



同晓蕾,豆攀,张伯虎,等.旱地果园生草栽培技术研究进展[J].黑龙江农业科学,2021(2):127-131.

# 旱地果园生草栽培技术研究进展

同晓蕾,豆攀,张伯虎,问亚军,闫苗苗

(渭南市农业科学研究所,陕西渭南714000)

**摘要:**为改善果园环境,提高果品品质和产量,本文详细介绍了国内外果园生草栽培现状,总结了在干旱地区实行果园生草栽培技术对果园土壤、果实品质及果园环境的影响,分析了当前我国旱地果园草种选择、生草模式及生草后管理等,并提出了相应的建议。

**关键词:**旱地;果园;生草栽培

我国是世界农业生产大国,也是水果生产大国,自1993年以来水果产量稳居世界第一<sup>[1]</sup>。截至2018年,我国果园总面积达1 187万hm<sup>2</sup>,水果总产量实现25 688.35万t,果业是我国当前农业种植结构中的重要支柱产业,其效益在种植业中排到了第三位<sup>[2]</sup>,在我国农业经济发展中具有重要作用。在我国,干旱、半干旱地区总面积约占全国总面积的一半,主要包含华北、西北、内蒙古以及青藏高原上的绝大部分地区<sup>[3]</sup>。这些地区光照充足,昼夜温差大,湿度小,病虫害少,果品色香俱佳,是优质果品的生产基地,干旱少雨与水分利用率低成为制约旱地地区果业发展的主要障碍<sup>[4-5]</sup>。再加上我国果园主要以清耕为主,造成水土流失、土壤肥力退化、果实产量和品质下降。而果园生草能够提高土壤有机质含量、增加肥力、改

善土壤结构,减少水分流失,改善果园小气候,提高果实品质。因此,在我国旱地“雨养”果园实行果园生草栽培技术,对促进我国果业可持续发展和解决干旱少雨等问题具有重要意义。本文通过对当前国内外果园生草现状、作用、技术进行分析,找出了我国旱地果园生草普遍存在的问题,并提出建议,为我国干旱半干旱地区实行果园生草技术提供见解。

## 1 国内外果园生草栽培现状

果园生草栽培,指在果树行间或全园种植草本植物的一种果园管理方法或制度,也叫果园生草覆盖<sup>[6]</sup>。19世纪末,美国最早应用果园生草栽培技术,20世纪40年代这项技术才被广泛推广<sup>[7]</sup>。目前,欧美及日本、西班牙等一些发达国家已将果园生草栽培技术作为果园保水增肥、改善果品质量、提高经济效益的一项成熟技术<sup>[8]</sup>,其中,日本苹果产区果园几乎都采用生草栽培技术,意大利80%的果园采用生草栽培技术进行管理,而美国多数果园选择的是行间生草模式,果园生

收稿日期:2020-10-21

基金项目:陕西省农业科技创新转化项目。

第一作者:同晓蕾(1991—),女,硕士,农艺师,从事果树生理生态研究。E-mail:xiaoleitong322@163.com。

# Research Progress of Autotoxicity in Continuous Cropping Obstacle of Peach

DONG Xiao-min, GAO Xiao-lan, LIU Wei, LI Gui-xiang, LI Miao, ZHANG An-ning

(Shandong Institute of Pomology, Taian 271000, China)

**Abstract:** With the continuous increase of peach planting area and the renewal of old varieties, the continuous cropping obstacle problem of peach garden is increasingly apparent. The development of peach industry is seriously restricted by the problems of weak tree growth, low yield and fruit quality, serious diseases and insect pests caused by continuous cropping. In order to further alleviate the continuous cropping obstacle of peach, this paper discussed the problem of autotoxicity in continuous cropping obstacle of peach, and summarized the causes, harm, action mechanism of autotoxic substances and the countermeasures of continuous cropping obstacle in peach orchard.

**Keywords:** peach; continuous cropping obstacles; autotoxicity

草栽培被认为是美国果业发展中的五大最重要的成果之一。目前,我国对果园生草栽培技术已进行一定推广,但实践中多以清耕果园为主,尤其在旱地果园更为明显。

20世纪80年代我国才开始借鉴国外先进经验开展果园生草技术研究。到1998年,农业部中国绿色食品发展中心提出将果园生草作为绿色果品生产技术体系在全国推广<sup>[9-11]</sup>,最先在福建、广东、山东等果园推广应用。近年来,国内针对陕西渭北旱塬和黄土高原洛川地区、甘肃陇东旱塬、山西石灰岩旱地、新疆南部干旱地区等区域的果园生草开展了大量的试验研究。已有文献报道旱地果园生草栽培对果园土肥水管理、果树光合特性、果园病虫害及天敌消长、果园生态环境等方面的影响及作用,表明旱地果园连续多年实行生草栽培可以有效增加土壤有机质,保护水土、培肥地力、改善果园生态环境、增强果树抗病虫害及抗逆性,减少化肥施用和农药投入,达到提高果园产量和改善果品质量的目的<sup>[2,12]</sup>。

## 2 果园生草的作用

### 2.1 改善土壤条件

土壤结构良好、孔性适宜是果树优质高产的基础<sup>[12]</sup>。当前,我国干旱半干旱地区果园普遍存在土壤干旱、土壤有机质含量偏低等问题,且旱地果园缺乏灌溉条件,严重阻碍果业产业发展。实行果园生草栽培可有效降低土壤水分蒸发和流失,提升土壤保水能力、土壤微生物活性等,且枯萎后枯叶等残体降解转化可增加土壤有机质和土壤养分含量,优化土壤物理性状,从而促进果树生长、发育,提高果园产量和果品品质。近年来,果园生草对果园土壤影响的报道不断增多,在苹果园<sup>[13]</sup>、龙眼园<sup>[14]</sup>、桔园<sup>[15]</sup>、葡萄园<sup>[16]</sup>等果园生草试验研究均表明,生草栽培可有效提高果园土壤表土层有机质含量,且随土层加深土壤有机质增加量降低。李会科<sup>[2]</sup>通过对渭北地区生草苹果园的土壤性状进行测定得出,旱地苹果园种植白三叶及黑麦草能增加0~60 cm土层土壤有机质含量、土层速效N、P、K含量,提高微生物优势种群细菌、放线菌、真菌等的数量,增强土壤酶活性,提高0~40 cm土层饱和持水量;白昌军等<sup>[17]</sup>在干旱半干旱红土芒果园间作柱花草3年后测定土层速效P含量提高;兰彦平等<sup>[18]</sup>发现在石灰岩山区苹果园实行生草栽培能够提高土壤全N含量;郝淑英等<sup>[19]</sup>对黄土高原地区苹果园生草栽培

4年研究以及罗天琼等<sup>[20]</sup>在梨园种植几种冬青饲草均表明生草可提高土壤毛管孔隙度、降低果园土壤容重、促进形成土壤团粒结构改善土壤结构。

### 2.2 提高果实品质

果园生草技术通过改善土壤物理结构、提升土壤保水能力、增加土壤有机质等改善果园土壤环境,提高树体营养成分,改善果园温湿度,降低果实病害发生率,达到改善果实品质、提高产量的目的。国内研究表明,旱地果园实行生草制易引起水分竞争问题,特别是全园实行生草栽培明显降低果树长势,这在多种果树田间试验已证实<sup>[21]</sup>,而行间生草、行内清耕覆盖可以促进树体生长发育,缓解果树与草竞争水分的矛盾。樊巍等<sup>[22]</sup>通过6年在太行山低山丘陵区研究苹果-沙打旺复合系统对苹果树体影响的试验结果表明,生草对苹果叶重、光合速率、单株产量、品质及土壤养分含量都有提升。牛俊玲等<sup>[23]</sup>、郝淑英等<sup>[24]</sup>通过苹果园生草试验也证实生草可以提高果树光合速率。李会科<sup>[2]</sup>对渭北地区12年生苹果树生草区和清耕区的研究发现,生草区苹果有效根及密度均好于清耕区,且生草对一年生枝成花率均有促进作用。邓丰产等<sup>[25]</sup>认为苹果园连续种白三叶草6年,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。生草栽培梨园果实可溶性固形物含量升高<sup>[26]</sup>、红富士苹果单果重、产量、一级果率均得到提高<sup>[19]</sup>。在干旱炎热的天气条件下进行果园生草处理,可以有效降低叶片的蒸发速率和土壤水势<sup>[27]</sup>。果园生草栽培的果实皮薄,果实硬度、糖酸比、产量、一级果率均有所增加,此外,果实钙含量提高,落果损伤率降低。

### 2.3 改善果园生态环境

果园生态环境是果树生长发育的重要前提和基础,不同的地面管理方式是决定果园生态环境的重要因素之一。果园生草对果园的生态环境有着良好的调节作用,实行果园生草管理技术可形成“土壤—草—大气”的果草复合生态系统。果园生草试验表明<sup>[28-29]</sup>,生草栽培具有调节果园温度、增加土壤湿度、改善空气相对湿度、增加生物多样性、降低病虫害等作用,从而达到抗旱保墒、增强果树抗逆能力。自然生草可以降低富士苹果园温度的极端数值,改善果园气候条件,降低夏季高温和冬季低温对果树和果实的伤害<sup>[30]</sup>,在冬季低温时,生草可提高果园气温,在夏季高温时,可

降低果园气温<sup>[31]</sup>,还有研究表明生草对调节果园局部小气候作用也十分明显<sup>[32]</sup>,在渭北旱地苹果园行间种草具有增湿、缓冲土温剧变、降低地表风速等作用。果园生草对于生产安全的绿色果品也具有积极的作用,王大平<sup>[33]</sup>、刘锦兰等<sup>[34]</sup>对苹果园生草栽培调查表明,生草比清耕果园虫口密度降低,益害比提高。陈川等<sup>[35]</sup>对生草苹果园主要害虫和天敌的生态位研究表明,生草果园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。

### 3 旱地果园生草技术

#### 3.1 草种选择

果园生草草种一般可分为一年生、两年生和多年生,不同生态区的果园应根据生态适应性来选择草种。目前,国内外已发现草种达 5 000 多种,主要为禾本科和豆科两大类,其中用于果园生草的草种达 1 000 多种<sup>[2]</sup>。我国果园生草草种一般选用适应性强、保水好,利于培肥土壤,对果树根系无不良影响,与树体水肥竞争小,对果树郁闭程度低且不易感染病虫害,能吸引或适于果树害虫天敌寄宿,耐荫、耐践踏,有一定产草量且覆盖率高的草种<sup>[36-37]</sup>。我国研究较多的草种有:禾本科的早熟禾、结缕草、燕麦草、百喜草、多年生黑麦草、高羊茅和鸭茅草,豆科的白三叶、紫花苜蓿、田菁、百脉根、二年生草木樨和亚那柱花草<sup>[38-40]</sup>。具有抗旱性的果园生草常用草种主要有结缕草、百喜草、紫花苜蓿、白三叶、田菁、二年生草木樨、亚那柱花草、百脉根和扁茎黄芩等。

目前,国内关于旱地果园草种选择的研究较少,尤其是对适生草种选择的研究更少,李国怀等<sup>[36]</sup>早在 1998 年提出北方地区果园冬季气温低、降水少,土壤盐碱化程度高,应选用耐寒、抗旱、耐盐碱的草种,如苜蓿、草木樨、结缕草等,南方地区特别是红黄壤果园,土壤瘠薄酸性,春夏雨水多土壤流失严重,夏秋高温连旱,则应选用耐瘠薄、耐高温、耐干旱,并且适应酸性土壤的草种进行种植,如百喜草、恋风草和黑麦草等。董慧<sup>[41]</sup>通过对山西晋中太谷、临汾翼城、运城临猗等地调查认为,幼龄果园可选择紫花苜蓿、红三叶等抗旱性强的草种,成龄果园适宜选择白三叶、鸭茅等耐阴湿的草种,旱地果园可选用比较抗旱的百脉根和扁茎黄芩。邓丰产等<sup>[42-46]</sup>研究认为,黄土高原旱地果园应选择根系浅、耗水量较少的豆科牧草,

而白三叶草是渭北旱塬、陇东地区等旱地果园理想甚至是首选的草种。刘双安等<sup>[47]</sup>通过对陕北洛川苹果产区 600 hm<sup>2</sup>果园人工生草项目研究认为,陕北苹果园人工生草可选择白三叶草、百脉根等豆科牧草或油菜大豆轮作,深根性禾本科不宜作为该产区果园的生草草种。郑秋玲<sup>[48]</sup>通过对渭北黄土高原苹果园 5 种适生草种综合评判后得出,小冠花为渭北黄土高原果园生草复合系统中最优品种,张改运等<sup>[49]</sup>建议旱地果园应选用百脉根、扁茎黄芩、黑麦草、鼠茅草等抗旱性强的小叶草种。

#### 3.2 生草模式

果园生草方法主要分为自然生草和人工种草,自然生草是指通过利用果园的自然杂草进行去恶留良、自然竞争选留栽培,人工种草指通过草种撒播或条播种植进行的生草栽培。根据不同地区、不同果园管理需求,生草又可分为全园生草、行间生草、树盘生草等模式<sup>[50]</sup>。全园生草适合土层深厚肥沃、根系分布深的成年果园,行间生草适用于土壤浅薄的幼龄果园。一般来说,我国干旱地区降水较少,水肥供应不足,选择的生草模式不能与果树有肥水竞争、还应具备保墒保水的作用。目前,生草模式根据不同地区、不同果园类型以及土壤条件选择不同,应因地制宜建立适宜的生草模式。张立新等<sup>[51]</sup>探索出了渭北旱塬果树行间生草与树盘秸秆覆盖相结合土壤水分管理模式,研究认为,在干旱时期采用秸秆覆盖最好,在多雨时节采取行间种植白三叶草较好。张超博等<sup>[52]</sup>研究表明伏早期柑橘园实行全园自然生草和铲草覆盖均可保持较高的土壤含水量,而铲草覆盖模式最有利于柑橘生长。李广文等<sup>[53]</sup>探索总结出果园生草“冷季型草+秋播”模式可以解决果实膨大期与果树肥水竞争的现象,并认为在延安推广的“豆类轮茬作为回填绿肥”生草模式更适应渭北北部干旱少雨果区。渭北黄土高原南部旱作果园生草模式应选择“果树行间生草+清耕带覆盖”的二元生草覆盖模式<sup>[54]</sup>。张立新<sup>[55]</sup>提出旱地果园各种年型下“果树行间生草+树盘秸秆(食用菌菌渣)覆盖”的水分管理新模式。近年来,果园生草已由单一的种草养地向生草与畜牧养殖结合的方式发展,果-草-畜生产模式<sup>[56]</sup>、牧沼果草生态果园模式<sup>[57]</sup>等都已取得有一定推广价值的经验。

#### 3.3 生草管理

目前,关于旱地果园生草后草的管理专项研究还较少,在管理上主要注意 3 个关键,杂草控

制、水肥管理和科学刈割。果园生草普遍存在滋生杂草的问题,因此,在生草管理时要选择抗杂草力强的草种,幼苗期进行及时清除,以保持培育草种群落优势。

水肥竞争是旱地果园生草栽培模式的主要矛盾,应选择浅根性的草种,且与树干保持 0.5 m 的距离,在果树水肥需求大时及时刈割或施肥灌水来缓解。姚青等<sup>[58]</sup>研究根箱中生草栽培体系刈割对果树生长和养分竞争的影响和机制,结果表明刈割可显著降低柱花草对磷的竞争,促进柑橘生长。卢海蛟等<sup>[59]</sup>研究不同施肥模式对渭北旱塬生草覆盖条件下果园影响表明,在生草覆盖模式下,同时配合施用肥料是旱地苹果园发展的一种有效模式。另外,生草后应适时刈割,通过改变草的高度、弱化草体生长,从而降低养分竞争<sup>[60]</sup>。

## 4 我国旱地果园生草的主要问题

### 4.1 果树与草争夺水分和养分的问题

黄土高原等干旱地区果园大多为“雨养”农业区,水分交换以“土地-植物-大气”为主,自然降水少,果园地面蒸发大于降水补给,加上果树自身蒸腾作用,造成果园水分供需矛盾突出<sup>[61]</sup>。在旱地果园实行生草制,草与果树水分竞争矛盾突出,尤其在干旱季节或干旱年份竞争加剧。当前,国内针对旱区果园生草栽培技术缺乏系统研究,旱地优质果区生草模式还需进一步优化。

### 4.2 对生草后的管理措施不够

果园生草栽培技术作为果园管理的新技术,多数果农对生草管理一知半解,在生草后,不重视后期管理,造成苗期缺苗或挤苗、成苗后不能及时刈割、后期缺乏水肥管理,影响果园整体效益。尤其在干旱地区,土壤含水量、肥力有限,草与果树水肥竞争矛盾突出,果农不能充分利用自然降水、及时补肥喷肥,或用杂草、秸秆对果园土壤进行覆盖。因此,急需出台旱地果园生草后管理办法并普及到果农,促进果园生草栽培技术进一步推广应用。

综上所述,旱地果园干旱少雨,土壤普遍有机质含量低,果园生草能够充分利用土地和光能,提高土壤保水能力,促进树体生长发育,改善果园小环境,提高果品品质和产量,且其枯叶、残枝腐败后可增加土壤有机质,增加土壤养分。在发展果园人工种草时要因地制宜,不能盲目进行,首先应以一定的原则选择合适的草种进行栽种和培植,

在草出苗后也应做好后续的管理工作,同时,也要解决好旱地果园生草后的水肥竞争矛盾。

## 参考文献:

- [1] 伍小梅,廖进中. 中国水果业国际竞争力及制约因素分析[J]. 中国果业信息,2006,27(5):1-5.
- [2] 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.
- [3] 吕妍,王让会,蔡子颖. 我国干旱半干旱地区气候变化及其影响[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(11):65-71.
- [4] 吴普特,高建恩. 基于水分胁迫系数的枣树园土壤含水率估算[J]. 中国水土保持科学,2008,6(1):107-111.
- [5] 张继澍. 植物生理学[M]. 西安:世界图书出版社,1999.
- [6] 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.
- [7] 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):38-38,43.
- [8] 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.
- [9] 刘传和,陈杰忠. 我国果园生草栽培研究概况[J]. 亚热带植物科学,2005,34(2):76-80.
- [10] 孟林,杨富裕. 果园生草及草地利用[M]. 北京:中国农业出版社,2016.
- [11] 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):38-43.
- [12] 马国辉,曾明,等. 果园生草制研究进展[J]. 中国农学通报,2005,21(7):273-277.
- [13] 田明英,徐淑桂,刘倩. 果园生草技术研究[J]. 中国果菜,2001(1):20.
- [14] 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.
- [15] 黄毅武,应朝阳,郑仲登,等. 生态牧草筛选及其在生态果园应用的研究[J]. 中国生态农业学报,2001,9(3):48-51.
- [16] 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.
- [17] 白昌军,刘国道,何华玄. 海南半干旱地区芒果间作柱花草及作物效益初探[J]. 草地学报,2003,11(3):350-357.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 罗天琼,龙忠富,莫本田,等. 梨园秋冬季种草及利用试验[J]. 草业科学,2001,18(5):11-15.
- [21] 邓丰产. 果园生草的生态效应及在果树上的应用[J]. 北方园艺,2009(1):133-136.
- [22] 樊巍,阴三军,田子涛. 干旱丘陵区果草复合经营综合效应的研究[J]. 河南科学,2004,22(6):802-804.
- [23] 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,2000,20(4):353-355.
- [24] 郝淑英,谢晓红,杨红玲,等. 苹果园生草试验[J]. 中国果树,2005(4):15-16.
- [25] 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.

- [26] 巩传银,刘道才,田梅,等.沙地梨园生草模式及效应试验[J].河北果树,2002(5):10-11.
- [27] 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.
- [28] 惠竹梅,李华,张振文.行间生草对葡萄园微气候和葡萄酒品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(10):33-37.
- [29] 毛培春,孟林,张国芳,等.白三叶对桃园小气候和桃品质的影响[J].草地学报,2006,14(4):360-364.
- [30] 龙妍,惠竹梅,程建梅,等.生草葡萄园土壤微生物分布及土壤酶活性研究[J].西北农林科技大学学报,2007,35(6):99-103.
- [31] 刘殊,廖镜思,陈清西,等.自然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.
- [32] 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.
- [33] 王大平.苹果园植被多样化在果树害虫持续治理中的作用[J].西南师范大学学报,2001,26(3):333-336.
- [34] 刘锦兰,刘社.生草对苹果园环境和苹果产量品质的影响[J].中国果树,2004(5):12-15.
- [35] 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.
- [36] 李国怀,章文才.果园生草栽培草种选择探讨[J].中国南方果树,1998,27(1):47-48.
- [37] 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.
- [38] 张义,谢永生,郝明德,等.地表覆盖及生理生态因子对苹果树光合特性的影响[J].水土保持通报,2010,30(1):125-130.
- [39] 李会科,赵正阳,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.
- [40] 惠竹梅,李华,周攀.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.
- [41] 董慧.山西果园可利用草种的筛选及其特性研究[D].太谷:山西农业大学,2016.
- [42] 邓丰产,安贵阳,郁俊谊,等.渭北早塬苹果园的生草效应[J].果树学报,2003(6):506-508.
- [43] 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.
- [44] 贾麟.白三叶在庆阳市苹果园生态系统中的重要作用[J].草业科学,2005,22(10):82-84.
- [45] 朱鹏岗.黄土高原沟壑区山地果园生草覆盖试验[J].北京农业,2013(30):78.
- [46] 樊林志.苹果园种植三叶草对苹果产量和品质的影响[J].甘肃农业科技,2009(6):20-21.
- [47] 刘双安,霍百全,赵会芳,等.陕北洛川苹果园人工生草技术实践[J].西北园艺,2019(8):8-9.
- [48] 郑秋玲.渭北苹果园生草栽培中生草草种的初步选择[D].杨凌:西北农林科技大学,2009.
- [49] 张改运,宋燕.旱地果园种草要注意的几个问题[J].西北园艺(果树),2019(4):11.
- [50] 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.
- [51] 张立新,赵志勋.渭北旱原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(1):26-32.
- [52] 张超博,李有芳,李思静,等.土壤管理方式对伏旱期柑橘生长及土壤温度和水分的影 响[J].华南农业大学学报,2019(3):1-8.
- [53] 李广文,王周玉,李红英,等.“冷季型草+秋播”生草模式总结[J].烟台果树,2019(1):30-31.
- [54] 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.
- [55] 张立新.渭北旱原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.
- [56] 张文,朱元姊,李光晨.实施高效的果园土壤管理方法——果园生草法[J].农业新技术,2003(4):7-8.
- [57] 邹养军,邱凌,聂俊峰.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.
- [58] 姚青,朱红惠,陈杰忠,等.果园柱花草别割处理对其与柑橘养分竞争的影响[J].园艺学报,2004,31(1):11-15.
- [59] 卢海蛟,翟丙年,刘玲玲,等.生草覆盖条件下不同施肥模式对红富士苹果生长发育、产量及品质的影响[J].北方园艺,2012(10):5-8.
- [60] 宋月鹏,张韬,樊桂菊,等.国内外果园生草技术及其刈割机械的研究进展[J].中国农机化学报,2017,38(5):111-117.
- [61] 王延平,韩明玉,张林森,等.陕西黄土高原苹果园土壤水分分异特征[J].林业科学,2013,49(7):16-25.

## Research Progress of Sod-culture Techniques in Dryland Orchard

TONG Xiao-lei, DOU Pan, ZHANG Bo-hu, WEN Ya-jun, YAN Miao-miao

(Weinan Academy of Agricultural Sciences, Weinan 714000, China)

**Abstract:** In order to improve the orchard environment, increase the fruit quality and yield, this paper introduced the current situation of sod-culture in orchards at home and abroad, summarized the effects of sod-culture techniques on orchard soil, fruit quality and orchard environment in arid areas, analyzed the grass seed selection, sod-culture mode and management after grass growing in dryland orchards, and put forward corresponding suggestions.

**Keywords:** dryland; orchard; sod-culture