

## 乌鳢分泌多糖和黏多糖的提取 及其抗氧化活性研究\*

孙丽平, 鲍长俊, 柳建华, 苏雪娇, 孙云

(昆明理工大学 云南省食品安全研究院, 云南 昆明, 650500)

**摘要** 该研究提取了乌鳢浸养水体中的分泌多糖, 制取了乌鳢皮、磷和骨中的黏多糖, 并对两类多糖的单糖组成和抗氧化活性等性质进行了分析。结果表明: 两类多糖粗提物中分泌多糖含量较高, 为 66.5%; 黏多糖含量为 37.9%。分泌多糖主要由半乳糖 382.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、阿拉伯糖 353.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$  和鼠李糖 87.7  $\mu\text{g}/\text{mg}$  组成, 此外还含有少量的甘露糖 25.3  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 。黏多糖的单糖组成较为复杂, 可定性和定量的单糖有葡萄糖醛酸 88.6  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、葡萄糖胺 78.8  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、半乳糖 63.9  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、半乳糖醛酸 44.3  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、木糖 39.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、葡萄糖 22.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、鼠李糖 16.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、甘露糖 7.8  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、阿拉伯糖 7.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 。分泌多糖表现出显著的还原能力、DPPH 自由基清除能力、羟自由基清除能力、ABTS 自由基清除能力, 且与浓度显著性正相关 ( $P < 0.05$ ); 黏多糖具有显著的羟自由基清除能力, 但其还原能力、DPPH 自由基清除能力、ABTS·清除效果不明显。

**关键词** 乌鳢; 分泌多糖; 粘多糖; 单糖组成; 抗氧化活性

乌鳢 (*Channa argus*), 俗称黑鱼、乌鱼等, 隶属于鲇形目、攀鲈亚目、鲇科、鲇属, 是我国珍贵的本土经济鱼类资源。乌鳢肉质脆嫩、骨刺少, 味道鲜美, 是我国两广、云贵等地喜爱煮食的鱼类, 两广地区民间更是将其用于外科伤愈食疗补品, 助伤口快速愈合。周光宇等<sup>[1]</sup>研究认为, 乌鱼浓缩液对伤口组织的增生修复有明显的促进作用, 对因手术创伤和过氧化玉米油所致的脂质过氧化增强均有明显的抑制作用。秦伟夫等<sup>[2]</sup>也发现, 乌鳢复原汤对大鼠术后切口表现出显著的促愈作用。聂兴国等<sup>[3]</sup>、温小波等<sup>[4]</sup>、姜巨峰等<sup>[5]</sup>先后对不同产区、不同种质间、不同性别的乌鳢的营养成分进行了分析比较。

研究表明在动物机体内发现的一些内源性多糖被证明具有抗凝血、改善微循环、抗肿瘤、降血压、降血脂、降血糖等功效, 已经开发使用的有肝素、透明质酸、壳聚糖等<sup>[7]</sup>。很多学者发现, 水产动物的皮、软骨、分泌腺等器官富含具有生物活性的多糖, 如董陆陆等<sup>[8]</sup>系统研究了泥鳅黏多糖的制取及其物化性质。

本文拟以云南产鲜活乌鳢为原料, 制取了乌鳢的分泌多糖和黏多糖, 简析其部分理化性质, 以期对乌

鳢食补功效的物质基础有所认识。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料与仪器

鲜活乌鳢 (1 kg/条), 购于昆明市呈贡区某养殖场; 1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮 (PMP)、三吡啶三嗪 (TPTZ)、1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radicals (DP-PH)、Trolox、2, 2-azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) 等色谱纯试剂, 购自 Sigma 试剂公司; D-(+)-葡萄糖 (美国 Sigma)、D-(+)-葡萄糖醛酸 (美国 Sigma)、D-(+)-半乳糖 (美国 Sigma)、D-(+)-半乳糖胺盐酸盐 (美国 Sigma)、L-鼠李糖 (美国 Sigma)、L-(+)-阿拉伯糖 (美国 Sigma)、D-(+)-半乳糖醛酸 (德国 Ruibio)、D-(+)-葡萄糖胺盐酸盐 (德国 Ruibio)、D-甘露糖胺盐酸盐 (德国 Ruibio)、D-木糖 (德国 Ruibio)、L-岩藻糖 (德国 Ruibio)、D-甘露糖 (美国 Ameresco) 等 12 种单糖标准品; 三氟乙酸、乙腈, 色谱纯, 购自 Merck 试剂公司; 其他试剂均为分析纯。

RE-52AA 型旋转蒸发器, 上海亚荣生化仪器厂; 3K15 型通用台式冷冻离心机, 德国 SIGMA 公司; ALPHA1-2/LD 型冷冻干燥机, 德国 CHRIST 公司; TU-1901 双光束紫外可见光光度计, 北京普析通用仪器有限责任公司; Agilent1200 高效液相色谱仪, 美国 Agilent 公司等。

第一作者: 博士, 教授 (本文通讯作者, E-mail: kmlpsun@163.com)。

\* 国家自然科学基金资助项目 (31301456)

收稿日期: 2014-12-09, 改回日期: 2015-03-30

## 1.2 实验方法

### 1.2.1 多糖的制备

#### 1.2.1.1 乌鳢分泌多糖的制备

将鲜活乌鳢用清水浸养,每隔 12 h 换水 1 次,收集浸养水,浸养 72 h 后用刀背重击乌鳢头部致死,刮下鱼体表面黏液并收集。将浸养水真空浓缩至 1 L,合并鱼体表面黏液后,加入 4 倍体积无水乙醇,不断搅拌 1 h 后 4 ℃ 静置 12 h,6 000 r/min 离心 15 min,收集沉淀,用无水乙醇洗涤 2~3 次,少量蒸馏水溶解,Savage 法除蛋白,重复 5 次,回收水溶液,冻干,得乌鳢分泌多糖粗提物<sup>[6]</sup>。

#### 1.2.1.2 乌鳢黏多糖的制备

根据董陆陆等<sup>[8]</sup>和卢学根<sup>[9]</sup>方法,收集上述乌鳢的皮、鳞和骨等,60 ℃ 鼓风干燥,粉碎,过 20 目筛。过筛干粉用石油醚回流脱脂,晾干,0.6% 木瓜蛋白酶浸提(0.05 mol/L 磷酸盐缓冲液,pH 6.0,55 ℃,3h),料液比为 1:15(g:mL),调节 pH 8.0,再用 0.3% 碱性蛋白酶 55 ℃ 浸提 2 h,100 ℃ 灭酶 5 min,冷却后 4 500 r/min 离心 15 min,收集上清液,调节 pH 6.5,真空浓缩至 100 mL 后加入 4 倍体积的无水乙醇沉淀多糖,4 ℃ 静置 12 h,6 000 r/min 离心 15 min,收集沉淀,用无水乙醇洗涤 2~3 次,少量蒸馏水溶解,savage 法除蛋白,重复 5 次,回收水溶液,冻干,得乌鳢黏多糖粗提物。

### 1.2.2 多糖含量测定及单糖组成分析

采用硫酸-苯酚法测定粗提物中多糖含量,0~100 μg/mL 的葡萄糖制作标准曲线,多糖含量表达为 % 粗提物。

采用 1-苯基-3-甲基-5-吡唑啉酮(PMP)柱前衍生化反向高效液相色谱法<sup>[10]</sup>分析样品中的单糖组成,每种单糖的含量表达为 μg/mg 粗提物。

### 1.2.3 多糖的体外抗氧化活性分析

#### 1.2.3.1 还原能力测定

采用 FRAP 法测定多糖粗提物的还原能力<sup>[11]</sup>。

FRAP 工作液的制备:300 mmol/L 醋酸盐缓冲液(3.1 g 的乙酸钠+16 mL 冰乙酸,用蒸馏水定容到 1 000 mL,pH 3.6),10 mmol/L 的 TPTZ 的 40 mmol/L HCl 溶液,20 mmol/L 的 FeCl<sub>3</sub> 溶液,用时以 10:1:1 的体积比混合,并 37 ℃ 预热备用。

量取 0.15 mL 稀释为一定浓度梯度的多糖粗提物溶液,加入 4.5 mL 预热至 37 ℃ 的 FRAP 工作液,摇匀后,37 ℃ 水浴反应 10 min,于 593 nm 处测定反应液吸光值,以蒸馏水代替样品作为空白。以 V<sub>c</sub> 作

为阳性对照,以 0~1 000 μmol/L FeSO<sub>4</sub>-TPTZ 复合物在 593 nm 处的吸光值为参考标准,多糖粗提物的还原能力以达到同样吸光值所对应的 FRAP 值(μmol/L FeSO<sub>4</sub>)来表示,FRAP 值越大,还原能力越强。EC<sub>50</sub> 值表示还原能力为 500 μmol/L FeSO<sub>4</sub> 时所对应的多糖/V<sub>c</sub> 浓度。

#### 1.2.3.2 DPPH 自由基清除能力测定

取 0.4 mL 稀释为一定浓度梯度的多糖粗提物溶液,加入 2 mL 0.1 mmol/L DPPH 甲醇溶液,混匀,暗处放置 30 min 并不断震荡,在 517 nm 处测其吸光值。以蒸馏水代替样品作为空白。以 V<sub>c</sub> 作为阳性对照。清除率计算公式为:

$$\text{清除率}/\% = (1 - A_{\text{样}}/A_{\text{对照}}) \times 100$$

IC<sub>50</sub> 值表示清除率为 50% 时多糖/V<sub>c</sub> 浓度。

#### 1.2.3.3 羟自由基清除能力测定

取 1 mL 稀释为一定浓度梯度的多糖粗提物溶液,依次加入 0.3 mL 8 mmol/L 的 FeSO<sub>4</sub>,0.25 mL 20 mmol/L 的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,1 mL 3 mmol/L 水杨酸,混匀,37 ℃ 水浴 30 min,取出,冷却,加入 0.45 mL 的蒸馏水,混匀,2 000 r/min 离心 10 min,取上清液于 510 nm 测吸光度。以蒸馏水代替样品作为空白。以 V<sub>c</sub> 作为阳性对照。清除率计算公式为:

$$\text{清除率}/\% = (1 - A_{\text{样}}/A_{\text{对照}}) \times 100$$

IC<sub>50</sub> 值表示清除率为 50% 时多糖/V<sub>c</sub> 浓度。

#### 1.2.3.4 ABTS 自由基清除能力测定

参照 Ozgen 等<sup>[12]</sup>的方法,将 5 mL 7 mmol/L ABTS 和 88 μL 的 140 mmol/L 过硫酸钾混合,在室温,避光的条件下静置 12 h,形成 ABTS 自由基储备液。该储备液在室温,避光的条件下稳定。使用前用无水乙醇稀释成工作液,要求其在 30 ℃ 下、734 nm 波长下的吸光度为 0.70 ± 0.02。

取 0.5 mL 一定浓度梯度的多糖提取液,加入 4 mL ABTS 工作液充分混合 10 s,30 ℃ 水浴 6 min,于 734 nm 波长处测吸光度。0.5 mL 无水乙醇+4 mL ABTS 工作液,在 0 min 时的吸光值为对照,0.5 mL 水+4 mL 无水乙醇为空白调零。以 Trolox 作为阳性对照。清除率计算公式为:

$$\text{ABTS 清除率}/\% = [(A_{\text{对照}} - (A_{\text{样}} - A_{\text{样对照}}))/A_{\text{对照}}] \times 100$$

IC<sub>50</sub> 值表示清除率为 50% 时多糖/Trolox 浓度。

### 1.2.4 数据统计方法

每个实验至少 3 次重复,测定结果表达为平均值 ± 标准偏差。使用 Microsoft Office Excel 2003 进行数据处理、画图及回归分析。采用 SPSS11.5 软件对数

据进行方差分析,差异显著性水平为  $P < 0.05$ 。

2 结果与讨论

2.1 多糖粗提物中多糖含量及其单糖组成

实验制取得到乌鳢分泌多糖和粘多糖粗提物干品分别为 384 mg 和 500 mg。经硫酸-苯酚法测定两类多糖粗提物中分泌多糖含量较高,为 66.5%,粘多糖含量为 37.9%。对样品水解、衍生后分析其单糖组成,结果如表 1 所示。

表 1 乌鳢分泌多糖和黏多糖的单糖组成

Table 1 Monosaccharide compositions of the secretion of polysaccharide and mucopolysaccharide from *Channa argus*

单糖	分泌多糖/( $\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ )	黏多糖/( $\mu\text{g} \cdot \text{mg}^{-1}$ )
甘露糖	$25.3 \pm 0.3$	$7.8 \pm 0.7$
鼠李糖	$87.7 \pm 1.7$	$16.4 \pm 0.0$
半乳糖醛酸	-	$44.3 \pm 2.9$
葡萄糖	-	$22.0 \pm 0.5$
半乳糖	$382.0 \pm 16.8$	$63.9 \pm 1.4$
木糖	-	$39.4 \pm 0.4$
阿拉伯糖	$353.0 \pm 4.1$	$7.4 \pm 0.4$
葡萄糖醛酸	-	$88.6 \pm 4.7$
葡萄糖胺	-	$78.8 \pm 7.1$
总和	848	368.6

注:“-”未检出。

由表 1 可知,乌鳢分泌多糖主要由半乳糖 382.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、阿拉伯糖 353.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$  和鼠李糖 87.7  $\mu\text{g}/\text{mg}$  组成,此外还含有少量的甘露糖 25.3  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,单糖测定量总和为 848  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,即分泌多糖粗提物中糖含量为 84.8%,高于硫酸-苯酚法测定的 66.5%,这可能是因为硫酸-苯酚法测定糖含量时,在测定条件下硫酸不能完全水解多糖脱水生成糠醛衍生物,而导致测定结果偏低。黏多糖的单糖组成较为复杂,根据本研究中 12 种单糖标准品的图谱,可以定性和定量的单糖有葡萄糖醛酸 88.6  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、葡萄糖胺 78.8  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、半乳糖 63.9  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、半乳糖醛酸 44.3  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、木糖 39.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、葡萄糖 22.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、鼠李糖 16.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、甘露糖 7.8  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 、阿拉伯糖 7.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ,单糖测定量总和为 368.6  $\mu\text{g}/\text{mg}$  (36.8%),与硫酸-苯酚法测定的 37.9% 相当。研究条件所限,样品图谱在半乳糖胺出峰时间处杂峰较多,不能对半乳糖胺进行有效的定性和定量分析,本研究也未对含硫的单糖进行分析。研究表明动物内源性多糖,特别是水产多糖可由含氮、含硫等单糖衍生物组成<sup>[8,13]</sup>。

2.2 多糖粗提物的抗氧化活性

天然的抗氧化剂在慢性和急性疾病的预防中发

挥重要作用,植物、真菌、动物等来源的多糖已被证明是有效天然抗氧化活性物质,广泛应用在药物和功能食品中,可以改善人体中抗氧化酶的活性,清除自由基,抑制脂质体氧化<sup>[14-15]</sup>。

2.2.1 多糖粗提物的还原能力

采用 FRAP 法测定的抗氧化物质的还原能力也被称为总抗氧化能力<sup>[11]</sup>,所以物质的还原能力越强,其抗氧化活性也越高。乌鳢分泌多糖和黏多糖粗提物的还原能力及其与质量浓度相关性分析如图 1 所示。

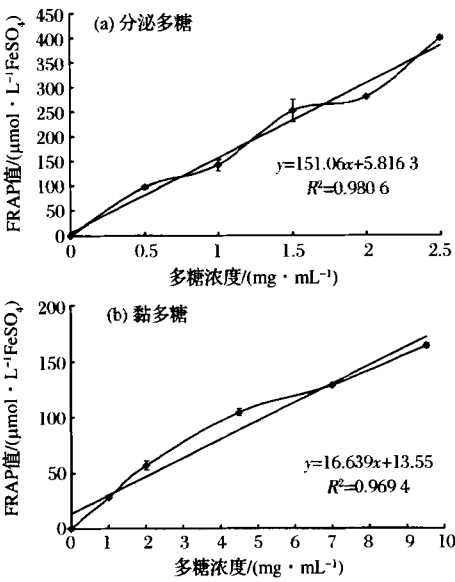


图 1 乌鳢分泌多糖(a)和黏多糖粗提物(b)的还原能力及其与质量浓度相关性

Fig.1 Reducing power of the secretion of polysaccharide and mucopolysaccharide from *Channa argus*, and the correlation between polysaccharide contents and reducing power

乌鳢分泌多糖和黏多糖粗提物均表现出一定的还原能力,且随着多糖质量浓度的增大而逐渐增强,统计分析显著正相关( $P < 0.05$ )。但是 2 种多糖在其测定浓度范围内均未达到 500  $\mu\text{mol}/\text{L}$   $\text{FeSO}_4$  所对应的 FRAP 值。相同测定条件下,  $V_c$  的  $\text{EC}_{50}$  值为 1.1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。本研究测定结果与杨娜等<sup>[11]</sup>的报道一致,多糖具有较好的还原能力,但是要远远低于  $V_c$ 、酚类<sup>[16]</sup>等小分子抗氧化剂。

2.2.2 多糖粗提物对 DPPH 自由基的清除活性

乌鳢分泌多糖粗提物对 DPPH 自由基表现出一定的清除活性,且随着多糖质量浓度的增大而逐渐增强,统计分析显著正相关( $P < 0.05$ );黏多糖粗提物对 DPPH 自由基的清除活性较弱。如图 2 所示。

本研究中多糖对 DPPH 自由基的清除活性显著

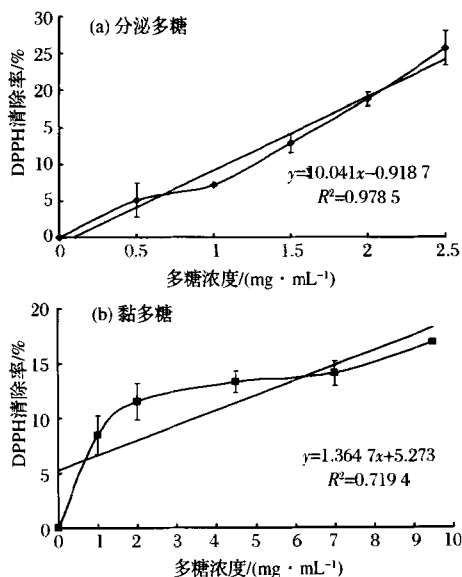


图2 乌鳢分泌多糖(a)和黏多糖粗提物(b)的DPPH清除活性及其与质量浓度相关性

Fig.2 DPPH-scavenging activity of the secretion of polysaccharide and mucopolysaccharide from *Channa argus*, and the correlation between polysaccharide contents and DPPH-scavenging activity

低于许明峰等<sup>[17]</sup>和杨娜等<sup>[11]</sup>的报道,这可能是本研究测定用多糖浓度太低,测定浓度范围内,DPPH自由基清除率最高为25.8%和16.8%,未达到50%。相同测定条件下, $V_c$ 的 $IC_{50}$ 值为3.1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

#### 2.2.3 多糖粗提物对羟自由基的清除活性

羟自由基( $\cdot\text{OH}$ )是所有ROS中最活跃的自由基,能杀死红细胞,降解DNA、细胞膜,损伤生命体。本研究中乌鳢分泌多糖和黏多糖粗提物均表现出显著的羟自由基清除活性,且随着多糖质量浓度的增大而逐渐增强,统计分析显著正相关( $P < 0.05$ ),如图3所示。两类多糖提取物对羟自由基清除活性的 $IC_{50}$ 值分别是2.4  $\text{mg}/\text{mL}$ 和1.1  $\text{mg}/\text{mL}$ ,阳性对照 $V_c$ 的 $IC_{50}$ 值为16.1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。本研究制取的两类多糖对羟自由基的清除活性与张艳萍等<sup>[18]</sup>和杨娜等<sup>[11]</sup>研究的一些植物源多糖对羟自由基的清除活性相当。相同质量浓度下,黏多糖对羟自由基的清除活性高于分泌多糖。

#### 2.2.4 多糖粗提物对ABTS自由基的清除活性

如图4所示,在本研究的4个抗氧化性能测定体系中,乌鳢分泌多糖对ABTS自由基的清除效果最为显著,且随着多糖质量浓度的增大而逐渐增强,统计分析显著正相关( $P < 0.05$ ), $IC_{50}$ 值为0.2  $\text{mg}/\text{mL}$ ,显著高于白海娜等<sup>[19]</sup>研究报道的黑木耳多糖对

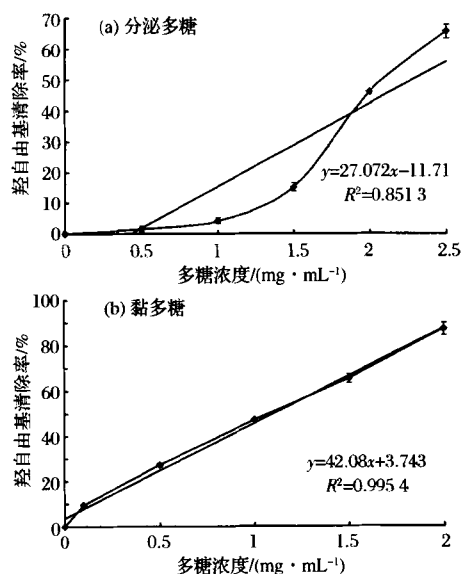


图3 乌鳢分泌多糖(a)和黏多糖粗提物(b)的羟自由基清除活性及其与质量浓度相关性

Fig.3 OH-scavenging activity of the secretion of polysaccharide and mucopolysaccharide from *Channa argus*, and the correlation between polysaccharide contents and OH-scavenging activity

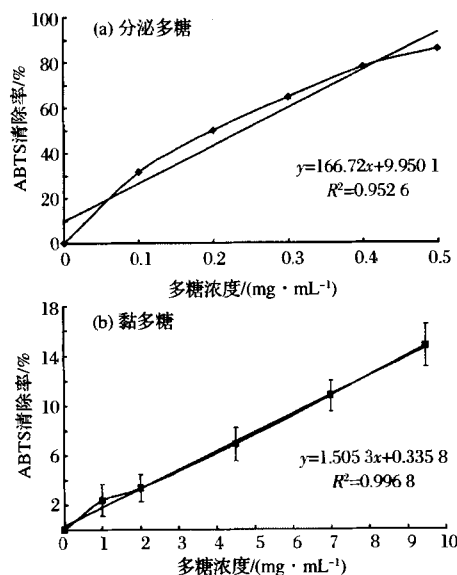


图4 乌鳢分泌多糖(A)和黏多糖粗提物(B)的ABTS清除活性及其与质量浓度相关性

Fig.4 ABTS-scavenging activity of the secretion of polysaccharide and mucopolysaccharide from *Channa argus*, and the correlation between polysaccharide contents and ABTS-scavenging activity

ABTS自由基的清除活性。黏多糖也表现了量-效显著正相关的ABTS自由基清除活性,但是其清除效果较低,测定浓度范围内的最大清除率为14.8%。

### 3 结论

本文制取了2种乌鳢多糖物质,测定了其单糖组成和含量,2种多糖表现出较好的体外抗氧化性能。因此,多糖可能是乌鳢对人体外伤愈合及其他食补功效的部分物质基础,其构效关系及体内实验需进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 周光宇,黄忆明,李廷银. 乌鱼浓缩液对动物伤口愈合和脂质过氧化影响的研究[J]. 实用预防医学,1998,5(4):196-198.
- [2] 秦伟夫,蒋俊和. 乌鳢复元汤促进术后大鼠切口愈合的实验研究[J]. 中国中医药现代远程教育,2010(10):189-190.
- [3] 聂兴国,傅艳茹,张浩,等. 乌鳢肌肉营养成分分析[J]. 淡水鱼类,2002,32(2):46-47.
- [4] 温小波,库天梅,李伟国. 4种优质底栖淡水鱼类肌肉营养成分的比较[J]. 大连水产学院学报,2003,18(2):99-103.
- [5] 姜巨峰,韩现芹,傅志茹,等. 雌雄乌鳢可食部分主要营养成分的比较分析[J]. 凯里学院学报,2012,30(3):71-75.
- [6] 董陆陆,于敬海,孙学武,等. 泥鳅分泌多糖特征官能团检测及其抗氧化活性研究[J]. 哈尔滨医科大学学报,2013,47(3):209-211.
- [7] 殷涌光,韩玉珠,丁宏伟. 动物多糖的研究进展[J]. 食品科学,2006,27(3):256-263.
- [8] 董陆陆,李泽文,李文凯,等. 泥鳅粘多糖的提取分离及其理化性质检测[J]. 中草药,2005,36(10):1463-1464.
- [9] 卢学根. 羊软骨粘多糖的酶法提取工艺研究[J]. 食品工业科技,2007,28(10):184-185.
- [10] 杨兴斌,赵燕,周四元,等. 柱前衍生化高效液相色谱法分析当归多糖的单糖组成[J]. 分析化学,2005,9(33):1287-1290.
- [11] 杨娜,王鸿飞,许凤,等. 蕨麻多糖提取及抗氧化活性研究[J]. 中国食品学报,2014,14(2):60-66.
- [12] Oegen M, Reese R N, Tulio J A Z, et al. Modified 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006,54(4):1151-1157.
- [13] 盛文静,薛长湖,赵庆喜,等. 不同海参多糖的化学组成分析比较[J]. 中国海洋药物,2007,26(1):44-49.
- [14] Jain S K. Superoxide dismutase overexpression and cellular oxidative damage in diabetes A commentary on: Overexpression of mitochondrial superoxide dismutase in mice protects the retina from diabetes-induced oxidative stress[J]. Free Radical Biology & Medicine, 2006,41(8):1187-1190.
- [15] CHEN Xiao-ping, CHEN Yan, LI Shui-bing, et al. Free radical scavenging of *Ganoderma lucidum* polysaccharides and its effect on antioxidant enzymes and immunity activities in cervical carcinoma rats[J]. Carbohydrate Polymers, 2009,77(2):389-393.
- [16] 苏雪娇,张秀娟,孙丽平,等. 凉薯(*Pachyrhizus erosus* L.)块茎的营养品质分析[J]. 食品工业科技,2013,34(19):349-351,363.
- [17] 许明峰,沈莲清,王奎武,等. 雷丸多糖的提取分离及其抗氧化活性研究[J]. 中国食品学报,2011,11(6):42-46.
- [18] 张艳萍,尤玉如,戴志远. 山茱萸多糖体外清除自由基和抗氧化作用研究[J]. 中国食品学报,2008,8(6):18-22.
- [19] 白海娜,王震宇,刘瑞海,等. 白藜芦醇与黑木耳多糖协同清除ABTS自由基活性的研究[J]. 现代食品科技,2014,30(3):64-68.

## Study on the preparation and antioxidation activities of polysaccharide secretion and mucopolysaccharide from *Channa argus*

SUN Li-ping, BAO Chang-jun, LIU Jian-hua, SU Xue-jiao, SUN Yun

(Yunnan Institute of Food Safety, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

**ABSTRACT** The polysaccharide secretion in the water from the fish and mucopolysaccharide from *Channa argus* skin, scale and bones were extracted. The antioxidation and monosaccharides composition of the polysaccharides were investigated. Results showed that the polysaccharide was 66.5% and mucopolysaccharide was 37.9% in the extraction. The secretion of polysaccharide mainly contained galactose (382.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), arabinose (353.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), rhamnose (87.7  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) and mannose (25.3  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ). While glucuronic acid (88.6  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), glucosamine (78.8  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), galactose (63.9  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), galacturonic acid (44.3  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), xylose (39.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), glucose (22.0  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), rhamnose (16.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), fucose (7.8  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), arabinose (7.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) were determined from mucopolysaccharide. The secretion of polysaccharide showed significant reducing power, DPPH-scavenging activity, OH-scavenging activity, ABTS-scavenging activity. The antioxidant activities were correlated well with the polysaccharide concentrations ( $P < 0.05$ ). Mucopolysaccharide showed significant OH-scavenging activity. However, reducing power, DPPH-scavenging activity and ABTS-scavenging activity were not obvious.

**Key words** *Channa argus*; polysaccharide secretion; mucopolysaccharide; monosaccharide composition; antioxidant activity