

王贵平, 翟浩, 陈汝, 等. 不同类型果袋微环境对富士苹果果实发育和品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(17): 138–142.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.17.033

不同类型果袋微环境对富士苹果果实发育和品质的影响

王贵平, 翟浩, 陈汝, 路超, 薛晓敏, 王金政

(山东省果树研究所, 山东泰安 271000)

摘要:以 5 年生烟富 3 号/M26/平邑甜茶为试材, 研究不同育果袋微环境对富士果实发育和品质的影响, 结果表明: 果袋透光率由高到低依次为处理 2(小林外白) > 处理 1(小林外棕) > 处理 3(鑫丰内白) > 处理 4(鲁通内黑); 袋内温度以处理 1 最高, 其次由高到低依次是处理 2 > 处理 3 > 处理 4, 且 7 月中下旬到 8 月上旬袋内温度高于袋外环境对照; 相对湿度以处理 1 最高, 其次是处理 3 > 处理 4 > 处理 2, 且整个时间段(6—9 月)袋内均明显高于袋外。果实外观品质着色指数及光洁度指数以小林外棕处理最高(93.33% 和 76.67%), 其余 3 种套袋处理差别不显著, 且套袋处理明显高于不套袋处理; 色度代表红色的 a^* 值以小林外白和小林外棕较高, 处理 3 和处理 4 较低; 套袋处理果实单果质量、可溶性固形物含量低于不套袋处理, 其中以小林外白最大, 由高到低依次为小林外棕 > 鲁通内黑 > 鑫丰内白; 套袋处理的果实硬度高于不套袋处理, 套袋处理之间由高到低依次为处理 4 > 处理 3 > 处理 2 > 处理 1; 套袋处理的苹果黑点病和苦痘病果率明显高于不套袋处理, 不同材质果袋处理有明显差异, 苦痘病果率以鲁通内黑最高, 为 5.0%, 小林外棕最低, 为 0.0, 黑点病果率以小林外棕最高, 为 19.0%, 小林外白最低, 为 12.0%; 就成熟期而言, 本试验结果套袋不影响果实果皮钙含量, 采收期果实钙含量除鲁通内黑与不套袋差别不大外, 其余处理均高于不套袋处理; 同时套袋处理减少成熟期果实果皮总黄酮的含量, 但对果皮总酚含量没有明显影响。

关键词: 苹果; 套袋; 类型; 品质; 苦痘病; 黑点病

中图分类号: S661.104 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)17-0138-04

苹果套袋尤其是红色品种套袋, 可以提高外观品质, 减少农药残留, 有利于绿色无公害安全生产^[1-3]。然而很多生产经验表明, 套袋使果实内在品质如糖、酸等含量降低, 风味变淡^[4-5], 各种生理病害如苦痘病加剧, 同时也出现了一些新的病害如红斑点病、黑斑点病等, 这些问题都与果袋内特殊的微环境有关^[6-7], 果袋质量的差异也对微环境产生明显影响, 本试验以富士苹果为试材, 研究了不同材质果袋微环境对苹果果实品质及病虫害的影响, 以期苹果套袋生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地基本情况

试验于 2017 年进行, 试验地设在山东省果树研究所天平湖基地果园。该园为平原果园, 沙壤土, 人工生草, 栽培管理水平中等偏上。供试品种为 5 年生红富士苹果(烟富 3/M26/平邑甜茶), 南北行向, 株行距 2.0 m × 3 m, 树形为小冠疏层型, 树体健壮, 生长结果正常。套袋处理为花后 50 d(6 月 9 日)统一套袋, 果袋均为双层袋, 共设 5 个处理, 分别为: 处理

1, 小林内红外棕袋(红色内袋棕色外袋, 简称小林外棕); 处理 2, 小林内红外白(内袋红色外袋白色袋, 简称小林外白); 处理 3, 鑫丰内白外棕袋(内袋白色外袋棕色, 简称鑫丰内白); 处理 4, 鲁通内黑外棕(内袋黑色外袋棕色, 简称鲁通内黑); 处理 5, 不套袋。10 月 8 日(花后 120 d)摘袋, 10 月 31 日统一采收。

1.2 试验方法

1.2.1 不同套袋处理袋内温湿度测定 套袋果和未套袋果微环境温湿度测定采用带探头的 HC520 温湿度表(计)测定, 从套袋开始每 10 d 调查 1 次, 记录当日 09:00、12:00 和 16:00 的温湿度及 1 d 的最高和最低温湿度。

1.2.2 不同材质果袋透光率的测定 分别在阴天和晴天分别于 09:00 和 14:00 用 TES-1332A 型数字照度计测定纸袋外和纸袋内光照度, 各处理分别重复 5 次, 利用“袋内光照度/袋外光照度 × 100%”计算果袋透光率。

1.2.3 不同套袋处理果实商品品质的测定 果实成熟后采收, 试验树选择树势一致、挂果量均匀的植株, 单株小区, 重复 5 次, 每个重复从树冠东西南北中 5 个方位、113 ~ 115 cm 高度处采集 30 个果实, 每个处理 150 个果实, 运回实验室测定品质。

单果质量用电子台秤称量; 果实纵横径用游标卡尺测量; 果实去皮硬度用 GY-1 型果实硬度计测量; 可溶性固形物含量用 WYT 手持糖量计测定; 可溶性总糖含量测定用盐酸转化(铜还原)直接滴定法^[8]; 可滴定酸含量测定用酸碱中和滴定法^[9]; 果面色泽用日本产 CI-410 色差计测定。

收稿日期: 2018-04-23

基金项目: 山东省重点研发计划(编号: 2017CXG0210); 现代苹果产业技术体系建设专项(编号: CARS-27)。

作者简介: 王贵平(1980—), 女, 山东菏泽人, 博士, 助理研究员, 主要从事水果育种与栽培生理研究。E-mail: guigui-0530@163.com。
通信作者: 王金政, 研究员, 主要从事水果育种栽培和设施果树研究。
E-mail: wjz992001@163.com。

果面着色指数 = $E(\text{各级果数} \times \text{代表级值}) / (\text{总果数} \times \text{最高级值}) \times 100\%$, 着色分级标准为: 0 级, 0 ~ 5% 果面着色; 1 级, 5% ~ 25% 果面着色; 2 级, 25% ~ 50% 果面着色; 3 级, 50% ~ 75% 果面着色; 4 级, 75% ~ 100% 果面着色。

光洁度指数 = $E(\text{各级果数} \times \text{代表级值}) / (\text{总果数} \times \text{最高级值}) \times 100\%$, 光洁度指数分级标准: 0 级, 0 ~ 10% 果面光洁; 1 级, 10% ~ 30% 果面光洁; 2 级, 30% ~ 60% 果面光洁; 3 级, 60% ~ 85% 果面光洁; 4 级, 85% ~ 100% 果面光洁。

1.2.4 不同材质果袋套袋处理病虫果率统计 于采收期统计各处理苦痘病果率、黑点病病果率。调查方法是以 5 株树为 1 个小区, 重复 3 次。每株树果实全部调查, 记录每株树果实数、各病虫果数, 病虫害的统计采用百分率的方法。

1.2.5 果实果皮主要营养成分含量的变化测定 从套袋后 10 d(6 月 19 日) 开始, 每 20 d 取 1 次样, 取果实果皮(沿果实中间纵向削取 5 mm 的薄片) 烘干备用, 测定果皮钙、总黄酮和总多酚含量的变化。

果皮钙含量的测定方法按周卫等的方法^[10]进行, 重复 3 次。果实先用十二烷基硫酸钠洗涤, 然后依次分别用自来水、去离子水冲洗干净, 烘干, 研碎, 干灰化法灰化, 用 H_2O 和 HCl (纯) 体积比为 1 : 1 溶液溶解, 原子吸收分光光度计测定含钙量。

苹果抗氧化成分总多酚和总黄酮提取参照 Arslan 的方法^[11], 并略作改动。取冻干粉状样品(0.5 g), 加入 $V_{\text{甲醇}}: V_{\text{水}} = 8 : 2$ 的提取液 15 mL 于室温下避光超声提取 15 min, 2 000 r/min 离心分离 10 min, 将分离后的沉淀重复上述提取

过程提取 2 次, 离心后合并上清液, 并于 $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下贮存, 在 48 h 之内测定总多酚、总黄酮含量。

总多酚含量测定采用福林酚法, 参考 Xue 等的方法^[12]; 总黄酮含量测定采用三氯化铝分光光度法^[12]。

2 结果与分析

2.1 不同材质果袋透光率差异

分别于阴天和晴天的 09:00、12:00 和 15:00 测袋内袋外光照度, 计算透光率, 如表 1 所示。在阴天, 各材质果袋的透光率没有明显差异, 在晴天以处理 2 透光率最大, 其次是处理 1, 再次是处理 3, 处理 4 最低; 4 个处理的平均透光率趋势与晴天一致, 处理 2 最大, 为 13.5%, 其次是处理 1, 为 8.0%, 再次是处理 3, 为 7.9%, 处理 4 透光率最低, 为 7.7%。

表 1 不同材质果袋透光率

处理	材质	透光率(%)		
		阴天	晴天	平均
1	小林外棕、双层纸袋	21.3	2.7	8.0
2	小林外白、双层纸袋	21.3	10.4	13.5
3	鑫丰内白、双层纸袋	21.8	2.5	7.9
4	鲁通内黑、双层纸袋	21.8	2.1	7.7

2.2 不同材质果袋微环境结果

2.2.1 不同材质果袋袋内温度动态变化 袋内温度变化如图 1 所示, 除了 7 月中旬到 8 月中旬处理 2 明显高于其他处理外, 其余时间段各处理间温度差别不显著。

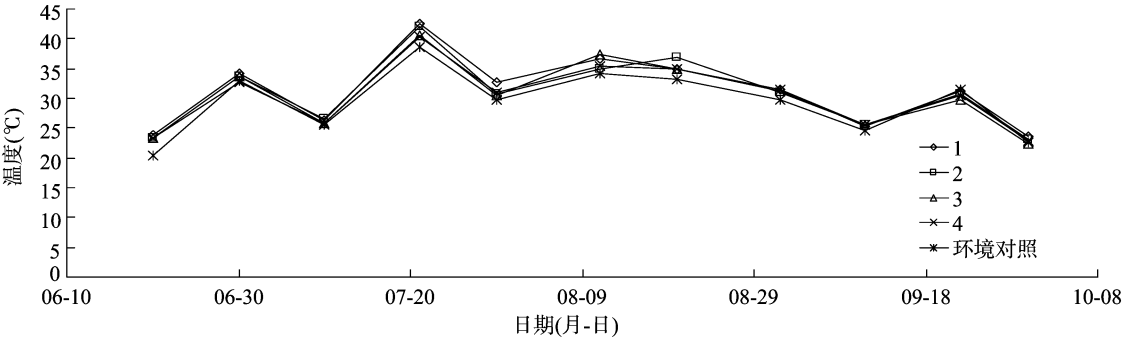


图1 不同果袋袋内温度动态变化

2.2.2 不同材质果袋袋内相对湿度动态变化 袋内相对湿度变化如图 2 所示, 6 月上中旬各处理差别不显著, 其余时间段为袋内相对湿度明显高于外界环境对照, 其中以处理 1 最高, 其次是处理 3, 再次是处理 4, 处理 2 最低, 这种差别以 7

月中旬至 8 月中旬期间显著。

2.3 不同材质果袋对果实品质的影响

2.3.1 不同材质果袋对果实外观品质的影响 如表 2 所示, 着色指数和光洁度指数套袋明显高于不套袋, 即处理 5 最低;

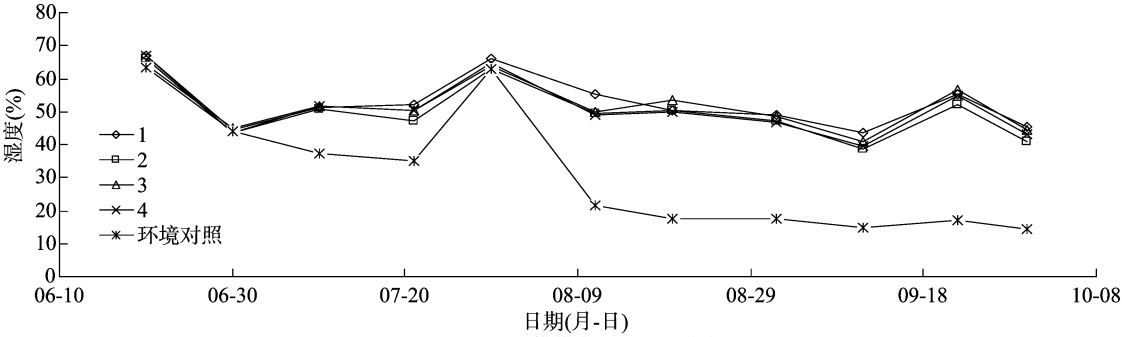


图2 不同材质果袋袋内相对湿度动态变化

套袋处理以处理 1 着色指数最高,其余各处理差别不明显;光洁度以处理 3 最高,其次是处理 1 和处理 2,处理 4 较低;色度中代表红色的 a^* 值以处理 2 和处理 1 较高,处理 3 和处理 4

较低;套袋苹果单果质量明显低于不套袋对照,其中以处理 2 最大,其次是处理 1 和处理 4,再次是处理 3;果形指数除了处理 3 明显高于不套袋对照(处理 5)外,其余和对照差别不大。

表 2 不同材质果袋套袋对果实外观品质的影响

处理	着色指数 (%)	光洁度指数 (%)	色度			单果质量 (g)	果形指数
			L^*	a^*	b^*		
1	93.33	76.67	48.53	29.39	14.11	230.9	0.787
2	85.00	75.00	47.65	29.13	13.39	241.2	0.818
3	83.33	78.33	51.91	27.93	15.32	222.5	0.831
4	83.33	73.33	50.28	28.51	14.45	233.6	0.783
5	75.00	58.33	46.45	21.92	14.38	254.0	0.791

注:果袋在 6 月 9 日套袋,10 月 8 日摘袋,10 月 31 日统一采收。下同。

2.3.2 不同材质果袋对果实内在品质的影响 如表 3 所示,套袋处理硬度高于不套袋对照,套袋处理以处理 4 和处理 3 较高,再次是处理 2,最后是处理 1;各处理之间可溶性固形物含量差别不显著;可溶性糖含量以处理 5 不套袋最高,为 12.79%,其次是处理 4,为 12.50%,其余处理较低,且三者差别不明显;可滴定酸含量以处理 4 最高,为 0.36%,其次是处理 5 不套袋处理,为 0.30%,再次为处理 2 为 0.28%,处理 2 和处理 3 较低,均为 0.26%;糖酸比(口感)以处理 3 最高,为 45.31,其次是处理 1,再次是处理 5,处理 4 最低,为 34.72。

表 4 不同材质果袋对苹果主要病虫害的影响

处理	苦痘病果率 (%)	黑点病果率 (%)
1	0	19
2	1	12
3	2	13
4	5	16
套袋平均值	2	15
5	1	1

处理	硬度 (kg/cm ²)	可溶性固 形物含量(%)	可溶性糖 含量(%)	可滴定酸 含量(%)	糖酸比
1	7.64	17.3	11.48	0.26	44.15
2	7.87	17.2	11.51	0.28	41.11
3	8.82	17.3	11.78	0.26	45.31
4	8.87	17.1	12.50	0.36	34.72
5	7.55	18.1	12.79	0.30	42.63

认为,苦痘病的发生是由于缺钙引起的,苦痘病果实总钙含量比正常果低 30%^[13]。为此,笔者检测了不同处理、不同发育时期果皮钙含量。如图 3 所示,各处理钙含量随花后时间的延长大致呈“升高—下降”的趋势,其中处理 4 的最大值在花后的 60 d,此后大致呈下降的趋势,处理 5 和处理 3 果皮钙含量在花后 80 d 达最高值,以后呈下降趋势,处理 1 在花后 110 d 而处理 2 在花后 130 d 达最大值;除小林外棕前期和后期钙含量差别不明显外,其余套袋处理和不套袋对照均为果实发育前期高于后期。由图 3 还可以看出,除处理 1 外,果实发育前期未套袋高于套袋,后期差别不明显,而在采收期除了处理 4 和不套袋差别不显著外,套袋处理明显高于未套袋,这说明套袋可能影响果实发育前期对钙的吸收,而除袋后套袋果会继续吸收钙而达到未套袋果的水平甚至高于未套袋果。笔者认为,套袋果苦痘病发生加重(表 4 和图 3),果皮钙的含量至少不是唯一制约因素,可能果袋材质、果袋内环境以及农艺技术的应用等都有关系。

2.4 不同材质果袋对果实主要病虫害的影响
有研究表明,套袋以后会增加果实黑点病和苦痘病的发生,因此笔者调查了各材质果袋对果实苦痘病果率和黑点病果率的影响,结果如表 4 所示。处理 2 黑点病果率和苦痘病果率分别为 12%、1%,处理 1 分别为 19%、0,处理 3 分别为 13%、2%,而处理 4 为 16%、5%;套袋果苦痘病果率和黑点病果率明显高于不套袋果,不套袋处理分别为 1%和 1%。

2.5 不同材质果袋对果皮主要营养物质含量的影响
2.5.1 不同材质果袋对果实果皮钙含量的影响 生产中发现苹果套袋后,苦痘病的发生率普遍升高。国内外学者研究

2.5.2 不同材质果袋对果实果皮总多酚含量的影响 总多酚是一类抗氧化物质、同时具有抗脂质过氧化及抑菌等多种

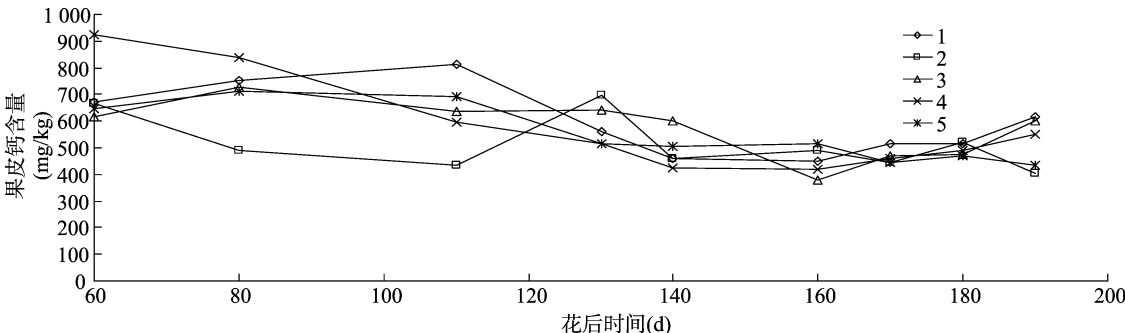


图3 不同材质果袋对果实果皮钙含量变化的影响

生理活性^[14-16]。不同处理不同发育时期的苹果果皮中总多酚含量如图 4 所示,整个发育过程,总多酚含量呈现“下降—升高—下降”趋势,其间出现 2 个高峰,分别在花后 60、160~170 d,而花后 110~130 d 含量低;果实发育前期以处理 2 较高,处理 3 较低,后期以处理 4 较高,处理 5 和处理 3 较低。

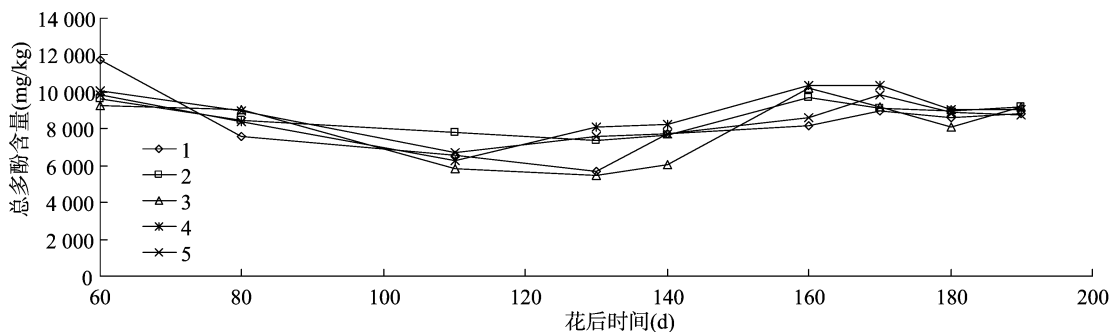


图4 不同材质果袋对果实果皮总多酚含量变化的影响

2.5.3 不同材质果袋对果实果皮总黄酮含量的影响 黄酮类是苹果果实中的一类主要多酚类物质,其具有极强的抗氧化性,对人体健康有益。测定结果表明,总黄酮在幼果期和果实成熟期各有 1 个合成高峰,第 1 个高峰幼果期,开始于花后 60 d 达最大值,以后逐渐下降,花后 140 d 之后又开始逐渐上

升并积累。5 个处理表现出同一趋势,所不同的是,幼果期的积累花后 60~130 d 处理 2 和处理 4 下降缓慢,花后 140 d 突然下降;而处理 1、处理 3、处理 5 下降急速,花后 80 d 明显低于处理 2 和处理 4。成熟期以处理 5 最高,其次是处理 2,再次是处理 3 和处理 4 且二者差别不明显,处理 1 最低(图 5)。

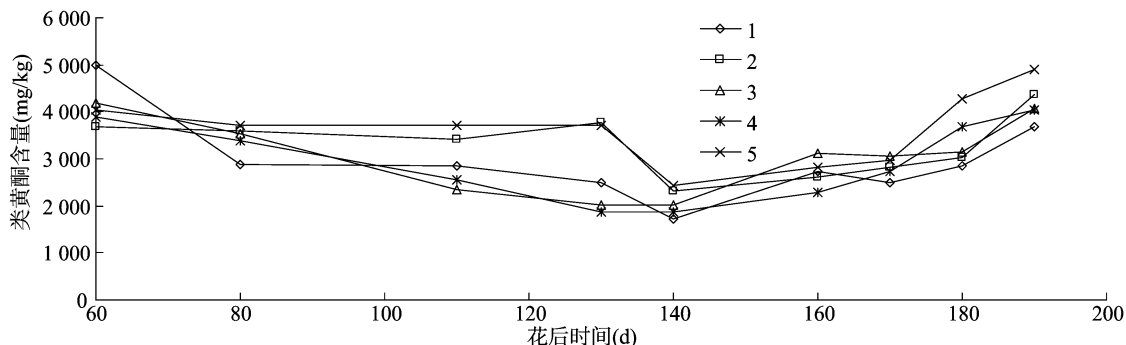


图5 不同材质果袋对果实果皮总黄酮含量变化的影响

3 结论与讨论

套袋能提高果实外观品质,使果皮光洁,提高着色^[18-19];但果实发育的高温高湿微环境使果实内在品质如糖、酸积累及硬度发生改变^[1],同时果实黑点病、苦痘病也明显增加。有人认为,这与套袋使果实叶绿素合成减少、果实光合作用降低、内含物降低有关^[20]。本试验结果表明,袋内高温、高湿的微环境主要集中在 7 月中旬至 8 月中旬,推测可能与增加膨大期果实的呼吸、增加其能量消耗有关。

套袋降低果皮总黄酮积累,尤其在幼果期和成熟期,不套袋处理果皮总黄酮含量明显高于套袋处理,其中套袋处理以小林外白含量较高,小林外棕含量较低。可见,套袋影响果皮中总黄酮的积累,而且这种影响和果袋高温高湿的微环境有关;类黄酮合成的前提是简单酚类物质,各处理总酚变化和总黄酮变化并不呈相反的趋势,苹果果皮中同时存在花色苷、类黄酮、木质素、酚类等多种物质的合成途径^[21],这说明套袋对总黄酮和总酚的影响还与其他物质如花青苷积累、酚类物质合成及黄酮物质合成关键酶活性等有关,具体有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 王贵元,夏仁学,曾祥国,等. 套袋对红肉脐橙果肉中色素、糖及内源激素的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(2):256-260.
- [2] 东明学,徐志芳,伊纪红,等. 不同果袋对红富士苹果果实品质的影响试验[J]. 落叶果树,2009,41(1):7-8.
- [3] 曹慧,张玉宵,王孝威,等. 不同时期套袋对“烟富6”果实发育及品质的影响[J]. 北方园艺,2011(10):1-4.
- [4] 卜万锁,朱自勉,赵红钰. 套袋处理对苹果芳香物质含量及果实品质的影响[J]. 中国农业科学,1998,31(6):88.
- [5] 王少敏,高华君,张骁兵. 套袋对红富士苹果色素及糖、酸含量的影响[J]. 园艺学报,2002,29(3):263-265.
- [6] 魏建梅. 红富士苹果适宜纸袋筛选和套袋对果实糖积累及其相关酶活性影响的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [7] 张建光,王惠英,王梅,等. 套袋对苹果果实微域生态环境的影响[J]. 生态学报,2005,25(5):1082-1087.
- [8] 胡桂娟,刘嘉芬,刘奇明. 果树营养成分测定法[M]. 泰安:泰安市新闻出版局,1997.
- [9] 全月澳,周厚基. 果树营养诊断法[M]. 北京:农业出版社,1982:113-115.

马 丽,齐红志,闫 明,等. 生物炭对连作障碍条件下土壤微生物和草莓生长的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(17):142-146.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.17.034

生物炭对连作障碍条件下土壤微生物和草莓生长的影响

马 丽¹, 齐红志², 闫 明³, 郭学良¹, 张宗英¹, 张 莉⁴

(1. 商丘师范学院生物与食品学院/植物与微生物互作重点实验室,河南商丘 476000; 2. 河南省农业科学院农业经济与信息研究所,河南郑州 450002; 3. 河南农业大学林学院,河南郑州 450002; 4. 河南工业大学生物工程学院,河南郑州 450001)

摘要:为合理利用农业废弃物和防治草莓连作障碍,以草莓连作 8 年的土壤为研究对象,设定 5 个生物炭水平,分别添加质量分数为 0%、0.15%、0.30%、0.45%、0.60% 的小麦秸秆生物炭,研究生物炭处理对连作障碍条件下草莓生长和土壤微生物特征的影响。结果表明,施用生物炭能够增加草莓根际土壤微生物含量,随着生物炭的增加,微生物总量先升高然后降低,根长和叶面积变化也表现出相似的趋势。当生物炭添加量为 0.30% 时,草莓根际土壤微生物最丰富,微生物总量达 6.15×10^7 CFU/g,比不添加生物炭提高了 49.03%,有效地改善了土壤环境,进而有利于草莓的生长,草莓根系生长量提高,有利于营养吸收和物质转化,单株叶面积比不添加生物炭的处理显著增大,进而更有利于干物质积累和产量的形成。土壤细菌和真菌数量与根系某些指标为显著或极显著正相关,与叶面积表现出极显著正相关关系,而放线菌与根系生长和叶面积相关性不大。总之,施用生物炭能有效提高连作障碍条件下草莓根际土壤微生物数量,促进草莓根系和叶面积的生长,且添加量为 0.30% 时,对连作土壤改良效果最好。

关键词:草莓;生物炭;土壤微生物;根系;叶面积

中图分类号: S668.404;S156 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)17-0142-05

草莓 (*Fragaria × ananassa* Duch.) 属于蔷薇科草莓属多年生草本植物,果实营养丰富,种植经济效益高,近年来我国草莓产业发展迅速,成为当前种植较为广泛的水果之一,且普遍采用设施栽培,然而设施栽培长期连作容易导致土壤肥力

下降、营养失衡、土壤微生物群落发生变化等问题^[1-2],导致草莓的生长发育不良,产量及品质受到严重影响^[3-4],连作障碍发生严重,制约了草莓产业的可持续发展。因此,在设施栽培条件下,改善土壤生态,提高连作草莓产量和品质至关重要。轮作是克服连作障碍的有效措施,但由于设施内耕地数量的限制和农民耕作习惯的影响,在保护性耕作条件下很难实施轮作倒茬。

生物炭是一种由农林废弃生物质在完全或部分缺氧条件下,经热裂解形成的抗分解能力极强的富碳物质^[5]。生物炭的多孔性使其具有极强的吸附能力,并且生物炭含有丰富的矿物质营养。研究指出,添加生物炭能有效提高土壤有机质,增

收稿日期:2018-04-24

基金项目:河南省科技攻关项目(编号:162102110092);商丘师范学院校级青年骨干教师资助项目(编号:2016GGJS10);国家自然科学基金(编号:31401918)。

作者简介:马 丽(1982—),女,河南许昌人,博士,副教授,主要从事植物与微生物互作研究。Tel:(0370)3157770;E-mail:ndmali@163.com。

[10]周 卫,李书田,林 葆,等. 喷钙对苹果果实生理特性的影响[J]. 土壤肥料,2000(6):25-28.

[11]Dogan M,Arslan O,Dogan S. Substrate specificity,heat inactivation and inhibition of polyphenol oxidase from different aubergine cultivars[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2002,37(4):415-423.

[12]Xue Z P,Feng W H,Cao J K,et al. Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill) fruits[J]. Journal of Food Biochemistry,2009,33(5):613-629.

[13]Cocucci M,Mignani Z M. A possible relationship between bitter pit and membrane transport in apples[J]. Acta Horticulture, 1983, 138:43-50.

[14]李 佳,石琰璟. 苹果多酚的研究现状[J]. 落叶果树,2014,46(6):18-20.

[15]Won L K,Jun K Y,Dae - Ok K,et al. Major phenolics in apple and

their contribution to the total antioxidant capacity[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2003,51(22):6516-6520.

[16]Osada K,Takashi S,Kawakami Y,et al. Dose dependent hypocholesterolemic actions of dietary apple polyphenol in rats fed cholesterol[J]. Lipids,2006,41(2):133-139.

[17]鞠志国,原永兵,刘成连,等. 苹果果皮中酚类物质合成规律的研究[J]. 阳农学院学报,1992,9(3):222-225.

[18]鄯光发,刘俊华,董晓颖,等. 红富士苹果果实着色与抗氧化酶活性的关系[J]. 园艺学报,2004,31(3):347-349.

[19]厉恩茂,史大川,徐月华,等. 套袋苹果不同类型果袋内温、湿度变化特征及其对果实外观品质的影响[J]. 应用生态学报,2008,19(1):208-212.

[20]李慧峰,吕德国,刘国成,等. 套袋对苹果果皮特征的影响[J]. 果树学报,2006,23(3):326-329.

[21]鞠志国. 苹果果实中酚类物质与虎皮病的关系[J]. 果树科学,1990,7(4):207-210.