

# 果园生草的生态效应及在果树上的应用

邓丰 产

(西北农林科技大学 园艺学院 陕西 杨凌 712100)

**摘 要:** 从生草对果园土壤、果园微域环境、果树生长的影响综述了国内外近年来研究的新进展。结果表明:和传统的果园土壤清耕模式相比较,果园生草具有明显的水土保持作用,增加土壤全 N、速效 P 及交换 K 含量,显著增加土壤有机质含量,改善土壤结构,改善土壤酶活性,使果园微域环境温度变化趋于平缓,果园天敌种类和数量增加,有利于害虫的生物防治,增加果实含糖量,改善果实着色;同时,生草降低果园土壤水分含量,降低果树加粗生长,减少果实产量,有利于病虫滋生。展望了果园生草在我国现阶段无公害果品生产、果园循环经济中的广阔应用前景。指出了我国推广果园生草需要注意及应当进一步研究的问题。

**关键词:** 生草;生态效应;果树

中图分类号: S 661 文献标识码: A 文章编号: 1001—0009(2009)01—0133—04

生草制是一种较为先进的果园土壤管理方法,19 世纪中叶始于美国,到了 20 世纪 40 年代中期,由于开沟旋耕割草机问世,解决了割草问题,以及果园喷灌系统的发展,这种土壤管理模式在美国才得到大面积推广,次后,世界果品生产发达国家新西兰、日本、意大利、法国等国果园土壤管理大多采用生草模式。果园生草是果园土壤管理制度一次重大变革,我国推广果园生草开始于 20 世纪 90 年代,在推广果园生草过程中建立了许多典型示范样板,取得了一定成效,同时也遇到许多问题,可以说果园生草在我国依然处于起步阶段,因此总结国内外果园生草研究的最新成果,客观评价果园生草的好处及不足,以指导我国推广果园生草技术。

## 1 生草对果园土壤的生态效应

### 1.1 水土保持作用

果园生草具明显的防止水土流失作用。辽宁省果树所测定<sup>[1]</sup>,生草地比裸露地地表径流减少 40%~60%,减少土壤冲刷量 30%~90%;据内蒙古坝口子试验站观测<sup>[2]</sup>,种草木犀的地表径流量比裸露地减少 43.8%~61.5%;福建省农业科学院果树研究所在丘陵红壤果园观测<sup>[3]</sup>,种草较未种草的雨水渗透深度增加 3~9 cm,地表径流减少 27.5%,土壤冲刷量减少 3.68 倍。

**作者简介:** 邓丰产(1970-),男,陕西礼泉人,在读博士,助理研究员,现从事苹果矮化砧木选育与利用研究工作。E-mail: deng-fengchan1970@163.com。

**基金项目:** 西部优势农产品生产精准管理关键技术研究示范资助项目(2007BAD79B05)。

**收稿日期:** 2008-10-17

### 1.2 土壤营养的变化

果园连续多年种草可以增加土壤有机质含量,增加量随土壤及环境条件而变化,增加最多的是表土层,向下依次减少<sup>[4]</sup>。Haynes<sup>[5]</sup>报道成龄金冠苹果园生草 3 a 后较中耕处理的有机质增加 0.2%;黄显淦<sup>[6]</sup>认为在绿肥压青的葡萄园中,0~20 cm 土层中有机质比清耕增加 0.22%;李会科<sup>[7]</sup>认为生草果园 0~20 cm 土壤有机质含量显著增加,禾本科牧草每年增加 0.1%,豆科牧草增加 0.15%;郝淑英<sup>[8]</sup>认为生草苹果园相对于清耕苹果园土壤有机质含量增加 0.19%~0.57%。

果园生草选用的每一种草种都含有大量的营养成分。被刈割的草、除草剂杀死的草和自然死亡的草回归土壤后,可返还土壤大量 N、P、K、Ca、Mg、Fe、Zn、Mn 等营养元素,同时草的生长要消耗大量的营养元素。生草果园不同季节土壤营养元素含量变化很大。Haynes<sup>[5]</sup>认为每年通过草皮修剪返还土壤的 N 400~600 kg/hm<sup>2</sup>,生草制度下全 N 较清耕或除草剂处理的高,但增加的主要是有机结合的营养,可利用的 NO<sub>3</sub>-N 和 NH<sub>4</sub>-N 增加很少,生草模式下土壤速效 P 不增加。Grange<sup>[9]</sup>认为果园生草显著增加土壤有机质、全 N、交换 K 及有效 P 的含量。刘蝴蝶<sup>[10]</sup>对生草苹果园研究后认为果园生草覆盖区与对照相比土壤养分明显提高,全氮增加 0.05~0.08 g/kg,提高 7%~12%;有效磷增加 3.5~6.2 mg/kg,提高 20%~35%;速效钾增加 27~75 mg/kg,提高 9%~25%。

果园生草可以改善土壤酶活性,激活土壤中微生物的活动,改善土壤微域环境,提高表层土壤中 C、N、P 的转化,加快土壤熟化,土壤酶活性与土壤养分关系密切,可以作为评价土壤肥力的一个重要指标。

### 1.3 土壤结构变化

良好的土壤结构, 适宜的土壤孔性是果树优质高产的土壤基础。果园生草后, 草根的分泌物和残根促进了微生物的活动, 有助于根层土壤团粒结构的形成。果园生草后, 土壤腐殖质增加, 腐殖质在吸收、保持水分和养分的同时, 能与周围环境中的其它离子互相代换, 从而提高土壤对酸碱度的缓冲力, 有效降低土壤中盐分的含量。李会科<sup>[7]</sup>对渭北苹果生草园和清耕园土壤理化分析结果表明, 生草平均降低 0~40 cm 土壤容重 6.5%, 增加田间持水量 7.19%; 郝淑英<sup>[8]</sup>在黄土高原地区果园进行生草试验, 结果表明, 生草覆盖区与对照相比土壤物理性状明显改善, 直径 1.0 mm 以上的土壤团粒增加了 10.2%~12.2%, 提高 60.4%~72.2%; 土壤容重下降 0.05~0.13 g/cm<sup>3</sup>, 降低 4.2%~10.0%; 土壤孔隙度增加 2.5%~5.5%, 提高 4.6%~10.9%; 赵更生<sup>[11]</sup>对生草 4 a 的桔园进行了土壤理化性状的对比分析, 结果表明, 和清耕桔园相比生草桔园土壤容重下降了 0.02~1.11 g/cm<sup>2</sup>, 土壤总孔隙度提高了 0.86%~4.71%。

果园生草土壤管理模式下, 土壤 pH 值较清耕果园高<sup>[44]</sup>。清耕与生草相比可引起土壤 pH 下降, 这可能是由于表层土壤 Ga、Mg 淋溶增加的原因, 长期施用除草剂导致土壤 pH 值下降。

### 1.4 土壤水分变化

生草降低果园土壤水分含量, 在干旱年份果园浅层土壤水分含量下降尤为明显。邓丰产<sup>[12]</sup>对无灌溉条件的旱地生草果园研究表明, 在大旱年份 5 种生草处理 0~20 cm 土壤水分含量仅为对照的 53.8%~72.9%; 赵政阳<sup>[13]</sup>对黄土高原旱作生草苹果园 3~10 月 0~100 cm 土层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, 生草种类不同, 对土壤贮水增减量的影响存在差异, 在降水丰水年份影响较小, 在降水欠水年份影响较大。

## 2 生草对果园微域环境的影响

### 2.1 果园微域环境温度变化

果园生草使果园土壤温度及果园微域环境的温度变化趋于平稳。果园生草在冬季可提高果树根层特别是果园土壤近表层的温度, 并保持根层适宜有效水含量, 有效抵御严寒侵袭; 果园生草在夏季可降低土温和果园微域环境的温度, 有利于果树根系生长, 也可有效预防果实日灼。据马国辉<sup>[14]</sup>报道, 生草果园冬季土壤表层温度比裸露土壤表层温度高 2.1℃, 且随气温降低, 保温防冻效果更趋明显; 陈欣<sup>[15]</sup>研究了红壤丘陵果园杂草保持在高温干旱期的生态作用, 结果表明, 高温干旱期幼龄果园没有生草覆盖或覆盖度很低的果园, 土壤温度明显高于保留杂草的果园(刈割控制); 刘殊<sup>[6]</sup>研究了生

草对龙眼园微生态气候和光合作用的影响, 结果表明在寒冷季节, 果园生草可提高树冠下气温 0.2~0.5℃, 提高叶温 0.2~1.0℃, 提高地表温度 2~3℃, 提高根际土温 1~2℃; 在炎热季节, 可降低气温 0.5~0.8℃, 降低叶温 0.4~1.7℃, 降低地表温度最高达 10.7℃, 降低根际土温 2.5℃, 果园生草可延长光合作用时间, 提高光合速率, 在草旺盛生长的夏季, 使土壤湿度降低, 这有利于滤掉土壤中过多的水分, 促进根系的生长和吸收。

### 2.2 果园生物群落的变化

生草果园温度、湿度变化平稳有利于病虫害滋生, 对病虫害防治带来一定难度, 但同时也有利于天敌的存活和增殖, 对开展利用天敌进行综合防治提供了便利条件。宫永铭<sup>[17]</sup>认为, 苹果园实行生草后, 果园内的天敌昆虫种类和数量显著增加; 主要病虫害种类有所减少; 某些病虫害减轻或发生期推迟; 某些害虫被招引到地面的草上, 果园喷药次数减少, 防治难度降低; 生草果园的冻害、风害、落果、机械损伤明显减轻; 但少数病虫害如苹果树粗皮病、腐烂病、二斑叶螨、金纹细蛾的发生程度却有所加重。陈川<sup>[18]</sup>对黄土高原生草苹果园主要害虫和天敌的生态位进行研究, 结果表明, 生草果园害虫优势种为绣线菊蚜和山楂叶螨, 天敌资源丰富, 优势种为大草蛉; 在空间维度上害虫之间存在较大竞争, 主要天敌之间种间竞争也很激烈, 天敌与主要害虫在空间上相遇机率较大; 生草果园天敌对主要害虫绣线菊蚜和山楂叶螨在时间维度上有较强的追随效应和控制作用。

## 3 生草对果树生长发育的影响

### 3.1 对树体生长发育的影响

全园生草可以明显降低树体生长势, 这一点在苹果、葡萄、桃、悬钩子等许多果树上被田间试验所证实<sup>[19,23]</sup>, 幼树尤其敏感, 成年树也有反应, 全园生草对果树生长的减弱是由于草过度的竞争水分或 N 肥, 或二者都有的缘故<sup>[24-25]</sup>。不同草的种类对树体的生长抑制不同, Shribbs<sup>[26]</sup>比较了 12 种果园地面覆盖系统对无锈金冠的影响, 发现红色 sorrel 和施瑞伯氏乱子草(Nimblewill)比豆科植物、高的阔叶植物、肯塔基早熟禾(Kentucky bluegrass)、Orchard grass 及 KY31 高羊茅草(KY31 tall fescue)处理的树枝条长; Lisalaura 认为在葡萄园车轴草 Huja 草种生长旺盛, 与葡萄植株生长有强大的竞争力<sup>[27]</sup>, Descotes 的研究中, 使用一种秸秆光滑的草地草, 发现其竞争力不强, 果园生草 4 a 后的葡萄植株已逐渐适应了这种竞争<sup>[20]</sup>; Fastham 在新建葡萄园进行生草试验, 结果表明, 黑麦草与杂草的旺盛生长降低了幼树的成活率, 且树体衰弱, 如在草旺长期适当补水, 生草对葡萄的生长基本没有影响<sup>[27]</sup>。

国内的研究表明, 行间生草、行内清耕覆盖这种果园生草模式可以促进树体生长发育。樊巍<sup>[28]</sup>研究了太

行山干旱低山丘陵区苹果—紫花苜蓿复合系统对苹果树体生长、叶片质量、光合速率、单株产量和品质及土壤养分含量的影响, 6 a 的研究结果表明, 每侧保留 1 m 清耕保护带的处理与对照相比可以提高苹果百叶重 13 g, 比叶重 0.082 g/dm<sup>2</sup>, 叶绿素含量 0.70 g/kg, 叶片平均光合速率 1.79 μmol · m<sup>-2</sup> · s<sup>-1</sup>; 不留保护带的全园间作处理苹果树体生长变弱。兰彦平<sup>[29]</sup>认为在石灰岩发育的土壤上种植鸭茅和无芒雀麦, 能明显提高叶片生理活性, 和果园清耕相比, 2 种生草覆盖处理使新梢不同部位叶片百叶重分别增加 4.75%、33.9%, 单叶面积分别增加 16.26%、29.6%, 叶绿素含量分别增加 7.07%、20.37%, 光合速率分别提高 13.07%、27.26%, 暗呼吸速率分别提高 2.76%、17.53%; 不同枝类叶片百叶重分别增加 4.60%、13.24%。

3.2 对果实产量、品质的影响

生草制度下苹果、梨、桃、葡萄等果树伴随着长势和叶 N 水平的下降, 果实产量也下降, 短时间内是由于生草制度下的果实大小和果实数量下降引起, 长期的减产是由于树体小引起的<sup>[4]</sup>。生草制度下果肉中营养成分与叶片中变化类似, N 水平下降, P、K 水平升高。Car-soulle 认为生草使葡萄灰霉病的发生低于清耕<sup>[21]</sup>。

国内研究表明, 行间生草、行内清耕覆盖可以提高坐果率, 克服落花落果现象, 提高果实产量, 改善果实品质。邓丰产<sup>[12]</sup>认为苹果园连续种白三叶草 6 a, 果实产量增加 14.4%, 单果重增加 10.2%, 可溶性固形物含量增加 11.3%, 硬度增加 9.2%, 着色指数增加 35.0%; 张谷雄<sup>[30]</sup>认为果园生草可以有效防止温州蜜柑热害和异常落花落果, 提高果实品质。

4 果园生草的应用前景展望

4.1 推广果园生草应当注意的问题

降雨量小于 600 mm 的地区应当采取行间生草, 株间清耕覆盖的模式, 选择生长量小的草品种如白三叶; 山旱地梯田果园应当选择耐旱生长量大的草品种如小冠花种在田埂边, 定期刈割树盘覆盖; 施肥可以采取穴施或肥水一体化的施肥方式, 注意补充磷肥; 果树整形可采取高干(苹果、柑橘、桃等)或棚架(猕猴桃、葡萄等)方式, 便于割草机操作, 避免草与果实接触而引起果面污染及果实病害。

4.2 果园可持续发展

果园生草是生产无公害果品, 实现可持续发展的基本要求, 传统的土壤清耕管理模式已严重制约这一目标的实现。长期单一施用化肥的清耕模式降低土壤肥力, 在多雨地区还可引起土壤板结, 在山地引起水土流失, 有机肥与化肥的配施对提高肥力有较好的作用<sup>[31]</sup>, 果园生草是增加果园有机肥源的重要措施。

果园生草可结合养畜、沼气建立可持续发展的生态

果园<sup>[32]</sup>。草被刈割后可直接喂养牲畜, 也可晒干做饲料, 畜粪可发酵成沼气, 沼液、沼渣可直接用做果园肥料。沼气是实现农村节能, 增加有机肥源, 有效控制农村环境污染, 增加农民收入的有效途径。用沼气池内经过发酵的禽畜粪便沼液作为肥料, 其氮、磷、钾的含量均高于堆沤肥料, 腐殖酸的含量比堆沤肥高出 2.6%; 腐熟的沼气发酵液含有植物所需的多种养分, 如氮、磷、钾和铜、铁、镁、锌等微量元素以及一些氨基酸(赖氨酸、色氨酸), 还含有生长刺激调控物质如维生素、生长激素等。以沼液施肥, 既能增加土壤的有机质含量, 改善土壤结构, 还能极大地提高果树的抗病能力, 减少农药残留造成的污染, 以期达到无公害产品的标准。

果园生草可以增加地面生物覆盖指数, 减少裸露土壤, 减少空气中沙尘含量, 改善人居环境。

4.3 我国推广果园生草需要研究的问题

我国果树分布广, 生态条件差异大, 不同生态区的果园应选择适宜该生态区的草品种; 牧沼果草的生态果园模式符合我国国情, 需要进一步研究; 生草果园除草剂的筛选应用、割草机的研制与应用均可有效减少劳动力投入, 需要加快研究与推广; 生草果园的果实合理负载量需要研究, 合理负载量是影响生草果园可持续发展的关键因素; 果园生草后果园的施肥方式、肥料种类、施肥量直接影响果实的产量和品质, 这一方面的问题需要深入研究; 旱塬果园生草后土壤水分含量下降, 如何建立适合旱塬基本条件的水分补充模式, 需要深入研究。

参考文献

[1] 辽宁省果树科学研究所. 果园土壤管理与施肥技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1991.  
[2] 江西农科院作物所. 绿肥栽培与利用[M]. 上海: 上海科技出版社, 1982.  
[3] 中国农业科学院郑州果树研究所, 辽宁省果树研究所. 果园绿肥及其栽培利用技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1983.  
[4] Hipps N A, Samuelson T J. Effects of long-term herbicide use, irrigation and nitrogen fertilizer on soil fertility in an apple orchard[J]. Sci Food Agric, 1991, 55: 37-38.  
[5] Haynes R J, Goh K M. Some effects of orchard management on sward composition, levels of available nutrients in the soil and leaf nutrient content of mature "Golden Delicious" apple trees[J]. Sci Hort, 1980, 13: 15-20.  
[6] 黄显淦, 钟泽, 黄春霞. 果园绿肥种植和利用研究[J]. 果树科学, 1991, 8(1): 37-39.  
[7] 李会科, 赵政阳, 张广军. 种植不同牧草对渭北苹果园土壤肥力的影响[J]. 西北林学院学报, 2004, 19(2): 31-34.  
[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] Grange I, Kriesing C, Natchapong P, et al. Effect of soil surface management techniques on soil chemical and physical characteristics of two soil series, overtime in Kanchanaburi, Western Thailand[J]. Thai Journal Agricultural Science (Thailand), 1999, 32(3): 365-376.  
[10] 刘蝴蝶, 郝淑英, 曹琴, 等. 生草覆盖对果园土壤养分、果实产量及品质的影响[J]. 土壤通报, 2003, 34(3): 184-186.

- [11] 赵更生, 张自蕾, 蒋承红, 等. 生草少耕对桔园生态及桔树生长的影响[J]. 中国柑桔, 1991, 20(3): 19-20.
- [12] 邓丰产, 安贵阳, 郁俊谊, 等. 渭北旱塬苹果园的生草效应[J]. 果树学报, 2003, 20(6): 506-508.
- [13] 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.
- [14] 马国辉, 曾明, 王羽玥, 等. 果园生草制研究进展[J]. 中国农学通报, 2005, 21(7): 273-277.
- [15] 陈欣, 唐建军, 方治国, 等. 高温干旱季节红壤丘陵果园杂草保持的生态作用[J]. 生态学杂志, 2003, 22(6): 38-42.
- [16] 刘殊, 廖镜思, 陈清西, 等. 果园生草对龙眼园微生态气候和光合作用的影响[J]. 福建农业大学学报, 1996, 25(1): 24-28.
- [17] 宫永铭, 鲁志宏, 杨玉霞, 等. 苹果园生草对病虫害及天敌消长的影响[J]. 落叶果树, 2004, 36(6): 31-32.
- [18] 陈川, 唐周怀. 不同苹果园昆虫(螨)群落结构研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(3): 78-82.
- [19] Merwin I A, Stiles W C. Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield[J]. Hort Sci, 1994, 119: 209-215.
- [20] Desotes A, Moncomble D, Valentin G, et al. Comparison of several local soil management techniques implemented in Champagne vineyards[G]. Seizieme conference du COLUMA. Jomees international sur la lutte contre les mauvaises herbes, Reims, France, 6-8 decembre 1995. Tom 3, 1996, 1161-1169.
- [21] Carsouille J. Pemanent grassing of vineyards on the wine production[J]. Progress Agricole et viticole, 1997, 114(4): 87-92.
- [22] Cotea V, Pituc P, Zaldea G. Influence of soil cultivation on the devel-

- opment and distribution of the root system of the BXR kober 5BB stock grafted with Muscadelle and Alligote[J]. Cercetari Agronomice in Moldova, 1996, 29(1/2): 225-230.
- [23] Bowen P, Freyman S. Ground covers effect raspberry yield, photosynthesis, and nitrogen of primocanes[J]. Hort Sci, 1995, 30(2): 447-456.
- [24] Neilsen G H, Meheriuk M, Houge E J. The effect of orchard floor management and nitrogen fertilization on nutrient uptake and fruit quality of 'Golden Delicious' apple trees[J]. Hort Sci, 1984, 19(4): 547-550.
- [25] Marigre D. Influence of grassing down and nitrogen fertilizer on the quality of chasselas wines[J]. Progress Agricole et viticole, 1997, 114(11): 225-258.
- [26] Shihbs J M, Schrock W A. The influence of 12 ground cover systems on young 'Smothee Golden Delicious' apple trees[J]. Amer Soc Hort Sci, 1986, 111(4): 525-528.
- [27] Houge E J, Neilsen G H. Orchard floor vegetation management[J]. Hort Rev, 1987, 10: 377-430.
- [28] 樊巍, 孔令省, 阴三军, 等. 干旱丘陵区苹果-紫花苜蓿复合系统对苹果生长、产量和品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2004, 38(4): 423-426.
- [29] 兰彦平, 解自典. 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.
- [30] 张谷雄. 温州蜜柑热害异常落花落果的机理和防御措施[J]. 长江果树, 2003(3): 7-12.
- [31] 彭令发, 郝明德, 来璐, 等. 黄土旱塬区长期施肥对土壤跑面养分分布的影响[J]. 水土保持通报, 2003, 23(1): 36-38.
- [32] 邹养军, 邱凌. 牧沼果草生态果园模式及关键技术探讨[J]. 陕西农业科学, 2003(2): 29-30, 51.

## Ecological Effect And Application Prospect of Growing Grass in Orchard

DENG Feng-chan

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi, 712100, China)

**Abstract:** The researches of growing grass on orchard soil, microenvironment and fruit crops growth were reviewed in recent years. Results showed that growing grass in the orchard could get the soil and water conserved significantly, the content of the soil total N, effective P and changeable K increased, the soil organic substance increased significantly, the soil enzyme activity and construction improved, the change of microenvironment temperature declined, the quantity and kinds of natural enemies of pests increased, pests controlled by natural enemies more easily, the sugar content and coloring index of the fruits increased significantly compared with the soil clean management, while it could get the soil moisture content decreased, the fruit crops growth and fruit yield decreased and some special disease and pests appeared easily. Broad application prospect of growing grass in the pollution-free fruits production and the orchard circular economy in our country was forecasted. Some notices about extension and research questions for the future were suggested.

**Key words:** Growing grass; Ecological effect; Fruit crops