

文章编号: 1003-8701(2007)05-0003-06

杂交大豆高产种植方式及合理群体结构的研究

闫晓艳¹, 邱强¹, 石一鸣¹, 王艳丽², 刘凤珍³, 董岭超¹

(1. 吉林省农业科学院大豆研究中心, 长春 130124; 2. 吉林省梨树县农业技术推广总站;
3. 吉林省桦甸农业技术推广中心)

摘要: 以 2 个杂交大豆品种 1 号和 2 号为试材, 分别在吉林省不同生态区域、不同种植方式下, 设置 3~5 个密度进行试验, 通过对其产量、叶面积变化及干物质积累的研究, 探讨杂交大豆高产种植方式和合理的群体结构。研究表明, 在吉林省中部平原区, 杂交大豆比较理想的高产种植方式是小垄双行种植。在中部中晚熟生态区的小垄双行种植方式下, 杂交豆 1 号最适宜的群体结构为 20.0~22.4 株/m², 并且结荚期最大叶面积系数为 6.0 左右, 光合生产率达到 5.0 g/m²·d 以上, 鼓粒期叶面积仍维持在 5.8 以上, 平均光合生产率 3.5 g/m²·d 以上, 此群体结构下的产量达到 3 015.4 kg/hm²。在东部中熟生态区等距点播单行扎眼种植方式下, 杂交豆 2 号最适宜的群体结构为 10~15 株/m², 并且结荚期叶面积系数达到 8.0 左右, 鼓粒期仍然维持在 6.0 左右, 平均光合生产率为 3.5 g/m²·d 左右, 此群体结构下的产量达到 3 900.0~4 120.0 kg/hm²。

关键词: 杂交大豆; 种植方式; 群体结构

中图分类号: S565.103.7

文献标识码: A

早在 60 年代初, 郭午、马国辅等人针对当时生产上应用的大豆品种开始探讨其合理的群体结构^[1-2]。此后, 人们从种植方式^[4-7]、品种类型^[3, 8-10](熟期、株型、结荚习性、株高)及大豆不同生育阶段^[11]的叶面积变化、干物质积累、光强分布和养分吸收等方面深入研究了大豆高产的群体结构; 同时, 通过多因子试验模拟农艺措施的方法^[12-13], 探讨了大豆种植密度与肥料的关系。本文通过对杂交大豆在不同生态区域和不同种植方式下的适宜密度及叶面积与干物质变化规律的探讨, 研究杂交大豆高产种植方式和合理的群体结构。

1 材料与方法

1.1 试验处理和方法

供试品种: 杂交豆 1 号和杂交豆 2 号。

中部中晚熟生态区(梨树): 密度试验, 设置 5 个处理, 分别为 10、15、20、25 和 30 株/m²; 试验采用小区随机区组设计, 3 次重复; 种植方式采用小垄双行种植, 即在 65 cm 垄上种双行, 小行距 10~12 cm。

种植方式试验, 设置 4 个处理。处理 1 常规种植, 即 60 cm 垄上单行种植; 处理 2 垄 2 种植, 即小垄双行种植(在 60 cm 垄上种双行); 处理 3 垄 3 种植, 即大垄 3 行种植(在 120 cm 垄上种 3 行, 小行距 30 cm); 处理 4 垄 4 种植, 即大垄 4 行种植(在 120 cm 垄上种 4 行, 小行距 20 cm)。试验采用大区对比法, 大区面积 200 m²。

东部中熟生态区(桦甸): 密度试验, 2005 年设置 3 个处理, 分别为 10、15 和 20 株/m²; 2006 年设置 4 个处理, 分别为 10、15、20 和 25 株/m²; 试验采用小区随机区组设计, 3~4 次重复; 种植方式采用等距点播单行扎眼种植。

1.2 叶面积和干物重测定方法

在苗期、开花、结荚、鼓粒、成熟时期, 从 1 次重复中取样, 每个处理取 5 株(苗期取 10 株)。采用打

收稿日期: 2007-05-25

作者简介: 闫晓艳(1960-), 女, 研究员, 从事土壤肥料与作物栽培研究。

孔法测定叶面积,采用风干法称量干物重。

1.3 测产和考种

成熟时密度试验每个处理各取中间两行,并去掉两端进行测产,测产面积 10 m²;种植方式试验每个处理随机取 3 点,每点测产面积 10 m²。收获时调查测产面积内的收获株数,并且每个处理各选取有代表性植株 10 株进行考种,株高、主茎节数、有效分枝、单株有效荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重均为 10 株平均数。

2 结果与分析

2.1 杂交大豆高产种植方式

2.1.1 产量结果

表 1 杂交豆 2 号不同种植方式产量构成因素

处理	收获株数(10 m ²)		株高(cm)		单株有效荚数		单株粒数		单株粒重(g)		百粒重(g)	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
常规	170.7	185.4	107.2	94.5	44.8	50.8	86.7	95.2	16.3	15.8	19.1	17.4
垄 2	183.0	190.0	100.4	91.6	57.7	43.4	108.4	91.4	20.2	14.9	19.4	16.1
垄 3	167.0	184.0	110.5	93.2	45.2	37.9	95.1	99.1	18.3	14.7	19.3	16.3
垄 4	168.0	184.6	109.5	99.9	44.5	53.5	87.7	103.6	16.1	18.4	19.2	17.4

表 2 杂交豆 2 号不同种植方式产量结果

处理	2005 年小区产量(kg/10 m ²)				产量(kg/hm ²) 比 CK ± (%)	2006 年小区产量(kg/10 m ²)				产量(kg/hm ²) 比 CK ± (%)		
	平均					平均						
常规	2.32	2.26	2.31	2.30	2 300.0	0.0	2.94	2.85	2.88	2.89	2 890.0	0.0
垄 2	2.84	2.68	2.81	2.78	2 780.0	20.8**	3.04	3.11	3.00	3.05	3 050.0	5.5
垄 3	2.39	2.44	2.42	2.42	2 420.0	5.2*	3.05	2.83	2.86	2.91	2 910.0	0.7
垄 4	2.37	2.29	2.33	2.33	2 330.0	1.4	3.18	3.19	3.17	3.18	3 180.0	10.0

从表 1 和表 2 可以看出,杂交豆 2 号不同种植方式产量构成因素的变化情况,2005 年垄 2 处理的单株有效荚数、单株粒数及单株粒重明显高于常规对照;垄 3 处理只有单株粒数和单株粒重高于常规对照;2006 年杂交豆 2 号产量构成因素之间有一定的差异,垄 4 处理的单株有效荚数、单株粒数及单株粒重明显高于常规对照;垄 2 和垄 3 处理的单株有效荚数、单株粒重及百粒重略低于常规对照。

杂交豆 2 号不同种植方式产量方差分析结果, F 检验达显著水准。2005 年多重比较结果:垄 2 处理比常规对照增产 20%,达极显著水平,垄 3 处理比常规对照增产 5.2%,达显著水平,垄 4 处理虽比常规对照增产 1.4%,但增产不显著。2006 年多重比较结果:垄 4 处理比常规对照增产 10.0%,达极显著水平,垄 2 处理比常规对照增产 5.5%,达显著水平,垄 3 处理与对照基本持平。两年综合分析垄 2、垄 3 和垄 4 处理的产量均高于常规对照处理,但只有垄 2 处理两年均比常规处理显著增产。可见杂交大豆在中部平原区高产种植方式以垄 2(小垄双行)种植为佳。

2.1.2 叶面积系数、光合势、干物质积累及光合生产率

表 3 杂交豆 2 号不同种植方式叶面积系数、光合势与产量关系

处理		苗期 2005 年(32 d)		开花期 2005 年(65 d)		结荚期 2005 年(86 d)		鼓粒期 2005 年(122 d)		产量(kg/hm ²)
		2006 年(43 d)		2006 年(58 d)		2006 年(68 d)		2006 年(96 d)		
		叶面积系数	光合势(m ² ·d/667 m ²)	叶面积系数	光合势(m ² ·d/667 m ²)	叶面积系数	光合势(m ² ·d/667 m ²)	叶面积系数	光合势(m ² ·d/667 m ²)	
常规	2005 年	0.31	3 326.4	5.89	68 267.1	9.38	106 957.2	4.25	163 614.6	2 300.0
	2006 年	1.07	15 394.9	4.30	26 873.5	6.04	34 460.9	8.09	131 896.8	2 890.0
垄 2	2005 年	0.36	3 838.4	6.33	73 601.6	9.40	110 097.8	3.65	156 612.6	2 780.0
	2006 年	1.48	21 142.8	5.20	33 387.6	6.20	38 011.9	8.31	135 419.5	3 050.0
垄 3	2005 年	0.32	3 368.0	7.25	83 207.9	10.19	122 106.6	4.20	172 762.2	2 420.0
	2006 年	1.61	23 148.6	5.09	33 538.3	6.61	39 019.3	9.61	151 432.0	2 910.0
垄 4	2005 年	0.48	5 112.0	4.13	50 679.8	9.98	98 785.1	5.12	181 279.8	2 330.0
	2006 年	1.64	23 444.6	4.66	31 480.6	6.10	35 860.1	8.38	135 148.8	3 180.0

从表 3 和表 4 可以看出,杂交豆 2 号不同种植方式叶面积系数结荚期至鼓粒期(出苗 86~96 d)达到最大值,而光合势鼓粒期达到最高水平。2005 年从开花至结荚期垄 2 和垄 3 处理各生育阶段的叶面积系数和光合势均比常规对照略高;2006 年杂交豆 2 号垄 2、垄 3 和垄 4 处理各生育阶段的叶面

积系数和光合势均比常规对照高。

表4 杂交豆2号不同种植方式的干物质积累和光合生产率

处理		苗期 2005年(32 d)		开花期 2005年(65 d)		结荚期 2005年(86 d)		鼓粒期 2005年(122 d)		成熟期茎和荚粒的干物重 (kg/hm ²)	各生育阶段平均光合生产率 (g/m ² ·d)
		2006年(43 d)		2006年(58 d)		2006年(68 d)		2006年(96 d)			
		干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)	干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)	干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)	干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)		
常规	2005年	198.0	4.0	3 427.5	3.2	11 193.0	4.8	12 316.5	0.5		3.1
	2006年	1 126.5	4.9	3 706.5	6.4	6 877.5	6.1	17 833.5	5.5	11 044.5	5.7
垄2	2005年	216.0	3.8	3 472.5	3.0	11 608.5	4.9	12 408.0	0.3		3.0
	2006年	1 461.0	4.6	4 521.0	6.1	6 843.0	4.1	16 690.5	4.8	10 728.0	4.9
垄3	2005年	217.5	4.3	3 780.0	2.9	12 192.0	4.6	13 036.5	0.3		3.0
	2006年	1 752.0	5.0	5 391.0	6.4	6 906.0	3.3	18 313.5	5.0	11 677.5	4.9
垄4	2005年	289.5	3.8	3 660.0	4.4	11 400.0	5.2	13 624.5	0.9		3.6
	2006年	1 809.0	5.1	4 416.0	5.5	8 236.5	7.1	16 917.0	4.3	11 280.0	5.5

杂交豆2号不同种植方式干物质积累情况,2005年垄2和垄3处理各生育阶段干物质积累略高于常规对照处理;光合生产率结荚期最高,鼓粒期迅速降低,但垄2和垄3处理与常规对照相比光合生产率没有明显差异。2006年垄2、垄3和垄4处理苗期和开花期干物质积累明显高于常规对照,结荚期只有垄4处理高于常规对照。光合生产率变化情况,结荚期垄4处理略高于常规对照,垄2和垄3处理低于常规对照;鼓粒期垄2、垄3和垄4处理均比常规处理略低;其它生育阶段光合生产率没有明显差异。

综合产量及生理指标可以看出:在吉林省中部平原区,杂交豆2号比较理想的高产种植方式是垄2种植,即小垄双行种植。

2.2 杂交大豆合理群体结构

2.2.1 中部中晚熟生态区杂交大豆合理群体结构

2.2.1.1 产量结果

在小垄双行种植方式下,杂交豆1号不同密度处理的产量构成因素及产量结果详见表5、表6和图1。

从表5和表6可以看出:杂交豆1号不同密度处理的产量构成因素,每平方米10、15、20株处理

表5 杂交豆1号不同密度处理产量构成因素

处理	收获株数(10 m ²)	株高(cm)	主茎节数	有效分枝	单株有效荚数	单株粒数	单株粒重(g)	百粒重(g)
1(10株/m ²)	106.0	95.7	18.3	1.96	76.6	149.0	26.5	19.1
2(15株/m ²)	157.0	107.3	18.8	1.85	58.0	117.2	21.1	19.1
3(20株/m ²)	183.0	105.3	19.4	1.80	55.3	108.7	17.0	19.0
4(25株/m ²)	220.0	107.0	18.7	0.60	56.7	96.6	15.7	19.0
5(30株/m ²)	257.5	109.1	18.7	0.60	41.9	74.0	12.9	19.0

表6 杂交豆1号不同密度处理产量结果

处理	小区产量(kg/10m ²)			平均	产量(kg/hm ²)	%	%	%
	2.6245	2.4139	2.5192					
1(10株/m ²)	2.6245	2.4139	2.5192	2.5192	2 519.2	0.0		
2(15株/m ²)	2.6453	2.6665	2.6559	2.6559	2 655.9	5.4	0.0	
3(20株/m ²)	3.0443	2.9865	3.0154	3.0154	3 015.4	19.7**	13.6**	9.8*
4(25株/m ²)	2.8289	3.2053	3.0171	3.0171	3 017.1	19.8**	13.6**	9.8*
5(30株/m ²)	2.6526	2.8350	2.7438	2.7438	2 743.8	9.1*	3.5	0.0

的有效分枝平均为1.9个左右,25株和30株处理明显减少为0.6个;并且单株有效荚数、单株粒数和单株粒重随着密度的增加而降低;但百粒重基本不变。

杂交豆1号不同密度处理的产量差异显著。每平方米20株和25株的产量明显高于10株、15株和30株的处理,比10株和15株处理分别增产19.7%和13.6%,达到极显著水

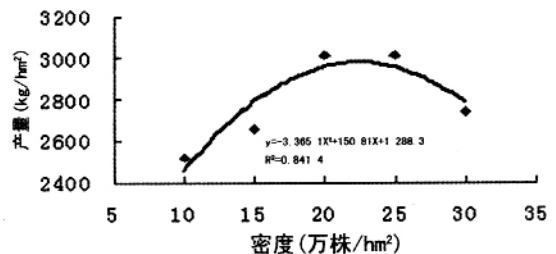


图1 杂交豆1号产量与密度关系

平,比30株处理增产9.8%,达到显著水平;每平方米30株的产量比10株增产9.1%,达到显著水平,但与15株处理产量差异不显著。并且由于每平方米20和25株处理的产量相同,可见杂交豆1号播种密度为每平方米20株即可。

由图1可以得出,产量和密度关系为抛物线,其方程式为 $Y = -3.365 1X^2 + 150.81X + 1288.3$ 。从此方程求得最高产量的播种密度为每公顷22.4万株,即每平方米22.4株,获得最高产量为2978.0 kg/hm²。

由此可见,在小垄双行种植方式下,杂交豆1号适宜播种密度为每平方米20~22.4株。

2.2.1.2 叶面积系数、光合势、干物质积累及光合生产率

在小垄双行种植方式下,杂交豆1号不同密度处理的叶面积系数、光合势、干物质积累及光合生产率详见表7和表8。

表7 杂交豆1号不同密度处理的叶面积系数、光合势与产量关系

处理	苗期(32 d)		开花期(65 d)		结荚期(86 d)		鼓粒期(122 d)		产量 (kg/hm ²)
	叶面系数	光合势 (m ² ·d/667 m ²)	叶面系数	光合势 (m ² ·d/667 m ²)	叶面系数	光合势 (m ² ·d/667 m ²)	叶面系数	光合势 (m ² ·d/667 m ²)	
1(10株/m ²)	0.24	2568.0	2.52	30315.5	3.60	42776.0	2.63	74660.4	2519.2
2(15株/m ²)	0.45	4819.2	3.40	42360.5	5.78	64227.5	3.84	115441.2	2655.9
3(20株/m ²)	0.52	5529.6	5.04	61178.7	6.06	77728.4	5.83	142725.6	3015.4
4(25株/m ²)	0.72	7651.2	5.78	71474.7	7.45	92606.9	5.55	155957.4	3017.1
5(30株/m ²)	0.73	7811.2	7.21	87382.4	8.88	112618.8	6.52	184721.4	2743.8

表8 杂交豆1号不同密度处理的干物质积累和光合生产率

处理	苗期(32 d)		开花期(65 d)		结荚期(86 d)		鼓粒期(122 d)		各生育阶段 平均光合 生产率(g/m ² ·d)
	干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)	干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)	干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)	干物重 (kg/hm ²)	光合生产率 (g/m ² ·d)	
1(10株/m ²)	186.0	4.83	2455.5	4.99	5410.5	4.61	6249.0	0.75	3.80
2(15株/m ²)	294.0	4.07	3450.0	4.97	7968.0	4.69	9174.0	0.70	3.61
3(20株/m ²)	388.5	4.68	4636.5	4.63	11016.0	5.47	1268.4	0.78	3.89
4(25株/m ²)	490.5	4.27	5935.5	5.08	9700.5	2.71	14775.0	2.17	3.56
5(30株/m ²)	507.0	4.33	2736.0	5.13	11340.0	2.43	17461.5	2.21	3.53

从表7和表8可以看出:杂交豆1号各密度处理的叶面积系数随着生育进程而增加,结荚期达到最大值,鼓粒期开始降低;但光合势直至鼓粒期达到最大值。在每平方米10~30株的密度范围内,杂交豆1号的叶面积系数随着密度的增加而增加;而在10~20株的密度范围内,产量也是随着密度的增加而增加,20株时达到最高产量,但如果密度继续增加产量不再增加,当密度增加到每平方米30株时,产量反而降低。

杂交豆1号不同密度处理各生育阶段单位面积干物质积累,随着密度的增加而增加。苗期和开花期不同密度处理的光合生产率比较接近,差异较小;结荚期的光合生产率,在低密度每平方米10~20株时随着密度的增加而增加,每平方米20株时光合生产率达到最大值为5.47 g/m²·d,当密度增加到每平方米25株以上时,光合生产率明显降低。

由此可见,杂交豆1号每平方米20株,结荚期最大叶面积系数为6.0左右,光合生产率达到5.0 g/m²·d以上,鼓粒期叶面积仍维持在5.8以上,平均光合生产率3.5 g/m²·d以上时,大豆的群体结构比较合理。

综合产量及生理指标分析结果,在中部中晚熟生态区的小垄双行种植方式下,杂交豆1号最适宜的群体结构为每平方米20~22.4株,并且结荚期最大叶面积系数为6.0左右,光合生产率达到5.0 g/m²·d以上,鼓粒期叶面积仍维持在5.8以上,平均光合生产率3.5 g/m²·d以上,此群体结构下的产量达到3015.4 kg/hm²。

2.2.2 东部中熟生态区杂交大豆合理群体结构

2.2.2.1 产量结果

在等距点播单行扎眼种植方式下,杂交豆2号不同密度处理的产量构成因素及产量结果详见表9和表10。

从表9和表10可以看出:在每平方米10~25株密度范围内,杂交豆2号不同密度处理的产量构

成因素变化, 有效分枝、单株有效荚数、单株粒数和单株粒重随着密度的增加而降低, 百粒重也有降低的趋势, 株高随密度的增加而增高; 但是, 每平方米 15 株处理百粒重降低的幅度比较小。

表 9 杂交豆 2 号不同密度处理产量构成因素

处理(株/m ²)	收获株数(10 m ²)	株高(cm)	主茎节数	有效分枝	单株有效荚数	单株粒数	单株粒重(g)	百粒重(g)	
10	2005 年	97.3	101.1	21.9	3.3	88.4	150.1	28.0	19.7
	2006 年	96.7	103.8	21.1	3.4	112.8	223.9	49.6	21.8
15	2005 年	144.5	106.8	21.3	2.1	78.6	134.8	25.9	19.4
	2006 年	144.0	112.5	21.8	1.9	84.8	173.8	30.5	21.5
20	2005 年	190.8	111.9	21.6	0.3	57.5	95.7	17.0	18.9
	2006 年	192.0	118.2	21.3	1.2	63.3	123.9	20.6	21.3
25	2006 年	239.3	122.0	21.3	0.8	66.6	132.7	15.7	20.9

表 10 杂交豆 2 号不同密度处理产量结果

处理(株/m ²)	2005 年小区产量(kg/10m ²)					产量(kg/hm ²)	%	%	2006 年小区产量(kg/10m ²)					产量(kg/hm ²)	%	%
	2.51	2.76	2.60	2.90	2.69				4.06	3.94	4.36	4.12	4 120.0			
10	2.51	2.76	2.60	2.90	2.69	2 690.0	3.3	0.0	4.06	3.94	4.36	4.12	4 120.0	32.5**	23.0**	
15	3.00	3.55	3.50	4.00	3.51	3 510.0	34.8**	30.5**	3.86	3.68	4.16	3.90	3 900.0	25.4*	16.4*	
20	2.53	2.82	2.68	2.40	2.61	2 610.0	0.0		3.26	3.50	3.30	3.35	3 350.0	7.7	0.0	
25									3.26	3.00	3.08	3.11	3 110.0	0.0		

杂交豆 2 号不同密度处理的产量具有明显的差异, 2005 年每平方米 15 株处理的产量为 3 510.0 kg/hm², 分别比 10 株和 20 株的处理增产 30.5%和 34.8%, 增产极显著; 2006 年杂交豆 2 号不同密度试验的产量结果具有明显的差异。每平方米 10 株和 15 株处理的产量为 4 120.0 和 3 900.0 kg/hm², 分别比 20 株和 25 株的处理增产 32.3%、23.0%和 25.4%、16.3%, 增产显著或极显著。

综合两年试验结果, 在东部中熟生态区等距点播单行扎眼种植方式下, 杂交豆 2 号适宜的种植密度应为 10~15 株/m²。

2.2.2.2 叶面积系数、光合势、干物质积累及光合生产率

在等距点播单行扎眼种植方式下, 杂交豆 2 号不同密度处理的叶面积系数、光合势、干物质积累及光合生产率详见表 11 和表 12。

表 11 杂交豆 2 号不同密度处理的叶面积系数、光合势与产量关系

处理(株/m ²)		苗期 2005 年(28 d)		开花期 2005 年(52 d)		结荚期 2005 年(67 d)		鼓粒期 2005 年(84 d)		产量(kg/hm ²)
		2006 年(53 d)		2006 年(70 d)		2006 年(94 d)		2006 年(112 d)		
		叶面积系数	光合势	叶面积系数	光合势	叶面积系数	光合势	叶面积系数	光合势	
10	2005 年	0.36	3 337.6	3.41	30 148.8	4.93	41 722.5	3.96	50 394.8	2 690.0
	2006 年	0.63	11 108.2	3.31	22 304.3	7.72	88 196.0	5.59	79 871.6	4 120.0
15	2005 年	0.58	5 441.8	4.56	41 149.2	6.86	57 081.0	5.15	68 023.0	3 510.0
	2006 年	0.77	13 558.5	3.74	25 562.6	8.08	94 582.8	6.87	89 720.0	3 900.0
20	2005 年	0.81	7 538.2	5.68	51 883.2	8.18	69 279.0	5.77	79 051.7	2 610.0
	2006 年	1.14	20 161.8	4.12	29 794.6	8.63	101 983.5	6.25	89 287.3	3 350.0
25	2006 年	1.19	21 063.7	5.79	39 553.2	8.84	117 022.0	8.44	103 653.1	3 110.0

表 12 杂交豆 2 号不同密度处理的干物质积累和光合生产率

处理(株/m ²)		苗期 2005 年(28 d)		开花期 2005 年(52 d)		结荚期 2005 年(67 d)		鼓粒期 2005 年(84 d)		成熟期茎和荚粒的干物重(kg/hn ²)	各生育阶段平均光合生产率(g/m ² ·d)
		2006 年(53 d)		2006 年(70 d)		2006 年(94 d)		2006 年(112 d)			
		干物重(kg/hn ²)	光合生产率(g/m ² ·d)	干物重(kg/hn ²)	光合生产率(g/m ² ·d)	干物重(kg/hn ²)	光合生产率(g/m ² ·d)	干物重(kg/hn ²)	光合生产率(g/m ² ·d)		
10	2005 年	210.0	4.2	2 424.0	4.9	5 274.0	4.6	5 874.0	0.79	7 809.0	3.6
	2006 年	465.0	2.8	2 671.5	6.6	6 850.5	3.2	8 200.5	1.10	10 084.5	3.4
15	2005 年	339.0	4.2	3 048.0	4.4	7 146.0	4.8	7 836.0	0.68	8 739.0	3.5
	2006 年	559.5	2.8	3 453.0	7.5	7 500.0	2.9	10 275.0	2.10	10 725.0	3.8
20	2005 年	481.5	4.3	3 208.5	3.5	8 812.5	5.4	9 633.0	0.69	7 452.0	3.5
	2006 年	850.5	2.8	3 472.5	5.9	8 488.5	3.3	10 989.0	1.90	9 972.0	3.5
25	2006 年	933.0	3.0	4 885.5	6.7	10 116.0	3.0	13 110.0	1.90	9 756.0	3.7

从表 11 和表 12 可以看出: 杂交豆 2 号各密度处理的叶面积系数随着生育进程而增加, 结荚期达到最大值, 鼓粒期明显降低。光合势变化趋势, 2005 年光合势随着生育进程而增加, 鼓粒期达到最大值; 2006 年光合势随着生长发育进程而增加, 结荚期达到最大值, 鼓粒期开始降低。可见, 在每平方米

10~25株密度范围内,叶面积系数和光合势随着密度的增加而增加,但产量是每平方米10~15株处理时最高,密度继续增加其产量却明显降低。

杂交豆2号不同密度处理单位面积干物质积累,苗期至鼓粒期随着密度的增加而增加,成熟时10~15株范围是增加,20~25株范围开始降低;各生育阶段单位面积干物质积累,10株和15株处理随着生育进程而增加,成熟时达到最大值,20株和25株处理随着生育进程而增加,鼓粒期达到最大值,成熟时降低。各密度处理的光合生产率变化趋势,2005年出苗至结荚期维持在较高水平,但鼓粒期明显降低;2006年所有密度处理的光合生产率均为开花期最高。各生育阶段平均光合生产率没有明显差异。

由此可见,杂交豆2号每平方米为10~15株,结荚期叶面积系数达到8.0左右,鼓粒期仍然维持在6.0左右,平均光合生产率为 $3.5\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ 左右时,大豆的群体结构比较合理,此时产量最高。

综合产量及生理指标分析结果,东部中熟生态区等距点播单行扎眼种植方式下,杂交豆2号最适宜的群体结构为每平方米10~15株,并且结荚期叶面积系数达到8.0左右,鼓粒期仍然维持在6.0左右,平均光合生产率为 $3.5\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ 左右,此群体结构下的产量达到 $3\,900.0\sim 4\,120.0\text{ kg/hm}^2$ 。

3 结论与讨论

针对大豆高产的群体结构,人们从种植方式^[4-7]、品种类型^[3,8-10](熟期、株型、结荚习性、株高)及大豆不同生育阶段^[11]的叶面积变化、干物质积累、光强分布和养分吸收等方面进行了深入研究。本文通过对杂交大豆高产种植方式、适宜密度及叶面积与干物质变化规律探讨了杂交大豆高产种植方式和合理群体结构。

在吉林省中部平原区,杂交大豆比较理想的高产种植方式是小垄双行种植。

在中部中晚熟生态区小垄双行种植方式下,杂交豆1号最适宜的群体结构为每平方米20~22.4株,并且结荚期最大叶面积系数为6.0左右,光合生产率达到 $5.0\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ 以上,鼓粒期叶面积系数仍维持在5.8以上,平均光合生产率 $3.5\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ 以上,此群体结构下的产量达到 $3\,015.4\text{ kg/hm}^2$ 。

在东部中熟生态区等距点播单行扎眼种植方式下,杂交豆2号最适宜的群体结构应为每平方米10~15株,并且结荚期叶面积系数达到8.0左右,鼓粒期仍然维持在6.0左右,平均光合生产率为 $3.5\text{ g/m}^2\cdot\text{d}$ 左右,此群体结构下的产量达到 $3\,900.0\sim 4\,120.0\text{ kg/hm}^2$ 。

参考文献:

- [1] 马国辅,梁振富.大豆合理密植的初步研究[J].吉林农业科学,1960(3):7-11.
- [2] 郭午,张雄久,牛裕洲.大豆合理群体结构的探讨[J].吉林农业科学,1964(2):9-18.
- [3] 安昌范,李今兰,李昌权,等.延边地区大豆高产群体结构的研究[J].吉林农业科学,1984(3):35-42.
- [4] 赵桂范,连成才,郑天琪,等.种植方式对大豆植株干物质积累及养分吸收影响的研究[J].大豆科学,1995(3):233-240.
- [5] 林国强,黄建成,陈志雄,等.窄畦窄行穴播大豆群体生理指标及光分布特点[J].中国油料作物学报,1998(3):56-59.
- [6] 闫晓艳,刘凯,李立波.窄行密植条件下大豆合理行距与密度的研究[J].耕作与栽培,2000(1):13-16.
- [7] 何庸,张荣华,程学刚.宽台栽培大豆叶面积动态及净光合生产率[J].中国油料,1997,(3):41-43.
- [8] 吕景良,岳德荣,董英山,等.大豆高产高效配套技术的研究[J].吉林农业科学,1999,(2):3-7.
- [9] 林蔚刚,胡立成,董丽华,等.大豆不同群体叶面积与光强垂直分布初步分析[J].大豆科学,1996(2):56-61.
- [10] 赵爱莉,王大伟,杨继余,等.种植密度对不同类型大豆生长发育及产量的影响[J].中国油料,1995(4):27-30.
- [11] 赵政文,马继凤,李小红,等.南方春大豆不同生育期干物质积累与氮磷钾含量的变化[J].大豆科学,1994(1):53-60.
- [12] 陈华塔,郑祥品.南方春大豆种植密度与肥料施用正交回归旋转试验[J].大豆通报,1998(3):10.
- [13] 王彦丰,等.大豆高产综合农艺措施模拟和优化的研究[J].大豆科学,1992(1):43-48.