

# 不同覆盖方式对绿豆水分利用效率的影响

纪晓玲<sup>1</sup>, 岳鹏鹏<sup>1</sup>, 张静<sup>1</sup>, 刘建华<sup>2</sup>, 雷锦银<sup>2</sup>, 张雄<sup>1</sup>

(1. 榆林学院, 陕西 榆林 719000; 2. 榆林市横山县农技服务中心, 陕西 横山 719100)

**摘要:** 绿豆是陕北旱区特色经济作物和主要农作物之一, 探索适合地区特色的绿豆高产抗旱栽培技术对完善该区小杂粮栽培模式和提高区域农业水平意义重大。通过田间试验, 设置垄膜覆盖、双沟覆膜、全膜覆盖、秸秆覆盖和露地 5 种处理, 分析了不同覆盖方式对绿豆土壤温度、耗水量、水分利用效率、生长和经济性状以及产量的影响。结果表明, 地膜覆盖对陕北地区绿豆增产效果极为显著, 秸秆覆盖可提高水分利用效率, 但同时降低地温, 增产作用不明显。3 种地膜覆盖方式中, 又以垄膜覆盖方式提高水分利用效率和增加绿豆产量的效果最好, 且操作简单, 在陕北地区绿豆抗旱栽培中应优先考虑。

**关键词:** 覆盖方式; 绿豆; 抗旱效果; 水分利用效率

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)03-0168-03

中图分类号: S52

## Effects of Different Mulching Methods on Water Use Efficiency of Mung Bean

Ji Xiao-ling<sup>1</sup>, Yue Peng-peng<sup>1</sup>, Zhan Jing<sup>1</sup>, Liu Jian-hua<sup>2</sup>, Lei Jin-yin<sup>2</sup>, Zhang Xiong<sup>1</sup>

(1. Yulin University, Yulin, Shaanxi 719000, China;

2. Hengshan Agricultural Popularization Center, Hengshan, Shaanxi 719100, China)

**Abstract:** Mung bean is one of the most important economic crops and traditional crops in Northern Shaanxi Province. Developing drought-resistant mung bean cultivation techniques suitable for regional characteristics is the essential part for optimizing the cultivation models for minor grain crops and improving the regional agriculture. Five treatments were set up, including plastic film mulching on ridge, plastic film mulching on "W" shape ridge, plastic film mulching on whole plot, straw mulching on whole plot and no mulching as control. Comparing soil temperature, water consumption, water use efficiency, plant characters and yield of mung bean in different treatments, the results show that plastic film mulching significantly increased the yield of mung bean and the straw mulching did not. In the three plastic film mulching treatments, plastic film mulching on ridge was the most effective treatment in improving both water use efficiency and yield of mung bean. Owing to its additional simplicity of its installation, the plastic film mulching on ridge should be considered as the first option as the drought resistant cultivation technique of mung bean in Northern Shaanxi Province.

**Keywords:** mulching pattern; mung bean; drought resistant effect; water use efficiency

陕北地处黄土高原, 属大陆季风气候, 干旱少雨和水土流失是制约该区农业生产发展的主要环境因素。绿豆作为陕北传统农作物之一, 药食同源, 营养和保健价值很高, 并且是该区出口创汇的主要经济作物之一。由于受陕北传统粗放种植习惯的影响, 该区绿豆耕作栽培技术相对落后, 产量低而不稳。随着绿豆经济效益的提高和全球气候干暖化影响下陕北干旱态势的加剧, 探索适合地区特色的绿豆高产抗旱栽培技术刻不容缓, 势在必行。

覆盖是一种古老的蓄水保墒农业措施, 其方式有多种<sup>[1-2]</sup>。地膜覆盖栽培技术由于其显著的增产作用得到了大面积的推广<sup>[3]</sup>, 已成为我国西部干旱、半干旱, 以及半湿润易旱地区实现农业增产增收的重要途径之一<sup>[4]</sup>。秸秆覆盖栽培由于成本低廉和较好的生态效益也在旱作农业中应用广泛<sup>[5-7]</sup>。国内对绿豆覆盖栽培的研究较少, 覆盖方式相对简单, 陕北地区更缺乏成熟的技术模式和深入科学的数据对比。本文拟通过田间试验, 比较不同覆盖方式对绿豆土壤温

收稿日期: 2011-02-16

修回日期: 2011-03-27

资助项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划项目“陕北主要小杂粮降水生产潜力研究”(2006C125); 榆林学院校内项目“绿豆化控节水技术与示范”(08YK23)

作者简介: 纪晓玲(1969—), 女(汉族), 陕西省定边县人, 硕士, 讲师, 主要从事植物学教学和节水农业技术研究。E-mail: yljxiaoling@126.com。

通信作者: 张雄(1970—), 男(汉族), 陕西省榆林市榆阳区人, 博士, 教授, 主要从事植物生理和节水农业等方面的研究工作。E-mail: yulinzhang2007@126.com。

度、耗水量、水分利用效率、生长和经济性状以及产量的影响,初步筛选适合陕北地区特色的高效益、易操作的覆盖栽培措施,为完善绿豆覆盖栽培模式以及提高区域农业生产水平提供理论依据和技术基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

本研究在陕西省榆林市横山县农技站实验基地的宽幅梯田中进行。该地区属温带大陆性季风半干旱草原气候,海拔 890~1 534.9 m,无霜期约 146 d,年平均光能辐射总量 139.23 kJ/cm<sup>2</sup>,年平均日照时数 2 815 h,年均气温 6.2 °C,年平均降水量在 390 mm 左右,多集中在 7—9 月 3 个月。试验区为典型的半干旱黄土丘陵区,土壤以黄绵土为主,0—100 cm 土层平均土壤容重为 1.37 g/cm<sup>3</sup>,作物以玉米、高粱、谷子、豆类等为主,一年一熟。2010 年实验地区绿豆生长季 5—9 月的降雨量分别为 25.7, 44.0, 11.3, 114.1 和 50.5 mm。其中,7 月降雨偏少,遭遇干旱,高温 20 d 多。绿豆叶斑病中度发生,对产量有一定影响。

### 1.2 试验材料与设计

供试验绿豆品种为当地大面积使用的榆林大明绿豆。于 2010 年 5 月 20 号使用农机在覆盖后等距穴播,9 月 23 号收获。

试验共设如下 5 个处理:

全膜覆盖(QM):双垄面全膜覆盖集雨沟播,垄高 10 cm,穴播绿豆。

垄膜覆盖(LM):垄高 15 cm,仅垄上覆盖地膜,膜测沟播绿豆。

双沟覆膜(GM):垄高 10 cm,垄上“W”型双沟覆膜,“W”沟播绿豆。

秸秆覆盖(JG):全地面覆盖谷子秸秆。

露地(CK):无覆盖,直接将绿豆穴播于 4 cm 土壤中。

各处理设 3 次重复,采用随机区组排列,小区面积 18 m<sup>2</sup>,6 行区,田间管理一致。

### 1.3 测定项目与方法

在作物生长季选晴朗天气连续 5 d(6 月 23 号开始)用地温计测定每个处理小区 5, 10, 15 和 20 cm 的土层的温度。每天的 8:00, 12:00 和 20:00 分 3 次测定,3 个值的平均值即为当天的地温。土壤水分测定采用烘干称重法,在绿豆播种前和收获后对各小区 0—100 cm 土层进行土壤水分测定,以 20 cm 为一个土层单位取样。水分利用效率 WUE=产量/(播前 100 cm 土层土壤贮水量—收获后 100 cm 土层土壤贮水量+生育期降水量)。于绿豆生长的花荚期(8 月

23 号)用直尺测定株高,用游标卡尺测定茎粗。收获时每小区随机选取 5 株考察每株结荚数、荚粒数,各小区绿豆加上样本晒干、脱粒计算百粒重和小区产量。

实验数据用 Excel 计算分析,SPSS 13.0 进行 T 检验,各图表中的数据为平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同覆盖方式对土壤温度的影响

如图 1 所示,分枝期地膜覆盖(包括 LM, GM 和 QM)下的土壤温度(5—20 cm)均高于对照 CK,而秸秆覆盖 JG 下的地温则明显低于对照 CK。在土壤深度为 5, 15 和 20 cm 时,土壤温度从高到低的顺序均是 QM>GM>LM>CK>JG,仅在 10 cm 处 GM>QM。说明地膜覆盖率越大,提升地温的效果越显著。比较平均值,GM, QM 和 LM 比 CK 的地温分别高了 0.9, 0.8 和 0.7 °C,而 JG 的地温比 CK 低 2.8 °C,比地膜覆盖处理低 3.5~3.7 °C。

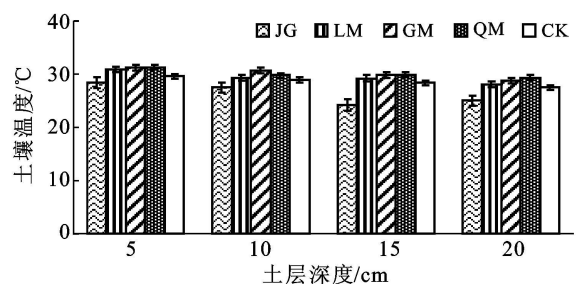


图 1 不同处理土壤温度

注:JG 为秸秆覆盖; LM 为垄膜覆盖; GM 为双沟覆膜; QM 为全膜覆盖; CK 为露地。下同。

### 2.2 不同覆盖方式对土壤水分消耗及水分利用效率的影响

各处理 0—100 cm 耗水量如图 2 所示, LM 和 JG 的耗水量显著低于 CK,而 GM 和 QM 耗水量略高于 CK,差异不显著。从水分利用效率来看,各覆盖处理均显著高于对照 CK(图 2),说明地膜覆盖和秸秆覆盖均可显著提高绿豆的水分利用效率。比较各覆盖处理,水分利用效率从高到低的顺序依次是 LM>JG>GM>QM>CK。说明本研究中地膜覆盖的水分利用效率要高于秸秆覆盖,3 种地膜覆盖方式中又以 LM 水分利用效率最高。

### 2.3 不同覆盖方式对绿豆生长发育的影响

根据田间测量和室内称重结果,不同处理绿豆生长性状存在显著差异(表 1)。各地膜覆盖方式对绿豆茎粗影响显著,比对照 CK 分别提高了 0.18, 0.22 和 0.23 mm,而秸秆覆盖处理对绿豆茎粗影响不明显。GM, QM 和 JG 处理的株高显著高于 CK。经济性性状中各处理荚粒数无明显差异,说明覆盖栽培对绿

豆的荚粒数无明显影响。GM, QM 在单株荚数和百粒重方面均显著高于 CK, 说明双沟覆膜和全膜覆盖对绿豆经济性状和生长性状的影响均较显著, 可能是这 2 种覆盖方式提高地温的作用明显。

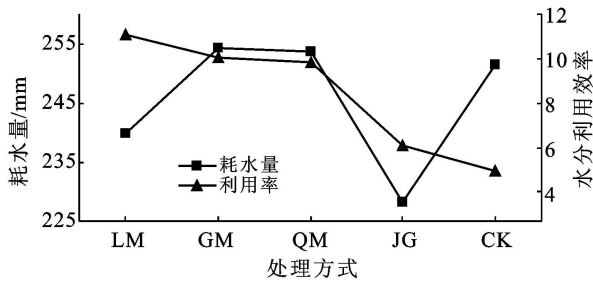


图 2 不同覆盖方式土壤水分消耗及水分利用效率

表 1 不同处理绿豆的生长发育

处理	株高/ cm	茎粗/ mm	单株 荚数	荚粒数	百粒重/ g
LM	33.00c	0.87a	27.40ab	8.45a	7.75b
GM	41.38ab	0.92a	39.40a	9.15a	9.06a
QM	45.20a	0.91a	42.20a	8.10a	8.78a
CK	35.14c	0.69b	23.00ab	8.05a	7.66b
JG	37.40bc	0.79ab	16.40b	8.70a	7.48b

注: 同一列中相同字母代表在 5% 水平上差异不显著, 不同字母代表差异显著。下同。

## 2.4 不同覆盖方式对绿豆产量的影响

绿豆产量在各处理间的差异很大(表 2),  $T$  一检验结果表明处理间  $F = 7.871, p = 0.004 < 0.01$ 。表 2 显示, LM, GM 和 QM 与对照 CK 比, 增产率均达到了 100% 以上, 增产效应极其显著。JG 增产效应最小 11.63%, 与对照 CK 差异不显著。说明在陕北地区, 地膜覆盖较传统露地栽培方式增产效果极其显著, 秸秆覆盖增产不明显。比较 3 种地膜覆盖方式, 以 LM 的增产效应最大 112.59%, 双沟覆膜居中, 全膜覆盖最低, 但 3 种方式间无明显差异。

表 2 不同处理下的绿豆产量

处理	小区产量				与对照 差/%
	I	II	III	平均	
LM	3.29	3.53	2.72	3.18a	112.59
GM	3.45	3.49	2.26	3.07a	104.90
QM	3.41	2.98	2.60	3.00a	100.27
CK	1.85	1.60	1.05	1.50b	0
JG	1.93	2.05	1.03	1.67b	11.63

## 3 结论

不同覆盖处理对土壤温度的作用不同, 但都有提高水分利用效率的效果。并且, 水分利用效率和地温都高的, 对绿豆的增产效应大。陕北地区绿豆不同覆

盖处理增产的一般趋势是, LM > GM > QM > JG。同时, 地膜覆盖的效果极显著, 明显高于秸秆覆盖。秸秆覆盖可提高水分利用效率, 但同时降低低温, 增产作用不明显。

地膜覆盖减少了土壤空气与大气的交换<sup>[8-9]</sup>, 由于提高地温<sup>[10]</sup>, 保水抗旱<sup>[11]</sup>, 促进土壤微生物活动<sup>[12]</sup>, 改善土壤养分供应环境<sup>[13]</sup>。很多研究表明地膜覆盖可以提高玉米的水分利用效率, 增加干物积累和产量<sup>[3, 14-16]</sup>。绿豆地膜覆盖的研究相对较少, 多是描述简单的覆盖技术, 但表明了地膜覆盖可以提高绿豆产量<sup>[17-19]</sup>。本研究结果有力地证明了陕北旱区地膜覆盖在提高地温、水分利用效率和增加绿豆产量上有极其显著的效果。

比较本研究中的 3 种地膜覆盖方式, 田间地膜覆盖率越大, 地温提高的效果越明显(本研究中 QM > GM > LM), 并可能进一步影响作物的生长和经济性状。但在干旱高温期(2010 年 7 月)过高的土壤温度可能会灼伤绿豆, 影响生理生长和产量。LM, GM 由于较好的集水效应<sup>[3, 20]</sup>, 其提高水分利用效率和增加绿豆产量的效果要高于 QM。从操作难易来看, LM 的田间操作最简单, 在陕北地区绿豆抗旱栽培中应首选。

秸秆覆盖减少了太阳对地面的直接辐射, 覆盖土壤温度低于露地土壤温度; 秸秆覆盖在一定程度上减少了土壤空气与大气的交换, 有利于保持土壤的湿度<sup>[2, 21]</sup>。在烟草栽培上, 秸秆覆盖具有明显保持土壤水分的作用, 并能改善烟草农艺性状和品质<sup>[22]</sup>。在玉米栽培上, 秸秆覆盖可显著提高玉米的水分利用效率和产量<sup>[5-6]</sup>, 同时具有很好的生态效益。但本研究表明, 虽然秸秆覆盖对绿豆栽培有一定的保水作用, 减小耗水量, 与此同时降低土壤温度的作用使其在积温较低海拔较高的陕北地区对绿豆增产效果不显著。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 高银奎, 侯跃生. 玉米二元组合覆盖增产机理及其配套栽培技术研究[J]. 山西农业科学, 1993, 21(3): 45-51.
- [2] 韩鲁佳, 闫巧娟. 中国农作物秸秆资源及其利用现状[J]. 农业工程学报, 2002, 18(3): 87-91.
- [3] 金胜利, 周丽敏, 李凤民, 等. 黄土高原地区玉米双垄全膜覆盖沟播栽培技术土壤水温条件及其产量效应[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(2): 28-33.
- [4] Li F, Wang P, Wang J, Xu J. Effects of irrigation before sowing and plastic film mulching on yield and water uptake of spring wheat in semiarid Loess Plateau of China[J]. Agricultural Water Management, 2004, 67(2): 77-88.
- [5] 李玉鹏, 贾志宽, 杨保平, 等. 秸秆覆盖量对半干旱区旱作春玉米生长及水分利用效率的影响[J]. 灌溉排水学报, 2010, 29(1): 117-120.

落后产能,提高煤炭回采率,提高资源利用效率。在煤炭产业结构调整方面,一是布局结构,空间布局要进一步转向西部;二是产业结构,继续向多元化方向发展,但重点方向是发展煤电;三是组织结构,继续向大型煤炭企业集团方向发展;四是技术结构,大力发展机械化开采。

山西省作为资源型地区、老工业基地和欠发达的中部省份,旅游产业是产业升级的关联带动点和替代产业的首选,在较长一段时间内应是其它产业无法比拟的战略性产业。应充分发挥自身的资源优势。旅游业的净能值产出率一直比较高,应加大旅游业的投入开发,对旅游资源进行整体包装和策划,全面整治和规范旅游市场,以煤炭促进旅游,以旅游保护煤炭,最终实现煤炭和旅游产业协调发展与可持续发展,争取早日将山西省建设为“北方休闲旅游胜地和区域旅游中枢”。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] Odum H T. Self-organization, transformity and information [ J ]. Science, 1988, 242: 1132-1139.
- [ 2 ] 蓝盛芳, 钦佩, 陆宏芳. 生态经济系统能值分析[ M ]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 83-84, 383-384.
- [ 3 ] Lan S F, Odum H T, Liu X M. Energy flow and emer-

gy analysis of the agroeco systems of China [ J ]. Ecologic Science, 1998, 17( 1 ): 32-39.

- [ 4 ] 杨松, 孙凡, 刘伯云, 等. 重庆市农业生态经济系统能值分析[ J ]. 西南大学学报: 自然科学版, 2007, 29( 8 ): 49-54.
- [ 5 ] 蓝盛芳, 钦佩, 陆宏芳. 生态经济系统能值分析[ M ]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 83-84, 383-384.
- [ 6 ] 严茂超. 生态经济学新论: 理论、方法与应用[ M ]. 北京: 中国致公出版社, 2001: 223-266.
- [ 7 ] Odum H T. Environmental accounting emergy and environmental decision making [ M ]. New York: John Wiley, 1996: 53-58.
- [ 8 ] 汤洁, 斯蔼, 李昭阳, 等. 霍林河流域下游生态经济系统能值计算与可持续发展能力评价[ J ]. 生态经济, 2009, 12( 2 ): 32-33.
- [ 9 ] 李海涛, 廖迎春, 严茂超, 等. 新疆生态经济系统的能值分析及其可持续性评价[ J ]. 地理学报, 2003, 58( 5 ): 765-772.
- [ 10 ] 严茂超, Odum H T. 西藏生态经济系统的能值分析与可持续发展研究[ J ]. 自然资源学报, 1998, 13( 2 ): 116-125.
- [ 11 ] 姚成胜, 朱鹤健. 福建生态经济系统的能值分析及可持续发展评估[ J ]. 福建师范大学学报, 2007, 23( 3 ): 94-97.
- [ 6 ] 唐永金. 不同覆盖物对玉米抗旱栽培的效果研究[ J ]. 干旱地区农业研究, 2007, 25( 5 ): 52-55.
- [ 7 ] 王昕, 贾志宽, 韩清芳, 等. 半干旱区秸秆覆盖量对土壤水分保蓄及作物水分利用效率的影响[ J ]. 干旱地区农业研究, 2009, 27( 4 ): 196-202.
- [ 8 ] 曹正梅, 董树亭. 覆膜栽培玉米的土壤生态效应研究进展[ J ]. 山东农业大学学报: 自然科学, 1999, 30( 4 ): 489-492.
- [ 9 ] 段德玉, 刘小京, 李伟强, 等. 夏玉米地膜覆盖栽培的生态效应研究[ J ]. 干旱地区农业研究, 2003, 21( 4 ): 6-9.
- [ 10 ] 王俊, 李凤民, 贾宇, 等. 半干旱地区播前灌溉和地膜覆盖对春小麦产量形成的影响[ J ]. 中国沙漠, 2004, 24( 1 ): 77-82.
- [ 11 ] 刘小兰, 李世清. 半干旱黄土高原地区春小麦地膜覆盖研究概述[ J ]. 西北植物学报, 2001, 21( 2 ): 198-206.
- [ 12 ] 宋秋华, 李凤民, 王俊, 等. 覆膜对春小麦农田微生物数量和土壤养分的影响[ J ]. 生态学报, 2002, 22( 12 ): 2125-2132.
- [ 13 ] 李世清, 李凤民, 宋秋华, 等. 半干旱地区地膜覆盖对作物产量和氮效率的影响[ J ]. 应用生态学报, 2001, 12( 2 ): 205-209.
- [ 14 ] 李洪勋, 吴伯志. 地膜覆盖对玉米生理效应研究[ J ]. 耕作与栽培, 2003, 136( 6 ): 46-48.
- [ 15 ] 党廷辉, 郭栋, 戚龙海. 旱地地膜和秸秆二元覆盖栽培下小麦产量与水分效应[ J ]. 农业工程学报, 2008, 24( 10 ): 20-24.
- [ 16 ] 马树庆, 王琪, 郭建平, 等. 东北地区玉米地膜覆盖增温增产效应的地域变化规律[ J ]. 农业工程学报, 2007, 23( 8 ): 66-71.
- [ 17 ] 曹荣保, 武治兴, 姜凯喜. 旱地绿豆地膜覆盖栽培技术[ J ]. 陕西农业科学, 1999( 5 ): 41-42.
- [ 18 ] 李斌, 李变梅, 崔峥嵘. 旱地地膜覆盖绿豆高产技术[ J ]. 山西农业, 2004( 1 ): 23-23.
- [ 19 ] 刘翠英, 任建宏. 绿豆地膜覆盖栽培试验初报[ J ]. 陕西农业科学, 2000( 7 ): 10-12.
- [ 20 ] Wang X, Li F, Jia Y, et al. Increasing potato yields with additional water and increased soil temperature [ J ]. Agricultural Water Management, 2005, 78( 3 ): 181-194.
- [ 21 ] 沈裕琥, 黄相国. 秸秆覆盖的农田效应[ J ]. 干旱地区农业研究, 1998, 16( 1 ): 45-50.
- [ 22 ] 李贻学, 刘太杰. 秸秆覆盖与抗旱剂对烟田土壤水分及烟株生长的影响[ J ]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2002, 33( 2 ): 144-147.

( 上接第 170 页 )