

甘蓝型杂交油菜新品种油蔬两用潜力分析

王武全¹, 刘佳明², 杨华伟¹, 余敏², 刘珞忆¹, 郑永涛¹, 胡苓¹, 曾德志^{1*}

(1. 自贡市农业科学研究院, 四川 自贡, 643000;

2. 自贡市乡村振兴发展服务中心农产品质量安全监测站, 四川 自贡, 643000)

摘要: 为了分析甘蓝型油菜在川南地区的油蔬两用潜力, 选用6个甘蓝型油菜品种和2个蔬菜品种, 从经济效益、农艺性状和营养品质3个方面进行分析。结果表明, 油蔬两用种植技术虽然降低了菜籽产量, 但是能增加经济效益。摘薹处理损失了主茎和主茎角果, 同时减少了单株一次分枝数和一次分枝角果数, 进而间接影响每角粒数, 导致菜籽减产。甘蓝型油菜菜薹是一种适口性好、营养价值丰富的功能型蔬菜。该研究证实了油蔬两用是一项适宜推广的种植技术。

关键词: 油蔬两用油菜; 菜薹; 经济效益; 农艺性状; 营养品质; 潜力

中图分类号: S334.5

文献标识码: A

文章编号: 1007-9084(2024)01-0007-06

Potential analysis on new varieties of hybrid *Brassica napus* for oilseed and vegetable

WANG Wu-quan¹, LIU Jia-ming², YANG Hua-wei¹, YU Min², LIU Luo-yi¹, ZHENG Yong-tao¹,

HU Ling¹, ZENG De-zhi^{1*}

(1. Zigong Academy of Agricultural Sciences, Zigong 643000, China; 2. Agricultural Products Quality Safety Stations of Rural Revitalization and Development Service Center in Zigong, Zigong 643000, China)

Abstract: To better understand the potential of *Brassica napus* L. for both oilseed and vegetable in southern Sichuan, 6 oilseed varieties and 2 vegetable varieties were selected and analyzed from 3 aspects: economic benefits, agronomic characters and nutritional quality. Results showed that dual-purpose planting technique reduced the yield of rapeseed but increased the economic benefits. Stalk-cut treatment with the loss of the main stem and stem pod, while reducing primary branches and pods of primary branches, which indirectly affected the number of seeds per silique, resulting in reduced production of rapeseed. Rape stalk was found to be functional vegetable with good palatability and rich nutritional value. This study confirmed that oilseed-and-vegetable dual-purpose might be a suitable planting technology for popularization.

Key words: *Brassica napus* for both oilseed and vegetable; stalk; economic benefits; agronomic traits; nutritional quality; potential

油菜作为我国主要的油料作物, 常年种植面积约667万公顷(约1亿亩), 产油量占国产植物油的50%以上, 在保障我国食用油供给安全方面具有非常重要的地位。新形势下, 面对消费者对农产品需求向安全、绿色、健康、多元化方向的转变, 以及油菜单纯油用经济效益不高的双重压力, 油菜多功能开发利用成为油菜产业发展新的方向^[1]。王汉中^[2]提出, 要充分发掘油菜油用、花用、薹用、饲用、肥用

等价值进行全产业链开发, 并以功能性菜油、功能性菜薹和油菜花观光旅游的研究和开发为重点走差异化发展之路。

油菜薹用在我国早有先例, 但是由于早期油菜品种芥酸、硫苷含量高, 口感差, 导致食用量极少。随着双低油菜品种的育成和不断优化, 乃至专用油菜薹品种的出现, 油菜薹已逐渐成为了一种鲜嫩爽口、营养丰富的高端功能型蔬菜, 在长江流域的多

收稿日期: 2022-08-22

基金项目: 自贡市科技计划重点研发项目(2021NYCX01)

作者简介: 王武全(1990-), 男, 农艺师, 从事油菜新品种选育及示范推广研究, E-mail: wangwq0814@126.com

* 通讯作者: 曾德志(1989-), 男, 高级农艺师, 从事油菜新品种选育及示范推广, E-mail: zengdz826@126.com

个省份得以普遍推广^[3-6]。为了追求种植效益的最大化,李海渤^[7]、白桂萍^[8]、黄华磊^[9]等初步提出了油菜油蔬两用种植技术,实现了菜薹增收、菜籽丰产的有效结合,为油菜产业化发展提供了一种新的思路。

四川是全国油菜生产第一大省,除四川省农业科学院作物研究所的油菜团队开展了油蔬两用品种选育和技术探讨^[10]以外,油蔬两用油菜专用品种的选育和营养品质、经济效益的相关研究鲜有报道。本研究以自主选育的4个甘蓝型油菜品种、2个四川省主推品种和2个蔬菜品种为材料,从经济效益、农艺性状和营养价值3个维度展开研究,旨在分析油蔬两用种植技术的应用潜力,并为后续开展油蔬两用油菜品种选育、栽培管理技术优化提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

贡油 6201、贡油 7897、贡油 5005、贡油 7009 为自贡市农业科学研究院选育的4个甘蓝型杂交油菜新品种;德油早 1 号是四川省广汉市三星堆油菜研究所选育的双低早熟甘蓝型油菜品种,是四川省代表性早熟品种;川油 83 是四川省农业科学院作物研究所选育的高产高油优质甘蓝型油菜新品种,是四川省现阶段主推品种;杂交红油菜薹购自四川蜀信种业有限公司,紫叶瓢儿菜引自江苏省农业科学院蔬菜研究所,二者均为十字花科芸薹属白菜亚种的变种。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验将摘薹和不摘薹处理作为主区,品种作为裂区,采用随机区组设计,小区面积 12 m²,行距 0.4 m,株距 0.3 m,各小区均定苗 100 株。

1.2.2 摘薹计重 摘薹处理组中6个甘蓝型油菜品种待植株高 50 cm 时摘 20 cm 主薹,为消除植株生长不齐的影响,采用分批摘薹的方法,间隔 5 d 摘一批,共计摘 5 批,5 批合并计重,2 次重复求平均值。杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜摘薹或取样,只用作营养品质检测。

1.2.3 品质检测 各材料取样后部分样品送自贡市乡村振兴发展服务中心农产品质量安全监测站采用火焰原子吸收光谱法检测钙、铁、锌 3 种矿质元素含量^[11-13],剩余样品在本院实验室用液氮研磨成粉状后采用蒽酮法^[14]测定可溶性总糖、淀粉和纤维

素含量,采用 2,6-二氯酚酚滴定法^[14]测定维生素 C 含量。

1.2.4 田间管理 前茬为大豆,播种前小型旋耕机旋地,施用油菜专用复合肥 750 kg/hm² 作基肥。育苗移栽,10 月 12 日播种,11 月 24 日移栽,1 月 14 日首批摘薹,2 月 8 日摘薹结束。摘薹后追施 75 kg/hm² 尿素,喷施多菌灵杀菌,加快伤口愈合。收获前,各小区取 10 株考种。

1.2.5 数据分析 采用 IBM SPSS Statistics 25 进行数据分析,GraphPad Prism 8 和 WPS 制作图表。

2 结果与分析

2.1 摘薹和不摘薹处理间的经济效益比较

各品种不摘薹处理下的菜籽收入和摘薹处理下的菜籽+菜薹收入如表 1 所示。不摘薹处理下川油 83 的菜籽产量为 3067.5 kg/hm²,净收入达 15 472.5 元/hm²,产量和净收入与其它 5 个品种相比均存在显著差异,说明川油 83 具有明显的高产优势。摘薹处理下,6 个品种菜籽产量均有所下降,减产范围 4.27%~24.20%。贡油 7897 减产最少,减产 4.27%,说明该品种摘薹处理对其菜籽产量形成影响较小,川油 83 和贡油 6201 减产率较高,分别为 23.37% 和 24.20%,与其它品种相比存在显著差异,说明摘薹处理对这两个品种的菜籽产量影响较大。

贡油 7009 菜薹产量最高,为 2877.0 kg/hm²,川油 83 次之,德油早 1 号菜薹产量最低,为 2038.5 kg/hm²,品种间菜薹产量存在差异。结合田间调查发现,菜薹产量与摘薹期各品种的营养体大小成正比。摘薹组净收入有 3 个品种达 15 000 元/hm² 以上,依次为贡油 7009、贡油 7897 和川油 83,说明这 3 个品种油蔬两用能产生较好的经济效益。与不摘薹处理相比,各品种摘薹处理下的净收入均增加,增加范围 4.87%~55.48%。另外对菜籽减产率和净收入增加率进行相关性分析,皮尔逊相关性系数为 -0.798,表明两者之间存在显著的负相关关系,即菜籽减产率越低净收入增加率就越高。

2.2 摘薹和不摘薹处理下油菜主要农艺性状变化分析

各处理成熟期植株主要农艺性状的考种结果如表 2 所示。与不摘薹处理相比,各品种摘薹处理下株高无明显差异(贡油 7897 除外),分枝高度显著或极显著降低,一次分枝数显著或极显著减少(德油早 1 号差异未达到显著水平),二次分枝数均增加(贡油 7897 和德油早 1 号差异均达极显著水平),一

表1 油菜各品种不同处理下的经济效益

Table1 Economic benefits of rape varieties under different treatments

品种 Variety	不摘薹组		摘薹组			菜籽减产率 Reduction rate of rapeseed yield /%	净收入增加率 Increase rate of net income /%
	Stalk-free treatment		Stalk-cut treatment				
	菜籽产量	净收入	菜籽产量	菜薹产量	净收入		
	Seeds yield /(kg·hm ⁻²)	Net income /(CNY·hm ⁻²)	Seeds yield /(kg·hm ⁻²)	Stalk yield /(kg·hm ⁻²)	Net income /(CNY·hm ⁻²)		
贡油 6201 Gongyou 6201	2517.0 b	11 619.0 b	1908.0 c	2430.0 bc	12 576.0 c	24.20 a	8.24 c
贡油 7897 Gongyou 7897	2388.0 b	10 716.0 b	2286.0 a	2509.5 bc	15 540.0 a	4.27 b	45.02 ab
贡油 5005 Gongyou 5005	2134.5 b	8941.5 b	1893.0 c	2301.0 c	11 955.0 c	11.31 b	33.70 ab
贡油 7009 Gongyou 7009	2256.0 b	9792.0 b	2031.0 bc	2877.0 a	15 225.0 ab	9.97 b	55.48 a
德油早 1 号 Deyouzao 1	2344.5 b	10 411.5 b	2209.5 ab	2038.5 d	13 120.5 bc	5.76 b	26.02 bc
川油 83 Chuanyou 83	3067.5 a	15 472.5 a	2350.5 a	2568.0 b	16 225.5 a	23.37 a	4.87 c

注:备注:分别按照 7 元/kg 和 4 元/kg 的市场价计算菜籽和菜薹的收入;按照不摘薹 6000 元/hm²(播种、移栽、施肥、收割、脱粒所用人工:37.5 个×100 元/个=3750 元;肥料+农药计 2250 元/公顷)、摘薹 10 500 元/hm²(播种、移栽、施肥、摘薹、追肥、收割、脱粒所用人工:75 个×100 元/个=7500 元;肥料+农药+销售计 3000 元/公顷)计算支出(前茬作物收获后的机械整地费用未计入);小写字母代表在 0.05 水平上显著

Note: In accordance with market price 7 CNY/kg and 4 CNY/kg calculate income of rapeseed and bolt respectively; In accordance with 6000CNY/hm² (Labor cost 3750 CNY on sowing transplanting fertilizing harvesting and threshing; Fertilizer and pesticide cost 2250 CNY) and 10500 CNY/hm² (Labor cost 7500 CNY on sowing transplanting fertilizing stalk-outing topdressing harvesting and threshing; Fertilizer pesticide and selling cost 3000 CNY) calculate expenditure of stalk-free and stalk-cut respectively (the cost of mechanical land preparation after the harvest of the preceding crop is not included); lowercase letters represent significant difference at 0.05 level

次分枝角果数显著或极显著减少(贡油 7897 差异未达显著水平),二次分枝角果数显著或极显著增加,单株角果数除贡油 6201 和川油 83 外均增加,有 3 个品种(贡油 6201、贡油 5005、德油早 1 号)的千粒重在摘薹处理和不摘薹处理之间存在显著或极显著差异,生育期推迟 6~7 d。

以上结果表明,摘薹处理会导致分枝高度降低,一次分枝数和一次分枝角果数减少,二次分枝数和二次分枝角果数增多,生育期延长,对株高、单株角果数的影响较小,而千粒重在处理间的增减变化未呈现一致性规律,还需要进一步研究。

2.3 不同油菜品种间菜薹营养品质比较

各品种菜薹营养指标测定结果如图 1 所示。除川油 83 外,其它 5 个品种菜薹可溶性总糖含量均显著高于杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜,其中贡油 6201、德油早 1 号和贡油 7897 3 个品种菜薹可溶性总糖含量较高,贡油 5005、贡油 7009 次之。6 个品种菜薹淀粉含量均显著高于对照蔬菜杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜,其中贡油 7897 菜薹淀粉含量最高,川油 83 菜薹淀粉含量最低。6 个品种菜薹粗纤

维含量均显著高于杂交红油菜薹,其中贡油 7009、贡油 6201 和贡油 7897 菜薹粗纤维含量又显著高于紫叶瓢儿菜。贡油 7009、贡油 6201 和贡油 7897 3 个品种菜薹维生素 C 含量显著高于杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜,贡油 5005、德油早 1 号和川油 83 3 个品种菜薹维生素 C 含量显著低于杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜。6 个品种菜薹钙元素含量均显著高于杂交红油菜薹,但又显著低于紫叶瓢儿菜。6 个品种菜薹铁元素含量均显著低于杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜。6 个品种菜薹锌元素含量均显著高于紫叶瓢儿菜,但又显著低于杂交红油菜薹(德油早 1 号除外)。

综上所述,6 个品种菜薹中可溶性总糖含量(川油 83 除外)、淀粉含量显著优于杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜,粗纤维含量和钙元素含量显著优于杂交红油菜薹,铁元素、锌元素含量(德油早 1 号除外)显著低于杂交红油菜薹,钙元素和铁元素含量均显著低于紫叶瓢儿菜,锌元素含量显著高于紫叶瓢儿菜,只有贡油 7009、贡油 6201 和贡油 7897 三个品种菜薹中维生素 C 含量高于杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜,贡油 7009、贡油 6201 和贡油 7897 三个品种菜薹

表2 各品种不同处理下的主要农艺性状比较
Table2 Comparison of agronomic traits of all varieties under different treatment

品种 Variety	处理 Treatment	株高 Height /cm	分枝高度 Branch height /cm	一次分枝数 Primary branches	二次分枝数 Secondary branches	一次分枝 角果数 Pods of prima- ry branches	二次分枝 角果数 Pods of second- ary branches	单株 角果数 Pods per plant	千粒重 1000- seeds weight /g	生育期 Growth pe- riod /d
贡油 6201 Gongyou 6201	不摘薹 Stalk-free	184.6	38.4	7.0	10.6	402.0	138.8	630.0	3.82	195
	摘薹 Stalk-cut	181.6	10.6 **	3.4 **	16.2	218.6 **	356.0 *	574.6	3.68 *	201
贡油 7897 Gongyou 7897	不摘薹 Stalk-free	198.2	54.6	7.6	5.8	373.2	88.6	561.4	4.47	192
	摘薹 Stalk-cut	177.6 *	12.6 **	4.4 **	18.8 **	252.6	424.4 *	677.0	4.55	198
贡油 5005 Gongyou 5005	不摘薹 Stalk-free	183.2	41.0	7.0	10.6	305.2	145.2	541.2	3.92	192
	摘薹 Stalk-cut	186.4	10.4 **	3.8 **	13.4	170.8 *	389.2 **	560.0	4.1 **	198
贡油 7009 Gongyou 7009	不摘薹 Stalk-free	180.0	28.6	7.2	8.8	304.2	146.8	539.2	4.28	192
	摘薹 Stalk-cut	188.2	13.0 *	3.4 *	14.6	189.0 *	368.8 *	557.8	4.31	199
德油早 1 号 Deyouzao 1	不摘薹 Stalk-free	178.2	42.4	5.8	4.6	299.6	50.6	444.8	3.71	189
	摘薹 Stalk-cut	186.4	13.6 **	4.6	11.8 **	212.2 *	252.8 **	465.0	3.59 *	195
川油 83 Chuanyou 83	不摘薹 Stalk-free	190.4	47.0	5.4	6.4	361.4	80.2	543.8	4.00	195
	摘薹 Stalk-cut	188.4	9.0 **	3.0 **	11.6	210.0 **	311.2 *	521.2	3.95	202

注:备注,*在 0.05 水平上显著;**在 0.01 水平上显著
Note: *: significant difference at 0.05 level; **: significant difference at 0.01 level

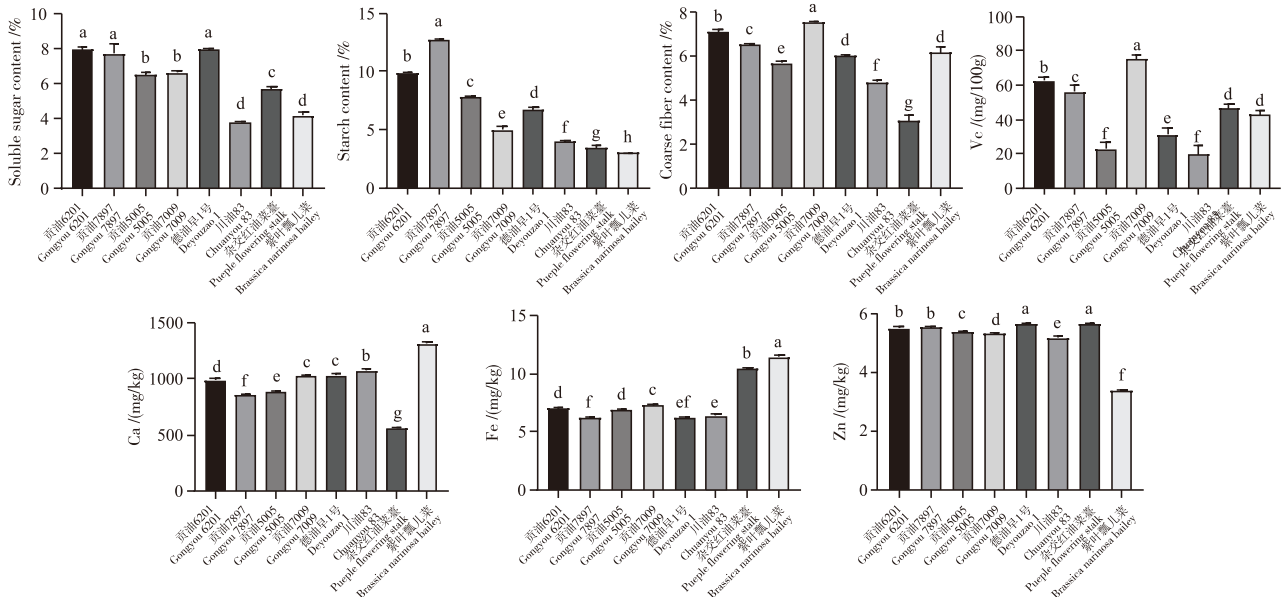
粗纤维含量高于紫叶瓢儿菜。

3 结论与讨论

本研究中摘薹处理下,川油 83 产量优势明显,油蔬两用经济效益也较高,贡油 7009 菜薹产量最高,即使菜籽产量不占优势,净收入也较可观,说明高菜籽产量和高菜薹产量是油蔬两用种植技术经济效益的两个主要来源,做到二者相对平衡并实现经济效益最高的目的是后续品种选育和种植技术优化的重点。摘薹和不摘薹处理相比,6 个品种的净收入增加率均为正数,最大净收入增加率达 55.48%,说明油蔬两用的确是一项能够增加油菜种植效益的种植技术,具有很大的提升油菜种植效益的潜力。本实验中植株高 50 cm 时摘主薹 20 cm 处理下,菜籽产量的减少不可避免,甚至有两个品种的菜籽减产率达 20% 以上,因此油蔬两用种植技术

想要推广,仍需研究更加合理的摘薹时期和摘薹高度。

前人研究表明,油菜单株产量是由单株角数、每角粒数和千粒重 3 个因素构成,每个因素的变化均对单株产量影响很大,除此之外,一次有效分枝数与单株产量也存在极显著的相关关系^[15,16]。刘凤兰等^[17]研究表明,摘薹处理摘去了主花序,减少了一次分枝数,但是显著促进二次分枝数,促进二次分枝角果数增多,从而促进了单株总角果数的增加,提高了单株产量。本研究也发现,摘薹处理显著减少了一次分枝数和一次分枝角果数,增加了二次分枝数和二次分枝角果数,但单株菜籽产量却减少。可以推断,摘薹除直接损失主茎和主茎角果外,还减少了一次分枝数和一次分枝角果数,使籽粒贡献率低的二次分枝角果数占比增高,进而影响到单株每角粒数,导致菜籽减产。因此育种上要注意选育



注:小写字母代表在0.05水平上显著;前6种是甘蓝型油菜(*Brassica napus*),然后依次是白菜型(*B. rapa*)蔬菜杂交红油菜薹和紫叶瓢儿菜

Note: lowercase letters represent significant difference at 0.05 level; the first 6 are *Brassica napus* varieties, the other 2 are *B. rapa* vegetables

图1 各品种菜薹营养指标的差异

Fig. 1 Differences of stalk's nutritive indexes of different varieties

早生快发、一次分枝较多的品种,大田管理上要适时进行水肥管理,以达到油蔬两用菜籽丰产、菜薹增收的目的。

林宝刚等对油菜薹、红菜薹和白菜薹3种菜薹的营养品质进行比较,发现油菜薹的可溶性总糖含量分别是红菜薹和白菜薹的2.03和1.82倍,维生素C含量与红菜薹相当但显著高于白菜薹,维生素B₁和B₆含量显著高于红菜薹和白菜薹,有效锌和全硒含量相比白菜薹和红菜薹也具有显著优势^[18]。本研究中营养品质测定结果显示,油菜薹在可溶性糖、淀粉、粗纤维、维生素C含量上与红菜薹和紫叶瓢儿菜相比存在显著优势或含量相当,与林宝刚等关于油菜薹可溶性糖含量和维生素C含量的测定结果基本一致。但是在锌元素的含量上,与林宝刚等的研究结果不一致。本研究中油菜薹只是在个别矿质元素含量上存在优势,但整体上来说矿质元素含量仍需改善。另外,油菜薹虽然是一种适口性好、营养丰富的蔬菜,但目前在四川蔬菜市场上的认可度仍不高,因此还需要在推广方式上进行系统研究。

参考文献:

- [1] 张哲,殷艳,刘芳,等.我国油菜多功能开发利用现状及发展对策[J].中国油料作物学报,2018,40(5): 618-623. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.05.002.
- [2] 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.
- [3] 刘磊,汤春桥,徐胜.安徽省油菜多功能利用的实践与思考[J].安徽农业科学,2018,46(18): 204-206. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2018.18.063.
- [4] 田军,朱传霞,胡金荣,等.湖南省油菜薹产业发展现状与思考[J].长江蔬菜,2020(2): 24-28. DOI: 10.3865/j.issn.1001-3547.2019.20.009.
- [5] 李延莉,江建霞,蒋美艳,等.上海油菜薹产业发展现状与思考[J].长江蔬菜,2020(14): 32-34. DOI: 10.3865/j.issn.1001-3547.2020.14.011.
- [6] 任韵,朱建方,林宝刚,等.浙江省油菜薹产业发展现状与对策[J].长江蔬菜,2021(4): 32-34. DOI: 10.3865/j.issn.1001-3547.2021.04.010.
- [7] 李海渤,郑立军,黄炳柱.不同株高条件下摘薹长度对“一菜两用”油菜主要性状的影响[J].江苏农业科学,2010,38(4): 86-88. DOI: 10.15889/j.issn.1002-1302.2010.04.052.
- [8] 白桂萍,余华强,唐雪辉,等.鄂北地区“一菜两用”油菜高产栽培技术[J].中国种业,2011(1): 63. DOI: 10.19462/j.cnki.1671-895x.2011.01.036.
- [9] 黄华磊,石有明,唐尚同,等.油蔬两用油菜关键技术及其应用前景分析[J].中国油料作物学报,2013,35(增刊): 300-302.
- [10] 崔成,李浩杰,张锦芳,等.菘油2号选育及油蔬两用价值初探[J].中国油料作物学报,2022,44(5): 973-

980. DOI: 10.19802/j.issn.1007-9084.2021223.
- [11] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中钙的测定: GB 5009.92—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [12] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中铁的测定: GB 5009.90—2016[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [13] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中锌的测定: GB 5009.14—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [14] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [15] 官春云. 甘兰型油菜产量形成的初步分析[J]. 作物学报, 1980, 6(1): 35-44.
- [16] 刘天城, 黄杨桂, 郭署玲. 油菜产量构成因素的相关和通径分析研究[J]. 中国油料, 1984, 6(1): 26-30.
- [17] 刘凤兰, 杨经泽, 李光明, 等. 双低甘蓝型油菜菜薹、菜子兼用高效技术研究[J]. 湖北农业科学, 2005, 44(2): 35-36, 43. DOI: 10.3969/j.issn.0439-8114.2005.02.014.
- [18] 林宝刚, 任韵, 柳寒, 等. 不同生态区对油菜薹营养品质的影响及摘薹后产量表现[J]. 核农学报, 2020, 34(9): 2071-2079. DOI: 10.11869/j.issn.100-8551.2020.09.2071.

(责任编辑:郭学兰)