

## 覆膜栽培大豆的土壤生态效应研究进展

王海泉<sup>1,2</sup>, 栾晓燕<sup>2</sup>, 满为群<sup>2</sup>, 刘鑫磊<sup>2</sup>, 马岩松<sup>2</sup>, 来永才<sup>3</sup>, 陈 怡<sup>2</sup>, 何云霞<sup>1,4</sup>, 李柱刚<sup>4</sup>, 杜维广<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>沈阳农业大学农学院, 辽宁 沈阳 100161; <sup>2</sup>黑龙江省农业科学院大豆研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; <sup>3</sup>黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; <sup>4</sup>黑龙江省农业科学院生物技术研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘 要:**地膜覆盖栽培是人为控制土壤温度、水分、养分、耕层结构、微生物等综合技术的一项农田生态系统工程学。作者综述了覆膜栽培大豆条件下由温度、水分、通透性、pH 值、微生物、根系空间分布、土壤肥力诸因素构成的土壤生态效应及其在提高作物产量中的应用前景。

**关键词:**生态效应; 覆膜栽培; 大豆

**中图分类号:** S565.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-9841(2009)02-0337-04

## Research Progress of the Soil Ecological Effects of Soybean with Film Mulching Cultivation

WANG Hai-quan<sup>1,2</sup>, LUAN Xiao-yan<sup>2</sup>, MAN Wei-qun<sup>2</sup>, LIU Xin-lei<sup>2</sup>, MA Yan-song<sup>2</sup>, LAI Yong-cai<sup>3</sup>, CHEN Yi<sup>2</sup>, HE Yun-xia<sup>1,4</sup>, LI Zhu-gang<sup>4</sup>, DU Wei-guang<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Agronomy College of Shenyang Agricultural University, Shenyang 100161, Liaoning; <sup>2</sup> Soybean Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang; <sup>3</sup> Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang; <sup>4</sup> Biology Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, Heilongjiang, China)

**Abstract:** Film mulching cultivation is an all-around technology controlling temperature, water, nutrient, structure and micro-organism of soil about cropland ecosystem project. The author summarized the ecological effects of soil about temperature, water, penetration, pH, microorganism, root distribution and soil fertility and predicted the foreground in increasing the crop yield for the soybean mulched by plastic film.

**Key words:** Ecological effects; Film mulching cultivation; Soybean

根据我国实际情况,为促进我国半干旱地区的农业发展与水土保持,我国首先推行了农田基本建设,旱地农业技术发展趋向之一是半干旱地区的保护性耕作。保护性耕作主要包括少耕、免耕和残茬、秸秆覆盖两项基本内容<sup>[1]</sup>。地膜覆盖栽培技术可认为是保护性耕作内容之一。地膜覆盖栽培技术的研究始于1948年<sup>[2]</sup>,1956年应用于生产。1978年,我国从日本引进该技术<sup>[2]</sup>,开始在蔬菜栽培上应用,继而发展到近百种作物,随着地膜覆盖栽培技术的推广普及,地膜覆盖栽培技术存在的最主要问题—残留地膜污染也逐渐被重视。为此,国内外众多单位着眼于开发降解性地膜、生物降解地膜、光—生物降解地膜、非完全降解的淀粉填充塑料膜等方

面,已取得了一定成果。

地膜覆盖栽培技术在大豆栽培上应用相对落后于玉米等作物。大豆覆膜栽培与裸地栽培相比,具有增加土壤温度,增强蓄水性能,提高水份利用率,提高土壤微生物量及速效养分含量,改善大豆根系空间分布,增加产量等显著效应<sup>[3-13]</sup>。

### 1 覆膜栽培大豆的增温效应

大豆覆膜栽培后明显地提高土壤温度<sup>[3-4,13]</sup>,原因是地膜能够透过日光中的短波辐射,阻止地表的长波辐射,又能避免地表的乱流热交换以及减少因水分蒸发而损失的汽化热,地膜与土壤表面之间形成小温室效应,从而有明显的增温作用。

收稿日期:2009-02-13

基金项目:黑龙江省青年自然科学基金资助项目(QC06C082)。

作者简介:王海泉(1970-)男,副研究员,在读博士,研究方向为大豆栽培生理研究。

通讯作者:杜维广,研究员。E-mail:weiguan@126.com。

### 1.1 土壤不同层次的增温效应

王海泉等研究结果表明,大豆进入封垅前(黑农40品种在哈尔滨市于7月15日即R2~R3期封垅)行间覆膜能明显增加地温,5~25 cm土层地温比未覆膜增加0.63℃~0.90℃,增温效果随土层加深降低。在封垅后(7月20日到9月20日)覆膜增温效果不明显(待发表)。

周宝库等<sup>[3]</sup>报道,大豆覆膜能显著提高地温,从5月28日开始到7月28日61 d观察,苗带内10 cm地温增加1.38℃,15 cm地温增加0.59℃;膜内地温与不覆膜相比10 cm增加1.68℃,15 cm增加2.87℃。从7月30日到收获,覆膜与不覆膜相比地温都有所下降,苗带内10 cm地温增加-0.28℃,15 cm地温增加-0.44℃;膜内地温与不覆相比10 cm增加-0.96℃。即地膜覆盖增加了大豆生育前期的土壤温度,而到生育后期,由于地膜覆盖,大豆生长繁茂,降低了地表接受阳光照射的机会,从而使地温有所降低。

### 1.2 土壤温度的日变化

土壤温度的日变化主要决定于辐射平衡的日变化和土壤的导热率,同时还受地面和大气间乱流热交换的影响。地膜覆盖下的土壤导热率降低,热量损失较少,因而在夜间气温急剧下降时,仍保持比裸地较高的温度。据张玉先等<sup>[4]</sup>报道,23 d晴天中5 cm土层覆膜区积温8:00比未覆膜对照区高36℃,14:00比对照区高57.5℃。杨智超等<sup>[13]</sup>报道,土层5 cm处8:00和14:00覆膜处理地温低于对照,日平均值分别低0.59℃和0.9℃,20:00覆膜处理具有明显增温作用,日均增温0.61℃。而土层10 cm、15 cm和20 cm处的增温效果趋于一致,表现20:00最好,14:00次之,8:00最差。

上述研究者的结果虽有一定差异,但都表现地膜覆盖对土壤温度影响不仅存在于大豆生育期间封垅前后增温效果的差异;而且也存在明显日变化,其规律有待进一步研究。

### 1.3 物候期的变化效应

虽然大豆覆膜栽培技术提高了封垅前土壤温度,促进早出苗和营养体生长旺盛,但并不显著提早大豆成熟。虽然张玉先等<sup>[4]</sup>报道,大豆覆膜比对照早出苗5 d,营养生长各阶段,覆膜处理揭膜后要比对照提前2~6 d,覆膜比对照早开花2 d,提前进入生殖生长期,但笔者研究结果表明覆膜栽培未有提前黑农40和绥农14熟期作用。而玉米覆膜后,前、

中期增温效果显著,早春温度补偿效应明显<sup>[14]</sup>。据于永梅等<sup>[14]</sup>报道,四单19春玉米行间覆膜与直播相比,出苗期早2 d,吐丝、成熟期早5~6 d。刘建等<sup>[15]</sup>报道,苏玉9号春玉米在同期播种、适期移栽的情况下,覆膜移栽比露地移栽的拔节期提早2~3 d,吐丝开花期提早3~4 d,成熟期提早3~4 d。因此,覆膜栽培对玉米和大豆成熟期的影响有显著差异,其原因主要是大豆为典型短光照作物,其品种间生育期的生理本质差别,是对温度与光照长短综合的要求与反应的差别<sup>[16]</sup>,而对于玉米的不同品种,这种差别中温度所起的作用远大于大豆。

## 2 覆膜栽培大豆的保墒节水效应

地膜改变了土壤水分的规律,即地膜与地面之间形成狭小的空间,切断土壤水分与大气水分的交换通道,膜内温度增高,蒸发作用加强,有提水上升现象。膜内大量水汽凝结于膜壁,充满雾气。夜间降温时,雾气凝结成水滴,渗入土壤,这样由蒸发—凝结—下渗—蒸发形成了地膜与土壤间的水分循环,故能保墒节水。王海泉等研究结果表明,大豆覆膜栽培V1~R6期10 cm土壤相对含水量比未覆膜(CK)提高2.1~9.3个百分点,20 cm提高1.5~5.5个百分点。李丽君等<sup>[5]</sup>报道,从播种期到分枝期,大豆田行间覆膜、行上覆膜0~40 cm土体贮水量分别比不覆膜高5.35%和0.59%;40~100 cm土体则分别比对照高11.56%和8.81%;0~100 cm土体比对照高9.46%和6.03%。分枝期到结荚期,不同覆膜方式对0~40 cm、40~100 cm、0~100 cm土体贮水量影响均表现为覆膜处理大于不覆膜处理,但行间覆膜和垄上覆膜之间差异则较小。结荚期到成熟期,大豆植株几乎全部遮盖地表,地膜起不到保水的效果,不同覆膜处理之间土壤贮水量差异较小。大豆水利用效率与不同覆膜方式有关,不同处理对其水分利用效率影响依次为行间覆膜>垄上覆膜>不覆膜,行间覆膜和垄上覆膜分别比不覆膜提高26.9%和15.9%,说明地膜覆盖能明显地提高大豆水分利用效率。孙继颖等<sup>[6]</sup>报道,覆膜均能够提高大豆叶片水分利用效率、土壤水分利用效率及降水水分利用效率,与对照差异显著,结果与春玉米<sup>[17]</sup>和谷子<sup>[18]</sup>的研究结果相一致。

### 3 覆膜栽培大豆的土壤通透性及 pH 值变化效应

土壤容重就是一定容积土壤的重量,容重的大小说明土壤团聚体的排列,即土壤的紧密或疏松程度,可作为较粗的土壤结构指标。王海泉等研究表明,黑农 40 品种各生长发育时期行间覆膜栽培容重低于未覆膜栽培(对照)。在 0~10 cm 土层行间覆膜比不覆膜 V1~R6 期平均容重降低  $0.09 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , 10~20 cm 土层容重降低  $0.07 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。表明覆膜有效防止了土壤板结,有利于改善土壤耕层物理性状,其覆膜 pH 值比未覆膜低 0.12。这与玉米覆膜 pH 值明显低于裸地<sup>[19]</sup>的结果相似。但与周宝库等<sup>[3]</sup>地膜覆盖使土壤 pH 值增加了 0.71 个单位的结果不同。

### 4 覆膜栽培大豆土壤微生物的变化效应

#### 4.1 覆膜栽培大豆根系空间分布变化效应

李丽君等<sup>[11]</sup>报道,随着土层深度和离主茎距离的增加,根系干重、活力、活跃吸收面积明显减少;同时宽行分布根系的干重、活力及活跃吸收面积均高于窄行分布的根系干重、活力及活跃吸收面积。不同覆膜方式对根系干重和活力的影响表现为:行间覆膜>行上覆膜>不覆膜;对根系活跃吸收面积的影响则表现为:行上覆膜>行间覆膜>不覆膜。

#### 4.2 覆膜栽培大豆土壤微生物的变化效应

王海泉等研究表明,在行间覆膜大豆的各生育期,土壤微生物种群的数量都有明显变化,覆膜比不覆膜前期(5月8日~6月5日)微生物总数增加 275~681 万个  $\cdot \text{g}^{-1}$  土,后期(6月28日~8月10日)增加为 252~456 万个  $\cdot \text{g}^{-1}$  土,但微生物中的细菌、放线菌和真菌数量增加值情况略有不同。

### 5 覆膜栽培大豆的土壤肥力变化

有关覆膜对土壤养分及有机质含量影响报道较多<sup>[20]</sup>。而覆膜后有关土壤氮、磷、钾含量变化的报道亦较多<sup>[20-21]</sup>,但结果不尽一致,这与测试手段、试验条件等诸多因素有关。在上述报道中多集中于玉米和小麦。关于大豆覆膜栽培对土壤养分的影响报道较少,覆膜增加了土壤速效养分含量<sup>[3,12]</sup>。王海泉等研究表明,大豆行间覆膜栽培试验,黑农 40 品种覆膜和不覆膜各生育时期全 N、全 P、全 K 含量差

异不明显。但速效 N、速效 P、速效 K 则是覆膜各生长发育时期高于不覆膜(CK),速效 N、速效 P、速效 K 覆膜栽培比不覆膜分别提高  $2.0 \sim 9.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $2.5 \sim 29.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、 $5.5 \sim 19.3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

### 6 结语

地膜覆盖栽培是我国近 30 年发展起来的一项栽培技术,是半干旱地区的保护性耕作措施之一。增产效果显著,故在我国玉米、小麦作物广泛应用,大豆地膜覆盖栽培相对滞后于玉米等作物。覆膜栽培大豆增加了地温,改变了土壤水分的运动规律,提高了土壤相对含水量,促进了土壤养分的转化,协调稳定了土壤生态环境中的热量、水分、养分、气体诸因素,促进了大豆生长发育,增加了大豆群体光合面和群体光合势,提高了光能利用率,有利于干物质积累和产量的提高<sup>[22]</sup>。有关大豆覆膜栽培下土壤生态效应中温度和水分状况研究较深入,而土壤养分、微生物区系、土壤结构等在生育期中动态研究仍处于探索阶段,有关作物覆膜栽培所带来的残留污染等负面影响的研定,也仍处于探索阶段。深入研究上述这些问题,必将促进地膜覆盖栽培技术的成熟与发展,在提高作物产量中发挥重要作用。

### 参考文献

- [1] 山仑. 旱地农业技术发展趋向[J]. 中国农业科学, 2002, 35(7): 848-855. (Shan L. Development trend of dryland farming technologies [J]. Scientia Agricultura Sinica, 2002, 35(7): 848-855.)
- [2] 赵久然, 陈国平. 我国地膜覆盖玉米栽培的现状与展望[J]. 北京农业科学, 1989(1): 10-15. (Zhao J R, Chen G P. Status and prospects of maize cultivation with film mulching in our country [J]. Beijing Agricultural Sciences, 1989(1): 6-8.)
- [3] 周宝库, 张喜林, 宦立海, 等. 覆膜大豆增产效果研究初报[J]. 黑龙江农业科学, 2004(3): 6-8. (Zhou B K, Zhang X L, Huan L H, et al. Effect of plastic film covering on soybean yield [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2004(3): 6-8.)
- [4] 张玉先, 郑殿峰, 王海泽. 大豆覆膜技术研究与应用: 对地温、土壤水分、生育进程及产量影响[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2000, 12(2): 17-20. (Zhang Y X, Zheng D F, Wang H Z. Studies and application of soybean film mulching [J]. Heilongjiang August First Land Reclamation University, 2000, 12(2): 17-20.)
- [5] 李丽君, 高聚林, 武向良, 等. 不同覆膜方式对大豆田水分动态及利用效率的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(2): 262-266. (Li L J, Gao J L, Wu X L, et al. Effects of different film mulching techniques on soil water movement and WUE in soybean field [J]. Soy-

- bean Science, 2008, 27(2): 262-266. )
- [6] 孙继颖, 高聚林, 王志刚, 等. 不同覆膜方式对旱作大豆生理特性及水分利用效率的影响[J]. 大豆科学, 2008, 27(2): 251-254. (Sun J Y, Gao J L, Wang Z G, et al. Effects of covering film on physiological indexes and water use efficiency (WUE) of soybean in dryland[J]. Soybean Science, 2008, 27(2): 251-254. )
- [7] 郭志利. 旱地大豆不同覆膜方式栽培效应研究[J]. 陕西农业科学, 2000(1): 19-21. (Guo Z L. Effects research of different methods of film-mulching for soybean cultivation in dryland[J]. Shaanxi Agricultural Sciences, 2000(1): 9-21. )
- [8] 郭志利. 不同覆膜方式对旱地大豆生长发育及产量效应的影响[J]. 辽宁农业科学, 2000(1): 26-28. (Guo Z L. Effects of different methods of film-mulching for soybean growth and yield in dryland[J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2000(1): 26-28. )
- [9] 陈艳秋, 宋书宏, 王文斌, 等. 覆膜菜田大豆生长发育规律及产量构成的研究[J]. 大豆科学, 2007, 26(3): 439-442. (Chen Y W, Song S H, Wang W B, et al. Research on the regularity of growth and development and yield component of mulched vegetable soybean[J]. Soybean Science, 2007, 26(3): 439-442. )
- [10] 王红波, 章建新, 张佩林, 等. 氮肥施用对覆膜菜用大豆产量和品质的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2007, 30(3): 31-35. (Wang H B, Zhang J X, Zhang P L, et al. Effect of nitrogen fertilizer on yield and quality of vegetable soybean under the condition of film mulching[J]. Journal of Xinjiang Agricultural University, 2007, 30(3): 31-35. )
- [11] 李丽君, 高聚林, 罗军, 等. 不同覆膜方式大豆根系空间分布的影响[J]. 大豆科学, 2007, 26(5): 687-690. (Li L J, Gao J L, Luo J, et al. Effects of different film mulching techniques on the dimensional distribution of soybean root system[J]. Soybean Science, 2007, 26(5): 262-266. )
- [12] 李志军, 简毓峰, 赵爱萍. 旱地大豆垄沟周年覆膜栽培水肥效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2007, 15(3): 71-74. (Li Z J, Jian Y F, Zhao A P. Effects of moisture and manure condition on soybean production under year-round furrow-film mulch farming in dry fields[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2007, 15(3): 71-74. )
- [13] 杨智超, 王晓燕, 张齐凤, 等. 大垄垄上行间覆膜对土壤水分、温度及大豆产量构成的影响[J]. 大豆科技, 2008(5): 21-23. (Yang Z C, Wang X Y, Zhang Q F, et al. Effects of film mulching between rows for water and temperature of soil and soybean yield with big ridges[J]. Soybean Technology, 2008(5): 21-23. )
- [14] 朱柏享, 王新其, 段淑贵, 等. 地膜生态效应在“二旱一水”中的利用[J]. 上海农业科技, 1992(6): 18-21. (Zhu B X, Wang X Q, Duan S G, et al. Utilization of ecological effects of film-mulching in “Two Dry and One Water”[J]. Shanghai Agricultural Technology, 1992(6): 18-21. )
- [15] 刘建, 徐少安, 周根友, 等. 多熟制春玉米覆膜移栽的生态效应及其对植株生长与产量的影响[J]. 湖北农学院学报, 2002, 22(2): 97-100. (Liu J, Xu S A, Zhou G Y, et al. Effects of transplanting multi-cropping spring maize with plastic film mulching on the ecological effect. plant growth and grain yield[J]. Journal of Hubei Agricultural College, 2002, 22(2): 97-100. )
- [16] 王金陵. 大豆生态类型[M]. 北京: 农业出版社, 1991: 31, 48. (Wang J L. Ecological types of soybean[M]. Agriculture Publishing Company, 1991: 31, 48. )
- [17] 李生秀, 李世清, 高亚军, 等. 施用氮肥对提高旱地作物利用土壤水分的作用机理和效果[J]. 干旱地区农业研究, 1994, 12(1): 39-46. (Li S X, Li S Q, Gao Y J, et al. The mechanism and effects of N fertilization in creasing water efficiency[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 1994, 12(1): 39-46. )
- [18] 郭志利, 古世禄. 覆膜栽培方式对谷子产量及效益的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 33-39. (Guo Z L, Gu S L. Effect of film-mulching cultivation methods on yield and economic efficiency of millet[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2000, 18(2): 33-39. )
- [19] 郭树凡, 陈锡时, 汪景宽. 覆膜土壤微生物区系的研究[J]. 土壤通报, 1995, 26(1): 36-39. (Guo S F, Chen X S, Wang J K. Research of microorganism regions in soil mulched with film[J]. Soil Bulletin, 1995, 26(1): 36-39. )
- [20] 汪景宽, 张继宏, 须湘成, 等. 地膜覆盖对土壤肥力影响的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1992, 23(专辑). (Wang J K, Zhang J H, Xu X C, et al. Research of effects of film-mulching for soil fertility[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 1992, 23(Special). )
- [21] 邢恩荣. 地膜覆盖及土壤理化性质对玉米产量的效应[J]. 沈阳农业大学学报, 1989, 20(1): 81-84. (Xing E R. Effects of film-mulching and properties of physics and chemistry of soil for maize yield[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 1989, 20(1): 81-84. )
- [22] 王海泉, 陈怡, 满为群, 等. 大豆行间覆膜栽培技术增产效果及群体生理研究[J]. 大豆科学, 2007, 26(4): 538-543. (Wang H Q, Chen Y, Man W Q, et al. Effect of covering plastic film technique in furrow on yield and population physiology in soybean[J]. Soybean Science, 2007, 26(4): 538-543. )