

不同类型土壤有机质及 pH 对土壤中硝酸盐积累的影响

王 丽 王 晖 赫崇岩 高金方

(吉林省农科院原子能所,公主岭 136100)

提 要 6种不同类型土壤中,硝酸盐积累变化为一对数方程,其动态数学模型式 $N_t = a + blnt$ 。不同类型土壤有机质对硝酸盐积累起主要作用,关系式为 $N_c = 144.28 + 8.814C + 0.9248C^2$ 。在三因素五水平二次通用旋转组合试验中,建立了在施 N 量、有机质和 pH 条件下土壤中硝酸盐积累的数学模型。

关键词 土壤类型;有机质;pH;硝酸盐积累

探明土壤中硝酸盐积累的规律及其主要影响因素,对预测和控制土壤中硝酸盐水平,以及减少硝酸盐对环境及蔬菜的污染有重要意义。本试验通过室内试管培养,对 6 种不同类型土壤中硝酸盐的测定,探讨土壤中硝酸盐积累的动力学及有机质、pH 对土壤中硝酸盐积累的影响。

1 材料与方 法

1.1 供试土壤 共 6 种不同类型土壤,农化参数详见表 1。

1.2 方法 每个三角瓶中加入 20 g 风干土,并施入预先配制好的 KH_2PO_4 0.03 mg,同时加入 5 mL 蒸馏水将土润湿,塞好棉塞置于温度为 20~30℃ 室内培养。10 d 后施入氮肥尿素 32.5 $\mu\text{gN/g}$ 土壤。

1.3 取样测定时间 施肥前取 1 次。施肥后每隔 10 d 取 1 次共取 6 次,测定 $NO_3^- - N$ 含量。测定方法按南京土壤所编《土壤理化分析》中土壤速效氮测定方法进行。试验设 6 个处理,每个处理重复 3 次。

表 1 供试土壤主要农化情况

土壤号	土壤类型及来源	pH	有机质(%)
A	公主岭黑土	6.35	2.57
B	白城盐碱土	8.05	1.88
C	靖宇白浆土	5.50	15.09
D	河北褐土	7.05	1.97
E	混 合 土	5.45	9.97
H	湖北灰潮土	5.67	1.96

2 结果与讨论

2.1 不同类型土壤中硝酸盐积累的动态变化及数学模型

对表 2 数据用不同数学模型拟合,各组数据均以对数方程为最好^[1]。

$N_t = a + blnt$ $N_t: NO_3^- - N$; t : 时间; $b > 0$

将各组数据分别代入方程,得不同类型土壤中硝酸盐积累的数学模型。

$$\text{公主岭黑土: } N_A = 71.93 + 24.87 \ln t \quad r = 0.9708^{**} \quad n = 7$$

$$\text{白城盐碱土: } N_B = 130.48 + 26.32 \ln t \quad r = 0.9558^{**} \quad n = 7$$

$$\text{靖宇白浆土: } N_C = 380.46 + 46.61 \ln t \quad r = 0.9213^{**} \quad n = 7$$

$$\text{河北褐土: } N_D = 92.17 + 27.17 \ln t \quad r = 0.9462^{**} \quad n = 7$$

$$\text{混合土: } N_E = 250.18 + 27.51 \ln t \quad r = 0.9480^{**} \quad n = 7$$

$$\text{湖北灰潮土: } N_H = 55.66 + 28.77 \ln t \quad r = 0.9411^{**} \quad n = 7$$

上述结果表明,在试管培养条件下施 N,不同类型土壤中硝酸盐积累的动态变化符合 $N_t = a + b \ln t$ 数学模型,其 r 值均达到极显著水平。

表 2 不同类型土壤中硝酸盐积累的测试结果

土壤类型	测定时间 (d)						
	0	10	20	30	40	50	60
A 公主岭黑土	64.3	139.5	156.8	159.5	166.2	160.8	163.8
B 白城盐碱土	120.6	210.4	213.1	219.8	235.9	225.2	225.2
C 靖宇白浆土	375.2	475.0	541.5	546.9	597.8	546.8	530.7
D 河北褐土	80.4	172.0	189.7	184.3	196.4	188.3	188.3
E 混合土	241.3	327.7	346.5	333.4	365.3	343.8	354.5
H 湖北灰潮土	42.9	140.4	160.5	153.8	165.9	151.2	161.9

2.2 不同类型土壤有机质及 pH 对土壤中硝酸盐积累的影响

对表 2 中测定数据进行处理,取 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量平均值,不同类型土壤有机质和 pH 列于表 3。

用不同方程拟合统计计算表明,不同类型土壤 pH 与 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的相关性较小, $r = 0.63$ 和 $r = 0.75$, 差异不显著,说明 pH 对土壤中硝酸盐积累影响较小。而不同类型土壤有机质经方程拟合两者关系,结果得如下方程^[1]:

$$N_C = 144.28 + 8.814C + 0.9248C^2$$

N_C : 土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量; C : 土壤有机质含量。

$$F = 31.39^{**} \quad r = 0.9773^{**} \quad n = 5$$

抛物线顶点约在土壤有机质 2.57% 左右。

2.3 土壤有机质与 A 的关系

土壤有机质与方程 $N_t = A + B \ln t$ 中 A 值(见表 4)经方程拟合,有如下关系:

$$A = 67.78 + 13.88C + 0.3768C^2$$

$$r = 0.9795^{**} \quad n = 5 \quad C > 0$$

表 3 不同有机质、pH 与土壤中 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量

土壤	pH	有机质 (%)	$\text{NO}_3^- - \text{N}^*$
B	8.05	1.88	207.2
D	7.05	1.97	147.0
A	6.35	2.57	144.0
E	5.67	9.97	330.0
C	5.50	15.9	516.2

* $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 值是平均值

表 4 土壤有机质与方程 $N_t = A + B \ln t$ 中 A 值

土壤号	有机质 (%)	A (mg/kg)
B	1.88	130.48
D	1.97	92.17
A	2.57	71.93
E	9.97	250.18
C	15.90	382.46

A:截距;C:土壤有机质。这是一个抛物线方程,C>0,顶点在2.57%处。

2.4 多因子复合作用对土壤中硝酸盐积累的影响

1993年进行了三因素五水平二次通用旋转组合菠菜盆栽试验。试验设计^[2]见表5。

表6为20个处理和10次测定土壤NO₃⁻-N的平均值。用表6中的平均NO₃⁻-N测定值进行统计分析得如下方程:

$$N = 16.7 + 3.31C - 1.1pH + 7.01N_f + 2.22pH - 7.17N_f - 0.63pHN_f + 3.52C^2 - 0.71pH^2 - 1.19N_f^2$$

$$F = 29.61^{**} \quad n = 20$$

式中N:土壤中NO₃⁻-N;C:土壤有机质;pH:土壤pH;N_f:施N量

并进行回归系数显著性测定,结果表明:N_f7.01**、CN_f7.17**达极显著水平。C3.31*、C²2.98*达显著水平。由此可见,三因素中施N量及有机质和施N量的互作对硝酸盐积累影响最大,其次是土壤有机质及其累加作用,而土壤pH作用不明显。这一点与“2.2”一节中的统计分析结果基本一致。

表5 因子水平及编码

编 码	X ₁ 有机质(%)	X ₂ pH	X ₃ 施N量(g/m ²)
1.682	4.25	8.03	133.1
1	3.75	7.35	106.2
0	2.57	6.35	66.6
-1	1.75	5.35	27
-1.682	0.89	4.67	0
变化区间(Δ)	1.00	1.00	39.6
备 注			一次施入

注:0为标准水平

表6 20个处理与NO₃⁻-N测定平均值

处理号	NO ₃ ⁻ -N(mg/kg)	处理号	NO ₃ ⁻ -N(mg/kg)
1	9.19	11	18.95
2	25.81	12	14.67
3	46.80	13	3.76
4	16.95	14	27.16
5	13.88	15	18.92
6	28.38	16	11.51
7	16.88	17	22.88
8	30.80	18	11.65
9	25.35	19	19.65
10	32.40	20	17.85

参 考 文 献

- 1 杨纪珂等译.数理统计的原理和方法.科学出版社.1979,408-416
- 2 丁希泉主编.农业应用回归设计.吉林科技出版社.1986,123-146

Effect of Organism and pH on the Accumulation of Nitrate in Different Soils

WANG Li, WANG Hui and HE Congyan et al.

(Institute of Atomic Utilization, Jilin Academy of Agri. Sci., Gongzhuling 136100)

Abstract The accumulation pattern of nitrate of 6 different soils was accorded with logarithmic function, the dynamic mathematical equation was $N_t = a + blnt$. Organism of soil was principle factor for nitrate accumulation, the equation was $N_C = 144.28 + 8.814C + 0.9248C^2$. The mathematical model of nitrate accumulation with 3 factors and 5 levels was established.

Key words Soil types, Organism, pH, Nitrate accumulation.