

# 不同土壤改良模式对铁尾矿复垦效果的影响

付文昊<sup>1,2</sup>, 王 岩<sup>1</sup>, 于清芹<sup>3</sup>, 李剑飞<sup>4</sup>, 李玉灵<sup>1</sup>

(1. 河北农业大学, 河北 保定 071000; 2. 迁西县委宣传部, 河北 迁西 064300;

3. 衡水学院, 河北 衡水 053000; 4. 迁西县科技局, 河北 迁西 064300)

**摘 要:**为全面了解不同土壤改良模式对铁尾矿复垦效果的影响,在邢台市南沟地区选取具有代表性的2种土壤改良模式(客土改良模式、半客土改良模式),研究不同土壤改良模式下铁尾矿复垦土壤的改良效果,并与对照铁尾矿进行对比分析。结果表明:半客土改良模式物种多样性指数和均匀度指数均较高,客土改良模式物种丰富度明显高于尾矿和半客土改良模式;2种土壤改良模式下的土壤容重、毛管孔隙度明显增加,土壤总孔隙度和土壤毛管持水量减少,2种模式的改良效果相似;有机质含量和全氮、全钾、全镁含量均呈现增加趋势,全磷、全钙含量减少;各种速效养分含量明显提高,其趋势基本一致,且均有一定的表聚性。

**关键词:**土壤改良模式;铁尾矿;土壤性质;复垦效果

**中图分类号:**S 731.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)08-0158-06

在我国以及世界各地,矿山开采造成的大规模的土地破坏已经成为一个十分严重且日益受到高度重视的问题<sup>[1-3]</sup>。近年来,矿业废弃地对生态、社会环境的破坏现象逐渐凸现,因此关于矿区生态恢复的研究逐渐增多,而尾矿是矿业废弃地中引发危害最严重的一种。尾矿堆积占用大量农业和生活用地破坏自然景观,如果长期得不到治理还会对矿区生态环境造成深远的消极影响,并对人类生存健康造成严重危害。现通过分析铁尾矿不同土壤改良模式对物种 $\alpha$ 多样性,不同土壤改良模式对土壤物理性质、水分状况、土壤养分等方面的影响,探讨不同土壤改良模式对尾矿土壤理化性质的影响,为铁尾矿人工林的营造、矿区生态环境良性改良和经济效益和谐发展提供指导,进而为矿区土壤改良过程中树种选择以及更合理进行土壤改良提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

该研究选取铁尾矿区客土和半客土2种土壤改良模式,并与铁尾矿土壤理化特性进行对比分析,研究不

同土壤改良模式下铁尾矿土壤的理化性质与变化趋势。客土土壤改良模式是在铁尾矿砂上客土40~50 cm,种植核桃树,株行距1.0 m×2.0 m;半客土土壤改良模式是将客土和矿砂以1:1的比例混合,以70~80 cm厚度均匀的铺在铁尾矿砂上,种植苹果树,株行距1.5 m×2.5 m,进行研究时核桃树和苹果树的树龄均为4 a。

### 1.2 试验地概况

试验地设在河北省临城县赵庄乡南沟村,该村地处太行山东麓,海拔518~1 134 m,四面群山环绕,年平均日照2 463 h,年平均气温11.6℃,极端最高气温41.8℃,最低-15℃,无霜期190 d,年均降水量523 mm,昼夜温差大,土壤属沙壤土质,呈微酸性,并含有大量矿物质。

### 1.3 试验方法

1.3.1 物种 $\alpha$ 多样性的研究 于2011年9月15日,遵循实验样地与周边环境的一致性原则,避开林缘带状区域,于2个研究区内选择具有典型立地条件的地区,采用典型取样法,运用测树罗盘及GPS进行定位,分别设置3块20 m×33 m的标准样地,在上述每块样地内采用对角线法分别设置5个1 m×1 m的样方。于1 m×1 m样地内,测定并记录各物种种名、高度、多度、盖度。

1.3.2 物种多样性表征 物种多样性 $\alpha$ 多样性指数测度采用丰富度指数、多样性指数、均匀度指数来表征林下物种多样性。Margalef 丰富度指数:  $R_1 = (S - 1) / \ln N$ ; Shannon-Wiener 多样性指数:  $H = - \sum P_i \ln P_i$ ; Simpson多样性指数:  $G = 1 - \sum P_i^2$ ; Pielou 均匀度指数: Shannon-Wiener 均匀度指数  $J_1 = H / H_{\max} = (- \sum P_i \ln P_i) / \ln S$ ; Simpson 均匀度指数  $J_2 = (1 - \sum P_i^2) / [1 -$

**第一作者简介:**付文昊(1982-),男,河北迁西人,在读硕士,现主要从事生态恢复方面的研究工作。E-mail: fuwenhao0417@sohu.com。

**责任作者:**李玉灵(1962-),女,内蒙古集宁人,博士,教授,博士生导师,现主要从事植物生理生态学及恢复生态学的研究工作。E-mail: liyuling0425@yahoo.com.cn。

**基金项目:**国家林业局“948”资助项目(2009-4-29);河北省科技计划资助项目(11236713D-X)。

**收稿日期:**2012-01-10

$\sum (1/S)^2$ 。式中, S 为标准样地内林下各层次物种数目; N 为标准样地内林下各层次多度指标总和;  $N_i$  为第 i 个种多度指标;  $P_i = N_i/N$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, \dots, n$ 。

1.3.3 土壤理化性质分析 为全面了解不同土壤改良模式对铁尾矿理化性质的影响, 在客土土壤改良及半客土土壤改良模式下对经济林进行调查研究。按随机抽样布点, 在客土和半客土分别选取 3 块样地, 各剖面按 0~10、10~20、20~40 分层采取土样, 将其带回实验室经室内风干过筛后谨慎贮存待分析。用容积为 100 cm<sup>3</sup> 的环刀在 0~10、10~20、20~40 cm 土层内采取自然状态土样, 带回实验室, 作为分析土壤水分物理性质的样品。

#### 1.4 指标测定

土壤全 N 采用凯式定氮法测定; 土壤碱解 N 采用碱解扩散法测定; 土壤全 P 采用碱溶钼蓝比色法测定; 土壤速效 P 采用碳酸氢钠浸提钼蓝比色法测定; 土壤全 K、全 Ca、全 Mg 采用氢氟酸-硝酸-高氯酸湿式消化-火焰原子吸收分光光度法测定; 土壤速效 K 采用 NH<sub>4</sub>OAc 浸提-火焰光度法测定; 土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法-外稀释法进行测定<sup>[4-7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同土壤改良模式对物种 $\alpha$ 多样性的影响

$\alpha$  多样性是用于测量群落内生物种类数量以及生物种类间相对多度的一种度量方法。 $\alpha$  多样性反映了群落内物种间通过竞争资源或利用同种生境而产生的共存结果<sup>[8]</sup>。该研究选择 Margalef 丰富度指数(R)、Shannon-Wiener(H)和 Simpson 多样性指数(G)、Pielou 均匀度指数综合度量不同改良模式草本  $\alpha$  多样性水平。

物种丰富度是群落内物种种类丰富程度的量化指标, 试验选用 Margalef 指数(R)分别测定不同改良模式的丰富度。由表 1 可知, 尾矿、客土、半客土改良模式的 Margalef 指数为客土(3.34) > 半客土(2.09) > 尾矿(1.62), 这是因为客土改良模式下林下是正常的土壤环境, 灌木和草本植物的发育较好, 因而物种数量较多。

表 1 不同土壤改良模式下多样性指数

群落类型	丰富度指数 R	均匀度指数		多样性指数	
		J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	G	H
尾矿	1.62	0.30	0.60	0.31	0.73
客土	3.34	0.10	0.84	0.80	0.29
半客土	2.09	0.83	1.54	0.83	2.00

注: R; Margalef 指数; J<sub>1</sub>; Pielou 均匀度指数; J<sub>2</sub>; Simpson 均匀度指数; G; Simpson 多样性指数; H; Shannon-Wiener 多样性指数。

物种均匀度是群落内不同物种个体数量(盖度或其他指标)分布的均匀程度。除有较多物种及其个体数量外, 还应有较高的均匀度, 群落才有较高的多样性<sup>[9]</sup>。试验选用 Pielou 指数(J<sub>1</sub>)、Simpson 指数(J<sub>2</sub>)分别测定次生林群落各层次均匀度。由表 1 可知, 半客土改良模式

各物种个体数量分布相对比较均匀。尾矿、客土、半客土改良模式的 Pielou 指数分别为 0.30、0.10、0.83, Simpson 指数分别为 0.60、0.84、1.54, 半客土改良模式均匀度指数明显高于尾矿和客土改良模式。

物种多样性是群落生物组成结构的重要指标, 不仅可以反映群落组织化水平, 而且可以通过结构与功能的关系间接反映群落功能的特征, 多样性指数是丰富度和均匀性的综合指标。试验选用 Simpson 指数(G)和 Shannon-Wiener 指数(H)进行物种多样性测定。由表 1 可知, 尾矿、客土、半客土改良模式的 Simpson 指数分别为 0.31、0.80、0.83, 半客土改良模式和客土改良模式多样性指数明显高于尾矿, 而半客土改良模式和客土改良模式多样性则没有明显区别; 半客土改良模式 Shannon-Wiener 指数较高为 2.00, 其次是尾矿, 为 0.73, 客土改良模式最低, 为 0.29。

半客土改良模式多样性指数和均匀度指数均较高, 这可能是由于半客土模式下种植的苹果树的养分、水分条件较好, 植物茂密, 物种种类较多, 各物种分布比较均匀。

### 2.2 不同土壤改良模式对土壤物理性质的影响

土壤理化性质是评价土壤肥力和质量的重要指标, 不仅影响土壤保持和供应水肥的能力, 对调控土壤气热状况、水分入渗性能和地表径流也有重要作用<sup>[10]</sup>。

土壤容重指自然状态下, 单位体积土体的质量, 是土壤紧实度的敏感性指标, 也是表征土壤质量的一个重要参数, 它与土壤的孔隙度和渗透率密切相关<sup>[11]</sup>, 容重小, 表明土壤疏松多孔; 反之, 则表明土壤紧实, 结构缜密。该研究分别对尾矿土、客土及半客土进行土壤容重测定, 由表 2 可知, 容重平均值为客土(1.92 g/cm<sup>3</sup>) > 半客土(1.90 g/cm<sup>3</sup>) > 对照尾矿土(1.59 g/cm<sup>3</sup>); 0~40 cm 客土和半客土各土层土壤容重均大于对照尾矿土; 此外, 客土和半客土均在 10~20 和 20~40 cm 土层容重较高, 这是因为尾矿砂结构松散, 土壤渗透性好, 保水能力较差, 客土和半客土改良后, 土壤结构较尾矿紧实, 提高了容重, 尤其在土层 10~40 cm 处有碎石, 土壤的紧密性高, 容重较高。

表 2 不同土壤改良模式下土壤物理性质

样地类型	土层深度 /cm	容重 /g·cm <sup>-3</sup>	总孔隙度 /%	毛管孔隙度 /%	毛管持水量 /%
尾矿土	0~10	1.59	39.64	20.88	22.70
	10~20	1.60	40.41	16.54	23.29
	20~40	1.58	41.61	14.96	24.69
客土	0~10	1.85	28.18	20.80	14.23
	10~20	1.97	26.62	22.80	12.97
	20~40	1.95	25.80	22.87	12.62
半客土	0~10	1.83	31.07	21.42	13.43
	10~20	1.93	25.22	21.85	12.10
	20~40	1.97	26.45	19.98	11.61

土壤总孔隙度指单位容积土体内孔隙所占的百分数,它反映了空气和水能在土壤中存在的总容积,直接关系到土壤的通气状况,是土壤的主要物理特性之一。由表2可知,对照尾矿土0~40 cm各土层总孔隙度均大于客土和半客土,总孔隙度平均值为对照尾矿土(40.55%)>半客土(27.58%)>客土(26.87%),各土层之间总孔隙度变化较小,由此可见栽植经济林后,尾矿土壤的孔隙状况得到了改善。

毛管孔隙指土壤中具有明显毛管作用的孔隙,能借助毛管引力保存一定水分,这部分水分是植物最有效水分,因此毛管孔隙能反映土壤孔隙通气透水的有效性,也是土壤重要物理性质之一。由表2可知,土壤毛管孔隙度平均值为客土(22.16%)>半客土(21.08%)>对照尾矿土(17.46%),客土、半客土改良明显提高了毛管孔隙度,一方面,植物根系的生长促使毛管作用增强,另一方面,毛管孔隙度的提高更有利于植物根系的水分、养分吸收。加之未经土壤改良的铁尾矿本身粒径细小,而客土和半客土表面有枯枝落叶的积累与分解也促进毛管孔隙的改善。

毛管持水量是指地下水受毛管引力的作用上升而达到毛管上升水的最大量。由表2可知,平均毛管持水量是对照尾矿土(23.56%)>客土(13.27%)>半客土(12.38%),对照尾矿土平均毛管持水量分别是客土和半客土1.78倍和1.90倍,这是因为尾矿土土壤质地均一,而客土颗粒不均,并且土粒粘结力强,半客土土粒和沙粒分布不均造成的。

## 2.3 不同土壤改良模式对土壤化学性质的影响

2.3.1 不同土壤改良模式对土壤有机质的影响 土壤有机质(主要指土壤碳素)是陆地生物圈生物地球化学循环的主要成分之一,主要来源于地上植物的凋落物及地下根系,是指示土壤肥力与健康的关键指标<sup>[12-13]</sup>。由图1可知,对照尾矿土土壤有机质含量最低,平均含量仅1.04 g/kg;其次为客土,平均含量为2.25 g/kg,为对照尾矿土的2.16倍;半客土有机质含量最高,平均为2.65 g/kg,为对照尾矿土的2.55倍。在半客土土壤中,0~10 cm土层有机质含量最高,随土层深度增加有机质含量有递减趋势,这主要是由于地表积累的凋落物对表

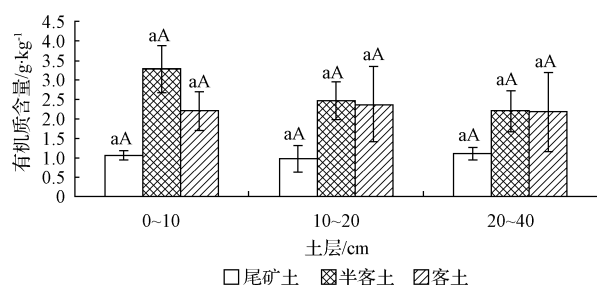


图1 不同土壤改良模式土壤各层次有机质含量

层的有机质含量影响较大,而对深层土壤的影响较小,而地下根系也主要集中于土壤浅层,死亡的根系是表层有机质的重要来源,2个方面的原因导致表层土壤的有机质含量较高,随着深度的增加,有机质含量逐渐下降。尾矿土、客土和半客土各土层之间有机质含量差异均未达到显著水平。

2.3.2 不同土壤改良模式对土壤全量养分的影响 全氮、全磷、全钾是土壤肥力特征的重要指标,是植物长期潜在供应者,而速效氮、速效磷、速效钾是植物生长养分即时供应者,土壤中的氮、磷、钾养分总是处于无效态、有效态相互转化的动态平衡中,有效态养分的含量可衡量当季植物对养分的需求,而全量养分反映了土壤养分的潜在供应水平。全氮含量:氮素的总贮量及其存在状态,与某种条件下作物的产量息息相关。由图2可知,各样平均含氮量为:半客土(0.0300 g/kg)>客土(0.0126 g/kg)>对照尾矿土(0.0064 g/kg)。从含氮量垂直变化来看,3种不同样地土壤含氮量垂直变化不大,只有半客土表聚性较明显。总体上全氮含量变化趋势与有机质含量变化趋势接近,这与土壤全氮主要来源于有机质有关。有机质中的氮是土壤中氮素的主要补给,在土壤有机质含量增加的情况下,土壤氮素含量也相应得到提高。尾矿土、客土和半客土各土层之间含氮量没有显著差异。全磷含量:尾矿土、客土及半客土的全磷含量分析见图3,全磷平均含量依次为:对照尾矿土(11.81 g/kg)>半客土(10.68 g/kg)>客土(10.39 g/kg),尾矿土和客土各土层之间没有显著差异,而半客土0~10 cm土层全磷含量相对较高为13.22 g/kg,尾矿土和客土各层含量变化不大,其差异均未达到极显著水平。结合氮素含量来看,半客土的改良模式有助于提高表层全氮、全磷含量。全钾含量:钾素是植物生长所必需的元素之一,全钾量的高低,反应土壤供应钾素能力的大小。各样地全钾含量见图4,客土全钾含量最高平均为15.63 g/kg,半客土平均含量次之,为11.81 g/kg,尾矿土平均含量最低,为10.78 g/kg,尾矿土和客土各土层之间差异不显著,其中半客土全钾含量垂直分布也有表聚性0~10 cm土层为13.38 g/kg,10~20 cm土层全钾含量为11.89 g/kg,20~40 cm土层全钾含量为10.16 g/kg,0~10 cm土层与10~20 cm土层全钾含量达到显著水平,0~10 cm土层与20~40 cm土层之间全钾含量有极显著差异。全钙含量:由图5可知,全钙含量均值排列顺序为:尾矿土(22.36 g/kg)>半客土(14.07 g/kg)>客土(3.90 g/kg),相对对照尾矿土,半客土和客土的全钙含量降低了0.59和4.73倍,客土和半客土各土层之间没有显著差异。其中对照尾矿土0~10 cm土层全钙含量相对较高为25.56 g/kg,10~20 cm全钙含量为28.29 g/kg,20~40 cm土层全钙含量为13.24 g/kg,



20~40 cm 土层与 0~10 及 10~20 cm 土层之间全钙含量的差异达到了极显著水平。全镁含量:各样地全镁含量见图 6,半客土的全镁含量最高,平均为 12.34 g/kg;客土全镁含量次之,为 10.30 g/kg;尾矿土全镁含量最低,为 9.67 g/kg。相对对照尾矿土,半客土和客土分别提高了 28%和 7%,说明进行土壤改良后,全镁含量增加。对照尾矿土、客土和半客土各土层之间全镁含量没有显著差异。

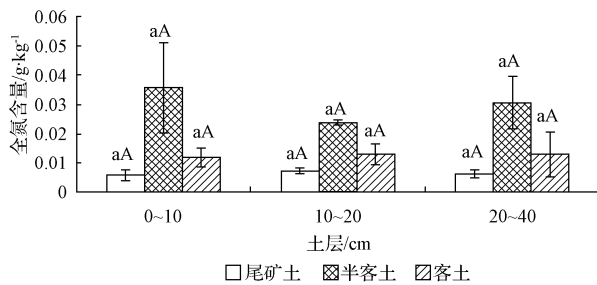


图 2 不同土壤改良模式土壤各层次全氮含量

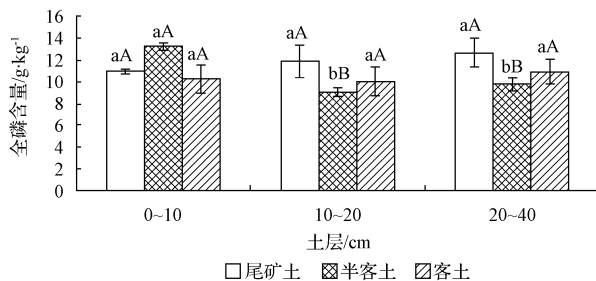


图 3 不同土壤改良模式土壤各层次全磷含量

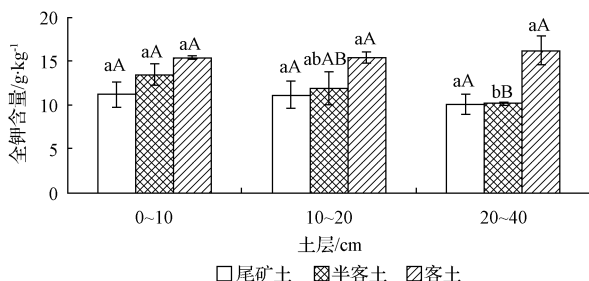


图 4 不同土壤改良模式土壤各层次全钾含量

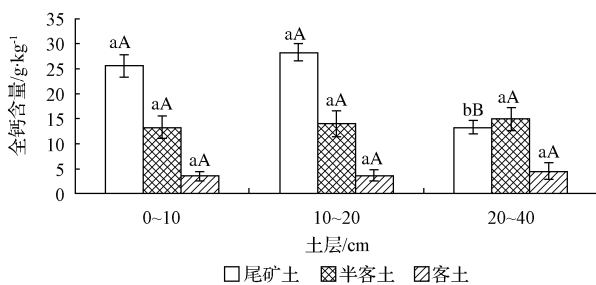


图 5 不同土壤改良模式土壤各层次全钙含量

2.3.3 不同土壤改良模式对土壤速效养分的影响 碱解氮含量:由图 7 可知,尾矿土的碱解氮含量较低,平均为 5.39 mg/kg,客土平均含量次之,为 14.31 mg/kg,半客土碱解氮含量最丰富,为 17.63 mg/kg,相对对照尾矿土,客土和半客土分别提高了 1.65 和 2.27 倍,各土层之间碱解氮含量没有显著差异。这是因为客土和半客土

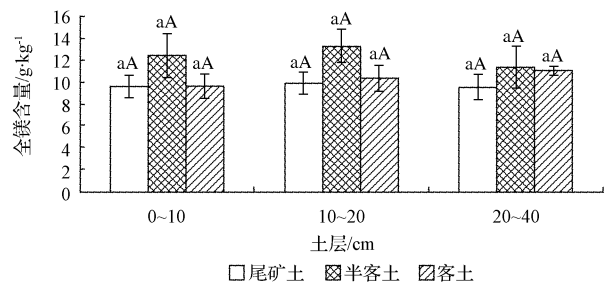


图 6 不同土壤改良模式土壤各层次全镁含量

施用了化肥,有机肥施入土壤后,由于丰富的碳源使各种微生物活动旺盛,较多地吸收土壤中的无机氮素,以构成微生物细胞体,使一部分无机态氮转化为有机态氮,从而有利于保存氮素<sup>[14]</sup>。速效磷含量:由图 8 可知,速效磷均值排列顺序为:客土(94.09 mg/kg)>半客土(65.55 mg/kg)>尾矿土(26.55 mg/kg),其中半客土 0~10 cm 土层速效磷含量为 110.70 mg/kg,10~20 cm 土层速效磷为 25.09 mg/kg,20~40 cm 速效磷含量为 60.90 mg/kg,3 个土层之间速效磷含量均达到极显著水平。这是因为碱化土壤表层磷的固定十分严重,下层速效磷含量少可能跟翻耕后通气条件下被固定有关,有机肥分解本身释放一定的养分,同时释放的有机酸又可溶解释放部分固定态磷。速效钾含量:钾素是植物生长所必需的营养元素之一,植物所能利用的钾是速效钾,它能真实反映土壤中钾素的供应情况<sup>[15]</sup>。由图 9 可知,尾矿土速效钾含量最低,平均为 24.31 mg/kg,半客土的速效钾含量次之,平均为 29.39 mg/kg,客土速效钾含量最高,平均为 53.90 mg/kg。其中尾矿土 3 个土层之间速效钾含量均达到显著水平;半客土 0~10 cm 土层和 10~20 及 20~40 cm 土层之间速效钾含量达到显著水平。

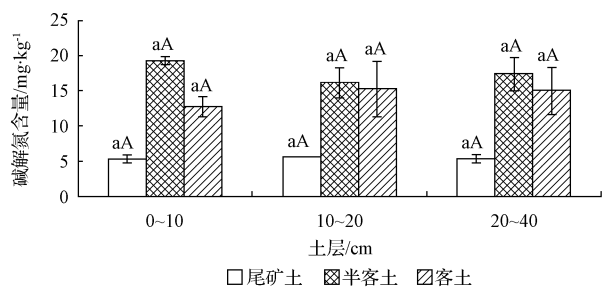


图 7 不同土壤改良模式土壤各层次碱解氮含量

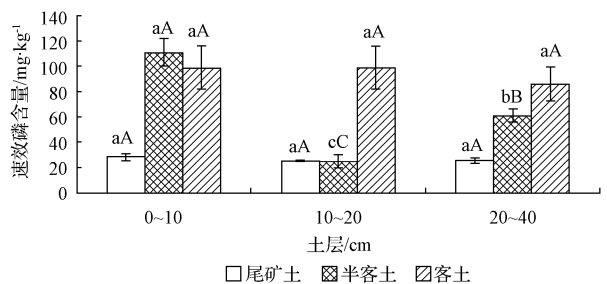


图 8 不同土壤改良模式土壤各层次速效磷含量

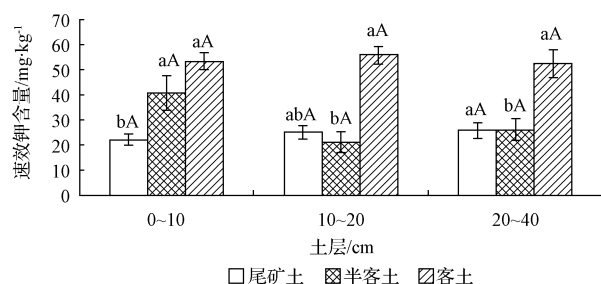


图9 不同土壤改良模式土壤各层次速效钾含量

### 3 结论

客土改良模式丰富度明显高于尾矿和半客土改良模式丰富度,这是因为客土改良模式下灌木和草本植物的发育较好,因而物种数量较多。半客土改良模式多样性指数和均匀度指数均较高,这可能是由于半客土模式下种植的苹果树的养分、水分条件较好,植物茂密,物种种类较多,各物种分布比较均匀。

采取不同土壤改良模式措施后,土壤的物理性质发生了一定变化,2种土壤改良模式土壤容重均比对照尾矿土增加20%;土壤毛管孔隙度增加,客土土壤改良模式和半客土土壤改良模式分别增加21%和27%;土壤总孔隙度和土壤毛管持水量减少,分别减少32%和46%。

铁尾矿上进行土壤改良能明显提高土壤中有机质含量,改善土壤肥力状况,但不同土壤改良模式,有机质增加量不同,半客土土壤改良模式和客土土壤改良模式分别是对照尾矿土的2.65倍和2.25倍。半客土土壤改良模式各层土壤有机质含量随土层加深而递减,且均有一定的表聚性,有机质主要分布在0~10 cm土层,而客土土壤改良模式有机质含量分布比较均匀,呈先增加后减少的趋势。

铁尾矿进行土壤改良模式后,土壤全量养分发生了一定的变化,全氮、全钾、全镁含量增加,其中以全氮增加幅度最大,半客土土壤改良模式和客土土壤改良模式

分别是对照尾矿土的4.71倍和1.97倍;全磷、全钙含量减少,其中全钙减少幅度最大,半客土土壤改良模式和客土土壤改良模式分别减少了37%和83%。

土壤改良能明显提高土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量。对于不同的土壤改良模式,各种速效养分增加量不同,其趋势基本一致,且均有一定的表聚性。

综合以上结论,认为半客土改良模式无论从改良效果上从改良成本上都是应该推广的一种改良模式。

### 参考文献

- [1] 倪含斌,张丽萍,吴希媛.矿区废弃地土壤重构与性能恢复研究进展[J].土壤通报,2007,38(2):399-404.
- [2] Miao Z, Marrs R. Ecological restoration and land reclamation in open-cast mines in Shanxi Province, China [J]. Environment Management, 2000, 59:205-215.
- [3] Bradshaw A D, Huttl R F. Future minesite restoration involves a broader approach [J]. Ecological Engineering, 2001, 17:87-90.
- [4] 南京农学院. 土壤农化分析[M]. 北京:农业出版社,1980.
- [5] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海:上海科学技术出版社,1978.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2002:25-282.
- [7] 中国环境监测总站. 土壤元素的近代分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,1992.
- [8] 李博,杨持. 生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2000:345.
- [9] 肖笃宁,韩慕康,李晓文,等. 环渤海海平面上升与三角洲湿地保护[J]. 第四纪研究,2003,32(3):237-245.
- [10] 王改兰,段建南,贾宁凤,等. 长期施肥对黄土丘陵区土壤理化性质的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(4):82-89.
- [11] 张希彪,上官周平. 人为干扰对黄土高原子午岭油松人工林土壤物理性质的影响[J]. 生态学报,2006,26(11):3685-3695.
- [12] 周丽艳,王明玖,韩国栋. 不同强度放牧对贝加尔针茅草原群落和土壤理化性质的影响[J]. 干旱区资源与环境,2005,19(7):182-187.
- [13] 安渊,徐柱,闫志坚. 不同退化梯度草地植物和土壤差异[J]. 中国草地,1999(4):31-36.
- [14] 浙江农业大学. 植物营养与肥料[M]. 北京:中国农业出版社,1995.
- [15] 林德喜,樊后保,苏兵强,等. 马尾松林下套种阔叶树土壤理化性质的研究[J]. 土壤学报,2004,41(4):655-659.

## Effect of Different Improvement Measures on the Reclamation Effect of Iron Tailings

FU Wen-hao<sup>1,2</sup>, WANG Yan<sup>1</sup>, YU Qing-qin<sup>3</sup>, LI Jian-fei<sup>4</sup>, LI Yu-ling<sup>1</sup>

(1. Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000; 2. Propaganda Department of Qianxi, Qianxi, Hebei 064300; 3. Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000; 4. Qianxi County Science and Technology Bureau, Qianxi, Hebei 064300)

**Abstract:** In order to understand the effect of different improvement measures on the soil properties of iron tailings, in the south ditch area selected sample of two soil improvement mode (foreign soil improvement measure, semi-foreign soil improvement measure), different improment measures on the reclamation effect of iron tailings was investigated and compared with control bare tailings. The results showed that the diversity index and evenness index of semi-foreign soil improvement measure were high, compared with control bare tailings and semi-foreign soil improvement measure, the richness of foreign soil improvement measure was significantly high; soil bulk density and capillary porosity showed an

# “红地球”葡萄贮藏过程中果梗新鲜度影响因子研究

张 军, 秦 培 鹏

(新疆农业职业技术学院, 新疆 昌吉 831100)

**摘 要:**以“红地球”葡萄果梗为试材,研究了  $\text{SO}_2$  处理浓度和时间、贮藏温度和湿度对“红地球”葡萄果梗新鲜度的影响,以确定在贮藏过程中对葡萄果梗新鲜度的影响因素。结果表明:“红地球”葡萄在  $0^\circ\text{C}$  贮藏第 50 天时果梗有明显呼吸峰。使用  $\text{SO}_2$   $4\ 800\ \mu\text{L}/\text{L} \times 0.5\ \text{h}$  和  $2\ 400\ \mu\text{L}/\text{L} \times 2.5\ \text{h}$  剂量在  $0$  和  $25^\circ\text{C}$  贮藏 30 d 后果梗萎蔫明显,果梗新鲜度为 4 级;当环境相对湿度低于 80%、温度高于  $5^\circ\text{C}$  时“红地球”葡萄有明显的干枯衰亡,果梗新鲜度降至 4 级。

**关键词:**“红地球”葡萄;果梗;新鲜度

**中图分类号:**S 663.109<sup>+</sup>.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)08-0163-03

“红地球”葡萄(‘Red Globe’ Grape)系欧亚种,由美国加州大学欧姆教授(Olme H P)培育而成,由于其具有果粒硕大、果肉脆硬、外观艳丽、耐贮性强等特性,使该品种很快风靡世界<sup>[1]</sup>。“红地球”葡萄一经上市就以其大粒晚熟、耐贮运,味甜可口,果粒着生松紧适度,果色深红紫红、美观诱人,品质优良而受到国内外消费者的喜爱,并为栽培者广泛关注<sup>[2]</sup>。因此,“红地球”葡萄的成熟衰老机制和保鲜技术也引起人们的高度重视。

“红地球”葡萄贮藏过程中常出现果梗新鲜度下降的现象,造成商品性大大降低,特别是果穗分枝的小果梗表现得尤为突出。吴有梅等<sup>[3]</sup>指出,葡萄采后果梗呼吸十分旺盛,它成为物质消耗的主要部位,采后易干枯,从而影响到果实的品质。据日本青木等<sup>[4]</sup>研究,虽然果梗的重量仅占葡萄果穗的 26%,但损失的水分却占葡萄整个果穗的 49%~66%。葡萄贮藏中萎蔫、褐变和腐烂首先从果梗开始,果梗失去的营养和水分再从果粒得到补充。

由此可见,葡萄果梗是葡萄果穗的生理活性部位,也是物质消耗的主要部位。因此,贮藏保鲜过程中保持果梗新鲜度就成为“红地球”葡萄保鲜的一项关键技术。

该试验通过研究“红地球”葡萄贮藏过程中果梗新鲜度变化情况的影响因素,以期改善“红地球”葡萄的保鲜贮藏提供科学的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为“红地球”葡萄(含糖量 16%以上),采收时剔除病、伤、残果,轻拿轻放,每 5 kg 装入 1 箱,运入冷库中进行预冷,贮藏。仪器设备有保鲜冷库、LIBROR AEG-220(日本)、Testo-610 湿度计(德国)、Olympus. BH-2 显微镜(日本)、MidwestSKN8-MOT400- $\text{SO}_2$  便携式二氧化硫分析仪(美国)等。

### 1.2 试验方法

1.2.1 “红地球”葡萄果梗呼吸强度的测定 于  $0^\circ\text{C}$  下,第 10、20、30、40、50、60 天测定整穗“红地球”葡萄呼吸强度,然后迅速剪下果粒测定果梗的呼吸强度。呼吸强度采用气流法测定<sup>[5]</sup>,气体流速为  $400\ \text{mL}/\text{min}$ ,3 次重复,取平均值。

1.2.2 梯度浓度  $\text{SO}_2$  熏蒸对“红地球”葡萄果梗新鲜度的影响 分别在  $0$  和  $25^\circ\text{C}$  下,用  $\text{SO}_2$  熏蒸处理“红地球”葡萄。 $\text{SO}_2$  由钢瓶经减压阀放出,经氮气稀释后通过流量计送入葡萄熏蒸装置,达到设定浓度后封闭装置。设置贮藏保鲜冷库空气环境中  $\text{SO}_2$  浓度梯度为 400、600、800、1 000、2 500、5 000、7 500  $\text{mg}/\text{kg}$  和各种浓度  $\text{SO}_2$  熏蒸处理时间分别为 0.5、1、2、3、4、5、6 h,采取全面设计方

**第一作者简介:**张军(1978-),男,新疆人,硕士,讲师,现主要从事果蔬贮藏与加工方面的研究工作。E-mail:wusuzj@163.com。

**基金项目:**新疆农业职业技术学院资助项目(XJNZYZR200906)。

**收稿日期:**2012-02-01

increasing trend, total porosity and soil capillary hold water were decreased, the effect of the two improvement measures were similar; the content of soil organic matter, total nitrogen, total potassium and full magnesium showed an increasing trend, the content of total phosphorus and total Ca were decreased; the content of variety of available nutrients significantly increased, the trend was consistent and there was a certain cohesion of the table.

**Key words:** soil improvement measure; iron tailings; soil properties; reclamation effect