

# 生草覆盖栽培对果园生态的影响研究进展

高志红

(南京农业大学园艺学院,江苏 南京 210095)

**摘要:**生草栽培和覆盖栽培作为一种果园地面管理方法,提高产量和品质、调节土壤水分、有利于果树病虫害的综合治理、提高供肥能力、调节微生态环境、改善果园小气候、增加根系生长量、调节土壤酸碱度等优点,同时也具有争肥争水、烂根等缺点。综述了生草栽培和覆盖栽培对果园果树生长、果实品质、果园土壤、果园生态的研究进展,以期果园合理采用地面覆盖方式提供参考借鉴。

**关键词:**生草;覆盖;栽培;果园;地面管理

**中图分类号:**S344.2

**文献标志码:**C

**doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2019.01.010

## 1 生草覆盖栽培的概念、类型和历史

### 1.1 生草覆盖的概念、类型

果园生草栽培是果树行间或全园种植1年生或多年生草本植物的果园土壤管理方法。果园生草栽培模式有全园生草、行间生草及株间生草,草地分为人工生草和自然生草。果园覆盖栽培是指利用秸秆、地膜、草帘等覆盖地表的栽培模式。

### 1.2 生草覆盖栽培的历史

**1.2.1 生草栽培的历史** 中国果园的生草栽培技术研究起步较晚,1940年在美国随着割草机的问世和灌溉系统的发展才得以大力推广<sup>[1]</sup>,1960年左右有零星报道,1980年左右起步,1998年果园生草栽培技术成为绿色果品生产技术体系,果园生草仅处于小面积试验阶段,最初在山东、福建等地果园中进行试用<sup>[2]</sup>。

**1.2.2 覆盖栽培的历史** 果园覆盖管理模式出现在19世纪末的美国,1930年美国开始研究覆盖技术,1940年左右得以大力推广,美国1942年成立了土壤管理局,总结了美国特色的免耕覆盖技术。

### 1.3 生草、覆盖的作用

**1.3.1 生草的作用** 生草降低了地表径流中颗粒磷的浓度,对不同粒径颗粒磷的流失有一定的缓解

作用。种植白三叶草能促进菌根的发育,改善土壤物理性状<sup>[3]</sup>。生草可以显著减少杂草的产生<sup>[4]</sup>。库拉苜蓿通过生物固氮,为土地管理者提供了减少外部肥料投入的机会,这可以减少 $N_2O$ 排放的问题<sup>[5]</sup>。生草覆盖栽培会减少养分的流失,可以促进根系的生长。同时,草也可以与果树争肥争水。可在肥沃的土壤、供水充足和缺乏多年生杂草物种的地点使用生草覆盖。生草覆盖可以增加土壤有机质、减少表层土壤沉降和改善土壤生物活性<sup>[6]</sup>。白三叶草可增加土壤微生物群落的结构和功能,减少侵蚀,增加作物的养分供应,并减少杀虫剂的使用。生草可以减少矿质氮肥的用量<sup>[7]</sup>。

**1.3.2 覆盖的作用** 秸秆覆盖可以显著提高苗期到越冬期的土壤温度,地膜覆盖的增温效果强于秸秆覆盖<sup>[8]</sup>。结果表明,覆盖地膜可显著降低土壤含水量,降低光照强度,降低光合速率。促进可溶性糖积累,增加水溶性果胶含量,降低原果胶含量,全面改善果实内部环境条件,改善果实的甜度和咀嚼性状<sup>[9]</sup>。在凉爽的半干旱气候下,地膜覆盖通过土壤保温和减少蒸发水的损失,增加了作物产量<sup>[10]</sup>。生草覆盖、地膜覆盖、秸秆覆盖和砾石覆盖,有效地增强了土壤水分的调节能力,增加了中、短枝的比例,从而提高了苹果的产量。覆盖作物能有效地抑制杂草,提高小麦产量。除了杂草防治外,覆盖作

收稿日期:2019-01-19;修回日期:2019-02-14

基金项目:江苏现代农业产业技术体系建设专项资金资助(JATS[2018]297)

作者简介:高志红(1971-),女,天津人,教授,博士。主要研究方向为果树种质资源的收集、保存与评价。

物还可改善土壤的化学和物理特性。春季,作物覆盖区土壤水分最高,总孔隙度和团聚体均较高,土壤容重较低。黑色的地布可提高黄土高原苹果树产量和水分利用效率<sup>[11]</sup>。

## 2 覆盖栽培的研究进展

### 2.1 秸秆覆盖栽培的研究进展

秸秆覆盖分为整秆压倒覆盖、粉碎覆盖以及留茬。秸秆覆盖也多用于如玉米、小麦和马铃薯等农作物。秸秆腐烂后还可以增加土壤中的养分,增加微生物的数量,提高土壤肥力,有效促进作物的生长,从而有利于作物的增产。研究发现,秸秆覆盖可以大幅度提高土壤中大团聚体碳的含量。秸秆覆盖之后土壤中的细菌和真菌的种类和数量增加,同时它们的活性也增加,经过覆盖之后的土壤容重也显著降低<sup>[12]</sup>。研究表明,秸秆覆盖能大幅度地增加土壤有机质的含量<sup>[13]</sup>。秸秆覆盖后土壤有机质含量增加,适宜微生物生长,微生物数量、活性和种类同时增加,其使用效果优于地膜。秸秆覆盖后在土壤表面形成保护层,遇降雨时地表水的径流减缓,蒸发层与下层土壤间形成隔断层,破坏毛细管联系,使水蒸发量减小,有效利用水资源。秸秆覆盖可以改善土壤的结构,使得土壤疏松多孔,增加土壤的导水性,降雨下渗速度快,能把水分存储于土壤深层,从而有效地减少土壤的蒸发<sup>[14]</sup>。相对于清耕来说,对玉米5 cm土层温度日变化的研究也表明秸秆覆盖下的温度变化很小<sup>[15]</sup>。秸秆覆盖避免太阳直射,拥有降低温度的作用,在降低温度的同时可以减少蒸发,而且能为作物生长创造更适宜的土壤环境,覆盖稻草及稻草还田是提高土壤养分含量、改善土壤结构、培肥地力的有效途径,对作物有明显的增产效果。秸秆腐烂后,增加了土壤有机质的含量。

### 2.2 地膜覆盖研究进展

地膜覆盖具有透光率高、不透气、质轻耐久等特性和显著的增温保水和增产早熟的作用,所以多用于农业生产中。地膜覆盖是把塑料薄膜直接覆盖于土壤表面的一种覆盖方式,是在极端干旱瘠薄的果园中节约肥水、壮树栽培的有效措施,是在农业生产中使用最多的一种地表覆盖方式,常用的地膜包括黑色地膜、白色底膜、和成本较高的生物可降解膜。旱地果园提高产量的主要途径就是提高水分利用率,很显然,一切有利于蓄水保水和降低

土壤蒸发的措施都能提高产量<sup>[16]</sup>。许多研究表明,地膜覆盖可以改变土壤水分运动形式<sup>[17]</sup>,改善土壤微环境和水热状况,地膜覆盖增温的主要原因在于地膜覆盖减少了与外界的能量交换<sup>[18]</sup>。因此,对土壤耕层温度提高明显,玉米生育期积温增加,生育进程缩短<sup>[19]</sup>,地膜覆盖0—5 cm土层温度增加3.4—3.6℃,作物生育期缩短15 d。特别是解决了春季低温和苗期干旱问题,提前成熟<sup>[20]</sup>。显著提高玉米株高、茎粗及叶面积指数,促进干物质积累并实现增产增收<sup>[21]</sup>。

### 2.3 地布覆盖研究进展

地布是由聚丙烯扁丝为材料做成的一种环保布状材料。地布可以减少太阳直射,抑制杂草接触太阳,因此可以控制杂草的长势。整洁地面环境,促进果树根部的生长,防止出现烂根的情况。近年来,地布应用到现代果园的行间管理中<sup>[22]</sup>及葡萄的省力化栽培种植上<sup>[23]</sup>。研究了地布覆盖对果园水热效应及产量品质的影响、地布在矮化果园的保墒除草的作用,旱地果园季节性耗水和产量影响<sup>[24]</sup>。在非洲热带地区的试验表明,秸秆覆盖在传统耕作中一定程度抑制了土壤中氮的矿化过程。覆盖材料不同,环境不同,覆盖导致的水热条件也有所差异,秸秆类覆盖材料对土壤温度的条件基本上是夏天降温,冬天升温,缩小了土壤的温差范围。

## 3 生草和覆盖栽培对果树生长和品质的影响

### 3.1 生草栽培对果树生长和果实品质的影响

生草在影响果园温度和湿度的同时,对果树的光合作用也产生了一定的影响,温度湿度在生草一定的调控下,苹果树叶面积增大,产生的叶绿素增多,提升了光合作用效率。在果园水分不足时,生草可以在一定程度上维系土壤中的水分,使得土壤中的含水量充足,进一步提升了净光合效率,也可以降低果实的蒸腾效率。生草对果树会产生长期效应,经过研究表明,在生草生长的第6年的时候,可以减少果树的干周长,并且果树新枝生长量也会减少,对果树中短、中枝比例有着很好的促进作用,有利于果树的生长。不同种类的生草对果树的抑制作用也是不同的,可以根据果树的类型,对生草种类进行筛选,削弱果树生长的抑制效应。光合作用产物的积累是果实发育的基础,生草可以有效调节园内的湿度和温度,对果树的光合作用有一定的

促进作用,在一定程度上提升了果树的品质和产量,经过研究表明,生草可以提升果实的甜度、品质,通过科学种植生草,可以有效减少果实的裂果,提升优质果品的产量,随着生草年限的递增,果树的中短枝比例、成化率、坐果率均有提升。

### 3.2 覆盖对果树生长和果实品质的影响

覆盖影响了树体成花,显著增加了果实的产量、单果重、纵横径、糖酸比、维 C 含量、钾元素含量,并促进果实的淀粉转化为糖分。

## 4 生草覆盖栽培对果园土壤和生态的影响

### 4.1 生草对果园土壤和生态的影响

果园土壤微生物群落结构及组分的改变与果园产量、果品质量密切相关<sup>[25]</sup>。研究发现,采用生草覆盖的方式来改善苹果园的土壤环境,覆盖时间维持在2—3 a左右,结果发现土壤的有机质含量比覆盖之前有显著的提升<sup>[26]</sup>。研究表明果园生草可以改良土壤的 pH。生草能够提高土壤有机质含量,且不同土层有机质含量增加程度不同。生草可以改善土壤的理化性质。种草区的土壤含水量高于清耕区,果园生草起到缓和低温的作用,提高了果园抗性。多数研究表明,果园所生草种的根系呈网络状交错穿插分布,有利于果园土体的稳定性,优化土壤环境,减少水土流失,增加土壤含水量,提高有机质的含量,增加土壤有益微生物和土壤酶的活性。研究发现,高羊茅会导致果树新梢量减少,也会导致树干周长减少。生草具有一定的抑制效果。但这种效果会因生草种类的不同而不同。一般情况下,应适宜选择带状覆盖方式<sup>[27]</sup>。在果园人工生草的条件下果树的叶片变厚,叶面积变大,叶绿素含量增高,大幅度提高光合作用效率。高温夏日,柱花草、百喜草和丰花草在果园中进行套种都可以导致其光合速率增高<sup>[28]</sup>。研究表明,果园生草可以保持水土,抑制蒸发,湿润的土壤可显著提高净光合速率,加上较高的土壤含水量,可以有效地降低果树的蒸腾速率<sup>[29]</sup>。生草可以影响果树的生理活动,提高果树产量、改善果实品质,果树生草可使果树根系下扎。提高果树蒸腾效果和光合效率。CAMPIGLIA 等在番茄种植过程中发现,豆科作物覆盖后土壤中硝酸盐含量和土壤中氮的表观结余均高于黑麦草作物,番茄的产量也有明显提高。生草栽培现代化栽培技术,能够改良水土,增加孔隙度,

降低土壤容重,还具有涵养水土的作用,避免土壤出现板结<sup>[30-31]</sup>。果园小气候调节了近地层的大气温度,增加空气相对湿度,降低风速。直接影响果树的光合、呼吸、蒸腾作用<sup>[32]</sup>。

### 4.2 覆盖对果园土壤和生态的影响

利用秸秆长期对果园地表进行覆盖,首先提高的是土壤有机质含量。地表覆盖不仅能减少土壤水分散失,拥有保持水分的能力,同时还有恒温作用,改良土壤理化性质,提高土壤养分含量,促进果树生长发育<sup>[33-35]</sup>。

## 5 生草覆盖栽培目前存在的问题和研究重点

### 5.1 果园生草、覆盖栽培存在的问题

5.1.1 生草栽培存在的问题 果园生草配套栽培技术不完善;果树和草的竞争问题:应选择浅根性的草作为生草草种,生草区保持在树干周围0.5 m左右的距离;草的生命周期问题:多年生牧草会逐渐老化,留在土中的根会产生多种不良影响,影响土壤通透性;草种筛选研究较少:由于我国南北环境差异明显,选种的草种也各不相同,北方果园应该选种耐寒、抗冻以及越冬率高的草种;南方果园应该选种耐热性好的草种,也可多草种混种;对草种的适应性没有系统的研究;长期生草影响土壤通透性成为了果园生草高效模式推广的障碍之一;由于研究不系统、不深入、不能形成完整的科学理论体系,导致了研究工作对实践指导意义不强的窘境,从而使得果园生草模式不能大面积推广;生草会降低前期果树质量。

5.1.2 覆盖栽培存在的问题 我国目前的果园管理措施主要有秸秆、地膜、生草、清耕4种方式,最常见的管理模式是清耕。清耕严重影响了我国现代化产业的发展;连年的地膜覆盖出现土壤肥力下降等问题,这一现象会使得干旱地区贫瘠的土壤更加不利于农业栽培;而秸秆覆盖等有机覆盖材料在农业生产上呈现萎缩趋势;如何加强生草覆盖栽培,是当前面临的迫切任务。

覆盖对果园土壤生态效应也会产生一些弊端,如覆盖植被与果树竞争水肥资源、增加果树病虫害及根冠层腐烂发病率等负效应。

### 5.2 果园生草覆盖研究重点

5.2.1 果园生草研究重点 寻找草种和果园的最佳组合:应根据果树种类、土壤肥力、气候及灌溉条



件等,加强果园生草植物种、品种的筛选,从而达到果树、土壤、温度、湿度条件与草种配套的目的;果园中土壤管理方式应与肥水等其他管理措施相配合;在经济、实用、可持续发展的基础上,灵活应用多种土壤管理方式;对果园分门别类进行生草效应的长期系统研究;对不同的果园在其典型分布区域进行定点、定时的长期生草研究,掌握果园生理生态效应的演变规律,可为制定生草果园行之有效的管理模式提供理论依据;加强生草果园土壤微生物研究;加强生草果园病虫害研究;加强果树根系的研究。

**5.2.2 果园覆盖研究重点** 关于秸秆覆盖、地膜覆盖等在蔬菜以及大田作物上研究较多应用也较广,在果树上的研究相对较少,准确认识果园覆盖对土壤生态效应的影响,在肯定果园覆盖对土壤生态产生正效应的同时,也应看到它的负效应,寻找有效办法和途径加以解决,以期创造更大的效益。首先,不同地域及不同果树间覆盖有一定的差异,应依据各地经验,选用适合本地果园的覆盖植被品种,使其能够为果园土壤提供大量的有机质,增加土壤养分含量。其次,加强水肥管理解决覆盖植被与果树争肥争水的矛盾,根据果树生长发育情况和土壤墒情,适当增加灌水和增施肥料,以满足果树生长需要。最后,精耕细作,加强果树病虫害预防,在常年发生病虫害较重的时段,进行定点定期系统调查,做好病虫害的预防,同时采用物理化学方法诱杀有害昆虫,保证果树的正常生长。目前国内外对于果园覆盖的研究主要集中在果园覆盖或者覆盖与果树存在养分竞争的作物上,而对于既增加经济效益又能快速提升有机质,增厚熟化土壤、利用农业废弃物、控制污染和保护环境等方面的研究较少,这些方面将是今后研究的重要方向。

#### 参考文献:

- [1] 李会科.渭北旱地苹果园生草的生态环境效应及综合技术体系构建[D].杨凌:西北农林科技大学,2008:7-8.
- [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] ZOU Y N, CHEN X, SRIVASTAVA A K, et al. Changes in rhizosphere properties of trifoliate orange in response to mycorrhization and sod culture: a section of Agriculture, Ecosystems & Environment[J]. Applied Soil Ecology, 2016, 107:307-312.
- [4] KUNZ C, STURM D J, PETEINATOS G G, et al. Weed suppression of living mulch in sugar beets[J]. Gesunde Pflanzen, 2016, 68(3):145-154.
- [5] TURNER P A, BAKER J M, GRIFFIS T J, et al. Impact of Kura Clover living mulch on nitrous oxide emissions in a corn-soybean system[J]. Journal of Environmental Quality, 2016, 45(5):1782-1787.
- [6] KESHAVARZ A R, CHEN C, ECKHOFF J, et al. Impact of a living mulch cover crop on sugarbeet establishment, root yield and sucrose purity[J]. Field Crops Research, 2018, 223:150-154.
- [7] RADICETTI E, BARESEL J P, EL-HADDOURY E J, et al. Wheat performance with subclover living mulch in different agro-environmental conditions depends on crop management[J]. European Journal of Agronomy, 2018, 94:36-45.
- [8] CHANG L, HAN F X, CHAI Y W, et al. Effect of straw belt-mulching on soil temperature and yield of winter wheat in rain-fed semiarid region[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2018, 29(9):1-2.
- [9] JIN L F, GUO D Y, NING D Y, et al. Covering the trees of Kinokuni tangerine with plastic film during fruit ripening improves sweetness and alters the metabolism of cell wall components[J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2018, 40(10):7-8.
- [10] ZHANG Z, ZHANG Y Q, SUN Z X, et al. Plastic film cover during the fallow season preceding sowing increases yield and water use efficiency of rain-fed spring maize in a semi-arid climate[J]. Agricultural Water Management, 2019, 212:203-210.
- [11] ZHENG W, WEN M, ZHAO Z, et al. Black plastic mulch combined with summer cover crop increases the yield and water use efficiency of apple tree on the rainfed Loess Plateau[J]. PloS one, 2017, 12(9):8-9.
- [12] 刘玉含,张展羽,伊德里萨,等.农田秸秆覆盖技术及其发展趋势分析[J].水利经济,2007,25(2):53-56.
- [13] 陈尚洪,刘定辉,朱钟麟,等.四川盆地秸秆还田免耕对土壤养分及碳库的影响[J].中国水土保持科学,2008,6(z1):54-56.
- [14] 吴传万,杜小凤,顾大路,等.覆盖方式对温室红椒生长发育及土壤环境的影响[J].江苏农业学报,2015,31(2):407-414.
- [15] MONNEVEUX P, QUILLÉROU E, SANCHEZ C, et al. Effect of zero tillage and residues conservation on continuous maize cropping in a subtropical environment (Mexico)[J]. Plant & Soil, 2006, 279(1/2):95-105.
- [16] 韩思明.黄土高原旱作农田降水资源高效利用的技术途径[J].干旱地区农业研究,2002,20(1):1-9.
- [17] 黄义德,张自立,魏凤珍,等.水稻覆膜旱作的生态生理效应[J].应用生态学报,1999,10(3):4-5.
- [18] 张万文,王萍,王彦华,等.春玉米地膜覆盖增产因素研究[J].园艺与种苗,2000(2):28-30.
- [19] 王树森,邓根云.地膜覆盖增温机制研究[J].中国农业科学,1991,24(3):74-78.
- [20] 黄高宝,方彦杰,李玲玲,等.旱地全膜双垄沟播玉米高效用水机制研究[J].干旱地区农业研究,2010,28(6):5-6.
- [21] 李洪勋,吴伯志.地膜覆盖对玉米生理效应研究[J].耕作与栽培,2003(6):46-48.
- [22] 周建国,生静雅.园艺地布在现代果园行间管理中的应用[J].

- 安徽农业科学, 2013(30):11972-11973.
- [23] 于立杰. 葡萄园省力化栽培模式[J]. 果树实用技术与信息, 2017(10):8-9.
- [24] 王金锋, 张林森, 张永旺, 等. 地布覆盖对渭北旱塬苹果园土壤水热效应及产量品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(1):75-78.
- [25] CHEN Y, WEN X, SUN Y, et al. Mulching practices altered soil bacterial community structure and improved orchard productivity and apple quality after five growing seasons[J]. Scientia Horticulturae, 2014, 172(3):248-257.
- [26] 孙计平, 张玉星, 吴照辉, 等. 生草对梨园土壤物理特性的影响[J]. 水土保持学报, 2015, 29(5):194-199.
- [27] 牛俊玲, 解思敏. 果园生草对苹果树光合特性影响的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2000(4):353-355.
- [28] 杜丽清, 吴 浩, 郑良永. 果园生草栽培的生态环境效应研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(11):217-221.
- [29] 林 利. 板栗抗旱丰产关键栽培技术研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006:7-8.
- [30] CAMPIGLIA E, MANCINELLI R, RADICETTI E. Influence of no-tillage and organic mulching on tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) production and nitrogen use in the mediterranean environment of central Italy [J]. Scientia Horticulturae, 2011, 130(3):588-598.
- [31] 曹 铨, 沈禹颖, 王自奎, 等. 生草对果园土壤理化性状的影响研究进展[J]. 草业学报, 2016, 25(8):180-188.
- [32] WU S H, JANSSON P E, KOLARI P. The role of air and soil temperature in the seasonality of photosynthesis and transpiration in a boreal Scots pine ecosystem[J]. Agricultural & Forest Meteorology, 2012, 156(156):85-103.
- [33] 李艳丽, 赵化兵, 谢 凯, 等. 不同土壤管理方式对梨园土壤微生物及养分含量的影响[J]. 土壤, 2012, 44(5):788-793.
- [34] 廖小龙. 不同土壤覆盖方式对库尔勒香梨园微气候及生长发育的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2014:8-9.
- [35] 王金锋, 张林森, 张永旺, 等. 地布覆盖对渭北旱塬苹果园土壤水热效应及产量品质的影响[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(1):75-78.