

中南林业科技大学

硕士学位论文

食用槟榔的安全风险分析

姓名：许丹

申请学位级别：硕士

专业：食品科学

指导教师：刘芳

201205

摘要

食用槟榔是继口香糖、香烟之后的第三大口腔嗜好品，全世界据不完全统计估计有 6 亿人有嚼食槟榔的习惯，这就带动了整个槟榔加工产业的迅速发展，同时也带来了巨大的经济效益。随着消费人群的增多和食品安全意识的增强，食用槟榔的安全风险分析对整个产业的健康发展和广大消费的健康具有一定的指导意义。本课题以零售散装槟榔和市场上的包装槟榔为研究对象，对其食品安全影响进行风险分析。首先是对其防腐剂、甜味剂、氟含量、游离碱度、霉菌计数五个危险因子的含量进行检测分析；然后通过问卷调查分析，了解消费者的消费量及消费习惯；最后结合问卷调查情况对各个危险因子计算膳食摄入量，与相应的 ADI 值做比对，并针对其食品安全风险影响情况，在食用槟榔的加工过程中定位关键控制点，并提出相应的风险应对措施。

1. 甜味剂、防腐剂通过分析检测其超标情况都比较严重。防腐剂主要是脱氢乙酸钠超标，超标量至少是 10 倍，最多达到 30 倍；甜味剂主要是糖精钠和安赛蜜超标最多达到 12 倍；只有防腐剂对羟基苯甲酸脂类的添加量全部合格。
2. 氟离子检测结果表明，A、D、E、F、G、H 六个样品在规定范围内，其中超标最严重的是 C 样品 190.02 mg/kg，其次是样品 B，检测结果为 118.11 mg/kg，整个样品的合格率为 75%。零售产品的氟含量的平均值为 92.90 mg/kg，包装产品的氟含量的平均值为 74.06 mg/kg。
3. 游离碱度的检测，零售产品的浸泡液初始 pH 值都小于 7 呈酸性，包装类的产品浸泡液都呈碱性，检测结果显示样品 H 含量最高为 10.34 mg/g，其他三个样品均在限定范围内，平均值为 7.48 mg/g，合格率为 75%。游离碱度主要和加工过程中添加的石灰质量和用量有关。
4. 霉菌检测，零售产品霉菌计数严重超标，最多超标达到了 100 倍，包装产品四个样品全部合格，对于全部检测样品合格率为 50%，但是针对零售产品合格率为 0，包装产品合格率为 100%。
5. 根据问卷调查情况，长沙地区食用槟榔消费者主要是 20 岁到 40 岁中青年男性，少数的女性消费者为 20 岁到 25 岁的年轻人，嚼食的时间不等，最多长达 26 年，最小的开始嚼食年纪为 12 岁。大多数消费者还是选择占市场主体的品牌包装槟榔，

食用槟榔的日平均消费量是 45.3 g (一包的净重为 40 g, 10 片左右), 一片槟榔的平均嚼食时间是 3.46 min。大约一半的槟榔嚼食者有吸烟的习惯。其次消费者对于食用槟榔对身体的危害总体的认知度还是比较高的, 认为其对身体健康造成危害最多的分别是: 危害牙齿和口腔健康、会致癌、上瘾; 认为槟榔主要的危害的主要来源依次有: 添加剂过量、加工不卫生、槟榔本身。关于喜欢嚼食槟榔的原因, 62%的人选择的是提神刺激, 35.5%的人选择是大众流行、31%的人选择是民俗习惯, 其他原因则占 14%, 其中包括交际需要等。70%的调查者认为到目前为止, 嚼食槟榔对身体是没有产生不良影响, 30%调查者认为嚼食槟榔对身体产生了影响的, 主要是牙齿口腔的纤维化、上火、影响食欲等, 其中嚼食年限与不良影响明显相关。此外, 一些研究工作者为减少槟榔对人体产生的不良影响, 研发了一系列的槟榔制品, 但是四成以上的消费者表示都不能接受, 但是相对而言槟榔口味香糖的大众接受情况比较乐观。

6. 通过计算各个危险因子的膳食暴露量, 比对 ADI 值分析防腐剂和甜味剂的含量的安全风险影响在可以接受的范围内, 氟含量则存在一定的风险。该分析结果是在没有其他膳食摄入这些危险因子的前提下进行的, 而且没有考虑其毒性累积危害, 因此针对各个危险因子还是要做一定的危害管理措施。通过计算成人最大摄入量, 得出最适宜摄入量为每日半包。

7. 通过风险分析结合槟榔加工的具体工艺, 制定了四个关键控制点, 分析了危害因子可能来源, 并提出了相应的措施管理。

关键词: 食用槟榔; 危险因子; 安全风险分析

ABSTRACT

Edible betelnut is the third oral-taste addictive product followed by chewing gum and cigarette. According to an incomplete statistics, about 600 million people have the habit of chewing betelnut, which drives the whole betelnut processing industry to a rapid development. Meanwhile, it also brings huge economic benefits. With the increasing of the consumer groups and food safety awareness enhancement, analysis on safety and risk Assessment of edible betelnut has directive significance for the healthy development of the whole industry and the consumer health awarness. This topic takes betelnut in retail, in bulk and packaging betelnut in market for research object, analyzing food safty risk. First of all, test and analyze the content of 5 harmful factors such as preservative, sweetener, fluorine content, free alkalinity, and mould count five. Then through the questionnaire survey analysis, master consumer consumption volume and consumption habits. Finally based on the questionnaire survey, calculate dietary intake of each risk factor, compared with the corresponding ADI value, positioning critical control points in edible betelnut processing, and put forward the corresponding measures to risk according to its food safety risk effects.

1. Sweetener and preservatives seriously exceed the standard content volume after inspection and analysis. Sodium acetate is mainly preservative dhea, which at least 10 times exceed the standard, even 27 times utmost. Sweetener is mainly Sodium saccharin and Acesulfame-K, which exceed up to 12 times. Only p-hydroxybenzamides are all qualified.

2. Fluorion test results indicate that in a specified scope of sample A, D, E, F, G, and H, the most serious sample out of limit is C with 190.02 mg/kg. The second most serious is sample B with 118.11 mg/kg after being tested. The pass rate is 75% out of all samples. For retail products the average content of fluorine is 92.90 mg /kg, packing product is 74.06 mg /kg.

3. Free basicity detection. The initial pH value of soaked fluid of retail products is less than 7 and becomes acidic. Soaked fluid of packing products is alkaline. The test result showed that highest content in sample H is 10.34 mg/g, the other three samples are in the

limited scope with averages 7.48 mg/g, pass rate is 75%. Free alkalinity is mainly related to the CaO quality and quantity in process of adding processing.

4. Mould detection. Mould quantity in retail products exceeds the limit badly, 100 times more than the limit utmost. The four packing samples are all qualified. For all testing samples the pass rate is 50%, but for retail products the pass rate is 0, for packing products is 100%.

5. According to the survey, consumers of edible betelnut in Changsha area basically young and middle-aged men arranged from 20 to 40 years old. The minor female consumers are from 20 to 25 years old, of whom the longest chewing period is 26 years and the youngest started chewing betelnut at 12 years old. Most consumers still choose the leading brand in market. Daily average consumption is 45.3 g (net weight of one bag is 40 g, 10 slices), average chewing time of a piece of betelnut is 3.46 mins. About half of the betelnut chewing predators has the habit of smoking. Consumers have general awareness of chewing edible betelnut being hazardous and regard that the top hazardous factors to human body are related to tooth and oral health, causing cancer and being addictive. They think the main harms resulted by additive excessive, insanitary processing, and betelnut itself. As for the reason why betelnut is favored by people, 62% of people choose refreshing stimulus function, 35.5% of people choose the popularity, and 31% of people choose folk habits, other reasons take up to 14% including communication needs. 70% of respondents think betelnut chewing does not produce adverse impact so far. 30% of respondent think chewing betelnut has adverse influence on the body, such as teeth of oral fibrosis, toxic heat, influence appetite etc. Chewing years are obviously relevant to adverse influence. Some researchers developed a series of betelnut products to reduce adverse effects that betelnut brought about to human body but relatively, the acceptance for chewing gum on the general public is more optimistic.

6. According to the calculation of dietary exposure levels of each risk factor, and compared with ADI value, the safety and risk influence of the analyzed content is within acceptable limits, but fluorine content is more than accept range. The analysis result is based on no other dietary intake of risk factors this premise, and no considering its toxicity cumulative damage. Therefore harm management measures have to be taken on food premise. Secondly,

the corresponding risk measures should be taken, its original standard also should be revised, in addition, through the calculation of the maximum adult intake, the appropriate consumption is half a bag.

7. Via the risk analysis and combined with the specific processing technology of betelnut , formulate the four key points, analyze the sources of risk factors, and put forward some corresponding measures management.

Keywords: Edible betelnut; Risk factors; Safety risk analysis

1 绪论

槟榔 (Areca nut, Betelnut) 是棕榈科植物槟榔树的种子, 槟榔种子多为长椭圆形, 像一个小橄榄, 肉质坚硬不易破碎, 它全身都是宝, 果实、种子、皮、花均可入药。槟榔树是一种典型的热带珍贵植物, 原产东南亚, 现在主要产于印度、印度尼西亚、孟加拉、缅甸、泰国等, 我国主产于海南、台湾, 广西、云南、福建, 其中以海南地区所产槟榔为最佳。我国引种栽槟榔约有1500多年的历史。目前, 海南槟榔产业所带来的经济效益已经成为海南省东部、中部和南部山区200多万农民主要的经济来源之一。槟榔在我国自古是作为一种常用的中药, 然而到今天槟榔其大部分原料产品却不是走向药材市场, 而是用于加工成槟榔块用于咀嚼^[1,2]。

1.1 食用槟榔的概述

1.1.1 世界槟榔的产销情况

跟据国际粮农组织(FAO)的统计资料, 2002~2004年世界槟榔的收获面积依次为54.08、54.18、55.97万公顷, 产量分别为65.75、65.81、66.44万吨, 产量一直在逐年增加。印度是槟榔收获面积最大的国家, 其次是印度尼西亚、缅甸、泰国、中国、马来西亚等。从世界消费市场来看, 全世界大概有6亿人嚼食槟榔。印度虽然是最大的槟榔生产国同时也是最大的消费国, 每年还是需要向其它生产国进口大量的槟榔。此外还有像巴基斯坦、尼泊尔等不产槟榔的国家, 由于在其历史上有食槟榔的习惯, 所以每年还是要需靠进口以供应国内的市场。其中, 巴基斯坦是世界上最大的槟榔进口国, 2003年的进口量为4.16万吨, 进口金额约为1612万美元, 其次是孟加拉国、尼泊尔等国家。近几年来随着槟榔产业的全球化, 嚼食槟榔的习惯逐渐被其他国家的人们所接受, 传向了欧洲、美洲、东亚等部分国家。目前, 俄罗斯、美国、日本等发达国家也有相关槟榔产品进口的记录^[3-6]。

我国槟榔的主要产区是海南省, 全省槟榔面积和产量占全国的95.6%, 在广东、广西、福建、云南等地区均有小面积的种植。槟榔在台湾也有种植, 它是仅次于水稻的第二大农产品, 2003年其槟榔种植面积为5.3万公顷, 总产值130亿元新台币, 台湾也有嚼食槟榔的习惯, 所以绝大多数槟榔自产自销, 出口量仅占总产量的0.4%, 主要的进出口地分别是香港和泰国^[7,8]。近几年来随着食用槟榔销售形势的好转以及

对台商政策的放宽, 槟榔的经济价值提高了许多, 巨大的利益带动了广大农民种植的积极性, 使其种植面积迅速扩大。截至 2005 年, 我国槟榔产量 6.44 万吨, 总产值达 15.44 亿元, 成为我国热带亚热带地区的第二大产业。目前, 国内的消费市场主要是在湖南和海南, 一共有 1000 多家槟榔加工企业和数个名牌产品, 湖南食用槟榔加工企业年产值 2009 年达到了 40 亿元。如今, 全国各地的一些大城市也有了嚼食槟榔的习惯, 消费市场逐渐扩大, 特别是广州、东莞等城市, 湖南加工的食用槟榔消费量急剧增长。

1.1.2 食用槟榔的制作工艺

槟榔原果的成份很是复杂的, 包括生物碱、酚类化合物、脂肪油以及多种氨基酸和各种各样的矿物质等^[9]。研究表明槟榔原果的主要成分为 31.1%的酚类、18.7%的多糖、14.0%的脂肪、10.8%的粗纤维、9.9%的水分、3.0%的灰分、0.5%的生物碱等, 此外还含有 20 多种微量元素。槟榔种子含生物碱主要为槟榔碱 ($C_8H_{13}NO_2$), 并且含有少量其它生物碱都是与鞣酸结合存在于槟榔当中。

在台湾地区, 槟榔也叫“菁仔”, 食用时一般将鲜槟榔加上荖叶、荖花、石灰等一起嚼食; 而在内地嚼食的却是经加工而成的食用槟榔, 特指以槟榔干果为主要原料, 经炮制、切片、点卤、干燥等主要工序加工的槟榔 (DB43/132-2004)。食用槟榔的主要加工工艺如下: 槟榔干果→分选→清洗(煮沸)→泡制→烘烤→上表(胶)皮→切分→去核→点卤水→加核(或不加核)→干燥→杀菌(或不杀菌)→包装→入库^[10], 其中卤水的配制工艺的关键, 其主要制作过程是: 槟榔加工用石灰+水→过滤→石灰乳+饴糖+食品添加剂→熬制→卤水。

1.2 食用槟榔的国内外研究现状

咀嚼槟榔是一种传统习俗, 有着两千多年的历史, 并一直延续至今。后来, 欧洲尤其是英国及北美一些国家也开始流行咀嚼槟榔, 目前也是除亚洲地区以外最大的槟榔进口国。在我国内地咀嚼槟榔习俗盛行于湖南省湘潭市。目前, 湖南槟榔的市场已延伸到海南、广东、江西、河北、北京、上海、浙江等 14 个省市。槟榔自古是作为药材食用, 其性味苦、辛、温, 具有杀虫消积、降气、行水、截疟之功效, 主要用于治疗绦虫、蛔虫、姜片虫病, 虫积腹痛、积滞泻痢, 里急后重, 水肿脚气、疟疾等症。其药理作用主要是生物碱的驱虫作用, 增加肠蠕动, 达到消积行滞的目的^[11,12]。近年

来,随着槟榔产业的发展,嚼食槟榔的人越来越多,国内外许多学者对食用槟榔进行了大量的研究,主要是研究食用槟榔的主要成分、活性及其对人体健康的影响。其中研究最多的是槟榔毒性的研究^[13-16],一些研究结果表明,槟榔对口腔粘膜细胞、人颊部上皮细胞、免疫细胞、生殖功能等会造成一定的损害,此外不同的炮制方法也会对其品质及人体的影响也有所不同,也有些学者对其进行了研究探讨^[17-23]。

为了避免槟榔传统嚼食方法中粗纤维、强碱、食品添加剂等可能存在的安全风险^[24-28],国内一些相关领域研究工作者成功研制开发出了槟榔口腔保健系列的产品,有槟榔风味的口香糖、饮料、茶、牙膏等。特别是槟榔味口香糖,具有咀嚼槟榔鲜果或干果同样的功效,但相对比较更健康更卫生。此外还可以利用槟榔的种子提取槟榔碱,充分利用其相关生物活性提供更有效的制药原料。这些以槟榔为主要原料的深加工系列新产品,符合食品和医药的发展潮流,必将受到人们的欢迎,具有一定的市场前景。

由于食用槟榔某些危害因子会对人体造成危害,槟榔食品深加工及其安全性等方面还有待我们深入研究。一些研究工作者为了解食用槟榔卫生质量现状,对市场销售的槟榔进行了抽检,这些工作在槟榔食品安全性研究方面奠定了很好的基础也为修订槟榔卫生标准提供科学依据^[29,30]。在食用槟榔生产中,国家及有关部门也非常重视槟榔食品的安全性及规范化生产,中国热带农业科学研究院负责起草制定了槟榔干果农业部行业标准(NY/T 487-2002),湖南省质量监督局2004年颁布了《湖南省食用槟榔地方标准》(DB43/132-2004),目前新的标准也在积极准备中,即将取代以前的旧标准。这些都对食用槟榔的原料、加工工艺、食品添加剂、生产设备等进行了严格的规范。

1.3 食用槟榔的安全风险分析

近年来,人们嚼食槟榔的习惯开始普遍起来,食用槟榔在湖南兴起,食用槟榔加工也已跃成为湖南省食品的一大产业。随着湖南民工的渗透,湖南特色的食用槟榔也逐渐开始了全国性蔓延。但是随着整个行业的快速发展,行业内的企业越来越多,在发展过程中也是参差不齐,食用槟榔的安全质量问题不断暴露,诸如微生物超标、超量超范围使用食品添加剂、添加非食用的违禁药物等一系列的问题^[31]。如今,国内外爆发了诸多食品安全事件,使得食品安全受到越来越多的关注,食品安全问题逐渐形成了一门新兴的学科。一些食品科研工作者,为了提高槟榔食品的品质和食用安全

性,一直在努力使槟榔食品的生产技术得到不断的改进和完善。食品安全风险分析是保证食品安全的一种新的模式,它是制定食品安全标准和解决国际食品贸易争端的依据,在食品安全管理中处于基础地位,其根本目的在于保护消费者的健康和促进公平的食品交易。为此,需要通过对影响食物安全的各种生物、物理和化学危害进行评估,定性或定量描述风险的特征,并在参考了各种相关因素后,提出风险管理措施^[32-38]。

1.3.1 槟榔的生物活性

槟榔中的生物活性物质主要有生物碱、鞣酸、多酚、儿茶素、胆碱等,经众多研究初步表明,主要的药理效果有^[40-51]:(1)改善脑内血流量,增加心脏动脉血流量;(2)改善畏寒症状;(3)促进肩周炎及腰痛病的好转;(4)促进毛发生长;(5)改善老年性痴呆症;(6)改善记忆减退症;(7)抗衰老抗氧化作用;(8)降低血糖;(9)减肥及降低胆固醇;(10)抗菌抑菌作用;(11)能增强胃肠蠕动而产生腹泻,故可驱虫。

槟榔的其它生物活性还没有被充分地挖掘出来,尤其是一些对人体有益的具体作用机制尚未清楚,因此关于槟榔与人体健康的关系还有待于进一步研究。因此,将槟榔内的活性物质提取后加入到食品中制成功能性食品,这样不仅可以减少槟榔果硬质纤维对口腔的伤害,还能发挥与槟榔同等的疗效,在这方面具有广阔的发展前景。

1.3.2 槟榔的毒性研究

槟榔的有关毒性的研究较多,过多地嚼食槟榔或者第一次嚼食可能会引起流涎、呕吐、多尿、昏睡及惊厥等症状。近年来相当多的流行病学研究资料指出槟榔是口腔黏膜下纤维性变(Oral Submucous Fibrosis, OSF)的主要病源因子,在 OSF 的发病上,不论是嚼食槟榔的频率还是持续的时间都呈现了剂量依赖性,还有研究表明 OSF 与口腔癌发病有一定的关系,在这方面凌天隴等人做了很多研究,其研究表明槟榔提取物对口腔黏膜成纤维细胞有一定的影响,而在 OSF 的发病上,嚼食槟榔的频率和持续的时间也都呈现了剂量依赖性。世界卫生组织属下的国际癌症研究中心(IARC)据此向国际社会发出警告:嚼食槟榔会致癌,并在 2003 年 8 月 7 日的特别刊物第 85 卷中,认定槟榔是一级致癌物。IARC 认定槟榔为一类致癌物的依据应该在于槟榔对人体致癌的流行病学上有充分依据。据说日本和美国曾对动物做过试验,已经证实槟榔会致癌。OSF 与口腔癌发病有一定关系,但是具体作用机制目前尚不清楚,仍然需要科研工作者进一步深入的研究。还有些研究表明槟榔碱及其衍生物通过产生亚硝酸胺

类和活性氧族的广泛作用,对细胞多个靶点的进攻最终产生系统毒性作用,能进一步抑制细胞增殖、阻断细胞周期、诱导细胞的凋亡。赵成莹等做了槟榔碱的急性毒理实验,实验表明槟榔碱的 LD₅₀ 为 174.71 mg/kg,小白鼠槟榔碱中毒主要病理变化表现在胃肠道,死亡动物均胃肠道充血、出血,肝脏、脾脏变色,体积增大,肺脏出血,最终因呼吸麻痹死亡。槟榔碱对中枢神经系统有一定的刺激作用,邢淑华等给兔侧脑室注射槟榔碱后出现抽搐、流涎、咀嚼,心率减慢,呼吸兴奋,但维持时间短暂^[52-79]。

1.3.3 食用槟榔安全问题的检测

随着槟榔行业的快速发展,槟榔加工企业越来越多,但是在发展过程中参差不齐,有大型的现代化加工企业,也有手工作坊的家庭式小摊。这些情况导致了食用槟榔的安全质量问题不断暴露,如霉菌超标、食品添加剂的滥用、添加非食用的违禁药物、氟超标等一些问题开始出现。根据 2002~2004 年湖南省售食用槟榔抽样调查结果表明卫生合格率分别为 50.10%、59.09%、84.85%,甜味剂、防腐剂超标、槟榔中氟含量也在逐年的上升,湖南市场上食用槟榔整体合格率偏低。

1.3.3.1 霉菌

食用槟榔微生物的污染主要是霉菌,霉菌有很多种类,食用槟榔中主要污染的毛霉。食品中水分含量和环境温湿度,是影响霉菌生长和产生毒素的主要条件,25℃~30℃是大多数霉菌繁殖的适宜温度。受到霉菌和霉毒素污染的食品,会引起人类中毒和食品的变质。槟榔食品中霉菌主要是受环境污染或保存不当引起的,还有食用槟榔的加工制作工艺的限制,湖南市场上食用槟榔整体合格率偏低,其主要原因是微生物指标超标,提示今后应进一步加强食用槟榔生产、包装、销售等卫生管理。槟榔微生物的检测主要是霉菌和酵母菌的检测,按照国标一般采用培养基的方法,但是其检测周期比较长、培养基灭菌等步骤比较复杂,有些研究者运用了霉菌试纸的测试方法,能够快速检测样品中的霉菌,检测结果^[82-85]。

1.3.3.2 食品添加剂

为保证食用槟榔的口味,在加工过程中需要加入各种食品添加剂,如防腐剂、甜味剂、酸度调节剂、食用香精等。但是有些不法商贩违禁、滥用食品添加剂。其中主要是防腐剂以及甜味剂超标,以及添加非食用添加剂麻黄素、麻黄碱、富马酸二甲酯等。这些都会影响食品的安全质量,特别是对于消费者,长期食用过量的食品添加剂

会造成肝肾功能的损害影响健康,甚至一些非食用添加剂可能存在慢性毒性、致癌作用等潜在危险。所以要对槟榔的加工过程中添加的食品添加剂进行严格的规范和限制[86,87]。

1. 防腐剂

食用槟榔常用的防腐剂有:对羟基苯甲酸乙(丙)酯类、脱氢乙酸两类。脱氢乙酸白色针状或板状结晶或白色结晶粉末,无臭,略带酸味。是广谱防腐剂,特别对霉菌和酵母的抑菌能力强,是苯酸钠的2~10倍,但是在高剂量的条件下才能抑制细菌。对羟基苯甲酸酯(*Paraben*)也称为尼泊金酯,因非挥发性、良好的杀菌能力和稳定性,对真菌的抑制效果明显,而被用作防腐剂,其中对羟基苯甲酸酯具有雌激素活性。目前国家规定脱氧乙酸钠的标准检测方法为气相色谱法,一般用液相色谱检验,也有用紫外分光光度计检测报道。对羟基苯甲酸乙(丙)酯类的检测方法一般为气相或者是液相。

2. 甜味剂

食用槟榔常用的甜味剂有安赛蜜、阿斯巴甜、糖精钠、甜蜜素等。安赛蜜的化学名称为乙酸磺胺酸钾,又称作AK糖,对热和酸性物质稳定,其甜度约为蔗糖的200倍,是很有前途的新型甜味剂;阿斯巴甜化学名称天门冬酰苯胺甲酯,是由两种天门冬氨酸和苯丙氨酸合成,是一种对正常人无害的新型甜味剂,阿斯巴甜在人体内被分解为苯丙氨酸、天冬氨酸和甲醛,经过正常代谢排出体外,也有报道称国外科学家发现了它的致癌性,目前尚有争议,现行标准对其用量并没有明确的限量;糖精钠是易溶性的邻苯甲酰磺酰亚胺钠盐,其致癌的可能性也未被完全排除;甜蜜素,其化学名称为环己基氨基磺酸钠,是一种常用甜味剂,其甜度是蔗糖的30~40倍,消费者如果经常食用甜蜜素含量超标的饮料或其他食品,就会因摄入过量对人体的肝脏和神经系统造成危害。目前,国内外测定安赛蜜、阿斯巴甜、糖精钠、甜蜜素的方法主要有紫外光度法、气相色谱法、液相色谱法等,另外还有用反液相色谱测量甜味剂,用液相色谱和紫外分光法同时测定食品样品中这几种甜味剂等方法。

此外,现在还有少数食用槟榔加工企业使用了新型甜味剂三氯蔗糖和纽甜。纽甜的化学名称是: N-[N-(3, 3-二甲基丁基)-L- α - 天门冬氨酰]-L-苯丙氨酸 1-甲酯。纽甜的甜味与阿斯巴甜相近,无苦味及其它后味,纽甜的甜度为 8000~10000 倍,即在 5% 的甜度时为 8000 倍,在 2% 的甜度时可达 10000 倍。根据中华人民共和国卫生部 2003 年第 4 号公告,纽甜的使用范围为各类食品饮料,使用量为按生产需要适量使用,一

般饮料类 8~17 mg/L, 食品类 10~35 mg/kg。三氯蔗糖是一种白色粉末状产品, 极易溶于水、乙醇和甲醇等, 是目前唯一以蔗糖为原料生产的功能性的甜味剂, 其甜度是蔗糖的 600 倍, 且甜味纯正, 甜味特性十分类似蔗糖, 没有任何苦后味, 而且没有热量, 不会造成龋齿, 稳定性好尤其是在水溶液中。

3. 非法食品添加剂

富马酸二甲酯简称为DMF, 据国内一些研究表明, DMF具有较好的抗真菌能力, 对于饲料的防霉效果优于丙酸盐、山梨酸及苯甲酸等酸性防腐剂。但是由于其安全性, 在2009年1月29日欧盟成员国通过了“保证含有富马酸二甲酯的消费品不会投放欧洲市场”的决议草案, 该决议于2009年5月1日正式生效, DMF是不能用于食品添加剂。麻黄是一种中药, 其主要成分为麻黄碱、甲基麻黄碱等, 而麻黄碱、甲基麻黄碱均属于芳香族氨基醇衍生物, 人摄入一定量的麻黄会出现心跳加速, 血压升高, 大脑皮层和皮质下中枢兴奋, 易产生欣快感, 目前一些不法厂商希望通过添加违禁药物于槟榔食品中, 达到增强产品效果的目的。DMF按国标检测定的方法是气相色谱法, 也有使用液相色谱法、紫外分光法的。而麻黄等违禁药物的分析一般采用液相法, 由于槟榔成分比较复杂对这类物质的检测分析有一定的困难, 有研究者采用的LC/MS(液质联用)的方法, 在很大程度的提高了检测的准确率和灵敏度^[88-92]。

1.3.3.3 氟含量

根据 2002~2004 年湖南省售食用槟榔抽样调查研究表明, 氟的含量几乎全部超标。王友水等分析食用槟榔氟的来源可能包括三个方面: 其一是由于原料产地土壤中氟元素含量高而迁移到原果中; 其二是槟榔原果的烘烤加工采用烟煤的熏制, 一旦烟煤燃烧后就会产生大量的氟进入槟榔, 从而导致原果中氟含量的增高; 其三是起关键调味作用卤水中的石灰, 如果石灰中含氟较高, 氟就通过卤水进入成品中。因此可以从控制氟污染的来源来控制食用槟榔的氟的含量, 首先是保证原厂地的环境水土的安全, 槟榔原果的妥善保存; 其次是槟榔原果在烘烤这一加工阶段可以采用电烤等其它加工手段; 最后就是改进卤水配方和工艺, 使用符合卫生标准的食品级的石灰。这样就从源头控制了氟的含量, 最终能降低食用槟榔中氟的含量^[93,94]。

长期过量摄入氟会引起机体慢性中毒的改变, 主要影响人体的硬组织, 包括牙齿、骨骼, 对其他一些软组织也有损伤, 当然临床表现最明显的还是氟斑牙和氟骨症。此外本身氟是一种原生质的毒物, 进入体内后就会破坏细胞壁, 影响到体内很多酶的活

性。氟进入体内后使得钙过量地在血管上沉积,造成血管钙化,引起动脉硬化。氟的检测一般用氟离子选择电极,检测方便快捷、灵敏。

1.3.3.4 游离碱度

食用槟榔的加工过程中点卤是加工过程的关键,就是在在果芯内添加的一种粘稠物,起调味作用,它是用石灰调以饴糖、香精而成的。然而一些生产企业或作坊使用的石灰均不合格,属于非食品添加剂的化学物质,它不但含有大量的重金属离子,也使成品氟含量的碱度过高,长期咀嚼会灼伤口腔,影响口腔健康。食品中酸碱度的检测方法有 pH 试纸、酸碱滴定、pH 酸度计等。

1.3.4 食用槟榔的安全检测方法

食品槟榔安全卫生检验的指标主要包括食品感官评价、食品的一般成分分析、微量元素分析、农(兽)药残留分析、微生物分析、食品添加剂分析和其他有害物质的分析等。根据被检验项目的特性,每一项指标的检验都对应相应的检验方法。除传统的常规无机分析方法外,仪器分析方法逐渐成为食品卫生检验主要的手段,包括分光光度法、原子荧光光谱法、电化学法、原子吸收光谱法、气相色谱法、高效液相色谱法等。随着食品检验技术的发展,大型仪器设备的面世,以及分析方法技术的联用(如气象色谱与质谱的联用等),现在可达到以前不能达到的理想检测效果。同时,设备的便携,检测的快速、现场是食品安全检测发展的两个重大的趋势,在这方面酶学检测技术极具优势,如酶联免疫技术检测食品中农药残留、黄曲霉试剂盒、霉菌检测试纸等^[95]。

1.4 本课题的研究目的意义以及内容

1.4.1 研究目的及意义

随着嚼食槟榔加工和销售行业的日趋兴旺,槟榔价格倍增,被人们视为“摇钱树”,槟榔种植者获得了较高的利润,海南的槟榔种植业也由此得以迅猛发展。槟榔加工业的发展带来了巨大的经济效益,促进了经济的增长同时也增加了就业^[96]。嚼食槟榔人数也越来越多,人群主要分布在我国海南、云南、台湾和湖南省湘中一带。其中湖南省湘潭市居民嚼食槟榔就有几百年的历史,无论男女老少都有这个习惯而且有部分人嚼食成瘾,平均每年每人嚼食槟榔多达0.5 kg,多者甚至达数十公斤。近年来,食品安全受到越来越多人的关注,上至各级政府,下至广大消费者以及相关的科技工

作者都对其有高度的重视,随着嚼食人员的增多槟榔的食品安全问题也得到更多的关注。

目前,食用槟榔主要是槟榔干果及添加香料香精、调味品、食品添加剂等浸渍而成的小吃类食品,这类食品以咀嚼为主,长期嚼食可能对健康不利,因此槟榔食品的深加工及安全性还有待我们进一步研究和探讨。为了更好更安全的消费食用槟榔,食用槟榔的安全风险分析就显得十分重要了,要分析其存在的某些危害因子及危害程度,建立一套合理有效的食用槟榔安全分析模式和高效便捷的检测程序也是十分必要的。这些都能为槟榔加工企业提供一些可靠的方法措施和理论依据改进其食品品质及卫生,也对消费者对食品槟榔的选择提供参考。其次消费者食用槟榔要合理有度,长期咀嚼槟榔也会造成口腔的机械损害。最后也是最重要的是国家政府部门出台相关法律法规,严格规范其生产加工过程,如此食用槟榔才能有更好更健康的发展前景。

1.4.2 研究内容

本课题主要是对食用槟榔的安全影响进行风险分析,通过对影响食物安全的各种生物、物理和化学危害进行评估,定性或定量描述风险的特征,并在参考了各种相关因素后,提出风险管理措施。首先根据查阅的大量文献资料以及报道的新闻事件,确定食用槟榔常出现的一些危害因子,并对危害因子进行检测分析。对市售一些流品牌槟榔,以及未经包装小作坊加工槟榔进行随机抽样检测,主要是理化检测和微生物检测两个方面的检测。微生物的检测,检查霉菌情况。理化检测主要是食品添加剂的检测,主要是针对食用槟榔常用的几种甜味剂(安赛蜜、阿斯巴甜、糖精钠、甜蜜素等)和防腐剂(对羟基苯甲酸乙(丙)酯类、脱氢乙酸钠等),还有氟离子检测游离碱度的检测。其次,做问卷分析调查,了解消费者的相关消费情况。最后结合实验数据以及调查问卷相关结果,用软件处理数据,全面综合的对食用槟榔进行安全风险分析,提出相应的风险管理措施。

2 食用槟榔危险因子检测研究

2.1 材料与设备

2.1.1 实验材料

食用槟榔	市售的各大品牌槟榔和现场加工散装零售槟榔各四种
马铃薯	超市购买
乙酸	化学纯 汕头市西陇化工厂有限公司
盐酸	分析纯 湖南省株洲市化学工业研究所
浓硫酸	化学纯 湖南省株洲市化学工业研究所
浓盐酸	化学纯 天津市大茂化学试剂厂
氢氧化钠	分析纯 湖南汇虹试剂有限公司
无水乙醇	分析纯 天津市大茂化学试剂厂
琼脂	化学纯 福建泉州市泉港化工厂
葡萄糖	分析纯 中国医药上海化学试剂公司
亚铁氰化钾	分析纯 天津市大茂化学试剂厂
乙酸锌	分析纯 天津市大茂化学试剂厂
高氯酸	化学纯 成都科龙化工试剂厂
柠檬酸	分析纯 成都科龙化工试剂厂
氟化钠	分析纯 成都科龙化工试剂厂
脱氢乙酸钠	分析纯 广州市安心生物制品有限公司
糖精钠	分析纯 天津市鑫卫化工试剂厂
安赛蜜	分析纯 山东明辉食品有限公司
对羟基苯甲酸乙酯	分析纯 天津光复精细化工研究所
对羟基苯甲酸丙酯	分析纯 广东省化工试剂工程技术研究开发中心

2.1.2 试验仪器与设备

电子天平	长沙湘平科技发展有限公司
电热鼓风干燥箱	上海实验仪器总厂
UV-1800 紫外分光光度计	日本岛津公司

PF-1 氟电极	上海恒誉水分析仪器厂
232 型参比电极	上海康宁电光技术有限公司
PHS-3C 型酸度计	上海虹益仪器仪表有限公司
精密恒温振荡液浴槽	杭州雪中炭恒温技术有限公司
循环水式多用真空泵	郑州长城科工贸有限公司
高压灭菌锅	上海博讯实业有限公司医疗设备厂
生化培养箱	上海精宏实验设备有限公司
无菌吸管、微量移液器及吸头、锥形瓶、培养皿、pH 试纸、玻璃棒、槟榔铡刀、漏斗、锥形瓶、容量瓶、滤纸、微量滴定管等。	

2.2 试验方法

1. 食用槟榔中甜味剂和防腐剂的检测

均采用紫外分光光度计进行测量分析，其中环己基氨基酸钠（甜蜜素）的测定方法引用 GB/T5009.97-2003，其测定的基本原理是：在硫酸介质中环己基磺酸钠与亚硝酸反应，生成环己醇亚硝酸酯。

2. 食用槟榔氟离子检测

食用槟榔氟离子检测按照 GB/T 5009.18-2003 的方法进行检测。

3. 食用槟榔游离碱度检测

食用槟榔游离碱度的检测引用 DB43/132-2004。

4. 霉菌的检测

食用槟榔霉菌的检测引用 GB4789.15-2010。

2.2.1 食用槟榔甜味剂和防腐剂的检测

2.2.1.1 标准曲线的制备

1. 标准溶液的制备

甜蜜素标准溶液（含环己基氨基磺酸钠>98%）：首先精确称取 1.0000 g 甜蜜素，加水溶解并定容至 100 mL，此溶液每毫升含甜蜜素 10 mg。然后，准确吸取 1.00 mL 甜蜜素标准溶液于 100 mL 的容量瓶中并加水 20 mL，置冰水浴中，然后加入 5 mL 50 g/L 亚硝酸钠溶液，5 mL 100 g/L 硫酸溶液摇匀，在冰水浴中放置反应 30 min，并经常摇动，再准确加入 10 mL 正己烷，5 g 氯化钠，摇匀后置旋涡混合器上振动 1 min

(或振摇 80 次), 待溶液静止分层后吸出正己烷层于 10 mL 带塞离心管中进行离心分离, 每毫升正己烷提取液相当 1 mg 的甜蜜素。

脱氢乙酸钠标准溶液 (1.0 mg/mL): 准确称取脱氢乙酸钠 1.000 g, 用水溶解后, 移至 1000 mL 容量瓶中, 加水稀释至刻度, 摇匀备用。

安赛蜜标准溶液 (1.0 mg/mL): 准确称取安赛蜜 1.000 g, 用水溶解后, 移至 1000 mL 容量瓶中, 加水稀释至刻度, 摇匀备用。

糖精钠标准溶液 (1.0 mg/mL): 准确称取糖精钠 1.000 g, 用水溶解后, 移至 1000 mL 容量瓶中, 加水稀释至刻度, 摇匀备用。

对羟基苯甲酸乙(丙)酯标准溶液 (1.0 mg/mL): 准确称取对羟基苯甲酸乙酯、对羟基苯甲酸丙酯各 0.050 0g, 用无水乙醇溶解, 溶于 100 mL, 摇匀备用。

2. 标准曲线的制备

各取 1 mL 标准液稀释到适宜的浓度, 用 UV-100 紫外分光光度计下在 110nm~1190nm 区间内扫描其吸收峰, 并确定其最佳吸收峰值, 然后配置合适的梯度溶液绘制标准曲线。

2.2.1.2 样品的前处理

1. 取市售任意 4 种品牌各一包, 从长沙市沙河街、高桥等处的小摊购买零售槟榔 4 种各一包, 分别标号 A、B、C、D、E、F、G、H。

2. 各种槟榔取 2-3 片用槟榔铡刀切片, 厚度约为 1 mm, 置入培养皿中备用。

3. 准确称取步骤 2 中各个样品槟榔切片放入 250 mL 的具塞锥形瓶中, 加入约 100 mL 的蒸馏水 (液面浸没样品), 置于 100 °C 的恒温振荡水浴锅中振荡 1 小时, 然后加入 5 mL 10.6 的亚铁氰化钾溶液, 摇匀, 再加入 5 mL 22% 乙酸锌溶液, 这样以沉淀蛋白质, 冷却摇匀后真空抽滤, 然后定容于 100 mL 容量瓶备用。

4. 准确称取上面步骤 2 中各个样品槟榔碎片, 置于干燥箱 105°C 干燥处理 4 小时, 然后置 50 mL 锥形瓶中, 加入无水乙醇 25 mL 震荡浸泡 1 小时, 过滤再加无水乙醇定溶于 25 mL 容量瓶备用。

2.2.1.3 样品的分析检测

1. 甜蜜素的测定: 取 2.2.1.2 中步骤 3 中处理好的样品溶液 1 mL, 按 2.2.1.1 制作标准曲线的方法处理后, 倒入石英皿再进行检测。

2. 安赛蜜、糖精钠、脱氢乙酸钠的测定: 取步骤 3 中处理好的样品溶液 1 mL,

加蒸馏水定容于 100 mL 容量瓶，然后倒入石英皿进行检测。

3. 对羟基苯甲酸乙(丙)酯的测定：取 2.2.1.2 中步骤 4 处理好的样品溶液倒入石英皿进行紫外检测。

2.2.2 食用槟榔氟离子的检测

食用槟榔氟离子检测按照 GB/T 5009.18-2003 的方法进行检测。

2.2.2.1 实验步骤

1. 溶液的配制

氟标准溶液：准确称取 0.2210 g 经 95 °C~105 °C 干燥 4 h 冷却后的氟化钠，溶于水，移入 100 mL 容量瓶中，加水至刻度，混匀然后置冰箱中保存。此溶液每毫升相当于 1.0 mg 氟。

乙酸钠溶液(3 mol/L)：称取 204 g 乙酸钠($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)，溶于 300 mL 水中，加乙酸(1 mol/L)调节 pH 至 7.0，加水稀释至 500 mL

柠檬酸钠溶液(0.75 mol/L)：称取 110 g 柠檬酸钠($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)溶于 300 mL 水中，加 14 mL 高氯酸，再加水稀释至 500 mL

总离子强度缓冲剂：乙酸钠溶液(3 mol/L)与柠檬酸钠溶液(0.75 mol/L)等量混合，现配现用。

2. 准确称取 2.2.1.2 步骤 2 中槟榔切片 1 g 左右，然后置于 50 mL 容量瓶中，加 10 mL 盐酸(1:11=水:浓盐酸)，密闭浸泡提取 1 小时同时轻轻摇动，提取后加入 25 mL 总离子强度缓冲剂，加水至刻度混匀备用。

3. 分别吸取 1.0、2.0、5.0、10.0 mL 氟标准使用液(相当于 0、1.0、2.0、5.0、10.0 μg 氟)，分别置于 50 mL 容量瓶中与上面步骤 2 定容至刻度。

4. 将氟离子选择电极和甘汞电极与测量仪器的负端与正端相联接，电极插入盛有水的 25 mL 塑料杯中，杯中放有小磁石在电磁搅拌中，读取平衡电位值，更换 2 次~3 次水后，待电位值稳定平衡后，即可进行样液与标准液的电位测定。

5. 以电极电位为纵坐标，氟离子浓度为横坐标，在坐标纸上绘制标准曲线，根据被测样品电位值在曲线上求得氟含量。

2.2.2.2 计算分析

样品中氟离子的含量按如下公式进行计算：

$$X=AV/m \quad (2.1)$$

式中：

X——试样中氟的含量，单位为毫克每千克(mg/kg)；

A——测定用样液中氟的浓度，单位为微克每毫升($\mu\text{g/mL}$)；

m——试样质量，单位为克(g)；

V——样液总体积，单位为毫升(mL)。

2.2.3 食用槟榔酸游离碱度的检测

2.2.3.1 实验步骤

准确称取各个样品（各 2 片，约 5 g）分别放入 250 mL 锥形瓶中，加入约 100mL 蒸馏水，放入 60 ℃ 的恒温水浴锅中振荡 1 小时，取出冷却至室温，过滤，定容至 100 mL，准确吸取滤液 25 mL，在酸度计上用 0.1 mol/L 盐酸标准溶液滴定至 pH7.0 即为终点，同时做空白试验，试验结果取三次组数据的平均值。

2.2.3.2 计算分析

$$X=C*(V_1-V_2) *40/4m \quad (2.2)$$

式中：

X——样品中游离碱度(以 NaOH 计)，mg/g

V_1 ——滴定样品时消耗盐酸标准溶液的体积，mL

V_2 ——滴定空白时消耗盐酸标准溶液的体积，mL

C——盐酸标准溶液的浓度，mol/L

m——样品的质量，g

40——盐酸标准溶液($C=1.0000\text{mol/L}$)相当的氢氧化钠的质量，mg

2.2.4 食用槟榔霉菌的检测

2.2.4.1 实验步骤

按照国标 GB4789.15-2010，制作培养基测量食用槟榔霉菌含量。

1. 称取 25 g 样品（对样品进行标号）至盛有 225 mL 灭菌蒸馏水的带塞的锥形瓶中，在旋转水浴恒温 30 ℃ 振荡器充分振摇 30 min，即为 1:10 稀释液。

2. 取 1 mL 1:10 稀释液注入含有 9 mL 无菌水的试管中, 另换一支 1 mL 无菌吸管反复吹吸, 此液为 1:100 稀释液。

3. 按照第二步, 制备 10 倍系列稀释样品匀液。每递增稀释一次, 换用 1 次 1 mL 无菌吸管。

4. 根据样品的污染情况, A 到 D 前四个样品选择的是 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 三个稀释度, E 到 H 四个样品选择的是 10^{-1} 、 10^{-2} 、 10^{-3} 三个稀释度, 每个稀释度分别吸取 1 mL 样品匀液于 2 个无菌平皿内, 同时分别取 1 mL 样品稀释液加入 2 个无菌平皿作空白对照。

5. 及时将 15 mL~20 mL 冷却至 40℃左右的马铃薯-葡萄糖-琼脂培养基倾注平皿, 并转动平皿使其混合均匀。

6. 培养, 待琼脂凝固后, 将平板倒置, 28 ℃±1 ℃培养箱中培养 5 d, 观察并记录。

2.2.4.2 计数原则

1. 若所有平板上菌落数都大于 150 cfu, 则对稀释度最高的平板进行计数, 其他平板可记录为多不可计, 结果按平均菌落数乘以最高稀释倍数。

2. 若平板上菌落数均小于 10 cfu, 则按稀释度最低的平均菌落数乘以稀释倍数计算。

3. 若所有稀释度平板均无菌落生长, 则以小于 1 乘以最低稀释倍数计算, 如为原液, 则以小于 1 计数。

2.3 结果与分析

2.3.1 食用槟榔甜味剂和防腐剂检测结果

2.3.1.1 标准曲线

取各个稀释的标准溶液在 190~500 nm 范围内扫描其吸收峰, 测得脱氢乙酸钠、糖精钠、安赛蜜、甜蜜素、对羟基苯甲酸乙(丙)酯的最佳吸收峰值分别是: 229 nm、268 nm、225 nm、223 nm、257 nm, 由此制的标准曲线如下:

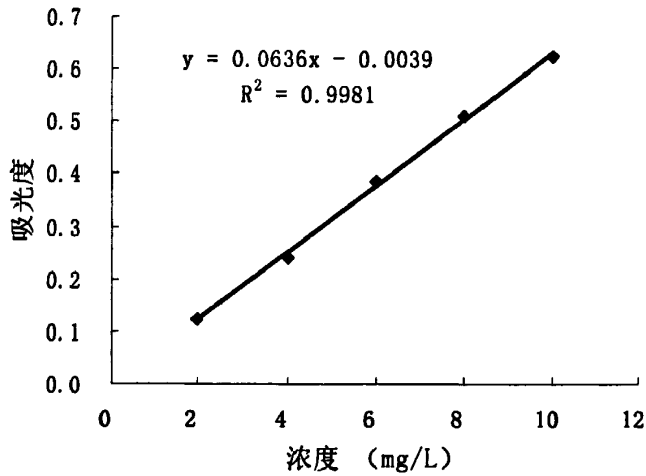


图 2.1 脱氢乙酸钠标准曲线

Fig. 2.1 The calibration curve of Sodium dehydroacetate

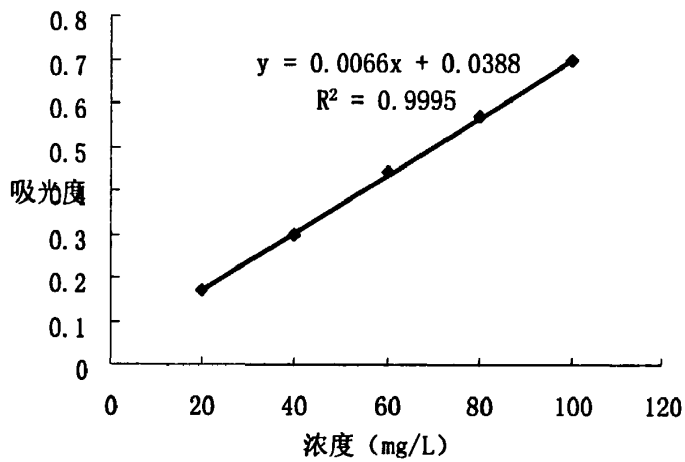


图 2.2 糖精钠标准 (268nm) 曲线

Fig. 2.2 The calibration curve of Sodium saccharin

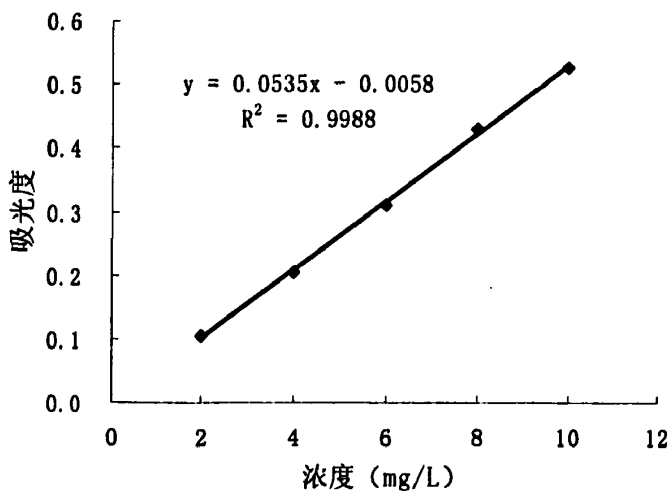


图 2.3 安赛蜜标准曲线

Fig. 2.3 The calibration curve of Acesulfame-K

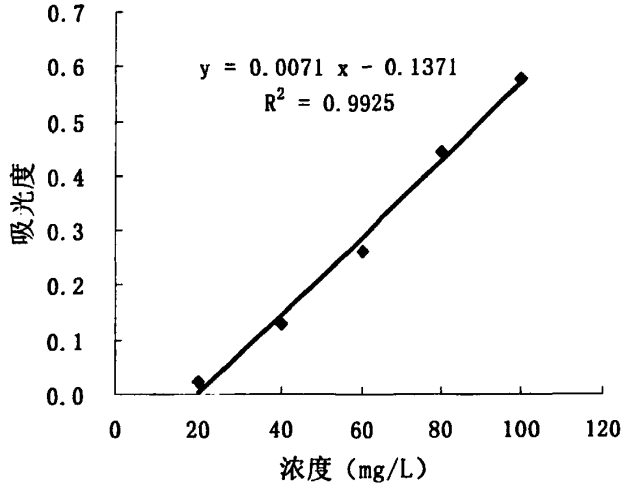


图 2.4 甜蜜素标准曲线

Fig. 2.4 The calibration curve of Sodium cyclamate

对羟基苯甲酸乙(丙)酯

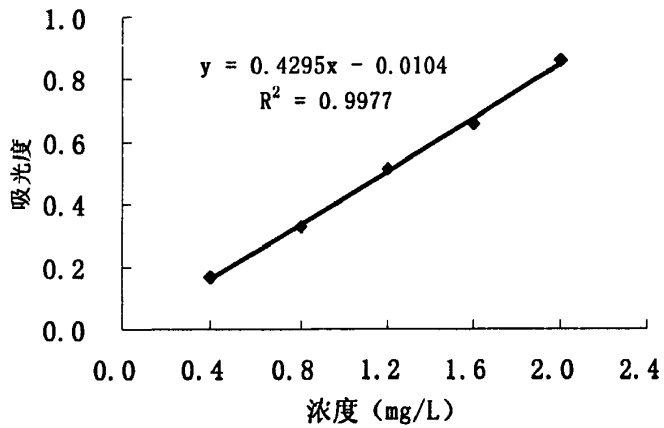


图 2.5 对羟基苯甲酸乙(丙)酯标准曲线

Fig. 2.5 The calibration curve of Ethylp-oxybenzoate and Propylp-hydroxybenzoate

2.3.1.2 样品的测定结果与分析

1. 原液扫描结果

8 个样品经过前处理后样品稀释液分别在 190~500nm 扫描其吸收峰，其扫描结果如下页：

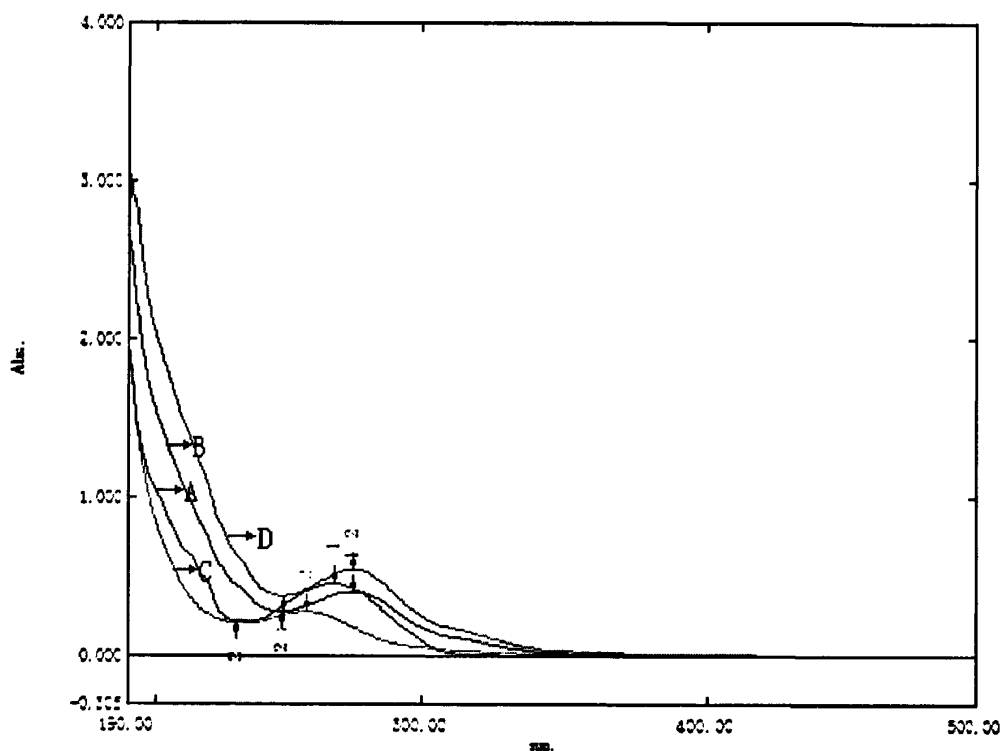


图 2.6 A、B、C、D 样品紫外吸收图

Fig. 2.6 The UV absorption of sample A、B、C、D

由上图可知,零售产品的紫外吸收峰主要集中在 200 nm~300 nm 之间, 300 nm 之后的吸收峰接近于零,各个样品的吸收峰峰值及面积存在一定的差异性,各个扫描曲线无重叠现象。

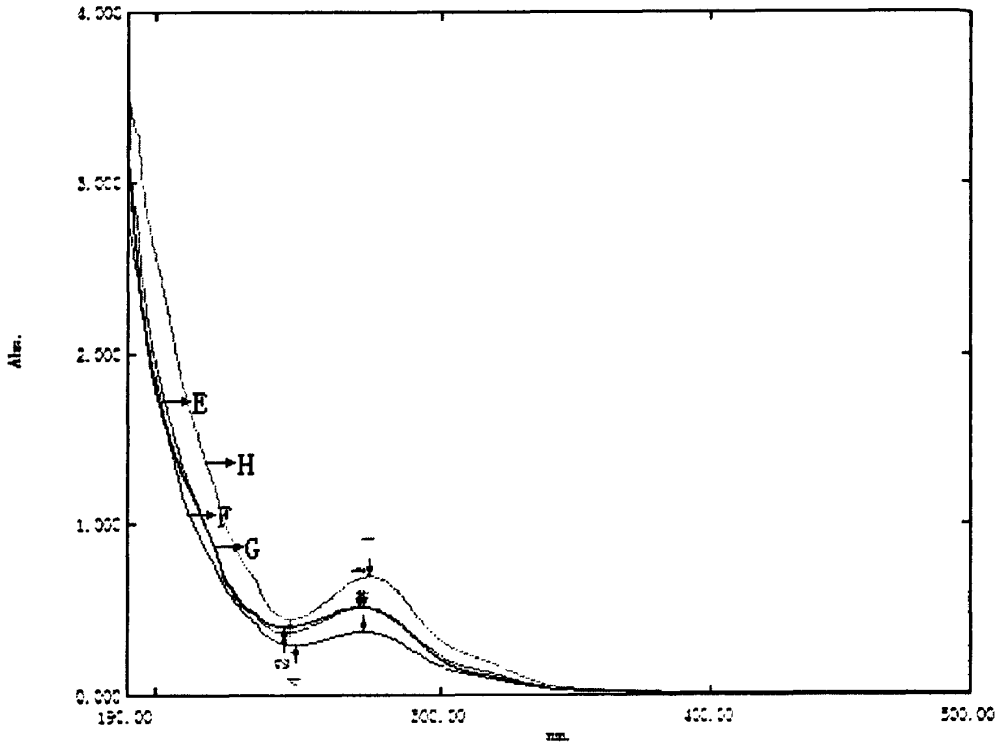


图 2.7 E、F、G、H 四个样品紫外吸收图

Fig. 2.7 The UV absorption of sample E、F、G、H

由上图，包装产品的紫外吸收峰也主要集中在 200 nm~300 nm 之间，300 nm 之后的吸收峰接近于零，各个曲线的吸收峰值及面积都比较一致，部分曲线有重叠现象。

两类产品的吸收峰值集中的区间相一致，因为绝大多数的防腐剂和甜味剂的吸收值都在此范围类，由此可知，防腐剂和甜味剂在槟榔中的添加量比较多。两图相比较得出，图 2.6 的四个样品曲线存在差异，无重叠现象，而图 2.7 四个样品的曲线相对一致，部分曲线还有重合的现象，。由此可知各个零售产品使用添加剂并不一致，由于没有标准限制，添加的物质种类和添加量存在明显的差异；而包装产品来源于正规槟榔加工企业，都有相应的国标和行标的限制，其添加剂的种类都在包装上都有标注。

2. 吸光度测定结果

8 个样品经 3 次平行测样，测得结果取平均值，再根据 SPSS18.0 软件分析结果如下：

表 2.1 食用槟榔防腐剂紫外测定结果

Table 2.1 The UV detection results of Preservatives of Edible belemnut

样品编号	脱氢乙酸钠 (g/kg)	对羟基苯甲酸乙(丙)酯 (g/kg)
A	3.54±0.35f	0.37±0.05a
B	7.36±0.15cd	0.29±0.20a
C	3.48±0.36f	0.26±0.20a
D	9.32±0.19a	0.14±0.09a
E	6.58±0.43e	0.21±0.14a
F	7.45±0.06c	0.32±0.04a
G	6.70±0.62de	0.22±0.18a
H	8.17±0.66b	0.31±0.26a

注：同一列相同的字母表示差异不显著，不同的字母表示差异显著

表 2.2 食用槟榔甜味剂紫外测定结果

Table 2.2 The UV detection results of edible Sweeteners of Edible betelnut

样品编号	糖精钠 (g/kg)	安赛蜜 (g/kg)	甜蜜素 (g/kg)
A	61.59±0.50a	6.00±0.26d	48.49±0.24a
B	49.72±0.49c	10.32±0.07b	10.18±0.18b
C	29.74±0.42g	4.29±0.12e	7.99±0.16c
D	61.35±0.21a	13.23±0.02a	9.44±0.44b
E	48.24±0.34d	10.00±0.27b	9.48±0.17b
F	43.41±0.45e	10.38±0.10b	9.79±0.49b
G	42.56±0.26f	8.29±0.62c	7.80±0.45c
H	50.53±0.19b	10.10±0.43b	8.04±0.50c

注：同一列相同的字母表示差异不显著，不同的字母表示差异显著

食用槟榔食品添加剂使用限制，根据 GB27604 食品添加剂使用卫生标准，槟榔属于 01.02.08.04 甘草类制品，脱氢乙酸钠、对羟基苯甲酸乙(丙)酯、糖精钠、安赛蜜、甜蜜素的限量分别是：0.3 g/kg、0.5 g/kg、5.0 g/kg、4.0 g/kg、8.0 g/kg。检测结果表明，使用的防腐剂脱氢乙酸钠全部超标，各个样品的添加含量存在明显差异，其中含量最少的是 A 样品 3.54 g/kg、最多的是 D 样品 9.32 g/kg，超标达到 30 倍；对羟基苯甲酸乙(丙)酯全部合格，各个样品添加量很少且无明显差异。其次，甜味剂

糖精钠全部超标,各个样品添加量存在明显差异,其中添加最少的 C 样品 29.74 g/kg,超标 5.8 倍,添加最多的是 A 样品 61.59 g/kg,超标 12 倍;安赛蜜添加全部超标,样品添加量存在差异,添加最少的 C 样品为 4.29 g/kg,添加最多的是 D 样品 13.23 g/kg;甜味甜蜜素 C、F、H 三个样品合格,添加最多的是 A 样品 48.49 g/kg,超标 6 倍。

2.3.1.3 超标情况分析

根据如上检测情况,把检测值除以相关标准的限制得到超标的倍数,通过下表 2.3 能够明显的看出各个添加剂的使用超标情况。

表 2.3 防腐剂、甜味剂超标情况分析

Table 2.3 Preservative, Sweetener over case analysis

	超标倍数 (脱氢乙酸钠)	超标倍数 (对羟基苯甲酯类)	超标倍数 (糖精钠)	超标倍数(安 赛蜜)	超标倍数(甜 蜜素)
A	11.80	0.74	12.32	1.50	6.06
B	24.53	0.58	9.94	2.58	1.27
C	11.60	0.51	5.95	1.07	1.00
D	31.07	0.29	12.27	3.31	1.18
E	21.93	0.42	9.65	2.50	1.18
F	24.83	0.63	8.68	2.60	1.22
G	22.33	0.44	8.51	2.07	0.97
H	27.23	0.61	10.11	2.53	1.01

通过上表,再把防腐剂和甜味剂的超标倍数分别相加,得下图:

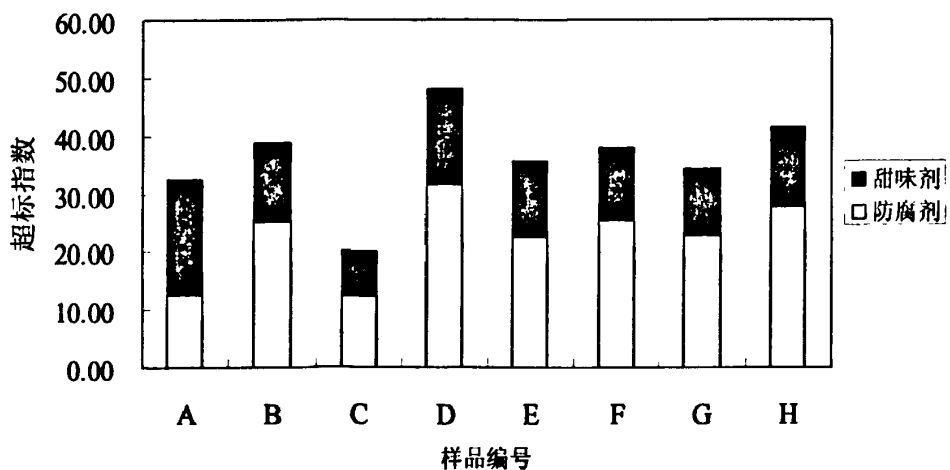


图 2.8 防腐剂、甜味剂超标分析图

Fig. 2.8 The over case analysis of Preservative, Sweetener

通过上图可以看出，在甜味剂和防腐剂添加这个方面，D 样品添加的量最多，C 样品最少。柱形面积显示前四个零售样品两类食品添加剂的添加都有明显的差异，后面四个包装产品添加无明显差异，相对稳定。包装产品的槟榔相对而言添加量多一些，但是 A、B、C、D 四个样品都是零售产品没有包装的，其中的食品添加剂具体成分并不明确，可能添加了其他种类的防腐剂和甜味剂，还有有因为放置在空气中太久，一些添加剂可能分解变性检测不到。在这一方面零售产品存在了潜在的安全危险偏高。图上还可以看出对于明确添加剂的包装产品，相对而言样品 G 的添加较少。

2.3.1.4 回收率结果

采用样品加标样测定回收率的方法，样品选择是样品 G，测定结果如下：

表 2.4 脱氢乙酸钠回收率实验

Table 2.4 Recovery test of Sodium dehydroacetate

	样品量 (mg/L)	加标量 (mg/L)	检测结果 (mg/L)	回收率 (%)
1	9.59	5.00	14.61	100.40
2	9.59	5.00	14.64	101.00
3	9.59	5.00	14.79	104.00
4	9.59	10.00	19.28	96.90
5	9.59	10.00	19.34	97.50
6	9.59	10.00	19.24	96.50
7	9.59	15.00	24.53	99.60
8	9.59	15.00	24.70	100.73
9	9.59	15.00	24.32	98.20

表 2.5 对羟基苯甲酸乙（丙）酯回收率实验

Table 2.5 Recovery test of Ethylp-oxybenzoate and Propylp-hydroxybenzoate

	样品量 (mg/L)	加标量 (mg/L)	检测结果 (mg/L)	回收率 (%)
1	1.10	0.50	1.61	102.00
2	1.10	0.50	1.62	104.00
3	1.10	0.50	1.63	106.00
4	1.10	1.00	2.16	106.00
5	1.10	1.00	2.19	109.00
6	1.10	1.00	2.17	107.00
7	1.10	1.50	2.66	104.00
8	1.10	1.50	2.64	102.67
9	1.10	1.50	2.59	99.33

表 2.6 糖精钠回收率实验

Table 2.6 Recovery test of Sodium saccharin

	样品量 (mg/L)	加标量 (mg/L)	检测结果 (mg/L)	回收率(%)
1	60.94	20.00	80.98	100.22
2	60.94	20.00	81.02	100.40
3	60.94	20.00	81.96	105.10
4	60.94	40.00	100.92	99.95
5	60.94	40.00	100.97	100.08
6	60.94	40.00	101.02	100.20
7	60.94	60.00	120.92	99.97
8	60.94	60.00	121.07	100.22
9	60.94	60.00	120.98	100.07

表 2.7 安赛蜜回收率实验

Table 2.7 Recovery test of Acesulfame-K

	样品量 (mg/L)	加标量 (mg/L)	检测结果 (mg/L)	回收率(%)
1	11.87	5.00	16.90	100.60
2	11.87	5.00	16.93	101.20
3	11.87	5.00	16.82	99.00
4	11.87	10.00	21.99	101.20
5	11.87	10.00	21.93	100.60
6	11.87	10.00	21.94	100.70
7	11.87	15.00	27.08	101.40
8	11.87	15.00	27.15	101.87
9	11.87	15.00	26.91	100.27

表 2.8 甜蜜素回收结果

Table 2.8 Recovery test of Sodium cyclamate

	样品量 (mg/L)	加标量 (mg/L)	检测结果 (mg/L)	回收率(%)
1	55.93	20.00	75.96	100.15
2	55.93	20.00	76.01	100.40
3	55.93	20.00	76.72	103.95
4	55.93	40.00	95.98	100.13
5	55.93	40.00	96.06	100.33
6	55.93	40.00	96.12	100.48
7	55.93	60.00	115.97	100.07
8	55.93	60.00	115.82	99.82
9	55.93	60.00	115.26	98.88

2.3.2 食用槟榔氟离子的检测结果

2.3.3.1 氟离子标准曲线

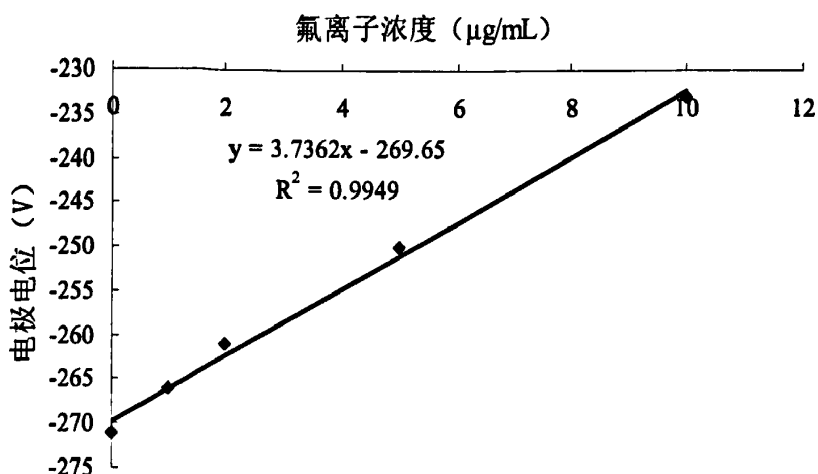


图2.9 氟离子标准曲线

Fig. 2.9 The calibration curve of Fluorion

2.3.3.2 食用槟榔氟离子检测结果

表 2.9 氟离子检测结果 (mg/kg)

Table 2.9 The detection results of Fluorion (mg/kg)

样品编号	检测结果	超标情况
A	36.18	合格
B	118.11	超出 18.11
C	190.02	超出 90.02
D	27.31	合格
E	81.47	合格
F	96.33	合格
G	60.88	合格
H	57.57	合格

表 2.9 是氟离子检测结果，已知氟标准限量是 100 mg/kg，由表可知 A、D、E、F、G、H 六个样品在规定范围内，其中超标最严重的是 C 样品 190.02 mg/kg，其次是样品 B，检测结果为 118.11 mg/kg，整个样品的合格率为 75%。此外零售产品氟的平均含量为 92.90 mg/kg，包装产品的氟平均含量为 74.06 mg/kg。

2.3.3 食用槟榔游离碱度的检测结果

表 2.10 食用槟榔游离碱度检测结果(mg/g)
Table 2.10 The detection results of Free alkalinity (mg/g)

	初始 pH 值	结果 1	结果 2	结果 3	平均值
A	5.66	—	—	—	—
B	6.23	—	—	—	—
C	5.80	—	—	—	—
D	6.03	—	—	—	—
E	8.92	6.06	6.12	5.97	6.05
F	9.20	7.83	7.89	7.85	7.86
G	8.75	5.62	5.71	5.79	5.67
H	9.72	10.29	10.35	10.38	10.34

表 2.10 为 8 个样品三次平行数据所得结果,由于前四个样品初始 pH 值都小于 7,故不能检测其游离碱度。在 2004 年出台的《湖南省食用槟榔地方标准》中规定,每克食用槟榔中所含的游离碱度不得超过 8 毫克。检测结果显示样品 H 为 10.34 mg/g,其他三个样品均在限定范围内,平均值为 7.48 mg/g,合格率为 75% (零售四种不在其范围内)。至于零售的四种槟榔其在加工过程虽然也添加了生石灰,虽然最终其 pH 值在一定的程度上呈酸性。产生这个结果可能有两个方面的原因: 其一是零售槟榔一般暴露在空气中,时间过长就其中的生石灰就会氧化成碳酸钙,变性失效碱度也就降低了;另一方面是因为卫生条件差导致微生物大量繁殖,槟榔酸败微生物产生的酸性物质,中和了其中的碱性。

2.3.4 食用槟榔霉菌的检测结果

表2.11 A到D四个样品霉菌检测结果
Table 2.11 The results of mould test of A to D samples

稀释倍数	10 ²	平均值	10 ³	平均值	10 ⁴	平均值	计数结果 (cfu/g)	
A	—	—	—	—	122	136	129	1.3×10 ⁴
B	—	—	—	—	88	112	100	1.0×10 ⁴
C	—	—	—	—	135	129	132	1.32×10 ⁴
D	—	—	—	—	76	56	66	6.6×10 ³

表2.12 E到H四个样品霉菌检测结果
Table 2.12 The results of mould test of E to H samples

稀释倍数	10-1		平均值		10-2		平均值		10-3		平均值		计数结果 (cfu/g)
E	8	12	10	2	4	3	1	0	0.5				10
F	6	4	5	0	2	1	0	0	0				5
G	3	6	4.5	1	0	0.5	0	0	0				4.5
H	7	10	8.5	2	1	1.5	0	1	0				8.5

根据DB43/132-2004的要求,霉菌计数必须小于或等于100cfu/g,前四个样品霉菌计数严重超标,最多超标达到了100倍,后面四个样品全部合格,对于全部检测样品合格率为50%,但是针对零售产品合格率为0,包装产品合格率为100%。A、B、C、D四个零售样品霉菌超标原因可能有:其一是零售产品直接暴露在空气中,更容易被霉菌等微生物污染;其二是家庭式小作坊受条件限制,加工环境、加工人员的消毒和杀菌条件都不严格;其三是由于没有保质期的限制,长时间的放置也会造成微生物的大量滋生。

2.4 本章小结

1. 食用槟榔在加工的过程中需要添加诸多的食品添加剂添加剂，其中防腐剂和甜味剂是最多的，同时超标情况都比较严重。防腐剂主要是脱氢乙酸钠，至少是 10 倍，最多达到 30 倍；甜味剂主要是糖精钠和安赛蜜超标最多达到 12 倍。防腐剂和甜味剂一般都是复合添加的，因此很容易造成某种添加剂的超标，当然超标情况在一定的程度上和该食品添加剂的价格相关。

2. 氟离子检测结果表明，A、D、E、F、G、H 六个样品在规定范围内，其中超标最严重的是 C 样品 190.02 mg/kg，其次是样品 B，检测结果为 118.11 mg/kg，整个样品的合格率为 75%。零售产品的氟平均含量为 92.90 mg/kg，包装产品的氟平均含量为 74.06 mg/kg。

3. 游离碱度的检测，零售产品的浸泡液初始 pH 值都小于 7 呈酸性，包装类的产品浸泡液都呈碱性，检测结果显示样品 H 为 10.34 mg/g，其他三个样品均在限定范围内，平均值为 7.48 mg/g，合格率为 75%。游离碱度主要和加工过程中添加的生石灰质量和用量有关。

4. 霉菌检测，A、B、C、D 四个样品霉菌计数严重超标，最多超标达到了 100 倍，E、F、G、H 四个样品全部合格，对于全部检测样品合格率为 50%，但是针对零售产品合格率为 0，包装产品合格率为 100%。

3 食用槟榔安全风险调查问卷分析

3.1 调查对象和方法

调查地点：大学校园和各大街区

调查对象：嚼食槟榔的人群

调查时间：2012年2月20日至2012年3月20

调查方法：1、街头拦截访问（interception interview）

2、其余采用网上问卷调查的方式

调查内容：个人基本情况、槟榔消费情况、槟榔嚼食情况、对食用槟榔的安全问题认知情况四个大部分。

结果分析：使用 SPSS 统计软件对结果进行统计分析。

3.2 问卷结果分析

本研究由于受到经费和时间等因素的影响，仅在长沙地区以嚼食槟榔的人群为抽样对象，为期一个月，共收回问卷 226 份，将收回来的问卷经过筛选，剔除无效问卷后，最终获得 200 份。

3.2.1 样本特征描述

表 3.1 为本研究被调查者的社会人口统计特征的分布情况，以下会对各项特征统计变量作详细的说明。

表 3.1 被调查者的社会人口特征
Table 3.1 Social demographic characteristics of respondents

统计特征及分类标准		人数（个）	有效比例（%）
性别	男	190	95.0
	女	10	5.0
年龄	20~25 岁	170	85.0
	26~30 岁	23	11.5
	30 岁以上	7	3.5
居住地	长沙	156	78.0
	湖南省内（除长沙外）	26	13.0
	湖南省外	18	9.0

(1) 性别情况

被调查者男性比例明显高于女性比例，男性比例占 95%，而女性比例只占 5%，由此男性为食用槟消费的主要人群。

(2) 年龄结构

被调查者年龄的区间范围是 20~50 岁，其中以 20~25 岁的青年为主，占调查者总人数的 85%，其次为 26~30 岁的青年为 11.5%，30 岁以上的仅占 3.5%，。平均年龄为 23.5 岁。

(3) 居住地

由于问卷在长沙地区进行调查，其中 78% 的调查者居住长沙，还有部分网上的调查者分别居住衡阳、吉首、怀化、岳阳、娄底等湖南省地区，还有四川、广东、江西等其他省份的调查者，湖南省外的调查者仅占 9%。

3.2.2 食用槟榔的消费情况分析

本问卷参照国内有关调查表自行设计，具体内容见附录 A，共 15 题，其中 Q1~Q3 是针对于消费者的基本情况做出的提问，Q4~Q10 是槟榔消费者的消费习惯和嚼食习惯做出提问，Q11~Q15 是针对消费者对槟榔安全问题的认知做出提问。问卷由 3 个客观题，6 个单选题，6 个多选题组成。

3.2.2.1 食用槟榔嚼食情况

表 3.2 食用槟榔嚼食年限分布情况

Table 3.2 The consumption quantity and time of chewing Edible betelnut

嚼食槟榔年限 (年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	>10
人数 (个)	67	33	24	15	10	14	3	11	2	16	5
有效比例 (%)	33.5	16.5	12	7.5	5	7	1.5	5.5	1	8	2.5
平均嚼食年限 (年)	3.8										

根据调查结果显示，嚼食槟榔 1 年的人数居多，占总数的 33.5%（其中包括不足 1 年的嚼食者），其次是嚼食 2 年的人数，占总数的 16.5%，嚼食 10 年及 10 年以上的占总人数的 10.5%。其中嚼食时间最短是 3 个月，最长的长达 26 年，最小的是从 12 岁开始嚼食槟榔。

表 3.3 食用槟榔的嚼食量和时间
Table 3.3 The consumption and time of chewing edible Betelnut

嚼食时间 (1 片/min)	人数 (人)	有效比例 (%)	嚼食量 (每天)	人数 (个)	有效比例 (%)
1~3	100	50	半包	52	26
3~5	76	38	一包	99	49.5
5~10	16	8	两包	44	22
10 以上	8	4	两包以上	5	2.5

表 3.3 表明，一片槟榔的咀嚼时间 50%的消费者是 1 到 3 分钟，其次是 3 到 5 分钟，各个时间段取中间值，那么平均一片槟榔的嚼食时间是 3.46 分钟。就槟榔的消费量而言 49.5%的消费者一天的嚼食量是一包，一包槟榔一般 10 片左右，净重 40g，两包以上按 100g 计算的话，那么槟榔平均一人一天的嚼食量是 45.3g。此外调查还表明 45%的调查者在嚼食槟榔的同时伴有吸烟的习惯。

3.2.2.2 食用槟榔消费种类情况

食用槟榔源自于湖南湘潭，湖南地区本土的槟榔加工企业近些年来飞速发展，有皇爷(“雄究究”、“皇爷”等)、胖哥(“Fans7”、“糊涂味”等)、宾之郎(“老湘潭”、“味中味”等)、友文(“青果王”、“无上醇”等)、伍子醉(“伍子醉”、“究中究”等)、小龙王(“咯喱味”、“九道醇”等)、口味王(“槟榔爽口”、“味赢天下”等)等数十家大型加工企业，形成一系列的品牌。市场上还是以品牌槟榔为主体，此外还有小摊式的加工作坊制作现场加工贩卖。食用槟榔一般分为两种，烟果和青果，两者最大得区别是青果没有烟熏这一加工工序，因此一些厂家以此推销青果槟榔。

根据调查结果显示，88.5%的消费者选择品牌槟榔，11.5%选择零散的加工槟榔，消费者选择零散加工槟榔的最多的理由是风味更好，占总人数的 48.5%，其次是便宜、口味多选择多、现场加工等其他理由。对于品牌槟榔的选择，最多的是胖哥槟榔，占总人数的 64.5%，其次是皇爷、宾之郎、小龙王、友文等。至于槟榔口味的选择，18.5%选择青果，20.5%的选择烟果，40%的调查者是两者皆有选择，21%的调查者是没有注意平时所食用的种类。

3.2.3 食用槟榔安全风险认知情况分析

表 3.4 消费者对食用槟榔危害的认知情况
Table 3.4 The consumers' cognition on the harzads of Edible Bctelnut

危害	人数 (人)	有效比例 (%)	危害来源	人数 (人)	有效比例 (%)
危害牙齿口腔	128	64	槟榔本身	76	38
致癌	109	54.5	加工不卫生	111	55.5
损伤大脑	63	31.5	添加剂过量	130	65
上瘾	74	37	添加上瘾药物	52	26
不了解	19	9.5	不了解	2	1

注：该项调查为多项选择

表 3.4 表明，消费者对于食用槟榔安全性认知度还是比较高的，只有 9.5% 的调查者不了解其具体的危害，1% 的调查者不了解其危害的来源。对于槟榔对人体的危害，64% 的调查者认为是危害牙齿和口腔健康，54.5% 的人认为是会致癌；认为食用槟榔的主要危害来源是食品添加剂的过量占总人数的 65%，其次超过一半的人数认为槟榔加工不卫生也是主要的危害。此外，70% 的调查者认为到目前为止，嚼食槟榔对身体是没有产生不良影响，30% 调查者认为嚼食槟榔对身体产生了影响的，主要是牙齿口腔的纤维化、上火、影响食欲等。

表 3.5 调查的其他情况分析
Table 3.5 Analysis of other cases in the investigation

喜欢嚼食 槟榔原因	人数 (人)	有效比例 (%)	其它制品 接受情况	人数 (人)	有效比例 (%)
提神刺激	124	62	槟榔口香糖	62	31
大众流行	71	35.5	槟榔饮料	54	27
民俗习惯	62	31	槟榔糖	51	25.5
其他 (包括交际需要等)	28	14	其它 都不接受	17 88	8.5 44

表 3.5 显示消费者喜欢嚼食槟榔的原因，62% 的人选择的是提神刺激、35.5% 的人选择是大众流行、31% 的人选择是民俗习惯，其他原因则占 14%，其中包括交际需要等。对食用槟榔的其他相关制品的接受情况调查结果是：31% 的调查者表示能够接受槟榔味的口香糖，槟榔饮料为 27%，槟榔糖为 25.5%，其他制品为 8.5%，44% 的调查者表示都不能接受。

3.3 本章小结

1. 长沙地区食用槟榔的消费者主要是 20 岁到 40 岁中青年男性为主，少数的女性消费者为 20 岁到 25 岁的年轻人，开始嚼食的时间不等，最多长达 26 年，最小的嚼食年纪为 12 岁。

2. 根据调查情况表明，大多数人还是选择占市场主体的品牌槟榔，食用槟榔的日平均消费量是 45.3 g（一包的净重为 40 g，10 片左右），一片槟榔的平均嚼食时间是 3.46min。此外，大约一半的槟榔嚼食者有吸烟的习惯。

3. 总体而言，消费者对于食用槟榔对身体的危害总体的认知度还是比较高的，认为其对身体健康造成危害最多的是危害牙齿和口腔健康，认为槟榔主要的危害的主要来源是添加剂过量，喜欢嚼食槟榔的原因主要是提神刺激。有 30% 调查者认为嚼食槟榔对身体产生了不良影响的，主要是牙齿、口腔方面的损害，其中嚼食年限与不良影响有一定的相关性。

4. 一些研究工作者为减少槟榔对人体产生的不良影响，研发了一系列的槟榔制品，但是四成以上的消费者表示都不能接受，但是相对而言，槟榔口香糖的大众接受情况比较乐观。

4 食用槟榔安全风险分析

食品安全风险分析是近年来国际上出现的保证食品安全的一种新的模式，同时也是一门正在发展中的新兴学科。食品安全风险分析的根本目标在于保护消费者的健康和促进公平的食品贸易。食品中的安全风险分析主要包括风险评估、风险管理、风险交流三个方面，最关键的是风险评估，主要有四个方面的内容：危害识别、危害描述、暴露评估、以及风险描述。而食品的安全风险危害主要包括化学危害、生物危害、以及物理危害。根据相关文献报道总结食用槟榔的主要危害因子有甜味剂、防腐剂、氟含量、游离碱度、和霉菌，其中霉菌污染主要是加工消毒条件的问题，目前品牌槟榔都经过了消毒杀菌设备成品包装出售，槟榔的卫生安全问题得到了很大的改善，霉菌计数检测都在合格范围内，故不进行如下讨论。

4.1 食用槟榔的风险评估

4.1.1 危害识别及描述

食用槟榔的安全危害因子来源问题分析如下：首先是食品添加剂（Food Additives）是指为改善食品品质和色、香、味，以及防腐和加工工艺的需要而加入食品中的化学合成或天然物质，添加剂本身不是作为食品消费的，不是食品特有的也不在乎其营养价值。食用槟榔由于加工工艺的限制，需要添加多种添加剂，其中防腐剂和甜味剂的量最多，而且一般采用的是两种或两种以上的单一品种复合的防腐剂和甜味剂；生石灰也是作为一种食品添加剂加入食用槟榔当中，可能造成游离碱度的偏高；氟离子则可能来源于生长的土壤、烘烤过程中的燃烧的煤以及生石灰。

限量的甜味剂和防腐剂是可以通过人体自然代谢排掉的，但是长期的摄入过量会对人的肝肾造成损伤，特别是防腐剂还有致癌的风险。正常剂量的氟会有益于牙齿的健康，但是过量则会造成氟中毒，干扰人体钙代谢和骨组织中胶脲蛋白合成等，会导致氟斑齿、氟骨病等。世界卫生组织（WHO）推荐的氟元素的 ADI 值 2 mg 每人每天，跟据国办发(2001)86 号中国食物与营养发展纲要规定，居民日均氟摄入量适宜在 0.1~1.5 mg，最高不得超得 3.0 mg（英、美等国为 0.2~0.5 mg/kg）^[97]。从氟元素的摄入途径来看，主要来自于水，摄入量为 1~2 mg 每人每天。游离碱度还未有具体详细的危害报道，但是强碱性会灼伤口腔和粘膜，造成一定的损伤。通过查阅相关文献，整理数据得到如下甜味剂和防腐剂的毒理学评价信息：

表 4.1 甜味剂、防腐剂毒理学评价信息^[96]

Table 4.1 Agent toxicology assessment information of Sweetener and Preservatives

名称	CAS 编码	分子式	毒理学评价
对羟基苯甲酸乙酯 Ethylp-oxybenzoate	120-47-8	C ₉ H ₁₀ O ₃	1、ADI 0~10 mg/kg (FAO/WHO, 1994)。 2、LD ₅₀ 5 g/kg (小鼠, 经口)
对羟基苯甲酸丙酯 Propylp-hydroxybenzoate	94-13-3	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	1、ADI 0~10 mg/kg (FAO/WHO, 1994)。 2、LD ₅₀ 6.7 g/kg (小鼠, 经口)。
脱氢乙酸钠 Sodium dehydroacetate	4418-26-2	C ₈ H ₇ NaO ₄ •H ₂ O	1、LD ₅₀ 794 mg/kg (小鼠, 经口)。 2、可安全用于食品 (FDA, 1994)。 3、Ames 实验: 结果呈阴性
甜蜜素 Sodium cyclamate	139-05-9	C ₆ H ₁₂ NNa	1、ADI 值 0~11 mg/kg (环己基氨基磺酸计, FAO/WHO, 1994)。 2、LD ₅₀ 17000 mg /kg(大鼠, 经口); 饲料中加 1.0%饲养白鼠两年, 无异常现象。 3、对人体, 内服后 40%由小便排出, 60%由大便排出。
糖精钠 Sodium saccharin	128-44-9	C ₆ H ₄ SO ₂ NNaCO ₂ H ₂ O	1、ADI 0~5 mg/kg (FAO/WHO, 1994)。 2、LD ₅₀ 17.5 g /kg(小鼠, 经口)。 3、代谢: 本品不参与代谢, 摄入后 24 h 即可排出体外。
安赛蜜 Acesulfame-K	33665-90-6	C ₄ H ₄ KNO ₄ S	1、ADI 0~15 mg/kg (FAO/WHO, 1994)。 2、LD ₅₀ 0.22 g/kg (小鼠, 经口)。 3、代谢: 本品在体内不参与代谢, 并可随尿液排出

注: 部分资料来源于食品伙伴网 <http://www.fooamate.net/>

4.1.2 暴露评估

通过前两章的问卷调查的消费情况和槟榔中危害因子的含量检测结果, 就可以进行人体暴露化学危害物剂量的计算。长期及短期的膳食暴露量计算公式为:

$$\text{膳食暴露量} = \text{食品化学物质含量} * \text{食品消费量} / \text{人体体重} \quad (4.1)$$

其中化学物质含量按实际检测的平均值计算, 消费量按照参照问卷调查分析结果按 50 g 计算, 人体体重按 70 kg (成年男性体重参数) 计算, 结果如下页:

表 4.2 膳食暴露量计算结果 (mg/kg)

Table 4.2 The results of dietary exposure quantity computation (mg/kg)

	脱氢乙酸钠	对羟基脂类	糖精钠	安赛蜜	甜蜜素	氟	游离碱度
零售产品	5.93	0.26	50.6	8.46	19.03	92.9	——
膳食暴露量	0.00424	0.00019	0.03614	0.00604	0.01359	0.06636	——
包装产品	7.23	0.26	46.19	9.69	8.78	74.06	7.48
膳食暴露量	0.00516	0.00019	0.03299	0.00692	0.00627	0.05290	5.34

4.1.3 风险描述

风险描述的结果是提供人体摄入化学物质对健康产生不良作用的可能性估计,它是危害识别、危害描述和暴露评估的综合结果。有害物质对人群的风险可以用暴露量和所评价的物质的摄入量比较作为风险描述。如果所评价的物质的摄入量比 ADI (Allowable Daily Intake) 值小,则对人体健康产生不良影响为零。

根据表 4.2 的膳食暴露量,在不考虑其它膳食摄入的量的前提下,各个危险因子目前的含量对食用槟榔安全影响的风险是可以接受的。但是氟含量就相对偏高,当考虑其他膳食来源的时候,其危害程度就可能超过了接受的程度,因此应当采取适当的风险管理措施,但是在 DB-43/132-2004 中其限定值为 100 mg/kg,这个值是存在风险的,至于游离碱度由于没有 ADI 值暂时不考虑。

4.1.4 适宜摄入量

防腐剂、甜味剂即使存在一定的超标情况,但是槟榔中的摄入量还是远远低于 ADI 值,而且大都易溶于水,能够很快被排出体外。而我国规定食品中氟污染物的最高限量为 2.0 mg/kg(GB2762-2005),世界卫生组织(WHO)推荐的氟元素的 ADI 值 2 mg/kg,除去从水和其它食物的摄取 1.5 mg,那么从槟榔中的摄取最多不能超过 0.5 mg。人们从槟榔中摄取的氟的含量并不是槟榔氟含量的全部,因为槟榔残渣中还含有大约 80%的氟,消费者嚼食槟榔的实际摄入氟为总含量的 20%^[93]。根据如上氟含量限制情况分析得如下公式:

$$S_{\max} = 0.5 / (F \times 20\%) \quad (4.2)$$

式中:

S_{\max} ——食用槟榔的最大摄取量

F——槟榔的氟含量平均值

0.5 表示槟榔的限值,20%表示实际摄入量

经计算得出：零售槟榔的最大摄入量是 27.8 g，包装槟榔的最大摄入量 35.7 g，相当于大半包的槟榔，大概是 9 到 10 片（常规大小）。因此得出食用槟榔的每日最适宜摄入量为半包，嚼食的时间不宜过长（尽量减少氟的摄取量），特别是未成年人，由于身体各项功能发育不完全，代谢功能不够完善，应尽量少嚼食。

4.2 食用槟榔风险管理措施

4.2.1 食用槟榔加工过程的关键控制点

食用槟榔加工过程关键控制点及预防措施见下表：

表 4.3 食用槟榔加工过程中关键控制点和预防措施
Table 4.3 The CCP and Prevention measures of Edible Betelnut processing

配料/加工步骤	危险因子可能带入点	防止危害的措施	是/否 CCP
1、槟榔干果分选、清洗、煮沸	1、槟榔原果本身带有霉菌等微生物。 2、操作过程中可能引入霉菌等微生物的污染。 3、槟榔原果本身由于土壤等原因氟离子含量偏高。	1、要求供应商提供检验检疫合格的槟榔干果。 2、工作人员认真执行分选、清洗、煮沸等操作，去除霉变原果，防止霉菌等微生物的带入。	是
2、泡制、烘烤	1、食品添加剂过量，或者添加非法添加剂。 2、使用的烘烤原料如煤等，含氟量比较高可能带入槟榔中。	1、食品添加剂严格遵守相应的标准要求。 2、使用其他的烘烤方式如电烤等。	是
3、上表（胶）切分、去核	1、操作过程中可能引入霉菌等微生物的污染。 2、食品添加剂过量，或者添加非法添加剂。	1、工作人员注意生产过程中的杀毒灭菌，防止微生物的带入。 2、	否
4、点卤水	1、食品添加剂过量，或者添加非法添加剂。 2、石灰不合格或者过量，使游离碱度增高、氟离子含量增高。	1、食品添加剂严格遵守相应的标准要求。 2、使用食品级石灰，添加量严格按相关标准执行。	是
5、干燥、杀菌、包装	1、操作不当或者灭菌包装不合格引入霉菌等微生物的污染。	1、严格控制包装、灭菌间环境卫生，检查包装工人个人卫生。	否

此外，出厂检验是食品生产加工的最后一道程序，为保证产品的质量，成品包要做成品检验，不合格的要禁止出厂。如果厂家没有严格把关，把不合格产品流入市场，就算事后召回也会造成声誉的影响，更重要的是影响消费者的身体健康，因此为了对广大消费者负责食品企业必须做好出厂检验，同时这也是生产的一个关键控制点。

4.2.2 各个 CCP 的限制标准

1. 槟榔干果的选购及前处理（CCP1）的关键限值

统一采用检疫检验合格的槟榔干果（按照 NY/T 487-2002 槟榔干果的规定），选择完整饱满的鲜果，去除霉变腐烂果，然后清洗煮沸除去其异物及有害微生物。

2. 泡制和烘烤（CCP2）的关键限值

严格按照相关标准添加使用食品添加剂，禁止添加违法违禁药物，选择对槟榔无污染的烘烤方式，按时给烘烤设备进行消毒杀菌处理，注意产品的烘烤时间及堆放方式。

3. 点卤水（CCP3）的关键限值

严格按照相关标准添加使用食品添加剂，禁止添加违法违禁药物，使用食品级的生石灰，并严格限制其用量。

4. 出厂检验（CCP4）的关键限值

为保证食用槟榔的质量，企业除了必需的生产设备还需要配备出厂检验设备及标准，必须严格按照企业标准进行微生物学和理化指标的检验，不合格产品禁止出厂进行销毁。参考相关标准，总结的相关检测项目、指标及方法见下表：

表 4.4 食用槟榔卫生检测参数及标准^[80]

Table 4.4 The parameters and standards of Edible Betelnut hygiene inspection

检 验 项 目	检 验 方 法	指 标
游离碱度 (以 NaOH 计)	DB43/132-2004	≤8.0 (mg/g)
氟 (以 F 计)	GB/T5009.18-2003	≤100 (mg/kg)
总砷 (以 As 计)	GB/T5009.11-2003	≤0.5 (mg/kg)
铅 (以 Pb 计)	GB/T5009.12-2003	≤0.5 (mg/kg)
脱氢乙酸	GB/T5009.121-2003	≤0.3 (g/kg)
对羟基苯甲酸乙酯 ^a	GB/T5009.31-2003	≤0.5 (g/kg)
乙酰磺胺酸钾 (安赛蜜)	DB43/132-2004 中 5.4.5 条款	≤4.0 (g/kg)
糖 精 钠	GB/T5009.28-2003	≤5.0 (g/kg))
甜 蜜 素	GB/T5009.97-2003	≤8.0 (g/kg)
富马酸二甲酯	DB43/T353-2007	不得检出
有机磷农药残留量(DDV)	GB/T5009.20-2003	不得检出
黄曲霉毒素 B ₁	GB/T5009.22-2003	≤5.0μg/kg
细菌总数	GB/T4789.2-2003	≤5000 (cfu/g)
大肠菌群	GB/T4789.3-2003	≤30 (MPX/100g)
致 病 菌 ^b	GB/T4789.4、5-2003 GB/T4789.10、11-2003	不得检出
霉菌计数	GB/T4789.15-2003	≤100 (cfu/g)

注：1. a 指的是：或者是对羟基苯甲酸丙酯，以对羟基苯甲酸计；

b 指的是：沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌、溶血性链球菌。

2. 氟的含量参照现行相关标准，但是需要进一步论证修正

4.3 本章小结

1. 根据计算各个危险因子的膳食暴露量, 比对 ADI 值分析防腐剂和甜味剂的含量的安全风险影响在可以接受的范围内, 氟含量则存在一定的风险。该分析结果是在没有其他膳食摄入这个食品添加剂的前提下进行的, 而且没有考虑其毒性累积危害, 因此食品添加还是要做一定的危害管理措施, 其中氟原有的标准也要进行一定的修订。通过计算成人最大摄入量, 得出最适宜摄入量为每日半包。

2. 通过风险分析结合槟榔加工的具体工艺, 制定了四个关键控制点, 分析了安全危害因子可能来源, 并提出了相应的措施管理。

3. 根据如上结果, 零售槟榔相对于包装槟榔存在诸多不确定的安全因素, 安全风险较大, 因此相关部门要对其进行整顿和规范。其次品牌槟榔在防腐剂和甜味剂应该严格按照相关标准执行, 有关部门要进行相应的抽检和控制。

4. 对于消费者而言, 适量的消费能够减少毒性的累积, 这也是保证食品安全的一个重要的因素, 而且应尽量减少咀嚼的时间。

5 结论

一、主要的结论

本课题以零售散装槟榔和市场上的包装槟榔为研究对象,对食用槟榔的食品安全进行风险分析。对其防腐剂、甜味剂、氟含量、游离碱度、霉菌计数五个危险因子的含量进行检测分析;然后通过问卷调查分析,了解消费者的消费量及消费习惯;再结合问卷调查结果对各个危险因子计算膳食摄入量,与相应的 ADI 值做比对;针对其食品安全风险影响情况,在食用槟榔的加工过程中定位关键控制点,并提出相应的风险应对措施。主要的结论阐述如下:

1. 危害因子检测分析

(1) 甜味剂、防腐剂检测分析,其超标情况都比较严重。防腐剂主要是脱氢乙酸钠,至少是 10 倍,最多达到 30 倍;甜味剂主要是糖精钠和安赛蜜超标最多达到 12 倍;只有对羟基苯甲酸酯类防腐剂的添加时全部合格的。防腐剂和甜味剂一般都是复合添加的,因此很容易造成某种添加剂的超标。此外,无包装的零售产品其食品添加的成分并不明确。

(2) 氟离子检测结果表明,A、D、E、F、G、H 六个样品在规定范围内,其中超标最严重的是 C 样品 190.02 mg/kg,其次是样品 B,检测结果为 118.11 mg/kg,整个样品的合格率为 75%。零售产品氟含量的平均值为 92.90 mg/kg,包装产品的氟含量的平均值为 74.06 mg/kg。

(3) 游离碱度的检测,零售产品的浸泡液初始 pH 值都小于 7 呈酸性,包装类的产品浸泡液都呈碱性,检测结果显示样品 H 为 10.34 mg/g,其他三个样品均在限定范围内,平均值为 7.48 mg/g,合格率为 75%。游离碱度主要和加工过程中添加的石灰质量和用量有关。

(4) 霉菌检测,A、B、C、D 四个样品霉菌计数严重超标,最多超标达到了 100 倍,E、F、G、H 四个样品全部合格,对于全部检测样品合格率为 50%,但是针对零售产品合格率为 0,包装产品合格率为 100%。

2. 问卷分析

(1) 长沙地区食用槟榔的消费者主要是 20 岁到 40 岁中青年男性为主,少数的女性消费者为 20 岁到 25 岁的年轻人,开始嚼食的时间不等,最多长达 26 年,

最小的嚼食年纪为 12 岁。

(2) 根据调查情况表明, 大多数人还是选择占市场主体的品牌槟榔, 食用槟榔的日平均消费量是 45.3 g (一包的净重为 40 g, 10 片左右), 一片槟榔的平均嚼食时间是 3.46 min。此外, 大约一半的槟榔嚼食者有吸烟的习惯。

(3) 总体而言, 消费者对于食用槟榔对身体的危害总体的认知度还是比较高的, 认为其对身体健康造成危害最多的是危害牙齿和口腔健康, 认为槟榔主要的危害的主要来源是添加剂过量, 喜欢嚼食槟榔的原因主要是提神刺激。有 30% 调查者认为嚼食槟榔对身体产生了不良影响的, 主要是牙齿、口腔方面的损害, 其中嚼食年限与不良影响有一定的相关性。

(4) 一些研究工作者为减少槟榔对人体产生的不良影响, 研发了一系列的槟榔制品, 但是四成以上的消费者表示都不能接受, 但是相对而言, 槟榔口香糖的大众接受情况比较乐观。

3. 安全风险分析

(1) 根据计算各个危险因子的膳食暴露量, 比对 ADI 值分析防腐剂和甜味剂的含量的安全风险影响在可以接受的范围内, 氟含量则存在一定的风险。该分析结果是在没有其他膳食摄入这个食品添加剂的前提下进行的, 而且没有考虑其毒性累积危害, 因此还是要做一定的风险管理措施, 其中氟原有的标准也要进行一定的修订。通过计算成人最大摄入量, 得出最适宜摄入量为每日半包。

(2) 通过风险分析结合槟榔加工的具体工艺, 制定了四个关键控制点, 分析了危害因子可能来源, 并提出了相应的措施管理。

(3) 零售槟榔相对于包装槟榔存在诸多不确定的安全因素, 安全风险较大, 因此相关部门要对其进行整顿和规范。其次品牌槟榔在防腐剂和甜味剂应该严格按照相关标准执行, 有关部门要进行严格的抽检和控制。

(4) 对于消费者而言, 适量的消费能够减少毒性的累积, 这也是保证食品安全的一个重要的因素, 特别是针对于未成年人要扩大宣传提倡合理消费。

二、创新点

1. 采用紫外的分光光度计直接测量防腐剂和甜味剂, 对食用槟榔常出现的安全因子进行检测分析, 方法简便迅速。

2. 对长沙地区的槟榔消费者进行问卷调查, 根据其结果对食用槟榔的安全风险影响做了全面的风险分析, 提出四个关键控制点, 并分析得出其最适宜摄入量。

参考文献

- [1] 宋立人.现代中药学大辞典[M].北京:人民卫生出版社, 2001, 2305-2306
- [2] 南京药物学院药材教研组.药材学[M].北京:人民卫生出版社,1994:1041-1045
- [3] 黄循精. 2004 年世界槟榔的产销简况[J].世界热带农业信息, 2005,2:18-19.
- [4] 黄循精. 2002 年世界槟榔产销情况[J].世界热带农业信息, 2003,10:5-6.
- [5] Staples GW, Bevacqua RF. Areca catechu (betel nut palm)[M].(Eds. Craig R. Elevation)Hawaii: Permanent Agriculture Resources (PAR),2006, 1 (3):1-17.
- [6] Rajagopal V. Arecanut [M]. (Eds. Balasimha D, Rajagopal V.)Kasaragod:CPCRI, 2004:142-154.
- [7] 赵国祥,岳建伟,张光勇.槟榔的研究开发状况及市场发展前景[J].中国热带农业,2006,6:17-18
- [8] 范海阔,黄丽云. 槟榔生产消费现状及存在的问题[J].安徽农业科学,2007,35(13):4044-4045
- [9] 黄永华.槟榔有效化学成分分析测定[J].食品与机械, 2002, 7(3): 38-39
- [10] 陈文学,豆海港等.食用槟榔加工工艺研究[J].食品科技,2007,(1):57-59
- [11] 李时珍(明).本草纲目[M].北京:中国档案出版社, 1999, 1412-1416
- [12] 中国医学百科全书编辑委员会.中药学[M].上海:上海科学技术出版社,1988:375-376.
- [13] Epstein,RJ,Leung,TW,Cheung,PS.Panmucositis and chemosensitisation associated with betel quid chewing during dose-dense adjuvant breast cancer chemotherapy[J].Cancer Chemotherapy and Pharmacology,2006,vol.58(no.6)
- [14]Hsing-YiChang, Chii-JunChiou, Ming-ChuLin, et al.A population study of the self-care behaviors and their associated factors of diabetes in Taiwan: results from the 2001 National Health Interview Survey in Taiwan [J].Preventive Medicine, 2005, (40):344- 348
- [15] Maher R, Lee AJ, Warnakulasuriya KS, et al.Role of areca nut in the causation of oral submucous fibrosis: a case-control study in Pakistan [J]. J Oral Pathol&Med, 1994, 23(2): 65-69
- [16] Ma RH, Tsai CC, Shieh TY.Increased lysyl oxidase activity in fibroblasts cultured from oral submucous fibrosis associated with betel nut chewing in Taiwan[J]. Oral Pathol&Med,1995, 24: 407-12
- [17] 陈勇.食用槟榔工业化生产研究[J].深圳大学学报, 1995, 12(1-2): 74-80
- [18] 高家鉴.不同炮制方法对槟榔中槟榔总碱含量的影响[J].中成药, 1999, 21(9): 458-459
- [19] Susanto E, Syahril M, Wasposito P.The effect of drying temperature and treatment

of areca fruit(Areca catechu L) on the quantity of the whole seed[J].Warta IHP, 1995, 12(1-2): 36-40

[20] Siva Rami,Reddy G,Ramachandraiah OS, Jagannathan Rao S, et al.Processing of arecanut for the recovery of edible fat[J].Journal of Plantation Crops, 1976, 4(2): 51-53

[21] Banyat Saitthiti.Equipment for studying the characteristic of betelnut drying[M].Thailand, Bangkok, 1989, 11

[22] 严聃,李彦.食用槟榔的加工工艺研究[J].食品与机械,2003, (6): 34-35

[23] 曾祥林,刘利敏.槟榔不同炮制工艺的质量研究[J].中药饮片, 1993, (2): 24-27

[24] 郑锦星. 槟榔保健饮料的研制[J].食品研究与开发,2006,127(11): 125-128

[25] 刘文明.槟榔糖[P].中国专利:961183934,1998(5):13

[26] 彭泽良.槟榔口香糖及其制造工艺[P].中国专利:971081751,1999(1):13

[27] 罗才良.槟榔口香糖[P].中国专利:200610000226,2009(1):14

[28] 朱萃.一种槟榔口香糖及其制备方法[P].中国专利:200810185496,2009(4):29

[29] 曹朝晖.湖南省市场槟榔卫生质量抽检结果分析[J].实用预防医学,2002,9(6):707

[30] 彭进平.湖南省食用槟榔卫生检测结果分析[J].实用预防医学,2005,12(5):1087-1089

[31] 湖南省地方标准.食用槟榔[Z].2004.09.01

[32] 张凡建.食品安全风险分析工作原则及其启示[J].黑龙江畜牧兽医,2004,(9):6-7

[33] 王大宁.食品安全风险分析指南[M].中国标准出版社,2004

[34] 宋悻.食品风险分析理论语实践[M].中国标准出版社,2005

[35] Application of Risk Analysis to Food Standards Issues,Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation,WHO,1995.

[36] 杨丽,刘文.食品安全微生物风险分析的原则和应用[J].世界标准信息,2003,(11):9-10

[37] The Application of Risk Communication to Food Standards and Safety Matters,Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation,FAO,1998.

[38] Risk Assessment of Microbiological Hazards in Foods, Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, WHO, 1999

[39] 祁静,黄玉林等.槟榔酚类物质生理活性研究进展[J].热带作物学报,2010,31(6):1050-1054

[40] 山丽梅,张锦超,赵艳玲.槟榔碱抗动脉粥样硬化分子机制的研究[J].中国药理学通报,2004,20 (2):146-151

[41] 石翠格,胡刚,汪海.天然药物槟榔碱对氧化低密度脂蛋白致血管内皮细胞损

伤的保护作用研究[J].科学技术与工程, 2007,7(12): 2780-2783

[42] 黄正蔚,周学东.部分天然药物对内氏放线菌生长和产酸影响的体外研究[J].牙体牙髓牙周病学杂志,2002, 12(1): 4

[43] 王维娜.槟榔体内外抗过敏作用[J].国外医药·植物药分册, 2005, 20(5): 212

[44] 杜海燕译.槟榔乙醇提取物对啮齿类动物的抗抑郁作用[J].国外医学中医中药分册,1998,20(3): 47

[45] 胡怡秀,臧雪冰,丘丰,等.槟榔对小鼠免疫功能影响的实验研究[J].中国医师杂志, 1999, 1(10): 21-22

[46] 倪依东,王建华,王汝俊.槟榔的药理研究进展[J].中药新药与临床药理,2004,15(3): 224-226

[47] Michael,N Clifford.Miscellaneous phenols in foods and beverages-nature,occurrence and dietary burden[J].Journal of the Science of Food and Agriculture.2000,80(7):1126-1137

[48] 宋晓平,于三科,等.杀螨植物药及其有效部位的离体筛选试验[J].西北农林科技大学学报,2002,30(6):69-72.

[49] Lee KK,Cho JJ and choi JD.Antielastase and antihyaluronidase of phenolic substance from areca catechu as a new antiageing agent[J].Internationaljournal of cosmetic science,2001,23:341-346

[50] Jeon SM, Kim HS and Lee TG et al.Lower absorption of cholesteryl oleate in rats supplemented with areca catechu L.extract [J].Annals of nutrition&metabolism, 2000, 44:170-176

[51] Byun SJ, Kim HS and Jeon SM et al.Supplementation of areca catechu L.extract alters triglyceride absorption and cholesterol metabolism in rats [J].Annals of nutrition&metabolism, 2001, 45:279-284

[52] Chu YC, Hu CC, et al.Synergistic effects of nicotine on arecoline-induced cytotoxicity in human buccal mucosal fibroblasts[J].Journal of oral pathological medicine,2001,30:458-464

[53] 冯云枝,凌天膈.槟榔提取物抑制人类口腔黏膜成纤维细胞生长的实验研究[J].临床口腔医学杂志,2002, 19(03): 145

[54] 蔺琳,凌天膈.槟榔碱在口腔黏膜纤维性变及癌变发病机制中的作用[J].临床口腔医学杂志,2006,22(2):124-126.

[55] GuotaPC, WarnakulasuriyaS.Globalepidemiology of areca nut usage [J].Addiction biology, 2002, 7:77-83

[56] Wang CK, Lee WH, Peng CH. Contents of Phenolics and Alkaloids in Areca catechu Linn. During Maturation [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1997, 45

(4): 1185-1188

[57] 赵文爱,李泽民,王伯霞.槟榔与白胡椒对猪囊尾蚴形态学改变的影响[J].现代中西医结合杂志, 2003,12(3): 237-238

[58] 李泱,夏国瑾,姚伟星,等.低浓度槟榔碱对钉螺足跖平滑肌收缩和对豚鼠心室肌细胞钙内流作用的实验研究[J].中国血吸虫病防治杂志, 2000,12(2): 94-96

[59] Chu NS.Effects of betelnut chewing on the central and autonomic nervous systems [J].Journal of biomedical science, 2001(8):229-236

[60] Gilani AH, Ghayur MN, Saify ZS, et al.Presence of cholinomimetic and acetylcholinesterase inhibitory constituents in betel nut [J].Life Sciences, 2004, 75(20):2377-2389

[61] 杜志敏,万新祥,等.槟榔碱对小鼠小肠运动的影响[J].广州医高专学报,1999,22(1):27-28

[62] 杨爱珍,刘传绩.槟榔碱增强尼古丁在大鼠海马脑片 CA1 锥体细胞诱发 PS2 的作用[J].中国药理学与毒理学杂志, 1998, 12(4): 280-282

[63] 邹百仓,魏兰福,魏睦新.槟榔对实验性大鼠胃平滑肌运动影响的研究[J].湖南中医化杂志, 2003,19(2):66-67

[64] 倪依东,王建华,王汝俊.槟榔及槟榔碱对胃肠作用的对比研究[J].中药药理与临床,2004, 20(2): 11-12

[65] 韩继超.槟榔次碱对未孕大鼠离体子宫平滑肌运动的影响[J].中华中医药学刊,2008,26(2): 379-380

[66] 季宇彬,李连闯,于蕾.槟榔碱对骨髓细胞内 DNA 的影响[J].中草药, 2007, 38(4): 573-575

[67] 韩容,孙艳萍,李俊旭.槟榔碱对小鼠吗啡行为敏化的影响[J].中国药物依赖杂志,2005,14(3): 197-202

[68] 孙艳萍,韩容,罗娟.槟榔碱对小鼠酒精急性中枢抑制作用的影响[J].中国药物依赖杂志, 2005, 14 (5):333-337

[69] Pradhan SN, Dutta SN.Behavioral effects of arecoline in rats[J].Psychopharmacologia, 1970, 17(1): 49-58

[70] Molinengo L, Fundaro AM, Cassone MC.Action of achronic arecoline administration on mouse motility and on acetylcholine concentrations in the CNS [J].J Pharm Pharmacol, 1988,40(11): 821-82

[71] 胡怡秀,臧雪冰,胡余明,等.槟榔对雄性小鼠生育能力的影响[J].实用预防医学,1999,6(6): 108-109

[72] Holdsworth DK, Jones RA.Volatile alkaloids from Areca catechu Phytochemistry [J].1998, 48 (3): 581-582

- [73] Ontengco DC, Talaue M, Cruz LJ, Capal TV, Dayap LA. MICS [Minimum inhibitory concentration] of betel oil against common clinical pathogens[J]. *Acta Manilana*. 1999, 47: 118-121
- [74] 杨晓泉, 卞华伟. 食品毒理学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999, 77-78
- [75] Chetan Tivedy, Dianne Baldwin, Saman Warnakulasuriya, et al. Copper content in *Areca catechu* (betelnut) products and oral submucous fibrosis[J]. *The Lancet*, 1997, 349(3): 1447
- [76] Shu-Chun Lin, Chung-Ji Liu, Wen-IYeh, et al. Functional polymorphism in NF- κ B1 promoter is related to the risk of oral squamous cell carcinoma occurring on older male *areca* (betel) chewers[J]. *Cancer Letters*, In Press, Corrected Proof, Available online 4 January 2006
- [77] Utsunomiya H, Tilakaratne WM, Oshiro K, et al. Extracellular matrix remodeling in oral submucous fibrosis: its stage-specific modes revealed by immunohistochemistry and in situ hybridization [J]. *J Oral Pathol Med*, 2005, 34:498-507
- [78] Lee CH, Lin RH, Liu SH, et al. Mutual interactions among ingredients of betel quid in inducing genotoxicity on Chinese hamster ovary cells [J]. *Mutat. Res*, 1996, 367:99-104
- [79] Wary, K. K. Sharan, R. N. Cytotoxic and cytostatic effects of arecoline and sodium intrite on human cells in vitro[J]. *International journal of cancer*. 1991, 47(3):396-400
- [80] DB43/132-2004, 实用槟榔卫生标准[S]
- [81] 李松涛. 食品微生物学检验[M]. 北京: 中国计量出版. 2005
- [82] 王友水, 蒋小平等, 刘亮等使用槟榔加工中微生物污染状况调查[J]. *实用预防医学*, 2007, 14(3): 795-796
- [83] Routledge EJ, Parker J, Odum J. Some alkylhydroxy benzoate preservatives (parabens) are estrogenic[J]. *Toxicol Appl Pharm*, 1998, 153:12-19
- [84] 文大缀, 蒋雪薇等. 槟榔炮制阶段优势霉菌分析及其防霉剂的研制[J]. *食品与机械*, 2008, 24(6):36-40
- [85] 刘秀峰. 应用霉菌检测纸片快速检测食品霉菌的研究[J]. *广西预防医学*, 2001, 7(2):99-100
- [86] 黄文. 食品添加剂检验[M]. 北京: 中国计量出版社. 2008
- [87] 食品添加剂使用卫生标准 GB2760-1996(2002 年增补品种)[S]. *中国食品添加剂*, 2002, (6):94-96
- [88] 谢丽琪, 郑卫平, 岳振峰, 等. 焙烤食品中糖精钠、富马酸二甲酯、苯甲酸和山梨酸的高效液相色谱法测定[J]. *分析测试学报*. 2003. 22(3):94.
- [89] 黄辉. 气相色谱法快速测定槟榔中对羟基苯甲酸酯[J]. *食品科*

技,2010,35(8):336-338

[90] 林奕芝,刘奋,戴京晶,等.高效液相色谱法测定蜜饯类食品中防腐剂、甜味剂[J].食品科学,2000,21(9):47

[91] 李丹红,毛红霞,全文坤.食品中安赛蜜、甜味素、糖精钠、苯甲酸、山梨酸高效液相色谱测定方法研究[J]中国卫生检验杂志,1999,9(4):258

[92] 文开齐.液相色谱-质谱在槟榔功效成分和违禁药物分析中的应用研究[D]湖南师范大学硕士学位论文,2007

[93] 曾晓.食用槟榔中氟的来源及控制初探[J].中国热带医学杂志,2007.6(9):328-330

[94] 曾晓,周雪梅,等.食用槟榔地方标准中确定糖精钠、氟标准值的研究[J].食用预防医学,2002,9(4):329-330

[95] 李潞铭.食品安全检验方法概述[J].中国计量,2004,(8):60-61

[96] 谭乐和.世界槟榔加工技术发展现状及我国槟榔产业化发展对策[J].热带农业科学,2005,25(4):40-42

[96] 孙平.食品添加剂使用手册[M].化学工业出版社.北京,2004:461-464

[97] 王友水,蒋小平,刘亮等.食用槟榔加工中氟污染及防治对策研究[J].食用预防医学.2007,14(5):1485-1486

附录 A: 食用槟榔消费情况调查问卷

大家好!本调查的目的是为了了解食用槟榔消费情况、消费者对槟榔的安全性知晓程度等相关情况的调查。为此我们设计此次调查文卷,请在您认为的选项上打“√”或()上写上相应的答案。

1. 性别: A 男 B 女
2. 年龄 () 岁 居住地 ()
3. 您食用嚼食槟榔多久了? () 年
4. 您一般选择什么样的槟榔? A 品牌包装槟榔 B 零散加工槟榔
5. 您认为如果选择零散加工槟榔的原因会有哪些?(可多选)
A 便宜 B 口味多选择多 C 现场加工 D 风味更好 E 其他
6. 经常食用的槟榔品牌是(可多选)
A 皇爷(“雄究究”、“皇爷”等) B 胖哥“Fans7”、“糊涂味”等)
C 宾之郎(“老湘潭”、“味中味”等) D 友文(“青果王”、“无上醇”等)
E 伍子醉(“伍子醉”、“究中究”等) F 小龙王(“咯喱味”、“九道醇”等)
G 口味王(“槟榔爽口”、“味赢天下”等) H 其他
7. 您经常食用的槟榔种类是:
A 青果 B 烟果 C 两者皆有 D 没注意 E 其它
8. 您平均一天嚼食槟榔的量是多少?(一包 10 片左右)
A 半包 B 一包 C 两包 D 两包以上
9. 您一般一颗槟榔嚼食的时间是多少?
A 1-3 分钟 B 3-5 分钟 C 5-10 分钟 D 10 分钟以上
10. 您是否在嚼食槟榔的同时吸烟? A 是 B 否
11. 你认为槟榔对身体的危害在哪些地方?(可多选)
A 对牙齿口腔不好 B 会致癌 C 损伤大脑 D 上瘾 E 不了解
12. 您认为槟榔对身体的危害来源于哪里?(可多选)
A 槟榔本身 B 加工不卫生 C 添加了过量的食品添加剂
D 添加了使人上瘾的药物 E 其他
13. 您喜欢嚼食槟榔的原因?(可多选)
A 提神刺激 B 大众流行 C 民俗习惯 D 其它

14 目前为止，槟榔对您的身体是否产生不良影响吗？ A 是 B 否

如果有，影响是

15. 您可以接受的其它槟榔制品？（可多选）

A 槟榔味的口香糖 B 槟榔饮料 C 槟榔糖

D 都不接受 E 其它

附录 B：攻读硕士学位期间发表的论文

1. 申衍豪,刘芳,许丹等.中国食物与营养[J].几种常见植物源抗氧化活性肽的研究概述, 2011,17(3):18-20
2. 许丹,刘芳,等.食品工业科技[J]. 食用槟榔加工的安全风险评估研究进展,2012,33(5):338-390

致 谢

时间如流水般匆匆而过，转眼间我在中南林业科技大学即将度过愉悦的研究生生活。在此期间，我有幸成为博导刘芳教授的学生，本论文是在她的悉心指导和帮助下完成的。三年来，无论是从论文的选题，到论文实验的开展到，到论文的撰写，刘老师都给予了我最大的帮助，并指导我查阅了大量的专业文献和课题的实验设计，使我的专业知识得到了巩固，极大地提升了科研工作的能力，拓宽了我的知识面。同时，刘老师不仅在科研上给予了我很多的指导，她严谨的治学态度、勤恳的工作作风、认真负责的态度都深深地影响着我，对我产生了积极的影响，能让我受用一生。在此，我向刘老师致以最崇敬敬意和由衷的感谢！

另外，非常感谢在生活和实验上给予过我帮助的同学：申衍豪师姐、王佳、温坤芳、马立然、张新昌师弟等，还有本科的几位学弟帮助完成调查问卷的调研，是你们给予了我无限的关心和鼓舞，使我勇敢的面对实验中出现的各种难题！谢谢！

本论文得以顺利完成，我还要特别感谢我的家人，是你们辛苦养育我长大成人，是你们的大力支持和无私奉献使我能全心全意投入到学习中，是你们给了我这段难得的学习经历，我将一生感激回报你们的恩情！

最后，向所有关心我、帮助我、支持我的老师、同学、朋友、亲人致以最深切的谢意！