

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 21/88 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910035093.0

[43] 公开日 2010年2月17日

[11] 公开号 CN 101650317A

[22] 申请日 2009.9.15

[21] 申请号 200910035093.0

[71] 申请人 南京农业大学

地址 210095 江苏省南京市卫岗1号

[72] 发明人 周光宏 滕安国 李春保

[74] 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司

代理人 张素卿

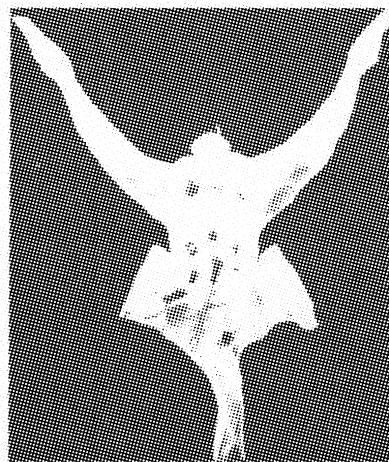
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

[54] 发明名称

鸡胴体表面污染物的检测方法

[57] 摘要

本发明涉及鸡胴体表面污染物检测方法，属于污染物检测技术领域。采集鸡胴体关键波段1070nm、950nm、870nm和850nm高光谱图像，对图像进行比率处理，产生的比率图像经过拉伸处理后，显示有无污染。安装多光谱成像仪和检测模型到屠宰流程上，检测出有污染的鸡胴体，重新进入冲洗环节，然后再次进入检测系统。本发明所提供的鸡胴体表面污染物检测结果，利用感兴趣区域(ROI)进行匹配，检测率达到了81.6602%以上，而且还能发现视觉不易看见的污染物，并提供了检测系统工厂化应用方案。对鸡胴体应用多光谱检测方法，可以降低检测人员的工作强度、提高检测的准确率，也符合HACCP的科学要求。



1、鸡胴体表面污染物的检测方法，包括：

(1) 采集图像

选择屠宰后经冲洗沥干的鸡胴体，金属卤素灯以 100Lex 光照强度照射胴体腹部，采用黑板作为背景，然后用 Nuance-NIR 多光谱影像分析系统在 4 个关键波段分别为 band22, 1070nm; band16, 950nm; band12, 870nm 和 band11, 850nm 所对应的多光谱图像；

(2) 比率图像的生成

用 ENVI 4.5 软件打开所得的多光谱图像，在 ENVI 4.5 中 Basic Tools>Band math 菜单下以“B1/B2”算法进行比率处理，即得到 I_{950}/I_{850} 、 I_{950}/I_{870} 、 I_{1070}/I_{850} 、 I_{1070}/I_{870} 四个比率图像；

(3) 比率图像的拉伸

在 ENVI 4.5 菜单 Basic Tools>Stretch Data 中拉伸上述 I_{950}/I_{850} 、 I_{950}/I_{870} 、 I_{1070}/I_{850} 、 I_{1070}/I_{870} 四个比率图像，拉伸中参数分别为：最小值输入值为 0，最大值输入为 0.7，最小输出值为 0，最大输出值为 2.5，拉伸方式为 Gaussian，Stdv 为 2.0；

(4) 检测结果输出

拉伸后图像在视觉上出现黑色为污染物图像，检测结果为有污染物，无黑色即表示无污染物，相应输出“有或无”的结果。

2、根据权利要求 1 所述鸡胴体表面污染物的检测方法，其特征在于：采集图像方式为电荷耦合器件 CCD 为 2/3 吋，波长范围 650~1100nm，采样间隔为 10nm 或 20nm，画面像素 130 万；采集图像操作温度 15~40℃，湿度不超过 65%，多光谱相机距离鸡胴体为 2.6-3.0m，选择室内人工光源 6 盏 100 瓦的 PHILIPS 的照明管型卤钨灯 Q/YXKC33 照射胴体腹部，调节光源入射角度大小，使胴体表面光照均匀且强度不低于 100Lex。

3、根据权利要求 1 或 2 所述鸡胴体表面污染物的检测方法，其特征在于：选择 4 个波段 1070nm, 950nm, 870nm 和 850nm 的棱镜构成光栅，来替代多光谱相机中液晶可调滤波器，然后将光栅、普通 CCD 相机、6 盏 100 瓦的 PHILIPS 的照明管型卤钨灯、图像采集卡、电源及计算机等主要物理部件组装成鸡胴体表面污染物检测器，

并安装到屠宰线上使用。

4、根据权利要求1或2所述鸡胴体表面污染物的检测方法，其特征在于：

根据检测系统输出“有或无”黑色的结果，显示有污染物的鸡胴体重新进入环道冲洗，冲洗后重新检测。

5、根据权利要求3所述鸡胴体表面污染物的检测方法，其特征在于：

根据检测系统输出“有或无”黑色的结果，显示有污染物的鸡胴体重新进入环道冲洗，冲洗后重新检测。

鸡胴体表面污染物的检测方法

一、技术领域

本发明涉及鸡胴体表面污染物检测方法，专用于高光谱图像检测鸡胴体表面污染物流程的建立，属于污染物检测技术领域。

二、背景技术

无鸡不成宴，鸡肉是人民生活当中重要的肉类来源，肉类安全也一直是国内外关注的焦点。由于饲养过程中有严格的防疫检疫程序，因此造成肉品不卫生的主要原因是来源于动物的屠宰环节。在鸡屠宰摘脏等工序中，经常会发生鸡胴体表面污染，常见污染物有可见污染物，不可见污染物和“隐性”污染物。可见污染物如剪断肠道与鸡肫连接处时流出的十二指肠内容物、肠道中较长的部位（回肠）因扯拉过猛而断裂流出的内容物、含微生物较多的盲肠内容物、容易带菌的绒毛、宰前禽体附着的尘土等。不可见的污染物主要是指一些微生物，如沙门氏菌、致病性大肠杆菌等。“隐性”污染物主要是放血时沾染在皮肤上的凝血、摘取内脏时胆囊破裂流出的胆汁等，这些物质主要表现在对胴体品质的改变，如胴体颜色和加工后的口味。由于粪便等其他消化道内容物成分多样、状态复杂以及工业生产的需要，难以用传统的方法检验，迫切需要新的肉品质量安全检测技术。高光谱图像技术作为简便、快速、低成本、非损伤性光谱分析技术，为科学检测胴体污染物提供基础。高光谱图像是不同波段下的二维图像组合体，高光谱图像中的每个象元即是一个高光谱。高光谱图像技术是指用高光谱图像获取仪器在一系列的波段下（如 400-1100nm，650-1100nm 波段）以一定的波长间隔（如 2nm、10nm 或 20nm 等）采集物体的高光谱图像，当物体发生变化时，即使变化肉眼不能觉察到时，也会表现高光谱图像中某些波段下象元反射率的变化，找出这些波段的变化与现象改变的直接联系便是高光谱图像技术。高光谱图像技术最先运用于遥感技术，其在监测、预报、探测和检测等方面技术优势明显。随着高光谱技术民用化的发展，在农业领域已有较多运用，但是国内在用高光谱技术检测畜禽胴体污染物方面的研究尚无报道，其工厂化应用方案和流程也尚无专利。

三、发明内容

技术问题

本发明目的是用高光谱图像技术对鸡胴体表面检测来替代目前屠宰厂人工目视检测，通过寻找检测的关键波段和建立检测模型系统，完成人工智能检测鸡胴体表面污染物。为屠宰工业上建立危害分析与关键控制点（HACCP）的管理体系提供科学基础，消除有害微生物滋生的温床，最终目的是改进检测鸡胴体污染的方法。

技术方案

本发明通过采集高光谱图像→取出关键波段下图像→生成比率图像→通过设定参数在 ENVI 拉伸、显示有无黑色→输出“有或无”的结果。高光谱图像检测模型与物理设备（高光谱成像仪、金属卤素灯及带图像采集卡的计算机）一起构成检测系统。该检测系统安装在屠宰线的冲洗工序之后，进冷库工序之前的位置上，并根据胴体采集高光谱图片所需的时间和检测处理的时间合理调整各个屠宰线的流程速度。经检测系统检测后若无污染物，则送入冷库保存，否则进入环道重新冲洗。

鸡胴体表面污染物的检测方法，包括：

（1）采集图像

选择屠宰后经冲洗沥干的鸡胴体，金属卤素灯以 100Lex 光照强度照射胴体腹部，采用黑板作为背景，然后用 Nuance-NIR 多光谱影像分析系统在 4 个关键波段分别为 band22, 1070nm; band16, 950nm; band12, 870nm 和 band11, 850nm 所对应的多光谱图像；

（2）比率图像的生成

用 ENVI 4.5 软件打开所得的多光谱图像，在 ENVI 4.5 中 Basic Tools>Band math 菜单下以“B1/B2”算法进行比率处理，即得到 I_{950}/I_{850} 、 I_{950}/I_{870} 、 I_{1070}/I_{850} 、 I_{1070}/I_{870} 四个比率图像；

（3）比率图像的拉伸

在 ENVI 4.5 菜单 Basic Tools>Stretch Data 中拉伸上述 I_{950}/I_{850} 、 I_{950}/I_{870} 、 I_{1070}/I_{850} 、 I_{1070}/I_{870} 四个比率图像，拉伸中参数分别为：最小值输入值为 0，最大值输入为 0.7，最小输出值为 0，最大输出值为 2.5，拉伸方式为 Gaussian, Stdv 为 2.0；

（4）检测结果输出

拉伸后图像在视觉上出现黑色为污染物图像，检测结果为有污染物，无黑色即

表示无污染物，相应输出“有或无”的结果。根据检测系统输出“有或无”黑色的结果，显示有污染物的鸡胴体重新进入环道冲洗，冲洗后重新检测。

上述采集图像的方式为电荷耦合器件 CCD 为 2/3 吋，波长范围 650~1100nm，采样间隔为 10nm 或 20nm，画面像素 130 万；采集图像操作温度 15~40℃，湿度不超过 65%，多光谱相机距离鸡胴体为 2.6-3.0m，选择室内人工光源 6 盏 100 瓦的 PHILIPS 的照明管型卤钨灯 Q/YXKC33 照射胴体腹部，适当调节光源入射角度大小，使胴体表面光照均匀且强度不低于 100Lex。

可选择 4 个波段 1070nm, 950nm, 870nm 和 850nm 的棱镜构成光栅，来替代多光谱相机中液晶可调滤波器，然后将光栅、普通 CCD 相机、6 盏 100 瓦的 PHILIPS 的照明管型卤钨灯、图像采集卡、电源及计算机等主要物理部件组装成鸡胴体表面污染物检测器，并安装到屠宰线上使用。

有益效果

与传统目视检测鸡胴体污染物方法相比，高光谱图像检测方法能提高检测准确率，降低因检测员工疲劳造成的误差，甚至还能发现人眼视觉不易察觉的污染物，做到真正的卫生检测。高光谱检测系统的建立，能够实现机械智能检测。本检测系统能明确说明具体污染物种类，从而直观地反馈指导肉鸡的屠宰。

本发明所提供的鸡胴体表面污染物检测结果，利用感兴趣区域（ROI）进行匹配，检测率达到了 81.6602%（Kappa Coefficient 为 0.7751）以上，而且还能发现视觉不易看见的污染物，并提供了检测系统工厂化应用方案。

该系统能够从图片视觉角度告诉消费者食品源污染与否，能满足 HACCP 的科学要求，打开检测过程的黑匣子和专家说了算的局面，更能够体现检测过程的公开化，改变当前消费者对食品卫生不信任状态。

该检测系统的建立方法是军用高光谱图像技术民用化的一个重大突破，填补我国在此类技术上的缺陷，也为其他检测技术提供重要的参考。

四、附图说明

图 1：鸡胴体模拟污染

图 2：关键波段下的高光谱图像

图 3：关键波段的比率图像

图 4：1070/850nm 比率图像拉伸后的结果

五、具体实施方式

1、选择正确的采集部位对鸡胴体表面污染物高光谱图像检测非常重要

同时采用用鸡胴体腹部和鸡胴体背部的高光谱图像检测的效果与单独采用鸡胴体腹部高光谱图像检测效果相当，而单独采用鸡胴体背部的高光谱图像检测难以达到预期的目的。单独采用腹部高光谱图像检测可以减少全方位高光谱图像采集时间，降低仪器成本，并且屠宰部位和胴体吊挂方式决定腹部较易受到污染，因此选择腹部高光谱图像检测较为合适。

2、均匀稳定的人工光源照射鸡腹部非常重要

在自然光条件下采集高光谱图像受到采集时段、天气以及工作人员着装的颜色等因素影响较大，会降低高光谱图像检测的准确率。不稳定的光源会破坏检测系统的一致性，并且会留下黑色阴影，致使检测系统错误检测为污染物。

3、关键波段选择是检测系统建立的关键

通过主成分分析各波段下污染物的反射率，通过载荷对主成分贡献大小得到的关键波段 1070nm、950nm、870nm 和 850nm，而其它波段下比率图像不能全部显示污染物。一旦确定关键波段后，可以采用光栅代替液晶可调滤波器，即采用 1070nm、950nm、870nm 和 850nm 的滤波片组成光栅，从而降低检测系统构建的费用和提高检测速度。

4、黑色背景板和选择金属卤素灯是提高检测准确率的重要方法

黑色背景可以吸收背景的杂散光，降低背景“噪音”，同时黑色背景为感兴趣区域（ROI）的提取提供了方便。金属卤素灯在本系统检测波段范围内能够突出检测对象的检测特征，使本系统可以得到最利于分析与处理的图像。

实施例

1 待测污染物的采集

市购商品鸡，颈动脉放血和 85℃左右浸烫。腹腔开口取出肠道和胆囊，取十二指肠、回肠和盲肠的内容物、胆囊中的胆汁、屠宰时接取的鲜血以及泥土，置于截短的一次性纸杯（深约 3cm）中或玻璃培养皿中，均匀铺开并用保鲜膜封口待用。

2 待测鸡胴体的准备

把放血脱毛的鸡腹部开口后去掉内脏，然后用水冲洗干净，在沥干水后倒置掉挂在屠宰流水线铁架上。把采集的污染物以直径 5mm、厚度 1mm 大小进行涂抹，其中盲肠内容物、回肠内容物、十二指肠内容物、胆汁按顺序分别涂抹腹部至前胸

部，且每种污染物按左、中、右各涂一个点；泥土涂抹在两小腿部位；血液涂抹在一侧翅尖上和锁骨沟处，即6种污染物共涂抹16处。具体见图1。

3 红光及近红外多光谱图像采集

本实验采用美国CRI公司的Nuance-NIR多光谱相机采集待测鸡胴体的多光谱图像，其电荷耦合器件（CCD）为2/3吋，波长范围650~1100nm，采样间隔为10nm或20nm，画面像素130万。在采集图像时确保操作温度15~40℃，湿度不超过65%，采集图像时多光谱相机距离鸡胴体为2.6-3.0m。采集多光谱图像时选择室内人工光源6盏（100瓦的PHILIPS的照明管型卤钨灯Q/YXKC33，飞利浦亚明照明有限公司，上海），背景板为黑色，在波长范围650~1100nm范围内以20nm间隔采集图像，共有24个波段，即采集24幅光谱图像（组成一幅多光谱图像）。

4 关键波段的筛选

用ITT Visual Information Solutions公司的ENVI 4.5软件打开所得的多光谱图像，并把上述24个波段处的多光谱图像分别存储为ASCII格式，得到.txt格式文件，后用Microsoft EXCEL 2007分别打开各个波段下.txt文件并形成二维数据表，每个二维数据表中数值位置都与其对应的二维灰度图像中象元位置一一对应，分别在二维数据中6种污染物对应的区域取灰度平均值，即为各污染物在该波段下的反射率。同理，可获得24个波段处各种污染物的反射率，汇集得到以波段为横坐标、各种污染物反射率为纵坐标的数据表，运用SPSS 16.0软件中Analyze>Data Reduction>Factor菜单进行主成分分析，以band 1~band 24为“Variables（变量）”，在Factor Analysis>Extraction菜单下选择Principal Component。得到的主成分1与主成分2的累积（之和）可代表全部图像98.842%，因此选择第一和第二成分进行处理。由于主成分1下的各波段载荷基本相同，主成分2下各波段载荷差异较大，因此选择主成分2下的正值最大和负值最小载荷各2个，其载荷分别为0.410、0.335和-0.284、-0.282，其对应的波段就是鉴别污染物的关键波段，分别为1070nm（波段22），950nm（波段16），870nm（波段12）和850nm（波段11）。

5 比率图像的生成

在ENVI 4.5中重新打开（File>Open Image File）上述采集到的红光及近红外多光谱图像，找到上述四个波段下的图像，如图2所示。在ENVI 4.5中Basic Tools>Band math菜单下以“B1/B2”算法进行比率处理，即得到 I_{950}/I_{850} 、 I_{950}/I_{870} 、 I_{1070}/I_{850} 、 I_{1070}/I_{870} 四个比率图像，如图3所示。

6 比率图像的拉伸

在 ENVI 4.5 菜单 Basic Tools>Stretch Data 中拉伸上述 I_{950}/I_{850} 、 I_{950}/I_{870} 、 I_{1070}/I_{850} 、 I_{1070}/I_{870} 四个比率图像，拉伸中参数分别为：最小值输入值为 0，最大值输入为 0.7，最小输出值为 0，最大输出值为 2.5，拉伸方式为 Gaussian，Stdv 为 2.0。得到的比率图像经拉伸处理后，污染物在比率图像中显示的颜色为黑色（纯黑灰度值为 0），表现为灰度值小于鸡皮肤（纯白色灰度值为 255）的灰度值，从而可以直观说明有无污染物。拉伸后图像在视觉上出现黑色即为被污染，即为本发明方法所获得的检测结果。如图 4 所示。

7 工厂化的应用

本发明针对鸡胴体表面十二指肠内容物、盲肠内容、结肠内容物、血液、胆汁和泥土。

通过本发明方法在筛选出检测鸡胴体表面污染物的关键波段后，选择 4 个不同波段的棱镜（波段分别是 1070nm，950nm，870nm 和 850nm）构成光栅，来替代多光谱相机中液晶可调滤波器。然后将光栅、普通 CCD 相机、6 盏 100 瓦的 PHILIPS 的照明管型卤钨灯（Q/YXKC33）、图像采集卡、电源及计算机等主要物理部件组装成鸡胴体表面污染物检测器，并安装到屠宰线上，从而降低仪器成本。

按照检测模型进行鸡胴体表面污染物检测。若检测结果显示有污染物，通过在屠宰流水线上设计环道重新进入胴体冲洗环节，否则，经过检测后的胴体可以直接送入冷库或其他加工车间。

这种检测方式也可以用于超市等食品消费场所，用图片方式向消费展示肉品卫生情况，让消费者食品安全有一个直观的认识，从而达到增加消费的目的。

本发明所提供的鸡胴体表面污染物检测结果，利用感兴趣区域（ROI）进行匹配，检测率达到了 81.6602%（Kappa Coefficient 为 0.7751）以上，而且还能发现视觉不易看见的污染物，并提供了检测系统工厂化应用方案。

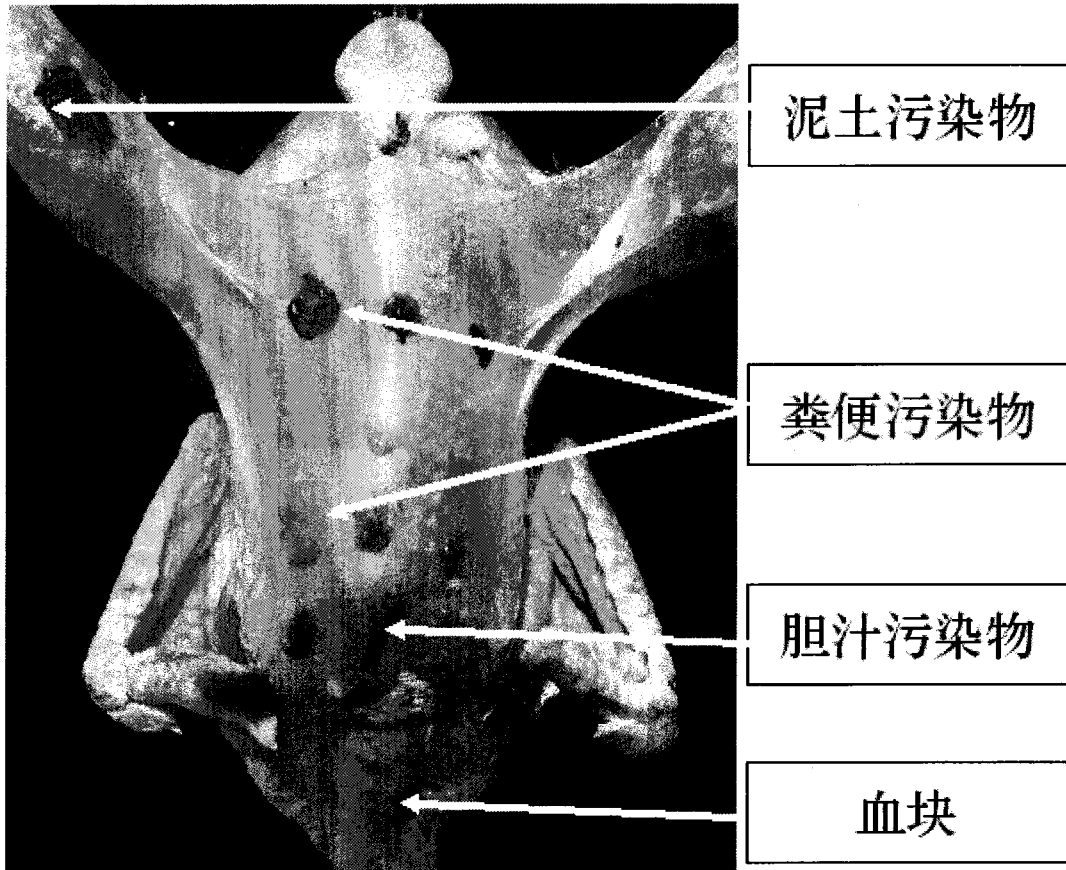


图 1

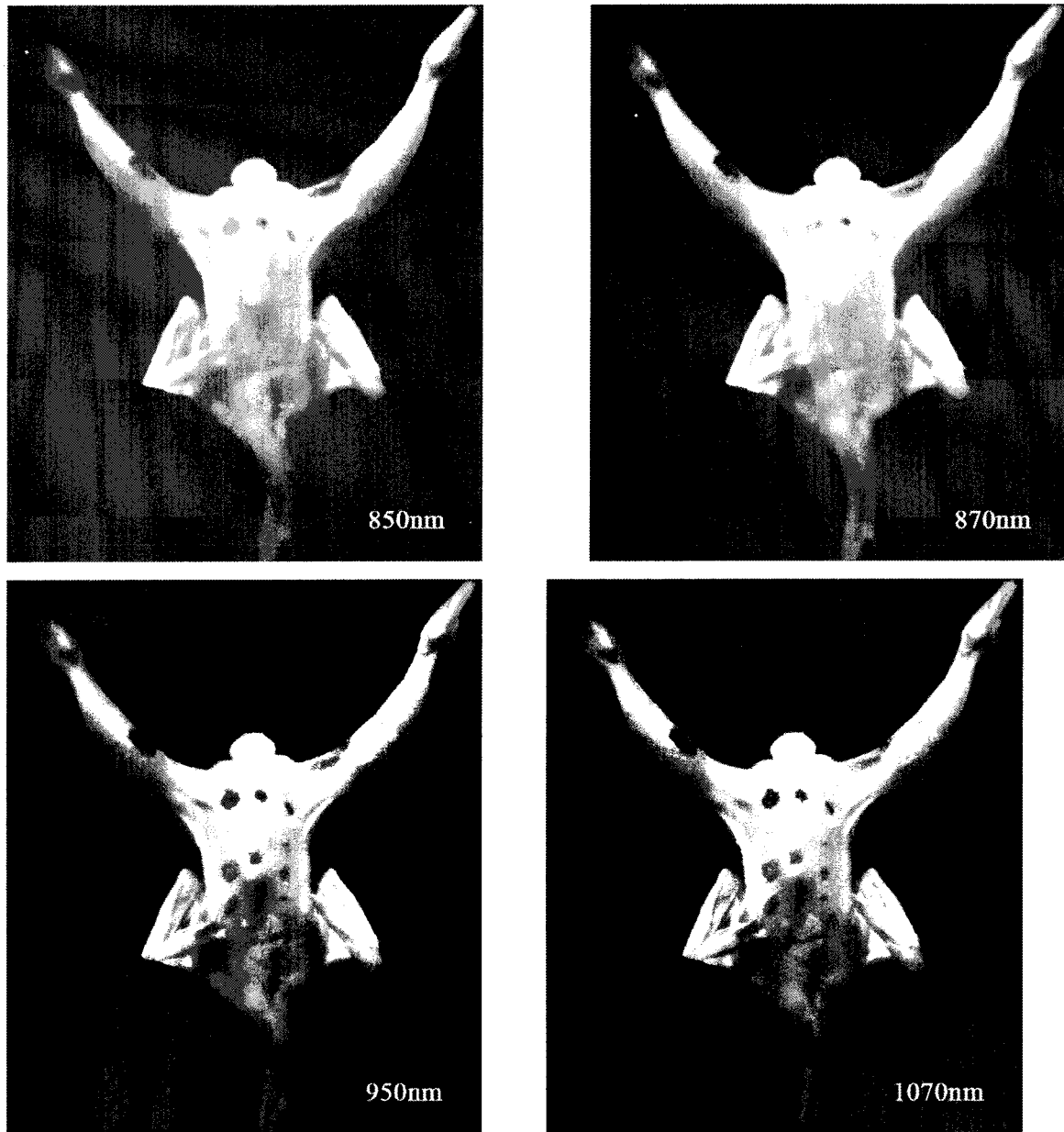


图 2

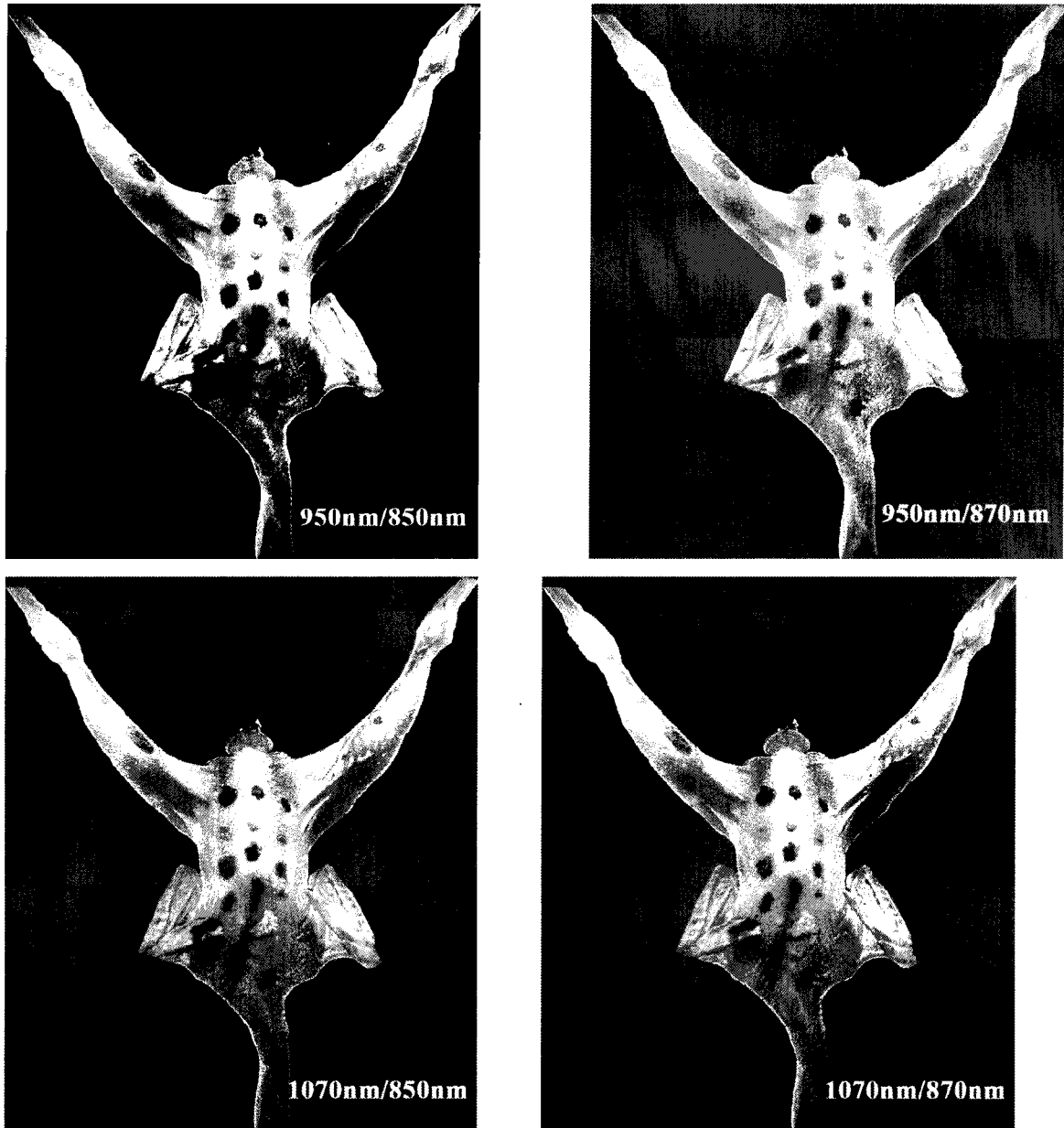


图 3



图 4