

# 种植地区对甘蓝型春油菜品种品质的影响

王毅, 董云, 靳丰蔚, 庞进平, 徐一涌  
(甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 选取5个甘蓝型春油菜品种, 在甘肃省具有代表性的地区渭源、天祝、秦王川、临夏、甘南等地种植, 对其品质进行分析。结果表明: 主要脂肪酸中以芥酸含量在种植地区间平均变异系数最大(173.92%), 亚麻酸含量在种植地区间平均变异系数较大(18.58%), 而其余组分在种植地区间平均变异系数相对较小。硫苷含量、蛋白质含量在种植地区间平均变异系数相对较大(分别为27.30%、7.26%), 而含油率在地区间平均变异系数最小(3.17%)。方差分析结果表明, 主要脂肪酸中除了芥酸和亚麻酸含量地区间差异不显著外, 油酸、亚油酸、饱和脂肪酸含量差异显著; 蛋白质含量在地区间差异显著; 含油率、硫苷含量地区间差异不显著。

**关键词:** 春油菜; 甘蓝型; 脂肪酸; 品质; 种植地区

**中图分类号:** S565.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)08-0010-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2017.08.003](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2017.08.003)

## Effects of Planting Areas on the Quality of *Brassica napus*

WANG Yi, DONG Yun, JIN Fengwei, PANG Jinping, XU Yiyong

(Institute of Crops, Gansu Academy of Agriculture Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** Selecting five cultivars of *Brassica napus*, planting respectively in Weiyuan, Tianzhu, Qinwangchuan, Linxia, Gannan of Gansu province. The test is carried out in a completely randomized design, the quality and yield of rapeseed are analyzed. The result shows that the erucic acid content of major fatty acids is 173.92%, which is the biggest on the average coefficient of variation and linolenic acid content is 18.58%, which is larger on the average coefficient of variation in planting area and other components is small on the average coefficient of variation relatively. The average coefficient of variation of glucosinolates, protein is relatively larger (27.30%, 7.26%), while the mean variation coefficient of oil content in the planting area is the smallest (3.17%). Analysis of variance showed that the erucic acid and linolenic acid was not significant between planting areas, oleic acid, linoleic acid, saturated fatty acid is significant; protein is significant between the planting areas, and oil content, glucosinolate have no significant difference.

**Key words:** Spring rapeseed; *Brassica napus*; Fatty acid; Quality; Planting area

油菜是中国的主要油料作物, 年播种面积666.67万~733.33万 $\text{hm}^2$  [1]。春油菜主要分布于我国的甘肃、青海、内蒙古、新疆等省区。油菜籽产油量受种子含油率和产量双重因素的影响, 因此协调好产量与含油量的关系对于提高油菜生产的经济效益具有重大意义。经过近几十年的研究, 中国油菜产量有了大幅度的提高。目前提高油菜含油率和改良脂肪酸组分成为育种工作者的主要育种目标, 在提高油菜产量的基础上, 提高

含油量成为提升油菜生产效益的关键 [2]。近年来, 油菜高含油量种质的含油率已经提高到50%~55% [3-5], 部分油菜品种含油率达到50% [6], 油酸含量已达到80%以上 [7-9]。

油菜含油量除了受到遗传因素的影响外, 还受到环境因素的影响, 同一品种在不同种植环境下含油量有很大差异, 相关品质性状也有较大差异。相关报道表明, 除了栽培措施外 [10-12], 环境因素如光照、气温、水分等均对含油量有显著影

收稿日期: 2016-04-20; 修订日期: 2017-06-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(31260334); 甘肃省自然科学基金资助项目(1308RJZA205); 甘肃省农业科学院创新专项(2013GAAS16); 甘肃省农业科学院中青年基金(2015GAAS34)。

作者简介: 王毅(1979—), 男, 甘肃兰州人, 助理研究员, 硕士, 主要从事油菜遗传育种研究工作。联系电话: (0)15593199385。E-mail: tim2004\_6@163.com。

响<sup>[13-14]</sup>。另外海拔对油菜的含油率也有显著影响<sup>[15]</sup>。我们采用含油量有差异的春油菜品种为材料,在甘肃省具有代表性的地区种植,以探讨不同种植地区对春油菜品质的影响,为春油菜品质育种提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试双低甘蓝型油菜品种分别为 EN09-31(由四川绵阳蓝海科技有限公司提供)、圣光 101(由甘肃圣光种业科技有限公司提供)、绵杂 07-68(由四川省绵阳市农业科学研究院提供)、青杂 5 号(由青海大学提供)、06-L-3(由华中农业大学提供)。

### 1.2 试验方法

试验于 2014—2015 年在 5 个具有代表性的地区即甘肃省渭源(二阴地区)、天祝(二阴地区)、秦王川(引大灌区)、临夏(二阴地区)、甘南(高寒山区)进行。田间管理同当地大田。试验采用完全随机设计,重复 3 次。每小区种植 4 行,每行 20 株。油菜成熟后按小区单独收获并计产。油菜品质用博通近红外仪进行测定分析。

### 1.3 数据处理

试验数据均取 2 a 平均值,利用 Excel 及 DPS 数据分析软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要脂肪酸含量

油酸、亚油酸和亚麻酸是人体必需的氨基酸。油酸不仅能防止动脉硬化,而且热稳定性好,有利于加工储存不易于氧化。而亚油酸和亚麻酸的氧化性较大,是油酸的 10~25 倍,因此降低亚麻酸含量,提高油酸、亚油酸含量,已成为油菜的育种目标<sup>[16]</sup>。

从表 1 可知,品种青杂 5 号在秦王川试点的油酸含量最高(70.33%),品种 06-L-3 在天祝试点的油酸含量最低(52.21%)。地区间油酸含量以渭源试点最高(65.52%),天祝试点最低(58.90%)。地区间标准差为 3.484 9,变异系数为 5.53%。方差分析结果(表 2)表明,品种( $p=0.0124$ )和地区( $p=0.0135$ )对油酸的影响差异均达到了显著水平( $0.01 < p < 0.05$ )。说明遗传因素(基因型)和种植地区均对油酸含量影响较大。

检测结果(表 1)表明,亚油酸含量品种 06-L-3 在天祝试点最高(23.44%),品种青 5 号在秦王川试点最低(16.44%)。地区间亚油酸含量最高的是天祝试点(20.83%),在秦王川试点最低(18.67%)。地区间平均标准差为 1.291 0,变异系数为 6.63%。方差分析结果(表 2)表明,品种( $p=0.025 4$ )对亚油酸的影响差异均达到了显著水平( $0.01 < p < 0.05$ ),而地区( $p=0.081 8$ )对亚油酸含量的影响差异不显著。说明遗传因素(基因型)对亚油酸含量影响较大,而种植地区对亚油酸含量影响不大。

从表 1 看出,亚麻酸含量品种 06-L-3 在天祝试点最高(17.79%),品种青 5 号在临夏试点最低(7.28%)。地区间亚麻酸含量平均最高的是天祝试点(14.08%),秦王川试点最低(9.82%)。地区间平均标准差为 2.013 6,变异系数为 18.58%。方差分析结果(表 3)表明,品种( $p=0.000 3$ )和地区( $p=0.000 2$ )对亚麻酸的影响差异均达到了极显著水平( $p < 0.01$ )。说明遗传因素(基因型)和地区对亚油酸含量影响极大。

饱和脂肪酸相对于其他脂肪酸成分在油菜籽中含量较低。有研究认为饱和脂肪酸是心脏动用的优先脂肪酸<sup>[17]</sup>,一般认为饱和脂肪酸和胆固醇是容易沉积在动脉管壁的脂类,因此必须限制在膳食中饱和脂肪酸的含量<sup>[18]</sup>。从表 1 可知,饱和脂肪酸含量品种 EN09-31 在临夏试点最高(7.17%),品种圣光 101 在渭源试点最低(5.31%)。地区间饱和脂肪酸含量最高的是临夏试点(6.32%),渭源试点最低(5.60%)。地区间平均标准差为 0.425 3,变异系数为 7.09%。方差分析结果(表 2)表明,地区( $p=0.045 3$ )对饱和脂肪酸含量的影响差异达到显著水平( $p < 0.05$ ),而品种( $p=0.414 6$ )对饱和脂肪酸含量的影响差异不显著( $p > 0.05$ ),说明地区对亚油酸含量影响较大,而遗传因素(基因型)对饱和脂肪酸含量影响不大。

芥酸对人体和动物体十分不利,而且凝固点高,不适合于食品加工。高芥酸的油菜籽饼粕必须经过脱毒处理才能作为动物饲料。降低芥酸含量是脂肪酸改良的首要任务<sup>[19]</sup>。检测结果(表 1)表明,品种 EN09-31 和 06-L-3 在 5 个种植地区的芥酸含量均为 0,说明这两个品种为 0 芥酸品种。品种圣光 101 芥酸含量在甘南试点最高(3.19%)。地

表1 5个双低甘蓝型春油菜品种在不同种植地区的种子脂肪酸含量

供试品种	渭源	天祝	秦王川	甘南	临夏	平均	标准差	变异系数
油酸								
EN09-31	67.60	63.14	67.30	65.38	61.04	64.89	2.797 6	4.31
圣光101	67.03	65.17	65.91	63.02	65.68	65.36	1.475 1	2.26
绵杂07-68	65.41	56.60	60.92	62.99	61.12	61.41	3.240 5	5.28
青杂5号	67.37	57.37	70.33	65.91	68.93	65.98	5.090 4	7.71
06-L-3	60.19	52.21	61.82	59.26	65.35	59.77	4.820 9	8.07
平均	65.52	58.90	65.26	63.31	64.42	63.48	3.484 9	5.53
亚油酸								
EN09-31	18.61	19.64	18.69	19.59	20.62	19.43	0.824 0	4.24
圣光101	18.86	17.80	18.38	18.63	18.47	18.43	0.396 7	2.15
绵杂07-68	18.53	21.78	19.94	19.81	19.65	19.94	1.169 7	5.87
青杂5号	17.83	21.52	16.44	18.25	17.00	18.21	1.979 7	10.87
06-L-3	21.21	23.44	19.92	21.80	17.89	20.85	2.085 0	10.00
平均	19.01	20.83	18.67	19.62	18.73	19.37	1.291 0	6.63
亚麻酸								
EN09-31	8.02	11.53	8.04	9.34	11.17	9.62	1.669 8	17.36
圣光101	8.80	11.34	8.59	9.59	9.23	9.51	1.091 9	11.48
绵杂07-68	10.46	14.96	12.61	11.53	11.58	12.23	1.705 5	13.95
青杂5号	9.26	14.81	7.65	10.03	7.28	9.80	3.015 1	30.75
06-L-3	12.82	17.79	12.21	12.86	11.07	13.35	2.585 7	19.37
平均	9.87	14.08	9.82	10.67	10.07	10.90	2.013 6	18.58
饱和脂肪酸								
EN09-31	5.77	5.69	5.97	5.69	7.17	6.06	0.632 6	10.44
圣光101	5.31	5.70	6.04	5.58	6.09	5.74	0.324 2	45.65
绵杂07-68	5.60	6.67	6.18	5.68	6.67	6.16	0.517 7	8.41
青杂5号	5.54	6.31	5.58	5.82	5.94	5.84	0.311 1	5.33
06-L-3	5.77	6.57	6.05	6.07	5.70	6.03	0.340 9	5.65
平均	5.60	6.19	5.96	5.77	6.32	5.97	0.425 3	7.09
芥酸								
EN09-31	0	0	0	0	0	0	0	0
圣光101	0	0	1.08	3.19	0.53	0.96	1.322 2	137.64
绵杂07-68	0	0	0.35	0	0.98	0.27	0.429 1	160.51
青杂5号	0	0	0	0	0.85	0.17	0.379 2	223.61
06-L-3	0	0	0	0	0	0	0	0
平均	0	0	0.29	0.64	0.47	0.28	0.426 1	173.92

表2 5个双低甘蓝型春油菜种子的不同脂肪酸含量方差分析结果

脂肪酸种类	变异来源	平方和	自由度	均方	F值	p值
油酸	品种间	149.413 2	4	37.353 3	4.514*	0.012 4
	地区间	146.149 3	4	36.537 3	4.415*	0.013 5
亚油酸	品种间	23.823 5	4	5.955 9	3.712*	0.025 4
	地区间	16.199 2	4	4.049 8	2.524	0.081 8
亚麻酸	品种间	62.666 9	4	15.666 7	9.966**	0.000 3
	地区间	65.611	4	16.402 7	10.435**	0.000 2
饱和脂肪酸	品种间	0.580 6	4	0.145 2	1.046	0.414 6
	地区间	1.725 1	4	0.431 3	3.107*	0.045 3
芥酸	品种间	3.157 5	4	0.789 4	1.881	0.162 9
	地区间	1.609 3	4	0.402 3	0.959	0.456 5

区间芥酸含量最高的是甘南试点(0.64%),在渭源试点、天祝试点芥酸平均含量为0。地区平均标准差为0.4261,变异系数为173.92%。方差分析结果(表2)表明,地区( $p=0.4565$ )和品种( $p=0.1629$ )对芥酸的影响差异均未达到显著水平( $p > 0.05$ ),说明种植地区对芥酸有一定影响,而遗传因素(基因型)对芥酸含量影响较大。

从脂肪酸成分含量来看,芥酸在地区间平均变异系数最大,亚麻酸变异系数次之,说明种植地区对这两个组分影响差异较大。而油酸、亚油酸、饱和脂肪酸的变异系数平均值相对较小,受种植地区影响相对较小。

## 2.2 含油率

种子含油率是油菜的重要经济性状,受到多因素的影响,同一基因型的种子在不同的生长环境下含有量存在很大差异。对油菜含油率的检测结果(表3)表明,品种06-L-3在临夏试点含油率最高(50.38%),品种圣光101在渭源试点含油率

最低(42.23%)。地区间含油率平均最高的是秦王川试点(46.07%),渭源试点平均含油率最低(44.48%)。地区间平均标准差为1.4450,变异系数为3.17%。方差分析结果(表4)表明,品种( $p=0.3682$ )和地区( $p=0.5775$ )对含油率影响的差异不显著( $p > 0.05$ )。

## 2.3 蛋白含量

油菜籽蛋白质可作为优质蛋白源用于饲料当中,可为畜禽提供优质蛋白。蛋白质含量检测结果(表3)表明,品种06-L-3在天祝试点蛋白质含量最高(247.0 g/kg),品种圣光101在秦王川试点蛋白质含量最低(189.8 g/kg)。地区间蛋白质平均含量最高的是天祝试点(227.4 g/kg),秦王川试点蛋白质平均含量最低(201.9 g/kg)。地区间平均标准差为1.5648,变异系数为7.26%。方差分析结果(表4)表明,品种( $p=0.0379$ )和地区( $p=0.0111$ )对蛋白质含量影响的差异均达到了显著水平( $0.01 < p < 0.05$ )。说明遗传因素(基因型)和种植地区对蛋白质含量

表3 5个双低甘蓝型春油菜品种在不同种植地区种子含油率、蛋白质含量、硫苷含量

供试品种	渭源	天祝	秦王川	甘南	临夏	平均	标准差	变异系数
含油率/%								
EN09-31	43.78	44.47	44.80	44.63	44.02	44.34	0.4284	0.97
圣光101	42.23	48.56	44.64	44.07	44.27	44.75	2.3222	5.19
绵杂07-68	46.05	44.19	46.21	45.35	45.42	45.44	0.7962	1.75
青杂5号	45.60	44.75	47.53	46.86	45.77	46.10	1.0959	2.38
06-L-3	44.72	44.60	47.18	44.32	50.38	46.24	2.5821	5.58
平均	44.48	45.31	46.07	45.05	45.97	45.38	1.4450	3.17
蛋白质含量/(g/kg)								
EN09-31	214.3	238.2	208.3	225.7	202.0	217.7	14.411	6.62
圣光101	218.6	189.8	181.9	214.4	204.4	201.8	15.704	7.78
绵杂07-68	224.5	229.8	211.4	222.7	221.8	222.0	6.708	3.02
青杂5号	207.5	232.1	190.4	213.3	196.3	207.9	16.246	7.81
06-L-3	240.8	247.0	217.5	242.8	187.0	227.0	25.171	11.09
平均	221.1	227.4	201.9	223.8	202.3	215.3	15.648	7.26
硫苷含量/( $\mu\text{mol/g}$ )								
EN09-31	42.67	44.20	28.49	38.14	18.16	34.33	9.7679	28.45
圣光101	28.10	49.28	20.19	23.00	20.66	28.25	10.8855	38.54
绵杂07-68	35.62	20.63	25.67	35.77	20.11	27.56	6.9205	25.11
青杂5号	42.07	20.02	37.04	36.35	33.84	33.86	7.4197	21.91
06-L-3	31.63	20.24	26.61	20.34	35.42	26.85	6.0402	22.50
平均	36.02	29.47	25.80	30.72	24.24	30.17	8.2068	27.30



表 4 5 个双低甘蓝型春油菜品种在不同种植地区的种子含油率、蛋白质含量、硫苷含量方差分析结果

指标	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	p 值
含油率	品种间	13.691 9	4	3.423	1.152	0.368 2
	地区间	8.811 9	4	2.203	0.741	0.577 5
蛋白质含量	品种间	212.360	4	5.309	3.29*	0.037 9
	地区间	300.251	4	7.506 3	4.651*	0.011 1
硫苷含量	品种间	402.047 2	4	100.511 8	0.897	0.589 8
	地区间	425.197 7	4	106.299 4	0.948	0.511 2

影响较大。

#### 2.4 硫苷含量

硫苷是油菜籽中的主要有害成分，目前发现有 90 多种硫苷。硫苷检测结果(表3)表明，品种圣光 101 在天祝试点硫苷含量最高(49.28  $\mu\text{mol/g}$ )，而品种绵杂 07-68 在天祝试点含量最低(20.19  $\mu\text{mol/g}$ )。地区间硫苷平均含量最高的是渭源试点(36.02  $\mu\text{mol/g}$ )，临夏试点硫苷平均含量最低(24.24  $\mu\text{mol/g}$ )。地区间平均标准差为 8.206 8，变异系数为 27.30%。方差分析结果(表4)表明，品种( $p=0.589 8$ )和地区( $p=0.511 2$ )对油酸的影响差异均未达到显著水平( $p>0.05$ )。说明遗传因素(基因型)和种植地区对硫苷影响不大。

### 3 讨论

相关研究发现，不同的种植环境对油菜的含油量影响较大，尤其是种植海拔、纬度等对脂肪酸组分影响较大<sup>[16-19]</sup>。本研究结果表明，芥酸含量主要受遗传因素的影响，亚油酸和饱和脂肪酸受品种和种植地区的影响不显著，而油酸、亚油酸、亚麻酸受种植地区和品种的影响极显著。从脂肪酸组分的地区平均变异系数来看，芥酸含量地区平均变异系数最大，说明种植环境对芥酸影响较大；亚麻酸含量地区平均变异系数相对较大，说明种植地区对亚麻酸含量影响较大，而油酸、亚油酸、饱和脂肪酸地区平均变异系数相对较小，说明种植地区对亚麻酸含量影响较小。

含油量主要受气象因素影响，海拔和纬度对油菜含油量影响也较大<sup>[16-19]</sup>。本研究结果表明，种植地区和品种间有一定差异，不同种植地区和品种含油量差异较大，含油量差值最大可达 8.15%，地区间平均含油量差值达 1.59%。方差分析结果表明，地区和品种差异不显著，这可能与

种植地区气象因素以及参试品种之间含油量差异不大有关。硫苷是有害成分，需要降低硫苷的含量。本研究结果表明，参试的 5 个甘蓝型油菜品种硫苷含量普遍较高。不同品种在不同种植地区硫苷含量差别较大，最大差值可达 29.17  $\mu\text{mol/g}$ ，地区间硫苷平均含量差值在 11.78  $\mu\text{mol/g}$ ，平均变异系数达 27.30%。方差分析结果表明，品种间和地区间差异不显著。蛋白质含量是油菜品质育种的另一重要指标，提高蛋白含量有助于油菜饼粕作为优质蛋白饲料。本研究结果表明，地区间蛋白质平均含量相差 25.5 g/kg。方差分析结果表明，品种与地区间差异显著，说明地区和品种对蛋白含量影响较大。

秦王川属于引大灌区，与二阴地区和高寒山区相比较，地区平均含油量最高，这可能是能在油菜关键生育期内及时提供水分，对油菜油分形成较为有利有关；而地区平均蛋白质含量最低，这与蛋白质含量与含油量呈负相关的相关报道相一致<sup>[14]</sup>。

综上所述，油菜品质的形成较复杂，受到多种因素的影响。不同的种植地区由于生态条件的差异，需要选育出适合本地区种植的油菜品种来提升当地油菜生产水平，因此，品质育种将是今后油菜育种的重要目标。

#### 参考文献：

- [1] 傅廷栋. 油菜生产品种改良与机械化[J]. 农业装备技术, 2010, 36(2): 22-25.
- [2] 王汉中. 中国油菜品种改良的中长期发展战略[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(2): 98-101.
- [3] 刘后利. 油菜遗传育种科学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2000: 223-224.
- [4] 官春云. 油菜品质改良和分析方法[M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1985: 23.

# 4种复配杀菌剂对设施葡萄主要病害的防效

王智琛

(甘肃省古浪县园艺技术工作站, 甘肃 古浪 733100)

**摘要:** 在古浪县井河灌区试验观察了25%阿米西达悬浮剂分别与4种杀菌剂混合后, 对日光温室葡萄霜霉病、灰霉病、白粉病的田间防效。结果表明, 25%阿米西达悬浮剂1 500倍液+25%吡唑醚菌酯乳油3 500倍液的平均防效为93.52%, 折合产量60 503 kg/hm<sup>2</sup>, 较CK增产8 333 kg/hm<sup>2</sup>; 其次是25%阿米西达悬浮剂1 500倍液+10%世高水分散粒剂2 000倍液的平均防效为91.53%, 折合产量58 420 kg/hm<sup>2</sup>, 较CK增产6 250 kg/hm<sup>2</sup>。且2种混合药剂均未发生药害, 可在生产中推广。

**关键词:** 设施葡萄; 病害; 杀菌剂; 综合防效

**中图分类号:** S436.631.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)08-0015-03

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.08.004

古浪县属甘肃省武威市, 位于甘肃省中部干旱地区与河西走廊的接合部, 海拔1 550~3 469 m, 东西长约102 km, 南北宽约88 km。境内南与天祝县接壤, 北与内蒙古自治区阿拉善左旗为邻, 东与景泰县相连, 西与凉州区毗邻。境内全年日

照时数2 663~2 852 h, 日照百分率60%, 气温日照较差大于14℃。2016年全县发展日光温室933 hm<sup>2</sup>, 其中设施葡萄207 hm<sup>2</sup>, 设施葡萄已逐渐成为古浪县一大优势特色产业<sup>[1]</sup>。随着全县设施农业的发展, 设施葡萄病害发生也日趋严重, 主要

**收稿日期:** 2017-04-01

**作者简介:** 王智琛(1978—), 男, 甘肃古浪人, 农艺师, 主要从事农业技术推广工作。联系电话: (0)18009352929。E-mail: glxyjsgzz@163.com。

- [5] 傅寿仲, 张洁夫, 戚存扣, 等. 甘蓝型油菜高含油量种质选育研究[J]. 中国油料作物学报, 2008, 30(3): 279-283.
- [6] 李殿荣, 田建华, 陈文杰, 等. 甘蓝型油菜特高含油量育种技术与资源创制[J]. 西北农业学报, 2011, 20(2): 83-87.
- [7] 官春云. 2004年加拿大油菜研究情况简介[J]. 作物研究, 2005, 19(3): 196-198.
- [8] 官梅. 德国油菜高油酸育种简介[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(1): 81-83.
- [9] 杜海, 郎春秀, 王伏林, 等. 油菜种子油酸含量的遗传改良[J]. 核农学报, 2011, 25(6): 1179-1183.
- [10] 武杰, 李宝珍, 谌利, 等. 不同施肥水平对甘蓝型黄籽油菜含油量的效应研究[J]. 中国油料作物学报, 2004, 26(4): 59-62.
- [11] 夏兴勇. 硼砂不同施用量及施用时期对杂交油菜产量的影响[J]. 耕作与栽培, 1999(3): 35-37.
- [12] 王庆仁. 硫肥对双低油菜产量和品质的影响[J]. 中国油料, 1996, 2(1): 57-67.
- [13] 深惠聪, 江宇. 甘蓝型油菜种子主要脂肪酸气象生态效应及数学模型的研究[J]. 浙江农业大学学报, 1990, 16(1): 69-76.
- [14] 付三雄, 伍晓明, 李成磊, 等. 不同地理位置对甘蓝型油菜含油量的效应研究[J]. 江苏农业学报, 2009, 25(2): 247-252.
- [15] 张子龙, 李加纳, 唐章林, 等. 环境条件对油菜品质的调控研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 124-129.
- [16] 陈文杰, 赵兴中, 王灏, 等. 不同甘蓝型油菜高含油量种质资源的脂肪酸成分分析[J]. 现代医学生物进展, 2009, 9(1): 46-49.
- [17] LAWSONLD, KMMMEROW F. Beta-oxidation of the oenzyme aesters of elaidic, oleic, and stearic acids and their full-cycle intermediates by rat heartmitochondria [J]. Biochim Biophys Acta, 1979, 573: 245-254.
- [18] 陈银基, 鞠兴荣, 周光宏. 饱和脂肪酸分类与生理功能[J]. 中国油脂, 2008, 33(3): 35-39.
- [19] DAMUDE H G, KINNEY A J. Enhancing plant seed oil for human nutrition [J]. Plant Physiology, 2008, 147(3): 962-968.

(本文责编: 郑立龙)