

天然产物的提取及生产工艺丛书

脂肪族天然产物的提取 及生产工艺

陈玉昆 主编



科学出版社
www.sciencep.com

天然产物的提取及生产工艺丛书

脂肪族天然产物的提取 及生产工艺

陈玉昆 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本丛书取材于国内外天然产物的提取及生产工艺方面的最新研究成果,是在积累第一手资料的基础上,经加工、整理、汇编而成的。

全丛书分6个分册,包括《天然药物提取生产工艺学》、《脂肪族天然产物的提取及生产工艺》、《芳香族天然产物的提取及生产工艺》、《生物碱类天然药物的提取及生产工艺》、《萜类天然产物的提取及生产工艺》、《甾族天然药物的提取及生产工艺》。

本册书《脂肪族天然产物的提取及生产工艺》共36章,介绍了36类160多种脂肪族化合物提取生产工艺和分离技术,书中所阐述的内容包括了从生物界提纯或制备的天然有机化学药物和少部分天然产物,其产品和工艺类似于精细化工产品 and 工艺。本书题材新颖,内容丰富,实用性强,可作为天然药物提取科研、生产和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

脂肪族天然产物的提取及生产工艺 / 陈玉昆主编. —北京:科学出版社,2009
(天然产物的提取及生产工艺丛书)

ISBN 978-7-03-025525-9

I.脂... II.陈... III.①脂肪族化合物:天然有机化合物—提取②脂肪族化合物:天然有机化合物—生产工艺 IV.TQ289

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 161234 号

责任编辑:侯沈生 袁海滨 / 责任校对:侯沈生

责任印制:李延宝 / 封面设计:张祥伟

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丹东印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 10 月第一次印刷 印张:43 1/2

印数:1—3 000 字数:1029 000

定价:130.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

编 著 者 名 单

主 编：陈玉昆

编 著 者：陈玉昆 周东辉

陈 靖 刘世贵

陈炳琪 汤华钊

策划与统稿：陈玉昆

前 言

天然产物 (natural products) 是指来源于生物界的千百万种有机化合物, 其工业产品包括经过提取的天然药物、保健品、食品添加剂、林化产品、天然农药和某些轻化工产品等。其中天然药物还包括植物化学药物、生化药物、中药提取物和抗菌素等, 这些产品都是经过植物化学提取、生物化学提取、抗菌素提取、中药提取、食品化工和林产化工等产业部门提取分离生产出来的, 它们的提取生产技术是基本相似的。共同讨论这些物质的提取及生产工艺有利于天然药物提取生产技术与现代天然产物提取理论相互渗透、相互交叉、相互融合, 消除传统上的森严壁垒, 使天然药物提取成为天然产物提取技术的一个组成部分。

天然产物工业中最重要的组成部分是天然药物提取工业。其中包括植物化学药物、生化药物和抗菌素提取生产。天然药物提取除抗生素外, 虽然经过几十年的建设和改造, 但还具有小手工作坊的特点: 多品种、小批量、手工操作多、经济效益差。为了提高生产的经济效益、促进天然药物工业的发展, 必须以植物化学、生物化学和化工原理为指导, 运用现代天然产物提取技术和设备, 使其生产要与精细化工接轨, 改造我国的天然药物工业, 提高天然药物提取生产质量, 使生产工艺科学化, 建立先进的生产流水线, 逐步实现专业化大生产和企业管理现代化。

天然脂肪族化合物中脂肪油类、糖类、维生素、氨基酸类、蛋白质类、酶类和核酸, 其中许多都是天然药物、保健食品、食品添加剂和营养物质。另外还有许多林化工产品 and 各种轻化工产品, 在工业上具有经济价值。

植物化学药物、生化药物和抗菌素是人类防病、治病的三大天然药物药源。生物药物是利用生物体、生物组织或其成分, 综合应用生物化学、微生物学、药物化学和化工原理与方法进行加工、制造而成的一大类预防、诊断、治疗药物原料药。广义的生物药物包括从动物、植物、微生物等生物体中制取的各种天然生物活性物质及人工合成或半合成的天然物质类似物。由于抗

生素发展迅速，已成为制药工业的独立门类，所以生物药物主要包括生化药品与生物制品及相关的生物医药产品（biological medicinal products）。随着分子生物学、免疫学与现代生物技术和生物工程学的迅猛发展，生物药物已成为当前新药研究开发中最有前景的一个重要领域。

近些年来，由于医药学的蓬勃发展，在临床上出现了越来越多的应用氨基酸、多肽、蛋白质、核酸、酶及辅酶、糖类、脂类等生物体内的各种物质，可预防和治疗许多种疾病，并取得了令人鼓舞的效果。蛋白质、糖类、脂类是生物体内的基本组成物质和主要能量来源。生命的基本特征是蛋白质的自我更新，生命的许多现象，如神经感受性、肌肉收缩、生长繁殖、免疫反应等都以蛋白质为物质基础，氨基酸则是组成蛋白质的基本物质；核酸在体内起指导各种特异蛋白质合成的作用，与生长、发育、繁殖、遗传、变异都有极为密切的关系；酶是生物体内的催化剂，参与一切代谢过程；激素是体内各种化学反应的速度、方向以及相互关系的“自控调节器”。所谓疾病，主要是机体因内外环境改变而发生代谢失常，使起控制、调节作用的酶、激素、核酸以及蛋白质等生物活性物质自身或环境发生故障。例如，酶作用的失控，会使产物过多积累而造成中毒或底物大量消耗而得不到补偿，或激素分泌紊乱，或免疫机能下降，或基因表达调控失灵等。如果把上述生物体内的各种基本物质用来补充、调整、增强、抑制、替换或纠正人体代谢的失调，则对疾病的治疗就比较合理了。现在，这些具有生物活性的基本物质和某些书籍的化学结构，经过人工改造或合成而获得一些比较理想的新药，已经成了临床治疗上不可缺少的药物。

根据以上情况，生物体中重要生理生化作用的各种基本物质多数是脂肪族化合物。这些化合物经过提取、分离、纯化等手段制造出的药物，或者由上述这些药物加以结构改造或人工合成创造出的自然界所没有的新的药物，统称为生化药物（biochemical drug），它是天然药物或天然产物的重要组成部分之一。

本册书共 36 章，共介绍了 36 类 160 多种脂肪族天然化合物的提取生产工艺或提取分离技术。本册书所介绍的化合物大部分属于生物药物中的脂肪族化合物。

由于水平有限，错误和不当之处在所难免，诚希广大读者批评指正！

作 者

2009 年 9 月 15 日

目 录

前言

第一章 脂肪族烷烃类化合物的提取及生产技术	1
第一节 在自然界的分布及生物活性	1
第二节 脂肪烃类化合物的结构及工艺学特性	3
第三节 脂肪烃类化合物的提取方法	6
第四节 从鲨鱼肝中提取鲨烯	7
参考文献	8
第二章 脂肪醇类化合物的提取及生产技术	9
第一节 在自然界的分布及生物活性	9
第二节 醇类化合物的结构及工艺学特性	18
第三节 三十烷醇的提取及生产工艺	22
第四节 芳樟醇及其乙酸酯的制备	25
第五节 乙酸芳樟酯的制备	27
第六节 香叶醇和橙花醇的制备	28
第七节 植物醇的生产工艺	31
第八节 甘油的提取生产工艺	32
第九节 茄尼醇的提取	38
参考文献	39
第三章 脂肪醛和酮类化合物的提取及生产技术	40
第一节 脂肪醛及酮类的分布及生物活性	40
第二节 化学结构及工艺学特性	41
第三节 从香茅草提取香茅醛	42
第四节 柠檬醛的提取分离与制备工艺	43
第五节 糠醛的生产工艺	46
第六节 紫罗兰酮的生产工艺	49
参考文献	51

第四章 饱和脂肪酸类化合物的提取及生产技术	52
第一节 存在于自然界的脂肪酸	52
第二节 饱和脂肪酸的结构及工艺学特性	54
第三节 癸二酸的制备工艺	57
第四节 棕榈酸的提取分离生产工艺	59
第五节 硬脂酸的提取分离生产工艺	60
第六节 从葡萄酒厂和药厂废液中提取酒石酸	62
第七节 柠檬酸的提取生产工艺	64
第八节 苹果酸的提取和精制	68
第九节 从细菌发酵液中提取乳酸的生产工艺	71
参考文献	75
第五章 不饱和脂肪酸的提取及生产技术	76
第一节 不饱和脂肪酸在自然界的分布及生物活性	76
第二节 不饱和脂肪酸的结构及工艺学特性	79
第三节 不饱和多烯酸的分离方法	82
第四节 γ -亚麻酸制备问题	85
第五节 从植物油中提取油酸的生产工艺	86
第六节 从菜籽油提取制备芥酸及其衍生物	87
第七节 亚油酸的提取分离生产工艺	89
第八节 从糠油中提取油酸、亚油酸和硬脂酸的生产工艺	91
第九节 由皂脚脂肪酸制备壬二酸	93
第十节 亚油酸乙酯的制备	94
第十一节 花生四烯酸的提取分离生产工艺	96
第十二节 从鱼油提取多烯脂肪酸的生产工艺	97
第十三节 从发酵液中提取解乌头酸的生产工艺	98
第十四节 从紫苏子油制备 α -亚麻酸的生产工艺	100
参考文献	101
第六章 前列腺素类化合物的提取及生产技术	102
第一节 在自然界的存在及生物活性	102
第二节 化学结构及工艺学特性	103
第三节 前列腺素的生物合成生产方法	104
参考文献	107
第七章 油脂类的提取及生产技术	108
第一节 概述	108
第二节 油脂化合物的结构及工艺学特性	110

第三节 月见草油的提取生产工艺·····	112
第四节 沙棘油的提取生产工艺·····	113
第五节 米糠油的提取生产工艺·····	117
第六节 橄榄油的绿色提取生产工艺·····	123
参考文献·····	128
第八章 磷脂（酯）类化合物的提取及生产技术 ·····	129
第一节 概述·····	129
第二节 磷脂化合物的结构及工艺学特性·····	132
第三节 从棉籽提取磷脂的方法·····	136
第四节 从粗豆磷脂提取豆磷脂的生产工艺·····	137
第五节 从动物新鲜大脑提取脑磷脂的生产工艺·····	138
第六节 植酸的提取生产工艺·····	139
参考文献·····	144
第九章 一元酯类化合物的提取及生产技术 ·····	145
第一节 概述·····	145
第二节 酯类化合物的结构及工艺学特性·····	148
第三节 天然酯类化合物的制备·····	153
第四节 浓缩除虫菊素制剂的提取生产工艺·····	154
第五节 糠蜡的提取生产工艺·····	156
参考文献·····	160
第十章 脂肪酸类内酯的提取及生产技术 ·····	161
第一节 概述·····	161
第二节 脂肪族内酯的结构及工艺学特性·····	163
第三节 内酯类成分的提取与分离法·····	167
第四节 天然脂肪族内酯的制备·····	168
参考文献·····	169
第十一章 脂肪族酰胺类化合物的提取及生产技术 ·····	170
第一节 概述·····	170
第二节 脂肪族酰胺的结构及工艺学特性·····	172
第三节 辣椒素的提取生产工艺·····	174
参考文献·····	175
第十二章 脂肪族含硫化合物的提取及生产技术 ·····	176
第一节 概述·····	176
第二节 脂肪族含硫化合物的结构及工艺学特性·····	180

第三节 蒜辣素及各种大蒜粗提取物的生产工艺	184
第四节 从薺菜全草中提取薺菜素	185
第五节 从菜籽饼中提取异硫氰酸烯丙酯	186
第六节 从菜籽饼和黑芥子中提取芥子硫代葡萄糖苷类	186
参考文献	187
第十三章 植物酰胺与 β-内酰胺类抗生素的提取及生产技术	188
第一节 概述	188
第二节 酰胺类化合物的结构及工艺学特性	191
第三节 青霉素的提取生产工艺	202
参考文献	206
第十四章 卟啉色素的提取及生产技术	207
第一节 概述	207
第二节 卟啉化合物的种类结构及工艺学特性	210
第三节 血红素的提取与原卟啉钠和血卟啉制备	214
第四节 叶绿素的提取及叶绿素铜钠盐的制备	217
第五节 从竹叶提取叶绿素并制备其铜钠盐	221
第六节 维生素 B ₁₂ 的提取生产工艺	223
第七节 胆红素的提取生产工艺	224
参考文献	226
第十五章 非蛋白质氨基酸类的提取及生产技术	227
第一节 概述	227
第二节 化学结构及工艺学特性	230
第三节 非蛋白质氨基酸提取分离实例	232
第四节 左旋多巴氨酸的提取生产工艺	236
参考文献	237
第十六章 蛋白质氨基酸的提取及生产技术	238
第一节 概述	238
第二节 主要蛋白质氨基酸的结构	242
第三节 从植物药材中提取游离氨基酸的实例	243
第四节 蛋白质氨基酸的水解生产方法	245
第五节 胱氨酸的水解提取法	247
第六节 丝氨酸的水解提取生产工艺	248
第七节 精氨酸的水解提取生产工艺	249
第八节 从发酵液中提取赖氨酸的生产工艺	251
第九节 水解提取组氨酸的生产工艺	252

第十节 水解蛋白的生产工艺	253
参考文献	255
第十七章 多肽类的提取及生产技术	256
第一节 概述	256
第二节 多肽的结构及工艺学特性	260
第三节 提取分离方法	264
第四节 垂体后叶素的提取生产工艺	264
第五节 缩宫素的提取生产工艺	265
第六节 胸腺激素的提取生产工艺	267
第七节 促皮质素的提取生产工艺	269
第八节 降钙素的提取生产工艺	269
第九节 苦瓜多肽的提取	271
参考文献	273
第十八章 多肽抗生素类的提取及生产技术	274
第一节 概述	274
第二节 多黏菌素的结构及理化性质	274
第三节 多黏菌素的提取和精制	279
参考文献	279
第十九章 单纯蛋白质的提取及生产技术	280
第一节 概述	280
第二节 蛋白质的种类及工艺学特性	283
第三节 蛋白质的提取分离生产方法	285
第四节 天花粉蛋白质的提取分离法	287
第五节 白蛋白的提取生产工艺	288
第六节 干扰素的提取生产工艺	289
第七节 胰岛素的提取生产工艺	291
第八节 生长素的提取生产工艺	294
第九节 植物蛋白质的提取生产工艺	295
第十节 重组蛋白质药物的分离工艺	299
参考文献	307
第二十章 酶类的提取及生产技术	308
第一节 概述	308
第二节 酶的分子组成及分类	309
第三节 酶类的提取和纯化生产工艺	310
第四节 胃蛋白酶的提取生产工艺	318

第五节 胰蛋白酶的提取生产工艺	319
第六节 粗淀粉酶的生产	321
第七节 溶菌酶的生产	323
第八节 中性蛋白酶的生产	325
第九节 果胶酶的生产	326
第十节 纤维素酶的生产	326
第十一节 尿激酶的生产	327
第十二节 尿激酶的精制	328
第十三节 碱性磷酸单酯酶的生产	329
第十四节 超氧化物歧化酶的生产	330
参考文献	331
第二十一章 糖蛋白及蛋白多糖的提取及生产技术	332
第一节 糖蛋白及蛋白多糖的种类和功能	332
第二节 糖蛋白与蛋白多糖的结构	338
第三节 胃膜素的提取生产工艺	342
第四节 人绒毛膜促性腺素的提取生产工艺	343
第五节 人丙种球蛋白的提取生产工艺	345
第六节 白细胞介素 2 的提取生产工艺	346
第七节 人尿促性腺激素的简易提取法	347
第八节 抗血友病球蛋白	349
第九节 铜蓝蛋白的分离	354
第十节 植物甜蛋白——沙马丁的生产	356
第十一节 百合多糖蛋白	357
参考文献	361
第二十二章 植物凝集素的提取技术	362
第一节 在植物界的分布及生物活性	362
第二节 植物凝集素的种类和特异性	370
第三节 植物凝集素的提取和纯化	373
第四节 各种凝集素的提取简介	377
第五节 蓖麻毒素的提取及毒性	379
参考文献	380
第二十三章 卟啉色蛋白的提取及生产技术	381
第一节 卟啉色蛋白及生物活性	381
第二节 血液吡咯色蛋白的分离制备	387
第三节 细胞色素 c 的提取工艺	388
第四节 细胞色素 P450 的提取和分离	390

参考文献	394
第二十四章 血浆蛋白质的分离生产工艺	395
第一节 概述	395
第二节 低温乙醇法	396
第三节 盐析分离法	401
第四节 利凡诺法	403
第五节 层析分离法	404
第六节 聚乙二醇 (PEG) 沉淀法	411
第七节 半透膜过滤法	412
参考文献	414
第二十五章 核酸类化合物的提取及生产技术	415
第一节 在自然界的存在及生物活性	415
第二节 核酸的结构、分类及工艺学特性	418
第三节 核酸的提取制造方法	423
第四节 转移因子的提取	426
第五节 肌苷的提取生产工艺	430
第六节 2', 3'-核苷酸的提取生产工艺	432
第七节 5'-核苷酸的提取生产工艺	433
第八节 5'-脱氧核苷酸	435
第九节 三磷酸腺苷的提取生产工艺	437
第十节 以酵母提取辅酶 A 的提取生产工艺	441
参考文献	442
第二十六章 单糖及其衍生物的提取及生产技术	443
第一节 概述	443
第二节 单糖的分类和结构	445
第三节 糖化学性质及其检识方法	450
第四节 单糖类成分的提取与工业色层分离	454
第五节 木糖的水解提取生产工艺	462
第六节 从甘薯淀粉水解提取葡萄糖的生产工艺	463
第七节 从木材中水解提取葡萄糖	464
第八节 从发酵液中提取葡萄糖酸钙	466
第九节 D-葡萄糖酸- δ -内脂的制备	467
第十节 果糖和高果糖浆的生产工艺	467
第十一节 1, 6-二磷酸果糖的制备	468
参考文献	470

第二十七章 单糖醇类的提取及生产技术	471
第一节 概述	471
第二节 己糖醇的种类及结构	474
第三节 糖醇的提取方法	477
第四节 从草药夜关门提取松醇的生产工艺	478
第五节 提取甘露醇的生产工艺	479
第六节 从米糠饼粕提取植酸钙的生产工艺	481
第七节 以植酸钙制备植酸的工艺	483
第八节 肌醇的提取生产工艺	486
第九节 白坚木皮醇的提取分离及开发利用	491
第十节 卫矛醇的提取	492
参考文献	493
第二十八章 寡糖的提取及生产技术	494
第一节 概述	494
第二节 寡糖的分类组成	500
第三节 寡糖和多糖的检识	501
第四节 寡糖的提取法	503
第五节 马铃薯酶水解提取粗麦芽糖	504
第六节 甘薯淀粉制取粗麦芽糖	505
第七节 从甜菜中提取蔗糖	509
参考文献	513
第二十九章 抗肿瘤多糖类的提取及生产技术	514
第一节 多糖的生物活性	514
第二节 多糖的化学性质	523
第三节 多糖的提取与纯化	524
第四节 猪苓多糖的提取方法	529
第五节 灵芝多糖体的提取	530
第六节 其他真菌多糖的提取	532
第七节 从高等植物药材中提取活性多糖	532
第八节 茶叶脂多糖	533
第九节 魔芋葡甘露聚糖	536
第十节 芦荟多糖	539
第十一节 仙人掌多糖	543
第十二节 竹叶多糖	547
第十三节 决明子多糖	549
第十四节 柴胡多糖	551

参考文献	554
第三十章 果胶多聚糖的提取及生产技术	555
第一节 概述	555
第二节 果胶多糖的结构及通性	559
第三节 果胶多糖的提取与纯化	564
第四节 以橘皮生产果胶的生产工艺	567
第五节 从向日葵盘提取果胶的生产工艺	569
第六节 从蚕沙提取果胶的生产工艺	570
第七节 其他果胶的生产工艺简介	572
第八节 果胶的质量标准与产品检验	574
参考文献	576
第三十一章 多聚糖醛酸类的提取及生产技术	577
第一节 概述	577
第二节 多聚糖醛酸的结构及工艺学特性	579
第三节 多聚糖醛酸的提取与纯化	581
第四节 从海带和马尾藻提取海藻酸	583
第五节 裂叶马尾藻褐藻酸钠的生产	585
参考文献	587
第三十二章 天然硫酸酯多糖类的提取及生产技术	588
第一节 概述	588
第二节 硫酸酯多糖的结构及工艺学特性	591
第三节 硫酸酯多糖的提取与分离	596
第四节 从猪肠黏膜提取肝素的生产工艺	599
第五节 以肺为原料的提取肝素的生产工艺	602
第六节 肝素钙的生产工艺	604
第七节 硫酸软骨素的生产工艺	604
第八节 硫酸软骨素 A 的提取生产工艺	606
第九节 冠心舒的提取制备工艺	607
参考文献	608
第三十三章 透明质酸类的提取及生产技术	609
第一节 概述	609
第二节 透明质酸的结构	611
第三节 透明质酸的生产工艺	615
第四节 细菌发酵法生产工艺	617
第五节 透明质酸的质量检验	622

参考文献	625
第三十四章 甲壳素和壳聚糖的提取及生产技术	626
第一节 概述	626
第二节 甲壳素和壳聚糖的结构和性质	630
第三节 甲壳素的提取生产工艺	633
第四节 壳聚糖的制备技术问题	635
第五节 壳聚糖的制备方法	640
第六节 水溶性低聚壳聚糖的制备	642
参考文献	646
第三十五章 淀粉及其类似物的综合利用	647
第一节 概述	647
第二节 淀粉的种类、结构及性质	650
第三节 天然淀粉的提取生产工艺	654
第四节 变性淀粉的生产	656
参考文献	658
第三十六章 植物细胞壁多糖的综合利用	659
第一节 植物细胞壁多糖及其结构	659
第二节 综合利用的前途	663
第三节 植物细胞壁多糖的提取分离方法	665
第四节 纤维素的分离方法	669
第五节 细胞多糖的开发动态	670
第六节 开发的主要产品及工艺路线	671
参考文献	675
索引	676

第一章 脂肪族烷烃类化合物的提取及生产技术

第一节 在自然界的分布及生物活性

生物界的脂肪族烷烃类化合物有烷、烯和炔三类，在植物界、动物界和微生物界都有分布。

一、烷类化合物

甲烷存在于微生物发酵分解纤维素等有机物质的产物中。我国许多地方利用沼气发酵生产甲烷作燃料。在天然药物提取生产过程中要产生大量浸出后的药材废渣，利用这些废渣发酵生产沼气，也是药材综合利用和保护环境的良策之一。

一些脂肪烷存在于许多植物的芳香油中。庚烷存在于松科松属多种植物松节油中，如黑材松 (*Pinus jeffreyi*) 和加州大子松 (*P. sabiniana*) 的木松节油中以及菲律宾产海桐花 (*Pittosporum resiniferum*) 果实的芳香油中 (含庚烷高达 7%)。麝子油烷存在于锦葵科木槿属植物麝子 (*Hibiscus abelmoschus*) 的芳香油中，其衍生物广泛分布于植物界，是一类重要的香料。

许多中级烷类广泛存在于昆虫中，是昆虫攻击和防御用物质。例如，十一烷存在于蝽科 (Pentatomidae) 的许多种昆虫中，十二烷和十三烷存在于土蝽科 (Cydnidae) 的许多种昆虫中，正十二烷、正十三烷和正十五烷存在于红蝽科 (Pyrrhocoridae) 的许多种昆虫中，十二烷到十七烷、甲基链烷类、乙基链烷类在蚁科 (Formicidae) 的许多种昆虫中，它们都是这类昆虫的攻击和防御用物质^[1]。

许多高级脂肪烷是许多蜡类的成分之一，所有的蜡都是含有 27 ~ 37 个碳原子的烷类化合物，它们广泛分布于植物界的花、叶和茎中，如卷心菜的叶表面含有正二十九烷，几乎所有植物的叶、果实和花的表面蜡浸细胞中都含有由烷类化合物所组成的蜡类物质。这些烷烃类化合物常和植物油脂共同被提取出来。例如，由压榨的沙棘油经气质联用色谱分析，其中含有 24 种脂肪烷和 2 种烯类化合物 (表 1-1)，其中正二十三烷半定量高达 20.36%，正二十二烷高达 15.21%，正二十五烷高达 12.59%^[2]。

表 1-1 沙棘油中的各种烷烃类化合物^[1]

色谱峰号	定性鉴定结果	分子式	与标准质谱匹配率	半定量/%
1	正十二烷	C ₁₂ H ₂₆	99.60	0.34
2	正十三烷	C ₁₃ H ₂₈	99.70	0.80
3	正十四烷	C ₁₄ H ₃₀	98.00	0.40
4	正十五烷	C ₁₅ H ₃₂	98.99	1.34
5	正十六烷	C ₁₆ H ₃₄	99.38	0.37