

# 果园生草的生态效应·经济效益·栽培技术

杜志敏<sup>1,2</sup>, 郭雪白<sup>3</sup>, 王继雯<sup>1,2</sup>, 岳丹丹<sup>1,2</sup>, 巩涛<sup>1,2</sup>, 杨文玲<sup>1,2</sup>, 甄静<sup>1,2</sup>

(1. 河南省科学院生物研究所, 河南郑州 450008; 2. 河南省微生物工程重点实验室, 河南郑州 450008; 3. 郑州工商学院, 河南郑州 451400)

**摘要** 果园生草栽培是果树生态培育的一种可持续发展模式。重点介绍了果园生草栽培的生态效应和经济效应, 探讨了生草栽培在实际推广应用中的技术要点。针对我国果园生草现状, 提出需要因地制宜选择草种及生草方式, 加强水肥管理, 加深土壤微生物及土壤酶活性方面研究, 倡导精耕细作, 推进“果-草-牧”等良性复合体系的构建, 为我国大面积推广应用果园生草栽培方式提供理论依据。

**关键词** 果园生草; 生态效应; 经济效益; 技术要点

**中图分类号** S66 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)36-0070-04

## Ecological Effect, Economic Effect and Cultivation Technique of Growing Herbage in Orchard

DU Zhi-min<sup>1,2</sup>, GUO Xue-bai<sup>3</sup>, WANG Ji-wen<sup>1,2</sup> et al (1. Institute of Biology, Henan Academy of Science, Zhengzhou, Henan 450008; 2. Key Laboratory of Microbial Engineering of Henan Province, Zhengzhou, Henan 450008; 3. Zhengzhou Technology and Business University, Zhengzhou, Henan 451400)

**Abstract** Growing herbage in orchard is a sustainable development mode for fruits eco-culture. We focused on the ecological effect and economic effect of growing herbage in orchard, explored technical points of growing herbage in orchard. In view of status quo of growing herbage in orchard in China, some suggestions were put forward to provide theoretical basic for generalizing the cultivation technique in China, such as we need choosing herbage species and ways to local condition, reinforcing management of water and fertilizer, strengthening the research of soil microbes and soil enzyme activity, intensive cultivation, developing the construction of fruit-herbage-livestock system.

**Key words** Growing herbage in orchard; Ecological effect; Economic effect; Technical points

果园生草法是指人工全园种草或行间、株间种草, 草种一般选取多年生优质牧草、豆科植物、禾本科植物, 加以管理以达到草类与果树协调共生的生态栽培方式<sup>[1-2]</sup>。乌克兰南部地区的部分果园在 1939 年前就开始采取生草方式, 现今果园生草方式在欧美地区和日本应用较为普遍, 应用面积占果园总面积的 55%~70%<sup>[3]</sup>。1960 年之后我国开始大范围推广应用果园绿肥, 70—80 年代各个地区均力推果园生草试验和示范<sup>[4]</sup>, 1998 年将其列为生态果园建设推广项目, 但目前仍处于小面积试验及应用阶段, 实际应用面积不到全部果园面积的 10%<sup>[5]</sup>。果园生草制度有利于改善果园生态环境, 促进保水保土, 有效提高土壤质量, 增加果园综合效益<sup>[1]</sup>, 应在生产上大力推广。笔者介绍了果园生草的生态效应和经济效应, 探讨了生草栽培技术要点, 为我国大面积推广应用果园生草栽培方式提供理论依据。

## 1 果园生草的生态效应

### 1.1 果园生草对土壤的影响

**1.1.1 果园生草对土壤性状及水土保持的影响。**果园生草可有效改良土壤性状并保水保土。生草果园中植物残体的降解物和根系分泌物是微生物生长的物质来源, 微生物生长繁殖有利于土壤团粒的形成<sup>[6]</sup>。而土壤团粒具有多孔结构, 利于保持土壤肥力<sup>[7]</sup>。果园生草利于提高直径 >1.0 mm 的

水稳性土壤团粒的比例, 与未实施生草的清耕对照相比, 可增加 60.4%~72.2%<sup>[8]</sup>。果园生草在降低土壤容重、减少土壤流失、减少水分径流、增加土壤孔隙度等方面作用明显<sup>[9-10]</sup>。邓玉林等<sup>[11]</sup>研究指出, 果园生草后表层 3 cm 土壤的毛管孔隙度、毛管储水量、饱和含水量分别增加了 9.9%、7.2%、10.4%, 土层储水量增加了 300 t/hm<sup>2</sup>。王庆江等<sup>[12]</sup>指出, 梨园生草后 0~20 cm 深土层的土壤容重显著降低, 表层土壤的固相体积显著减少。李会科等<sup>[13]</sup>研究发现苹果园进行生草后, 表层 40 cm 的土壤田间持水量上升 7.19%, 土壤容重下降 6.5%。果园生草可有效改善土壤理化性质, 这主要由于植物残体腐烂后利于土壤有机质及土壤通透性的增加, 同时还能降低土壤容重<sup>[2]</sup>。此外, 果园生草可减轻降雨对土壤的侵蚀, 减轻地表径流和地表蒸发, 有助于改善果园土壤环境<sup>[14]</sup>。

**1.1.2 果园生草对土壤养分的影响。**长期实施果园生草, 利于土壤腐殖层的形成。对草进行割除并原位覆盖, 其残体腐烂后有利于提高土壤养分<sup>[2]</sup>。郝淑英等<sup>[8]</sup>对黄土高原地区的苹果园实施生草栽培 6 年, 土壤有机质含量增加 0.19%~0.57%。Haynes 等<sup>[15]</sup>研究发现, 果园生草栽培 3 年后土壤有机质含量与清耕相比增加 2%。苹果园实施生草能提高土壤水解 N、速效 P 和速效 K 含量, 但降低了全 N、全 P 和全 K 含量<sup>[16]</sup>。惠竹梅等<sup>[17]</sup>指出, 葡萄园行间播种紫花苜蓿、高羊茅和白三叶, 能提高土壤 N、K 含量。渭北地区苹果园实施生草后, 0~40 cm 深土壤的水解 N、速效 P、速效 K 含量提高, 并促进了苹果对营养元素的吸收<sup>[13]</sup>。王义祥等<sup>[18]</sup>同样指出果园生草可增加土壤有机质和土壤养分。

**1.1.3 果园生草对土壤 pH 的影响。**果园实施生草后土壤化学成分会发生变化, 从而改变土壤酸碱度<sup>[19]</sup>。通常认为, 生草栽培与无植被相比具有提高土壤 pH 的作用<sup>[3,20]</sup>。陈清

**基金项目** 2017 年河南省科学院基本科研业务费项目“铜尾矿耐性菌株的筛选及其对黑麦草生长影响研究”; 2016 年河南省科学院基本科研业务费项目“石灰对铜污染土壤微生物群落的影响研究”; 2012 年河南省重大科技专项 (121100110100); 2014 年河南省转制机构研究发展专项 [豫财政 (2014) 383 号]。

**作者简介** 杜志敏 (1985 - ), 女, 河南武陟人, 助理研究员, 博士, 从事植物营养学研究。

**收稿日期** 2016-11-29

西等<sup>[21]</sup>研究幼龄龙眼园生草栽培发现,土壤 pH 提高,这利于改良南方酸性红壤。李华等<sup>[22]</sup>发现葡萄园实施行间生草可有效提高土壤 pH。此外,我国南北方果园实施生草后土壤 pH 呈现不同变化趋势,南方酸性土壤生草后主要表现为 pH 升高<sup>[23]</sup>,北方则有下降的趋势<sup>[24]</sup>。

**1.1.4 果园生草对土壤微生物的影响。**土壤微生物主导着果园土壤的形成和发育,是土壤系统中活性最高的成分,在降解植物残体,分解土壤有机质和促进土壤养分循环转化方面作用重大<sup>[7,10]</sup>。土壤微生物群落组成对土壤质量变化敏感,是极具潜力的生物学指标,可用于评价果园土壤质量和健康状况<sup>[25]</sup>。果园土壤微生物以细菌为主,放线菌和固氮菌次之,真菌和纤维素降解菌较少<sup>[17]</sup>。焦蕊等<sup>[26]</sup>指出,苹果园实施生草能显著增加土壤细菌数量和有机质含量。温晓霞等<sup>[27]</sup>研究发现,生草管理显著提高了土壤中细菌、真菌和放线菌数量。葡萄园生草可显著增加土壤微生物群落和数量<sup>[17,28]</sup>,土壤中细菌和放线菌数量在果树萌芽期、开花期和果实成熟期升高<sup>[29]</sup>。总之,相对于未进行生草的处理,果园实施生草后土壤中微生物总量呈上升趋势<sup>[30]</sup>。

**1.1.5 果园生草对土壤酶活性的影响。**土壤酶直接参与土壤的发生发育过程,作为土壤中的生物催化剂,土壤酶参与着土壤肥力的形成和演变<sup>[30]</sup>。土壤酶活性大小能表征生化反应的方向和强度,显著影响土壤有机质分解和营养物质转化<sup>[31]</sup>。林桂志等<sup>[32]</sup>研究指出,栽培百喜草能显著增加幼龄荔枝园土壤脲酶、过氧化物酶、蛋白酶和转化酶活性。与清耕果园相比,梨园实施生草后土壤过氧化氢酶、碱性磷酸酶和蔗糖酶活性分别提高了 21.12%、22.94% 和 4.70%<sup>[33]</sup>。

**1.2 果园生草对果园温度的影响** 果园生草能调节和改善土壤温度,调节树冠层空气温、湿度<sup>[34]</sup>。与清耕相比,柑橘园种植百喜草可有效降低地表温度的日均值和最高值,降低果园树冠层空气温度日均值,但可提高空气相对湿度日均值<sup>[35]</sup>。刘殊等<sup>[36]</sup>指出果园实施生草栽培能有效平衡地温,冠下气温、叶温、地表温度和根际土温等在寒冷季节得到增加,但在炎热季节有所降低。李余庆等<sup>[24]</sup>指出,与清耕对照相比,生草可降低橘园 6—9 月地表平均温度,8 月高温期地表温度可降低 10.4℃。

**1.3 果园生草对病虫害防治的影响** 果园生草能改变果园系统内的生物群落构成,形成比较稳定的复合系统。黄炎和等<sup>[37]</sup>指出,柑橘—牧草生草模式能增加橘园天敌和其他节肢动物群落数量、丰富度及多样性,并有效抑制害虫发生。宫永铭等<sup>[38]</sup>指出,实施生草能显著增加苹果园天敌昆虫数量及种类,减少主要病虫害种类,减轻某些病虫害或推迟其发生期,却能加重苹果树粗皮病、金纹细蛾等少数病虫害的发生。橘园实施霍香蓟生草栽培后,果园内红蜘蛛数和其卵数均有所降低,天敌数量达到对照处理的 1.3 倍<sup>[39]</sup>。陈川等<sup>[40]</sup>指出,苹果园实施黑麦草生草后,绣线菊蚜和山楂叶螨 2 种主要害虫的天敌种类增多,天敌对其有较强的时间追踪行为和控害作用,加大了天敌与害虫空间上相遇的可能性。与清耕相比,苹果园实施紫花苜蓿生草后,园内节肢动物丰

富度、多样性和均匀度指数均有所提高,天敌数量与对照相比提高了 2.0 倍<sup>[41]</sup>。Wyss<sup>[42]</sup>指出,苹果园行间生草后,生草带蚜虫数量与未生草和喷洒 6~8 次杀虫剂的对照区无差异,但生草带内蚜虫天敌数量明显增加。

## 2 果园生草的经济效应

**2.1 果园生草对果实产量及品质的影响** 果园全园生草后,草对水分或 N 肥的过度竞争会影响果树生长,导致果树长势减弱<sup>[43]</sup>。苹果园、葡萄园生草,果实产量会随着果树生长和叶片 N 水平下降而下降,短期减产是由于果实变小和数量下降引起的,长期减产是由于树体小引起的<sup>[44]</sup>。果园实施生草栽培后,果树叶片呈现 P、K 上升, N 降低的趋势,果肉营养组成与此类似。

果园实施行间生草、行内清耕的生草栽培模式能够促进果树生长发育<sup>[45-46]</sup>,并控制落花落果,增加果树坐果率和果实产量,改善果实品质。邓丰产等<sup>[47]</sup>研究指出,苹果园实施白三叶生草 6 年后,果实增产 14.4%、单果重增加 10.2%。齐鑫山等<sup>[46]</sup>在苹果园间种白三叶 3 年后,生草果园果品产量相对于清耕平均增加了 7.04%。张谷雄<sup>[48]</sup>指出蜜柑园实施生草能防止热害并克服异常落花落果,从而提高果实品质。高喜荣<sup>[49]</sup>研究指出,太行山丘陵区苹果园实施紫花苜蓿生草 6 年后,果园表层土壤有机质及全 N 含量均增加,果实各器官 N 含量与对照相比均有所提高。

**2.2 果园生草促进果牧型经济发展** 实施果园生草栽培时,通常选择高产、高营养价值且适口性好的牧草品种,刈割后既可覆于树盘,又可作为猪、牛、鸭、鹅等畜禽的饲料。苹果园间种白三叶 3 年后,果品质量提高,牧草产量可达 2 130 kg/(hm<sup>2</sup>·a),可增加经济收入 5 328 元/(hm<sup>2</sup>·a)<sup>[16]</sup>。发展“果—草—牧”立体生态农业,建立物质循环与能量代谢的良性模式,在提高果园经济效益的同时,充分提高果园的土地利用率<sup>[14]</sup>。李会科等<sup>[50]</sup>建议在黄土高原南部苹果区开展“果—草—畜—沼—窖”高效循环模式,在苹果园生草基础上,建沼、养畜、修窖,充分提高果园综合经济和环境效益。果园幼龄期,果树矮小、郁闭度较小,建议在果园养殖鹅、鸭,以弥补果树产业周期长、见效慢的不足,使果园光、热、水和土地资源得到充分利用。

**2.3 果园生草降低劳动力及资金投入** 果园实施生草栽培能很大程度地减少浇水、施肥、防治病虫害、除草等所需的劳动工具及资金投入<sup>[51]</sup>。果园生草栽培后,每年仅需割草 2~3 次,不必年年对土壤耕翻和除草,这一方面节省了用工及资金投入,另一方面也降低了生产成本,同时在果园推行割草机还能有效提高劳动效率。果园生草能促进害虫天敌生长,可很好抑制果园虫害。果园生草后七星瓢虫增多可有效抑制蚜虫、红蜘蛛等的生长与繁殖,达到生物防治的目的。果园生草控制虫害的原因主要包括:①增加天敌数量和多样性,“天敌假说”解释了这一机制<sup>[52]</sup>;②多种作物间作种植可减少害虫对单一植物的取食,提高寄主作物的抗性;③当寄主作物与非寄主作物共同存在时,害虫对寄主作物的寻找会受到阻碍,这在一定程度上可控制害虫发生;④多种作物

间作可以影响果园的小气候和植被状况,降低害虫种群增长。果园生草增加了生物多样性,利于维持果园生态平衡,还能增加害虫的天敌数量和种类,在一定程度上减少农药的经济投入,对于绿色无污染果品的生产和推广有利<sup>[14]</sup>。

### 3 果园生草栽培技术要点

**3.1 果园生草草种选择** 果园生草所选取的草种多为禾本科牧草和豆科牧草,前者生长所需水量较少,常有较强适应性,后者多有根瘤菌,具有培肥地力作用<sup>[1]</sup>。效果较好的草种有三叶草、紫花苜蓿、草木犀、草地早熟禾、苦苣菜、鹅冠草、沙打旺、无芒雀麦、紫穗槐、小冠花、田菁、百脉根等。在开花时刈割,并将其覆盖于地面或进行翻压,在实施生草栽培2~3年后可有效提高果园土壤有机质含量<sup>[14]</sup>。果园幼年与成年期对草种的要求也有所不同,幼年果园对草的高度没有太大要求,可使用产量高的草种,成年果园应选择矮小、耐阴的草种<sup>[1]</sup>。我国地域辽阔,果树分布范围广,生态条件多样化,各果园应因地制宜地选择适宜的生草草种。

**3.2 果园生草方式** 果园生草可分为全园生草、行间生草和株间生草3种生草方式<sup>[14]</sup>。果园幼树期和结果期可依据实际情况实施行间及株间生草,而成龄果园可实施全园生草,实施全园生草的果园通常需具备灌溉条件,且需土层深厚、土壤肥沃,以免果树与草争水争肥<sup>[14]</sup>。生草种植时可直接播种,也可育苗后移栽,或选择性地将高大及串根性的杂草。播种生草通常选择春季和秋季,前者时间为3—4月,后者时间为8—9月。播种之前应浇水或选择雨后播种,按照7.5~15.0 kg/hm<sup>2</sup>的量进行播种。

**3.3 果园生草管理** 实行果园生草覆盖应遵循因地制宜的原则,在年降雨量高于400 mm的地区方可实施;对于地块过于黏重的区域不宜覆盖,以避免因表层过湿而引起伤根或烂根。生草幼苗期应加强管理,良好的管理能最大限度地保证尽快成坪和生草成功,应注意以下几点:①及时拔除或使用除草剂对杂草进行清除;②干旱时应及时灌水补墒;③适时采用0.2%~0.3%的尿素进行叶面喷施。果园生草成坪后应及时刈割并覆于树盘或者喂食畜禽。晚秋刈割时应保留一定高度,使草被在冬季覆盖地面,以便达到保温的效果。

果园实施生草栽培前期,果树及草都需增加肥料用量,相比于清耕果园,早春时可增加肥料用量30%,生长时期还应对果树追肥数次以补充营养。为避免生草老化,在生草5年后,应浅根翻压,休闲1~2年后重新播种。果园实施生草后应对草刈割和浇水,尤其在果树的需水临界期应特别注意,此外,为避免漫灌,应进行滴灌或微喷灌。

### 4 果园生草存在问题及建议

果园生草栽培符合生态农业理念,利于果园的可持续发展。果园生草拥有良好的生态效应,如改善土壤结构、增加土壤养分、调控土壤酸碱度、增加土壤微生物及酶活性、调控果园温度、生物防治病虫害等;还拥有良好的经济效应,在提高果实数量及品质的同时,还能减少劳动力和资金的投入。

我国果树面积和产量位居世界首位,关于生草栽培的研究已取得了一定进展,但多处于小面积试验及应用阶段。我

国果园栽培方式与现代化果业生产仍存在较大差距,实施生草的果园面积不足10%。针对我国果园生草现状,建议从以下5个方面对果园生草加强研究:①因地制宜,选择适宜的生草品种及方式,以增加土壤有机质、土壤养分及土壤碳汇,改良土壤酸化及盐渍化,降低土壤含盐量,改善我国果园土壤目前面临的贫瘠化、盐渍化、酸化问题;②强化水肥管理,克服草和果树争肥争水的矛盾,依据果树发育及土壤营养实际状况,适时增加水肥,满足果树生长需要;③深化果园生草对土壤微生物及土壤酶活性的影响研究,在利用平板培养法的同时,应加强生草对土壤微生物功能多样性、遗传多样性等的影响研究,还应加强植物群落组成、根系化感作用等对微生物和酶活性的影响研究;④倡导精耕细作,并引入物理化学方法预防病虫害;⑤创造条件,充分发挥“果-草-牧”及“果-草-畜-沼-窖”等良性复合体系的优势,使果园综合效益达到最大化。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 毛永亚,杨国顺,石雪晖,等.果园生草栽培研究进展[J].湖南农业科学,2013(5):108-110.
- [3] 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(自然科学版),1999,30(2):186-192.
- [4] 中国农业科学院郑州果树研究所.果园绿肥及其栽培利用技术[M].沈阳:辽宁科学技术出版社,1983:25-30.
- [5] 惠竹梅,张振文,李华.葡萄园生草制的研究进展[J].陕西农业科学,2003(1):22-25.
- [6] 李发林,郑域茹,郑涛,等.果园生草栽培水土保持效应研究进展[J].中国农学通报,2013,29(34):34-39.
- [7] 张洋,倪九派,谢德体.果园覆盖土壤生态效应研究进展[J].农业工程,2013,3(6):1-6.
- [8] 郝淑英,刘焯蝶,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] 赵建民,赵峰.旱地苹果园土壤管理制度的探讨[J].果树科学,1995,12(1):32-34.
- [10] 王齐瑞,谭晓凤.果园生草栽培生理、生态效应研究进展[J].中南林学院学报,2005,25(4):120-126.
- [11] 邓玉林,陈治谏,刘绍权,等.果牧结合生态农业模式的综合效益试验研究[J].水土保持学报,2003,17(2):24-27.
- [12] 王庆江,程福厚,赵志军.生草和覆盖对梨园土壤水分和结构的影响[J].中国农学通报,2010,26(9):259-262.
- [13] 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.
- [14] 张英臣,牟慧慧,刘万达.果园生草效应及栽培技术[J].黑龙江农业科学,2007(6):60-61.
- [15] HAYNES R J, GOH K M. Some effects of orchard soil management on sward composition, levels of available nutrients in the soil, and leaf nutrient content of mature 'Golden Delicious' apple trees [J]. Scientia horticulturae, 1980, 13(1): 15-25.
- [16] 齐鑫山,丁卫建,王仁卿,等.果园间种白三叶草对土壤生态及果树生产的影响[J].农村生态环境,2005,21(2):13-17.
- [17] 惠竹梅,李华,龙妍,等.葡萄园行间生草体系中土壤微生物数量的变化及其与土壤养分的关系[J].园艺学报,2010,37(9):1395-1402.
- [18] 王义祥,王峰,翁伯琦,等.果园生草模式土壤固碳潜力:以福建省为例[J].亚热带农业研究,2010,6(3):189-192.
- [19] 惠竹梅,李华,刘延琳,等.果园生草对土壤性状的作用研究进展[J].中国农学通报,2005,21(5):284-287.
- [20] 杨朝选, SADOWSKI A, JADCZUK E. 增施氮肥和地面管理对酸樱桃园土壤营养状况的影响[J].果树科学,2000,17(1):27-30.
- [21] 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木生长的影响[J].福建农业大学学报(自然版),1996,25(4):429-432.
- [22] 李华,惠竹梅,张振文,等.行间生草对葡萄园土壤肥力和葡萄叶片养分的影响[J].农业工程学报,2004,20(Z1):116-119.
- [23] 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, 14(3): 249 - 254.
- [24] 李余庆, 徐延汉. 丘陵红壤柑桔园植草效果初探[J]. 中国柑桔, 1989, 18(3): 29.
- [25] 孙波, 赵其国, 张桃林, 等. 土壤质量与持续环境: III. 土壤质量评价的生物学指标[J]. 土壤, 1997, 29(5): 225 - 234.
- [26] 焦蕊, 赵同生, 贺丽敏, 等. 自然生草和有机物覆盖对苹果园土壤微生物和有机质含量的影响[J]. 河北农业科学, 2009, 12(12): 29 - 30, 48.
- [27] 温晓霞, 殷瑞敬, 高茂盛, 等. 不同覆盖模式下旱作苹果园土壤酶活性和微生物数量时空动态研究[J]. 西北农业学报, 2012, 20(11): 82 - 88.
- [28] WHITELAW - WECKERT M A, RAHMAN L, HUTTON R, et al. Permanent swards increase soil microbial counts in two Australian vineyards [J]. Applied soil ecology, 2007, 36(2/3): 224 - 232.
- [29] 岳泰新, 惠竹梅, 孙莹, 等. 行间生草对葡萄酒土壤微生物学特征的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2009, 37(9): 100 - 104.
- [30] 孙霞, 陈新燕, 柴仲平, 等. 不同土壤管理措施下南疆果园土壤微生物及酶活性特征[J]. 草业科学, 2012, 29(7): 1023 - 1027.
- [31] 张信娣, 曹慧, 徐冬青, 等. 光合细菌和有机肥对土壤主要微生物类群和土壤酶活性的影响[J]. 土壤, 2008, 40(3): 443 - 447.
- [32] 林桂志, 丁光敏, 许木土, 等. 幼龄荔枝园种植百喜草改良土壤效果的研究[J]. 亚热带水土保持, 2006, 18(4): 4 - 8.
- [33] 徐凌飞, 韩清芳, 吴中营, 等. 清耕和生草梨园土壤酶活性的空间变化[J]. 中国农业科学, 2010, 43(23): 4977 - 4982.
- [34] 陈华玲, 彭火辉, 管帮富, 等. 桑园生草栽培模式探讨[J]. 江苏蚕业, 2001, 23(2): 52 - 54.
- [35] 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, 13(2): 161 - 163.
- [36] 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.
- [37] 黄炎和, 杨学震, 沈林洪, 等. 侵蚀劣地果园套种绿肥对地温和气温的影响[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 222 - 225.
- [38] 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(初报)[J]. 落叶果树, 2004, 36(6): 31 - 32.
- [39] 袁锦. 桔园套种藿香蓟综合效应研究[J]. 湖北农业科学, 1988(3): 33 - 35.
- [40] 陈川, 唐周怀, 石晓红, 等. 生草苹果园主要害虫和天敌的生态位研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(3): 78 - 82.
- [41] 孔建, 王海燕, 赵白鸽, 等. 苹果园主要害虫生态调控体系的研究[J]. 生态学报, 2001, 21(5): 789 - 794.
- [42] WYSS E. The effects of artificial weed strips on diversity and abundance of the arthropod fauna in a Swiss experimental apple orchard [J]. Agriculture, ecosystems and environment, 1996, 60(1): 47 - 59.
- [43] MAIGRE D. Influence of grassing down and nitrogen fertilizer on the quality of Chasselas wines [J]. Progres agricole et viticole, 1996, 114(11): 255 - 258.
- [44] HIPPS N A, SAMUELSON T J. Effects of long-term herbicide use, irrigation and nitrogen fertiliser on soil fertility in an apple orchard [J]. Journal of the science of food and agriculture, 1991, 55(3): 377 - 387.
- [45] 樊巍, 孔令省, 阴三军, 等. 干旱丘陵地区苹果-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, 2005, 38(4): 423 - 426.
- [46] 和润喜, 邵扶民, 石卓功. 生草覆盖对苹果产量及果实品质的影响[J]. 河南农业科学, 2008(5): 100 - 103.
- [47] 邓丰产, 安贵阳, 郁俊霞, 等. 渭北旱塬苹果园的生草效应[J]. 果树学报, 2003, 20(6): 506 - 508.
- [48] 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.
- [49] 高喜荣. 生草栽培对苹果园土壤及树体养分的影响[J]. 河南农业科学, 2005, 34(7): 75 - 77.
- [50] 李会科, 赵政阳, 张广军. 果园生草的理论与实践: 以黄土高原南部苹果园生草实践为例[J]. 草业科学, 2005, 22(8): 32 - 37.
- [51] 刘万达. 果园发展的新趋势——果园生草[J]. 中国林副特产, 2009(5): 52 - 53.
- [52] ROOT R B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*) [J]. Ecological monographs, 1973, 43(1): 95 - 124.

(上接第 62 页)

也是作物生长发育不可缺少的元素, 应适当补充。⑤高磷、高钾地块适当减少磷、钾肥的施用量。⑥精耕细作、定期轮作倒茬或休闲, 如瓜类与茄果类轮作, 与豆科作物轮作等。

**4.2 满足市场要求多元化发展** 随着城乡家庭结构小型化, 饮料业的发展和其他瓜果的增多, 造成大型瓜市场不景气, 小型瓜需求量上升, 随着生活水平的提高, 采摘业也逐渐兴起。而济南市西甜瓜产业种植模式、品种单一, 难以实现周年供应, 也难以满足市场需求。因此, 瓜农要适时调整种植小型瓜, 观光采摘与高效生产相结合, 实现周年供应, 提高综合效益。

## 5 展望

设施西甜瓜是西甜瓜生产现代化的重要标志, 发展设施西甜瓜产业符合济南发展高效农业的方向。济南市作为省会城市, 人流量大, 经济发达, 消费水平高, 西甜瓜发展还有很大空间与潜力。总体来看, 发展设施栽培技术, 进行立体栽培和安全无公害化生产是西甜瓜发展的趋势。今后在西甜瓜生产和销售中应提高品牌意识, 形成与强化“优势产区

+ 优势品种 + 优势品牌”的格局<sup>[9]</sup>。因此, 西甜瓜产业发展应抓住机遇, 以市场为导向发展, 以质量效益为目标, 稳定效益, 优化布局, 实现提质增效转型发展, 为农业、农民做出更大贡献。

## 参考文献

- [1] 焦自高, 王崇启, 董玉梅, 等. 山东省西甜瓜生产现状及新技术应用[J]. 中国蔬菜, 2015(9): 4 - 8.
- [2] 柴颖颖. 西甜瓜产业成济南蔬菜第一大产业[N]. 济南时报, 2015 - 08 - 18(B07).
- [3] 杨静, 徐德利, 鲍继友, 等. 连云港市设施西甜瓜连作障碍现状调查及对策分析[J]. 上海蔬菜, 2012(6): 69 - 71.
- [4] 谢志南, 庄伊美, 王仁玕, 等. 福建亚热带果园土壤 pH 值与有效态养分含量的相关性[J]. 园艺学报, 1997, 24(3): 209 - 214.
- [5] 王学军, 邓宝山, 张泽浦. 北京东郊污灌区表层土壤微量元素的小尺度空间结构特征[J]. 环境科学学报, 1997, 17(4): 412 - 416.
- [6] 陈恩凤, 关连珠, 汪景宽, 等. 土壤特征微团簇体的组成比例与肥力评价[J]. 土壤学报, 2001, 38(1): 49 - 53.
- [7] BRONICK C J, Lal R. Soil structure and management: A review [J]. Geoderma, 2005, 124: 3 - 22.
- [8] 张端喜, 范学臻. 草莓连作障碍发生原因及克服技术[J]. 现代农业科技, 2012(23): 126 - 129.
- [9] 赵鑫, 苏武峰, 丁建国, 等. 2012 年国内外西甜瓜栽培技术研究状况及产业发展趋势[J]. 农业科技通讯, 2013(7): 262 - 263.