

## 种植密度和施肥水平对油菜茎叶可溶性糖和游离氨基酸及籽粒产量的影响

宋小林<sup>1</sup>, 刘强<sup>1</sup>, 宋海星<sup>1</sup>, 官春云<sup>2\*</sup>, 荣湘民<sup>1</sup>, 曾德武<sup>1</sup>, 杨勇<sup>1</sup>, 郭春铭<sup>1</sup>

(1.湖南农业大学 资源环境学院, 湖南 长沙 410128; 2.国家油料改良中心 湖南分中心, 湖南 长沙 410128)

**摘 要:**以湘杂油 763 为材料,测定不同施肥量(以 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O、B 计,处理 A:240、120、210、1.2 kg/hm<sup>2</sup>;处理 B:180、90、157.5、0.9 kg/hm<sup>2</sup>;处理 C:120、60、105、0.6 kg/hm<sup>2</sup>;处理 D:60、30、52.5、0.3 kg/hm<sup>2</sup>;E:不施肥)和栽培密度(7.5×10<sup>4</sup>、1.5×10<sup>5</sup>、2.25×10<sup>5</sup>、3.0×10<sup>5</sup>、3.75×10<sup>5</sup>、4.5×10<sup>5</sup> 株/hm<sup>2</sup>)对油菜茎叶可溶性糖和游离氨基酸含量及其油菜籽粒产量的影响。结果表明:油菜可溶性糖含量随着施肥量的减少和栽培密度的增加而升高;游离氨基酸含量随着施肥量的增加而升高;游离氨基酸含量、游离氨基酸总量与可溶性糖总量均和油菜籽粒产量呈显著正相关,可溶性糖含量与油菜籽粒产量呈显著负相关。以处理 A 施肥量和密度为 2.25×10<sup>5</sup> 株/hm<sup>2</sup> 的处理油菜籽粒产量最高。

**关 键 词:**油菜; 施肥量; 种植密度; 可溶性糖; 游离氨基酸; 籽粒产量

中图分类号: S565.4 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2011)01-0012-05

## Effects of different planting densities and fertilizer levels on soluble sugar and free amino acids content and rapeseed yield

SONG Xiao-lin<sup>1</sup>, LIU Qiang<sup>1</sup>, SONG Hai-xing<sup>1</sup>, GUAN Chun-yun<sup>2\*</sup>, RONG Xiang-min<sup>1</sup>,

ZENG De-wu<sup>1</sup>, YANG Yong<sup>1</sup>, GUO Chun-ming<sup>1</sup>

(1. College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. Hunan Branch, National Center of Oilseed Crops Improvement, Changsha 410128, China)

**Abstract:** Xiangzayou763 was used as material to study the effects on rapeseed stem-leaf soluble sugar and free amino acids and rapeseed yield in different fertilizer levels(N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> K<sub>2</sub>O B; treatment A, 240 120 210 1.2 kg/hm<sup>2</sup>; B, 180 90 157.5 0.9 kg/hm<sup>2</sup>; C, 120 60 105 0.6 kg/hm<sup>2</sup>; D, 60 30 52.5 0.3 kg/hm<sup>2</sup>; E, no fertilizer)and planting density(7.5×10<sup>4</sup>, 1.5×10<sup>5</sup>, 2.25×10<sup>5</sup>, 3.0×10<sup>5</sup>, 3.75×10<sup>5</sup>, 4.5×10<sup>5</sup>plant/hm<sup>2</sup>). The result indicated that the content of soluble sugar in rapeseed stem was increased with fertilizer decreased and increased with density increased; The content of free amino acids took an upward trend with increasing fertilizer. Free amino acids amounts and total amounts of soluble sugar and free amino acids had very significant positive correlations with rape grain yield, while it had a negative correlation between soluble sugar amounts and rape grain yield. Integrated study showed that the treatment A and the density of 2.25×10<sup>5</sup>plant/ hm<sup>2</sup> was the most conducive to rape income.

**Key words:** oilseed rape; fertilization level; culture density; soluble sugar; free amino acid; grain yield

收稿日期: 2010-05-24

基金项目: 国家油菜产业技术体系建设项目(00509); 国家“863”计划项目(2006BAD21B03); 国家自然科学基金面上项目(30971860); 湖南省自然科学基金重点项目(07JJ3074)

作者简介: 宋小林(1984—), 男, 陕西西安人, 硕士研究生, 主要从事植物营养与生态研究, fenyng23@163.com; \*通信作者, guancy2000@yahoo.com.cn

湘杂油 763 是湖南农业大学选育的杂交油菜新品种,已于 2008 年通过湖南省品种审定委员会审定(湘审油 2008005)。鉴于施肥水平和栽培密度对油菜个体和群体的生长发育、形态建成和产量形成具有较大的影响<sup>[1-2]</sup>,而可溶性糖与游离氨基酸含量能够反映植株体内碳氮代谢状况<sup>[2-4]</sup>,笔者探讨施肥水平和栽培密度对油菜碳氮代谢主要产物和籽粒产量的影响,以期对湘杂油 763 的科学种植提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料和土壤肥力

供试油菜品种为湘杂油 763,由国家油料改良中心湖南分中心提供。供试肥料:尿素(含 N 46%)、钙镁磷肥(含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%)、氯化钾(含 K<sub>2</sub>O 60%)、硼砂。

供试土壤为第四纪红壤,土壤有机质含量 33.61 g/kg,全氮 0.85 g/kg,碱解氮 126.8 mg/kg,全磷 0.9 g/kg,速效磷 7.4 mg/kg,全钾 14.4 g/kg,速效钾 64.8 mg/kg。

1.2 试验设计

试验于 2008 年 9 月至 2009 年 5 月在湖南省浏阳市永安镇油菜基地进行。施肥水平和种植密度设计参照湘杂油 763 的栽培特性和相关文献<sup>[5-8]</sup>。肥料设 A、B、C、D、E 等 5 水平(表 1),种植密度设 7.5×10<sup>4</sup>、1.5×10<sup>5</sup>、2.25×10<sup>5</sup>、3.0×10<sup>5</sup>、3.75×10<sup>5</sup>、4.5×10<sup>5</sup> 株/hm<sup>2</sup> 等 6 水平,分别用 M1、M2、M3、M4、M5、M6 表示,共 30 个处理,3 次重复,每小区面积为 20 m<sup>2</sup>(其中 5 m<sup>2</sup> 为采样区,15 m<sup>2</sup> 为测产区)。油菜直播,出苗后通过间苗调整密度。50%

氮肥、60 % 钾肥和全部磷、硼肥作基肥 1 次条施,20%氮肥和 20%钾肥作苗肥,30%氮肥和 20%钾肥作薹肥对水浇施。11 月上旬(苗期)、翌年 4 月初(盛花期)和收获期分别选取 7~10 株长势一致的植株,风干后,用大粉碎机初步粉碎,混匀后取一部分样品用小粉碎机进一步粉碎过筛,测定茎叶可溶性糖和游离氨基酸含量。

表 1 不同施肥水平的施肥量  
Table 1 The application of different fertilization level kg/hm<sup>2</sup>

处理	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	B
A	240.0	120.0	210.0	1.2
B	180.0	90.0	157.5	0.9
C	120.0	60.0	105.0	0.6
D	60.0	30.0	52.5	0.3
E	0.0	0.0	0.0	0.0

1.3 测定项目与方法

油菜收割后按小区测秸秆重和籽粒重,并计算生物产量和籽粒产量。可溶性糖含量采用蒽酮比色法<sup>[9]</sup>测定;游离氨基酸含量采用茚三酮比色法<sup>[10]</sup>测定。可溶性糖和游离氨基酸总量为苗期、盛花期和收获期含量之和乘以油菜生物量。

1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel2007 软件和 SPSS11.5 统计分析软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 施肥量和种植密度对湘杂油 763 籽粒产量的影响

试验结果(表 2)显示,油菜籽粒产量随着施肥量

表 2 油菜籽粒产量  
Table 2 The yield of rapeseed grain

栽培密度	油菜籽粒产量/(kg·hm <sup>-2</sup> )				
	A	B	C	D	E
M1	(1968.7±128.1)Bb	(1556.7±96.2)Bc	(1236.5±13.3)Aa	(378.0±171.1)Aa	(109.0±27.8)Ab
M2	(2183.7±124.4)ABab	(1761.2±197.5)ABabc	(1314.9±55.5)Aa	(590.8±93.3)Aa	(141.9±55.7)Aab
M3	(2302.1±13.3)Aa	(1733.6±90.7)ABbc	(1373.0±124.4)Aa	(469.8±82.3)Aa	(170.2±81.1)Aab
M4	(2226.9±85.1)ABa	(1915.0±73.9)Aab	(1456.9±138.8)Aa	(499.9±192.9)Aa	(222.7±27.0)Aa
M5	(2187.9±224.4)ABab	(1979.0±139.7)Aa	(1477.5±680.0)Aa	(582.8±157.2)Aa	(213.1±34.7)Aab
M6	(2089.5±69.4)ABab	(1928.9±167.3)Aab	(1542.7±22.2)Aa	(598.9±7.7)Aa	(224.9±26.7)Aab

的增加而显著增加；在高施肥量(A)条件下,种植密度  $2.25 \times 10^5$  株/hm<sup>2</sup>(M3)处理的油菜籽粒产量最高,为 2 302.1 kg/hm<sup>2</sup>,与其他密度处理之间差异极显著。中等施肥量(B)条件下,种植密度  $3.75 \times 10^5$  株/hm<sup>2</sup>(M5)产量最高,与其他密度处理之间差异极显著。在较低施肥量(C)、低施肥量(D)和不施肥(E)条件下,种植密度处理之间差异不显著。

## 2.2 施肥量和种植密度对可溶性糖含量的影响

从图 1 中可以看出,随着施肥量的降低,油

菜可溶性糖含量逐渐增加,其中,种植密度在  $3.75 \times 10^5$  株/hm<sup>2</sup>(M5)时,可溶性糖含量随施肥量单峰曲线变化,并在较低施肥量(C)时含量达到最大值,为 1.5 g/kg。可溶性糖总量变化趋势与可溶性糖含量截然相反,随着施肥量的增加而增加,随种植密度的增加而先增大,密度达到  $3.75 \times 10^5$  株/hm<sup>2</sup>(M5)时,值达到最大,为 87.76 kg/hm<sup>2</sup>,之后降低。油菜籽粒产量与可溶性糖含量呈负相关,与可溶性糖总量呈正相关。

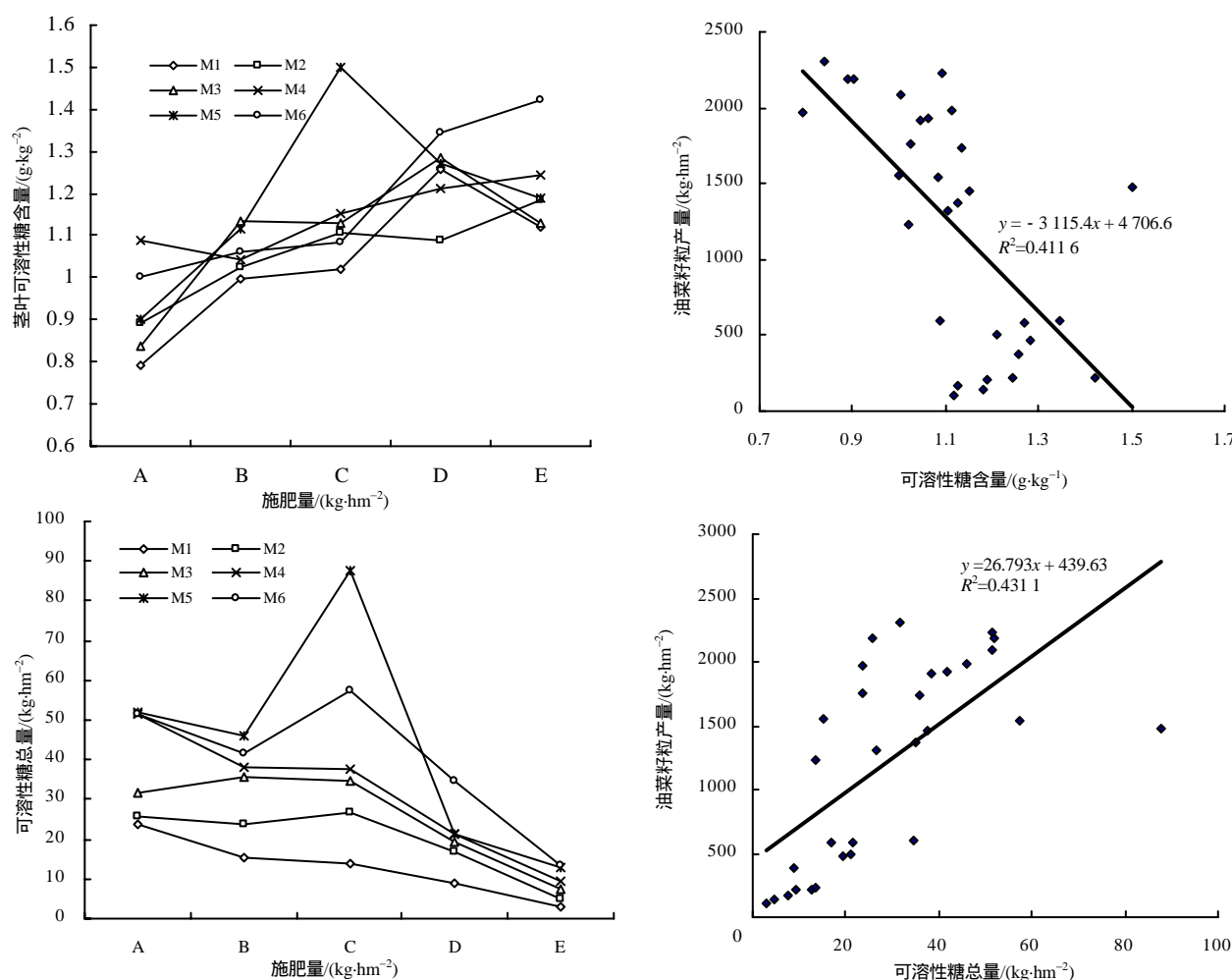


图 1 施肥水平和种植密度对油菜可溶性糖及籽粒产量的影响

Fig. 1 Effect of fertilizer levels and planting densities on soluble sugar and rapeseed yield

## 2.3 施肥量和种植密度对油菜游离氨基酸含量的影响

由图 2 可知,油菜游离氨基酸含量变化呈近抛物线状,与可溶性糖含量变化趋势相反,随施肥量降低呈抛物线状下降<sup>[11-12]</sup>。在中等施肥量(B)条件

下,密度  $3.75 \times 10^5$ (M5)和  $4.50 \times 10^5$  株/hm<sup>2</sup>(M6)处理,游离氨基酸含量显著高于其他处理;其他施肥量条件下,密度因素对游离氨基酸含量的影响较小。从图 2 中又可以看出,游离氨基酸含量与油菜籽粒产量呈正相关。

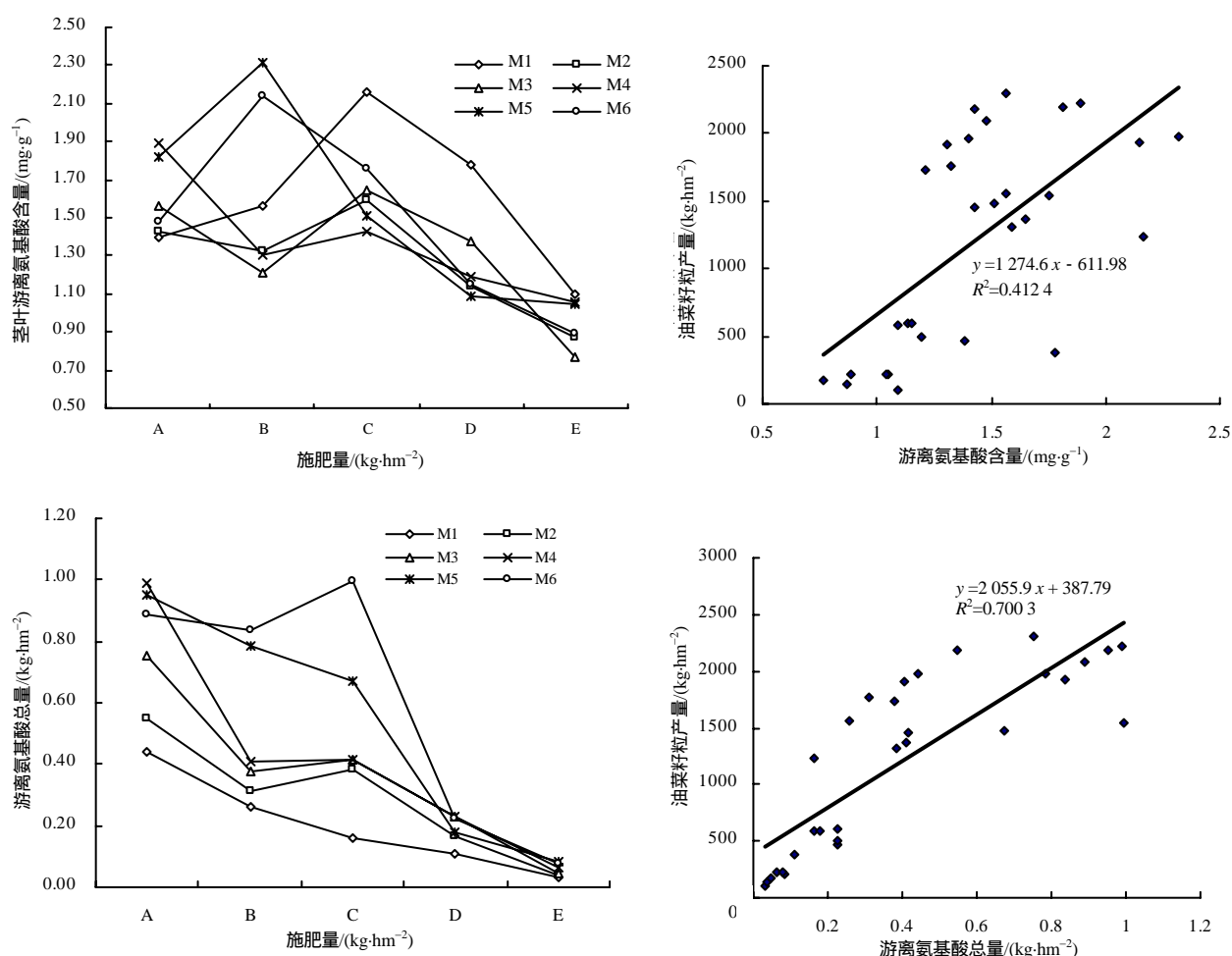


图 2 施肥水平和种植密度对油菜游离氨基酸及籽粒产量的影响

Fig. 2 Effect of fertilizer levels and planting densities on free amino acids content and rapeseed yield

相关分析表明,在肥料和种植密度交互作用下,游离氨基酸含量、游离氨基酸总量、可溶性糖含量、可溶性糖总量与籽粒产量的相关系数分别为 $0.64^{**}$ 、 $0.84^{**}$ 、 $-0.76^{**}$ 、 $0.74^{**}$ ,可见,游离氨基酸含量、游离氨基酸总量和可溶性糖总量均极显著地促进了油菜籽粒产量的形成,可溶性糖含量与籽粒产量呈极显著负相关。

### 3 讨论

朱洪德等<sup>[13]</sup>在大豆上的研究结果表明,增加施肥量会降低大豆的蛋白质含量;随着种植密度的增加,蛋白质的含量略有升高。唐湘如等<sup>[2]</sup>研究指出,随着栽培密度的加大,油菜可溶性糖含量升高,氮化合物的含量反而降低,产量也相应增加。王月福等<sup>[14]</sup>的研究指出,增施氮肥能够提高小麦地上部游

离氨基酸含量,进而促进籽粒蛋白质的合成,提高籽粒蛋白质含量。屈绳娟等<sup>[15]</sup>的研究表明,玉米地上部粗蛋白含量随施氮量的增加而增加,但随密度增加有下降趋势。本试验结果与上述研究基本一致,有所不同的是,本试验中高施肥量(A)、高密度(M6)处理能够显著促进油菜游离氨基酸的累积。

综合油菜茎叶可溶性糖和游离氨基酸含量的变化与籽粒产量结果分析,在肥料和密度因素交互作用下,可溶性糖和游离氨基酸含量变化较大的处理,籽粒产量并不最高,籽粒产量最高的是可溶性糖和游离氨基酸含量随施肥量和密度变化较稳定的处理,如种植密度为 $2.25 \times 10^5$ 株/hm<sup>2</sup>。在施肥量和种植密度的影响下,油菜茎叶游离氨基酸累积促进籽粒产量的形成,其含量和群体总量均与油菜籽粒产量正相关,然而可溶性糖含量的增大,反而不

利于油菜籽粒产量的增加,与籽粒产量呈负相关。增加施肥量能够促进油菜籽粒产量的增加。

综合本研究结果,合理的高施肥量和高密度水平可促进油菜增产,以施肥量为  $N\ 240\ kg/hm^2$ 、 $P_2O_5\ 120\ kg/hm^2$ 、 $K_2O\ 210\ kg/hm^2$  和密度为  $2.25 \times 10^5$  株/ $hm^2$  处理产量最高。

#### 参考文献:

- [1] 叶剑,孙万仓,武军艳,等.群体密度对冬油菜产量和经济性状的影响[J].西北农业学报,2008,17(3):171-175.
- [2] 唐湘如,官春云.油菜栽培密度与几种酶活性及产量和品质的关系[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2001,27(4):264-267.
- [3] 姜东,于振文,李永庚,等.冬小麦叶茎粒可溶性糖含量变化及其与籽粒淀粉累积的关系[J].麦类作物学报,2001,21(3):38-41.
- [4] 申加祥,宁堂原,李增嘉,等.不同熟期玉米套作夏玉米可溶性糖含量与产量形成[J].玉米科学,2004,12(2):65-68.
- [5] 冯涓.施氮量和密度对机(撒)播油菜产量及营养品质的影响[D].雅安:四川农业大学,2006.
- [6] 马霓,张春雷,李俊,等.种植密度对直播油菜结实期源库关系及产量的调节[J].中国油料作物学报,2009,31(2):180-184.
- [7] 高建芹,戚存扣,浦惠明,等.施氮量和栽培密度对宁油12号产量及品质的影响[J].江苏农业科学,2005(6):40-41.
- [8] 陈社员,官春云,王国槐,等.不同栽培方式对油菜二用油菜新品种湘杂油780菜薹和籽粒产量的影响[J].作物研究,2008,22(3):166-168.
- [9] 萧浪涛,王三根.植物生理学实验技术[M].北京:中国农业出版社,2005:152-153.
- [10] 王晶英,敖红,张杰,等.植物生理生化实验技术与原理[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,2003:18.
- [11] 胡承孝,邓波儿,刘同仇.氮肥水平对蔬菜品质的影响[J].土壤与肥料,1996(3):34-37.
- [12] 郭熙盛,吴礼树,朱宏斌,等.不同钾肥品种和用量对花椰菜产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(3):464-470.
- [13] 朱洪德,冯丽娟,于洪久,等.种植密度和施肥水平对高油大豆品质性状的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(1):232-236.
- [14] 王月福,于振文,李尚霞,等.不同施肥水平对不同品种小麦籽粒蛋白质和地上器官游离氨基酸含量的影响[J].西北植物学报,2003,23(3):417-421.
- [15] 屈绳娟,沈益新.氮肥与密度对青贮玉米产量和品质的影响[J].江苏农业学报,2009,25(3):596-600.

责任编辑:杨盛强

英文编辑:易来宾