

文章编号: 1000-2286(2009)06-0994-06

蜜蜂为油菜授粉增产效果及机理研究

石元元¹, 管翠¹, 曾志将^{1*}, 安建东², 罗术东²

(1. 江西农业大学 蜜蜂研究所, 江西 南昌 330045 2 中国农业科学院 蜜蜂研究所, 北京 100093)

摘要: 种植赣杂 3 号油菜, 在油菜开花前, 把种植的油菜分为自然授粉、蜜蜂授粉和无蜂授粉三个区。然后测定座果率、产量、千粒重、畸形率、发芽率、出油率、油菜籽成分、柱头上花粉含量、花粉活力、花粉管萌发、子房中的 RNA 含量等指标, 并统计授粉昆虫的种类和数量。结果表明: 蜜蜂授粉区油菜籽产量比自然授粉区和无蜂授粉区分别提高 40.16% 和 114.98%, 实际亩产油量比自然授粉区和无蜂授粉区分别高 7.59% 和 25.12%, 并且蜜蜂授粉区的千粒重、发芽率、柱头上的花粉含量、花粉活力、花粉管萌发数量、子房中 RNA 的含量都是极显著或显著高于自然授粉区和无蜂授粉区; 蜜蜂授粉区油菜籽畸形率极显著低于自然授粉区和无蜂授粉区。

关键词: 油菜; 蜜蜂; 授粉; 增产效果; 授粉机理

中图分类号: S897+.3 **文献标识码:** A

Yield-increasing Effect and Mechanism of Honeybee on Rape Pollination

SHI Yuan-yuan, GUAN Cui, ZENG Zhi-jiang*,
AN Jian-dong, LUO Shu-dong

(1. Honeybee Research Institute, JAU Nanchang 330045, China; 2. Institute of Honeybee Research, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100093, China)

Abstract: Before the blossom of No. 3 hybrid rape oilseed rape plants were divided into the natural pollination area, bee pollination area and no bee pollination area. And the rate of fruit set, yield, grain weight, malformation rate, germination rate, oil yield, rapeseed composition, stigma pollen concentration, pollen viability, pollen tube germination, the RNA content of ovary were measured and the types and quantities of the pollinating insects in the no bee pollination area were calculated. The results showed that compared with the area of natural pollination and no bee pollination, the yield of bee pollination increased by 40.16% and 114.98% respectively, the actual mu oil yield of bee pollination increased by 7.59% and 25.12% respectively, and the grain weight, germination rate, pollen content on the stigma, pollen viability, pollen tube germination quantity, ovary in the RNA content of the bee pollination area were very significantly or significantly higher.

Key words: rape; honeybee; pollination; yield-increasing effect; mechanism

收稿日期: 2009-09-18 修回日期: 2009-10-29

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项经费资助项目(NY1207-041)和国家科技支撑计划项目(2006BAD06B04-2-8)

作者简介: 石元元(1986-), 女, 硕士生, 主要从事蜂学研究, E-mail: shi_yuanyuan7046@163.com * 通讯作者: 曾志将, 教授, E-mail: bees965@sina.com

油菜为我国四大油料作物之一, 是典型的虫媒作物, 昆虫传粉对其产量和质量的影响很大。随着农业生产的规模化、集约化、化学化程度日益提高, 除草剂和杀虫剂的广泛应用, 使昆虫生存环境恶化, 野生授粉昆虫越来越少, 因此蜜蜂授粉越显重要, 蜜蜂及其产品研究倍受关注^[1-3]。美、英、法等许多经济发达的国家都十分重视利用蜜蜂为农作物授粉工作, 并取得非常明显的经济效益和社会效益。蜜蜂作为“空中农业”, 在西方国家已成为专门的产业, 是农业增产的一项重要措施。

有研究报道蜜蜂为油菜授粉, 比如福建农学院(1957)曾在福州魁岐农场利用蜜蜂为胜利油菜做大田授粉实验, 结果显示: 隔绝虫媒区的种子的产量和出油率分别为套笼放蜂区的 30.65% 和 86.94%^[4]。中国农业科学院养蜂研究所与浙江省桐庐县窄溪区养蜂队(1963)合作试验, 结果表明, 有蜂区比无蜂隔离区油菜籽增产 20%, 又与杭州牛奶公司蜂场(1964)合作试验, 大面积蜜蜂自由授粉区比大面积隔离区平均增产油菜籽 26%。江西省养蜂所(原中国农科院养蜂所, 1975)在江西省永新县做油菜授粉试验, 结果纱罩内有蜂授粉比纱罩内无蜂授粉增产油菜籽 18.7%^[5]。湖南省畜牧局(1990)在湖南省组织蜜蜂授粉实地测定, 结果有蜂授粉区比无蜂对照组油菜籽增产 27.2%, 千粒重增重 12.5%, 出油率提高 10.7%^[6]。以上蜜蜂为油菜授粉研究, 距今 20~50 年, 着重研究的是授粉效果, 而对授粉增产机理研究不够深入, 另外现在授粉环境和气候与 20 多年前相比, 有很大的变化。现阶段, 系统深入研究蜜蜂为油菜授粉增产效果及机理研究, 越显必要。

本研究以我国油菜主产区——长江中下游地区(江西)为实验点, 利用蜜蜂为油菜授粉, 旨在深入探讨油菜蜜蜂授粉效果及机理, 提出蜜蜂为油菜高效授粉技术措施, 为我国长江中下游地区油菜的优质高产生产服务。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1.1.1 油菜 油菜 (*Brassica campestris* L.) 为赣杂 3 号。

1.1.2 授粉蜂群 活框饲养的意大利蜜蜂 (*Apis mellifera ligustica*, 简称意蜂)。

1.1.3 主要试剂 5 g/L TIC 溶液 (称取 0.5 g TIC 加入少许 $\varphi=95\%$ 乙醇溶解, 蒸馏水稀释至 100 mL); FAA 固定液 (40% 甲醛、 $\varphi=80\%$ 乙醇和冰醋酸按 1:8:1 的比例配制); 0.1 mol/L 磷酸钾水溶液 (称取 7.1 g 磷酸钾, 蒸馏水定容至 1000 mL); 1 g/L 苯胺蓝溶液 (称取 0.1 g 水溶性苯胺蓝, 用 0.1 mol/L 磷酸钾水溶液定容至 100 mL); 2 mol/L 氢氧化钠溶液 (称取 8 g 氢氧化钠, 蒸馏水定容至 100 mL); 无 RNA 酶灭菌水 (用高温烘烤的玻璃瓶装蒸馏水, 加入 0.1 g/L 的 DEPC 处理过夜后高压灭菌)。

1.2 实验方法

1.2.1 种植油菜及实验分区 2008 年 10 月上旬在江西农业大学农业科技园的 1 个钢架结构大棚内, 按常规油菜种植技术, 播种赣杂 3 号油菜。2009 年 3 月油菜开花前, 按图 1 所示把种植的油菜分为 A (自然授粉)、B (蜜蜂授粉) 和 C (无蜂授粉) 三个区 (每个区设 1 个重复), A 区不加尼龙网, 让外界昆虫自然授粉; B 区加密尼龙网 (60 目) 以阻止外界授粉昆虫进入, 但放入蜂群, 让蜜蜂为油菜进行自由授粉; C 区加稀尼龙网 (20 目) 以阻止外界大型授粉昆虫进入, 但让小型昆虫进入, 另外没有放入蜂群。

表 1 实验油菜分区及面积

Tab 1 The electrophoresis of rRNA in different experimental rape groups

C1 区 (104.39 m ²)	B1 区 (89.05 m ²)	A1 区 (98.37 m ²)
A2 区 (102.96 m ²)	C2 区 (77.05 m ²)	B2 区 (102.96 m ²)

1.2.2 坐果率和产量测定 坐果率: 在不同油菜授粉区随机取 100 个植株, 从上到下依次统计油菜的开花及结果数, 并计算坐果率。坐果率 (%) = (结果总数 / 开花总数) × 100。

每个角果含平均子粒数: 衰花期后, 在不同油菜授粉区随机采摘 100 个角果, 统计每个角果的籽粒数, 计算每个角果所含的平均籽粒数。角果平均籽粒数 = 籽粒总数 / 角果个数。

产量: 油菜籽成熟后, 经过充分晾晒, 称重, 计算不同油菜授粉区的油菜籽产量。

1.2.3 油菜籽质量测定 千粒重: 成熟的油菜籽充分晾晒, 每区随机取 10 组试样, 以 1000 粒为 1 组。

置于电子天平称重并记录。

畸形率:成熟的油菜籽充分晾晒,每区随机取 10 组试样,以 1 000 粒为 1 组,挑选出形状怪异的油菜籽,统计其畸形率。

发芽率:随机数取 12 组试样,以 100 粒为 1 组。把种子按组分别摆放在培养皿上,种子间距离按粒长的 1~2 倍摆放。摆完后加盖,但不要妨碍空气流通。在培养皿上贴标签,注明试样号数、品种名称、试验开始日期。最后把培养皿送入恒温箱内,37℃条件下进行发芽试验;在发芽试验开始后,除保持发芽所需的水分和温度外,每天检查 1 次发芽情况^[7]。计算不同油菜授粉区油菜籽的发芽率。种子发芽率(%)=(全部正常发芽粒数/供试种子粒数)×100。

出油率:把晾晒好的油菜籽进行榨油试验,记录出油量,计算出油率。出油率(%)=(菜籽油质量/油菜籽质量)×100。

油菜籽成分:分别取不同油菜授粉区的油菜籽 100 g 送到农业部油料及制品质量监督检验测试中心,对油菜籽的粗脂肪、粗蛋白、脂肪酸含量等进行检测。

1.2.4 柱头上花粉含量的测定 不同油菜授粉区随机取 10 组试样,以 10 个柱头为 1 组,根据花粉数量的检测方法^[8,9]分别用 1 mL φ=50% 的乙酸冲洗 3~5 次,取 200 μL 冲洗液置于载玻片上,搅匀后盖上盖玻片,置 35℃恒温箱中,10~15 min 后镜检,观察 2~3 张片子,每片取 5 个视野,统计花粉的含量。

1.2.5 柱头上花粉活力的测定 不同油菜授粉区随机取 10 组试样,以 10 个油菜花为一组。根据 TTC 法^[10,11],采集油菜花柱头上的花粉,取少许放在载玻片上,加 1~2 滴 5 g/L TTC 溶液,搅匀后盖上盖玻片,置 35℃恒温箱中,10~15 min 后镜检,被染红的花粉活力强,淡红色次之,无色者为没有活力或不育花粉,观察 2~3 张片子,每片取 5 个视野,统计花粉的染色率,以染色率表示花粉的活力百分率。

1.2.6 观察柱头花粉管萌发 不同油菜授粉区随机取 10 组试样,以 1 个柱头为 1 组,将花柱固定于 FAA 16 h 后,用水冲洗转移到指形管中,2 mol/L NaOH 浸泡 8~24 h 充分软化后,用 1 g/L 苯胺蓝染色 4 h 后,在荧光显微镜下观察花粉萌发、花粉管生长状态并且计数^[12]。

1.2.7 授粉昆虫的种类和数量统计 盛花期随机捕捉自然授粉区和无蜂授粉区的昆虫,鉴别种类和统计数量。

1.2.8 RNA 的提取及含量测定 利用 Trizol 试剂法^[13,14]把油菜子房组织在匀浆器中磨成粉末后,加入 1 mL Trizol 液研磨;研磨液室温放置 5 min 在 4℃条件下,13 000 r/min 离心 10 min 取上清液至一新离心管中,加 0.2 mL 氯仿,盖紧离心管,用手剧烈摇荡离心管 15 s,室温放置 2~3 min 在 4℃条件下,13 000 r/min 离心 15 min 取上层水相于新的离心管,加 0.5 mL 异丙醇,室温放置 10 min 13 000 r/min 离心 10 min 弃上清液,加 1 mL φ=75% 乙醇,涡旋混匀,4℃下 8 000 r/min 离心 5 min 弃去上清液,重复 1 次酒精洗涤;去酒精,室温干燥 5~10 min 然后将 RNA 溶于 0.04 mL DEPC 水中,55~60℃水浴 10 min 贮存于 70% 乙醇并保存于 -70℃。

根据 RNA 样品在 260 nm 处的光吸收值和样品的稀释倍数,紫外分光光度计可以直接测出样品的浓度, RNA 浓度(μg/mL)=(A_{260} ×稀释倍数)/(0.024×L)。式中: A_{260} 为 260 nm 波长处光吸收值;L 为比色池厚度,一般为 1 cm 或 0.5 cm;0.024 为每毫升溶液内含 1 μL RNA 的光吸收值。当比色池厚度为 1 cm 样品 A_{260} 为 1 时, RNA 的浓度约为稀释倍数×40 μg/mL。

吸收 RNA 原液稀释 N(N 为稀释倍数):4 μL×500 倍=2 000 μL 测定 A_{260} 和 A_{280} 的值,样品浓度(μg/μL)= A_{260} ×40×N/1 000 A_{260}/A_{280} 比值应在 1.8~2.1,小于 1.8 则有蛋白质污染,大于 2.1 则有降解。

1.3 数据统计分析

采用 StatView 软件“ANOVA and t-test”中的“ANOVA or ANCOVA”进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同油菜授粉区油菜的增产效果

从表 2 可知:蜜蜂授粉区的座果率和角果含平均籽粒数都极显著高于自然授粉区和无蜂授粉区;蜜

蜂授粉区油菜籽产量比自然授粉区和无蜂授粉区分别提高 40.16% 和 114.98%。这说明通过蜜蜂授粉, 油菜有明显增产效果, 同时也表明: 在自然条件下, 油菜授粉不充分, 有必要专门组织蜂群为油菜授粉。

表 2 不同油菜授粉区增产效果比较 (M ± SD)

Tab 2 The yield-increasing effects of rapeseed in different pollination areas

实验分区	座果率 / %	每个角果含平均子粒数 / 个	产量 / kg · hm ⁻²
A区 (自然授粉)	61.9 ± 10.4 ^A	6.76 ± 0.53 ^A	1377.90
B区 (蜜蜂授粉)	76.2 ± 6.5 ^B	8.51 ± 0.40 ^B	1931.25
C区 (无蜂授粉)	54.1 ± 10.2 ^C	5.14 ± 1.69 ^C	898.35

注: 同列数据中, 不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上存在差异显著性。

2.2 不同油菜授粉区油菜籽的品质

2.2.1 不同油菜授粉区油菜籽品质比较 从表 3 可知: 蜜蜂授粉区的千粒重和发芽率, 都极显著高于自然授粉区和无蜂授粉区, 种子畸形率极显著低于自然授粉区和无蜂授粉区。与无蜂授粉区相比, 蜜蜂授粉区的千粒重和发芽率分别提高 21.51% 和 85.88%, 理论出油率和实际出油率分别提高 5.30% 和 13.79%, 种子的畸形率下降 49.35%。自然授粉区的理论出油率和实际出油率都高于蜜蜂授粉区和无蜂授粉区。虽然蜜蜂授粉区的实际出油率比自然授粉区低 5%, 但实际产油量却比自然授粉区高 7.59%。

表 3 不同油菜授粉区油菜籽品质比较 (M ± SD)

Tab 3 The quality of rapeseed in different pollination areas

实验分区	千粒重 / g	种子的畸形率 / %	发芽率 / %	理论出油率 / %	实际出油率 / %	实际产油量 / kg · hm ⁻²
A区	3.15 ± 0.12 ^A	26.60 ± 6.70 ^A	68.60 ± 7.20 ^A	40.41	38.00	523.50
B区	3.39 ± 0.15 ^B	19.40 ± 4.80 ^B	81.60 ± 4.30 ^B	38.17	33.00	637.35
C区	2.79 ± 0.14 ^C	38.30 ± 10.00 ^C	43.90 ± 2.00 ^C	36.25	29.00	260.55

注: 同列数据中, 不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上存在差异显著性。

表 4 不同油菜授粉区油菜籽成分比较

Tab 4 The composition of rapeseed in different pollination areas

实验分区	粗脂肪 / %	油酸 / %	粗蛋白 / %	硫苷 / μmol · g ⁻¹	芥酸 / %
A区	40.41	65.05	26.30	16.78	0.25
B区	38.17	63.90	28.00	19.04	0.35
C区	36.25	62.50	30.41	17.47	0.15

2.2.2 不同油菜授粉区油菜籽的成分比较 从表 4 可知: 自然授粉区油菜籽油酸含量都高于蜜蜂授粉区和无蜂授粉区; 蜜蜂授粉区油菜籽的粗蛋白、硫苷和芥酸含量高于自然授粉区和无蜂授粉区。

从表 5 统计可知: 自然授粉区、蜜蜂授粉区和无蜂授粉区菜籽油的饱和脂肪酸含量分别是 6.6%、6.6%、6.85%, 饱和脂肪含量分别是 93.4%、93.4%、93.15%。无蜂授粉区菜籽油的饱和脂肪酸含量高于自然授粉区和蜜蜂授粉区。自然授粉区和蜜蜂授粉区菜籽油的不饱和脂肪酸含量高于无蜂授粉区。

表 5 不同油菜授粉区油菜籽脂肪酸成分比较

Tab 5 The FA of rapeseed in different pollination areas

脂肪酸	A区	B区	C区
棕榈酸 / %	4.20	4.30	4.55
棕榈一烯酸 / %	0.20	0.20	0.20
硬脂酸 / %	2.30	2.20	2.20
油酸 / %	65.05	63.90	62.50
亚油酸 / %	17.05	17.60	18.60
亚麻酸 / %	8.85	9.30	9.85
花生酸 / %	0.50	0.50	0.50
花生一烯酸 / %	1.10	1.15	1.05
山萘酸 / %	0.20	0.20	0.20
芥酸 / %	0.25	0.35	0.15
二十四碳烷酸 / %	0.10	0.10	0.10
二十四碳一烯酸 / %	0.20	0.20	0.10

2.3 不同油菜授粉区油菜的授粉机理

2.3.1 不同油菜授粉区柱头上花粉含量、花粉活力和花粉管萌发数量比较 从表 6、表 7 和表 8 可知: 初花期、盛花期和衰花期, 蜜蜂授粉区的油菜花柱头上的花粉含量、花粉活力和花粉管萌发数量都是极显著或显著高于自然授粉区和无蜂授粉区。三个授粉区的柱头上花粉含量、花粉活力都是盛花期大于初花期或衰花期, 但三个授粉区的柱头上花粉管萌发数量都是衰花期大于盛花期或初花期。

表 6 不同油菜授粉区柱头上花粉含量的比较 (M ± SD)
Tab 6 The pollen quantity of stigma in different pollination areas

实验分区	花粉粒数目 / 个 · mL ⁻¹		
	初花期	盛花期	衰花期
A区	77.05 ± 28.11 ^A	108.50 ± 42.98 ^A	128.25 ± 43.96 ^{aA}
B区	181.75 ± 133.40 ^B	270.00 ± 243.22 ^B	203.00 ± 65.30 ^{aB}
C区	52.70 ± 46.23 ^A	70.50 ± 42.73 ^A	89.75 ± 39.72 ^{bA}

注: 同列数据中, 不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上存在差异显著性。

表 7 不同油菜授粉区柱头上花粉活力 (M ± SD)
Tab 7 The pollen activity of stigma in different pollination areas

实验分区	柱头上花粉活力 / %		
	初花期	盛花期	衰花期
A区	44.4 ± 3.2 ^A	67.9 ± 6.6 ^A	52.2 ± 3.0 ^A
B区	55.4 ± 3.8 ^B	83.4 ± 4.8 ^B	68.2 ± 4.0 ^B
C区	34.4 ± 2.8 ^C	53.3 ± 4.0 ^C	39.6 ± 2.9 ^C

注: 同列数据中, 不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上存在差异显著性。

表 8 不同油菜授粉区柱头上花粉管的比较 (M ± SD)
Tab 8 The pollen tube of stigma in different pollination areas

实验分区	柱头上花粉管数目 / 个		
	初花期	盛花期	衰花期
A区	7.15 ± 2.66 ^{aA}	11.75 ± 2.31 ^A	19.65 ± 3.07 ^A
B区	11.40 ± 3.14 ^{aB}	20.00 ± 4.07 ^B	28.60 ± 4.87 ^B
C区	5.35 ± 2.70 ^{bA}	10.00 ± 2.51 ^A	13.70 ± 3.54 ^C

注: 同列数据中, 不同大、小写字母分别表示在 1% 和 5% 水平上存在差异显著性。

2.3.2 自然授粉区和无蜂授粉区授粉昆虫的种类和数量 从表 9 可知: 在自然授粉条件下, 以蜜蜂授粉为主, 但也有熊蜂、蝇类和蝶类等昆虫; 在无蜂授粉的条件下, 多以体型小的昆虫为主。

2.3.3 不同油菜授粉区油菜子房中 RNA 含量比较 从图 1 可见: 可以清楚看到 28S、18S 和 5S 3 条带, 分别代表 3 种核苷酸。图 1 中 1、2、7、8 是自然条件下的油菜子房中的 RNA; 3、4、9、10 是蜜蜂授粉的油菜子房中的 RNA; 5、6、11、12 是无蜂授粉的油菜子房中的 RNA。从表 10 可知: 在初花期、盛花期和衰花期 3 个阶段, 蜜蜂授粉区油菜子房中 RNA 的含量都是显著或极显著高于自然授粉区和无蜂授粉区。

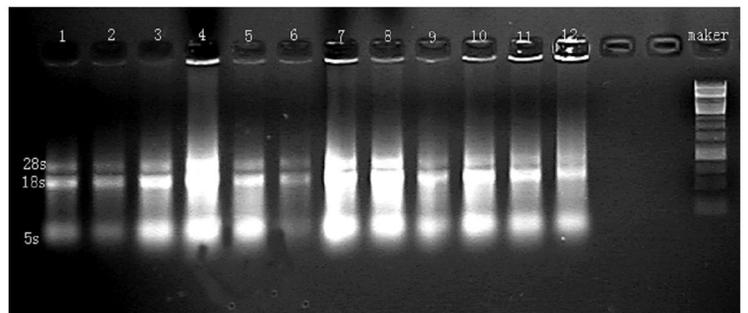


图 1 不同油菜授粉区油菜子房中 RNA 电泳图
Fig 1 The electrophoresis of RNA in different experimental rape groups

表 9 自然授粉区和无蜂授粉区授粉昆虫的种类和数量比较
Tab 9 The kinds and quantities of insect in different pollination areas

种类	A ₁ 区		A ₂ 区		C ₁ 区		C ₂ 区	
	盛花期	衰花期	盛花期	衰花期	盛花期	衰花期	盛花期	衰花期
中华蜜蜂 /只	32	24	35	25	0	0	0	0
意大利蜜蜂 /只	16	15	15	23	0	0	0	0
熊蜂 /只	5	4	5	5	0	0	0	0
蝶类 /只	5	3	4	2	0	0	0	0
蝇类 /只	5	5	3	3	0	2	5	9
蛾类 /只	2	1	3	2	0	3	5	5
蚊子 /只	2	2	5	4	9	4	4	2
甲虫 /只	3	3	5	5	0	5	0	1
蜘蛛 /只	3	4	3	3	3	4	2	3
其他小型虫 /只	27	39	22	28	88	82	84	80
总数 /只	100	100	100	100	100	100	100	100

表 10 不同油菜授粉区 RNA含量的比较 (M ±SD)
Tab 10 The contents of RNA in different pollination areas

实验分区	RNA含量 /μg · μL ⁻¹		
	初花期	盛花期	衰花期
A区	1.30 ± 0.92 ^{aAB}	2.80 ± 1.41 ^A	2.33 ± 0.87 ^A
B区	2.03 ± 1.21 ^{ba}	5.01 ± 1.66 ^B	3.40 ± 1.32 ^B
C区	0.79 ± 0.61 ^{aB}	2.44 ± 0.95 ^A	1.94 ± 0.70 ^A

注: 同列数据中, 不同大、小写字母分别表示在 1%和 5%水平上存在差异显著性。

3 讨 论

从油菜增产效果看, 蜜蜂授粉区比自然授粉区提高 40.16%, 比无蜂授粉区提高 114.98%, 这一结果与前人研究结果相吻合。蜜蜂授粉区的油菜授粉充分, 所以座果率、每个角果含平均子粒数高于自然授粉区和无蜂授粉区。

从油菜籽品质来看, 经过蜜蜂授粉的油菜籽品质优于无蜂授粉区。虽然自然授粉区的油菜籽理论出油率和实际出油率都高于蜜蜂授粉区和无蜂授粉区, 但是蜜蜂授粉区的实际亩产出油量要高于自然授粉区和无蜂授粉区。在自然条件下, 授粉昆虫不仅仅是蜜蜂, 而且还有熊蜂、蝇类和蝶类等, 我们推测: 多种生物为油菜授粉同时, 可能有利于提高油菜籽的含油量和出油率, 具体机理有待于探讨。虽然蜜蜂授粉区的硫苷和芥酸含量都相对高于自然授粉区和无蜂授粉区, 但是根据国家标准 GB17376—1998^[15], “双低”菜籽油中的硫苷含量低于 40 μmol/g 芥酸含量低于 5%, 可知实验所产的菜子油均符合双低标准。在菜籽油的精制过程中, 硫苷和芥酸被脱除, 其含量会变得更低, 最终成品菜籽油对人的食用不会产生不良影响。

从油菜授粉机理来看, 油菜花开放后花药裂开, 成熟的花粉粒借助媒介传到雌蕊柱头上, 花粉在柱头萌发形成花粉管, 花粉顺着花粉管进入到油菜子房内部, 与一个胚珠结合, 形成受精卵, 然后发育成为种子。优质的花粉是授粉的前提, 利用蜜蜂授粉可以显著地提高油菜柱头上花粉粒的含量, 为柱头上萌发更多的花粉管和双受精提供有力保障。依据中心法则来看, DNA是遗传信息的携带者, 遗传信息从 DNA传递给 RNA, 再从 RNA信息翻译成蛋白质。DNA和 RNA中包含的遗传信息只是单向地流向蛋白质。从我们测定的油菜子房中 RNA含量来看, 经过蜜蜂授粉, 可以显著提高油菜种子中的 RNA含量, 为表达翻译成蛋白质做准备。

致谢: 在实验过程中, 得到了彭小松老师、颜伟玉老师、吴小波老师以及何旭江、张丽珍、刘光楠等同学的帮助, 在此表示衷心感谢。

(下转第 1005 页)

3 小结与讨论

明确甘薯新品种的生理特性可为栽培提供相应的参考。本试验研究结果表明:甘薯金山 679 栽后早生快发,前期地上部生长较快,源器官的生产能力得到迅速扩大;中期由于植株具有生产能力充足的源和运输通畅的流,为库器官的薯块快速生长提供了物质基础,薯块数量和单个薯块重量增加迅速,源—流—库发展较协调;后期源器官的供应能力有所下降,但在整个生育时期,金山 679 具有较大的叶面积指数、较强的光合势和同化能力,形成了高生物产量的生理基础。

由于金山 679 T/R 比值平衡点出现较迟,熟期较晚,因此生产上宜早栽晚收。该品种作为春薯栽培较夏薯栽培为好,在无霜期较长的地区应保证有 150 d 的大田生长期,以利于该品种的后期物质转移,提高晒干率和出粉率。

金山 679 的晒干率和出粉率较低,这可能与其经济系数较低,即源库转化效率低有关。因此栽培上应促进“流”通畅,增强“库”的营养竞争力,加强生长前期的肥水管理,促进茎叶早生快发和早结薯,中期薯藤并重,重施促薯肥,后期适当增施一些钾肥,以利于植株同化物向块根的转移。

参考文献:

- [1] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 305—306
- [2] 陈选阳, 陈凤翔, 袁照年, 等. 甘薯新品种金山 630 的选育及其生理特性[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(3): 347—350
- [3] 张泽生, 王本超. 应用典型相关分析探讨与协调甘薯的源库关系[J]. 中国甘薯, 1996, 8: 60—64
- [4] 林先明, 顿德银, 谢玲玲. 甘薯叶绿素含量的遗传特性研究[J]. 国外农学—杂粮作物, 1999, 19(2): 13—17
- [5] 李爱贤, 王庆美, 张立明, 等. 甘薯新品种济薯 18 号夏薯高产生理基础研究[J]. 莱阳农学院学报, 2005, 22(1): 20—22
- [6] 张招娟, 庄宝华, 袁照年, 等. 脱毒甘薯增产的生理特性研究[J]. 农业现代化研究, 2003, 24(1): 68—71

(上接第 999 页)

参考文献:

- [1] 黄康, 曾志将, 颜伟玉. 中华蜜蜂 (*Apis cerana cerana*) 抗中囊病选育研究[J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(5): 883—887
- [2] 张娟, 曾志将. 不同贮存温度和时间对蜂王浆中游离氨基酸影响[J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(6): 997—999
- [3] 曾星凯, 谢国秀, 吴小波, 等. 蜂王浆活性组分癸烯酸和氨基酸含量变化及对小白鼠抗疲劳作用研究[J]. 江西农业大学学报, 2009, 31(3): 526—529
- [4] 龚一飞. 蜜蜂授粉增产的理论和实践[J]. 中国养蜂, 1979(5): 11—16
- [5] 张复兴. 现代养蜂生产[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998
- [6] 吴曙. 油菜蜜蜂授粉增产试验简报[J]. 蜜蜂杂志, 1991(6): 8—9
- [7] 徐洪志, 曾川, 廖淑梅, 等. 甘蓝型油菜不同收获时期的种子发芽率研究[J]. 西南农业学报, 2005, 18(6): 702—704
- [8] 史琦云, 负建民. 蜂蜜品质的花粉检验法研究[J]. 中国养蜂, 2005, 56(2): 11
- [9] 农业部蜂产品质量监督检验测试中心(北京). 蜂产品检测实用技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006
- [10] 张照坤, 丰震, 戴庆敏, 等. 紫薇花粉贮藏及花粉活力的分析[J]. 林业科技开发, 2008, 22(2): 43—44
- [11] 王钦丽, 卢龙斗, 吴小琴, 等. 花粉的保存及其生活力测定[J]. 植物学通报, 2002, 19(3): 365—373
- [12] 张瑛, 李鸿莉, 朱建华, 等. 毛葡萄花粉管的萌发与生长情况的观察[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(21): 5540—5541
- [13] 淳俊, 郑彦峰, 王胜华, 陈放. 一种广泛适用的 RNA 提取方法[J]. 生物化学与生物物理进展, 2008, 35(5): 591—597
- [14] 崔秋红, 罗莹, 祁晓廷. 一种简捷提取植物总 RNA 的准备和操作方法[J]. 生物学通报, 2009(2): 44—45
- [15] 孟橘, 夏天文, 陈勇, 等. 国家标准 GB/T17376—1998 动植物油脂脂肪酸甲酯制备[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009