

湖北民族学院

首届“学术搜索挑战赛”

(示范文本)

题 目： 羊栖菜活性多糖的研究进展

学 院： _____

专 业： _____

录取号： _____

姓 名： _____

电 话： _____

邮 箱： _____

文献检索报告

完成时间：2017年____月____日

目 录

1 检索需求分析.....	3
2 数据库的选择.....	4
3 检索词的选取.....	4
4 检索过程描述.....	5
4.1 中文数据库:	5
4.1.1 中国知网.....	5
4.1.2 万方全文数据库.....	6
4.1.3 维普.....	7
4.1.4 超星发现.....	8
4.1.5 EDS+中文.....	8
4.1.6 Summon 发现 中文.....	9
4.1.7 温州大学图书馆.....	9
4.1.8 百度学术.....	10
4.2 外文数据库.....	11
4.2.1 Web of science.....	11
4.2.2 Scopus 文摘与全文链接数据库.....	11
4.2.3 EBSCO.....	12
4.2.4 Pubmed.....	13
4.2.5 EDS+ 英文.....	14
4.2.6 Summon 发现 英文.....	14
4.2.7 Wiley Online Library.....	14
4.2.8 温州大学图书馆 外文.....	15
5 检索结果分析.....	16
6 检索结果归纳总结.....	17
6.1 结果去重, 筛选文献.....	17
6.1.1 中文数据库去重 (Notefirst)	17
6.1.2 英文数据库去重 (Endnote)	19
6.2 数据库评价:	20
7 综述.....	22
目 录.....	22
1 羊栖菜.....	23
2 羊栖菜多糖.....	24
2.1 褐藻酸.....	24
2.2 褐藻多糖硫酸酯.....	24
2.3 褐藻淀粉.....	24
3 羊栖菜多糖的提取纯化.....	25

4 羊栖菜多糖含量和成分分析.....	26
4.1 总糖含量的测定.....	26
4.2 硫酸根的含量测定.....	27
4.3 测定组成多糖的单糖.....	27
4.3.1 气象色谱(GC).....	27
4.3.2 高效毛细管电泳(CE).....	28
4.3.3 高效液相色谱法.....	28
5 羊栖菜多糖生物活性.....	29
5.1 降血糖.....	29
5.2 降血脂.....	30
5.3 抗肿瘤.....	30
5.4 抗氧化.....	31
5.5 调节免疫.....	31
5.6 其它生物活性.....	32
6 展望.....	32
参考文献:	33

1 检索需求分析

选题：羊栖菜活性多糖的研究进展

羊栖菜：植物界；褐藻门；圆子纲；墨角藻目；马尾藻科；马尾藻属；又名玉草、六角菜、鹿角尖，在我国辽东半岛、山东、浙江、福建、广东浅海域均有分布，日本和韩国也有生长。

多糖：由糖苷键结合的糖链，至少要超过 10 个的单糖组成的聚合糖高分子碳水化合物；多糖不是一种纯粹的化学物质，而是聚合程度不同的物质的混合物。其在自然界分布极广，亦很重要，有的是构成动植物细胞壁的组成成分，如肽聚糖和纤维素；有的是作为动植物储藏的营养，如糖原和淀粉等。

(1) 研究羊栖菜活性多糖首先需要解决的问题是如何从羊栖菜中提取分离纯化得到一定纯度的多糖，所以提取分离纯化的技术手段在很大程度上影响着活性多糖的研究进展，所以需要检索多糖的**提取分离纯化技术进展**，甚至是羊栖菜中特有活性多糖的提取分离纯化技术的研究进展。(如何得到?)

(2) **多糖含量测定和组分分析相关技术的进展**，例如，测定多糖结构的技术进展。(鉴定分离纯化后得到的东西是什么?)

(3) 除提取纯化技术外，羊栖菜活性多糖进展应该更多的关注其**生理活性方面研究进展**，比如抗衰老，抗肿瘤，抗凝血，增强免疫力等方面的独特功效。（得到的东西有什么用途？）

2 数据库的选择

中文数据库（8）	英文数据库（9）
CNKI 期刊全文数据库	Web of science 导航数据库（文摘+全文链接）
万方数字化期刊全文数据库	Scopus 导航数据库（文摘+全文链接） (Elsevier、John Wiley、Springer、Nature 等)
维普中文科技期刊数据库	EBSCO 学术资源大全
超星发现	Pubmed 全文数据库
EDS (Find+) 中文	EDS (Find+) 英文
Summon 中文	Summon 英文
温州大学图书馆中文搜索	温州大学图书馆外文搜索
百度学术	Wiley Online Library 平台
	Bing 搜索引擎

3 检索词的选择

中文	英文
羊栖菜；洋栖菜	Sargassum fusiforme* ; Hizikia fusiformis ;
多糖；褐藻糖胶； 褐藻胶；褐藻淀粉；褐藻酸	Polysaccharide* ; fucoidan ; algin ; laminaran ; alginic acid ;
提取；分离；纯化	Extraction; Separation; Isolation; purification;
活性；活性成分	Activity or Active constituents or Active ingredients
生物活性	Bioactive; Biological activit*
药物活性	Medicinal activity; Pharmaceutical active

注：通过简单检索后发现关于羊栖菜多糖的期刊检索结果并不多（200 条左右，相对较少），所以我们以羊栖菜和多糖为主题词，多糖一般都是具有活性的，所以我们也未将活性等词作为检索限定条件。总之，我们选择**加粗部分**作为中英文检索词。

4 检索过程描述

4.1 中文数据库:

4.1.1 中国知网

检索式: SU=(羊栖菜+洋栖菜)得到期刊 553 条;

The screenshot shows the CNKI search interface. The search box contains the query 'SU=(羊栖菜+洋栖菜)'. Below the search box, there are filters for '发表时间' (Publication Time) set to '不限' (All time). The search results are displayed in a table with columns for '学科' (Discipline), '发表年度' (Publication Year), '基金' (Fund), '研究层次' (Research Level), '作者' (Author), and '机构' (Institution). The results are sorted by '主题排序' (Topic Sort). The total number of results is 553, and the current page is 1/28.

学科	发表年度	基金	研究层次	作者	机构
2016(5)	2015(33)	2014(27)	2013(28)	2012(28)	2011(33)
2010(14)	2009(36)	2008(30)	2007(16)	2006(33)	2005(25)
2004(28)	2003(20)	2002(27)	>>		

检索式: SU=(羊栖菜+洋栖菜) AND SU=(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸); 得到期刊 168 条;

The screenshot shows the CNKI search interface with a more complex query: 'SU=(羊栖菜+洋栖菜) AND SU=(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸)'. The search results are displayed in a table with columns for '学科' (Discipline), '发表年度' (Publication Year), '基金' (Fund), '研究层次' (Research Level), '作者' (Author), and '机构' (Institution). The results are sorted by '主题排序' (Topic Sort). The total number of results is 168, and the current page is 1/9.

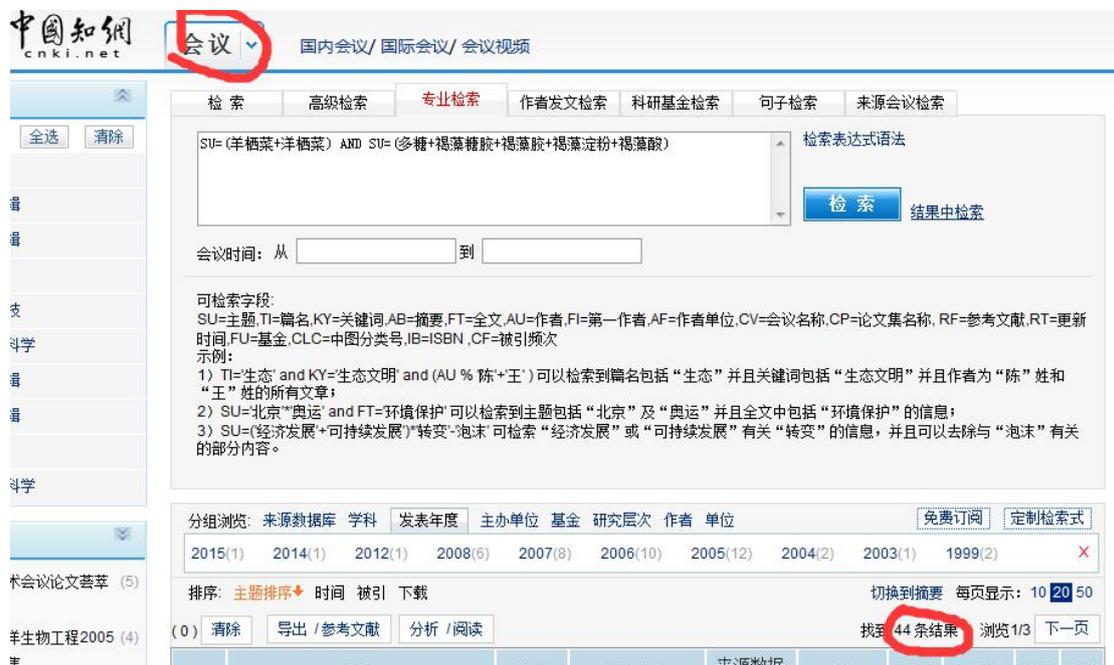
学科	发表年度	基金	研究层次	作者	机构
2016(1)	2015(6)	2014(5)	2013(6)	2012(9)	2011(6)
2010(3)	2009(11)	2008(12)	2007(6)	2006(21)	2005(12)
2004(16)	2003(13)	2002(6)	>>		

检索式：SU=(羊栖菜+洋栖菜) AND SU=(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸)；得到学位论文 30 条；



检索式：SU=(羊栖菜+洋栖菜) AND SU=(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸)；得到学位论文 30 条；

检索式：SU=(羊栖菜+洋栖菜) AND SU=(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸)；得到会议论文 44 条；



检索式：SU=(羊栖菜+洋栖菜) AND SU=(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸)；得到会议论文 44 条；

4.1.2 万方全文数据库

检索式：主题=羊栖菜 OR 洋栖菜；得到 323 条；

选择文献类型

高级检索 专业检索

主题 模糊 羊栖菜

主题 模糊 羊栖菜

全部 模糊

不限 - 2016年 检索

(羊栖菜+洋栖...)

年份 / 命中数排序 | 期刊论文(323) 新方志(0)

检索式: (羊栖菜+洋栖菜)*(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸); 得到期刊 127 条;

万方数据 WANFANG DATA 查新/跨库检索 访问旧

新服务平台 Novelty Search

选择文献类型

高级检索 专业检索

(羊栖菜+洋栖菜)*(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸)

不限 - 2016年 检索

菜+洋栖... (羊栖菜+洋栖...)

命中数排序 | 期刊论文(127) 新方志(102)

(5) 全选 第 条 - 第 条 选择 清除

(3) 显示模式: 命中229条 每页显示 50

(6) 检索表达式: (羊栖菜+洋栖菜)*(多糖+褐藻糖胶+褐藻胶+褐藻淀粉+褐藻酸)* Date:-2016

(7)

4.1.3 维普

检索式=(M=羊栖菜 OR M=洋栖菜) AND (M=多糖 OR M=褐藻糖胶 OR M=褐藻胶 OR M=褐藻淀粉 M=褐藻酸) (注意必须大写, 运算符两边需空一格, M 为题名或者关键词)

4.1.4 超星发现

检索式: (Su=羊栖菜|洋栖菜); 得到期刊 **587** 条;

检索 **羊栖菜 洋栖菜** 返回 **587** 结果。总被引频次: 4744次

检索式=(Su=羊栖菜|洋栖菜) AND (Su=多糖|褐藻糖胶|褐藻胶|褐藻淀粉|褐藻酸); 得到期刊 **174** 条;

注: “|”代表或; su 代表主题;

检索 **多糖 褐藻胶 羊栖菜 褐藻酸 洋栖菜 褐藻糖胶 褐藻淀粉** 返回 **174** 排序 默认排序 结果。总被引频次: 2692次

4.1.5 EDS+中文

检索式: (SU:(羊栖菜 OR 洋栖菜)); 得到 **392** 条:

检索式: SU:(羊栖菜 OR 洋栖菜) AND SU:(多糖 OR 褐藻糖胶)得到 **5** 条: (不知什么原因)

4.1.6 Summon 发现 中文

检索式: (SubjectTerms:(羊栖菜 OR 洋栖菜)); 得到期刊 219 条;

温州大学图书馆 (SubjectTerms:(羊栖菜 OR 洋栖菜)) 检索

按照 相关性 排序得到的228结果

数据库推荐
中文科技期刊数据库

在线 1. 羊栖菜对四氧嘧啶糖尿病模型小鼠血糖水平影响
著者 王竹芹 于雪莲 李生尧 王苏 段德麟
青岛大学医学院学报, 2011, 卷 47, 期 1
Permalink
目的探讨羊栖菜对四氧嘧啶糖尿病小鼠血糖水平的影响及其机制。方法成年健康雄性昆明小鼠50只,随机分为空白对照组、模型组、模型组加羊栖菜组、模型组加羊栖菜组加胰岛素组。

(SubjectTerms:(羊栖菜 OR 洋栖菜) AND SubjectTerms:(多糖 OR 褐藻糖胶 OR 褐藻胶 OR 褐藻淀粉 褐藻酸)); 得到 58 条:

温州大学图书馆 (SubjectTerms:(羊栖菜 OR 洋栖菜) AND SubjectTerms:(多糖 OR 褐藻糖胶 OR 褐藻胶 OR 褐藻淀粉 褐藻酸)) 检索

按照 相关性 排序得到的62结果

在线 1. 选育羊栖菜与野生羊栖菜中褐藻胶与褐藻糖胶组成分析
著者 王培培 于广利 杨波 赵峡 刘吉东 段德麟 李生尧
中国海洋药物, 2009, 期 3
Permalink
...
期刊文章: 在线全文

在线 2. 羊栖菜粗多糖的提取研究

4.1.7 温州大学图书馆

对检索式的识别性较差。

标题
 或 标题
 与 全部字段
 限定年度范围: 请选择 至 请先选择开始年代
 期号: 至
 搜索结果显示条数: 每页显示10条 选择搜索结果

相关的中文期刊 353 篇, 用时 0.001 秒

4.1.8 百度学术

检索式: intitle:(羊栖菜); 得到期刊 341 条, 无法限定主题词, 只能选择全文中或标题;



 全部文献 期刊 会议 学位
 时间 找到341条相关结果

检索式: 羊栖菜*活性多糖, 期刊 205 条; 学位论文 59 条; 会议论文 61 条;



缺点是不能高级检索，缺乏限定条件，很难精确查找。

4.2 外文数据库

4.2.1 Web of science

检索: 主题: ("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme"); 得到期刊 **389** 条;



检索式: 主题: ("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme") and (Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid); 得到期刊 **70** 条;



4.2.2 Scopus 文摘与全文链接数据库

检索式: TITLE-ABS-KEY (("Hizikia fusiform*" OR "Sargassum Fusiforme"); 得到 270 条;

搜索 通知 列表 我的 Scopus

TITLE-ABS-KEY (("Hizikia fusiform*" OR "Sargassum Fusiforme")) 编辑 保存 设置通知 设置推送流

270 文献搜索结果 查看次要文献 查看 94 个专利搜索结果 分析搜索结果 排序对象: 日期 施引文献 相关性

在搜索结果内搜索

全部 CSV 导出 下载 查看引文概览 查看"施引文献" 保存到列表 更多

显示所有摘要

精简 限制范围 排除

A novel thyroglobulin-binding lectin from the brown alga *Hizikia fusiformis* and its antioxidant activities Wu, M., Tong, C., Wu, Y., Liu, S., Li, W. 2016 Food Chemistry 0

View at Publisher

检索式：TITLE-ABS-KEY (("Hizikia fusiform*" OR "Sargassum Fusiforme") AND (polysaccharide* OR fucoidan OR algin OR laminaran OR alginic acid)); 得到期刊 60 条;

Scopus Scopus SciVal qinggang qiao 注销 帮助

搜索 通知 列表 我的 Scopus

TITLE-ABS-KEY (("Hizikia fusiform*" OR "Sargassum Fusiforme") AND (polysaccharide* OR fucoidan OR algin OR laminaran OR alginic acid)) 编辑 保存 设置通知 设置推送流

60 文献搜索结果 查看次要文献 查看 6 个专利搜索结果 分析搜索结果 排序对象: 日期 施引文献 相关性

在搜索结果内搜索

全部 CSV 导出 下载 查看引文概览 查看"施引文献" 保存到列表 更多

显示所有摘要

精简 限制范围 排除

Bioassay-guided extraction of crude fucose-containing sulphated polysaccharides from *Sargassum fusiforme* with response surface methodology Fu, Z., Li, H., Liu, H., (.), Wang, M., Guan, H. 2016 Journal of Ocean University of China 0

View at Publisher

4.2.3 EBSCO

检索式：TI ("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme"); 得到 178 条;

正在检索: Academic Search Premier, 显示全部 选择数据库

"Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme" TI 标题 搜索 创建快讯 清除

AND 选择一个字段(可选)

AND 选择一个字段(可选)

基本检索 高级检索 搜索历史记录

结果 检索结果: 1 - 10 (共 178 个) 相关性 页面选项 共享

1 Complete mitochondrial genome of the brown alga *Sargassum fusiforme* (Sargassaceae, Phaeophyceae): genome architecture and taxonomic consideration.

By: Liu, Feng; Pang, Shaojun; Luo, Minbo. Mitochondrial DNA: The Journal of DNA Mapping, Sequencing & Analysis. Mar2016, Vol. 27 Issue 2, p1158-1160. 3p. DOI: 10.3109/19401736.2014.936417. 数据库: Academic Search Premier

主题: SARGASSUM; GENOMES; MITOCHONDRIA; SARGASSACEAE; TRANSFER RNA

检索式：SU ("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme") and (Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid) 得到 36 条;

正在检索: Academic Search Premier, 显示全部 | 选择数据库

SU=(\"Hizikia fusiforme\" or \"Sargassum Fusiforme\") and C

基本检索 高级检索 检索历史记录 >

精确搜索结果

当前检索

智能文本检索:
SU=(\"Hizikia fusiforme\" or \"Sargassum Fusiforme\") and C

限定条件
全文

限制

检索结果: 1 - 10 (共 36 个)

注: 您的初始检索查询未获得任何结果。但是, 使用智能文本检索找到了基于您的关键字的结果。

1. Structural Investigation of Oligosaccharides in Partial Acid Hydrolyzed Products of Fucoidan Isolated from Hizikia fusiforme.

By: Li Bo; Xu Shi-Ying. *Natural Product Research & Development*. Aug2007, Vol. 19 Issue 4, p550-553. 4p. Language: Chinese. 数据库: Business Source Premier

主题: Chemical (except agricultural) and allied product merchant wholesalers; Freshwater fishing; Aquaculture; Salt water fishing; OLIGOSACCHARIDES; MARINE algae; METHYLATION; HYDROLYSIS; ACIDS

PDF全文

在用温大图书馆检索信息时，这个数据库经常可以直接获取全文，而很多的数据库只是提供出版商全文链接。

4.2.4 Pubmed

检索式：[Title/Abstract] Sargassum fusiforme OR [Title/Abstract] Hizikia fusiformis, 命中 96 条；

PubMed

(\"Hizikia fusiforme\" or \"Sargassum Fusiforme\")

Search

Summary 20 per page Sort by Most Recent

Search results

Items: 1 to 20 of 96

检索式：(\"Hizikia fusiforme\" or \"Sargassum Fusiforme\") and (Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid)；得到 29 条；

PubMed

(\"Hizikia fusiforme\" or \"Sargassum Fusiforme\") and (Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid)

Search

Summary 20 per page Sort by Most Recent

Search results

Items: 1 to 20 of 29

Pubmed 数据库中的很多文献都是免费的，刚开始学习查询文献时候经常用，缺陷是检索结果较少。本人是动物生理生态方向，这个数据库主要是生物医学方向的，跟我专业很贴近，所以经常用到。

4.2.5 EDS+ 英文

(SU:(("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme"))) ; 得到 46 条 ;



(SU:(("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme"))) AND (SU:(Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid))) 得到 12 条 ;



4.2.6 Summon 发现 英文

(SU:(("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme"))); 得到 80 条:



相关性 ▾ 排序得到的80结果  加入本馆馆藏之外的

(SU:(("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme"))) AND (SU:(Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid))); 得到 20 条:



相关性 ▾ 排序得到的20结果  加入本馆馆藏之外的

4.2.7 Wiley Online Library

检索式: SU=("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme"); 得到 21 条;

Home > Advanced Search

Search Results

There are 32 results for: *SU*=(*Hizikia fusiform** or *Sargassum Fusiforme*)

Sort by Best Match

Select All [Save to profile](#) [Export Citation](#) [Edit search](#) [Save search](#)

VIEW 1 - 20 | 21 - 32

[Significance of the Presence of Trace and Ultratrace Elements in Seaweeds](#)
 HANDBOOK OF MARINE MACROALGAE: BIOTECHNOLOGY AND APPLIED PHYCOLOGY
 Antonio Moreda-Piñeiro, Elena Peña-Vázquez, Pilar Bermejo-Barrera, Pages: 116-170, 2011
 Published Online: 21 NOV 2011 DOI: 10.1002/9781119977087.ch6

FILTER LIST
PUBLICATION TYPE
 Journals (21)
 Books (10)
 Reference Works (0)

检索式: *SU*=(*Hizikia fusiform** or *Sargassum Fusiforme*) and *SU*=(Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid); 得到 10 条;

Search Results

There are 18 results for: *SU*=(*Hizikia fusiform** or *Sargassum Fusiforme*) and *SU*=(Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran or alginic acid)Sort by Best Match [Go](#)

Select All [Save to profile](#) [Export Citation](#) [Edit search](#) [Save search](#)

VIEW 1 - 18

[Analysis of carbohydrates and glycoconjugates by matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry: An update for 2011–2012](#)
 MASS SPECTROMETRY REVIEWS
 David J. Harvey
 Version of Record online: 13 AUG 2015, DOI: 10.1002/mas.20111
[Abstract](#) | [Full Article \(HTML\)](#) | [Enhanced Article \(HTML\)](#) | [PDF\(7814K\)](#)
[References](#) | [Request Permissions](#)

FILTER LIST
PUBLICATION TYPE
 Journals (10)
 Books (8)
 Reference Works (0)
 Database (0)
 Full Text (0)

4.2.8 温州大学图书馆 外文

检索式: TI Sargassum fusiforme OR TI Hizikia fusiformis 得到 152 篇;

标题

或 标题

与 标题

限定年度范围: 请选择 至 请先选择开始年代

期号: 至

搜索结果显示条数: 每页显示10条

高级搜索

期刊152篇用时 0.01 秒

检索式：标题或全文=("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme") and (Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminara or alginic acid)；均未搜到，说明ZADL对检索式的识别性较差。

5 检索结果分析

所选条目均为期刊：

中文数据库	主题 (羊栖菜 or 洋栖菜)	主题 (羊栖菜 or 洋栖菜) and (多糖 or 褐藻糖胶 or 褐藻胶 or 褐藻淀粉 or 褐藻酸)
中国知网	553	168
万方	323	127
维普	156	138
超星发现	587	174
EDS (中文)	392	5
Summon 中文	219	58
温大图书馆	353	不能精确检索
百度学术	341	不能精确检索

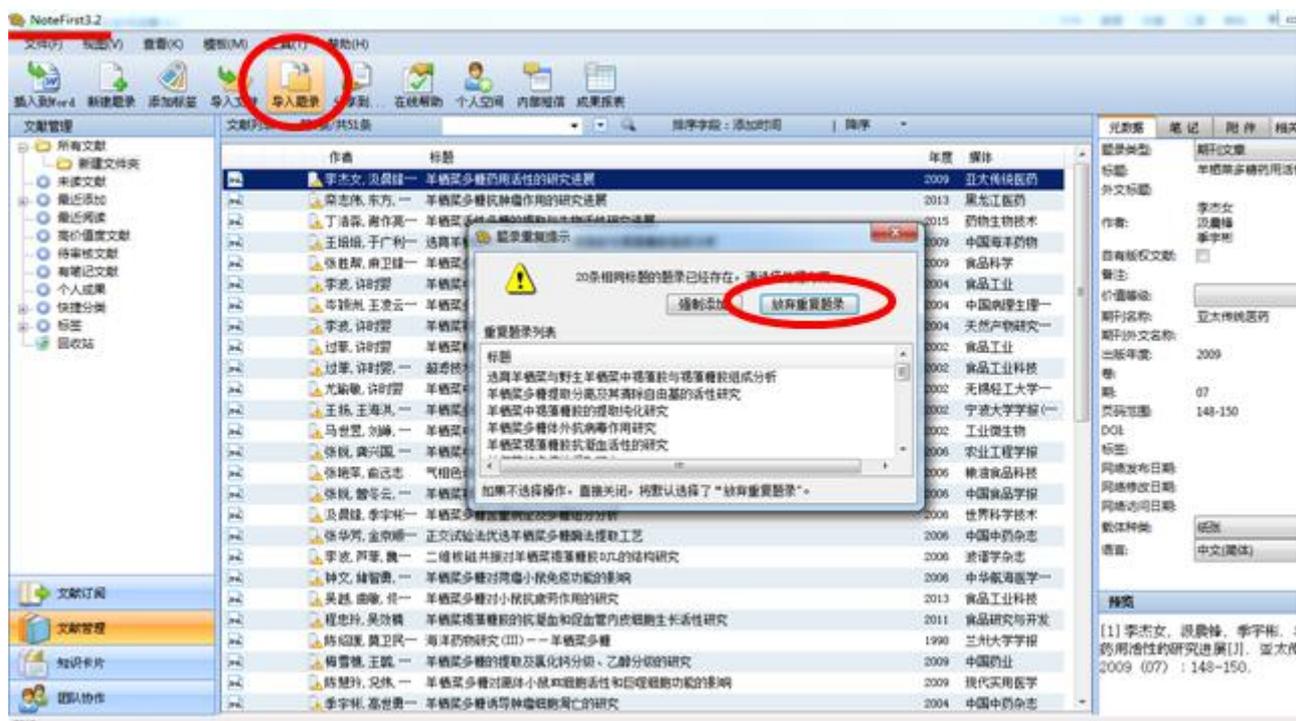
英文数据库	主题 (Sargassum fusiform* or Hizikia fusiform*)	主题 ("Hizikia fusiform*" or "Sargassum Fusiforme*") and (Polysaccharide* or fucoidan or algin or laminaran alginic acid)
Web of science	389	70
Scopus	270	60
EBSCO(ASP)	276	36

Pubmed	96	29
EDS+	46	12
Summon 发现	80	20
Wiley Online Library	21	10
温大图书馆外文	152	对检索式识别性差，高级检索中限定条件少
必应 bing 搜索	无法统计	无法统计

6 检索结果归纳总结

6.1 结果去重，筛选文献

6.1.1 中文数据库去重（Notefirst）



去重后根据相关性，发表时间，被引频次各筛选 20 条；

[1]梅雪樵,王璐,李浩田. 羊栖菜多糖的提取及氯化钙分级、乙醇分级研究[J]. 中国药业,2009,10:27-28.

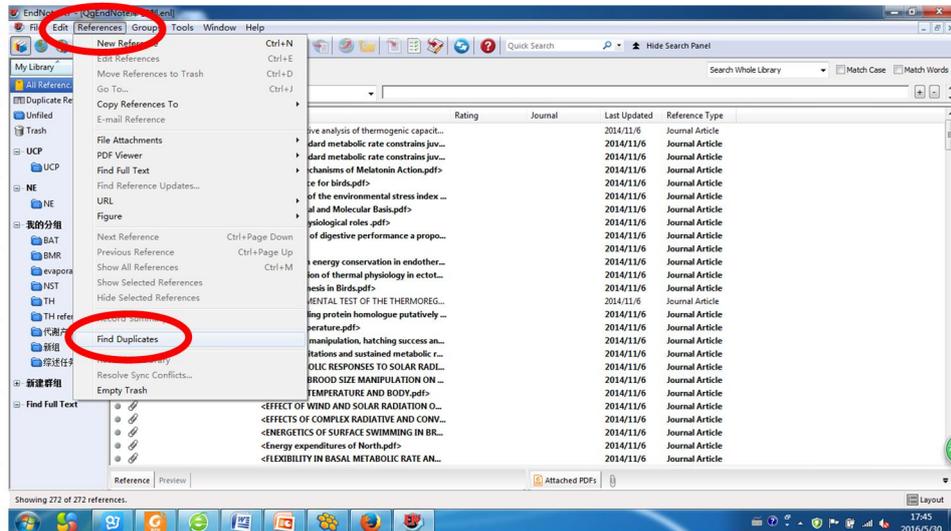
[2]王培培,于广利,杨波,赵峡,刘吉东,段德麟,李生尧. 选育羊栖菜与野生羊栖菜中褐藻胶与褐藻糖胶组成成分[J]. 中国海洋药物,2009,03:39-43.

- [3]陈慧玲,况炜,章皓,鲍建芳. 羊栖菜多糖对离体小鼠 NK 细胞活性和巨噬细胞功能的影响[J]. 现代实用医学,2009,07:691-692+695.
- [4]张胜帮,麻卫锋,于萍. 羊栖菜多糖提取分离及其清除自由基的活性研究[J]. 食品科学,2009,18:192-195.
- [5]季宇彬,高世勇,张秀娟. 羊栖菜多糖诱导肿瘤细胞凋亡的研究[J]. 中国中药杂志,2004,03:57-59.
- [6]李波,许时婴. 羊栖菜褐藻糖胶的分级纯化和结构分析[J]. 无锡轻工大学学报(食品与生物技术),2004,02:86-89+93.
- [7]李波,许时婴. 羊栖菜中褐藻糖胶的提取纯化研究[J]. 食品工业,2004,02:40-42.
- [8]陈帆,高央央. 海洋药物羊栖菜中多糖的分离和结构分析[J]. 温州师范学院学报(自然科学版),2004,02:25-27.
- [9]岑颖洲,王凌云,马夏军,许少玉,张美英,王一飞. 羊栖菜多糖体外抗病毒作用研究[J]. 中国病理生理杂志,2004,05:64-67.
- [10]李波,许时婴. 羊栖菜褐藻糖胶抗凝血活性的研究[J]. 天然产物研究与开发,2004,05:431-434.
- [11]季宇彬,高世勇,张秀娟. 羊栖菜多糖抗肿瘤作用及其作用机制的研究[J]. 中国海洋药物,2004,04:7-10.
- [12]李亚娜,林永成,余志刚. 响应面分析法优化羊栖菜多糖的提取工艺[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2004,11:28-32.
- [13]过菲,许时婴. 羊栖菜粗多糖的提取研究[J]. 食品工业,2002,03:11-13.
- [14]过菲,许时婴,林之川. 超滤技术在羊栖菜粗多糖提取工艺中的应用[J]. 食品工业科技,2002,10:50-51.
- [15]尤瑜敏,许时婴. 羊栖菜中褐藻糖胶的提取工艺[J]. 无锡轻工大学学报,2002,03:233-238.
- [16]王扬,王海洪,徐大伦. 羊栖菜多糖的提取和分离[J]. 宁波大学学报(理工版),2002,01:53-55.
- [17]马世昱,刘峥,王勤,林之川,袁勤生. 羊栖菜中褐藻糖胶的组分分离及分析[J]. 工业微生物,2002,04:20-3.
- [18]王翀,吴涛. 羊栖菜多糖提取与含量的测定[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版),2006,01:11-12+35.
- [19]张锐,龚兴国,郭建军,王华祖. 羊栖菜中岩藻甾醇、马尾藻甾醇以及水溶性多糖的综合提取工艺[J]. 农业工程学报,2006,04:190-193.
- [20]张艳萍,俞远志. 气相色谱法分析羊栖菜多糖的组分及其含量[J]. 粮油食品科技,2006,02:50-52.

6.1.2 英文数据库去重 (Endnote)

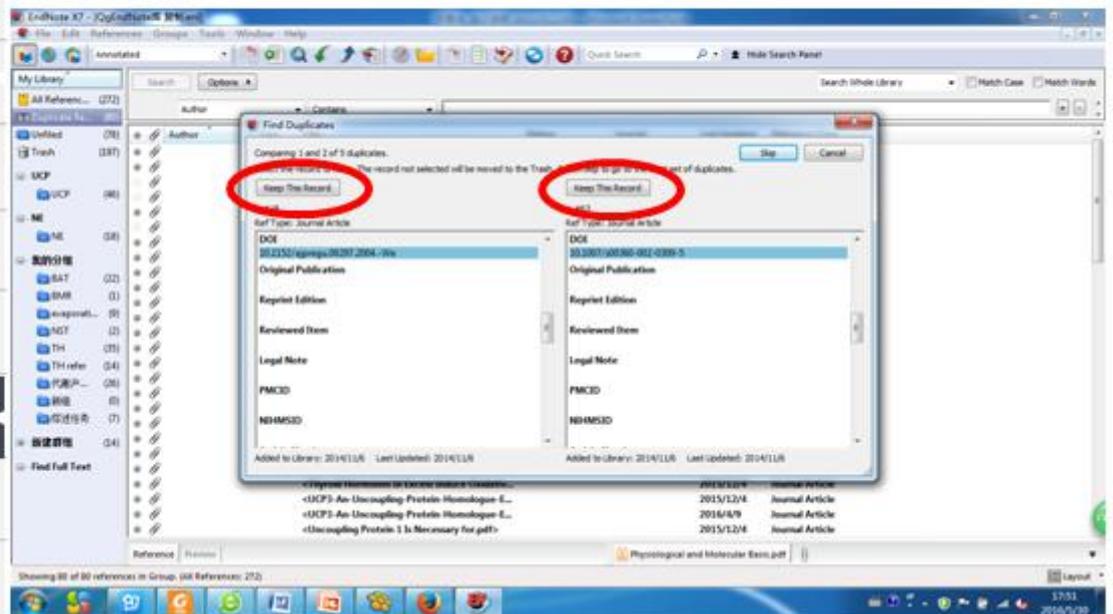
- 检索需求分析
- 检索词选取
- 数据库选取
- 检索过程描述
- 结果分析与归纳
- 综述

Endnote中，工具栏Reference， Find Duplicates:

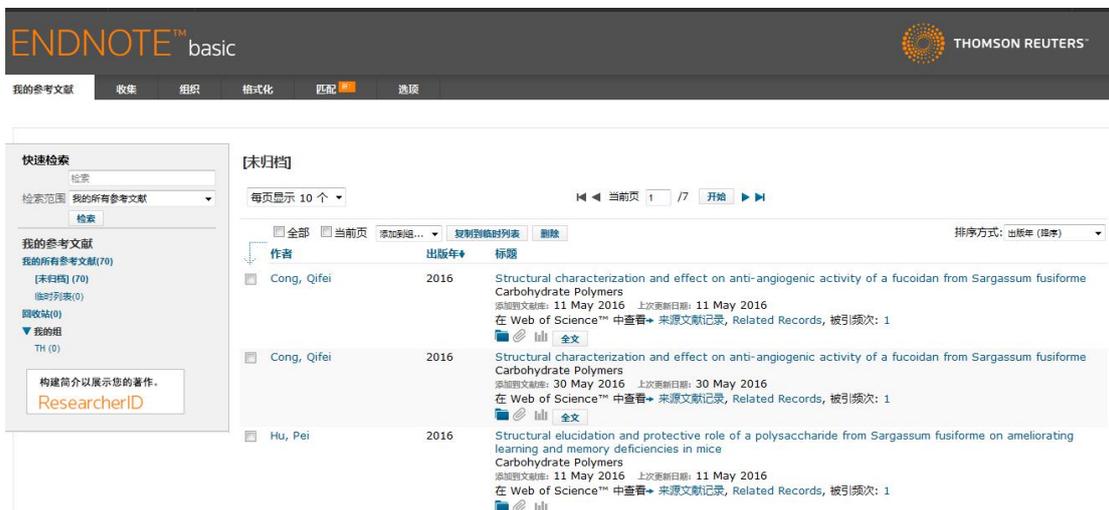
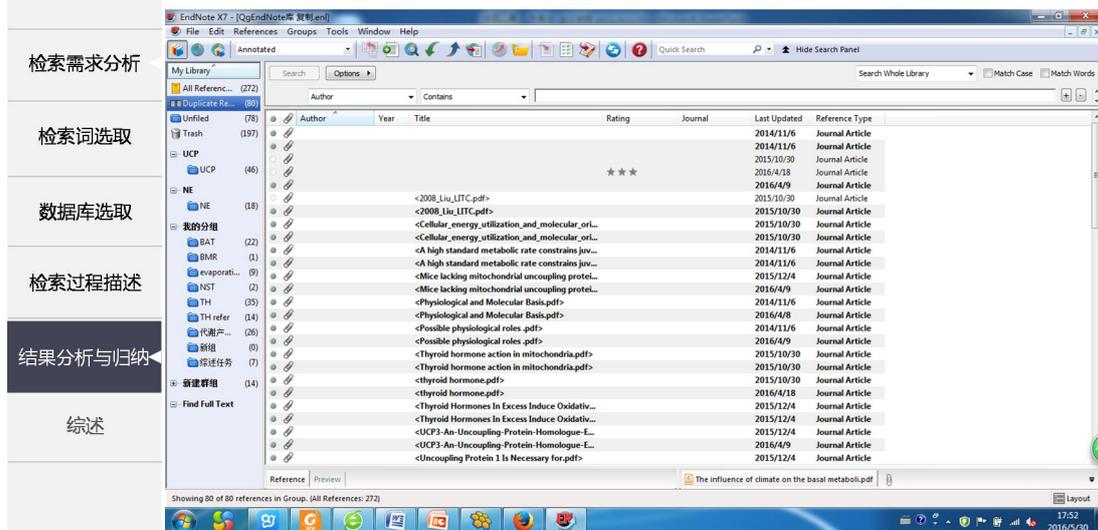


选择保留或丢弃重复:

- 检索需求分析
- 检索词选取
- 数据库选取
- 检索过程描述
- 结果分析与归纳
- 综述



阴影部分为重复：



6.2 数据库评价：

中文数据库：本人认为检索式相同的情况下超星发现数据库检出的条目最多，准确度好。

其次是中国知网；

英文数据库：本人认为检索式相同，Web of science 的检索结果最多；其次是 Scopus. 而且这两个数据库对检索式的识别效果最好。

综合评价：

本人对羊栖菜活性多糖研究的检索结果发现：（1）中文文献数量多于外文文献，但是期刊的影响因子并不高；（2）国内对羊栖菜的研究主要是在一些沿海城

市，说明具有一定的地域性；（3）关于羊栖菜活性多糖的研究主要有 3 方面，一是多糖提取分离纯化的技术手段；二是多糖含量及组分分析；三是多糖的生物活性；；（4）虽然中文期刊的影响因子较低，但是并不代表中国学者的研究水平低，甚至英文期刊中中国学者发表的文章最多，这也可以说这个课题的研究在中国进行的最多；（5）数据库方面，中文数据库的检索体验不亚于一些知名的外文数据库，比如，文献分类、限定检索、检索结果分析报告以及对检索式的识别性等，最大的不足还是数据库中高水平的期刊太少，这主要与中文期刊在国际中影响力较低有关。

此外，讲一下入学一年多来检索文献的体会，刚开始一无所知，后来通过听图书馆举办的一些相关讲座以及自学图书馆网站上的一些培训课件，慢慢的学会了一些检索技能，而且获得了大量的文献或书籍，学到的知识更是妙不可言。比如，通过一些自己领域内的顶级期刊、高引文章、顶尖学者，以及相应的参考文献和施引文献使我学到了很多知识。关于全文下载的几种情况：（1）数据库中可以直接下载的，比如 EBSCO；（2）数据库链接出版商处全文，例如 Web of science, Scopus 等；（3）打开出版商处页面不能下载的，就通过图书馆的邮箱传送；（4）不能邮箱传送就选择 ZADL；此外，同一篇文章在某个数据库中不能直接下载或给的全文链接无法下载，可能在别的数据库中可以下载，甚至有些在图书馆中不能获得全文但却可以在某些数据库得到全文。

总之，这一年多下载文献的过程中，唯一未能获得电子全文的是一本英文图书，可能是版权问题，所以，现在的温州大学图书馆资源完全可以满足本人的科研学习需求。最后，由衷地感谢图书馆的工作人员，尤其是那些虽然不认识但默默地给我传送宝贵文献的工作人员，最后特别感谢指导我修改检索报告的何清老师！

7 综述

目 录

摘要:	23
关键词:	23
1 羊栖菜.....	23
2 羊栖菜多糖.....	24
2.1 褐藻酸.....	24
2.2 褐藻多糖硫酸酯.....	24
2.3 褐藻淀粉.....	24
3 羊栖菜多糖的提取纯化.....	25
4 羊栖菜多糖含量和成分分析.....	26
4.1 总糖含量的测定.....	26
4.2 硫酸根的含量测定.....	27
4.3 测定组成多糖的单糖.....	27
4.3.1 气象色谱(GC).....	27
4.3.2 高效毛细管电泳(CE).....	28
4.3.3 高效液相色谱法.....	28
5 羊栖菜多糖生物活性.....	29
5.1 降血糖.....	29
5.2 降血脂.....	30
5.3 抗肿瘤.....	30
5.4 抗氧化.....	31
5.5 调节免疫.....	31
5.6 其它生物活性.....	32
6 展望.....	32
参考文献:	33

羊栖菜活性多糖的研究进展

摘要: 本文主要从三个层次综述羊栖菜活性多糖的研究进展:一是提取分离纯化的技术方法;二是含量和成分测定分析;三是生物活性以及作用机制。目前羊栖菜多糖提取方法主要有水浸提法、酸浸提法、超声波提取法、CaCl₂抽提法、微波法和酶解结合加压法等;含量和成分分析主要有分光光度法、苯酚-硫酸显色法、高效毛细管电泳、高效液相色谱、质谱、核磁等;生物活性包括抗肿瘤、降血脂、抗氧化、调节免疫等。采用 Sevage 法、Sevage 法与酶结合消化去蛋白法、阴阳离子交换树脂法、Sephadex G-200 葡聚糖凝胶分离法、Sephadex G-100 葡聚糖凝胶等方法进行纯化,可分离得到具有生物活性的多糖成份;但羊栖菜多糖的提取缺乏有效的工程放大手段和方法,因此,在确保羊栖菜多糖的活性基础上,应用现代化提取技术,开发规模化工业生产工艺是其未来的研究方向;此外,羊栖菜的含量和成分结构分析技术依赖物理与化学的进步,这也是影响羊栖菜多糖的重要因素。羊栖菜多糖的多种生物活性在功能性食品、医药产品领域开发方面具有广阔的应用前景。

关键词: 羊栖菜; 多糖; 提取; 分离纯化; 成分分析; 生物活性;

1 羊栖菜

羊栖菜(*Sargassum fusiforme*)隶属褐藻门(Phaeophyta), 墨角藻目(Fucales), 马尾藻科(Fucales Sargassaceae), 又名玉草、六角菜、鹿角尖,在我国辽东半岛、山东、浙江、福建、广东浅海域均有分布,日本和韩国也有生长^[1]。藻体呈黄褐色,肥厚多浆,干燥后变黑色^[2]。与羊栖菜同科的海篙子,同称为海藻,易与羊栖菜混淆。羊栖菜中含有丰富的蛋白质、矿物质、氨基酸、维生素、微量元素及多糖。羊栖菜味苦、咸、寒、无毒,归肝、胃、肾经,可消痰软坚,利水消肿。羊栖菜作为传统中药具有较高的营养保健及药用价值,民间亦多作日常食物食用。而羊栖菜中的硫酸多糖抗自由基能力比其他海藻要好。羊栖菜含有丰富的多糖、食物纤维素、多种维生素、矿物质和多种微量元素,且含有人体所需的 18 种重要氨基酸,包括 8 种人体不能合成的必须氨基酸。目前羊栖菜中研究较多的有多糖、氨基酸和蛋白质、脂肪酸等^[3],具有抗肿瘤、抗氧化、降血脂、降血糖和促进机体生长发育等多种药理活性^[4-5]。

研究表明所述药理作用可能主要与其所含的羊栖菜多糖有关。因此，本文着重介绍了羊栖菜多糖提取纯化技术及其生物活性等方面研究进展。

2 羊栖菜多糖

羊栖菜多糖(SPF)是羊栖菜藻体的主要成分,羊栖菜的多种药理活性与其多糖结构密切相关^[6]。SPF 是一类组成结构相似的酸性多糖混合物,水溶性好,粘度高,主要包括褐藻酸(Acidic Polysaccharides of Algae, APA)、褐藻糖胶(Fueoidan polysaccharide sulfide, FPS)及褐藻淀粉(Laminaran),可采用多级沉淀法分别提取^[7-8]。羊栖菜中多糖的含量分析是对羊栖菜药效研究和开发利用的重要依据。

2.1 褐藻酸

褐藻酸性多糖,简称褐藻酸,是存在于羊栖菜及一些褐藻细胞间的成分。褐藻酸主要是以(1, 4)-糖苷键连接,由 D-甘露糖醛酸和古罗糖醛酸组成的线性无分枝的高聚物。褐藻酸盐被称为褐藻胶,有良好的亲水性,粘度高,是商品化的褐藻酸,其中以钠盐应用最为广泛。褐藻胶能调节体内糖类及脂类代谢、抗肿瘤、免疫调节等药理活性^[9-11]。褐藻酸钠在国家食品标准中,作为食品添加剂,对人体无毒副作用,没有食用的定量限制。

2.2 褐藻多糖硫酸酯

褐藻多糖硫酸酯(FPS),又称褐藻糖胶、墨角藻聚糖,是存在于褐藻细胞间的一类水溶性天然硫酸化杂聚多糖,主要结构是 L-岩藻糖-4-硫酸酯,以及一些少量的半乳糖、木糖、葡萄糖、阿拉伯糖、糖醛酸等。褐藻多糖硫酸酯的组成结构复杂,会随来源而不同^[12-13]。FPS 具有多种药理活性^[14]并广泛应用于食品、保健品、药品等行业。FPS 的药理活性与其硫酸根有密切关系^[15],硫酸根含量测定对研究硫酸多糖构效关系有重要意义。除天然的硫酸化多糖外,亦可用人工方法对多糖进行硫酸酯化^[16],使多糖具有某些药理活性。

2.3 褐藻淀粉

褐藻淀粉的主要成分为 β -1, 3-葡聚糖,其相对分子质量为 40000。褐藻淀粉在羊栖菜中含量较少,其提取方式与其他褐藻多糖类似。

3 羊栖菜多糖的提取纯化

分离羊栖菜多糖(Sargassum fusiforme polysaccharides, SFPS)是一种具有多种药理活性的酸性多糖,主要由褐藻酸及褐藻糖胶组成,在干品羊栖菜中含量 16%~24%。SFPS 作为主要有效活性成分之一,是一种有效、无毒的天然化合物。研究发现,天然产物研究的最大的难题在于天然产物组成的复杂性,多糖的生物学功能与其化学性质有关,只有分离出多糖的有效成分,才能进一步研究其药理活性。对于羊栖菜多糖类也不例外。在羊栖菜多糖提取中,首先就是要有效地将其中的活性物质最大限度地提取和保留,并保证其活性作用。

在实验室条件下羊栖菜中多糖的提取和分离方面的研究近年来陆续有很多报道。鉴于羊栖菜各种营养成分大部分是水可溶性物质,很多学者利用热水和酸浸提的方法加以提取,但是生产时间长,多糖得率不高,浪费严重,且酸浸提法则易破坏多糖中与免疫活性有关的特定结构。陈绍援^[17]等对洞头县所产的羊栖菜进行水提取,粗多糖得率为 8.5%; 卞俊^[18]等针对羊栖菜多糖的 4 种提取方法进行了比较,发现醇脱脂-水结合酸提-醇沉法制备多糖总得率达到 22%,多糖含量为 2.30% 以上,且粗多糖为灰白色,是比较理想的多糖提取方法。随着萃取技术的发展,为了提高羊栖菜的多糖萃取率,唐志红^[19]等采用微波法提取获得了 15.6%的多糖提取率,张胜帮^[20]等应用超声波技术提取羊栖菜中多糖,提取率为 6.6%,并对所提取多糖作了·OH 的清除率评价,清除率为 42.2%。王勤^[21]等研究分别用水提取、酸提取和 CaCl₂ 抽提 3 种工艺进行羊栖菜多糖提取的研究,比较 3 种工艺中羊栖菜多糖的提取率和多糖中岩藻糖的比例,以及动物功能性试验结果表明酸提效果最好可获多糖 39.3%,岩藻糖占多糖的 17.3%,但该法易降解多糖,影响产品活性,而 CaCl₂ 抽提褐藻糖得率较低,生物活性高,但工艺复杂不利于产业化。

羊栖菜多糖作为一种生物活性产品,必须经过分离纯化得到相对较纯的多糖才能更好地发挥作用,尤其是要将其开发成药品时,粗多糖的分离纯化更是一个必不可少的步骤。李波^[22]等人对羊栖菜粗多糖初步纯化进行了比较,结果表明经酸提法后的羊栖菜粗多糖,Sevage 法去蛋白、乙醇分级沉淀法得到的褐藻糖胶含量和纯度较理想。过菲^[23]等应用超滤技术去除羊栖菜粗多糖中的盐分,表明超滤对羊栖菜粗多糖提取液的脱盐效果好,脱盐率达 99.9%。此外超滤还能去除羊栖菜粗多糖提取液中部分色素物质,并在保留羊栖菜粗多糖提取液中生

理活性物质的同时,浓缩了羊栖菜粗多糖提取液,提高了主要成份褐藻胶及褐藻糖胶的含量。周峙苗^[24]等研究采用酶解结合加压(高温)浸提的方法提取羊栖菜多糖,对固液比、浸提温度、浸提时间、加酶量、酶解时间等因素进行最佳的工艺优化,使羊栖菜多糖的得率提高117.23%。此方法可充分的破坏羊栖菜细胞壁结构,从而提高多糖的提取率,保证了羊栖菜活性多糖的固有结构和活性的完整性。而后用 SephadexG-200 葡聚糖凝胶分离得到大分子质量和小分子质量多糖部分,然后将大分子质量多糖部分进行 Sephacly S-400 凝胶分离得到一个分子质量相当大的组分,对小分子质量多糖部分进行 Sephadex G-100 葡聚糖凝胶柱层析,结果表明主要有3个不同分子质量的组分。蒋定文^[25]等研究采用水煮醇沉法、酸煮醇沉法及乙醇脱脂后水煮醇沉3种方法提取羊栖菜粗多糖,并利用 Sevage 法结合胰酶消化去蛋白,结果3种方法提取得粗多糖含量分别为:24.35%,23.87%和17.87%,Sephadex G-200 分离纯化多糖得到两个分子质量的蛋白多聚糖组份,其硫酸根的含量分别为8.95%和3.92%。岑颖洲^[26]用 Sephadex G-100 葡聚糖凝胶纯化粗多糖得 SFPS,经衍生化后 GC-MS 分析得出 SFPS 主要由 L-山梨糖、D-木糖、D-艾杜糖、D-甘露糖。

综上所述采用不同的方法提取羊栖菜多糖得率不一,除原料产地影响外,最重要的是所得粗多糖中纯度不一致,随着技术的发展,科技的进步,羊栖菜多糖的提取率在不断地上升,与此同时,羊栖菜多糖的活性得到最大程度的保留,为之后对多糖的生理活性研究提供了实验基础。

4 羊栖菜多糖含量和成分分析

羊栖菜的药理作用及生物学功能与其多糖的化学结构性性质密切相关,对羊栖菜多糖的含量测定对研究羊栖菜多糖结构,并进一步研究羊栖菜药理活性及构效关系有重要意义。以下主要对多糖特征结构及单糖含量测定方面的方法概述。

4.1 总糖含量的测定

紫外分光光度法:硫酸苯酚法和硫酸蕙酮法是测定总糖含量的两种主要方法,其基本原理相似。多糖在无机强酸作用下先分解成单糖,然后迅速与酸进行脱水反应生成糖醛衍生物。糖醛衍生物能与有机酚类缩合成有色物质,通过有色物质在特定波长下的吸收度测定其含量。以上两种测定方法,仪器简单、价格低廉,操作方便,其中硫酸苯酚法因显色反应稳定性好

较为常用。吴涛^[27]等人以苯酚硫酸比色法在 490nm 处测定羊栖菜经水提醇沉后得到的粗多糖质量分数为 40.18%，经纯化后的多糖质量分数为 53.46%。精密度、重复性、加样回收率等方法学试验结果可以看出，该方法操作简便、结果稳定适合用于羊栖菜多糖含量的测定。

4.2 硫酸根的含量测定

硫酸多糖中的硫酸根参与构成与改变多糖的空间构型，影响多糖的活性，对硫酸根质量分数的研究是研究硫酸多糖构效关系的重要手段之一。对硫酸多糖中硫酸根含量的测定一般是多糖经过酸水解，使糖链中的硫酸根变为游离状态，再进行检测。对硫酸根进行的定性检测方法有很多，如红外光谱法、酶解法，也可以用紫外光谱；对硫酸根的定量检测一般是在水解后的硫酸多糖溶液中加入 Ba^{+2} ，使形成 $BaSO_4$ 沉淀，再进行分光或者重量测定。这两种方法都是硫酸根测定的常用方法，产物稳定，结果准确，分光法相比重量测定法操作更加简单，是实验室中最常用的硫酸根测定方法。

4.3 测定组成多糖的单糖

对多糖中的单糖含量测定，是测定多糖结构组成的手段之一，方法是有多糖降解成独立的单糖或简单的寡糖后再进行测定。多糖降解的常用方法主要有酸水解，Smith 降解、酶解、超声波降解等，而由于无论是多糖还是水解之后的单糖都存在检测困难的问题，所以在分离分析糖类物质时都要解决糖没有荧光和紫外吸收，并且难汽化的问题。传统的色谱检测方法如纸色谱^[28]、薄层色谱，可用于检测糖醛酸或单糖组成，操作简单、分析速度快、不需衍生化，但由于结果分辨率低，定量困难，实验室中常用于实验的初步分析检测。

4.3.1 气象色谱(GC)

气相色谱是色谱的一种，流动相为气体，根据样品组分在色谱柱中的气相和液相之间的分配系数不同的色谱原理达到使组分分离检测的目的。由于糖类物质的结构特点，使得通常沸点高、难汽化，故用气相色谱法检测糖类物质时需要进行柱前衍生化，以增加其挥发性及热稳定性便于检测；通常用甲基化、酰基化、三甲基硅醚化等衍生化方法衍生后，再进行检测。张艳萍^[29]等采用气象色谱法测定了羊栖菜多糖组成及含量。采用乙酰化法分别对羊栖菜多糖水解液及单糖(岩藻糖、木糖、甘露糖、半乳糖、果糖)对照品混合液进行衍生化，在进行测定。采用该方法时，应注意硫酸浓度，若过高可能会使多糖中某些物质出现炭化。

4.3.2 高效毛细管电泳(CE)

高效毛细管电泳是 80 年代后期在电泳和色谱技术的基础上发展起来的一种新型高效的分离分析手段^[30]。根据各组分离子在高压电场力的推动下的电迁移速率的不同在毛细管通道中达到分离。该方法分离效率高,分析日寸间短,所需样品量少,但在对中性糖(如单糖)和糖醛酸进行测定时,需使用衍生化法使其带上固有电荷以改善其分子的电迁移性能。陈帆^[31]等人使用硅烷化法衍生羊栖菜测定其中单糖组成及含量,汲晨峰^[31]等人使用 α -萘胺法衍生水解后的羊栖菜多糖可以使其中大部分单糖分离,并确定影响分离效果的主要因素是缓冲液的浓度及 pH 值。

4.3.3 高效液相色谱法

糖专用柱: 高效液相色谱法是传统的检测物质方法,用高效液相色谱法检测时,由于多糖不具备紫外及荧光吸收,故在使用液相色谱糖类物质时可选用糖专用色谱柱与通用型检测器,如示差检测器、蒸发光检测器。糖专用分析柱对糖类物质具有较好分离效果。糖专用分析柱一般通过多种不同分离模式组合而成的对糖类有效的分离方式,比较常用的一种固定相是氨基键合固定相。检测时一般只用水和乙睛或甲醇的二元、三元混合溶液作流动相。示差检测器(RI)由于其检测原理,而使得 RI 并不能进行梯度洗脱,给检测带来一定的困难,且灵敏度低。蒸发光检测器(ELSD),任何挥发性低于流动相的样品均能被检测,不受其官能团的影,可用于定量或纯度检测。蒸发光散射检测器灵敏度比示差折光检测器高,对温度变化不敏感,基线稳定,可以进行梯度洗脱。目前高效液相-蒸发光连用已被广泛应用于无紫外吸收的物质,无需进行柱前或柱后衍生化,灵敏度高,检测效果好,亦可用于多糖组分的检测。高效脉冲安培阴离子色谱(HPAEC-PAD): 该方法是利用糖类化合物中经基差异而产生的 pKa 的差异,在强碱溶液中,产生出来不等量的负电荷,在检测器中的恒定电位下被氧化后产生的电流大小不同而进行分离,检测时可用 NaAc 溶液和 NaOH 进行梯度洗脱,提高分离度,可实现对几乎所有的单糖和大部分的寡糖及低聚糖的分离分析。该方法操作方便、检测灵敏度高,可进行样品的微量检测,且此方法不需要将样品衍生化分析,给糖类物质分离检测提供了新的更加简便高效的方式,目前已广泛的应用到糖类物质的分析检测中。但 HPAEC-PAD 色谱仪器成本高,使其普及应用受到一定限制。

衍生化检测方法: 糖类物质可通过衍生化方法使其转变为带有发光基团的物质,或改变其电哇。从而提高监测度,使原本难以分离的成份可以用简单的、传统分离模式分离开。常用衍

生化试剂 1-苯基-3-甲基 5 吡啶酮(PMP)、对氨基苯甲酸、2, 4 二硝基苯、对甲氧基苯胺、6-氨基喹啉、2-氨基吡啶等。衍生化法降低了糖类物质对色谱条件的特殊要求, 增加了普遍性及适用性。

衍生试剂中大部分试剂反应是类似于还原胺化反应, 需使用酸催化反应, 耗费时间长, 反应后产物不稳定等因素, 影响进一步分析。1-苯基-3-甲基-5-吡啶酮(PMP)可以与还原性的糖在温和条件下反应, 无需酸催化, 不会引起去唾液酸化的作用, 产物无立体异构体, 在紫外 245nm 处有强烈的吸收等优点已被广泛的应用于单糖组成的研究中。此方法可对大部分中哇、酸性和碱性醛糖进行分析, 可以达到很好的分离效果。

由于羊栖菜多糖组成结构复杂, 所以对其中的成分检测指标方法有多种, 各种检测方法在分析糖类物质含量方面都有各有应用在测定时选择检测方法要根据需要检测的糖类物质的性质、实验需要及条件选择合适的方法。液相色谱可以通过不同的分离模式及多种检测方法与应用技术的联合应用达到对不同性质的糖类进行分离分析, 成为目前糖类物质测定中最主要的手段。气相与电泳方法在检测多糖中的单糖组成及含量方面都可以达到很好的效果。其他检测方法如凝胶渗透色谱法常用于大分子多糖相对分子质量的分析。红外光谱法^[33], 可用于糖种类的鉴别, 确定其中的糖苷键或其空间构型、取代基、活性官能团。从而初步推测结构组成。核磁共振属于光谱学的一种, 通过电子跃迁的原理来确定分子准确结构, 也可用该方法来测定褐藻酸中甘露糖醛酸与古罗糖醛酸的摩尔比^[34]。与质谱联用(如 HPLC-MS、GC-MS)可以对多糖组分进行准确测定, 减小检测器的非选择特征造成的误差, 具有非常广阔的应用前景。对于糖类物质的检测方式, 在羊栖菜多糖中也基本适用, 虽然有很多方法还没有应用到羊栖菜多糖的检测当中。随着现代分析化学技术的进步, 检测方法繁多, 但由于多糖组成及结构的复杂性, 给检测带来极大地困难, 对多糖的质量控制及结构鉴定需多种检测手段相结合。

5 羊栖菜多糖生物活性

5.1 降血糖

现代药理学研究发现, 糖尿病的发病与自由基增多及防御系统紊乱有关。王兵^[35]等研究羊栖菜多糖对正常空腹小鼠无降低血糖作用, 也不能增强正常小鼠的负荷糖耐量, 但是, 能够有效地降低由四氧嘧啶诱导的高血糖小鼠的血糖含量对四氧嘧啶造成的动物糖尿病模型, 可使糖尿病动物血糖、血清及胰腺组织过氧化脂质水平明显降低, 能明显提高糖尿病小鼠对糖

的耐受能力，表明 SFPS 的降血糖机制并不是刺激胰岛素分泌。杨旭东^[36]等通过研究发现，SFPS 能显著改善 2-DM 模型大鼠糖脂代谢紊乱和增加胰岛素敏感性，明显降低胰岛素抵抗水平。SFPS 可剂量性地提高高糖环境下细胞的存活率，阻止 LDH 外漏，增加 NO 释放，并减少 MDA 生成，对高血糖所造成的 HUVEC 损伤和功能异常具有保护作用。

5.2 降血脂

羊栖菜 SFPS 在降血脂和预防动脉粥样硬化形成方面亦具有潜在的应用价值。李八方^[37]等研究羊栖菜多糖各剂量组均具有显著抑制高血脂模型大鼠血中总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)和低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)的增长，降低其含量，升高高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)含量的作用。3 个剂量组均好于调血脂药物肌醇烟酸酯阳性对照组；与空白对照组相比，羊栖菜多糖组和阳性药对照组均具有极显著性差异，其作用与其多糖的结构特性有关，可能有抑制胰脂肪酶及胆固醇酯酶的释放，从而延缓机体对脂肪的吸收起到降低血脂的作用。张信岳^[38]等对高脂模型的大鼠或家兔用不同浓度的 SFPS 进行灌胃，发现不同剂量的 SFPS 对不同用药时期的血脂水平影响不同。羊栖菜多糖在机体内几乎不被消化吸收，可在肠道内吸水后形成胶体，阻止脂类物质向小肠壁的扩散，因而减少了机体对脂肪的吸收，其降血脂作用可能与其膳食纤维性质有关。

5.3 抗肿瘤

羊栖菜多糖(SFPS)在抗肿瘤方面的作用及其机理研究已有很多报道，并证实具有一定的抑瘤作用，其抗肿瘤作用的机理复杂。许多学者以人体肿瘤细胞为对象的研究发现 SFPS 对肿瘤治疗有组织特异性，对肿瘤细胞有较好的抑制效果，并呈量效和时效关系。季宇彬^[39]等研究 S180、H22 荷瘤小鼠瘤重和生存的时间，观察 SFPS 在小鼠体内的抗肿瘤作用。采用 MTT 法和集落形成实验法观察 6 种肿瘤细胞的抑制作用。结果证明 SFPS 是通过诱导肿瘤细胞凋亡，导致人直肠癌细胞和胃癌细胞均具有较好的抑制作用。并通过流式细胞仪观察 SFPS 对肿瘤细胞的周期及凋亡的影响，发现羊栖菜活性多糖通过诱导肿瘤细胞凋亡而发挥抗肿瘤的作用。李杰女^[40]等研究 SFPS-1 诱导人胃癌细胞凋亡作用及对细胞 Ca^{2+} 和 pH 值的影响，发现药物作用后细胞 Ca^{2+} 明显上升，pH 值明显降低，表明 SFPS-B1 对 SGC-7901 细胞增殖有抑制作用。陈金星^[41]等通过 MTT 法检测 SFPS 在体外抑制大肠癌细胞增殖的抑制率，发现可见细胞膜表面微绒毛减少、染色质固缩、边集，凋亡小体形成，表明 SFPS 在体外能够显著诱

导 Iovo 和 RKO 细胞凋亡,这可能是 SFPS 抑制人大肠癌细胞增殖的机制之一。岑颖洲^[25]等通过不同的提取方式制备出不同的羊栖菜活性多糖,采用 MTT 法测定各羊栖菜多糖样品对人肝癌细胞 HepG2 的生长抑制率,结果证明两种多糖在低浓度对其抑制作用增加,其余多糖随着浓度的增加,抑制作用增强。

5.4 抗氧化

SFPS 具有减少 LPO 含量,增加 SOD、CAT 活性,清除过氧阴离子自由基和羟基自由基等一系列作用,是有效的自由基清除剂,国内关于羊栖菜多糖抗氧化的研究报道表明,SFPS 可保护高脂血症时机体内抗氧化酶类活性,使自由基代谢紊乱情况得以纠正,从而维持机体氧化及抗氧化系统的动态平衡,减少自由基的毒副作用,进而降低脂质过氧化作用对血管的损伤。季宇彬^[6]研究表明 SFPS 对 L615 小鼠血、肝、脾中的脂质过氧化物(LPO)含量有显著降低作用,过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)活性有促进作用,但对小鼠血、肝、脾中的谷胱甘肽过氧化物酶活性均无影响。罗先群^[40]报道海藻硫酸酯多糖(SPS)具有清除活性氧的作用,是有效的自由基清除剂。石达友^[41]研究表明海藻多糖能显著提高血清超氧化物歧化酶活性、能显著提高血清 SOD 活性和能显著提高免疫器官指数。黄鹏纳^[42]等采用腹腔注射 CCl₄ 制造小鼠肝损伤动物模型,研究显示在体外,海藻多糖可剂量依赖性地抑制 Fenton 反应导致的 CCl₄ 毒化小鼠肝匀浆中 LPO 的生成,体内灌胃羊栖菜活性多糖可明显降 CCl₄ 低毒化小鼠血清 SGPT 活性,结果证明羊栖菜活性多糖可以降低肝组织损伤,具有一定的抗氧化作用;贾之慎等^[43]进行的清除自由基的实验表明褐藻多糖硫酸酯具有清除超氧离子自由基(O₂⁻)的能力。

5.5 调节免疫

自 20 世纪 70 年代以来,人们对糖类物质的生物学功能有了新的认识,发现多糖及糖复合物参与了细胞的各种生命活动的调节,如免疫细胞间信息的传递与感受。SFPS 对细胞免疫、体液免疫和非特异性免疫均起着不同程度的增强作用。它不仅可以激活 T 细胞、B 细胞、MU、TK 细胞、TCL 细胞、LAK 细胞等免疫细胞的活性,促进 IL-1, TNF, H₂O₂, NO, C₃ 等效应因子的形成^[44],还可抑制红细胞膜上 Na⁺, K⁺-ATPase 活性,发挥强大的免疫网络功能^[45]。季宇彬^[46]等,建立肿瘤动物模型,使用高效毛细管电泳技术,分析 SFPS 对肿瘤机体红细胞合淌度的影响。结果显示,阴性对照组红细胞电泳迁移时间比正常对照组滞后,而通过腹腔

注射不同剂量 SFPS 的小鼠红细胞，电泳迁移时间均比阴性对照组有不同程度的提前，并且统计学差异显著。表明 SFPS 能过改变肿瘤机体红细胞的合滴度，并使之趋向于正常水平，这可能与其改变红细胞表面的电荷密度有关。在 SFPS 细胞免疫促进作用方面作了季宇彬^[46]等人作了系统化的研究，研究表明 SFPS 能提高巨噬细胞的吞噬能力，并能激活吞噬作用。此外，SFPS 不仅对荷瘤小鼠红细胞膜上 C₃b 受体有直接作用，还能调节血清中红细胞免疫抑制因子和免疫促进因子的含量和活性。蒋定文等^[25]研究表明羊栖菜多糖复方制剂对白细胞数、胸腺、脾脏指数均有改善，表明羊栖菜多糖复方制剂对小鼠的免疫器官具有一定的保护作用。羊栖菜多糖(SFPS)免疫调节方面报道较多，在哺乳动物中已证实能增强特异性免疫功能和非特异性免疫功能，可大大增强小鼠腹腔巨噬细胞的吞噬能力及对细胞免疫和体液免疫的功能。

5.6 其它生物活性

羊栖菜多糖对心肌细胞磷酸激酶(CPK)的保护作用，证明 SFPS 能有效地减轻心肌细胞 CPK 的漏出，具有良好的抗心肌缺血再灌注损伤作用^[47]。李八方等^[48]人在 SFPS 对大鼠和小鼠的生长发育影响的实验研究中发现 SFPS 对促生长发育有一定促进作用，而且与剂量相关。另外羊栖菜硫酸多糖在抗凝血方面也具有明显的效果，主要是通过抑制内源途径而达到抗凝血不同效果，并呈现出浓度依赖性。除此外，SFPS 复方制剂对小鼠的免疫器官及生殖器官的辐射损伤具有一定的保护作用，并有抗疲劳和抑制杀伤病毒等作用^[49]。

6 展望

虽然多糖研究在国内外开展的时间不长，但由于其优势所在，发展非常迅速，从多糖的提取、合成到多糖的结构、作用机理等等都不断有新的发现。羊栖菜活性多糖的提取工艺除了传统的热水浸提法运用于生产中，其余的提取方式仅局限于实验条件，传统的热水浸提生产限制了处理的物料量，提取效率低、时间长、能耗大，缺乏有效的工程放大手段和方法，从而限制了其在大规模生产中的应用。因此，采用现代化手段保证羊栖菜多糖活性的基础上，提高生产效率，是今后羊栖菜多糖产业化研究方向。目前羊栖菜多糖的功能研究虽已取得很大的进展，但其结构、生物活性、作用机理等还有许多不明确的地方，同时缺乏有效的检测手段，尤其是 SFPS 的分子质量、硫酸根含量、空间构象等对生理活性的影响缺乏系统研究，

仍需做进一步探索。随着科学家们对羊栖菜多糖的研究加深，人们对其医疗保健价值认识不断深化，羊栖菜多糖作为抗肿瘤、降血糖、降血脂药物的增效剂和抗氧化功能性食品毒副作用小，必将成为开发研制新药及食品提供科学依据，在食品或医药领域具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 李波, 许时婴. 羊栖菜的研究进展[J]. 食品研究与开发. 2003(03)
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2010 版一部 [M].北京: 中国医药科技出版社, 2010: 277.
- [3] Lee David Y-W, Lin Xudong, Paskaleva Elena E, Liu Yanze, Puttamadappa Shadakshara S, Thornber Carol, Drake James R, Habulin Maja, Shekhtman Alexander, Canki Mario.Palmitic Acid Is a Novel CD4 Fusion Inhibitor That Blocks HIV Entry and Infection. AIDS Research and Therapy . 2009
- [4] Paskaleva Elena, Lin Xudong, Duus Karen, McSharry James, Veille Jean-Claude, Thornber Carol, Liu Yanze, Lee David, Canki Mario.Sargassum fusiforme fraction is a potent and specific inhibitor of HIV-1 fusion and reverse transcriptase. Virology Journal . 2008
- [5] Ji YB , Ji CF , Wang C.Study on S180 tumor mice erythrocyte membrane function of Sargassum fusiform polysaccharides. 7th Asian-Pacific Conference on Medical and Biological Engineering . 2008
- [6] 李杰女, 汲晨锋, 季宇彬. 羊栖菜多糖药用活性的研究进展[J]. 亚太传统医药. 2009(07)
- [7] 梅雪樵, 王璐, 李浩田. 羊栖菜多糖的提取及氯化钙分级、乙醇分级的研究[J]. 中国药业. 2009(10)
- [8] 张喆迹, 刘雪莲, 许剑锋, 刘承初. 羊栖菜硫酸多糖的提取工艺与最佳提取条件[J]. 食品工业科技. 2008(11)
- [9] M Fujihara , T Nagumo.An influence of the structure of alginate on the chemotactic activity of macrophages and the antitumor activity. Carbohydrate Research . 1993
- [10] Iwamoto Y.Enzymatically depolymerized alginate oligomers that cause cytotoxic cytodine production in humanmononuclear cells. J Biosci Biotech Biochem . 2003
- [11] Kumar G P, Suheesh S, Vijayalakshmi N R.Hypoglycemic effect of Coccinia indica: mechanism of action. Planta Medica . 1993
- [12] Nishino T, Naugumo T, Kiyohara H, Yamada H.Structural characterization of a new anticoagulant fucan sulfate from the brown seaweed Ecklonia kurome. Carbohydrate Research . 1991
- [13] Su XR , LI TW Ding MJ. Analysis of the nutrients in sporophyll of Undaira Pinnatiifda(Hary.) Suringar[J].JAeta Nutrimenta Siniea , 1994, 16(2): 236-238.
- [14] W.A.J.P. Wijesinghe , You-Jin Jeon. Biological activities and potential industrial applications of fucose rich sulfated polysaccharides and fucoidans isolated from brown seaweeds: A review. Carbohydrate Polymers . 2012

- [15] Ghosh T, Chattopadhyay K, Marschall M, et al. Focus on antivirally active sulfated polysaccharides: from structure-activity analysis to clinical evaluation. *Glycobiology*. 2009
- [16] 刘占峰, 孙汉文. 多糖的化学修饰研究进展[J]. 河北大学学报(自然科学版). 2005(01)
- [17] 陈绍瑗, 陈耀祖, 莫卫民. 海洋药物研究(II)—羊栖菜中蛋白质和氨基酸分析[J]. 浙江工业大学学报. 1998(01)
- [18] 卞俊, 吴越芳, 张吉德, 肖靖. 羊栖菜多糖不同提取工艺的初步比较[J]. 中华航海医学与高压医学杂志. 2002(03)
- [19] 唐志红, 吕家森, 贾晓晨, 等. 羊栖菜多糖微波提取工艺的研究 [J]. 时珍国医国药, 2011, 22(10): 2440-2442.
- [20] 张胜帮, 麻卫锋, 于萍. 羊栖菜多糖提取分离及其清除自由基的活性研究[J]. 食品科学. 2009(18)
- [21] 王勤, 宁准梅, 林之川. 羊栖菜多糖提取工艺的研究[J]. 食品工业. 2007(06)
- [22] 李波, 许时婴. 羊栖菜中褐藻糖胶的提取纯化研究[J]. 食品工业. 2004(02)
- [23] 过菲, 许时婴, 林之川. 超滤技术在羊栖菜粗多糖提取工艺中的应用[J]. 食品工业科技. 2002(10)
- [24] 周峙苗. 羊栖菜多糖的提取与纯化研究 [D]. 浙江: 浙江工业大学, 2003.
- [25] 蒋定文, 沈先荣, 栾洁, 陈伟, 陆敏, 杨翊方, 张建国. 羊栖菜多糖复方对雄性小鼠免疫及生殖器官辐射伤的防护[J]. 解放军预防医学杂志. 2008(06)
- [26] 岑颖洲, 王凌云, 马夏军, 许少玉, 张美英, 王一飞. 羊栖菜多糖体外抗病毒作用研究[J]. 中国病理生理杂志. 2004(05)
- [27] 王翀, 吴涛. 羊栖菜多糖提取与含量的测定[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版). 2006(01)
- [28] 张惟杰主编. 糖复合物生化研究技术[M]. 浙江大学出版社, 1999
- [29] 张艳萍, 俞远志. 气相色谱法分析羊栖菜多糖的组分及其含量[J]. 粮油食品科技. 2006(02)
- [30] 丁侃, 方积年. 多糖类药物的毛细管电泳分析方法及其应用[J]. 色谱. 1999(04)
- [31] 陈帆, 占舟. 海洋药物羊栖菜中单糖的毛细管色谱分离研究[J]. 温州师范学院学报(自然科学版). 2001(06)
- [32] 汲晨锋, 季宇彬, 王翀, 吴涛. 羊栖菜多糖含量测定及多糖组分分析[J]. 世界科学技术. 2006(05)
- [33] Mao W, Li B, Gu Q, et al. Preliminary studies on the chemical characterization and antihyperlipidemic activity of polysaccharide from the brown alga *Sargassum fusiforme*. *Hydrobiologia*. 2004
- [34] Torres MR, Sous A Silva Filho EA, et al. Extraction and Physicochemical characterization of *Sargassum vulgare* galactate from Brazil[J]. *CarbohydrRes*, 2007, 342(14): 2067-2074.
- [35] 王兵, 李靖, 马舒冰, 黄传贵, 陈红, 黄巧娟. 羊栖菜多糖降血糖作用的实验研究[J]. 中国海洋药物. 2000(03)
- [36] 杨旭东, 张杰, 崔荣军. 羊栖菜多糖改善 2 型糖尿病大鼠胰岛素抵抗的实验研究△[J]. 中国海洋药物. 2011(04)
- [37] 李八方, 毛文君, 曹立民. 羊栖菜多糖对高血脂模型大鼠血脂的影响[J]. 中国水产科学. 2000(02)
- [38] 张信岳, 程敏, 孟倩超, 叶小弟, 郑高利, 李士敏. 羊栖菜多糖降血脂作用研究[J]. 中国海洋药物. 2003(05)
- [39] 季宇彬, 高世勇, 张秀娟. 羊栖菜多糖抗肿瘤作用及其作用机制的研究[J]. 中国海洋药物. 2004(04)
- [40] 罗先群, 王新广, 杨东升. 海藻多糖的结构、提取和生物活性研究新进展[J]. 中国食品添加剂. 2006(04)

- [41] 石达友,刘汉儒,黎建华,卓曲,韩桂祥,胡宇莉. 中药对鸡新城疫灭活疫苗免疫效果的影响[J]. 中国兽医科技. 2004(02)
- [42] 黄朋纳, 黄清松. 海藻多糖抗氧化作用的实验研究[J]. 宜春学院学报. 2012(04)
- [43] 贾之慎, 邬建敏, 郑海龙, 江寅波, 朱红英. 羊栖菜中褐藻多糖硫酸酯的分离和组分分析[J]. 浙江农业大学学报. 1998(06)
- [44] 徐中平,李福川,王海仁. 昆布多糖硫酸酯的抑制血管生成和抗肿瘤作用[J]. 中草药. 1999(07)
- [45] 季宇彬,孔琪,高世勇,江蔚新,杨宝峰. 羊栖菜多糖对荷瘤小鼠红细胞膜 $\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATPase}$ 活性的影响[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版). 2001(01)
- [46] 季宇彬,王翀,吴涛,汲晨锋. 高效毛细管电泳分析羊栖菜多糖对肿瘤机体红细胞合滴度的影响[J]. 色谱. 2007(03)
- [47] 阮积惠. 羊栖菜的药用功能研究现状[J]. 中国野生植物资源. 2001(06)
- [48] 李八方,毛文君,胡建英. 羊栖菜水提取物及其复方食品对机体生长发育的影响[J]. 中国海洋药物. 1999(04)
- [49] 王润生,东方. 羊栖菜多糖活性研究评述[J]. 黑龙江医药. 2013(05)