



陈久红,鲁晓燕,李永丰,等.生草对库尔勒香梨梨园土壤理化性质的影响[J].黑龙江农业科学,2019(7):71-79.

# 生草对库尔勒香梨梨园土壤理化性质的影响

陈久红<sup>1,2</sup>,鲁晓燕<sup>1</sup>,李永丰<sup>2</sup>,马建江<sup>2</sup>,蒋 媛<sup>2</sup>,叶佳俊<sup>3</sup>

(1.石河子大学农学院,新疆石河子 832000;2.新疆生产建设兵团第二师农业科学研究所,新疆铁门关 841005;3.新疆生产建设兵团第十二师林木种苗管理站,新疆乌鲁木齐 830013)

**摘要:**果园生草是建设省力高效优质果园的一项关键土壤管理技术。为推动果园生草在新疆地区的推广应用,本文以库尔勒香梨为试验材料,行间种植白三叶、黑麦草、早熟禾、紫花苜蓿、自然生草,以清耕作为对照,研究生草对梨园土壤含水量、土壤容重、pH、有机质及氮、磷、钾的变化。结果表明:生草提高了土壤含水量,降低了土壤容重,提高了土壤有机质的含量,降低了土壤 pH,提高了土壤有效磷、速效钾、全氮的含量,降低了土壤碱解氮含量,对土壤全磷和全钾的影响因土壤深度和牧草草种的不同而不同。果园生草改善了果园理化性质,土壤肥力得到提高,但在实际生产中应重视对果园草的追肥,采取及时施肥措施来补充果园生草消耗的养分。推荐三叶草作为省力化高效密植香梨园生草栽培的草种。

**关键词:**库尔勒香梨;生草;土壤理化性质

库尔勒香梨(*Pyrus sinkiangensis* Yu)(以下简称香梨)属蔷薇科(Rosaceae)、梨属(*Pyrus*)中的白梨系统,原产地新疆库尔勒,是地方的优良品种,在新疆的栽培历史有 1 400 多年<sup>[1]</sup>。香梨是新疆特色林果业支柱产业之一,在新疆的果品生产中占有重要地位,具有很好的经济效益和社会效益。作为新疆著名的“名、优、特”水果,不仅是新疆巴州的地理名片,也代表中国农产品闻名海外的象征,在出口创汇、农业增效、果农增收等方面发挥着重要作用<sup>[2-4]</sup>。截止 2016 年底香梨种植面积达到 72 993.33 hm<sup>2</sup>,总产量 104.6 万 t<sup>[5]</sup>。但是目前香梨园的土壤耕作管理措施仍主要是清耕法,长期实行传统的清耕制土壤管理模式,导致果园土壤有机质含量降低、生物多样性降低、系统抗逆性减弱等一系列生态环境问题,严重制约着香梨产量、品质的提高和香梨产业的可持续健康发展<sup>[6]</sup>。

果园生草是欧美及日本等果树生产发达国家普遍推行的培肥地力、全方位提升果园综合生产能力与效率、实现果树产业可持续发展的现代土壤管理模式,取得了良好的生态及经济效益<sup>[7-9]</sup>,尽管我国于 1998 年将果园生草制作为绿色果品

生产主要技术措施在全国推广,但因缺乏针对不同草种、不同地域适应性的深入研究,而不能广泛应用,实践中清耕果园面积仍占果园总面积 90%以上<sup>[10-11]</sup>。因此,进一步研究生草对果园土壤水肥调控效果,完善果园生草配套技术,更新观念,加快果园生草技术的示范与推广,改革果园土壤管理制度及栽培模式,对我国果树产业的可持续发展具有重要意义。本研究通过对库尔勒垦区香梨园进行生草试验,分析测定果园生草与清耕之间土壤理化性质的影响,以期对库尔勒垦区香梨园土壤改良及生草栽培模式的应用推广提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验在新疆生产建设兵团第二师 29 团一连一斗省力化密植香梨示范园(N41°49',E85°41',海拔 934 m)内进行,试验地属温带大陆性气候区,年平均气温 11.4℃,全年无霜期 210 d 左右。土壤类型为戈壁荒漠土,供试土壤 0~20 cm 土层基本养分为有机质含量 10.39 g·kg<sup>-1</sup>,碱解氮含量 31.22 mg·kg<sup>-1</sup>,有效磷含量 17.75 mg·kg<sup>-1</sup>,速效钾含量 97.67 mg·kg<sup>-1</sup>。试验地土肥水管理措施一致。

### 1.2 材料

供试树种为库尔勒香梨,砧木为杜梨。2013 年 10 月下旬定植,2014 年 3 月份嫁接,采用省力高效栽培模式,栽植株行距均为 4 m×1 m,树形修剪为高纺锤形。

收稿日期:2019-03-31

基金项目:兵团科技援疆计划项目(2014AB003);新疆生产建设兵团第二师铁门关市现代农业科技攻关与成果转化计划(2017NYGG05)。

第一作者简介:陈久红(1992-),男,在读硕士,从事果树栽培及生理研究。E-mail:1282431377@qq.com。

通讯作者:鲁晓燕(1970-),女,博士,教授,从事果树栽培与生理研究。E-mail:279159831@qq.com。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验于 2017 年 4 月底开始,在省力化密植香梨示范园中进行,试验共设 6 个处理,分别为自然生草及行间种植紫花苜蓿、白三叶草、黑麦草、早熟禾,以清耕作对照。其中生草处理草带宽度 2.4 m、边缘均距树干 0.8 m,树盘下的杂草均及时清除。采取完全随机设计,每处理 200 m<sup>2</sup> 为 1 个小区,重复 3 次。生草采取人工条播的方式,播种深度为 0.5~1.0 cm,行距 30 cm,每条草带均种植 8 行草种。各生草处理的草种长至 30 cm 以上时,用割草机留茬 15 cm 刈割一次,全年刈割 2 次,将割下来的草覆盖在果树树盘和株间,灌溉方式为畦灌,各处理的田间(施肥、灌水等)管理措施一致。

1.3.2 测定项目及方法 2018 年 9 月下旬,在各生草处理区选择好样点进行挖掘,除去土壤表面的草皮和杂质,挖一个长宽高都为 1 m 的正方体土坑,用修土刀修平剖面,按照 0~10,10~20,20~30,30~40,40~50,50~60 cm 共 6 层的取样,再用环刀压向剖面,当环刀内充满土为止,重复 3 次。为避免水分流失取样完毕立刻快速将土壤转移到密封的铝盒(装样土前对每个铝盒逐一称重  $M_0$  精确到 0.01 g)中,然后对土壤和铝盒称重  $M_1$ ,将已称重好的铝盒揭开盒盖,置于以预热 105 ℃ 的烘箱中烘烤 24 h。然后将铝盒取出并盖好,在干燥器中冷却至室温(30 min 后)再进行称重,得出重量  $M_2$ 。

$$\text{土壤含水量 } W(\%) = (M_1 - M_2) / (M_2 - M_0) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{土壤容重 } rs = (M_1 - M_0) \times 100 / v \times (100 + W) \quad (2)$$

其中,  $rs$  表示土壤容重( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ );  $(M_1 - M_0)$  为环刀内湿样重(g);  $v$  为环刀容积( $\text{cm}^3$ )。

试验于秋季果实采收后采用“S”型采样法多点采样,在各处理小区确定 5 个采样点,各采样点分层取 0~80 cm 土样(20 cm 为一层),再将每个采样地段的 5 个采样点相同深度的土壤集中混合均匀,用对角线四分法取土样约 1 000 g,剔除石块、植物残根等杂物后装入自封袋内,并贴上标签。带回实验室风干后过 1 mm 筛,测定土壤 pH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾及全氮、全磷、全钾的含量。其中土壤 pH 采用电位法测定;有机质采用重铬酸钾容量法测定;碱解氮采用碱

解扩散法测定;有效磷采用  $\text{NaHCO}_3$  浸提-钼锑抗比色法测定;速效钾采用  $\text{NH}_4\text{OAc}$  浸提-火焰光度计法测定;全氮采用自动定氮仪法测定;全磷采用钼锑抗比色法测定;全钾采用火焰光度计法测定。

1.3.3 数据分析 采用 SPSS 19.0 和 Excel 2003 软件对土壤肥力数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 行间生草对香梨园土壤含水量的影响

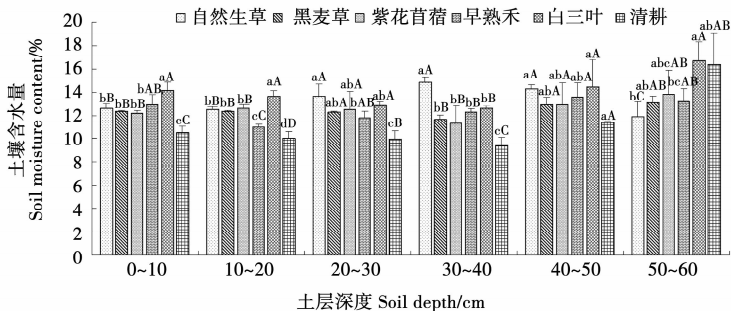
如图 1 所示,各生草处理均能提高土壤 0~50 cm 的含水量。在 0~20 cm 土层中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿、早熟禾、白三叶和自然生草均极显著提高了土壤的含水量( $P < 0.01$ ),0~10 cm 土层,分别较清耕增加了 16.87%、15.76%、22.48%、34.04% 和 19.17%;10~20 cm 土层分别较清耕增加了 23.05%、25.11%、9.37%、35.4% 和 24.15%;20~30 cm 土层中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿、白三叶和自然生草极显著提高了土壤含水量( $P < 0.01$ ),分别较清耕增加了 23.81%、26.43%、28.87% 和 37.27%,行间种植早熟禾显著提高了土壤含水量,较清耕增加了 18.55% ( $P < 0.05$ );在 30~40 cm 土层中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿、早熟禾、白三叶和自然生草极显著提高了土壤的含水量( $P < 0.01$ ),分别较清耕增加了 24.61%、20.78%、31.55%、34.59% 和 58.69%。在 40~50 cm 土层中,各生草处理与清耕无显著性差异。在 50~60 cm 土层中,自然生草极显著降低了土壤含水量( $P < 0.01$ ),较清耕降低了 27.59%。

### 2.2 行间生草对香梨园土壤容重的影响

土壤容重作为评价土壤物理性状的重要指标,可以反映出土壤熟化程度,且土壤容重大小反映土壤结构、透气性、透水性越好。如图 2 所示,各生草处理区的土壤容重较清耕对照区发生了明显变化,减少了各土层的土壤容重。在 0~10 cm 土层中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿、白三叶和自然生草极显著低于清耕( $P < 0.01$ ),分别较清耕降低了 7.49%、10.06%、11.41% 和 7.81%。行间种植早熟禾显著低于清耕( $P < 0.05$ ),较清耕降低了 6.45%。在 10~20 cm 土层中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿、早熟禾、白三叶极显著低于清耕( $P < 0.01$ ),分别较清耕降低了 10.13%、7.57%、6.13% 和 11.03%,自然生草显著低于清

耕( $P<0.05$ ),较清耕降低了 4.2%;在 20~30 cm 土层中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿和自然生草显著低于清耕( $P<0.01$ ),分别较清耕降低了 9.71%、10.18%和 9.28%,行间种植早熟禾显著低于清耕( $P<0.05$ ),较清耕降低了 6.34%;在 30~40 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿极显著

低于清耕( $P<0.01$ ),较清耕降低了 14.25%;在 40~50 cm 土层中,行间种植白三叶和自然生草显著低于清耕( $P<0.05$ ),分别较清耕降低了 18.34%和 15.35%;在 50~60 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿和白三叶极显著低于清耕( $P<0.01$ ),分别较清耕降低了 9.60%和 16.09%。



不同的大小写字母分别代表差异达到极显著和显著水平,下同。

Different capitals and lowercase letters show different significance at 0.01 and 0.05 level respectively, the same bellow.

图 1 不同处理对土壤含水量的影响

Fig. 1 The effect of different treatments grass on soil moisture content

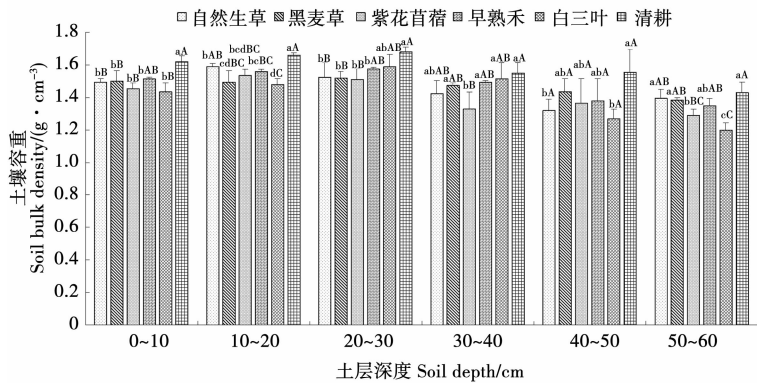


图 2 不同处理对土壤容重的影响

Fig. 2 The effect of different treatments on soil bulk density

### 2.3 行间生草对香梨园土壤 pH 的影响

如图 3 所示,土壤 pH 随着土壤深度的增加而减小,香梨园清耕土壤 0~20 cm 的 pH 为 8.81,而种草后土壤 pH 均有所下降,且行间种植黑麦草、紫花苜蓿、早熟禾、白三叶和自然生草均极显著降低了土壤 pH( $P<0.01$ ),分别较清耕降低 2.40%、6.66%、4.84%、5.98%和 5.75%;在 20~40 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿、白三叶和自然生草均极显著降低了土壤 pH( $P<0.01$ ),分别较清耕降低了 5.32%、3.14%和 4.43%,行间种植黑麦草和早熟禾也降低了土壤 pH,但差异不显著;在 40~60 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿、早熟禾、白三叶和自然生草均极显著降低了土

壤 pH( $P<0.01$ ),分别较清耕降低 4.68%、5.38%、4.31%和 4.80%,行间种植黑麦草显著降低了土壤 pH( $P<0.05$ ),较清耕降低了 2.55%;在 60~80 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿、早熟禾、白三叶和自然生草极显著的降低了土壤 pH( $P<0.01$ ),分别较清耕降低了 2.76%、3.35%、2.80%和 2.67%。

### 2.4 行间生草对香梨园土壤有机质的影响

如图 4 所示,各生草处理区在 0~60 cm 土层中土壤有机质均高于清耕,有机质的含量随着土层深度的增加而下降。在 0~60 cm 土层中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿、早熟禾、白三叶和自然生草均显著提高了土壤有机质的含量( $P<$

0.01), 0~20 cm 土层分别较清耕增加了 12.1%、15.61%、16.22%、23.8% 和 10.58%。20~40 cm 土层分别较清耕增加了 43.7%、17.21%、7.15%、52.75% 和 25.9%; 40~60 cm 土层分别较清耕增加了 21.54%、33.15%、24.25%、

56.38% 和 30.06%; 在 60~80 cm 土层中, 行间种植白三叶极显著增加了土壤有机质的含量( $P<0.01$ ), 较清耕增加了 22.59%, 行间种植黑麦草极显著的降低了土壤有机质的含量( $P<0.01$ ), 较清耕降低了 18.61%。

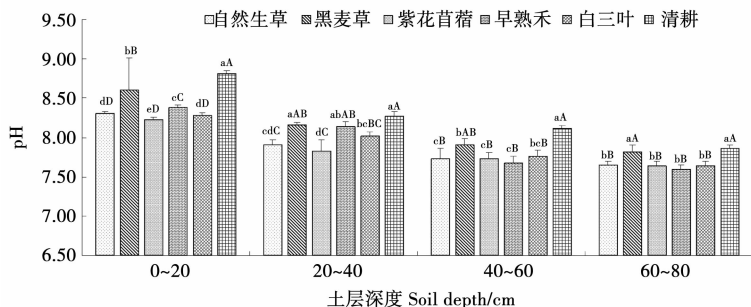


图 3 不同处理对土壤 pH 的影响

Fig. 3 The effect of different treatments on soil pH

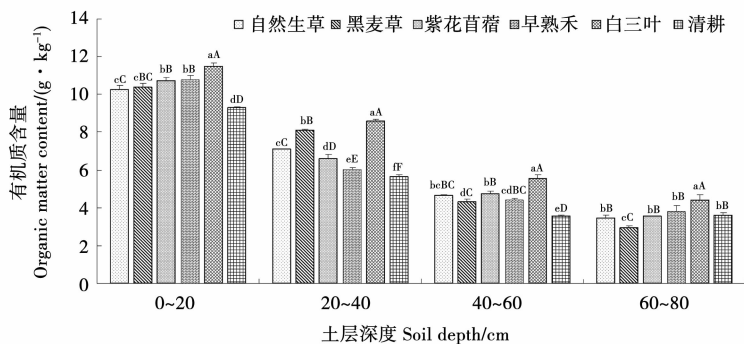


图 4 不同处理对土壤有机质含量的影响

Fig. 4 The effect of different treatments on soil organic matter content

## 2.5 行间生草对香梨园土壤碱解氮、有效磷、速效钾的影响

**2.5.1 碱解氮** 由图 5 可知, 在 0~20 cm 土层, 相比于清耕, 种植白三叶提高了碱解氮的含量, 但差异不显著。行间自然生草极显著降低了土壤碱解氮的含量( $P<0.01$ ); 在 20~40 cm 土层, 行间种植黑麦草和自然生草极显著的降低了土壤碱解氮的含量( $P<0.01$ ), 分别较清耕降低 31.95% 和 40.27%; 在 40~60 cm 土层, 各生草处理区的土壤碱解氮均低于清耕, 其中行间种植黑麦草和紫花苜蓿、自然生草均极显著低于清耕( $P<0.01$ ), 分别较清耕降低 59.68%、56.68% 和 77.12%; 在 60~80 cm 土层, 行间种植白三叶极显著高于清耕( $P<0.01$ ), 较清耕增加 80.08%, 自然生草极显著低于清耕 ( $P<0.01$ ), 较清耕降低了 69.47%。行间种植黑麦草、紫花苜蓿和自然生草在不同深度的土层中均降低了土壤碱解氮的含

量, 行间种植白三叶(除了 40~60 cm)均能提高土壤碱解氮的含量。

**2.5.2 有效磷** 土壤有效磷含量是评价土壤磷素供应强度的重要指标。图 6 反映了不同土壤深度速效磷含量的变化。行间种植紫花苜蓿、白三叶和自然生草极显著升高了 0~20 cm 土层土壤有效磷的含量( $P<0.01$ ), 分别较清耕增加了 45.64%、38.99% 和 27.27%; 行间种植黑麦草、白三叶和自然生草极显著升高了 20~40 cm 土层有效磷的含量( $P<0.01$ ), 分别较清耕增加了 327.07%、175.82% 和 69.65%; 行间种植白三叶和黑麦草极显著升高了 40~60 cm 土层有效磷的含量( $P<0.01$ ), 分别较清耕增加了 111.14% 和 53.48%; 行间种植白三叶极显著升高了 60~80 cm 土层有效磷的含量( $P<0.01$ ), 较清耕增加了 42.81%。行间种植早熟禾在 40~80 cm 土层极显著的降低了有效磷的含量。生草处理可以提

高 0~40 cm 土层中有效磷的含量。

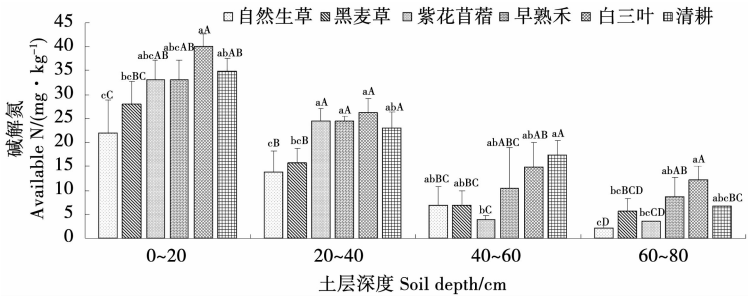


图 5 不同处理对土壤碱解氮含量的影响

Fig. 5 The effect of different treatments on soil available N content

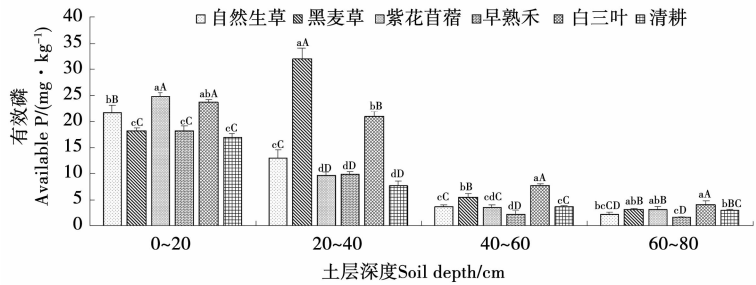


图 6 不同处理对土壤有效磷含量的影响

Fig. 6 The effect of different treatments on soil available P content

2.5.3 速效钾 如图 7 所示,在 0~20 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿极显著增加了土壤速效钾的含量( $P<0.01$ ),较清耕增加 34.49%,其他生草处理均能提高土壤速效钾的含量,但差异不显著;在 20~40 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿和自然生草极显著提高了土壤速效钾的含量( $P<0.01$ ),分别较清耕增加了 58.98%和 83.87%;在

40~60 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿极显著提高了土壤速效钾的含量( $P<0.01$ ),较清耕增加了 38.18%,行间种植黑麦草、早熟禾、白三叶和自然生草均能提高土壤速效钾的含量,但差异不显著;在 60~80 cm 土层中,各生草处理区与清耕无显著性差异。

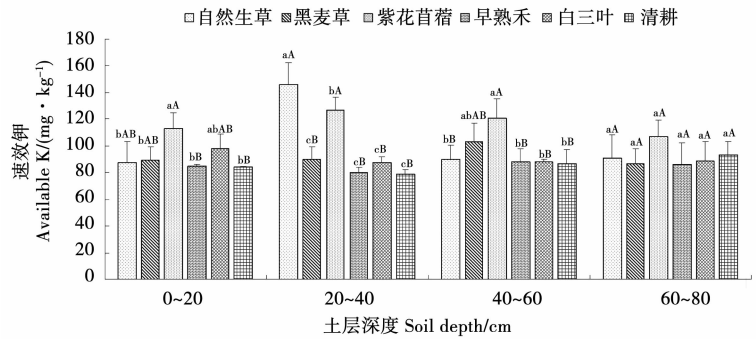


图 7 不同处理对土壤速效钾含量的影响

Fig. 7 The effect of different treatments on soil available K content

## 2.6 行间生草对香梨园土壤全氮、全磷、全钾的影响

2.6.1 全氮 如图 8 所示,各生草处理均能增加土壤中全氮的含量,随着土壤深度的增加而减弱。在 0~20 cm 土层中,自然生草极显著增加了土壤

全氮的含量( $P<0.01$ ),较清耕增加了 32.91%,行间种植紫花苜蓿和白三叶显著增加了土壤全氮的含量( $P<0.05$ ),分别较清耕增加了 21.19%和 27.92%;在 20~40 cm 土层中,行间种植黑麦草、白三叶和自然生草极显著的增加了土壤全氮的含

量( $P<0.01$ ),分别较清耕增加了 51.34%、109.40%和 121.21%,行间种植紫花苜蓿显著的增加了土壤全氮的含量( $P<0.05$ ),较清耕增加了 30.5%;在 40~60 cm 土层中,行间种植白三叶和自然生草极显著增加了土壤全氮的含

量( $P<0.01$ ),分别较清耕增加了 88.81%和 106.4%;在 60~80 cm 土层中,自然生草极显著的增加了土壤全氮的含量( $P<0.01$ ),较清耕增加了 65.04%。

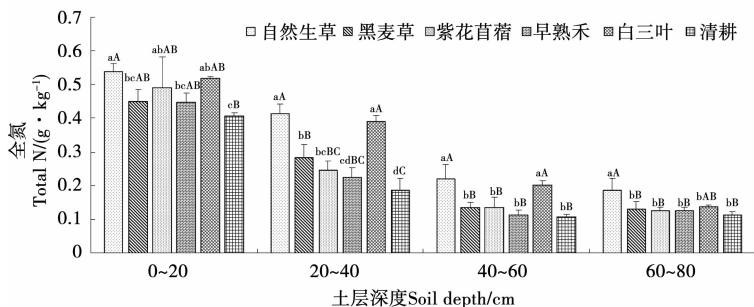


图 8 不同处理对土壤全氮含量的影响

Fig. 8 The effect of different treatments on soil total N content

2.6.2 全磷 如图 9 所示,与清耕相比,在 0~20 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿显著降低土壤全磷的含量( $P<0.05$ ),较清耕降低了 18.80%;

在 20~40 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿、白三叶均增加了土壤全磷的含量,行间种植黑麦草和早熟禾均降低了土壤全磷的含量,但各生草处理较

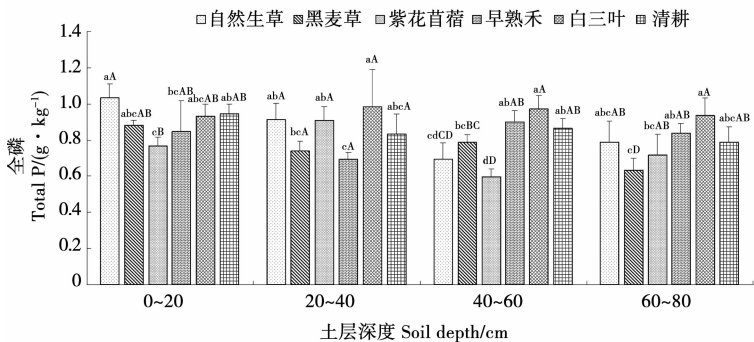


图 9 不同处理对土壤全磷含量的影响

Fig. 9 The effect of different treatments on soil total P content

清耕无显著差异;在 40~60 cm 土层中,行间种植紫花苜蓿和自然生草极显著的降低了土壤全磷的含量( $P<0.01$ ),分别较清耕降低了 31.06%和 19.82%;在 60~80 cm 土层中,行间种植早熟禾、白三叶和自然生草均增加了土壤全磷的含量,行间种植黑麦草和紫花苜蓿均降低了土壤全磷的含量,但各生草处理较清耕无显著差异。

2.6.3 全钾 如图 10 所示,与清耕相比,各生草处理在 0~20 cm 均极显著降低了土壤全钾的含量( $P<0.01$ ),其中行间种植黑麦草的土壤全钾为 19.217 7 g·kg<sup>-1</sup>,清耕的土壤全钾的含量为 25.006 1 g·kg<sup>-1</sup>,较清耕降低了 23.15%;在 20~40 cm 土层中,行间种植白三叶极显著增加了土壤全钾的含量( $P<0.01$ ),较清耕增加了 5.7%,

行间种植黑麦草、紫花苜蓿、早熟禾和自然生草均极显著的降低了土壤全钾的含量,分别较清耕降低 12.67%、9.03%和 4.78%和 13.19%;在 40~60 cm 土层中,行间种植白三叶极显著增加了土壤全钾的含量,较清耕增加了 16.14%,行间种植早熟禾显著增加了土壤全钾的含量( $P<0.05$ ),较清耕增加了 2.56%,行间种植黑麦草和自然生草极显著降低了土壤全钾的含量,分别较清耕降低了 4.08%和 19.46%;在 60~80 cm 土层中,行间种植白三叶、紫花苜蓿、早熟禾极显著的增加了土壤全钾的含量,分别较清耕增加了 13.97%、3.98%和 2.86%,行间种植黑麦草和自然生草极显著降低了土壤全钾的含量,分别较清耕降低了 4.08%和 19.46%。

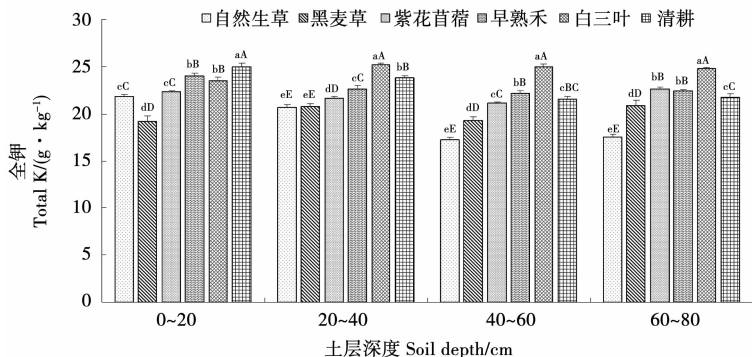


图 10 不同处理对土壤全钾含量的影响

Fig. 10 The effect of different treatments on soil total K content

### 3 结论与讨论

#### 3.1 讨论

果园生草对土壤含水量的影响一直是研究的重点,也是果园生草的推广的理论依据之一<sup>[12]</sup>。侯启昌<sup>[13]</sup>对梨园生草栽培的生态效应研究表明,在白三叶、紫花苜蓿生草区,在各土层均表现为生草降低了土壤含水量,而且0~60 cm更为突出,紫花苜蓿生草区比白三叶生草区失水略多,紫花苜蓿生草区失水最高为14.10%,生草对60~100 cm的深层土壤影响较小。果园生草后,应注意加强灌溉。赵政阳等<sup>[14]</sup>对黄土高原渭北地区旱作生草苹果园土壤水分观测结果表明,在0~40 cm土层牧草与果树存在水分竞争,但生草对40~80 cm土层水分具有调蓄作用。但也有研究表明,生草能显著提高土壤含水量。如李国怀等<sup>[15]</sup>探讨了2种生草对降水充沛南方果园土壤水分的影响,结果表明,未灌溉条件下月份后夏秋高温连旱季节生草栽培可提高土壤含水率,如7-11月种植百喜草、白三叶平均土壤含水率为19.8%和18.7%,分别较清耕对照(17.7%)高2.1%和1.0%,其中尤以种植百喜草防旱保墒效果明显;上述结果表明,生草可以显著影响土壤的持水能力,效果因地域、草种及降水量不同而各异。

本研究表明,各生草处理的土壤含水量在0~40 cm土层中均极显著的高于清耕,在40~60 cm土层影响较小。行间种植白三叶和自然生草保持水分的能力起到很大的影响。行间种植白三叶和自然生草在0~10 cm土层中,土壤含水量较清耕增加34.04%、19.17%,在10~20 cm土层中,行间种植白三叶和自然生草的土壤含水量分别较清

耕增加35.4%、24.15%。在20~30 cm土层中,行间种植紫花苜蓿、白三叶和自然生草的土壤含水量分别较清耕增加26.43%、28.87%和37.27%。其中,在0~40 cm土层中种植禾本科牧草对提高土壤含水量的作用明显,在20~60 cm的土层种植豆科牧草对提高土壤含水量的作用明显。其原因可能主要是由于生草果园一年进行2~3次对牧草进行刈割覆盖、深埋,首先深埋是会对土壤物理性质发生改变,降低土壤容重,提高土壤孔隙度,进而提高了土壤的田间蓄水量,在由于覆盖减少了其蒸发量,使得土壤含水量提高,其次也与牧草品种有关,其中豆科植物拥有发达的主根和须根,主要的活动区域是20~40 cm。而禾本科植物,主要是须根系,其根主要活动区域在0~20 cm,同样也会造成果园的土壤含水量提高。

土壤容重作为评价土壤物理性状的重要指标,可以反映出土壤熟化程度,且土壤容重大小反映土壤结构、透气性、透水性越好。俞立恒<sup>[16]</sup>研究表明,苹果园间种牧草2年后,0~10,10~20 cm土层土壤容重较清耕区显著下降。果园生草能够显著降低土壤容重的主要原因是牧草根系的穿刺作用增加了土壤的孔隙度和种植牧草后土壤有机质的含量得到增高<sup>[17]</sup>。本研究表明香梨园行间种植牧草后,能够极显著降低土壤容重,而且不同品种牧草的改良作用各不相同,白三叶在0~20 cm土层改良效果最好,紫花苜蓿在20~40 cm土层改良效果最好,在40~60 cm土层又是白三叶的改良最好,这与俞立恒的研究结果一致。

土壤有机质含有果树生长所需要的各种营养

元素,它对土壤形成、土壤肥力保育、促进植物生长发育和保护环境起着至关重要的作用。因此,保持果园土壤持续利用和果树高产的首要条件是土壤具有较高的有机质水平。由于施肥种类、种植方式、土壤类型等原因,我国的果园有机质普遍偏低。果园生草后,牧草的根或枝叶等残体大量进入果园,并在土壤中降解、转化,可使土壤的有机质不断提高。Neilsen 等<sup>[18]</sup>指出发展果园生草模式的主要原因是其可以增加土壤有机碳含量,进而提高土壤肥力。本试验中,行间种植黑麦草、紫花苜蓿、早熟禾、白三叶和自然生草处理区在 0~20 cm 土层土壤有机质含量分别较清耕增加了 12.1%、15.61%、16.22%、23.8%和 10.58%。各生草处理区在 0~60 cm 土层中土壤有机质均高于清耕,有机质的含量随着土层深度的增加而下降。这与霍珊珊<sup>[19]</sup>研究认为梨园生草增加了土壤的有机质含量,生草区 0~30 cm 土层有机质平均含量均显著高于清耕区,且生草区与对照区有机质含量均自表层沿深度递减的研究结果一致。

土壤 pH 指的是土壤的酸碱度,其可以影响土壤性质和肥力,进而直接或者间接影响植物的生长。在本试验中,土壤的 pH 范围在 7.61~8.85,为弱碱性。这可能是因为果园灌溉的水偏碱性和土壤盐碱性较高有一定的关系。国内外关于果园生草后对土壤 pH 影响的研究较多,结果也各不相同。陈凯等<sup>[20]</sup>研究表明在南方桔园生草可以提高土壤的 pH,这对改善南方丘陵山地酸性土壤较为有利<sup>[21]</sup>;但寇建村<sup>[22]</sup>在幼龄苹果园中行间生草研究表明,生草能降低土壤的 pH。正常情况下表现为碱性土壤 pH 下降,酸性土壤 pH 上升的变化,是土壤向中性趋势发展,对改良土壤具有重要的作用。在本试验中,果园生草极显著的降低了 pH,且土壤 pH 随着土壤深度的增加而较小,这与寇建村等<sup>[22]</sup>的研究结果一致。

氮、磷、钾是果树生长发育必需的营养元素,也是土壤肥力的物质基础,其含量及存在状态,影响着果树的生长发育、产量和果实品质。在本试验中,各生草处理能提高土壤有效磷、速效钾、全氮的含量,但土壤碱解氮、全磷、全钾的含量随着土层深度和牧草草种的不同而影响不同。土壤有效磷、速效钾增加是由于牧草生长减缓,部分死亡,植物残体进入土壤分解,补给了土壤部分营

养。全氮含量增加是因为种植牧草具有固氮作用,豆科牧草固氮作用强于禾本科牧草,本文中白三叶也显著的增加了全氮的含量,一方面白三叶也有固氮的能力,另一方面白三叶长势较紫花苜蓿好;土壤全氮在 0~20 cm 土层中,种植白三叶可以提高土壤全氮的含量,而自然生草可以降低土壤碱解氮的含量,黑麦草和自然生草能极显著的降低 20~40 cm 土层土壤碱解氮的含量,黑麦草、紫花苜蓿和自然生草能极显著降低了 40~60 cm 土层土壤碱解氮的含量,说明香梨与牧草产生养分生态位重叠,所以存在营养竞争;在 0~20 cm 行间种植紫花苜蓿显著降低了土壤全磷的含量,但其他生草处理影响不显著,在 20~40 cm 行间种植紫花苜蓿、白三叶均增加了土壤全磷的含量,行间种植黑麦草和早熟禾均降低了土壤全磷的含量,但各生草处理与清耕无显著性差异,这可能与表层土壤全磷向下迁移、牧草草种及牧草长势有关;在 0~20 cm 土层中,各生草极显著降低了土壤全钾的含量,行间种植白三叶增加了 20~80 cm 土层土壤全钾的含量,行间种植黑麦草和自然生草极显著的降低了 20~80 cm 土层中土壤全钾的含量,可见不同的牧草对土壤养分影响不同,因此在实际生产中应重视对果园草的追肥,采取及时施肥措施来补充果园生草消耗的养分。

### 3.2 结论

行间生草提高了土壤含水量,各生草处理的土壤含水量在 0~40 cm 土层中均极显著的高于清耕,在 40~60 cm 土层影响较小。行间种植白三叶和自然生草保持水分的能力起到很大的影响。降低了土壤容重,不同品种牧草的改良作用各不相同,白三叶在 0~20 cm 土层改良效果最好,紫花苜蓿在 20~40 cm 土层改良效果最好,在 40~60 cm 土层又是白三叶的改良最好,提高了土壤有机质的含量,有机质的含量随着土层深度的增加而下降。降低了土壤 pH,且土壤 pH 随着土壤深度的增加而减小。提高了土壤有效磷、速效钾、全氮的含量,降低了土壤碱解氮的含量。各生草处理中白三叶改善土壤肥力效果显著,推荐白三叶为省力化高效密植香梨园首选牧草。实际生产中应重视对果园草的追肥,采取及时施肥措施来补充果园生草消耗的养分。



## 参考文献:

- [1] 张钊,王野苹. 香梨品种种源问题的探讨[J]. 果树科学, 1993(2):113-115.
- [2] 位杰,蒋媛,林彩霞,等. 6个库尔勒香梨品种果实矿质元素与品质的相关性和通径分析[J]. 食品科学, 2019, 40(4): 259-265.
- [3] 高启明,李疆,李阳,等. 库尔勒香梨研究进展[J]. 经济林研究, 2005(1):79-82.
- [4] 位杰,蒋媛,王刚,等. 库尔勒香梨抗寒性研究进展[J]. 植物生理学报, 2017, 53(6):949-959.
- [5] 于强. 2016年库尔勒香梨产销情况报告[DB/OL]. 2017-01-09. <http://www.xjxmw.gov.cn/c/2017-01-09/1094156.shtml>.
- [6] 李会科,梅立新,高华,等. 黄土高原旱地苹果园生草对果园小气候的影响[J]. 草地学报, 2009, 17(5):615-620.
- [7] 寇建村,杨文权,韩明玉,等. 我国果园生草研究进展[J]. 草业科学, 2010, 27(7):154-159.
- [8] 陈学森,毛志泉,姜远茂,等. 我国苹果产业节本增效关键技术Ⅲ:果园生草培肥地力技术[J]. 中国果树, 2017(3):1-4.
- [9] 吕德国,秦嗣军,杜国栋,等. 果园生草的生理生态效应研究与应用[J]. 沈阳农业大学学报, 2012, 43(2):131-136.
- [10] 陈学森,王艳廷. 力推果园生草 建设生态文明[J]. 烟台果树, 2014(1):1-4.
- [11] 位杰,蒋媛,王丙太,等. 果园生草栽培与利用技术[J]. 北方园艺, 2018(6):197-201.
- [12] 惠竹梅,李华,周攀,等. 行间生草对葡萄园土壤水分含量及贮水量变化的影响[J]. 草业学报, 2011, 20(1): 62-68.
- [13] 侯启昌. 黄河故道地区梨园生草栽培的生态效应[J]. 果树学报, 2009, 26(5):739-743.
- [14] 赵政阳,李会科. 黄土高原旱地苹果园生草对土壤水分的影响[J]. 园艺学报, 2006(3):481-484.
- [15] 李国怀,伊华林. 生草栽培对柑橘园土壤水分与有效养分及果实产量、品质的影响[J]. 中国生态农业学报, 2005(2):161-163.
- [16] 俞立恒. 果园生草栽培及对园区生态环境的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2009.
- [17] 张兴兴. 种植不同牧草对桃园生态环境的影响研究[D]. 上海交通大学, 2011.
- [18] Neilsen G C, Lowery D T, Forge T A, et al. Organic fruit production in British Columbia[J]. Canadian Journal of Plant Science, 2009, 89(4): 677-692.
- [19] 霍姗姗. 生草对梨园生态环境及果实品质的影响[D]. 邯郸:河北工程大学, 2018.
- [20] 陈凯,胡国谦,饶辉茂,等. 红壤坡地柑桔园栽植香根草的生态效应[J]. 生态学报, 1994(3):249-254.
- [21] 潘学军,张文娥,樊卫国,等. 自然生草和间种绿肥对盆栽柑橘土壤养分、酶活性和微生物的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(8):1235-1240.
- [22] 寇建村,杨文权,程国亭,等. 行间种植不同草种对幼龄苹果园土壤特性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(4):145-152.

## Effects of Grass-Growing on Soil Physical and Chemical Characteristics of ‘Korla Fragrant Pear’ Orchard

CHEN Jiu-hong<sup>1,2</sup>, LU Xiao-yan<sup>1</sup>, LI Yong-feng<sup>2</sup>, MA Jian-jiang<sup>2</sup>, JIANG Yuan<sup>2</sup>, YE Jia-jun<sup>3</sup>

(1. College of Agriculture, Shihezi University, Shihezi 832000, China; 2. Agricultural Scientific Institute of 2nd Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Tiemenguan 841005, China; 3. Forestry Seedling Administration Stations of Twelve Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Urumchi 830013, China)

**Abstract:** Grass-growing in orchards is a key soil management technology for the construction of efficient and high-quality orchards. In order to promote the popularization and application of orchard grass in Xinjiang, this paper studied the changes of soil moisture content, soil bulk density, pH, organic matter content and N, P, K in pear orchard by using Korla pear as test material, planting white clover (*Trifolium repens* L.), ryegrass (*Lolium perenne* L.), bluegrass (*Poa annua* L.), alfalfa (*Medicago sativa*) and natural grass in the row, and using clear tillage as control. The results showed that grass increased soil moisture content, reduced soil bulk density, increased soil organic matter content, decreased soil pH, increased soil available P, available K and total N content, and decreased soil available N content. The effects on soil total P and total N varied with soil depth and herbage species. The physical and chemical properties of the orchard were improved and the soil fertility was improved. However, in actual production, attention should be paid to the topdressing of the orchard grass and timely fertilization measures should be taken to supplement the nutrients consumed by the orchard grass. *Trifolium repens* is recommended as a kind of grass for labor-saving, efficient and compact cultivation of korla fragrant pear orchard.

**Keywords:** Korla Fragrant Pear; grass growing; physical and chemical characteristics of soil