

水稻纸膜覆盖种植技术节水控草效果的试验研究

任文涛, 辛明金, 林 静, 包春江, 宋玉秋, 王瑞丽

(沈阳农业大学农业工程学院, 沈阳 110161)

摘 要: 采用日本产再生纸、中国台湾产农用纸和中国大陆产普通包装用牛皮纸作为水稻种植的覆盖材料, 研究了在水稻乳芽直播和插秧 2 种不同种植工艺条件下纸膜覆盖节水和控制杂草效果。结果表明, 在水稻全生长期纸膜覆盖与无纸膜覆盖相比节水 20.2%, 同在纸膜覆盖条件下, 乳芽直播与盘育苗插秧种植工艺相比节水 7.16%, 3 种纸膜节水作用差异不显著; 在水稻生长的前 40 d 内, 对于乳芽直播种植工艺, 纸膜覆盖与无纸膜覆盖相比减少水稗密度 97.2%、稻稗密度 77.9%、三稗草密度 50.6%, 对于盘育苗插秧种植工艺, 纸膜覆盖与无纸膜覆盖相比减少水稗密度 87.5%、稻稗密度 83.8%、三稗草密度 91.5%, 是否采用纸膜覆盖对水稗、稻稗 2 种杂草以及水稻秧苗高度的影响差异不显著, 但对三稗草高度的控制作用差异显著, 日本产再生纸膜和中国台湾产的农用纸膜对三稗草高度的控制效果较好。

关键词: 水稻; 纸膜覆盖; 乳芽直播; 水资源; 杂草

中图分类号: S626.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2003)06-0060-04

1 引言

水资源短缺、生态环境恶化、农副产品污染等问题, 越来越受到世界各国的重视。我国水稻种植面积很大, 有 60% 以上的人以大米为主食, 稻谷又是我国主要出口农产品之一, 研究其生产中的节约用水、环境保护等问题具有重要的意义。

日本于 1988 年开始研究生产有机稻米和无农药稻米。鸟取大学津野幸人教授于 1991 年提出再生纸覆盖田面的杂草防除法^[1,2], 在鸟取县试验场进行了再生纸覆盖条件下的水稻插秧试验, 结果表明: 再生纸有抑制草种发芽, 阻碍杂草的光合作用、控制杂草生长的作用。之后, 日本的伊藤邦夫等人于 1993 年开始进行了再生纸覆盖水稻插秧技术对控制水稻纹枯病的研究^[3], 结果表明: 再生纸具有抑制水稻纹枯病的作用。为了实现机械化作业, 日本于 1993 年由三菱株式会社等单位共同研制出铺纸插秧机, 目前正在推广应用。1994 年, 日本的上野秀人开始研究再生纸水稻直播技术^[4], 此项研究目前正在试验中, 但不适用于乳芽直播。我国“十五”农业机械化科技发展纲要中把“水稻乳芽谷直播技术与机具”作为重点领域与关键技术来研究和开发。20 世纪 90 年代以来, 我国湖北、贵州、陕西河北、辽宁、吉林等地借鉴玉米塑料膜覆盖技术, 开展了水稻塑料膜覆盖插秧种植技术研究^[5~11], 结果表明采用该技术可增产 15%~20%, 增收(人民币) 1587~2462 元/hm², 节水 50%~80%。但该技术的缺点是塑料残膜回收困难, 容易造成白色污染。与水稻塑料膜覆盖种植技术相比, 纸膜覆盖种植技术具有纸膜自然分解对环境无污染等优点。

点。2000 年兰雨锋^[12]的试验结果表明, 纸膜对稗草、三稗草和眼子菜 3 种杂草有明显的控制作用, 与常规水稻插秧技术相比纸膜覆盖水稻插秧技术可增产 16.8%, 增收(人民币) 5 037 元/hm²。本课题组于 2002 年对水稻纸膜覆盖乳芽直播种植技术等问题进行了研究^[13,14], 证明该技术对生产有机稻米有重要意义。

2 材料与方法

2.1 试验设计

试验时间 2002 年 5~10 月, 试验地点在沈阳农业大学实验场。试验设 8 个处理, 分别是: 日本产再生纸膜覆盖乳芽直播和插秧; 中国台湾产农用纸膜覆盖, 乳芽直播和插秧; 中国大陆产普通包装用牛皮纸膜覆盖, 乳芽直播和插秧; 无覆盖, 插秧(对照 1) 和乳芽直播(对照 2)。每个实验小区面积 100 m²。水稻品种均采用辽粳 931, 乳芽稻种由辽阳市农机局培育, 育苗时间 10 d, 叶芽长 1.5~2 cm, 根长 2~3 cm。毯状盘育秧苗由沈阳农业大学农学院提供, 育苗时间 40 d, 苗高 15~16 cm。日本产再生纸由日本富山县农业大学内山晃教授提供, 中国台湾产农用纸膜和中国大陆产牛皮纸膜为市场购买, 其中中国台湾产的纸膜已经打好了行距 25 cm、穴距 16 cm、孔径 2.5 cm 的穴孔。

2.2 试验方法

对于涉及乳芽直播的处理, 5 月 5 日用旋耕机旋耕整地, 耕深 12 cm, 5 月 7 日泡田, 5 月 8 日大部分地表处于泥糊状, 局部水深不超过 1 cm 的状态下, 将宽度为 1.2 m 的纸膜铺于其上, 按照行距 25 cm, 穴距 16 cm 的规格, 在纸膜上打孔并将乳芽播于孔内。对于涉及插秧的处理, 其整地、泡田过程及插秧行距、穴距等同乳芽直播, 所不同的是插秧时间为 5 月 23 日。

灌水设备采用金牛万能管理机的动力带动 IQ50-20(22)型离心泵。实测水泵的流量为 12.5 m³/h。因此, 灌水量通过实测流量乘灌水时间计算得出。田间杂草状况统计主要依靠实地观测。试验过程不施用化肥和除草剂。

收稿日期: 2002-01-21 修订日期: 2003-04-25

基金项目: 辽宁省自然科学基金项目(20022082)

作者简介: 任文涛(1958-), 男, 教授, 博士生导师, 从事农业机械化研究。沈阳市东陵路 120 号 沈阳农业大学农业工程学院, 110161

3 结果与分析

3.1 纸膜覆盖的节水效果

5月8日~6月15日(分蘖开始)的田间管理用水量检测结果如表1所示。从表1可以看出,在乳芽直播条件下,无纸膜覆盖田间灌水量最大,为1 629 m³/hm²,其它依次是中国大陆产普通包装用牛皮纸膜覆盖为1 245 m³/hm²,日本产再生纸膜覆盖为1 215 m³/hm²,中国台湾产农用纸膜覆盖为1 185 m³/hm²。

表1 5月8日~6月15日田间管理用水测试结果

Table 1 Water consuming in irrigating paddy field from 8th May to 15th Jan m³ hm⁻²

纸膜覆盖情况	盘育苗插秧	乳芽直播	田间管理用水平均值
中国台湾产农用纸膜覆盖	1275	1185	1230
中国大陆产牛皮纸膜覆盖	1380	1245	1313
日本产再生纸膜覆盖	1335	1215	1275
无纸膜覆盖	1680	1629	1655
田间管理用水量平均值	1417.5	1318.5	—

t 检验结果表明,纸膜覆盖的节水效果在 1%水平上显著,但这 3 种纸膜之间的节水效果差异不显著。纸膜覆盖处理在此期间内灌水量的平均值为 1 215 m³/hm²,比无纸膜覆盖节水 414 m³/hm²,节水率为 33%。节水原因是纸膜减少了水分蒸发。

F 检验结果表明,在盘育苗插秧的条件下,所用的 3 种纸膜对节水效果的影响差异不显著。纸膜覆盖插秧的平均用水量为 1 330 m³/hm²,比无纸膜覆盖插秧节水 350 m³/hm²,节水 26.3%。乳芽直播与插秧相比,在 5%水平上节水效果显著。这是因为乳芽直播的灌水特点是干湿交替,灌水时间间隔以地表不干裂为准,一般是 2~3 d 灌一次水,且每次灌水量以地表水深度 10 mm 为宜。而常规插秧的处理需要经常建立水层,水分蒸发和渗漏较大,因而用水量较大。

各处理水稻全生长期(到 10月1日止)灌水量如表 2 所示。其中包括泡田用水 2 050.23 m³/hm²(各处理相同),但不包括自然降雨。F 检验结果表明,在纸膜覆盖

条件下,乳芽直播与盘育苗插秧相比,在 5%水平上节水效果显著。盘育苗插秧各处理平均灌水量为 9 491.3 m³/hm²,乳芽直播各处理平均灌水量为 8 875.5 m³/hm²。可见,乳芽直播的节水效果为 7.16%,其节水原因主要是采用干湿交替灌水。

F 检验结果显示,采用纸膜覆盖与不覆盖相比在 1%水平上节水效果显著,SSR 法检验结果表明,这三种纸膜之间节水效果差异不显著。纸膜覆盖条件下,各处理灌水量的平均值是 8 732.5 m³/hm²,与无纸膜覆盖用水量的 10 500 m³/hm²相比,节水 1 767.5 m³/hm²,节水率为 20.2%。纸膜覆盖节水的主要原因是覆盖后减少了地表水分蒸发。

表2 水稻全生长期灌水量测试结果

Table 2 Total water consuming in paddy field during the whole growing period of rice m³ hm⁻²

纸膜使用情况	盘育苗插秧	乳芽直播	平均灌水量
中国台湾产农用纸膜覆盖	8865	8280	8573
中国大陆产普通包装用牛皮纸膜覆盖	9180	8700	8940
日本产再生纸膜覆盖	8970	8400	8685
无纸膜覆盖	10950	10050	10500
平均灌水量	9491.3	8857.5	—

3.2 纸膜覆盖对杂草的控制作用

田间调查结果发现,乳芽直播后 30d 内,纸膜覆盖田块里没有三棱草,而无纸膜覆盖的田块里,乳芽直播后 20 d 就开始有三棱草出现。表 3 为乳芽直播 40 d 后,田块中水稗、稻稗和三棱草 3 种主要杂草的田间调查结果。F 检验结果表明,是否采用纸膜覆盖对水稗、稻稗 2 种杂草高度的影响差异不显著,对秧苗高度的影响差异也不显著,但纸膜覆盖对三棱草高度的控制作用显著。田间观察发现,在纸膜覆盖的条件下,部分水稗和稻稗之所以能与稻苗同步生长,主要原因是这些杂草在秧苗生长的纸膜穴孔内与秧苗一样直立生长或在距离秧苗穴孔边缘 20 mm 范围内,倾斜地从穴孔位置长出,而三棱草的发育期较晚,叶子横向生长不易从较小的孔隙中长出。

表3 乳芽直播 40 d 后田间三种主要杂草高度与分布密度

Table 3 Height and distributing density of three main weeds in paddy field after 40 d from direct seeding

处 理	水稻高度 /mm	水 稗		稻 稗		三棱草	
		平均高度/mm	密度/株 m ⁻²	平均高度/mm	密度/株 m ⁻²	平均高度/mm	密度/株 m ⁻²
中国台湾产农用纸膜覆盖乳芽直播	158	155.6	1.8	145	1.7	15.8	26
中国大陆产牛皮纸膜覆盖乳芽直播	150	131.7	2.9	138	2.3	19.7	40
日本产再生纸膜覆盖乳芽直播	160	158.0	1.2	141	1.8	24.6	23
无纸膜覆盖乳芽直播	149	148.5	105	153	10.4	25.0	81

分析结果表明,在乳芽直播条件下,纸膜覆盖对水稻生长前期(40 d 以内)的田间杂草密度具有明显的控制作用。从表 3 中可以看出,在无覆盖条件下,水稗、稻

稗和三棱草的密度分别为 105、10.4 和 81 株/m²,而在采用纸膜覆盖条件下 3 种杂草的分布密度分别低于 2.9、2.3 和 40 株/m²。可见,在乳芽直播 40 d 内,纸膜覆

盖对水稗、稻稗和三棱草分布密度的控制作用分别达到 97.2%、77.9% 和 50.6%。与日本产再生纸膜覆盖和中国台湾产农用纸膜覆盖相比,中国大陆产普通包装用牛皮纸膜覆盖对杂草特别是三棱草分布密度的控制作用较弱,水稗、稻稗和三棱草的分布密度分别是 2.9、2.3 和 40 株/m², 比其它两种纸膜覆盖所对应的 3 种草分布密度的平均值分别高出 1.4、0.55 和 15.5 株/m²。主要原因是所采用的牛皮纸是市场上销售的普通包装用纸,这种纸在水田里分解的比较快,起控草作用的时间比较短,大约为 30 d,而其它两种纸大约为 35 d。

表 4 是在插秧 40 d 后,田块内 3 种主要杂草的田间调查结果。结果表明,是否采用纸膜覆盖对水稗、稻稗 2 种杂草包括水稻秧苗高度的影响差异不显著,但对三棱草高度的控制作用差异显著。日本产再生纸膜覆盖

与中国台湾产农用纸膜覆盖对三棱草高度的控制作用差异不显著,但中国大陆产包装用普通牛皮纸膜对三棱草高度的控制作用显著低于前两种纸。采用纸膜覆盖对水稗、稻稗和三棱草分布密度有显著的控制作用,在插秧 40 d 时,无纸膜覆盖的条件下,水稗、稻稗和三棱草的分布密度分别是 16、13 和 172 株/m²,而纸膜覆盖条件下 3 种杂草的分布密度分别低于 2、2.1 和 14.6 株/m²。可见,在插秧条件下,纸膜覆盖对 3 种杂草的控制作用分别高于 87.5%、83.8% 和 91.5%。3 种纸膜覆盖相比,对水稗草分布密度的控制作用差异不明显,但中国大陆产普通包装用牛皮纸膜覆盖对稻稗和三棱草分布密度的控制作用不如其他两种纸膜。其原因仍然是该纸膜起控草作用的时间比较短。

表 4 水稻插秧 40 d 后田间三种主要杂草高度与分布密度

Table 4 Height and distributing density of three main weeds in paddy field after 40 d from rice planting

处 理	水稻高度 /mm	水 稗		稻 稗		三棱草	
		平均高度/mm	密度/株 m ⁻²	平均高度/mm	密度/株 m ⁻²	平均高度/mm	密度/株 m ⁻²
中国台湾产农用纸膜覆盖	387	398	2.0	391	0.7	31.4	10.3
中国大陆产牛皮纸膜覆盖	403	404	1.8	403	2.1	37.2	14.6
日本产再生纸膜覆盖	409	410	1.2	405	0.6	30.1	12.7
无纸膜覆盖	397	380	16.0	396	13.0	25.0	172.0

同一纸膜覆盖条件下,乳芽直播与盘育苗插秧对 3 种杂草分布密度的控制作用不同。其原因可能是由水稻的种植时间不同(乳芽直播 5 月 8 日,插秧 5 月 23 日),以及调查杂草分布密度的时间不同(分别是 6 月 5 日和 7 月 9 日)所致。

3 结 论

1) 水稻纸膜覆盖种植技术具有明显的节水作用。分蘖开始前(5 月 8 日~6 月 15 日),在乳芽直播种植工艺条件下,纸膜覆盖与无纸膜覆盖相比节水 33%;在盘育苗插秧种植工艺条件下,纸膜覆盖与无纸膜覆盖相比节水 26.3%。在水稻全生长期,纸膜覆盖与无纸膜覆盖相比节水 20.2%,同在纸膜覆盖条件下,乳芽直播与盘育苗插秧种植工艺相比节水 7.16%。

2) 采用纸膜覆盖技术对水田杂草有明显的控制作用。在水稻生长的前 40 d 内,对于乳芽直播工艺,纸膜覆盖可减少水稗密度 97.2%、稻稗密度 77.9%、三棱草密度 50.6%;对于插秧工艺,纸膜覆盖可减少水稗密度 87.5%、稻稗密度 83.8%、三棱草密度 91.5%。

[参 考 文 献]

[1] Kunio ITO. Development in paddy rice transplanting using recycling-paper mulch [J]. *Agricultural Mechanization*, 1993, (9): 47~49.
[2] Kunio ITO. Utilization of rice planter with mulching operation

[J]. *Agricultural Mechanization*, 1996, (3): 8~11.

[3] Katushi Kobayashi. Paddy weed control and rice cultivation method by recycled paper-mulching[J]. *Agricultural Technology*, 1995, 50(4): 24~29.
[4] Hideto Ueno. Development of rice cultivation method with recycled paper-mulching and its further study [J]. *Agriculture and Horticulture*, 1997, 72(10): 65~71.
[5] 李 晶, 黄素香, 王金标, 等. 水稻全程地膜覆盖节水高产高效栽培技术试验[J]. *辽宁农业科学*, 2001, (1): 53~54.
[6] 王晓春, 刘 军. 水稻地膜覆盖栽培的抗旱节水效益[J]. *湖北农业科学*, 2001, (1): 8~10.
[7] 牛 杰. 北方缺水地区水稻地膜覆盖直播穴种栽培技术[J]. *作物杂志*, 2000, (4): 18~19.
[8] 沈康荣, 王晓春, 刘 军, 等. 水稻全程地膜覆盖湿润栽培法产量因子及关键栽培技术的研究[J]. *华中农业大学学报*, 1997, 12(6): 547~551.
[9] 张 旭, 郑爱国, 张洪成. 水稻地膜覆盖栽培的起源技术优势及应用现状[J]. *天津农村科技*, 2000, (6): 31~33.
[10] 兰雨锋. 水稻应用纸质地膜覆盖栽培试验[J]. *垦殖与稻作*, 2000(2): 21, 28.
[11] 朱宏斌, 黄仁键, 张星才, 等. 冷浸田水稻全程地膜覆盖湿润栽培技术研究[J]. *贵州农业科学*, 2002, (1): 42~44.
[12] 何代元. 水稻地膜覆盖增产原因及主要栽培技术[J]. *中国稻米*, 1997(3): 21.
[13] 辛明金, 任文涛, 张占勇. 纸膜覆盖水稻乳芽直播技术[J]. *农业机械化与电气化*, 2003, (2): 36~37.
[14] 任文涛, 崔红光, 徐 鹏. 水稻乳芽直播栽培技术[J]. *农业机械化与电气化*, 2003(1): 33~34.

Experimental study on effect of paper-mulching rice planting technology on saving water and controlling weeds

Ren Wentao, Xin Mingjin, Lin Jing, Bao Chunjiang, Song Yuqiu, Wang Ruili
(College of Agricultural Engineering, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The effects of paper-mulching rice planting technology on saving water and controlling weed were studied with recycle paper made in Japan, farming paper made in Taiwan of China, and that made in Mainland of China as the covering material and with the baby seedling and general seeding. The results showed that in the whole rice growing period, it saved water by 20.2% by using the technology of paper-mulching rice planting comparing with the technology of without paper-mulching rice planting, under the same condition of paper-mulching, the technique of baby seedling direct sowing saved water by 7.16% compared with the technique of general rice transplanting and there was no notable difference among the 3 kinds of used papers. It was showed that, in the early 40 days of rice seedling growing period, using paper-mulching comparing with without paper-mulching, for the technology of baby seedling direct sowing, the weed density of Watergrass, Tarly watergrall and Bulrush were reduced separately by 97.2%, 77.9% and 50.6%, and for the technology of general rice transplanting, the above 3 kinds weeds density were reduced by 87.5%, 83.8% and 91.5% separately. It showed that there was no notable difference in the height of Watergrass, Tarly watergrall and rice seedling for whether use the paper-mulching, but there was notable difference in the height of Bulrush. It is also showed that there were better effects of Japan recycled paper made in Japan and farming paper made in Taiwan of China on controlling weed height of Bulrush than that of craft paper made in the Mainland of China.

Key words: rice; paper-mulching; baby seedling direct seeding; water resources; weed

关于本刊论文审稿费和版面费调整的通知

本刊编辑部一贯坚持三级审稿制,即编辑一审、专家二审、主编终审的制度。近几年学报的来稿量快速增长,由于稿件送审量的增加,以及相当部分的稿件需要多次评审等原因,编辑部审稿费负担加重。为了保证来稿质量和学报出版质量,参照同类期刊做法,《农业工程学报》编辑部决定自 2004 年 1 月 1 日起对所有来稿收取评审费,并对版面费做相应调整。

具体要求如下:

1) 自 2004 年 1 月 1 日起投稿至《农业工程学报》的作者须交纳每篇论文 100 元审稿费,以编辑部收到日期为准。自 2004 年第 1 期起被录用的论文交纳版面费调整为 4 页以下(含 4 页)每篇论文 1000 元,每超出一页加收 200 元。

2) 2004 年 1 月 1 日以前编辑部收到的稿件和 2004 年第 1 期前被录用的论文按原规定执行。

3) 请作者在投稿时将稿件与审稿费一并寄出,编辑部收到审稿费后,再进行稿件的各项处理工作。

4) 为避免出现差错,审稿费请通过邮局汇出,不要通过银行信汇。并务请在汇票备注栏中注明:审稿费、第一作者姓名、联系电话。汇款单中必须将汇款人及地址书写清楚,以便邮寄发票。版面费最好通过银行信汇。

收款单位:农业部规划设计研究院(注明交学报版面费);

开户银行:农行北京朝阳支行营业部;

帐号:52-040101040009001;

银行汇款时请写明“学报版面费”及交款人的“姓名”以便开收据备查。

(本刊)