

引进亚麻荠资源的生物学及品质特性的研究

李 俭¹, LEE Sanghyeob², CHOI Chungwon², 傅民杰¹, 李海粟¹, 吴明根¹

(1. 延边大学 农学院, 吉林 延吉 133002; 2. 世宗大学 生命科学院, 韩国 首尔 143-747)

摘 要: 为了解国内外亚麻荠资源的产量和品质特性, 筛选高产、优质的亚麻荠种质资源, 以引进亚麻荠资源为试材, 采用田间试验与室内品质分析相结合的方法, 对引进亚麻荠资源的生物学及品质特性进行了分析。结果表明: 在东经 128°, 北纬 42° 的长白山区引进亚麻荠的生育期为 102~107 d, 籽粒产量为 2 245~3 270 kg·hm⁻², 出油率达 27.00%~29.67%, 粗蛋白含量为 20.77%~26.17%, 粗脂肪含量为 25.24%~33.13%。不饱和脂肪酸油酸、亚油酸、亚麻酸含量分别高达 13.70%~16.71%、12.18%~17.29% 和 36.39%~37.57%, 3 种不饱和脂肪酸总量达 65.24%~67.68%。

关键词: 亚麻荠; 引进资源; 生物学特性; 品质特性; 不饱和脂肪酸; 药用价值

中图分类号: S 565.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2016)15-0150-05

亚麻荠(*Camelina sativa* (L.) Crantz) 属十字花科亚麻荠属一年生草本植物^[1-2]。亚麻荠在史前时代就已经作为功能型植物而种植, 现今在美洲、欧洲和大洋洲开始大面积种植^[3-4], 我国北方地区也有不同规模地试种亚麻荠, 开展了亚麻荠油脂品质改良、油脂代谢工程和油脂产品的研究^[1,5-7]。亚麻荠具有很好的药用价值和保健功能, 其富含的优质蛋白质有利于儿童的发育^[8]。亚麻荠油中也具有丰富的 ω -3 和 ω -6 不饱和脂肪酸, ω -不

饱和脂肪酸不但在感染、创伤等病情危重情况下可起到营养与药理的双重功效, 而且还具有预防动脉粥样硬化、心脑血管病、糖尿病和神经性疾病, 抑制癌症的发生和转移、抑制过敏反应、抑制衰老, 增强智力和保护视力等功能^[9-13]。目前, 美、英等国已研制出了许多种鱼脂酸产品, 我国也开发研制了富含 ω -不饱和脂肪酸系列的医疗保健产品^[14]。课题组近年来在吉林、山东、甘肃省等地区开展了亚麻荠引种试验、资源品质特性分析、特殊用途亚麻荠新品种的选育等研究。该试验重点评价了国外引进的、产量性状好的部分亚麻荠资源的品质特性, 以期为亚麻荠优质品种的选育和富含 ω -不饱和脂肪酸的药用、保健产品的开发提供相应的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点吉林省龙井市园艺农场地处东经 128°, 北纬

第一作者简介: 李俭(1990-), 女, 吉林镇赉人, 硕士研究生, 研究方向为保健型药用植物品种资源的筛选。E-mail: 964645157@qq.com.

责任作者: 吴明根(1958-), 男, 吉林延吉人, 博士, 教授, 现主要从事作物安全生产体系等研究工作。E-mail: 5minggen@163.com.

基金项目: 韩国农林食品部生物产业化技术开发资助项目(111057-5, 312033-5)。

收稿日期: 2016-04-18

Abstract: With *Peucedanum praeruptorum* Dunn seed from Hubei Province as material, based on index of clarity, thousand-grain weight, seed moisture, seeds germination percentage, by using K clustering analysis method to establish the classification standard. The results showed that the seeds of *Peucedanum praeruptorum* Dunn in Hubei Province could be divided into three grades considering the rapid and effective, practicability, maneuverability which of each grade should reach the following requirements for the first grade seeds germination percentage $\geq 60\%$, thousand-grain weight ≥ 2.0 g, purity $\geq 90\%$, seed moisture $\leq 10\%$; for the second grade seeds germination percentage $60\% - 50\%$, thousand-grain weight $2.0 - 1.8$ g, purity $90\% - 85\%$, seed moisture $\leq 11\%$; for the third grade seeds was unqualified seed which was short of the seed of the secondary.

Keywords: *Peucedanum praeruptorum* Dunn; Hubei Province; seed; quality grading

42°。土壤肥力条件为 pH 6.5, 有机质含量 $10.5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 水解氮 $113.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效磷 $218.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效钾 $245.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。春季干燥多风, 夏季温热多雨, 秋季凉爽少雨, 冬季漫长寒冷, 属中温带半湿润气候区。年平均气温 $5.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 全年无霜期 146 d, 年平均降水量 520 mm 左右, 平均日照 2 300 h, 结冰日平均达 175 d 左右。

1.2 试验材料

供试种质材料:2013 年从世界各地引进 33 个亚麻荠品种资源种植于吉林省龙井市试验地, 通过初选最终选择了 5 个耐倒伏、产量性状较好的亚麻荠品种, 编号分别为对照“芥蓝”(中国)、1 号(加拿大)、2 号(加拿大)、3 号(俄罗斯)、4 号(德国)、5 号(美国), 对其进行生物学、生态学和品质特性进行分析。其中, “芥蓝”为中国本土选育亚麻荠高产、高油品种, 在该试验中作为对照(CK)。

试验仪器:HG 10A 型韩国产人力单体小粒种子播种机(韩国(株)张自动化公司);SPX 智能生化培养箱(宁波市科技园区新江南仪器有限公司);THZ-82 气浴恒温振荡器(江苏金坛市金城国胜实验仪器厂);UV 1102 紫外分光光度计(上海奥析科学仪器有限公司);索氏抽提器(上海精密仪器有限公司);DZKW-b-2 电热恒温水浴锅(北京市永光明医疗仪器厂);YZYX 40 型榨油机(四川省绵阳市广鑫粮油机械制造有限公司);101-3-BS 电热恒温鼓风干燥箱(上海跃进医疗器械厂);SGK-2LB 低噪音空气泵(北京东方精华苑科技有限公司);GH-300 氢气发生器(北京中兴汇利科技发展有限公司);BRUKER 456 GC 气相色谱仪(北京布鲁克科技有限公司);色谱柱为 Omegawax 250 石英毛细管柱($30 \text{ m} \times 0.25 \text{ mm} \times 0.25 \text{ }\mu\text{m}$, 上海西格玛奥德里奇贸易有限公司)。

1.3 试验方法

播期分别设为 2015 年 4 月 1 日(1~5 号品种)和 4 月 10 日(“芥蓝”)。试验小区面积为 33 m^2 , 采用 HG 10A 型手推式精量播种机播种。行穴距为 $30 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ 。每穴播量 5~7 粒, 出苗 20 d 后间苗, 每穴统一留 3 株。不施肥, 其它按常规大田管理。生育期间定期调查出苗日期、开花日期、成熟日期。收获时, 每小区取 5 块测产点, 每样点面积为 4 m^2 。取样后人工脱粒, 用 1 mm 筛精选籽粒后置于室内自然晾干, 30 d 后测量籽粒产量。

1.4 项目测定

1.4.1 粗蛋白含量的测定 标准曲线的制作参照李宁^[15]的双缩脲法测定蛋白质, 样品的测定:分别称取 6 种亚麻荠材料的籽粒 20 g, 置于 $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 鼓风干燥箱中烘干至恒重后粉碎, 过 100 目筛, 每种材料称取 2 份, 每份 100~200 mg, 分别放入容量瓶中, 各加入 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

的氢氧化钠溶液 5.0 mL, 再加入 20 mL 双缩脲试剂, 在振荡器上震荡 15 min, 使之充分显色, 然后在室温下静置 30 min, 取部分反应溶液过滤, 将上清液在分光光度计 540 nm 波长下测定吸光度。将样品所测得的吸光度值在标准曲线上查出相对应的蛋白质含量, 计算出样品中粗蛋白含量, 每个品种设 3 次重复, 结果取平均值。

1.4.2 粗脂肪含量的测定 依据黄凤兰等^[16]的方法进行测定, 应注意的是试验所抽提出的油应是清亮的, 否则需重做。每个品种设 3 次重复, 结果取平均值。

1.4.3 籽粒出油率的测定 分别称取不同编号的亚麻荠籽粒 50 g, 用 YZYX 40 型压式榨油机进行榨油, 测定出油率, 每个品种设 3 次重复, 结果取平均值。

1.4.4 脂肪酸含量的测定 依据李东浩等^[17]的方法进行甲酯化前处理, 然后进行气相色谱分析。具体步骤为吸取亚麻荠油 0.5 mL, 置于 25 mL 容量瓶中, 加入 2.5 mL 乙醚-正己烷(2:1)浸泡 30 min, 然后加入 2.5 mL 甲醇, 2.5 mL $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氢氧化钾-甲醇溶液, 摇匀, 静置 10 min, 加蒸馏水至刻度, 取上层脂肪酸甲酯, 经无水硫酸钠去除水分后, 用于 GC 分析。色谱条件:载气为高纯氮气(99.999%);恒流模式, 流速 $4 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, 尾吹气流量: $30 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, 氢气流速: $30 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, 空气流速: $300 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$;进样体积 $1 \text{ }\mu\text{L}$, 分流比为 30:1;进样口温度 $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 检测器温度 $260 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 柱温采用程序升温:初始温度 $150 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 不保持, $4 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 升至 $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 保持 5 min。用脂肪酸甲酯混合标准溶液定性, 按面积归一化计算各脂肪酸的含量, 每个品种设 3 次重复。

1.5 数据分析

所用数据均采用 SPSS 17.0 软件进行分析, 利用 Excel 2003 进行数据处理与作图。

2 结果与分析

2.1 引进亚麻荠资源的物候期及产量特征

由表 1 可知, 在属于温带气候型的龙井市, 所有 4 月上旬播种的供试亚麻荠资源从播种至大面积出苗均需要 10 d 左右, 6 月中下旬进入开花期, 出苗期到开花期所需天数为 59~67 d, 7 月中下旬进入成熟期, 出苗期至成熟期所需天数为 92~96 d, 全生育期为 102~107 d。此外, 6 份亚麻荠材料中, 3 号和 5 号亚麻荠的产量相对较高, 与高产栽培的“芥蓝”(CK)相比, 增幅 22.72% 和 9.12%, 与 4 号亚麻荠相比, 增幅 45.68% 和 29.53%。综合比较可知, 5 号亚麻荠成熟较早, 更具有栽培优势, 可为种植下茬秋菜作物等节约更多的时间。3 号亚麻荠产量较高, 可作为高产栽培材料。

表 1

亚麻荠的物候期及产量

Table 1

The phenophase and output of *Camelina sativa* (L.)

编号 Serial number	播种期 Sowing date /(月-日)	出苗期 Seedling stage /(月-日)	开花期 Florescence stage /(月-日)	成熟期 Maturation stage /(月-日)	播种至成熟天数 The days from sowing to mature/d	出苗至成熟天数 The days from sprout to mature/d	产量 Yield /(g·m ⁻²)
“芥蓝” <i>Camelina sativa</i> (CK)	04-10	04-20	06-26	07-21	102	92	266.50
1号 Number 1	04-01	04-11	06-16	07-15	105	95	264.25
2号 Number 2	04-01	04-11	06-16	07-15	105	95	272.35
3号 Number 3	04-01	04-12	06-17	07-17	107	96	327.05
4号 Number 4	04-01	04-12	06-17	07-17	107	96	224.50
5号 Number 5	04-01	04-12	06-10	07-13	103	92	290.80

2.2 引进亚麻荠资源的品质特性

2.2.1 引进亚麻荠资源的蛋白、脂肪及出油率差异性

由表 2 可知,5 种外引亚麻荠资源的粗蛋白、粗脂肪和压式出油率的最高含量分别达到 26.17%、33.13% 和 29.67%。其中,尽管 5 种外引资源的粗蛋白含量低于“芥蓝”(CK)、大豆(40.00%左右)等,但高于油菜籽粒(19.10%左右),且 5 种外引资源的粗脂肪含量和出油率均高于“芥蓝”和传统的大豆(20.00%左右)^[18]。尤其是 5 号亚麻荠,其粗脂肪含量和出油率均高于其它 5 份亚麻荠材料,粗蛋白含量则相反;外引品种中,1 号亚麻荠粗蛋白含量最高,可作为高蛋白品种资源进行培育。

2.2.2 引进亚麻荠资源的不饱和脂肪酸含量 各引进亚麻荠籽油中主要脂肪酸含量的比较见表 3。油酸、亚油酸、亚麻酸是亚麻荠籽油中不饱和脂肪酸的主要成分,其各自含量在不同材料间也存在显著性差异。从表 3 可以看出,5 号亚麻荠的油酸含量显著高于其它试验材料,比“芥蓝”的油酸含量高 7.53%,比 2 号亚麻荠的油酸含量高 21.97%;1 号亚麻荠的亚油酸含量最高,比

“芥蓝”的亚油酸含量高 2.67%,比 3 号亚麻荠的亚油酸含量高 41.95%;3 号亚麻荠的亚麻酸含量最高,比“芥蓝”的亚麻酸含量高 0.70%,比 4 号亚麻荠的亚麻酸含量高 3.24%。1 号亚麻荠的 3 种不饱和脂肪酸总含量仅次于“芥蓝”。

表 2 亚麻荠的粗蛋白和粗脂肪含量及出油率

Table 2 The crude protein and fat content and oil yield of *Camelina sativa* (L.)

编号 Serial number	粗蛋白含量 The crude protein content	粗脂肪含量 The crude fat content	出油率 Oil yield
“芥蓝” <i>Camelina sativa</i> (CK)	27.82a	32.14a	25.33b
1号 Number 1	26.17b	29.17b	27.00ab
2号 Number 2	25.90b	25.24c	29.00a
3号 Number 3	20.77d	29.75b	27.67ab
4号 Number 4	23.83c	25.03c	27.67ab
5号 Number 5	21.13d	33.13a	29.67a

注:同列小写字母表示 5% 水平下的品种间成分的差异显著性,下同。

Note: Lowercase letters within the same column mean significant difference of composition between varieties at the 5% level, the following is same.

表 3

亚麻荠籽油中主要脂肪酸含量的比较

Table 3

The comparison of main fatty acid content of *Camelina sativa* (L.) oil

编号 Serial number	油酸 Oleic acid (C18:1)	亚油酸 Linoleic acid (C18:2)	亚麻酸 Linolenic acid (C18:3)	3 种不饱和脂肪酸总量 The total content of three kinds of unsaturated fatty acids
“芥蓝” <i>Camelina sativa</i> (CK)	15.54b	16.84a	37.31a	69.69a
1号 Number 1	13.83d	17.29a	36.56a	67.68ab
2号 Number 2	13.70d	16.83a	36.54a	67.07b
3号 Number 3	15.50b	12.18d	37.57a	65.24b
4号 Number 4	14.92c	15.03b	36.39a	66.34b
5号 Number 5	16.71a	13.27c	37.03a	67.01b

2.3 引进亚麻荠资源性状的相关分析

表 4 表明,籽粒产量与亚麻酸含量之间呈显著正相关;粗蛋白含量与亚油酸含量之间表现为极显著正相关;粗脂肪含量与油酸含量之间呈显著正相关;虽然相关系数未达到显著水平,但籽粒产量与粗蛋白含量、亚油酸含量呈负相关趋势,与粗脂肪含量呈正相关趋势;粗蛋白含量与出油率、油酸含量负相关;粗脂肪含量与亚麻酸含量呈正相关;油酸含量与亚油酸含量呈负相

关,而油酸含量与亚麻酸含量呈正相关;亚油酸含量与亚麻酸含量呈负相关。因此,在富含 ω -脂肪酸品质育种目标上,产量性状可作为重要选育目标之一。

2.4 不同植物籽油中的不饱和脂肪酸含量

由表 5 可知,亚麻荠资源的油酸含量较其它油料作物低;但是 1 号亚麻荠的亚油酸含量高于油菜和亚麻,亚油酸是功能性中被最早认识的一种,我国药典仍采用亚油酸乙酯丸剂、滴剂作为预防和治疗高血压、冠心病

表 4 亚麻荠主要性状的相关性

Table 4 The correlation of *Camelina sativa* (L.)' s main traits

相关性	产量	粗蛋白含量	粗脂肪含量	出油率	油酸含量	亚油酸含量	亚麻酸含量
Correlation	Yield	The crude protein content	The crude fat content	Oil yield	The oleic acid content	The linoleic acid content	The linolenic acid content
产量 Output	1						
粗蛋白含量 The crude protein content	-0.546	1					
粗脂肪含量 The crude fat content	0.501	-0.175	1				
出油率 Oil yield	0.215	-0.624	-0.163	1			
油酸含量 The oleic acid content	0.356	-0.580	0.730 *	0.138	1		
亚油酸含量 The linoleic acid content	-0.612	0.956 * *	-0.283	-0.428	-0.699	1	
亚麻酸含量 The linolenic acid content	0.792 *	-0.337	0.699	-0.261	0.618	-0.555	1

注: * 和 * * 分别为 0.05 及 0.01 水平上的显著性差异。
Note: * and * * refers to the different significance at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

表 5 不同植物籽油中不饱和脂肪酸含量的比较

Table 5 The comparison of different plant seeds oils' unsaturated fatty acids content

名称	不饱和脂肪酸含量 The content of unsaturated fatty acids/ %			3 种不饱和脂肪酸总量 The total content of three kinds of unsaturated fatty acids/ %	参考文献 Reference
	油酸	亚油酸	亚麻酸		
Name	Oleic acid (C18. 1)	Linoleic acid (C18. 2)	Linolenic acid (C18. 3)		
“莽蓝” <i>Camelina sativa</i> (CK)	15.54	16.84	37.31	69.69	该试验
1 号 Number 1	13.83	17.29	36.56	67.86	该试验
3 号 Number 3	15.50	12.18	37.57	65.24	该试验
大豆 Soybean	20.89	51.23	6.92	79.04	[20]
芝麻 Sesame	37.17	47.98	0.53	85.68	[21]
葵花 Sunflower	25.70	61.82	0.06	87.58	[22]
油菜 Rape	17.86	16.19	11.83	45.88	[22]
花生 Peanuts	42.13	38.01	—	80.14	[23]
亚麻 Flax	22.34	13.73	49.05	85.12	[24]

等的药物^[19]。因此,1 号亚麻荠可作为高亚油酸品种资源进行培育;虽然引进亚麻荠资源的不饱和脂肪酸低于大豆、芝麻、葵花、花生和亚麻,但是 1 号和 3 号亚麻荠资源的亚麻酸含量明显高于其它几种油料作物,而仅次于亚麻。

3 讨论与结论

亚麻荠是典型的长日照植物,早播利于延长营养生长期而高产,适合春播期日平均气温为 2~3℃。引进亚麻荠资源在东经 128°,北纬 42°的吉林省龙井市春播时,全生育期为 102~107 d,籽粒产量高达 2 245~3 270 kg·hm⁻²。种子出油率为 27.00%~29.67%,粗蛋白含量为 20.77%~26.17%,粗脂肪含量为 25.24%~33.13%,不饱和脂肪酸油酸、亚油酸、亚麻酸含量分别高达 13.70%~16.71%、12.18%~17.29%和 36.39%~37.57%,3 种不饱和脂肪酸总量可达 65.24%~67.68%。与苑丽霞等^[25]的研究结果相比,该试验所测得种子油中的亚麻酸含量略低,而油酸和亚油酸的含量偏高,这可能与试验所用品种、当地气候和土壤条件不同有关。有研究结果显示^[3,26],亚麻荠的籽粒产量、贮藏蛋白质、种子油脂和脂肪酸合成积累等性状受品种、气候、地理位置、生长阶段、土壤环境以及大田管理等多种因素制约,温度较高且干燥的年份亚麻酸的含量要比正常年份低。

引进亚麻荠资源的产量、粗蛋白、粗脂肪、亚油酸、油酸等性状的变异程度较大,可以通过栽培、育种或生物技术等手段来提高含量。通过相关分析结果显示,产量高的亚麻荠亚麻酸含量高,粗蛋白含量高的亚麻荠亚油酸含量和不饱和脂肪酸含量高,粗脂肪含量高的亚麻荠油酸含量高。而种子的出油率、亚麻酸含量的品质性状较稳定,遗传改良会很困难。

联合国粮农组织 1976 年宣布将亚麻酸作为人类食物中的必要成分,德国和日本等国已申请专利,将亚麻籽或亚麻酸作为药物或食品添加剂,用来预防和治疗脑血栓、高血压、过敏性疾病、癌症等多种疾病^[27]。因此,亚麻荠可作为替代具有药用功能的亚麻的一种既经济又高效的植物,亚麻荠的保健和药用功效逐渐引起了世界各地的广泛关注^[28]。

该试验有关引进亚麻荠资源的生物学特性及品质特性的分析,对特殊用途(如产量高、蛋白质含量高、脂肪含量高、不饱和脂肪酸含量高等单一或多个品质性状优良)亚麻荠新品种的选育、脂肪酸组分育种选择及亚麻荠保健、医药产业的综合发展提供了重要的科学理论基础。

参考文献

[1] 邓乾春,黄凤洪,黄庆德,等.一种高利用价值油料作物-亚麻荠的研究进展[J].中国油料作物学报,2009,31(4):551-559.

- [2] PUTNAM D H, BUDIN J T, FIELD L A, et al. *Camelina*: a promising low-input oilseed, in new crops[M]. JANICK J, SIMON J, edited. New York: JOHN WILEY & SONS, 1993: 314-322.
- [3] JOSEF Z. Oil-seed crop: *Camelina sativa* [J]. Industrial Crops and Products, 1997, 6(2): 113-119.
- [4] MANCA A, PECCHIA P, MAPELLI S, et al. Evaluation of genetic diversity in a *Camelina sativa* (L.) Crantz collection using microsatellite markers and biochemical traits[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2013, 60(4): 1223-1236.
- [5] 苑丽霞, 毛雪, 杨致荣, 等. 新型工业油料作物亚麻荠油脂代谢工程[J]. 生物技术通报, 2015, 31(6): 28-36.
- [6] 杜润鸿. 油料家园的一支奇葩: 芥蓝[J]. 粮油加工与食品机械, 2005(4): 23-24.
- [7] 黄凤洪, 黄庆德, 谢笔钧, 等. 新型油料作物: 芥蓝[J]. 中国油脂, 2005, 30(10): 76-77.
- [8] 张效明. 和政县亚麻荠高产栽培技术[J]. 农村经济与科技, 2012(12): 123.
- [9] 李红洁. α -3 多不饱和脂肪酸对 ARDS 患者的免疫功能和炎症反应的调节以及对气体交换的能力和预后的影响[D]. 天津: 天津医科大学, 2013.
- [10] 杨倩. α -亚麻酸新资源及其抗血栓作用研究[D]. 西安: 中国人民解放军第四军医大学, 2008.
- [11] 黄书才, 湛红献. ω -3 多不饱和脂肪酸对认知功能影响的研究进展[J]. 中国神经疾病杂志, 2013, 39(2): 111-114.
- [12] 刘志国, 王丽梅, 王华林, 等. 多不饱和脂肪酸对大脑功能影响研究进展[J]. 食品科学, 2015, 36(21): 284-290.
- [13] 于占洋, 苏中武. 紫苏属植物的研究及其新进展[J]. 国外医学·药学分册, 1986(3): 173.
- [14] 秦振华. 多不饱和脂肪酸及其保健价值[J]. 实用医技杂志, 2006, 13(5): 777-778.
- [15] 李宁. 几种蛋白质测定方法的比较[J]. 山西农业大学学报, 2006, 26(2): 132-134.
- [16] 黄凤兰, 徐福玲, 邱靖, 等. 索氏提取法测定蓖麻种子粗脂肪含量的技术优化[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2013, 28(2): 183-185.
- [17] 李东浩, 方英玉. 松籽中脂肪酸的 GC/MC 分析[J]. 延边大学学报(自然科学版), 1996, 22(3): 23-25.
- [18] 倪倩. 采用水相酶法对冷榨大豆饼提取大豆油和大豆蛋白的研究[D]. 武汉: 武汉工业学院, 2008.
- [19] 张春娥, 张惠, 刘楚怡, 等. 亚麻酸的研究进展[J]. 粮油加工, 2015, 18(4): 18-20.
- [20] 吴越. 植物油中不饱和脂肪酸的分析与提取[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2014.
- [21] 唐晓丹, 杨冉, 陈晓岚, 等. 不同芝麻油中脂肪酸组成的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2012, 33(6): 62-67.
- [22] 董熹, 李晓蓉. 四种油料作物中脂肪酸的测定[J]. 甘肃科技, 2010, 26(22): 171-176.
- [23] 张严, 谢岩黎, 孙淑敏, 等. 近红外分析花生籽粒脂肪酸含量的研究[J]. 河南工业大学学报(自然科学版), 2014, 35(2): 54-58.
- [24] 李高阳, 丁霄霖. 亚麻籽油中脂肪酸成分的 GC-MC 分析[J]. 食品与机械, 2005, 21(5): 30-32.
- [25] 苑丽霞, 郝敬云, 周广航, 等. 新型油料作物亚麻荠种子油脂积累的研究[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2015, 35(3): 271-276.
- [26] 邓曙东, 张青文. 亚麻荠种植和利用的研究现状[J]. 植物学通报, 2004, 21(3): 376-382.
- [27] 董娟娥, 马柏林, 张康健, 等. 杜仲籽油中 α -亚麻酸的含量及其生理功能[J]. 西北林学院学报, 2002, 17(2): 73-75.
- [28] 郭永利, 范丽娟. 亚麻籽的保健功效和药用价值[J]. 中国麻业科学, 2007, 29(3): 147-149.

Biological Characteristics and Quality Characteristics of Introduced Resources of *Camelina sativa* (L.) Crantz

LI Jian¹, LEE Sanghyeob², CHOI Chungwon², FU Minjie¹, LI Haisu¹, WU Minggen¹

(1. College of Agriculture, Yanbian University, Yanji, Jilin 133002; 2. College of Life Science, Sejong University, Seoul, Korea 143-747)

Abstract: In order to understand the yield and quality characteristics of *Camelina sativa* (L.) Crantz at home and abroad, breed high output and high quality genetic resources of *Camelina sativa* (L.) Crantz, using the introduced resources of *Camelina sativa* (L.) Crantz as the test material, the method of field test combined with laboratory quality analysis test was applied, the biological characteristics and quality characteristics of the introduced resources of *Camelina sativa* (L.) Crantz was analyzed. The results showed the introduced *Camelina sativa* (L.) Crantz' growth period was 102—107 days in Changbai Mountain area of 128 degrees east longitude and 42 degrees north latitude. The output was 2 245—3 270 kg · hm⁻². The oil yield was 27.00%—29.67%. The crude protein content was 20.77%—26.17%. The crude fatty content was 25.24%—33.13%. The unsaturated fatty acid contents including oleic acid, linoleic acid and linolenic acid, were 13.70%—16.71%, 12.18%—17.29% and 36.39%—37.57%, respectively. The total content of unsaturated acids was 65.24%—67.68%.

Keywords: *Camelina sativa* (L.) Crantz; introduced resources; biological characteristics; quality characteristics; unsaturated fatty acid; medicinal value