

# 生物活性物质角鲨烯的资源及其应用研究进展\*



赵振东, 孙 震

(中国林业科学研究院 林产化学工业研究所, 江苏 南京 210042)

ZHAO Z D

**摘要:** 通过查阅大量的文献资料, 综述了生物活性物质角鲨烯的来源和应用。角鲨烯广泛存在于动植物体内, 在动物中以深海鱼类, 特别是鲨鱼的肝脏中含量最为丰富, 在鲨鱼肝油中的最高含量可达 69%; 而在植物中则以苋属植物的种子油中含量最高, 达 5%~8%, 在橄榄油中检测到的最高含量为 1.16%。角鲨烯有较强的生物活性, 被广泛应用在医疗保健品和化妆品等方面。角鲨烯易于氧化, 贮存时需要加入适当的抗氧化剂。

**关键词:** 角鲨烯; 生物活性物质

中图分类号: TQ231.3 文献标识码: A 文章编号: 0253-2417(2004)03-0107-06

## RESEARCH PROGRESS ON NATURAL RESOURCES AND APPLICATION OF THE BIOACTIVE SUBSTANCE —SQUALENE

ZHAO Zhen-dong, SUN Zhen

(Institute of Chemical Industry of Forest Products, CAF, Nanjing 210042, China)

**Abstract:** The sources and applications of the bioactive substance squalene that widely exists in animals and plants are reviewed. According to the citations, the most abundant sources of squalene in animals are deep sea fishes, especially sharks, in which the highest content of squalene is approached to 69% based on liver oil. Amaranth seed oil, olive oil and palm oil are the major plant sources of squalene. The content of squalene is 5%~8% in amaranth seed oil, and the highest content is 1.16% in olive oil. Because of the strong bioactivity, squalene is widely used in medical care fields and in cosmetics. Squalene is easy to oxidize, so it must be kept with suitable antioxidant during storage.

**Key words:** squalene; bioactive substance

天然的链状三萜化合物角鲨烯(亦称鱼鲨烯、鲨烯、三十碳六烯、角鲨油素或鱼肝油萜等)为无色油状液体, 具有令人愉快的气味, 吸氧变粘如亚麻油状。相对密度 0.858 4, 熔点 -75 °C, 沸点约 330 °C/常压(分解)、280 °C/2.27 kPa、285 °C/3.3 kPa、240~242 °C/533 Pa, 闪点 110 °C, 折光率 1.496 5(20 °C), 粘度 0.012 Pa·s, 溶于乙醚、石油醚、丙酮和四氯化碳, 微溶于醇和冰醋酸, 不溶于水。化学式 C<sub>30</sub>H<sub>50</sub>, 化学名 2, 6, 10, 15, 19, 23-六甲基-2, 6, 10, 14, 18, 22-二十四碳六烯。角鲨烯在理论上应有 16 个顺反异构体, 但是由于分子具有轴对称性, 实际可能存在的顺反异构体只有 10 个。来源于深海鲨鱼肝油的天然角鲨烯含 1 种异构体为全反式结构(见右式)。



\* 收稿日期: 2003-03-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39970600)

作者简介: 赵振东(1960-), 男(白族), 云南昌宁人, 研究员, 博士, 博士生导师, 主要从事萜类和萜类化学研究和利用、松树病虫害化学研究等方面的工作。

各方面的研究表明,角鲨烯具有较强的生物活性,在血液中输送活性氧的能力很强,可增强机体生理功能,提高免疫力,还可帮助抵抗紫外线伤害,是性能优良的血液输氧剂和生物抗氧化剂。因此,其用途多种多样,广泛应用于医药、美容、化妆品等各个领域。国际上对角鲨烯的研究始终不曾间断,科学家在深入研究其生物活性、开发应用途径的同时,一直在进行鲨鱼以外的角鲨烯天然资源的探索以及化学合成方法方面的研究。赵振东等<sup>[1]</sup>曾经就有关化学及生物学方法合成角鲨烯的国内外研究现状进行了评述,本文主要针对角鲨烯的自然资源及其主要应用途径等方面的国内外研究进展进行了总结和介绍,以利于让生物活性物质角鲨烯发挥更好的作用。

## 1 角鲨烯的来源

### 1.1 动物来源

目前,角鲨烯最主要的来源依然是深海鱼类。不同种类的深海鲨鱼肝油中,角鲨烯含量各不相同,其含量范围从15%~69%不等<sup>[2~3]</sup>。从鲨鱼肝提取角鲨烯的一般工艺过程为:原料→捣碎→皂化→分离→粗品→精制→角鲨烯产品。例如,鲸鲨肝脏900 g,去血水,剪碎,分3次(每次300 g)置于高速捣碎机中,每份中加蒸馏水250 mL,匀浆2 min,倾入2 000 mL烧杯中,于80℃左右温水中加热,并用1 mol/L氢氧化钠溶液调节鱼肝浆至pH值9左右,不断搅拌并加热约1 h,趁热离心20 min(3 000 r/min),吸取上层黄色油状物,用饱和氯化钠溶液洗涤2~3次,再用蒸馏水洗至中性,得到粗油约300 mL。取170 mL粗制品置于真空蒸馏烧瓶中,以硅油浴加热,进行减压蒸馏,当内温为85~140℃、真空度为6~1.2 Pa时,开始出现第I馏分,为黄色油状物,约40 mL。当内温升至190~206℃,真空度为0.8~0.4 Pa,收集第II馏分,为淡黄色油状物,约78 mL。将第II馏分的油状物置于装有分馏塔的真空蒸馏烧瓶中,再次进行减压蒸馏。当内温为190℃,真空度为0.53 Pa开始出现淡黄色油状物,约20 mL。当内温升至195~200℃,真空度为0.4~0.13 Pa,收集无色透明的油状物,约35 mL,即为精制的角鲨烯产品。

其它海洋鱼类<sup>[4]</sup>如沙丁鱼<sup>[5]</sup>、银鲛<sup>[6]</sup>、鲑鱼<sup>[7]</sup>等,其体内也含有较丰富的角鲨烯,主要存在于这些鱼肝油中的烃类组分。例如,在马德里市场出售的新鲜沙丁鱼油烃类成分中含有平均9.35%的角鲨烯<sup>[4]</sup>。在非海洋性鱼类动物中,角鲨烯也广泛分布,但含量较深海鱼类低很多。

研究者在一些动物的表皮脂中检测到了角鲨烯。Lindholm等<sup>[8]</sup>研究了40多种哺乳动物后发现,在水獭、海狸和蜜熊的表皮脂中,角鲨烯是其主要成分。而Downing<sup>[9]</sup>的研究表明,在鼯鼠的表皮脂中,含有70%的角鲨烯。

在日常接触的一些动物油脂,如平时食用的牛乳脂、猪油、人造奶油及牛油脂中也广泛存在角鲨烯,是其烃类组分的主成分。例如,在牛乳脂中检测到的角鲨烯占其烃类成分的19.82%<sup>[10]</sup>。在人体组织内,如脂肪、表皮脂、新生儿胎脂等,角鲨烯也有十分广泛的分布。人体脂肪组织中角鲨烯含量最高,可达0.24 mg/g<sup>[11]</sup>,肌肉、胆囊壁、心肌和肝脏中含量稍低<sup>[12]</sup>,血液中含量最低。

### 1.2 植物来源

角鲨烯不仅存在于动物体内,在植物中的分布也十分广泛。在许多植物的根、叶、皮等部分都存在角鲨烯,如鼠尾草<sup>[13]</sup>、烟叶<sup>[14]</sup>、西伯利亚冷杉树皮<sup>[15]</sup>、蕨类植物<sup>[16]</sup>、绿色藻类植物和苔藓植物中亦含角鲨烯<sup>[17~18]</sup>。

植物中的角鲨烯更多的是分布在植物油中。在橄榄油和棕榈油中含有较丰富的角鲨烯,如在西班牙秋季收集的橄榄油中角鲨烯含量高达1.16%<sup>[19]</sup>;在哥伦比亚地区出产棕榈油的烃类蜡质部分中角鲨烯占97.48%<sup>[20]</sup>。在精制植物油时,角鲨烯得在油脚中富积,如可以从植物油如橄榄油油脚中提取角鲨烯<sup>[21]</sup>。

在其它植物油如花生油、玉米油、豌豆油、人参种子油和米糠油中,也检测到角鲨烯,但含量一般都很低,没有实际利用价值。然而,苋属植物的种子油则含有5%~8%的角鲨烯,其含量远高于其他植物种子,有望经过大量栽培而成为一个潜在的角鲨烯新资源<sup>[22~24]</sup>。

## 2 角鲨烯的应用

角鲨烯是深海鲨鱼肝油的主要成分。深海鲨鱼在 500~ 1 000 m 海底生存,那里几乎没有阳光,水温为 2 ℃左右,水压约为 9.8 MPa。由于没有阳光,植物和浮游生物难以生存;没有植物进行光合作用,氧气必然十分稀少;深海鲨鱼能在这严酷环境下生存,顽强的生命力来自其巨大肝脏所含的角鲨烯。角鲨烯有很强的携氧能力,能向细胞供应大量氧气,使细胞恢复活力,提高身体的自然治愈能力。因此,角鲨烯被广泛应用在医疗保健品和化妆品等方面。

### 2.1 在医药中的应用

癌症是人类的大敌,迄今为止还没有很好的特效药物可以治疗。许多研究结果表明,角鲨烯对于肿瘤的治疗具有一定的生物活性,如角鲨烯单独使用于鼠类时即有抗肿瘤的效果,其作用机理是角鲨烯可以抑制肿瘤细胞的生长,并增强机体的免疫力,从而增强对肿瘤的抵抗力<sup>[25~26]</sup>。另一方面,角鲨烯能抑制致癌物亚硝胺的生成,从而可以起到抗肿瘤的作用<sup>[27]</sup>。周金煦等人<sup>[28]</sup>以高纯度角鲨烯喂食感染肿瘤的老鼠,可明显增强其抵抗力和存活时间。另外,临床实验发现,角鲨烯可与其它抗肿瘤药物同时使用,使这些药物的药效得到较大的提升,这适用于淋巴肿瘤等多种肿瘤<sup>[29~30]</sup>。

除了较好的抗肿瘤作用以外,角鲨烯对其他一些疾病,如溃疡<sup>[31]</sup>、痔疮<sup>[32]</sup>、皮炎<sup>[33]</sup>和皮肤烫伤等症状也有一定的疗效,并可治疗或辅助治疗高血脂症<sup>[34]</sup>。

### 2.2 在美容及化妆品中的应用

角鲨烯的生物活性也十分广泛地应用在美容药物与化妆品中。

含有角鲨烯的制剂对痤疮等皮肤病有很显著的疗效,且没有副作用<sup>[35~36]</sup>。例如一种以 33 份角鲨烯、33 份十二烷和 33 份十四烷组成的制剂用于治疗痤疮等皮肤病,在施用后几小时见效,几天内可治愈<sup>[36]</sup>。

金靖德等<sup>[37]</sup>以角鲨烯 7~ 11 份、维生素 E 油 0.8~ 1.1 份、维生素 DA 油 2~ 3 份、红花油 0.8~ 1.2 份相混合后以大豆油配成 100 份制得的美容胶囊,服用后可改善皮肤的新陈代谢与微循环。

由于角鲨烯在高温和紫外光照射下很容易生成过氧化物,所以应用于护肤品中时,可使皮肤免受高温和紫外光的伤害<sup>[38~39]</sup>。角鲨烯是很好的活性氧输送载体,故含角鲨烯化妆品有防止皮肤粗糙、增强皮肤免疫力等功效<sup>[40~41]</sup>。

染发和护发用品是日常生活中消耗很大的产品,但由化工原料组成的这些产品在给人们带来美丽的同时也在伤害着人们的健康。Kamitsuji 将角鲨烯及酸性染料配制成一种染发剂,该染发剂具有使用安全、染后的头发自然有光泽、并且耐洗的特点。而 Scharfe 等<sup>[43]</sup>以角鲨烯为原料配制而成的头发护理剂有去头屑、防脱发和生发功效。

为了改善口感,牙膏中会加入一些香精,但这些香精都是一些化学原料制成,对口腔的皮肤会产生刺激作用。日本高砂香料公司<sup>[44]</sup>在牙膏中加入少量的角鲨烯,从而可以减轻牙膏中薄荷油等香料对口腔皮肤的伤害。

### 2.3 其他应用

现代科技的发展同时也带来一些很坏的后果,如农药的使用,虽然可以使农作物高效高产,但却顽固地残留在人们的日常饮食中,使人们在不知不觉中受到毒害。Ziegler 等<sup>[45]</sup>研究发现,角鲨烯对人体和动物体有解毒作用,可移除组织中的脂溶性毒素,如二噁英、多氯苯、DDT 和杀虫剂等。

角鲨烯有抗真菌和增强抗菌药物的功效和作用,因而被应用于抗菌剂<sup>[46]</sup>。角鲨烯还可作为杀虫剂,尤其对火蚂蚁和蚊子有效<sup>[47]</sup>。

角鲨烯是具有很接近橡胶的聚异戊二烯体结构的天然产物,因此被用作模型进行各种橡胶的模拟反应实验,如防臭氧氧化<sup>[48]</sup>、对金属的粘着性<sup>[49]</sup>以及硫化<sup>[50]</sup>等实验研究。

用含有角鲨烯的乳液处理纤维,可使织物的手感好、保湿性强、易于洗涤、洗后保持原有性能并易于熨烫处理<sup>[51]</sup>。

食品加工机械中使用的润滑油要求很高,既要性能好又要符合卫生安全。高岛等以角鲨烯制成的润滑剂,可用于食品加工机械,有安全卫生、热稳定性高、抗氧化性强以及润滑作用良好等特点<sup>[52]</sup>。

菜子油和葵花籽油在连续高温下会分解。如在菜子油中加入 0.5% 的角鲨烯,可提高其热稳定性,减少高温分解<sup>[53]</sup>。

以含有角鲨烯的一种试液处理铅笔芯后,可使其在书写时不易折断<sup>[54]</sup>。

以上介绍及例证表明,角鲨烯用途十分广泛,随着研究进一步深入,还会有更多用途会得到开发。

### 3 角鲨烯的存放

由于角鲨烯的活性较高,易于氧化,故而在保存时需加入适当的抗氧化剂。维生素 D 和 *dl*- $\alpha$ -维生素 E 是有效的抗氧化剂,而  $\text{Cu}^{2+}$  则是较  $\text{Fe}^{3+}$  更有效的氧化促进剂<sup>[55]</sup>。从深海鲨肝油中提取的角鲨烯中加入 0.01%~5% 磷脂酰乙醇胺保存,取得了较好效果<sup>[56]</sup>。在 100 份角鲨烯中,加入 2 份蛋黄卵磷脂和 2 份甘草提取物制成的混合物,在 60 °C 下存放 32 d,其过氧化物含量仅为 2.99%,而对照样角鲨烯则有 39.09% 转化为过氧化物<sup>[31]</sup>。这些都是效果较好的角鲨烯存放方法。

## 4 结论

4.1 通过对角鲨烯相关资料的检索,我们得知角鲨烯广泛存在于动植物体内。在动物中以深海鱼类(特别是鲨鱼)肝脏中含量最为丰富,可高达鱼肝油的 69%;而植物中则以苋属植物的种子油中有较高含量的角鲨烯,含量达到 5%~8%,橄榄油和棕榈油中含量也较高。苋属植物的种子油有望作为潜在的角鲨烯资源。

4.2 角鲨烯被广泛应用于各个领域。因其有较强的生物活性,可增强人体生理机能等作用,被广泛应用于抗癌药物。因其有抵御紫外线伤害及输送活性氧的功能,也被大量使用于护肤品中。

4.3 角鲨烯易于氧化,在贮存时需要加入适当的抗氧化剂。

### 参考文献:

- [1] 赵振东,孙震.化学及生物学方法合成角鲨烯研究现状[J].林产化学与工业,2003,23(4):95-98.
- [2] DEPRez P P, VOLKMAN J K, DAVENPORT S R. Squalene content and neutral lipid composition of livers from deep sea sharks caught in Tasmanian waters[J]. Aust J Mar Freshw ater Res, 1990, 41(3): 375- 387.
- [3] BAKES M J, NICHOLS P D. Lipid, fatty acid and squalene composition of liver oil from six species of deep sea sharks collected in southern Australian waters[J]. Comp Biochem Physiol, B: Biochem Mol Biol, 1995, 110B(1): 267- 275.
- [4] 王雪涛,傅道韞,张乐津,等.鱼肝油中脂肪酸和角鲨烯的成分研究[J].色谱,1988,6(6):330-334.
- [5] COLL H L. Study of the nonsaponifiable fraction of fresh sardine oil from the Madrid market[J]. An Bromatol, 1989, 40(2): 351- 360.
- [6] HAYASHI K, TAKAGI T. Comparative studies on the ether linked lipids of ratfish and shark. III. Distribution of squalene and diacyl glyceryl ethers in the different tissues of deep sea shark, *Dalatias licha*[J]. 日本水産学会誌, 1981, 47(2): 281- 288.
- [7] SASAKI S, OTA T, TAKAGI T. Hydrocarbon composition of salmon in the Gulf of Alaska[J]. 日本水産学会誌, 1993, 59(5): 801- 806.
- [8] LINDHOLM J S, DOWNING D T. Occurrence of squalene in skin surface lipids of the otter, the beaver and the kinkajou [J]. Lipids, 1980, 15(12): 1 062- 1 063.
- [9] DOWNING D T, ST EWART M E. Skin surface lipids of the mole *Scalopus aquaticus*[J]. Comp Biochem Physiol, B: Comp Biochem, 1987, 86B(4): 667- 670.
- [10] OTERO J A, RENEDO J, LENA G. Study of the unsaponifiables of butterfat. Hydrocarbon fraction[J]. Grasas Aceites (Seville), 1988, 39(6): 359- 362.
- [11] SERRI F, FABRIZI G, URBANI S. Skin surface lipid composition in different age groups in infancy and childhood[J]. Curr Med Res Opin, 1982, 7(Suppl. 2): 23- 25.

- [12] TILVIS R, MIETTINEN T A. Squalene, methyl sterol, and cholesterol levels in human organs. Postmortem analysis of their distributions[J]. Arch Pathol Lab Med, 1980, 104(1): 35- 40.
- [13] GONZALEZ A G, GRILLO T A, RAVELO A G, *et al.* Study of *Salvia palaefolia*: absolute configuration of glechomafuran [J]. J Nat Prod, 1989, 52(6): 1 307- 1 310.
- [14] RAO B V K, MURTHY P S N, CHAKRABORTY M K, *et al.* Chemical studies on Lanka tobacco(indigenous to India) and its smoke[J]. J Indian Chem Soc, 1988, 65(12): 855- 858.
- [15] RALDUGIN V A, DEMENKOVA L I, YAROSHENKO N I, *et al.* Chemical composition of Siberian fir bark[J]. Sib Khim Zh, 1993, 1: 64- 68.
- [16] AGETA H, MASUDA K, TANAKA Y. Fern constituents. On the origin of a Formosan native drug “Tie yr san” and its triterpenoid constituents[J]. Shoyakugaku Zasshi, 1981, 35(4): 259- 261.
- [17] TOYOTA M, NAGASHIMA F, ASAKAWA Y. Chemosystematics of bryophytes. Part 31. Volatile components and pin-guisane type sesquiterpenoids from the liverwort *Porella cordaeana*[J]. Phytochem, 1989, 28(12): 3 383- 3 387.
- [18] SOLBERG Y. Studies on the chemistry of lichens No. 22. Chemical constituents of the lichens *Cetraria delisei*, *Lobaria pulmonaria*, *Stereocaulon tomentosum* and *Usnea hirta*[J]. J Hattori Bot Lab, 1987: 63, 357- 366.
- [19] COLELL A J, LOPEZ S M C, *et al.* Evolution of the squalene content in olives during ripening [J]. Riv Ital Sostanze Grasse, 1985, 62(8): 423- 426.
- [20] RIOS A, FITO P, GRACIANI E, *et al.* Evaluation of the quality of palm oil (*Jessenia bataua*) from the Colombian Pacific region[J]. Alimentaria(Madrid), 1997, 286: 123- 128.
- [21] BONDIOLI P, LANZANI A, FEDELI E, *et al.* Squalene from olive oil manufacture wastes [P]. DE Patent: 4 316 620, 1994- 11- 24.
- [22] BECKER R, WHEELER E L, LORENZ K, *et al.* A compositional study of amaranth grain [J]. J Food Sci, 1981, 46(4): 1 175- 1 180.
- [23] LYON C K, BECKER R. Extraction and refining of oil from amaranth seed [J]. J Am Oil Chem Soc, 1987, 64(2): 233- 236.
- [24] SALA M, BERARDI S, BONDIOLI P. Amaranth seed: the potentials [J]. Riv Ital Sostanze Grasse, 1998, 75(11): 503- 506.
- [25] TOMITA Y. Immunological role of vitamin A and its related substances in prevention of cancer [J]. Nutr Cancer, 1983, 5(3- 4): 187- 194.
- [26] OHKUMA T, OTAGIRI K, TANAKA S, *et al.* Intensification of host's immunity by squalene in sarcoma 180 bearing ICR mice [J]. J Pharmacobior Dyn, 1983, 6(2): 148- 151.
- [27] RSENTHAL M L. Inhibiting nitrosamine formation [P]. US Patent: 4 189 465, 1980- 02- 19.
- [28] 周金煦, 李晓玉, 汤宝娣, 等. 角鲨烯的抗肿瘤和免疫调节作用 [J]. 中国药理学与毒理学杂志, 1990, 4(2): 151- 152.
- [29] YAMAGUCHI T, NAKAGAWA M, HIDAKA K, *et al.* Potentiation by squalene of antitumor effect of 3-[(4-amino-2-methyl-5-pyrimidinyl)methyl]-1-(2-chloroethyl)-1-nitrosourea in a murine tumor system [J]. Jpn J Cancer Res(GANN), 1985, 76(10): 1 021- 1 026.
- [30] NAKAGAWA M, YAMAGUCHI T, FUKAWA H, *et al.* Potentiation by squalene of the cytotoxicity of anticancer agents against cultured mammalian cells and murine tumor [J]. Jpn J Cancer Res(GANN), 1985, 76(4): 315- 520.
- [31] NAKANISHI M. Preparation of a squalene containing composition containing a stabilizing agent [P]. JP Patent: 63 005 036, 1988- 01- 11.
- [32] HARA K, EGUCHI Y. Composition for cleaning and wiping the anal region [P]. FR Patent: 2 547 197, 1984- 12- 14.
- [33] AIOI A, HORIGUCHI T, SHIMIZU T, *et al.* Vitamin E topical preparations for treatment of inflammatory skin disease [P]. JP Patent: 06 247 852, 1994- 09- 06.
- [34] CHAN P, TOMLINSON B, LEE C, *et al.* Effectiveness and safety of low-dose pravastatin and squalene, alone and in combination, in elderly patients with hypercholesterolemia [J]. J Clin Pharmacol, 1996, 36(5): 422- 427.
- [35] TOKUDA Y, YAMAGAMI S, NAKAJIMA O. Pharmaceutical and cosmetic preparations containing squalene for treatment of skin disorders [P]. JP Patent: 01 290 613, 1989- 11- 22.
- [36] SCHRAUZER G N. Product containing squalene and saturated aliphatic hydrocarbons for the treatment of acne and other

- skin disorders[ P]. US Patent: 4 849 211, 1988- 03- 16.
- [ 37]金靖德,等.美容精华素胶囊[P].中国专利: 1 126 070,1996- 07- 10.
- [ 38]OHSAWA K, WATANABE T, MATSUKAWA R, *et al.* The possible role of squalene and its peroxide of the sebum in the occurrence of sunburn and protection from the damage caused by UV irradiation[ J]. *J Toxicol Sci*, 1984, 9(2): 151- 159.
- [ 39]KOHNO Y, TAKAHASHI M. Peroxidation in human skin and its prevention[ J]. *Yukagaku*, 1995, 44( 4): 248- 255.
- [ 40]KONO Y, SHIMATANI Y, TAKAHASHI M, *et al.* Cosmetics comprising squalene as active oxygen remover for inhibiting skin lipid peroxidation[ P]. JP Patent: 06 329 530, 1994- 11- 29.
- [ 41]KONO Y, KATAGIRI C. Rough skin preventer containing squalene active component [ P]. JP Patent: 10 120 548, 1998- 05- 12.
- [ 42]KAMITSUJI T, UMADO A, KAIYA A. Hair dyes containing( hydrogenated) squalene and/or squalane and acidic dyes [ P]. JP Patent: 02 091 015, 1990- 03- 30.
- [ 43]SCHARFE P M. Bioactive lotion for the scalp[ P]. DE Patent: 4 134 137, 1993- 04- 22.
- [ 44]TAKASAGO PERFUMERY CO LTD. Dentifrices containing peppermint or spearmint oil and squalenes[ P]. JP Patent: 58 002 922, 1983- 01- 19.
- [ 45]ZIEGLER H. Detoxification of humans and animals with squalane and squalene[ P]. DE Patent: 4 017 172, 1990- 12- 20.
- [ 46]MASUDA A, AKIYAMA S, KUWANO M, *et al.* Potentiation of antifungal effect of amphotericin B by squalene, an intermediate for sterol biosynthesis[J]. *J Antibiot*, 1982, 35( 2): 230- 234.
- [ 47]YODER J A, POLLACK R J, SPIELMAN A. Insecticides comprising farnesol[ P]. US Patent: 5 484 599, 1996- 01- 16.
- [ 48]LATTIMER R P, LAYER R W, RHEE C K. Mechanisms of antiozonant protection: antiozonant rubber reactions during or zone exposure[ J]. *Rubber Chem Technol*, 1984, 57(5): 1 023- 1 035.
- [ 49]VAN OOIJ W J, RANGARAJAN V. Interfaces between natural rubber and metals. Part I. A study of the interaction between squalene and steel using XPS and SIMS[ J]. *Rubber Chem Technol*, 1988, 61(4): 594- 608.
- [ 50]RODRIGUEZ S, MASALLES C, AGULLO N, *et al.* Identification of the intermediates in sulfur vulcanization of natural rubber[ J]. *Kautsch Gummi Kunstst*, 1999, 52( 6): 438- 445.
- [ 51]海谷 篤, 金岡 隆, 吉村喜一郎, 等. 纖維または纖維製品の加工方法 [ P]. 特開平 07-003 637, 1995 - 01 - 06.
- [ 52]高島宏之, 岡田美津雄, 木下広嗣. 食品加工機械用グリース組成物[ P]. 特開平 07-011 280, 1995 - 01 - 13.
- [ 53]MALECKA M. The effect of squalene on the thermostability of rapeseed oil[ J]. *Nahrung*, 1994, 38( 2): 135-140.
- [ 54]海谷 篤. 鉛筆またはシャープペンシルの芯[ P]. 特開平 10-036 746, 1998 - 02 - 10.
- [ 55]IMAEDA K, OHSAWA K, YOKOTA T. Evaluation of stability of squalene by use of oxygen determination[ J]. [ 日 ]分析化学, 1983, 32( 7): 406-410.
- [ 56]山口茂彦, 伊藤智佳, 徳山 悟. スクアレン用抗酸化剤およびスクアレン組成物[ P]. 特開平 08-325 570, 1996 - 12 - 10.

## 欢迎订阅《植物资源与环境学报》

《植物资源与环境学报》系江苏省中国科学院植物研究所、江苏省植物学会及中国环境科学学会植物园保护分会联合主办的学术刊物,“中国期刊方阵”双效期刊、“江苏期刊方阵”优秀期刊,刊号:CN 32-1339/S,国内外公开发行。该刊为BA、CA、CAB、中国生物学文摘、中国环境科学文摘、中国科学引文数据库、万方数据——数字化期刊群、中国学术期刊(光盘版)和中文科技期刊数据库等国内外著名刊库收编。该刊围绕植物资源与环境两个中心命题,报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性保护,自然保护区与植物园的建设和管理,植物在保护和美化环境中的作用,环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。凡从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者,可以从该刊获得相关学科领域的研究进展和信息。

该刊于1992年创刊,全国各地邮局发行,邮发代号:28-213,季刊,单价6.00元,若错过征订时间或需补齐1992~2004年各期者,请直接与编辑部联系邮购,订价1992~1993年每年8元,1994~2000年每年16元,2001~2005年每年24元(均含邮资)。编辑部地址:210014 南京中山门外江苏省中国科学院植物研究所内,电话:(025)84347016;Fax:(025)84432074;E-mail:nbgxx@jlonline.com 或 zwzy@mail.cnbg.net。