

大豆株型、群体结构与产量关系的研究

第二报 大豆群体冠层的荚粒分布*

孙卓韬 董 钻
(沈阳农业大学)

提 要

本研究用模糊聚类方法,根据大豆冠层不同部位的粒重比例,对大豆品种的荚粒分布进行了分类。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。对荚粒分布不同的品种,应当采取适当的措施,注意发挥对产量起主导作用的冠层部位的生产潜力。密度是调节主茎和分枝粒重分布的主要栽培措施。改良株型、提高叶片质量是改善大豆群体内部光合条件,充分发挥大豆整个冠层生产力的重要手段。

大豆是全冠层均具有生产力的作物。大豆群体冠层的荚粒空间分布与结荚习性有密切关系,这是大家所熟悉的。关于大豆冠层荚粒分布的定量研究,已有一些报道。T. J. Johnston 等(1968)对大豆无限性品种 Amsoy 的研究表明,一半以上的荚分布在冠层中部。J. B. Schou 等(1978)对无限性品种 Beeson 的研究也得到类似的结果,当利用反射器改变群体内的光照状况时,荚粒的分布也随之发生变化。W. J. Wiebold 等(1981)研究了11个有限性大豆品种,结果证明,上、中、下层的荚数比例分别是53、40和7%。

除了结荚习性这个因素而外,大豆的荚粒分布还与叶片分布、叶面积大小和比叶重、光能的截获、叶片的光合速率有一定的关系。刘士达等于1963年就注意到,大豆群体干重特别是花荚干重的垂直分布与叶面积的垂直分布相吻合。王滔等(1983)采用去叶法证明,去叶节的粒重一般为有叶节粒重的60—75%。玖村(1965)发现叶片的最大光合速率随主茎叶位的升高而增大。H. R. Koller (1972)报导说,大豆的比叶重越往上层越大。阪本等(1967)的试验证实,大豆冠层光强的分布与叶片面积的关系服从指数函数。

本项研究的目的在于,在田间试验条件下考察大豆群体的叶—荚关系,分析冠层的生理生态条件与荚粒分布的关系,以便为结荚习性的划分提供一些数量指标。同时,探索一下大豆群体冠层的荚粒分布与单位面积产量的关系。

* 韩羊、王岱、曲乐庆、李士兵同志分别参加了1981、1982、1983和1984年的工作。
本文于1985年8月23日收到。

材料与方 法

1981年在大豆试验田进行大田切片, 统计分析了叶面积与粒重、光照强度与粒重的相关关系。1982年安排了11个品种(系)的田间试验, 供试品种是: 辽豆2号、铁农7555、铁丰18号、锦豆6422、丹豆5号、开交7305、锦豆33号、开育8号、辽豆3号、丹豆4号和辽78-4042。1983年供试品种17个: 开育8号、辽豆2号、吉林13号、丹豆5号、锦豆33号、辽豆3号、辽78-4042、辽81-5052、四粒蓝、莫索、开交7305、凤交6612、铁7621、抚78-3、苏大1号、沈辐7913和铁丰18号。1984年布置了莫索、开育8号、铁丰18、开交7305、四粒蓝、辽81-5052、辽豆3号和丹豆5号产比试验。1982年和1983年还安排了铁丰18号种植密度试验。1982年实收株数为6360株、8460株和10500株。1983年实收株数为5370株、9760株和12800株。试验均为随机区组设计, 三次重复, 5行区, 7米行长。

在株高稳定、冠层形成后, 测定了上、中、下层叶片的比叶重, 用二甲基亚砷法测定叶绿素含量, 用半叶法测定光合速率。用DZ-1型照度计测定上、中、下层的光照强度。在结荚初期采用大田切片法进行冠层分析, 按自然株高将植株等分成三段, 测定每一层次的叶面积指数。成熟时, 每小区连续取样10株, 也分成三段, 进行荚粒分析, 并按常规考种。此外, 还对小区产量进行了测定。1984年在铁岭地区农业科学研究所的大豆原始材料圃中选取76份材料。每份材料取样5株。田间目测记载结荚习性, 室内考种项目与院内试验相同。

试验田肥力状况和施肥数量请参见本文第一报(《大豆科学》1984年, 2期)。

结果与分析

1. 大豆冠层的叶—荚层次分布

1981年, 我们在海城县的大豆试验田上, 于大豆营养体生长达到最大值时, 每间隔10厘米, 进行植株切片, 计算了各层次的叶面积, 后来, 在植株成熟时, 将取样植株仍间隔10厘米分段考种, 计算各层的籽粒产量。现将结果列于表1。

表中资料系按百分比计算的。由表1看出, 同一节上的叶面积和籽粒的对应关系是十分吻合的。相关系数达到了极显著水平。只是由于叶柄将叶片抬高10—20厘米, 从表面上看叶片和籽粒并不在同一层次上。同年, 我们在沈阳对五个大豆品种的统计分析证明, 大豆群体各层的粒重与叶面积的相关达到极显著水平($r=0.850$), 各层粒重与该层所截获的光强的相关也是显著的($r=0.629$)。

根据这一试验结果, 不难推想, 有限性品种植株顶部叶片肥大是结成一簇荚的物质基础。想缩小顶部叶片以改善光照, 又保持顶端有数个荚的两全其美之策似难以实现。

1983年夏季, 将大豆植株按其自然状态切成三层, 分别测定各层的叶面积指数, 秋收时将成熟的植株也剪成三段考种。结果如图1所示。总的来看, 各层叶面积指数与粒

表 1

大豆群体冠层的叶面积与籽粒产量的层次分布 (1981)

Table 1. Stratified Distribution of Leaf Area and Seed

Yield in Soybean Canopies (1981)

层高 (厘米)	试验 1: 8160株/亩		试验 2: 5880 株/亩	
	Experiment 1 Density: 8160 plants/mu		Experiment 2 Density: 5880 plants/mu	
	叶 面 积	籽 粒 产 量	叶 面 积	粒 粒 产 量
Plant Height	Leaf Area	Seed Yield	Leaf Area	Seed Yield
(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)
90—100	3.7	—	8.7	—
80—90	19.5	5.4	16.1	—
70—80	18.5	19.9	16.1	8.2
60—70	21.0	19.0	22.9	16.2
50—60	15.1	15.6	19.1	19.7
40—50	12.7	18.4	10.2	22.1
30—40	7.9	11.2	6.9	15.7
20—30	1.6	7.7	—	11.6
10—20	—	2.7	—	6.5
0—10	—	—	—	—
相关系数 r	0.937**		0.932**	
全田叶面积指数	5.31		4.93	
Total LAI				
产 量 (斤/亩)	424.1		478.2	
Yield (jin/mu)				

注：供试品种为铁丰18号。 Variety: Tiefeng No.18
大田切片时间：8160株7月20日。 Sampling Date: July 20
5880株 8月1日。 Sampling Date: Aug. 1

重呈极显著正相关 (r=0.8096)。不过，上、中、下层的叶面积与上、中、下层的粒重

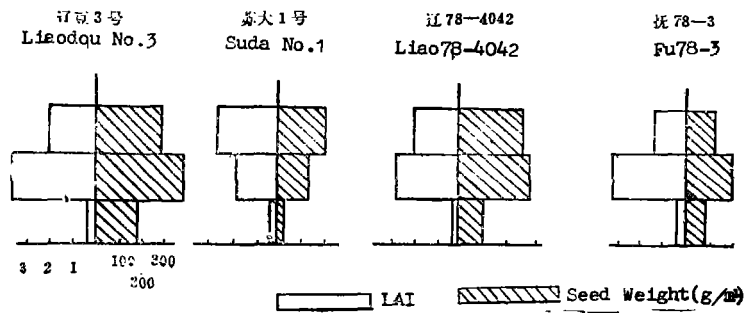


图 1 大豆各层次叶面积指数与粒重的关系 (1983)

图中，左侧为叶面积指数，右侧为粒重 (克米²)

Fig 1. The Relationship between LAI and Seed

Weight in Top, Middle and Bottom Segments

of Soybean Canopies (1983)

2. 大豆冠层 粒 重
的空间分布类型

我们采用ISODATA
模糊聚类方法，对铁岭

地区农业科学研究所的76份大豆材料进行了统计分析。结果表明，若按粒重在大豆植株

表 2 大豆不同层次叶面积指数与粒重的偏相关系数(1983)
Table 2. Partial Correlation Coefficients between LAI and Seed Weight in Top, Middle and Bottom Segments of Soybean Canopy (1983)

叶面积指数 LAI	粒 重 Seed Weight	上 层 Top	中 层 Middle	下 层 Bottom
上 层 Top		0.5166	0.0211	0.1413
中 层 Middle		0.5286	0.5223	0.1199
下 层 Bottom		0.2805	0.1683	0.1403

$r(13, 0.05)=0.5139$

上、中、下层的分布比例分类，可分作上层型、中层型、均匀型三类，而按主茎、分枝的粒重分布比例分类，则可分作主茎型、分枝型两类（表 3、4）。

表 3 大豆各品种的上、中、下层粒重比例
Table 3. Seed Weight Percentages in Top, Middle and Bottom Segments of Soybean Canopy

类 型 Type	平均粒重比例 (%) Average Percentage (%)			品 种 (系) Cultivar
	上 层 Top	中 层 Middle	下 层 Bottom	
上层型 Top-podding Type	60.52±8.64 (51.51—81.14)	35.21±7.20 (18.86—44.32)	4.27±4.21 (0.00—15.11)	洋黄豆①、小金黄①、平顶香①、平顶香②、四粒黄①、洋黄豆②、小白脐、铁荚子、铁丰 8 号、天鹅蛋、大白眉、八月忙①、哪噜豆①、铁丰 14 号、小金黄②、黄脐、黄金元、铁丰 16 号、豌豆熟、小粒青、小粒黄、白皮青、铁丰 5 号
中层型 Middle-podding Type	25.76±7.13 (11.39—35.47)	50.00±8.18 (34.62—60.82)	24.24±9.85 (12.21—41.78)	八月忙②、压破车、白蛋黄、小黄豆、大黑脐、小黑脐、四粒黄②、满仓金、红脐豆、小白壳、大白脐、缩尖豆、小金元、大黄豆、满地金、四粒黄③、铁荚、黄豆、快黄豆、黄壳、大金黄
均匀型 Even-podding Type	42.58±5.43 (31.89—52.77)	46.58±5.50 (36.14—58.42)	10.84±5.29 (0.00—22.24)	小金黄③、小粒黄、佛顶珠、铁角青、快青皮、小白梅、水里站、四粒黄④、小黄壳、小油豆、牛毛黄①、牛毛黄②、异品种、大金元、黄脐、哪噜豆②、大豆、小金黄④、铁丰 18 号、大粒子、彰豆一号、二粒黄、黑皮铁荚、油葫芦、铁荚金黄豆、铁丰 19 号、瓦壳灰、小白壳、哪噜豆③、黄脐铁荚、站秆、小白眉

(1) 大豆粒重的垂直分布类型

上层型 在76份材料中有23份材料属于这一类型。多数荚分布在冠层上部，粒重平均比例为60.52 %；中层次之，占35.21%，下层最少，占4.27%。这种类型与传统分类

的有限结荚习性相吻合。

中层型 这一类型的特点是，中部结荚较多，21 份材料平均粒重占 50.00%；上层和下层各占25.76%和24.24%。实际上，这一类型相当于无限结荚习性。

均匀型 各层结荚比较均匀，上层、中层粒重相差不多，下层粒重较小，分别占 42.5、46.58 和 10.84%，这一类型与亚有限结荚习性是一致的。

这种分类法为常用的结荚习性分类提供了可以参考的数量指标。

表 4 大豆各品种的主茎、分枝粒重比例
Table 4. Seed Weight Percentages on Main Stem and Branches in Soybeans

类 型 Type	平均粒重比例 (%) Average Percentage (%)		品 种 (系) Cultivar
	主 茎 Main Stem	分 枝 Branches	
主 茎 型 Main Stem- Podding Type	76.47±9.08 (64.06—94.89)	23.53±9.04 (5.11—35.94)	八月忙①、洋黄豆①、小金黄①、平顶香①、平顶香②、佛顶珠、压破车、白蛋黄、快青皮、小黄豆、四粒黄①、小黑脐、牛毛黄①、天鹅蛋、小白壳、缩尖豆、大金黄、嘟噜豆①、大豆、小金黄②、铁丰18号、四粒黄②、大粒子、铁丰16号、二粒黄、彰豆一号、小粒青、黑皮铁荚、铁荚黄金豆、铁丰19号、小粒黄、瓦壳灰、黄脐铁荚、小白眉、黄豆、快黄豆
分 枝 型 Branch- podding Type	50.67±8.95 (21.39—63.37)	49.33±8.95 (36.63—78.61)	小金黄③、四粒黄③、大粒黄、铁角青、小白梅、洋黄豆②、大黑脐、水里站、小白脐、小黄壳、铁荚子、铁丰8号、小油豆、四粒黄④、满仓金、红脐豆、牛毛黄②、大白脐、异品种、大白眉、小金元、大金元②、八月忙②、黄脐、黄壳、嘟噜豆②、大黄豆、满地金、铁丰14号、小金黄④、黄脐、黄金元、豌豆熟、铁荚、油葫芦、小白壳、嘟噜豆③、白皮青、站秆、铁丰5号

(2) 大豆粒重在主茎、分枝上的分布类型

主茎型 在 76 份材料中，36 份材料以主茎结荚为主。这一类型的主茎粒重平均占 76.47%，分枝占23.53%。

分枝型 在76份材料中，40份材料的主茎粒重与分枝粒重基本相等，平均比例分别为50.67和49.33%。

3. 大豆冠层各部位粒重与产量的关系

大豆群体的产量是由冠层不同部位的粒重构成的，各个部位的粒重又是相互联系、相互制约的。我们利用1983年供试的17个品种（系）进行了统计分析。

(1) 上、中、下层粒重与产量的关系

在17个品种（系）中，锦豆33号、辽豆2号、吉林13号、铁7621、苏大1号和铁丰18号属于上层型，上、中、下层粒重平均比例分别为 60.09、36.15 和 3.76%。凤交

6612、开育8号、丹豆5号、开交7305、四粒蓝、辽81-5052属于中层型；上、中、下层粒重分别占41.69、51.78和6.53%。沈辐7913、莫索、辽豆3号、抚78-3、辽78-4042属于均匀型，相应地为34.42、42.64和22.94%。

虽说上、中、下各层的粒重都是构成群体产量所不可缺少的，可是各层粒重对产量的相对重要性却是不相同的。通过通径分析可以把各层粒重对产量的直接和间接效应分解出来（表5）。

表 5 大豆群体上、中、下层粒重对产量作用的通径分析
Table 5. Path Coefficient Analysis of Effects of Seed Weight
 of Top, Middle and Bottom Segments of Canopy on Yield

类 型	效 应	上层粒重与产量 Seed Weight of Top Segment	中层粒重与产量 Seed Weight of Middle Segment	下层粒重与产量 Seed Weight of Bottom Segment
Type	Effect			
上 层 型 Top-Podding Type	与产量的相关系数 Correlation Coefficient	$r_{1y}=0.3396$	$r_{2y}=0.5348$	$r_{3y}=-0.2601$
	直 接 效 应 Direct Effect	$P_{1y}=0.0013$	$P_{2y}=0.5614$	$P_{3y}=-0.3092$
	间 接 效 应	$r_{12}P_{2y}=0.2817$	$r_{21}P_{1y}=0.0007$	$r_{31}P_{1y}=-0.0002$
	Indirect Effect	$r_{13}P_{3y}=0.0566$	$r_{23}P_{1y}=-0.0273$	$r_{32}P_{2y}=0.0494$
中 层 型 Middle-Podding Type	与产量的相关系数 Correlation Coefficient	$r_{1y}=0.5268$	$r_{2y}=0.4755$	$r_{3y}=0.3809$
	直 接 效 应 Direct Effect	$P_{1y}=0.4470$	$P_{2y}=0.3183$	$P_{3y}=0.0999$
	间 接 效 应	$r_{12}P_{2y}=0.0644$	$r_{21}P_{1y}=0.0905$	$r_{31}P_{1y}=0.0685$
	Indirect Effect	$r_{13}P_{3y}=0.0153$	$r_{23}P_{3y}=0.0667$	$r_{32}P_{2y}=0.2125$
均 匀 型 Even-Podding Type	与产量的相关系数 Correlation Coefficient	$r_{1y}=0.6474$	$r_{2y}=0.7121$	$r_{3y}=0.7982$
	直 接 效 应 Direct Effect	$P_{1y}=0.1367$	$P_{2y}=0.1139$	$P_{3y}=0.6217$
	间 接 效 应	$r_{12}P_{2y}=0.1033$	$r_{21}P_{1y}=0.1240$	$r_{31}P_{1y}=0.0896$
	Indirect Effect	$r_{13}P_{3y}=0.4074$	$r_{23}P_{3y}=0.4742$	$r_{32}P_{2y}=0.0869$

（表中 r—相关系数；P—通径系数；1、2、3—分别表示上、中、下层；y—小区产量）
（r—Correlation Coefficient；p—Path Coefficient；1、2、3—Top, Middle and Bottom Segments, respectively；y—Plot Seed Yield）

从表5资料可以看出：

上层型 中层粒重对产量的直接作用最大（0.5614）。上层粒重的直接作用较小（0.0013），但上层通过中层有一定的间接作用。下层粒重的直接效应（-0.3092）和通

过上层的间接效应（-0.0002）为负值，这正是下层粒重与产量呈负相关的原因所在。由于这一类型的下层粒重只占3.76%左右，对产量的作用无足轻重。如果提高下层粒重会削弱对产量作用较大的中层和上层的生产力。对于这种类型，似应采取提高中层生产力，保证上层生产力，不顾及下层生产力的扬长避短的高产栽培措施。

中层型 对产量的直接效应最大的层次为上层（0.4470），其次是中层（0.3183），下层的直接作用较小（0.0999），但是下层通过中层有一定的间接作用（0.2125），这是由于中、下层粒重关系密切（ $r=0.6677$ ）所致。对于这一类型，采取上层与中层并重、维持下层的措施可望提高产量。

均匀型 下层生产力对产量的直接作用最大（0.6217），上层和中层生产力对产量的直接作用较小（0.1367和0.1139），然而，这并不说明上层和中层对产量的作用是无关紧要的。因为上层粒重、中层粒重与下层粒重有极显著的正相关，相关系数分别为0.6553和0.7627。如果用通径系数（直接作用）衡量它们的作用，有失准确性。由于上层粒重、中层粒重通过下层粒重的间接作用较大（0.4074和0.4742）。因此，对于均匀型采用使上、中、下层生产力协调发展，均衡增长的措施比较适宜。

（2）主茎、分枝粒重与产量的关系

我们分析的17个品种（系）或多或少都是分枝型的。可归为主茎型的有沈辐7913、莫索、辽豆3号、丹豆5号、铁7621、吉林13号、四粒蓝、苏大1号、抚78-3、78-4042，主茎和分枝的粒重平均比例为68.45和31.55%。可以归为分枝型的是凤交6612、开育8号、锦豆33号、辽豆2号、开交7305、辽81-5052和铁丰18号，主茎和分枝的粒重平均比例为42.42%和57.58%。

现将主茎粒重和分枝粒重对产量的作用列于表6。

表 6 大豆群体主茎和分枝粒重对产量作用的通径分析
Table 6. Path Coefficient Analysis of Effects of Seed Weight of Main Stem and Branches on Yield

类 型 Type	效 应 Effect	主 茎 粒 重 Seed Weight of Main Stem	分 枝 粒 重 Seed Weight of Branches
主 茎 型 Main Stem-podding Type	与产量相关系数 Correlation Coefficient	$r_{1y}=0.5950$	$r_{2y}=0.5185$
	直 接 作 用 Direct Effect	$p_{1y}=0.4447$	$p_{2y}=0.2588$
	间 接 作 用 Indirect Effect	$r_{12}p_{2y}=0.1512$	$r_{21}p_{1y}=0.2597$
分 枝 型 Branch-podding Type	与产量相关系数 Correlation Coefficient	$r_{1y}=0.7742$	$r_{2y}=-0.0315$
	直 接 作 用 Direct Effect	$p_{1y}=0.7892$	$p_{2y}=0.0941$
	间 接 作 用 Indirect Effect	$r_{12}p_{2y}=-0.0150$	$r_{21}p_{1y}=-0.1256$

表 6 资料表明:

主茎型 主茎粒重对产量的直接效应 (0.4447) 较大, 间接作用较小 (0.1512)。而分枝粒重的直接效应与间接效应相差不多 (0.2588 和 0.2597)。说明主茎型, 应该着重提高主茎的产量潜力, 同时也要使分枝的生产力保持在一定的水平上。

分枝型 只有主茎生产力对产量有较大的直接作用 (0.7892)。主茎粒重与分枝粒重的间接效应均为负值。分枝的直接作用则较小 (0.0940)。这说明, 对分枝型品种来说, 限制产量的主要因素是主茎生产力的高低。分枝粒重已达到较高水平, 对产量的限制作用不大。看来, 对分枝型品种也不能只注重分枝的作用, 对于主茎的作用, 要给予足够的重视。

4. 影响荚粒分布的若干因素

大豆叶片的同化产物有优先供给本节豆荚的特点, 因此, 叶一荚关系十分密切。哪一层叶多, 叶大, 那一层的荚粒往往也多, 关于这一点, 前面已经谈过。现在就本课题所涉及到的影响荚粒分布的一些因素, 作简单的介绍。

(1) 光合速率

1983年在田间自然条件下, 三次测定了17个品种上、中、下层叶片的光合速率(表7)并计算了光合速率的平均值与各层生产力的偏相关系数。结果表明, 冠层由上向下, 光合速率的作用越来越大。上层粒重与上、中、下层光合速率的偏相关系数很小。中层粒重与上层、中层光合速率的偏相关系数达到30%的显著水平, 与下层光合速率的偏相关系数达到10%的显著水平。下层粒重与上、中、下层光合速率的偏相关系数分别达到20%、2%和0.1%的显著水平。

(2) 比叶重与叶绿素含量

测定结果表明, 大豆冠层中各层叶片的比叶重和叶绿素含量基本上是自上而下递减的(表8)。这两个生理指标对粒重分布的影响又是自上而下渐趋增强的。冠层上部光照充足, 叶片比叶重和叶绿素含量的作用不那么突出, 可是, 冠层中、下部光照微弱, 如果叶片厚、叶绿素多, 就可能截获并利用更多的光能, 满足光合作用的要求。

表 7 大豆群体上、中、下层的光合速率 (毫克CO₂/分米²·小时)

Table 7. Photosynthetic Rates of Leaves in Top, Middle and Bottom Segments of Soybean Canopies (mg CO₂/dm²·hr)

层号 CanoPy Position	品种 (系) Cultivar	铁 7621 Tie 7621	开育 8 号 Kaiyu No.8	锦豆 33 号 Jindou No.33	丹豆 5 号 Dandou No.5	辽豆 2 号 Liaodou No.2	开交 7305 Kaijiao 7305	凤交 6612 Fengjiao 6612	吉林 13 号 Jilin No.13	莫 索 Mor -soy	辽豆 3 号 Liaodou No.3	铁丰 18 号 Tiefeng No.18
上 Top		9.40	12.63	2.60	14.53	14.77	17.67	7.43	10.17	16.03	12.17	10.43
中 Middle		5.60	7.57	2.73	7.53	7.73	6.40	10.23	7.67	6.87	6.90	6.91
下 Botton		0.93	3.10	-0.37	0.07	1.67	1.93	5.70	5.50	4.83	7.00	3.70

(测定日期: 1983年7月11日、7月25日和8月8日。表中为三次测定平均值)

(Measurement Date: July 11, 25 and Aug. 8, 1983. Average Data)

表 8 大豆群体上、中、下层的叶绿素含量和比叶重
Table 8. Chlorophyll Content and Specific Leaf Weight
of Top, Middle and Bottom Parts of Soybean Canopies

层次 Position	品种 (系) Cultivar	铁 7621	开育 8 号	锦豆 33 号	丹豆 5 号	辽豆 2 号	开交 7305	凤交 6612	吉林 13 号	莫 索	辽豆 3 号	铁丰 18 号
		Kaiyu No.8	Jindou No.33	Dandou No.5	Liaodou No.2	Kaijiao 7305	Fengjiao 6612	Jilin No.13	Mor soy	Liaodou No.3	Tiefeng No.18	
比叶绿素含量 (毫克/分米 ²) Chlorophyll Content (mg/dm ²)												
上 Top		2.6	3.3	2.3	1.1	2.9	3.2	2.6	2.4	2.7	2.7	2.5
中 Middle		2.9	3.0	2.1	2.5	2.7	2.5	2.6	2.3	2.8	3.1	2.4
下 Bottom		1.5	2.0	2.9	1.1	1.7	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	0.9
比叶重 (毫克/厘米 ²) Specific Leaf Weight (mg/cm ²)												
上 Top		4.27	3.86	4.03	3.46	3.11	3.95	3.77	4.22	4.33	4.18	4.00
中 Middle		4.56	3.47	4.09	4.50	3.63	4.32	5.16	3.70	4.63	5.22	4.33
下 Bottom		3.75	3.42	3.24	3.43	3.72	3.39	4.60	4.00	4.18	4.79	2.91

(测定日期：1983年7月17—29日)
(Measurement Date: July 17—29, 1983)

(3) 光照强度

表9列举了大豆群体内三个层次的光强分布测定结果。群体内光强锐减对冠层的粒重分布必然产生影响。统计结果证明，上层光强与上层粒重之间的相关系数不大(0.2238)，中层光强与中层粒重之间的相关系数为0.6562，下层光强与下层粒重之间的相关系数为0.5014。可见冠层深处光强的强弱与粒重的高低有密切关系。

表 9 群体上、中、下层的光照强度
Table 9. Light Intensity in Upper, Middle and Lower
Parts of Canopy

层次 Canopy Position	日期 Date	1983.7.25(自然光强8.3万Lux) July 25, 1983 (Natural Light Intensity: 830000Lux)		1983.8.3(自然光强7.72万Lux) Aug. 3, 1983 (Natural Light Intensity: 77200 Lux)		1984.7.20(自然光强 12.5万Lux July 20, 1984 (Natural Light Intensity: 125000Lux)	
	项目 Light	光 强 L.I.* (Lux)	占自然光强 L.I./N.L.I.** (%)	光 强 L.I. (Lux)	占自然光强 L.I./N.L.I. (%)	光 强 L.I. (Lux)	占自然光强 L.I./N.L.I. (%)
上 Top		36000	43.37	33599	43.54	86290	60.03
中 Middle		5980	7.20	7978	10.34	14240	11.39
下 Bottom		1015	1.27	2272	2.94	2560	2.05

* Light Intensity
** Natural Light Intensity

(4) 种植密度

1982年，在铁丰 18 号大豆密度试验中考察了种植密度与粒重分布的关系（图 2）。

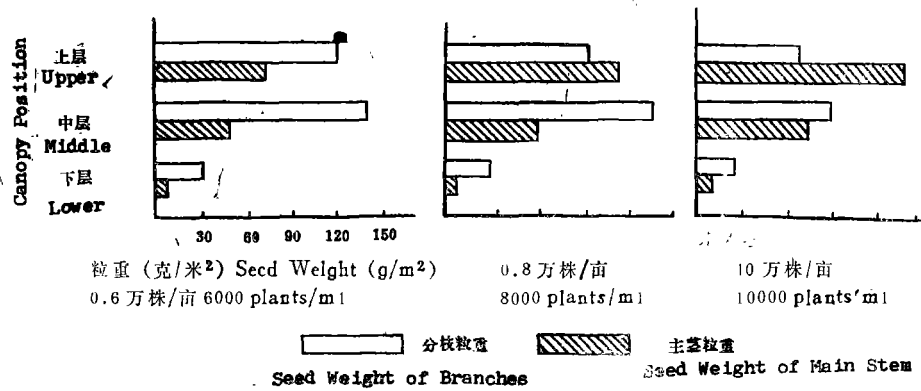


图 2 大豆不同密度下各部位的粒重分布
Fig. 2. Seed Weight Distribution under Three Densities

随着密度的增加，不论哪个层次都是主茎粒重增加，分枝粒重减少。每亩种植 6 千株，主茎粒重和分枝粒重的比例分别为 31.87% 和 68.13%；相应地，8 千株，分别为 40.99% 和 59.01%；1 万株，为 54.38% 和 45.62%。

还有一种规律性是，随着密度的增加，粒重分布有由下向上移动的趋势（表 10）。

表 10 大豆铁丰 18 号种植密度与粒重分布（克/米²）
Table 10. Densities and Seed Weight (g/m²) Distribution of Tiefeng No. 18

密度 Density (plants/mu)	层次 Canopy Position 部位 Organ	上 层 Upper		中 层 Middle		下 层 Lower	
		主 茎 Main Stem	分 枝 Branches	主 茎 Main Stem	分 枝 Branches	主 茎 Main Stem	分 枝 Branches
0.6 万 6000		86.3	124.7	48.0	142.0	5.7	32.6
0.8 万 8000		115.0	92.5	60.9	139.9	6.7	30.5
1.0 万 10000		139.9	69.9	76.6	92.6	9.6	27.2

结 论 与 讨 论

1. 用模糊聚类方法，根据上、中、下层粒重比例，可以把大豆品种（系）分成上层型、中层型和均匀型三种类型，分别与有限性，无限性和亚有限性相对应。根据主茎和分枝粒重比例，又可以把大豆品种（系）分成主茎型和主枝型。本研究为这种分类法提供了一些资料。

2. 大豆冠层中有明显的叶—荚对应关系。作为荚粒物质基础（源）的叶面积越大，往往同层次的荚粒也越多、越大。在大豆株型育种和采用栽培措施时，需对这一规律性给予必要的重视。

3. 对有限性（上层型）品种，应着重采取提高中层生产力的措施；无限性（中层型）品种的产量似主要取决于上层和中层生产力的发挥程度；亚有限型（均匀型）则应使上、中、下层生产力协调发展，均衡增长。

对主茎型品种产量起主导作用的是主茎粒重的高低；但分枝粒重也起一定的作用；而分枝型品种的产量受主茎粒重高低的制约。

4. 密度是调节粒重在主茎和分枝之间分布的重要栽培措施。如要着重发挥分枝生产力的作用，应适当稀植。反之，则应加大密度。

5. 大豆群体的消光系数较大，中、下部光强微弱，为弥补这一缺陷，必须注意改良株型，改善叶片质量，增加叶绿素含量和比叶重。随着群体内光强的提高和叶片质量的改善，必将增加中、下层叶片的光合速率，进而充分发挥整个大豆冠层生产力。

主 要 参 考 文 献

- [1] 王滔等, 1983, 大豆叶—荚关系与产量的研究初报, 大豆科学 1: 67—74.
- [2] 刘士达等, 1963, 大豆群体发展与田间小气候关系的初步探讨, 农业气象研究报告选编 (第二集).
- [3] 董钻等, 1984, 大豆株型、群体结构与产量关系的研究, 1. 大豆群体的自动调节和群体内光强、 CO_2 的分布, 大豆科学, 2: 110—120.
- [4] Johnston, T. J. et al. 1963. Contribution of leaves at different canopy levels to seed production of upright and lodged soybeans (*Glycine max* (L) Merrill). Crop Science. 8: 291—292.
- [5] Johnston, T. J. et al. 1969, Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield, and yield components of soybeans (*Glycine max* L.). Crop Science. 9: 577—581.
- [6] Koller, H. R. 1972, Leaf area-leaf weight relationships in the soybean canopy. Crop Science. 12: 180—183.

STUDIES ON THE RELATIONSHIPS BETWEEN PLANT TYPE POPULATION STRUCTURE AND YIELD IN SOYBEAN II. SEED DISTRIBUTION IN SOYBEAN CANOPIES

Sun Zhuotao Dong Zuan
(Shenyang Agricultural University)

Abstract

The experiments were conducted from 1981 to 1984. Under field conditions, the leaf-pod relationship was studied and the relationships between physiological-ecological conditions of soybean canopies and seed distribution were analyzed. The results are as follows:

1. By means of fuzzy cluster analysis, the cultivars used in the experiment were divided into top-podding type, middle-podding type

and even-podding type according to seed weight percentages of upper, middle and lower canopy segments, conforming with determinate, indeterminate and sub-determinate types, respectively. The cultivars were also classified into main stem-podding type and branch-podding type according to seed weight percentages of main stem and branches. Some data of the classification were provided.

2. There was an apparent leaf-pod relationship in soybean canopies. The greater the leaf area which produced material underlying seeds, the more and larger the seeds in the same canopy segment. Great attention should be paid to the phenomenon in plant-type breeding and selecting cultivation measures.

3. The measures which may raise the productivity of the upper segment of the canopy should be employed to increase the yield of determinate type (top-podding type). It seemed that the yield of an indeterminate variety (middle-podding type) was mainly dependent upon the productivity of the middle and upper canopy segments. In order to increase the yield of sub-determinate type (even-podding type), the productivity of upper, middle and lower canopy segments should be harmoniously developed and proportionally increased.

The main stem of the main stem-podding type gave leading contribution to its yield, but the branches also gave certain contribution to it. However, the yield of the branch-podding type was dependent upon its main stem.

4. Planting density was an important cultivation measure to regulate the seed distribution between main stem and branches. If the productivity of the branches is to be emphatically brought into play, the planting density should be smaller. On the contrary, the reverse is true.

5. Because the extinction coefficient of soybean populations is greater and the light intensity in the middle and lower parts of the canopy is weaker, it is necessary to improve the plant type and the quality of leaves to compensate the disadvantages. As the rise in the light intensity in the population compensates the disadvantages. As the rise in the light intensity in the population and the improvement in the quality of leaves, the photosynthetic rates of leaves in the middle and lower parts of the canopy are bound to be increased and the productivity of the whole canopy brought into full play.