

液体地膜覆盖对棉花生理特性的影响

杨青华¹, 黄 勇¹, 王培中², 达龙珠³, 马二培¹

(1. 河南农业大学 农学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省优质农产品开发服务中心, 河南 郑州 450003;
3. 河南省农业科学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 研究结果表明, 液体地膜覆盖棉花根系伤流中游离氨基酸总量和无机磷含量明显增加, 根系活力增强; 叶片光化学特性得以改善, 光合效率提高; 发育的棉铃中转化酶活性增强, 加速了光合产物向棉铃中运输的速度。

关键词: 液体地膜覆盖; 棉花; 生理特性

中图分类号: S562.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2005)04-0032-04

Effects of Liquid Film Mulching on the Physiological Characteristics of Cotton

YANG Qing-hua¹, HUANG Yong¹, WANG Pei-zhong², DA Long-zhu³, MA Er-pei¹

(1. College of Agronomy, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;
2. Henan Good Quality Agricultural Products Development Service Centre, Zhengzhou 450003, China;
3. Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Liquid film, also called multi-functional and degradable liquid film, is a kind of new macromolecule organic compounds that form a very thin film when mixed with water and then sprayed on the soil surface. Some workers have reported the good effects of liquid film mulching on cotton growth. In this study, effects of liquid film mulching on the physiological characteristics of cotton were studied with two objectives: (1) to investigate effects of liquid film mulching on the physiological characteristics of cotton; and (2) to provide theoretical basis for application of liquid film in cotton production practice. The experiment was conducted from 2002 to 2004 on a sandy loam nursery at Henan Agricultural University Experiment Station. The liquid film used was prepared by Henan Agricultural University. The treatments were different application rates: 75.0, 112.5, 150.0, 187.5 kg/ha, and control (no mulching). Liquid film was sprayed on soil surface at a dilute rate of 20. The final amount of water applied to each plot was the same. Cover percentage was 60%. A random block design was employed with three replications. Fluorescence parameters of chlorophyll in cotton leaves were measured by a portable fluorometer (FMS-2, USA) at full budding, full flowering, and boll opening stage. Bleeding root sap was collected by a volumetric method, and contents of amino acids and inorganic P were determined by acidic ninhydrin reaction method and silicomolybdic blue method at first budding, full budding, first flowering, full flowering, and boll opening stage. Activity of sucrose invertase in cotton bolls was determined by DNS method at 10, 15, 20, 25, and 30 d after flowering. The experimental results showed that root bleeding sap in cotton plants in which the contents of free amino acid and inorganic phosphorus were raised, which indicated that the root activity was enhanced effectively; leaf photochemical characteristics were improved and activity of sucrose invertase enhanced in developing bolls, which improved the photosynthetic efficiency and promoted the accumulation of dry matter in cotton fruits. In addition, liquid-film also had the following advantages: easy to use, low cost, biologically degradable, and no environmental pollution. Based upon above analysis, the author concludes that application of liquid film is a feasible technique in cotton production practice.

Key words: Liquid film mulching; Cotton; Physiological characteristics

收稿日期: 2004-12-08

基金项目: 河南省科技攻关项目(991030304)

作者简介: 杨青华(1966-), 男, 河南柘城人, 副教授, 博士, 主要从事作物化控栽培教学与研究工作。

塑料地膜覆盖栽培技术由于能大幅度提高棉花的产量与质量, 在棉花生产中发挥了极其重要的作用^[1]。但是, 随着塑料地膜的长期应用, 已造成严重的白色污染^[2, 3]。其主要表现为很难降解的聚乙烯残膜越来越多地聚集在土壤耕层表面, 直接影响土壤耕作, 阻碍土壤中水分、养分、空气的运行, 妨碍作物根系下扎及对水肥的吸收, 影响作物生长发育和产量的提高。为此, 我们研究了用以替代塑料地膜的液体地膜对棉花生理特性的影响, 旨在为液体地膜在棉花生产上示范推广提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验设计与基本情况

试验于 2002~2004 年在河南农业大学科教园区进行, 耕层含有机质 12.1 mg/g, 全氮 0.96 g/kg, 速效磷 24.2 mg/kg, 速效钾 115.3 mg/kg。液体地膜由河南农业大学研制与生产, 处理为: 液体地膜用量 75.0 kg/hm² (T1)、112.5 kg/hm² (T2)、150.0 kg/hm² (T3)、187.5 kg/hm² (T4) 及露地对照, 对水 20 倍喷洒于播种行地面, 覆盖度 60%, 各处理最终喷水总量相等。试验采取随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 24 m²。供试棉花品种为中棉所 41, 4 月 15 日大田直播, 密度 3.75 万株/hm², 行距 1.0 m, 株距 0.27 m。播前施入基肥(N、P₂O₅、K₂O 含量分别为 20%, 15%, 15%) 750 kg/hm², 苗期追施纯氮 34.5 kg/hm², 花铃期追施纯氮 69.0 kg/hm²。其他管理同一般棉田。

1.2 测定项目与方法

使用美国产 FMS-2 型便携调制式荧光仪, 每个处理选定 5 株, 于盛蕾期、盛花期和吐絮期晴天 10:00~11:00 测定叶片光合特性, 测定部位为主茎倒 4 叶, 取平均值; 根系伤流量于初蕾期(FBS)、盛蕾期(BS)、初花期(FFS)、盛花期(FS)、吐絮期(BO)采用容积收集法收集, 伤流液中的氨基酸与无机磷含量分别采用水合茚三酮法和钼蓝法^[4]测定; 棉铃转化酶活性分别于开花后 10, 15, 20, 25, 30 d 采用 3,5-二硝基水杨酸法^[5]测定。

2 结果与分析

2.1 液体地膜覆盖对棉花根系活力的影响

根系伤流中的无机磷含量, 在很大程度上代表

着根系吸收矿质营养元素的能力, 而伤流中游离氨基酸含量代表着根系的合成能力。图 1 表明, 各处理根系伤流中无机磷含量变化呈单峰曲线, 盛蕾期达到最大, 且覆盖处理较对照提高 10.88%~22.21%。其中, 处理 T2 与 T3 于盛蕾期伤流中无机磷含量较对照分别提高 16.30% 和 19.36%, 吐絮期较对照分别提高 21.26% 和 11.28%。各处理根系伤流中氨基酸含量变化呈双峰曲线, 于盛花期达到最大, 这可能与棉花生长发育特性有关。盛花期 T1, T2, T3 和 T4 处理氨基酸含量分别较对照提高 7.52%, 22.49%, 21.20% 和 8.54%, 吐絮期以处理 T2 氨基酸含量最高, 较对照提高 16.43%, 处理 T4 氨基酸含量略低于对照。表明适量液体地膜覆盖可增强棉花根系吸收与合成能力, 从而可向地上部器官输送较多的营养物质, 有利于促进棉花生长发育。

2.2 液体地膜覆盖对棉花叶片光合性能的影响

在荧光诱导动力学参数的测定中, 经暗适应的叶片, 其荧光诱导动力学参数 F_v/F_0 代表 PS II 的潜在光化学活性, F_v/F_m 代表 PS II 原初光能转化效率^[6], q_p 表示光化学淬灭, 说明被开放的 PS II 中心捕获并转化为化学能的那部分能量^[7], q_N 为非光化学淬灭, 代表各种非光化学过程所耗散的能量^[8]。从表 1 可知, 覆盖条件下 F_v/F_0 和 F_v/F_m 的比值始终显著高于对照, 且随着棉花生育进程愈加明显。处理 T2 的 F_v/F_0 和 F_v/F_m 的比值平均较对照分别增高 1.004 和 0.0473, 处理 T3 的比值平均较对照分别增高 0.7310 和 0.037。表明液体地膜覆盖有利于棉花叶片维持较高的 PS II 活性和光化学最大效率。液体地膜处理的叶片 q_p 值在盛蕾期高于对照处理, 随着棉花的生长发育, q_p 值又低于对照, 表明覆盖有利于棉花叶片的 PS II 反应中心在生育前期维持较高比例的开放部分, 增强 PS II 电子传递能力。叶片的 q_N 值表现为在盛蕾期对照低于液体地膜处理, 而在盛花期和吐絮期对照高于液体地膜处理, 尤其是在吐絮期, 对照的叶片 q_N 值高于覆盖处理 4.0%~54.4%, 差异达极显著水平, 表明对照的叶片因衰老已不能把所捕获的光能充分用于光合作用, 增强了非辐射能量的耗散。

2.3 液体地膜覆盖对棉铃转化酶活性的影响

对不同龄铃中转化酶活性测定结果表明(图 2),

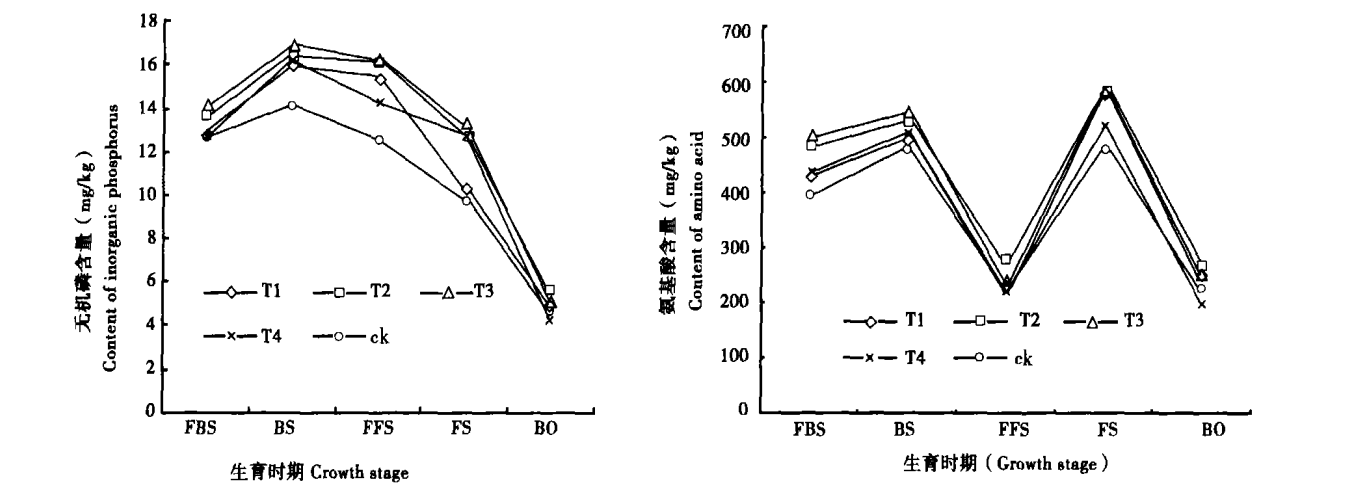


图 1 液体地膜覆盖对棉花根系伤流中无机磷与氨基酸含量的影响

Fig.1 Effects of liquid-film mulching on contents both of inorganic phosphorus and amino acid in roots sap

表 1 液体地膜覆盖对棉花叶片光合特性的影响

Tab 1 Effects of liquid-film mulching on photosynthetic traits of cotton leaf

处理 Treatment	盛蕾期 Budding stage				盛花期 Flowering stage				吐絮期 Boll opening			
	Fv/ Fm	Fv/Fo	q _p	q _N	Fv/ Fm	Fv/Fo	q _p	q _N	Fv/ Fm	Fv/ Fo	q _p	q _N
T1	0.831 lcC	4.963 lc	0.874 b	0.092 a	0.812 bC	4.799 bB	0.943 b	0.110 cB	0.683 dD	2.484 bB	0.957 ab	0.089 cBC
T2	0.841 aAB	5.296 a	0.883 ab	0.072 b	0.838 aA	5.149 aA	0.916 c	0.122 cB	0.775 aA	3.576 aA	0.936 ab	0.068 dC
T3	0.844 aA	5.424 a	0.896 a	0.077 b	0.835 aAB	5.152 aA	0.960 ab	0.139 bAB	0.724 bB	2.620 bB	0.954 ab	0.106 bB
T4	0.835 abBC	5.063 b	0.895 a	0.069 b	0.829 aB	4.843 bB	0.952 b	0.161 aA	0.699 cC	2.500 bB	0.929 b	0.143 aA
ck	0.825 cC	4.727 c	0.870 b	0.068 b	0.804 bD	4.211 cC	0.975 a	0.173 aA	0.663 eE	2.070 cC	0.969 a	0.149 aA

注: 均值后字母不同表示差异显著, 小写与大写字母分别表示 5% 和 1% 的显著水平
Notes: Means with significant difference were followed by different letters, small and large letters indicated the significant different at 5% and 1% levels, respectively

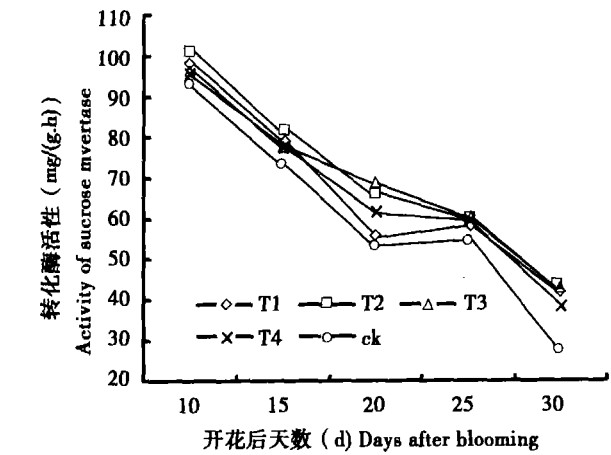


图 2 液体地膜对棉铃蔗糖转化酶活性的影响

Fig.2 Effect of liquid-film mulching on activity of sucrose invertase in cotton bolls

随着棉铃的生长发育, 各处理转化酶活性均呈下降趋势, 覆盖处理提高了棉铃转化酶活性。其中处理 T2, T3 效果较明显, 如在开花后 10 d, 转化酶活性分别较对照提高 8.21% 和 6.15%, 开花后 30 d 分别较对照提高 57.45% 和 54.06%。棉铃转化酶活性的提高, 使棉铃中蔗糖水平降低, 源(叶)库(棉铃)间蔗糖梯度较大, 有利于加快蔗糖向棉铃中的运输, 促进棉籽和纤维的发育, 提高铃重。

3 讨论

液体地膜覆盖农田具有良好的生态效应^[9], 而良好的土壤生态环境是获得作物高产的重要基础, 它首先影响到作物地下部根系的发育, 进而影响到地上部植株的生长。本研究结果表明, 液体地膜覆

盖促进了棉株根系吸收与合成能力, 而根系活力的增强, 从而为地上部棉株健壮生长发育奠定了基础, 表现为棉株早发, 结桃早, 优质铃数多, 铃重大, 增产效果显著^[10, 11]。但液体地膜不同用量覆盖效应存在一定差异, 其原因是用量小 (75.0 kg/hm^2), 成膜质量较差, 用量大 (187.5 kg/hm^2), 成膜质量虽较高, 但造成棉苗出土困难, 影响棉苗质量, 所以最终效果均较低。从本研究结果来看, 液体地膜适宜用量为 $112.5 \sim 150 \text{ kg/hm}^2$ 。

叶片叶绿素 a 荧光与光合作用中各种反应过程密切相关, 任何环境因子对光合作用的影响均可通过叶片叶绿素 a 荧光动力学反映出来^[12]。而覆盖条件下, 对棉花叶片叶绿素 a 荧光动力学参数变化研究尚未见报道。本研究结果表明, 液体地膜覆盖提高棉花叶片 F_v/F_0 和 F_v/F_m 的比值及前期 q_p 值, 降低 q_N 值, 尤其在棉花生育后期, 从而有利于棉花叶片维持较高的 PS II 活性和光化学最大效率, 把所捕获的光能充分地用于光合作用, 减弱非辐射能量的耗散, 进而合成较多的碳水化合物。而棉铃中转化酶活性提高, 又加大了源(叶)库(棉铃)间蔗糖梯度, 有利于蔗糖向棉铃中的运输, 促进棉籽和纤维的发育。因此, 可以认为液体地膜覆盖棉花生育期间较高的光化学效率和转化酶活性是获取棉花高产的重要生理原因之一。

参考文献:

[1] 谈春松. 棉花优质高产栽培[M]. 北京: 农业出版社, 1992.

- [2] 赵素荣, 张书荣, 徐 霞, 等. 农膜残留污染的研究[J]. 农业环境与发展, 1998, (3): 7-10.
- [3] 李秋洪. 论农田“白色污染”的防治技术[J]. 农业环境与发展, 1997, (2): 17-19.
- [4] 山东农学院, 西北农学院. 植物生理学实验指导[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1980.
- [5] 何钟佩. 农作物化学控制实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1993.
- [6] Kitajima M, Butler W L. Quenching of chlorophyll II fluorescence and primary photochemistry in the chloroplasts by dibromothymol quinone[J]. Biochim Biophys Acta, 1975, 376: 105-115.
- [7] Genty B E, Briantais J M, Baker N R. The relationship between the quantum yield of non-photochemical quenching of chlorophyll II fluorescence and the rate of photosynthesis 2 photochemistry in leaves[J]. Biochim Biophys Acta, 1989, 990: 87-92.
- [8] van Kooten O, Snel J K H. The use of chlorophyll II fluorescence nomenclature in plant stress physiology[J]. Photosyn Res, 1990, 25: 147-150.
- [9] 杨青华, 韩锦峰, 贺德先, 等. 液体地膜覆盖保水效果研究[J]. 水土保持学报, 2004.
- [10] 杨青华, 韩锦峰, 刘华山, 等. 液体地膜对棉花生长发育的影响[J]. 华北农学报, 2003, 18(1): 47-49.
- [11] 杨青华, 韩锦峰, 刘华山, 等. 液体地膜对棉花成铃与产量的影响[J]. 华北农学报, 2003, 18(2): 36-38.
- [12] 张其德, 卢从明, 刘丽娜, 等. CO_2 倍增对不同基因型大豆光合色素含量和荧光动力学参数的影响[J]. 植物学报, 1997, 39(10): 946-950.