

麻疯树种油的理化性质及 籽粕中元素含量分析及其应用价值初探

袁萍, 熊相蓉, 袁晓^①

(中国科学院武汉植物园, 湖北 武汉 430074)

On physical and chemical property of seed fatty oil, element content analysis and preliminary study of application value of seed kernel meal of *Jatropha curcas* YUAN Ping, XIONG Xiang-rong, YUAN Xiao^① (Wuhan Botanical Garden, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2009, 18(4): 88-90

Abstract: The physical and chemical property of fatty oil from seed kernel and element content in seed shell and kernel meal of *Jatropha curcas* L. after extracted oil were analyzed, and the insecticidal activity and feeding value of seed kernel meal were studied preliminarily. The fatty oil of seed kernel has physical and chemical properties with water content 0.012%, relative density (20 °C) 0.911 g · mL⁻¹, refraction rate (20 °C) 1.467, saponification value 193.31 and acid value 34.65. Contents of Ca, P, K, Zn and Mn in seed shell meal are 7.0, 1.1, 11.6, 0.055 and 0.021 mg · g⁻¹, and those in seed kernel meal are 8.0, 23.2, 22.8, 0.130 and 0.057 mg · g⁻¹, respectively. The one or two times dilute solutions of methanol extract from seed kernel meal possess stronger insecticidal activity against *Gadirtha inexacta* Walker, *Prodenia litura* Fabricius and *Plutella xylostella* L., with an average mortality rate of 92.6%. The mortality rate of *Carassius auratus* which is fed with pellet fish feed mixed 20% protein power made from seed kernel meal reaches 83.3%, and the mortality rate of *C. auratus* fed with pellet fish feed mixed 20% protein power made from same meal but after methanol extraction is only 5.0%. It is suggested that the seed kernel meal of *J. curcas* contains some elements (such as Ca, P and K) and possesses stronger insecticidal activity, and it is worth deeply exploiting and utilizing to make into pellet fish feed after detoxification instead of protein power.

关键词: 麻疯树; 油脂特性; 元素含量; 杀虫活性; 饲用价值

Key words: *Jatropha curcas* L.; fatty oil property; element content; insecticidal activity; feed value

中图分类号: S565.9; TQ646.2; S482.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2009)04-0088-03

麻疯树(*Jatropha curcas* L.)为大戟科(Euphorbiaceae)麻疯树属(*Jatropha* L.)植物,果实含油量高,种仁含油量在60%左右,可用于加工提炼优质生物柴油,以替代日益紧缺的石油能源^[1-2]。近年来,由国家科学技术部和联合国开发计划署共同开展的绿色扶贫项目中,麻疯树已经在中国石漠化最为严重的贵州、四川及云南等省区试种成功。麻疯树全株有毒,其种子、树皮、叶、根和乳汁中含有多种化学成分,可作为医药和生物农药资源;其种子加工后残留的油饼中蛋白质含量较高,可作为优质肥料,经脱毒后也可作为饲料^[3]。

麻疯树种子提取油脂后残留约有1/2的籽粕,目前关于其综合利用的研究较少。开展麻疯树的果壳、籽粕和枝叶综合利用研究,对提高麻疯树产业的经济效益具有重要意义。作者在前期研究的基础上,对麻疯树种子种仁油的理化性质以及种壳和种仁籽粕中部分矿质元素的含量进行了测定,并对种仁籽粕的应用价值进行了初步研究,以期对麻疯树种子的综合利用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试麻疯树种子由中国科学院西双版纳热带植物园提供。癩皮夜蛾(*Gadirtha inexacta* Walker)2龄幼虫由中国科学院武汉植物园入侵植物组提供,斜纹夜蛾(*Prodenia litura* Fabricius)3龄幼虫由中国科学院武汉植物园水生植物组提供,小菜蛾(*Plutella xylostella* L.)2龄幼虫购自湖北省农业科学院。红鲤鱼(*Carassius auratus*)和三元牌鱼饲料均购自武汉市花鸟市场。

所用仪器包括IRIS Advantage ICP等离子光谱仪、阿贝折光仪、SC 202型电热恒温干燥箱、Philips小型粉碎机和GKL-200制粒机。主要试剂有石油醚(分析纯)和甲醇(色谱纯,上海联合化工厂)。

收稿日期: 2008-09-22

基金项目: 中国科学院方向性课题(KSCX2-YW-G-027-4)

作者简介: 袁萍(1956—),女,湖北武汉人,大专,高级实验师,主要从事植物资源的开发和研究。

^①通信作者 E-mail: yuanxiao@rose.whiob.ac.cn

1.2 方法

1.2.1 油脂提取 将1 kg麻疯树种子自然风干,将种壳与种仁分离并分别粉碎,将种壳粉碎至能过20目筛,种仁粉碎至泥浆状,分别置于2 000 mL圆底烧瓶中,按质量体积比加入10倍体积的石油醚(60℃~90℃),于70℃~90℃水浴中回流提取2~3 h,过滤,回收溶剂,重复提取2次,浓缩后得油脂,残渣则为籽粕。

1.2.2 油脂理化性质测定 参照文献[4]的方法测定麻疯树种仁油脂的酸值、含水量、皂化值、相对密度及折光率。

1.2.3 元素含量测定 将种壳和种仁的籽粕置于60℃条件下烘干6 h,分别精密称取0.5 g置于30 mL瓷坩埚中,于马福炉(550℃)中干灰化6 h,冷却后,用60℃去离子水分别溶解并定容至25 mL,用等离子光谱仪分别测定Ca、K、P、Zn和Mn元素的含量。

1.2.4 种仁籽粕预处理方法 将种仁籽粕分为2份,其中1份按质量体积比加入7倍体积的甲醇,于温度60℃~80℃回流提取3~5 h,抽滤并回收溶剂,重复提取2次,得甲醇提取液,分别用蒸馏水稀释1倍和2倍后,待用;将甲醇提取后剩余的残渣和另一份未经甲醇提取的籽粕在烘箱(60℃~80℃)内干燥6~8 h,粉碎,过40目筛,得到蛋白粉^[5]。

1.2.5 杀虫活性测定 取直径为15 cm的培养皿9个,将新鲜的乌桕 [*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.] 叶、莲 (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) 叶和白菜 [*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.] 叶分别置于3个培养皿中,其中2个培养皿分别用毛刷涂抹稀释1倍和2倍的籽粕甲醇提取液,另1个培养皿作对照。将癩皮夜蛾置于装有乌桕叶的培养皿中,斜纹夜蛾置于装有莲叶的培养皿中,小菜蛾置于装有白菜叶的培养皿中,每个培养皿9条试虫;分别于2、12、24和36 h统计试虫死亡数量,计算死亡率。

1.2.6 鱼饲料制备及毒性测定 分别取由种仁籽粕制成的蛋白粉及甲醇提取后的残渣制成的蛋白粉,按一定比例分别加入无机盐、植物油、维生素、胆碱、明胶和水^[6],其中蛋白粉的质量占饲料质量的20%,混合均匀,上制粒机制成直径1 mm、高2 mm的圆柱形颗粒,置于烘箱(80℃)内干燥6~8 h,定型后即成2种颗粒饲料,备用。

取大小一致的红鲤鱼140尾,随机分成7组,每组20尾,分别放入7个相同的鱼缸中,采用分组对比喂养法,用上述自制的颗粒饲料分别喂养3缸红鲤鱼,余下1缸红鲤鱼用三元牌饲料喂养,作为对照。各组的投饲量保持一致,每日投饲3~4次。分别于2、12、24及36 h时观察红鲤鱼生长和死亡情况,计算死亡率。

2 结 果

2.1 麻疯树种仁油脂的理化性质

测定结果显示,麻疯树种仁油脂中的含水量为0.012%,

油脂的相对密度(20℃)为0.911 g·mL⁻¹、折光率(20℃)为1.467、皂化值为193.31、酸值为34.65。麻疯树种仁中油脂含量为56.15%^[5],与文献[1]报道基本一致,是开发生物柴油的优良资源;种壳的油脂含量较低,一般在2%以下,开发和应用价值不高。种仁油脂密度比生物柴油的密度(15℃,0.86~0.90 g·mL⁻¹)略大,酸值也明显大于生物柴油的酸值(0.8)。因此,需要通过进一步的化学和生物手段改进后,麻疯树种仁油脂才能作为生物柴油使用^[7-8]。

2.2 麻疯树种壳和种仁籽粕中元素含量的比较

麻疯树种壳和种仁籽粕中的Ca、P、K、Zn和Mn含量见表1。由表1可见,麻疯树种壳籽粕中Ca、P、K、Zn和Mn含量分别为7.0、1.1、11.6、0.055和0.021 mg·g⁻¹;种仁籽粕中的Ca、P、K、Zn和Mn含量分别为8.0、23.2、22.8、0.130和0.057 mg·g⁻¹。从测试结果可知,麻疯树种仁籽粕中的K、Zn和Mn含量均高于种壳籽粕1倍以上,其中P含量是种壳籽粕的21倍。

表1 麻疯树种壳和种仁籽粕中的元素含量

Table 1 The element content in seed shell and kernel meal of *Jatropha curcas* L.

| 样品 Sample | 含量/mg·g ⁻¹ Content | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|------|------|-------|-------|
| | Ca | P | K | Zn | Mn |
| 种壳籽粕 Seed shell meal | 7.0 | 1.1 | 11.6 | 0.055 | 0.021 |
| 种仁籽粕 Seed kernel meal | 8.0 | 23.2 | 22.8 | 0.130 | 0.057 |

2.3 麻疯树种仁籽粕的杀虫活性

麻疯树种仁籽粕甲醇提取液的杀虫活性见表2。稀释1倍和稀释2倍的甲醇提取液对癩皮夜蛾、斜纹夜蛾和小菜蛾幼虫均有较强的毒杀活性。实验36 h后,稀释1倍的甲醇提取液对癩皮夜蛾、斜纹夜蛾和小菜蛾幼虫的致死率均达到100.0%,稀释2倍的甲醇提取液对癩皮夜蛾、斜纹夜蛾和小菜蛾幼虫的致死率分别为100.0%、55.6%和100.0%,平均致死率为92.6%。麻疯树的种子提取物及枝叶提取物均含有一定的杀虫活性成分,对害虫具有较强的毒杀活性^[9-10],因而,其种仁籽粕中很可能含有类似的活性成分。虽然麻疯树种仁籽粕的甲醇提取液有较强的杀虫活性,但由于生产成本较高,因而,可将其用于医药等行业^[11]。

2.4 麻疯树种仁籽粕的饲用价值

在饲料中加入20%用麻疯树种仁籽粕制成的蛋白粉,配制成混合颗粒饲料喂养红鲤鱼,饲喂量为288~325 g(平均为306 g),红鲤鱼的死亡率为75%~95%,平均死亡率83.3%;将甲醇提取后的种仁籽粕残渣制成蛋白粉,按20%的比例加入饲料中,配制成混合颗粒饲料喂养红鲤鱼,饲喂量为611~631 g(平均为622 g),红鲤鱼的死亡率为0%~10%,平均死亡率5%,与喂养商品饲料的红鲤鱼(对照组)的死亡率(5%)相当。由此可以看出,提取油脂后的麻疯树种仁籽粕虽然营养丰富,但毒性较大,不适合直接用于

鱼饲料的制作;而经过甲醇提取后,大部分有毒成分溶于甲醇中,剩余的残渣毒性明显降低,这也间接证明了甲醇提取物具有一定的毒性,对害虫有毒杀活性。

表2 麻疯树种仁籽粕甲醇提取物的杀虫活性

Table 2 Insecticidal activity of methanol extracts from seed kernel meal of *Jatropha curcas* L.

| 试虫 Test larva | 处理组 ¹⁾ Treatment group ¹⁾ | 不同时间累计死亡数/条 Accumulative mortality at different times | | | | 死亡率/% Mortality rate |
|---------------------------------------|---|--|------|------|------|----------------------------|
| | | 2 h | 12 h | 24 h | 36 h | |
| 癞皮夜蛾 <i>Gadirtha inexacta</i> Walker | 1 | 1 | 3 | 9 | 9 | 100.0 |
| | 2 | 0 | 2 | 6 | 9 | 100.0 |
| | CK | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| 斜纹夜蛾 <i>Prodenia litura</i> Fabricius | 1 | 0 | 2 | 5 | 9 | 100.0 |
| | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | 55.6 |
| | CK | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 |
| 小菜蛾 <i>Plutella xyostella</i> L. | 1 | 1 | 4 | 9 | 9 | 100.0 |
| | 2 | 0 | 1 | 4 | 9 | 100.0 |
| | CK | 0 | 0 | 0 | 1 | 11.1 |

¹⁾ 1: 麻疯树种仁籽粕甲醇提取液的1倍稀释液 The one times dilute solution of methanol extract from seed kernel meal of *J. curcas*; 2: 麻疯树种仁籽粕甲醇提取液的2倍稀释液 The two times dilute solution of methanol extract from seed kernel meal of *J. curcas*; CK: 对照 Control.

综合分析后可以看出,用经甲醇处理后的麻疯树种仁籽粕残渣制成的蛋白粉制作鱼饲料是完全可行的;总体上看,提取油脂后的麻疯树种仁籽粕中含有Ca、P及K等元素,并具有较高的杀虫活性,脱毒后还可制成鱼饲料。因此,麻疯树种仁籽粕在农业、环保、生态和医药等方面都具有广阔的应用前景,值得进一步的研究和开发。目前,麻疯树种子的年产量已达到7 500~12 000 kg·hm⁻²,加工油脂后可以产生约5 250 kg·hm⁻²饼粕和5 620 kg·hm⁻²果壳,资源量极大,因而,开展麻疯树种子多用途应用研究,对麻疯树资源的综合利用具有极其重要的意义。

参考文献:

- [1] 张明生,樊卫国,尹杰,等.麻疯树资源概况及其开发利用[J].贵州农业科学,2005,33(6):97-98.
[2] 谭天伟,王芳,邓利.生物能源的研究现状及展望[J].现代化工,2003,23(9):8-12.

- [3] 曾觉民.可大力发展的生物质能源植物——青桐[J].云南林业,2006,27(2):21-22.
[4] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2005年版(一部)[M].北京:化学工业出版社,2005:57-60.
[5] 袁萍,袁晓,龚复俊.小桐子种子及种仁成分分析[J].天然产物研究与开发,2008,20(增刊):70-72.
[6] 袁晓,袁萍.一种用小桐子粕的鱼饲料及制备方法:中国,200710053524[P].2007-10-05.
[7] 余珠花,刘大川,刘金波,等.麻疯树籽油理化特性和脂肪酸组成分析[J].中国油脂,2005,30(5):30-31.
[8] 曾虹燕,方芳,苏杰龙,等.麻疯树籽油提取技术[J].江苏农业学报,2005,21(1):69-70.
[9] 李静,吴芬宏,陈延燕,等.麻疯树种子提取物对几种害虫的杀虫活性[J].农药,2006,45(1):57-58,65.
[10] 李育川,郭巧生,邵清松,等.小桐子枝叶提取物对蚜虫的毒杀活性[J].植物资源与环境学报,2009,18(2):89-93.
[11] 蒲朝煜,苟平.麻疯树药用研究获进展[J].绿色中国:综合版,2006(6):64-65.