分矿化, 结果作物吸收了较多氮素。把 10 号抽掉计算, 则作物吸收氮与任一种试剂浸取出硝态氮的相关系数均在 0.72 以上, 大多达到 0.01 的显著水准 ($n = 11$, $r_{0.01} = 0.735$)。由湿、干土中浸取出的硝态氮量基本一致, 说明土壤样品风干后, 硝态氮含量未发生明显变化。两种试剂浸取出的硝态氮数量类似, 证实只要用盐溶液可以获得同样的结果, 以上两

表 4 作物吸收的氮素与不同方法测定的有效氮之间的相关系数
Table 4 Correlation coefficients between N uptake by plants and N in soils determined by different methods

方 法 Methods	氮素形态 N forms	全部土壤 All soils			抽掉 10 号土壤 Excluding soil 10		
		大麦 Barley	黑麦草 Ryegrass		大麦 Barley	黑麦草 Ryegrass	
			茎叶 Shoots	总量 Total		茎叶 Shoots	总量 Total
饱和 CaSO ₄ 浸取湿土	NO ₃ -N	0.541	0.716**	0.707*	0.768**	0.821**	0.807**
2mol KCl 浸取湿土	NO ₃ -N	0.497	0.659*	0.683*	0.727*	0.766**	0.762**
2mol KCl 浸取干土	NO ₃ -N	0.523	0.670*	0.661*	0.738*	0.767**	0.749**
	NH ₄ ⁺ -N	-0.010	0.058	0.121	-0.028	0.052	0.117
	NO ₃ -N + NH ₄ ⁺ -N	0.508	0.678*	0.689*	0.715*	0.772**	0.777**
通气预培 1 周(1)	NO ₃ -N	0.361	0.507	0.484	0.535	0.585	0.554
	NH ₄ ⁺ -N	0.309	0.433	0.438	0.442	0.488	0.489
	NO ₃ -N + NH ₄ ⁺ -N	0.399	0.560	0.558	0.583	0.643	0.634
通气培养 2 周(2)	NO ₃ -N	0.406	0.516	0.487	0.463	0.531	0.501
	NH ₄ ⁺ -N	0.352	0.357	0.385	0.442	0.387	0.412
	NO ₃ -N + NH ₄ ⁺ -N	0.752**	0.875**	0.869**	0.900**	0.924**	0.914**
(1)+(2)	NO ₃ -N	0.396	0.520	0.493	0.494	0.555	0.525
	NH ₄ ⁺ -N	0.335	0.426	0.439	0.460	0.475	0.484
	NO ₃ -N + NH ₄ ⁺ -N	0.545	0.702*	0.699*	0.731*	0.782**	0.772**
淹水培养前(3)	NH ₄ ⁺ -N	-0.099	-0.159	-0.138	-0.022	-0.128	-0.108
淹水培养后(4)	NH ₄ ⁺ -N	0.131	0.386	0.314	0.372	0.520	0.431
(4)-(3)	NH ₄ ⁺ -N	0.067	0.332	0.258	0.297	0.461	0.369
煮沸 KCl 浸取干土	NO ₃ -N	0.529	0.690*	0.666*	0.756**	0.795**	0.762**
	NH ₄ ⁺ -N	0.821**	0.851**	0.860**	0.813**	0.846**	0.858**
	NO ₃ -N + NH ₄ ⁺ -N	0.802**	0.926**	0.911**	0.905**	0.947**	0.933**

* P < 0.05。

** P < 0.01。

点,表明采用硝态氮作土壤供氮指标,在保存样品和分析方面有一定优点。但土壤硝态氮与作物吸收氮之间的相关系数并不甚高,受作物影响也较大,在用其作指标时,除考虑采样时期、淋失情况外,还需考虑作物及土壤本身的矿化情况。

用 KCl 直接浸取的铵态氮数量较少,且其与作物吸收氮素的相关系数不高,甚至还出现了负相关现象。这表明,土壤已有的铵态氮难以反映土壤的供氮水平。最近我们用我国西北地区 24 种土壤所作的盆栽试验,得到了与此一致的结果。

(二) 植物吸收氮素与培养期间矿化氮素的关系

两种培养方法得到了两种不同结果。采用淹水培养法,培养前测得的铵态氮与作物吸收氮之间的相关系数甚低,且为负相关;培养后的铵态氮以及培养前后铵态氮的差数与作物吸收氮呈正相关,相关系数也有提高,但仍达不到 0.05 的显著水准。曾有试验表明^[2],淹水培养法及利用淹水培养测得的铵态氮和有效积温计算出的氮素释放量,对预报

水稻土的氮素供应有良好的效果,但这种效果在本试验中并未发现。本试验所用土壤有机质含量较高,能为微生物提供比较丰富的能源;土壤全氮含量高,氮矿化有充足的源泉。这些似乎都不可能成为限制土壤微生物活动的因子,因而也不可能成为其相关系数不高的理由。唯一可能解释的是:在淹水条件下,分解有机物质使氮素矿化的微生物是嫌气微生物。而盆栽试验不是在淹水条件下进行的,分解有机物质的微生物类型与此不同。因此,淹水条件下释放的氮素难以代表盆栽条件下释放的氮素,也就难于反映作物的吸氮状况。

通气培养法所得结果远较淹水培养良好。采用通气培养,预培 1 周所矿化的硝态氮,铵态氮及硝、铵态氮之和均与作物吸收的氮比较一致,预培 1 周及正式培养 2 周的铵态氮总和、硝态氮总和及铵、硝态氮二者之和与作物吸收氮的一致性更明显。然而,根据这些数值计算出来的相关系数仍不甚高,且有个别异常现象。出现这种情况的原因可能在于预培 1 周所矿化的氮素主要来自一些极易分解的含氮有机化合物,特别是土壤风干过程中死亡的微生物的躯体^[7,11]。这部分氮素变动不居,无稳定性,难于反映土壤有机物矿化的正常过程。为了避免由于土壤干、湿交替所出现的氮素不正常变化,Stanford 等人提出的通气培养法并不把这部分氮素包括在矿化氮内,而通过预培处理将其除去。事实上,除去这部分氮素,仅用正式培养 2 周所矿化的硝、铵态氮之和来计算,则与作物吸收氮素的相关系数大大提高。用全部土壤计算,最小的相关系数也可达 0.75 以上,超过 0.01 显著水准;如抽掉 10 号土样,相关系数均达 0.90 以上。这表明,采用正式培养 2 周的短期通气培养法所得到的矿化氮素,能很好地反映土壤的供氮水平。

(三) 植物吸收氮素与 KCl 煮沸法浸取出氮素之间的关系

用 KCl 煮沸法所浸取出来的硝态氮、铵态氮都分别与作物吸收氮素有密切相关,两者之和与其相关性更好:即使不把表现异常的 10 号土壤抽掉,相关系数也可高达 0.80 以上;如抽掉 10 号土,则相关系数可提高到 0.90 以上。把用本法浸出的氮素与用 KCl 直接浸出的氮素相比较,可以看出,硝态氮基本无变化,而铵态氮比后一方法浸取值高出数倍。显然,采用煮沸法既能把反映土壤供氮水平较好的硝态氮浸取出来,也能把作物生长期可矿化的部分氮素释放出来,能较全面地反映土壤的供氮情况。这就是它的合理性所在。反映这种合理性的另一根据是,用这种方法浸取的氮素与通气培养所矿化的氮素呈高度正相关:用每克土中的微克氮来计算,其回归方程为, $y = 0.93x - 6.97$ (式中 y , x 分别表示培养法与煮沸法的测定值),相关系数达 0.95;用每盆土的毫克氮来计算,其回归方程为, $y = 0.98x - 11.34$,相关系数为 0.93。回归系数接近于 1 表明,如果由煮沸法浸取的数值中减去常数项(相当于截距)则两者的量接近 1 比 1。以上结果证明了这两种方法有同样价值。

参 考 文 献

- [1] 汪寅虎、姜素珍、顾永明,1983: 水稻土氮素释放的初步研究。土壤养分、植物营养与合理施肥。科学出版社。
- [2] Bremner, J. M., and Jenkinson, D. S. 1960: Determination of organic carbon in soil. 1. Oxidation by dichromate of organic matter in soil and plant materials. *J. Soil Science*, 11(2): 392—404.
- [3] Bremner, J. M., 1965: Nitrogen availability indexes, in "Methods of Soil Analysis" (Black, C. A. ed.), Part 2, *Am. Soc of Agro.*, pp. 1324—1345, Wisconsin, USA.

- [4] Henrikson, A., and A. R. Selmer-Olsen, 1970: Automatic methods for determining nitrate and nitrite in water and soil extracts. *Analyst*, 95(1130): 514—517.
- [5] Keeney, D. R., 1982: Nitrogen-availability indices, in "Methods of Soil Analysis" (Page, A. L. ed.), Part 2, 2nd ed., Am. Soc of Agro., pp. 711—733, Wisconsin, USA.
- [6] Li Shengxiu and K. A. Smith, 1984: The rapid determination of nitrate at low concentration in soil extracts: Comparison of ion-selective electrode with continuous-flow analysis. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.*, 15(12): 1437—1541.
- [7] Nordmeyer, H., and J. Richter, 1985: Incubation experiments on nitrogen mineralization in loess and sandy soils. *Plant and Soil*, 83: 433—455.
- [8] Oien, A., and A. R. Selmer-Olsen, 1980: A laboratory method for evaluation of available nitrogen in soil. *Acta. Agric. Scand.*, 30: 149—159.
- [9] Richter, J., Nuske, A., Habenicht, W., and Bauer, J. 1982: Optimized N-mineralization parameters of Loess soil from incubation experiments. *Plant and Soil*, 68: 379—388.
- [10] Selmer-Olsen, A. R., Oien, A., Baerug, R., and Lyngstad, I. 1981: Evaluation of a KCl-hydrolyzing method for available nitrogen in soil by pot experiment. *Acta Agric. Scand.*, 31: 251—255.
- [11] Sparling, C. P., and M. V. Cheshire, 1978: Effects of soil drying and storage on subsequent microbial growth. *Soil Biol. Biochem.*, 11: 317—319.
- [12] Stanford, G., and Smith, S. J. 1972: Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 36(3): 465—472.
- [13] Tottman, D. R., Makepeace, R. J., and Hilary Broad, 1979: An explanation of the decimal code for the growth stages of cereals, with illustrations. *Ann. appl. Biol.*, 93: 221—234.
- [14] Whitehead, D. C., 1981: An improved chemical extraction method for prediction the supply of available soil nitrogen. *J. Sci. Food Agric.*, 32: 303—308.
- [15] Zadoks, J. C., Chang, T. T., and Konzak, C. F. 1974: A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415—427.

STUDIES ON THE INDICES OF SOIL NITROGEN SUPPLYING CAPACITIES

I. EVALUATION OF SOME METHODS FOR DETERMINING MINERALIZED AND MINERALIZABLE NITROGEN IN SOILS

Li Shengxiu

(Northwestern Agricultural University)

Summary

Pot experiments using barley and ryegrass on 12 soils with different textures, organic matter, total nitrogen contents and C: N ratios were conducted and mineralized and mineralizable nitrogen in soils were determined by different methods in order to investigate the relationship between nitrogen uptake by plants and nitrogen in soils determined. The results obtained showed that N uptake by plants was well correlated with $\text{NO}_3^- \text{-N}$ in soils extracted either by saturated CaSO_4 or KCl, but less correlated with $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ while the soils N mineralized after a 2-week aerobic incubation was closely related to plant uptake nitrogen, the soils N mineralized after a 1-week waterlogged incubation did not reflect the nitrogen supplying capacities of the soils in non-waterlogged condition. The soil N released by boiling KCl was found to be highly correlated with the N in plants, and also with the soil N mineralized after aerobic incubation. Both aerobic incubation and boiling KCl method have the same value in evaluation of soil nitrogen supplying capacities.