

喷灌条件下液膜覆盖对玉米干物质积累及水分利用效率的影响

周新国, 李彩霞, 强小嫚, 郭冬冬

(中国农业科学院农田灌溉研究所, 新乡 453003)

摘 要: 为了探讨喷灌和液膜覆盖对玉米生产的调控作用, 在大田喷灌条件下, 分析了 3 个土壤水分灌溉下限对液膜覆盖玉米生长发育过程的影响。通过对比试验, 研究了液体地膜盖对玉米产量结构和水分利用效率 (WUE) 的影响。结果表明, 高、中、低水分处理 (灌水量分别为 51.8、35.0、31.4 mm) 生物累积量分别达到 16 699.99、14 216.38 和 13 239.14 kg/hm², 液膜覆盖高水分处理有利于干物质的累积, 玉米的干物质累积曲线呈“慢-快-慢”趋势。液膜覆盖显著提高了玉米的百粒质量, 在玉米籽粒产量方面, 液膜覆盖高、中、低水分处理分别较对照提高了 3.48%、1.48% 和 3.79%, 在水分利用效率方面, 液膜覆盖高、中、低水分处理分别较对照提高了 6.59%、7.30% 和 9.17%。研究认为, 喷灌条件下液膜覆盖具有明显的节水增产效果。

关键词: 灌溉, 喷灌系统, 作物, 产量, 喷灌, 液体地膜, 玉米, 干物质, WUE (水分利用效率)

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2010.11.008

中图分类号: S316, S513

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2010)-11-0043-06

周新国, 李彩霞, 强小嫚, 等. 喷灌条件下液膜覆盖对玉米干物质积累及水分利用效率的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(11): 43-48.

Zhou Xinguo, Li Caixia, Qiang Xiaoman, et al. Effects of liquid film mulching on dry matter accumulation and water use efficiency of maize with sprinkler irrigation[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(11): 43-48. (in Chinese with English abstract)

0 引 言

喷灌和覆盖保墒是提高水资源的利用率和协调水热资源利用的同步性, 使土壤环境的生产能力得到补偿和良性循环利用的有效措施^[1-2]。喷灌作为工程节水的灌溉形式普遍应用于生产实际中, 改善了农田生产环境, 调节作物生理过程, 取得了一定增产节水的效果^[2-3]。为了减少塑料地膜在作物生产中的长期应用而导致严重的白色污染^[4], 液体地膜 (也称多功能可降解液体地膜) 开始在中国北方干旱半干旱地区的土壤上应用, 其保墒、增温、增产和减少水土流失效果得到了肯定^[5-6]。赵海祯等^[7]研究表明液体地膜覆盖栽培提高了土壤水分利用率, 有效协调水热资源利用的同步性, 同时改善了土壤物理性状, 增加了土壤微生物数量, 提高土壤酶活性。闫翠萍^[8]认为在严重干旱的年型, 液体地膜表现出了良好的增产效应, 较好地协调旱地小麦产量构成因素, 显著提高水分生产效率。崔欢虎等^[9]应用液体地膜覆盖冬小麦研究表明, 液膜覆盖处理比对照增产 5%, 而水分生产效率比对照提高了 28.8%。强小嫚等^[10]研究表明, 在控制条件下低水分处理下夏玉米液膜覆盖相比对照增产效果最为显著, 经济产量增加 56.97%; 中等水分处理次之, 增产 35.42%; 高水分处理增产效果最差, 增产 15.57%。王建红

等^[11]研究表明液体地膜在玉米上的应用表明, 能够促进玉米出苗、提高出苗率, 促进大田玉米生长、提高玉米生物产量, 比对照增产幅度达 1.5%~6.2%。杨青华等^[12-13]将液体地膜应用于棉花生产的试验表明, 覆盖棉花平均增产皮棉 21.7%, 增强根系活力, 改善叶片光化学特性, 提高棉铃蔗糖转化酶活性。马爱平等^[14-15]将液体地膜应用于冬小麦生产的试验表明, 覆盖较对照增产 17.95%, 水分利用效率达到 0.7 8kg/m³, 5 cm 和 10 cm 土层中, 黑色液膜处理抽穗期的日平均温度分别较对照高 2.9℃和 0.4℃。李彩霞等^[16]采用测坑试验研究表明, 液膜覆盖夏玉米田 0~40 cm 土层内土壤水分比对照处理增加 5.1%~9.3%; 0~20 cm 土层内的土壤平均温度比对照增温 7.4%; 高、中、低 3 个水分处理的水分利用效率分别较对照提高了 5.3%、8.9% 和 9.2%。姚素梅等^[17]研究表明, 喷灌条件下冬小麦的结实率、千粒质量、产量分别较地面灌溉提高了 5.9%、1.23 g、491.4 kg/hm²。液体地膜在不同作物上应用和喷灌与地面灌溉试验验证了 2 种措施良好的节水增产效果, 但液体地膜覆盖农田的灌溉原理和方法相关研究并不多见, 喷灌条件下液体地膜对作物生物学影响过程的研究未见报道, 本文通过对喷灌条件下液体地膜覆盖玉米的干物质积累、产量与土壤水分的观测, 研究不同灌溉水平液膜覆盖玉米的干物质积累与水分利用效应, 为中国液体地膜在田间更系统地应用提供一定借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验概况

试验于 2008 年 6 月至 2008 年 9 月在中国农业科学

收稿日期: 2009-12-08 修订日期: 2010-10-29

基金项目: 基本科研业务费专项 (2008-9)

作者简介: 周新国 (1970—), 男, 副研究员, 主要从事作物生理和节水灌溉基础理论研究工作。新乡 中国农业科学院农田灌溉研究所, 453003。

Email: zhouxg01@tom.com

院农田灌溉研究所（河南新乡）作物需水量试验场进行，地理位置为北纬 35°19'，东经 113°53'，海拔 73.2 m。试验在大田中进行，土壤质地为壤土，体积质量为 1.45 g/cm³，田间持水率为 24.0%（质量含水率），有机质质量分数 0.97%。灌水方式为喷灌，喷头采用 2982 型可控角喷头（喷洒半径 4.0~11.5 m，流量 0.95~1.30 m³/h），喷头间距为 8 m，喷头安装在长 1.5 m 的支管上。每个小区面积为 18 m²。为了防止各试验小区间土壤水分的交换，各试验小区之间都设置与之面积相同的保护行，整个喷灌大田面积较大，为了保证试验的准确性，试验小区的选择只选取中间受环境及其他因素影响较小的部分，并且能保证喷灌时各小区土壤受水均匀一致。当土壤水分达到其下限指标时，进行灌水，灌到 95%田间持水率。

表 1 试验处理设置
Table 1 Design of experimental treatment

处理	灌水下限	
液膜覆盖	LF _h	75%田间持水率
	LF _m	65%田间持水率
	LF _l	55%田间持水率
对照	CK _h	75%田间持水率
	CK _m	65%田间持水率
	CK _l	55%田间持水率

每个处理重复 3 次。供试作物为夏玉米，品种为“浚单 18”，2008 年 6 月 2 日播种，种植密度为每公顷 67 500 株，2008 年 9 月 11 日收获。液膜主要材料为腐植酸，固态黑色粉末，在玉米苗期（6 月 12 日），将液膜原粉兑水稀释过滤后，使用常规喷雾器均匀喷洒于地面，喷施固态量为 150 kg/hm²（按推荐用量每公顷施用液膜原粉约 150 kg），液膜喷施后能在短期内与土粒联结成理想的团粒体，灌水时能保证液膜覆盖的完整性。玉米拔节期施尿素（含氮 46%）300 kg/hm²。灌水设计见表 2。

表 2 玉米生长期灌溉情况
Table 2 Irrigation during maize growing

处理	降雨量/ mm	灌溉情况		
		次数	灌水量/mm	灌水日期
LF _h	399.7	2	51.8	6 月 19 日，6 月 28 日
LF _m	399.7	1	35.0	6 月 22 日
LF _l	399.7	1	31.4	6 月 28 日
CK _h	399.7	2	51.8	6 月 19 日，6 月 28 日
CK _m	399.7	1	35.0	6 月 22 日
CK _l	399.7	1	31.4	6 月 28 日

1.2 采样及分析方法

土壤含水率采用取土烘干法测定，约每 7 d 测定 1 次，每 20 cm 测定 1 层，测至 1.2 m 深度。灌水及降雨前后加测。

在玉米播后 30 d 开始量测干物质质量，每个处理选取 3 株高度均匀具有代表性的植株，每 10 d 观测 1 次，玉米取样后，将叶片和茎秆分开；抽穗期以后，将叶鞘和

玉米穗分开。将鲜植株的各个器官在 105℃的烘箱中杀青 1 h，将烘箱温度调制 80℃烘 8 h，最后分别称取质量。

玉米收获时，各处理取 15 株作为样本，主要测定指标有穗粒质量、百粒质量、穗长、秃尖长、穗周长、穗行数等。

1.3 计算方法

1.3.1 干物质分配率

用分配率指标定量玉米干物质产量，干物质分配率是指某一时间(单位，d)玉米叶片、茎、鞘和籽粒各器官的干物质质量分配量占干物质累积总量的百分率，其计算公式为：干物质分配率=植株器官干物质质量/植株地上部干物质总质量×100%。在播后 55 d 时，开始对玉米的叶、茎、鞘和穗分别量测干物质质量，并计算各器官分配率。

1.3.2 水分利用效率（water use efficiency, WUE）

WUE 的计算公式为

$$WUE_{ET} = \frac{Y_{grain}}{ET} \tag{1}$$

$$WUE_{biomass} = \frac{Y_{biomass}}{ET} \tag{2}$$

式中，WUE_{ET} 为产量水平的水分利用效率，kg/m³；Y_{grain} 为收获时的籽粒产量，kg/m²；WUE_{biomass} 为生物产量水分利用效率，kg/m³；Y_{biomass} 为收获时的干物质质量，kg/m²；ET 为蒸发蒸腾量，mm。

1.3.3 蒸发蒸腾量的计算

蒸发蒸腾量（ET）用水量平衡法计算

$$SW_e = SW_b + P + I + G - R_0 - D_p - ET \tag{3}$$

式中，SW_b、SW_e 为时段始末根区的土壤含水量，mm；P 为时段内的总降水量，mm；I 为时段内净灌水量，mm；G 为时段内地下水对作物耗水的补给量，采用零通量面法计算，mm；R₀ 为时段内测定区域的地面径流量，mm；D_p 为时段内根区的深层渗漏量，mm。以上各项中，由于试验地平整且地下水位大于 5 m，故 G、D_p、R₀ 3 项可忽略不计。

2 结果与分析

2.1 干物质质量分配与累积

对液膜覆盖下平均单株玉米的各器官干物质质量分配与累积分析，得到如下干物质质量累积过程（图 1）。

不同水分处理的干物质累积均呈“慢-快-慢”曲线分布（图 1），LF_h、LF_m 和 LF_l 的最后干物质累积量分别为 16 699.99、14 216.38 和 13 239.14 kg/hm²；各处理的干物质累积量差异明显，高水分处理更有利于玉米干物质质量累积。在播后 55 d，各处理在玉米抽雄阶段的叶片干质量都已达到最大值，随着叶片衰败与其光合产物的转移，其在干物质累积中所占的比例逐渐减小；茎干质量基本保持不变，比例下降；叶鞘干质量保持稳定，至成熟期（播后 100 d 左右）略有降低；果穗干质量在生物量累积中的比例逐渐增大；播种 87 d 以后，玉米各器官干物质质量都趋于稳定，玉米总的生物量和各器官所占比例也趋于稳定。图 1d 表明，随着水分的增加，玉米生物质量明

显提高, 且随着生育进程, 差异越来越明显。

由表 3 看出, 随着玉米生育时间的推进, 叶片光合产物向籽粒运输, 并且逐步衰败, 促使叶片的干物质分配率逐渐降低, LF_1 在成熟期 (播后 100 d 左右) 叶片的干物质分配率最低。茎中储存的干物质质量随生育进程不断调运到籽粒库, 其分配率呈先增大后减小的趋势, 在拔节期 (播后 43 d) LF_m 茎的分配率显著高于其他处理; 在抽雄期 (播后 49~55 d), 各处理的茎分配率差异不明

显; 在灌浆期至成熟期 (播后 67 d 以后), LF_m 的分配率显著高于其他处理。鞘的干物质分配率呈下降趋势 (播后 55 d 以后), 在成熟期 (播后 100 d 左右) 差异不显著。灌浆期 (播后 67 d) 以后, 籽粒的干物质分配率逐渐上升, 成熟期 (播后 100 d 左右) 低水分处理 (LF_1) 籽粒干物质分配率显著高于中水分 (LF_m) 和高水分 (LF_h) 处理, 可见喷灌条件下液膜覆盖低水分处理促进了光合产物向籽粒的运输与累积。

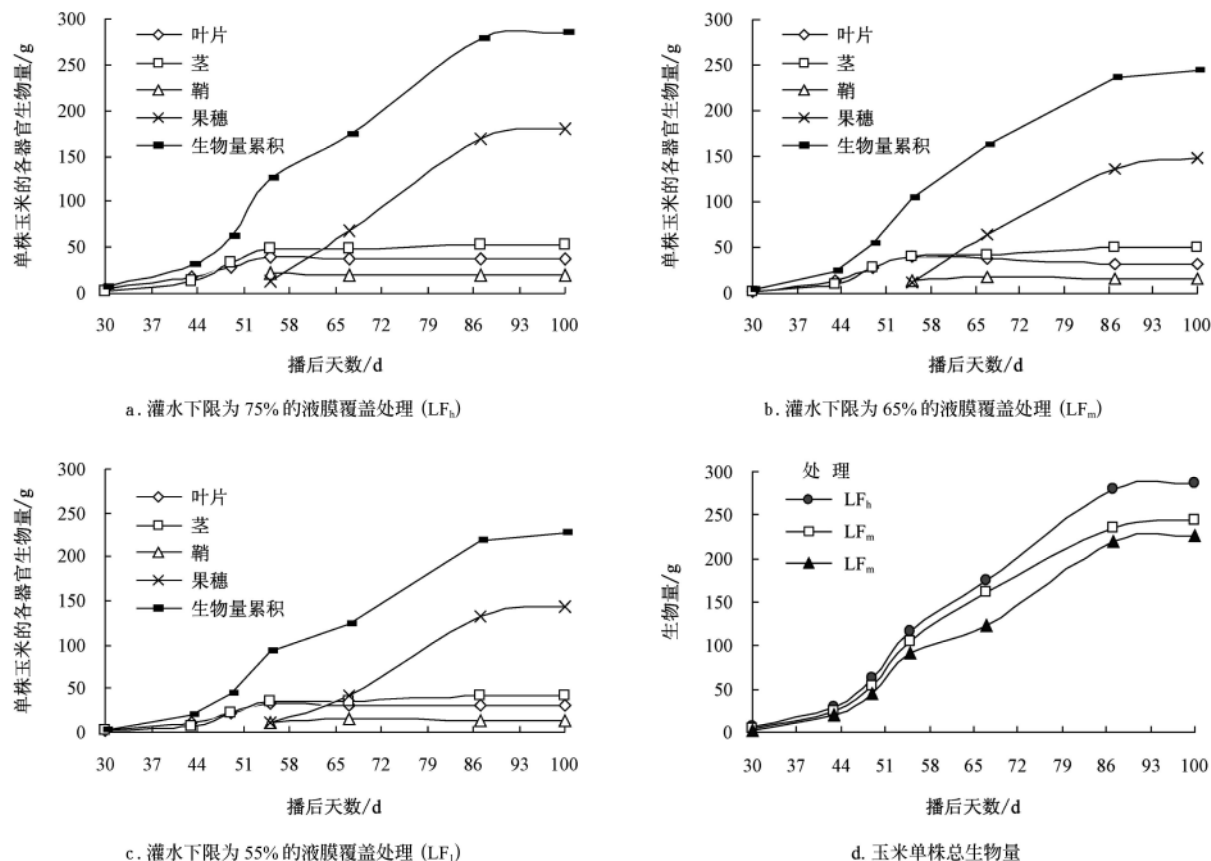


图 1 玉米的干物质累积

Fig.1 Dry matter accumulation of maize

表 3 各器官的干物质分配率

Table 3 Partition rates of each individual organ dry matter

%

器官	处理	播后天数/d						
		30	43	49	55	67	87	100
叶片	LF_h	64.51b	59.29b	47.58c	32.61b	22.05b	13.59a	12.92a
	LF_m	66.44a	55.70c	49.57b	38.39a	23.54a	13.57a	12.90a
	LF_1	65.28a	62.34a	52.15a	37.03a	24.11a	14.06a	13.31a
茎	LF_h	35.49a	40.71b	52.42a	38.78a	27.54b	18.68b	18.34b
	LF_m	33.56b	44.30a	50.43a	37.95a	29.05a	21.19a	20.50a
	LF_1	34.72a	37.66c	47.85a	38.26a	26.18c	19.56b	18.91b
鞘	LF_h	-	-	-	17.93a	12.17a	6.91a	6.59a
	LF_m	-	-	-	12.64b	11.15b	7.16a	6.70a
	LF_1	-	-	-	12.20b	10.73b	6.33a	5.82a
籽粒	LF_h	-	-	-	9.55b	35.11a	54.39a	55.91b
	LF_m	-	-	-	9.86b	35.39a	51.98b	54.57b
	LF_1	-	-	-	11.21a	31.07b	53.80a	56.68a

注: 同列完全不同的小写字母表示差异显著 ($p < 5\%$), 下同。

2.2 干物质质量累积与播后天数的关系

用 Logistic 曲线模拟玉米的干物质质量累积, Logistic 模型表达式

$$Y_b=A_2+(A_1-A_2)/(1+(D/D_0)^B) \tag{4}$$

式中, Y_b 为干物质累积量, g; D 为播后天数, d; D_0 、 A_1 、 A_2 和 B 为模型参数。

经统计分析得到 Logistic 模型的参数如表 4。

表 4 Logistic 曲线的模型参数
Table 4 Model parameter of Logistic curve

处理	模型参数 A_1	模型参数 A_2	模型参数 D_0	模型参数 B	决定系数 R^2
LF _h	-3.14±19.92	314.82±31.74	62.16±3.34	5.27±1.44	0.9909
LF _m	-2.93±10.19	256.55±12.66	59.88±1.67	5.92±0.95	0.9962
LF _l	-5.38±19.67	261.27±41.72	65.19±5.32	4.85±1.71	0.9873

表 4 可知,可决系数 R^2 均在 0.98 以上,表明 Logistic 曲线能精确地模拟液膜覆盖各水分处理的玉米干物质累积与播后天数的关系。模型参数采用 origin 软件进行模

拟,置信区间设定为 95%。模拟结果显示,模型参数 A_1 标准差较大,通过参数敏感性分析,由于模型参数 A_1 的敏感性差,造成参数 A_1 取值范围较大,但参数 A_1 在误差范围内取值满足精度要求。

2.3 产量结构与水分利用效率

2.3.1 玉米的产量结构

液膜覆盖及对照的玉米产量构成因子如表 5。

由表 5 可知,高水分处理,LF_h 在穗长、穗直径、每行粒数、15 穗穗轴质量方面和 CK_h 处理差异不显著,百粒质量和 15 穗籽粒质量上显著高于 CK_h 处理。对于中水分处理,LF_m 在百粒质量和 15 穗籽粒质量上显著高于 CK_m 处理,其他各项差异不明显;低水分处理,LF_l 在秃尖长上显著低于 CK_l,在百粒质量和 15 穗籽粒质量上同样显示出优势。总体来看,喷灌条件下液膜覆盖玉米的 15 穗籽粒质量和百粒质量 2 个产量结构指标显著优于 CK 处理,其他各项指标上差异不显著。可见,液膜覆盖有利于产量结构的形成。

表 5 玉米的产量构成因子分析
Table 5 Analysis of yield components of maize

处理	穗长/cm	秃尖长/cm	穗直径/cm	每行粒数	15 穗籽粒质量/kg	15 穗穗轴质量/kg	百粒质量/g	出籽率/%
LF _h	17.29a	0.57a	5.12a	15.80a	2.38a	0.28a	31.99a	89.43a
CK _h	16.88a	0.59a	5.11a	15.92a	2.25b	0.28a	30.65b	89.23a
LF _m	16.77a	0.87a	5.09a	15.50a	2.31a	0.27a	31.87a	89.49a
CK _m	16.62a	0.72a	5.11a	15.85a	2.22b	0.27a	30.29b	89.41a
LF _l	16.58a	0.60b	5.10a	14.90a	2.28a	0.27a	31.59a	89.60a
CK _l	16.60a	1.18a	5.06a	15.50a	2.07b	0.26a	29.81b	89.43a

2.3.2 水分利用效率

表 6 表明,液膜覆盖的玉米产量均高于相同水分处理的 CK 处理,同种覆盖方式的高水分处理的产量均高于低水分处理。经过对比分析,整个生育期最终生物量关系为:LF_h>LF_m>LF_l,分别为 16 699.99、14 216.38 和 13 239.14 kg/hm²。从水分利用效率来看,在 WUE_{ET} 指标上,相同水分处理的 LF 处理均高于 CK,同种覆盖方式的低水分处理均高于高水分处理。可知,液膜覆盖提高

了玉米的水分利用效率。在生物产量水分利用效率指标上,LF_h、LF_m 和 LF_l 分别为 3.4、3.51 和 3.53 kg/m³。在籽粒产量,LF_h、LF_m 和 LF_l 分别较对照提高了 3.48%、1.48%和 3.79%,在水分利用效率方面分别较对照提高了 6.59%、7.30%和 9.17%。这与李彩霞等^[17]防雨棚下测坑试验的研究结果基本一致,由于本文是喷灌条件下的大田试验,易受到降雨等气象因素的影响,水分利用效率提高率略低于测坑试验。

表 6 水分与产量关系
Table 6 Relationship between soil moisture and yield

处理	蒸发蒸腾量/ mm	籽粒产量/ (kg·hm ⁻²)	增产率/ %	干物质质量/ (kg·hm ⁻²)	水分利用效率/ (kg·m ⁻³)	水分利用效率 增长率/%	生物产量水分利用 效率/(kg·m ⁻³)
LF _h	479.30a	9 277a	3.48	16 699.99a	1.94a	6.59	3.48
CK _h	490.50a	8 965b	—	—	1.82b	—	—
LF _m	382.14a	9 004a	1.48	14 216.38b	2.35a	7.30	3.72
CK _m	405.16b	8 873b	—	—	2.19b	—	—
LF _l	356.03a	8 905a	3.79	13 239.14c	2.50a	9.17	3.72
CK _l	374.96b	8 580b	—	—	2.29b	—	—

3 结 论

1) 灌水与覆盖方式都可能会影响到玉米的干物质分配与转移,研究表明,高水分处理(灌水量 51.8 mm)有

利于玉米干物质累积,低水分处理(灌水量 31.4 mm)的籽粒分配率显著提高。Logistic 曲线能够精确地模拟玉米干物质累积与播期的关系。

2) 液膜覆盖有利于玉米干物质质量的累积以及提高水

分利用效率。高、中、低水分处理的产量分别较对照提高了 3.48%、1.48% 和 3.79%，水分利用效率分别较对照提高了 6.59%、7.30% 和 9.17%。

3) 本研究玉米的产量构成多项指标中, 受降雨的影响, 玉米的液膜覆盖与对照差异不明显, 只在百粒质量和 15 穗籽粒质量上差异显著高于对照, 水分利用效率明显提高, 进一步说明了黑色液膜的节水增产效果, 本试验的结果仅为一个初步的探讨论证, 不过这还需要长期的田间试验来验证。

[参 考 文 献]

- [1] 聂安全, 赵海祯, 齐宏立, 等. 覆盖补水施肥对旱地小麦产量的影响[J]. 华北农学报, 2001, 16(1): 92—98.
Nie Anquan, Zhao Haizhen, Qi Hongli, et al. Effect of film mulching, additional manuring and irrigation on wheat yield in dryland field[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2001, 16(1): 92—98. (in Chinese with English abstract)
- [2] 杨晓光, 陈阜, 宫飞, 等. 喷灌条件下冬小麦生理特征及生态环境特点的试验研究[J]. 农业工程学报, 2006, 16(3): 35—37.
Yang Xiaoguang, Chen Fu, Gong Fei, et al. Physiological and ecological characteristics of winter wheat on the condition of sprinkle irrigation[J]. Transactions of the CSAE, 2006, 16(3): 35—37. (in Chinese with English abstract)
- [3] 郭永忠, 王峰, 刘华, 等. 喷灌条件下不同节水措施对玉米的影响[J]. 西北农业学报, 2009, 18(1): 285—289.
Guo Yongzhong, Wang Feng, Liu Hua, et al. Effects of different water-saving measures to the corn under sprinkler irrigation condition[J]. Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica, 2009, 18(1): 285—289. (in Chinese with English abstract)
- [4] 王小彬, 蔡典雄. 旱作农田保护性耕作-液膜-施肥综合技术研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(6): 22—25.
Wang Xiaobin, Cai Dianxiong. Integrated management of conservation tillage, emulsified bituminous mulch and fertilization in dryland farming[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(6): 22—25. (in Chinese with English abstract)
- [5] 成波, 于照兹, 姜升国, 等. 液体膜在花生上应用效果研究[J]. 花生学报, 2003, 32(增刊): 439—441.
Cheng Bo, Yu Zhaoci, Jiang Shengguo, et al. Study of the effect of liquid film on the peanut production[J]. Journal of Peanut Science, 2003, 32(Supp): 439—441. (in Chinese with English abstract)
- [6] 蔡典雄, 王小彬. 土壤液膜应用技术体系[M]. 肖世和, 蔡典雄. 旱地小麦的引进技术. 北京: 中国农业科技出版社, 2001: 61—72.
- [7] 赵海祯, 梁哲军, 齐宏立, 等. 旱地小麦覆盖栽培高产机理研究[J]. 干旱地区农业研究, 2002, 20(2): 1—4.
- [8] 闫翠萍. 旱地冬小麦覆盖黑色液膜增产效应研究[J]. 山西农业科学, 2002, 30(3): 7—9.
Yang Cuiping. The yield-improving effects of black fluid-film mulched over winter wheat in dry land[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2002, 30(3): 7—9. (in Chinese with English abstract)
- [9] 崔欢虎, 张鸿杰, 徐建兵, 等. 旱地冬小麦覆盖液体地膜增产效应研究[J]. 小麦研究, 2001, 22(2): 22—24.
Cui Huanhu, Zhang Hongjie, Xu Jianbin, et al. The yield-improving effects of black fluid-film mulched over winter wheat in dry land[J]. Journal of Wheat Research, 2001, 22(2): 22—24. (in Chinese with English abstract)
- [10] 强小嫚, 周新国, 李彩霞, 等. 不同水分处理下液膜覆盖对夏玉米生长及产量的影响[J]. 农业工程学报, 2010, 26(1): 54—60.
Qiang Xiaoman, Zhou Xinguo, Li Caixia, et al. Effect of liquid film mulching on growth and yield of summer maize different soil moisture conditions[J]. Transactions of the CSAE, 2010, 26(1): 54—60. (in Chinese with English abstract)
- [11] 王建红, 余同海, 倪瑜娟. 液体生态地膜在玉米上的应用效果[J]. 浙江农业科学, 2003, (5): 253—256.
Wang Jianhong, Yu Tonghai, Ni Yujuan. The application effects of liquid film mulching on maize[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Science, 2003, (5): 253—256. (in Chinese with English abstract)
- [12] 杨青华, 韩锦峰, 贺德先, 等. 液体地膜覆盖棉花高产机理研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(8): 2520—2527.
Yang Qinghua, Han Jinfeng, He Dexian, et al. Study on high-yielding mechanism of liquid film mulching on cotton[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2008, 41(8): 2520—2527. (in Chinese with English abstract)
- [13] 杨青华, 贺德先, 刘华山. 液体地膜覆盖对棉花产量与土壤环境的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(5): 123—126.
Yang Qinghua, He Dexian, Liu Huashan. Effect of liquid film mulching on cotton yield and soil environment[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(5): 123—126. (in Chinese with English abstract)
- [14] 马爱平, 史忠良, 谢福来. 旱地冬小麦覆盖黑色液膜生态效应研究[J]. 小麦研究, 2005, 26(4): 25—30.
Ma Aiping, Shi Zhongliang, Xie Fulai. Ecological effects of black fluid-film mulched over in dry land winter wheat[J]. Journal of Wheat Research, 2005, 26(4): 25—30. (in Chinese with English abstract)
- [15] 马爱平, 靖华, 亢秀丽, 等. 旱地冬小麦覆盖黑色液膜对土壤微生境及产量的影响[J]. 水土保持学报, 2006, 20(5): 103—105.
Ma Aiping, Jing Hua, Kang Xiuli, et al. Influence of black fluid-film mulched covered winter wheat in dry land on soil microhabitats and yield[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2006, 20(5): 103—105. (in Chinese with English abstract)
- [16] 李彩霞, 周新国, 强小嫚, 等. 不同水分处理下液体地膜覆盖玉米田土壤环境与产量效应[J]. 玉米科学, 2010, 18(3): 108—112.
Li Caixia, Zhou Xinguo, Qiang Xiaoman, et al. Effects of liquid film mulching on soil moisture, temperature and yield of summer maize field under different water conditions[J]. Journal of Maize Sciences, 2010, 18(3): 108—112. (in Chinese with English abstract)
- [17] 姚素梅, 康跃虎, 刘海军. 喷灌与地面灌溉冬小麦干物质积累、分配和运转的比较研究[J]. 干旱地区农业研究,

2008, 26(6): 51—56.

Yao Sumei, Kang Yuehu, Liu Haijun. Studies on dry matter accumulation, partitioning and translocation in winter wheat

under sprinkler and surface irrigation conditions[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2008, 26(6): 51—56. (in Chinese with English abstract)

Effects of liquid film mulching on dry matter accumulation and water use efficiency of maize with sprinkler irrigation

Zhou Xinguo, Li Caixia, Qiang Xiaoman, Guo Dongdong

(Farmland Irrigation Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xinxiang 453003, China)

Abstract: In order to explore regulation effects of sprinkler irrigation and liquid film mulching of maize production, a field experiment was conducted to investigate the effects of three low limits of soil moisture on maize growth process by liquid film mulching with sprinkler irrigation. The influence of liquid film mulching on yield and water use efficiency (WUE) was studied contrast to the control treatment (CK). The results showed that the biomass accumulation with high, medium and low soil moisture treatments (with irrigation quota 51.8, 35.0, 31.4 mm separately) amounted to 16 699.99, 14 216.38 and 13 239.14 kg/hm² separately, the high-water treatment was beneficial to dry matter accumulation of maize, and the growth curve of dry matter showed “slow-fast-slow” trend. Under liquid film mulching, 100-seed weight could be improved significantly. Maize yield of high, medium and low soil moisture treatments with liquid film mulching increased by 3.48%, 1.48% and 3.79% separately, and WUE of high, medium and low soil moisture treatments with liquid film mulching increased by 6.59%, 7.30% and 9.17% respectively compared with the control. The study indicates that liquid film mulching is an effective measure of water saving and yield increasing with sprinkler irrigation.

Key words: irrigation, sprinkler systems (irrigation), crops, yield, sprinkler irrigation, liquid film, maize, dry matter, water use efficiency (WUE)