

李林, 丁超, 杨永, 万月茹, 傅廷栋, 令娟, 万小荣, 莫爱琼. 广东短生育期冬种油菜优选试验 [J]. 广东农业科学, 2025, 52 (1) : 14–23.

LI Lin, DING Chao, YANG Yong, WAN Yueru, FU Tingdong, LING Juan, WAN Xiaorong, MO Aiqiong. Optimal selection trial of winter rapeseed variety with short growth period in Guangdong Province [J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2025, 52 (1) : 14–23.

广东短生育期冬种油菜优选试验

李 林^{1,2}, 丁 超^{1,2}, 杨 永^{1,2}, 万月茹², 傅廷栋^{2,3}, 令 娟^{1,2}, 万小荣^{1,2}, 莫爱琼^{1,2}

(1. 仲恺农业工程学院农业与生物学院 / 广州市特色作物种质资源研究与利用重点实验室,
广东 广州 510225; 2. 粤旺农业集团有限公司 / 广州市院士专家工作站,
广东 广州 510450; 3. 华中农业大学植物科学技术学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 【目的】针对广东“稻-稻-油”三熟制地区的气候特点和农业生产需求, 优选适合该地区冬种短生育期的油菜品种, 以优化种植结构、提高土地利用率, 并满足市场对高品质菜薹和油菜籽的需求。【方法】以 11 个油菜品种为试验材料, 包括‘云油杂 28 号’‘云油双 2 号’‘青杂 7 号’‘青杂 5 号’‘阳光 131’‘全油杂 9 号’‘云油杂 15 号’‘棚 40’‘华油杂 62’‘23P63-7 母’和‘华油杂 158’(对照), 在广东省 5 个不同地区进行为期 3 年的种植筛选试验。试验期间, 记录冬种条件下不同油菜品种的全生育期、农艺性状、产量和菜薹品质等指标, 并对数据进行统计分析。【结果】不同供试油菜品种的生育期、农艺性状、产量和菜薹品质存在显著差异。其中, ‘云油双 2 号’和‘棚 40’在生育期、农艺性状、产量和菜薹品质方面表现出显著优势。‘云油双 2 号’和‘棚 40’的全生育期较短、分别为 120 和 119 d, 开花时间长, 在品种中排名并列第二, 均为 34 d; 在产量方面, ‘云油双 2 号’的油菜籽产量最高、达 1 827.80 kg/hm²; ‘棚 40’的千粒质量最高、为 3.16 g; 在菜薹品质方面, ‘云油双 2 号’的还原糖含量最高、为 63.71 mg/g; ‘棚 40’的粗蛋白含量为 296.12 g/kg, 且粗纤维含量最低、仅为 6.43%。【结论】‘云油双 2 号’和‘棚 40’油菜品种在广东三熟制地区冬种条件下表现出优异的综合性能, 具备全生育期短、开花时间长、产量高和菜薹品质优良的特点, 可作为理想的冬种短生育期多功能油菜品种, 在广东三熟制地区可加大这两个品种的推广种植力度。

关键词: 油菜; 短生育期; 冬种; 农艺性状评价; 菜薹品质; 产量; 优选

中图分类号: S565.4

文献标志码: A

文章编号: 1004-874X (2025) 01-0014-10

Optimal Selection Trial of Winter Rapeseed Variety with Short Growth Period in Guangdong Province

LI Lin^{1,2}, DING Chao^{1,2}, YANG Yong^{1,2}, WAN Yueru², FU Tingdong^{2,3},

LING Juan^{1,2}, WAN Xiaorong^{1,2}, MO Aiqiong^{1,2}

(1. College of Agriculture and Biology, Zhongkai University of Agriculture and Engineering / Guangzhou Key Laboratory for Research and Development of Crop Germplasm Resources, Guangzhou 510225, China;
2. Yuewang Agricultural Group Co., Ltd. / Guangzhou Academician Workstation, Guangzhou 510450, China;
3. College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

收稿日期: 2024-10-28

基金项目: 广东省乡村振兴战略专项资金农业科技发展及资源环境保护管理项目 (2024KJ31, D22420132); 国家自然科学基金 (32001588, 32201887); 广州市院士专家工作站建设项目; 仲恺农业工程学院研究生科技创新基金项目 (KJCX2024020, KJCX2024037); 仲恺农业工程学院科技小院专项 (KA24YY07048)

作者简介: 李林 (1998—), 女, 在读硕士生, 研究方向为油料作物生理与分子生物学, E-mail: lili981001@163.com

通信作者: 万小荣 (1977—), 男, 博士, 教授, 研究方向为作物生理与分子生物学, E-mail: biowxr@zjku.edu.cn;

莫爱琼 (1977—), 女, 硕士, 高级农艺师, 研究方向为作物栽培学, E-mail: ihepu@126.com

Abstract: 【 Objective 】 The selection of multi-functional rapeseed varieties with short growth period suitable for winter planting in triple cropping (rice–rice–rapeseed) areas based on the climate characteristics and agricultural production needs in Guangdong Province was performed to optimize the planting structure, improve the land use efficiency and meet the market demand for high-quality rapeseed. 【 Method 】 Eleven different rapeseed varieties, including ‘Yunyouza 28’ ‘Yunyoushuang 2’ ‘Qingza 7’ ‘Qingza 5’ ‘Yangguang 131’ ‘Quanyouza 9’ ‘Yunyouza 15’ ‘Peng 40’ ‘Huayouza 62’ ‘23P63– 7 female’ and ‘Huayouza 158’(CK) were selected as test materials. The entire growth period, agronomic traits, yield, and flowering stem quality of these varieties were determined through a planting selection trial under winter planting conditions in 5 regions of Guangdong Province over a period of 3 years. The obtained data were analyzed statistically. 【 Result 】 The entire growth period, agronomic traits, yield, and flowering stem quality were significantly different among the tested rapeseed varieties. The varieties ‘Yunyoushuang 2’ and ‘Peng 40’ showed significant advantages in terms of growth period, agronomic traits, yield, and flowering stem quality, with the shortest entire growth period of 120 and 119 days, respectively, particularly with a long flowering time of 34 days, ranking the second in all tested varieties. The rapeseed yield of ‘Yunyoushuang 2’ was the highest, reaching 1 827.80 kg/hm²; The thousand-grain weight of ‘Peng 40’ rapeseed was 3.16 g and peaked in all tested varieties. In terms of the flowering stem quality, ‘Yunyoushuang 2’ had the highest content of reducing sugar of 63.71 mg/g. The crude protein content of ‘Peng 40’ ranked the third among the tested varieties at 296.12 g/kg, with the lowest crude fiber content of 6.43% simultaneously. 【 Conclusion 】 The two rapeseed varieties, ‘Yunyoushuang 2’ and ‘Peng 40’ present the optimal field performance under winter planting conditions in the triple cropping areas of Guangdong, with the advantages of short growth period, long flowering time, high yield and flowering stem quality. They can be used as ideal winter multifunctional rapeseed varieties, which are suitable for increased promotion and planting in triple cropping areas of Guangdong.

Key words: rapeseed (*Brassica napus* L.); short growth period; winter planting; evaluation of agronomic traits; flowering stem quality; yield; optimal selection

【研究意义】油菜 (*Brassica napus* L.) 为十字花科 (Cruciferae) 芸薹属 (*Brassica*) 草本作物, 为我国第一大油料作物, 菜籽油占国产油料作物产油量的 55% 以上^[1]。油菜有较强的环境适应性, 是冬季唯一的油料作物, 不与水稻 (*Oryza sativa*)、玉米 (*Zea mays*) 主粮争地。在水稻和玉米收获后复种油菜, 可以有效地利用冬闲地、提高土地利用率^[2-3]。在广东省, 油菜的应用面积相对较小。根据数据统计^[4], 广东省可垦荒地面积为 1 612 hm², 因此有望扩大广东地区油菜种植面积。当前发展生产“稻-稻-油”是有效利用南方双季稻区冬闲田扩种油菜的重要途径之一^[5], 而选育推广适宜三熟制生产模式的短生育期冬油菜品种是南方扩种油菜生产的关键所在^[6]。

【前人研究进展】傅廷栋院士团队自 2015 年在广东省主推油菜多功能利用技术, 将油用、绿肥、观花、蜜源、菜用和饲用等多种功能结合^[7], 目前广东省主产的油菜主要以菜用和油用为主。油菜的油菜籽、油菜薹和油菜花等均有特别的应用价值: 油菜籽可作为油用, 素有“东

方橄榄油”之称^[8]; 其花卉具有较好的观赏价值, 结合美丽乡村项目建设, 可作为旅游资源进行开发^[1]; 油菜秸秆的粗蛋白、粗脂肪和磷含量高于小麦 (*Triticum aestivum*) 和玉米秸秆, 粗脂肪含量仅次于豆秸^[9], 是优良的绿色饲料; 油菜植株碳氮含量适中, 植株还田后分解快, 有利于后茬作物吸收利用其养分。油菜根系粗大, 在生长过程中对土壤产生刺穿作用, 有利于改善土壤结构^[10]。同时, 油菜薹具有丰富的 Vc 和微量元素 (钙)^[1]。油菜多功能利用技术的推广可促进一二三产业有机结合, 有助于农民增收、企业增效, 对农村生态环境保护、美丽乡村建设均有重要意义。此外, 2023 年中央一号文件强调, 要加力扩种油料, 推行稻油轮作, 大力开发利用冬闲田种植油菜, 加快培育短生育期油菜新品种, 确保油料产能和自给率稳步提升。因此, 应加快“稻-稻-油”三熟制种植模式的推广, 抢抓“赏花经济”, 打造集育制种、种植 (菜用)、观花、加工 (饲料、菜籽油、绿肥) 和文旅于一体的优质冬种短生育期油菜品种的多功能高值化应用全产业链。这一举措既能有效解决广东冬季闲置土

地利用难题，实现修复培肥土壤、扩充耕地总量的目标，还能强化国家粮油安全保障，全方位提升经济、社会与生态效益。

【本研究切入点】目前，广东三熟制地区冬闲地的利用不足，相关研究尚少。**【拟解决的关键问题】**本试验通过引进 11 个油菜品种，在广东省 5 个区域进行为期 3 年的优选试验，分析不同油菜品种在广东省的适应性和丰产性，筛选出适合广东地区三熟制冬种短生育期多功能油菜品种，以适应“稻—稻—油”种植模式的需求。旨在解决冬季闲置土地利用率低的问题，优化冬季种植结构。同时，确保油菜种植不会影响两茬水稻的种植周期，并满足市场对高品质菜薹和油菜籽的日益增长需求，为广东省冬季农业生产的多样化、高效化和可持续发展提供科学依据。。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

2021—2023 年在分别于 5 个试验点：广州市从化区、广东省清远市、肇庆市、韶关市和湛江市开展短生育期油菜品种筛选试验（图 1）。5 个区域 2021—2023 年的平均降雨量和平均气温如图 2 所示，数据统计均来自广东统计信息网的《广东农村统计年鉴》(<http://stats.gd.gov.cn/gdnctnj/>)。2021 年全年平均降雨量 106.6 mm、平均气温 22.8 ℃；2022 年全年平均降雨量 175.3 mm、平均气温 22.0℃；2023 年全年平均降雨量 151.2 mm、平均气温 22.7℃。试验田地势平坦，土质较好，排灌便利。

供试油菜品种有 11 个：‘云油杂 28 号’、‘云



图 1 油菜地情况

Fig. 1 Situation of rapeseed field

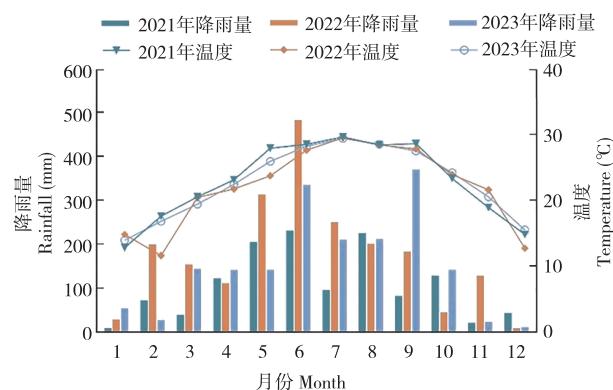


图 2 2021—2023 年广东地区降雨量和温度变化

Fig. 2 Changes of rainfall and temperature in Guangdong region from 2021 to 2023

油双 2 号’、‘青杂 7 号’、‘青杂 5 号’、‘阳光 131’、‘全油杂 9 号’、‘云油杂 15 号’、‘棚 40’、‘华油杂 62’、‘华油杂 158’和‘23P63-7 母’，均由华中农业大学傅廷栋院士提供。其中，‘云油双 2 号’为甘蓝型常规种；‘华油杂 158’为对照（CK）；其他 9 个品种均为甘蓝型杂交种。

1.2 试验设计

田间品种筛选试验采用随机区组排列，每个品种 3 次重复，共 33 个小区，小区面积 10.4 m²（1.3 m × 8 m），行距 0.3 m，株距 0.2 m。人工均匀条播，四周设保护行。播种前人工均匀撒施硼砂 22.5 kg/hm² 和复合肥 60 kg/hm²。分别于播种后持续调查试验材料的出苗情况，并视出苗数进行间苗、定苗。其他管理同大田生产管理进行。

1.2.1 调查内容与方法 试验期间参照《油菜种质资源描述规范和数据标准》^[11] 调查各品种的出苗期（每小区 75% 的幼苗出苗，子叶张开平展）、抽薹期（每小区 50% 以上植株主茎开始延伸，主茎顶端离子叶节达 10 cm）、开花期（从初花期到终花期的天数）和全生育期（出苗至成熟的天数）历经的天数。

在抽薹期，摘薹当天送样至广州禾众生物科技有限公司进行营养指标检测。参考 GB 5009.5—2016《食品中蛋白质的测定》采用微量凯氏定氮法测定粗蛋白含量；采用 ringbio 纤维素分析仪测定粗纤维含量；采用 DNS 法测定还原糖含量；采用滴定法测定 Vc 含量；参考 GB 5009.268—2016《食品中多元素的测定》采用 ICP-AES/OES/MS 测定钙含量。

在油菜收获期时, 避开边行每小区实收1 m², 对油菜籽晒干脱粒后称取质量, 作为小区实收产量。将油菜地上部分收割并称取鲜质量和干质量为地上部分产量。随机挑选3株进行农艺性状和经济性状的测定, 主要包括株高(子叶节至全株最高部分长度)、一次有效分枝数(主茎上具有1个以上有效角果的第一次分枝数)、一次分支荚果数(一次分枝数上的有效荚果数)、每株荚果数(全株含有1粒以上正常种子的荚果数)、每荚果粒数(每荚果中种子的粒数)、荚果长度(荚果两端距离的长度)和千粒质量(在晒干、纯净的种子内, 随机选取1 000粒种子进行称重)。

1.2.2 数据分析 采用软件Microsoft Excel 2021对所测数据进行处理, 利用SPSS 21.0软件进行显著性及相关性分析。数据为3年5个地区的平均值。

2 结果与分析

2.1 广东2021—2023年11个油菜品种生育期比较

在3年油菜种植试验中, 广州市从化区在12月9日播种, 4月14日收获; 广东省清远市在11月17日播种, 3月26日收获; 广东省肇庆市在12月15日播种, 4月21日收获; 广东省韶关市11月18日播种, 3月28日收获;

广东省湛江市在12月13日播种, 4月18日收获。如表1所示, 在三熟制种植模式下, 广东2021—2023年油菜品种筛选试验中, 11个供试油菜品种在抽薹期和全生育期存在显著差异。各供试油菜品种全生育期为119~132 d, 其中‘阳光131’和‘全油杂9号’的全生育期最长、均为132 d, 而‘棚40’的全生育期最短、仅为119 d。各参试品种出苗期在3~4 d, 其中‘青杂7’和‘23P63-7母’的出苗时间最短、为3 d, 其余品种出苗时间为4 d。各参试品种抽薹期变化较大, 为15~42 d。其中‘华油杂158’的抽薹期最长、为42 d, ‘华油杂62’的抽薹期最短、为15 d。参试品种开花期为27~35 d, 其中‘全油杂9号’的开花期最长、为35 d, ‘青杂5号’的开花期最短、为27 d。上述结果表明, ‘云油双2号’和‘棚40’油菜品种具备全生育期短、出苗快、抽薹早和开花期长的特点, 可作为短生育期观花类油菜的优选候选品种。

2.2 广东2021—2023年11个油菜品种农艺性状比较

丰产性高的油菜品种具备株高、有效分枝数、每株荚果数、每荚果粒数和千粒质量数值高的特点^[12]。在广东2021—2023年筛选试验中, 对11个油菜品种进行室内考种和实际测产, 结果(表2)显示, 不同品种间的每株荚果数和莢

表1 广东2021—2023年11个油菜品种生育期

Table 1 Growth period of 11 rapeseed varieties in Guangdong from 2021 to 2023

品种 Variety	出苗期 Seedling period (d)	抽薹期 Bolting period (d)	开花期 Flowering period (d)	全生育期 Whole growth period (d)
云油杂28号 Yunyouza 28	4±1.00a	27±3.00c	31±11.00a	121±0.58cd
云油双2号 Yunyoushuang 2	4±1.00a	17±0.00e	34±2.00a	120±1.00cd
青杂7号 Qingza 7	3±0.00a	21±1.53d	31±6.51a	123±2.00cd
青杂5号 Qingza 5	4±1.00a	29±0.58c	27±3.51a	129±1.53ab
阳光131 Yangguang 131	4±1.00a	18±0.58e	33±2.52a	132±4.51a
全油杂9号 Quanyouza 9	4±0.00a	18±0.58e	35±0.58a	132±4.51a
云油杂15号 Yunyouza 15	4±0.00a	35±2.00b	28±1.00a	124±3.00bc
棚40 Peng 40	4±1.00a	23±0.00d	34±1.00a	119±2.00d
华油杂62 Huayouza 62	4±1.00a	15±0.00e	30±3.51a	125±2.52bc
23P63-7母 23P63-7 female	3±1.00a	22±0.58d	31±3.51a	124±3.51bc
华油杂158 Huayouza 158 (CK)	4±1.00a	42±3.00a	28±10.00a	124±2.52bc

注: 同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the data in the same column indicate significant differences ($P<0.05$).

表 2 广东 2021—2023 年 11 个油菜品种农艺性状

Table 2 Agronomic traits of 11 rapeseed varieties in Guangdong from 2021 to 2023

品种 Variety	株高 Plant height (cm)	一次有效分 枝数(个) Number of branches	一次分支荚果数(个) Number of pods per branch	每株荚果数(个) Number of pods per plant	每荚果粒数(个) Number of seeds per pod	荚果长度 Pod length (cm)
云油杂 28 号 Yunyouza 28	154.78 ± 5.54a	6 ± 1.76a	48 ± 24.93a	299 ± 67.91ab	27 ± 0.91ab	10.89 ± 1.65abc
云油双 2 号 Yunyoushuang 2	156.56 ± 15.13a	7 ± 2.50a	40 ± 13.62a	254 ± 122.75ab	18 ± 5.04d	9.77 ± 0.91bc
青杂 7 号 Qingza 7	160.33 ± 1.73a	7 ± 2.27a	37 ± 17.29a	302 ± 115.70ab	24 ± 1.55ab	10.96 ± 1.15abc
青杂 5 号 Qingza5	181.00 ± 16.44a	8 ± 1.84a	42 ± 12.35a	253 ± 83.18ab	23 ± 2.40abcd	9.02 ± 0.95c
阳光 131 Yangguang 131	171.78 ± 24.20a	6 ± 1.07a	37 ± 8.39a	221 ± 102.89b	24 ± 2.61abc	9.61 ± 1.77bc
全油杂 9 号 Quanyouza 9	159.22 ± 20.44a	8 ± 1.45a	53 ± 22.77a	432 ± 42.58a	23 ± 1.19abc	10.20 ± 1.4abc
云油杂 15 号 Yunyouza 15	172.67 ± 16.26a	8 ± 2.08a	37 ± 10.59a	236 ± 99.61b	20 ± 2.78cd	12.65 ± 1.64a
棚 40 Peng40	163.44 ± 1.64a	8 ± 3.34a	56 ± 17.99a	377 ± 115.93ab	27 ± 1.50a	10.54 ± 0.75abc
华油杂 62 Huayouza 62	171.22 ± 8.80a	9 ± 1.26a	35 ± 11.03a	319 ± 120.05ab	23 ± 3.02bcd	11.92 ± 2.34ab
23P63-7 母 23P63-7 female	167.33 ± 16.00a	8 ± 1.02a	39 ± 3.79a	274 ± 62.58ab	26 ± 1.22ab	9.76 ± 1.25bc
华油杂 158 Huayouza158 (CK)	182.78 ± 19.89a	9 ± 1.07a	44 ± 15.35a	302 ± 59.49ab	26 ± 1.55ab	10.59 ± 0.30abc

注: 同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the data in the same column indicate significant differences ($P < 0.05$).

果长度存在显著差异 ($P < 0.05$)，每荚果粒数存在极显著差异 ($P < 0.01$)。各参试品种株高为 154.78 (‘云油杂 28 号’)~182.78 (‘华油杂 158’) cm；每株荚果数为 221 (‘阳光 131’)~432 (‘全油杂 9 号’) 个；一次有效分枝数为 6 (‘云油杂 28 号’‘阳光 131’)~9 (‘华油杂 62’‘华油杂 158’) 个；一次分支荚果数为 35 (‘华油杂 62’)~56 (‘棚 40’) 个；每荚果粒数为 18 (‘云油双 2 号’)~27 (‘棚 40’‘云油杂 28 号’) 个。

2.3 广东 2021—2023 年 11 个油菜品种产量比较

由表 3 可知，不同品种间的千粒质量、油菜籽产量和地上部分产量存在极显著差异 ($P < 0.01$)。各参试品种千粒质量为 2.15 (‘华油杂 158’)~3.16 (‘棚 40’) g；油菜籽产量为 1 120.20 (‘华油杂 158’)~1 827.80 (‘云油双 2 号’) kg/hm²；地上部分产量为 3 027.78 (‘云油双 2 号’)~16 611.11 (‘云油杂 15 号’) kg/hm²。由此可知，‘棚 40’具备一次有效分枝数、一次分支荚果数、每株荚果数、每荚果粒数和千粒质量数值高的特点，虽然‘云油双 2 号’在农艺性状无明显的优势，但由于其千粒质量较高，可提高油菜籽产量。

2.4 广东 2021—2023 年 11 个油菜品种菜薹品质比较

在广东 2021—2023 年筛选试验中，平均 5 个地区的 11 个油菜品种菜薹品质指标检测结果如表 4 所示，不同品种间的粗蛋白、粗纤维、还原糖、Vc 和钙含量存在极显著差异 ($P < 0.01$)。粗蛋白含量在 86.74~339.21 g/kg，其中粗蛋白含量排名前三的品种为‘阳光 131’ (339.21 g/kg)、‘云油杂 28 号’ (328.40 g/kg) 和‘棚 40’ (296.12 g/kg)，‘云油杂 15 号’粗蛋白含量最低。粗纤维含量在 6.43%~21.79%，其中粗纤维含量排名前三的品种为‘云油杂 28 号’ (21.79%)、‘云油杂 15 号’ (21.67%)、‘青杂 7 号’ (20.72%)，‘棚 40’粗纤维含量最低。还原糖含量在 2.56~63.71 mg/g，其中‘云油双 2 号’ (63.71 mg/g)、‘华油杂 158’ (42.69 mg/g)、‘云油杂 28 号’ (37.06 mg/g) 排名前三，‘云油杂 15 号’还原糖含量最低 (2.56 mg/g)。每 100 g Vc 含量在 0.26~0.76 mg，该指标排名前三的品种为‘华油杂 158’ (每 100 g 0.76 mg)、‘华油杂 62’ (每 100 g 0.67 mg)、‘云油杂 28 号’ (每 100 g 0.67 mg)，‘全油杂 9 号’ Vc 含量最低。钙含量在 3.20~14.47 g/kg，‘华油杂 62’

表3 广东2021—2023年11个油菜品种产量
Table 3 Yields of 11 rapeseed varieties in Guangdong from 2021 to 2023

品种 Variety	千粒质量 Thousand-grain weight (g)	油菜籽产量 Yield of rapeseed (kg/hm ²)	地上部分产量 Yield of aboveground part (kg/hm ²)
云油杂28号 Yunyouza 28	3.15 ± 0.37a	1719.80 ± 206.73a	8750.00 ± 961.05bc
云油双2号 Yunyoushuang 2	2.71 ± 0.16bc	1827.80 ± 105.07a	3027.78 ± 917.93d
青杂7号 Qingza 7	3.01 ± 0.18ab	1377.50 ± 11.61bc	3416.67 ± 2036.13d
青杂5号 Qingza 5	2.36 ± 0.11cd	1234.90 ± 26.74ce	12222.22 ± 965.85ab
阳光131 Yangguang 131	2.25 ± 0.17d	1514.70 ± 11.36b	15333.33 ± 2837.01a
全油杂9号 Quanyouza 9	2.35 ± 0.12d	1729.60 ± 31.55a	9083.33 ± 6031.74bc
云油杂15号 Yunyouza 15	2.39 ± 0.18cd	1291.10 ± 18.37cd	16611.11 ± 3864.31a
棚40 Peng 40	3.16 ± 0.07a	1278.90 ± 25.9cd	3694.44 ± 375.77d
华油杂62 Huayouza 62	2.78 ± 0.28b	1218.30 ± 75.89de	6694.44 ± 96.23cd
23P63-7母 23P63-7 female	2.75 ± 0.21b	1708.50 ± 101.08a	6527.78 ± 1071.52cd
华油杂158 Huayouza 158 (CK)	2.15 ± 0.1d	1120.20 ± 26.35e	16555.56 ± 3719.63a

注: 同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the data in same column indicate significant differences ($P < 0.05$).

表4 广东2021—2023年11个油菜品种的茎品质
Table 4 Quality of flowering stem of 11 rapeseed varieties in Guangdong from 2021 to 2023

品种 Variety	粗蛋白含量 Crude protein content (g/kg, DW)	粗纤维含量 Crude fiber content (%, DW)	还原糖含量 Reducing sugar content (mg/g, DW)	Vc含量 Vitamin C content (mg/100g, FW)	钙含量 Ca content (g/kg, DW)
云油杂28号 Yunyouza 28	328.40 ± 1.21b	21.79 ± 5.55a	37.06 ± 0.06c	0.67 ± 0.02b	10.49 ± 0.01c
云油双2号 Yunyoushuang 2	261.56 ± 1.15f	11.15 ± 0.30c	63.71 ± 0.39a	0.39 ± 0.01ef	3.82 ± 0.68e
青杂7号 Qingza 7	282.98 ± 0.63d	20.72 ± 0.41a	12.09 ± 0.24h	0.42 ± 0.01de	10.70 ± 0.43c
青杂5号 Qingza 5	275.95 ± 0.61e	14.19 ± 0.12b	17.48 ± 0.38g	0.53 ± 0.05c	11.18 ± 0.63bc
阳光131 Yangguang 131	339.21 ± 6.49a	6.59 ± 0.39de	22.47 ± 0.27f	0.36 ± 0.03f	12.75 ± 2.08b
全油杂9号 Quanyouza 9	171.76 ± 1.18h	8.44 ± 0.35cde	31.28 ± 0.52e	0.26 ± 0.02g	6.17 ± 1.61d
云油杂15号 Yunyouza 15	86.74 ± 1.26k	21.67 ± 0.23a	2.56 ± 0.22k	0.46 ± 0.01d	3.20 ± 1.31e
棚40 Peng 40	296.12 ± 1.25c	6.43 ± 0.19e	3.83 ± 0.08j	0.55 ± 0.03c	9.58 ± 0.37c
华油杂62 Huayouza 62	219.79 ± 0.81g	9.68 ± 0.36cd	34.88 ± 0.28d	0.67 ± 0.04b	14.47 ± 0.27a
23P63-7母 23P63-7 female	91.80 ± 0.88j	15.53 ± 0.19b	11.15 ± 0.40i	0.66 ± 0.02b	7.68 ± 0.22d
华油杂158 Huayouza 158 (CK)	158.08 ± 0.72i	9.53 ± 0.29cde	42.69 ± 0.81b	0.76 ± 0.04a	3.77 ± 1.18e

注: 同列数据后小写英文字母不同者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the data in the same column indicated significant differences ($P < 0.05$).

(14.47 g/kg)、‘阳光131’(12.75 g/kg)、‘青杂5号’(11.18 g/kg)排名前三,‘云油杂15号’钙含量最低。因此,‘棚40’具备粗蛋白含量高、粗纤维低的特点,同时Vc和钙含量较高,是较好的候选鲜食油菜品种和良好的饲料油菜品种^[13]。而‘云油双2号’也具备粗蛋白和还原糖含量高、粗纤维含量低的特点,有利于提高油

菜的抗性和品质。

2.5 广东11个品种油菜生育期、农艺性状、产量及品质的相关性分析

为进一步探究油菜各项指标之间存在的关系,采用相关性方法对11个油菜品种间的生育期、农艺性状、产量和品质等18个指标进行处理分析。由图3可知,在18项指标中,全生育

期与出苗期、株高、每株荚果数、地上部分产量和钙含量呈正相关, 相关系数最高为地上部分产量、达 0.52, 最低是每株荚果数、仅为 0.01。全生育期与抽薹期、开花期、一次有效分枝数、一次分支荚果数、每荚果粒数、荚果长度、粗蛋白、粗纤维、还原糖和 Vc 含量呈负相关, 与千粒质量呈显著负相关 ($P < 0.05$)。

油菜籽产量与一次分支荚果数、每株荚果数、千粒质量、粗蛋白、粗纤维和还原糖含量呈正相关, 与开花期呈显著正相关 ($P < 0.05$); 相关系数最高为开花期、达 0.65, 最低是每株荚果数、仅为 0.06。油菜籽产量与出苗期、抽薹期、一次有效分枝数、每荚果粒数、荚果长度、地上部分

产量、Vc 和钙含量呈负相关, 与株高呈显著负相关 ($P < 0.05$)。

地上部分产量与出苗期、全生育期、一次有效分枝数、荚果长度、粗纤维和 Vc 含量呈正相关, 与抽薹期和株高呈显著正相关 ($P < 0.05$); 相关系数最高为株高、达 0.71, 最低是粗纤维含量、仅为 0.01。与开花期、一次分支荚果数、每株荚果数、每荚果粒数、油菜籽产量、粗蛋白、还原糖和钙含量呈负相关, 与千粒质量呈极显著负相关 ($P < 0.01$)。上述结果表明, 油菜的生产性能和品质形成是多个因素相互作用的结果, 育种和栽培管理时应综合考虑这些复杂的相互关系。

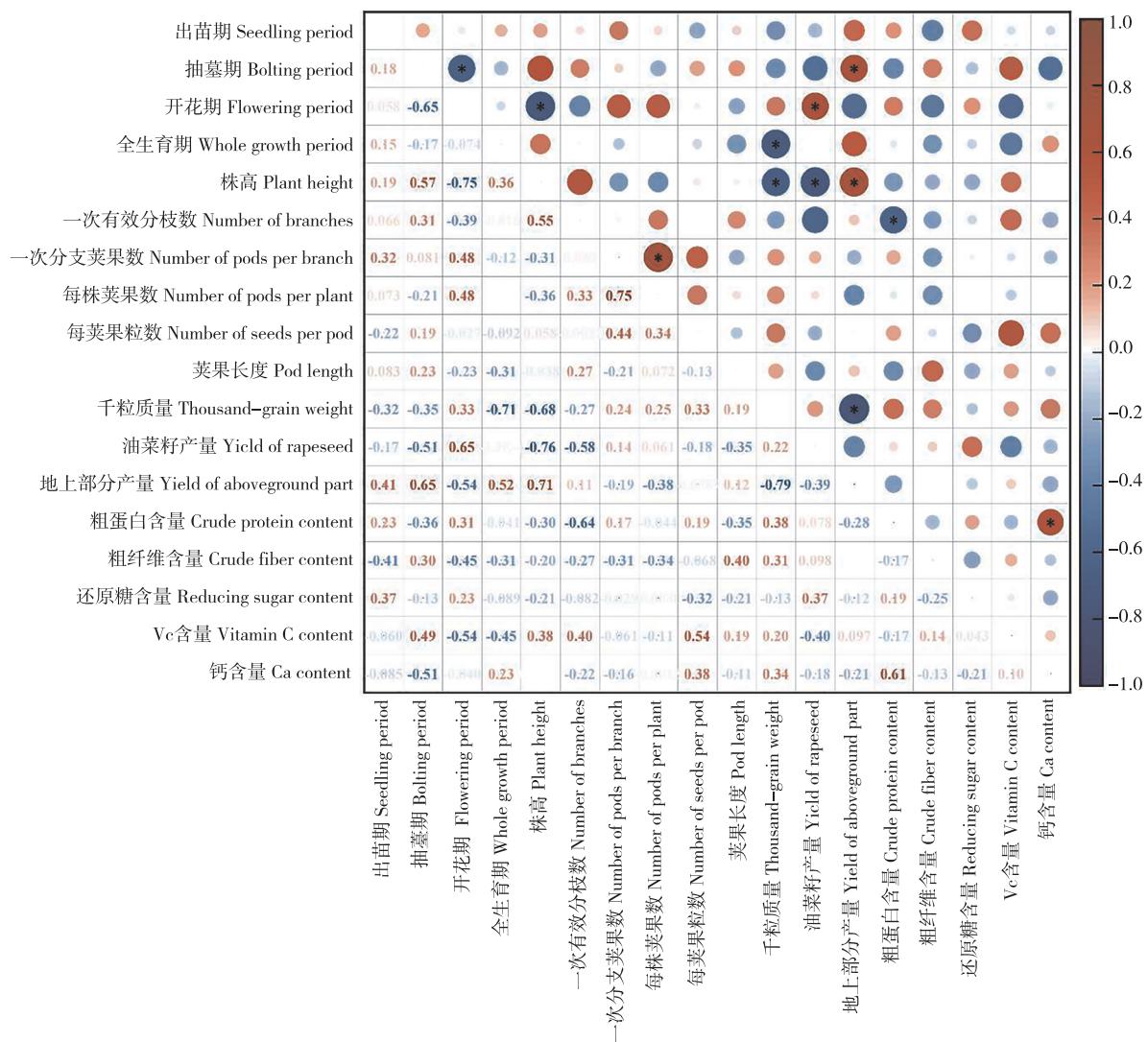


图 3 广东 11 个油菜品种生育期、农艺性状、产量品质的相关性分析

Fig. 3 Correlation analysis of growth period, agronomic traits, yield and quality of 11 rapeseed varieties in Guangdong

3 讨论

“稻-稻-油”轮作模式作为南方双季稻区典型的水旱轮作体系，对土壤改良效果显著。它能有效增强土壤团聚体的稳定性，促使表层土壤中有机质、全氮、速效氮和速效磷含量的提升，优化土壤的酸碱度。在病虫害防治方面，该模式可有效防治或减轻作物病害，为作物的健康生长提供有利条件，进而提高作物产量，是一种绿色环保的轮作方式^[13]。在广东地区发展推行三熟制栽培模式，对油菜品种的生育期有特定的要求，需要油菜品种生育期在160 d以内。在广东，早稻通常于3月下旬至4月初播种，6月上旬收割；晚稻在6月下旬播种，10月下旬收割。而油菜多在10月下旬至11月上旬播种，4月中下旬收获，油菜种植时间与主粮耕作时间相互错开，不与主粮争地^[14]。因此，适合广东短生育期双季稻接茬且高稳产的油菜品种，应具备出苗快、花芽分化早、现蕾抽薹早、开花期长、成熟快、植株偏矮和全生育期短等特点^[15]。油菜具有极高的综合利用价值，集油用、菜用、花用、蜜用、饲用和肥用价值于一体^[16]。其中，双低菜籽油是现今食用植物油中的优质油品，具有抗氧化、降低血压血脂、增强免疫力等功效，深受消费者青睐^[17]。近年来，随着国家大力推动休闲农业发展，众多种植油菜的地区纷纷开展一系列将农业、旅游、文化与脱贫攻坚深度融合的油菜观赏型主题活动，有力带动当地经济发展^[18]。

广东拥有丰富的耕地战略后备资源，撂荒地与冬闲田面积超33.33万hm²、沿海滩涂盐碱地近20万hm²。在此基础上，应大力加强适合广东三熟制冬种短生育期多功能油菜品种的优选培育与示范应用研究。这一举措可推动油菜一二三产业融合发展，不仅助力农民实现增收，有力推动乡村振兴战略的实施，还对解决广东冬季闲置土地和沿海滩涂盐碱地的有效利用、缓解畜禽与水产饲料严重短缺等关键产业技术难题、修复培肥土壤、扩充耕地总量、强化国家粮油安全保障，以及提高经济、社会、生态效益（绿美广东）等方面具有重要意义。

本研究中，在确保油菜种子和各项栽培管理

措施相同的情况下，整体试验生产状况良好，不同品种间存在一定差异。本试验在广东地区为期3年5个地区进行开展，参与试验的所有油菜品种生育期均在132 d以内，符合广东地区发展“稻-稻-油”三熟制栽培模式的要求^[19]。其中‘云油双2号’和‘棚40’表现较优，与其他油菜品种相比，‘云油双2号’和‘棚40’的全生育期（119、120 d）短、出苗迅速（4 d）、抽薹时间快（17、23 d）、开花时间较长（均为34 d）、植株相对较矮（156.56、163.44 cm）、油菜籽产量较高（1 827.80、1 278.90 kg/hm²），且‘云油双2号’的产量排名第一。同样，在江西省开展的油菜早熟高产品种筛选试验中^[20]，‘云油双2号’生育期较短、为185 d，花期较长（36 d），生长适应性强，适宜在广东地区栽培，可作为兼具油用功能与花用价值的优质候选油菜品种。另有文献报道，‘云油杂15号’^[21]、‘云油杂28号’^[22]、‘青杂7号’^[23]和‘阳光131’^[24]油菜品种具有生育期短的特点，但在本次试验中未展示出优势，可能是由于地理环境不同。

甘蓝型油菜菜薹在营养成分方面优势显著，Vc和钙等营养成分含量显著优于十字花科蔬菜白菜薹，是一种营养丰富、食用价值高的绿色健康蔬菜^[25]。还原糖作为作物生长发育过程中的关键能量来源，不仅为作物提供必需的代谢支持，还能增强作物抗性、影响作物的品质^[26]。本研究中，‘云油双2号’油菜品种还原糖含量为63.71 mg/g，在所有品种中排名第一。此外，将油菜菜薹作为蔬菜食用，不会对菜籽产量造成影响^[27]。油菜薹富含Vc和钙，且低纤维、高粗蛋白的特性有利于提升菜薹的口感^[1]。在本试验中，‘棚40’品种的粗纤维含量仅为6.43%，粗蛋白含量高达296.12 g/kg，每100 g的Vc含量为0.55 mg、钙含量为9.58 g/kg，具备优异的鲜食品质，是一种理想的鲜食油菜薹品种。对于饲用油菜，粗蛋白和粗纤维含量是评定饲草营养价值和品质的重要指标^[28]。此外，本研究中，株高与地上部分产量呈显著正相关（P<0.05）。‘棚40’具有粗纤维含量低、粗蛋白含量高的特点，与千粒质量呈正相关。而‘云油双2’的粗蛋白和粗纤维含量较为适中，地上部分产量较低，可

能是因为其株高无明显优势。

4 结论

本研究在广东省 5 个不同地区开展为期 3 年的冬种短生育期多功能油菜品种筛选试验。11 个试验品种全生育期为 119~132 d, 产量为 1 120.20~1 827.80 kg/hm²。通过对 11 个油菜品种的生育期、农艺性状、产量和菜薹性状进行比较, 结果表明‘云油双 2 号’和‘棚 40’油菜品种田间性状表现好, 全生育期短(120、119 d)且产量高(1 827.80 和 1 278.90 kg/hm²)。‘棚 40’菜薹具有高蛋白(296.12 g/kg)、低纤维(6.43%)、高 Vc(每 100 g 0.55 mg)和钙(9.58 g/kg)含量的特点, 是鲜食菜薹的优选。‘云油双 2 号’高还原糖(63.71 mg/g)含量利于提升油菜的抗性和品质。这两个品种适用于“稻-稻-油”三熟制冬种短生育期多功能油菜的推广。

参考文献 (References) :

- [1] 王汉中. 以新需求为导向的油菜产业发展战略 [J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(5): 613–617. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.001.
WANG H Z. New- demand oriented oilseed rape industry developing strategy [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2018, 40(5): 613–617. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.001.
- [2] 汪波, 宋丽君, 王宗凯, 王积军, 熊明清, 甘丽, 刘芳, 张哲, 蒋婕, 傅廷栋, 周广生. 我国饲料油菜种植及应用技术研究进展 [J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(5): 695–701. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.012.
WANG B, SONG L J, WANG Z K, WANG J J, XIONG M Q, GAN L, LIU F, ZHANG Z, KUAI J, FU T D, ZHOU G S. Production and feeding technology of fodder- rapeseed in China [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2018, 40(5): 695–701. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.012.
- [3] 赵曼利, 戴志刚, 顾炽明, 胡文诗, 李银水, 秦璐, 鲁明星, 廖星. 油菜用地养地的作物优势及其在冬闲田开发中的应用潜力 [J]. 中国油料作物学报, 2022, 44(6): 1139–1147. DOI: 10.19802/j.issn.1007-9084.2022221.
ZHAO M L, DAI Z G, GU C M, HU W S, LI Y S, QIN L, LU M X, LIAO X. Advantage of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in land use and conservation and its application for winter fallow field [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2022, 44(6): 1139–1147. DOI: 10.19802/j.issn.1007-9084.2022221.
- [4] 广东省统计局. 2023 广东统计年鉴 [M]. 广东: 中国统计出版社, 2023: 349.
Guangdong Provincial Bureau of Statistics. 2023 Guangdong statistical yearbook [M]. Guangdong: China Statistics Press, 2023: 349.
- [5] 殷艳, 尹亮, 张学昆, 郭静利, 王积军. 我国油菜产业高质量发展现状和对策 [J]. 中国农业科技导报, 2021, 23(8): 1–7. DOI: 10.13304/j.nykjdb.2020.1050.
YIN Y, YIN L, ZHANG X K, GUO J L, WANG J J. Status and countermeasure of the high-quality development of rapeseed industry in China [J]. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2021, 23(8): 1–7. DOI: 10.13304/j.nykjdb.2020.1050.
- [6] 郑伟, 陈明, 吕伟生, 应国勇, 王瑞平, 吴艳, 肖富良, 张绍文, 刘开基, 吴昌强, 胡秋萍, 肖国滨. 油稻稻三熟制早熟高产油菜品种筛选 [J]. 土壤与作物, 2019, 8(2): 205–211. DOI: 10.11689/j.issn.2095-2961.2019.02.011.
ZHENG W, CHEN M, LYU W S, YING G Y, WANG R P, WU Y, XIAO F L, ZHANG S W, LIU K J, WU C Q, HU Q P, XIAO G B. Screening of early-maturing and high- yielding rapeseed varieties under rapeseed-rice-rice cropping system [J]. *Soils and Crops*, 2019, 8(2): 205–211. DOI: 10.11689/j.issn.2095-2961.2019.02.011.
- [7] 张哲, 殷艳, 刘芳, 王积军, 傅廷栋. 我国油菜多功能开发利用现状及发展对策 [J]. 中国油料作物报, 2018, 40(5): 618–623. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.002.
ZHANG Z, YIN Y, LIU F, WANG J J, FU T D. Current situation and development countermeasures of Chinese rapeseed multifunctional development and utilization [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2018, 40(5): 618–623. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.002.
- [8] 黄微, 付江凡, 王长松. 江西油菜产业竞争力分析及对策研究 [J]. 江西农业学报, 2024, 36(8): 101–105. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2024.08.014.
HUANG W, FU J F, WANG C S. Competitiveness analysis and countermeasures of Jiangxi rapeseed industry [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2024, 36(8): 101–105. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2024.08.014.
- [9] 乌兰, 马伟杰, 义如格勒图, 崔仲楠, 鲁兴华. 油菜秸秆饲用价值分析及其开发利用 [J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(6/7): 421–422. DOI: 10.16003/j.cnki.issn1672-5190.2010.z1.123.
WU L, MA W J, YIRUGELETU, CUI Z N, LU X H. Analysis of feeding value of rape straw and its development and utilization [J]. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2010, 31(6/7): 421–422. DOI: 10.16003/j.cnki.issn1672-5190.2010.z1.123.
- [10] 黄天宝, 吕伟生, 郑伟, 肖小军, 李亚贞, 肖富良, 韩德鹏, 陈何良, 肖国滨. 缓释型配方肥在晚稻套播油菜上的应用效果 [J]. 江西农业学报, 2021, 33(1): 6–11. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2021.01.02.
HUANG T B, LYU W S, ZHENG W, XIAO X J, LI Y Z, XIAO F L, HAN D P, CHEN H L, XIAO G B. Application effect of slow-released formula fertilizer on interplanting oilseed rape (*Brassica napus*) in late rice [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2021, 33(1): 6–11. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2021.01.02.
- [11] 伍晓明. 油菜种质资源描述规范和数据标准 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 82.
WU X M. *Brassica napus* germplasm resources description standards and data standards [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2007: 82.
- [12] 高彦妮, 吴杰, 欧阳凤仔, 郑伟, 周永胜, 徐邵颖, 康轩鸣. 吉安地区三熟制模式下早熟油菜品种筛选 [J]. 农业与技术, 2023, 43(19): 5–9. DOI: 10.1975/j.nyyjs.20231015002.
GAO Y N, WU J, OUYANG F Z, ZHENG W, ZHOU Y S, XU S Y, KANG X M. Screening of early maturing rapeseed varieties under three- cropping mode in Ji'an area [J]. *Agriculture and Technology*, 2023, 43(19): 5–9. DOI: 10.1975/j.nyyjs.20231015002.
- [13] 刘萍, 张林, 王涛, 王婧泽, 陈燕萍, 吴宇瑶, 龚永会, 秦利军, 代文东. 饲料油菜粗蛋白含量及其氨基酸组成 [J]. 草业科学, 2023, 40(12): 3150–3162. DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0802.
LIU P, ZHANG L, WANG T, WANG J Z, CHEN Y P, WU Y Y,

- GONG Y H, QIN L J, DAI W D. The study on the crude protein content and amino acid composition in *Brassica napus* feed [J]. *Pratacultural Science*, 2023, 40(12): 3150–3162. DOI: 10.11829/j.issn.1001-0629.2022-0802.
- [14] 叶延琼, 王悦, 章家恩, 孔旭晖, 秦钟. 广东省典型作物轮作优化组配专家系统[J]. 生态科学, 2022, 41(6): 73–81. DOI: 10.14108/j.cnki.1008-8873.2022.06.009.
- YE Y Q, WANG Y, ZHANG J E, KONG X H, QIN Z. Typical crop rotation optimization expert system in Guangdong Province [J]. *Ecological Science*, 2022, 41(6): 73–81. DOI: 10.14108/j.cnki.1008-8873.2022.06.009.
- [15] 李荣德, 何平, 罗莉霞, 史梦雅, 侯乾, 马振国, 郭瑞星, 成洪涛. “稻—稻—油”生产模式下短生育期冬油菜品种选育与推广现状分析[J]. 中国农业科学, 2024, 57(5): 846–854. DOI: 10.3864/j.issn.0578-1752.2024.05.002.
- LI R D, HE P, LUO L X, SHI M Y, HOU Q, MA Z G, GUO R X, CHENG H T. Current situation of breeding and popularization of short-growth-period winter rapeseed varieties for rice–rice–rapeseed mode [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2024, 57(5): 846–854. DOI: 10.3864/j.issn.0578-1752.2024.05.002.
- [16] 张尧锋, 余华胜, 曾孝元, 林宝刚, 华水金, 张冬青, 傅鹰. 早熟甘蓝型油菜研究进展及其应用[J]. 植物遗传资源学报, 2019, 20(2): 258–266. DOI: 10.13430/j.cnki.jpgr.20180712001.
- ZHANG Y F, YU H S, ZENG X Y, LIN B G, HUA S J, ZHANG D Q, FU Y. Progress and application of early maturity in rapeseed (*Brassica napus* L.) [J]. *Journal of Plant Genetic Resources*, 2019, 20(2): 258–266. DOI: 10.13430/j.cnki.jpgr.20180712001.
- [17] 黄华磊, 李艳花, 肖长明, 石有明, 刘涛, 周燕. 油蔬两用油菜品种的品质与产量评价[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2024, 46(4): 37–45. DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2024.04.004.
- HUANG H L, LI Y H, XIAO C M, SHI Y M, LIU T, ZHOU Y. Evaluation of quality and yield of oilseed–vegetable dual-purpose rapeseed varieties [J]. *Journal of Southwest University (Natural Science Edition)*, 2024, 46(4): 37–45. DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2024.04.004.
- [18] 李海渤, 温晓彤, 魏旭, 肖远业, 冯慧敏. 广东省推广油菜多功能利用技术的SWOT分析[J]. 蔬菜, 2022(9): 34–40. DOI: 10.14108/j.cnki.1008-8873.2022.06.009.
- LI H B, WEN X T, WEI X, XIAO Y Y, FENG H M. SWOT analysis of popularizing rape multifunctional utilization technology in Guangdong Province [J]. *Vegetables*, 2022(9): 34–40. DOI: 10.14108/j.cnki.1008-8873.2022.06.009.
- [19] 赵华. 广东水稻区划研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2020.
- ZHAO H. Study on rice division into districts in Guangdong Province [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2020.
- [20] 陈明, 叶川, 吕伟生, 肖国滨, 应国勇, 王瑞平, 刘桅, 郑伟. 稻稻油三熟制下油菜早熟高产品种的筛选[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(17): 61–64. DOI: 10.15889/j.issn.1002-1302.2018.17.015.
- CHEN M, YE C, LYU W S, XIAO G B, YING G Y, WANG R P, LIU W, ZHENG W. Screening of early-maturing and high-yield rapeseed varieties under the rice–rice–oil crop rotation system [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2018, 46(17): 61–64. DOI: 10.15889/j.issn.1002-1302.2018.17.015.
- [21] 周丕才, 赵德胜, 李云飞, 周晓青, 李鸿志, 杨于平, 李国章. 早熟杂交油菜云油杂15号高产栽培产量结构分析[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(17): 32–34. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.010.
- ZHOU P C, ZHAO D S, LI Y F, ZHOU X Q, LI H Z, YANG Y P, LI G Z. Analysis of yield structure of early-maturing hybrid rapeseed Yunyouza 15 with high-yield cultivation [J]. *Anhui Agricultural Sciences*, 2020, 48(17): 32–34. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.17.010.
- [22] 科技成果综合评价报告 [EB/OL]. 2024. <https://www.kczg.org.cn/fruit/detail?id=693926>.
- Scientific and technological achievement comprehensive evaluation report [EB/OL]. 2024. <https://www.kczg.org.cn/fruit/detail?id=693926>.
- [23] 果珍. 西藏林芝巴宜区青杂系列杂交油菜种植适应性研究与示范 [J]. 种子科技, 2024, 42(20): 18–20. DOI: 10.19904/j.cnki.cn14-1160/s.2024.20.006.
- GUO Z. Research and demonstration on the planting adaptability of qingza series hybrid rape in Bayi district, Nyingchi city, Tibet [J]. *Seed Science and Technology*, 2024, 42(20): 18–20. DOI: 10.19904/j.cnki.cn14-1160/s.2024.20.006.
- [24] 钱银飞, 邱才飞, 彭春瑞, 邹小云, 姚易根, 裴润根, 刘根如, 杨文孙. “油—稻—稻”三熟制早熟冬油菜氮高效基因型及鉴定指标筛选[J]. 江西农业大学学报, 2024, 46(4): 830–840. DOI: 10.3724/aauj.2024074.
- QIAN Y F, QIU C F, PENG C R, ZOU X Y, YAO Y G, PEI R G, LIU G R, YANG W S. Selection of high nitrogen utilizing rate winter rapeseed genotypes and evaluation indexes in “rapeseed–rice–rice” triple-cropping system [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2024, 46(4): 830–840. DOI: 10.3724/aauj.2024074.
- [25] 王建平, 张书芬, 陈丽丽, 朱家成, 蔡东芳, 何俊平. 不同品种双低甘蓝型油菜营养品质分析与评价[J]. 湖北农业科学, 2021, 60(24): 187–191. DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2021.24.041.
- WANG J P, ZHANG S F, CHEN M L, ZHU J C, CAI D F, HE J P. Analysis and evaluation of flower stalk nutritional quality of different double-low rapeseed varieties (*Brassica napus* L.) [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2021, 60(24): 187–191. DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2021.24.041.
- [26] 张晓艳, 叶珺琳, 李仕芳, 柴喜荣, 赵普艳, 杨暹. 不同熟性菜心品种糖代谢规律的研究[J]. 广东农业科学, 2015, 42(18): 25–31. DOI: 10.16768/j.issn.1004-874X.2015.18.023.
- ZHANG X Y, YE J L, LI S F, CHAI X R, ZHAO P Y, YANG X. Research on sugar metabolism regular of flowering Chinese cabbage varieties with different maturity cultivars [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2015, 42(18): 25–31. DOI: 10.16768/j.issn.1004-874X.2015.18.023.
- [27] 王学芳, 田建华, 董育红, 关周博, 张忠鑫. 紧凑型油菜产量潜力、高产结构及机制研究[J]. 江西农业学报, 2019, 31(11): 1–5. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2019.11.01.
- WANG X F, TIAN J H, DONG Y H, GUAN Z B, ZHANG Z X. Studies on yield potential, high-yield structure and mechanism of compact rapeseed [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2019, 31(11): 1–5. DOI: 10.19386/j.cnki.jxnyxb.2019.11.01.
- [28] 赵娜, 杨雪海, 魏金涛, 郭万正, 陈芳, 徐绳武, 周广生, 傅廷栋. 不同碳水化合物源对饲料油菜青贮品质的影响[J]. 中国油料作物学报, 2021, 43(2): 236–240. DOI: 10.19802/j.issn.1007-9084.2019227.
- ZHAO N, YANG X H, WEI J T, GUO W Z, CHEN F, XU S W, ZHOU G S, FU T D. Effects of different carbohydrate sources on quality of forage rape silage [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2021, 43(2): 236–240. DOI: 10.19802/j.issn.1007-9084.2019227.