

# 大豆不同群体叶面积与光强 垂直分布初步分析\*

林蔚刚 胡立成 董丽华 丁希明

(黑龙江省农科院大豆所)

王岫芳

(黑龙江省农科院情报所)

## 摘 要

亚有限类型和无限类型大豆品种(品系)叶面积指数(LAI)在结荚期均达到最大值,至鼓粒期亚有限类型回落明显,无限类型仍维持较高值。结荚或鼓粒期LAI分布为下层比例最低,亚有限类型上层比例大、无限类型中层比例大。开花期光照分布主要集中于上层、中层较弱、下层更弱,亚有限类型冠层上部光强低于无限类型。按叶片自然生长姿态将冠层分成上、中、下三部分,LAI累加值自上而下递增,冠层中光分布依次衰减。叶面积大小是制约冠层中光分布的重要原因,但不是唯一原因,株型收敛程度、株高、叶型、结荚习性等都和群体冠层内透光性有密切关系。根据不同品种类型,合理摆布群体,将适当的群体LAI与冠层内良好的透光环境统一起来,是大豆稳产高产的重要保证。

**关键词** 大豆;叶面积;光照;垂直分布

大豆叶片垂直分布与产量间的密切关系,已为许多报导所证实。孙卓韬(1986)对群体冠层中叶荚关系及荚粒分布的研究表明,大豆冠层有明显的叶荚对应关系,叶面积大的层次粒多且大<sup>[1]</sup>;董钻(1993)对大豆植株上、中、下部分层进行剪叶处理,单株粒重下降4.3—21.2%<sup>[2]</sup>;单维奎(1994)研究结果提出,分枝型品种上、中部叶面积指数较大,中上部叶面积相差较小,不分枝品种三部分叶面积指数相差也较小,高产品种最大叶面积应出现在结荚期或鼓粒期<sup>[3]</sup>。王景文(1982)、郝欣先(1983)、孙卓韬、董钻(1986)对大豆群体冠层中

\* 本文于1995年6月23日收到。

This paper was received on June 23, 1995.

不同层次光的分布进行了研究,胡立成(1993)对“大豆两垄一沟栽培法”田间大豆冠层中光的分布进行了研究。以上对于叶片分布的研究,多侧重于叶荚(粒)关系及叶面积与产量的关系方面,对于不同类型品种在不同生育期,不同密度条件下叶面积垂直分布变化及光照的垂直分布,报导甚少。

本试验通过对黑龙江省亚有限和无限类型大豆品种(品系)在不同密度条件下,群体冠层叶面积指数(LAI)和光照垂直分布特点进行分析研究,为大豆高产栽培、合理摆布大豆田间群体及株型育种提供理论根据。

材料与方法

供试材料 8 份,其中亚有限类型 4 份:有 6045、黑衣 37、合丰 35、8502;无限类型 4 份:有绥农 8、6719、F89-1、F89-6,1994 年在黑龙江省农科院大豆所试验地进行试验。密度分别为 13 株/m<sup>2</sup>、25 株/m<sup>2</sup> 和 40 株/m<sup>2</sup>;6 米行长 3 行区,小区面积为 12.6m<sup>2</sup>,随机区组设计。在分枝、开花、结荚、鼓粒期按节位将冠层分为上、中、下三层,分别测定各层叶面积指数;在黄熟期分别测定冠层内整株叶面积指数;在开花期单独按叶片自然生长态势,分别测定冠层各层叶面积指数,同时在晴好天气(云量 5%以下),用 ST-Ⅲ 型照度计,测定冠层内上、中、下部光照强度及冠层顶部自然光照强度。

结果与分析

一、生育期间 LAI 变化动态

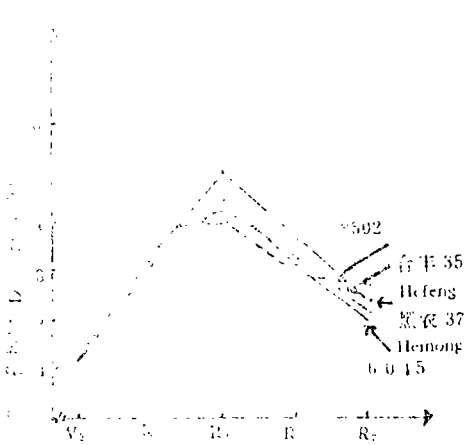


图 1 亚有限品种(品系)生育期间 LAI 变化动态  
Fig 1. The changing trends of LAI of semi-determinate varieties(strains)in growing period  
(密度:25 株/m<sup>2</sup>. Density: 25plants/m<sup>2</sup>)

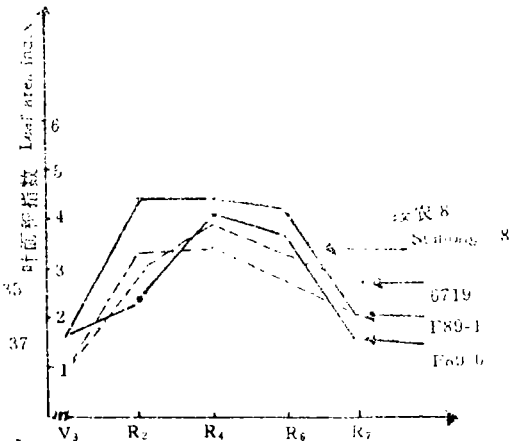


图 2 无限类型品种(品系)生育期间 LAI 变化动态  
Fig 2. The changing trends of LAI of indeterminate varieties (strains) in growing period  
(密度:25 株/m<sup>2</sup>. Density: 25plants/m<sup>2</sup>)

通过对参试的 8 份品种(品系)在生育期间 LAI 的测定,可以看出,在分枝期不同品种(品系)LAI 间差异不大,随生育进程在结荚期 LAI 均达到高峰,至鼓粒期开始回落。不同品种(品系)类型间 LAI 表现出差异,亚有限类型在结荚期达到最高值后在鼓粒期明显回落;无限类型结荚期达到峰值后,在鼓粒期仍维持较高 LAI 值。同类型不同品种(品系)间 LAI 也有差异,黑农 37 在结荚期峰高于另外三个亚有限类型品种(品系)6045、8502、合丰 35;绥农 8 在开花至鼓粒期 LAI 均稳定在 4.0—4.5 之间(图 1、图 2)。

## 二、不同群体冠层 LAI 垂直分布

冠层内 LAI 垂直分布比例随密度变化而变化。由开花期至鼓粒期,随密度增加,上层节位 LAI 趋于增加,下层节位趋于减少。不同品种(品系)类型对密度变化反应不同;亚有限类型黑农 37、8502 在结荚至鼓粒期 25—40 株/m<sup>2</sup> 时,上层节位 LAI 比例最高,在 13 株/m<sup>2</sup> 时表现为结荚期中层节位最高、鼓粒期上层节位最高,6045 为鼓粒期 13—40 株/m<sup>2</sup> 时均以上层节位最高;无限类型品种(品系)F89—1、6719、绥农 8 在结荚期 25—40 株/m<sup>2</sup> 时中层节位比例最高,13 株/m<sup>2</sup> 时以下层节位比例最高,在鼓粒期 13—40 株/m<sup>2</sup> 均以中层节位比例最高。对以上品种(品系)按生产中实际栽培密度 25 株/m<sup>2</sup> 进行评估时,亚有限类型品种(品系)在结荚至鼓粒期或鼓粒期 LAI 比例以上层节位为主,下层最低;无限类型在结荚、鼓粒期以中层节位为主、下层最低(表 1)。

表 1 生育期间不同密度 LAI 垂直分布比例(%)

Table 1 Distribution of LAI in vertical direction of different plant density in growing period

类 型 Types	材 料 Materials	株/m <sup>2</sup> Plants/m <sup>2</sup>	开 花 期 Flowering			结 荚 期 Podding			鼓 粒 期 Filling		
			上 Top	中 Middle	下 Bottom	上 Top	中 Middle	下 Bottom	上 Top	中 Middle	下 Bottom
亚有限类型 Semi-determinate	6045	13	29.0	30.5	40.5	32.9	44.5	22.6	53.0	47.0	0
		25	29.9	43.1	27.0	38.5	42.6	18.9	61.0	39.0	0
		40	39.4	36.6	24.0	34.7	43.1	22.2	64.4	35.6	0
	黑农 37 Heinong 37	13	23.9	42.4	33.7	35.1	43.5	21.4	43.5	39.1	17.4
		25	27.3	40.9	31.8	40.6	35.5	23.9	46.4	39.2	14.4
		40	39.1	40.2	20.7	43.8	34.8	21.4	53.5	46.5	0
	8502	13	21.6	47.6	30.8	31.7	37.9	30.4	45.8	40.3	13.9
		25	33.4	29.0	37.6	46.6	38.9	14.5	57.7	42.3	0
		40	32.7	29.4	37.9	41.4	35.7	22.9	65.6	34.4	0
无限类型 Indeterminate	F89—1	13	27.2	28.8	44.0	19.8	32.6	47.6	25.7	41.0	33.3
		25	37.2	36.5	26.3	28.5	50.2	21.3	33.8	47.1	19.1
		40	29.4	50.7	19.9	30.2	60.4	8.4	39.4	60.6	0
	绥农 8 Suinong 8	13	26.0	28.0	46.0	24.5	31.4	44.1	27.8	22.0	50.2
		25	31.1	36.7	32.2	25.8	53.4	20.8	39.5	41.5	19.0
		40	43.8	39.0	17.2	32.4	49.0	18.6	40.6	52.0	7.4
	6719	13	24.8	43.5	31.7	23.1	34.1	42.8	36.2	48.1	15.7
		25	27.7	36.2	36.1	27.4	41.0	31.6	37.5	50.6	11.9
		40	36.3	34.5	29.2	33.7	60.4	5.9	29.9	44.5	25.6

注:表内 LAI 数据按叶片着生节位求得。Note: The data in table 1 was calculated by the node of leaves.

\* 黑龙江省大豆品种主要为茎型,种植密度在 25 株/m<sup>2</sup> 左右波动。

### 三、群体冠层内光照的垂直分布

密度变化对冠层内光照分布影响显著(表 2)。随密度增加,冠层内上、中、下层相对光强均呈下降趋势,以上层降幅最大;其垂直分布比例以上层最高,中层次之,下层最低;不同类型间有差异,亚有限类型 6045、黑农 37、8502 冠层上部相对光强明显低于无限类型 F89-1、F89-6、绥农 8,中下部相对光强分布二者差异不大。同类型品种(品系)间相对光强分布也有差异;8502 在 13—25 株/m<sup>2</sup> 的群体冠层内相对光强高于 6045 和黑农 37;两个亚有限类型品种(品系)无限类型绥农 8 上层相对光强高于另外两个无限类型 F89-1 和 F89-6。

表 2 不同密度冠层内相对光强(%)及叶面积指数累加值垂直分布

Table 2 Distribution of relative intensity of illumination (%) and LAI accumulative in vertical direction in the canopy of different plant density

类 型 Types	材 料 Materials	株/m <sup>2</sup> plants/m <sup>2</sup>	上 Top		中 Middle		下 Bottom	
			相对光强 Relative in- tensity of illumination	叶面积指数 LAI	相对光强 Relative in- tensity of illumination	叶面积指数 LAI	相对光强 Relative in- tensity of illumination	叶面积指数 LAI
亚有限 Semi-deter- minate	6045	13	14.0	1.5437	2.6	1.9946	2.2	2.0048
		25	12.0	2.5981	2.4	3.1050	1.1	3.1050
		40	9.8	3.6889	2.0	4.1920	0.8	4.1920
	黑农 37 Heinong 37	13	12.5	1.7603	4.0	2.4746	1.3	2.5511
		25	10.0	2.5648	2.2	3.2979	0.8	3.3306
		40	2.00	4.5482	1.4	5.5715	0.4	5.5715
	8502	13	26.0	1.9737	12	2.5956	5.6	2.7499
		25	22.0	3.0862	7.0	3.8577	3.4	3.8577
		40	—	—	—	—	—	—
无 限 Indetermi- nate	F89-1	13	20.93	1.4818	5.81	1.9081	1.80	2.0299
		25	15.56	2.4936	2.22	3.0842	0.11	3.2811
		40	2.67	2.7849	1.00	3.3842	0.10	3.5252
	绥农 8 Suinong 8	13	40.0	2.4774	5.0	3.3376	2.0	3.4408
		25	14.0	3.2806	3.40	4.3142	1.6	4.4174
		40	10.0	3.3949	1.4	3.9476	0.7	3.9476
	F89-6	13	40.0	1.6699	10.0	2.0874	4.0	2.1470
		25	10.0	2.3796	4.0	2.7041	0.8	2.7041
		40	8.0	2.9359	2.0	3.2986	0.5	3.2986

注:1)相对光强 =  $I_n$ (冠层内某高度光强)/ $I_0$ (冠层顶部自然光强)×100%

Note: 1) Relative intensity of illumination =  $I_n$ (Intensity of illumination of nth layer)/ $I_0$ (Intensity of illumination above the canopy)×100%

2)表内 LAI 系从冠层顶部至某层 LAI 累加值

2) LAI in table 2 is LAI accumulative from top of the canopy to nth lay.

3)表内数字系按叶片在冠层内自然生长姿态,进行田间切片,将冠层分成上、中、下三层后所得

3) Data in table 2 was given by which the canopy was cut into three groups by the state of leaves in nature.

从表 2 中还可以看出,将冠层按叶片自然上举角度分成上、中、下三部分时,中层节位部分叶片由于叶柄上举而位于冠层上部,下层节位部分叶片则位于冠层中部,造成叶片集中分布于上层、中层较少、下层更少,叶片的这种分布状态使得冠层内自然光照绝大部分

被冠层上部叶片截获,中层尤期下层透射光较弱。LAI 累加值与冠层内光照分布关系密切,从表 2 看出,从冠层上部至下部,随 LAI 累加值递增,同层分布的相对光强呈衰减之势,说明 LAI 累加值变化是引起冠层内光照分布变化的重要原因。亚有限品系 8502 LAI 累加值高于黑农 37 和 6045,同层次的相对光强分布却高于黑农 37 和 6045,无限品系绥农 8 冠层上部 LAI 累值高于同类型的 F89—1 和 F89—6,同层的相对光强亦高于 F89—1 或与 F89—6 相似,这表明 LAI 累加值变化不是引起冠层内光照分布变化唯一原因,叶片(与垂直方向的)倾角大小、叶片形状等因素也同时影响着冠层内自然光照的分布。8502 的披针型、较为上举的叶片均可能是构成它和 6045、黑农 37 同层光照分布差异的重要原因(6045 和黑农 37 叶片为圆形),绥农 8 上层叶片为倾角较小的圆叶可能是形成与 F89—6, F89—1 上部冠层光强差异的重要原因。由上述分析可知,冠层中光的分布可能受多种因素如叶面积指数累加值、叶倾角、叶形等多种因素影响。

## 结语和讨论

1、关于生育期叶面积指数变化,单维奎等人<sup>[3]</sup>的研究结果表明,高产品种叶面积指数在结荚期或鼓粒期达到最大值,而本试验则进一步证实,亚有限类型品种(品系)在结荚期达到高峰后,到鼓粒期明显回落;无限类型品种在结荚期达到高峰后,鼓粒期仍维持较高值,其中绥农 8 在开花期即已达到最高值,至鼓粒期一直保持平稳。

2、在开花期以前冠层内上、中、下层的 LAI 差异较小,而结荚或鼓粒期,则以中、上层比例大,下层比例小,其中亚有限类型以上层居高,无限类型以中层居高;这一结果和单维奎等人的“不分枝品种上中下三部分 LAI 相差较小”的结论不尽相同。

3、大豆冠层中光照分布情况,决定于冠层不同水平叶面积密度分布特征<sup>[4]</sup>,自然光照绝大部分被群体冠层上部截消<sup>[5]</sup>。本试验结果表明,冠层内光照的分布主要集中于冠层上部,中部较弱、下部更弱,亚有限类型冠层上部光强分布低于无限类型。冠层中 LAI 累加值垂直分布是决定冠层中光照分布的重要原因,但不是唯一的原因。与透光性密切相关的形态指标有叶片大小、植株收敛与张开、植株高矮、结荚习性、在生产实践中应保持合理的种植密度,采用株型收敛的品种,使群体内保持良好透光条件和适当的 LAI,充分发挥整个大豆冠层的生产潜力。

## 参 考 文 献

- [1] 孙卓韬、董钻 1986.大豆群体冠层粒荚分布,大豆科学,5(2)96—102
- [2] 董钻等,1993.大豆叶粒关系的研究,大豆科学,2(1)1—7
- [3] 单维奎等,1994.不同株型品种的叶面积与粒重关系的研究,东北大豆种质资源拓宽与改良,(4),65—71
- [4] 王景文,1982.大豆株型数学模式与冠层中光的垂直分布,东北农学院学报,(3),24—28
- [5] 郝欣先,1983.关于北方夏大豆株型结构问题的研究报告,大豆科学,2(1)49—57
- [6] 胡立成,1993.大豆两垄一沟栽培法冠层中光分布特点的研究,大豆科学,11(4)283—287

THE PREMARILY ANALYSIS ON DISTRIBUTION OF LEAF  
AREA AND INTENSITY OF ILLUMINATION AT DIFFERENT  
COLONY OF SOYBEAN IN VERTICAL DIRECTION

Lin Weigang Hu Licheng Dong Lihua Ding Ximing

*(Soybean Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Science)*

Wang Xiufang

*(Information Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Science)*

Abstract

LAI of semi-determinate and indeterminate varieties(strains) reached the highest in podding period, and decreased distinctly in pod-filling stage for semi-determinate varieties(strains) while decreased less for indeterminate ones. The rate of LAI in podding or pod-filling period was the lowest at the part of bottom for both semi-determinate and indeterminate varieties (strains), it was the highest at the top part for semi-deter-minate ones as well as at the middle part for indeterminate ones. Illumination distributed mostly at the top, less in the middle and least at the bottom for both semi-determinate and indeterminate varieties (strains), and illumination is lower for semi-determinate ones than for indeterminate ones at the top of the canopy. The LAI accumulative naturally distributed on the 3 layers of the canopy increased downwards and accom-panied by the reduction of illumination in the canopy. Leaf area is an important but not the only factor to affect the distribution of illumination of the canopy, the characteristics of convergence of plant type, habit of growth, plant height, leaf types, etc. were also related with the permeability of illumination closely in the canopy. In accordance with different types of varieties, suitable plant population and a suitable combination of LAI with proper light penetration in the canopy is important for raising yield of soybean steadily.

**Key words** Soybean; Leaf area; Illumination distribution in vertical direction