

麻哈鱼掺假鉴定及制度防范措施和建议

何晓霞^{1*}, 许艳丽², 徐 颖¹, 孟晓青³, 焦宏强³

(1. 青岛出入境检验检疫局, 青岛 266000; 2. 山东出入境检验检疫局检验检疫技术中心, 青岛 266001;
3. 山东出入境检验检疫局, 青岛 266000)

摘 要: 目的 建立麻哈鱼掺假感官识别方法及 DNA 序列储备库, 并提出掺假行为在制度上的防范措施和建议。**方法** 制作麻哈鱼简略检索表, 对麻哈鱼整条鱼进行形态对比, 并对常见麻哈鱼产品进行感官对比。同时按照设定的对应引物和检测方法, 列出主要麻哈鱼 DNA 序列, 针对可能发生掺杂施假的麻哈鱼实施 DNA 检测, 可以将得到的序列与建立的基因库序列进行比对。**结果** 感官鉴定并不能单独准确判定麻哈鱼是否掺假, 需要结合 DNA 检测方法, 实现快速鉴定。**结论** 该方法可以快速对麻哈鱼进行感官及 DNA 掺假鉴定, 为麻哈鱼检验提供理论依据, 促进麻哈鱼加工业的健康发展。

关键词: 麻哈鱼; 掺假; 鉴定; 防范

Adulteration identification of salmon and institutional preventive measures and suggestions

HE Xiao-Xia^{1*}, XU Yan-Li², XU Ying¹, MENG Xiao-Qing³, JIAO Hong-Qiang³

(1. Qingdao Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao 266000, China;
2. Inspection and Quarantine Center of Shandong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao 266001, China;
3. Shandong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Qingdao 266000, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for adulteration identification of salmon and establish the DNA sequence reserve database, and raise the preventive measures and suggestions on adulterated behavior. **Methods** The brief identification key of salmon was made. The features and different stages of common salmons were compared, and common salmon products were sensory compared. Meanwhile according to the corresponding primers and detection method, the DNA sequence reserve database was established. Aiming at possibly adulteration of salmons, the DNA determination was implemented, and the sequence obtained and the sequence in gene pool was compared. **Results** Sensory identification could not be used to determine whether salmon was adulterated or not. It was necessary to combine DNA detection method to realize rapid identification. **Conclusion** This method can quickly identify the sensory and DNA adulteration of salmon, provide theoretical basis for the inspection of salmon, and promote the healthy development of salmon processing industry.

KEY WORDS: salmon; adulteration; identification; prevention

基金项目: 山东检验检疫局科研计划项目(SK201621)

Fund: Supported by the Scientific Research Program of SDCIQ (SK201621)

*通讯作者: 何晓霞, 工程师, 主要研究方向为进出口水产品检验检疫。E-mail: hxxciq@163.com

*Corresponding author: HE Xiao-Xia, Engineer, Qingdao Entry - Exit Inspection and Quarantine Bureau, No.2 Zhongshan Road, Shinan District, Qingdao 266000, China. E-mail: hxxciq@163.com

1 引言

世界鲑科鱼类分3大亚科约67种^[1],具有重要的营养价值,其中以鲑亚科鱼类营养价值最高,商品名俗称“三文鱼”,包括几种太平洋鲑鱼、大西洋鲑鱼等等。正是由于种类的繁多,不同品种之间的价格和品质相差巨大,有时仅凭感官无法辨别,因此市场上存在着以次充好、以假乱真、错误标识等现象^[2,3]。美国FDA根据市场上经常出现的掺假水产品拟制了掺假水产品目录,其中明确标示主要掺假情况有粉鲑替代狗鲑,虹鳟替代鲑鱼或野生捕捞鲑鱼,用低价鱼替代高价鱼。有文献报道对美国华盛顿州的99个麻哈鱼样品进行鉴别,结果发现餐馆中超过38%的麻哈鱼标识与实物不符,严重地损害了消费者的经济利益^[4]。可见,鲑科鱼类由于品种繁多,各品种价格相差较大,成为利益驱使掺假的“重灾区”,因此研究怎样鉴别麻哈鱼种类及怎样防范掺假行为的发生,尤为迫切和重要。

目前鲑科鱼类鉴定一般基于整鱼的头、尾、鳍等外观进行形态学鉴定^[5],以及用于种属鉴定的分子生物学方法。形态学研究方面,仅限于一个群体或同种类不同群体间的对比,从科学研究的角度探析其地理种群的形成和群体扩张时间等,并无系统的专门针对易掺杂鱼种或对形态相似的鱼种间的鉴定和比对研究,而且过分依赖研究者的个人经验和观察手段^[6],对于加工后的鱼类产品,传统形态分类也收效甚微^[7]。分子生物学研究主要有蛋白质鉴定及核酸鉴定方法,其中核酸鉴定方法由于它相对于蛋白质方法的优点,成为鲑科鱼类鉴定的首选^[5]。而其中线粒体DNA近年来由于具有进化速度快、母系遗传和分子简单易于分析等特点而成为研究近缘种间和种内群体间遗传分化的有力工具^[8]。与核基因组不同的是线粒体基因组严格遵守母系遗传方式,因而一个个体就可以反映出整个母系集团的情况。其中COI的进化速率比线粒体其他序列如D-loop、Cyt b更广泛用于鱼类系统发育及DNA条形码的研究^[9],也更适合群体遗传学研究^[10,11],具有良好的代表性和准确性。

本研究对几种常见麻哈鱼进行感官检验以及线粒体DNA检测,旨在指导日常麻哈鱼检验检疫监管,为麻哈鱼的掺假检测提供技术保障,并从制度上提出防范掺假行为的措施。

2 材料与方法

2.1 试剂、仪器与材料

2.1.1 试剂与仪器

乙醇(分析纯,国药集团化学试剂有限公司); Tris平衡酚(北京索莱宝科技有限公司); Taq DNA聚合酶(北京博尔迈生物技术有限公司); proteinase k(酶活40 unit/mL,德国

默克公司); UNIQ-10柱式DNA胶回收试剂盒(上海沪峰化工有限公司); 基因片段引物(北京全式金生物技术有限公司)。

Nexus GSX1 PCR仪(德国Eppendorf公司); 96SG Biometra TAdvanced基因扩增仪(德国耶拿分析仪器股份公司); 3700型全自动遗传分析仪(美国ABI公司); SC-3610低速离心机(安徽中科中佳科学仪器有限公司); QB-212摇摆式混匀器(海门市其林贝尔仪器制造有限公司); S1010E迷你离心机(美国SCILOGEX公司); DYY-8C电泳仪(北京市六一仪器厂); METTLER TOLEDO天平(日本岛津公司)。

2.1.2 实验材料

从水产品加工企业购买共以下几种麻哈鱼产品,包括王鲑(*Oncorhynchus tshawytscha*)、银鲑(*Oncorhynchus kisutch*)、红鲑(*Oncorhynchus nerka*)、狗鲑(*Oncorhynchus keta*)、粉鲑(*Oncorhynchus gorbuscha*)、大西洋鲑鱼。DNA检测前取肌肉组织用75%酒精固定,-20℃保存备用^[12]。

2.2 实验方法

2.2.1 感官鉴定

对麻哈鱼进行整条鱼以及切块产品的感官鉴定^[12]。

2.2.2 基因组DNA的提取

取样品肌肉100 mg左右,用常规酚-氯仿法提取基因组DNA^[13], -20℃下保存备用。

2.2.3 片段的PCR扩增

王鲑用于扩增COI基因片段的引物为: F1(5'-TCAACCAACCACAAAGACATTGGCAC-3')和 R2(5'-ACTTCAGG GTGACCGAAGAATCAGAA-3'); 银鲑用于扩增COI基因片段的引物为: VF1LFt1(5'-TGTAACGACGGCCAG-3')和 VR1LRt1(5'-CAGGAAACAGCTATGAC-3'); 红鲑用于扩增COI基因片段的引物为: CYTO-F(5'-RACACGATTTTCGCCTTTC-3')和 H15915(5'-ACCTCCGATCTYCGGATTACAAGAC-3'); 狗鲑用于扩增COI基因片段的引物为: FishF1t1(5'-TGTAACGACGGCCAG-3')和 FishR1t1(5'-CAGGAAACAGCTATGAC-3'); 粉鲑用于扩增COI基因片段的引物为: FishF1t1(5'-TGTAACGACGGCCAG-3')和 FishR1t1(5'-CAGGAAACAGCTATGAC-3')。

PCR扩增在Biom etra扩增仪上进行,反应条件为95℃变性3 min, 94℃45 s, 52℃45 s, 72℃1 min, 35个循环; 72℃延伸10 min。反应体积为50 L, 其中包含10×PCR缓冲液5 μL, dNTP 200 μmol/L, 引物各0.2 μmol/L, Taq DNA聚合酶1.25 μL以及模板DNA 1 μL。PCR产物在1%的琼脂糖凝胶中电泳检测,紫外光观察并照相记录。

2.2.4 PCR产物的回收、测序

PCR产物电泳后于紫外灯下切割目的条带,用UNIQ-10柱式DNA胶回收试剂盒(上海华舜)进行回收纯化,操作按试剂盒说明书建议的步骤进行。回收产物用ABI公司3700型全自动序列分析仪进行双向测序。

3 结果与分析

3.1 感官鉴定

3.1.1 感官简略检索表

麻哈鱼家庭成员较多，绝大部分都具有海洋内生长，成熟后入淡水河中洄游到出生地产卵的特殊习性，根据感官特点制作感官简略检索表，如图 1。

目前，中国进出口麻哈鱼主要是太平洋鲑鱼和大西洋鲑鱼。其中作为大麻哈鱼属的太平洋鲑鱼主要包括大鳞大麻哈鱼(王鲑 chinook salmon)、银大麻哈鱼(银鲑 coho salmon)、红大麻哈鱼(红鲑 sockeye salmon)、大麻哈鱼(狗鲑 chum salmon)以及驼背大麻哈鱼(粉鲑 pink salmon)等。美国沿岸的狗鲑和粉鲑资源量和渔获量都很大，主要以冷冻产品为主，是我国来进料加工出口的主要麻哈鱼种类^[1]。一般贸易进口较多的是鲑属的大西洋鲑鱼，很多作为生食材料入驻各大商超和料理店等。

由于近年的经济形势影响，世界上主要麻哈鱼消费市场均不同程度出现了麻哈鱼产品掺杂使假的现象^[4]，下面就以上几种进出口量较大的麻哈鱼外观以及加工后常见产品的颜色、肉质、纹理等感官指标进行比较及区分。

3.1.2 常见麻哈鱼整条鱼形态对比

通过对几种常见麻哈鱼的整体形态对比(表 1)发现，在鱼体完整的情况下，区分比较容易，但日常形态和洄游形态变化较大。

3.1.3 常见麻哈鱼产品感官对比

常见麻哈鱼产品感官对比(表 2)，从纯鱼肉分辨鱼种较为困难，不同捕捞区域、捕捞时期均对辨识产生很大影

响，需要丰富的实践经验以及现场并排比对。建议麻哈鱼类加工产品的种类鉴定以感官检验为辅，DNA 检测为主。

3.2 DNA 检测

通过不同引物对麻哈鱼产品的 COI 基因片段序列进行测序，得到的序列结果分别如下：

王鲑的 COI 基因片段为：

cctctattta gtatttgggtg cctgagccgg gatagtaggc accgccctta
gtctactgat tcgggcagaa ctaagccagc cgggcgctt tctaggggat
gaccagatct ataacgtgat cgtcacagcc catgcctcg ttatgatttt ctttatagtt
atgccgatta tgatcggagg ctttggaac tgattaattc ccctaagat
cggggcccct gatatggcat tcctcgaat aaataacata agcttctgac
tcctccacc atcctttctc ctctcctat ctctcttg agttgaagcc
ggagctggca ccgggtgaac agtctacccc cctctggccg gcaacctagc
ccacgcagga gcctcagttg atctgacgat ctctccctt catttagccg
ggatctctc aattttagga gccattaatt ttattactac cattattaac ataaacccc
cggtatctc tcagtaccaa accccacttt ttgtttgagc tgtactagtt
actgctgtcc ttctactact ctccctcccc gttctggcag caggcattac
tatgttactc acggaccgaa atctaaacac cactttctt gaccgggcag
gcgggggaga tccattttta taccaccac tc

银鲑的 COI 基因片段为：

tttggtgcct gagccgggat agtaggcacc gcctaagtc tactgattcg
agcagaactg agccagccgg gcgctcttct aggggatgat cagatttaca
acgtaactgt cacagcccat gccctcgta tgaatttctt tatagtcag ccgattatga
tcggaggctt tggaaactga ttaatcccc taatgatcgg agccccgat
atggcattcc ctgcaataaa taacataagc ttctgactcc ttccgccatc
ctttctctc ctctatctt cctctggagt tgaagccggg gctggcaccg
ggtgaacagt ttatccccct ctggccggca acctcgcca cgcaggagcc
tcagttgatc tgactatctt ctccctcat ttgaccgga tctcctcaat ttaggagcc
attaatttta ttacgacat tattaacata aagccccag ctatctctca
gtaccaaacc ccactttttt ttgagctgt gctagtcact gctgttctc tactactctc
tctccccgtt ctggcagcag gcattactat gttacttaca gaccggaatc
taaacaccac ttcttttgac ccggcaggcg ggggagatcc aattttatc c



图 1 麻哈鱼简略检索表
Fig. 1 Brief search table for salmons

表 1 常见麻哈鱼特征比较及不同阶段形态
Table 1 Features comparison and different stages of common salmon

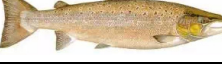
中文名	拉丁文名	主要特征	日常形态	洄游形态
王鲑	<i>O.tshawytscha</i> (Walbaum)	黑唇黑口腔, 牙齿大而尖锐, 背部、尾部有黑点		
银鲑	<i>O.kisutch</i> (Walbaum)	白唇白口腔, 背部小斑点, 尾鳍上半页有斑点, 尾柄宽		
红鲑	<i>O.nerka</i> (Walbaum)	白唇白口腔, 牙齿不发达无斑点, 眼睛金色		
大麻哈鱼	<i>O.keta</i> (Walbaum)	白唇白口腔, 体表无斑点, 尾柄窄, 臀鳍有白边		
驼背大麻哈鱼	<i>O.gorbuscha</i> (Walbaum)	白纯黑口腔, 全尾鳍有斑点, 背部大斑点, 鳞片细小		
大西洋鲑	<i>S.salar</i>	鳃盖上有黑色斑点, 体表“X”型斑点		

表 2 常见麻哈鱼产品(去皮去刺)感官比较
Table 2 Sensory comparison of common salmon products (removing the skin and thorn)

中文名	拉丁文名	主要特征	大片	切段
王鲑	<i>O.tshawytscha</i> (Walbaum)	片型较大, 肉质紧密, 弹性良好, 纹理细密, 红色较为鲜艳, 相对银鲑肉质较肥, 生食最佳		
银鲑	<i>O.kisutch</i> (Walbaum)	相对于王鲑, 片型较小, 肉质弹性稍差, 红色较为鲜艳		
红鲑	<i>O.nerka</i> (Walbaum)	颜色鲜红, 肉质紧密, 弹性良好, 纹理细密, 生食最佳		
大麻哈鱼	<i>O.keta</i> (Walbaum)	颜色与王鲑、银鲑、红鲑相差较大, 红色稍差, 肉质相对松散, 弹性相对较差		
驼背大麻哈鱼	<i>O.gorbuscha</i> (Walbaum)	鱼肉粉色, 肉质相对松散, 弹性相对较差		
大西洋鲑	<i>S.salar</i>	鱼肉橙红, 脂肪线大理石状分布, 相对于太平洋麻哈鱼肉质肥软、细腻, 生食最佳		

红鲑的 *COI* 基因片段为:

```
ccctgtgttc cttcacgaaa cagggtctaa taaccacgca gggattaact
ccgatgccga taaaatctcg ttccaccctt acttctcata caaagacctc
ctgggggttc tagccatact tcttggtcta acatccttag cctttttg
acaaacctc ctgggagacc cagacaattt tacgcccggc aaccgcgtgg
ttactccacc tcatacaaaa ccagagtgat acttcctttt cgcttacgcc
atcttacgct ccatcccaaa caagctaggg ggagtactcg ccttttgtt
ctcgatcctc atccttatgg ttgtccctat cttacacacg tctaaacaac
gagggtcgac ctttcgacca ctaaccaaat tcttattttg ggccttagtg
gcagatatac tcatcctcac ctgaatcggg ggcatacccg tagaacatcc
gttcattatt atcggccaag ttgcctccgt aatctacttc accatcttcc tagtgccttc
tccttagacc ggctggggcg aaaataaagc cctccaatga gcctgcc
```

狗鲑的 *COI* 基因片段为:

```
atagtcggca ccgccctaag cctactgatt cgggcagaac taagccagcc
aggcgctctt ctaggagatg accagatcta taacgtaatc gtcacagccc
atgccttcgt tatgattttc ttatagtcac taccaattat aatcggagga ttggaaact
gattaatccc tctaataatc ggagcccccg atatggcatt cccacgaata
aataacataa gcttctgact cctccccccc tctttctcc tcctctatc ttcactgga
gttgaagccg gcgctgtgac cggatgaaca gtttatcccc ctctggccgg
aaaccttgcc cagcggggag cctctgttga cttaacatc ttctccctc
atttagctgg aatttctca attttaggag ccattaat ttcacacac attattaata
tgaagccccc agccatctct cagtaccaga cccactttt tgtttgagct
gtgctaatac ctgctgtact tctactact tccctaccg tcttagcagc
aggcattact atgttacta ctgaccgaaa tttaaacacc actttcttg
accggcgagg cgggggggat ccgattttat accaacacct cttttgttc
ttcgacacc cagaggata tattcttctc ctcccaggct tcggtataat
ttcacatata gttgcatact actccggcaa aaaagaacca ttcgggtata
taggaatagt ttgagctata atagccatcg ggttactggg gtttatcgtt
tgagcccacc acatgttacc tctgggaata gacgtggaca ctctgccta c
```

粉鲑的 *COI* 基因片段为:

```
ccctctatta gtatttggtg cctgagccgg gatagtaggc accgccctaa
gcctactaat tggggcgaaa ctaagccagc caggcgctct ttaggggaat
gaccagatct ataagcta atcgtagacc catgcctcgt ttatgatttt cttatagtc
atacaatta taatcgagg ctttggaac tgattaatcc ccctaatgat
cggggcacca gatatacat ttccacgaat aaacaacata agcttctgac
tctaccccc atcttctc ctctctctt ctctatctgg agtcgaagcc
ggcgctggtg ccggtatgac agtttatccc cctctagccg ggaaccttgc
ccacgcagga gcatccgtcg acttgactat ctctccctt catttagctg
gaatctcatc aattttagg gccaataatt ttattacgac cattatcaac
ataaaaccac cggcaaatct tcagtaccaa accccacttt ttgttgagc
tgtgctaata actgctgtac ttctactact atccctcccc gttctggcag
caggtatcac tatgttgctc acggaccgaa atttaaacac tactttctt
gaccagccgg gggggcgaga tccaaattta taccaacacc tc
```

使用分子生物学方法对 5 种麻哈鱼个体进行鉴定, 扩增获得的 *COI* 序列王鲑有 651 bp, 银鲑有 631 bp, 红鲑有 557 bp, 狗鲑有 831 bp, 粉鲑有 652 bp。结果表明, 王鲑与银鲑的亲缘关系最近, 与红鲑亲缘关系最远。

4 结论与讨论

随着 PCR 检测技术不断发展和完善, 其已经成为国内外最成熟、使用最广泛的肉类掺假检测技术^[14], 同样在其他物种鉴定如鱼类中也适用, 目前, 鲑鱼成分检测仅有实时荧光 PCR 法行业标准^[15]。基于以上研究结果构建的基因库适用于麻哈鱼的检验监督工作, 通过文中列出的引

物和检测方法, 针对可能发生掺杂施假的麻哈鱼实施 DNA 检测, 将得到的序列与基因库的序列进行比对, 对比差异大于 10% 即可怀疑非此种鱼种, 因此可以高效快速定位鱼种或排除掺假的情况, 节省在搜集引物或序列比对上耗费的人力物力。通过以上感官鉴定及 DNA 检测可以快速对麻哈鱼进行掺假鉴定。

同时, 掺假不仅要有鉴定方法, 更要有制度上的防范措施。首先, 原料是关键。美国是最注重源头控制的国家之一, 因近年来食品安全形势越发严峻, 2011 年美国出台了《美国 FDA 食品安全现代化法案》, 对现有的《联邦食品、药品及化妆品法 (FFDCA)》做出 70 年来最为重大的修正。其中一条修订内容即建立预防为主的监管体系^[16], 强调在食品安全问题上应以预防为主, 尤其是源头控制。我国进出口水产品企业要求建立供应商验证程序, 对原料进行监控和检测, 这也是自我保护机制。一旦发现问题, 立即对原料进行追踪, 不至于在生产后才发现问题, 造成巨大的经济损失。同时, 产业链上各主体虽有共同利益, 但更应建立相应的制约机制, 由其共同承担责任, 一旦有问题发生, 那么每个环节的主体责任都有推卸不了的责任, 都要对问题负责^[17]。其次, 完善可追溯体制。2013 年“马肉风波”在欧洲社会引起轩然大波, 暴露出欧盟食品安全法律制度存在的诸多漏洞和问题^[18]。虽然“马肉风波”事件调查不够迅速、顺利, 但因其可追溯制度最终得以找到可能掺假的环节, 平抚了消费者的不满。可追溯体制不仅要全覆盖还要有完整性, 涵盖加工流通等每个环节, 并责任到企、责任到人, 同时应注明此环节的作用, 更换了包装还是加贴了标签等, 保证可追溯可以准确定位, 查找到问题的根源。另外, 应加强 DNA 检测, 使日常监管检验有依据可循。2016 年巴西首次对中国出口水产品生产企业进行现场审核, 抽中的企业大部分是在巴西有通报的“不良企业”, 而通报中大部分产品涉及掺假问题。在现场审核中, 巴西官方每到一家企业就会问中国官方是否进行 DNA 检测, 可见他们对成分检测比较重视^[19]。因此, 需要制定成分检测的频率、方法, 同时加大对检测费用的投入, 不要使成分检测一直处于空白被动区。

参考文献

- [1] 孙毅. 基于线粒体基因 *COX1*、*Cytb* 和 *ND4* 的鲑科鱼类的系统发育[J]. 畜牧与饲料科学, 2015, 36(9): 9-17, 61.
- Sun Y. Phylogenetic analysis of *Salmonidae* based on mitochondrial genes *COX1*, *Cytb* and *ND4* [J]. Anim Husb Feed Sci, 2015, 36(9): 9-17, 61.
- [2] Marko PB, Lee SC, Rice AM, et al. Mislabeling of a depleted reef fish [J]. Nature, 2004, 430: 309-310.
- [3] 李新光, 赵峰, 马丽萍, 等. 基于 SYBR-Green 溶解曲线快速鉴别挪威三文鱼及其制品的方法[J]. 中国食品学报, 2014, 14(3): 170-176.
- Li XG, Zhao F, Ma LP, et al. The method of quickly identifying Norwegian salmon and its products basing on SYBR-Green melting curve

- [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2014, 14(3): 170–176.
- [4] Cline E. Marketplace substitution of atlantic salmon for pacific salmon in washington state detected by DNA barcoding [J]. Food Res Int, 2011, 10(43): 388–393.
- [5] 李进波. 鲑科鱼类分子鉴定方法研究[D]. 广州: 华东理工大学, 2012.
- Li JB. Molecular identification methods for *salmonidae* [D]. Guangzhou: East China University of Science and Technology, 2012.
- [6] 林森杰, 王路, 郑连明, 等. 海洋生物 DNA 条形码研究现状与展望[J]. 海洋学报, 2014, 36(12): 1–17.
- Lin SJ, Wang L, Zheng LM, *et al.* Current status and future prospect of DNA barcoding in marine biology [J]. Acta Oceanol Sin, 2014, 36(12): 1–17.
- [7] 蒋丹, 刘宇, 丁健, 等. 黑线鲈鱼核酸标准样品的研制[J]. 科技导报, 2017, 35(9): 1–7.
- Jiang D, Liu Y, Ding J, *et al.* The development of a *Melanogrammus aeglefinus* DNA standard sample[J]. Sci Technol Rev, 2017, 35(9): 1–7.
- [8] 李建华, 王继文. 动物线粒体 DNA 在进化遗传学研究中的应用[J]. 生物学通报, 2005, 40(2): 5–7.
- Li JH, Wang JW. The application of animal mitochondria DNA in evolutionary studies [J]. Bull Biol, 2005, 40(2): 5–7.
- [9] 张凤英, 马凌波, 施兆鸿, 等. 3 种鲷属鱼类线粒体 COI 基因序列变异及系统进化[J]. 中国水产科学, 2008, 15(3): 392–399.
- Zhang FY, Ma LB, Shi ZH, *et al.* Variation and system evolution for mitochondria COI gene sequence of 3 kinds of *Pompanos* genera [J]. J Fish Sci China, 2008, 15(3): 392–399.
- [10] 肖永双, 程起群, 任桂静, 等. 中国近海条石鲷(*Oplegnathus fasciatus*) 群体遗传多样性线粒体 DNA 序列分析[J]. 海洋与湖沼, 2013, 44(2): 427–432.
- Xiao YS, Cheng QQ, Ren GJ, *et al.* Analysis of mitochondrial DNA sequence for population genetic diversity of *Oplegnathus fasciatus* in Chinese coast [J]. Oceanol Limnol Sin, 2013, 44(2): 427–432.
- [11] Cameron, Mindy. "Salmon return: A public conversation about the future of a northwest icon" [N]. The Seattle Times, 2002-08-18.
- [12] 毕潇潇, 高天翔, 肖永双, 等. 4 种鲈鱼线粒体 16S rRNA COI 和 Cytb 基因片段序列的比较研究[J]. 南方水产, 2009, 5(3): 46–52.
- Bi XX, Gao TX, Xiao YS, *et al.* Sequence comparison of mtDNA 16S rRNA, COI and Cytb gene fragments in four species of Gadidae fish [J]. South China Fish Sci, 2009, 5(3): 46–52.
- [13] 萨姆布鲁克 J, 弗里克 EF, 曼尼阿蒂斯 T. 分子克隆实验指南[M]. 金冬雁, 黎孟枫, 译. 北京: 科学出版社, 1995.
- Sambrook J, Fric EF, Maniatis T. Guide of molecular clone [M]. Jin DY, Li MF, Translate. Beijing: Academic Press, 1995.
- [14] 王宽, 刘树柏, 张晓梅, 等. 肉类掺假检测技术研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2014, 5(9): 2634–2639.
- Wang K, Liu SB, Zhang XM, *et al.* Advances on detection of meat adulteration [J]. J Food Saf Qual, 2014, 5(9): 2634–2639.
- [15] SN/T 3589.3-2013 出口食品中常见鱼类及其制品的鉴别方法 第 3 部分 鲑鱼成分检测实时荧光 PCR 法[S].
- SN/T 3589.3-2013 Identification of fish species in export food—Part 3: Detection of salmonidae ingredient—Real-time PCR method [S].
- [16] 高彦生, 宦萍, 胡德刚, 等. 美国 FDA 食品安全现代化法案解读与评析[J]. 检验检疫学刊, 2011, 21: 71–76.
- Gao YS, Huan P, Hu DG, *et al.* Interpret and appraise of the US FDA food safety modernization act [J]. J Inspect Quarant, 2011, 21: 71–76.
- [17] 杜鹏. “马肉风波”与欧盟肉制品安全监管制度[J]. 世界农业, 2015, (4): 82–86.
- Du P. “The wave of horse meat” and the safety supervision system of the safety on European Union meat products [J]. World Agric, 2015, (4): 82–86.
- [18] Wieke Willemijn Huizing Edinger. A legal perspective on EU competence to regulate the ‘healthiness’ of food [Z].
- [19] 巴西首次对我国水产品生产企业进行检查[NB/OL]. [2016-10-11]. http://www.cqn.com.cn/zj/content/2016-10/11/content_3477500.htm
- Brazil has for the first time inspected Chinese aquatic product manufacturers [NB/OL]. [2016-10-11]. http://www.cqn.com.cn/zj/content/2016-10/11/content_3477500.htm

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介

何晓霞, 工程师, 主要研究方向为进出口水产品检验检疫。
E-mail: hxxciq@163.com