

# 大豆行间覆膜栽培技术增产效果及群体生理研究

王海泉,陈 怡,满为群,栾晓燕,刘鑫磊,来永才,马岩松,杜维广

(黑龙江省农业科学院,哈尔滨,150086)

**摘要** 以高光效大豆品种黑农 40 为材料、设覆膜、未覆膜(CK)两个处理,在岗地和平地上研究了行间覆膜栽培技术增产效果及群体生理。结果表明:大豆行间覆膜栽培技术在适应推广区域内是一项具有显著增产效果和推广价值的栽培技术,展览田试验(平地)增产 21%,东岗试验(岗地)增产 25.4%;黑农 40 群体叶面积指数、光合势、净光合生产率、群体中单叶光合速率、根瘤数及根瘤鲜重、地上部生物产量和经济产量积累及分配,在黑农 40 不同生长发育时期东岗试验(岗地)和展览田试验(平地)均是行间覆膜栽培高于未覆膜栽培(对照)。这些结果揭示了大豆行间覆膜栽培技术增产的群体生理基础。

**关键词** 大豆;行间覆膜;增产效果;群体生理

**中图分类号** S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)04-0538-06

## EFFECT OF COVERING PLASTIC FILM TECHNIQUE IN FURROW ON YIELD AND POPULATION PHYSIOLOGY IN SOYBEAN

WANG Hai-quan, CHEN Yi, MAN Wei-qun, LUAN Xiao-yan, LIU Xin-lei, LAI Yong-cai, MA Yan-song, DU Wei-guang

(Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract** Effect of covering plastic film technique in furrow on yield and population physiology in soybean was studied, with high photosynthetic efficiency soybean cultivar Heilong 40 as material. The results indicated this cultivation technique could increase soybean seed yield greatly, and the range of yield increment was 21%~25.4%. The targets of photosynthetic physiology were more improved than that of CK, also including biological and economic yield. These results showed the population physiology basis of covering plastic film in soybean furrow.

**Key words** Soybean; Covering plastic film in furrow; Yield; Population physiology

黑龙江省是我国春大豆主产区,而干旱是影响大豆产量的主要限制因素之一,据黑龙江省气象科学研究所资料,干旱和半干旱区占黑龙江省 16 个农业气候地区的 50%,干旱和半干旱地区大豆种植面

积占全省大豆种植面积的 60%,黑龙江省常有十年九春旱的现象。所以,保护土壤水分是实现大豆全苗、壮苗,提高产量的重要措施之一。黑龙江省九三农垦局研究推广的大豆行间覆膜栽培技术在适宜推

收稿日期:2006-12-19

基金项目:黑龙江省青年自然科学基金(QC06C082);黑龙江省财政厅农业综合开发办项目

作者简介:王海泉(1971-)男,副研究员,从事大豆栽培生理研究。

通讯作者:杜维广研究员,从事大豆遗传育种。E-mail:weiguangdu@126.com

广区域内是一项保水、抗旱、高产的栽培技术,认为采用这项技术可使大豆增产 20%~30%<sup>[1]</sup>。为了扩大示范推广这项技术,并阐明其增产的原因,开展大豆行间覆膜栽培技术增产效果及其增产群体生理的研究。以期为大豆行间覆膜栽培技术提供一些理论依据。

## 1 材料和方法

试验于 2004 年~2005 年在黑龙江省农科院大豆研究所(哈尔滨)东岗试验地(岗地)和展览田试验地(平地)进行,品种为高光效大豆黑农 40。

试验采取平播行间覆膜和未覆膜(对照)两个处理,其它措施相同。大豆行间覆膜是在大豆 1、2 行间, 3、4 行间,5、6 行间机械覆膜,依此类推,人工单条播,株距 5 cm,行距 70 cm,常规田间管理。小区对比法,东岗试验小区面积 21 m<sup>2</sup>,展览田试验小区面积 42 m<sup>2</sup>,3 次重复。记载各生育阶段,调查田间杂草,成熟时测产及连续取 20 株考种并进行品质分析。

群体生理指标:在黑农 40 品种二叶期(分枝期 V2)、三叶期 V3、盛花期 R2、始荚期 R3、盛荚期 R4、

鼓粒期 R6、成熟期 R8 分别测定群体叶面积指数、光合势、净光合速率<sup>[2]</sup>及地上部生物产量和经济产量,用 LI—6400 光合系统测定 R4 期的光量子通量密度、光合速率、CO<sub>2</sub> 补偿点。在 V2、R2、R6 期测定根瘤数和根瘤鲜重。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆行间覆膜栽培技术增产效果

2.1.1 大豆行间覆膜栽培技术对大豆产量及产量构成因子的影响 结果表明,大豆行间覆膜栽培对大豆产量和产量部分构成因子具有正向影响。东岗试验(岗地)黑农 40 品种覆膜栽培(揭膜时间 7 月 29 日,R3 期,下同),每公顷产量为 3595.2 kg,比对照(未覆膜平作)黑农 40 品种每公顷产量 2866.7 kg,增产 25.4%,展览田(平地)黑农 40 品种覆膜栽培(揭膜时间同东岗试验),每公顷产量为 3701.8 kg,比对照(未覆膜平作)黑农 40 品种,每公顷产量 3061.9 kg,增产 21.0%,垅作黑农 40 品种,公顷产量为 3161.9 kg,比对照(未覆膜平作)黑农 40 品种,增产 3.3%(表 1)。

表 1 黑农 40 品种不同处理产量比较

Table 1 Comparison on seed yield of Heinong 40 under different treatments

试验地点 Location	处理 Treatments	小区面积 Plot Area(m <sup>2</sup> )	收获密度 Harvesting density (plants/m <sup>2</sup> )	小区产量 Yield per plot(kg)				折合公 顷产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	增减产 Percentage (%)
				I	II	III	平均 mean		
东岗试验(岗地)	CK	21	18	5.65	5.4	7.0	6.02	2866.7	0
Donggang	覆膜 Covering film	21	18	7.95	7.7	7.0	7.55	3595.2	25.4
展览田试验 (平地)	CK	42	18.5	13.23	12.73	12.62	12.86	3061.9	0
Exhibition field (Flat)	覆膜 Covering flim	42	17.5	15.01	16.01	15.66	15.56	3704.8	21.0
展览田试验(垅) Exhibition field (Ridge)	42	18.5	13.38	13.43	13.03	13.28	3161.9	3.3	

在不同地势条件下,大豆行间覆膜栽培技术均表现增产,其增产幅度为 21%~25.4%,岗地增产效果好于平地(表 1)。

黑农 40 品种,东岗试验,覆膜栽培大豆产量构成因子与对照相比,株高增长 15 cm,节数增加 2 节,单株荚数增加 2.7 个,单株重增加 7.2 g,单株粒重增加 1.3 g,百粒重增加 0.61 g;展览田试验,覆膜

栽培大豆产量构成因子与对照相比,株高增长 10.5 cm,节数增加 2 节,单株荚数增加 14.2 个,单株重增加 15 g,单株粒重增加 6.13 g,百粒重增加 0.63 g,(表 2);覆膜栽培其增产主要是增加株高、单株重、单株荚数、单株粒重,其百粒重增加不明显。

覆膜栽培对黑农 40 品种各发育阶段影响不大,故覆膜栽培未有使黑农 40 品种提前成熟的作用。

表 2 黑农 40 品种不同处理产量构成因子比较

Table 2 Comparison on yield components of Heinong 40 under different treatments

试验地点	处理	收获密度	株高	节数	单株荚数	单株重	单株粒重	百粒重	收获指数
Location	Treatments	Harvesting density (plants/m <sup>2</sup> )	Plant height (cm)	No. of node	Pod No. per plant	Weight per plant(g)	Seeds weight per plant(g)	100—seed weight(g)	Harvest index
东岗试验 Donggang	CK	18	106.4	21	45.5	43.2	21.6	21.09	0.5
	覆膜 Covering film	18	121.4	23	48.2	50.4	22.9	21.7	0.45
展览田 Exhibition field	CK	18.5	110.0	21	38.8	41.2	19.37	20.4	0.47
	覆膜 Covering film	17.5	120.5	23	53.0	56.2	25.5	21.03	0.45

2.1.2 大豆行间覆膜栽培对大豆品质的影响

对测产的黑农 40 品种进行品质分析其结果表明,黑农 40 品种不同试验地点覆膜和未覆膜(对照)的蛋白质和脂肪含量无明显差异(表 3),关于大豆行间覆膜栽培对其品质的影响有待进一步研究。

表 3 大豆覆膜栽培对黑农 40 品种品质的影响

Table 3 Effect of covering plastic film in furrow on soybean quality of Heinong 40

试验地点	处 理	蛋白质	脂 肪	水 份
Location	Treatments	Protein (%)	Oil (%)	Water content (%)
东岗 Donggang	CK	42.7	19.5	6.6
	覆膜 Covering film	42.5	19.9	6.8
展览田 Exhibition	CK	39.9	20.6	6.5
	覆膜 Covering film	40.5	20.5	6.6

2.2 大豆行间覆膜栽培技术的群体生理

群体是构成产量的基础,大豆行间覆膜栽培技术增产必将涉及到对群体生理的影响。董钻指出<sup>[2]</sup>,大豆群体光合作用系统的规模、几何学结构、持续时间、光合效率、产物运输和分配等群体水平的特征,决定着大豆群体的物质生产。这些特征通常是用群体的叶片分布(叶面积指数)、消光系数、群体光合速率、光合势等加以表达的。本试验主要研究了覆膜栽培群体植株成熟时产量垂直分布、叶面积指数、光合势、净光合率和根瘤状况及群体单叶光合特性、地上部生物产量和经济产量的积累,来探讨覆膜栽培增产的群体生理基础。

2.2.1 大豆行间覆膜栽培成熟期产量垂直分布

黑农 40 品种属无限结荚习性,籽粒产量集中于中部,东岗和展览田试验,覆膜和未覆膜(对照)中部产量占 46.4%~49.7%,上部产量占 22.5%~40.3%,

下部产量占 10.02%~28.9%,两个处理差异不大。

2.2.2 大豆行间覆膜栽培群体叶面积指数

叶面积指数(Leaf area index, LAI)是指群体的总绿色叶面积与该群体所占据的土地面积的比。

一般来讲,适宜叶面积指数与生物产量和经济产量呈显著正相关。董钻等<sup>[3]</sup>在沈阳对 8 个大豆品种的测定结果,最大叶面积指数在 3.07~6.04 范围内,与生物产量和经济产量的相关系数分别为 0.974\*\* 和 0.860\*\*,结果表明,东岗和展览田试验黑农 40 品种随着生长发育阶段的进程,叶面积指数不断增加,均表现覆膜高于未覆膜(对照)。东岗试验在 R3 期达到高峰,展览田试验在 R4 期达到高峰。随生长发育进展逐渐降低,但仍表现覆膜略高于未覆膜(对照)。(图 1、2)

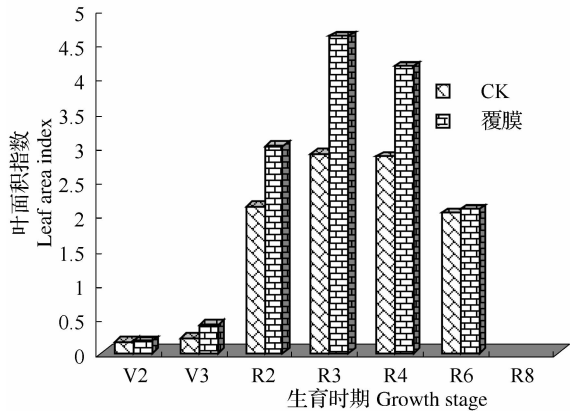


图 1 黑农 40 不同处理各生育期叶面积指数(东岗)

Fig. 1 The LAI of Heinong 40 under different treatments at different growth(Donggang)

2.2.3 大豆行间覆膜栽培群体光合势

光合势是指作物群体在某个阶段或整个生育期间叶面积的积数。在一定的范围内,光合势越大,干物质生产越

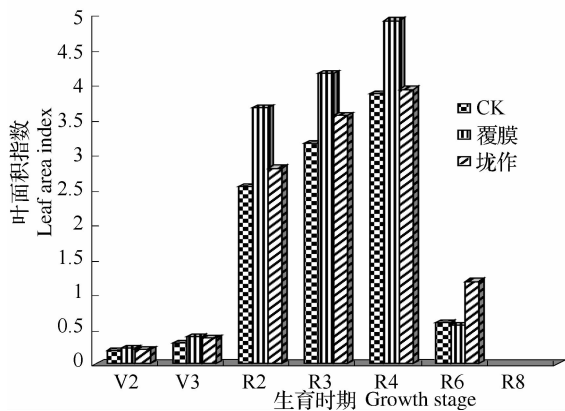


图2 黑农40不同处理各生育期叶面积指数(展览田)

Fig. 2 The LAI of Heinong 40 under different treatments at different growth(Donggang)

多,作物产量也越高。黑农40品种不同处理生长发育时期光合势存在明显差异(图3、图4),其高峰出现在生育中期,即R2~R4时期,覆膜栽培前期(VE~R2),中期(R2~R4),后期(R4~R6)光合势均高于未覆膜(对照)。

2.2.4 大豆行间覆膜栽培群体净光合率 净光合率是一定时期内植株总干物质的积累量被该时期内叶面积的平均值除所得的商。提高净光合率无疑是提高大豆产量的重要途径。

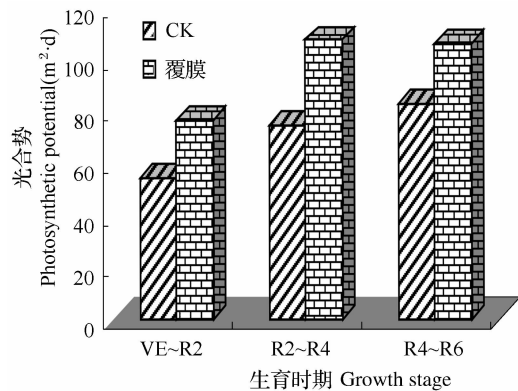


图3 黑农40不同处理各生育期光合势(东岗)

Fig. 3 Photosynthetic potential of Heinong 40 in different treats at different growth stages(Donggang)

黑农40品种在生育前期(VE~R2),中期(R2~R4),后期(R4~R6)净光合率,结果表明,各时期净光合率存在明显差异,发育中期出现高峰,覆膜栽培净光合率高于未覆膜(对照)(图5)。

2.2.5 大豆行间覆膜栽培黑农40品种光量子通量密度 表4表明,展览田黑农40品种R4期,当

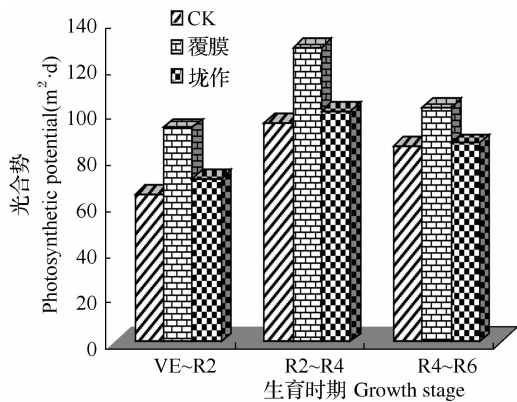


图4 黑农40不同处理各生育期光合势(展览田)

Fig. 4 Photosynthetic potential of Heinong 40 under different treatments at different growth stages(Exhibition field)

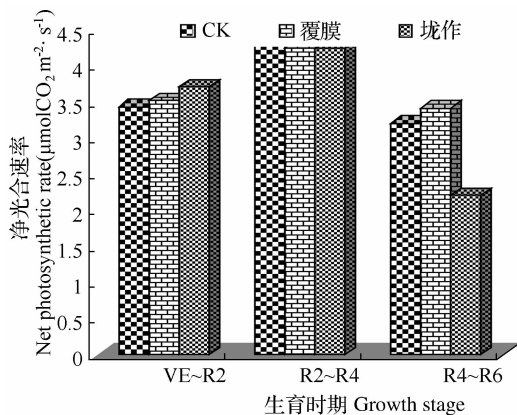


图5 黑农40不同处理各生育期净光合速率(展览田)

Fig. 5 The net photosynthetic efficiency of Heinong 40 in different treats at different growth stages(Exhibition field)

叶片控制在26℃左右,光合速率接近零时(光补偿点),光量子通量密度(PFD)无显著差异,均在 $100\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右。说明覆膜栽培和未覆膜(对照)的光补偿点差异不大。

2.2.6 大豆行间覆膜栽培黑农40品种光合速率

从图6看出,在弱光下,光强是黑农40品种群体单叶光合速率的限制因素,随着光强增加,单叶光合速率上升较快。但在适宜温度和相同光强条件下,黑农40品种覆膜栽培光合速率( $P_n$ )始终大于未覆膜栽培(对照)的黑农40品种。而光饱和点,覆膜栽培黑农40品种PFD在 $1500\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,未覆膜(对照)黑农40品种在 $1300\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右,其覆膜栽培黑农40品种光饱和点比对照提高15.4%。

表 4 不同处理在光补偿点时的光量子通量密度

Table 4 PFD of Heinong 40 at light compensation point under different treatments

试验地点	处理	光合速率	叶温	光量子通量密度 PFD
Location	Treatments	Pn ( $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Tleaf( $^{\circ}\text{C}$ )	( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )
展览田 Exhibition filed	CK	2.79a	26.2a	100a
	覆膜	3.26a	26.5a	100a
	覆膜	2.68a	26.47a	101a
	Covering film	2.69a	26.51a	101a

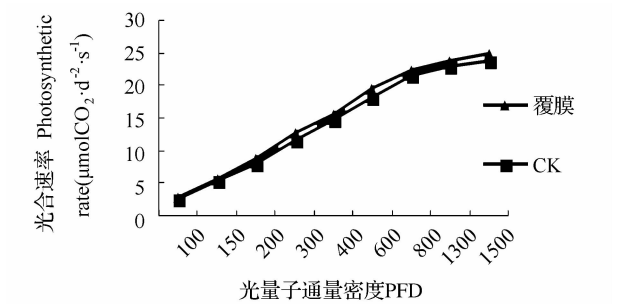


图 6 黑农 40 R4 期不同处理在不同光量子通量密度(PFD)下光合速率(展览田)  
Fig. 6 Photosynthetic rate of Heinong 40 under different treatments with different PFD at R4 stage(Exhibition field)

从图 7 可以看出,随着 CO<sub>2</sub> 浓度的下降光合速率逐渐降低,但是同一 CO<sub>2</sub> 浓度条件下覆膜栽培黑农 40 品种光合速率大于未覆膜栽培对照黑农 40 品种。

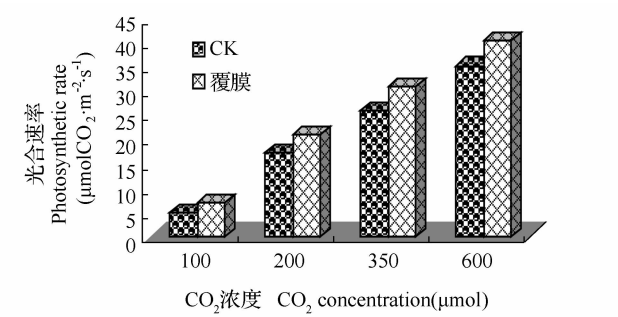


图 7 黑农 40 R4 期不同处理在不同 CO<sub>2</sub> 浓度下的光合速率(展览田试验)  
Fig. 7 Photosynthetic rate of Heingong 40 under different treatments with different CO<sub>2</sub> content at R4 stage(Exhibition field)

2.2.7 大豆行间覆膜栽培黑农 40 品种 CO<sub>2</sub> 补偿点在 33.5℃ 的适宜叶温条件下,展览田覆膜栽培黑农 40 品种的 CO<sub>2</sub> 补偿点低于未覆膜(对照)黑农 40 品种(表 5)。

综上所述,黑农 40 品种覆膜栽培群体单叶光合速率、光饱和点均高于未覆膜栽培,而其 CO<sub>2</sub> 补偿点

低于未覆膜(对照)。这充分说明覆膜栽培提高了群体的单叶表观光合作用,即提高了光能传递吸收和转为化学能的能力,有利于生物产量和经济产量的积累,是覆膜栽培增产的群体中单叶光合生理基础。

表 5 黑农 40 品种在 R4 期不同处理适宜温度下的 CO<sub>2</sub> 补偿点  
Table 5 CO<sub>2</sub> compensatory point of Heinong 40 under different treatments in appropriate temperature at R4 stage

试验地点	处理	CO <sub>2</sub> 浓度	相对
Location	Treatments	CO <sub>2</sub> concentration	Relative (%)
展览田 Exhibition field	CK	56.59	100
	覆膜 Covering film	54.48	96.28

2.2.8 大豆行间覆膜栽培技术对黑农 40 品种固氮能力的影响

试验主要研究了覆膜栽培对黑农 40 品种固氮作用的贡献。按大豆生育期(V2、R2、R6)进行了 3 次调查,从表 6 中可看到,大豆行间覆膜可提高大豆的固氮能力,表现为大豆结瘤数、根瘤总量和植株鲜重均有所增加。

2.2.9 大豆行间覆膜栽培群体地上部生物产量和经济产量的积累及分配 作物产量与光合产物积累和分配关系十分密切。研究黑农 40 品种不同处理和生长发育时期地上部生物产量、经济产量积累和分配。黑农 40 品种覆膜栽培各生长发育时期生物产量和经济产量均高于未覆膜(对照),R8 分别提高 21.4%~25.4%和 21%~25.4%(表 7)。

3 讨论

3.1 大豆行间覆膜栽培技术增产效果

大豆行间覆膜栽培技术增产效果存在明显差异,黑龙江省哈尔滨市属 IB<sub>2</sub>(3)即温暖半干旱春重旱夏季半湿润农业气候区(在 8 月末,9 月中上旬又常遇到干旱)<sup>[1]</sup>,展览田(平地)试验覆膜栽培较对照

增产 21%,东岗试验(岗地)增产 25.4%。杜维广等<sup>[1]</sup>指出在绥化市北林区属于ⅡB<sub>3</sub>(4)温凉半干旱较轻春旱夏季湿润农业气候区,覆膜比未覆膜增产 12.6%~19%,可见该项技术是在干旱和半干旱农

业气候区具有较明显的增产效果,在上述地区的岗地应进一步示范待明确具体适应地区扩大推广。低洼地区一般不适于此种技术。

表 6 覆膜和不覆膜对黑农 40 品种大豆固氮能力的影响  
Table 6 Effect of covering film on nitrogen fixation ability of Heinong 40

处 理 Treatments	分枝期 V <sub>2</sub>			开花期 R <sub>2</sub>			鼓粒期 R <sub>6</sub>		
	CK	覆膜 Covering film	增加 Increase	CK	覆膜 Covering film	增加 Increase	CK	覆膜 Covering film	增加 Increase
根瘤数 No. of nodule per plant	25.3	32.5	7.2	79.0	110.0	31.0	87.3	120.6	33.3
根瘤鲜重 Fresh weight of nodule per plant	0.10	0.12	0.02	1.4	2.3	0.9	1.7	2.9	1.2
植株鲜重 Fresh weight per plant(g)	42.1	48.2	6.1	110.2	122.5	12.3	129.8	138.3	8.5

表 7 黑农 40 不同处理和生长发育时期生物产量(仅地上部)和经济产量的积累  
Table 7 Accumulation of biological and economic yield of Heinong 40 under different treatments at different growth stage

试验地点 Location	处 理 Treatments	生物产量 Biological yield(g/m <sup>2</sup> )				增减 Percent(%)	经济产量 Economic yield (kg/hm <sup>2</sup> )	增减 Percent(%)	收获指数 Harvest index
		R <sub>2</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>8</sub>				
东岗试验 Donggang test	CK	176.4	486.3	767.4	776.9	2866.7	0.5		
	覆膜 Covering film	275.2	715.1	1022.8	958.4	23.4	3595.2	25.4	0.45
展览田试验 Exhibition filed test	CK	221.4	632.6	814	832.5		3061.9		0.47
	覆膜 Covering film	329.2	873.6	972	1011	21.4	3704.8	21.0	0.45

3.2 大豆行间覆膜栽培技术增产原因解析

本试验从反映大豆群体生理主要指标入手,探讨大豆行间覆膜栽培增产的群体生理原因,阐述了群体叶面积指数、光合势、净光合率、群体单叶光合速率、固氮能力及光合产物的积累和分配,即群体生理主要指标在黑农 40 品种不同生长发育时期均是覆膜栽培不同程度的高于未覆膜栽培(对照),大豆行间覆膜栽培较未覆膜栽培有效地提高了群体叶面积指数和光合势,从而提高了群体截获光能的能力。许多研究证明,适宜的群体叶面积和光合势和产量呈显著正相关的,它是决定产量的重要因素<sup>[2]</sup>。由于群体叶面积指数和光合势的增加,导致生物产量和经济产量的增加。行间覆膜栽培较未覆膜(对照)净光合率增加,说明所截获的光能转化为光化能的能力提高。

大豆与其它作物不同,除光合作用外,还能进行根瘤固氮。因此,大豆与根瘤菌形成一个共生固氮

体系<sup>[4]</sup>。覆膜栽培提高了黑农 40 品种群体中单叶光合速率,则提供了根瘤固氮所需的能量和碳骨架;而覆膜栽培又提高黑农 40 品种固氮能力,从而拉动了其光合速率的提高。

正是由于大豆行间覆膜栽培技术反映群体生理的上述主要指标均高于未覆膜栽培(对照),由此揭示了大豆行间覆膜栽培技术增产的群体生理基础。

参 考 文 献

[1] 杜维广,陈怡,来永才,等. 黑龙江省推广大豆行间覆膜栽培技术生产建议[J]. 黑龙江农业科学,2005,(1):32-33.  
[2] 董钻. 大豆产量生理[M]. 北京:中国农业出版社,2000.  
[3] 董钻,祁明媚,孙卓韬,等.大豆亩产 450 斤的生理参数及栽培措施初探[J]. 大豆科学 1982(2).  
[4] 杜维广. 大豆高光效育种,大豆生理与生理育种[M]. 哈尔滨:黑龙江科学出版社,1989,109-110.