

# 杏子河小流域的土壤氮矿化势

白志坚 赵更生

(中国科学院西北水土保持研究所)

为了探讨农林牧地土壤氮肥力水平,我们在陕北杏子河流域的茶坊一带,选择具有代表性的林地和草地以及条件相似的农地,研究了土壤的氮矿化势,为提高土壤氮肥力提供依据。

## 一、基本情况

茶坊位于陕西省安塞县西部丘陵沟壑区,海拔高度1,100—1,600米,属暖温带半干旱大陆性气候,年平均气温9.3℃,年降水量500—600毫米。降水量变化大,分布不均,多集中在7、8、9三个月,占年降水量的60—70%。春季干旱,多西北风;夏季气温高,多暴雨。年平均蒸发量1,800—2,200毫米,比降水量大2.6倍。由于长期单一农业和滥垦、滥牧,破坏了植被和土壤,生态系统遭受破坏,水土流失严重,产量不高。

采样地点在蟠龙山(1—5号)和庙沟疙瘩(6—8号)的黄土梁崩坡上,具体位置是:1号刺槐林地,位于斜梁坡下部,正北坡,坡度21°,造林不易成活;2号刺槐林地,位于斜梁中下部,坡向北偏西80°,坡度26°,林木生长健壮而茂密;3号刺槐林地,位于斜梁顶部,坡向正北,坡度15°,林木生长较差;4号柠条地位于崩坡坡麓,坡向正北,坡度15°;5号农地位于条件相似的另一坡地,坡度15°,前茬麻籽;6号农地位于崩坡下部,坡向西北,坡度25°,前茬荞麦;7号苜蓿地位于崩坡下部,坡向东北,坡度25°;8号沙打旺地与7号相邻,坡向正北,坡度25°。它们的立地条件都是黄绵土。土壤基本性状列于表1。

试验用上述地段0—20厘米表层土壤,样本在室内风干、粉碎、磨细后混合备用。土壤培养采用Stanford和Smith方法,即称取通过10目筛的风干土样20克,加入处理过的等量石英砂,混匀,喷入少量0.01M的CaCl<sub>2</sub>溶液,使土砂粘结,防止装管时颗粒大小分离,充分混合均匀。然后装入玻璃丝垫底的50毫升玻璃过滤管中,再于管中土壤表面平铺0.7厘米厚的玻璃丝,以免向管中注入溶液时冲散土壤。

装管时,谨防管内土样填压过紧,避免土壤紧实,抽滤过慢,拖延淋洗时间,又不能过松,过松则土粒间松散,加入培养液时,土壤易于下陷,造成淋洗液混浊,给测定带来困难,影响结果的准确性。

土壤中原有的矿质氮,用100毫升0.01CaCl<sub>2</sub>溶液分次淋洗,每次5—10毫升,再加

表1

土壤基本性状

土样编号	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	速效氮 (毫克/100 克土)	速效磷 (ppm)	碳酸钙 (%)
1	0.57	0.036				12.3
2	0.33	0.038		0.57		12.4
3	0.35	0.039		0.63		11.3
4	0.25	0.042		0.65		11.2
5	0.30	0.047	0.124	0.86	1.80	11.4
6	0.27	0.027	0.125	0.92	痕迹	11.0
7	0.50	0.034	0.129	1.03	1.50	11.5
8	0.63	0.046	0.129	1.07	0	11.1

入25毫升无氮培养液(0.002M CaSO<sub>4</sub>及MgSO<sub>4</sub>, 0.005M Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>及0.0025M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)淋洗,每次5—10毫升。管中过剩溶液在真空度600毫米汞柱下减压抽干,管口塞上中间通气的皮塞,使培养期间保持气体充分交换,在35℃恒温下培养,并保持一定的湿度。

两周后,土壤中的矿质氮分别用100毫升0.01M的CaCl<sub>2</sub>和25毫升无氮培养液,在上述减压系统中分次淋洗,每次5—10毫升,最后在600毫米汞柱下减压抽干。依拟定周期,反复进行。本试验培养周期为2、4、7、10、14周。

矿质氮的测定,采用锌—硫酸亚铁还原蒸馏法。植株全氮测定用高氯酸—硫酸消化法;土壤全磷用酸溶法;速效磷用碳酸氢钠法;有机质用重铬酸钾法;全氮用重铬酸钾—硫酸消化法。

盆栽试验采用通过7目筛的农地、苜蓿地和沙打旺地土壤,每盆装风干土11.2斤,施KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>1.5克(折合P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.75克)作底肥。试验分为施氮与不施氮两种处理,氮肥每盆施(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>1.6克(折合纯氮0.33克),一次施入,与土样混合后装盆。玉米品种为陕单一号,每盆三株,重复三次。隔日称重,按田间持水量灌水。5月16日播种,6月20日收割,取植株地上部分烘干、粉碎、磨细,通过60目筛,装瓶备用。

## 二、氮矿化势的基本概念

氮矿化势由Stanford等人确立,其定义是“于无限时间内因矿化过程所能得到的矿质氮量,称为土壤氮矿化势,或简称(No)”。它是在35℃经连续培养,间歇淋洗下所测得土壤有机氮在单位时间(t)内的矿化氮量与可矿化的氮库(潜在的可矿化氮量)成比例,即可矿化氮量因矿化而递减时,反应速度相应减低。故

$dN/dt = -Kt$  积分,得:

$$\text{Log}(No - Nt) = \text{Log}No - Kt/2.303$$

式中：No—氮矿化势 (ppm)；t—时间 (周)；  
 Nt—在t时间 (周) 内累积的矿质氮 (ppm)；  
 K—矿化速度常数 (周)。

应用 $\text{Log}(N_0 - N_t)$ 对t在半对数纸上作直线回归，其决定系数 ( $r^2$ ) 和斜率/斜率标准差 ( $b/S_b$ ) 达最大值时，即为所求土壤的氮矿化势。

近年来，我们对陕西省主要土壤类型的研究，证明No可作为评定土壤肥力的指标，同时也是土壤氮素供应状况的量度。农耕地土壤中氮素绝大部分是有机态的。可给态氮（铵态氮和硝态氮）含量很少，但能为一般作物吸收，这部分氮素因各种途径所致极不稳定或易于消失，故一般不作为土壤供氮能力的指标。上面扼要介绍在室内一定条件下，将土壤培养一定时期后，测定其氮矿化势，用它来估算土壤的供氮量。此法不仅是评价土壤肥力的指标，而且可以判断土壤间氮素供应能力的相对高低，和估算在作物生长期间土壤可矿化氮的量度，在某种程度上可用实验室试验模拟。

### 三、农地土壤的氮矿化势

测定结果表明，农耕地表层土壤中无机氮含量约为0.9毫克/100克土，其量远不能满足作物生长的需要，必须以施肥补充。表2指出，盆栽试验前土壤中无机氮贮量

表2 玉米植株吸氮量与土壤氮矿化势的关系

项 目	农 地		苜 蓿 地		沙 打 旺 地	
播前土壤无机氮 (毫克/100克土)	0.92		1.03		1.07	
土壤氮矿化势 (ppm)	46.0		59.0		132.0	
植株吸氮量 (毫克/盆)	44.65	47.82	49.65	61.55	82.40	94.74

为0.92—1.07毫克/100克土，各类型地之间差异不大，但矿化势却相差甚大。盆栽试验结果表明，在不施氮肥的情况下，玉米生长所需要的氮素主要依赖土壤可矿化氮库中矿化出来的矿质氮。生长35天的玉米幼苗，每盆植株吸收的氮量在44.65—94.74毫克之间，与氮矿化势趋势一致。土壤矿化出来的矿质氮量取决于No值的大小，No值愈高，矿化出来的矿质氮愈多，玉米植株吸收的氮量随之增高。盆栽试验中实测玉米植株的氮素吸收量与氮矿化势之间呈正相关，见表2(回归方程为 $Y = 25.67 + 0.4785X$ ,  $r$ 为0.9606\*\*)。由此可见，No值愈高，土壤供氮能力愈强，因此土壤氮矿化势可以作为判断土壤供氮能力的指标。

旱农坡耕地土壤，由于人为反复耕耘，土壤通气性良好。据测定，耕层土壤总孔隙为57.0%，在田间持水量条件下，充气孔隙为33.4%，而土壤适宜充气孔隙范围一般为20.0—25.0%，可见土壤氧化条件较强，氮素不易积累，土壤中贮存的氮素远不能满足作物生长的需要。通过施肥（亩施农家肥300—400斤）归还给土壤养分又少，加上该区土壤机械组成是以砂壤土为主（其中0.05—0.01毫米的颗粒占优势，约占总量的56.0—58.1%；小于0.01毫米的物理粘粒，在0—20厘米的表土层中为14.0%；小于0.001毫

米的粘粒在4.5%以下),说明该区土壤颗粒较粗,粘粒含量少,保肥能力差,抗蚀、抗冲性能亦差,易遭侵蚀,致使土壤贫瘠,氮肥力低下。测定结果表明,耕层土壤有机质含量0.27—0.30%、全氮0.027—0.046%、无机氮0.92毫克/100克土,氮矿化势为44—61ppm,每亩潜在的可矿化氮量13.1—18.2斤。盆栽试验结果表明,施入氮肥后,测得玉米幼苗期地上部吸收的氮量有31.5%的氮素来自土壤,将近70%的氮素依赖肥料供给。至于玉米生长全周期中有多少氮素来自土壤,有待进一步研究。上述资料说明,土壤供氮能力很弱,远不能满足作物生长需要,大部坡耕地肥力低下,已不适于用作农田,应还林还牧,扩种绿肥或进行草田轮作以培养地力。

#### 四、林地土壤的氮矿化势

林地土壤通常种植刺槐和柠条,土壤基本不靠人为补充任何养分,林木生长主要靠土壤内部贮备的无机氮和有机矿化氮。刺槐幼小,枯枝落叶残留量少,且被农民用作燃料,林下地表草被也很稀疏,因而幼林不能起到改良土壤和增加土壤有机物质的作用。林木生长取决于所处地形部位和土壤水肥条件。据测定,梁顶和梁坡上部,7年生刺槐平均树高2.9米,胸径2.27厘米,因No值低,一般为45ppm,土壤供氮能力弱,林木生长不良。在凹形坡中下部和崩坡下部,土壤No值相对较高(62ppm),水肥条件好,供氮能力较高,7年生刺槐平均树高5.2米,胸径4.5厘米,树高和胸径均高于梁顶刺槐林的1倍左右,郁闭度达95—100%。崩坡坡麓部7年生柠条,1980年平茬后至1981年7月株高达1米左右,土壤No值为62ppm,供氮能力较高,促进了柠条的分枝,一般每穴分枝达26个,枝叶茂密。刺槐和柠条的生长与土壤氮矿化势关系密切,但也受其它因素的影响。如1号刺槐林地,位于阴坡风口处,受寒冷风严重侵袭,加上刺槐耐寒性不强,该地形部位上的土壤又瘠薄,供氮能力差,刺槐不易成活。因此在梁顶及凸形部位上,应植耐寒抗旱、适应性强,而有固氮能力的柠条和酸刺;在北向迎风处宜种耐寒、耐瘠薄的沙打旺。

#### 五、草地土壤的氮矿化势

草地土壤种植沙打旺、苜蓿。这些多年生牧草,具有庞大的根系固结土壤,又有茂密枝叶覆盖地面,拦蓄径流,保护土壤免遭侵蚀。耕层由于人畜踩踏,土壤致密,通气和透水性均不良,氧化条件减弱。家畜遗弃粪尿少部分养分挥发损失,大部分遗留于土壤中,同时枯枝落叶较多,使地表层土壤日趋肥沃。测定结果(表3)表明,6年生苜蓿地(生长不良,年亩产鲜草1,000斤左右),0—20厘米土层中,有机质含量比相邻农耕地多85.0%,全氮多26.8%,No值为59.0ppm,每亩潜在的可矿化氮仅增加3.9斤。从表3中看出,沙打旺对土壤有机质和氮素的累积均大于苜蓿,同时抗寒、耐旱、耐瘠薄,生长势也优于苜蓿。据调查,生长于寒冷、瘠薄阴坡的沙打旺,年亩产鲜草比相邻苜蓿高出1—2倍以上。甘肃平凉水保站在同一立地条件下调查,2年生沙打旺平均株高90厘米,覆盖度为90%;苜蓿平均株高40厘米,覆盖度60%。据木盒栽培试验结果表

表 3

草地土壤有机质和氮素的积累

类 别	有 机 质		全 氮		氮 矿 化 势 (ppm)
	含量 (%)	比农地增加 (%)	含量 (%)	比农地增加 (%)	
农 地	0.27		0.027		46.0
苜 蓿 地	0.50	85.0	0.034	26.8	59.0
沙打旺地	0.63	133.0	0.046	133.0	132.0

明, 生长146天的沙打旺根重7.58克, 而同期的苜蓿根重只有0.72克, 地上部与地下部之比, 前者为1:2.5, 后者为1:1.2。沙打旺主根占总根重23.7%, 分根占76.4%; 苜蓿主根占总根重46.7%, 分根占53.3%。在0—30厘米的土层中, 苜蓿二级分根有根瘤54个, 沙打旺则为232个, 为苜蓿的4.3倍。由于沙打旺侧根发达, 多呈水平或斜向生长, 纵横分布, 根幅面积大, 水平根幅为50—80厘米, 主要分布于20厘米的表土层中, 形成的根瘤多, 增加了氮素的积累。测定结果表明, 沙打旺地土壤有机质含量比农地高133.0%, 全氮高出70.0%, No值高达132ppm, 每亩潜在的可矿化氮量39.4斤, 比农地高187.0%。可见沙打旺对改良土壤、培养地力和提高土壤肥力的作用有明显效果, 应予以重视。

利用农地、苜蓿地和沙打旺地土壤, 进行盆栽试验结果表明(表4), 在不施氮肥的情况下, 沙打旺地的土壤玉米幼苗生长健壮, 株高、茎粗和干物质累积量均大于苜蓿地和农地土壤。

表 4

玉米苗期从土壤中的吸氮率

土 壤 来 源	不 施 氮 肥				施氮肥的植株地上部吸氮量(毫克/盆)	玉米苗期从土壤中吸收的氮量(%)
	株 高 (厘米)	茎 粗 (厘米)	地上部干物质重 (克/盆)	地上部植株吸氮量 (毫克/盆)		
农 耕 地	23.0	0.62	1.82	25.55	81.02	31.5
苜 蓿 地	26.8	0.75	2.47	33.95	105.36	32.2
沙打旺地	28.0	0.93	3.28	66.34	127.35	52.1

为了估算玉米苗期从土壤有机氮矿化得来的氮素, 以不施氮肥植株地上部的吸氮量除以施氮肥植株地上部的吸氮量, 来计算玉米苗期从土壤中的吸氮率。结果是农地有31.5%的氮素来自土壤, 苜蓿地有32.2%, 沙打旺地有52.1%, 可见沙打旺地土壤供氮能力远高于苜蓿地和农地土壤。

种过几年沙打旺的瘠薄地上, 开垦后种其它作物增产显著。如该区寺岷岷大队在红胶土上种植沙打旺5年后, 改种糜子, 亩产300斤; 在相同条件下, 对照地亩产150斤左右。榆林县种过3年的沙打旺茬地改种谷子, 每亩收获600斤; 而对照地上, 每亩只收200斤。

# 黄土高原水土流失的地质地形背景 及其防治措施

耿 鹤 年

(陕西省地质局第二水文地质队)

黄河中游地区严重的水土流失, 既为农业生产的大害, 又是黄河泥沙的重要物质来源。防治水土流失, 控制入黄泥沙, 多年来一直为国内外专家学者和广大人民群众所关注。本文根据在陕北、陇东典型地区的查勘资料, 从解剖水土流失发生的地形、地质背景条件入手, 探讨水土流失的防治问题。

## 一、水土流失的基本特征

水土流失的实质问题是现代侵蚀问题。侵蚀作用的全过程是地表径流与地形之间相互作用、相互影响的过程。在一定的坡形条件下, 地表径流开始产生侵蚀; 而侵蚀作用的结果又改变了原来的坡形及相应的地表径流条件, 引起了新的侵蚀。如此反复循环, 使侵蚀作用逐步向前发展, 并导致其发生质的变化。侵蚀作用的结果, 一方面产生大量的泥沙; 另一方面将地表刻蚀成各种侵蚀形态。

侵蚀作用按其性质及其在地表产生的侵蚀形态, 可以分为以下几种类型。

1. **面蚀类型**。系在分散缓慢由散流变为细小股流的面状剥蚀下形成。发生在崩、梁边线以上的崩梁坡面及其它斜坡面。主要形态有细沟(在土壤中刻蚀深 $<0.2$ 米), 浅沟(深 $0.2-0.5$ 米)和坡面切沟(深 $0.2-2$ 米)。

2. **潜蚀类型**。在地表水和地下水的渗透、冲刷及溶蚀作用下形成。发生在不同发育

---

## 结 语

氮矿化势与盆栽试验中实测得玉米植株的氮素吸收量之间有高度相关性。

农林牧地土壤的氮矿化势, 在一般情况下是人工草地 $>$ 林地和农地, 但人工草地若草种选择不当, 不能适应其立地条件, 则其对土壤的培肥作用较小, 其 $N_o$ 值仍低于较好的农地或林地。而草地土壤中沙打旺 $>$ 苜蓿地。豆科牧草对增加土壤有机质和氮素的积累有明显效果, 沙打旺最为突出, 因此必须大面积种植, 通过轮作, 使用地与养地结合起来, 从而在改土培肥中起积极作用。