

水产制品中总糖含量检测方法的研究

刘芬^{1,2}, 王联珠^{2*}, 朱文嘉², 郭莹莹², 何柳^{2,3}, 杨祯祯^{1,2}, 文艺晓^{1,2}

(1. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306; 2. 中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071;
3. 中国海洋大学食品科学与工程学院, 青岛 266003)

摘要: **目的** 优化水产制品总糖含量测定的检测方法, 为水产制品总糖含量检测标准的制定提供参考。**方法** 通过苯酚-硫酸分光光度法测定水产制品中的总糖含量, 设计 $L_9(3^4)$ 正交试验分析水解条件对总糖含量的影响。优化盐酸浓度、水解时间和水解温度条件, 并通过测定鱿鱼丝、干鲍鱼和干贝等样品的总糖含量进行验证。**结果** 水解条件影响水产制品总糖含量, 优化后的水解条件是: 盐酸浓度 20%, 温度 70 °C, 水解时间 0.5 h。干贝、鱿鱼丝和干鲍鱼 3 种样品的平均加标回收率为 92.3%~117%。**结论** 苯酚-硫酸法准确度和精密度高, 可适用于水产制品中总糖含量的测定。

关键词: 水产制品; 总糖; 苯酚-硫酸法

Detection method of total sugar in aquatic products

LIU Fen^{1,2}, WANG Lian-Zhu^{2*}, ZHU Wen-Jia², GUO Ying-Ying², HE Liu^{2,3},
YANG Zhen-Zhen^{1,2}, WEN Yi-Xiao^{1,2}

(1. College of Food Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Yellow Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 3. Food Science and Engineering Institute, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

ABSTRACT: Objective To optimize the method for detection of total sugar in aquatic products, so as to provide a reference for formulating detecting standards of total sugar in aquatic products. **Methods** The content of total sugar in aquatic products was detected by phenol-sulfuric acid method with visible spectrophotometer, and the influence of hydrolysis conditions on total sugar was analyzed by $L_9(3^4)$ orthogonal experiment. The hydrochloric acid concentration, hydrolysis time and hydrolysis temperature were optimized, which were verified by detecting total sugar in samples like shredded squid, dried abalone and dried scallop adductor. **Results** The hydrolysis conditions affected total sugar content in aquatic products. The appropriate hydrolysis conditions of total sugar in aquatic products were as follows: hydrochloric acid concentration of 20%, hydrolysis time of half an hour, and hydrolysis temperature of 70 °C. The average recoveries of shredded squid, dried abalone and dried scallop adductor were between 92.3% and 117%. **Conclusion** Phenol-sulfuric acid method has high accuracy and precision, which is suitable for the detection of total sugar content in aquatic products.

KEY WORDS: aquatic products; total sugar; phenol-sulfuric acid method

基金项目: 农业行业标准制定与修订(农产品质量安全)项目(2130109201515026-15)

Fund: Supported by Agricultural Industry Standard Setting and Revision Program (Quality and Safety of Agricultural Products) (2130109201515026-15)

*通讯作者: 王联珠, 研究员, 主要研究方向为水产品质量安全与标准化研究, E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn

*Corresponding author: WANG Lian-Zhu, Researcher, Yellow Sea Fisheries Research Institute, No.106, Nanjing Road, Qingdao 266071, China, E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn

1 引言

水产品以鲜食为宜,但因季节性和地区性差异等原因而需要加工成各种干制品和即食食品等形式的水产制品,以便于更好地储藏和运输。水产制品在加工的同时利用现代工艺技术既综合了营养成分又提高了口感质量,为广大消费者喜爱^[1]。水产制品种类繁多,常见的有鱿鱼丝、烤鱼片、香酥鱼、扇贝柱、干鲍鱼、烤虾、海米和虾皮等。在我国,水产制品有广泛的市场^[2,3],尤其是旅游业发达的中东部沿海城市,水产制品成为人们旅游和馈赠亲朋的最佳选择。

食品中的总糖通常是指具有还原性的糖(如葡萄糖、果糖、戊糖、乳糖和麦芽糖等)、在测定条件下能水解为还原性单糖的蔗糖和多糖以及可能部分水解的淀粉的总量^[4]。水产制品中的总糖分为外源性糖和内源性糖 2 种,内源性糖为成分和结构较为复杂的多糖,如海参多糖、扇贝多糖和鲍鱼多糖等,其种类和含量是衡量水产品营养价值的重要化学指标。外源性糖一般是人为添加的,目的是改善产品的色泽和风味或者延长货架期,如蔗糖、淀粉和面粉等。近年来,水产品的安全问题得到了人们的特别关注^[5]。现如今,在鱿鱼丝和烤鱼片等干货里加入淀粉,不仅可以增大产品吸水量和黏附性,而且由于淀粉糊化温度低,烘焙过程中能够迅速成膜,在锁住水分的同时还能防止鲜味析出从而保证口感,但关于烤鱼片鱿鱼丝等产品中是否可以添加面粉和淀粉及添加量的多少,国家暂无明确规定^[6]。基于口感或保水性的需要,企业会在加工的过程中添加蔗糖或者其他甜味剂,但是就市场抽检情况来看,有些产品的淀粉和蔗糖含量过高,然而过量添加蔗糖会对部分消费人群如糖尿病患者增加负担,过量添加淀粉会显得蓄意增重,因此亟需制定水产品中糖类的检测方法,进一步促进行业的良好健康发展。

食品中总糖的检测方法主要有滴定法^[7]和苯酚-硫酸分光光度法^[8]。GB/T 15672-2009《食用菌中总糖含量的测定》^[9]采用苯酚-硫酸分光光度法,其中样品水解条件为浓盐酸在 100 °C 的条件下水解 3 h。由于蔗糖在酸性条件下沸水浴加热很快分解为葡萄糖和果糖,继续加热葡萄糖几乎不会被破坏,而果糖会被破坏^[10,11]。随着酸量加大,温度升高,时间加长,对果糖和蔗糖影响较大,所测得的结果并不代表样品中总糖的真实含量^[12,13]。本研究在这一基础上进行了水解条件的优化,筛选出水产制品中总糖含量的最佳水解条件,以期水产品中总糖含量检测标准的制定提供参考。

2 材料和方法

2.1 材料

2.1.1 试验材料

鱿鱼丝、散装干鲍鱼、干贝,均购于青岛佳世客东部

购物中心。

2.1.2 主要试剂

浓盐酸(分析纯,莱阳铁塔公司);苯酚(分析纯,天津博迪化工股份有限公司);浓硫酸(优级纯,国药集团化学试剂有限公司);

葡萄糖标准品(纯度 99.9%,美国 Sigma 公司)。

2.1.3 主要仪器

Sartorius CP225D 电子分析天平(德国赛多利斯科学仪器);SP-7417 电动研磨搅拌机(德清拜杰电器);DFY-300 型摇摆式高速万能粉碎机(温岭市林大机械);ZRD-A7080 全自动新型鼓风干燥箱(上海智试分析仪器);HH-4 数显恒温水浴锅、涡旋振荡器、V1800 型可见分光光度计(尤尼柯上海仪器有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 标准溶液的配制

将葡萄糖于 105 °C 的烘箱中烘干至恒重,称取葡萄糖约 0.1 g(精确至 0.0001 g),于 1 L 的容量瓶中定容摇匀,配制成 100 mg/L 葡萄糖标准溶液。

2.2.2 样品预处理

将供试样品用电动研磨搅拌机粉碎,质地较硬的样品如干鲍鱼,先用剪刀剪成小块,再放入摇摆式高速万能粉碎机中粉碎,过 20 目筛,不能过筛的继续粉碎直至全部过筛,处理好的样品密封,4 °C 冷藏。

2.2.3 一般成分含量的测定

采用直接干燥法(GB 5009.3-2010)^[14]测定水分。

2.2.4 水产制品总糖最佳水解条件的确定

蔗糖的水解条件比其他糖要求低,蔗糖在酸性条件下沸水浴加热很快分解为葡萄糖和果糖,继续加热,葡萄糖几乎不会被破坏,而果糖被破坏。GB/T 15672-2009^[9]中食用菌的水解条件为:浓盐酸于 100 °C 水浴 3 h,该条件下蔗糖会被破坏。彭科怀等^[7]在反滴定法测定食品中总糖的方法中食品中总糖的水解条件为:30%盐酸(V:V),80 °C 水浴 5 min。该条件下水解的仅仅是蔗糖和还原糖,并不能将食品中的多糖全部水解。左琦等^[15]研究了食用菌总糖含量测定方法,优化后的食用菌水解条件为:浓盐酸,70 °C 水浴 3 h。宋俊英^[16]在茶薪菇总糖、还原糖和多糖的测定中关于茶薪菇的水解条件为:6 mol/L 的盐酸,沸水浴 30 min。王妙春等^[17]在广式腊味制品中总糖、食盐和亚硝酸盐检测方法的研究中关于广式腊味制品的水解条件为:50%盐酸(V:V),70 °C 水浴 30 min,该条件是在国标的基础上优化的,优化后腊味制品中的有效成分能够完全溶解到热水中。不同种类的食品因其组成成分和加工工艺的不同,在进行总糖含量测定前处理时的水解条件也不同。根据水产制品的特殊性,需要对水产制品中总糖的水解条件进行优化。

2.2.5 总糖含量计算

试样中总糖含量以质量分数 X 计,数值以百分数(%)

表示,按式(1)计算。

$$X = \frac{m_1 \times V_1 \times 10^{-6}}{m_2 \times V_2 \times (1-\omega)} \times 100 \quad (1)$$

式中:

V_1 —样品定容体积,单位为毫升(mL);

V_2 —比色测定时所移取样品测定液的体积,单位为毫升(mL);

m_1 —从标准曲线上查得样品测定液的含糖量,单位为微克(μg);

m_2 —样品质量,单位为克(g);

ω —样品含水量, %。

2.2.6 数据处理

试验重复 2 次,每组试验设 3 组平行,应用 SPSS17.0 软件进行数据统计分析,结果以平均值表示。

3 结果与讨论

3.1 葡萄糖溶液的标准曲线

准确量取 0、0.2、0.4、0.6、0.8 和 1.0 mL 葡萄糖标准溶液于 10 mL 具塞比色管中,加水补至 1 mL,加入 1 mL 质量浓度为 5% 的苯酚溶液,快速垂直加入 5 mL 浓硫酸,静置 10 min,涡旋混匀,于 40 °C 水浴 20 min,冷却至室温后于 490 nm 比色,测定吸光度值。葡萄糖标准曲线的线性范围在 0~100 $\mu\text{g/mL}$ 之间,线性系数为 0.9997,表明其线性良好,见图 1。

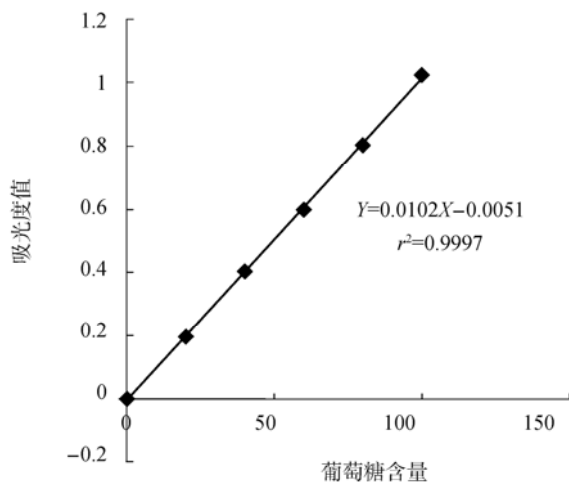


图 1 葡萄糖溶液标准曲线

Fig. 1 Standard curve of glucose

3.2 水产产品中总糖含量检测方法的优化

3.2.1 单因素试验

以总糖含量为指标,在其他条件不变的情况下,分别考察盐酸浓度、水解时间和水解温度对水产产品中总糖含量测定的影响。

(1) 盐酸浓度对总糖含量测定的影响

盐酸浓度对测定总糖含量的影响见图 2。由图 2 可知,盐酸浓度对 3 种样品总糖含量影响的趋势相似,即随着盐酸浓度的增加,水产制品的总糖含量也随之增加,当盐酸浓度为 20% 时,总糖含量均达到最高值,当盐酸浓度再增加,总糖含量下降趋势明显。由此可见,盐酸浓度对水产制品中的总糖含量影响明显,在一定浓度范围内,盐酸浓度越高,样品的总糖含量反而越低,这是因为高浓度的盐酸会破坏蔗糖水解后形成的果糖^[12]。因此,选择最佳盐酸浓度为 20%。

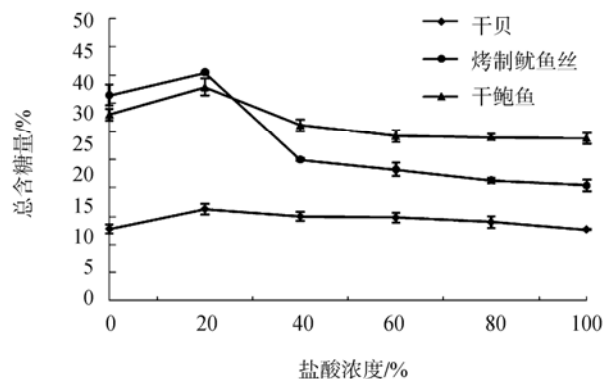


图 2 盐酸浓度对测定总糖含量的影响($n=3$)

Fig. 2 Effect of hydrochloric acid concentration on the total sugar content ($n=3$)

(2) 水解时间对总糖含量测定的影响

水解时间对测定总糖含量的影响见图 3。由图 3 可知,随着水解时间的延长,样品的总糖含量普遍降低,但总体变化趋势不明显,当水解时间为 30 min 时,总糖含量为最高值。水解时间对总糖含量测定的影响试验表明,随着水解时间的延长,盐酸对蔗糖的破坏作用也增大。因此选择最佳水解时间 0.5 h。

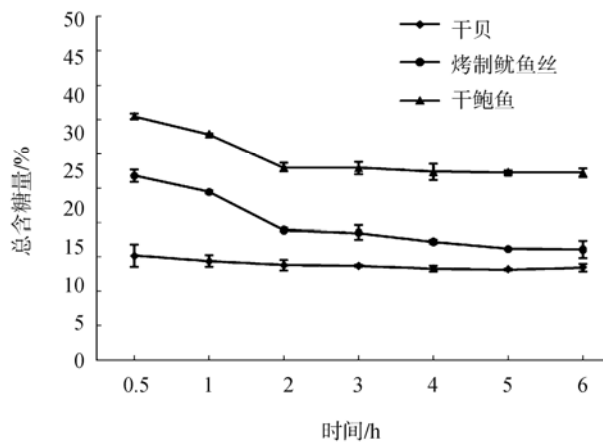


图 3 水解时间对测定总糖含量的影响($n=3$)

Fig. 3 Effect of hydrolysis time on the total sugar content ($n=3$)

(3) 水解温度对总糖含量测定的影响

水解温度测定总糖含量的影响见图 4。由图 4 可知, 随着温度的升高, 烤制鱿鱼丝和干鲍鱼中的总糖含量逐渐升高, 当温度升到 70 °C 时, 总糖含量达到最大值, 当温度继续升高, 干贝中的总糖含量反而下降; 对于干贝来说, 当温度达到 80 °C 时, 总糖含量达到最大值, 升高或者降低温度, 总糖含量都会降低。因此, 水解温度对水产制品中总糖含量的测定影响明显, 当温度在一定范围内, 水产制品中的总糖含量达到最大值, 升高或者降低温度都会影响水解的程度。因此选择最佳温度 70 °C。

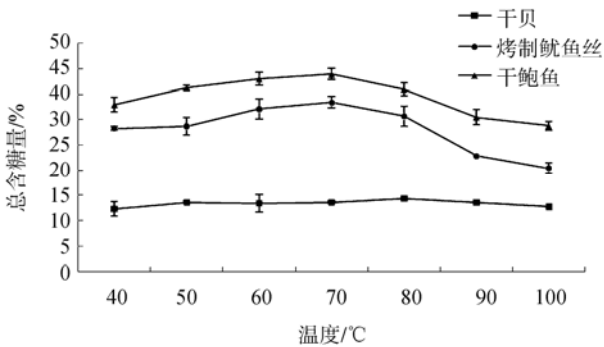


图 4 水解温度对测定总糖含量的影响(n=3)

Fig. 4 Effect of hydrolysis temperature on the total sugar content (n=3)

3.2.2 水产制品总糖最佳水解条件的确定

在高浓度的盐酸水解液中, 单糖有一定程度的破坏。水产制品中的糖类物质在水解过程中的主要影响因素是盐酸浓度、水解时间和水解温度。因此本研究以总糖含量为指标, 设计了 3 因素 3 水平 $L_9(3^4)$ 的正交试验, 见表 1。总糖水解条件正交试验结果见表 2。

由表 2 可知, 根据极差 R_j 的大小, 可判断各因素对总糖含量的影响主次, 结果表明 $R_A > R_B > R_C$, 所以影响水产制品总糖含量的因素主次顺序依次为: A、B、C, 即温度、盐酸浓度、时间。最佳因素组合为 $A_3B_2C_1$ (即温度 80 °C, 盐酸浓度 20%, 时间 0.5 h)。由此可见, 温度是影响总糖水解条件的最重要因素。

表 1 水产制品中总糖测定的正交试验设计

Table 1 Orthogonal experiment design for the detection of total sugar in aquatic products

水平	因素		
	A 水解温度/°C	B 盐酸浓度/%	C 水解时间/h
1	60	10	0.5
2	70	20	1.0
3	80	30	2.0

表 2 总糖水解条件的正交试验结果

Table 2 Orthogonal experiment results of hydrolysis conditions of total sugar

实验序号	因素				总糖含量 (g/100 g)
	A 水解温度(°C)	B 盐酸浓度(%)	C 水解时间(h)	E 空白	
1	1	1	1	1	30.4
2	1	2	2	2	31.1
3	1	3	3	3	31.5
4	2	1	2	3	30.5
5	2	2	3	1	32.1
6	2	3	1	2	31.6
7	3	1	3	2	32.4
8	3	2	1	3	34.1
9	3	3	2	1	33.0
K_1	31.000	31.100	32.033	31.833	
K_2	31.400	32.433	31.533	31.700	
K_3	33.167	32.033	32.000	32.033	
k_1	10.333	10.367	10.678	10.611	
k_2	10.467	10.811	10.511	10.567	
k_3	11.056	10.678	10.667	10.678	
R	2.167	1.333	0.500	0.333	

由单因素试验结果可知, 水产制品中总糖的最佳水解条件是: 温度 70 °C、盐酸浓度 20%、时间 0.5 h。因此, 需要通过对照试验比较两组实验条件的适用性。

由表 3 可知, 水解温度为 70 °C 时, 干鲍鱼和鱿鱼丝的总糖含量均高于水解温度为 80 °C 时的总糖含量; 水解温度为 80 °C 时干贝的总糖含量为 14.5%, 大于水解温度为 70 °C 时的 14.2%, 但是 2 个条件下的总糖含量并无明显差异(RSD 为 0.21%)。由正交试验设计可知, 温度为总糖水解条件的最主要影响因素, 因此温度的选择尤为重要, 温度越高, 对水产品中蔗糖的破坏作用越大。因此水产制品中总糖含量测定的最佳水解条件是: 水解温度为 70 °C, 盐酸浓度为 20%, 水解时间为 0.5 h。

3.2.3 精密度试验

取同一供试品溶液 0.2 mL, 连续测定 5 次, 结果见表 4, RSD 值为 0, 说明仪器精密度较好。

3.2.4 重现性试验

取同一总糖供试样品 5 份, 测定结果见表 5, RSD 值为 0.008%, 说明方法重现性较好。

3.2.5 加标回收试验

精密称取已知总糖含量的干贝、鱿鱼丝和干鲍鱼样品 0.25 g, 3 种样品总糖含量不同, 按照其总糖含量的 0.8、1.0

和 1.2 倍做加标回收实验,按总糖样品液制备方法分别制备样品液,按标准曲线法测定,计算加标回收率,结果见表 6。由表 6 可知,3 种样品的平均加标回收率在 92.3%~117%之间,结果表明该方法准确度较高,可作为水产制品中总糖含量的测定方法。

表 3 总糖不同水解条件的对照试验结果($n=3$)
Table 3 Total sugar controlled experiment results under different hydrolysis conditions ($n=3$)

实验序号	样品名称	水解条件	总糖含量 (g/100 g)	相对标准偏差 RSD(%)
1	干鲍鱼	A	32.1±0.94	1.05
		B	33.4±1.60	1.76
2	干贝	A	14.5±0.32	0.36
		B	14.2±0.71	0.78
3	烤制鱿鱼丝	A	23.3±1.65	1.81
		B	25.2±0.62	0.76

注: A-温度为 80 °C, 盐酸浓度为 20%, 时间为 0.5 h; B-温度为 70 °C, 盐酸浓度为 20%, 时间为 0.5 h。

表 4 精密度试验($n=5$)
Table 4 Precision experiment ($n=5$)

序号	1	2	3	4	5
吸光度值	0.487	0.487	0.487	0.487	0.487

表 5 重现性试验结果($n=5$)
Table 5 Experimental results of reproducibility ($n=5$)

序号	1	2	3	4	5
吸光度值	0.554	0.570	0.570	0.571	0.560

表 6 加标回收结果
Table 6 Experimental results of recovery

样品名称	本底值 (g/100 g)	样品浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	葡萄糖添加浓度($\mu\text{g/mL}$)	平均回收率/%
干贝	14.40	21.26	17.01	102
			21.26	95.5
			25.51	117
鱿鱼丝	25.2	38.14	30.51	92.3
			38.14	96.1
			45.77	101
干鲍鱼	34.4	56.87	45.50	97.3
			56.87	103
			68.24	102

4 结 论

水解条件是影响水产制品中总糖含量测定的主要因素,优化后的水解条件为: 盐酸浓度为 20%, 温度为 70 °C, 时间为 0.5 h。在该水解条件下,水产制品中总糖含量达到最大值。由于在酸性溶液中,己糖的主要产物是 5-(羟甲基)-2-呋喃醛、乙酰丙酸和一些多聚物,此外还有少量的脱水产物^[18]。果糖是己酮糖,在酸性条件下失水得 5-羟甲基呋喃甲醛,而葡萄糖必须先异构化为酮糖之后再失水得 5-(羟甲基)-2-呋喃醛,但葡萄糖异构化为酮糖的速度很慢^[6],因此在相同条件下,果糖被破坏的速度远远大于葡萄糖。蔗糖在高温高酸的环境下先分解为果糖和葡萄糖,之后果酸被破坏,导致蔗糖的测定结果偏低。

水产制品的外源糖种类较多,如淀粉、蔗糖和面粉等,随着技术的进步和工艺条件的改进,一些新的添加剂如环糊精、改良淀粉等会增加检测的难度。食品中糖类的检测标准很多,但却缺乏适合水产制品中总糖的检测方法,而本方法可为水产制品中总糖含量的检测提供参考。

参 考 文 献

- [1] 张鹏,李岩. 我国水产干制品行业整体状况分析[J]. 科技风, 2010, (5): 74.
Zhang P, Li Y. Analysis of the whole situation of China's fishery products industry [J]. Technol Wind, 2010, (5): 74.
- [2] 陈远惠. 我国水产干制品的质量状况及对策[J]. 监督与选择, 2005, (2): 60-61.
Chen YH. Quality situation and countermeasures of dried aquatic products of China [J]. Superv Choice, 2005, (2): 60-61.
- [3] Chen DL. Present status of China's aqua products processing industry and potentiality in fisheries joint venture and cooperation [C]. China Fish Seafood Exposition, 1996.
- [4] 王联珠,李晓庆,顾晓慧,等. 干海参外源性总糖的测定方法[J]. 食品科学, 2013, 34(14): 293-297.
Wang LZ, Li XQ, Gu XH, et al. A method of exogenous total sugar in dried sea cucumber [J]. Food Sci, 2013, 34(14): 293-297.
- [5] Gheorghe AZ, Rahoveanu MMT, Rahoveanu AT. The safety of fishery products [C]. Realities and Perspectives for Romania Proceedings, 2012.
- [6] 吴东林. 烤鱼片鱿鱼丝等产品中淀粉含量的测定[J]. 现代食品, 2015, (21): 53-55.
Wu DL. Determination of grilled fish and other products [J]. Mod Food, 2015, (21): 53-55.
- [7] 彭科怀,张坤. 反滴定法测定食品中总糖的方法[J]. 现代预防医学, 2010, 37(22): 4319-4321.
Peng KH, Zhang K. Determination of total sugar in food by back titration [J]. Mod Prev Med, 2010, 37(22): 4319-4321.
- [8] 李丹. 苯酚-硫酸法测定食品总糖方法的应用和改进[J]. 中国卫生检验杂志, 2003, 13(4): 506.
Li D. Application and improvement of determination of total sugar in food by phenol-sulfuric acid method [J]. Chin J Health Lab Technol, 2003, 13(4): 506.
- [9] GB/T 15672-2009 食用菌中总糖含量的测定[S].

- GB/T 15672-2009 Determination of total sugar content in edible fungi [S].
- [10] 李利军, 孔红星, 伍时华, 等. 蔗糖测定的紫外分光光度新方法研究及应用[J]. 分析科学学报, 2003, 19(4): 367-369.
Li LJ, Kong HX, Wu SH, *et al.* A new UV spectrophotometric method for the determination of sucrose [J]. *J Anal Sci*, 2003, 19(4): 367-369.
- [11] 李静, 李仁勇, 梁立娜. 毛细管型离子色谱-脉冲安培法检测枸杞多糖的单糖组成[J]. 分析化学, 2012, 40(9): 1415-1420.
Li J, Li RY, Liang LN. Determination of monosaccharide constituents in *Lycium barbarum* polysaccharides using capillary ion chromatography with pulsed amperometric detection [J]. *Chin J Anal Chem*, 2012, 40(9): 1415-1420.
- [12] 贾玉平. 水解条件对食品总糖测定的影响[J]. 大众标准化, 2007, (A2): 81-82.
Jia YP. Effects of hydrolysis conditions on determination of total sugar in food [J]. *Popular Standard*, 2007, (A2): 81-82.
- [13] 张成明, 姜立, 李十中. 酸水解对 DNS 法测定甜高粱中总糖的影响分析[J]. 农业机械学报, 2014, 45(9): 199-203.
Zhang CM, Jiang L, Li SZ. Analysis of the effect of acid hydrolysis on the determination of total sugar in sweet sorghum by DNS method [J]. *Trans Chin Soc Agric Mach*, 2014, 45(9): 199-203.
- [14] GB 5009.3-2010 食品安全国家标准食品中水分的测定[S].
GB 5009.3-2010 National Food Safety Standard-Determination of moisture in food [S].
- [15] 左琦, 杨海锋, 邢增涛, 等. 食用菌总糖含量测定方法的研究[J]. 食用菌学报, 2008, 15(4): 57-61.
Zuo Q, Yang HF, Xing ZT, *et al.* Determination of total sugar in fruit bodies of five edible mushroom species [J]. *ACTA Edible Fungi*, 2008, 15(4): 57-61.
- [16] 宋俊英. 茶薪菇总糖、还原糖和多糖的测定[J]. 中草药, 2006, 37(9): 1421-1422.
Song JY. Determination of total sugar, reducing sugar and polysaccharide in *Agrocybe Aegerita* [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*, 2006, 37(9): 1421-1422.
- [17] 王妙春, 何雪芬. 广式腊味制品中总糖、食盐和亚硝酸盐检测方法的探究[J]. 现代测量与实验室管理, 2015, 32(4): 9-11, 24.
Wang MC, He XF. Study on detection methods of total sugar, salt and nitrite in cantonese la-flavor products [J]. *Mod Meas Lab Manag*, 2015, 32(4): 9-11, 24.
- [18] 吴东儒, 李振华, 黄德民, 等. 糖类的生物化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.
Wu DR, Li ZH, Huang DM, *et al.* *Biology of sugar* [M]. Beijing: Higher Education Press, 1987.

(责任编辑: 姚 菲)

作者简介



刘 芬, 硕士, 主要研究方向为水产品质量安全与标准研究。
E-mail: 15001970853@163.com



王联珠, 研究员, 主要研究方向为水产品质量安全与标准研究。
E-mail: wanglz@ysfri.ac.cn