

绿肥间作模式对苹果园土壤养分含量的影响

秦景逸¹, 张云¹, 王秀梅¹, 隋伟策¹, 陆彪²

(1. 新疆农业大学, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 特克斯县林业局, 新疆 伊犁 835500)

摘 要:以伊犁地区特克斯县苹果园间作的 4 种绿肥红豆草、紫花苜蓿、黄豆和小麦为研究对象,以清耕园为对照,通过对土壤中有机质、速效氮、速效磷和速效钾含量的测定,比较分析了果园间作不同绿肥对土壤矿质营养垂直分布的影响,并对 4 种绿肥的培肥效果进行了比较。结果表明:苹果园间作不同绿肥后土壤中有机质、速效氮、速效磷和速效钾的含量均高于清耕园,土壤养分垂直梯度(0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm)变化研究发现,随着土层深度的增加土壤养分含量呈下降趋势,通过进一步土壤养分综合评价,认为该地苹果园最适宜的间作物为紫花苜蓿;4 种间作绿肥的培肥效果依次是紫花苜蓿>红豆草>黄豆>小麦>清耕。

关键词:绿肥;间作;土壤肥力;矿质营养

中图分类号:S 661.106⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)11-0169-04

目前伊犁地区绝大部分果园缺肥现象严重,树势弱,优质果品率低,市场竞争力弱。有些果园常年依赖化肥,导致土壤肥力下降,硬化板结,有机肥严重不足从而引发一系列问题。绿肥种植具有提供养分、培肥地力、改善土壤结构、提供饲草等作用,在我国传统农业中具有重要的发展意义^[1]。通过在果园间作绿肥可以显著提高土壤有机质、矿质营养含量进而增强树势,提高果实品质。近几年,间作绿肥取得了许多有价值

的研究成果,很多研究者从绿肥种类选择^[2]、应用栽培模式^[3]、绿肥间作效益^[4]等方面进行了大量的研究工作。吴湘琳等^[5]分析了南疆枣麦间作模式下的土壤养分垂直分布规律,结果表明枣麦间作模式对近枣树带区(50~100 cm)和小麦作物区(100~200 cm)土壤养分的影响较大。李银平等^[6]通过 3 种不同绿肥在连作棉田上的压青试验,发现沙打旺的培肥效果最好,可作为与棉花间作或轮作倒茬的最佳绿肥。刘国顺等^[7]、姜培坤等^[8]研究表明,种植绿肥可显著提高土壤有机质、速效氮含量。伊犁地区大力发展特色林果业,但果园立地条件差,然而传统的苹果园管理模式存在诸多弊端,如何在现有耕地的基础上合理培肥土壤,已迫在眉睫。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于伊犁地区特克斯县境内,地处天山北麓西

第一作者简介:秦景逸(1993-),女,硕士研究生,现主要从事植物栽培及土壤营养含量等研究工作。E-mail:1053415763@qq.com.

责任作者:张云(1965-),女,硕士,副教授,硕士生导师,现主要从事植物繁殖生物学及种质资源应用等研究工作。E-mail:1053415763@qq.com.

基金项目:国家林业公益性行业科研专项资助项目(201304714)。

收稿日期:2016-02-15

Abstract: The objectives are to understand the laws how soil microbial biomass carbon and soil nutrients respond to different land use patterns, and thus to provide a basis for eco-construction in the agro-pasture zigzag zone in Inner Mongolia. Three land use patterns were studied, including natural grassland, sloping cropland converted from natural grassland, and 22-year-old *Populus simonii* man-made forest. The changing laws of both soil microbial biomass carbon and soil nutrients were studied. The results showed that land use patterns significantly affected the soil microbial biomass carbon contents and the effects were significantly different among land use patterns, 22-year-old *P. simonii* forest > natural grassland > sloping cropland. As for the vertical distribution, soil microbial biomass carbon contents declined with the increase of soil depth for each land use pattern. Soil microbial biomass carbon content was significantly correlated with available K(AK) content, total N(TN) content, pH and bulk density, indicating soil microbial biomass carbon could be used as a sensitive indicator to measure the changes of soil quality.

Keywords: soil microbial biomass carbon; soil nutrients; land use changes

部特昭盆地东端,隶属伊犁哈萨克自治州,东经 $81^{\circ}58'59.77''$, 北纬 $43^{\circ}14'6.32''$,海拔 1 100 m,属典型的北温带大陆性气候,全县年平均气温 5.3°C ,极端最高气温 36.7°C ,极端最低气温 -33.4°C ,年均日照时数 2 732.2 h,日光资源丰富。土壤类型属砂壤性土。

1.2 试验材料

选用 5 年生成年“红富士”苹果,株行距 $3\text{ m}\times 7\text{ m}$ 。

1.3 试验方法

1.3.1 试验设计 2014 年春季选用 7 年生成年果园间作不同绿肥红豆草(*Onobrychis Viciaefolia* Scop.)、紫花苜蓿(*Medicago Sativa* L.)、黄豆(*Glycine max* Merr.)、小麦(*Triticum Sativum* Lam.),以清耕作为对照,每个小区面积为 $30\text{ m}\times 7\text{ m}$,每区 10 株“红富士”苹果,冠下土壤管理措施相同。

1.3.2 土壤样品采集 于 2015 年 4 月 15 日进行土样采集,土样采集采用定点定位分层的取样方法,分别在每个小区冠下和行间挖掘深 $1.0\text{ m}\times 1.0\text{ m}\times 1.0\text{ m}$ 土壤剖面,在土壤剖面中按不同深度 $0\sim 20$ 、 $20\sim 40$ 、 $40\sim 60$ 、 $60\sim 80$ 、 $80\sim 100\text{ cm}$ 进行土样采集,然后装入铝盒带回实验室进行分析。

1.4 项目测定

有机质含量采用重铬酸钾外加热法测定,速效氮含量采用碱解扩散法测定,速效磷含量采用钼锑抗比色法测定,速效钾含量采用火焰光度计法测定。

1.5 数据分析

利用 Excel 2007 软件对土壤测定结果进行整理计算,采用 SPSS 22.0 软件分析样本方差。

2 结果与分析

2.1 间作不同绿肥对土壤不同深度矿质营养含量的影响

2.1.1 间作不同绿肥对 $0\sim 20\text{ cm}$ 土壤层矿质营养含量的影响 由图 1 可知,间作不同绿肥能有效的提高 $0\sim$

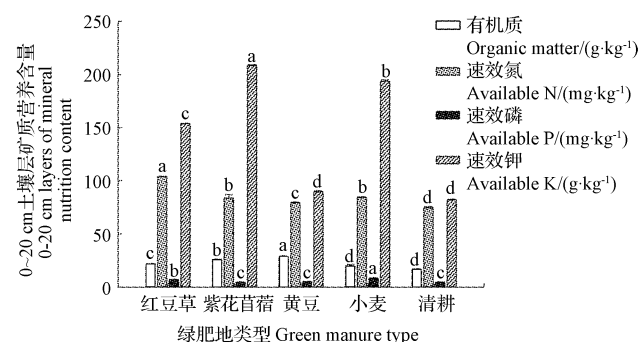


图 1 间作不同绿肥对 $0\sim 20\text{ cm}$ 土壤层矿质营养含量的影响

Fig. 1 Effect of interplanting green manure on $0\sim 20\text{ cm}$ soil layer mineral nutrient content

20 cm 层矿物质元素含量,其中有机质含量最高的是间作黄豆的地块,有机质含量达 $28.6\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $11.01\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效氮含量最高的是间作红豆草的地块,速效氮含量达 $104.06\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $29.39\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效磷含量最高的是间作小麦的地块,速效磷含量达 $8.09\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $3.58\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效钾含量最高的是间作紫花苜蓿的地块,速效钾含量达 $208.68\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,是清耕的 2 倍还多。

2.1.2 间作不同绿肥对 $20\sim 40\text{ cm}$ 土壤层矿质营养含量的影响 由图 2 可知,间作不同绿肥能有效的提高 $20\sim 40\text{ cm}$ 层矿物质元素含量,其中有机质含量最高的是间作紫花苜蓿的地块,有机质含量达 $25.06\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $13.43\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效氮含量最高的是间作红豆草的地块,速效氮含量达 $84.39\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $35.88\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效磷含量最高的是间作红豆草的地块,速效磷含量达 $6.33\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $2.48\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效钾含量最高的是间作红豆草的地块,速效钾含量达 $139.27\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,是清耕的 2 倍还多。

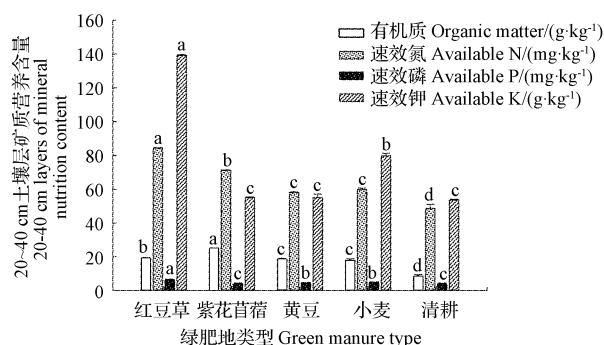


图 2 间作不同绿肥对 $20\sim 40\text{ cm}$ 土壤层矿质营养含量的影响

Fig. 2 Effect of interplanting green manure on $20\sim 40\text{ cm}$ soil layer mineral nutrient content

2.1.3 间作不同绿肥对 $40\sim 60\text{ cm}$ 土壤层矿质营养含量的影响 由图 3 可知,间作不同绿肥能有效的提高 $40\sim 60\text{ cm}$ 层矿物质元素含量,其中有机质含量最高的是间作黄豆的地块,有机质含量达 $16.99\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 2 倍还多。速效氮含量最高的是间作紫花苜蓿和小麦的地块,速效氮含量达 $53.26\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 和 $54.08\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $13.72\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。在 $40\sim 60\text{ cm}$ 层间作各绿肥对速效磷的含量变化均不明显。速效钾含量最高的是间作红豆草的地块,速效钾含量达 $80.20\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $35.91\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

2.1.4 间作不同绿肥对 $60\sim 80\text{ cm}$ 土壤层矿质营养含量的影响 由图 4 可知,间作不同绿肥能有效的提高 $60\sim 80\text{ cm}$ 层矿物质元素含量,其中有机质含量最高的是间作红豆草的地块,有机质含量达 $11.10\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,比清耕高出了 $4.52\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。速效氮含量最高的是间作小麦的地块,

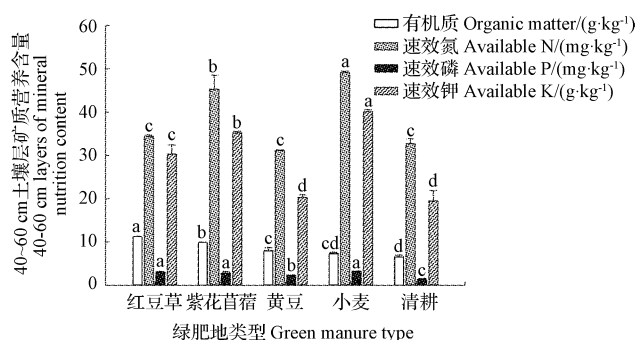


图3 间作不同绿肥对 40~60 cm 土壤层矿质营养含量的影响

Fig. 3 Effect of interplanting green manure on 40—60 cm soil layer mineral nutrient content

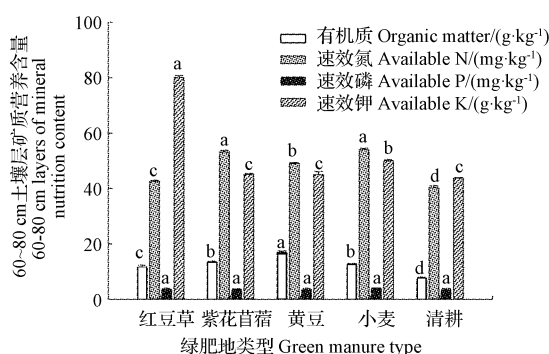


图4 间作不同绿肥对 60~80 cm 土壤层矿质营养含量的影响

Fig. 4 Effect of interplanting green manure on 60—80 cm soil layer mineral nutrient content

速效氮含量达 $49.16 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比清耕高出了 $16.89 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。速效磷含量最高的是间作小麦的地块, 速效磷含量达 $3.19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比清耕高出了 $1.83 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。速效钾含量最高的是间作小麦的地块, 速效钾含量达 $40.12 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 是清耕的 2 倍还多。

2.1.5 间作不同绿肥对 80~100 cm 土壤层矿质营养含量的影响 由图 5 可知, 间作不同绿肥能有效的提高 80~100 cm 层矿物质元素含量, 其中有机质含量最高的是间作紫花苜蓿的地块, 有机质含量达 $7.92 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 是清耕的 3 倍还多。速效氮含量最高的是间作紫花苜蓿的地块, 速效氮含量达 $39.06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 是清耕的 3 倍还多。速效磷含量最高的是间作小麦的地块, 速效磷含量达 $2.85 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 比清耕高出了 $1.65 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。速效钾含量最高的是间作小麦的地块, 速效钾含量达 $39.86 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 是清耕的 3 倍还多。

2.2 间作不同绿肥对苹果园土壤矿质营养含量的影响

由表 1 可知, 分析不同土层土壤营养元素的含量, 间作绿肥对提高土壤有机质含量有显著作用, 相比清耕提高了 $43.41\% \sim 74.18\%$, 分别表现为紫花苜蓿 > 黄豆 > 红豆草 > 小麦 > 清耕。绿肥间作能不同程度的提高土

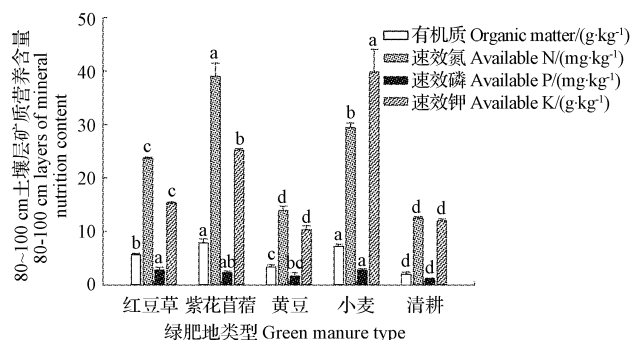


图5 间作不同绿肥对 80~100 cm 土壤层矿质营养含量的影响

Fig. 5 Effect of interplanting green manure on 80—100 cm soil layer mineral nutrient content

壤中速效氮的含量, 相比清耕提高了 $11.03\% \sim 40.05\%$, 分别表现为紫花苜蓿 > 红豆草 > 小麦 > 黄豆 > 清耕。间作小麦和红豆草对土壤速效磷含量有显著作用, 相比对照提高了 62.45% 和 61.75% 。其它豆科绿肥对土壤速效磷含量变化效果不显著。相比清耕除黄豆外其它绿肥均能显著提高速效钾的含量。其中红豆草效果最显著, 比对照提高了 93.78% ; 小麦, 紫花苜蓿次之, 黄豆效果较不理想。

表1 间作不同绿肥对土壤矿质营养含量的影响

Table 1 Effect of intercropping green manure on soil nutrient content

处理 Treatment	有机质 Organic matter /(g · kg ⁻¹)	速效氮 Available N /(mg · kg ⁻¹)	速效磷 Available P /(mg · kg ⁻¹)	速效钾 Available K /(mg · kg ⁻¹)
红豆草 <i>Onobrychis Vicifolia</i> Scop.	13.93a	57.85a	4.61a	83.85a
紫花苜蓿 <i>Medicago Sativa</i> L.	15.85a	58.50a	3.46ab	73.87a
黄豆 <i>Glycine mar</i> Merr.	15.09a	46.38b	3.41ab	44.09b
小麦 <i>Friticum Sativum</i> Lam.	13.05a	55.39a	4.63a	80.72a
对照 CK	9.10b	41.77b	2.85b	43.27b

注: 数据后不同字母表示差异达 5% 显著水平。

Note: Values followed by different letters mean significant at 5% level.

3 讨论与结论

3.1 间作绿肥对苹果园不同土层土壤矿质营养含量的影响

间作绿肥不仅能显著提高土壤有机质含量, 还能增加土壤矿质营养含量供应^[9]。黄显滢等^[10]研究发现, 由于间作物的不同, 土壤所表现出的物理性状和生物学性状也存在差异。该研究发现间作物的不同不仅影响土壤的物理性状和生物学性状而且还影响土壤垂直分布的矿质营养含量。对于苹果园间作绿肥的研究结果表明, 对 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 的土层矿质元素含量产生显著影响的绿肥作物依次是紫花苜蓿、红豆草、紫花苜蓿、红豆草、小麦。苹果 85% 的根系

主要分布在地表以下 20~60 cm, 60 cm 以下土层仅有极少量的根系发生^[11]。该研究发现苹果园间作紫花苜蓿对 20~60 cm 土层矿质元素含量影响最大, 所以认为种植紫花苜蓿可以改善苹果园生态系统和生物结构组成, 这与翟玉柱等^[12]研究结果相一致。

3.2 间作不同绿肥对土壤养分含量的影响

间作绿肥具有改善土壤理化性状, 调节土壤肥力, 提高系统生产力等优点。不同的绿肥对土壤养分影响是不同的, 李松^[13]用定位试验的方法研究在黄绵土上间作不同绿肥的培肥效果后发现, 在提高土壤肥力、增强土壤生物及酶活性方面, 紫花苜蓿最好、红豆草为次、黄豆最差。该研究针对苹果园间作的不同绿肥, 通过综合比较土壤有机质、速效氮、速效磷和速效钾后发现 4 种绿肥的培肥效果依次为紫花苜蓿>红豆草>小麦>黄豆。该结论与李松^[13]的研究结果一致。但是李兆丽^[14]研究白银地区红豆草和紫花苜蓿的培肥效果后发现红豆草培肥作用强于紫花苜蓿。分析认为该研究试验地伊犁特克斯县处在山区, 年降水量丰富, 红豆草作为一种刈割牧草, 当地农户在一年中多次刈割促进其繁殖生长, 代谢旺盛, 大量消耗土壤中的矿质营养, 所以导致培肥效果不如紫花苜蓿。

参考文献

[1] 李双子, 廉晓娟, 王薇, 等. 我国绿肥的研究进展[J]. 草业科学, 2013,

30(7):1135-1140.

[2] 潘福霞, 鲁剑巍, 刘威, 等. 三种不同绿肥的腐解和养分释放特征研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(1): 216-223.

[3] 李慧, 冯涛, 于玮玮, 等. 复合间作栽培模式对滨海盐渍土养分和有机质的影响[J]. 中国农学通报, 2013, 29(15): 89-92.

[4] 谢树果, 韩文斌, 冯文强, 等. 豆科绿肥对四川丘陵旱地作物的产量及经济效益初探[J]. 中国土壤与肥料, 2010(5): 82-85.

[5] 吴湘琳, 耿庆龙, 王新勇, 等. 南疆枣麦间作模式下土壤养分垂直分布特征[J]. 新疆农业科学, 2015, 52(3): 472-476.

[6] 李银平, 徐文修, 李钦钦, 等. 绿肥压青对棉田土壤肥力的影响[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(2): 262-265.

[7] 刘国顺, 罗贞宝, 王岩, 等. 绿肥翻压对烟田土壤理化性状及土壤微生物量的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(1): 95-98.

[8] 姜培坤, 徐秋芳, 周国模, 等. 种植绿肥对板栗林土壤养分和生物学性质的影响[J]. 北京林业大学学报, 2007, 29(3): 120-123.

[9] 王芝学, 沈欣, 张飞宇, 等. 干旱地区果园抗旱保苗综合技术[J]. 天津农业科学, 1999, 5(4): 23-25.

[10] 黄显淦, 刘文革, 冯玉宁, 等. 果园夏绿肥绿豆压青后的养分释放[J]. 果树科学, 1996, 13(2): 109-110.

[11] 李慧峰, 吕德国, 李林光, 等. 苹果根系构型的演化[J]. 华北农学报, 2009, 24(增刊): 323-326.

[12] 翟玉柱, 张宝玲, 梁凤芹, 等. 间作苜蓿对苹果园生态系统效应的分析[J]. 河北农业科学, 2008, 12(1): 38-39.

[13] 李松. 豆科牧草对黄绵土生态因素影响研究[J]. 中国水土保持, 1992, 8(18): 37-39.

[14] 李兆丽. 红豆草与紫花苜蓿的培肥效果研究[J]. 草业科学, 2008, 25(7): 65-68.

Effect of Interplanting Green Manure on Soil Nutrient Content of Apple Orchard

QIN Jingyi¹, ZHANG Yun¹, WANG Xiumei¹, SUI Weice¹, LU Biao²

(1. College of Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Forestry Bureau of Tekesi, Ili, Xinjiang 835500)

Abstract: Four kinds green manure crops of sainfoin, alfalfa, soybean and wheat from orchard intercropping of Tekes in Ili area were chosen as research objects and the orchard of clean tillage was the control group. Through the determination of organic matter, available N, available P and available K's content in soil, compared and analyzed the influence of different green manure in the condition of orchard intercropping on vertical distribution of soil mineral nutrients and compared the fertilizing effect of four green manure. The results showed that the content of organic matter, available N, available P and available K in soil were higher than those of clean tillage orchard after the different kinds of green manure was intercropped in orchard. The changes of vertical distribution of soil nutrients (0—20 cm, 20—40 cm, 40—60 cm, 60—80 cm, 80—100 cm) were investigated to find that the content of soil nutrients tended to decrease with the increase of soil depth. The further comprehensive evaluation of the soil nutrients found that the most suitable orchard intercropping crops was alfalfa in this area. The fertilizing effect of four kinds intercropping green manure were alfalfa>sainfoin>soybean>wheat>clean tillage.

Keywords: green manure; intercropping; the soil fertility; mineral nutrition