

中国经济海藻提取物生物活性*

徐秀丽 范晓¹⁾ 宋福行

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071; 中国科学院研究生院 北京 100039)

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 分别采用 MTT 法、双碟法、酶标法、光度法和增重法测定了广西涠洲岛、广东硃洲岛、山东青岛和威海沿岸具有代表性的大型海藻提取物的抗肿瘤、抗菌、免疫、抗炎、抑制 α -葡萄糖苷酶和抗氧化的活性。结果表明,鸭毛藻、松节藻、小粘膜藻和点叶藻的甲醇提取物具有选择性细胞毒活性;酸藻水相、鸭毛藻的乙酸乙酯相有较强的抗菌活性;金膜藻、网地藻、石莼和萱藻的甲醇提取物有较好的免疫抑制活性;三叉仙菜、龙须菜、海萝、绳藻和小粘膜藻的甲醇提取物有较好的免疫增强活性;细枝软骨藻、粗枝软骨藻和绳藻的甲醇提取物有显著的抗炎活性;松节藻、肠浒苔和扁江蓐的脂溶性提取物能有效地抑制 α -葡萄糖苷酶的活性;褐藻多酚具有明显的抗氧化活性。

关键词 海藻, 提取物, 活性

中图分类号 R931.77

海洋是天然药物的重要来源,早在公元前 1027 年至公元前 300 年,我国就将海洋药物应用于医疗实践。由于常年生活在特殊生态环境下,海藻普遍含有特殊作用的生物活性物质。近几年来,随着高灵敏的现代分析和分离技术应用于海藻资源的开发,已发现了一批重要的抗癌(Yoo *et al.*, 2002; 徐年军, 2001)、抗爱滋病(Beress *et al.*, 1996)、抗菌(Etahiri *et al.*, 2001; Takahashi *et al.*, 2002; 徐年军, 2002; 牛荣丽, 2003)等生理活性物质。作者研究了

海藻提取物的抗肿瘤、抗菌、免疫、抗炎、抗氧化和抑制 α -葡萄糖苷酶的活性,旨在指导海藻药用先导化合物的分离纯化工作,使之更具针对性。

1 材料

综合考虑我国海藻的分布和已有的文献报道(黄宗国, 1994; 梅俊学, 1998; 庄树宏, 2001),在广西涠洲岛、广东硃洲岛、山东青岛和威海采集有代表性的海藻 62 种(包括红藻、褐藻、绿藻),见表 1。

表 1 实验用海藻样品

Tab 1 The samples of marine alga for experiment

拉丁文名称	中文名称	采集地点	采集时间(年·月)
Rhodophyceae	红藻		
<i>Ceramium boydenii</i>	波登仙菜	山东威海	2000.05
<i>Ceramium japonicum</i>	日本仙菜	山东威海	2000.05
<i>Ceramium kondoi</i>	三叉仙菜	山东威海	2000.05
<i>Chondria crassicaulis</i>	粗枝软骨藻	山东威海	2000.05
<i>Chondria tenuissima</i>	细枝软骨藻	山东威海	2000.05
<i>Chondrus crispus</i>	皱波角叉菜	青岛汇泉角	2000.12

* 国家自然科学基金重点基金资助项目, B20001702 号; 国家高技术发展计划(863 计划)专项, 2001AA620403 号。徐秀丽, 博士, E-mail: xiulixu@eyou.com

1) 通讯作者: E-mail: fxiao@ms.qdio.ac.cn

收稿日期: 2003-01-12, 收修改稿日期: 2003-09-18

续表

拉丁文名称	中文名称	采集地点	采集时间 (年·月)
<i>Chondrus ocellatus</i>	角叉菜	青岛汇泉角	2000.10
<i>Chrysmenia urightii</i>	金膜藻	山东威海	2000.05
<i>Corallina officinalis</i>	珊瑚藻	青岛太平角	2000.10
<i>Corallina pilulifera</i>	小珊瑚藻	青岛汇泉角	2000.10
<i>Gelidium amansii</i>	石花菜	山东威海	2000.05
<i>Gloiopeltis furcata</i>	海萝	青岛汇泉角	2000.10
<i>Gloiosiphonia capillaris</i>	胶管藻	山东威海	2000.05
<i>Gracilaria lemaneiformis</i>	龙须菜	山东威海	2000.05
<i>Gracilaria textorii</i>	扁江蓐	青岛太平角	2000.10
<i>Gracilaria verrucosa</i>	江蓐	青岛太平角	2000.10
<i>Gratidoupia filicina</i>	蜈蚣藻	青岛太平角	2000.07
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	扇形叉枝藻	青岛太平角	2000.07
<i>Halymenia sinensis</i>	海膜	青岛太平角	2000.07
<i>Heterosiphonia japonica</i>	异管藻	青岛团岛	2000.12
<i>Hyalosiphonia caespitosa</i>	亮管藻	山东威海	2000.05
<i>Laurencia internodia</i>	异枝凹顶藻	青岛太平角	2001.12
<i>Plocamium telfairiae</i>	海头红	山东威海	2000.05
<i>Polysiphonia urceolata</i>	多管藻	青岛汇泉角	2000.05
<i>Porphyra yezoensis</i>	条斑紫菜	青岛团岛	2000.12
<i>Rhodomela confervoides</i>	松节藻	山东威海	2000.05
<i>Synphyocladia latiuscula</i>	鸭毛藻	青岛太平角	2000.07
Phaeophyceae	褐藻		
<i>Chorda filum</i>	绳藻	青岛汇泉角	2000.05
<i>Codium sinuosa</i>	囊藻	山东威海	2000.05
<i>Desmarestia viridis</i>	酸藻	青岛汇泉角	2000.10
<i>Dictyopteris divaricata</i>	叉开网翼藻	青岛太平角	2000.10
<i>Dictyota dichotoma</i>	网地藻	青岛太平角	2000.10
<i>Ectocarpus confervoides</i>	水云	山东威海	2000.05
<i>Hydroclathrus dathretus</i>	网膜藻	山东威海	2000.05
<i>Laminaria japonica</i>	海带	青岛太平角	2000.10
<i>Leathesia difformis</i>	粘膜藻	山东威海	2000.05
<i>Leathesia nana</i>	小粘膜藻	山东威海	2000.05
<i>Myelophycus simplex</i>	单条肠髓藻	山东威海	2000.05
<i>Punctaria latifolia</i>	点叶藻	山东威海	2000.05
<i>Punctaria plataginea</i>	厚点叶菜	青岛太平角	2000.10
<i>Sargassum angustifolium</i>	狭叶马尾藻	广西涠洲岛	2000.05
<i>Sargassum capophyllum</i>	叶托马尾藻	广西涠洲岛	2000.05
<i>Sargassum fusiforme</i>	羊栖菜	广东碓洲岛	2000.05
<i>Sargassum hemiphyllum</i>	半叶马尾藻	广西涠洲岛	2000.05
<i>Sargassum henslevianum</i>	亨氏马尾藻	广西涠洲岛	2000.05

续表

拉丁文名称	中文名称	采集地点	采集时间(年·月)
<i>Sargassum kjellmanianum</i>	海黍子	青岛汇泉角	2000.05
<i>Sargassum naozhouense</i>	碓洲马尾藻	广东碓洲岛	2000.05
<i>Sargassum siliquastrum</i>	裂叶马尾藻	青岛太平角	2000.10
<i>Sargassum subtilissimum</i>	纤细马尾藻	广西涠洲岛	2000.05
<i>Sargassum tenue</i>	细枝马尾藻	广西涠洲岛	2000.05
<i>Sargassum thunbergii</i>	鼠尾藻	青岛太平角	2000.10
<i>Sargassum vachellianum</i>	瓦氏马尾藻	广西涠洲岛	2000.05
<i>Scytosiphon lomentarius</i>	萱藻	山东威海	2000.05
<i>Undaria pinnatifida</i>	裙带菜	青岛太平角	2000.12
Chlorophyceae	绿藻		
<i>Blidingia minima</i>	盘苔	山东威海	2000.05
<i>Calium fragile</i>	刺松藻	青岛汇泉角	2000.10
<i>Enteromorpha compressa</i>	扁浒苔	青岛太平角	2000.10
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	肠浒苔	青岛太平角	2000.10
<i>Enteromorpha linza</i>	缘管浒苔	青岛太平角	2000.10
<i>Enteromorpha prolifera</i>	浒苔	青岛太平角	2000.10
<i>Ulva latuca</i>	石莼	青岛太平角	2000.12
<i>Ulva pertusa</i>	孔石莼	山东威海	2000.05

2 方法

2.1 海藻样品处理

海藻样品由中国科学院海洋研究所分类室鉴定。将采集的新鲜海藻用净化处理过的海水清洗,以除去沉积物、浮游动物和其它附着物,然后切碎,称量,甲醇浸泡提取,过滤,滤渣再重复浸提两次,合并提取液,用旋转蒸发仪减压浓缩成浸膏,温度低于 50℃,作为海藻粗提样品,留待进行抗肿瘤、抗菌、免疫和抗炎活性测定;按 Bligh-Dyer 法(Bligh *et al.*, 1959)提取藻中的脂类,进行 α -葡萄糖苷酶抑制活性的测定;用透析纯化的褐藻多酚(Yan *et al.*, 1996)进行抗氧化活性的测定。

2.2 筛选模型

2.2.1 抗肿瘤模型 采用 MTT 法(韩锐等, 1997),对各海藻提取物进行 KB 细胞、HT-29 细胞和正常人体细胞 NIH-3T3 的活性筛选,用酶联免疫检测仪于 550nm 处测 OD 值。计算出样品的半致死剂量 LD₅₀值。

2.2.2 抗菌模型 采用双碟法(范秀容等, 1996),对各海藻提取物进行抗菌活性实验。用于抗菌活性实验的菌种为大肠杆菌(G⁺) [*Escherichia coli*(Migula), Castellani *et Chalmers*] 和金黄色葡萄球

菌(G⁻) (*Staphylococcus aureus* Rosenbach),测定样品抑菌圈的直径大小。

2.2.3 免疫模型 进行 T、B 淋巴细胞的增殖反应及细胞毒实验。淋巴细胞在有丝分裂原 ConA, LPS 的刺激下,细胞的形态和代谢可发生一系列的变化,转化为母细胞,并分化增殖,用有机溶剂溶解后,可用酶标仪检测 OD 值。

2.2.4 抗炎模型 采用 HLE 酶靶筛选模型,以炎症过程中的人白细胞弹性蛋白酶(HLE)为酶靶,Meo-Su e Ala-Ala-Pro-Val-P-nitroanilide 为底物,根据酶学反应原理,利用酶标仪测定吸收值,计算抗炎活性。

2.2.5 α -葡萄糖苷酶抑制活性模型 α -葡萄糖苷酶抑制剂对于 II 型糖尿病具有一定疗效。利用 α -葡萄糖苷酶催化水解对硝基苯基- α -D-吡喃葡萄糖苷,通过测定释放出来的对硝基苯酚的量确定 α -葡萄糖苷酶活性(Saul *et al.*, 1983; Atsumi *et al.*, 1990; Kurihara *et al.*, 1994)。以一定时间内反应体系中对硝基苯酚的含量变化来计算提取物的酶抑制活性。

2.2.6 抗氧化模型 从马尾藻中提取褐藻多酚,利用国内外常用的食品抗氧化剂(BHA, BHT, PG) 60h 对鱼油的抗氧化效果实验,即用增重法来测定

样品的抗氧化效果。由于不饱和脂肪酸与空气中的氧气,生成了过氧化物使得样品的重量增加,显然加入的抗氧化剂活性越强,其氧化速度越慢;重量增加的速率越慢,重量的增加越小。

3 结果

3.1 抗肿瘤活性

实验结果表明(表2),红藻门的细枝软骨藻(*Chondria tenuissima*)、松节藻(*Rhodomela confervoides*)、鸭毛藻(*Symphocladia latiuscula*)、褐藻门的小粘膜藻(*Leathesia nana*)、点叶藻(*Punctaria latifolia*)的甲醇提

取物具有较好的对KB细胞的选择性细胞毒活性。红藻门的松节藻(*Rhodomela confervoides*)、鸭毛藻(*Symphocladia latiuscula*)、褐藻门的小粘膜藻(*Leathesia nana*)、点叶藻(*Punctaria latifolia*)的甲醇提取物都具有较好的对HF-29细胞的选择性细胞毒活性。其中抗肿瘤活性最高的是小粘膜藻(*Leathesia nana*),其粗提物对KB和HF-29细胞均有较好的抑制活性,对正常细胞NIH-3T3基本上不具有毒性;多管藻(*Polysiphonia urceolata*)和孔石莼(*Uva pertusa*)虽然对KB和HF-29细胞有较大的抑制活性,但对正常细胞NIH-3T3也有较大的毒性作用。

表2 海藻甲醇提取物对肿瘤细胞和正常细胞的半致死剂量 LD₅₀($\mu\text{g}/\text{ml}$)

Tab. 2 LD₅₀($\mu\text{g}/\text{mL}$) of MeOH extract of marine alga toward tumor and normal cell

海藻名称	KB	HF-29	NIH-3T3	海藻名称	KB	HF-29	NIH-3T3
Rhodophyceae				Phaeophyceae			
<i>Ceramium boydenii</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Chordafilum</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Ceramium japonicum</i>	> 50	49.33	> 50	<i>Colpomenia sinuosa</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Ceramium kondoi</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Desmarestia viridis</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Chondria tenuissima</i>	42.79	> 50	> 50	<i>Diacyclops divaricata</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Chondrus ocellatus</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Ectocarpus confervoides</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Chrysmenia wrightii</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Laminaria japonica</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Corallina pilulifera</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Leathesia diffracta</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Gelidium amansii</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Leathesia nana</i>	12.65	40.60	> 50
<i>Graclaria lananiformis</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Mydophycus simplex</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Graclaria verrucosa</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Punctaria latifolia</i>	38.99	45.42	> 50
<i>Gratidoupia filicina</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Punctaria plataginea</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Sargassum ljellmanianum</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Heterosiphonia japonica</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Sargassum siliquastrum</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Hyalosiphonia caespitosa</i>	> 50	> 50	> 50	<i>Sargassum thunbergii</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Polysiphonia urceolata</i>	40.00	26.01	42.36	<i>Undaria pinnatifida</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Porphyra yezoensis</i>	> 50	50	> 50	Chlorophyceae			
<i>Rhodomela confervoides</i>	37.04	40.50	> 50	<i>Codium fragile</i>	> 50	> 50	> 50
<i>Symphocladia latiuscula</i>	36.20	43.34	> 50	<i>Enteromorpha prolifera</i>	> 50	> 50	> 50
				<i>Uva pertusa</i>	29.93	14.93	23.89

3.2 抗菌活性

实验结果表明(表3),鸭毛藻(*Symphocladia latiuscula*)、酸藻(*Desmarestia viridis*)、松节藻(*Rhodomela confervoides*)和孔石莼(*Uva pertusa*)的水相,能较好的抑制大肠杆菌;酸藻(*Desmarestia viridis*)的水相,浒苔(*Enteromorpha prolifera*)、小粘膜

藻(*Leathesia nana*)、松节藻(*Rhodomela confervoides*)、海黍子(*Sargassum ljellmanianum*)、鸭毛藻(*Symphocladia latiuscula*)、孔石莼(*Uva pertusa*)的乙酸乙酯相,能较好的抑制金黄色葡萄球菌。酸藻(*Desmarestia viridis*)的水相和鸭毛藻(*Symphocladia latiuscula*)的乙酸乙酯相对两种细菌均有抑制作用。

表 3 海藻甲醇提取物抗菌活性

Tab. 3 The antibacterial activity of marine alga of MeOH extract

藻种	提取物	含量(g/ml)	抑菌圈(mm)	
			大肠杆菌	金黄色葡萄球菌
<i>Chondrus ocellatus</i>	水相	0.157	0	0
<i>Calium fragile</i>	水相	0.346	0	0
<i>Desmarestia viridis</i>	水相	0.144	9.0	10
<i>Enteromorpha prolifera</i>	水相	0.305	0	0
<i>Gratdoupia filicina</i>	水相	0.272	0	0
<i>Lathesia nana</i>	水相	0.462	0	0
<i>Rhodomela confervoides</i>	水相	0.313	8.5	0
<i>Sargassum kjelimanianum</i>	水相	0.164	0	0
<i>Symphocladia latiuscula</i>	水相	0.522	12	0
<i>Uva pertusa</i>	水相	0.300	8.5	0
<i>Chondrus ocellatus</i>	乙酸乙酯相	0.023	0	0
<i>Calium fragile</i>	乙酸乙酯相	0.147	0	7.5
<i>Desmarestia viridis</i>	乙酸乙酯相	0.101	0	6.5
<i>Enteromorpha prolifera</i>	乙酸乙酯相	0.081	0	8.0
<i>Gratdoupia filicina</i>	乙酸乙酯相	0.032	0	7.0
<i>Lathesia nana</i>	乙酸乙酯相	0.102	0	9.0
<i>Rhodomela confervoides</i>	乙酸乙酯相	0.088	0	9.0
<i>Sargassum kjelimanianum</i>	乙酸乙酯相	0.032	0	10
<i>Symphocladia latiuscula</i>	乙酸乙酯相	0.162	6.5	14
<i>Uva pertusa</i>	乙酸乙酯相	0.116	0	8.5
空白对照			0	0

3.3 免疫活性

表 4 中数据百分比前有负号表示此样品对 T、B 细胞有抑制作用, 对于某些自身免疫性疾病和器官移植后的排异反应有效; 百分比前没有负号表示此样品对 T、B 细胞有增强作用, 对于免疫功能低下的疾病有效。在无细胞毒的情况下, T、B 淋巴细胞的增强/抑制百分比在 $\pm 15\%$ 以上, 就表示有免疫调节作用。

实验结果表明, 当实验测定浓度为 $1\mu\text{g/ml}$ 时, 金膜藻 (*Chrysomenia wrightii*)、网地藻 (*Dictyota di-*

chotoma)、水云 (*Ectocarpus confervoides*)、单条肠髓菜 (*Myelophycus simplex*)、石莼 (*Ulva lactuca*) 对 T 淋巴细胞增殖有较好的抑制活性, 金膜藻 (*Chrysomenia wrightii*)、萱藻 (*Scytosiphon lomentarius*)、石莼 (*Ulva lactuca*) 对 B 淋巴细胞增殖有较好的抑制活性; 海萝 (*Gloiopeltis furcata*)、海膜 (*Halymenia sinensis*)、酸藻 (*Desmarestia viridis*)、浒苔 (*Enteromorpha prolifera*) 对 T 淋巴细胞增殖有较好的增强活性, 三叉仙菜 (*Ceramium kondoi*)、龙须菜 (*Gracilaria lemaneiformis*)、绳藻 (*Chorda filum*)、小粘膜藻 (*Leathesia nana*) 对 B 淋巴细胞增殖有较好的增强活性。

表 4 海藻甲醇提取物对 T、B 淋巴细胞的免疫调节活性

Tab. 4 The immune modulation activity of the MeOH extract of marine alga toward T and B lymphocyte

拉丁文名称	毒性 有/无	T 细胞 增殖(%)	B 细胞 增殖(%)	拉丁文名称	毒性 有/无	T 细胞 增殖(%)	B 细胞 增殖(%)
Rhodophyceae				<i>Symphodadia latiuscula</i>	有	33	21
<i>Ceramium japonicum</i>	无	20	5	Phaeophyceae			
<i>Ceramium kondoi</i>	无	10	53	<i>Chorda filum</i>	无	11	70
<i>Chondria crassicaulis</i>	无	3	8	<i>Desmarestia viridis</i>	无	33	15
<i>Chondria tenuissima</i>	无	7	17	<i>Dictyopteris divaricata</i>	无	- 10	- 12
<i>Chondrus crispus</i>	无	13	8	<i>Dictyota dichotoma</i>	有	- 34	25
<i>Chondrus ocellatus</i>	无	23	7	<i>Ectocarpus confervoides</i>	无	- 25	- 3
<i>Chrysiomena wrightii</i>	无	- 22	- 39	<i>Leathesia nana</i>	无	0	43
<i>Crallina officinalis</i>	无	9	20	<i>Myrdophycus simplex</i>	无	- 26	16
<i>Gelidium amansii</i>	无	13	24	<i>Punctaria latifolia</i>	无	- 2	- 15
<i>Gloiopeltis furcata</i>	无	43	15	<i>Sargassum ljdmanianum</i>	有	14	20
<i>Gloiosiphonia capillaris</i>	无	- 9	- 2	<i>Sargassum siliquastrum</i>	无	10	16
<i>Gracilaria lananiformis</i>	无	20	68	<i>Sargassum thunbergii</i>	无	12	22
<i>Gracilaria verrucosa</i>	无	23	21	<i>Scytosiphon lomentarius</i>	无	- 5	- 42
<i>Grateloupia filicina</i>	有	27	15	<i>Undaria pinnatifida</i>	无	18	- 2
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	无	7	13	Chlorophyceae			
<i>Halymenia sinensis</i>	有	41	7	<i>Blidingia minima</i>	无	- 6	- 5
<i>Heterosiphonia japonica</i>	无	- 9	- 4	<i>Codium fragile</i>	无	10	- 4
<i>Laurencia intermedia</i>	无	8	19	<i>Enteromorpha prolifera</i>	无	33	23
<i>Plocamium telfairiae</i>	无	25	7	<i>Ulva lactuca</i>	无	- 20	- 25
<i>Porphyra yezoensis</i>	无	12	2	<i>Ulva pertusa</i>	无	- 4	- 8
<i>Rhodomela confervoides</i>	无	20	13				

3.4 抗炎活性

实验结果表明(表 5),粗枝软骨藻(*Chondria crassicaulis*)、细枝软骨藻(*Chondria tenuissima*)、绳藻(*Chorda filum*)、江蓠(*Gracilaria verrucosa*)、小粘膜藻(*Leathesia nana*)、海头红(*Plocamium telfairiae*)和鸭毛藻(*Symphocladia latiuscula*)表现出较高的抑制活性(> 70%)。其中,绳藻(*Chorda filum*)的抑制活性最高,为 98.9%。

3.5 α -葡萄糖苷酶抑制活性

实验结果表明(表 6),当脂溶性提取物的浓度为 79.6 μ g/ml 时,大多数海藻脂溶性提取物对 α -葡萄糖苷酶具有较好的抑制活性,可以达到 40% 以上。扁江蓠(*Gracilaria textorii*)、海头红(*Plocamium telfairiae*)、松节藻(*Rhodomela confervoides*)、叉开网翼藻(*Dictyopteris divaricata*)和肠浒苔(*Enteromorpha intestinalis*),对 α -葡萄糖苷酶的抑制活性能达到 60% 以上。其中松节藻(*Rhodomela confervoides*)对 α -葡萄糖苷酶的抑制活性最强,达到了 80.23%。

表 5 海藻甲醇提取物体外抗 HLE 的生物活性(25 μ g/ml)Tab 5 The anti-inflammatory activity of MeOH extract from marine alga against HIE (25 μ g/ml)

样 品	抑制率(%)	样 品	抑制率(%)
Rhodophyceae		<i>Symphiodadia latiuscula</i>	78.4
<i>Ceramium japonicum</i>	24.1	Phaeophyceae	
<i>Ceramium kondoii</i>	30.1	<i>Chorda filum</i>	98.9
<i>Chondria crassicaulis</i>	95.7	<i>Dismarestia viridis</i> (Dec.)	47.9
<i>Chondria tenuissima</i>	93.3	<i>Dismarestia viridis</i> (May)	61.7
<i>Chondrus crispus</i>	30.9	<i>Diatyota dichotoma</i>	48.9
<i>Chondrus ocellatus</i>	52.5	<i>Ectocarpus confervoides</i>	40.1
<i>Chrysiomena wrightii</i>	62.8	<i>Hydroclathrus clathratus</i>	65.6
<i>Corallina officinalis</i>	47.9	<i>Leathesia nana</i>	71.3
<i>Gelidium amansii</i>	59.6	<i>Mydophycus simplex</i>	52.5
<i>Gloiopeltis furcata</i>	61.7	<i>Punctaria latifolia</i>	59.9
<i>Gloiosiphonia capillaris</i>	66.3	<i>Sargassum ljdmanianum</i>	60.3
<i>Gracilaria lananiformis</i> (Dec.)	52.5	<i>Sargassum siliquastrum</i>	61.3
<i>Gracilaria lananiformis</i> (Oct.)	60.6	<i>Sargassum thunbergii</i>	57.1
<i>Gracilaria verrucosa</i>	72.7	<i>Scytosiphon lomentarius</i>	65.6
<i>Gratdoupia filicina</i>	58.9	<i>Undaria pinnatifida</i>	56.1
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	66	Chlorophyceae	
<i>Halymenia sinensis</i>	61.3	<i>Blidingia minima</i>	53.2
<i>Heterosiphonia japonica</i>	52.5	<i>Codium fragile</i>	40.1
<i>Plocamium telfairiae</i>	82.6	<i>Enteromorpha prolifera</i>	8.8
<i>Porphyra yezoensis</i>	43.6	<i>Ulva lactuca</i>	34.4
<i>Rhodomela confervoides</i>	43.6	<i>Ulva pertusa</i>	38.3

表 6 海藻脂溶性提取物对 α -葡萄糖苷酶活性的抑制率

Tab 6 The inhibitory effect of extract from marine alga against alpha-glucosidase

海藻名称	酶活性抑制率 (%)(n=3)	海藻名称	酶活性抑制率 (%)(n=3)
Rhodophyceae		Phaeophyceae	
<i>Chondrus crispus</i>	48.61	<i>Diatyptis divaricata</i>	62.78
<i>Corallina pilulifera</i>	12.38	<i>Sargassum ljdmanianum</i>	19.15
<i>Gracilaria lananiformis</i>	57.01	<i>Sargassum thunbergii</i>	50.00
<i>Gracilaria tectorii</i>	70.23	<i>Scytosiphon lomentarius</i>	45.05
<i>Gratdoupia filicina</i>	28.50	<i>Undaria pinnatifida</i>	55.88
<i>Gymnogongrus flabelliformis</i>	42.92	Chlorophyceae	
<i>Plocamium telfairiae</i>	69.33	<i>Codium fragile</i>	56.90
<i>Polysiphonia urceolata</i>	46.31	<i>Enteromorpha compressa</i>	53.61
<i>Rhodomela confervoides</i>	80.23	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	74.93
<i>Symphiodadia latiuscula</i>	58.83	<i>Enteromorpha linza</i>	15.07
		<i>Ulva lactuca</i>	42.32

3.6 抗氧化活性

根据增重法的实验原理, 由于不饱和脂肪酸与空气中的氧气生成了过氧化物使得样品的重量增加, 显然加入的抗氧化剂活性越强其抗氧化速度越慢, 重量增加的速率越慢, 重量的增加越小。取采集

到的各种马尾藻中提取的多酚, 进行增重实验。实验结果表明(表7), 褐藻多酚使得不饱和脂肪酸的重量增加最小, 速率最慢, 其抗氧化效果最强, 优于常用的食品抗氧化剂 BHA、BHT 和 PG。

表7 样品对鱼油的抗氧化效果实验(重量增大%)
Tab.7 The antioxidation on fish oil of samples (weight-gain%)

时间(d)	1	2	3	4	5	6	8	12
空白	0	0.18	0.35	0.55	1.0	1.4	1.9	2.4
BHA	0	0.05	0.24	0.42	0.75	1.2	1.7	1.9
BHT	0	0.04	0.10	0.23	0.50	0.81	1.3	1.8
PG	0	0	0.11	0.15	0.40	0.60	1.2	1.6
褐藻多酚	0	0	0.05	0.1	0.25	0.35	0.65	1.0

4 结语

通过对海藻提取物的多种生物活性进行研究, 从以上活性研究结果来看, 海藻普遍具有较好的生物活性, 其中软骨藻、松节藻、鸭毛藻、叉开网翼藻、小粘膜藻是生物活性较好的藻种, 并具有丰富的生物资源, 值得进一步地进行活性跟踪、分离纯化, 以期得到具有药用价值的活性先导化合物。

参 考 文 献

范秀容, 李太武, 沈 萍, 1996. 微生物学实验. 北京: 高等教育出版社, 173—177

韩锐主编, 1997. 抗癌药物研究与实验技术. 北京: 北京医科大学/中国协和医科大学联合出版社, 284—288

黄宗国主编, 1994. 中国海洋生物种类与分布. 北京: 海洋出版社, 15—233

梅俊学, 侯旭光, 1998. 威海市区沿岸潮间带海藻季节变化的观察研究. 海洋湖沼通报, (3): 51—56

牛荣丽, 范 晓, 韩丽君等, 2003. 海藻提取物抗炎活性的筛选. 海洋与湖沼, 34(2): 150—154

徐年军, 范 晓, 韩丽君等, 2001. 山东沿海海藻抗肿瘤活性的筛选. 海洋与湖沼, 32(4): 408—413

徐年军, 范 晓, 韩丽君等, 2002. 海藻乙醇提取物抗菌活性的研究. 海洋与湖沼, 33(2): 265—270

庄树宏, 陈礼学, 王克明, 2001. 烟台海域基岩潮间带底栖红藻资源的空间分布格局. 烟台大学学报, 14(4): 255—263

Atsumi S, Kazuo Umezawa *et al.*, 1990. Production, isolation and structure determination of a novel β -glucosidase inhibitor, cyclophellitol, from *phellinus* sp., Journal of Antibiotics, 43(1): 49—53

Beress A, Wassemann O, Bruhn T *et al.*, 1996. A new procedure for the isolation of anti-HIV Compounds (polysaccharides and polyphenols) from the marine alga *Fucus vesiculosus*. Journal of Natural Product, 59(5): 552—552

Bligh E G, Dyer W J, 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Biophysiol, 37(8): 911—915

Elahiri S, Bulte-Ponce V, Caux C *et al.*, 2001. New bromoditerpenes from the red alga *Sphaerococcus coronopifolius*. Journal of Natural Product, 64(8): 1024—1027

Kurihara H, Masayoshi Sasaki, Mutsuo Hatano, 1994. A new screening method for glucosidase inhibitors and its application to algal extracts. Fisheries Science, 60(6): 759—761

Saul R, James P C, 1983. Castanospermine, a tetrahydroxylated alkaloid that inhibits β -glucosidase and β -glucocerbroside. Archives of Biochemistry and Biophysics, 221(2): 593—597

Takahashi Y, Daitoh M, Suzuki M *et al.*, 2002. Halogenated metabolites from the New Okinawan red alga *Laurencia yonaguniensis*. Journal of Natural Product, 65(3): 395—398

Yan X, Li X, Fan X *et al.*, 1996. Studies on extraction procedure and antioxidative activity of phlorotannins from *Sargassum ljdmanianum*. Chin J Oceanol Limnol, 15(1): 42—45

Yoo H-D, Kethum S O, France D *et al.*, 2002. Vidalenolone, a novel phenolic metabolite from the tropical red alga *Udalia* sp.. Journal of Natural Product, 65(1): 51—53

STUDY ON BIOACTIVITY OF CHINESE MARINE ALGA EXTRACTS

XU Xiu-Li, FAN Xiao^{*}, SONG Fu-Hang

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071;*

Graduate school of the Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039)

^{*}(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)*

Abstract The extracts of 27 red alga, 27 brown alga and 8 green alga, which were collected from the coasts of Weizhou island off Guangxi Province, Naozhou island off Guangdong Province, Qingdao and Weihai in Shandong Province, were tested for anti-tumor, antibacterial, immunity, anti-inflammatory activity and the inhibitory effect against alpha-glucosidase. Of the marine alga tested, methanol extracts of *Symphyccladia latiuscula*, *Rhodomela confervoides*, *Leathesia nana* and *Punctaria latifolia* showed marked selective cytotoxic activity; water portion of *Desmarestia viridis* and acetic ether portion of *Symphyccladia latiuscula* showed high antibacterial activity; methanol extracts of *Chrysiomena wrightii*, *Dictyota dichotoma*, *Scytosiphon lomentarius* and *Uva lactuca* showed strong immune inhibitory activity, *Ceramium kondoi*, *Gracilaria lemaneiformis*, *Gloiopeltis furcata*, *Chordafilum* and *Leathesia nana* have strong immune enhancement activity; methanol extracts of *Chondria tenuissima*, *Chondria crassicaulis* and *Chordafilum* showed notable anti-inflammatory activity; lipophilic extracts of *Rhodomela confervoides*, *Enteromorpha intestinalis* and *Gracilaria textorii* remarkably inhibited alpha-glucosidase activity; polyphenols from brown alga could effectively prevent fish oil from being oxidized.

Key words Marine alga, Extract, Activity