

Hemp seeds



汉麻籽 comprehensive utilization 综合利用加工技术 & processing technology

张建春 何锦风 等 编著

汉麻籽油胶囊

汉麻蛋白粉

汉麻食品

汉麻护肤品

汉麻生物柴油

麻塑复合材料

.....



中国轻工业出版社

本书主要内容获

2010年中国食品科学技术学会技术进步奖一等奖

Hemp seeds 

汉麻籽 comprehensive utilization
& processing technology

综合利用加工技术

张建春 何锦风 等 编著



中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汉麻籽综合利用加工技术/张建春, 何锦凤等编著. —北京:
中国轻工业出版社, 2010. 12
ISBN 978-7-5019-8011-6

I. ①汉… II. ①张…②何… III. ①麻类作物—种子—加工
IV. ①S563

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 022944 号

内 容 提 要

《汉麻籽综合利用加工技术》是一部全面介绍汉麻籽加工和综合利用的著作, 内容涉及国内外汉麻籽综合利用现状, 我国的汉麻籽资源品种及分布, 汉麻籽油、汉麻蛋白及抗氧化肽的性质及制备, 汉麻籽综合利用生产示范线, 汉麻籽成分在食品、化妆品和代用能源上的应用, 汉麻籽壳的综合利用等, 共九章。全书理论联系实际, 内容丰富, 专业性强, 涵盖了汉麻籽加工和综合利用的各个方面, 反映了总后勤部军需装备研究所军用汉麻材料研究中心对汉麻籽加工和综合利用专题研究的创新成果, 适合食品、轻工、化工、农业等行业的工程技术人员和相关大专院校师生使用。

责任编辑: 杜宇芳

策划编辑: 杜宇芳

责任终审: 滕炎福

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王超男

责任校对: 燕 杰

责任监印: 吴京一

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 航远印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 25.25

字 数: 635 千字 插页: 6

书 号: ISBN 978-7-5019-8011-6 定价: 78.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

090151K4X101ZBW

编写人员名单

张建春

何锦风

钱平

张华

陈天鹏

严自力

刘雪强

马天

卢蓉蓉

王昌涛

刘刚

金付强

秦敏

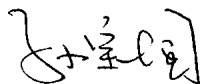
序 Preface

中国正在从农业大国向工业大国转变。工业化在给人们生活带来巨大改变的同时,也带来了资源紧缺和环境污染的问题。因此,尽可能地减少煤炭石油等能源消耗,减少温室气体排放,大力发展可再生的生物资源是实现可持续发展的重要途径之一。而汉麻正是这样一种高值的特种生物资源。汉麻植株全身都是宝,其皮、秆、籽、根、叶、花可应用于纺织、造纸、食品、医药、建筑、交通运输、国防军工等领域。作为一种传统的经济作物,汉麻纤维具有优异的吸湿排汗性、抗菌保健性、抗紫外性、吸附性和消音性;汉麻秆芯可用于生产高价值生物添加剂、黏胶纤维、高档卷烟纸、木质陶瓷等;汉麻的叶、花可用于生产多种药品;汉麻籽除了具有繁衍汉麻植物的作用外,千百年来一直是人类优质的食物原料和治病的良药。

中国人民解放军总后勤部军需装备研究所为适应绿色环保、循环经济、可持续发展以及节约型后勤的需要,在国内大专院校、科研院所和有关企业的大力支持和帮助下,率先开展了汉麻综合利用创新技术研究。汉麻产业立足于当前国民经济和社会发展的紧迫需求,涉及农业、能源、资源和卫生等关键领域,对推动西部开发和帮助老少边穷地区脱贫致富,提高农民收入具有重要意义。汉麻产业发展进程已受到党、国家和军队领导人的关注,国家科学技术部批准成立“汉麻高值特种生物资源产业技术创新战略联盟”,为汉麻产业的发展提供了强有力的支持。汉麻籽是汉麻植物的种子,是汉麻植物的精华。根据品种不同,每亩汉麻可产汉麻籽 30~150kg。以亩产 60kg 计算,种植 1000 万亩汉麻,每年可产 60 万 t 汉麻籽,这是一笔巨大的资源。为此,总后军需装备研究所开展了对汉麻籽综合利用加工技术的专题研究,其研究成果构成本书的主要内容。

《汉麻籽综合利用加工技术》一书的作者为中国人民解放军军需装备研究所及其合作单位的一批优秀中青年专家。本书的内容展示了他们的创新能力和学术水平。本书的出版填补了国内外无汉麻籽综合利用加工技术专著的空白，对从事汉麻籽综合利用或研发食品新资源的科技人员、大专院校相关专业的师生和工程技术人员具有很好的参考价值。

中国工程院院士



2010年10月16日

前言 Foreword

汉麻，又名火麻、线麻、魁麻、寒麻、大麻。国际上将四氢大麻酚（THC）含量低于 0.3% 的品种称为工业大麻（Industry Hemp），高于 0.3% 的称为药用大麻（Marijuana）和毒品大麻（Hashish）。本书将 THC 含量低于 0.3% 的大麻品种统称为汉麻。汉麻是一种具有特殊功效的经济作物，在我国各地均可以大面积种植，它对土地和气候的要求不高，可以在较为贫瘠的土地上生长。在老少边穷地区，种植汉麻是一条致富脱贫的发展之路。

汉麻全身都是宝。汉麻的皮、秆、籽、根、叶、花均具有利用价值，可广泛应用于纺织、造纸、食品、医药、建筑、交通运输、国防军工等领域。作为一种传统的经济作物，汉麻纤维具有优异的吸湿排汗性、天然的抗菌保健性、优良的吸附性、卓越的抗紫外性和独特的吸波消音性；汉麻秆芯木质化程度高，可用于生产高价值生物添加剂、黏胶纤维、高档卷烟纸、木质陶瓷等；汉麻的叶、花可用于生产多种药品，汉麻籽可用来制备高档食用油和汉麻蛋白。通过深入研究表明，汉麻是一种可综合利用的高值生物质资源，具有以下特点：

1. 汉麻的生态性。汉麻在我国种植已有数千年历史，在我国各地均可生长，与其他植物有良好的共生性，且对土质要求不高，山坡地、荒地和盐碱地等都能种植，因此可不与粮、棉、油争地。汉麻种植简单，病虫害少，抗自然灾害的能力强，各种气候条件下均可实现高产稳产。

2. 汉麻的资源性。汉麻生物产量高，特别适合于和其他作物轮作间作。一季汉麻生长期仅为 120 天左右，但其生物产量相当于一年速生林，每亩汉麻韧皮纤维产量可达 100kg 以上，最高可达 200kg。汉麻的韧皮、秆芯、花、叶和根均有很高的利用价值，是一种高值特种生物资源。

3. 汉麻的环保性。汉麻植物对重金属有很强的耐受力。研究表明，

当土壤中镉含量达到 800mg/kg 时,对汉麻的生长没有明显的影响。汉麻对溶液中的 Cr^{6+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^{+} 、 Cd^{2+} 的吸附能力分别为 367mg/g、1157mg/g、89mg/g、140mg/g。因此,汉麻植物是优秀的天然重金属吸附剂,对水体和土壤起到了有效的自清洁作用。

4. 汉麻的低碳性。汉麻是一种优异的“碳汇”植物。测算结果显示,1hm² 汉麻在 100 天的生长期内 CO₂ 碳汇可达 25t,远高于棉花(11t)。汉麻种植还具有显著的低碳性,从种植到收获,每吨汉麻排放的 CO₂ 仅为 544kg,而棉花为 1680kg,合成纤维生产 CO₂ 排放量比天然纤维高 10 ~ 20 倍。

汉麻开发涉及众多以生物资源利用为主体的产业,它的产业化将对国民经济建设产生深远的影响。一是在种植方面。汉麻种植简单,对土质要求不高,而且种植比较效益显著,大面积的汉麻种植可以帮助老少边穷地区的农民脱贫致富,为保障国家的安全稳定,建设社会主义新农村做出贡献。二是纤维产量大,据估算,种植 1000 万亩汉麻可生产 75 万 t 麻纤维,可以替代 1/4 棉花的进口,大大缓解我国纺织原料不足的问题,并为纺织产业调整结构提供契机。三是工业产值大,汉麻秆芯、叶、花、根均具有很大的应用潜力,据测算,1000 万亩汉麻全面综合利用后,每年可为国家提供 75 万 t 纤维,500 万 t 木材,250 万 t 木浆,50 万 t 高档食用油,实现工业产值 1000 多亿元,利税 200 亿元以上,并带动当地经济全面发展。

本书的主要内容来自中国人民解放军总后勤部军需装备研究所的“汉麻籽加工和综合利用”的专题研究成果。本书介绍了我国汉麻籽资源品种、分布,提供了较完整的汉麻籽资源数据库,为我国汉麻籽资源的利用提供了技术支持;介绍了用汉麻籽制备汉麻籽油和汉麻籽蛋白的综合利用研究的最佳方法,从废弃或用作肥料、饲料的汉麻籽粕中,提取具有高营养价值的汉麻蛋白质系列产品,提高了汉麻籽资源的利用效率;介绍了对汉麻籽中主要成分汉麻籽油和汉麻籽蛋白的性状、成分和营养价值的全面研究成果,为它们进入食品工业市场提供了技术平台;介绍了汉麻籽油、汉麻籽蛋白及相关产品在食品、化妆品和代用能源上的应用和产业化生产。通过系列研究,本书较好地诠释了汉麻籽的营养和功能。

本书由“汉麻综合利用创新技术研究”项目组主要成员张建春、

何锦风、钱平、张华、陈天鹏、严自力、刘雪强、马天，以及江南大学卢蓉蓉教授，北京工商大学王昌涛副教授，中国农业机械化科学研究院刘刚工程师、北京化工大学金付强博士、中国人民解放军后勤工程学院秦敏博士共同编著。

本书承蒙中国工程院院士孙宝国教授作序。在编写过程中，得到中国工程院院士姚穆教授，总后勤部油料研究所冯盛泉高级工程师，军事医学科学院卫生学环境医学研究所郭长江研究员，广西巴马常春藤生命科技发展有限公司蔡苏惠技术总监，北京梅杰力夫生存科技发展有限公司马惠生总经理，天津春发食品配料有限公司邢海明总经理、崔玉江教授，上海冠生园益民食品有限公司朱卫中副总经理，上海冠生园食品有限公司余莹工程师，上海梅林正广和股份有限公司郑泓经理，核工业理化工程研究院徐广海经理，云南工业大麻公司胡光副总经理，北京奥瑞金新美制罐有限公司陈云飞生产总监，湖北元阳食品有限公司李克远总经理，广东海洋大学副校长章超桦教授，云南大学虞泓教授，中国农业大学陈敏教授，武汉工业学院何东平教授，北京市粮食科学研究所陈钊所长，山西省农科院经济作物研究所康红梅副研究员，山东临沂山松生物制品有限公司张季川副总经理等同志的大力支持和帮助，在此谨表衷心的感谢！

本书作者团队指导的研究生张琨、马攀、周超进、张涛、周徐慧、杨自平、杜军强及孙运金等为本书的出版做了大量富有实效的工作。

限于作者水平有限，书中难免出现疏漏和不足，恳请读者批评指正。

张建春

2010年10月

目 录 CONTENTS

1 国内外汉麻籽加工技术及综合利用现状	1
1.1 概述	1
1.1.1 汉麻的起源	2
1.1.2 汉麻的传播	2
1.2 汉麻籽的形态特征与“药用性”和“食用性”	4
1.2.1 形态特征	5
1.2.2 药用性	7
1.2.3 食用性	9
1.3 汉麻籽的主要化学成分	9
1.3.1 油脂含量	10
1.3.2 蛋白质含量	10
1.3.3 总碳水化合物及淀粉、还原糖含量	10
1.3.4 水分和灰分	11
1.3.5 常量元素和微量元素含量	12
1.3.6 维生素含量	13
1.3.7 膳食纤维	13
1.3.8 酚类物质	14
1.3.9 其他成分	18
1.3.10 汉麻籽（仁）与一些作物的营养素含量比较	18
1.4 国内外汉麻籽综合利用现状	19
1.4.1 汉麻籽油制备	20
1.4.2 汉麻籽蛋白质制备	21
1.4.3 汉麻籽壳的利用	21
1.4.4 汉麻籽成分的应用	22

1.5 小结	22
参考文献	22
2 我国汉麻籽的主要品种及分布	24
2.1 汉麻的分类	24
2.1.1 植物学分类	24
2.1.2 种粒大小分类	27
2.2 汉麻的植物学特征	28
2.2.1 根	28
2.2.2 茎	28
2.2.3 叶	29
2.2.4 花	30
2.3 我国主要汉麻品种及分布	31
2.3.1 河北省汉麻农家种	31
2.3.2 安徽省汉麻农家种	32
2.3.3 四川省汉麻农家种	33
2.3.4 山东莱芜水麻	33
2.3.5 山西黄漳汉麻	33
2.3.6 甘肃华亭汉麻	34
2.3.7 宁夏盐池汉麻	34
2.3.8 云南汉麻	34
2.3.9 黑龙江雌雄同株 (USO-31) 汉麻	35
2.3.10 广西巴马火麻	35
2.3.11 山西晋麻1号	35
2.4 汉麻的育种	36
2.4.1 传统汉麻育种技术	36
2.4.2 汉麻育种生物工程技术	39
2.4.3 我国汉麻育种现状	41
参考文献	43
3 汉麻籽油的性质及制备	44
3.1 汉麻籽油的理化性质	44
3.1.1 物理性质	44
3.1.2 化学组成及性质	45

3.1.3	食用安全性	51
3.1.4	抗衰老功能	52
3.2	汉麻籽油的制备	53
3.2.1	冷榨汉麻籽油	54
3.2.2	溶剂浸出汉麻籽油	57
3.2.3	超临界 CO ₂ 萃取汉麻籽油	62
3.3	汉麻籽油的营养	73
3.3.1	组成特点	73
3.3.2	动物生长实验	74
3.3.3	急性耐缺氧研究	79
3.4	汉麻籽油的储存性能	80
3.4.1	影响汉麻籽油储存的因素	81
3.4.2	汉麻籽油的氧化稳定性	87
3.4.3	汉麻籽油的抗氧化	98
3.4.4	复合抗氧化剂的筛选	101
	参考文献	104
4	汉麻分离蛋白及抗氧化肽的制备与性质	106
4.1	汉麻分离蛋白的制备	106
4.1.1	工艺路线	106
4.1.2	汉麻籽粕的预处理	107
4.1.3	碱提工艺	107
4.1.4	酸沉工艺	111
4.1.5	提取工艺优化	111
4.2	汉麻蛋白的营养	113
4.2.1	汉麻蛋白的氨基酸	113
4.2.2	体外消化	118
4.2.3	动物生长实验	120
4.3	汉麻籽分离蛋白的功能性质	125
4.3.1	热稳定性	125
4.3.2	表面疏水性	126
4.3.3	溶解性	127
4.3.4	水合能力	128

4.3.5	亲油能力	128
4.3.6	乳化特性	129
4.3.7	起泡特性	130
4.3.8	HPI 功能性质的改善	131
4.4	汉麻抗氧化肽的制备与生物活性	134
4.4.1	汉麻蛋白的酶解	134
4.4.2	酶解工艺优化	140
4.4.3	酶解产物的精制及抗氧化性评价	144
4.4.4	抗氧化活性肽的分离纯化	151
4.4.5	汉麻抗氧化活性肽对损伤细胞的保护作用	164
4.5	汉麻蛋白的安全性	167
4.5.1	急性毒理试验	167
4.5.2	小鼠骨髓嗜多染红细胞微核试验	167
4.5.3	Salmonella 试验	168
4.5.4	小鼠精子畸形试验	169
	参考文献	170
5	汉麻籽综合利用生产示范线	177
5.1	汉麻籽油生产线	178
5.1.1	主要产品	178
5.1.2	主工艺路线	178
5.1.3	基本布局	178
5.1.4	主要车间与设备	178
5.1.5	平面布置图	180
5.2	汉麻籽蛋白生产线	181
5.2.1	主要产品	181
5.2.2	主工艺路线	181
5.2.3	平面布置图	182
5.2.4	厂房与主要设备	182
5.3	汉麻化妆品生产线	183
5.3.1	主要产品	183
5.3.2	主工艺路线	183
5.3.3	平面布置图	184

5.3.4 厂房与主要设备	184
5.4 汉麻制药厂生产线	185
5.4.1 主要产品	185
5.4.2 主工艺路线	185
5.4.3 平面布置图	186
5.4.4 厂房与主要设备	186
参考文献	186
6 汉麻籽成分在食品中的应用	188
6.1 在压缩干粮中的应用	188
6.1.1 营养模式研究	188
6.1.2 配方	196
6.1.3 制备工艺	196
6.1.4 口味研究	197
6.1.5 包装研究	197
6.1.6 储存试验	197
6.1.7 功能性评价	202
6.2 在能量棒中的应用	204
6.2.1 原料筛选	204
6.2.2 配方	205
6.2.3 生产工艺	205
6.2.4 储存试验	206
6.3 在固体饮料中的应用	206
6.3.1 原料筛选	206
6.3.2 配方	207
6.3.3 工艺	207
6.3.4 口味	207
6.3.5 储存	207
6.4 在植物蛋白饮料中的应用	207
6.4.1 工艺	208
6.4.2 稳定剂研究	208
6.4.3 储存	209
6.5 汉麻籽油粉末油脂	209

6.5.1	配方工艺	209
6.5.2	工艺优化	212
6.6	汉麻籽油胶囊	213
	参考文献	214
7	汉麻籽成分在化妆品上的应用	215
7.1	汉麻防晒霜	215
7.1.1	皮肤的光生物损伤	216
7.1.2	常用的防晒剂	218
7.1.3	汉麻籽油防晒化妆品配方	221
7.1.4	汉麻籽油防晒化妆品配方实例	222
7.2	汉麻保湿润肤霜	229
7.2.1	化妆品保湿的途径	229
7.2.2	保湿剂种类和功能	231
7.2.3	汉麻蛋白和汉麻籽油的保湿功效	234
7.2.4	汉麻保湿化妆品	236
7.3	汉麻清洁霜	240
7.3.1	理想清洁霜的要求	240
7.3.2	清洁霜的分类	240
7.4	汉麻防冻防裂膏	252
7.4.1	皮肤的结构	252
7.4.2	冻伤、冻裂的机理	255
7.4.3	配方实例	256
7.5	汉麻洗发护发产品	258
7.5.1	头发概述	258
7.5.2	汉麻洗发用品	260
7.5.3	汉麻护发素	268
7.5.4	汉麻发油	270
7.6	汉麻伪装油彩	272
	参考文献	274
8	汉麻籽油在代用能源（生物柴油）上的应用	278
8.1	发展生物柴油的意义	278
8.1.1	生物柴油与能源短缺	278

8.1.2	生物柴油与环境污染	279
8.1.3	生物柴油与可持续发展	280
8.1.4	生物柴油与军用油料	281
8.2	生物柴油的研发现状	283
8.2.1	生物柴油的发展史	283
8.2.2	国外生物柴油生产应用现状	283
8.2.3	我国生物柴油产业发展现状与趋势	286
8.2.4	我国发展生物柴油面临的主要问题	288
8.2.5	酯交换制备生物柴油的主要方法	290
8.3	汉麻籽生物柴油的制备方法	297
8.3.1	原辅材料要求	297
8.3.2	合成工艺	298
8.4	汉麻籽生物柴油的性能	299
8.4.1	脂肪酸组成	299
8.4.2	理化性能指标	299
8.4.3	其他生物柴油性能差异	300
8.5	汉麻籽生物柴油性能评价研究	301
8.5.1	(热)氧化安定性	301
8.5.2	低温流动性	309
8.5.3	抗磨性	310
8.5.4	燃烧性能	312
8.5.5	与橡胶相容性	313
8.5.6	在坦克发动机上的台架试验研究	319
8.5.7	在车辆发动机上的台架试验研究	329
8.5.8	自由加速烟度和污染物排放试验研究	338
8.5.9	在炊事装备上的应用	342
8.5.10	10000km 行车试验	347
	参考文献	355
9	汉麻籽壳的综合利用	365
9.1	汉麻籽壳制备活性炭	365
9.1.1	发展简史	365
9.1.2	性质	366

9.1.3 汉麻籽壳活性炭	367
9.1.4 汉麻籽壳活性炭的应用	369
9.2 汉麻籽壳麻塑复合材料	370
9.2.1 组成	370
9.2.2 加工工艺	371
9.2.3 优点	371
9.2.4 应用	372
9.3 汉麻籽壳膳食纤维	373
9.3.1 膳食纤维的概念	374
9.3.2 膳食纤维的结构及特性	374
9.3.3 膳食纤维的适宜摄入量	376
9.3.4 膳食纤维的制备	376
9.3.5 汉麻籽壳膳食纤维的制备	377
9.3.6 汉麻籽壳膳食纤维的应用	377
参考文献	378
后记 汉麻万顷富中华	381