

山东省非粮油脂植物资源调查

赵伟华¹, 徐兴友², 王子华², 顿宝庆¹, 李桂英¹

(1. 中国农业科学院 作物科学研究所, 生物质能源研究中心 农作物基因资源与基因改良国家重大科学工程, 北京 100081;

2. 河北科技师范学院, 河北 昌黎 06600)

摘 要:通过查阅文献、走访当地群众, 统计得出山东省非粮油脂植物参考名录, 并对山东省主要自然保护区进行野外调查、采集标本鉴定及收集种子测定含油率。结果表明: 山东省非粮油脂植物共有 78 科 231 属 404 种, 分别占全国油脂植物科、属、种的 72.2%、58.2%、49.6%, 区系成分比较复杂, 其中含油率>30%的有 61 种高油植。从单位面积产量、采收性、适用性等方面进行综合评价, 有 21 种适宜在边际土地种植, 可作为备选生物柴油原料的植物进一步研究。

关键词:山东省; 非粮油脂植物; 资源调查; 生物柴油; 边际土地

中图分类号:S 565 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)15-0230-04

能源和环境是当今社会的两大主题, 生物柴油以其原料的可再生、清洁、低碳等优点^[1], 越来越受到人们的青睐。生物柴油的主要原料来源是动植物油脂和餐饮废弃油, 而依现在的技术条件, 原料的成本决定了生产生物柴油的成本, 因此, 选择质优价廉的油脂原料成了开发生物柴油能源的关键^[1-2]。油脂植物作为较有前途的生物柴油原料, 是发展生物柴油产业的重点^[3]。欧美国家主要应用大豆、油菜作为生物柴油的原料^[4-5], 这并不适合我国的人多地少的国情。目前, 我国开发利用的植物种类只能在特定地域有发展优势, 并不适用大规模的产业化开发, 因此, 对各地开展野生油脂植物的调查, 得出适合当地发展的生物柴油植物势在必行。山东省植物资源起源古老、地区差异明显, 植物种类比较丰富^[6]。但却从没有对该区域进行过类似的调查, 故对山东省非粮油脂植物资源进行彻底调查, 摸清山东油脂植物资源家底, 掌握山东省全面的油脂植物的科学资料, 为找到适合当地发展的非粮油脂植物打下基础。

第一作者简介:赵伟华(1986-), 男, 硕士, 现主要从事非粮能源植物研究工作。E-mail: wwwzhaoweihua@163.com。

责任作者:李桂英(1964-), 男, 博士, 研究员, 现从事能源作物与生物质工程研究工作。E-mail: liguiying@caas.net.cn。

基金项目:科技部重大基础专项资助项目(2008FY110400)。

收稿日期:2011-04-28

现通过查找文献资料、走访当地群众以及野外调查的方式获得目标物种, 采集含油器官; 对该省非粮油脂植物的种类、分布以及高含油量植物情况进行研究, 以期为山东省非粮油脂植物的发展利用提供科学的依据。

1 自然地理环境

山东省处于暖温带的南部, 三面环海, 下辖 17 个地级市, 位于北纬 34°22'~38°15', 东经 114°19'~122°43', 东西跨度大于南北; 属温带季风气候, 年平均温度在 11~14℃, 年日照时数 2 300~2 900 h。年降水量约 710 mm, 冬夏较长, 降雨集中于夏季, 冬季相对干旱。山东省地形以山地、丘陵为基本骨架, 平原、盆地交错居于其中, 不同类土壤也规律性分布在不同的地段; 山东半岛为起伏平缓的胶东丘陵, 主要为棕壤; 山东的中部突起为鲁中南山地丘陵区, 主要是褐土; 鲁西北为平原区与华北平原相衔接, 由潮土组成。因此北方植物种类和南方植物种类能够渗入到山东省; 而且山东半岛与辽东半岛、日本在新生代之前曾经连在一起, 这使得山东省的植物资源为丰富、区系成分复杂和起源古老^[7]。

2 主要自然保护区含油植物的基本情况

2.1 含油脂植物物种的组成情况

参考《中国油脂植物》、《中国植物志》、《中国资源

Research Advance in Effect of Reflecting Films on Fruit Quality

WANG Li-fen, ZHU Jun-zhen

(Department of Horticulture, Soochow University, Suzhou, Jiangsu 215123)

Abstract: The paper mainly described that reflecting films affect the fruit quality, which included fruit outward appearance quality, the total soluble solid, the titrate acid, the fruit size and so on. Meanwhile, the development of reflecting films in the future was also discussed.

Key words: reflecting films; fruit; quality

植物》、《山东植物志》、《中国油脂植物手册》^[8-12]等文献资料,走访当地群众,并对山东省的主要自然保护区泰山、蒙山、昆嵛山、崂山、沂山进行了多年多次调查,拍照、GPS 定位并采集了标本进行鉴定,经过统计分析,初步确定了山东省内主要非粮含油脂植物(包括引种栽培)有 404 种,隶属 78 个科 231 个属,其中裸子植物 6 科 12 属 22 种,被子植物 72 科 219 属 382 种,占山东省常见植物科、属、种的比例分别为 42.4%、24.3%、18.4%,占全国油脂植物科、属、种的比例分别为 72.2%、58.2%、49.6%。

从表 1 可看出,山东省非粮油脂植物占全国油脂植物的科 70%以上,属种占到了 49%以上。是北方省份含油脂植物资源分布比较丰富的地区,适合大部分油脂植物的生长,是保存北方非粮油脂植物资源的良好场所,对油脂植物的开发利用具有重要的意义。

山东省油脂植物的组成中,非粮含油植物种类较多(大于 10 种)的科有松科(Pinaceae, 6 属/16 种)、十字花科(Cruciferae, 11 属/18 种)、大戟科(Euphorbiaceae, 10 属/17 种)、蔷薇科(Rosaceae, 14 属/41 种)、豆科(Leguminosae, 13 属/14 种)、榆科

(Ulmaceae, 4 属/13 种)、桑科(Moraceae, 6 属/11 种)、卫矛科(Celastraceae, 2 属/12 种)、芸香科(Rutaceae, 5 属/10 种)、木犀科(Oleaceae, 7 属/12 种)、菊科(Asteraceae, 11 属/12 种)、茄科(Solanaceae, 8 属/13 种)、唇形科(Lamiaceae, 14 属/24 种);含有种数大于 5 种的科为木兰科(Magnoliaceae, 3 属/6 种)、樟科(Lauraceae, 5 属/8 种)、毛茛科(Ranunculaceae, 5 属/7 种)、椴树科(Tiliaceae, 2 属/5 种)、锦葵科(Malvaceae, 5 属/7 种)、桦木科(Betulaceae, 3 属/8 种)、鼠李科(Rhamnaceae, 3 属/7 种)、葡萄科(Vitaceae, 3 属/5 种)、槭树科(Aceraceae, 1 属/8 种)、漆树科(Anacardiaceae, 3 属/6 种)、胡桃科(Juglandaceae, 3 属/5 种)、山茱萸科(Cornaceae, 3 属/5 种)、五加科(Araliaceae, 4 属/5 种)、安息香科(Styracaceae, 1 属/6 种)、忍冬科(Caprifoliaceae, 2 属/7 种)、玄参科(Scrophulariaceae, 3 属/7 种)、马鞭草科(Verbenaceae, 2 属/5 种);其中含油脂植物种类大于 10 种的科有 213 种,占该省全部含油脂植物的 52.6%,是山东省地区非粮油脂植物的优势科。

表 1 山东省非粮油脂植物资源概况

	山东省非粮油脂植物	山东省常见植物种类	油脂植物占山东常见植物比例/%	文献记载中国油脂植物	山东省非粮油脂植物占全国油脂植物比例/%
科数	78	184	42.4	108	72.2
属数	231	949	24.3	397	58.2
种数	404	2194	18.4	814	49.6

2.2 山东非粮油脂植物科、属分布组成

根据吴征镒等^[13-14]的种子植物科、属分布区类型系统,可将山东省非粮油脂植物分为 15 种不同的分布区类型。从科的方面来看,世界分布和泛热带分布为优势分布科,占该省所有科的 63.75%,而北温带分布类型占 15 科,占总数的 18.75%,且在该省未发现旧世界热带分布、热带亚洲至热带大洋洲分布、热带亚洲至热带非洲分布、旧世界温带分布、温带亚洲分布、地中海区、西亚至中亚分布类型。从植物的属方面来看,温带成分占 136 种,占总分布 58.8%;热带成分有 66 种,占总分布的 28.6%;温带成分占优势,其中北温带成分占温带分布的 42%,是温带分布的主要成分(表 2)。

从山东省植物的科、属分布类型来看,该省的油脂植物分布类型具有多样性,各分布类型在山东省都有一定数量的分布;其中,温带成分占明显优势,同时,热带、亚热带植物种类以及古地中海、西亚、中亚分布等北方种类都占有较大的比例,此外,从地质史上来看,山东半岛与辽东半岛、日本亦有过植物交流。这充分体现了山东省植物区系成分具有复杂多样的特点。

表 2 山东省非粮油脂植物科、属分布类型

分布类型	科数	科数所占比例/%	属数	属数所占比例/%
世界分布	26	32.5	21	9.1
泛热带分布	25	31.25	36	15.6
热带亚洲和热带美洲间断分布	7	8.75	8	3.5
旧世界热带分布	0	0	8	3.5
热带亚洲至热带大洋洲分布	0	0	6	2.6
热带亚洲至热带非洲分布	0	0	1	0.4
热带亚洲分布	1	1.25	7	3
北温带分布	15	18.75	57	24.7
东亚及北美间断分布	2	2.5	22	9.5
旧世界温带分布	0	0	23	9.9
温带亚洲分布	0	0	1	0.4
地中海区、西亚至中亚分布	0	0	9	3.9
中亚分布	1	1.25	3	1.3
东亚分布	2	2.5	21	9.1
中国特有分布	1	1.25	8	3.5
总计	80	100	231	100

3 常见主要高含油率油脂植物

对山东省主要自然保护区走访调查,采集标本鉴定,收集到的种子运用索氏提取法,测定它们的含油率,将山东省常见含油率大于 30%的种子及生境列于表 3。因生长在不同区域的同种植物,种子的含油率差异明显,故将采集种子的采集地点列于表 3 中。从表 3 可看出,山东省高含油率物种主要集中于松科、木

表 3

山东省主要非粮高油植物简介

科名	种名	拉丁名	含油量/%	采集地	生境
松科 (Pinaceae)	油松	<i>Pinus tabulaeformis</i>	33.9	山东泰山	多分布于及土壤湿润和较肥沃的阴坡、半阴坡
	华山松(种仁)	<i>Pinus armandii</i> Franch	53.6	山东泰山	喜温和、凉爽和湿润的气候
	雪松	<i>Cedrus deodara</i>	35.7	山东诸城	引种栽培绿化树种
木兰科 (Magnoliaceae)	望春玉兰	<i>Magnolia biondii</i> Pamp.	46	山东原山	生于海拔 600~2 100 m 的山林间
	五味子	<i>Schisandra chinensis</i>	38.8	山东蒙山	生于湿润肥厚土层的山坡
樟科 (Lauraceae)	山胡椒	<i>Lindera glauca</i>	41.3	山东崂山	呈小片林或混生杂木林
	三丫乌药	<i>Lindera obtusiloba</i>	62	山东蒙山	山坡杂木林或灌丛
十字花科 (Cruciferae)	诸葛菜	<i>Orychophragmus violaceus</i>	40.3	山东灵岩寺	山坡、路旁、沟边或村庄附近
	小花糖芥	<i>Erysimum cheiranthoides</i> Linn.	40	山东泰山	生于田边、山坡及路旁
	遏蓝菜	<i>Thlaspi arvense</i>	31.6	山东昆崙山	山坡、路旁、沟边或村庄附近
石竹科	石竹	<i>Dianthus chinensis</i>	31	山东徂徕山	山坡、路边草丛中
柳叶菜科 (Onagraceae)	月见草	<i>Oenothera biennis</i>	30	山东崂山	逸生于山坡、路旁、荒野草丛
大戟科 (Euphorbiaceae)	乳浆大戟	<i>Euphorbia esula</i>	32.3	山东泰山	山坡、路旁、沟边、田埂草丛
	猩猩草	<i>Euphorbia heterophylla</i>	38	山东莲台山	疏松肥沃、干燥、阳光充足的腐质土壤地
	蓖麻(种仁)	<i>Ricinus communis</i>	55	山东淄博	生于荒地、山坡、地头、宅旁、路边
蔷薇科 (Rosaceae)	乌桕	<i>Sapium sebiferum</i>	42.2	山东泰山	生于路旁、海滩、院内、山坡
	山桃(种仁)	<i>Amygdalus davidiana</i>	50.9	山东五莲山	生于山坡、滩地及农家附近
	桃(种仁)	<i>Amygdalus persica</i>	52.1	山东五莲	生于山坡、沟谷杂木林
	杏(种仁)	<i>Armeniaca vulgaris</i>	51.2	山东灵岩寺	生于山坡、沟谷杂木林,垂直分布不超过海拔 800 m
	李(种仁)	<i>Prunus salicina</i>	43.7	山东蒙山	适用区域广泛
	稠李	<i>Prunus padus</i> L.	38.9	山东昆崙山	生于山沟、山坡及河滩
桦木科 (Betulaceae)	毛樱桃	<i>prunus tomentosa</i> Thunb.	34.1	山东崂山	生于山坡沟谷灌木丛及悬崖处
	榛	<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv	51.6	山东	生于山阴坡灌丛
	毛榛(种仁)	<i>Corylus mandshurica</i>	52.6	山东崂山	生于山坡灌丛或林下
榆科 (Ulmaceae)	春榆	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	34	山东泰山	生于山坡、山谷、杂木林
	大果榆	<i>Ulmus macrocarpa</i>	39.1	山东抱犊崮	生于山坡、山谷、杂木林
桑科 (Moraceae)	构树	<i>Broussonetia papyri fera</i>	30.1	山东织女洞	多生于荒坡及石灰岩花斑的土壤地区
	大麻	<i>Cannabis sativa</i>	31.6	山东泰山	逸生为野生
	桑	<i>Morus alba</i>	35.2	山东泰山	生于山坡、沟边
卫矛科 (Celastraceae)	南蛇藤	<i>Celastrus orbiculatus</i>	51.3	山东原山	生于山坡、沟谷及疏林中
	卫矛	<i>Euonymus alatus</i>	47.3	山东沂山	生于山坡、山谷灌丛中
	白杜	<i>Euonymus bungeanus</i>	68.5	山东莲台山	生于山坡、路边灌丛中
	冬青卫矛	<i>Euonymus japonicus</i>	44.7	山东禹城	栽培做绿篱
鼠李科 (Rhamnaceae)	酸枣(种仁)	<i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i> (Bunge) Hu	33.7	山东鲁山	生于山坡、旷野或路旁
芸香科 (Rutaceae)	臭檀	<i>Evodia daniellii</i>	32	山东莲花山	生于山沟、溪旁、林缘、及杂木林
	崖椒	<i>Zanthoxylum schini folium</i>	37.9	山东崂山	生于山沟、山坡灌丛、林缘及岩石缝隙间
苦木科 (Simaroubaceae)	臭椿	<i>Ailanthus altissima</i>	61.8	山东原山	生于向阳山坡杂木林或林缘及村边、房前屋后
楝科 (Meliaceae)	香椿	<i>Toona sinensis</i>	37.9	山东五峰山	生于阳光充足、土壤湿润肥沃的河边、宅院周围
	苦楝(种仁)	<i>Melia azedarach</i> L.	43.1	山东五峰山	生于旷野或路旁
漆树科 (Anacardiaceae)	黄连木	<i>Pistacia chinensis</i>	37.8	山东原山	生于山坡、沟谷杂木林
胡桃科 (Juglandaceae)	野核桃(种仁)	<i>Juglans cathayensis</i> Dode	68	山东泰山	生于山沟土厚湿润处
	胡桃楸(种仁)	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim	60.7	山东泰山	生于土质肥厚、湿润的山沟或山坡
山茱萸科 (Cornaceae)	毛茛	<i>Swida walteris</i>	31	山东泰山	生于山谷杂木林中
五加科 (Araliaceae)	刺楸	<i>Kalopanax septemlobus</i>	31.1	山东昆崙山	生于阳坡、山沟、灌丛及林缘
安息香科 (Styracaceae)	玉玲花	<i>Styrax obassia</i>	32.6	山东昆崙山	生于背阴山坡、沟谷的杂木林
	野茉莉	<i>Styrax japonicus</i>	48.3	山东崂山	生于山谷、溪边杂木林
山矾科 (symplocaceae)	白檀	<i>Symplocos paniculata</i>	38.4	山东崂山	生于海拔 500 m 以上的山坡、沟谷或杂木林
木犀科 (Oleaceae)	流苏树	<i>Chionanthus retusa</i>	36.5	山东泰山	生于阳光充足、中性土壤
	连翘	<i>Forsythia suspensa</i>	39.2	山东徂徕山	生于山坡、山沟灌丛
忍冬科 (Caprifoliaceae)	小叶英迷	<i>Viburnum erosum</i>	40	山东昆崙山	生于山谷、湿润阴坡的杂木林
菊科 (Compositae)	腺梗豨莶	<i>Siegesbeckia pubescens</i>	30.8	山东抱犊崮	生于山坡、路旁、林缘
桔梗科 (Campanulaceae)	桔梗	<i>Platycodon grandiflorus</i>	31.3	山东五莲山	生于向阳山坡、林下、路旁
玄参科 (Scrophulariaceae)	柳穿鱼	<i>Linaria vulgaris</i>	35	山东微山	生于山坡、路边、荒地草丛
唇形科 (Labiatae)	藿香	<i>Agastache rugosa</i>	38	山东泰山	生于阴湿山坡或溪边湿地
	香薷	<i>Elsholtzia ciliata</i> (Thunb.) Hyland	45.7	山东昆崙山	生于山坡、沟谷、路旁、溪边
	野芝麻	<i>Lamium barbatum</i>	37.5	山东昆崙山	生于山坡、沟边、路旁、荒地村头
	益母草	<i>Leonurus artemisia</i>	33.5	山东徂徕山	生于山坡、草丛、路旁
	丹参	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	35.6	山东五莲山	生于湿草地
报春花科 (Primulaceae)	珍珠菜	<i>Lysimachia clethroides</i> Duby	32.2	山东崂山	生于山谷、林下、灌草丛
梧桐科 (Sterculiaceae)	梧桐	<i>Firmiana simplex</i>	32.4	山东泰山	多见于庭院四旁
杜仲科 (Eucommiaceae)	杜仲(种仁)	<i>Eucommia ulmoides</i>	32.5	山东泰山	生于山地林中

兰科、樟科、十字花科、大戟科、蔷薇科、桑科、卫矛科、胡桃科、唇形科,而高含油率物种在泰山、蒙山、崂山、昆嵛山较为丰富;这为非粮油脂植物的进一步研究、开发利用奠定了基础。

4 发展潜力的非粮柴油能源植物评价

根据林铎清等^[15]对生物柴油植物的定义,将比较容易收集到的种子采用索氏抽提法测定它们的含油量,共得到如表 3 中 61 种符合要求的植物种类;在我国,要大规模的应用其作为生物柴油的原料,需要该物种具有较高的单位面积产量,即提高产油量;还应当有较强的适应性,才适合在边际性土地种植;另外还需要采收性好,能够较容易的采得种子等含油器官。

通过对 61 种高油物种,结合产量性状、适应性、采收性几方面进行综合评价,认为松科的华山松、木兰科的望春玉兰、大戟科的乌桕、蔷薇科的稠李和毛樱桃、桑科的构树、卫矛科的白杜、漆树科的黄连木、山茱萸科的毛茛、山矾科的白檀、梧桐科的梧桐不仅产量高,适应性强,而且种子容易收集,又是绿化、观赏树种;蔷薇科山桃、桃、杏、李等可以利用不被食用的内核部分提取油分利用,将这 15 种木本植物开发其作为生物柴油原料具有较大优势;芸香科的臭檀由于较强的抗盐碱能力,可以考虑在盐碱地发展。非木本植物中,十字花科的诸葛菜、柳叶菜科的月见草、桑科的大麻、菊科的腺梗豨莶、唇形科的益母草等草本植物,与木本植物相比存在投资收益快、育种改良比较容易、收运成本低等优点^[16],同样具有竞争力,经过综合评价,这 21 种植物物种比较有发展潜力,可作为进一步研究的主要目标。

山东省非粮油脂植物资源比较丰富,其植物种类占全国油脂植物资源的 49.6%,因此,应继续开展对其他油脂植物的调查、分析;发现能够通过育种、栽培及

其它手段改造的植物种类同样是进行生物柴油原料研究的重点。

参考文献

- [1] Moser B R. Biodiesel production, properties, and feedstocks[J]. In Vitro Cell Dev Biol-Plant, 2009, 45(6): 229-266.
- [2] 赵宗保, 华艳艳, 刘波. 中国如何突破生物柴油产业的原料瓶颈[J]. 中国生物工程杂志, 2005, 25(11): 1-6.
- [3] 张代贵, 肖艳, 邓涛, 等. 湖南壶瓶山国家级自然保护区油脂植物资源调查[J]. 中国油脂, 2010, 35(6): 65-70.
- [4] 丁丽芹, 何力, 郝平. 国外生物燃料的发展及现状[J]. 现代化工, 2002, 22(11): 55-56.
- [5] Wang W G, Lyons D W, Clark N N, et al. Emissions from nine heavy trucks fueled by diesel and biodiesel blend without engine modification[J]. Environment Science and Technology, 2000, 34(6): 933-939.
- [6] 张伟, 赵善伦. 山东植物区系分区研究[J]. 广西植物, 2002, 22(1): 29-34.
- [7] 卞文轩. 山东植物地理区划[J]. 山东师范大学学报(人文社会科学版), 1959(4): 47-61.
- [8] 贾良智, 周俊. 中国油脂植物[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [9] 《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [10] 朱太平. 中国资源植物[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [11] 陈汉斌, 郑亦津, 李法曾. 山东植物志[M]. 青岛: 青岛出版社, 1997.
- [12] 中国科学院植物研究所植物化学研究室油脂组. 中国油脂植物手册[M]. 北京: 科学出版社, 1973.
- [13] 吴征镒, 周浙昆, 李德铎, 等. 世界种子植物科的分布区类型系统[J]. 云南植物研究, 2003, 25(3): 245-257.
- [14] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991(增刊IV): 1-139.
- [15] 林铎清, 邢福武. 中国非粮生物柴油能源植物资源的初步评价[J]. 中国油脂, 2009, 34(11): 1-7.
- [16] 危文亮, 金梦阳. 42 份非木本油料植物资源的能源利用潜力评价[J]. 中国油脂, 2008, 33(5): 73-76.

Investigation on Non-food Oil Plant Resources of Shandong Province

ZHAO Wei-hua¹, XU Xing-you², WANG Zi-hua², DUN Bao-qing¹, LI Gui-ying¹

(1. Research Center for Biomass Energy, Institute of Crop Science, National Key Facility of Crop Gene Resources and Genetic Improvement, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; 2. Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 06600)

Abstract: The non-food oil plant resources in Shandong province were investigated through field survey, consult local experts and masses, look up the literature and get the non-food oil plant resources reference list. Also, oil contents of some plant seeds were determined. The results showed that 404 species, belonging to 231 genera, 78 families were distributed in this area, taking a ratio of 49.6%, 58.2%, 72.2% in Chinese oil plants, and its flora composition complicated. 61 species of important oil plants (oil content more than 30%) were briefly introduced, the comprehensive evaluation of their yield per-unit area, oil content, collection nature, adaptability, suggested that 21 kinds of oil plants would be the promising oil plants to be developed on marginal land and it's necessary for further study to know whether they can be biodiesel feedstock.

Key words: Shandong province; non-food oil plants; resource survey; biodiesel; marginal land