

品种、密度、施肥量对高油大豆产量及品质的效应

冯丽娟¹, 朱洪德¹, 于洪久², 王春风¹

(1. 黑龙江八一农垦大学植物科技学院, 大庆 163319; 2. 黑龙江省农科院农村能源研究所, 哈尔滨 150086)

摘要 采用3因素3水平正交试验,研究了品种、密度、施肥量对高油大豆产量和品质的影响。结果表明,品种、密度、施肥量三因素通过影响高油大豆的叶面积指数、叶绿素含量的动态变化,进而影响植株干物质积累,最终影响产量和品质的形成。施肥量对高油大豆产量的影响最大,农大96065,密度为36万株/hm²,施肥量为210 kg/hm²时的产量最高,达3407.45 kg/hm²;高油大豆的脂肪和蛋白质含量主要受品种自身的遗传因素影响,其次是密度和施肥量;蛋白质脂肪总量主要受密度因素影响,品种效应其次,施肥量影响最小。

关键词 高油大豆;密度;施肥量;产量;品质

中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)02-0158-05

EFFECT OF VARIETY, DENSITY AND FERTILIER LEVEL ON THE YIELD AND QUALITY OF HIGH OIL SOYBEAN

FENG Li-juan¹, ZHU Hong-de¹, YU Hong-jiu², WANG Chun-feng¹

(1. *Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319*; 2. *The Energy Resources Institute of Country of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086*)

Abstract The effect of variety, density and level of fertilization on the high oil soybean yield and quality was studied by field experiment. The results showed variety, density and level of fertilization affected the plant dry matter accumulation by leaf area index dynamics and chlorophyll dynamics, which affected yield and quality at last. The yield of high oil soybean was mainly affected by fertilizer level. For example, Nongda 96065, got its highest yield at the density of 36×10^4 plants/hm² and the fertilizer level of 210 kg/hm². The content of fat and protein of high oil soybean were affected mainly by its heritage factor, which affected subordinately by density and level of fertilization. However, the total content of protein and fat was affected mainly by density factor, which was affected subordinately by variety and leastly by level of fertilization.

Key words High oil soybean; Density; Fertilizer level; Yield; Quality

大豆的产量和品质的形成是在基因型和环境条件的共同作用下通过复杂的生理生化活动和生化代

谢过程完成的。在一定的基因型条件下,通过适宜的栽培措施,可以使品种的优良特性得到最大的发

收稿日期:2006-09-25

基金项目:国家863计划项目(2003AA207170, 2004AA207160)

作者简介:冯丽娟(1981-),女,在读硕士研究生,研究方向为大豆遗传育种。E-mail: fenglijuan0710@126.com

通讯作者:朱洪德研究员,硕士生导师,主要从事大豆遗传育种研究。E-mail: ndzhd@sohu.com

挥。因此,在培育出优良品种的同时,研究其高产高效的配套栽培技术至关重要^[1]。

本研究通过对品种、密度、施肥量三因素试验,探索基因型与环境因子对高油大豆产量和品质的影响,明确最佳因子组合,为高油大豆优质高产栽培及技术配套提供理论依据,对高油大豆区域生产、实现高油大豆的高产高效有重要现实意义。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于 2005 年在黑龙江八一农垦大学密山校区试验田进行,供试土壤为草甸黑钙土,土壤基础肥力为:有机质 5.31%,全氮 0.291%,速效氮 231.83 mg/kg,速效磷 126.27 mg/kg,速效钾 230.67 mg/kg。采用 L₉(3⁴) 正交表设计,取 3 个因素,分别为品种(A)、密度(B)、施肥量(C),每个因素设 3 个水平,共 9 个处理,处理组合及因素水平见表 1,每个处理 3 次重复,小区按随机区组排列,3 行区,小区面积为 20.25 m²,以生产上大豆田常用的 3 种肥料(尿素、磷酸二铵、氯化钾)作为参试肥料,N:P:K=1:2:0.5,生育期内田间管理与常规生产田相同。

表 1 试验设计
Table 1 Trial design

处理 Treatment	因素 Factors		
	品种	密度(万株/hm ²)	施肥量(kg/hm ²)
	Variety	Density(10 ⁴ /hm ²)	Level of fertilization
1	A1 农大 15404	B1 50	C1 210
2	A1 农大 15404	B2 43	C2 150
3	A1 农大 15404	B3 36	C3 90
4	A2 农大 96065	B1 50	C2 150
5	A2 农大 96065	B2 43	C3 90
6	A2 农大 96065	B3 36	C1 210
7	A3 农大 25284	B1 50	C3 90
8	A3 农大 25284	B2 43	C1 210
9	A3 农大 25284	B3 36	C2 150

1.2 测定项目及方法

于 R1(开花初期)、R2(开花盛期)、R3(结荚初期)、R4(结荚盛期)、R5(鼓粒初期)、R6(鼓粒盛期)各进行一次田间取样,在各小区中选取长势均匀的植株 15 株,将植株地上部分(子叶节以上)按茎、叶、荚等器官剪开并分放,在 105℃ 下杀青 30 min 后,置于 80℃ 下烘干至恒重,称取各器官的干

重并计算干物质重量,成熟期各小区实收测产。

用 SPAD-502 叶绿素仪对植株进行活体叶绿素含量测定,每个小区选取 10 株,测定相同部位的叶片,每叶片测 3 点,求平均值,以叶绿素含量的相对值(SPAD 值)表示。蛋白质、脂肪含量采用 FOSS 公司生产的 Infratec 1255 型近红外整粒谷物快速测定仪测定。

2 结果与分析

2.1 品种、密度、施肥量对高油大豆光合生理指标的影响

2.1.1 叶面积指数的变化 叶面积指数是指某一生育时期绿叶面积占土地面积的比率,是源的主要特征。适宜的叶面积指数动态是大豆高产稳产的主要生理基础^[2]。品种、密度、施肥量对高油大豆叶面积指数影响的动态变化(图 1、2、3),由图可见,各因素效应下大豆群体叶面积指数均随着生育进程的推进而呈逐渐增加的趋势,R5 期达到最大值,而后随植株下部叶片的变黄脱落,叶面积指数开始下降。

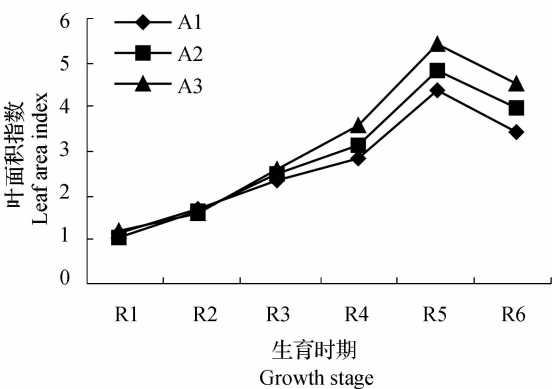


图 1 不同品种叶面积指数的动态变化
Fig. 1 LAI dynamics under different varieties

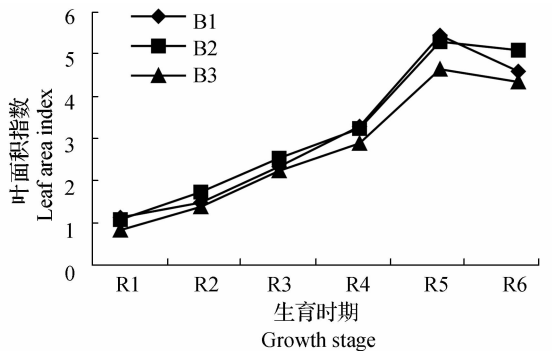


图 2 不同密度下叶面积指数的动态变化
Fig. 2 LAI dynamics under different densities

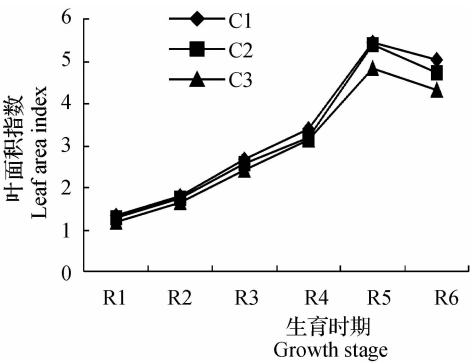


图3 不同施肥量下叶面积指数的动态变化
Fig. 3 LAI dynamics under different levels of fertilization

其中,品种效应中以农大 15404 各处理的平均叶面积指数最高,其次为农大 96065 和农大 25284;在密度效应下,R5 期之前各处理的平均叶面积指数为高密度>中密度>低密度,R5 期以后高密度处理平均叶面积指数迅速下降,而中密度处理和低密度处理趋于平缓下降趋势,说明中密度处理和低密度处理在鼓粒期可以保持较大的光合叶面积,形成较多的光合产物,从而增加干物质积累;在施肥量效应下,各处理的平均叶面积指数变化趋势较为一致,即高施肥量>中施肥量>低施肥量,说明高施肥量有利于叶面积指数的提高。

2.1.2 叶绿素含量的变化 不同因素效应下,高油大豆叶片中叶绿素含量的动态变化(图 4、5、6)。叶绿素是作物吸收太阳光能进行光合作用的重要物质。在一定范围内,叶绿素含量的高低与光合速率及大豆产量密切相关^[3-5],因此,叶绿素含量可作为光合器官对大豆籽粒贡献大小的重要依据^[6]。由图 4、5、6 可见,大豆在三种因素效应下,叶绿素含量随生育进程的推进呈逐渐上升趋势,在 R5 期达最大。在品种效应下,农大 25284 叶绿素含量高,为 50.96;在密度效应下,低密度处理叶绿素含量高,为 50.73;在施肥量效应下,

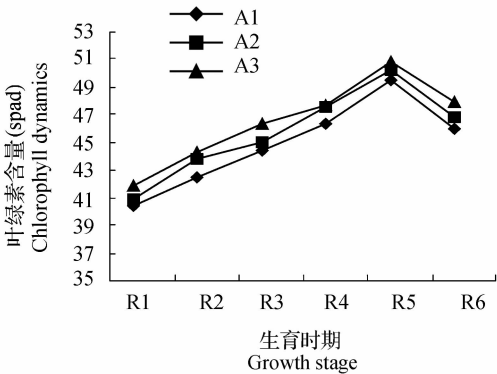


图4 不同品种叶绿素含量的动态变化
Fig. 4 Chlorophyll dynamics under different varieties

高施肥量处理叶绿素含量最高,为 51.85。由此说明,在农业生产上,通过合理的栽培措施,保持大豆生育后期较高的叶绿素含量,增强其光合能力,对增加籽粒干物质积累具有重要作用。

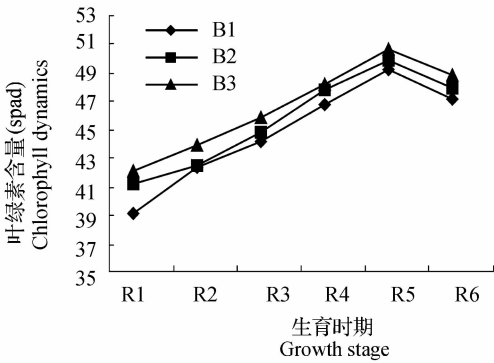


图5 不同密度下叶绿素含量的动态变化
Fig. 5 Chlorophyll dynamics under different densities

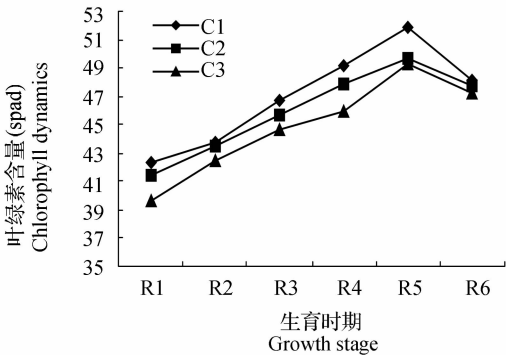


图6 不同施肥量下叶绿素含量的动态变化
Fig. 6 Chlorophyll dynamics under different levels of fertilization

2.2 品种、密度、施肥量对高油大豆植株个体干物质积累的影响

干物质是光合作用的产物,而在作物生物学产量中,90%~95%的物质来自光合作用的产物^[7],因此干物质积累是大豆产量形成的基础^[8]。由图 7、

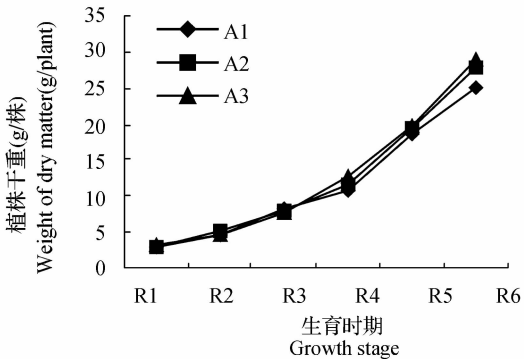


图7 不同品种植株干物质积累的动态变化
Fig. 7 Dry matter accumulation dynamics

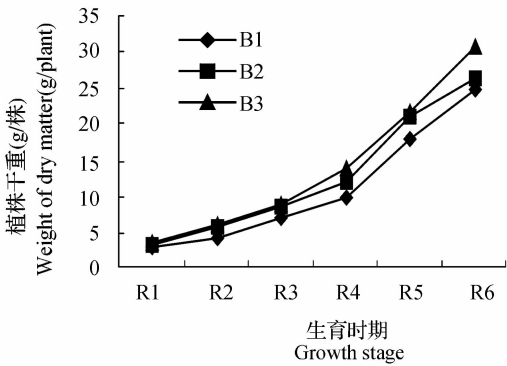


图8 不同密度下植株干物质积累的动态变化
Fig.8 Dry matter accumulation dynamics under different densities

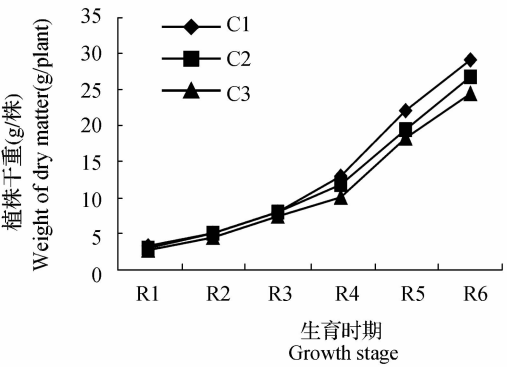


图9 不同施肥量下植株干物质积累的动态变化
Fig.9 Dry matter accumulation dynamics under different levels of fertilization

8、9 可见,不同因素效应下,随着大豆营养生长与生殖生长的并进,叶片数量快速增加,叶面积急剧扩大,大豆植株干物质积累呈现出明显的递增趋势。在品种效应下,农大 25284 在各生育时期的干物质积累均高于其它两个品种;在密度效应下,低密度处理平均干物质积累量最高,其次是中密度处理,高密度处理最低,说明随着密度的增加,个体生长受群体生长影响程度加大,使个体生长受到抑制,个体生长量减少,从而使高密度群体下植株个体干物质积累量减少;在施肥量效应下,高施肥量处理平均干物质积累量最高,其次为中施肥量处理和低施肥量处理,此结果说明,高施肥量下,植株个体可吸收充足的养分,促进植株的生长和光合,从而使植株个体干物质积累量增加,而低施肥量处理下则相反。

2.3 品种、密度、施肥量对高油大豆产量的影响

从表 2 可以看出,高油大豆的产量以处理 6 最高,达 3407.45 kg/hm²,除与处理 1、4、5、8 的差异不

显著外,与其它处理的差异都达到显著水平,说明在本试验条件下,A2B3C1 是高产栽培的最佳处理组合,即农大 96065,密度为 36 万株/hm²,施肥量为 210 kg/hm²。

产量各因素平均极差表现为 R_C > R_A > R_B (表 3),说明本试验条件下施肥量对高油大豆产量的影响最大,其次为品种和密度,随着施肥量的增加,能显著提高高油大豆的产量。方差分析表明:不同施肥量间、品种间以及密度间产量存在显著差异,其中施肥量间以 C1 (210 kg/hm²) 明显高于 C2 (150 kg/hm²) 和 C3 (90 kg/hm²),品种间以 A2 (农大 96065) 明显高于 A1 (农大 15404) 和 A3 (农大 25284),密度间则以 B3 (36 万株/hm²) 为最高。

2.4 品种、密度、施肥量对高油大豆品质的影响

2.4.1 不同处理高油大豆的品质比较 从表 2 的结果可以看出:不同处理之间,脂肪、蛋白质及蛋脂总量都存在显著差异。脂肪含量以处理 6 (A2B3C1) 为最高,处理 1 (A1B1C1) 次之;蛋白质含量以处理 5 (A2B2C3) 为最高,处理 6 (A2B3C1) 次之;且处理 6 (A2B3C1) 蛋脂总量最高。

2.4.2 各因素水平对高油大豆品质的影响 影响脂肪含量的因子主要是品种,其次是密度和施肥量 (表 3),不同因素间脂肪含量存在明显差异,说明高油大豆的脂肪含量除受品种自身遗传因素的影响外,在一定程度上还受栽培密度和施肥量的制约,随着密度的升高和施肥量的减少,高油大豆的脂肪含量呈显著降低的趋势。其中品种间 A1 (农大 15404) 明显高于 A2 (农大 96065) 和 A3 (农大 25284),密度间以 B3 (36 万株/hm²) 为最高,不同施肥量间以 C1 (210 kg/hm²) 为最高。影响蛋白质含量的因子主要也是品种,但密度和施肥量的影响效应较小,不同品种间蛋白质含量具有显著差异,说明高油大豆的蛋白质含量主要受遗传因素影响,环境因素影响较小。品种间 A2 (农大 96065) 显著高于 A1 (农大 15404) 和 A3 (农大 25284)。蛋脂总量主要受密度因素影响,品种因素次之,施肥量对它的影响不大。不同密度和品种间高油大豆的蛋脂总量存在显著差异,随着密度的升高,高油大豆的蛋脂总量有增加的趋势。且不同密度间以 B3 (36 万株/hm²) 为最高,不同品种间以 A2 (农大 96065) 为最高,不同施肥量间则以 C1 (210 kg/hm²) 为最高。

表2 各处理产量及品质的比较

Table 2 Yield and quality comparison between the treatment

处理 Treatment	脂肪(%) Fat	蛋白质(%) Protein	蛋脂总量(%) Total of protein and fat	产量(kg/hm ²) Yield
1	21.58A	40.24b	61.82ab	3018.56ABC
2	21.43AB	40.39ab	61.82ab	2870.41BC
3	21.47AB	40.21b	61.67b	2833.38BC
4	20.72C	40.67ab	61.39b	3018.56ABC
5	20.87C	40.93a	61.81ab	3037.08ABC
6	21.63A	40.90a	62.53a	3407.45A
7	20.96BC	39.47c	60.42c	2666.70C
8	21.10ABC	40.20b	61.31b	3111.15AB
9	21.23ABC	40.58ab	61.82ab	2981.53BC

注:表中数字后的大、小写字母不同分别表示差异达极显著和显著水平(下同)。

Note:The capital and small letter indicate significant at 0.01 and 0.05 level, respectively. The same below.

表3 各因素水平产量及品质的平均值

Table 3 Average yield and quality for each level and factor

处理 Treatment	脂肪(%) Fat	蛋白质(%) Protein	蛋脂总量(%) Total of protein and fat	产量(kg/hm ²) Yield
A1	21.49A	40.28B	61.77A	2907.45B
A2	21.07B	40.84A	61.91A	3148.19A
A3	21.10B	40.08B	61.18B	2925.96B
B1	21.09B	40.12b	61.21B	2907.45b
B2	21.14B	40.51a	61.65AB	3000.04ab
B3	21.44A	40.56a	62.01A	3074.11a
C1	21.44A	40.45a	61.89a	3185.23A
C2	21.13B	40.55a	61.68ab	2963.00B
C3	21.10B	40.20a	61.30b	2851.89B
R _A	0.42	0.75	0.73	192.60
R _B	0.36	0.44	0.80	133.34
R _C	0.34	0.35	0.58	266.67

3 结论与讨论

品种、密度、施肥量三因素通过影响高油大豆的叶面积指数、叶绿素含量的动态变化,进而影响到植株干物质积累,最终影响产量和品质。
干物质积累主要取决于光合作用。光合作用是

一个十分复杂的生理过程,在特定的环境条件下,叶片光合能力与叶面积指数、叶绿素含量密切相关。本试验中各因素效应结果表明,高油大豆的叶面积指数随着密度和施肥量的升高呈上升趋势,其中以农大15404的叶面积指数最高;高油大豆的叶绿素含量随着密度的升高而降低,随着施肥量的升高而升高,其中农大25284叶绿素含量最高;高油大豆的植株干重变化趋势与叶绿素含量相同。

高油大豆的产量与品种、密度和施肥量有关,其中施肥量是影响高油大豆产量的主要因素。产量随着施肥量的升高而升高,不同施肥量间高油大豆的产量达到极显著差异;品种和密度对高油大豆产量的影响效应其次。

本试验中,高油大豆的品质主要受品种自身的遗传效应影响,环境因素作用其次。杨庆凯研究指出^[9],品种的遗传性对品质含量的影响约占70%~80%;而环境条件的影响约占20%~30%。由此说明,品种的遗传性对高油大豆的品质影响具有主导作用,同时环境因素的影响效应也不可忽视。至于环境条件对高油大豆品质的综合影响效应将有待于进一步研究。

参 考 文 献

[1] 苗保河,张为社,李战国,等.栽培因子对高油大豆品种产量及其生理指标的影响[J].大豆科学,2004,23(4):307-310.

[2] 张荣贵,宋宇.大豆叶面积、净光合速率与产量的相关性[J].中国农业科学,1979,2:40-46.

[3] 苗以农,徐克辉.大豆不同节位叶绿素含量的变异性[J].大豆科学,1987,6(1):21-25.

[4] Buttery B R, Buzzell R I. 光合速率和叶绿素含量之间关系[M].赵福洪译.北京:农业出版社,1979:72-75.

[5] Buttery B R, Buzzell R I, Finalay W I. Relation among photosynthetic rate, bean yield and other characters in field growth cultivars of soybean[J]. Canadian Journal of Plant Science. 1981, 61:191-198.

[6] 苍晶,王学东,崔琳,等.大豆豆荚与叶片的光合特性比较[J].中国农学通报,2005,21(2):85-87.

[7] 杜维广,张桂茹,满维群,等.大豆光合作用与产量关系的研究[J].大豆科学,1999,18(2):154-158.

[8] 凌启鸿.作物群体质量[M].上海:上海科学技术出版社,2000:11.

[9] 杨庆凯.论大豆蛋白质与油分含量品质的变化及影响因素[J].大豆科学,2000,19(4):386-391.