

行间种植不同草种对幼龄苹果园土壤特性的影响

寇建村¹, 杨文权², 程国亭³, 韩明玉³

(1. 西北农林科技大学动物科技学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学生命科学院, 陕西 杨凌 712100;

3. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 于苹果园建植第一年春季, 果树行间分别种植不同草种, 以清耕的土壤为对照, 研究果园土壤温度、含水量、pH值、有机质及N、P、K的变化。结果表明, 种草后, 夏季高温时土壤温度降低、日变幅减小, 含水量增加, 生长季结束时, 果园土壤pH下降, 碱解N、全N、速效P、全P、有机质含量增加, 而除种植红三叶的土壤速效K显著($P < 0.05$)升高外, 其余处理全K、速效K均无显著变化; 种草后对不同深度土壤肥力的影响不同, 马蹄金对土壤N、P和狗牙根与高羊茅对有机质的影响在0~20 cm内表现一致, 而种植多年生黑麦草、狗牙根、紫羊茅的0~10 cm土壤碱解N、全N、全P和种植红三叶、紫羊茅的0~10 cm土壤有机质升高幅度较10~20 cm大, 多年生黑麦草、高羊茅、紫羊茅、红三叶、白三叶的速效P, 红三叶和高羊茅的碱解N、全N, 马蹄金、多年生黑麦草、白三叶的土壤有机质0~10 cm土壤升高幅度较10~20 cm小, 白三叶10~20 cm土壤碱解N增加幅度较0~10 cm小, 全N则反之; 草种不同对土壤作用不一, 马蹄金对土壤肥力改善作用最大, 红三叶、白三叶次之, 而狗牙根、高羊茅较差。说明种草后可改善土壤性状, 而草种是影响果园种草效益的关键因素。

关键词: 果园种草; 苹果树; 草种; 土壤肥力

中图分类号: S158.5; S628

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2012)04-0145-08

果园种草栽培, 就是在果树行间或全园种植多年生草本植物作为覆盖物的一种果园管理方法。目前, 欧美和日本的果园, 土壤耕作管理主要以种草为主, 实施种草的果园面积占果园总面积的57%以上, 有的国家甚至达到95%左右^[1]。在我国, 虽然在种草对果园病虫害群落, 土壤肥力、水分和结构, 果树生长发育等方面的影响进行了一定的研究^[2], 但清耕果园面积仍占总面积的90%以上, 果园种草仍处于试验和小面积应用阶段^[1], 其中, 地区、果树和草种的不同而引起的果园生态效应不一是其难以推广的重要原因之一^[2]。

黄土高原作为我国栽培规模最大的苹果优势产区, 果园土壤的干燥化相当广泛, 土壤水分和有机质不足、肥力结构不平衡已经制约着苹果生产的进一步发展^[3-4], 而果园种草是解决果园干燥化^[3]、提高土壤肥力^[2]的重要措施之一。因此, 关于黄土高原果园种草后土壤物理性质^[5]、土壤水分^[6]、牧草根^[7]和果树的生长发育情况^[8]及果园小气候^[9]等方面的研究也逐渐增加。研究表明, 果园种草可以改善土壤结构、增加土壤含水量和有机质含量, 提高果树产量、改善果实品质^[2], 在此基础上, 相关学者提

出了黄土高原旱地果园果树行间种草的水分管理新模式^[10]。

根据果园种草草种选择原则, 适合果园种植的草种很多, 但我国果园所种的草种主要为白三叶(*Trifolium repens*)、百喜草(*Paspalum natatu*)、苜蓿(*Medicago sativa*)、百脉根(*Lotus corniculatus*)、多年生黑麦草(*Lolium perenne*)等几种^[12], 同时, 关于不同草种对果园生态效益影响的比较研究很少^[11]。而众所周知, 不同草种在不同的果园中对土壤生理生态特性的影响因土壤类型和果树种类而异, 草种也会引起果树立地条件的改变而影响果树生长发育、产量和品质; 同时, 草的生长发育特性是果园种草效益发挥的首要条件, 如苜蓿、无芒雀麦等深根系牧草, 与果树根系生态位相近, 可能造成水肥竞争, 而浅根系草种则更适合于果园种植。因此, 筛选黄土高原苹果园的适宜种植草种, 掌握它们对果园土壤特性的影响, 是实现果园种草模式、改善土壤水分和肥力状况、实现果园可持续利用效益的前提条件。为此, 本试验在陕西关中地区苹果园建植第一年行间种植不同草种, 研究不同草种对幼龄苹果园土壤特性的影响, 以期果园种草中优良草种的选择和不同草种对

收稿日期: 2011-11-28

基金项目: 国家苹果产业技术体系(CARS-28); 科技部国家成果转化项目(2011GB23600009); 陕西省重大创新项目(2011KT2802-02-05); 西北农林科技大学博士科研启动经费(22050205)

作者简介: 寇建村(1982-), 女, 青海湟中人, 博士, 讲师, 主要从事草地与牧草生理生态、草地植物资源开发与利用方面的研究。E-mail: jiancun02@163.com。

通讯作者: 韩明玉, 教授, 主要从事果树栽培与育种方面的研究。E-mail: hanmy@nwsuaf.edu.cn。

果树生长发育的作用机理提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在陕西杨凌官村示范园,该地位于秦岭北麓、渭河平原西部的头道塬上,北纬 $34^{\circ}18'$ 、东经 $108^{\circ}02'$,海拔 525 m,年均日照时数 2 150 h,年平均气温 $12^{\circ}\text{C} \sim 14^{\circ}\text{C}$,极端最高气温 $39^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$,极端最低气温 $-15^{\circ}\text{C} \sim -21^{\circ}\text{C}$,年平均降水量 621.6 mm,春季降水偏少干旱,雨量主要集中在 7、8、9 三个月,属暖温带半湿润气候。

1.2 试验设计

2009 年 3 月建植苹果园,品种为 3 年生矮化砧木苗“长富 2 号”,果树行距 4 m,株距 2 m,行间种草,宽度为 2 m,于 2009 年 3 月底播种。试验设处理:白三叶、红三叶 (*Trifolium pratense*)、马蹄金 (*Dichondra repens*)、紫羊茅 (*Festuca rubra*)、高羊茅 (*Festuca arundinacea*)、多年生黑麦草、狗牙根 (*Cynodon dactylon*),以行间不种草、清耕作为对照。小区面积 $16.7\text{ m} \times 2.0\text{ m}$,3 次重复。为减少与苹果树的水分和养分竞争,所选草种均为植株较矮、根系较浅的类型,其中,白三叶、红三叶具有固氮作用,马蹄金植株低矮,具有很发达的匍匐茎,其余草种均为禾本科植物,为植株较低矮的坪用型草种。苹果树管理措施(施肥、灌水等)一致,施肥均只是在果树根部,行间不施肥。

1.3 测定项目与方法

(1) 土壤温度:6 月 14 日(最高气温 38.3°C),早晨 8:00,用土壤温度计测定苹果树行间种不同草及清耕的土壤 5、10、15、20 cm 和 25 cm 的温度,同时,

从 8:00 至 18:00,每隔 2 h,测定行间种白三叶和清耕的土壤 5、10、15、20 cm 和 25 cm 温度日变化。

(2) 土壤含水量:6 月 24 日(最高气温 38.4°C),在种草及清耕的果树行间,去掉草及杂物后,随机用环刀取 5 个点 0~10 cm 及 10~20 cm 的土壤,分层混匀后,对角线法取合适的量,烘干法测定水分含量。

(3) 土壤肥力:11 月 1 日,在种草及清耕的果树行间,去掉草及杂物后,随机用环刀取 5 个点 0~10 cm 及 10~20 cm 的土壤,分层混匀后,测定土壤 pH 值、全 N、全 P、全 K、碱解 N、速效 P、速效 K 和有机质含量。其中土壤 pH 用电位法测定;全 N 用半微量凯氏法测定;全 P 采用 $\text{HClO}_4 - \text{H}_2\text{SO}_4$ 消煮后,分光光度法测定;全 K 采用 $\text{HF} - \text{HClO}_4$ 消煮后,火焰光度法测定;碱解 N 采用碱解扩散法测定;速效 P 采用 NaHCO_3 浸提后,分光光度法测定;速效 K 采用 NH_4OAc 浸提后,火焰光度法测定;有机质采用重铬酸钾容量法 - 外加热法测定。

1.4 数据处理

试验数据用 Excell 进行初步处理,采用 SPSS12.0 软件进行 one-way ANOVA 方差分析。

2 结果与分析

2.1 种草后对苹果园土壤温度的影响

在早晨 8:00,种草区土壤温度为 $22^{\circ}\text{C} \sim 23.5^{\circ}\text{C}$,极显著 ($P < 0.01$) 低于对照,5~10 cm 土壤温度较对照低近 5°C ,而 15~25 cm 土壤温度与对照相差幅度减少,为 $2^{\circ}\text{C} \sim 3^{\circ}\text{C}$;种草后 0~25 cm 土壤温度变化幅度较小 ($1.2^{\circ}\text{C} \sim 1.8^{\circ}\text{C}$),且不同草种间均无显著差异,而不种草的清耕区域土壤温度变化很大 (4.1°C),是种草区域的 2 倍多(图 1)。

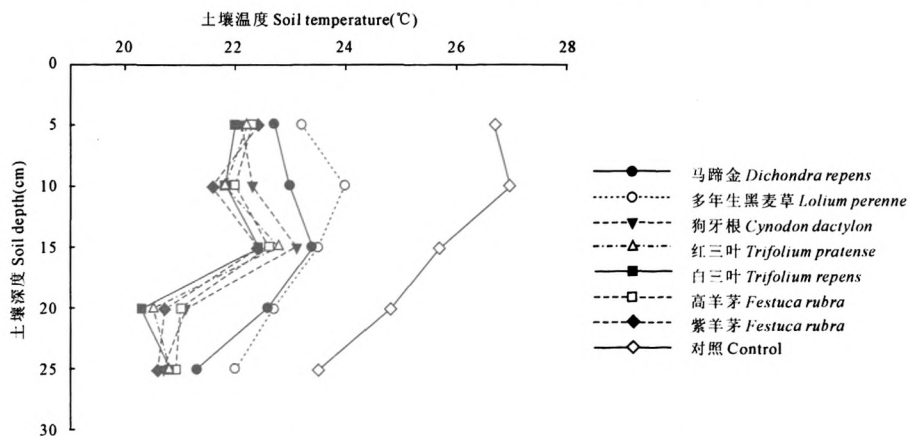


图 1 不同草种对苹果园 8:00 时土壤温度的影响

Fig. 1 The effect of grasses on soil temperature at 8:00 am

从 8:00 至 18:00, 种植白三叶的土壤温度均低于不种草的。在相同土层不同的时间点, 种草对土壤温度的影响不同, 在 8:00 时, 种草和不种草的土壤温度相差最小, 在 12:00 和 14:00 时, 相差最大; 种草对不同土层的温度影响也不一样, 5 cm 处土壤

温度和对照相差最大(约 5℃~10℃), 25 cm 处相差最小(约 3℃)(图 2)。说明种草可以降低夏季土壤的温度, 减缓土壤温度变化, 并且对浅层土壤的作用较深层大。

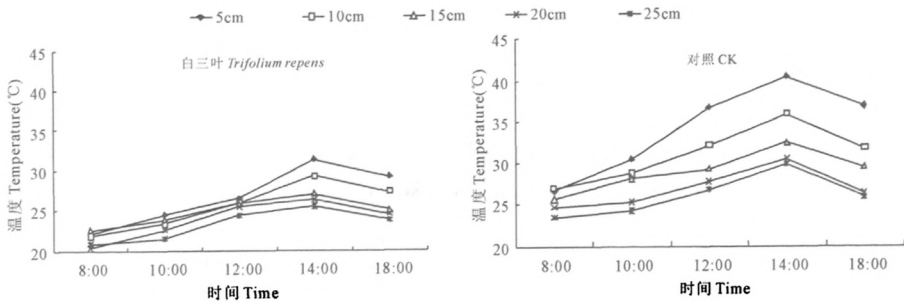


图 2 种植白三叶对土壤温度日变化的影响
Fig.2 The effect of *Trifolium repens* on soil daily temperature

2.2 不同草种对苹果园土壤含水量的影响

在 6 月份高温干旱时, 对土壤含水量测定表明(图 3), 种草明显提高了土壤的含水量, 0~10 cm、10~20 cm 土壤含水量分别较对照提高了 4.19%~6.29%、4%~5.4%; 同时, 不同草种对土壤含水量影响不一, 种植白三叶、多年生黑麦草、紫羊茅、红三

叶的土壤含水量较高, 0~10 cm 和 10~20 cm 的含水量分别为 14.9%~15.5%、16.5%~16.7%, 而种植高羊茅、马蹄金、狗牙根后较低, 约为 13.4%、15.5%。说明种草提高了夏季土壤含水量, 但提高幅度因草种而异。

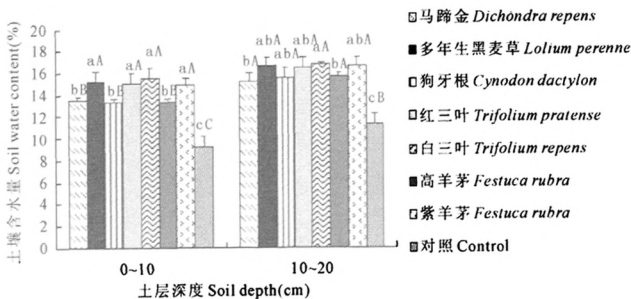


图 3 不同草种对苹果园土壤含水量的影响
Fig.3 The effect of grasses on soil water content in apple orchard

注: 不同的大、小写字母分别代表差异达到极显著、显著水平; 下同
Note: Different capitals and lowercase letters show different significance at 0.05 and 0.01 probability level respectively; and they are the same below.

2.3 不同草种对苹果园土壤 pH 值的影响

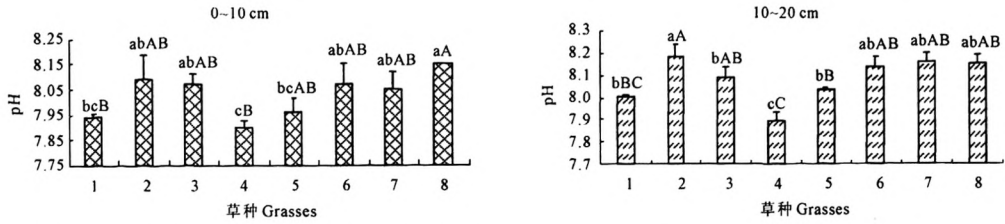
苹果园清耕土壤 0~20 cm 的 pH 值为 8.15, 而种草后土壤 pH 值均有所下降, 且白三叶和红三叶 0~20 cm、马蹄金 0~10 cm 差异达显著水平 ($P < 0.05$)(图 4)。说明在关中地区苹果园种草可以使土壤 pH 值降低, 但其作用和草种有关, 且豆科牧草(白三叶、红三叶)和马蹄金的作用更为显著。

2.4 不同草种对苹果园土壤 N 含量的影响

苹果树行间种草后, 绝大多数处理使 0~20 cm

土壤全 N 和碱解 N 含量升高, 并且对全 N 的影响较碱解 N 大, 但也因草种和土壤深度而异(图 5)。

种植不同草种后, 碱解 N 含量除高羊茅 0~10 cm、狗牙根 10~20 cm 略有降低外, 其余处理均升高, 马蹄金 0~20 cm、红三叶 10~20 cm、白三叶 10~20 cm 碱解 N 增加最多(11.9~17.0 mg/kg), 并且, 马蹄金 0~20 cm、红三叶 0~10 cm 与对照土壤差异显著 ($P < 0.05$)(图 5)。



注: 1. 马蹄金; 2. 多年生黑麦草; 3. 狗牙根; 4. 红三叶; 5. 白三叶; 6. 高羊茅; 7. 紫羊茅; 8. 对照。下同。

Note: 1. *Dichondra repens*; 2. *Lolium perenne*; 3. *Cynodon dactylon*; 4. *Trifolium pratense*; 5. *Trifolium repens*; 6. *Festuca arundinacea*; 7. *Festuca rubra*;

8. Control. The same as below.

图 4 不同草种对苹果园土壤 pH 值的影响

Fig. 4 The effects of grasses on soil pH in apple orchard

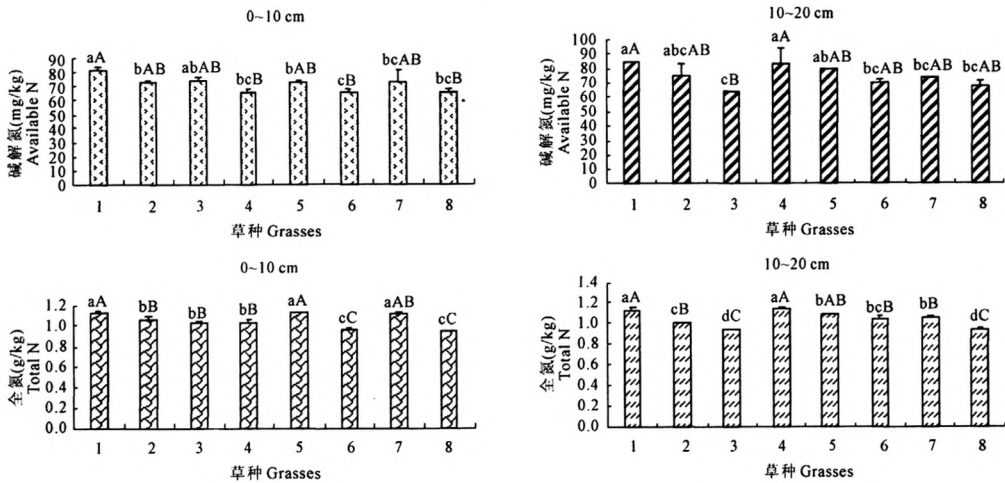


图 5 不同草种对苹果园土壤氮含量的影响

Fig. 5 The effects of the grasses on the soil nitrogen in apple orchard

0~10 cm 土壤全 N 含量均升高,且只有高羊茅差异未达显著水平,10~20 cm 全 N 含量除狗牙根外的各处理均极显著升高 ($P < 0.01$),马蹄金增加最多,较对照增加 20% (图 5)。

马蹄金、红三叶、白三叶对土壤 N 提高作用最大,狗牙根、高羊茅最小。同时,不同草种对土壤 N 的影响因土壤深度不同而有变化。马蹄金对土壤 N 的影响在 0~20 cm 内表现一致,速效 N 和全 N 分别较对照增加 16% 和 20%,多年生黑麦草、狗牙根和紫羊茅 0~10 cm 土壤碱解 N 和全 N 升高幅度较 10~20 cm 大,红三叶和高羊茅呈相反趋势,而种植白三叶后 0~10 cm 土壤碱解 N 增加幅度较 10~20 cm 小,全 N 则相反 (图 5)。

2.5 不同草种对苹果园土壤 P 含量的影响

种植马蹄金、多年生黑麦草、红三叶、高羊茅使 0~10 cm 土壤中速效 P 含量增加,但只有红三叶差异显著 ($P < 0.05$);10~20 cm 土壤除狗牙根外的其余各处理速效 P 均升高,且马蹄金、红三叶、高羊茅

差异达显著水平 ($P < 0.05$) (图 6)。

种草后,0~10 cm 土壤中全 P 含量均增加,较对照增加了 11.7%~50.0%,马蹄金增加最多 (约 0.5 g/kg),狗牙根、高羊茅次之,差异均达显著水平 ($P < 0.05$);而 10~20 cm 土壤只有马蹄金差异达显著水平 ($P < 0.05$),较对照增加了 47.6% (图 6)。

在各种草处理中,种植红三叶后土壤速效 P 含量最高,马蹄金、高羊茅次之,均显著 ($P < 0.05$) 高于狗牙根;土壤全 P 含量,马蹄金最高,显著 ($P < 0.05$) 高于其余各处理。此外,各处理间全 P、速效 P 几乎无显著差异 (图 6)。

同时,种草对土壤 P 的影响与土壤深度有关。马蹄金对 0~20 cm 土壤 P 的影响不随土壤深度变化,0~20 cm 全 P 和速效 P 分别较对照增加了约 50%、70%,多年生黑麦草、高羊茅、紫羊茅、红三叶、白三叶 0~10 cm 速效 P 的增加幅度较 10~20 cm 小,而土壤全 P 除红三叶外的各处理 0~10 cm 增加幅度较 10~20 cm 大 (图 6)。

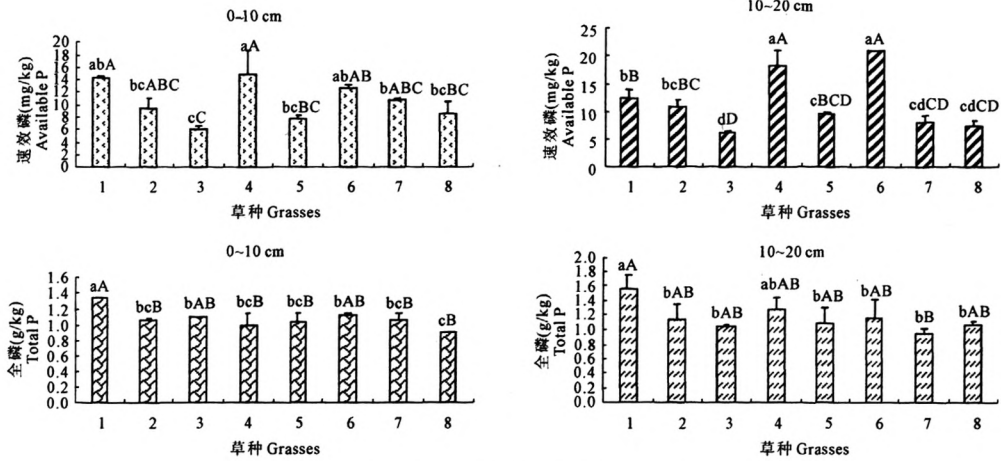


图 6 不同草种对苹果园土壤磷含量的影响

Fig.6 The effects of grasses on soil phosphorus in apple orchard

2.6 不同草种对苹果园土壤 K 含量的影响

与清耕相比,只有种红三叶的 0~20 cm 速效 K 含量显著升高 ($P < 0.05$),其余处理土壤全 K 和速效 K 含量均无显著变化(图 7)。

而在种植不同草种后,土壤速效 K 和全 K 含量存在差异,并且与土壤深度密切相关。种植狗牙根的土壤速效 K 含量最低,0~10 cm 和 10~20 cm 分别为 146.2 mg/kg、125.8 mg/kg,显著 ($P < 0.05$) 低

于马蹄金、多年生黑麦草、白三叶、紫羊茅等处理;种植红三叶后土壤速效 K 最高,0~10 cm 和 10~20 cm 分别为 199.5 mg/kg、162.9 mg/kg,显著 ($P < 0.05$) 高于绝大多数处理。同时,0~10 cm 土壤全 K 含量,只有红三叶显著 ($P < 0.05$) 高于高羊茅,此外,各处理间无显著差异;10~20 cm 土壤全 K 中,种植多年生黑麦草的最低,显著 ($P < 0.05$) 低于除白三叶外的其余各处理(图 7)。

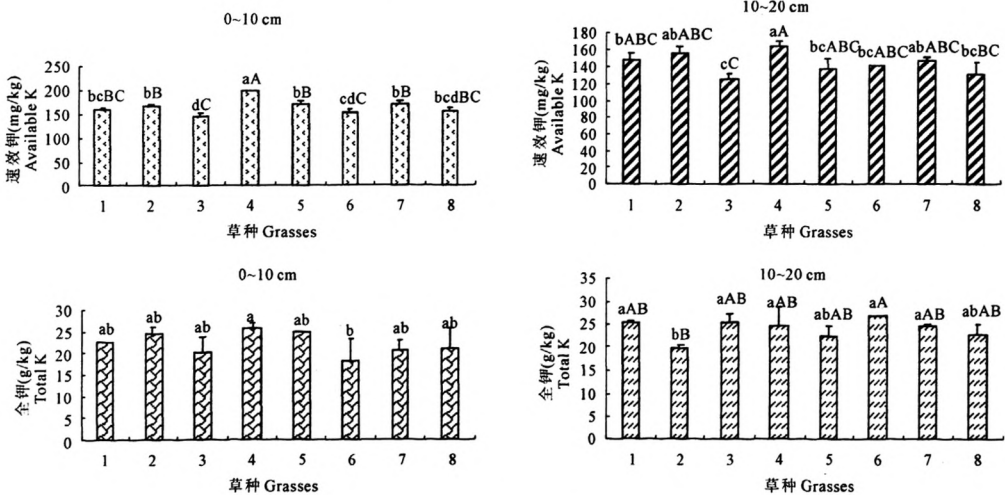


图 7 不同草种对苹果园土壤钾含量的影响

Fig.7 The effects of grasses on soil kalium in apple orchard

2.7 不同草种对苹果园土壤有机质含量的影响

种不同草均使土壤有机质含量升高,升高幅度因草种和土壤深度而异。种植马蹄金、多年生黑麦草、白三叶作用最显著,而高羊茅效果最差;种草后

0~10 cm 和 10~20 cm 土层有机质含量分别提高了 3.7~5.9 g/kg 和 5.3~9.1 g/kg,除高羊茅 0~20 cm、红三叶和紫羊茅 10~20 cm 外,其余处理差异均达显著水平 ($P < 0.05$);但同一草种 0~10 cm 和 10~20 cm

~20 cm 土壤中有机的升高幅度不同,狗牙根和高羊茅不同土层增幅相当,分别约为 40%和 4%,红三叶和紫羊茅 0~10 cm 分别比对照增加 38.0%和 39.3%,升高幅度较 10~20 cm(18.4%和 5.0%)大,

而马蹄金、多年生黑麦草、白三叶 0~10 cm(29.8%、41.7%、25.9%)较 10~20 cm(70.5%、65.9%、53.3%)小(图 8)。

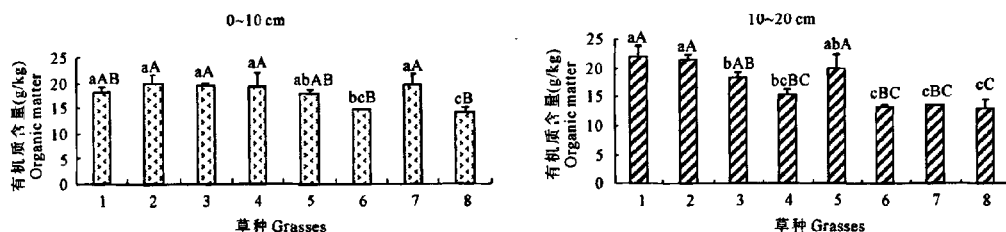


图 8 不同草种对苹果园土壤有机质的影响

Fig.8 The effects of grasses on organic matter in soil

3 讨论

3.1 种草可改善果园土壤性状

种草后均使果园土壤温度降低,含水量提高,扩大土壤贮水库容^[1]。因为种草减少了土壤蒸发,牧草密集的根系和草腐烂后丰富的腐殖质有利于土壤良好结构的形成,使土层孔隙度增加,这种变化很大程度上取决于植被类型^[12],本试验研究结果也发现,在夏季高温干旱时,不种草的清耕区土壤温度变化是种草区的两倍,而种草区 0~10 cm 和 10~20 cm 的土壤含水量较不种草的清耕区提高了 4.19%~6.29%和 4%~5.4%,这对黄土高原苹果栽培区具有重要的意义。但也有研究表明,在夏季干旱时,果树和牧草间存在水分竞争,使土壤含水量降低^[13],这可能是由于土壤类型、果树种类和草种不同造成的^[12]。

同时,果园种草能改善土壤肥力状况。通常,种草能提高土壤有机质^[14-15]、N^[16]、P^[17]、K^[18],北方苹果园种草后土壤 pH 值呈下降趋势^[19]。田明英等^[20]在苹果园种草试验表明,白三叶草可明显提高土壤养分,与清耕相比,有机质含量平均提高 32.4%;陈清西等^[16]研究发现,土壤中全 N 和速效 N 比种草前分别提高了 17.4%~27.5%和 189.3%~217.1%;兰彦平等^[18]报道石灰岩山区苹果园种草区土壤全 N 含量增加为对照(清耕)的 1.09~1.15 倍,可提高速效 P、K 含量;陈立军等^[17]认为梨园种草使速效 P 提高 28%、速效 K 提高 11%,本试验研究也发现,种不同草后,大部分果园土壤 pH 下降,碱解 N、全 N、速效 P、全 P、有机质含量都在增加。这可能与果园种草后牧草根系的分泌物及牧草提高了土壤微生物活性密切相关,因为活的根系分泌物的作用及土壤大量微生物和土壤动物的存在,

土壤中缓效态或难溶性养分可转化为速效态或易溶性养分^[21]。

3.2 草种选择是果园种草效益最优化的首要条件

大量研究表明,草种是影响土壤肥力的重要因素。李会科等对苹果园种草研究发现,黑麦草活化 P 的作用大于白三叶,而白三叶活化 N 的作用大于黑麦草,种草前 4 年,种草区全 N、全 P、全 K 含量与清耕区差异不显著^[21]。这与本文第一年的研究结论看似矛盾,而其实是一致的,即种植和其研究相同的草种——多年生黑麦草和白三叶,土壤 N、P、K 和对照无显著差异,而种马蹄金等草后使果园土壤养分显著提高,进一步说明种草可以改善土壤肥力,但不同草种在种植后的不同生长年限对土壤的作用不同,即种草产生效益的时间可能存在差异。章家恩等^[22]对荔枝园研究也证实了这一结论,即各种草均使土壤全 N、全 K、有效 N、有效 K 显著提高,柱花草(*Stylosanthes guianensis*)、旋扭山绿豆(*Desmodium intortum*)和白三叶的土壤全 P 和有效 P 比对照土壤低,糖蜜草(*Melinis minutiflora*)、百喜草和假花生(*Alysicarpus vaginalis*)的土壤全 P 和有效 P 均比对照土壤要高。

同时,种草对土壤的影响也因草种不同而在不同土壤深度的表现不一。王淑媛^[23]连续 3 年的果园种草试验表明,种草区 0~20 cm 深度土壤 pH 值低于清耕区,20~40 cm 土层 pH 值则略高于清耕区;杨朝选^[24]报道酸樱桃园种草提高了 0~90 cm 土层土壤的平均 pH 值,0~20 cm 表层土壤 pH 值低于深层土壤。同时,果园种草对土壤 N、P、K 也有类似影响。蜜柚果园自然生草使 0~20 cm 土层全 N、全 P、全 K 含量与对照相比分别提高 0.03 g/kg、0.04 g/kg、0.02 g/kg,而 20~40 cm 土层全 N、全 P、全 K 含量与对照相差甚微,0~20 cm 土层的碱解 N、速效

N、速效 K 含量提高的幅度比 20~40 cm 大^[25]。本研究结果也表明,种植多年生黑麦草、狗牙根、紫羊茅的 0~10 cm 果园土壤碱解 N、全 N、全 P 和种植红三叶、紫羊茅的 0~10 cm 土壤有机质升高幅度较 10~20 cm 大,多年生黑麦草、高羊茅、紫羊茅、红三叶、白三叶的速效 P,红三叶和高羊茅的碱解 N、全 N、马蹄金、多年生黑麦草、白三叶的土壤有机质,呈相反趋势,白三叶 10~20 cm 土壤碱解 N 增加幅度较 0~10 cm 小,全 N 则反之。究其原因,可能是因为不同的牧草根系分布^[7]和对土壤的生态效益的差异而造成的。豆科牧草可以固氮,在改善 N 肥方面较其他科牧草可能有更好的作用;深根系牧草根系分布较深,在改善深层土壤的结构、有机质、N、P、K 等方面可能较浅根系牧草更有优势,但另一方面,由于其植株高大,需要更多的水分和养分,所以有可能引起与果树竞争水分和养分,如紫花苜蓿根系深达 10 m 以上,和果树根系生态位相似,与果树根系镶嵌分布^[1]。同时,中国的果园种草栽培仍处于发展初期,且长期受稀植果园内绿肥种植的影响^[26,27],草种仍多用一年生或二年生的豆科绿肥,而这些草种与果树争肥争水的矛盾十分突出^[28]。在这种情况下,根据以往研究常用的少数几个草种得出果园种草效益高低,必然存在一定的缺陷,不适宜果园种植的草种引起的负面作用报道,也成为了阻碍果园种草技术推广的重要原因。因此,加强对优良草种的筛选显得尤为重要^[29]。由于本试验地位于干旱少雨的黄土高原苹果栽培区,夏季高温、缺水是本区主要特点,为此,我们在选择草种时特别注意,主要选择了根系较浅的坪用型禾本科草种和植株较矮的豆科草种白三叶、红三叶及其它草种如马蹄金等,这些草种不仅覆盖度大,可以大大降低夏季土壤的温度,而且土壤根系较浅,主要分布在 20 cm 土层以内,避免夏季果树和草的土壤水分竞争,更有利于果园种草效益的发挥。研究结果也表明,种这些草后,夏季高温时土壤温度降低、日变幅减小,含水量增加,同时,土壤的速效 P、全 P、有机质含量亦有增加,但是,不同草种对果园土壤肥力的影响不同,马蹄金对土壤肥力改善作用最大,红三叶、白三叶次之,而狗牙根、高羊茅较差。当然,不同草种对果园的影响与其生长年限及综合效应有关,所以对每个草种的最终评价,还有待于进一步研究。

3.3 影响种草效益的因素众多,土壤—果树—草系统配套研究亟待加强

虽然多数研究肯定了果园种草栽培模式对土壤肥力的正面效应,但研究结论也存在一定的差异,究其原因,与其所研究的土壤类型、果树和草种种类等

因素密切相关。在不同果园种植相同牧草对土壤肥力的影响不同,如种白三叶后,柑桔园土壤速效 N、P、K 均显著升高^[30];荔枝园速效 N 提高,而速效 P、K 均低于对照^[22];葡萄园 0~60 cm 土壤全 N 平均含量升高,碱解 N 含量降低^[31];本试验在幼龄苹果园种植白三叶后研究表明,全 N 升高,而全 K、P 和碱解 N、速效 K、P 无显著变化。土壤类型不同、适宜的果树种类也不同,从而影响种草效益。研究发现,南方酸性土壤种草后,pH 值有所上升^[16,32-33],如南方柑桔和龙眼果园^[16,33],种草后柑桔地土壤 pH 值由清耕(对照)的 5.1 上升到 5.5^[33];北方苹果园种草后土壤 pH 值则呈下降趋势^[19],这与本文研究结论一致,但在陕西葡萄园行间种草后却可使土壤 pH 值升高^[31]。因此,果树和土壤种类是影响种草效果的重要因素。

综上所述,果树、草种、土壤类型等都是影响果园种草效益的重要因素。不同地区有其特定的生态环境,不同的植物有其最适的生态区域,我国地理范围大,气候环境复杂,果树和草种种类繁多,根据果园种草原则,适宜果园种植的草种很丰富。但目前,研究的草种主要为白三叶、百喜草、苜蓿、百脉根、黑麦草、无芒雀麦等几种,也由于果园种类、草种、土壤等条件的不同,造成了研究结论之间可比较性差。由此,对果园种草系统需要进行针对特定地区的果草配套研究,对果园分门别类,才能选择出合适的草种,如深根系的牧草(紫花苜蓿、无芒雀麦等)可能更适合于易发生水土流失的果园,而在黄土高原苹果园,为了降低土壤温度、减少水分蒸腾,同时也为了提高土壤肥力,选择就应该更偏向于浅根系、植株低矮的草种,如白三叶、马蹄金等,只有做到了果草配套,择优推广,才能更好地指导实践。

参考文献:

- [1] 王齐瑞,谭晓风.果园生草栽培生理、生态效应研究进展[J].中南林业学院学报,2005,25(4):120-126.
- [2] 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.
- [3] 殷淑燕,黄春长.黄土高原苹果基地土壤干馏化原因及其对策[J].干旱区资源与环境,2005,19(2):76-80.
- [4] 王留好,同延安,刘 钢.陕西渭北地区苹果园土壤有机质现状评价[J].干旱地区农业研究,2007,25(6):189-192.
- [5] 李会科,张广军,赵政阳,等.渭北黄土高原旱地果园生草对土壤物理性质的影响[J].中国农业科学,2008,41(7):2070-2076.
- [6] 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,2006,33(3):481-484.
- [7] 李会科,郑秋玲,赵政阳,等.黄土高原果园种植牧草根系特征的研究[J].草业学报,2008,17(2):92-96.
- [8] 郝淑英,刘蝴蝶,牛俊玲,等.黄土高原区果园生草覆盖对土壤

- 物理性状、水分及产量的影响[J]. 土壤肥料, 2003, (1): 25-27.
- [9] 李会科, 梅立新, 高华. 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.
- [10] 耿增超, 张立新, 张朝阳, 等. 旱地果园水肥管理模式研究进展[J]. 水土保持研究, 2004, 11(1): 101-105.
- [11] 杨文权, 寇建村, 韩明玉. 行间种不同草后对幼龄苹果树光合特性的影响[J]. 草地学报, 2011, 19(1): 79-83.
- [12] 李会科, 张广军, 赵政阳, 等. 黄土高原旱地苹果园生草对土壤贮水的影响[J]. 草地学报, 2007, 15(1): 76-81.
- [13] 兰彦平, 曹慧, 解自典, 等. 无芒雀麦对石灰岩旱地果园的保水效应研究[J]. 落叶果树, 2000, (6): 15-16.
- [14] 张立新, 赵志勋. 渭北旱园红富士苹果园不同降水年型水分管理模式研究[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(1): 26-32.
- [15] Mikulas J. Controlled natural green cover in viticulture in sandy soil [J]. Obstbau - Weinbau, 1996, 33: 205-206.
- [16] 陈清西, 廖镜思, 郑国华, 等. 果园生草对幼龄龙眼园土壤肥力和树体生长的影响[J]. 福建农业大学学报, 1996, 25(4): 429-432.
- [17] 陈立军, 朱月山, 葛宪生. 梨园生草技术总结[J]. 浙江柑桔, 2002, 19(4): 38-39.
- [18] 兰彦平, 牛俊玲. 石灰岩山区果园生草对果树根系生态系统的研究[J]. 山西农业大学学报, 2000, 20(3): 259-261.
- [19] 黄显淦, 王萃, 钟泽, 等. 苹果园覆盖绿肥自传种栽培效果研究[J]. 果树科学, 1989, 6(1): 48-51.
- [20] 田明英, 徐淑桂, 刘倩. 果园生草技术研究[J]. 中国果菜, 2001, (1): 20.
- [21] 李会科, 张广军, 赵政阳, 等. 黄土高原旱地苹果园生草对土壤养分的影响[J]. 园艺学报, 2007, 34(2): 477-480.
- [22] 章家恩, 段舜山, 骆世明, 等. 赤红壤坡地幼龄果园间种不同牧草的生态环境效应[J]. 土壤与环境, 2000, 9(1): 42-44.
- [23] 王淑媛. 果园生草制的研究[J]. 北方果树, 1991, (3): 34-37.
- [24] 杨朝选. 施氮肥和地面管理对酸枣桃园土壤营养状况的影响[J]. 果树科学, 2000, 17(1): 27-30.
- [25] 何炎森, 翁锦周, 李瑞美, 等. 自然生草覆盖对缙溪蜜柚果园土壤养分和果实产量的影响[J]. 亚热带农业研究, 2005, 1(4): 45-48.
- [26] 阮勇凌. 水分胁迫对温州蜜桔光合特性的影响[J]. 园艺学报, 1988, 15(2): 93-98.
- [27] 张斌, 张桃林. 南方东部丘陵区季节性干旱成因及其对策研究[J]. 生态学报, 1995, 15(4): 413-419.
- [28] 蔡冬元. 果园生草栽培的生理生态效应研究动态与展望[J]. 湖南农业科学, 2005, (2): 37-38.
- [29] 滕满, 任桂荣. 利用株间自然生草和客草覆盖树盘对苹果增产的效应[J]. 中国果树, 1986, (4): 20-22.
- [30] 李国怀, 章文才, 刘继红, 等. 柑桔园生草栽培的生态效应研究[J]. 生态学杂志, 1997, 16(6): 6-11.
- [31] 李华, 惠竹梅, 张振文, 等. 行间生草对葡萄园土壤肥力的影响[J]. 农业工程学报, 2004, 20(增刊): 116-119.
- [32] 姚胜蕊, 薛炳辉. 果园地面管理研究进展[J]. 山东农业大学学报, 1999, 30(2): 186-192.
- [33] 陈凯, 胡国豪, 饶辉茂, 等. 红壤坡地桔园栽植香根草的生态效应[J]. 生态学报, 1994, 14(3): 249-254.

Effects of different grasses between rows of apple trees on soil characteristics of 1-year-old orchard

KOU Jian-cun¹, YANG Wen-quan², CHENG Guo-ting³, HAN Ming-yu³

(1. College of Animal Science and Technology, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Life Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

3. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: An experiment was conducted to study the effect of the orchard-grown grasses, planted between the rows of apple tree in the spring of the 1-year-old apple orchard, on soil temperature, soil water content, pH, organic matter, nitrogen (N) content, phosphorus (P) content, kalium (K) content in October. The clean soil was taken as the control. The results showed that there was a decrease of soil temperature and its daily variance in summer. And soil pH decreased while soil water content, available N and P, total N and P, and organic matter increased. However, available and total K did not change significantly with the exception of available K of soil *Trifolium pratense* grew in. Furthermore, the effects of grasses on soil fertility varied from its depths. The effect on 0 ~ 10 cm soil layer was consistent with that on 10 ~ 20 cm for *Dichondra repens* on soil N and P, *Cynodon dactylon* and *Festuca rubra* on organic matter. The effect on 0 ~ 10 cm was more than 10 ~ 20 cm for *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon*, *Festuca rubra* on soil available N, total N and P, and *Trifolium pratense*, *Festuca rubra* on organic matter. But, it reversed for *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* on available P, *Trifolium pratense*, *Festuca arundinacea* on available and total N, *Dichondra repens*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* on the soil organic matter. And for *Trifolium repens*, the increase of the 10 ~ 20 cm available N was more than 0 ~ 10 cm, but total N reversed. At the same time, different grasses had various effects on soil. *Dichondra repens* was most efficient to improve soil fertility, *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* followed while *Cynodon dactylon* and *Festuca arundinacea* was the lest. In conclusion, the orchard-grown grasses can improve soil fertility, and the species of grass was the key factor for the efficiency.

Keywords: grass-grown orchard; apple tree; grass species; soil fertility