

播种量和肥料处理对油菜角果层结构特征的影响

王海鑫 (四川省自贡市农业科学研究所, 四川自贡 643000)

摘要 [目的]研究不同播种量、肥料处理对油菜角果层结构特征的影响。[方法]以德油15号油菜品种为试验材料,采用4因素5水平二次通用旋转组合设计,即播种量(1.50、2.50、3.00、3.75、4.50 kg/hm²)、氮肥(0、75、150、225、300 kg/hm²)、磷肥(重过磷酸钙约含P₂O₅ 12%、0、300、600、900、1 200 kg/hm²)、钾肥(K₂O、0、75、150、225、300 kg/hm²)4因素5水平,对油菜角果层结构特征进行了研究。[结果]播种量、施氮量、施磷量以及施钾量的不同,对油菜单株有效角果结角层长度、角果数、角果总表面积、角果风干重、籽粒风干重均有显著的影响,尤其是角果数、角果总表面积、角果风干重、籽粒风干重在不同处理中均有较大的差异。但不同的处理对于油菜的经济指数(即籽粒风干重与角果风干重的比值)并没有显著影响。[结论]该试验为四川油菜高产栽培技术体系的构建提供参考。

关键词 油菜;播种量;施肥量;角果层结构特征

中图分类号 S634.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)04-0033-04

Effects of Seeding Quantity and Fertilizer Treatments on the Structural Characters of Rape Silique Layer

WANG Hai-xin (Zigong Institute of Agricultural Sciences of Sichuan Province, Zigong, Sichuan 643000)

Abstract [Objective] To research the effects of seeding quantity and fertilizer treatments on the structural characters of silique layer. [Method] With Deyou 15 as the rape material, four-factor and five-level quadratic general rotary unitized design was adopted, which was seeding quantity (1.50, 2.25, 3.00, 3.75, 4.50 kg/hm²), N fertilizer (0, 75, 150, 225 and 300 kg/hm²), P fertilizer (P₂O₅ 12%, 0, 300, 600, 900 and 1 200 kg/hm²) and K fertilizer (K₂O, 0, 75, 150, 225 and 300 kg/hm²). The structural characters of rape silique layer were researched. [Result] Seeding quantity, N fertilizer, P fertilizer and K fertilizer had significant effects on the length of silique canopy, silique number, total surface area of silique, air dry weight of silique, air dry weight of seed, especially that there were relatively significant differences in silique number, total surface area of silique, air dry weight of silique, and air dry weight of seed in different treatments. However, there were no significant impacts on the economic indexes of rape in different treatments. [Conclusion] This research provides references for the formation of rape high-yield cultivation technique system in Sichuan Province.

Key words Rape; Seeding quantity; Fertilization amount; Structural characters of silique layer

不同的栽培条件是影响油菜产量的主要原因,栽培条件通过对油菜整个生育过程中的农艺及经济性状的影响直接或间接地影响着产量的高低,因此研究油菜的形态及生理指标有着非常重要的作用。高雪等^[1]通过对“杂选1号”在不同施肥水平下的经济性状进行分析,建立了“杂选1号”在不同地力条件下株有效角果数与N、P、K施用量的数学模型,并获得了较高角果数量的优化施肥技术方案,发现无论在何种地力水平条件下,施用N肥增加株有效角果数的效果都最明显。隗溟等^[2]研究了双低油菜“中双5号”不同施氮量的田间性状表现,发现氮肥对分枝角果数影响最大,随着施氮水平的提高,高效分枝群有下移的趋势,不同施氮水平的结角层结构、分枝的经济系数也明显不同。胡立勇等^[3]对4个甘蓝型油菜品种在不同氮素水平下的结角情况进行了研究,发现施氮使根、茎的干物质分配比例下降,叶和分枝的干物质分配比例上升,而角果的变化不大,但高氮水平下每角粒重开始下降。增施氮肥明显提高各品种下部分枝的结角起止点,并使各种结角层厚度增加。冷锁虎等^[4]研究发现,春油菜单株结角层模式在低密度下呈伞形;适宜密度下呈华盖式;高密度下呈梭形。在华盖式结角层中,高效分枝所占的比例大,各枝序的结角起点高度和终点高度都较一致。华盖式结角层的生产力较高,是春油菜一种合理的结角层模式。朱耕如等^[5]研究认为在结角层中的上层角果经济性状最好,下层渐差,各层单位面积角果皮的生产力自上而下随累计角果皮面积指数的增加而降低,两者呈二次方程关系。角果的

籽粒重量不仅与开花先后有关,更与光照条件有关,一次枝果序的生产力与它在结角层中位置的高低和果序的长度有关。理想的结角层一次枝序的结角起点与主序基本相平,并均有较长的果序和较高的生产力。虽然油菜不同栽培方式、不同施氮水平对油菜角果层结构特征的影响已有研究,但是在四川盆地生态区不同播种量及N、P、K用量对油菜角果层结构特征综合影响的研究少有报道。鉴于此,笔者在自贡市沿滩区王井镇研究了不同播种量、肥料处理对油菜新品种“德油15号”角果层结构特征的影响,以期探索出角果层结构特征与产量之间的变化机制,为四川油菜高产栽培技术体系的构建提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于2015年在自贡市沿滩区王井镇进行,试验田土壤肥力中等、地形方正平整、地力均匀一致。

1.2 材料 供试品种为“德油15号”。

1.3 方法 免耕稻草覆盖下不同播种量(种植密度)处理:用种量为1.50、2.25、3.00、3.75、4.50 kg/hm²,分别用字母A₁、A₂、A₃、A₄、A₅表示。

免耕稻草覆盖下不同氮肥施用量处理:纯氮用量为0、75、150、225、300 kg/hm²,分别用字母B₁、B₂、B₃、B₄、B₅表示。

免耕稻草覆盖下不同磷肥施用量处理:重过磷酸钙(约含P₂O₅ 12%)用量0、300、600、900、1 200 kg/hm²,分别用字母C₁、C₂、C₃、C₄、C₅表示。

免耕稻草覆盖下不同钾肥施用量处理:钾(K₂O)用量0、75、150、225、300 kg/hm²,分别用D₁、D₂、D₃、D₄、D₅表示。

采用4因素5水平二次通用旋转组合试验设计,共31

作者简介 王海鑫(1984—),男,四川自贡人,农艺师,硕士,从事作物栽培及育种研究。

收稿日期 2016-11-18

个小区(即 $T_1 \sim T_{31}$), 小区面积约 30 m^2 (处理及数据见表1)。

1.4 调查测定项目与方法 成熟期每小区选取有代表性的植株2~3株, 对其结角层进行分层。方法是从植株最上部的第一个角果开始, 向下每20 cm为1层, 剪下所有角果计数, 在处理的每个层次中随机选取10~20个角果, 测量角果的最大宽度 $Bm(\text{cm})$ 和每个角果的长度 $L(\text{cm})$, 求出长度的

平均值 $La(\text{cm})$, 并参照冷锁虎等推导的公式 $S = 2.4 \times La \times Bm - 0.6^{[6]}$ 计算出角果的表面积。待角果风干后, 称出每个层次的角果总风干重, 然后将角果的籽粒和果壳分开, 再分别称出每个层次的总籽粒重, 果壳重则可以通过总重减去总籽粒重求得, 进而通过总籽粒重除以总风干重求出经济指数。待所有数据全部测出并计算出后, 再对数值进行相应的平均值计算, 并进行数据分析。

表1 4因素5水平二次通用旋转组合试验设计

Table 1 Four-factor and five-level quadratic general rotary unitized design

处理代号 Treatment code	播种量 Seeding quantity kg/hm ²	氮肥用量 Dosage of N fertilizer kg/hm ²	磷肥用量 Dosage of P fertilizer kg/hm ²	钾肥用量 Dosage of K fertilizer kg/hm ²
T ₁	3.75	225	900	225
T ₂	3.75	225	900	75
T ₃	3.75	225	300	225
T ₄	3.75	225	300	75
T ₅	3.75	75	900	225
T ₆	3.75	75	900	75
T ₇	3.75	75	300	225
T ₈	3.75	75	300	75
T ₉	2.25	225	900	225
T ₁₀	2.25	225	900	75
T ₁₁	2.25	225	300	225
T ₁₂	2.25	225	300	75
T ₁₃	2.25	75	900	225
T ₁₄	2.25	75	900	75
T ₁₅	2.25	75	300	225
T ₁₆	2.25	75	300	75
T ₁₇	4.50	150	600	150
T ₁₈	1.50	150	600	150
T ₁₉	3.00	300	600	150
T ₂₀	3.00	0	600	150
T ₂₁	3.00	150	1 200	150
T ₂₂	3.00	150	0	150
T ₂₃	3.00	150	600	300
T ₂₄	3.00	150	600	0
T ₂₅	3.00	150	600	150
T ₂₆	3.00	150	600	150
T ₂₇	3.00	150	600	150
T ₂₈	3.00	150	600	150
T ₂₉	3.00	150	600	150
T ₃₀	3.00	150	600	150
T ₃₁	3.00	150	600	150

2 结果与分析

2.1 不同播种量对油菜角果生长的影响 由表2可知, 播种量为1.50~4.50 kg/hm²时, 结角层的长度为71~83 cm, 平均长度为77 cm, 偏差为1.30%~7.79%; 角果数为233~382个, 平均为311个, 偏差为1.61%~25.08%; 总表面积为1 449.0~2 345.4 cm², 平均为1 977.7 cm², 偏差为6.92%~18.59%; 角果风干重为27.12~45.31 g, 平均为34.60 g, 偏差为1.39%~30.95%; 籽粒风干重为13.26~23.08 g, 平均为17.22 g, 偏差为0.52%~34.03%; 经济指数为0.484 0~0.505 5, 平均为0.4957, 偏差为0.44%~2.36%。

不同播种量的结角层长度由高到低依次为 A_2 、 A_1 、 A_3 、 A_5 、 A_4 ; 角果数由高到低依次为 A_2 、 A_3 、 A_1 、 A_4 、 A_5 ; 总表面积依次为 A_2 、 A_1 、 A_3 、 A_4 、 A_5 ; 角果风干重由高到低依次为 A_2 、 A_3 、 A_1 、 A_4 、 A_5 ; 籽粒风干重由高到低依次为 A_2 、 A_3 、 A_1 、 A_4 、 A_5 ; 经济指数由高到低依次为 A_2 、 A_1 、 A_4 、 A_5 、 A_3 。

试验结果显示, 不同播种量对油菜角果的结角层长度以

及经济指数影响不是很明显, 但是对角果数、总表面积、角果风干重和籽粒风干重都有较大的影响。其中, 当播种量达到 A_2 (2.25 kg/hm²) 时, 油菜的单株有效角果数最多, 故总表面积、角果风干重、籽粒风干重以及经济指数的数值都达到最大, 而播种量太少或太多, 都会减少单株有效角果数、总表面积、角果风干重、籽粒风干重以及经济指数的数值。因此可以得出结论, 在该试验范围内, 播种量为2.25 kg/hm²时, 可以得到最佳的效果。

2.2 不同氮肥量对油菜角果生长的影响 从表3可以看出, 施氮量为0~300 kg/hm² 纯氮时, 结角层的长度为70~81 cm, 平均为76 cm, 偏差为2.63%~7.89%; 角果数为215~422个, 平均为327个, 偏差为2.45%~34.25%; 总表面积1 229.2~2 742.4 cm², 平均为2 041.6 cm², 偏差为2.15%~34.33%; 角果风干重为23.90~47.65 g, 平均为36.51 g, 偏差为0.85%~34.54%; 籽粒风干重为11.78~24.64 g, 平均为18.34g, 偏差为4.47%~35.77%; 经济指数为0.482 5~

0.517 1, 平均为 0.499 2, 偏差为 1.26% ~ 3.54%。

表 2 不同播种量对油菜角果生长的影响

Table 2 Effects of seeding quantity on the growth of rape silique

播种量 Seeding quantity	处理 Treatment	结角层长度 Length of silique canopy // cm	角果数 Silique number	总表面积 Total surface area of silique cm ²	角果风干重 Air dry weight of silique g	籽粒风干重 Air dry weight of seed g	经济指数 Economic index
A ₁	T ₁₈	80	316	2 143.7	34.12	17.13	0.502 1
A ₂	T ₉ ~ T ₁₆	83	382	2 345.4	45.31	23.08	0.505 5
A ₃	T ₁₉ ~ T ₃₁	78	342	2 114.5	36.99	17.98	0.484 0
A ₄	T ₁ ~ T ₈	71	281	1 835.7	29.46	14.66	0.497 9
A ₅	T ₁₇	74	233	1 449.0	27.12	13.26	0.488 9

不同施氮量结角层的长度从大到小依次为 B₄、B₃、B₁、B₂、B₅；角果数从大到小依次为 B₄、B₅、B₃、B₂、B₁；总表面积依次为 B₅、B₄、B₃、B₂、B₁；角果风干重从大到小依次为 B₅、B₄、B₃、B₂、B₁；籽粒风干重从大到小依次为 B₅、B₄、B₃、B₂、B₁；经济指数从大到小依次为 B₅ > B₄ > B₁ = B₂ > B₃。

结果显示,不同施氮量对油菜角果的结角层长度以及经济指数影响不明显,但是对角果数、总表面积、角果风干重和籽粒风干重却有较大的影响。随着施氮量的增加,角果数、

总表面积、角果风干重和籽粒风干重的数值都随之增加。其中,当播种量达到 B₅(300 kg/hm² 纯氮)时,油菜单株的有效角果数最多,而油菜单株角果的总表面积、角果风干重、籽粒风干重以及经济指数都达到最大值,但施氮量过少或不施,都会减少单株有效角果数、总表面积、角果风干重、籽粒风干重以及经济指数的数值。因此可以得出结论,在该试验范围内,施氮量为 300 kg/hm² 时,可以得到最佳的效果。

表 3 不同氮肥量对油菜角果生长的影响

Table 3 Effects of N fertilizer dosage on the growth of rape silique

氮肥用量 Dosage of N fertilizer	处理 Treatment	结角层长度 Length of silique canopy // cm	角果数 Silique number	总表面积 Total surface area of silique cm ²	角果风干重 Air dry weight of silique g	籽粒风干重 Air dry weight of seed g	经济指数 Economic index
B ₁	T ₂₀	76	215	1 229.2	23.90	11.78	0.492 9
B ₂	T ₅ ~ T ₈ 、T ₁₃ ~ T ₁₆	73	241	1 423.8	28.27	13.98	0.492 9
B ₃	T ₁₇ 、T ₁₈ 、T ₂₁ ~ T ₃₁	78	335	2 085.4	36.20	17.52	0.482 5
B ₄	T ₁ ~ T ₄ 、T ₉ ~ T ₁₂	81	422	2 727.3	46.52	23.76	0.510 6
B ₅	T ₁₉	70	421	2 742.4	47.65	24.64	0.517 1

2.3 不同磷肥量对油菜角果生长的影响 从表 4 可以看出,施磷量从 0 ~ 1 200 kg/hm² 时,结角层的为 76 ~ 79 cm,平均为 78 cm,偏差范围为 1.28% ~ 2.56%；角果数为 245 ~ 533 个,平均为 353 个,偏差为 3.97% ~ 50.99%；总表面积为 1 766.7 ~ 3 238.9 cm²,平均为 2 238.5 cm²,偏差为 5.09% ~ 44.69%；角果风干重为 29.75 ~ 55.44 g,平均为 39.02 g,偏差为 1.61% ~ 42.08%；籽粒风干重为 14.73 ~ 27.59 g,平均为 19.43 g,偏差为 2.62% ~ 42.00%；经济指数为 0.483 9 ~ 0.503 3,平均为 0.496 0,偏差为 0.18% ~ 2.44%。

不同施磷量的结角层长度顺序为 C₂ > C₁ = C₃ > C₅ > C₄；角果数由高到低依次为 C₅、C₂、C₃、C₄、C₁；总表面积由高到低依次为 C₅、C₂、C₃、C₄、C₁；角果风干重由高到低依次为 C₅、C₂、C₃、C₄、C₁；籽粒风干重由高到低依次为 C₅、C₂、C₄、C₃、C₁；经济指数由高到低依次为 C₄、C₂、C₅、C₁、C₃。

试验结果显示,施磷量为 C₅(1 200 kg/hm²)时,达到较理想的效果。不同施磷量对油菜角果的结角层长度以及经济指数影响不明显,但是对角果数、总表面积、角果风干重和籽粒风干重都有较显著的影响。施磷量达到 300 kg/hm² 时,角果数、总表面积、角果风干重和籽粒风干重的数值都达到

一个峰值。之后施磷量从 600 kg/hm² 到 900 kg/hm² 的数值都开始递减,直到施磷量达到 1 200 kg/hm² 时,油菜的单株有效角果数达到高值,总表面积、角果风干重以及籽粒风干重的数值也达到了最大值,经济指数接近最大。因此施磷量的变化,对油菜单株有效角果数、总表面积、角果风干重、籽粒风干重以及经济指数的数值无明显递增或递减的趋势。

2.4 不同钾肥量对油菜角果生长的影响 从表 5 可以看出,施钾量为 0 ~ 300 kg/hm² 时,结角层的长度为 75 ~ 98 cm,平均为 81 cm,偏差为 2.47% ~ 20.99%；角果数为 276 ~ 447 个,平均为 374 个,偏差为 3.48% ~ 26.20%；总表面积为 1 674.2 ~ 3 115.7 cm²,平均为 2 287.3 cm²,偏差为 5.81% ~ 36.22%；角果风干重为 31.99 ~ 53.18 g,平均为 40.34 g,偏差为 2.88% ~ 31.83%；籽粒风干重为 16.14 ~ 26.12 g,平均为 19.66 g,偏差为 9.87% ~ 32.86%；经济指数为 0.445 9 ~ 0.502 4,平均为 0.485 7,偏差为 0.49% ~ 8.19%。

不同施钾量的结角层长度顺序为 D₁ > D₂ = D₅ > D₃ > D₄；角果数由高到低依次为 D₅、D₁、D₂、D₃、D₄；总表面积由高到低依次为 D₁、D₂、D₅、D₃、D₄；角果风干重由高到低依次为 D₁、D₂、D₅、D₃、D₄；籽粒风干重由高到低依次为 D₁、D₂、D₅、D₃、D₄；经济指数由高到低依次为 D₄、D₂、D₁、D₃、D₅。

表4 不同磷肥量对油菜角果生长的影响

Table 4 Effects of P fertilizer dosage on the growth of rape silique

磷肥用量 Dosage of P fertilizer	处理 Treatment	结角层长度 Length of silique canopy//cm	角果数 Silique number	总表面积 Total surface area of silique cm ²	角果风干重 Air dry weight of silique g	籽粒风干重 Air dry weight of seed g	经济指数 Economic index
C ₁	T ₂₂	78	245	1 766.7	29.75	14.73	0.495 1
C ₂	T ₃ 、T ₄ 、T ₇ 、T ₈ 、T ₁₁ 、T ₁₂ 、T ₁₅ 、T ₁₆	79	367	2 352.5	39.65	19.94	0.500 2
C ₃	T ₁₇ ~T ₂₀ 、T ₂₃ ~T ₃₁	78	324	2 005.8	35.15	17.06	0.483 9
C ₄	T ₁ 、T ₂ 、T ₅ 、T ₆ 、T ₉ 、T ₁₀ 、T ₁₃ 、T ₁₄	76	296	1 828.6	35.13	17.81	0.503 3
C ₅	T ₂₁	77	533	3 238.9	55.44	27.59	0.497 7

试验结果表明,不同施钾量对油菜角果的结角层长度的影响不明显,不施钾肥时,结角层的长度达到了最大值,甚至比平均值高出了近 21 百分点。对经济指数影响也不明显,但有较大差异,施钾量在 225 kg/hm² 时经济指数达到了最大值。对角果数、总表面积、角果风干重和籽粒风干重有较大的影响:施钾量达到 300 kg/hm² 时,角果数达到了最大值;不施钾肥时,总表面积、角果风干重和籽粒风干重的数值都达到了最大值。总体来看,施钾量从 0 到 225 kg/hm²,所有的数值都呈递减趋势(除经济指数有一定的差异)。但当施钾

量达到 300 kg/hm² 时,油菜的单株有效角果数是所有几组数值中最多的,总表面积、角果风干重以及籽粒风干重的数值都不是最大值,但却出现了一个峰值(经济指数除外)。因此施钾量的变化,对油菜单株有效角果数、总表面积、角果风干重、籽粒风干重以及经济指数的影响无递增或递减的趋势。由此可见,在该试验范围内,施钾量为 0 kg/hm² 时,达到最佳的效果(经济指数以外)。若只考虑经济指数,则在施钾量达到 225 kg/hm² 时,效果最佳。

表5 不同钾肥量对油菜角果生长的影响

Table 5 Effects of K fertilizer dosage on the growth of rape silique

钾肥用量 Dosage of K fertilizer	处理 Treatment	结角层长度 Length of silique canopy//cm	角果数 Silique number	总表面积 Total surface area of silique cm ²	角果风干重 Air dry weight of silique g	籽粒风干重 Air dry weight of seed g	经济指数 Economic index
D ₁	T ₂₄	98	442	3 115.7	53.18	26.12	0.491 2
D ₂	T ₂ 、T ₄ 、T ₆ 、T ₈ 、T ₁₀ 、T ₁₂ 、T ₁₄ 、T ₁₆	79	387	2 506.9	42.78	21.60	0.501 0
D ₃	T ₁₇ ~T ₂₂ 、T ₂₅ ~T ₃₁	76	316	1 985.5	34.59	16.96	0.488 1
D ₄	T ₁ 、T ₃ 、T ₅ 、T ₇ 、T ₉ 、T ₁₁ 、T ₁₃ 、T ₁₅	75	276	1 674.2	31.99	16.14	0.502 4
D ₅	T ₂₃	79	447	2 154.4	39.18	17.47	0.445 9

3 结论

该试验在大田试验条件下通过对德油 15 号进行播种量和施肥量的不同处理,结果发现这些因素对油菜角果层结构特征有较显著的影响。当播种量在 2.25 kg/hm²,施氮量在 300 kg/hm² 时,所有试验数值都达到了最大值;磷肥和钾肥则很难找到一个让所有试验数值都达到最大的施肥量,从结角数和经济指数方面来看,当施磷量达到 120 kg/hm² 时,单株角果数达到了最大值,当施磷量为 900 kg/hm² 时,经济指数达到了最大值;当施钾量达到 300 kg/hm² 时,单株角果数达到了最大值,当施钾量达 225 kg/hm² 时,经济指数达到了最大值。同时根据试验数据可以得出,磷肥和钾肥的施用量在一定范围内会起到增产作用,但是超过该范围反而会减产,该结论

和前人的研究结果基本一致^[7]。

参考文献

- [1] 高雪,苟红英. N、P、K 施用量对“杂选 1 号”油菜单株有效角果数的影响[J]. 种子, 2003(6): 70-72.
- [2] 隗溟,刘启鑫. 施氮量对双低油菜分枝生产力和结角层结构的调节作用[J]. 中国油料作物学报, 1997(3): 59-62.
- [3] 胡立勇,王维金,吴江生. 氮素对油菜角果生长及结角层结构的影响[J]. 中国油料作物学报, 2002, 24(3): 29-32.
- [4] 冷锁虎,朱耕如,李仁杰,等. 油菜结角层模式栽培理论与技术的研究: I. 春油菜种植密度对结角层结构的影响[J]. 中国油料作物学报, 1991(4): 22-25.
- [5] 朱耕如,邓秀兰. 油菜结角层的结构[J]. 江苏农业学报, 1987, 3(3): 16-21.
- [6] 冷锁虎,朱耕如. 油菜角果表面积的计算方法[J]. 中国油料作物学报, 1991(3): 76-77.
- [7] 中国农业科学院油料作物研究所. 中国油菜栽培学[M]. 北京: 农业出版社, 1990: 1776-1777.