

延边地区大豆高产群体结构的研究

安昌范 李今兰 李昌权 杨洪安 洪明子

(延边农业科学研究所)

提 要

1980~1982年试验结果,初步明确了早、中、晚熟品种的种植密度、方式、垄距等,其中早熟种每垧35~40万株,中熟种每垧25~30万株,晚熟种每垧15~20万株较为合适。早熟种产量最高,明确了延边地区的大豆栽培应走早熟密植的路子。种植方式以单行双株为好,垄距65厘米较合适。大豆不同群体结构的经济系数比较稳定,早熟种经济系数为55%左右,中熟种为57%左右,晚熟种为47%左右。增加大豆主茎荚数、粒数、生物产量,是提高大豆籽粒产量的重要途径。叶面积系数从苗期到黄叶期六期相加,早、中熟种14~15,晚熟种15~16较为适宜。大豆的光合强度,封垄前各群体结构间差异不大。封垄后随密度的加大,光合强度明显降低。

一、前 言

大豆是我州种植面积最大的作物,总面积达120万亩左右,目前我州大豆生产现状是,土质薄,无农家肥,化肥不足,草荒,无一定种植密度,缺苗断条或豆苗堆积是影响产量的主要因素。解放后30年间,我州大豆只增产8%左右,亩产在150~160斤。在影响大豆产量的肥、水、密三大因素中,施肥增产的理论已经明确,目前只是肥料不足。灌水只有理论意义,因为在我州生产实际中很难做到。本课题以早、中、晚熟类型品种为材料,重点研究对产量因素影响较大的适宜垄距、密度、种植方式等,提出我州不同熟期类型大豆高产群体结构的几个主要生育指标,为目前现有生产水平下较大幅度地提高大豆的单产和总产提供科学依据。本项研究从1980年起,到1982年在所内试验的同时,在所外进行了3000多亩试验示范。1983年全州生产示范面积已达20万亩。

二、试验材料及方法

1、试验的基本条件:试验地为冲积土,全氮0.108~0.115%,全磷0.16~0.19%,全钾2.6~2.7%,有机质2~2.6%,水解氮50~140ppm,速效磷32~39ppm,速效钾62~156ppm, pH6.4~6.5.5~9月降雨量350~450毫米,无霜期135~140天,霜前>10℃活动积温2600~2750℃。

2、试验设计,见表1。

3、供试品种:早熟种“延农5号”,生育期115~118天。中熟种“延交75—14”,生

育期123天。晚熟种群选1号，生育期135天。

4、试验地栽培管理：播种期4月下旬，人工等距点播， 垧施磷酸二铵300斤。子叶期人工间苗。单叶期铲趟头遍地，分枝期铲趟二遍地，开花期铲趟三遍地，结荚期拔一次大草，三年试验均防治了蚜虫和食心虫，防治效果很好。收获时保证了要求株数。

5、调查分析项目：①生育调查：叶面积系数、干物质积累量、净光合生产率。②仪器测定：用“07型红外CO₂分析仪”和“SCY—1型温、湿、风、光综合速测仪”，分别测定不同群体结构大豆叶片的光合强度、行间温度、湿度、风速、光照状况。③室内考种分析。

表 1 试 验 设 计

年 度	供试品种	处理密度(万株/垧)及穴株数配置	垄距(cm)	田间设计
1980	延农5号	10、15、20、25、30 单株/穴	60、70、80	四次重复，随机排列，五行区，行长5米，前茬谷子。
1981	延农5号	20、25、30、35、40	65	四次重复，随机排列，五行区，行长5米，小区面积16.25m ² ，分为垧施300斤磷酸二铵区和不施肥区，前茬谷子。
	延交75-14	15、20、25、30、35 单株/穴		
	群选1号	10、15、20、25、30 双株/穴		
1982	延农5号	25、30、35、40、45	65	四次重复，随机排列，五行区，行长10米，小区面积32.5m ² ，前茬黄烟。
	延交75-14	15、20、25、30、35 双株/穴		
	群选1号	10、15、20、25、30		

注：根据试验进展结果，1981、1982两年试验设计有改变。

三、结果及分析

(一) 不同群体结构的产量结果

1、早熟种的群体结构与籽粒产量

早熟种一般株型较紧凑，所以其密度易密不易稀，密度小，产量明显下降。对早熟种延农5号三年试验结果看出，以每垧20万株为基础，每增加5万株，产量增加10~20斤，每垧35万株，产量最高。每垧超过40万株，产量开始下降。据1981、1982两年试验结果，每垧35万株，亩产超过450斤。

密度对产量的影响极显著，从1980、1981、1982三年试验的产量结果变量分析中看出，密度的F值分别为11.9、6.02、4.81，都超过了5%或1%F值，每穴单株或双株产量差异不大(如表2所示)。

2、中熟种的群体结构与籽粒产量

中熟种每垧从15万株到25万株，籽粒产量逐渐增加，每垧达35万株，籽粒产量明显下降。两年试验结果，中熟种每垧25万株产量最高，亩产可稳定在420斤以上。每穴单株和双株产量差异不大(如表3所示)。

3、晚熟种的群体结构与籽粒产量

晚熟种一般株型较高大，枝叶繁茂，分枝较多，因此在栽培中易稀不易密。

表 2

早熟种不同群体结构的籽粒产量

年 度	供试品种	处理密度及穴株数配置(单株或双株/穴、万株/垧)	垄距(cm)	籽粒实际产量(斤/亩)	平均产量(斤/亩)
一 九 八 〇	延 农 五 号	单株 10	60	379.6	347.6
			70	331.7	
			80	331.4	
		单株 15	60	402.6	380.3
			70	382.2	
			80	355.5	
		单株 20	60	423.3	410.7
			70	428.3	
			80	380.5	
		单株 25	60	433.6	415.7
			70	435.3	
			80	378.3	
		单株 30	60	451.5	415.7
			70	406.0	
			80	389.7	
一 九 八 一	延 农 五 号	单株 20	65	457.2	459.1
				461.0	
		双株 20	65	453.2	458.1
				462.9	
		单株 25	65	495.3	491.5
				487.7	
		双株 25	65	506.7	506.7
				506.6	
		单株 30	65	504.8	496.2
				487.6	
一 九 八 二	延 农 五 号	双株 25	65	418.5	
		双株 30		430.4	
		双株 35		453.3	
		双株 40		414.4	
		双株 45		388.7	

表 3

中熟种不同群体结构的产量

年 度	供试品种	处理密度及穴株数配置(单株或双株/穴、万株/垧)	垄距(cm)	籽粒实际产量(斤/亩)	平均产量(斤/亩)
一 九 八 一	延 交 75-14	单株 15	65	467.6	462.5
				457.4	
		双株 15	65	469.7	465.6
				461.5	
		单株 25	65	455.3	451.2
				447.1	
一 九 八 二	延 交 75-14	双株 15	65	409.3	
		双株 25		420.6	
		双株 35		372.3	

晚熟种群选 1 号, 从 1981 和 1982 年的试验结果看出, 每垧 15 万株产量最高, 亩产稳定在 360 斤以上。超过 15 万株, 产量逐渐减少。由于晚熟种生长量大, 株型繁茂, 能够充分

占据空间，因而密度小时，产量不低，增加密度，产量很少增加。每穴单株和双株产量差异不大（如表4所示）。

表4 晚熟种不同群体结构的产量

年 度	供试品种	处理密度及穴株数配置（单株或双株/ 穴，万株/垧）	垄距（cm）	籽粒实际产量 （斤/亩）	平均产量 （斤/亩）	
一 九 八 一	群 选 一 号	单株 10	65	346.7	345.0	
		双株 10		343.3		
		单株 15	65	366.9	364.6	
		双株 15		362.3		
		单株 20	65	343.3	337.4	
		双株 20		331.4		
	单株 25	65	356.9	345.7		
	双株 25		334.5			
	单株 30	65	343.3	359.7		
	双株 30		376.0			
	一 九 八 二	群 选 一 号	双株 10	65	363.5	
			双株 15	65	399.6	
双株 20			65	396.0		
双株 25			65	393.6		
双株 30			65	387.7		

综合上述看出，不同熟期类型品种的高产群体结构的籽粒产量，早熟种最高，中熟种次之，晚熟种最低。因此，我们认为延边地区大豆生产应以早熟密植为主。

（二）垄距对产量的影响

在群体结构中对大豆籽粒产量影响较大的，不单纯是密度问题，其中植株在田间分布是否合适⁽⁴⁾，对产量影响也较大。这里面主要涉及到垄距问题。从1980年对早熟种延农5号的试验中看出，垄距和密度一样，对大豆籽粒产量影响极显著。垄距F值为14.59，远远大于1%的F值5.45。表现出垄距大的，行内植株间生育受到影响。反之，垄距小些，行间植株在田间分布更趋于均匀，个体生育受到抑制较小。

表5 不同垄距产量差异
（1980年，延农5号）

垄距 (cm)	平均亩产(斤)	差 异 数
60	451.5	
70	406.0	45.5**
80	389.7	61.8** 16.3*

注：密度每垧30万株，单行单株。

从试验中看出，垄距和密度能相互作用，相同密度条件下，垄距小的产量高，垄距大的产量低。垄距以不超过65厘米为宜（见表5）。

（三）地上部生育状况

1、地上部干物质积累动态

大豆的群体结构不同，各生育时期干物质的积累量也不同。大豆的生育前期（开花

以前)，随密度的增加，单位面积干物质的积累量也增加。即密度越大，单位面积生物产量越高。大豆的生育后期（开花以后），密度过大或过小，干物质的积累量也随之降低。密度适宜者，干物质积累量逐渐增高。开花以后，早熟种（延农5号）每垧35万株，中熟种（延交75—14）每垧25万株，晚熟种（群选1号）每垧15~20万株，干物质的积累量均远远超过其它处理密度（见表6）。大豆生物产量和经济产量的高低，取决于大豆生育后期干物质积累量和积累速度。

表6 不同群体结构各期地上部干物质积累情况 (单位:克/米², 1982年)

试验处理		生育时期				
		苗期	分枝期	开花期	结荚期	鼓粒期
延农5号	25万株/垧	11.0	46.0	194.6	275.0	700.0
	35万株/垧	19.8	59.8	189.0	385.0	770.0
	45万株/垧	13.5	82.0	231.0	360.0	630.0
延交75—14	15万株/垧	6.8	30.2	124.1	322.5	525.0
	25万株/垧	9.5	60.0	261.0	287.5	650.0
	35万株/垧	14.4	69.3	197.1	420.0	560.0
群选1号	10万株/垧	3.9	19.4	129.0	360.0	615.0
	20万株/垧	8.6	36.6	202.0	490.0	1000.0
	30万株/垧	12.6	48.6	210.0	375.0	612.0

2、不同群体结构大豆植株生育状况与产量

在大豆不同群体结构中，主茎节数、主茎荚数及粒数、生物产量的多少，对大豆籽粒产量影响很大（见表7）。以早、晚熟两个品种的群体结构为例，每垧密度增加10万株，主茎节数减少2~3个。每平方米的主茎荚数多，产量就相应增高。如“延农5号”每垧25、35、45万株时，每平方米的主茎荚数分别为457.5、640、589个。每垧35万株密度的，每平方米主茎荚数最多，实际产量也最高，为453.3斤/亩。不同群体结构的经济系数比较稳定，早熟种为55%左右，中熟种为57%左右，晚熟种为47%左右。单位面积生物

表7 不同群体结构大豆的生育和产量 (1982年)

试验处理	项目	株高 (cm)	茎粗 (cm)	节数	有效分枝数	主茎荚数	分枝荚数	主茎粒数	分枝粒数	秕粒率 (%)	病虫粒率 (%)	百粒重 (克)	单株粒重 (克)	单株全重 (克)	经济系数 (%)	实际产量 (斤/亩)
延农5号	25万株/垧	89.2	0.61	15	1.1	18.3	2.4	52.5	5.8	2.3	14.6	23.4	13.2	24.2	55	418.5
	35万株/垧	99.0	0.580	16	0.3	18.3	0.6	52.9	1.2	1.5	13.0	24.0	12.4	23.6	53	453.3
	45万株/垧	86.5	0.46	13	0.1	13.1	0.1	34.7	0.2	2.1	18.2	23.4	7.6	13.8	55	388.7
延交75—14	15万株/垧	69.4	0.69	16.9	3.9	23.4	22.2	63.9	57.4	1.6	5.0	20.2	23	40	57.5	409.3
	25万株/垧	75.3	0.57	16.2	2.2	19.5	6.3	53.5	15.4	2.8	6.5	22.2	14	24.2	57.7	420.6
	35万株/垧	73.9	0.50	15.5	1.1	18.2	2.0	47.3	3.7	1.6	8.2	21.6	10.7	18.5	57.9	372.3
群选1号	10万株/垧	106.2	0.91	23.6	3.5	38.1	18	81.8	33.7	4.6	5.7	21.5	24.5	59.7	41	363.5
	20万株/垧	103.7	0.74	21.4	1.7	36.1	4.2	83.6	8.1	2.6	9.4	22.8	19.0	40.6	47	396
	30万株/垧	98.8	0.58	18.7	0.25	25.9	0.7	59.0	0.9	3.3	11.2	21.3	11.9	24.7	48	387.7

产量高的，其大豆籽粒产量就高。

分枝荚数极易受密度影响，但对产量影响不大。百粒重不同密度间变化很小。病虫害随密度的加大，稍有增加的趋势。

3、叶面积系数与籽粒产量

叶面积系数的大小及各生育时期叶面积系数是否合适，对产量影响很大。从表8中所见，叶面积系数的高峰多出现在鼓粒期，叶面积系数高峰期出现过早，即封垄过早也会影响大豆的产量。如晚熟种“群选1号”，每垧20万株时，叶面积系数高峰提前，其产量就较15万株的低。如果叶面积系数鼓粒期达高峰，结荚、鼓粒、黄叶三期叶面积系数相加高的，产量就高。

早熟种（延农5号）不同群体结构中，叶面积系数结荚期3—4，鼓粒期4—5，黄叶期3—4，六期相加13—15，产量最高。中熟种（延交75—14）叶面积系数结荚期3—4，鼓粒期4—5，黄叶期2—3，六期相加14—15，产量最高。晚熟种（群选1号）叶面积系数结荚期为5左右，鼓粒期为6左右，黄叶期2以上，六期相加15—16，产量最高。

表8 叶面积系数与籽粒产量的关系（1981年）

试验处理	项目	苗期	分枝期	开花期	结荚期	鼓粒期	黄叶期	六期相加	实际产量 (斤/亩)
延农5号	30万株/垧	0.26	1.08	1.50	3.43	5.42	2.87	14.56	491.5
	35万株/垧	0.26	1.04	1.88	3.68	4.70	4.05	15.61	506.7
	40万株/垧	0.26	0.99	1.36	3.73	4.19	3.28	13.81	496.2
延交75—14	15万株/垧	0.114	0.304	3.37	3.070	5.595	1.94	14.39	457.4
	25万株/垧	0.097	0.679	2.96	3.625	4.817	3.603	15.28	461.5
	35万株/垧	0.196	0.705	2.62	3.876	4.657	3.673	15.60	447.1
群选1号	10万株/垧	0.068	0.29	1.10	3.0	6.42	2.6	13.48	345.0
	15万株/垧	0.068	0.40	0.76	5.5	6.16	2.2	15.09	364.6
	20万株/垧	0.119	0.47	1.25	6.3	5.9	3.8	17.84	337.4

（四）光合强度、净光合生产率与干物质积累

1、光合强度

增加密度对大豆植株叶片光合强度的影响如何，目前还未见到较为详细的资料。我们用“07型红外CO₂分析仪”测定，早熟种“延农5号”封垄前的光合强度，不同群体结构间差异不明显。封垄以后，每垧以25万株为基础，每增加10万株，叶片光合强度降低5 mgCO₂/dm²/小时左右。大豆籽粒生产主要来自后期光合产物，密度达到45万株/垧时，后期光合强度明显下降（见表9），因此不易形成高的籽粒产量。

表9 延农5号不同群体结构光合强度比较

（单位：mgCO₂/dm²/小时，1982年）

试验处理	测定时期	封垄前 (8月10日)	封垄后 (9月7日)	两期平均	备注
25万株/垧		24.32	25.58	24.95	表中数字为测定植株上、中、下部叶片平均值。
35万株/垧		21.45	19.14	20.30	
45万株/垧		23.15	14.12	18.64	

2、净光合生产率与干物质积累

干物质积累量的多少，与净光合生产率和叶面积系数的大小关系极为密切。表10中所见，苗期至鼓粒期，“延农5号”每垧35万株时，净光合生产率最高，每天单位面积干物质积累量也最多，为16.13斤/亩/天，分别比每垧25、45万株的高1.31、2.87斤。“延交75—14”每垧25万株和“群选1号”每垧15—20万株，净光合生产率高，每天单位面积干物质积累量也最多。

表10 不同群体结构叶面积系数、净光合生产率与干物质积累(1982年)

试验处理		项目	平均叶面积系数	平均净光合生产率(克/㎡/天)	干物质积累量(斤/亩/天)	备注
延农5号	25万株/垧		2.105	5.28	14.82	表内数据为苗期至鼓粒期测定结果平均值。
	35万株/垧		2.280	5.31	16.13	
	45万株/垧		2.562	3.88	13.26	
延交75—14	15万株/垧		2.39	3.50	11.15	"
	25万株/垧		2.63	3.93	13.77	
	35万株/垧		2.60	3.38	11.73	
群选1号	10万株/垧		1.974	3.97	10.45	"
	20万株/垧		2.504	5.08	16.95	
	30万株/垧		2.210	3.48	10.25	

(五) 不同群体结构的生态环境

大豆群体中的生态环境，主要因素为行间的温度、湿度、通风及透光状况。根据我们几年来用“SCY—1型温、湿、风、光综合速测仪”测定结果表明，不同群体结构行间温、湿度与大气中的温、湿度比较差异不大，而行间的通风、透光状况却和自然风速、光照有很大差异，如表11所示。“延农5号”封垄前每垧20—40万株的通风、透光状况都能满足大豆生育的需要。而封垄后，每垧40万株的通风、透光状况就很差了。其中通风率仅是每垧20万株的1/4，透光率仅是自然光强度的6.5%，因通风透光差而抑制了光合作用。据有关材料介绍光照强度低于5000勒克斯时，花荚脱落重〔5〕，如果自然光强度为50000勒克斯时，则6.5%的光强度仅是3250勒克斯。所以密度不宜超过40万株/垧。

表11 延农5号不同群体结构行间(中部)通风透光状况(1981年)

试验处理	项目	通风率(%)		透光率(%)	
		封垄前	封垄后	封垄前	封垄后
20万株/垧		32.5	10.4	89.4	8.8
30万株/垧		18.6	4.3	86.2	10.1
40万株/垧		14.3	2.6	37.3	6.5

四、结 论

根据三年的试验研究结果，基本明确如下问题：

1、早熟种每垧应保苗35~40万株；中熟种每垧25~30万株；晚熟种每垧15~20万

株〔6〕。垄距65厘米，单行双株等距点播为好。

2、不同群体结构的大豆经济系数比较稳定。在提高大豆产量中应重点抓增加主茎荚数、粒数、生物产量。

3、封垄期应在鼓粒期，不能过于提前，否则影响大豆的生育。

4、封垄前不同群体结构间光合强度差异不大。封垄后，每垧每增加10万株，光合强度下降 $5 \text{ mgCO}_2 / \text{dm}^2 / \text{小时}$ 。

5、早熟种每垧35~40万株，中熟种25~30万株，晚熟种每垧15~20万株净光合生产率高，开花以后各期单位面积干物质积累量也最多。

6、叶面积系数，苗期至黄叶期六期相加，早熟种为13~15，中熟种14~15，晚熟种为15~16，是丰产长相。

7、延边地区大豆栽培应该走早熟密植的路子，本项研究结果和目前高产栽培技术配套应用，大豆亩产能达300~400斤以上。

参 考 文 献

- 〔1〕常耀中：1981年，大豆高产栽培叶面积问题，中国农业科学，2期。
- 〔2〕罗文春，1981年，大豆亩产四百斤的栽培技术与应用，中国油料，2期。
- 〔3〕山内、富士雄，1972年，大豆の子实生产に関する解析的研究，第二报，栽植密度と收量性的关系，北海道农业试验场研究报告108号。
- 〔4〕OseiSajo-Kantanka等，1981年，不同行距和植株排列对大豆的影响，国外农学—大豆，4期。
- 〔5〕D, K, Whigham等1981年，大豆对光温的反应，国外农学—大豆，2期。
- 〔6〕安昌范等，1982年，大豆不同生态型品种生长发育规律的研究，中国油料，4期。

《河北农业科技》1985年征订启事

《河北农业科技》是由河北省农林科学院主办的综合性农业科技刊物。主要刊登农、林、牧、副、渔等方面的新经验、新技术、新成果；宣传交流科学种田的先进经验；普及农业科学基本知识；同时选登省外国外的先进技术及科技信息。它适合农业科技人员、生产管理人员、知识青年、农村“两户”和农业院校师生等阅读。

《河北农业科技》每月上旬出版，16开本40页，彩色封面、封底。定价0.20元，每季0.60元，全年2.40元。代号18—9，由石家庄市邮局向全国发行。欢迎单位和个人到当地邮局（所）办理订阅手续。