

南方山改田水稻机械旱直播机覆生物降解地膜技术研究

程思明¹ 赵福建² 邵美红¹ 邱志强³ 蒋茜静⁴ 秦叶波⁵ 叶胜海⁶ 陈宇眺⁶

1. 建德市农业技术推广中心, 浙江 杭州 311600

2. 浙江家乐蜜园艺科技有限公司, 浙江 上虞 312369

3. 浙江睦府农业发展有限公司, 浙江 杭州 311600

4. 浙江大学生物系统工程与食品科学学院, 浙江 杭州 310030

5. 浙江省农业技术推广中心, 浙江 杭州 310020

6. 浙江省农业科学院作物与核利用研究所, 浙江 杭州 310021

摘要:为探索山改田水稻机械旱直播机覆生物降解地膜高产高效技术推广应用的可行性,研究不同直播密度、不同播种量、不同播种方式对山改田水稻生育期、分蘖、经济性状和产量的影响。通过成本投入、产出效益的分析,确定高产高效种植方案,为山改田水稻机械旱直播机覆地膜技术的推广应用提供科学依据。采用覆盖全生物降解地膜机械旱直播、覆生物降解地膜后人工打孔穴直播和不覆膜人工传统撒播,在山改田种植的水稻产量分别是 606.5 kg/亩、583.6 kg/亩、552.1 kg/亩和 459.2 kg/亩。试验结果表明,水稻机械旱直播机覆生物降解地膜技术是一项生态友好、省工降本、高产高效的水稻新型种植技术,集成“旋耕、施肥、起垄、播种、浇水、覆膜、覆土、镇实”等 8 项功能于一体的水稻机械旱直播耕作方式,适宜丘陵在山地和山改田等水资源相对不足的地区推广应用。

关键词:山改田;水稻;机械旱直播;生物降解地膜;种植技术

中图分类号:S233.71;S316

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.05.008

0 引言

近年来,随着我国城镇化进程的加快和经济社会发展需要,各地持续开展复耕与新地开垦。由于造地资源缺乏,不少新开垦耕地已上山,俗称“山改田”。山改田普遍存在土壤耕作层质量差、土层较薄及土壤养分贫瘠等问题,具体表现为砂石子多、缺少泥土和耕层浅薄等^[1],保肥保水性差。水资源、土壤肥力难以满足农作物正常生长需求,导致种植管理成本增加,生产风险较高。机械旱直播是水稻轻型栽培技术中最简单的种植方式,省工、省时、省力,节省秧田,生产效率高,但易倒伏、易受虫害和草害,适应性不强^[2],对于土壤耕作质量较差的山改田难以推广应用。采取水稻覆盖生物降解地膜,利用自然降雨,并辅以适时适量的精准喷灌,可以实现促控水稻生长^[3]。为探索山改田机械旱直播机覆生物地膜技术推广应用的可行性,2022 年在建德市试验研究机械旱直播、机械覆盖生物降解地膜技术对山改田种植水稻生育进程、分蘖动态、经济性状和

产量水平的影响,为山改田水稻稳产、高效种植提供新路径。

1 试验材料与方法

1.1 供试材料

(1)试验水稻为上海农业生物基因中心选育的节水抗旱稻新品种“旱优 73”。该品种具有根系发达、吸水吸肥能力强、耐旱性强、抗高温能力强、抗倒能力强等特点^[4],适宜丘陵山地和新垦造山改田等水源相对缺乏的中低产田种植。

(2)试验全生物降解地膜为浙江家乐蜜园艺科技有限公司生产的 0.01 mm 全生物降解地膜(黑色)。

(3)直播机为浙江家乐蜜园艺科技有限公司研发的“智能水稻覆膜免开孔旱直播一体机”(发明专利号:2023109810501)。

1.2 试验地点

试验地点位于建德市杨村桥镇杨家水库家庭农场的山改田项目区块,2018 年由桔子园地新改造而成,坡度 15°~20°,基地面积 60 亩(4 hm²),地力贫瘠;交通方便,示范辐射带动能力强。

基金项目:浙江省“尖兵”研发攻关计划项目(2022C02014);浙江省重点研发计划项目(2022C03038);浙江省农业重大协同项目(2023ZDXT02)

1.3 试验方案设计

设大区对比试验,随机排列,设 4 个处理,每个处理面积 200 m²,每垄种植 4 行,其中 W1 和 W2 两个处理,采用机械旱直播机覆生物降解地膜(株行距和播种量不同),以覆膜后人工打孔点播(CK1)、不

覆膜人工传统撒播(CK2)2 个处理为对照,不设重复,四周设立保护行,采取统一田间管理,试验方案设计见表 1。水稻机械旱直播机覆生物降解地膜高效技术示范方总面积 60 亩(4 hm²)。

表 1 水稻机械旱直播机覆地膜技术试验方案设计

试验处理	大区面积(m ²)	直播规格(cm×cm)	播种点数(万/亩)	播种粒数(粒/点)	播种量(kg/亩)
W1	200	25×16	1.66	5~6	2.3
W2	200	25×8	3.33	3~4	2.2
CK1(覆膜后人工打孔点播)	200	30×18	1.24	5~6	1.7
CK2(不覆膜人工传统撒播)	200				3.0

1.4 方法

1.4.1 播种

采用浙江家乐蜜园艺科技有限公司研制的“施可丰”品牌集成“旋耕、施肥、起垄、播种、浇水、覆膜、覆土、镇实”等功能于一体的旱直播机,按 2 种不同播种规格做试验处理,其中对照 CK1 采取覆生物降解地膜后人工打孔点直播。机械直播随播每亩施用 40 kg 缓释肥作种肥和基肥,以保证水稻分蘖期基本肥料需求^[5],CK1 在覆膜前、CK2 在播种前用同等量每亩施用 40 kg 缓释肥作种肥和基肥。覆盖生物降解地膜在垄两边用土压实,防止被风吹开。

1.4.2 整地和除草

采用旋耕机耕地,耕深 14~15 cm,旋耕后地表平整,平地后地势高差不大于 3 cm。耕地 7 d 前喷施草甘膦或草铵膦除老草,机械直播机覆膜和覆膜后人工打孔点播的处理在播种后不作化学除草处理,不覆膜传统人工撒播的处理在播种后 2 d 内喷施二甲戊灵土壤封杀。

1.4.3 灌溉

用中等扬程离心水泵从山改田山脚水塘水源抽

取灌溉用水,通过喷灌方式进行适时精准灌溉。

1.5 调查记载

记载各处理水稻播种、出苗、分蘖、抽穗、成熟等生育进程。计算水稻出苗率、成穗率、结实率。分阶段测量水稻株高。计算理论产量,大区 3 点取样脱粒测定实际产量。做好试验田除草、施肥、水泵抽水实施精准灌溉等田间作业记录。

2 试验结果

2.1 生育动态、出苗和植株高

全生育期:机械点直播覆生物降解地膜和覆膜后人工打孔点直播的比不覆膜人工传统撒播的全生育期长 2 d(表 2)。

出苗:试验结果表明(表 2、表 3),4 个处理在同一天播种,机械直播机覆生物降解地膜播种后 4 d 出苗,出苗率 82.58%;人工覆盖生物降解地膜打孔点直播处理播后 7 d 出苗,出苗率 86.49%,比不覆膜人工传统撒播分别提前 5 d 和 2 d 出苗,出苗率分别提高了 19.37%和 23.28%,为壮苗、齐苗奠定了基础。

表 2 机械直播机覆生物降解地膜对水稻生育动态的影响(2022 年)

试验处理	播种期 (月/日)	出苗期 (月/日)	分蘖始期 (月/日)	分蘖末期 (月/日)	始穗期 (月/日)	齐穗期 (月/日)	成熟期 (月/日)	全生育期 (d)
W1	6/1	6/5	6/25	7/20	8/22	8/25	10/13	135
W2	6/1	6/5	6/25	7/20	8/22	8/25	10/13	135
CK1(覆膜后人工打孔点播)	6/1	6/8	6/28	7/23	8/23	8/26	10/11	133
CK2(不覆膜人工传统撒播)	6/1	6/10	6/30	7/24	8/24	8/27	10/10	132

表 3 机械直播机覆生物降解地膜对出苗、株高的影响(2022 年)

试验处理	出苗		植株高(cm)		
	播后出苗(d)	出苗率(%)	6 月 25 日	8 月 20 日	9 月 20 日
W1	3	82.58	25.8	100.2	108.3
W2	3	86.49	25.5	96.8	107.9
CK1(覆膜后人工打孔点播)	6	79.55	22.7	97.2	105.2
CK2(不覆膜人工传统撒播)	8	63.21	16.3	92.3	103.1

株高:试验结果显示(表 3),在分蘖期和孕穗阶段,机械直播机覆生物降解地膜方式种植水稻植株高度比不覆膜人工传统撒播和覆膜后人工打孔点播种植方式分别高 6.4~9.5 cm 和 2.1~5.2 cm,分别达到极显著水平和显著水平。

2.2 经济性状

分蘖动态:基本苗以处理 CK2 最高,以处理 CK1 最低;最高苗以处理 W2 最高,以处理 CK2 最低。

有效穗和结实率:有效穗数以处理 W1 最高,以对照 CK2 最低;每穗总粒数以处理 W2 最高,以对照 CK2 最低;每穗实粒数以处理 W2 最高,以对照 CK2 最低;结实率以处理 W1 最高,以对照 CK2 最低(表 4)。

产量水平:理论产量以处理 W2 最高,以对照 CK2 最低;实际产量以处理 W2 最高,以对照 CK2 最低。试验结果表明,处理 W1、W2 表现较好(表 4)。

表 4 机直播机覆生物降解地膜技术对水稻经济性状和产量的影响(2022 年)

试验处理	基本苗 (万/亩)	最高苗 (万/亩)	有效穗 (万/亩)	成穗率 (%)	每穗总粒数 (粒)	每穗实粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	理论产量 (kg/亩)	实际产量 (kg/亩)
W1	5.20	22.35	15.7	70.2	168.7	142.9	87.3	26	615.9	583.6
W2	5.08	22.48	15.5	69.0	173.9	150.5	86.1	26	630.7	606.5
CK1(覆膜后人工打孔点播)	4.69	21.95	15.1	68.8	168.9	140.6	83.2	26	590.9	552.1
CK2(不覆膜人工传统撒播)	7.29	21.16	14.4	68.0	160.2	135.2	84.4	25.7	500.3	459.2

从试验多项指标来分析,在山改田采取机覆生物降解地膜机械旱直播水稻早出苗、早发棵,有利于水稻早分蘖、育壮蘖和孕大穗,每亩有效穗比传统不覆地膜人工撒播提高 1.3 %,每穗总粒和每穗实粒分别比对照增加 9 粒和 13 粒,结实率提高 2%~3%。山改田覆生物降解地膜种植水稻灌浆阶段呈现根系健壮、青秆黄熟,促进水稻干物质积累,千粒重也小幅提高。

示范方产量水平:2023 年建德市农业农村局组织对 60 亩(4 hm²)水稻机直播机覆生物降解地膜技术示范基地实割测产,采用机旱直播机覆盖全生物降解地膜的节水抗旱稻,平均产量 575.97 kg/亩,最

高产单产 600.36 kg/亩,总产 3.45 万 kg,单产比不覆膜传统人工撒播和覆盖生物降解地膜后人工打孔点播处理分别增加 100.5 kg/亩 和 68.3 kg/亩,增幅分别达 21.1%和 13.5%。

2.3 生产用电用水投入

采用覆盖生物降解地膜机旱直播旱管方式种植水稻,山改地稻田不淹水,能减少水稻植株间蒸发和土层渗漏。表 5 试验数据显示,机旱直播覆盖生物降解地膜、覆盖生物降解地膜后人工打孔点播实施旱管的水稻生产灌溉用水量比不覆膜人工撒播均大幅度降低,分别减少 51.1%和 36.6%。

表 5 机械直播机覆生物降解地膜对生产灌溉用水的影响(2022 年)

试验处理	灌溉抽水耗电			灌溉用水(水泵抽送)	
	kW·h/亩	元/亩	增长幅度(%)	t/亩	增长幅度(%)
W1	133.9	58.8	— 51.1	229	— 48.8
W2	133.9	58.8	— 51.1	229	— 48.8
CK1(覆膜后人工打孔点播)	173.6	76.2	— 36.6	282	— 36.9
CK2(不覆膜人工传统撒播)	274.1	120.3	0	447	0

说明:浙江省农业排灌用电电价为 0.439 元/(kW·h)。

3 效益分析

从表 6、表 7 可以看出,山改田水稻不同种植方式在一个生产周期投入的经济成本,机械直播机覆生物降解地膜种植和覆膜后人工打孔直播比传统不覆膜直播分别高 9 元/亩、22 元/亩;按照当地稻谷收储价格 3.5 元/kg 核计,机械直播机覆生物降解

地膜种植 W1、W2 和覆膜后人工打孔直播每亩实际产量分别为 583.6 kg、606.5 kg 和 552.1 kg,比不覆膜传统人工撒播分别增产 124.4 kg、147.3 kg 和 92.9 kg;扣除生产经济成本,每亩净收入比不覆膜传统人工撒播分别增收 438.4 元、524.5 元和 216.1 元,说明在山改田采用机械直播机覆生物降解地膜方式种植水稻增产增收显著。

表 6 山改田水稻不同直播方式经济成本比较(2022 年) 元/亩

试验处理	降解地膜	租地	播种	投入品	灌溉	田间管理工	总成本
W1	155	400	65	385	59	180	1 254
W2	155	400	65	379	59	180	1 248
CK1	155	400	105	350	76	180	1 266
CK2	0	400	65	460	120	210	1 245

表 7 经济效益分析(2022 年)

试验处理	产量 (kg/亩)	收入 (元/亩)	成本 (元/亩)	净收入 (元/亩)
W1	583.6	2042.6	1254	788.6
W2	606.5	2122.7	1248	874.7
CK1	552.1	1932.3	1266	666.3
CK2	459.2	1607.2	1245	362.2

4 讨论与结论

地膜残留已经对农田土壤、作物生长发育、农事作业等造成严重影响和危害^[6],本试验使用的全生物降解地膜具有保墒、增温、节水、防草等综合功效,经过一个水稻生产周期可实现 95%自然降解融于土壤,不对耕地及环境造成破坏和产生白色或黑色污染,生态友好。试验结果表明,水稻机械旱直播机覆生物降解地膜技术运用集聚多项功能于一体的水稻智能化种植装备,具有开沟起垄、成行成序,穴距可调,播种量可控,直播均匀,浇水、施肥、播种同步,出苗一致整齐等农机农艺融合的优点,比传统不覆膜人工直播省工省本,每亩降本增收 400 元以上,增产增效显著。生产上应选用生育期适中,抗倒性强,优质高产,适宜机械旱直播机覆膜种植的水稻品种。适时播种,高质量整地,机直播行距 25 cm,穴距 8 cm,点播 3~4 粒为宜,随直播覆盖高品质全生物降解地膜,并配套施用有效期 90 d 以上缓释肥,确保全苗壮苗,促个体生长,培育大穗,增加有效穗数、穗粒数,实现高产。

机械旱直播机覆生物降解地膜技术是一种水稻旱直播覆盖地膜栽培新技术,其核心原理是利用水稻和杂草发芽出土时芽体生长变化、形态结构、穿透力等生物学差异。水稻和杂草发芽出土时具有不同的生物学规律,水稻具有和竹子、大姜类似的芽尖特点,水稻由胚芽鞘和不完全叶(不完全叶没有叶片,只有尖锐而坚挺的叶鞘)构成的粗大坚挺锥状芽尖具有极强的穿透力,即使露出土表胚芽鞘破裂,其不完全叶因为只有叶鞘没有叶片,仍具有很强的穿透力。一般杂草由于种子微小,其胚芽鞘在出土前具有一定的穿透力,一旦露出土表接触空气就会破裂,柔软的子叶即伸展,因没有坚挺尖锐的不完全叶而失去穿透力,因此,适度盖土压膜,使地膜既不与土

壤紧密结合,又能对地膜形成一定的压力或张力,就能使水稻芽尖穿膜而出,又能阻隔杂草穿膜生长。如果压土过厚,会使地膜与土壤紧密贴合,杂草胚芽鞘生长碰到地膜时不能接触到空气,仍在土壤内部,而不能穿透地膜生长;反之,容易导致水稻芽尖将地膜顶起,而不能正常穿透地膜出苗,故在机械操作过程中应注意压土适当。

机械旱直播机覆生物降解地膜技术不用对地膜打孔或切口,就能使水稻穿透地膜出苗,同时又能阻隔杂草穿透地膜生长,从而达到高度保墒、除草、苗全、苗壮和省水、省工、节本、增产的效果,克服了目前水稻直播地膜覆盖技术的缺陷和不足,使水稻种植由水田、水浇地,突破性地跨越到具有一定水浇条件的旱田、以及水库、塘坝周边的山岭旱地、盐碱滩涂,乃至沙漠都能种植水稻^[7],是一次水稻栽培革命。这一技术对于加快水稻产业发展、优化粮食结构、改善农业生态环境、实现农业提质增效,农民增产增收等具有重要意义。

参考文献:

[1] 赵燕昊,侯志高,黎青. 新增耕地质量建设的做法与建议:基于桐庐县的实践[J]. 中国农业综合开发,2020(11):28-29.

[2] 施志权,张锋锋,郑微波,等. 水稻机械精量穴直播技术对比试验[J]. 农机科技推广,2017(3):15-17.

[3] 彭世彰,李荣超. 覆膜旱作水稻作物系数试验研究[J]. 水科学进展,2001,12(3):312-317.

[4] 赵洪阳,解波,朱敬乐,等. 节水抗旱杂交稻新组合早优 73 的种植表现及高产栽培技术[J]. 杂交水稻,2017,32(6):39-41.

[5] 董洋阳,贾晴晴,张中华,等. 水稻缓释肥减氮田间试验报告[J]. 上海农业科技,2019(2):109-110.

[6] 严昌荣,何文清,薛颖昊,等. 生物降解地膜应用与地膜残留污染防控[J]. 生物工程学报,2016,32(6):748-760.

[7] 黄立华,梁正伟,王明明,等. 覆膜栽培对盐碱地水稻生长的影响及节水潜力初探[J]. 华北农学报,2012,27(增刊1):106-110.

作者简介:程思明,男,1989 年生,农艺师。研究方向为粮油技术及推广。邵美红(通讯作者),男,1966 年生,推广研究员。研究方向为农作物生态高效栽培理论和技术。