

我国苹果免套袋栽培技术研究进展

牛军强¹, 焦学艺², 杨泽华¹, 尹晓宁¹, 马明¹

(1. 甘肃省农业科学院林果花卉研究所, 甘肃 兰州 730070;

2. 兰州树木园, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 随着农村劳动力短缺的加剧, 套袋苹果栽培成本日益攀升, 而苹果价格低迷让套袋优势难以维持以及苹果套袋生产中存在诸多弊端, 从而导致传统的苹果套袋技术已无法满足生产中的实际需求, 因此苹果免套袋生产的“风口”正在形成, 其将成为苹果栽培发展的必然趋势。本文通过实地调研和对相关文献综合梳理, 从苹果免套袋技术的重要性、栽培技术现状及存在的问题较为详尽地阐述我国苹果免套袋栽培技术研究进展, 并对我国苹果免套袋栽培技术的未来发展进行了展望, 对我国苹果免套袋栽培技术的研究和推广意义重大。

关键词: 苹果; 免套袋; 栽培技术; 高质量基因组; 保护膜剂; 发展趋势

中图分类号: S661.1

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2025)04-0295-06

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2025.04.001

Research Progress on Bag-free Apple Cultivation Techniques in China

NIU Junqiang¹, JIAO Xueyi², YANG Zehua¹, YIN Xiaoning¹, MA Ming¹

(1. Institute of Fruit and Floriculture Research, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China;

2. Lanzhou Arboretum, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With the intensification of labor shortage in rural areas, the cost of cultivating bagged apples is rising sharply. Meanwhile, the weak apple market price has diminished the advantages of bagging, and numerous drawbacks in bagged apple production have emerged, rendering traditional bagging techniques insufficient to meet actual production needs. Consequently, a new opportunity for bag-free apple production is taking shape, which is expected to become an inevitable trend in the development of apple cultivation. Based on field investigations and a comprehensive review of relevant literature, this paper elaborates on the importance of bag-free technology, the current cultivation practices, and existing issues, thereby outlining the research progress in bag-free apple cultivation in China. The study also presents a prospective outlook on future developments, emphasizing the significance of research and promotion of bag-free apple cultivation technologies in China.

Key words: Apple; Bag-free; Cultivation technique; High-quality genomic; Protective film agent; Development trend

苹果免套袋栽培技术具有污染少、成本低、果实品质高、抗病性强和经济效益高的优势。该技术涵盖了我国苹果品种的更新迭代、种植模式的变革、病虫害绿色防控技术的应用等重要方面, 不仅能推动苹果产业的升级和转型, 同时也将引领广大消费者对“好苹果”的认知和需求发生重大变化。我们在全面对比苹果免套袋栽培技术研究进展的同时, 也为在苹果生产中科学合理地应用免套袋技术提供参考, 对当前苹果免套袋栽培中存在的一些问题进行了探讨和总结。

1 苹果免套袋栽培技术重要性

我国苹果生产中套袋栽培生产技术经过 20 a 左右的发展, 已经成为一项常规的生产技术, 不仅可改善着色情况较差品种的外观质量, 更好地预防病虫害, 还可以有效地减少农药残留, 保证食用安全^[1]。由于近年来苹果产业发展受制于生产成本上升、人工不足等因素, 套袋栽培已经与目前的发展模式不相符合。因此, 免套袋栽培必将成为未来苹果栽培的发展方向, 在达到省力的同时还可以为果农达到节本增收的目的, 同时改

收稿日期: 2024-12-19

基金项目: 甘肃省科技重大专项-农业类(23ZDNA001); 甘肃省重点研发项目(25YFNA002)。

作者简介: 牛军强(1976—), 男, 甘肃通渭人, 副研究员, 主要从事苹果栽培及其生理研究工作。Email: niujq222@sina.com。

善果实外观品质提升果实内在品质, 大大减少人工劳动, 提高生产效率, 对于实现苹果产业高质量发展及助推乡村振兴意义重大^[2-3]。

1.1 免套袋栽培技术的优势

1.1.1 减轻环境污染 免套袋技术避免了使用一次性苹果袋等材料, 减少了材料生产、使用和废弃处理过程中的环境污染, 符合绿色低碳新发展理念^[4]。

1.1.2 降低成本 套袋栽培需要大量的人工进行套袋和摘袋工作, 而免套袋技术则省去了这些环节, 显著降低了用工成本。杜敬斌等^[5]研究表明, 以 666.7 m² 苹果园为条件, 免套袋栽培时套袋成本为 0 元, 套袋栽培时套袋成本为 3 150 元, 而使用皮尔膜(皮尔瑞俄类芽孢杆菌微生物菌剂)、康露威(有机皮膜保护剂、中量元素水溶肥)、宏保旺(生物免疫膜、复合微生物菌剂)这 3 种苹果包装袋替代品时的栽培成本为 87.36 ~ 131.04 元, 仅占套袋栽培成本的 2.77% ~ 4.16%。

1.1.3 提高果实品质 免套袋苹果在自然条件下生长, 可滴定酸、琥珀酸等含量均高于套袋苹果^[6], 其他指标如可溶性固形物含量、果实硬度、酸糖比等也有所提高。免套袋苹果口感好^[7], 风味醇正, 明显优于套袋苹果, 更贴近自然苹果的味道。通过生物免疫膜等果实着色技术^[8]、高光效树形模式, 免套袋苹果同样可以达到良好的着色效果, 且色泽自然、均匀。柳小兰等^[9]研究发现, 以苹果品种红露为研究对象, 不套袋处理与套袋处理相比, 果实着色指数、硬度、维生素 C、溶解糖、滴定酸、溶解性固形物、蛋白质含量、糖酸比、固酸比等均有提高。套袋处理中除元素 Hg 含量一致, 且无显著性差异外, 元素 Pb、Cd、As、Se、Fe、Cu、Sr 的含量均明显高于不套袋。不套袋处理比套袋处理的果实着色更浓, 口感更甜, 风味更浓, 基本营养成分更高, 矿质元素含量和食用安全性更高, 果实质量更好。

1.1.4 增强抗病性 套袋栽培虽然能在一定程度上减少病虫害的发生, 但采用精准检测病虫害、精准选药、精准防治的方法, 通过选择抗病能力强的品种进行免套袋栽培, 对病虫害发生也能起到有效的控制作用^[10]。此外, 免套袋苹果在生长过程中能更充分地吸收钙元素等矿物质, 提高果

实的硬度和抗病性。

1.1.5 提高经济效益 随着消费者对果品品质要求的提高和对健康、环保理念的重视, 免套袋苹果因其自然、健康的特点而受到越来越多消费者的青睐。免套袋苹果在高端市场上的价格往往高于套袋苹果。由于免套袋技术集成了套袋技术的优点^[8], 同时降低了生产成本, 提高了果实品质, 使果农的经济收入有了明显提高。

综合来看, 苹果免套袋栽培技术在降低环境污染、降低成本、改善苹果品质、增强抗病能力、提高经济效益等方面的优势十分显著。

2 苹果免套袋栽培技术现状

由套袋栽培向免套袋栽培转变, 不是简单的不套袋栽培苹果, 而是通过适地推广密植和矮化栽培模式, 通过一系列苹果产业栽培技术, 加强栽培管理, 以调节果实的外观品质和内在品质, 如着色栽培技术等可直接改变果实的商品价值。一直以来, 果实外观形态是影响消费者关注度和市场接受度的重要因素, 但近几年, 人们越来越注重饮食健康, 从而开始关注果实内在品质^[11], 对免套袋苹果的认可度及需求逐年增加。

免套袋栽培技术从果农的角度出发, 减少了人力成本和生产成本, 提高了经济收益。以崇信县为例, 免套袋苹果栽培投资成本较套袋栽培可减少约 12 000 元/hm²。同时, 果树生长在自然条件下, 苹果产量大幅增加, 果园产量增幅约为 10%。在免套袋栽培模式下, 对果实微量元素的吸收量和蓄积量均有明显改善, 苹果果皮厚、韧度好, 果实硬度高, 抗病、抗逆能力强, 糖度可比套袋苹果高 3 ~ 4 个百分点, 口感明显好于套袋苹果。调查显示, 免套袋苹果价格近年来每年平均上涨 0.5 ~ 1.5 元/kg, 收入上涨 15% ~ 30%^[8]。

2020 年 7 月“苹果免套袋优质高效生产技术”被农业农村部列为十大引领性技术之一(图 1)。该技术以病虫害预测预报为先导, 以农业、生物、生理防治为核心, 以精准药剂防治、配套着色品种选择、高光效树形及整形修剪为重点, 以提高土壤有机质含量为目的, 针对我国苹果套袋栽培中工程量大、成本高等突出问题进行技术攻关, 建立苹果免套袋栽培、高效防控技术体系, 使虫果率保持在 0.5% 以下, 病果率 1.0% 以下, 果实外

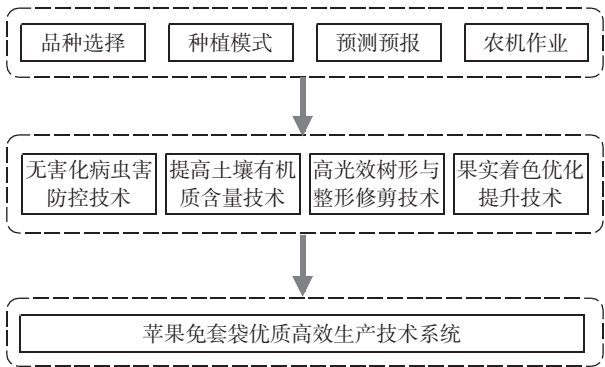


图 1 苹果免套袋优质高效生产技术系统图

观品质等与套袋栽培相似，内在品质优于套袋果实，节本增效 54 975 ~ 84 750 元 /hm²，增收效果显著^[12]。

2.1 品种选择

选育着色好的品种是免套袋栽培技术的核心^[13]。确定苹果品种的选择依据，需要综合考虑苹果的外观质量、抗病能力、生长周期等多个方面。目前，苹果品种烟富 0 号、烟富 3 号、烟富 8 号、玉华早富等长枝芽变富士优系，烟富 6 号、礼泉短富、宫崎短富、惠明短枝、龙富短枝、成纪一号等短枝富士优系，新红星、俄矮 2 号、瓦力短枝、阿斯、天汪一号、短鲜等元帅短枝型优系（花牛苹果），大卫嘎拉、丽嘎等嘎拉优系，澳洲青苹、王林等绿色品种，色泽亮丽的密脆、华硕、福九红、福星、瑞香红、秦脆等均可作为易着色无袋栽培的主要品种^[14]。另外，果个大、风味浓郁、脆甜爽口、抗病性强的烟脆 1 号等适宜在山东、河北等苹果产区进行免套袋栽培^[13]。黄绿色中晚熟苹果新品种中田、青林免套袋栽培性状良好，抗病性强，适宜在云南省昭通市推广种植^[15]。早熟品种太平洋嘎拉和中熟或中晚熟品种蜜脆以及晚熟品种瑞阳、瑞雪表现均着色好、丰产、具有强大的适应性和优越的综合性状，在静

宁县和甘肃陇东苹果产区广泛种植推广^[16]。

2.2 外观品质优化技术

2.2.1 整形修剪 根据果园场地条件、行间作业带、树形改造、树木生长状态等因素，因地制宜地选择适合的修剪方式进行整形修剪，使经济效益最大化，适用免套袋苹果树整形修剪的具体参数详见表 1^[12, 17]。一般乔化园控制枝量为 105 万 ~ 120 万个 /hm²，矮化园控制枝量为 90 万 ~ 105 万个 /hm²^[17]。定植后对过粗侧枝进行 45°马蹄斜短截^[15]，7、8 月生长季及时剪去背上徒长枝、密生枝、重叠枝等。采收前 30 d 对果实周围遮光叶片进行 2 ~ 3 次摘除，第 1 次摘叶结束开始转果，9 ~ 10 d 后再转果^[2]。

2.2.2 促进果实着色 为提高果实外观品质，降低生产成本，可选择生物免疫膜、多元素复合肥、放置反光膜等技术措施来提高苹果果实着色。如田蕊^[18]在对苹果品种玉华早富、烟富 3 号、龙富短枝、秦脆的果实每 30 d 喷洒 1 ~ 2 次腐殖酸液态膜，发现腐殖酸液态膜可以提高苹果果实亮度值和红色饱和度，其中以 15 d 喷洒 1 次腐殖酸液态膜的处理效果最显著。

2.2.3 土肥水管理 苹果免套袋栽培中，土壤管理将改善土壤质量、保护土壤生态环境、促进果树健康生长和提高果实品质^[8]。一是做好土壤测试和处理。对土壤 pH 进行测试，通过有机肥的增施，使土壤肥力得到提升^[14]。如山东省果树研究所行间生草、加有机肥的方法改良土壤有机质成分，改良土壤环境^[12]。二是做好水分管理。从生长周期、季节等角度进行控制，根据天气情况和土壤墒情灵活掌握，一般在萌芽期、幼果期、膨大期、采收前和封冻前灌水 5 次^[12]。保持果树生长期的土壤含水量高于田间最大持水量的 80%。8、9 月份是果实膨大期，要使果实饱满，需要保

表 1 适用免套袋苹果树整形修剪

	行间 作业带 /m	果园 覆盖率 /%	改造 树形	主枝数 /个	干高 /m	树高 /m	冠幅 /m	备注
乔化园	1.0~1.5	75	小冠开心形	4~6	0.3~1.0	2.5~3.5	4.0~5.0	半椭圆形树形
			大冠开心形	4~5	1.0~1.2	2.0~2.5	6.0~8.0	“平面型”立体结果树形
			改良纺锤形	8~10	0.8~1.0	3.0	4.0~5.0	“圆柱形”立体结果树形
矮化园	1.5~2.0	60	细长纺锤形	20~25	0.7~0.8	3.0~3.5	1.5~2.0	突出中心干，注重枝组更新复壮
			主干枝组形	25~30	0.8~1.0	3.2~3.5	1.0	

证水分充足。但过多的积水会造成病害,甚至根系腐烂,应做好灌水时的引流措施;春季果树生长初期,对水分要求较高,而作为生长必需条件的土壤,对水分的要求也很高,浇水灌溉要趁早。夏季,苹果树已经进入生长阶段,而且降水量增大,除注意排水,防止果园积水外,应根据实际情况适当安排灌水^[19]。

2.3 病虫害绿色综合防控技术

病虫害防治是苹果免套袋栽培的关键环节,也是苹果产量和品质的重要保障。苹果免套袋栽培的病虫害防治方法主要是绿色综合防治和化学防治。其中绿色综合防治是结合农业防治、物理防治、生物防治等多种病虫害防治方式达到目的的方法^[19-20]。据《中国果树病虫害》(第2版)记载,苹果病害有苹果树腐烂病、炭疽病、白粉病、早期落叶病、轮纹病等,多达几十种^[21]。对免套袋果园来说,必然有更高的病害防治需求,而传统手段主要是化学药剂,难免会造成苹果农残问题^[22-23]。因此,采用农业防治、物理防治和生物防治的绿色综合防治技术,是苹果免套袋种植的最佳方案。

2.3.1 农业防控 一是高标准建园。苹果免套袋栽培对生长环境有很强的依赖性,如果生长环境存在很多不利的制约,就会对苹果产生不利的影响^[19],比如入侵果实内部的二氧化硫等有害气体,会对苹果产生锈蚀。因此,在开展苹果免套袋栽培前,做好果园选址,对所处区域自然环境、交通运输、公共工程等施工条件进行分析,远离易产生有害物质的区域,如化工企业、公路等^[19],严格按照果园建设技术规程,以工业化的理念高标准建设园区。同时,用现代化手段及时勘测果园土壤、气候、苹果生长和病虫害发生情况,经过监测数据分析,达到大数据管理^[13]。如李鹏鹏等^[16]对12个新引进的苹果品种在甘肃省静宁县苹果产区采取矮砧密植模式建园,实现机械化标准化生产。二是打造通透树冠。通过对苹果树四季修剪,使果树通风透光,有效杀死各类危害苹果生长的害虫,同时降低农药用量。

2.3.2 物理防控 一是驱赶鸟类。免套袋栽培的苹果易受鸟类伤害,使用驱鸟器和驱鸟剂等措施,达到防鸟驱鸟目的^[17]。二是枝干涂白。幼树病虫

以红蜘蛛、斑点落叶病、褐斑病等为主要病害。一般用生石灰等涂白,预防苹果幼苗病虫害。

2.3.3 生物防控 一是植物源农药防控。目前已从菊科、大戟科、卫矛科、豆科、苦菜科等植物中发现了2400多种具有杀虫杀菌活性的植物,通过对植物来源杀虫剂的筛选,使其在苹果免套袋种植病害生物防治中发挥重要作用^[23]。二是生物源杀菌剂防控。曾鑫^[23]针对苹果重要病害,通过研究筛选出100亿cfu/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂、300亿cfu/g解淀粉芽孢杆菌可湿性粉剂、50亿cfu/g多粘类芽孢杆菌可湿性粉剂3种生物源杀菌剂以及对诱导苹果免疫相关基因*Md-PR1*、*Md-PR5*、*Md-PR8*上调表达最好的免疫诱抗剂5%氨基寡糖素水剂,同时建立液态保护膜等田间应用技术,并结合重要病害发生的规律,整合出一套免套袋苹果重要病害绿色防控技术方案,获得一种具有较好生防促生作用的土壤微生物。

2.4 免套袋栽培技术存在的问题

在苹果免套袋技术的理论研究和推广上,我国取得了一定的成绩,但在种植环节上,还存在着一些问题。

2.4.1 技术不成熟 免套袋技术还在初级阶段,即使是同样的免套袋方式,效果也不可同日而语。张瑞芳^[24]研究发现,苹果的内在品质可以通过菌剂生物膜的喷施,使叶面积和光合速率提高,促进苹果着色,可溶性固形物含量和固酸比也随之提高。但也有不同的研究结果,如杨伟等^[25]研究指出,喷施生物免疫膜对苹果的品质提升低于套袋栽培。

2.4.2 农残相对较高 采用免套袋技术时,由于缺少果袋的防护作用,为了预防病虫害,通常会增大药剂使用量和使用次数,导致农药残留物增多^[26]。虽然也有研究指出,果实是否套袋对果实农残检测结果的影响较小^[27],但免套袋栽培时农药残留的绝对值高于套袋栽培^[28]。

2.4.3 生产者与消费者接受度低 市场上绝大多数消费者注重苹果外观品质,套袋苹果有优势,而免套袋苹果内在营养品质较高(如糖分高、口感脆等),却没有得到消费者的广泛认同,导致果农种植免套袋苹果的积极性不高^[29],普遍存在生产者和消费者接受度不高的现象。

2.4.4 试验数据较少 免套袋栽培技术的效果因选育品种、种植地区和生产方法的不同而存在较大差异。虽然该技术已在积极进行试验和示范推广, 但田间试验数据仍然较为匮乏。目前比较丰富的是对单一的套袋替代品的效果对比传统的套袋栽培, 而相对较少的是不同类型的套袋替代品之间的效果对比。在基础研究方面, 国家应加大对产业的支持和推广力度, 促进产、学、研的紧密结合, 以推动这一技术的进一步发展^[30]。

2.4.5 生产管理水平缺乏 采用免套袋栽培技术对果园管理水平要求较高, 包括树体规范化管理、土壤治理、肥水治理、花果管理、病虫害防治等技术, 对管理水平欠缺的果园, 不适宜采取免套袋栽培的方式进行栽培^[29]。

3 苹果免套袋栽培技术发展趋势

3.1 新品种的培育

通过利用现代分子生物学技术, 选育免套袋新品种, 从基因层面上解决困境。目前我国在苹果良种选育上推广应用很多优良的免套袋栽培品种, 如福九红、福星、瑞香红、瑞雪等。这些新品种的苹果, 在免套袋栽培技术下, 品质明显优于套袋栽培^[31]。冯帅帅等^[32]通过对瑞雪苹果套袋和免套袋果实的采样发现, 套袋果实乙烯受体基因表达明显下调, 乙烯含量低于免套袋果实, 免套袋栽培时乙烯合成增加, 导致 *MdLOX* 和 *MdADH* 基因上涨, 而 *MdLOX* 和 *MdADH* 基因在苹果香气物质的合成、苹果风味表达中起重要作用。随着分子生物信息学的快速发展, 苹果香气成分及其合成途径的研究已经取得了诸多成果, 但由于基因功能的复杂性以及实验技术的限制, 需要通过基因敲除、基因过表达以及基因编辑等技术手段, 来验证这些基因在苹果香气物质合成中的确切作用, 从而培育出新品种。这对苹果产业的可持续发展和品质提升具有重要意义。

3.2 套袋替代品

目前研发较多的是将营养元素、微生物、生物刺激素等与胶体复配, 用于果面, 可以形成一层保护膜来替代套袋, 其可以改善果质、改善口感、促进苹果生长发育、着色^[31]。如通过喷施糖醇钙+硅肥的组合提高了瑞阳苹果钙含量, 改善了果实品质, 提高了抗氧化性^[33]; 以植物体内提取

出的“生物膜”能促进苹果着色, 改善苹果口感^[24]; 以生物刺激素腐植酸与胶体复配的方法, 能起到防虫、防裂等作用^[34]。

4 结束语

苹果免套袋栽培目前可以达到节约成本、提高效益的目的, 而随着套袋成本的提高和新质生产力发展的需要, 苹果免套袋将成为未来发展趋势。因此, 实现大范围免套袋种植, 达到产业增效和区域农业转型升级的目的, 不断推动技术走向成熟是苹果产业健康、高效、可持续发展的必然要求。

在苹果免套袋栽培研究中, 加大对免套袋苹果的种类、相关制剂产品、栽培技术、病虫统防与树体抗病能力同步提高等相关研究的资金支持; 制定适合当地苹果生产、提高科技服务水平、加大农技推广力度的标准化种植规程, 做好苹果免套袋绿色植保技术模式产业集群示范; 建立健全免套袋苹果品质库, 通过录入苹果品种和筛选指标数据, 获得评价分数和排名, 一方面引导生产者因地制宜种植免套袋栽培的苹果品种, 另一方面引导消费者建立“苹果是吃出来的, 不是用来看的”的科学消费观, 更加注重苹果内在的品质^[29]。

通过基因学和表观遗传学研究控制苹果质量的关键基因, 例如水果大小、颜色或抗病性相关的基因, 可以帮助科研人员高效地选择免套袋栽培新品种, 应用于免套袋技术的研发。同时, 研究和推广零污染、低成本、对苹果果实品质有促进作用的新型保护膜剂, 是由“套袋栽培”向“免套袋栽培”技术转变的主要抓手。

目前, 免套袋技术还没有完全成熟, 应综合考虑当地生态环境、生产条件、市场需求等多方面因素, 遵循适地适栽原则, 实现科学合理的规划与实施^[29, 35]。

参考文献:

- [1] 文颖强, 马锋旺. 我国苹果套袋技术应用与研究进展[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006(2): 100-104.
- [2] 薛晓敏, 翟浩, 王金政. 苹果免套袋优质生产技术[J]. 落叶果树, 2020, 52(2): 54-55.
- [3] 邹宗峰, 王双磊, 孟祥谦, 等. 苹果轻简化免套袋栽培技术[J]. 落叶果树, 2022, 54(4): 86-87.

- [4] 周宏春. “新质生产力就是绿色生产力”的内涵特征与产业载体[J]. 生态经济, 2024, 7(40): 13-19.
- [5] 杜敬斌, 郑荣启, 刘美玉, 等. 3 种苹果果袋替代品的效果对比研究[J]. 落叶果树, 2024, 56(2): 27-31.
- [6] 刘中奇. 苹果免套袋技术及病虫害绿色防控措施[J]. 果农之友, 2023(1): 10-12.
- [7] 张健鹏, 王箫扬, 曹冰冰, 等. 苹果套袋与免套袋对果农经济效益的影响研究[J]. 山西农经, 2021(4): 153-154.
- [8] 张宏刚. 崇信县苹果免套袋栽培技术简介[J]. 南方农业, 2024, 18(3): 159-162.
- [9] 柳小兰, 安巧, 魏福晓, 等. 套袋与不套袋对“红露”苹果果实品质的影响[J]. 北方园艺, 2023(21): 23-29.
- [10] 王双磊, 王英磊, 邹宗峰, 等. 烟台苹果免套袋轻量化栽培技术集成示范及成效分析[J]. 林业科学, 2023(10): 68-86.
- [11] 王梦. 寒富苹果免套袋栽培措施对果实品质和果柄发育的影响[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2022.
- [12] 薛晓敏, 翟浩, 王金政, 等. 苹果免套袋优质栽培技术[J]. 落叶果树, 2021, 53(5): 66-68.
- [13] 孙燕霞, 赵玲玲, 唐岩, 等. 2 个适宜免套袋栽培的苹果新品种——烟脆 1 号、烟脆 2 号[J]. 中国南方果树, 2020, 49(4): 159-161.
- [14] 袁丽红. 苹果免套袋技术[J]. 河北果树, 2022(2): 35-37.
- [15] 黄文静, 杨光柱, 侯向洁, 等. 2 个中晚熟黄绿色免套袋苹果新品种在昭通引种表现及栽培技术要点[J]. 中国南方果树, 2024, 53(2): 225-228; 233.
- [16] 李鹏鹏, 李建明, 李国梁, 等. 12 个苹果品种在甘肃静宁矮砧密植免套袋栽培试验初报[J]. 中国果树, 2023(1): 78-82.
- [17] 李坪, 李前进, 张海鹏. 苹果免套袋栽培关键技术[J]. 西北园艺, 2020(12): 12-15.
- [18] 田蕊. 免套袋栽培条件下喷施腐殖酸液态膜对苹果树体生长及果实品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2023.
- [19] 郑美, 胡鹏飞. 苹果无袋化栽培的思考[J]. 农业开发与装备, 2022(4): 183-185.
- [20] 柳建伟, 李金峰, 史广亮, 等. 平凉市苹果叶部病害绿色防控技术规程[J]. 寒旱农业科学, 2024, 3(4): 388-392.
- [21] 中国农业科学院果树研究所, 中国农业科学院柑桔研究所. 中国果树病虫害[M]. 2 版, 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [22] 郭云云, 刘小艳, 陈杰新, 等. 杀菌剂对苹果树腐烂病的田间防效[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(2): 164-167.
- [23] 曾鑫. 免套袋苹果主要病害绿色防控技术与生防菌筛选及抑菌促生作用研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.
- [24] 张瑞芳. 不套袋对苹果品质的影响及果锈产生主要因素分析[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.
- [25] 杨伟, 孟鑫, 张东栋. 宏保旺生物免疫膜药剂对富士苹果品质的影响[J]. 陕西农业科学, 2019, 65(5): 47-49.
- [26] 翟浩, 王金政, 李晓军, 等. 桃小食心虫在苹果免套袋果园发生动态及双酰胺类杀虫剂的防治效果[J]. 果树学报, 2019, 36(8): 1058-1066.
- [27] 耿军, 王世升, 李畅. 无袋与套袋栽培对苹果品质及农药残留的影响[J]. 北方果树, 2018(2): 13-15.
- [28] 李鹏鹏, 赵政阳, 李建明. 甘肃静宁苹果无袋与套袋栽培理化性状及农药残留比较[J]. 陕西农业科学, 2020, 66(3): 56-58.
- [29] 何肖肖. 陕西渭北地区免套袋栽培苹果品质评价[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.
- [30] 马巧荣, 张开祥, 徐福利. 苹果套袋替代品研究与应用现状及展望[J]. 落叶果树, 2022, 54(5): 39-41.
- [31] 马巧荣, 张开祥, 徐福利. 苹果套袋与免套袋栽培比较分析[J]. 安徽农学通报, 2021, 27(21): 69-70.
- [32] 冯帅帅, 闫成太, 张天皓, 等. 套袋对‘瑞雪’苹果香气成分的影响及相关基因表达分析[J]. 食品科学, 2020, 41(4): 185-192.
- [33] 王乐幸. 不同叶面肥对免套袋‘瑞阳’苹果果实品质的影响[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2023.
- [34] 薛瑜瑜. 陕西科技大学研发苹果“面膜”助力优质果品飘红[J]. 腐植酸, 2020(4): 100.
- [35] 王燕霞. 苹果免套袋栽培技术优势分析及技术要点[J]. 现代农村科技, 2024(8): 106-107.