



低芥酸油用萝卜种质创建及品种选育

张小康¹, 张雪清², 齐玉堂³, 张维农³, 李星成⁴, 杨晓华², 熊秋芳¹

(1. 武汉市农业科学院 蔬菜研究所, 湖北 武汉 430345; 2. 湖北莱菔子科技有限公司, 湖北 武汉 430060; 3. 武汉轻工大学, 湖北 武汉 430000; 4. 甘肃华夏金品农业科技综合开发有限公司, 甘肃 张掖 734000)

摘要:为缓解油用萝卜商业化及产业化中面临的高产与优质问题, 利用⁶⁰Co γ 射线对兰花子、高州白花、短叶13、油3-1、4-4-25、4-4-12, 6个油用萝卜自交系进行辐射诱变, 通过GC测定获得1个芥酸含量为6.13%的低芥酸材料LOW17-1, 然后利用高产型萝卜雄性不育系LB01、LB02、LB03与之配制组合, 经过2年品比试验发现组合LB01 \times LOW17-1小区平均产量为3 235 kg \cdot hm⁻², 芥酸含量平均为10.7%, 油酸含量为44.4%, 其产量和品质均较常规萝卜品种有较大提高和改变。

关键词:油用萝卜; 高产; 低芥酸; 种质创建

萝卜又名莱菔, 是十字花科萝卜属, 一、二年生草本植物, 在我国大部分地区均有种植, 适应性极强。油用萝卜是一种易春化、籽粒产量高、含油率高的萝卜品种, 在我国中西部地区长期作为一种优质油料作物进行栽培^[1]。萝卜籽千粒重10~12 g, 种皮颜色有黄色及棕色两种主要类型, 其种子含油率较高, 一般在35%~45%, 萝卜(莱菔)籽油最早在我国明朝《天工开物·膏液篇》中详细记载, 其油脂成分主要以不饱和脂肪酸为主, 其中单不饱和脂肪酸含量较高(约为70%), 其油酸、亚油酸和亚麻酸含量较为均衡, 莱菔子作为一种药食同源的食品其保健和药用功效具有研究价值^[2-4]。目前小规模种植的油用萝卜品种没有经过系统化选育及杂交优势利用, 其产量一般在1 200~1 500 kg \cdot hm⁻², 无法适宜大规模效益种植, 并且由于常规品种中芥酸含量较高, 不符合优质食用油标准。因此为了实现油用萝卜在我国大面积推广种植, 湖北莱菔子科技有限公司通过诱变育种结合GC(气相色谱)进行联合筛选, 再利用成熟的萝卜雄性不育三系配套技术选育出高产、优质油用萝卜新品种油用萝卜1号。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验使用的油用萝卜材料LB01、LB02、LB03核质互作型雄性不育系, 兰花子、高州白花、短叶13、油3-1、4-4-25、4-4-12高代自交系均由湖北莱菔子科技有限公司提供。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 栽培比较试验选在甘肃省张掖市民乐县, 海拔2 680 m, 试验面积9 hm², 田间试验共9个小区, 每个小区1 hm², 每个组合重复3次, 试验重复两年。试验组合2016年5月15日播种, 2016年9月20日收获, 完整生育期130 d, 试验组合2017年5月14日播种, 2016年9月17日收获, 完整生育期129 d。

1.2.2 测定项目及方法 采用⁶⁰Co γ 物理辐射诱变方式对种质资源进行辐射处理, 半致死辐射剂量参考熊秋芳等人的方法^[5]。气象色谱仪采用赛默飞TRACE 1300, 气相色谱条件: SUPELCO SP-2560石英毛细管柱(100 m \times 0.25 mm \times 0.2 μ m), FID检测器, 高纯氮气为载气, 采用恒压模式, 分流比为20:1。进样口温度250 $^{\circ}$ C, 检测器温度250 $^{\circ}$ C, 柱温100 $^{\circ}$ C保持4 min, 以3 $^{\circ}$ C \cdot min⁻¹由100 $^{\circ}$ C升温到230 $^{\circ}$ C, 然后在230 $^{\circ}$ C下保持15 min, 整个分析过程为62.33 min。并采用面积归一法对脂肪酸甲酯组成进行定量分析。试验小区采取人工收割, 晾晒7~10 d后利用脱粒机进行脱粒后进行产量统计。

1.2.3 数据分析 试验数据采用SPSS22.0以及Excel2016进行统计分析。

收稿日期: 2017-12-23

基金项目: 甘肃省重点研发计划资助项目(2017GS10974-17YF1NG081)。

第一作者简介: 张小康(1982-), 男, 湖北省武汉市人, 硕士, 农艺师, 从事萝卜育种及遗传研究。E-mail: zhangxiaokang@gmail.com。

通讯作者: 熊秋芳(1979-), 女, 湖北省武汉市人, 硕士, 高级农艺师, 从事十字花科分子育种研究。E-mail: 6511311@qq.com。

2 结果与分析

2.1 自交系芥酸含量的测定

利用气相色谱仪对兰花子、高州白花、短叶13、油3-1、4-4-25、4-4-12共6个高代交系进行脂肪酸测定,分别为42.09%、51.46%、38.81%、23.23%、25.87%和32.18%,色谱分析见图1。

2.2 辐射诱变育种

针对气相色谱测定芥酸含量较低的油3-1自交系进行辐射诱变处理,发现通过1500 Gy剂

量⁶⁰Coγ射线处理,油3-1 M₁3 d萌发率为65%,符合半致死剂量处理结果,部分幼苗萌发出子叶畸形、黄化苗、下胚轴徒长等现象(图2),保留能正常生长的幼苗进行自交留种。翌年采集M₂种子进行气象色谱分析芥酸含量,发现种植的132株植株中出现一株芥酸含量为6.13%的单株品种,对其套袋自交留种,命名为LOW17-1,其色谱图见图3。

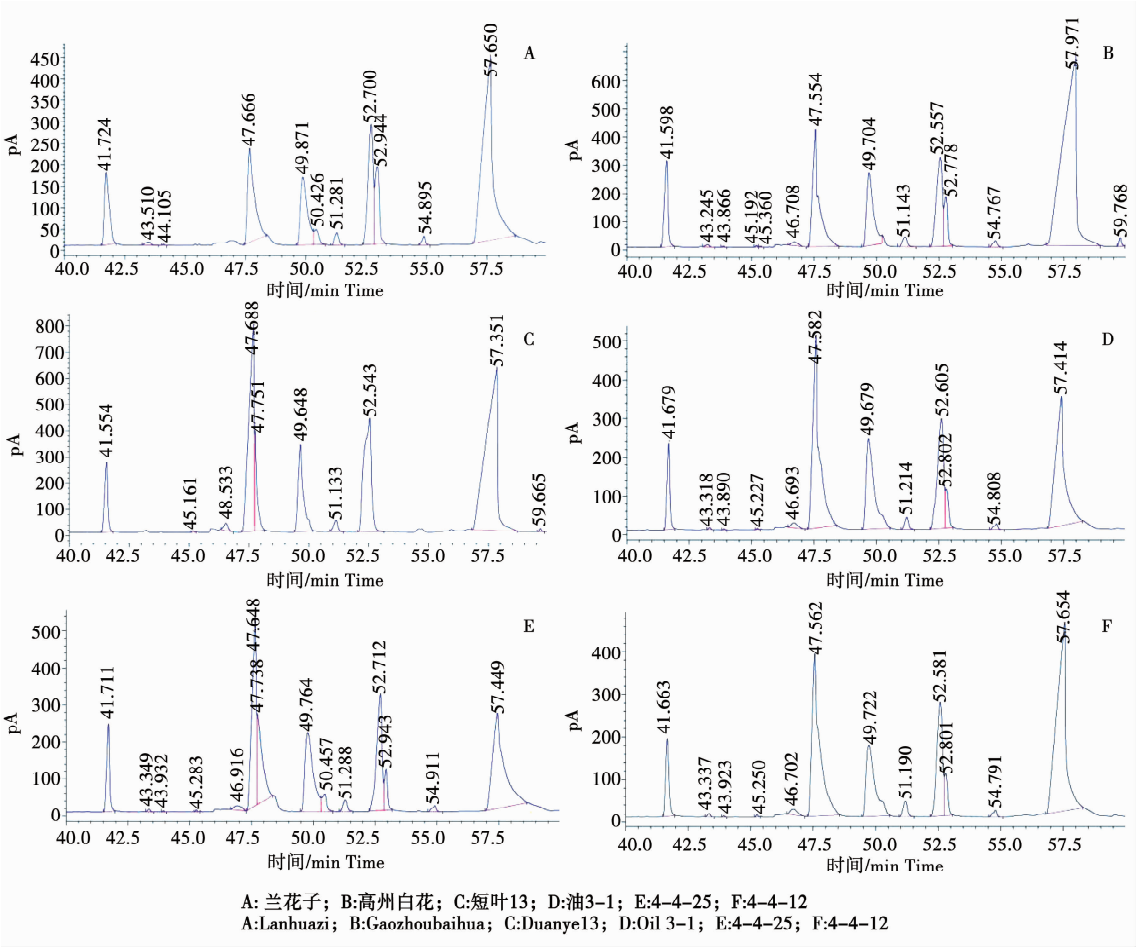


图1 6个萝卜种质资源脂肪酸含量气相色谱

Fig.1 GC chromatogram of fatty acid content of 6 radish germplasm resources

2.3 低芥酸组合配制

为了能更好的利用低芥酸资源选育出高产、优质的油用萝卜新品种,利用高产型核质互作雄性不育系LB01、LB02、LB03与低芥酸资源LOW17-1进行组合配制,经过2016、2017年产量比较试验,由表1得知, LB01×LOW17-1、LB02×LOW17-1、LB03×LOW17-1这3个组合小区平均产量分别为3235、2835和

3740 kg·hm⁻²。其产量指标完全达到目前高产杂交油菜种籽产量标准。

对各组合进行芥酸含量测定,由表2可知,由于受到各母本芥酸含量不同的影响,3个杂交组合芥酸含量也各不相同,其中LB01×LOW17-1组合芥酸含量较低,2年测定指标分别为9.2%和12.2%,基本达到低芥酸的标准,在低芥酸的组合中油酸含量的上升也符合大部分十字花科植物种

子的脂肪酸遗传规律,其油酸含量分别达到45.2%和43.6%。经过多年多点试验,LB01×

LOW17-1 经验证是一个高产、优质的油用萝卜新品种,将其命名为“油用萝卜1号”。



图 2 诱变植株生长情况

Fig 2 The plant growth of mutagenic

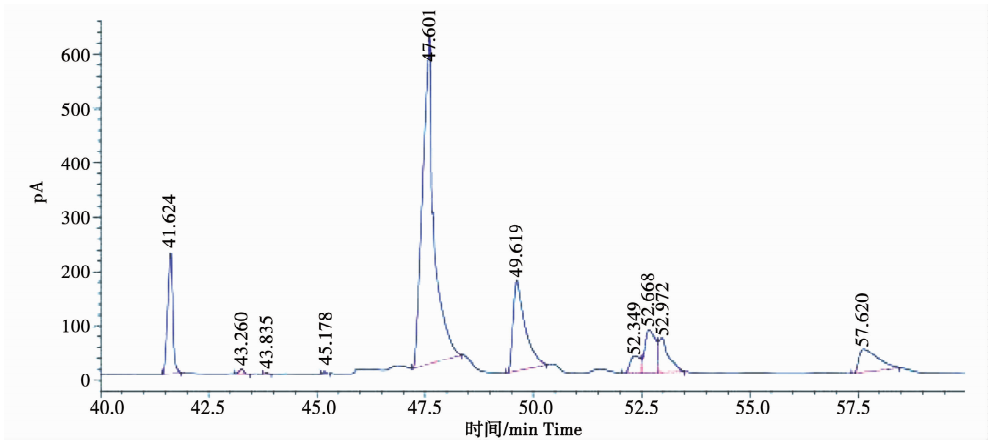


图 3 LOW17-1 脂肪酸含量气象色谱图

Fig 3 GC chromatogram of fatty acid content of LOW17-1

表 1 低芥酸高产油用萝卜组合的产量

Table 1 Yield of radish combination with low erucic acid and high yield

组合 Combination	2016 年产量/(kg·hm ⁻²) Yield of 2016			2017 年产量/(kg·hm ⁻²) Yield of 2017			平均产量/ (kg·hm ⁻²)
	小区 1	小区 2	小区 3	小区 1	小区 2	小区 3	Average yield
LB01×LOW17-1	3345	3270	3196	3180	3300	3120	3235
LB02×LOW17-1	2970	2535	2805	2670	2940	3090	2835
LB03×LOW17-1	3840	3585	3630	3780	4020	3585	3740

表 2 各组合油酸、芥酸含量
Table 2 Oleic acid and erucic acid content of each combination

脂肪酸 Fatty acids	含量/% Content					
	2016			2017		
	LB01×LOW17-1	LB02×LOW17-1	LB03×LOW17-1	LB01×LOW17-1	LB02×LOW17-1	LB03×LOW17-1
油酸 Oleic acid	45.2	35.8	38.2	43.6	38.5	36.3
芥酸 Erucic acid	9.2	23.4	18.6	12.2	22.6	20.2

3 结论与讨论

油用萝卜作为目前我国新开发的一种油料作物,其开发前景十分可观,但是由于常规食用型萝卜品种耐寒能力、春化能力、分枝能力较油用型品种差,不适合作为大面积推广品种使用,且由于萝卜种子脂肪酸含量中芥酸占有较大比重,对油品的品质存在不良影响,也是制约未来油用萝卜大量产业化发展的重要因素之一,目前利用化工技术脱除芥酸是一种办法,但会导致生产成本大量上升,不利于产业发展^[6-8],因此培育一种高产、优质(低芥酸)的油用萝卜品种将解决目前困扰油用萝卜行业发展的核心问题。本研究经多次试验发现萝卜最佳半致死辐射剂量为 1 500 Gy,利用⁶⁰Co-γ 辐射诱变处理 6 个不同特性的油用萝卜自交系后获得若干突变体,利用气象色谱仪测定各株系种子脂肪酸组成,结合系统选育后成功获得了低芥酸资源 LOW17-1,再利用分枝能力强、高产型的优质雄性不育系与之配制组合,比较试验发现:LB01×LOW17-1 组合产量和品质综合考量最佳,该组合耐寒性及早薹性俱佳,在河西走廊地区海拔 2 600 m 以下均可种植,3-4 月播种,6-7 月开花,8-9 月可收获成熟种子,经过 2 年 3 次重

复测产,其平均产量最高可达 3 735 kg·hm⁻²,较常规油菜增产 20%~50%,其芥酸含量最低,为 9.2%,较普通萝卜品种芥酸含量低 60%~75%。为实现优质低芥酸油用萝卜品种的选育和推广,将继续对亲本材料进行系统选育,争取 5 年内开发出芥酸含量低于 5%,产量超过 4 500 kg·hm⁻²的优质油用萝卜新品种,为促进油用萝卜商品化、产业化作出贡献。

参考文献:

[1] 李星成,张雪清,王进. 适宜河西走廊推广的高产油用萝卜新品种油萝卜 1 号[J]. 长江蔬菜,2017(11):17-18.
[2] 赵功玲,莫海珍. 萝卜籽油特性及其对小鼠的通便作用[J]. 现代食品科技,2016,32(10):34-38,33.
[3] 王丹丹,方建国. 菜菔子油的研究现状及应用前景[J]. 中国药业,2014,23(8):13-15.
[4] 张浩. 萝卜籽油的开发及应用[D]. 北京:北京化工大学,2016.
[5] 熊秋芳,陈玉霞,张雪清,等. ⁶⁰Co-γ 辐射对萝卜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 浙江农业科学,2014(3):356-359.
[6] 赵功玲,莫海珍,孔瑾,等. 不同预处理方法对提取萝卜籽油品质的影响[J]. 中国粮油学报,2016,31(4):61-66.
[7] 吕艳飞,欧阳剑,孙明奎,等. 萝卜籽油研究进展[J]. 粮油加工(电子版),2015(6):37-40.
[8] 朱涵彬. 油用萝卜籽的开发研究[D]. 武汉:武汉工业学院,2012.

Germplasm Creation and Breeding of Low Erucic Acid Oil Used Radish

ZHANG Xiao-kang¹, ZHANG Xue-qing², QI Yu-tang³, ZHANG Wei-nong³, LI Xing-cheng⁴, YANG Xiao-hua², XIONG Qiu-fang¹

(1. The Institute of Vegetable, Wuhan Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430345, China; 2. Hubei Laifuzi Agriculture Technology Limited Company, Wuhan 430060, China; 3. Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430000, China; 4. Gansu Huaxia Jinpin Agricultural Science and Technology Comprehensive Development Limited Company, Zhangye 734000, China)

Abstract: In order to solve the problems of high yield and quality in the commercialization and industrialization of oil used radish, the ⁶⁰Coy was used to radiated with 6 inbred lines which were Lanhuazi, Gaozhoubaihua, Duanye 13, You 3-1, 4-4-25 and 4-4-12. Then we found one low erucic acid germplasm LOW17-1 which determined by GC and with erucic acid content was 6.13%. Then we used the high yielding cultivars CMS LB01, LB02 and LB03 as female parents to make hybrid combinations, through 2 years of comparison test, the average yield of district of LB01 × LOW17-1 was 3 235 kg·hm⁻². The average content of erucic acid was 10.7%, average oleic acid content was 44.4%. Compared with conventional radish, the yield and quality of LB01 × LOW17-1 were greatly improved and changed.

Keywords: oil used radish; high yield; low erucic acid; germplasm creation