

果园生草对土壤环境及果实品质 相关因素研究进展

王 依^{1,2}, 陈 成³, 雷玉山^{1,2,4}, 徐 明^{1,2}

(1. 陕西省农村科技开发中心, 陕西 西安 710054; 2. 陕西省猕猴桃工程技术研究中心, 陕西 西安 710054;
3. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏 句容 212400; 4. 陕西佰瑞猕猴桃研究院有限公司, 陕西 西安 710054)

摘 要: 果园生草是保持果园土壤肥力和改善土壤环境的有效技术, 该研究综述了果园生草对土壤环境及果实品质相关因素的影响, 从土壤理化性质、土壤微生物和果实品质 3 个方面概括了果园生草对土壤环境及果实品质生理生化响应, 并对今后果园生草研究做出了展望, 旨在为果园生草的进一步研究及应用提供参考依据。

关键词: 果园生草; 理化性质; 微生物; 果实品质

中图分类号: S 605⁺.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2017)19-0174-06

中国是世界园艺大国, 果树种植面积和产量均居世界第一^[1], 果业已成为我国农业经济重要支柱之一, 为推动区域经济发展、维护生态环境稳定及农民持续增收做出了重要的贡献。但与发达国家相比, 仍存在诸多问题^[2]。传统果园土壤管理以清耕为主, 清耕制短期效果虽好, 但长期清耕会使土壤结构破坏, 有机质含量减少, 对杂草除草效果差, 影响果树根系的生长^[3]。与传统的管理方式相比, 果园生草技术能增加土壤有机质, 改善果园小气候, 防止或减少水土流失, 改善土壤物理性状, 提高蓄水保墒能力, 改善根际环境, 激活土壤中微生物的活动, 促进矿物质转化, 加快土壤熟化, 抑制杂草生长, 豆科草根上产生的根瘤具有生物固氮作用, 可提高果实品质, 明显增加干物质含

量^[3-5]。近年来, 关于果园生草技术已在苹果^[6]、葡萄^[7]、梨^[8]、猕猴桃^[5,9]等诸多果树上报道, 并取得了相应的成果。该研究主要从果园生草对土壤生理生化性质、微生物及果实品质的影响进行综述, 以期对果园土壤管理和技术研究提供参考依据。

1 果园生草对土壤理化性质的影响

1.1 果园生草对土壤 pH 的影响

不同果树 pH 适宜范围不同, 果园生草可以改良土壤的 pH^[10]。颜晓捷等^[11]对杨梅果园进行大绿豆、天然生草、清耕处理发现, 大绿豆及天然生草较清耕区的土壤 pH 高, 但它们之间无显著性差异。陈清西等^[12]研究认为, 幼龄龙眼园生格拉姆柱花草和宽叶雀稗均能提高土壤 pH, 这对改良南方的酸性土壤很有利。也有相反的报道, 随着生草年限的增加, 土壤的 pH 逐渐降低^[13-14]。GOUDE 等^[15]连续 14 年生草栽培后苹果园土壤酸碱度由 pH 6.3 下降至 pH 4.4。梁博文等^[16]发现在梨园行间和株间自然生草均能显著降低土壤的 pH。以上结果表明, 生草对果园 pH 的影响尚不明确, 仍需要进一步研究。

第一作者简介: 王依(1990-), 女, 硕士, 研究实习员, 研究方向为猕猴桃栽培技术与生理生态。E-mail: 282869904@qq.com.

责任作者: 雷玉山(1963-), 男, 硕士, 研究员, 现主要从事猕猴桃育种等研究工作。E-mail: leiyush@163.com.

基金项目: “十二五”农村领域国家科技计划资助项目(2014BAD16B00); 陕西省科技统筹创新工程计划工程资助项目(2015KTZDNY02-03-01)。

收稿日期: 2017-04-06

1.2 果园生草对土壤有机质的影响

有机质是土壤的重要组成部分,通常作为土壤肥力水平高低的一个重要指标,含有植物生长需要的营养元素,保持土壤中较高的有机质是果树高产稳产的重要条件。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^[17]。随着生草年限增长,土壤有机质逐渐增加,豆科牧草比禾本科牧草提高土壤有机质效果更明显^[18-19]。猕猴桃园经过几年种草,土壤的有机质含量增加了 1.5% 左右^[20]。周民生等^[5]发现果园生草可以提高猕猴桃园土壤有机质含量,白三叶草效果比百喜草、黑麦草和紫花苜蓿好。邓丰产等^[18]研究表明,苹果园生白三叶、紫花苜蓿、高羊茅、黑麦草、小冠花,土壤有机质均有明显增加,其中小冠花增量最多。董志有^[21]报道,当果园有机质含量为 0.9%~1.0% 时,连续生 5 年的毛苕子,可以使猕猴桃园有机质含量增加至 1.6% 以上。齐鑫山等^[22]研究表明,5 个果园种草样地有机质含量平均比对照高出 $10.2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。果园生鸭毛草、扁茎黄芪、百脉根、白三叶均能增加土壤有机质含量,鸭毛草的增量最多,百脉根最少^[23]。以上结果表明,生草年限和所生草种不同,有机质增加量不同。

1.3 果园生草对土壤养分的影响

土壤营养的研究证实,生物体中含有的 90 余种元素,已被确定植物生长发育所必需元素有 16 种: C、H、O、N、P、K、Ca、Mg、S、B、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、Cl。其中 C、H 和 O 主要来自于大气和水,其余元素则主要来自土壤^[24]。研究发现,果园生草能提高土壤碱解 N、速效 K、Fe、Cu 和 Zn^[25-26],从而改善土壤理化性质。GRANGE 等^[27]研究发现,果园生草能够增加土壤中全 N、交换 K、速效 P 的含量。在猕猴桃园中生白三叶、紫花苜蓿、黑麦草、百喜草能够提高土壤全 N、全 P、全 K、碱解 N、速效 P、速效 K 含量,白三叶在增加土壤养分方面显著高于其它草种^[5]。郭昌勋等^[28]在橘园生 5 年白三叶后,土壤中有效 P 和有效 Fe 含量都显著高于清耕。三叶草吸收矿物质营养和微量元素的能力比果树强,猕猴桃园生草一般不易发生缺 Fe 的黄化病、缺 Zn 的小叶病等^[9]。霍颖等^[29]研究表明,多年种植黑麦草有利

于调节土壤碳氮比、促进土壤全 P、速效 N、P、K、有效 Mn、Mg 含量的提高,多年种植白三叶更有利于土壤全 N、全 K 含量、速效 Fe 和 Zn 含量的提高。苹果园生黑麦草和白三叶均能增加土壤中 N、P、K 含量,生草年限增加,增量越大^[30]。

1.4 果园生草对土壤含水量的影响

关于果园生草对土壤水分的影响一直是研究的重点。研究表明:种草区的土壤含水量高于清耕区,随土层加深,水分含量有所下降^[31-33]。猕猴桃园中种植白三叶草,一年四季均可提高土壤含水量^[5]。柑橘园生百喜草、白三叶能够显著提高土壤的含水量,与清耕相比,含水量分别增加了 2.1% 和 1.0%,尤其是以百喜草防旱保墒效果较好^[34]。PALESE 等^[35]指出,生草果园土壤含水量显著增加,能够有效缓解春季和夏季的干旱。惠竹梅等^[36]研究发现,葡萄园行间生草显著降低土壤含水量,不同草由于根系分布深度不同,对不同土层土壤含水量影响的程度不同。郝淑英等^[37]对果园生草覆盖 6 年后的土壤进行研究,发现 0~20 cm 土壤水分增加 1.7%~3.0%,较清耕提高 16.7%~29.4%。猕猴桃园连续生草 5 年以上,土壤水分高于清耕区的 70%^[3,21]。

1.5 果园生草对土壤温度的影响

果园生草起到缓和低温的作用,提高了果园抗性,它能阻止高温期土壤温度迅速上升,减缓低温期土壤热量迅速散失^[10,22,38-40]。董志有^[21]报道,猕猴桃园生草春季能够有效地提高地温,促使猕猴桃根系的生长期提前 15~20 d,夏季能够降低地温从而促进根系迅速的生长。刘晨等^[31]发现,与清耕相比,果园生黑麦草和草木樨对土壤温度的改变程度不同,一年生黑麦草与草木樨种草区地下 5 cm 土层分别降低温度 6.4、5.8℃,15 cm 土层分别降低温度 4.0、3.7℃,土壤温度的改变幅度与草种和土壤深度有关。猕猴桃园土壤温度的变化程度与草种有关,冬季黑麦草对地温提高的最多为 1.0℃,紫花苜蓿最少为 0.6℃;夏季百喜草对地温降低的最多为 2.6℃,紫花苜蓿最少为 1.4℃^[5]。

1.6 果园生草对土壤容重的影响

土壤容重是反映土壤物理性质的重要指标,果园生草可以使土壤容重降低 4.7%~

13.0%^[41]。与清耕相比,库尔勒香梨园生草能够改变土壤的物理性质,草木樨降低土壤容重的效果最好,0~10、10~20、20~30 cm 土层分别降低了 8.85%、6.15%、3.28%,20~30 cm 的降低程度远低于表层^[31]。不同草种对土壤容重的降低程度不同。李会科等^[19]发现,草种的种类不同对土壤物理性质改变程度不同,禾本科牧草和豆科牧草分别对土壤容重降低了 4.87%和 8.15%;0~20 cm 土层作用效果最显著,分别是 11.04%和 13.9%。张兴兴等^[32]发现,在桃园中生草可以降低土壤容重,菊苣降低了 6.95%,紫花苜蓿降低了 9.76%,白三叶降低了 8.87%,紫花苜蓿的作用效果最好。俞立恒^[42]发现,京州园艺场间种白三叶、杂三叶、鸭茅、多年生黑麦草和苜蓿,2年后 0~10、10~20 cm 土层土壤容重均比清耕区土壤容重低。巴德日胡等^[33]发现葡萄园生草可以明显减小土壤容重,野牛草改善效果最好。

2 果园生草对土壤微生物的影响

2.1 果园生草对土壤微生物群落及种类的影响

土壤微生物是使土壤具有生命力的主要成分,与土壤肥力有着密切关系,在土壤形成与发育、物质转化与能量传递等过程中发挥着重要作用,是评价土壤质量的重要指标之一^[43]。果园生草可以增加土壤中细菌、真菌、放线菌以及固氮菌的数量^[44-45]。通过对南疆果园的调查分析可知,土壤中细菌数量最多,其次是放线菌,真菌最少,果园生草可以显著提高土壤微生物数量^[46-47]。惠竹梅等^[45]发现,葡萄园行间生草使固氮菌与纤维素分解菌数量升高幅度最大,其次是细菌,放线菌升高幅度最小。清耕的土壤腐殖质含量低,不利于微生物生长,而自然生草和间种绿肥能够改善土壤中有机质含量,为土壤微生物提供生长条件,从而提高了土壤微生物类群数量^[48]。岳泰新等^[49]报道,行间生白三叶草、紫花苜蓿和高羊茅提高了土壤中细菌、真菌、放线菌的含量。可见果园生草整体上提高了果园微生物数量与活性,并且微生物种群的变化与草的种类及生长状况关系密切^[50]。

2.2 果园生草对土壤微生物生物量的影响

土壤微生物量本身是土壤养分(N、P、S)的储

备库,是植物生长可利用养分的重要来源,可作为指示土壤肥力的重要指标^[51]。张道勇等^[52]发现,苹果园生白三叶草可以显著提高土壤微生物碳和土壤微生物氮。GARCIA 等^[53]研究表明,土壤微生物碳和氮含量的变化不一致,土壤微生物氮含量在 3 月和 6 月下降,而土壤微生物碳含量却增加。与清耕相比,葡萄园行间生草除高羊茅处理在萌芽期土壤微生物碳低于清耕,果实成熟期土壤微生物氮低于清耕,白三叶草和紫花苜蓿在萌芽期、开花期、果实成熟期土壤微生物碳和土壤微生物氮含量均提高,白三叶草和紫花苜蓿作用效果更明显^[49]。

2.3 果园生草对土壤酶的影响

土壤酶是土壤新陈代谢的重要因素,它与微生物细胞一起推动着物质转化。徐凌飞等^[54]发现,生草栽培提高了梨园土壤碱性磷酸酶、蔗糖酶和过氧化氢酶的活性,分别较清耕提高了 22.94%、4.75%和 21.10%。持续多年的自然生草能够提高梨园土壤表层脲酶、碱性磷酸酶、蔗糖酶、蛋白酶及过氧化氢酶活性^[55]。种植百喜草后的幼龄荔枝园中,土壤过氧化物酶、蛋白酶、转化酶、脲酶活性均明显增加^[56]。不同类型的草对过氧化氢酶、纤维素酶、蔗糖酶、尿酶提高程度不一,百脉根的作用效果最好,其次是白三叶和鸡脚草,小冠花最差,随着土层深度的增加,苹果园土壤酶活性逐渐降低^[57];葡萄园行间生白三叶、高羊茅、紫花苜蓿均能提高土壤中蔗糖酶、过氧化氢酶、纤维素酶、脲酶、磷酸酶、淀粉酶活性,其中紫花苜蓿的效果最好^[58]。孙计平等^[59]发现,在梨园中生黑麦草,随着生草年限的增加表层土中脲酶、过氧化氢酶活性均显著高于对照。

3 果园生草对果实品质的影响

品质是果实的重要经济指标,而果园生草能够提高果实品质。山地李园生白三叶草能够提高“贵阳李”和“皇家宝石李”单果质量和单株产量,增加果实总糖、维生素 C、可溶性蛋白质、可溶性固形物含量,显著降低果实总酸含量及硬度,明显改善果实的风味^[60]。贾晓辉等^[61]发现,连续多年自然生草有利于改善华红苹果内在品质并提高果实的耐贮性。在苹果园中生白三叶草能够显

著提高单株产量、单果质量、果实的可溶性固形物含量、一级果率及全红果率^[23,62]。任群等^[63]研究发现,生草栽培能够显著提高椪柑果实的糖酸比、可食率,而果实的维生素 C 与总糖含量并无显著性差异。

4 展望

近年来,关于果园生草方面已有不少报道,主要侧重于生草后对环境效应和果实品质的影响,为猕猴桃生产栽培创造了有利条件,今后果园生草研究应注意以下 5 个方面:①必须要加强草种与果园的最佳组合的选择,做到不同果树与不同草种、不同品种的配套。②加强对果树根系的研究,为果园生草实践提供理论依据。③加强对不同草种的管理,可通过适时割草、合理施肥、定期耕翻和更换草种等加以解决。④加强生草栽培条件下果园管理技术研究,为中国猕猴桃园生草栽培的肥水管理提供理论依据和技术基础。⑤应该深入生草对果园产生的生理机制和调控措施的研究。

参考文献

- [1] 刘彬,邓秀新.基于文献计量的园艺学基础研究发展状况分析[J].中国农业科学,2015,48(17):3504-3514.
- [2] 张计育,莫正海,黄胜男,等.21 世纪以来世界猕猴桃产业发展以及中国猕猴桃贸易与国际竞争力分析[J].中国农学通报,2014,30(23):48-55.
- [3] 赵英杰.猕猴桃果园生草效应及栽培技术[J].落叶果树,2010(3):58-59.
- [4] HOGUE E L, NEILSEN G H. Orchard floor vegetation management[J]. Horticultural Reviews, 1987(9):377-430.
- [5] 周民生,蒋迎春,罗前武,等.猕猴桃园生草栽培草种筛选试验[J].中国果树,2009(5):29-32.
- [6] 邱昌朋,王忆,张新忠,等.北京郊区苹果园生草栽培适宜草种的筛选与评价[J].中国果树,2012(2):18-22.
- [7] 惠竹梅,岳泰新,张瑾,等.西北半干旱区葡萄园生草体系中土壤生物学特性与土壤养分的关系[J].中国农业科学,2011,44(11):2310-2317.
- [8] 侯启昌.黄河故道地区梨园生草栽培的生态效应[J].果树学报,2009,26(5):739-743.
- [9] 陈永安.猕猴桃园种植三叶草技术及效果[J].陕西农业科学,2011(1):246,270.
- [10] 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.
- [11] 颜晓捷,黄坚钦,邱智敏,等.生草栽培对杨梅果园土壤理化性质和果实品质的影响[J].浙江农林大学学报,2011,28(6):850-854.
- [12] 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.
- [13] 李振吾,籍增顺.山西旱地农业高效持续发展模式研究[J].干旱地区农业研究,2001,19(1):108-114.
- [14] 刘伟,李桂祥,董晓民,等.行间生草对桃园土壤养分及桃果实品质的影响[J].山东农业科学,2016,48(4):79-82.
- [15] GOUDE J E, HIGGS K H. Effect of time of application of inorganic nitrogen fertilizer on apple tree in a grassed orchard[J]. Hort Sci, 1977, 52:317-334.
- [16] 梁博文,刘成连,王永章,等.黄河三角洲梨园自然生草对土壤 pH 的影响[J].中国农学通报,2014,30(1):143-148.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 陈永安.猕猴桃园种植三叶草技术及效果[J].陕西农业科学,2011(1):246-270.
- [21] 董志有.猕猴桃果园生草效果分析[J].栽培育种,2012(11):28.
- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 黄昌勇.土壤学[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [25] 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.
- [26] 李国怀.百喜草及其在南方果园生草栽培和草被体系中的应用[J].生态科学,2001,20(1):70-74.
- [27] 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.
- [28] 郭昌勋,谢宗周,潘志勇,等.生草栽培对橘园土壤肥力和红肉脐橙果实品质的影响[J].华中农业大学学报,2016,35(4):25-28.
- [29] 霍颖,张杰,王美超,等.梨园行间种草对土壤有机质和矿质元素变化及相互关系的影响[J].中国农业科学,2011,44(7):1415-1424.
- [30] 李会科,张广军,赵政阳,等.生草对黄土高原旱地苹果园土壤性状的影响[J].草业科学,2007,16(2):32-39.
- [31] 刘晨,哈斯亚提·托逊江,艾比布拉·伊马木.库尔勒香梨果园间作饲草作物对土壤养分及小环境的影响[J].新疆农业科学,2014,51(11):2073-2078.
- [32] 张兴兴,赵鲁,安渊.种草对桃园土壤物理性状、果树生长及

- 果实品质的影响[J]. 上海交通大学学报, 2011, 29(2): 58-63.
- [33] 巴德日胡, 孙铁军, 张颖娟. 葡萄园种草的环境效应[J]. 草业科学, 2013, 30(2): 96-103.
- [34] 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.
- [35] PALESE A M, VIGNOZZI N, CELANO G, et al. Influence of soil management on soil physical characteristics and water storage in a mature rainfed olive orchard[J]. Soil and Tillage Research, 2014, 144: 96-109.
- [36] 惠竹梅, 李华, 张振文, 等. 西北半干旱地区葡萄园行间生草对土壤水分的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(4): 39-42.
- [37] 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]. 山西果树, 2003(1): 25-33.
- [38] 程炯, 吴志峰, 王继增, 等. 山地果园生态栽培的环境效应[J]. 农业系统科学与综合研究, 2004, 20(3): 198-201.
- [39] 侯广太, 燕志晖, 曹儒. 果园种植白三叶对土壤理化性状的影响与研究[J]. 北方园艺, 2008(12): 103-105.
- [40] 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.
- [41] 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.
- [42] 俞立恒. 果园生草栽培及其对园区生态环境的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.
- [43] 林先贵. 土壤微生物研究原理与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
- [44] 郑仲登, 黄毅斌, 翁伯奇. 福建山地综合开发中红壤保育研究: I. 不同垦殖方式对果园生态系统的影响[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(3): 149-151.
- [45] 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.
- [46] 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.
- [47] 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, 2011, 20(11): 82-88.
- [48] 潘学军, 张文娥, 樊卫国, 等. 自然生草和间种绿肥对盆栽柑橘土壤养分、酶活性和微生物的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(8): 1235-1240.
- [49] 岳泰新, 惠竹梅, 孙莹, 等. 行间生草对葡萄园土壤微生物学特征的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2009, 37(9): 100-104.
- [50] YAO S R, MERWIN I A, BIRD G W, et al. Orchard floor management practices that maintain vegetative or biomass ground-cover stimulate soil microbial activity and alter soil microbial community composition[J]. Plant and Soil, 2005, 271: 377-389.
- [51] COLVAN S R, SYERS J K, O'DONNELL A G. Effect of long-term fertilizer use on acid and alkaline phosphomonoesterase and phosphomonoesterase activities in managed grassland[J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34(4): 258-263.
- [52] 张道勇, 李会科, 郭宏, 等. 间作白三叶对苹果/白三叶复合系统土壤微生物量碳、氮及酶活性的影响[J]. 水土保持研究, 2015, 22(5): 39-45.
- [53] GARCIA F O, RICE C W. Microbial biomass dynamics in tall-grass prairie[J]. Soil Sci Soc Am J, 1994, 58: 816-823.
- [54] 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.
- [55] 吴玉森, 张艳敏, 冀晓昊, 等. 自然生草对黄河三角洲梨园土壤养分、酶活性及果实品质的影响[J]. 中国农业科学, 2013, 46(1): 99-108.
- [56] 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(4): 4-8.
- [57] 方凯凯, 贾曼莉, 杜毅飞, 等. 生草栽培下果园土壤酶活性与肥力因子的关系[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(8): 461-466.
- [58] 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.
- [59] 孙计平, 张玉星, 李英丽, 等. 生草对梨园土壤微生物、酶活性和腐殖质含量的影响[J]. 果树学报, 2016, 33(增刊): 129-135.
- [60] 刘术新, 丁枫华, 朱伟清, 等. 山地李园生草对土壤理化性质和果实品质的影响[J]. 中国果树, 2014(5): 39-41.
- [61] 贾晓辉, 杜艳民, 王文辉, 等. 自然生草对红苹果品质及耐贮性的影响[J]. 中国果树, 2015(6): 30-32.
- [62] 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.
- [63] 任群, 肖家欣, 陈世林, 等. 生草栽培对柑橘叶片矿质营养含量及果实品质的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(24): 407-409.

Research Progress of Interplanting Grass in Orchard on Relevant Factors of Soil Environment and Fruit Quality

WANG Yi^{1,2}, CHEN Cheng³, LEI Yushan^{1,2,4}, XU Ming^{1,2}

(1. Shaanxi Rural Science and Technology Development Center, Xi'an, Shaanxi 710054; 2. Shaanxi Kiwi Engineering and Technological Research Center, Xi'an, Shaanxi 710054; 3. Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences of Jiangsu Hilly Area, Jurong, Jiangsu 212400; 4. Shaanxi Bairui Kiwifruit Research Co. Ltd., Xi'an, Shaanxi 710054)

doi:10.11937/bfyy.20170848

苹果冷藏期间虎皮病发病原因及防治方法

蒋 帅, 周会玲, 刘 焕, 贺军花, 马利菁

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 苹果虎皮病是采后冷藏期间常见的生理性病害。该研究从采前采后 2 个方面对虎皮病发生原因进行分析, 初步探讨了虎皮病致病机理, 并系统研究了虎皮病防治方法, 以期降低苹果贮藏期间虎皮病发生、提高商品价值提供参考依据。

关键词: 虎皮病; 冷藏; 致病机理; 防治

中图分类号: S 436.611.1⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2017)19-0179-05

虎皮病是苹果贮藏中、后期发生的主要生理性病害, 发病程度因果实品种而异。常见症状为果实表皮产生浅褐色小面积似烫伤状病斑, 贮藏时间越长, 病斑面积愈大。病变始于近表皮 6~7 层细胞, 初期不深及角质层和果肉, 严重时病斑呈深褐色, 果实出现凹陷、皱缩, 最终腐烂变质, 严重影响果实外观品质和商品特性^[1]。随着苹果市场需求量的增大及货架期延长, 贮藏工艺愈显重要, 作为贮藏期间的常见病害, 虎皮病的发生给生产经营者造成严重的经济损失。该研究通过对虎皮

病发病原因分析, 探讨虎皮病致病机理和防治措施, 以期苹果冷藏期间虎皮病防治提供参考。

1 虎皮病致病机理

多数研究认为虎皮病的发生与 α -法尼烯及其氧化产物的积累有关。1966 年 HUELIN 等^[2]发现苹果蜡质层含有 α -法尼烯(α -farnesene), 其含量与虎皮病发生有关, 推测 α -法尼烯为虎皮病的致病物质。1968 年 HUELIN 等^[3]发现, 虎皮病多发生在 α -法尼烯累积高峰之后出现, 且 α -法尼烯含量降低时发病严重, 推测 α -法尼烯的氧化产物引起虎皮病。随后进一步研究发现, α -法尼烯的氧化产物共轭三烯含量与虎皮病的发病程度密切相关, 且 α -法尼烯的抑制剂二苯胺能够抑制其氧化过程, 用共轭三烯处理的苹果均发生了虎皮病。研究还发现在贮藏初期积累的 α -法尼烯氧化产物不会导致果实发病, 可能是果实中含有天然抑制 α -法尼烯氧化过程的物质, 避免了虎皮病的发生^[4]。1995 年 ROWAN 等^[5]发现 α -法尼

第一作者简介: 蒋帅(1992-), 女, 河南南阳人, 硕士研究生, 研究方向为园艺产品采后生理与贮藏保鲜。E-mail: crystaljs@126.com.

责任作者: 周会玲(1969-), 女, 陕西丹凤人, 博士, 副教授, 现主要从事园艺产品采后生理及贮藏保鲜等研究工作。E-mail: zhouhuiling@nwsuaf.edu.com.

基金项目: 国家现代苹果产业技术体系建设专项资助项目(nycylx-08-05-02)。

收稿日期: 2017-04-06

Abstract: The interplanting grass in orchard is an effective method to keep the soil fertility and improve soil environment. Research progress of interplanting grass in orchard about relevant factors on soil environment and fruit quality was reviewed. Physiological and biochemical responses of interplanting grass in orchard were summarized on the aspects of soil physiochemical properties, soil microorganism and fruit quality. At last, outlooks of the study on interplanting grass in orchard were provided in order to serve as theoretical base for the further research and practice.

Keywords: interplanting grass in orchard; physiochemical properties; microorganism; fruit quality