

超薄生物降解地膜降解特征及对有机稻生产和效益的影响

刘森¹, 邱树峰^{1*}, 孙彬², 滕学海³, 夏天舒¹, 毕影东¹, 李炜¹, 王玲¹, 樊超¹, 刘建新¹, 杨光¹

(1. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院农村能源与环保研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 3. 黑龙江省龙江县山泉镇乡村振兴发展服务中心, 黑龙江龙江 161100)

摘要 研究超薄生物降解地膜应用于有机水稻生产, 生物降解地膜的降解特性及其对稻田杂草、用水量、水稻产量和经济效益的影响。结果表明, 黑色生物降解地膜(QTH)可以有效地保温保墒, 并有效抑制杂草; 同时, 显著地提高了水稻的结实率、糙米率和精米率, 使产量提高了14%, 蛋白质含量提高了9.38%。**关键词** 超薄生物降解地膜; 降解特征; 有机水稻; 产量; 效益

中图分类号 S511 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)23-0067-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.019



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Degradation Characteristics of Ultra-thin Biodegradable Plastic Film and Its Effect on Organic Rice Production and BenefitsLIU Miao¹, QIU Shu-feng¹, SUN Bin² et al (1. Crop Tillage and Cultivation Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Rural Energy and Environmental Protection Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)**Abstract** This paper studied the application of ultra-thin biodegradable mulch film to organic rice production, the degradation characteristics of biodegradable mulch film and its effects on weeds, water consumption, rice yield and economic benefits in rice field. The result showed that the black biodegradable mulch could effectively maintain heat and moisture, and effectively inhibit weeds. At the same time, the rice seed setting rate, brown rice rate and white rice rate were significantly improved. Rice yield increased by 14% and protein content by 9.38%.**Key words** Ultra-thin biodegradable mulch film; Degradation characteristics; Organic rice; Yield; Benefit

地膜在我国农业生产应用已有40多年历史,是现在农业生产中的重要生产资料。但普通聚乙烯地膜在自然条件下很难降解,使用量有1/3残留在土壤中,对环境造成不良影响^[1-2]。生物降解地膜在功能期后逐步降解为水和CO₂,是传统聚乙烯地膜的理想替代品。目前,生物降解地膜在旱地作物以及蔬菜种植中都得到广泛的使用,但在水稻中应用较少^[3-4],相关研究也不多。水稻栽培应用生物降解地膜可以起到增温保墒作用,从而促进水稻提早成熟^[5-6],提质增产。特别是水稻栽培应用黑色生物降解地膜,在不施用化学除草剂的情况下也可以有效防止草害发生,为有机水稻生产的杂草防治提供了有效的解决方案,使农民发展生态保护栽培又多一类技术选择。笔者研究了超薄生物降解地膜应用于有机水稻生产,生物降解地膜的降解特性及其对稻田杂草、用水量、水稻产量和经济效益的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料与准备 试验地点设在哈尔滨延寿县加信镇旭东有机稻米种植专业合作社有机水稻种植基地,地势平坦,前茬连续多年栽培水稻,土壤为黑壤土,土地肥沃,地力均匀。试验选用的水稻品种为比当地主栽品种晚6~7d的水稻品种稻花香2号,该品种是东北粳稻中适口性较好的品种之一,普通株型,生育期在140d左右^[7]。试验选用的生物降解地膜是山东清田塑工有限公司的QTH黑色超薄生物降解地膜,宽度130cm,厚度仅为6μm,CK为露地栽培。试

验结合整地一次性施足持效期长的微生物有机肥2500kg/hm²作为基肥,有机肥全氮含量为46.5g/kg,有效磷含量为1.8g/kg,速效钾含量为2.0g/kg^[8]。覆膜插秧前20~30d进行第1次泡田;10~15d后进行第2次泡田水耙;插秧前3~5d进行第3次泡田和第2次水耙地^[9]。覆膜田每次整地后保持水饱和状态,不覆膜田常规管理。

1.2 试验设计

1.2.1 覆膜插秧。试验设覆膜处理和不覆膜对照2个处理,随机区组,重复3次,每个小区为60m²,5月下旬插秧,覆膜插秧一体机一次完成覆膜插秧作业,行穴距为30cm×13cm,每穴3~5棵基本苗,插秧后1~2d查田补苗。

1.2.2 降解膜降解速度观测。覆膜后记录降解膜进入诱导期(覆膜到地膜出现小于1cm的裂纹)、开裂期(地膜出现大于3cm的裂纹)、崩裂期(地膜出现大于5cm的裂纹或裂纹合并出现碎块)、碎裂期(地膜有小碎片,但已无直径大于10cm残膜)、无膜期(地膜在地表基本消失)的时间^[10-11]。

1.2.3 土壤温度测定。插秧后,在覆膜处理和对照每个小区内远离注水口的地方分别选取1处安装TZS-5X-G多参数土壤水分、温度速测仪,温度感应探头置于水稻行间土壤15cm耕层,间隔2h自动记录数据1次,计算处理与对照1d的平均温度,直至降解膜进入开裂期。

1.2.4 灌水管理。覆膜处理灌水采取湿润栽培水分管理,水稻插秧后保持膜面无水、膜下有水^[12],沟穴有水、畦上无水状态,保证田间土壤含水量处于饱和状态;CK正常灌水管理。每次灌水记录灌水量。

1.2.5 杂草调查。水稻抽穗后期,覆膜处理与对照每小区随机选取1处,每处1m²,调查常见且对水稻生长影响较大

基金项目 国家重点研发计划(2016YFB0302400)。**作者简介** 刘森(1983—),女,黑龙江哈尔滨人,助理研究员,博士,从事作物遗传育种研究。*通信作者,正高级农艺师,从事作物遗传育种与耕作栽培研究。**收稿日期** 2020-12-28

的稗草、牛毛毡、野慈姑、三棱草4种杂草发生情况。

1.2.6 水稻产量测定。水稻成熟后,每小区随机选取 1 m^2 水稻考种,内容包括有效穗数、穗粒数、结实率、千粒重等主要产量构成因素。小区实收测产,按折算 13.5% 标准含水量记录实收产量^[13-14]。

2 结果与分析

2.1 降解膜降解速度 降解地膜覆膜65 d后进入诱导期,88 d后进入开裂期,106 d后进入崩裂期,126 d进入碎裂期,139 d基本进入无膜期,目测地表地膜当年降解率到90%以上。降解膜土埋部分降解率约30%,明显低于裸露部分和旱田试验结果(89.48%)。降解膜土埋部分比旱田降解速度慢,可能是由于水田土壤含氧量、菌群结构等与旱田差异较大,影响了水田土埋降解膜的降解速率。土埋部分仅为覆膜总量10%左右,且经2年翻耕,地膜降解率也达到100%,对水稻生长无影响。

2.2 插秧情况调查 试验设覆膜和不覆膜2个处理均同时插秧,插秧3 d后查田补苗,调查发现,覆膜田没有漂苗现象。覆膜田秧苗受降解膜保护,应对大风、低温能力增强,且覆膜田日间地温增加较快,夜间保温效果好,缩短了秧苗的缓苗时间,秧苗返青时间较CK缩短2 d。

2.3 地膜对土壤温度和水稻成熟期的影响 TZS-5X-G提供的数据显示,覆膜处理3个重复自覆膜至8月初降解膜进入破裂期前,与对照相比,覆膜对耕层15 cm深处土壤增温作用明显(表1)。随着地膜的降解,覆膜处理与对照土壤的温度逐渐接近,8月中旬地膜进入崩裂期后,覆膜田土壤温度与对照趋于一致。全生育期内,覆膜处理土壤日平均增温 $1.02\text{ }^{\circ}\text{C}$,日最大增温达到了 $4.22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。水稻成熟期比对照提早6 d。

表1 覆膜栽培对稻田土壤15 cm耕层温度的影响

Table 1 Effect of film mulching cultivation on 15 cm surface temperature of paddy soil $^{\circ}\text{C}$

日期 Date	覆膜处理 Film mulching treatment	对照 CK
05-18	16.3	16.4
06-07	19.5	17.1
06-27	21.7	20.1
07-17	22.8	22.0
08-06	20.4	19.2
08-26	19.6	19.2
09-15	19.1	18.8

2.4 降解膜对灌水量的影响 从表2可以看出,覆膜处理与对照相比,有效减少了灌溉用水。覆膜处理在减少灌溉水

47%的情况下仍然可以使水稻保持良好的生长状态。

表2 覆膜栽培对灌水量的影响

Table 2 Effect of film mulching cultivation on irrigation volume

日期 Date	覆膜处理 Film mulching treatment	对照 CK
05-12	300	450
05-19	150	300
06-02	300	600
06-16	150	300
07-02	300	600
07-13	300	450
08-03	150	300
08-11	0	150
合计 Total	1 650	3 150

2.5 降解膜对杂草量的影响 每小区随机选取 1 m^2 调查发现,覆膜处理和对照的总杂草株数分别为22、128株,杂草平均密度分别为7.34和42.66株/ m^2 ,覆膜处理杂草较对照减少82.79%;覆膜对牛毛毡控制效果最好,与对照相比减少91.51%。

表3 覆膜栽培对杂草量的影响

Table 3 Effect of film mulching cultivation on the amount of weeds

杂草种类 Weed species	覆膜处理 Film mulching treatment		对照 CK	
	株数 Number of plants 株	密度 Density 株/ m^2	株数 Number of plants 株	密度 Density 株/ m^2
牛毛毡 <i>Eleocharis yokoscensis</i>	5	1.67	59	19.67
稗草 <i>Echinochloa crusgalli</i>	12	4.00	40	13.33
野慈姑 <i>Sagittaria trifolia</i>	0	0.00	1	0.33
三棱草 <i>Convexutricle sedge herb</i>	5	1.67	28	9.33
合计 Total	22	7.34	128	42.66

2.6 降解膜对水稻产量、品质和经济效益的影响 从表4可以看出,覆膜栽培增产主要源于水稻穗粒数和结实率的增加,有效穗数覆膜处理比对照多 $62.4\text{ 穗}/\text{m}^2$,增加18.95%;结实率覆膜处理比对照高出5.6个百分点;水稻穗粒数和千粒重基本相当;理论产量增加 $725.19\text{ kg}/\text{hm}^2$,增产率为14.12%。小区实收测产表明,覆膜处理比对照明显增产,增产量为 $679.95\text{ kg}/\text{hm}^2$,增产率为14.25%;同时,覆膜处理稻米与对照相比,糙米率和精米率显著提高,整精米率没有显著差异;覆膜处理与对照相比,稻米的垩白粒率和垩白度差异不大,蛋白质含量提高了9.38%(表5~6)。

表4 覆膜栽培对水稻产量的影响

Table 4 Effect of film mulching cultivation on rice yield

处理 Treatment	有效穗 Number of productive ear//穗/ m^2	穗粒数 Kernels per spike	结实率 Seed setting rate//%	千粒重 Thousand seed weight//g	理论产量 Theoretical yield kg/ hm^2	实际产量 Yield kg/ hm^2
覆膜处理 Film mulching treatment	391.7 a	86.1 a	90.2 a	26.1 a	5 861.66 a	5 452.50 a
对照 CK	329.3 b	85.0 ab	84.6 b	26.3 a	5 136.47 b	4 772.55 b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

表 5 覆膜栽培对水稻加工品质及外观品质的影响

Table 5 Effect of film mulching cultivation on rice processing quality and appearance quality

处理 Treatment	糙米率 Brown rice rate//%	精米率 White rice rate//%	整精米率 Whole white rice rate//%	垩白粒率 Chalky kernel percentage//%	垩白度 Chalkiness degree//%
覆膜处理 Film mulching treatment	81.1±0.1 a	63.3±0.2 a	52.9±1.9 a	5.0±2.7 a	0.4±0.2 a
对照 CK	79.2±0.2 b	61.7±0.2 b	52.8±1.0 a	4.0±1.2 a	0.4±0.2 a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

表 6 覆膜栽培对稻米理化性状的影响

Table 6 Effects of film mulching cultivation on physical and chemical properties of rice

处理 Treatment	胶稠度 Gel consistency	碱解值 Alkaline hydrolysis value	直链淀粉含量 Amylose content//%	蛋白质含量 Protein content//%
覆膜处理 Film mulching treatment	77.4±0.7 a	7.0±0.0 a	18.6±0.4 a	7.0±0.2 a
对照 CK	78.9±1.4 a	7.0±0.0 a	18.8±0.1 a	6.4±0.1 b

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P<0.05$)

3 讨论与结论

覆盖生物降解膜对水稻产量和品质的影响很大^[15]。应用降解膜栽培有机水稻,在降解膜的功能期内能够显著提高地温,促进水稻早发快长,为水稻产量奠定基础。在水稻本田生育期内日均提高 15 cm 土壤耕层地温 1.02 °C,对于水稻产量和品质作用显著。覆膜不仅可以抑制杂草,还可以减轻病虫害的发生,从而达到不用除草剂、少用或不用病虫害药剂的目的。有效解决了有机水稻规模化栽培人工除草雇工难、成本高的问题。经农户测算,有机稻栽培可节约人工除草成本约 1 650 元/hm² 左右^[16]。降解覆膜栽培水稻是一种绿色、环保、高产、高效的生产方式,是农民发展生态保护栽培的一项技术选择。

参考文献

- [1] 黄瑶珠,高旭华,谢东,等. 生物降解地膜田间应用降解效果及对后茬早稻产量的影响[J]. 现代农业科技,2018(23):1-3.
- [2] 梁志虎. 不同可降解农用地膜对土壤环境的影响研究[J]. 中国水土保持,2018(7):31-33,69.
- [3] 赖添奎,吴新洪. 全生物降解膜降解特征及其对花生产量的影响[J]. 农业与技术,2018,38(3):35-36.

- [4] 潘和平,杨通隆,张继,等. 全生物降解地膜应用对烤烟产质量的影响[J]. 安徽农业科学,2016,44(28):30-32.
- [5] 熊飞. 水稻大田覆膜增温湿润栽培技术研究与进展[J]. 科学种养,2016(7):5-8.
- [6] 胡美华,徐友利,邵伟强,等. 全生物降解地膜研发推广应用现状与对策措施[J]. 浙江农业科学,2019,60(5):703-706.
- [7] 齐明. “稻花香 2 号”特征特性及栽培技术[J]. 现代农业,2013(12):56-57.
- [8] 刘晓伟,王火焰,周健民,等. 供氮浓度与时期对水稻产量及氮吸收的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(7):66-69.
- [9] 谭欣. 生物有机肥对低产稻田土壤养分和水稻产量的影响[J]. 南方农业,2019,13(21):8-10.
- [10] 庞买只. 生物降解地膜应用浅谈[J]. 新材料产业,2015(5):53-57.
- [11] 范全党,崔俊俊,罗华廷,等. 宣威玉米全生物降解膜覆盖应用效果研究[J]. 现代农业科技,2018(8):2-4.
- [12] 焦伯臣,袁昊鹏,刘建,等. 水稻地膜覆盖湿润栽培试验分析[J]. 农业科技通讯,2012(10):28-30.
- [13] 王硕,钊兴宽,康洪灿,等. 含水量对粳稻品种比试验产量的影响[J]. 农业科技通讯,2019(11):84-85.
- [14] 曾军. 辽宁省水稻不同产量类型品种产量结构的比较分析[J]. 北方水稻,2013,43(6):13-16,30.
- [15] 朱德峰,张玉屏,陈惠哲,等. 我国稻作技术转型与发展[J]. 中国稻米,2019,25(3):1-5.
- [16] 于欢. 甘南县有机水稻覆膜插秧一体化栽培试验分析[J]. 北方水稻,2016,46(4):30-32.

(上接第 47 页)

叶部分蛋白质含量不同,分布存在差异;总体上,软叶部位叶球外叶和内叶的蛋白质含量高于同一部位叶柄含量,与孙丽等^[1]、张鲁刚等^[12]研究结果相同。

综上所述,该试验参试大白菜品种只有合抱和叠抱 2 个类型,试验类型及测定的营养成分种类也较少,数据仅为一年试验结果。今后应增加直筒型等类型大白菜品种参试,增加有机物、微量元素等相关营养成分测定分析,为优质高效大白菜品种选择和高营养大白菜育种材料筛选提供可靠依据。

参考文献

- [1] 孙丽,李贞霞,王广印,等. 不同品种直筒型大白菜的营养品质分析[J]. 广东农业科学,2013,40(20):35-37.
- [2] 吕松杰,王志坚. 浅谈大白菜的四季种植及营养价值[J]. 农村. 农业. 农民,2006(3):37.

- [3] 戴桂芝,李燕,郑丽英,等. 白菜的保健功能及白菜豆豉新工艺研究[J]. 农产品加工(学刊),2005(3):71-72,75.
- [4] 钟彩霞. 番茄的营养成分及保健作用[J]. 内蒙古科技与经济,2011(22):105,107.
- [5] 金同铭,武兴德,刘玲,等. 北京地区大白菜营养品质评价的研究[J]. 北京农业科学,1995,13(5):33-37.
- [6] 王景义,梁惠芳,任建平,等. 优良大白菜遗传资源的筛选初报[J]. 中国蔬菜,1989(4):30-33.
- [7] 宋廷宇,侯喜林,何启伟,等. 蕹菜、大白菜与白菜营养成分评价[J]. 山东农业科学,2007,39(5):21-22.
- [8] 张德双,金同铭,徐家炳,等. 几种主要营养成分在大白菜不同叶片及部位中的分布规律[J]. 华北农学报,2000,15(1):108-111.
- [9] 张志良,瞿伟菁,李小方. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [10] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 2版. 北京:高等教育出版社,2006.
- [11] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [12] 张鲁刚,宋胭脂,柯桂兰. 大白菜营养分布特点的研究[J]. 陕西农业科学,1991,37(5):10-12.