

# 肉及肉制品中海狸鼠源性成分定性标准样品的研制

赵红阳<sup>1</sup>,段庆梓<sup>1</sup>,富宏坤<sup>2</sup>,陈蕾蕾<sup>3</sup>,左鑫<sup>1</sup>,晋佳琳<sup>1</sup>,卢行安<sup>4</sup>,万渝平<sup>1\*</sup>

(1. 成都市食品检验研究院,四川 成都 611000;2. 中国合格评定认可委员会,北京 100062;3. 山东省农业科学院农产品加工与营养研究所,山东 济南 250100;4. 中国检验检疫科学研究院,北京 100176)

**摘要:**该文研制可用于肉及肉制品中海狸鼠源性成分定性的标准样品。采用经验证确认的海狸鼠肌肉组织作为原料,经粉碎混匀并分装,包装并辐照后制成标准样品。对样品进行均匀性和稳定性检验,并对样品进行定值,获得样品的特性值。结果表明,样品原料采用实时荧光聚合酶链式反应(polymerase chain reaction,PCR)方法和测序方法验证结果均为海狸鼠源性成分阳性,且无其他源性成分检出;样品的均匀性检验和短期稳定性检验结果均为海狸鼠源性成分阳性,Ct值经方差分析表明在95%置信水平下单元间不具有统计显著性,证明样品是均匀的,在模拟运输条件下稳定性良好;经趋势分析,结果表明样品在24个月内稳定性良好;样品开封后检验结果均为海狸鼠源性成分阳性,Ct值检验结果经方差分析在95%置信水平下不具有统计显著性,说明样品在-18℃条件下90d内反复冻融7次依然稳定;样品经10家实验室联合定值,检测结果均为海狸鼠源性成分阳性,阳性率为100%。样品均匀性、稳定性和赋值均满足标准样品的要求,可用于相关检测方法的证实以及检测全程的质量保证等,能够满足标准样品的预期用途。

**关键词:**肉及肉制品;海狸鼠;源性成分;标准样品;检测

## Development of Qualitative Reference Materials for *Myocastor coypus*-Derived Components in Meat and Meat Products

ZHAO Hongyang<sup>1</sup>, DUAN Qingzi<sup>1</sup>, FU Hongkun<sup>2</sup>, CHEN Leilei<sup>3</sup>, ZUO Xin<sup>1</sup>, JIN Jialin<sup>1</sup>,  
LU Xing'an<sup>4</sup>, WAN Yuping<sup>1\*</sup>

(1. Chengdu Institute of Food Inspection, Chengdu 611000, Sichuan, China; 2. China National Accreditation Service for Conformity Assessment, Beijing 100062, China; 3. Institute of Food & Nutrition Science and Technology, Shandong Academy of Agricultural Science, Jinan 250100, Shandong, China; 4. Chinese Academy of Inspection and Quarantine, Beijing 100176, China)

**Abstract:** The reference materials for *Myocastor coypus*-derived components in meat and meat products were developed. The validated muscle tissue of *Myocastor coypus* was used as raw material, crushed, mixed well, packaged, and irradiated to make reference materials. The homogeneity and stability of the reference material were tested, and the property values of the reference materials were determined. The results showed that the raw materials were confirmed to be positive for *Myocastor coypus* by polymerase chain reaction (PCR) and sequencing methods, and no other derived components were detected. The homogeneity and the short-term stability test results of the reference materials were positive for *Myocastor coypus*. The Ct values were analyzed by variance, and the results showed that the element was not statistically significant at the 95% confidence level, indicating that the reference materials were homogeneous, showing good stability under simulated transportation conditions. According to the trend analysis, the reference materials had good stability within 24 months. After the reference materials were opened, the test results were all positive for *Myocastor coypus*. The Ct values tested by variance showed no statistical significance at the 95% confidence level, indicating that the reference materials remained stable after repeated freeze-thaw seven times within 90 days under -18℃ conditions. The

作者简介:赵红阳(1987—),女(汉),副研究员,硕士研究生,研究方向:标准样品研制、相关检测及质量控制。

\*通信作者:万渝平(1967—),女(汉),教授级高级工程师,研究方向:食品及其相关产品分析技术。

reference materials were jointly evaluated by 10 laboratories, and the test results were all positive for *Myocastor coypus*, with a positive rate of 100%. The homogeneity, stability, and property values of the reference materials fulfilled the certified reference materials. They could be used for the verification of relevant detection methods and the quality assurance of the whole test process, meeting the intended use of reference materials.

**Key words:** meat and meat products; *Myocastor coypus*; derived component; reference material; detection

引文格式:

赵红阳,段庆梓,富宏坤,等.肉及肉制品中海狸鼠源性成分定性标准样品的研制[J].食品研究与开发,2025,46(3):174-180.

ZHAO Hongyang, DUAN Qingzi, FU Hongkun, et al. Development of Qualitative Reference Materials for *Myocastor coypus*-Derived Components in Meat and Meat Products[J]. Food Research and Development, 2025, 46(3): 174-180.

海狸鼠(*Myocastor coypus*)又名河狸鼠,原产于南美洲及非洲南部,是一种较大型的啮齿动物<sup>[1-3]</sup>。随着世界裘皮业及毛皮兽养殖业的发展,海狸鼠先后被阿根廷、意大利、波兰等国大量饲养繁殖。50年代和80年代我国曾多次从国外引种<sup>[4-5]</sup>。海狸鼠皮板结实耐磨,绒毛丰厚,其毛色型丰富、色泽美观,是制作翻毛大衣、航空服、皮帽、皮领、皮靴等的优质原料<sup>[6-8]</sup>。因其价格较低、耐用,销售前景广阔。除此之外,海狸鼠深加工后的高附加值产品也得到广泛应用,如海狸鼠油可制作高级化妆品<sup>[9-10]</sup>;海狸鼠血可用于治疗胃肠道疾病;海狸鼠尾巴里的筋可制成可吸收蛋白缝合线等<sup>[11-12]</sup>。然而,海狸鼠肉目前尚无明确用途,因其价格十分低廉,有不法分子将其用作市场上混合肉的掺假原料。掺假肉不仅关系到产品经济价值,还严重威胁人类健康。因此,有必要检测肉及肉制品中是否掺杂有海狸鼠成分,其检测结果的准确可靠对于检测机构及相关方都至关重要<sup>[13]</sup>。2019年1月31日国家市场监督管理总局发布了食品补充检验方法 BJS 201904《食品中多种动物源性成分检测实时荧光 PCR 法》<sup>[14]</sup>,用于海狸鼠源性成分的定性检测。然而目前尚缺乏与该方法配套使用的标准样品,造成相关检测机构在检测样品时无标准样品可供使用。

标准样品作为实物标准,是国家标准化工作的重要组成部分<sup>[15]</sup>,是保证结果准确的重要技术,均匀性、稳定性、准确性和溯源性是标准样品的四大特性,对于实验室检验全过程的质量控制、测量程序的评估和校准等方面都起着十分重要的作用<sup>[16-17]</sup>。针对相关标准样品的迫切现实需求,本研究以海狸鼠为原料,研制海狸鼠源性成分定性标准样品,以期在海狸鼠源性成分鉴定方法及相关检测提供必要的技术支撑。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料与试剂

海狸鼠:成都市众一养殖有限公司,经前处理并验

证后备用。猪、黄牛、水牛、牦牛、山羊、绵羊、兔、鸡、鸭、鹅:市售生鲜肉,并经测序比对确认后备用。

细胞/组织基因组 DNA 提取试剂盒:上海捷瑞生物工程有限公司;聚合酶链式反应(polymerase chain reaction, PCR)预混液、海狸鼠测序引物、探针:生工生物工程(上海)有限公司;无水乙醇(分析纯):广东光华科技股份有限公司。

### 1.2 仪器与设备

BSA223S 型电子天平:赛多利斯科学仪器(北京)有限公司;5427R 低温离心机:德国 Eppendorf 公司;DK-420 电热恒温水槽:上海精宏实验设备有限公司;P330 核酸蛋白仪:德国 IMPLEN 公司;CFX96 实时荧光 PCR 仪:美国 Bio-Rad 公司;ZB600-2S 深凹型双室真空包装机:上海至奔包装机械有限公司;S3-LA166(S)绞肉机:九阳股份有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 样品原料获取及验证

对海狸鼠原料进行去皮、去脂肪、去内脏等处理,取肌肉组织。取样全程确保所使用刀具、案板、包装等为全新或一次性,防止交叉污染。采用分子生物学检测方法 BJS 201904《食品中多种动物源性成分检测实时荧光 PCR 法》进行检测。依据实时荧光 PCR 仪自动计算所得 Ct 值进行判定。阳性对照应有 6-羧基荧光素(6-carboxyfluorescein, FAM)荧光信号检出,且出现典型的扩增曲线,Ct 值 $\leq 30.0$ ;阴性对照和空白对照应无 FAM 荧光信号检出。如样品结果 Ct 值 $\leq 30.0$ ,则判定为检出海狸鼠源性成分,如样品 Ct 值 $> 30.0$ ,则判定为未检出海狸鼠源性成分。同时,对样品进行测序,将样品 DNA 条形码序列与美国国立生物技术信息中心(National Center for Biotechnology Information, NCBI)数据库,利用基于局部比对算法的搜索工具(basic local alignment search tool, BLAST)进行比对,具体比对步骤参照 GB/T 35918—2018《动物制品中动物源性检测基因条码技术 Sanger 测序法》<sup>[18]</sup>序列分析中的操作步骤。

### 1.3.2 样品制备

取海狸鼠肌肉组织,采用全新、未使用的绞肉机将其粉碎至肉糜状;等全部肌肉组织粉碎完成后,再将全部肉糜放入较大容量的均质器中充分均质混匀,备用。样品采用全新且无污染的铝箔袋包装。将混匀的样品用电子天平称量,2 g/袋。分装好的样品用真空包装机抽真空密封包装,包装好样品委托四川原子能研究院进行电子束辐照灭菌,辐照剂量为5 kGy,辐照后置于-18℃冷冻保存。全程所使用的包装等为全新,防止交叉污染。

### 1.3.3 排他性验证

将样品按照 GB/T 38164—2019《常见畜禽动物源性成分检测方法 实时荧光 PCR 法》<sup>[19]</sup>进行成分检测,设置的阳性对照分别有猪、黄牛、水牛、牦牛、山羊、绵羊、兔、鸡、鸭、鹅。分别以验证源性成分的动物 DNA 为阳性对照,以海狸鼠标准样品 DNA 为阴性对照,灭菌双蒸水为空白对照,依据 GB/T 38164—2019 方法中所对应源性成分的反应体系及参数进行荧光 PCR 测定。反应结束后,依据 GB/T 38164—2019 中的结果判定原则,判定海狸鼠标准样品中是否含有上述动物源性成分。

### 1.3.4 样品均匀性研究

按照 GB/T 15000.3—2023《标准样品工作导则 第3部分:标准样品 定值和均匀性与稳定性评估》<sup>[20]</sup>的要求,采用随机数生成软件生成15个随机整数抽取相应编号的样品,采用检测方法 BJS 201904 对样品进行海狸鼠源性成分实时荧光 PCR 的定性检测,每个样品重复检测2次。依据检测方法对检测结果进行判定是否检出海狸鼠源性成分;同时记录 Ct 值,对 Ct 值采用单因素方差分析法进行分析,评估样品的均匀性。根据自由度( $f_1, f_2$ )及给定的显著性水平  $\alpha$ ,查 F 表得到临界的  $F_{\alpha}$  值,若  $F < F_{\alpha}$ ,则表明样品间无显著性差异,样品是均匀的。

### 1.3.5 样品稳定性研究

#### 1.3.5.1 短期稳定性研究

采用同步法进行样品短期稳定性的研究,样品采用-18℃条件下冷冻保存,即-18℃作为参考条件,模拟实际样品的运输条件,选择25、36、60℃3个温度点分别模拟样品运输的常温、高温和极端高温;在25℃条件下,分别在第1周、第2周、第3周时每天检测3份样品,共检测9份样品;在36℃条件下,分别在第1周、第2周、第3周时每天检测3份样品,共检测9份样品;在60℃条件下,分别在第1周、第2周时每天检测3份样品,共检测6份样品。采用检测方法 BJS 201904 对样品进行检测,每份样品重复测试2次。依

据检测方法对检测结果进行判定是否检出海狸鼠源性成分;采用方差分析对检测结果的 Ct 值进行评估,评估样品间有无显著性差异,判断样品短期稳定性是否符合要求。

#### 1.3.5.2 长期稳定性研究

长期稳定性研究采用经典法研究。抽样时间点的设定按照先密后疏的原则,依次在1、2、3、4、5、6、9、15、24个月共9个时间点,在每个预先设定的时间点从保存的样品中随机抽取3份样品进行检测,每个样品重复检测2次。检测方法同样采用 BJS 201904。检测结果同样依据检测方法进行判定是否检出海狸鼠源性成分;检测结果的 Ct 值采用趋势分析法分析,若  $|b_1| < t_{(0.05, n-2)} \times s(b_1)$ ,则表明斜率不显著,未观察到不稳定性。

#### 1.3.5.3 开封后稳定性研究

本研究研制的标准样品包装规格为2 g/袋,使用时按照标准方法从包装中取100 mg 进行检测,因此样品可供多次使用,故对样品进行开封后的稳定性检验。样品于-18℃条件下保存,随机抽取3个检测样品,分别在第0、7、14、21、28、60、90天时进行检测,每份样品重复测试2次,同样采用 BJS 201904 检测方法。依据检测方法对检测结果进行判定是否检出海狸鼠源性成分;采用方差分析对检测结果的 Ct 值进行评估,评估样品在开封后反复冻融使用是否能满足要求。

### 1.3.6 样品定值

按照 GB/T 15000.3—2023 的要求,共邀请10家具备相应检测能力的实验室参加海狸鼠源性成分定值。参加定值的实验室均建立了完善的质量管理体系,有很好的质量控制措施,人员、试剂和设备、环境、量值溯源等均能满足检测能力的需求。向每个定值实验室发送3个样品,依据 BJS 201904 进行检测,每个样品独立检测3次。

同时,选取3家定值实验室的9份标准样品进行 DNA 测序比对验证。将测序结果进行拼接后,去除两端不稳定的碱基序列,保留上、下游引物之间的碱基序列,作为该样品 DNA 的序列。将样品 DNA 序列导入 NCBI 数据库中进行 BLAST,取比对结果中碱基覆盖度和序列一致性最高的物种作为样品 DNA 的比对结果物种。参考 SN/T 3731.5—2013《食品及饲料中常见禽类品种的鉴定方法 第5部分 鸭成分检测 PCR 法》<sup>[21]</sup>,同源性达到97%以上,则证明为海狸鼠成分。

### 1.4 数据处理与分析

所有的样品实时荧光 PCR 检测结果由仪器软件(Bio-Rad CFX Manager 3.0)自动生成;所有样品的测序结果与 NCBI 进行 BLAST,确定同源性。

2 结果与分析

2.1 原料验证结果分析

2.1.1 实时荧光 PCR 结果分析

对样品原料的验证结果见表 1 和图 1。

表 1 和图 1 结果表明,样品原料采用 BJS 201904 方法检测,判定结果为海狸鼠阳性,符合要求。

2.1.2 测序结果分析

将样品测序序列与 NCBI 中海狸鼠基因序列(序列号:MH182628.1)进行比对,比对结果见图 2。

表 1 样品原料 PCR 验证结果

Table 1 PCR validation results of raw materials

样品编号	荧光基团	Ct 值
Ct 值-1	FAM	13.10
Ct 值-2	FAM	14.60
阴性对照	FAM	无
阴性对照	FAM	无
无模板对照	FAM	无
无模板对照	FAM	无

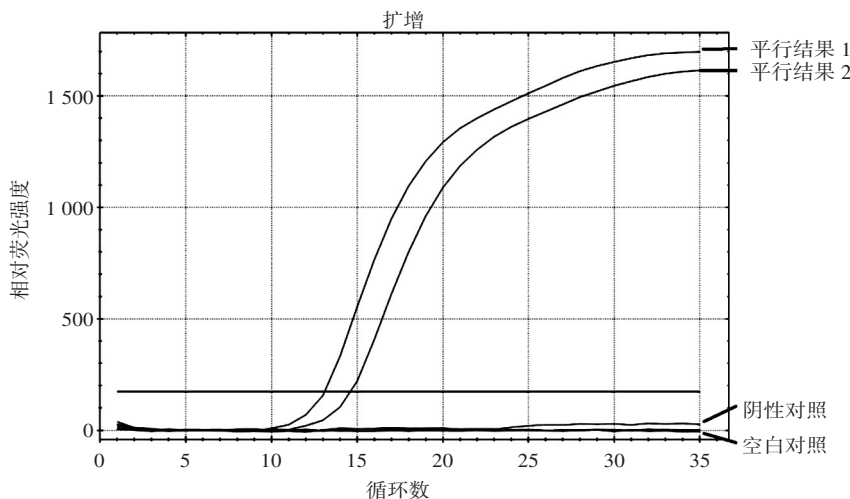


图 1 样品原料验证 PCR 扩增图

Fig.1 PCR amplification map for raw materials

海狸鼠-NCBI	GAGCAACAGTCATTACTAATCTACTTTTCAGCTATCCCTTACATCGGTTCTACTCTTGTAGAATGAATTTGAGGGGGTTTCTCC	83
海狸鼠原料	GAGCAACAGTCATTACTAATCTACTTTTCAGCTATCCCTTACATCGGTTCTACTCTTGTAGAATGAATTTGAGGGGGTTTCTCC	83
Consensus	gagcaacagtcattactaatctacttttcagctatcccttacatcgggttctactcttgtagaatgaatttgagggggtttctcc	
海狸鼠-NCBI	GTAGACAAAGCAACATTAACTCGATTCTTCGCCTTTCACCTTTATCCTCCCTTTTATCATCACAGCAATAGTGATAATCCACCT	166
海狸鼠原料	GTAGACAAAGCAACATTAACTCGATTCTTCGCCTTTCACCTTTATCCTCCCTTTTATCATCACAGCAATAGTGATAATCCACCT	166
Consensus	gtagacaaagcaacattaaactcgattcttcgccttttcaccttttatcctcccttttatcatcacagcaatagtgataatccacct	
海狸鼠-NCBI	TTTATTTTACACGAAACAGGCTCTAATAACCCATCAGGACTCAACTCAGATTGAGACAAAATTCATTTACCCATATTACA	249
海狸鼠原料	TTTATTTTACACGAAACAGGCTCTAATAACCCATCAGGACTCAACTCAGATTGAGACAAAATTCATTTACCCATATTACA	249
Consensus	tttatttttacacgaaacaggctctaataaccatcaggactcaactcagattgagacaaaattccatttcacccatattaca	
海狸鼠-NCBI	CAATCAAGGATATCCTAGGACTATTATTACTACTAATGCTTCTTATACTATTAGTACTATTCTCCCTGACCTCTTAGG	328
海狸鼠原料	CAATCAAGGATATCCTAGGACTATTATTACTACTAATGCTTCTTATACTATTAGTACTATTCTCCCTGACCTCTTAGG	328
Consensus	caatcaaggatatcctaggactattattactactaataatgcttcttatactattagtagtactattctccctgacctcttagg	

图 2 样品原料测序结果

Fig.2 Sequencing results of raw materials

由图 2 可知,比对结果同源率为 100%,鉴定结果为海狸鼠源性成分;与 PCR 检测结果一致,说明原料为海狸鼠,符合标准样品研制的要求。

2.2 排他性验证结果

对海狸鼠标准样品验证不同源性成分的结果见表 2。

表 2 结果表明,不同源性仅相应的阳性对照出现典型的扩增曲线,且 Ct 值符合质控要求;海狸鼠标准样品均未出现任何扩增现象,说明海狸鼠标准样品中不含猪、黄牛、水牛、牦牛、山羊、绵羊、兔、鸡、鸭、鹅等

表 2 样品原料排他性验证结果

Table 2 Exclusivity verification results of raw materials

序号	源性成分	Ct 值	
		平行结果 1	平行结果 2
1	猪	20.28	19.85
2	黄牛	18.75	18.74
3	水牛	15.32	15.23
4	牦牛	16.74	17.11
5	山羊	16.12	16.67
6	绵羊	17.72	18.05

续表2 样品原料排他性验证结果

Continue table 2 Exclusivity verification results of raw materials

序号	源性成分	Ct 值	
		平行结果 1	平行结果 2
7	兔	22.46	22.31
8	鸡	17.48	17.34
9	鸭	19.83	20.16
10	鹅	19.71	18.96
11	海狸鼠	0.00	0.00
12	阴性对照	0.00	0.00

源性成分。

### 2.3 样品均匀性研究分析

样品经实时荧光 PCR 检测结果可知,所有样品检测结果均为海狸鼠源性成分阳性。样品均匀性检测 Ct 值的方差分析结果见表 3。

表3 海狸鼠定性分析标准样品均匀性分析结果

Table 3 Homogeneity results of reference materials of *Myocastor coypus* (qualitative)

变差源	平方和	自由度	均方	F 值	$F_{\text{临界值}}$	置信概率
组间	3.447 237	14	0.246 231	1.46	2.42	0.95
组内	2.531 400	15	0.168 760			

由表 3 可知,  $F$  值(1.46)小于  $F_{\text{临界值}}$ (2.42),说明样品内和样品间的检测结果没有显著性差异,样品均匀性符合要求。

### 2.4 样品稳定性研究结果分析

#### 2.4.1 短期稳定性研究结果

所有样品实时荧光 PCR 检测结果, Ct 值在 13.84~18.31 之间,远远小于 BJS 201904 中规定的限值(Ct 值 $\leq$ 30),即检测结果均为海狸鼠源性成分阳性。样品短期稳定性检测 Ct 值的方差分析结果见表 4。

表4 海狸鼠定性分析标准样品短期稳定性分析结果

Table 4 Short-term stability analysis results of reference materials of *Myocastor coypus* (qualitative)

变差源	平方和	自由度	均方	F 值	$F_{\text{临界值}}$	置信概率
组间	3.457 908	23	0.150 344	1.32	1.99	0.95
组内	2.729 888	24	0.113 745			

由表 4 可知,  $F$  值(1.32)小于  $F_{\text{临界值}}$ (1.99),说明样品内和样品间的检测结果无显著性差异。由此可知,在模拟运输条件(25 °C 条件下 3 周, 36 °C 条件下 3 周和 60 °C 条件下 2 周)下,样品中海狸鼠源性成分定性检测结果均为阳性,且 Ct 值没有显著性差异,样品可以在常温条件下运输。样品的短期稳定性符合

要求。

#### 2.4.2 长期稳定性研究结果

标准样品长期稳定性研究结果见表 5。

表5 标准样品长期稳定性分析结果

Table 5 Long-term stability analysis results of reference materials

参数	分析结果	参数	分析结果
$b_1$	-0.008 4	$s(b_1)$	0.041 2
$b_0$	15.680 3	$s(b_0)$	0.435 8
$s^2$	0.784	$t_{b_1}$	0.203 9
s	0.885	$t_{(0.05, n-2)}$	2.306

表 5 结果表明,  $t_{(0.05, n-2)} \times s(b_1) = 0.095 1$ ,  $|b_1| = 0.008 4$ , 即  $|b_1| < t_{(0.05, n-2)} \times s(b_1)$ , 斜率不显著,说明标准样品在 -18 °C 条件下保存 24 个月稳定性良好,能够满足标准样品的预期用途。

#### 2.4.3 开封后稳定性研究结果

标准样品开封后稳定性检测结果见表 6。

表6 标准样品开封后稳定性检测结果(Ct 值)

Table 6 Stability test results of reference materials after being opened (Ct value)

时间/d	样品 1		样品 2		样品 3	
	结果 1	结果 2	结果 1	结果 2	结果 1	结果 2
0	15.46	15.72	15.96	15.64	14.80	14.86
7	15.38	15.29	14.91	14.85	15.25	15.35
14	15.45	15.41	15.14	15.34	15.42	15.37
21	15.15	15.16	15.42	15.37	16.18	16.16
28	15.52	15.89	15.81	15.78	15.80	15.55
60	15.58	15.53	16.11	16.11	15.99	15.89
90	15.54	15.39	15.60	15.45	16.34	16.45

由表 6 可知,经所有样品实时荧光 PCR 检测结果均为海狸鼠阳性。样品均匀性检测 Ct 值的方差分析结果见表 7。

表7 标准样品开封后稳定性分析结果

Table 7 Stability analysis results of reference materials after being opened

变差源	平方和	自由度	均方	F 值	$F_{\text{临界值}}$	置信概率
组间	1.181 840	6	0.196 973	1.42	2.85	0.95
组内	1.943 667	14	0.138 833			

由表 7 可知,  $F$  值(1.42)小于  $F_{\text{临界值}}$ (2.85),说明样品在 -18 °C 条件下保存,在 90 d 内反复冻融 7 次,样品检测结果均为海狸鼠源性成分阳性,符合要求。

### 2.5 定值结果分析

经 10 家定值实验室检测,样品检测结果均检出海

狸鼠源性成分,即海狸鼠源性成分阳性,阳性率为100%。样品检测结果 Ct 值见表 8。对 9 份标准样品的 DNA 测序比对验证结果见表 9。

表 8 结果表明,所有样品海狸鼠源性成分检测结果均为阳性。表 9 结果表明,覆盖度均为 100%,序列一致性均达到 99.00% 以上,均大于 90%(GB/T

表 8 定值检测结果(Ct 值)

Table 8 Test results of property values (Ct value)

实验室编号	样品 1			样品 2			样品 3		
	结果 1	结果 2	结果 3	结果 1	结果 2	结果 3	结果 1	结果 2	结果 3
实验室 1	18.08	17.02	17.02	16.72	16.88	16.18	15.91	17.46	16.94
实验室 2	15.27	15.31	14.57	15.61	15.54	15.59	15.04	15.12	15.19
实验室 3	13.96	13.84	13.90	14.35	13.69	14.29	14.16	14.36	14.69
实验室 4	14.90	15.65	14.54	15.77	15.46	14.49	14.63	14.95	15.35
实验室 5	14.46	13.83	15.20	14.40	15.24	14.37	14.31	14.64	14.56
实验室 6	14.41	14.89	15.31	15.39	15.26	15.48	15.66	15.33	15.61
实验室 7	17.83	17.00	17.37	15.57	15.49	15.43	16.94	17.64	16.61
实验室 8	16.58	17.32	17.26	17.44	16.92	17.57	17.51	17.50	17.16
实验室 9	17.15	17.64	17.62	17.79	16.55	17.25	17.06	17.18	16.44
实验室 10	17.58	17.59	17.23	18.08	17.78	18.21	18.05	18.31	17.80

表 9 标准样品 DNA 测序比对结果

Table 9 DNA sequencing comparison results of reference materials

样品编号	片段长度/bp	碱基覆盖度/%	序列一致性/%	匹配度最高物种
HLSRM-10#	328	100	99.09	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-11#	329	100	100.00	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-12#	329	100	100.00	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-22#	328	100	99.70	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-23#	330	100	99.70	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-24#	330	100	99.70	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-28#	328	100	99.09	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-29#	327	100	99.39	<i>Myocastor coypus</i>
HLSRM-30#	329	100	100.00	<i>Myocastor coypus</i>

35918—2018),且均大于 97%(SN/T 3731.5—2013),证明样品为海狸鼠源性成分阳性。说明本研究研制的标准样品能够满足标准样品的预期用途。

### 3 结论

本研究研制了肉及肉制品中海狸鼠源性成分定性标准样品,经过检验标准样品的均匀性和稳定性良好;该标准样品为定性检测用标准样品,定值结果均为检出海狸鼠源性成分,即该标准样品的特性值为海狸鼠源性成分阳性,适用于肉及肉制品中海狸鼠源性成分检测标准方法的证实、非标方法确认、检测全程的质量保证、试剂验收和质量控制、人员考核,实验室海狸鼠源性成分定性检测能力的评价、实验室间比对等。

### 参考文献:

- [1] KIM D Y, SUK H Y, PARK S K, et al. Development of microsatellite markers and the genetic diversity of *Myocastor coypus* intro-

duced to South Korea[J]. The Journal of Veterinary Medical Science, 2019, 81(3): 499-503.

- [2] GŁOGOWSKI R, PÉREZ W, CLAUSS M. Body size and gastrointestinal morphology of nutria (*Myocastor coypus*) reared on an extensive or intensive feeding regime[J]. Journal of Animal Science, 2018, 96(9): 3728-3737.
- [3] MIHAYLOV R, DIMITROV R, BINEV R, et al. A study of some biological, anatomical and related environmental features of nutria/*myocastor coypus*/from the territory of Stara Zagora region[J]. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2017, 2(1): 7-15.
- [4] GUJA I, ŁAPIŃSKI S, MIGDAŁ Ł, et al. Microsatellite markers polymorphism in the breeding nutria (*Myocastor coypus*) population in Poland[J]. Russian Journal of Genetics, 2016, 52(5): 517-520.
- [5] FARASHI A, SHARIATI NAJAFABADI M. Modeling the spread of invasive nutrias (*Myocastor coypus*) over Iran[J]. Ecological Complexity, 2015, 22: 59-64.
- [6] ADHIKARI P, KIM B J, HONG S H, et al. Climate change induced habitat expansion of nutria (*Myocastor coypus*) in South Korea[J]. Scientific Reports, 2022, 12: 3300.
- [7] KIM I R, CHOI W, KIM A, et al. Genetic diversity and population

- structure of nutria (*Myocastor coypus*) in South Korea[J]. Animals: an Open Access Journal from MDPI, 2019, 9(12): 1164.
- [8] MARNELL FERDIA O', FLYNN COLETTE O', KEEFFE DANNY. Coypu (*Myocastor coypus*) confirmed as breeding in the wild in Ireland[J]. The Irish Naturalists' Journal, 2019, 36(2): 165-167.
- [9] 李辉源. 养殖海狸鼠经济效益可观[J]. 农村新技术, 2018(4): 48. LI Huiyuan. The economic benefits of breeding beaver rats are considerable[J]. New Rural Technology, 2018(4): 48.
- [10] 吴琼, 杨福合, 邢秀梅, 等. 海狸鼠的生物学特性及开发、利用[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2007(7): 121-122. WU Qiong, YANG Fuhe, XING Xiumei, et al. Biological characteristics, development and utilization of nutria[J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2007(7): 121-122.
- [11] 吴发强, 覃玉莲, 张丰, 等. 引种条件下海狸鼠生理生化指标的测定[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2017(12): 209-210. WU Faqiang, QIN Yulian, ZHANG Feng, et al. Determination of physiological and biochemical indexes of nutria under introduction conditions[J]. Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine, 2017(12): 209-210.
- [12] 李亮. 海狸鼠[J]. 农村百事通, 2015(17): 39, 73. LI Liang. *Myocastor coypus*[J]. Nongcun Baishitong, 2015(17): 39, 73.
- [13] 段庆梓, 张玉, 王巍, 等. 海狸鼠源性成分的PCR鉴别研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(12): 181-184. DUAN Qingzi, ZHANG Yu, WANG Wei, et al. Identification study of *Myocastor coypus* components by PCR method[J]. Food Research and Development, 2020, 41(12): 181-184.
- [14] 国家市场监督管理总局. 食品中多种动物源性成分检测实时荧光PCR法: BJS 201904[S]. 北京: 国家市场监督管理总局, 2019. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Determination of multiple animal derived materials in food real-time PCR method: BJS 201904[S]. Beijing: General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, 2019.
- [15] 李恩重, 徐大军, 酆晨, 等. 我国标准样品发展的现状与展望[J]. 中国标准化, 2021(17): 49-55, 67. LI Enzhong, XU Dajun, FENG Chen, et al. Development status and prospect of reference material in China[J]. China Standardization, 2021(17): 49-55, 67.
- [16] 李春田. 标准化概论[M]. 4版. 北京: 中国人民大学出版社, 2005. LI Chuntian. Introduction to standardization[M]. 4th ed. Beijing: China Renmin University Press, 2005.
- [17] OLIVARES I R B, SOUZA G B, NOGUEIRA A R A, et al. Trends in developments of certified reference materials for chemical analysis - Focus on food, water, soil, and sediment matrices[J]. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2018, 100: 53-64.
- [18] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 动物制品中动物源性检测基因条码技术 Sanger 测序法: GB/T 35918—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Identification of animal origin in animal products by DNA barcoding Sanger sequencing: GB/T 35918—2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018.
- [19] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 常见畜禽动物源性成分检测方法 实时荧光 PCR 法: GB/T 38164—2019[S]. 北京: 中国标准出版社, 2019. State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of the People's Republic of China. Identification of animal ingredient from common livestock and poultry Real-time PCR: GB/T 38164—2019[S]. Beijing: Standards Press of China, 2019.
- [20] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 标准样品工作导则 第3部分: 标准样品 定值和均匀性与稳定性评估: GB/T 15000.3—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023. State Administration for Market Regulation, Standardization Administration of the People's Republic of China. Directives for the work of reference materials Part 3: Reference materials Characterization and assessment of homogeneity and stability: GB/T 15000.3—2023[S]. Beijing: Standards Press of China, 2023.
- [21] 国家质量监督检验检疫总局. 食品及饲料中常见禽类品种的鉴定方法 第5部分: 鸭成分检测 PCR 法: SN/T 3731.5—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014. General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Identification of poultry ingredient in food and feed —Part5: Detection of duck ingredient PCR method: SN/T 3731.5—2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.

责任编辑:王艳  
收稿日期:2023-12-21