

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

常见动物源性成分快速测定 膜芯片法

Rapid detection of animal-derived Materials—Membrane-based array Method

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

图1 XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由中国标准化研究院提出并归口。

本标准的附录 A 为规范性附录、附录 B 和附录 C 为资料性附录。

本标准主要起草单位：中国标准化研究院、四川华汉三创生物科技有限公司、山东省食品药品检验研究院、安徽省食品药品检验研究院、安徽出入境检验检疫局、滨州市食品药品检验检测中心、成都市食品药品检验研究院、江西省食品药品检验研究院、上海市兽药饲料检测所等。

本标准主要起草人：

常见动物源性成分快速测定 膜芯片法

1 范围

本标准规定了猪、黄牛、羊、鸡、鸭、兔、驴、貂、狐、鼠、牦牛等常见动物源性成分膜芯片检测方法的原理、试样制备与保存、试剂与仪器设备、实验方法和流程、生物安全措施、结果判读、确证实验、结果表述。

本标准适用于肉制品及饲料中11种常见动物源性成分的快速和定性检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 14699.1 饲料采样

GB/T 19495.1 转基因产品检测 通用要求和定义

GB/T 19495.2 转基因产品检测 实验室技术要

GB/T 19495.7 转基因产品检测 抽样和制样方法

GB 19489 实验室生物安全通用要求

GB/T 20195 动物饲料试样的制备

GB/T 25165 明胶中牛、羊、猪源性成分的定性检测方法 实时荧光 PCR 法

GB/T 27403 实验室质量控制规范食品分子生物学检测

SN/T 3730 （所有部分）食品及饲料中常见畜类品种的鉴定方法

3 术语和缩略语

下列术语和缩略语适用于本标准。

DNA：脱氧核糖核酸（deoxyribonucleic acid）

dNTP：脱氧核苷酸三磷酸（deoxyribonucleoside triphosphate）

dATP：脱氧腺苷三磷酸（deoxyadenosine triphosphate）

dCTP：脱氧胞苷三磷酸（deoxycytidine triphosphate）

dGTP：脱氧鸟苷三磷酸（deoxyguanosine triphosphate）

dTTP：脱氧胸苷三磷酸（deoxythymidine triphosphate）

dUTP：脱氧尿苷三磷酸（deoxyuridine triphosphate）

bp：碱基对（base pair）

18SrRNA: 线粒体 18SrRNA 基因 (18S ribosomal RNA)

COX I: 线粒体细胞色素氧化酶亚基 I 基因 (Cytochrome c oxidase subunit I)

Cytb: 线粒体细胞色素 b 基因 (Cytochrome b)

ATPase6: ATP 合成酶亚基 6 (ATP synthase 6)

D-loop: 线粒体 D-LOOP 区域

PC: 阳性对照 (Positive control)

NC: 阴性对照 (Negative control)

Taq: *ThermusAquaticus* DNA 聚合酶 (*ThermusAquaticus* DNA polymerase)

UDG 酶: 尿嘧啶-N-糖基化酶 (Uracil N-glycosylase)

Biotin: 生物素修饰基团

AminolinkerC6: 6 个碳原子作为连接臂的氨基标记 (C6 Amino linker)

4 原理

待检样品经抽样记录后, 提取 DNA 模板。针对食品及饲料中常见动物源性成分进行特异性基因片段设计引物, 对提取 DNA 模板进行多重不对称 PCR 扩增。PCR 引物上修饰有生物素, 若样本中含有目标片段而得到 PCR 扩增, PCR 扩增产物与固定有目标基因特异性探针的膜芯片进行杂交, 经化学显色后可在杂交点上形成肉眼可见的杂交信号。依据膜芯片上的杂交点显色情况, 判断样本中是否含有待检动物源性成分, 检测结果可以用肉眼直接判断, 或用芯片扫描仪对杂交芯片进行扫描并判定结果。

5 试样制备与保存

5.1 抽样方法

按 GB/T14699.1 规定的方法进行样品采集。

5.2 样品制备

5.2.1 食品样品制备

从原始样品中取出部分有代表性样品, 将可食部分用绞碎机绞碎, 充分混匀, 用四分法缩分出不少于 500g 作为试样。装入清洁容器中, 加封后, 标明标记。

5.2.2 饲料样品制备

按 GB/T20195 的规定制备试样。选取有代表性饲料样品至少 500g, 经粉碎机粉碎后, 过孔径为 0.2mm 的标准筛。混匀后, 装入清洁容器内保存, 防止交叉污染。

5.3 样品保存

5.3.1 食品样品保存

将样品于-20℃冷冻保存。

5.3.2 饲料样品保存

将样品于 4℃避光保存。

6 试剂

6.1 试剂组分

试剂组分和存放条件参见附录 A。除非另有规定，所用试剂均为分析纯，水为GB/T 6682规定的三级水。

6.2 引物

PCR 反应使用的引物序列应符合表 1 的规定。

表 1 PCR 反应使用的引物序列

物种	目标基因	引物名称	序列 5'-3'	扩增片段大小 (bp)
内参	18SrRNA	Forward	5'-AGCCTGAGAAACGGCTACC -3'	180
		Reverse	5'-biotin-TGCTGGCACCAGACTTGC -3'	
猪	COX I	Forward	5'-ACCGTAGGAATAGACGTG -3'	154
		Reverse	5'-biotin-TGAAGCCCAGAGCTCATAG -3'	
黄牛	COX I	Forward	5'-TTACAACAATTATCAACATAA -3'	174
		Reverse	5'-biotin-CCGGGTCGAAGAAGGTTGTA -3'	
羊	Cytb	Forward	5'-GGCCTATACTATGGATCATATAC -3'	159
		Reverse	5'-biotin-AATTGCTGAAAGGAGGTTGGT -3'	
鸡	Cytb	Forward	5'-CCACCTCACCTTCCTACAC -3'	77
		Reverse	5'-biotin-GAAATGGAATTTTGTCA -3'	
鸭	ATPase6	Forward	5'-ACAGAAGGAAACCGAA -3'	112
		Reverse	5'-biotin-TCCGATGATCACGTGGAGTCC -3'	
兔	Cytb	Forward	5'-GAAACTGGCTCCAACAAC-3'	96
		Reverse	5'-biotin-AAGGAAACCTAGGGTGTCTTTG-3'	

驴	Cytb	Forward	5'-TACGCTCCATTCCCAACAAA-3'	134
		Reverse	5'-biotin-TTTTGACATGTGTAGGGTAGGG-3'	
貂	Cytb	Forward	5'-GTCATCTCAGCACTAGCAG-3'	107
		Reverse	5'-biotin-TAGGGGTGAAAGGGGATT-3'	
狐	ATPase6	Forward	5'-TTTGCCCACTGATTCCCCTT-3'	93
		Reverse	5'-biotin-CATGTTACCCCTACGAATAT-3'	
鼠	Cytb	Forward	5'-ACATACGAAAAACACACC-3'	107
		Reverse	5'-biotin-TCCTAGAAGGGACCCAA-3'	
牦牛	D-loop	Forward	5'-CTAACAACACACATCCCCAA-3'	175
		Reverse	5'-TTATGTACGATTAATAATT-3'	

6.3 探针

芯片表面包被的目标基因探针序列应符合表2的规定。

表2 目标基因探针序列

名称	序列	修饰基团
18SrRNA	5'-TGCGCGCCTGCTGCCTTCCT-3'	5'-AminolinkerC6
猪	5'-GAGCATACTTTACATCTGCCACAATAATCATTGCTATTCCC-3'	5'-AminolinkerC6
黄牛	5'-AACCCCTCTATTTCGTATGATCCG-3'	5'-AminolinkerC6
羊	5'-TGGATCATATACCTTCCTAGAAACATG-3'	5'-AminolinkerC6
鸡	5'-CCTAGGCATCTCATCCGACTC-3'	5'-AminolinkerC6
鸭	5'-ACCGCCCTACAAGCAATAGAGTACCATG-3'	5'-AminolinkerC6
兔	5'-ACAACCCACAGGAATTCCTTCAAAC-3'	5'-AminolinkerC6
驴	5'-GCCCTTATCCTTTCCATCTTAATCCTAG-3'	5'-AminolinkerC6
貂	5'-GGAATCCCATCTGATTCAGAC-3'	5'-AminolinkerC6
狐	5'-GGGCTACACCCTAAATGACACCTG-3'	5'-AminolinkerC6
鼠	5'-AAAATTATTAACCACTCAT-3'	5'-AminolinkerC6
牦牛	5'-CGGAGGAGAATGCTGTTGTTGTATCGGATGT-3'	5'-AminolinkerC6
PC	5'-GCATCCAGATCAGAAGCAATAATGAGCAGTGCGAGAAGAACGAGTGTC CAAAGTACCAG-3'	5'-AminolinkerC6
NC	5'-GGTTCCTTGAGAAATGTTTTACGGGATTACTTCCATGTTTGTGGATGAT CCTATTTTC-3'	5'-AminolinkerC6

注：阳性寡核苷酸单链 DNA(Positive-Oligo,10 μM)：核苷酸序列与阳性对照核酸探针（PC）序列互补，用于膜芯片杂交过程质量控制，5'端带生物素（biotin）标记，序列如下：

5'-biotin-CTGGTACTTTGGACTCGTTCTTCTCGCACTGCTCATTATTGCTTCTGATCTGGATGC-3'

6.4 其他试剂

- 6.4.1 20xSSPE 缓冲液：3mmol NaCl，200 mmol/LNaH₂PO₄，20 mmol/L EDTA，pH 7.4。
- 6.4.2 十二烷基磺酸钠（SDS）。
- 6.4.3 乙二胺四乙酸二钠（EDTA-2Na，C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈）。
- 6.4.4 氢氧化钠（NaOH）。
- 6.4.5 氯化钠（NaCl）。
- 6.4.6 磷酸二氢钠（NaH₂PO₄·H₂O）。
- 6.4.7 多重 PCR 即用型预混液（Multiplex PCR Master Mix）。
- 6.4.8 多重PCR引物预混液（Multiplex PCR Primer Mix）：每条引物2 μmol。
- 6.4.9 碱性磷酸酶标记链霉亲和素（AP-streptavidin）。
- 6.4.10 碱性磷酸酶化学显色底物 5-溴-4-氯-3-吲哚磷酸和氯化硝基四氮唑兰（NBT/BCIP）。
- 6.4.11 去活化液：100mmol/L NaOH。
- 6.4.12 去活化清洗液：2xSSPE，0.1% SDS。
- 6.4.13 杂交液：2xSSPE，0.1% SDS。
- 6.4.14 杂交清洗液：2xSSPE，0.5% SDS。
- 6.4.15 酶孵育液：2xSSPE，0.5% SDS。
- 6.4.16 孵育洗液 1：2xSSPE，0.5% SDS。
- 6.4.17 孵育洗液 2：2xSSPE。
- 6.4.18 底物显色液：碱性磷酸酶化学显色底物 NBT/BCIP，含 0.15mg/mL BCIP，0.30mg/mL NBT，100mmol/LTris-HCl，5mmol/LMgCl₂，pH9.5。
- 6.4.19 苯酚。
- 6.4.20 三氯甲烷。
- 6.4.21 异戊醇。
- 6.4.22 异丙醇。
- 6.4.23 CTAB 缓冲液：10%CTAB(m/v)，十六烷基三甲基溴化铵。
- 6.4.24 蛋白酶 K，20mg/ml。
- 6.4.25 RNA 酶，10mg/ml。
- 6.4.26 TE 缓冲液，10mM Tris-HCl 1mM EDTA pH8.0。

6.4.27 乙醇。

6.4.28 膜芯片耗材：尼龙膜，Biodyne C型号，厚度0.45 μm 。

7 仪器与设备

7.1 基因扩增仪。

7.2 膜芯片识读仪。

7.3 台式离心机：转速 12000 rpm。

7.4 旋涡仪。

7.5 恒温水浴锅。

7.6 膜芯片自动杂交仪。

7.7 微量移液器及枪头。

7.8 核酸微量分光光度计。

7.9 纯水仪。

7.10 分析天平：准确到0.001 g。

8 实验方法和流程

8.1 膜芯片法检测流程

膜芯片法检测流程见附录B。

8.2 样品

8.2.1 实验室样品代表性应符合 GB/T 19495.7 的规定。

8.2.2 实验室样品及测试样品的保存应按照 GB/T 19495.1 的规定执行。

8.2.3 所有测试样品的制备操作应按照 GB/T 19495.2 的规定执行。

8.3 样品制备

8.3.1 DNA 提取

称取 50mg 已制备好的样品于 2mL 离心管中，加入 1000 μL CTAB 缓冲液和 40 μL 蛋白酶 K，振荡混匀，65 $^{\circ}\text{C}$ 30min，期间每隔 10min 振荡混匀。12000rpm 离心 10min，转移 1mL 上清液至 2mL 离心管中。加入 500 μL 苯酚、三氯甲烷和异戊醇的混合液，体积比为 25:24:1，强烈振荡，12000rpm 离心 15min。加入 200 μL 三氯甲烷-异戊醇（24:1），强烈振荡，12000rpm 离心 15min。吸取上清液至一新离心管中，

加入等体积异丙醇，振荡均匀，12000rpm 离心 10min。弃去上清液，70%乙醇洗涤一次，12000rpm 离心 1min。弃上清液，晾干，用预热至 65℃的 TE 缓冲液溶解 DNA。加入 5 μ L RNA 酶溶液，37℃ 30min。同一天内使用的 DNA 在 4℃保存，2 天后使用的 DNA 保存于-20℃。长期保存的 DNA 置于-80℃。

可采用同等效果的动物基因组DNA提取试剂盒。每个测试样品提取时应做两个提取重复。

8.3.2 DNA浓度测定

取适量DNA溶液原液加双蒸水稀释一定倍数后，使用核酸蛋白分析仪或紫外分光光度计测260nm和280nm处的吸收值，DNA的浓度按式（1）计算：

$$c=A_{260} \times N \times 50 / 1000 \dots \dots \dots (1)$$

公式中：

c-----DNA浓度，单位为微克每毫升（ μ g/ μ L）；

A₂₆₀-----260nm处的吸光值；

N-----核酸稀释倍数。

当浓度为10 μ g/mL，A₂₆₀/A₂₈₀比值在1.7-1.9之间时，适宜PCR扩增。

8.4 PCR 扩增

8.4.1 PCR 反应体系

PCR 反应体系配制见表3。每次实验中，利用已知含有11种动物源性成分基因组DNA作为阳性质控，已知不含有该11种动物源成分基因组DNA作为阴性质控，用缓冲液或水代替样品进行核酸提取作为空白质控。将8.3.1 的核酸提取物加入到PCR反应体系进行扩增。

表3 PCR反应体系（体积50 μ L）

反应液组成	检测反应	阳性质控	阴性质控	空白质控
Multiplex PCR Master Mix	25 μ L	25 μ L	25 μ L	25 μ L
Multiplex PCR primer Mix	5 μ L	5 μ L	5 μ L	5 μ L
检测样品基因组 DNA	200ng		/	/
含有已知动物源基因组 DNA	/	200ng	/	/
不含有动物源成分基因组 DNA	/	/	200ng	/
核酸提取空白	/	/	/	10 μ L
无核酸酶灭菌水	补充至 50 μ L			
注：PCR 体系最终含有 MgCl ₂ 1.5 mmol/L，dATP、dCTP、dGTP、dTTP 和 dUTP 各 0.2 mmol/L，UDG 酶 1U，Taq 酶 2U，每条引物终浓度 0.2 μ mol/L。				

8.4.2 PCR 反应循环参数

PCR 反应参数设置见表4。

表 4 PCR 反应参数

步骤	温度	反应时间
1	37 °C	10 min
2	95 °C	10 min
3	95 °C	30 s
4	55 °C	30 s
5	72 °C	15 s
3、4、5 循环 35 次		
6	72 °C	10 min
7 (推荐)	4 °C	保温

8.5 膜芯片杂交

8.5.1 膜芯片制备

膜芯片制作与质量控制见附录C。

8.5.2 杂交体系

杂交体系液配制见表5。

表 5 杂交体系

组份	体积 (μL)
杂交液 (2×SSPE, 0.1 % SDS)	949
PCR 扩增产物	50
阳性寡核苷酸单链 DNA (Positive-Oligo, 10 μmol/L)	1
总体积	1000

8.5.3 酶孵育体系

酶孵育体系液配制见表6，使用时重新配制。

表 6 酶孵育体系

组份	体积 (μL)
孵育液 (2×SSPE, 0.5 % SDS)	999.5
碱性磷酸酶标记链霉亲和素 (AP-streptavidin)	0.5
总体积	1000

8.5.4 杂交、酶联及显色

8.5.4.1 杂交检测方式

可选择手动杂交或自动杂交仪。

8.5.4.2 手动杂交

将膜芯片置于杂交盒内，按表7进行手动杂交。杂交过程在分子杂交炉中进行，类似仪器应满足实验要求。

表 7 膜芯片手动杂交过程

过程名称	步骤
去活化	加入去活化液 1 mL，37 °C，8 min，吸除去活化液。
去活化清洗	加入去活化清洗液 1 mL，60 °C，5 min，吸除去活化清洗液。
杂交	加入杂交体系液 1 mL，42 °C，45 min，吸除杂交体系液。
杂交清洗(2 次)	加入杂交清洗液 1 mL，52 °C，5 min，吸除杂交清洗液，该过程重复 2 次。
酶孵育	加入酶孵育体系液 1 mL，42 °C，30 min，吸除酶孵育体系液。
孵育清洗 1(2 次)	加入孵育清洗液 1 (1 mL)，42 °C，5 min，吸除孵育清洗液 1，该过程重复 2 次。
孵育清洗 2(2 次)	加入孵育清洗液 2 (1 mL)，37 °C，5 min，吸除孵育清洗液 2，该过程重复 2 次。
显色	加入显色液 1 mL，37 °C，静止显色 15 min，吸除显色液。
显色清洗(2 次)	加入去离子水 1 mL，37 °C，5 min，吸除去离子水，该过程重复 2 次。
结果判读	根据杂交点显色情况进行结果判读。

8.5.4.3 自动杂交仪

按芯片自动杂交仪操作说明书进行开机、预热后，将包装有膜芯片的杂交盒放入自动杂交仪中开始杂交过程。依次自动完成去活化、杂交、清洗、酶孵育、显色等杂交过程。具体测定参数见表8。

表 8 自动杂交仪测定参数

程序名称	试剂名称	温度 (°C)	时间 (min)
去活化	去活化液	37	8
去活化清洗	去活化清洗液	60	5
杂交	杂交液	42	45
杂交清洗	杂交清洗液	52	5
杂交清洗	杂交清洗液	52	5
酶孵育	孵育液	42	30
孵育清洗 1	孵育清洗液 1	42	5
孵育清洗 1	孵育清洗液 1	42	5
孵育清洗 2	孵育清洗液 2	37	5
孵育清洗 2	孵育清洗液 2	37	5

显色	显色液	37	15
显色清洗	去离子水	37	5
显色清洗	去离子水	37	5
结果判读	根据杂交点显色情况进行结果判读		

8.6 膜芯片结果判读

8.6.1 目测判读

显色后的膜芯片可以用肉眼直接判读检测结果。阳性杂交信号为肉眼明显可见的蓝色斑点。如杂交点部位没有显色，并与膜芯片背景相同，则判读为阴性杂交信号。

8.6.2 膜芯片识读仪判读

膜芯片显色后，使用芯片识读仪进行扫描分析。如果杂交点部位显色，则判读为阳性杂交信号。如果杂交点部位没有显色，并与膜芯片背景相同，则判读为阴性杂交信号。

9 生物安全措施

9.1 实验室设备、设施要求及废弃物处理应符合 GB 19489 的规定。

9.2 生物芯片检验工作应由具备生物实验操作经验人员承担。

9.3 检测过程中防止交叉污染的措施应按照 GB/T 27403 的规定执行。

10 结果判断

10.1 实验质量控制

10.1.1 基本要求

实验中设置 10.1.2~10.1.4中所述的质控对照，膜芯片杂交检测结果应符合相应要求。如出现非 10.1.2~10.1.4中所述杂交结果，则判断实验不成功，需重做实验。

10.1.2 空白对照

核酸提取空白对照和多重PCR扩增试剂空白对照应符合膜芯片上内参基因探针点杂交信号阴性，靶点基因探针点杂交信号阴性，阳性对照探针点杂交信号阳性，阴性对照探针点杂交信号阴性。

10.1.3 不含动物源成分标准品对照

不含动物源成分标准品对照应符合膜芯片上内参基因探针点杂交信号阳性，所有靶点基因探针点杂交信号阴性，阳性对照探针点杂交信号阳性，阴性对照探针点杂交信号阴性。

10.1.4 含有动物源成分标准品对照

含有动物源成分标准品对照应符合膜芯片上内参基因探针点杂交信号阳性，相应靶点基因探针点杂交信号阳性，阳性对照探针点杂交信号阳性，阴性对照探针点杂交信号阴性。

10.2 膜芯片结果判断

10.2.1 样本检测结果中阳性对照探针点杂交信号阴性，可初步判读膜芯片杂交过程不成功，应确认各杂交试剂是否过期或保存条件不当，更换可疑试剂后重新试验。

10.2.2 样本检测结果中内参基因探针点杂交信号阴性，表明未能从样本中提取出适宜多重 PCR 扩增的核酸模板，需要重新进行样本核酸提取和多重 PCR 扩增。

10.2.3 样本检测结果中内参基因探针点杂交信号阳性，靶点基因探针点杂交信号阴性，表明样本核酸提取、多重 PCR 扩增和膜芯片杂交过程正常，判断样本中未检出动物源成分。

10.2.4 样本检测结果中内参基因探针点杂交信号阳性，靶点基因探针点杂交信号部分或全部阳性，表明样本核酸提取、多重 PCR 扩增和膜芯片杂交过程正常，判读样本中存在阳性信号点对应的动物源成分。

11 确证实验

动物源成分膜芯片检测阳性样本可进一步进行确证实验，确证实验方法按照GB/T 25165、SN/T 3730中规定的方法执行。

12 结果表述

12.1 未检出

未检出本标准所包含的动物源成分，阴性质控探针杂交点、阳性质控探针杂交点检测结果正常。

12.2 检出

检出××××动物源成分，阴性质控探针杂交点、阳性质控探针杂交点检测结果正常。

附录A
(规范性附录)
膜芯片法试剂组分和存放条件

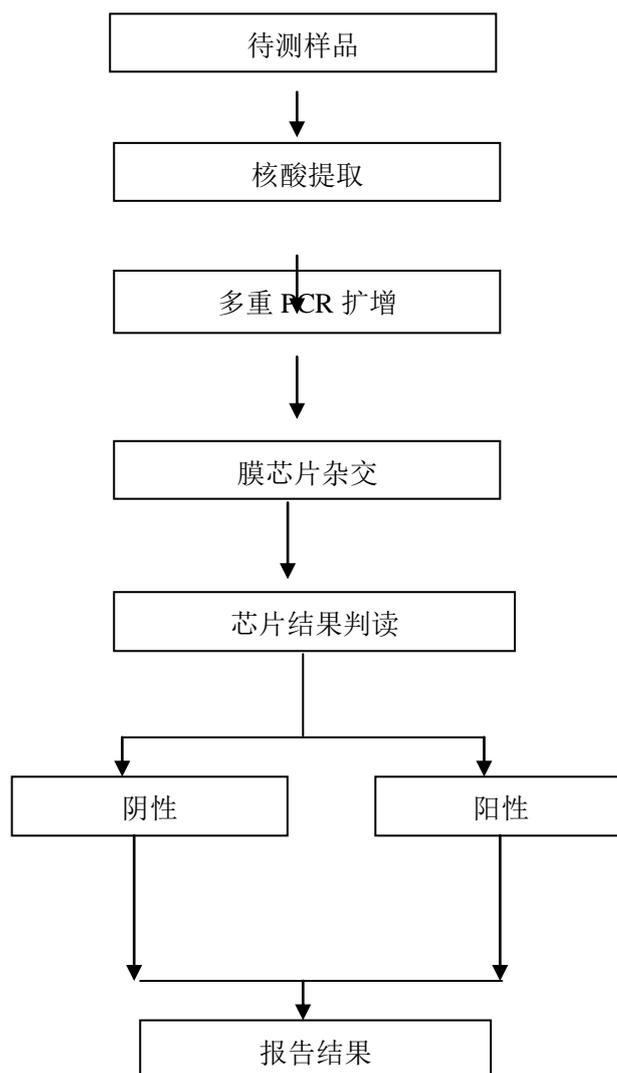
膜芯片法试剂组分和存放条件见表A.1。

表A.1膜芯片法试剂组分和存放条件

序号	名称	存放条件
1	多重 PCR 即用型预混液	-20 ℃
2	无核酸酶灭菌水	-20 ℃
3	多重 PCR 引物预混液	-20℃
4	阳性寡核苷酸单链 DNA(Positive-Oligo, 10 μmol/L)	-20℃
5	去活化液	室温
6	去活化清洗液	室温
7	杂交液	室温
8	杂交清洗液	室温
9	酶孵育液	室温
10	碱性磷酸酶标记的链霉亲和素	4 ℃
11	孵育清洗液 1	室温
12	孵育清洗液 2	室温
13	BCIP/NBT 显色底物	4 ℃
14	膜芯片	室温

附录 B
(资料性附录)
膜芯片法检测流程

B.1 膜芯片法检测按照图B1 步骤进行。



图B.1膜芯片法检测流程

附录C

(资料性附录)

膜芯片制作与质量控制

C.1 膜芯片制作

采用微量喷点式膜芯片点样仪，将各个核苷酸探针(探针终浓度 25 $\mu\text{mol/L}$)分布在尼龙膜芯片上的特定位置区域。芯片表面包被的探针布局如表 C.1。

内参对照：18SrRNA，指膜芯片上用来质控 PCR 扩增过程是否正常的对照，内参基因 18SrRNA 扩增片段互补的一段寡核苷酸作为探针。

阳性对照：PC，监测芯片杂交过程是否正常。

阴性对照：NC，指膜芯片上用来质控探针杂交特异性的对照。一般使用一段与靶标分子序列相近或无关的寡核苷酸作为探针。

表 C.1 芯片探针布局

内参	猪	黄牛	羊
鸡	兔	驴	貂
狐	鼠	牦牛	鸭
空白	空白	PC	NC

C.2 膜芯片质量控制

膜芯片点样后扫描无漏点、连点，位点规则，大小均匀一致，点与点的距离为 300 μm ~500 μm ；杂交后阳性质控实验杂交信号清晰可见。