

哈尔滨地区无限结荚习性大豆 理想株型冠层模式的探讨*

尹田夫**

(东北农学院)

提 要

通过哈尔滨地区 15 个无限结荚习性大豆品种顶荚形成初期的不同冠层叶面积指数 (LAI)、不同冠层光截获 (RLI)、全冠层光合生产率 (RDMP) 等光合生理生态性状对株荚数 (NPP)、株粒数 (NSP)、株粒重 (SWP)、粒茎比 (SSR)、主茎荚数 (PMS) 及主茎荚/节 (PNMS) 等产量性状多元回归方程集合的分析, 明确该光合生理生态性状对此等产量性状形成效应及其对株型改良的影响。进而, 在哈尔滨地区大豆生育期、结荚习性、叶形、种粒大小、化学品质及抗病虫性等生态类型的基础上, 初步建立了哈尔滨地区亩产 450 斤左右的无限结荚习性大豆顶荚形成初期的理想株型优良冠层模式。试图为大豆理想株型育种提供一定科学依据。

前 言

随着哈尔滨地区耕作改制和栽培技术水平的不断提高, 大豆的种植方式将随着发生变化。鉴于此, 进一步提高大豆籽粒产量的关键, 在于改善田间大豆群体冠层的透光性。

大豆群体冠层透光性与大豆株型密切相关。因而, 在哈尔滨地区大豆生态类型的基础上, 研究大豆理想株型的冠层结构, 首要的是研究左右群体冠层结构的叶面积垂直分布, 不同冠层光分布特征及光合生产率。进而研究这些光合生理生态性状对株荚数、株粒数、株粒重、粒茎比、主茎荚数及主茎荚/节等产量性状形成的效应及其对株型改良的影响。这对于制定大豆理想株型育种计划, 确定杂种后代产量性状最适选择指数, 以及研究设计高产大豆种植模式等均具有重要价值。

前人多就大豆全冠层叶面积指数 (LAI)、光截率 (RLI) 及净光合生产率 (RDMP) 等性状间的简单相关进行了研究。坂本 (Sakamoto 等, 1967), 用暴光氮熏纸测定了 Hawkeye 大豆品种群体剖面几个水平的光分布。结果指出光截获最初发生在冠层边缘。封垄或近于封垄时, 光截获始于顶冠层。大约 90% 的光被顶冠层和冠片边缘所截

* 本研究是在王金陵教授指导下进行的。本文为研究生毕业论文的一部分。

** 现在分配到黑龙江省农业科学院大豆研究所工作。

获。Shaw 和 Weber^[7] (1967)以金属丝网把“Lincoln”大豆植株架成要求的模式,来研究大豆冠层光分布。认为光截获的最大部分发生在冠层外层 15—30cm 处。同时认为通常较多的光截获形成较高的产量。Johnston^[8](1969)研究了辅助光可使下、中、上冠层的产量分别增加 30%、20% 和 2%。照光株较非照光株具有较多的籽粒、节、荚、分枝、荚/节、粒/荚及较高的油分含量。Shibles 及 Weber^[9] (1965)研究了大豆品种“Hawkeye”不同生育阶段的 LAI 和干物质(DM)的相关关系,结果指出光截率和 DM 生产速率随着叶面积的增加而增加,当达到最大时, LAI 进一步增加则保持稳定。DM 生产速率与光截获成直线相关。

从这些研究可以看出,所试材料偏少,又多就研究一对性状间的简单相关,且限于光截获及 DM 生产速率等生理方面。而对于这些生态生理性状对大豆产量性状形成的影响研究极少。所以不能揭示出不同冠层 LAI、RLI 对产量性状形成的效应及其对株型改良的影响;更不能建立起理想株型优良冠层模式。

关于“理想株型在作物品种改良的作用,已为大量事实证实。Green^[11] (1973)指出,除大豆外,其它作物中,一定株型较好地适应于一定的环境,这点不能忽视。Donald (1968)曾建议,育种者应选育“理想株型”,同时确定该理想株型适应的群体密度或其它管理及环境条件。王金陵^[2](1974)指出,在窄行距条件下,利于透光的大豆株型应是分枝较少或较收敛,呈圆锥形,叶柄角度大或很小,植株半高(60—70cm),亚有限结荚习性。出苗到开花期较短,开花至成熟期较长。但在宽行距下则以生长高大,分枝性较强的无限结荚习性大豆品种为宜。Ogren^[10](1975)认为,大豆冠层应尽早封闭,以便能吸收大量的光。在籽粒形成之前,冠层封闭必须完结。Iowa 大学研究表明,适于窄行生产的大豆品系应是:1)开花较早;2)小叶受光充分,冠层较窄,倒伏轻,及透光性良好;3)主茎较矮(大约 30—36 吋);4)叶重较大。而适于宽行种植的品系应是:1)较晚熟(开花较晚,花前营养生长旺盛);2)具有较高的光截获;3)达到充分光截获较早。我国许多大豆育种家积生态型育种之经验曾提出适于不同生态条件的“理想株型”设想。但这些设想均未给出生物量的概念和参数。本研究的目的在于:通过对无限结荚习性大豆顶、中、底冠层叶面积指数(LAI)、光截率(RLI)及光合生产率(RDMP)等光合生理生态性状对株荚数、株粒数、株粒重、粒茎比、主茎荚数及主茎荚/节等产量性状多元回归方程集合分析,以便明确该生理生态性状对此等产量性状形成效应及其对株型改良的影响。为建立哈尔滨地无限结荚习性大豆理想株型优良冠层模式提供科学依据。

材料与方 法

供试材料选自黑龙江省中南部地区的无限结荚习性大豆品种 15 个。

试验设计:完全随机区组,三次重复,六行区,行长 5 米,行距 70 厘米,株距 10 厘米。

株型模拟: 从始花前直至营养生长停止, 每隔 7 天左右模拟一次。用不同型号的铁丝圈, 以不同方式将植株架支成塔形、菱形和碟形三种人工模拟株型。

田间及室内测试: 在顶荚形成初期, 上午 9—11 时, 用 ZD—II 型照度计定点测定不同冠层光截获。然后, 连续取样 5 株, 供测定不同冠层生物干重。根据大豆最大叶着生节位对冠层叶垂直分布影响的研究, 将测试株按底、中、顶冠层, 即主茎第 1—7, 8—14, 15—21 节截取成三段。采用干重法测得不同冠层干物重 (DMW), 进而求得不同冠层叶面积指数 (LAI) 和不同冠层光合生产率 (RDMP)。将各层相应性状的累加和, 作为全冠层叶面积指数和光合生产率。

室内考种: 在定点测光区段连续取样 10 株。风干后室内考种。从子叶节起, 先测定株高和主茎节数。然后, 按前面的分层方法测定底、中、顶各冠层的生物干重、荚数、粒数、粒重。将各层相应性状的累加和, 分别作为株荚数、株粒数、株粒重、株生物干重。再根据粒重与株生物重求得粒茎比。最后, 将不同冠层 LAI、RLI、RDMP 等光合生理生态性状与株荚数、株粒数、株粒重、粒茎比、主茎荚数及主茎荚/节等产量性状的相关进行多元回归方程集合分析。

数据处理: 用 Basic 语言编制的电子计算机程序, 采用 Z80 电子计算机运算, 便可得到多元标准回归方程。并对其进行方差分析, 于是得出上述生理生态性状对此等产量性状形成效应。

结果与讨论

一、不同冠层叶面积对产量性状形成的效应及在大豆株型改良中的作用

关于大豆全冠层叶面积与产量的相关研究, 近年来有所报导。常耀中⁽⁵⁾ (1981) 较深入地研究了松哈地区大豆亩产四百斤的叶面积指数动态指标。结果认为, 叶面积指数四期 (开花、结荚、鼓粒和黄叶期) 相加值与大豆产量成正相关且显著 ($r=0.603^*$)。本试验进一步研究了不同冠层叶面积对株荚数、株粒数、株粒重、粒茎比、主茎荚数和主茎荚/节等产量性状形成的效应。从多元回归方程集合 1 可明显看出, 多元回归方程

$$\begin{array}{l}
 \text{LAI, RLI vs } \left\{ \begin{array}{l}
 \text{NPP:} \\
 \hat{y} = 51.7092 - 7.2128 x_1 - 47.4143 x_2 \quad 9.5370^{**} \\
 \text{NSP:} \\
 \hat{y} = 117.9775 - 18.2371 x_1 - 50.3054 x_2 \quad 13.3834^{**} \\
 \text{SWP:} \\
 \hat{y} = 21.4879 - 1.3464 x_1 + 4.4602 x_2 \quad 2.3609 \\
 \text{SSR:} \\
 \hat{y} = 0.5140 - 0.0272 x_1 + 0.2531 x_2 \quad 11.2135^{**} \\
 \text{PMS:} \\
 \hat{y} = 37.3626 - 4.5820 x_1 + 0.3288 x_2 \quad 9.2593^{**} \\
 \text{PNMS:} \\
 \hat{y} = 1.9404 - 0.1822 x_1 - 0.1716 x_2 \quad 9.9999^{**}
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

注: 方程右起第 1 列为 F 值

集合 1: 无限结荚习性大豆顶冠层叶面积光截获对产量性状多元回归效应

(除 $F_{x_1 \cdot swp}$ 外) 均达高度显著。偏回归系数 b_1 均为负值, 且 (除 $b_1 \cdot swp$ 外) 均达高度显著标准。此乃说明无限结荚习性大豆顶冠层叶面积与株荚数(NPP), 株粒数(NSP), 粒茎比(SSR), 主茎荚数(PMS) 和主茎荚/节等产量性状均呈高度显著负相关。即顶冠层叶面积越小越利于阳光更深地透射到中、底冠层。则利于提高中、底冠层的光合生产率。因而有利于此等产量性状的形成。

无限结荚习性大豆品种顶冠层的最适叶面积指数 (Optimum LAI), 根据 Davidson 和 philip (1958) 及 Sakamoto 等 (1967) 提出的整个大豆群体光分布近似指数分布的理论, 计算了顶冠层最适叶面积指数为 0.20。该值为所试大豆品种顶冠层叶面积指数的 72.7%。由此看来, 目前选育的大多数无限结荚习性大豆品种顶冠层 LAI 偏大。因此从现存的种质资源中筛选或人工创造顶冠层 LAI 较小的遗传背景, 来丰富大豆株型育种的原始材料尤为重要。

表1 无限结荚习性大豆不同冠层 LAI、RLI 对产量性状多元回归效应

冠层	产量性状 偏回归系数		株荚数 (NPP)		株粒数 (NSP)		株粒重 (SWP)		粒茎比 (SSR)		主茎荚数 (PMS)		主茎荚/节 (PNMS)	
	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2
顶冠层	-7.21**	-47.41	-18.24**	-50.31	-1.35*	4.46	-0.03	0.25	-4.58**	0.33	-0.18**	0.17		
中冠层	-3.25	-174.05	-9.89	-42.93	-1.50	69.60	-0.01	1.77	-0.93	-97.66	0.001	-6.51		
底冠层	0.89	0.45	6.41	549.36	1.48	43.65	0.001	4.04	-1.18	220.52	-0.03	12.00		
全冠层	0.02	11.30	0.59	86.82	0.32	13.66	-0.003	0.41	-0.13	27.87	-0.01	0.96		

从表1可见, 中冠层 LAI 对产量性状的偏回归系数 b_1 (除 $b_1 \cdot PNMS$ 外) 均为负值。即中冠层 LAI 与此等产量性状也均呈负相关。由此说明中冠层叶面积偏大, 也会影响阳光透入底冠层。同时, 中冠层叶片相互遮掩也会降低中、底冠层的光合速率。因而, 也影响产量性状的形成。

从表1也可见, 底冠层 LAI 与主要产量性状株荚数、株粒数、株粒重等产量性状的偏回归系数 b_1 均为正值。即底冠层 LAI 与该等产量性状呈正相关。由此说明底冠层叶片不是寄生的, 这与 Shibles 和 Weber (1965) 的研究结果是一致的。适当增加底冠层 LAI, 充分利用透射光, 发挥底冠层叶片的光合潜力则对此等产量性状的形成是有益的。

综上所述, 改良株型, 调整冠层结构, 首要的是应调整不同冠层 LAI 垂直分布率, 进一步研究不同冠层叶面积的生育期动态变化及光合速率的变化, 可能使大豆产量改良大大跨进一步。

二、不同冠层光截获对产量性状形成的效应及在株型改良中作为选择参数问题

从表1可知, 无限结荚习性大豆全冠层光截获与株荚数、株粒数、株粒重、粒茎

比、主茎荚数和主茎荚/节等产量性状均呈正相关, 亦即偏回归系数 b_2 均为正值。这说明全冠层光截获越多越有利于此等产量性状的形成。

顶冠层、中冠层的偏回归系数 b_2 (除 $b_{2 \cdot NPP}$, $b_{2 \cdot NSP}$ 外) 也均为正值; 底冠层光截获对此等产量性状的偏回归系数 b_2 也均为正值。由此说明顶、中、底冠层光截获与此等产量性状呈相关。即不同冠层光截获越大越益于产量性状形成。因此选育不同冠层光截获大的大豆株型对于产量改良十分重要, 这里建议可将不同冠层光截获(率)作为理想株型的选择参数可以试行。但应注意, 田间种植的大豆群体冠层的光截获受多种因素影响, 如测定时间, 对冠层的测定部位, 测定方法, 测定仪器以及气象因子(光强、风速、 CO_2 浓度)等变化。

无限结荚习性大豆顶、中、底冠层光截获对产量性状形成的影响, 从株型模拟试验也可进一步加以验证。从塔形株型模拟的方程集合 2 明显可见, 偏回归系数 b_1 均为负值。即塔形株型大豆顶冠层光截获与株荚数、株粒数、株粒重、粒茎比、主茎荚数及主茎荚/节等产量性状呈负相关。这是由于人工模拟的塔形株型顶冠层单位空间叶量较大, 截获的光较多。而透射到中、底冠层的阳光较少, 则降低中、底层的光合速率, 而

$$\begin{array}{l} \text{Top, Mid, Bot. RLI vs } \left\{ \begin{array}{l} \text{NPP:} \\ \hat{y} = b_0 - 4.1696 x_1 + 21.5002 x_2 + 7.4013 x_3 \\ \text{NSP:} \\ \hat{y} = b_0 - 6.4993 x_1 + 19.5377 x_2 + 58.3382 x_3 \\ \text{SWP:} \\ \hat{y} = b_0 - 1.1193 x_1 + 2.9254 x_2 + 11.7166 x_3 \\ \text{SSR:} \\ \hat{y} = b_0 - 0.0094 x_1 - 0.0440 x_2 + 0.3083 x_3 \\ \text{PMS:} \\ \hat{y} = b_0 - 0.1110 x_1 + 0.5949 x_2 + 0.3403 x_3 \end{array} \right. \end{array}$$

集合 2: 模拟塔形株型顶、中、底冠层光截获对产量性状多元回归效应不利于此等产量性状的形成。由此证明适当减少无限结荚习性大豆顶冠层叶面积是株型改良的关键之一。

从人工模拟塔形株型的中、底冠层光截获对产量性状形成多元回归效应也可验证无限结荚习性大豆中、底冠层光截获对产量性状形成的效应。从集合 2 也可明显看出, 偏回归系数 b_2 (除 $b_{2 \cdot SSR}$ 外) 及 b_3 均为正值。即中、底冠层光截获与此等产量性状均成正相关。换言之, 中、底冠层的光截获越多越有利于产量性状的形成。

总之, 明确无限结荚习性大豆不同冠层光分布特征, 这对于改良株型, 提高光合速率, 进而提高籽实产量具有重要意义。

三、光合生产率对产量性状形成效应及在株型改良中作为选择指标的问题

大豆产量的遗传力较低(王金陵, 1981)。育种家们长期寻找一种比根据产量本身的选择更有效的途径。因为许多生态生理性状显示较高的遗传力。如果能发现某个生态

生理性状与产量性状有高度相关性,则可大大提高选择效率。

近几年来,由于大豆生理学研究的进展,使大豆增产出现新前景。本研究基于全冠层光合生产率对产量性状形成效应的基础上,又进一步研究了不同冠层光合生产率对产量性状形成效应。从表 2 表明,偏回归系数 b_2 均为正值。亦即顶、中、底冠层光合生产率与此等产量性状均成正相关。可以肯定在其它农艺性状优良基础上选育不同冠层光合生产率均高的材料有利于产量性状的形成。鉴于此,在大豆育种中可将光合生产率作为一项产量性状的选择指标可以试行。

表 2 不同冠层光截获 (RLI)、光合生产率 (RDMP)
对产量性状的多元回归效应

冠层	偏回归系数	株 荚 数 (NPP)		株 粒 数 (NSP)		株 粒 重 (SWP)	
		b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2
顶 冠 层		-17.7314	1.0793	53.8151	1.3839	13.1489	0.0534
中 冠 层		229.2926	0.6880	933.1193	0.8252	143.6353	0.0100
底 冠 层		-172.7982	1.2360	340.9355	1.2659	19.8538	0.1337

粒 茎 比 (SSR)		主 茎 荚 数 (PMS)		主 茎 荚/节 (PNMS)	
b_1	b_2	b_1	b_2	b_1	b_2
0.2919	0.0076	-22.4206	2.6937**	-1.5498	0.1299
2.7012	0.0072	63.9845	2.4283**	-1.0775	0.1176
3.4708	0.0043	-144.6302	2.7465**	-4.6065	0.1243**

结 语

大豆冠层结构为株高、分枝(多少、长短与主茎交角)、叶(叶形、叶大小、比叶重、最大叶着生节位、叶面积垂直分布及叶调位运动)、叶柄(长短与主茎交角)等生态性状所影响。

综合上述研究,在哈尔滨地区大豆生育期、结荚习性、叶形、种粒大小、化学品质、抗病虫性等生态类型基础上,根据不同冠层叶面积垂直分布、不同冠层光垂直分布特征及光合生产率等生态生理性状以及不同冠层粒、荚、粒重及其垂直分布率对理想株型优良冠层形成的作用,初步建立了哈尔滨地区亩产 450 斤左右的无限结荚习性大豆顶荚形成初期理想株型优良冠层模式。不同冠层 LAI 及其垂直分布比率如下:

顶冠层, 0.49 (11.8%);

中冠层, 2.06 (49.5%);

底冠层, 1.61 (38.7%)。

不同冠层 RLI 及其垂直分布比率:

顶冠层, 4.32% (69.4%);

中冠层, 1.23% (19.7%);

底冠层, 0.68% (10.7%)。

光合生产率为 4.51 克/米²/天 (干物重)。

不同冠层荚及其垂直分布比率:

顶冠层, 11.7 (24.4%);

中冠层, 21.7 (44.0%);

底冠层, 15.2 (31.6%)。

不同冠层粒及其垂直分布比率:

顶冠层, 27.6 (24.8%);

中冠层, 49.8 (44.8%);

底冠层, 33.8 (30.4%)。

不同冠层粒重及其垂直分布比率:

顶冠层, 5.2 (克) (24.4%);

中冠层, 9.6 (克) (45.1%);

底冠层, 6.5 (克) (30.5%)。

该哈尔滨地区无限结荚习性大豆顶荚形成初期的理想株型冠层模式的建立仅仅根据三年的试验研究结果, 尚有许多问题仍须探索。而最佳模式将通过旋转试验设计, 在电子计算机上完成。

参 考 文 献

1. 王金陵 (主编), 1981《大豆》, 黑龙江科技出版社
2. 王金陵, 1974, 美国的大豆生产和科研现状, <赴美国农业科学考察报告> 1975.8
3. 王金陵、祝其昌, 1982, 哈尔滨田间条件对主要生态性状形成效果的初步研究, <作物学报> 第 1 卷, 第 2 期
4. 孟庆喜、杨庆凯, 1981, 不同生态条件对大豆品种产量性状的影响, <东北农学院学报>, 第 4 期
5. 常耀中, 1981, 大豆高产栽培的叶面积问题 <中国农业科学> 第 2 期
6. 张荣贵等: 1979, 大豆叶面积、净光合生产率与产量的相关性 <中国农业科学>, 第 2 期
7. R. H. Shaw, C. R. Weber, 1957, Effects of Arrangements on Light Interception and Yield of Soybean. *Ayro. J.*, Vol. 59, P 155—159
8. T. T. Johnston etc, 1939, Influence of Supplemental Light on Apparent photosynthesis, Yield and Yield Components of Soybean (*Glycine max* L.) Merr., *Crop Sci.* Vol.9, p. 577—581.
9. R. M. Shibles, C. R. Meher, 1965., Leaf Area, Solar Radiation Interception and Dry Matter Production by Soybean, *Crop Sci* Vol. 5, p. 575—577
10. W. L. Ogren, 1975, Improvement of photosynthetic Rates of Soybean <World Soybean Research> p. 253—258
11. D. E. Green, etc, 1973, Breeding of Soybean Plant Type <Report of the Second National Soybean Research Conference> p. 29—33.

STUDY ON CANOPY PATTERNS OF IDEOTYPE OF INDE- TERMINATE SOYBEAN TYPE IN HARBIN REGION

Yin Tian-fu

(*North-East Agricultural College*)

Abstract

The objective of this study is to attempt to demonstrate the effects of the physiological-ecological characters on yield characters under different degree of light interception by canopies (top, middle, bottom) of indeterminate soybean.

Results of the present study indicate that leaf area index (LAI) of top and middle canopies were negatively correlated with number of pods per plant, number of seeds per plant, seed weight per plant, seed-stem ratio, number of pods on main stem. LAI of bottom canopy is positively related to number of pods per plant, number of seeds per plant and seed weight per plant.

These observations also pointed out that rate of light interception (RLI) of total canopy is positively correlated with those proceeding yield characters on indeterminate type of soybean.

RLI of top, middle and bottom canopies on indeterminate type of soybean is positively related to those yield characters.

Results indicated that rate of dry matter (DM) production of indeterminate type is positively related to number of pods per plant, number of seeds per plant, seed weight per plant, seed stem rate, number of pods per node on main stem.

Basing upon the proceeding studies we can conclude that the perpendicular distribution of LAI and the perpendicular distribution ratio (PDR) of an adapted soybean canopy of indeterminate type of soybean in Harbin Region should perform as: top canopy, 0.49 (11.8%); middle canopy, 2.06 (49.5%); bottom canopy, 1.61 (38.7%),