

## 亚麻荠的特性及应用研究进展

杜树旺<sup>1,2</sup>, 李新朋<sup>1,2</sup>, 于立芹<sup>3</sup>, 徐 民<sup>4</sup>, 张海山<sup>5</sup>, 张海希<sup>1,2</sup>, 张合庆<sup>1,2</sup>

(1. 安阳九安农业有限责任公司, 河南 安阳 456150; 2. 安阳市亚麻荠种植工程技术研究中心, 河南 安阳 456150;  
3. 河南省生物技术开发中心, 郑州 450002; 4. 安阳市食品药品检验检测中心, 河南 安阳 455000;  
5. 安阳市科学技术协会, 河南 安阳 455000)

**摘要:** 亚麻荠作为一种环保、抗逆、高效、营养丰富而独特的油料作物在我国有着广阔的发展前景。对亚麻荠的栽培历史、生物学性状、栽培特性、品种特性、亚麻荠籽(油)的主要成分和功能、亚麻荠籽制油工艺和在食品、动物饲料、日化品和工业领域的应用情况进行了综述, 对亚麻荠未来发展提出了一些思路, 为亚麻荠进一步开发利用提供参考。

**关键词:** 亚麻荠; 亚麻荠籽; 亚麻荠籽油; 特性; 应用研究进展

中图分类号: TS222; S565.9 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2018)06-0108-04

### Progress in characteristics and application of *Camelina sativa* L.

DU Shuwang<sup>1,2</sup>, LI Xinpeng<sup>1,2</sup>, YU Liqin<sup>3</sup>, XU Min<sup>4</sup>, ZHANG Haishan<sup>5</sup>,  
ZHANG Haixi<sup>1,2</sup>, ZHANG Heqing<sup>1,2</sup>

(1. Anyang Jiu'an Agriculture Co., Ltd., Anyang 456150, Henan, China; 2. Camelina Plant Engineering Technology Research Center of Anyang, Anyang 456150, Henan, China; 3. Biotechnology Developing Center of Henan Academy of Sciences, Zhengzhou 450002, China; 4. Food and Drug Inspection Center of Anyang, Anyang 455000, Henan, China; 5. Anyang Association for Science and Technology, Anyang 455000, Henan, China)

**Abstract:** *Camelina sativa* L. is an environmental, stress resistance, effective and unique nutritional oil crop which has an extensive application prospect in China. The cultivation history and characteristics, biological characteristics and breediness of *Camelina sativa* L., main composition and function of *Camelina sativa* L. seed (oil) were reviewed, also the *Camelina sativa* L. seed oil production process and its application situation in food, feed, daily chemical and industry were reviewed, and some ideas for the future development of *Camelina sativa* L. were put forward to provide reference for further development and utilization of *Camelina sativa* L.

**Key words:** *Camelina sativa* L.; *Camelina sativa* L. seed; *Camelina sativa* L. seed oil; characteristics; application research progress

亚麻荠(*Camelina sativa* L.)属木兰纲,五桠果亚纲,山柑目,十字花科,亚麻荠属,该属有10种,我国有5个种和1个变种,为一年生草本植物,是一种古老的油料作物,生于农田或草地<sup>[1-2]</sup>。

亚麻荠原产于欧洲东南部和亚洲西南部,现被广泛种植于北美、欧洲、大洋洲及亚洲等地区<sup>[3]</sup>。

《中国植物志》记载亚麻荠在我国主要分布在内蒙古、新疆、黑龙江、吉林、山东、河南、甘肃、陕西、云南、宁夏等地区<sup>[4-7]</sup>。亚麻荠种植历史可追溯到青铜器时代(公元前4000年)。19世纪50年代至第二次世界大战,亚麻荠主要作为农作物种植于欧洲;20世纪50年代英国、法国、德国、西班牙有少量种植,前苏联利用野亚麻荠油作为航天员、飞行员的食品<sup>[1,8]</sup>。孙思邈在《千金食治》和李时珍在《本草纲目》(27卷)对亚麻荠均有详细记载<sup>[9]</sup>。1959年新疆农四师谊群农场从前苏联引进了亚麻荠,试种获得成功<sup>[10]</sup>。

收稿日期: 2017-03-27; 修回日期: 2018-03-22

作者简介: 杜树旺(1964),男,高级农艺师,主要从事油料作物栽培及产品开发工作(E-mail) tynyjds@163.com。

通信作者: 李新朋, 硕士(E-mail) 727234188@qq.com。

亚麻荠籽营养成分丰富且独特,亚麻荠籽出油率高,主要用于榨油。亚麻荠籽油富含亚麻酸、维生素E,还含有花生四烯酸、神经酸、总黄酮等<sup>[11-12]</sup>。中国居民膳食营养素参考摄入量规定一岁以上人群亚油酸与 $\alpha$ -亚麻酸参考摄入量为6.7:1<sup>[13]</sup>,我国市场上常见的花生油、大豆油、菜籽油、葵花籽油等食用植物油 $\alpha$ -亚麻酸含量都较低<sup>[14]</sup>。在我国食用植物油供应偏紧、 $\alpha$ -亚麻酸缺乏的背景下,种植亚麻荠作为我国油料作物短缺的补充和增加食用油中 $\alpha$ -亚麻酸含量意义重大<sup>[15-16]</sup>。亚麻荠籽(油)以其独特的栽培特性和成分,在食品、饲料、日化品、工业等领域也逐渐受到重视<sup>[1]</sup>。本文对亚麻荠的主要特性及应用研究进展进行综述,以供参考。

## 1 亚麻荠的主要特性

### 1.1 亚麻荠的生物学性状

亚麻荠由根、茎、叶、花、角果和籽6部分组成。根系发达,主根长达90~150 cm。植株高70~130 cm,茎直立,多在中部以上分枝,在短缩茎和伸长茎上可生出多个分枝,并发育为总状花序,浅绿色,成熟时呈黄色,表面光滑并带有蜡质,能起到抗旱作用。叶披针形,具有蜡质。疏松伞状总状花序,多为自花授粉,花序的分枝能力与品种和栽培条件有关,一般花序多、分枝紧凑的植株类型,其产量会比较高。单株角果500~900个,大多生长在植株中上部,角果呈倒卵形至倒梨形,有纵肋,内分两室,每室有籽6~8粒。籽为广椭圆形或近圆形,呈棕褐色,籽粒较小,单个角果籽粒数一般为15~20粒,长约1.2 mm,宽0.8~1 mm,千粒重一般为0.9~1.3 g,最高可达1.9 g,每棵植株果实总数达1.2万粒,产量约1 995 kg/hm<sup>2</sup><sup>[3-4]</sup>。

### 1.2 亚麻荠的栽培特性

(1)出苗快。亚麻荠一般在播种后5~7 d就可出苗,比大多一年生杂草生长速度快<sup>[1]</sup>。

(2)抗寒、耐旱、耐贫瘠、耐盐碱。亚麻荠能在干旱、寒冷(-15℃)的条件下生长良好;对肥料的需求量低于小麦、油菜等作物,根据土壤情况一般对钾肥的需求量为3.0~7.5 kg/hm<sup>2</sup>,磷肥的用量为1.5~3.0 kg/hm<sup>2</sup>;在不适宜常规粮食作物生长的地区基本上都可种植<sup>[2-3,8]</sup>。

(3)抗倒伏力强。亚麻荠根系发达,茎秆质地坚硬,一般种植密度和肥力条件下抗倒伏力强;但在种植密度大、播种期早和氮肥用量过大时会降低茎秆硬度,在不利环境下可能出现倒伏现象<sup>[1]</sup>。

(4)抗草害、病虫害力强。亚麻荠籽小,出苗快,植株密度较大,抗逆性强,群体优势明显,一般杂

草难以生长。研究表明,少量的病原物感染即会诱导叶组织迅速产生并积累抗毒素,抗毒素对大多细菌和真菌性病害具有良好抗性,文献中仅记载有灰霉病、霜霉病和菌核病能对亚麻荠造成严重的减产<sup>[1]</sup>。亚麻荠对虫害抗性好,很少观察到害虫在植株上活动,如观察到在加拿大有萝卜菜跳甲在亚麻荠植株上活动但并不大量采食<sup>[1]</sup>。

(5)成熟后的亚麻荠角果不易开裂,可在适宜条件下收获,减少不必要的损失。亚麻荠有较大的丰产潜力,其产量最高达3 960 kg/hm<sup>2</sup><sup>[8]</sup>。

### 1.3 亚麻荠的品种特性

据《中国植物志》记载,亚麻荠属在我国有5个种和1个变种,即小果亚麻荠、亚麻荠、小叶亚麻荠、云南亚麻荠、野生亚麻荠(森林亚麻荠)和长柄亚麻荠<sup>[2]</sup>。亚麻荠品种主要朝着高蛋白、低芥子甙、广适性和高产目标选育,我国科研人员对亚麻荠选育进行了探索,例如张永泰等<sup>[17]</sup>建立了原生质体培养及植株再生的技术体系,北京康福多生物技术有限公司和中国农业大学利用国外引进的亚麻荠和长柄亚麻荠杂交育成了芥蓝,并进行了示范种植<sup>[8]</sup>。

## 2 亚麻荠籽(油)的主要成分和功能

亚麻荠籽粗蛋白质含量为25%~45%,含有18种氨基酸,其中精氨酸含量高达8%,亮氨酸、甘氨酸、缬氨酸、脯氨酸含量均大于5%,缬氨酸含量高于大豆蛋白;谷氨酸含量高达16%<sup>[3]</sup>。亚麻荠籽含油量38%~45%,油中不饱和脂肪酸含量达90%以上,多不饱和脂肪酸含量约占57%,单不饱和脂肪酸含量约占34%,富含维生素E,还含有神经酸、花生四烯酸、酚类和甾醇等多种成分,低芥酸含量,不同产地成分略有差异<sup>[1,8,17]</sup>。我公司制备的冷榨亚麻荠籽油的主要成分及含量见表1。

表1 冷榨亚麻荠籽油的主要成分及含量

成分	含量	成分	含量
饱和脂肪酸/%	7.0~8.0	花生一烯酸/%	14.3
$\alpha$ -亚麻酸/%	35.0~43.2	神经酸/%	0.7
花生四烯酸/%	1.8	维生素E/(g/kg)	0.45~0.7
芥酸/%	2.5	甾醇/(g/kg)	1~5
油酸/%	15.5~19.3	总酚/(g/kg)	0.4
亚油酸/%	16.0~18.3		

$\alpha$ -亚麻酸在体内可转化为DHA、DPA、EPA, $\omega$ -3多不饱和脂肪酸(主要指 $\alpha$ -亚麻酸)被称为“血管的清道夫”,具有降低血液中三酰甘油、胆固醇,抗炎、抗血栓,抗血凝,降低血液黏稠度,改善血管弹性,有效防治心脑血管疾病,提高记忆力和改善

眼部疾病等作用。甾醇是天然的降胆固醇活性成分,其中谷甾醇的活性较强。酚类有较强的抗氧化活性,具有抗癌、预防心脑血管疾病和抗炎等多种生物活性。维生素 E 有助于提高油脂氧化稳定性,冷榨亚麻荠籽油维生素 E 含量为 0.45 ~ 0.7 g/kg,远高于大豆(0.054 ~ 0.24 g/kg)。神经酸是各国科学家公认的唯一一个能修复疏通受损大脑神经通路——神经纤维,并促使神经细胞再生的双效神奇物质。花生四烯酸可衍化生成前列腺素和白三烯,在炎症反应中起重要防卫作用。

### 3 亚麻荠籽制油工艺

食用植物油制取方法有浸出法和压榨法,压榨法又分为热榨法和冷榨法。浸出法出油率高,成本低,粕质量高;但存在破坏营养成分,溶剂残留,毛油质量稍差等缺点。热榨法可提高油的口感,香味比较浓郁;但高温炒制易造成氧化聚合、分解产生过氧化物等有害物质,破坏营养成分。冷榨法可避免高温压榨产生的有害物质,避免油颜色变深,出现糊味现象,降低高温对油中多不饱和脂肪酸( $\alpha$ -亚麻酸)的破坏,有效保留天然的营养成分;缺点是出油率较低,成本相对较高。

亚麻荠籽油多采取压榨法制取。陈利涛等<sup>[18]</sup>对亚麻荠籽热榨法制油进行了研究,其工艺流程为:原料—清理—润湿—蒸炒—压榨(产生饼)—静置—过滤—毛油—脱胶—碱炼脱酸—脱色—脱臭—精制油。确定了最佳条件下(蒸炒温度 110 °C,蒸炒时间 20 min,加水量 5%,压榨 2 次)亚麻荠籽的出油率为 31.7%。黄庆德等<sup>[12]</sup>以冷榨技术获得占热榨法制油 88% ~ 92% 的冷榨芥蓝(亚麻荠新品种)籽油,采用磷酸水化脱胶—真空干燥—废白土干法脱胶—白土脱色—真空脱酸、脱臭实现了物理精炼芥蓝籽油, $\alpha$ -亚麻酸含量达到 34.5%,亚油酸、花生四烯酸和  $\alpha$ -亚麻酸 3 种脂肪酸含量达到 53.9%,总不饱和脂肪酸含量达 91%。我公司也采用冷榨法制取亚麻荠籽油,采用的工艺为:原料清洗—磁选—双螺旋冷榨—过滤—物理脱酸—水化脱胶—吸附脱色—高温脱臭—低温脱蜡—成品油;经测定,亚麻荠籽毛油出油率约为 33%, $\alpha$ -亚麻酸含量达 36.5%,不饱和脂肪酸含量约 91.5%。

### 4 应用研究进展

由于绿色、健康、环保理念逐步深入人心,亚麻荠(籽)在食品、日化品、饲料、工业等方面的应用受到了重视。近年来,在欧美许多国家开始了亚麻荠新一轮的种植及研究热潮,我国一些高校科研机构

和企业对亚麻荠的研究也逐步深入<sup>[19-25]</sup>。

#### 4.1 食品中的应用

亚麻荠籽应用主要集中在食用油方面,以冷榨制油为主,在沙拉调料、涂抹酱和人造黄油中也有使用<sup>[12,19]</sup>。加拿大、德国、俄罗斯等国家已批准亚麻荠籽(油)可用于食品领域<sup>[13]</sup>。亚麻荠籽(油)在我国尚未列入食品目录,主要停留在科研方面,严重阻碍了亚麻荠的开发利用。国内外大量研究证明亚麻荠籽(油)在食品领域应用无毒副作用<sup>[13,21]</sup>。我公司对亚麻荠进行了产业化开发,冷榨法制取的亚麻荠籽油经检测,营养价值含量高且未发现有毒有害成分,目前已申请发明专利 2 项。

#### 4.2 动物饲料中的应用

亚麻荠植株茎叶营养丰富,利用价值高,是畜牧业良好的饲料来源。亚麻荠籽饼粕是优质的饲料产品,亚麻荠籽榨油后的饼粕中含粗蛋白质约 49%,微量元素约 5%,纤维素约 13%,脂肪酸、氨基酸组成合理,抗营养因子含量低,因此其种子及其饼粕在动物饲料中有着较为广泛的应用,是蛋白饲料、水产饲料和其他饲料的补充品,能显著提高动物产品营养价值<sup>[22-23]</sup>,美国 FDA 已批准将亚麻荠作为牲畜饲料的部分口粮,其可增加肉类和奶制品的  $\omega$ -3 脂肪酸含量<sup>[24]</sup>。

#### 4.3 日化品中的应用

亚麻荠籽油中含有的大量不饱和脂肪酸,对人的皮肤具有极好的保健作用,可增强皮肤的防御功能,减少水分散失,提高弹性。亚麻荠籽油作为新型的护肤产品被化妆品行业挖掘开发,已成为日化品业重要的新兴原料<sup>[1,8]</sup>。亚麻荠籽油被我国国家食品药品监督管理局列入已使用化妆品原料名称目录(2015 版)。

#### 4.4 工业中的应用

亚麻荠籽油甲酯热值高、燃料经济性能好、碳排放低,环保效益高,可作为一种替代性环保燃料,与石油喷气燃料相比,该燃料可减少超过 80% 的碳排放量<sup>[25]</sup>。一般植物油或动物油经过酯化处理后,即可达到 II 号矿物油标准。试验研究表明经过处理的亚麻荠籽油的输出功率高于 II 号矿物油,报道称日本一家航空公司以主要成分为亚麻荠籽油为燃料进行飞机试飞获得成功<sup>[24]</sup>。

### 5 展望

亚麻荠作为一种“节能、环保、高抗逆”的优良油料作物,在食品、动物饲料、日化品、工业燃料等领域有着广阔的应用前景。当前我国正处于脱贫攻坚关键时期,亚麻荠适合在环境条件恶劣的贫困山区

种植,种植亚麻荠助力贫困山区脱贫具有重要意义。亚麻荠产业化开发可以促进农民增收,优化植物油营养成分结构,缓解食用植物油供给不足,促进农牧循环发展,具有重要的经济、社会、生态效益。

亚麻荠籽(油)虽然在食品领域营养作用独特,是当今的珍稀植物油品种,但亚麻荠籽(油)尚未列入食品原料目录,在我国未批准用于食品领域,严重影响亚麻荠籽(油)营养价值的发挥。为更好发挥亚麻荠籽(油)的作用,建议从以下几方面入手:一是对国内现有对亚麻荠进行产业化开发的企业给予政策支持,解决企业在亚麻荠综合开发中的实际困难。二是组织专家对亚麻荠籽(油)在食品、动物饲料、工业燃料领域开展理化性质、生产工艺、质量标准、检测方法、稳定性试验、环境影响、毒理学安全评价及应用试验综合评估,形成权威、系统的可行性研究报告,促成亚麻荠籽(油)列入食品目录、饲料原料目录和在工业应用的官方许可。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 周太炎. 中国植物志:第三十三卷[M]. 北京:科技出版社,1987.
- [3] 苑丽霞,毛雪,高昌勇,等. 新型工业油料作物亚麻荠:从基因组到代谢工程[J]. 植物生理学报,2015,51(8):1204-1216.
- [4] 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.
- [5] 王祎,秦海英. 芥蓝1号在淳化县的示范推广和优质高产栽培技术[J]. 农业科技通讯,2015(5):189-190.
- [6] 李小伟,王文举,孙权. 宁夏十字花科1种新记录植物[J]. 西北植物学报,2009,29(1):197-198.
- [7] 孟宪东,龙茹,张凤娟,等. 两个河北植物分布新记录属[J]. 河北科技师范学院学报,2012,21(4):5-6.
- [8] 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.
- [9] 孙思邈. 千金食治[M]. 吴受琚,注释. 北京:中国商业出版社,1985.
- [10] 杨和璧. 农四师谊群农场试种亚麻荠成功[J]. 新疆农业科学,1960(6):250-251.
- [11] 崔江,姜伟,孙群,等. 亚麻荠种子萌发抗旱性研究初报[J]. 中国农学通报,2016,22(10):203-205.
- [12] 黄庆德,王江薇,黄沁洁,等. 芥蓝籽冷榨制油和芥蓝籽油精炼工艺研究[J]. 中国油脂,2006,31(1):17-20.
- [13] 程义勇. 《中国居民膳食营养素参考摄入量》2013修订版简介[J]. 营养学报,2014,36(4):313-317.
- [14] 刘阳,王春立,曹培让,等. 7种食用植物油物性及氧化稳定性评价[J]. 中国油脂,2017,42(10):63-68.
- [15] 王瑞元. 中国食用植物油消费现状[J]. 黑龙江粮食,2017(5):11-13.
- [16] 张雯丽,许国栋. 2016年油料和食用植物油市场形势分析及2017年展望[J]. 农业展望,2017(2):9-12.
- [17] 张永泰,毛善婧,李爱民,等. 亚麻荠原生质体培养再生植株的研究[J]. 扬州大学学报,2006,27(4):78-79.
- [18] 陈利涛,陈燕,石珊珊,等. 亚麻荠籽压榨制油工艺的研究[J]. 中国油脂,2010,35(7):16-18.
- [19] 黄凤洪,谢笔钧,刘昌盛. 新型油料作物——芥蓝[J]. 中国油脂,2005,30(10):76-77.
- [20] 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.
- [21] 黄凤洪,谢笔钧,钮琰星. 芥蓝油食品安全性毒理学试验研究[J]. 中国粮油学报,2006,21(5):102-107.
- [22] 邓乾春,黄凤洪,黄庆德,等. 芥蓝籽饼粕在家禽饲料中的应用效果研究[J]. 中国饲料,2009(17):3-7.
- [23] 佚名. 亚麻荠油提高猪肉的营养价值[J]. 猪业科学,2013(11):28.
- [24] 钱伯章. 应用于航空业的第二代生物燃料研发与生产进展[J]. 生物产业技术,2012(3):37-44.
- [25] 谢光辉,秦烁,薛帅,等. 亚麻荠作为生物柴油原料树种的研究现状与前景分析[J]. 中国农业大学学报,2012,17(6):239-246.
- [26] 张咏,李莹,蔡春明. 离子色谱法鉴别地沟油的应用研究[J]. 中国粮油学报,2012,27(1):107-110.
- [27] 赵海香,任荷玲,许秀丽,等. 应用脂肪酸甲酯快速筛选植物油中掺假地沟油[J]. 食品科学,2014,35(16):148-152.
- [28] HRASTAR R, PETRISIC M G, OGRINC N, et al. Fatty acid and stable carbon isotope characterization of *Camelina sativa* oil: implications for authentication [J]. J Agric Food Chem, 2009, 57(2): 579-585.
- [29] 金青哲,施峰华,谢峰,等. 碳同位素比值法检测棕榈油掺入玉米油的研究[J]. 中国油脂,2009,34(1):73-75.
- [30] RUIZ-SAMBLAS C, MARINI F, CUADROS-RODRÍGU-EZ L, et al. Quantification of blending of olive oils and edible vegetable oils by triacylglycerol fingerprint gas chromatography and chemometric tools[J]. J Chromatogr B, 2012, 910: 71-77.
- [31] WANG S C, FAN J S, WANG Y H, et al. Determination of oxidation products of glycerides in hogwash oil using high performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry[J]. Chin J Anal Chem, 2014, 24(5):741-746.

(上接第84页)