

# 大豆“两垄一沟”栽培法冠层中 光分布特点的研究<sup>\*</sup>

胡立成 丁希明 姚 远 董丽华  
王以芝 林蔚刚 郭宇红

(黑龙江省农业科学院大豆研究所)

## 摘 要

本文于大豆鼓粒期(R<sub>5</sub>)晴天条件下,对“两垄一沟”栽培法冠层内叶面积指数、光照强度、干物质积累的垂直分布特点进行了研究。结果表明,该栽培法整个冠层叶面积指数大。从冠层内空间分布看,叶面积指数最大值出现的植株部位高度比70cm大垄和50cm窄行平播低,中部的光照强度高。但冠层内消光系数小。说明“两垄一沟”栽培法改善了冠层中的光照条件,提高了光能的截获率,积累了更多的干物质。

**关键词** 大豆;两垄一沟;叶面积指数;光照强度;干物质积累

为了增加大豆产量,除进行大豆株型育种改良外,改进栽培方式建造良好的冠层结构,改善群体光照条件,也是提高光能利用率的一个重要方面。Shibles等(1965)<sup>[1]</sup>研究表明,不同栽培方式影响光能截获,截获率与干物质增加比率是随叶面积增加而增加,达到最大叶面积指数后而趋于稳定。Taylor等(1982)<sup>[2]</sup>和Herbest等(1984)<sup>[3]</sup>进一步研究指出,窄行比宽行距叶面积指数高,光能截获率增加,净光合生产率明显提高。Johston等(1969)<sup>[4]</sup>也证实了冠层中不同层次叶片对光合作用的贡献不同,光合速率随冠层深度增加而降低。王景文等(1982)<sup>[7]</sup>研究指出,大豆冠层中光照强度的垂直分布情况,决定于冠层不同水平叶面积密度的垂直分布特征。

在群体冠层中,叶面积指数、光照强度及光合产物垂直分布和群体冠层结构有关。本文对大豆“两垄一沟”栽培法的冠层结构及其光的垂直分布特点进行了研究,为该栽培法推广应用和创造高产提供了理论依据。

<sup>\*</sup> 本文于1993年4月5日收到。  
This paper was received on April 5, 1993.

## 材料与方 法

本研究(1991—1992)在哈尔滨黑龙江省农科院大豆研究所试验地进行,土壤为黑土,麦茬,伏翻秋起垄。选用二个不同生态类型品种黑农34(亚有限、尖叶、株型收敛)和黑农37(亚有限、圆叶、株型高大繁茂)。黑农34设3个处理:A:50cm窄行平播,密度39.5株/m<sup>2</sup>;B:两垄一沟栽培(b<sub>1</sub>垄沟穴距20cm,每穴2株;b<sub>2</sub>垄台穴距15cm,每穴3株),密度35.75株/m<sup>2</sup>;(参考对照)C:70cm大垄双行点播(对照),密度28.6株/m<sup>2</sup>。黑农37设2个处理:D:两垄一沟栽培(d<sub>1</sub>垄沟穴距20cm,每穴2株;d<sub>2</sub>垄台穴距15cm,每穴3株)密度35.75株/m<sup>2</sup>;E:70cm大垄双行点播(对照),密度28.6株/m<sup>2</sup>。以上采用大区对比法,每处理面积280m<sup>2</sup>,5月2~4日播种,采用人工按点播绳播种,种肥深施,磷酸二铵亩施15kg,大豆拱土时大行间垄沟深松,小行间松土除草,除50cm窄行外,均三铲三趟,8月10日前后用D、D、V熏蒸法防治大豆食心虫。主要调查项目有:不同处理大豆发育阶段、叶面积指数、干物重,并于鼓粒期(R<sub>5</sub>)晴天条件下上午,采用Mons大田切片法对两个品种不同栽培方式大豆冠层内不同深度处叶面积指数、光照强度(照度计为ST-Ⅲ)进行了测定。

## 结果与分 析

### 一、冠层内叶面积的空间分布

大豆冠层内叶面积的空间分布直接影响自然光线的垂直分布。从表1中看出,两垄一

表1 不同处理冠层中叶面积指数的垂直分布

Table 1 The vertical distribution of LAI in the canopies of different treatment

品 种 Cultivar	处 理 Treatment	高度 (cm) Height	0—15	15—35	35—55	55—75	75—95	>95	ΣLAI
黑农 34 Heinong 34	A <sub>1</sub> 50cm 条播 Sowing in drills		0	0.5219	0.9489	1.2336	1.3759	0.3612	4.4415
	B <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow		0.1392	1.0056	1.3329	1.9637	1.4386	0.0741	5.9541
	b <sub>1</sub> : 沟 Furrow		0.0355	0.1907	0.2217	0.4080	0.0310	0	0.8309
	b <sub>2</sub> : 台 Ridge		0.1037	0.8149	1.1112	1.5557	1.4076	0.0741	5.0672
	C <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge		0.1122	0.4490	0.8822	1.3543	1.1227	0	3.9204
黑农 37 Heinong 37	D <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow		0	0.0674	0.6678	1.5980	2.3289	1.8047	6.4668
	b <sub>1</sub> : 沟 Furrow		0	0.0306	0.0613	0.2196	0.8075	0.5159	1.7249
	b <sub>2</sub> : 台 Ridge		0	0.0368	0.6005	1.3784	1.4314	1.2888	4.7419
	E <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge		0	0.1634	0.5180	1.1237	1.3689	2.1453	3.3121

一沟栽培方法在应用不同品种的处理中,冠层内叶面积指数最大值出现的植株高度处比70cm大垄和50cm窄行低。如黑农34两垄一沟叶面积指数最大值出现在55~75cm高度处,50cm窄行却出现在75~95cm高度处。黑农37两垄一沟叶面积指数最大值出在75~95cm高度处,70cm大垄却出现在95cm以上。以上数据也表明,株型收敛品种黑农34的叶面指数最大值出现处比繁茂性强的黑农37低。从而看出,不同栽培方式改变了大豆叶片密集区所处的高度(品种间也有差别),进而改变了冠层中光的分布特征。

另外还看出,无论哪个品种两垄一沟冠层中,各度高的叶面积指数绝对值均大于70cm大垄,而且两垄一沟叶面积指数次大值均出现在最大值的上一层。说明不同栽培方式不仅改变了叶片密集区所处高度,而且也改变了叶片密集程度和空间的分布。

二、冠层内光的垂直分布

从不同处理整个冠层平均光照强度(见表2)看,两垄一沟栽培比50cm窄行提高26.5%,而比70cm大垄低。但从冠层内光的垂直分布看,株高的55cm以上处,两垄一沟光照强度明显提高。如黑农34,55cm高度处,两垄一沟光照强度比70cm大垄提高15.4%,其中两垄一沟的垄台提高69.2%;黑农37提高50%,其中两垄一沟的垄台提高1.66倍。表明两垄一沟冠层中部比70cm大垄和50cm窄行明显地增加了冠层的透光性。另外还看出,在株高35cm以下,黑农37两垄一沟垄台光照强度比70cm大垄提高15.5%。可见繁茂性强的大豆品种采用两垄一沟栽培法也易改善冠层下部的透光性。

表2 不同处理冠层中光照强度(Lux)的垂直分布

Table 2 The vertical distribution of light intensity in the canopies of different treatment

品 种 Cultivar	处 理 Treatment 高度 (cm) Hight	0	15	35	55	75	95	平 均 Average
黑 农 34 Heinong 34	A <sub>1</sub> 50cm 条播 Sowing in drills	220	3400	4000	5000	20000	—	6524
	B <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow	780	790	2200	15000	22500	—	8254
	b <sub>1</sub> : 沟 Furrow	760	720	2000	8000	21000	—	6436
	b <sub>2</sub> : 台 Ridge	800	860	2400	22000	24000	—	10012
	C <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge	1800	5600	10000	13000	24300	—	10940
黑 农 37 Heinong 37	D <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow	480	550	870	4500	14500	21500	7066
	b <sub>1</sub> : 沟 Fur row	600	460	500	1000	4000	20000	6093
	b <sub>2</sub> : 台 Ridge	360	640	1240	8000	15000	23000	8040
	E <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge	420	520	1000	3000	14000	24000	7157

• 自然光照为108000Lux.

三、冠层内消光系数、光照强度和叶面积指数的关系

Sakamoto 等(1967)<sup>[5]</sup>指出,整个大豆群体冠层中光分布近似指数分布的理论。用实测光照强度和叶面积指数按 Monsi 等(1953)<sup>[3]</sup>提出的下列数学模型求消光系数:

$$I_n = I_0 e^{-KF}$$
即  $K = \frac{L_n I_0 - L_0 I_n}{F}$

式中  $I_0$  为冠层顶的自然光强,  $I_n$  为 F 层的光强, F 为从冠层顶到某高度处叶面积指数累加和, K 为消光系数。

表 3 不同处理冠层中消光系数、光照强度和叶面积指数的关系  
Table 3 Relationships among extinction coefficient, light intensity and sum of LAI in the canopy of different treatments

品 种 Cultivar	高度 ( cm ) 处 理 Treatment	消光系数(K) Extinction coefficient	光强与叶面积系数 累计值回归方程 Regression equation of light intensity and sum of LAI	光强与叶面积系数 累计值相关系数 Coefficient of correlation between light intensity and sum of LAI
黑 农 34 Heinong 34	A <sub>1</sub> 50cm 条播 Sowing in drills	0.6319	$y=28103.8-6161.9x$	-0.9193**
	B <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow	0.4319	$y=30868.0-5242.6x$	-0.9756**
	b <sub>11</sub> 沟 Furrow	3.1694	$y=20238.0-23949x$	-0.9747**
	b <sub>21</sub> 台 Ridge	0.4694	$y=37605.1-7378.5x$	-0.9314**
	C <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge	0.5588	$y=39006.4-9166.4x$	-0.9791**
黑 农 37 Heinong 37	D <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow	0.4411	$y=18582.8-2978.9x$	-0.9588**
	b <sub>11</sub> 沟 Furrow	1.8519	$y=15997.9-9566.5x$	-0.8825*
	b <sub>21</sub> 台 Ridge	0.5478	$y=22046.1-4737.5x$	-0.9930**
	E <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge	0.5109	$y=26265.8-4992.6x$	-0.9869**

注: \* 0.05% 显著, \*\* 0.01 显著。  
Notes: \* Significant difference of 0.05%, \*\* Significant difference of 0.01%.

消光系数 K 值大小表示进入冠层的光照强度随叶面积指数的增加而减小的速率大小, K 值愈大递减速率愈快。从表 3 看出, 黑农 34 两垄一沟 K 值最小为 0.4319, 70cm 大垄 K 值为 0.5588; 黑农 37 两垄一沟 K 值为 0.4411, 70cm 大垄 K 值为 0.5109。也就是说, 无论哪个品种两垄一沟 K 值均小于 70cm 大垄。说明两垄一沟栽培法改善了大豆冠层内透光条件, 其主要是有利于侧向光和散射光的透入。

以上数据还看出, 采用两垄一沟栽培法选用黑农 34 比黑农 37 的消光系数小, 透光性更好些。

四、冠层内大豆干物质积累空间分布

从表 4 看出, 两垄一沟冠层内各高度处的干物质均高于 70cm 大垄和 50cm 窄行, 尤其是黑农 34 在 35~55cm 高度处, 两垄一沟干物重分别比 70cm 大垄和 50cm 高 1.2 倍和 88.8%; 黑农 37 在 35~55cm 和 55~75cm 高度处, 两垄一沟分别比 70cm 大垄高 23.3% 和 20.8%。其原因在于两垄一沟栽培法增加了叶面积指数改善了冠层内, 特别是中下部的透光性后, 提高了光能利用率, 积累了更多的干物质, 为大豆高产奠定了基础。

表 4 不同处理冠层内干物质的空间分布(g/m<sup>2</sup>)Table 4 The distribution in space of drymatter(g/m<sup>2</sup>) in the canopies of different treatment

品 种 Cultivar	处 理 Treatment	高度 ( cm ) Hight						总干物 重/m <sup>2</sup> ΣDMW/m <sup>2</sup>
		0—15	15—35	35—55	55—75	75—95	>95	
黑农 34 Heinong 34	A <sub>1</sub> 50cm 条播 Sowing in drills	55.3	92.2	115.9	102.7	76.4	10.6	453.1
	B <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow	94.9	159.5	218.8	190.9	179.9	3.9	857.9
	b <sub>1</sub> 沟 Furrow	11.9	19.3	31.0	31.7	35.0	6.7	135.6
	b <sub>2</sub> 台 Ridge	83.0	140.2	187.8	159.2	144.9	7.2	722.3
	C <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge	52.4	74.4	98.7	105.9	80.1	0	411.5
黑农 37 Heinong 37	D <sub>1</sub> 两垄一沟 Two ridges a furrow	64.4	90.6	129.4	146.3	126.3	112.7	669.7
	b <sub>1</sub> 沟 Furrow	10.1	16.2	16.9	19.5	17.6	29.7	108.2
	b <sub>2</sub> 台 Ridge	54.3	74.4	112.5	126.8	108.7	84.8	561.5
	E <sub>1</sub> 70cm 大垄 Big ridge	58.2	91.5	104.9	121.1	114.4	111.5	601.6

## 五、结 论

1. 大豆两垄一沟栽培法冠层内叶面积指数最大值出现的植株高度处比 70cm 大垄和 50cm 窄行低,并且次大值均出现在最大值的上一层,进而改变了冠层中的叶片密集区所处的高度和密集的程度。

2. 大豆两垄一沟栽培法整个冠层光照强度平均值高于 50cm 窄行,低于 70cm 大垄。但从冠层内光的垂直分布看,则两垄一沟栽培法冠层中部比 70cm 大垄和 50cm 窄行增加了光照强度。

3. 大豆不同栽培方式冠层内光分布呈指数递减规律。两垄一沟栽培法消光系数(K)小于 70cm 大垄,改善了冠层中的光照条件。

4. 大豆两一沟栽培法整个冠层不仅增加了叶面积指数,而且也改变了其空间分布,提高了光能利用率,比 70cm 大垄积累了更多的干物质,为高产奠定了物质基础。

5. 大豆两垄一沟栽培法中选用株型收敛的品种类型比繁茂性强的冠层中消光系数低,透光性好,干物质积累的多。

## 参 考 文 献

- [1] Shibles, R. M. et al., 1965, Crop Sci., 5:575—577
- [2] Tayloy, H. M. et al., 1982, Field Crop Research, 5:1—14
- [3] Herbert, S. J. et al., 1984, Field Crop Research, 9:163—171
- [4] Johnston, T. J. et al., 1969, Crop Sci., 9:557
- [5] Sakamoto, C. M. et al., 1967, Agro. J., 59:1—19
- [6] Monsi, M. et al., 1953, Jpn. J. Bot. 14:22—52
- [7] 王景文等,1982,东北农学院学报,(3):24

**STUDY ON LIGHT DISTRIBUTION IN THE CANOPY OF  
"TWO RIDGES A FURROW" PLANTING PATTERN OF SOYBEAN**

**Hu Licheng Ding Ximing Yao Yuan Dong Lihua  
Wang Yizhi Lin Weigang Guo Yuhong**

*(Soybean Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences)*

**Abstract**

This study on light distribution in the canopy of "two ridges a furrow" (TRAF) planting pattern of soybean was conducted under fineday condition during the  $R_5$  stage. The results showed that the highest value of LAI and extinction coefficient (K) in the canopy of TRAF were smaller than those in 70cm big ridge and 50cm sowing in drills. However, light intensity of middle canopy of TRAF was the highest. This indicated that the planting pattern of "two ridges a furrow" improves the conditions of light penetration of middle and bottom canopies, and increases the rate of light interception and the dry matter accumulation. It was also shown that Heinong 34 was better for improving the condition of light intensity and accumulation dry matter than Heinong 37 in this experiment.

**Key words** Soybean; Two ridges a furrow; Leaf area index (LAI); Light intensity; Accumulation dry matter