

浒苔的快速干燥技术及其初步开发

滕 瑜 王彩理 尚德荣 翟毓秀

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 66071)

摘要 研究了浒苔 *Enteromorpha prolifera* 的三级脱水分段快速干燥技术, 浒苔发生期间以浒苔作为原料及时快速处理大量新鲜浒苔, 以制胶后的海藻渣作为常备原料, 节能减排, 变废为宝。通过对浒苔成分和有害重金属砷、铅、镉和汞含量的分析表明, 浒苔是一种低污染、高膳食纤维、高蛋白的新型海洋食品。同时进行了浒苔罐制产品的研发, 科学合理地制定了浒苔罐头的调味料配方和杀菌工艺, 为浒苔的进一步开发奠定了基础。

关键词 浒苔 快速干燥 重金属 罐头 工艺

中图分类号 S985.4; TS 54.5⁺ 8 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(009)0-0110-05

The instant drying and preliminary development of *Enteromorpha prolifera*

TENG Yu WANG Cai-li SHANG De-rong ZHAI Yu-xiu

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 66071)

ABSTRACT Three-level dehydration drying technology of *Enteromorpha prolifera* was studied in order to process a large amount of fresh *E. prolifera* rapidly during its sudden occurrence and kelp processing wastes, so as to save energy and reduce pollution. The analysis and study on compositions of *E. prolifera* and its content of harmful heavy metal such as As, Pb, Cd and Hg showed that, *E. prolifera* was a new type of seafood with low chemical pollution, high fiber and protein contents. Then method for producing canned product of *E. prolifera* was studied, for which seasoning prescription and sterilization technology were developed so as to utilize *E. prolifera* after scientifically and rationally.

KEY WORDS *Enteromorpha prolifera* Instant drying Heavy metal
Canned food Techniques

浒苔 *Enteromorpha prolifera* 是一种大型绿藻, 俗称苔条、青海苔等, 为绿藻门石莼目石莼科浒苔属的藻类植物, 在我国主要有条浒苔 *Enteromorpha clathrata*、肠浒苔 *Enteromorpha interspinilis*、扁浒苔 *Enteromorpha compressa*、浒苔和小管浒苔 *Enteromorpha tubulosa* 等 5 种(林文庭 007)。浒苔为近海滩涂中的天然野生绿藻, 生长在潮间带, 我国沿海均有分布, 是野生藻类资源中的优势种, 其自然繁殖能力特别强, 产量巨大。浒苔自古以来即为食用和药用藻类, 《本草纲目》中记载, 浒苔可“烧末吹鼻止衄血; 汤浸捣敷手背肿痛”。《随恩居饮食谱》记载: 浒苔“清胆, 消瘵病瘦瘤, 泻胀、化痰, 治水土不服”(迟玉森 1999)。大型绿藻不仅具有相当的

中国水产科学研究院黄海水产研究所浒苔治理专项资助

收稿日期: 008-07-1; 接受日期: 008-09-0

作者简介: 滕瑜(1965), 男, 副研究员, 主要从事水产品安全加工和综合利用研究。E-mail: tengyu@ysfri.ac.cn, Tel: 1 6064 669

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

营养价值(Fleurence 1999; Wong *et al.* 2000), 而且有抗菌消炎、降胆固醇和增强肌体免疫力之功效(Wong *et al.* 1999)。传统的加工方法大多是直接将鲜浒苔自然晒干成浒苔干, 用作食物或饲料; 浒苔深加工产品还较少。目前主要有浒苔干片、浒苔精粉和浒苔绿藻精等。浙江奉化市莼湖镇河泊所苔条, 如今成了日本人的佳肴, 去年有 7 t 苔条销往日本, 创产值 100 多万元。

2008 年 6 月上旬, 受南方强降雨及气候变化的影响, 青岛近海又出现大量浒苔, 比 2007 年早一个月来到岛城海域, 并已侵入奥帆赛场, 对城市景观以及奥帆赛的顺利举行造成不良影响, 更威胁到其他海洋生物的生存, 海边附近有些生物已经死亡。青岛市政府及时采取措施, 组织人力物力, 积极打捞浒苔, 共清理数百吨浒苔。面对本次突发性浒苔事件, 及时对浒苔进行快速处理, 为浒苔的开发利用提供切实可行和科学合理的技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

7 月 1 日, 从青岛近海积聚区域采集浒苔, 反复用海水冲洗后, 将浒苔放在自来水下洗涤 5 min, 最后用消毒海水漂洗, 以去除原生动植物和浮游生物, 放在冰箱冷藏。料酒、醋和盐等调味料购自青岛超市。

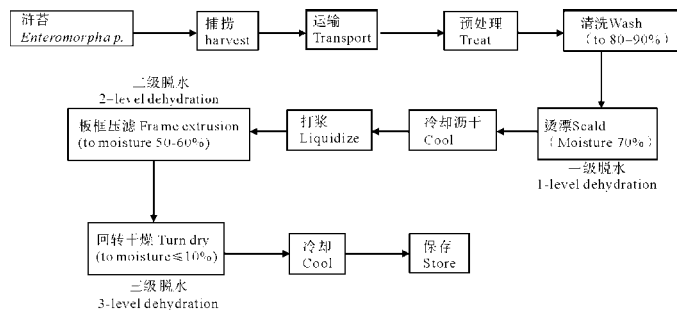
罐制材料使用由山东龙威集团公司提供的四旋式玻璃罐, 罐盖由镀锌薄板制造, 内衬聚氯乙烯塑料垫。

1.2 方法

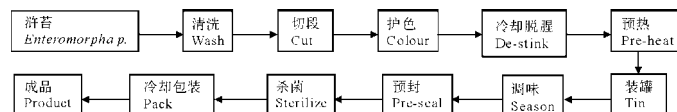
1.2.1 浒苔成分测定

测定方法: GB/T 5009. 10 食品中水分的测定, GB/T 5009. 4 食品中灰分的测定, GB/T 5009. 5 食品中蛋白质的测定, GB 5009. 10-85 食品中粗纤维的测定; GB/T 5009. 11 食品中总砷及无机砷的测定, GB/T 5009. 15-1996 食品中镉的测定方法, GB/T 5009. 1 食品中铅的测定, GB/T 5009. 17 食品中总汞及有机汞的测定。

1.2.2 浒苔快速处理工艺



1.2.3 浒苔加工工艺



2 结果与讨论

2.1 浒苔三级脱水分段干燥技术

新鲜浒苔数量多、含水量大, 若不及时进行干燥加工则可能由于浒苔上附着的细菌及消化酶的作用, 在

~ d 内变质腐烂。由于浒苔中含有糖胶、碘化合物和甘露醇等成分较多,所以在普通干燥方法不能快速、有效干燥,本技术采用烫漂、压榨和回转干燥三级脱水技术,分阶段对浒苔进行脱水干燥,既能有效保留浒苔有效成分,又能达到快速干燥的目的。目前正与青岛市崂山王戈庄化工厂合作,建立一条快速烘干生产线,以浒苔作为突发原料,以制胶后的海藻渣作为常备原料,利用三级脱水分段干燥技术快速处理浒苔,开发浒苔产品。在浒苔暴发期间用于快速处理干燥浒苔,其他时间用于干燥海带藻渣,节能减排,变废为宝,实现双赢。

浒苔经三级脱水干燥的结果如下:浒苔经清洗后水分含量 80%~90%,先一级脱水烫漂进行蛋白固定和灭菌使水分含量达到 70%左右,再经过沥干打浆后进行板框压滤二级脱水使水分达到 50%~60%,最后经过三级脱水回转干燥使水分达到 10%以下后保存,能达到 1 年左右的保质期。

2.2 浒苔的成分分析和安全性评价

浒苔一般成分的分析如表 1 所示。浒苔蛋白质含量 10%, 低于缘管浒苔(7.0%), 相对于常食用海藻海带(8.7%)和紫菜(4.6%), 浒苔粗蛋白含量属于中上水平, 与陆地蔬菜相比, 其蛋白质含量较高, 作为食品将是一种很好的植物蛋白源。浒苔粗纤维含量 8.76%, 低于缘管浒苔粗纤维含量(10.0%)和海带(11.8%), 而高于紫菜(4.0%), 膳食纤维与传统的六大营养素——蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素、无机盐和微量元素、水并列, 称之为“第七营养素”, 主要包括纤维素、半纤维素、果胶、树胶、藻胶、木质素和戊聚糖等, 这些物质虽然不能被人体利用, 但对人体健康却有十分重要的作用, 中国营养学会建议纤维的日摄入量应 0.5g, 所以, 浒苔等海藻可作为很好的膳食纤维源, 为人体提供这一必需的营养素。此外, 浒苔的灰分含量 18.0%, 高于缘管浒苔(8.0%)和紫菜(7.8%), 低于海带(20.0%), 灰分主要是指食品中的无机物和矿物质, 这些无机成分在维持人体的正常生理功能, 构成人体组织有着十分重要的作用。

表 1 浒苔和其他海藻成分比较

Table 1 The compositions comparison between *Enteromorpha prolifera* and other seaweeds

海藻 Seaweeds	蛋白质 Protein	粗纤维 Fiber	灰分 Ash	钙 Ca	磷 P	镁 Mg	铁 Fe
浒苔 <i>Enteromorpha prolifera</i>	10.	8.76	18.	0.56	0.1	0.79	0.04
* 缘管浒苔 <i>Enteromorpha linza</i>	7.0	10.	8.	0.	0.16	1.1	0.15
海带 <i>Laminaria japonica</i>	8.7	11.8	20.0	0.71	0.0	0.16	0.01
紫菜 <i>Porphyra</i>	4.6	4.0	7.8	0.9	0.58	0.08	0.01

* 数据引自何清等(2004)

矿物质含量中, 浒苔的钙含量最高为 0.56%, 远高于缘管浒苔(0.0%), 海带(0.71%)和紫菜(0.9%), 可以考虑作为补钙产品或者营养来源进行研究开发; 浒苔类的镁、铁含量都高于一般海藻, 浒苔的镁含量 0.79% 低于缘管浒苔(1.1%) 高于海带(0.16%)和紫菜(0.08%), 浒苔的铁含量 0.04% 低于缘管浒苔(0.15%) 高于海带(0.01%)和紫菜(0.01%)。

2.3 浒苔中有害物质的分析

藻类的细胞壁主要由多糖、蛋白质和脂肪构成的网状结构, 带有一定的负电荷, 且有一定的表面积与黏性, 细胞膜是具有高度选择性的半透膜, 这些结构决定了藻类可富集金属离子, 对 Cu、Pb 和 Cd 的吸附容量, 远高于其他生物种类。刘红英等(2000)对我国部分经济海产食品中的砷、铅、镉和汞的含量进行了测定。结果表明, 海产动物(干品)中总砷含量为 1.9~7.76mg/kg, 无机砷含量为零, 铅含量为 0.0~9.90mg/kg, 镉含量为 0~11.8mg/kg, 汞的含量为 0~0.04mg/kg; 海藻(干品)中总砷含量较高 46.68~101.88mg/kg, 除羊栖菜外, 其他海藻的无机砷含量为零。铅含量为 6.1~18.1mg/kg, 镉含量为 1.97~1.05mg/kg, 汞含量为 0~5.17mg/kg。虽然个别样品重金属含量高于国家标准, 但总体是安全的。通过对浒苔的有害物质砷、铅、镉和

汞的分析检测, 浒苔中砷含量 1.4 mg/kg、铅 0.80 mg/kg、镉 0.8 mg/kg 和汞未检出, 这些有害物质含量远低于海藻、海产动物及 GB1964 - 005《藻类制品卫生标准》的限量, 只有砷含量稍微超欧盟限量(表)。

表 2 浒苔和其他海藻中有害重金属含量(mg/kg)

Table The contents of harmful heavy metals in *Enteromorpha prolifera* and other seaweeds(mg/kg)

海藻 Seaweeds	砷 As	铅 Pb	镉 Cd	汞 Hg
浒苔 <i>Enteromorpha prolifera</i>	1.4	0.80	0.8	未检出
海藻 Seaweeds	46.68~ 101.88	6.1 ~ 18.1	1.97~ 1.05	0~ 5.17
海产动物 Marine animals	1.9~ 7.76	0. ~ 9.90	0~ 11.8	0~ .04
GB1964 - 005	≤1.5	≤1.0	—	≤0.5
欧盟限量 EU limit	≤1.0	≤ .0	≤1.0	≤0.1

1984 年联合国环境规划署提出一份《危害全球环境的化学物质和化学过程清单》, 在这份清单上排在前 4 位的化学物质依次是镉、铅、汞和二氧化碳。新生儿体内几乎不含有镉, 人体中的镉几乎全部是出生后从环境中蓄积的, 镉对人体组织和器官的危害是多方面的, 主要是对肾脏、肝脏的危害。197 年联合国粮农组织和世界卫生组织将镉列为第 位需要优先研究的食品污染物(排在第 1 位和第 位的是黄曲霉毒素和砷)。005 年 1 月 5 日发布的我国现行的食品卫生标准 GB 76 - 005《食品中污染物限量》、GB1964 - 005《藻类制品卫生标准》, 规定藻类制品中无机砷限量(干重计) ≤1.5 mg/kg。对浒苔 As 含量进行分析(表), 发现其 As 量只有 1.4 mg/kg, 低于缘管浒苔的 .98 mg/kg, 更远低于海带(1.6 mg/kg) 和紫菜(16.91 mg/kg)。Netten 等(000) 报道的 15 种海藻 As 含量在 17~ 88mg/kg 之间, Caliceti 等(00) 分析了 Venice lagoon 所产 7 种海藻中 As 含量范用为(7mg/kg ± mg/kg) ~ (4 mg/kg ± 104 mg/kg), 与之相比, 浒苔的 As 含量很低。海藻 As 虽然低毒或无毒, 但高含量 As 仍令人担忧, 从这一角度讲, 浒苔和缘管浒苔都是一种令人放心的食品。

表 3 浒苔和其他海藻中的砷含量

Table. As content in *Enteromorpha prolifera* and other seaweeds

海藻 Seaweeds	浒苔 <i>Enteromorpha prolifera</i>	缘管浒苔 <i>Enteromorpha linza</i>	海带 <i>Laminaria japonica</i>	紫菜 <i>Porphyra</i>
As(mg/kg)	1.4	.98	1.6	16.91

2.4 浒苔罐头产品研究

浒苔中含有丰富的叶绿素, 在加工过程中极易破坏, 浒苔纤维较硬, 腥味太浓, 直接食用不受欢迎, 为此对浒苔采用隔水高压蒸煮的方法脱腥护色, 研制浒苔罐头产品, 为进一步利用海藻资源开辟了新的途径。主要操作要点如下:

(1) 原料处理 浒苔长而细, 易缠绕, 难以清静泥沙等杂质, 用干净海水冲洗新鲜浒苔 ~ 遍, 仔细去除杂质, 再用消毒水浸洗, 然后用刀将浒苔切成 cm 长短。

() 脱腥 浒苔经浸泡后有极浓的腥味, 严重影响了产品的风味, 采用乙醇、乙酸和碱等在室温浸泡浒苔也能脱腥, 但是可使部分营养物质损失, 为最大限度保持浒苔营养, 将浒苔干燥后采用隔水高压蒸煮的方法脱腥软化的目的, 是在高温下使低分子呈藻腥味的含氮化合物部分逸出来而减少了藻腥味。蒸煮时应该先排净锅内空气, 既有利于温度迅速升高, 也保护了浒苔中的活性物质多不饱和脂肪酸不被氧化。

() 调味 脱腥软化后的浒苔细菌量大为减少, 其中的海藻酶也全部杀死, 可以长期防潮保存。沥干后尽快进行调味, 将浒苔放入 ~ 倍重的调味料液中搅匀, 装瓶。各种调料的比例见表 4。

表 4 浒苔罐头中的调味料比例

Table 4 The seasoning rate in canned *Enteromorpha prolifera*

调味料 Seasoning	柠檬酸 Citric acid	醋 Vinegar	糖 Sugar	盐 Salt	味精 Na ₂ G	料酒 Wine	胶 Glue	山梨酸钾 Potassium sorbate
比例 Rate(%)	0.5	1.0	5.0	.0	1.0	1.0	0.5	0.1

(4) 装罐杀菌 调味后的浒苔装瓶上盖, 不要旋紧, 在排气箱中 100 °C 排气 15 min 后取出旋紧罐盖, 而后进杀菌锅杀菌公式为 $10' - 15' - 15' / 105\text{ °C}$, 取出后迅速用 70、40 °C 水分段冷却至室温。严格控制反压, 杀菌时升温、降温要平稳。

(5) 保温检验 采用 7 °C ± °C 保温 7 昼夜的检验法, 要求保温室上下四周的温度均匀一致。产品经 7 °C 恒温保藏 7 d, 未发现胖罐或鼓盖现象, 说明杀菌完全, 在常温保质期内流通可以保证罐头的质量。

(6) 罐头检验结果 商业无菌。

3 结语

浒苔是高蛋白、高膳食纤维、低脂肪和低能量, 且富含矿物质和维生素的天然理想营养食品的原料, 我国在传统食用浒苔的基础上, 也对开发新型浒苔食品的进行探索, 如浒苔挂面、浒苔酱、浒苔汤料、浒苔果冻、浒苔绿藻精饮料和浒苔功能食品等。目前, 浒苔深加工产品还较少, 主要有浒苔干片、浒苔精粉和浒苔绿藻精等, 浒苔粉和浒苔片在日本作为食品配料或营养性添加剂广泛应用于各种食品, 如膨化食品、海苔饼干、海苔花生和海苔干脆面等, 而浒苔绿藻精等浒苔活性成分提取物则大多用于功能食品的开发。通过采用本研究的三级脱水分段干燥方式可将大批量浒苔快速干燥, 再用于产品开发, 前景将是十分可观的, 特别在鲜浒苔的降解、浒苔粉的加工制备、浒苔多糖的提取等方面提供了支持和借鉴, 能解决浒苔处理难题, 最大限度地变废为宝。

参 考 文 献

- 刘红英, 薛长湖, 江艳华, 陈洪涛, 林 洪, 李兆杰. 00 . 我国部分经济海产食品中砷、铅、镉、汞含量的测定与分析. 中国食品学报, 增刊: 8~ 41
- 迟玉森. 1999. 新型海洋食品. 北京: 中国轻工业出版社
- 何 清, 胡晓波, 周峙苗, 王小燕. 006. 东海绿藻缘管浒苔营养成分分析及评价. 海洋科学, 0(1): 4~ 8
- 林文庭. 007. 浅论浒苔的开发与利用. 中国食物与营养, 9: 4~ 5
- Caliceli, M., Argeese, E., and Sfriso, A. 00 . Heavy metal contamination in the seaweeds of the Venice lagoon. Chemosphere, 47: 44~ 454
- Fleurence, J. 1999. Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential uses. Trends in Food Science and Technology, 10: 5~ 8
- Netten, C., Hopfion Cann, S. A., and Morley, D. R. 000. Elemental and radioactive analysis of commercially available seaweed. The Science of the Environment, 55: 169~ 175
- Wong, K. H., and Peter, C. K. 000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part 1 proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. Food Chemistry, 71: 475~ 48
- Wong, K. H., and Bsc, S. S. W. 1999. Changes in lipid profiles of rats fed with seaweed based diets. Nutrition Research, 19(10): 1 519~ 1 5 7