

“早稻 - 草莓”水旱轮作模式关键技术集成与示范

朱美华¹, 叶君营^{2*}

¹临海市东塍镇经济发展服务中心, 浙江 临海

²临海市农业技术推广中心, 浙江 临海

收稿日期: 2026年4月1日; 录用日期: 2026年5月2日; 发布日期: 2026年5月12日

摘要

针对浙东草莓产区土地季节性闲置、连作障碍及耕地“非粮化”等问题, 2024年在临海市开展“早稻 - 草莓”水旱轮作模式示范试验, 集成早稻催芽直播、大棚水稻机割、秸秆还田、草莓高垄滴灌覆膜栽培等关键技术。示范结果: 每667 m²早稻产量452 kg, 效益656元; 草莓产量1500 kg, 效益18,000元; 两季合计总效益18,656元。该模式实现了用地与养地结合, 有效缓解连作障碍, 提升土地资源利用率, 实现粮经协同发展, 是“千斤粮、万元钱”的典型范例, 可为浙东草莓产区绿色高质量发展及粮食生产功能区稳粮增效提供实践参考。

关键词

早稻, 草莓, 水旱轮作, 连作障碍, 粮食安全

Integration and Demonstration of Key Technologies for the “Early Rice-Strawberry” Paddy-Upland Rotation Model

Meihua Zhu¹, Junying Ye^{2*}

¹Economic Development Service Center of Dongcheng Town, Linhai City, Linhai Zhejiang

²Linhai Agricultural Technology Extension Center, Linhai Zhejiang

Received: April 1, 2026; accepted: May 2, 2026; published: May 12, 2026

*通讯作者。

Abstract

To address the issues of seasonal land idleness, continuous cropping obstacles, and the “non-grain” utilization of cultivated land in the strawberry-producing areas of eastern Zhejiang, a demonstration trial of the “early rice-strawberry” upland-paddy rotation model was conducted in Linhai City in 2024. Key techniques were integrated, including direct seeding of pre-germinated early rice, mechanized harvesting of rice in greenhouses, straw returning, and high-ridge drip irrigation with plastic film mulching for strawberry cultivation. The demonstration results showed that per 667 m², early rice yield reached 452 kg with a benefit of 656 yuan; strawberry yield reached 1500 kg with a benefit of 18,000 yuan; and the total benefit for the two cropping seasons was 18,656 yuan. This model achieves the integration of land use and soil conservation, effectively alleviates continuous cropping obstacles, improves land resource utilization efficiency, and realizes the coordinated development of grain and cash crops. It serves as a typical example of “a thousand jin of grain and ten thousand yuan in value” and provides a practical reference for the green, high-quality development of strawberry-producing areas in eastern Zhejiang, as well as for stabilizing grain production and improving efficiency in grain functional zones.

Keywords

Early Rice, Strawberry, Paddy-Upland Rotation, Continuous Cropping Obstacles, Food Security

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

草莓(*Fragaria ananassa* Duch.)是蔷薇科草莓属多年生草本植物,果实营养丰富,富含多种维生素,深受消费者喜爱,享有“水果皇后”之美誉[1]。草莓是浙江省临海市的特色优势农产品,当地常年种植面积稳定在 300 hm² 以上,已成为农民增收的重要支柱产业。然而,传统单季草莓栽培模式导致土地季节性闲置长达 5 个月,造成耕地资源浪费。同时,长期连作引发的土传病害频发、土壤理化性质恶化及养分失衡等问题,严重制约了该产业的可持续发展。在当前保障国家粮食安全的战略背景下,防止耕地“非粮化”、稳定粮食生产已成为农业政策的核心要求。因此,如何在经济效益突出的经济作物产区,特别是粮食生产功能区内,有效落实粮食种植任务、实现“粮经协同”发展,已成为亟待解决的关键问题。

水旱轮作制度在改善土壤结构、减轻土传病害、均衡养分利用等方面成效显著。目前,国内“水稻-大小麦”“水稻-蔬菜”等模式应用较为普遍,但针对设施草莓产区的研究较少。为此,2024年在临海市开展“早稻-草莓”水旱轮作示范试验,旨在破解草莓连作障碍、耕地季节性闲置及“非粮化”等问题。结果表明,该模式通过水旱轮作实现用地与养地结合,有效缓解连作障碍,提升土地利用率和粮食产能,达成粮经双丰收,是“千斤粮、万元钱”的种植典型[2],可为浙东草莓产区绿色高质量发展及粮食生产功能区稳粮增效提供实践参考。

2. 试验概况

示范试验基地位于临海市杜桥镇溪口省级粮食生产功能区,面积 1.33 hm²。当地属于亚热带季风气候,四季分明,光照充足,雨量充沛。试验田块地势平坦,土壤为壤土,排灌条件良好,有机质含量丰

富, 基础肥力较高。试验采用“早稻-草莓”水旱轮作模式, 茬口安排为5月上中旬直播早稻, 8月中旬收获; 9月中下旬移栽草莓, 12月中下旬开始采收, 翌年5月上旬草莓清园。

3. 关键技术集成

3.1. 早稻栽培

3.1.1. 品种选择

选用生育期中等、高产稳产、抗倒伏性强的早稻品种“中早39”。

3.1.2. 播种

5月上旬, 播种前将种子用25%氰烯菌酯悬浮剂1000倍液与45%咪鲜胺乳油2000倍液浸种48 h, 以预防恶苗病。种子催芽露白后, 采用喷粉机直播, 每667 m²用种量为6 kg。

3.1.3. 肥水管理

早稻不另施基肥, 主要利用前茬草莓残留养分。分蘖期视苗情酌情追施分蘖肥。水分管理遵循“浅水活棵、薄水分蘖、及时搁田、浅湿孕穗、干湿壮籽”的原则[3]。当田间茎蘖数达到预期穗数时, 及时排水搁田, 控制无效分蘖, 促进根系下扎, 增强抗倒伏能力。抽穗期不断水, 后期干湿交替, 收获前7 d排水待收。

3.1.4. 病虫害防控

播种后2~4 d, 选用40%苜蓿·丙草胺可湿性粉剂进行土壤封闭除草, 施药后5 d内保持土壤湿润, 提高除草效果。2叶后保持3~5 cm水层, 封杀田间杂草。全生育期根据当地植保部门预报, 重点防治二化螟、稻飞虱、纹枯病、稻瘟病等, 严格遵守农药安全间隔期, 注重药剂轮换。

3.1.5. 收获

8月中旬, 当稻谷黄熟时, 及时抢晴采用微型收割机(常工HX-LH195F)进行收获。该机型机身紧凑, 转弯半径小, 适合在大棚内作业。

3.2. 草莓栽培

3.2.1. 品种选择

草莓品种选用中晚熟、休眠浅、授粉力强、结果性好、果形大而均匀、产量高、品质好的“红颜”“越秀”等品种。

3.2.2. 整地

早稻收获后及时清理稻田, 深耕晒垡。移栽前, 每667 m²均匀撒施45%氮磷钾三元复合肥25 kg、腐熟豆粕50 kg作基肥。采用人工起垄, 垄面宽60~65 cm, 沟宽30 cm, 垄高30 cm, 每垄铺设1条滴灌带。

3.2.3. 合理密植

9月中下旬, 选择长势健壮、白根多、无病害、具有4片叶以上、短缩茎粗大于0.6 cm的优质种苗进行移栽。采用双行“品”字形栽植, 株距20 cm、行距30 cm, 每667 m²定植约6500株。定植后立即浇透定根水, 以提高成活率。定植时务必遵循“深不埋心、浅不露根”的原则, 并将弓背朝向畦外侧, 以利于通风透光和果实采摘。

3.2.4. 温湿调控

11月中旬, 当外界气温持续低于15℃时, 应及时覆盖黑色地膜、大棚膜, 并提前准备好双层内膜。

采用渐进式通风调控温湿度, 白天 20℃~25℃, 夜间不低于 5℃; 结果期空气相对湿度 50%~70%。浇水后及连阴雨加强通风, 以排湿优先、兼顾保温。

3.2.5. 水肥管理

采用水肥一体化技术进行灌溉施肥。缓苗后及时追施提苗肥, 每 667 m² 施用 45% 复合肥 10 kg, 并配合微生物菌剂 5 kg。进入花果期后, 每隔 10~15 d 追肥一次, 以高钾型水溶肥为主, 配合钙、硼等中微量元素肥料, 确保养分供应充足。

3.2.6. 植株管理与辅助授粉

合理进行整枝及疏花疏果, 及时摘除老叶、病叶及多余匍匐茎, 每株保留 8~12 片功能叶; 同时疏除高级次弱小花蕾和畸形果, 每株保留 8~12 个健壮果实。每个标准大棚(约 667 m²)于初花期放入 2 箱蜜蜂进行辅助授粉。此外, 应及时清理植株病残体, 保持棚内环境整洁, 减少病害发生。

3.2.7. 病虫害绿色防控

定植时用甲霜·恶霉灵、啞菌酯等药剂蘸根预防根腐病和炭疽病; 生长期选用苯醚甲环唑、啞菌环胺等药剂防控白粉病、灰霉病; 蚜虫、红蜘蛛可选用吡蚜酮、联苯肼酯等高效低毒药剂防治。

3.2.8. 采收与清园

12 月下旬开始分批采收至翌年 5 月上旬。草莓季结束后, 彻底清除植株残体和地膜。

4. 结果与分析

4.1. 经济效益

2024 年度“早稻-草莓”水旱轮作示范取得了显著的经济效益(见表 1)。早稻平均每 667 m² 产量 452 kg, 产值 1356 元, 扣除生产成本约 700 元, 净效益 656 元。草莓产季虽受 10 月底“康妮”台风影响引发内涝, 第一批果受损严重, 但通过加强后期管理, 平均每 667 m² 产量仍达到 1500 kg 左右, 产值约 40,000 元, 扣除生产成本约 22,000 元, 净效益为 18,000 元。两季合计, 每 667 m² 总产值达 41,356 元, 总效益 18,656 元, 是一个典型的“千斤粮、万元钱”高效生产模式。

Table 1. Economic benefit analysis of the “Early Rice-Strawberry” upland-paddy rotation model (2024)

表 1. “早稻-草莓”水旱轮作模式经济效益分析(2024 年)

作物	产量(kg/667m ²)	产值(元/667m ²)	成本(元/667m ²)	效益(元/667m ²)
早稻	452	1356	700	656
草莓	1500	40,000	22,000	18,000
合计	-	41,356	22,500	18,656

4.2. 生态效益

水旱轮作模式在改善土壤健康、抑制草莓连作障碍方面发挥了关键作用。早稻季的淹水环境有效降低了土壤中草莓常见的好气性病原菌(如根腐病、炭疽病、黄萎病)基数, 从而减少了对化学农药的依赖, 有利于提高产量并保障农产品质量安全。该轮作模式通过优化施肥与用药, 实现了化肥农药的减量使用, 显著减轻了农业面源污染。据测算, 该模式下早稻的化肥用量较当地常规种植减少 30% 以上, 草莓的农药使用量降低 20% 以上。此外, 水稻秸秆还田与草莓季施用有机肥(如豆粕)腐解后, 能够有效增加土壤有机质, 促进土壤团粒结构形成及有益微生物菌群繁殖, 从而实现用地与养地相结合, 构建起更为稳定、

健康的农田生态系统。

4.3. 社会效益

“早稻-草莓”轮作模式将传统草莓单季种植的土地闲置期转化为粮食生产期,使耕地复种指数提升至200%,有效缓解了季节性抛荒问题。同时,该模式采用微型收割机收获大棚内早稻,其作业效率较传统人工收割提升20倍以上,显著降低生产成本,提高农户种粮意愿。此外,该模式满足了粮食生产功能区内每年至少种植一季粮食作物的要求[4],实现了“以粮稳经、以经促粮”的粮经协同发展,达成了粮食安全与农民增收的有机统一,既稳住了“米袋子”,也鼓足了“钱袋子”。

5. 讨论

5.1. 关键技术要素与创新点

“早稻-草莓”水旱轮作模式的成功实施,得益于关键技术的协同集成。一是精准茬口衔接。早稻于5月上旬播种、8月中旬前收获,草莓于9月中下旬定植、次年5月上旬前清园,实现周年高效接茬。二是科学养分接力。早稻季减施化肥,充分利用前茬草莓残留余肥;草莓季增施有机肥并实行秸秆还田,持续培肥地力。三是生态调控减病。利用早稻季淹水环境,有效抑制草莓土传病原菌,从源头缓解连作障碍。四是农机农艺融合。创新应用微型收割机,成功解决设施环境下水稻机械化收割的难题。与国内已有同类研究相比,本研究的创新点主要体现在以下三个方面。一是模式创新,将设施草莓与早稻相结合,构建了粮经复合轮作新路径;二是技术突破,示范验证了大棚内水稻机械化收获的可行性;三是效益评价,通过综合经济效益核算,为模式推广应用提供数据支撑。

5.2. 存在的问题与建议

尽管“早稻-草莓”水旱轮作模式在示范中取得了显著成效,但仍面临以下几方面挑战。一是茬口衔接紧张,气候风险较高。早稻成熟期正值浙东南沿海台风、暴雨频发季节,易导致植株倒伏,不仅影响稻谷产量,还可能延误草莓最佳移栽期。建议引入微型插秧机,将水稻种植方式由直播改为育苗机插,从而将播种期提前至4月中旬,收获期相应提前至7月底至8月初,以有效规避台风高发期,并为草莓定植留出充足时间。二是水肥管理粗放,土壤健康监测不足。不同田块基础肥力差异较大,当前模式下缺乏精准监测手段,易出现前期脱肥或后期氮素过剩导致倒伏的问题。建议引入土壤养分速测技术,结合目标产量制定分阶段、分田块的精准施肥方案,构建水肥一体化调控体系,提升养分利用效率。三是大棚机械化作业水平偏低,劳动力成本较高。目前草莓季的起垄环节仍完全依赖人工,作业效率低、成本高,制约了模式的规模化推广。建议引进适宜大棚环境的小型起垄机,实现机械化起垄,逐步提升全程机械化作业水平。

5.3. 模式推广价值

“早稻-草莓”水旱轮作模式优势显著,相比传统草莓连作,在保障粮食生产、培育健康土壤、促进产业可持续发展方面表现突出;相比“水稻-水稻”常规模式,其经济效益大幅提升。在确保粮食安全的前提下,该模式实现了经济、生态与社会效益的协同最大化,推广应用前景广阔。

6. 结论

“早稻-草莓”水旱轮作示范试验通过科学衔接茬口,集成催芽直播(后续可优化为育苗机插)、秸秆还田、草莓高垄滴灌覆膜栽培及大棚水稻机割作业等关键技术,实现了粮经作物协同发展。该模式有效

克服草莓连作障碍, 减少化肥农药用量, 改善土壤健康, 盘活土地闲置期, 并验证了大棚微型收割机作业的可行性。尽管在茬口衔接、台风天气应对、水肥调控及机械化作业等方面仍存在挑战, 但可通过优化品种、采用育苗机插、加强土壤养分监测、引进小型机械等措施逐步完善。该模式在保障粮食安全的前提下, 实现了经济、生态与社会效益的协同提升, 在浙东南沿海草莓优势产区具有重要的推广价值。

参考文献

- [1] 周佳燕, 胡美华, 王开心, 等. 浙江省草莓产业现状及高质量发展对策建议[J]. 中国蔬菜, 2025(10): 29-33.
- [2] 李军, 寿建尧. 诸暨市大棚草莓-超级早稻水旱轮作种植模式及其栽培技术探讨[J]. 上海农业科技, 2020(3): 133-134.
- [3] 陈柳霖. 台州地区西兰花套种蚕豆-早稻模式栽培关键技术[J]. 种子科技, 2026, 44(3): 72-74.
- [4] https://www.zj.gov.cn/art/2021/7/22/art_1229620652_2402425.html, 2021-01-27.