

附件 6

ICS 67.120.10

CCS X22

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T XXXXX—202X

畜禽肉品质检测 挥发性盐基氮、pH、嫩度、
颜色同步测定 可见-近红外光谱检测法

Livestock and poultry meat quality testing—Simultaneous determination of TVB-N,
pH, tenderness and color—Vis-NIR spectroscopy 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)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国农业农村部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由农业农村部畜牧兽医局提出。

本文件由全国屠宰加工标准化技术委员会（SAC/TC 516）归口。

本文件起草单位：略。

本文件主要起草人：略。

畜禽肉品质检测 挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色同步测定 可见-近红外光谱检测法

1 范围

本文件描述了畜禽肉中挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色可见-近红外光谱检测方法的原理、仪器设备、样品制备和检测方法等。

本文件适用于畜禽肉中挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色的同步检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文本中的规范性引用而构成本文本必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5009.228 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定

GB 5009.237 食品安全国家标准 食品pH值的测定

GB/T 9695.19 肉与肉制品 取样方法

GB/T 14666 分析化学术语

GB/T 24895 粮油检验 近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则

NY/T 1180 肉嫩度测定 剪切力测定法

3 术语和定义

GB/T 14666和GB/T 24895界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

畜禽肉 livestock and poultry meat

活畜(猪、牛、羊、兔等)、禽(鸡、鸭、鹅等)宰杀、分割后，不经过冷冻处理的肉。

3.2

挥发性盐基氮 total volatile basic nitrogen, TVB-N

畜禽肉贮藏过程中，蛋白质分解产生的氨及胺类等碱性含氮物质的总称（单位：mg/100g），是评价畜禽肉新鲜度的关键指标。

3.3

颜色 color

畜禽肉肌肉中肌红蛋白的含量和氧化/氧合状态及分布的一种综合光学特征（L*、a*、b*）。

3.4

pH

畜禽肉的酸碱程度值。

3.5

嫩度 tenderness

畜禽肉在切割时所需要的最大剪切力（单位：N）。

3.6

真实值 actual value

通过标准理化试验方法测定的指标含量。

3.7

光谱检测 spectroscopy detection

通过光谱检测装置获取经样品吸收、散射和反射之后信息的方法。

3.8

校正集 calibration set

具有代表性的、基本覆盖相关成分含量范围的同一品种、同一部位不同畜禽肉的样品集合。

3.9

验证集 prediction set

用于验证模型结果准确性和稳定性的集合。

3.10

定量预测模型 quantitative prediction model

基于畜禽肉品质评价指标（TVB-N、pH、Tenderness、Color）的真实值，采用化学计量学方法建立畜禽肉光谱与真实值之间的关系，即指标定量预测模型。

3.11

相关系数 related coefficient, R

表示预测值与真实值的相关程度，R 接近 1 表示预测值等于真实值。

3.12

相对分析误差 relative percent deviation, RPD

用于验证模型的预测能力，其计算公式为：

$$RPD=SD_p/RMSEP\times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

式中：

SD_p ---验证集真实值的标准差；

RMSEP ---验证集均方根误差。

4 可见-近红外光谱检测原理

利用物质中含有的氢基团（C-H、O-H、N-H 等）振动或转动吸收特定波长光的特性，获得肉品的光谱信号，根据化学计量学方法建立光谱信号与测定指标真实值之间的定量关系。

5 仪器设备

可见-近红外光谱检测装置应具有光谱信息的采集及处理、模型建立、主要品质指标的定量预测、检测结果存储和显示等功能。

6 试样制备

按 GB 9695.19 规定的方法进行取样，去除样品的筋、膜部分，制备样品（样品尺寸不小于 5cm×5cm×2.5cm）。

7 样品数据测定

7.1 数据采集

在同一测试环境下，通过试验确定合适的光谱采集积分时间，避免外部环境强光干扰，取样品的不同位置连续采集 3 次光谱数据，取 3 次光谱数据的平均值作为该样品光谱数据。

7.2 理化指标测定

选取采集光谱处的畜禽肉样品组织，参照标准试验方法测定样品评价指标的真实值。按照 GB 5009.228 规定的方法测定 TVB-N 含量，按照 GB 5009.237 规定的方法测定 pH，按照 NY/T 1180 规定的方法测定嫩度值，利用色差仪测定颜色（L*、a*、b*）值，各指标保留小数点后 2 位有效数字。

8 分析步骤

8.1 校正模型的建立

参与建立模型的校正集样品应具有代表性，同一品种样品应包括不同性别、不同月龄的样品。选择合适的分组方法、预处理方法和建模方法，同步建立 TVB-N、pH、嫩度、颜色（L*、a*、b*）的定量预测模型，计算模型的校正集相关系数。

8.2 校正模型的验证

通过一定数量（一般为校正集的 1/3）的校正集以外的验证集样品验证模型的相关系数，通过 8.1 建立的定量预测模型进行预测样品 TVB-N、pH、嫩度、颜色（L*、a*、b*）的值，计算模型的验证集相关系数和相对分析误差。

9 准确性和重复性

9.1 准确性

利用相关系数、相对分析误差评价模型的准确性，要求校正集和验证集均满足相关系数大于0.9 ($R>0.9$)，相对分析误差大于1.5 ($RPD>1.5$)。

9.2 重复性

使用同一可见-近红外光谱检测装置和相同测试方法，连续检测同一样品，5次获得测定结果的变异系数要小于10%。

农业行业标准《畜禽肉品质检测 挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色同步测定 可见-近红外光谱法》（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

随着生活水平的提高，消费者对畜禽肉产品需求增加的同时，更加关注其品质安全。挥发性盐基氮（TVB-N）、pH、嫩度、颜色是评价肉品品质的重要指标。通过对畜禽肉的这些指标在生产、加工、贮运到销售环节进行品质检测，能确保肉质新鲜，并可避免因肉品变质而造成安全事件的发生。因此，实现畜禽肉产品的 TVB-N、pH、嫩度、颜色指标快速检测，已成为畜禽肉品质安全亟待解决的重要问题。

目前，畜禽肉品质检测主要依赖于一些传统的理化测试方法。农业行业标准 NY/T 2793-2015《肉的实用品质客观评价方法》规定了生鲜畜禽肉颜色的范围；食品安全国家标准 GB 2707-2016《食品安全国家标准 鲜（冻）畜、禽产品》规定了畜禽肉品中挥发性盐基氮含量的范围。传统的理化检测方法具有破坏性、现场适用性差、人为因素大、测试耗时长以及操作复杂等弊端，而且量化评价指标单一。近年来，基于可见-近红外光谱的畜禽肉品质检测技术取得了快速发展，成为快速、无损多品质指标同时检测的最有效方法之一。

国内外仅在采用红外光谱分析方面制定了相关的规范。例如，国内制定了 GB / T 32199-2015《红外光谱定性分析通则》、GB/T 32198-2015《红外光谱定量分析通则》；美国实验和材料协会建立了红外定性和定量分析的技术通则：ASTM E168 和 ASTM E1252。但是，在畜禽产品产业发展急需的品质无损快速、多指标检测评价标准方面仍为空白。

由于可见-近红外光谱检测技术已成为畜禽肉品质，特别是无损检测的重要手段，伴随着畜产品冷藏冷链技术在国内的快速发展和广泛普及，急需在畜禽肉可见-近红外光谱检测及评价方面制定统一的标准，以推进畜禽肉产业链品质保障监控技术的进步。为此，标准起草小组根据农业农村部农产品质量安全监管司《关

于下达 2022 年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》（农质标函〔2022〕66 号）的要求，制定《畜禽肉品质检测 挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色同步测定 可见-近红外光谱法》标准（项目编号：NYB-22188）。

本标准由中华人民共和国农业农村部提出，全国屠宰加工标准化技术委员会（SAC/TC 516）归口，由中国农业大学等单位负责标准制定工作。

（二）起草单位

- 1、本标准由中国农业大学、中国农业科学院农产品加工研究所等单位共同起草。
- 2、人员分工略。

（三）主要工作过程

1. 起草阶段

计划下达后，成立标准起草小组。在标委会组织下，于 2022 年 6 月 15 日召开了项目启动会，确定了工作方案，提出进度安排；2022 年 6-7 月赴设备制造企业及部分用户开展了调研，广泛收集了技术资料和相关企业标准；经研究分析、资料查证，于 2022 年 8 月 11 日完成标准草案初稿，经多次研讨和认真修改，于 2022 年 9 月 13 日形成征求意见稿，经组长审核后报至秘书处。

2. 征求意见阶段（未经征求意见的不写本部分）
3. 审查阶段（未经审查的不写本部分）
4. 报批阶段（未报批的不写本部分）

二、标准编制原则和确定标准主要内容的依据

（一）编制原则

标准编制应遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则以及“产业发展、市场需求、重点突出、成套成体系”等立项原则，并与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合。

（二）主要内容的依据

1、标准名称的确定

标准名称为《畜禽肉品质检测 挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色同步测定 可见-近红外光谱检测法》。标准名称的制定参考农业农村部农产品质量安全监管司

《关于下达 2022 年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》（农质标函〔2022〕66 号），依据畜禽肉品质、挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色的标准定义和可见-近红外光谱标准检测步骤，明确表明了检测方法的制定依据。

2、范围和规范性引用文件

范围：本文件描述了畜禽肉中挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色可见-近红外光谱检测方法的原理、仪器设备、样品制备和检测方法等。

本文件适用于畜禽肉中挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色的同步检测。

制定依据：

本条规定了畜禽肉挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色可见-近红外光谱检测所涉及的技术内容及适用范围。可见-近红外光谱包含畜禽肉的众多光学性质，通过与化学计量学的结合，建立合适的定量分析模型，实现标准范围中规定指标的同步测定。

规范性引用文件：下列文件中的内容通过文本中的规范性引用而构成本文本必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5009.228 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定

GB 5009.237 食品安全国家标准 食品 pH 值的测定

GB/T 9695.19 肉与肉制品 取样方法

GB/T 14666 分析化学术语

GB/T 24895 粮油检验 近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则

NY/T 1180 肉嫩度测定 剪切力测定法

制定依据：

本条列出了标准中规范引用的文件清单。

3、术语和定义的说明

3.1 畜禽肉 Livestock and Poultry Meat

本标准中畜禽肉定义为“活畜(猪、牛、羊、兔等)、禽(鸡、鸭、鹅等)宰杀、分割后，不经过冷冻处理的肉”，明确表明检测方法中的畜禽肉来源范围，。

3.2 挥发性盐基氮 Total volatile basic nitrogen, TVB-N

挥发性盐基氮是评价畜禽肉新鲜度的关键指标，参考《GB 5009.228 食品安全国家标准 食品中挥发性盐基氮的测定》，本标准中挥发性盐基氮定义为“畜禽肉贮藏过程中，蛋白质分解产生的氨及胺类等碱性含氮物质的总称”（单位：mg/100g）。

3.3 颜色 Color

颜色是用于衡量待检测样品中畜禽肉外观的光学特征之一，本标准中颜色定义为“畜禽肉肌肉中肌红蛋白的含量和氧化/氧合状态及分布的一种综合光学特征（L*、a*、b*）”。Lab 模式是根据国际照明委员会（Commission International Eclairage, CIE）在 1931 年所制定的一种测定颜色的国际标准建立的。于 1976 年被改进，并且命名的一种色彩模式。Lab 颜色模型弥补了 RGB 和 CMYK 两种色彩模式的不足。它是一种设备无关的颜色模型，也是一种基于生理特征的颜色模型。因此本标准中使用 Lab 颜色模式。

3.4 pH

pH 用于规定模型中的样品畜禽肉的酸碱程度值，参考标准《GB/T 14666 分析化学术语》，本标准中 pH 定义为“氢离子浓度的负对数”。

3.5 嫩度 Tenderness

参考标准《NY/T 1180 肉嫩度测定 剪切力测定法》，本标准中嫩度定义为“畜禽肉在切割时所需要的最大剪切力（单位：N）”。

3.6 真实值 Actual Value

参考标准《GB/T 14666 分析化学术语》，本标准中真实值定义为“通过标准理化试验方法测定的指标含量”。

3.7 光谱检测 Spectroscopy Detection

参考标准《GB/T 24895-2010 粮油检验近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则》中的规定，据此提出本标准中光谱检测的定义为“通过光谱检测装置获取经样品吸收、散射和反射之后信息的方法”。

3.8 校正集 Calibration Set

校正集用于规定模型中的建立模型的样品组成，参考标准《GB/T 24895-2010 粮油检验近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则》，据此提出本标准中校正集的定义为“具有代表性的、基本覆盖相关成分含量范围的同一品种、

同一部位不同畜禽肉的样品集合”。

3.9 预测集 Validation Set

预测集用于规定模型中的建立模型的样品组成，参考标准《GB/T 24895-2010 粮油检验近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则》，据此提出本标准中预测集的定义为“用于验证模型结果准确性和稳定性的集合”。

3.10 定量预测模型 Quantitative Prediction Model

本标准中定量预测模型定义为“基于畜禽肉品质评价指标（TVB-N、pH、Tenderness、Color）的真实值，采用化学计量学方法建立畜禽肉光谱与真实值之间的关系”。

3.11 相关系数 Related Coefficient, R

相关系数表示预测值与真实值的相关程度，本标准中相关系数预测模型定义为“表示预测值与真实值的相关程度，R 接近 1 表示预测值等于真实值”。

3.12 相对分析误差 Relative Percent Deviation, RPD

用于验证模型的预测能力，其计算公式为：

$$RPD=SD/SEP\times 100\cdots\cdots(1)$$

式中：

SD_p ---验证集真实值的标准差；

SEP ---预测值的标准误差。

4、可见-近红外光谱检测原理

根据陆婉珍主编的《现代近红外光谱分析技术》，可见-近红外单色光或复合光射穿过样品时，如果被照射样品的分子选择性地吸收辐射光中某些频率波段的光，则产生吸收光谱。分子吸收了光子后会改变自身的振动能态。通常分子基频振动产生的吸收谱带位于中红外区域，与中红外区相邻的区域，称为可见-近红外区域。发生在该区域内的吸收谱带对应于分子基频振动的倍频和组合频。分子吸收红外辐射（光子或能量）后会引引起构成分子中各化学键的振动，这些化学键振动的方式类似于双原子振子。

利用物质中含有的氢基团（C-H、O-H、N-H 等）振动或转动吸收特定波长光的特性，获得肉品的光谱信号，根据化学计量学方法，建立光谱信号与测定指标真实值之间的定量关系。

5、仪器设备

可见-近红外光谱检测装置应具有光谱信息的采集及处理、模型建立、主要品质指标的定量预测、检测结果存储和显示等功能。

本条规定了用于禽肉品质检测仪器设备的基本功能。仪器设备应用可见-近红外光谱法对标准中规定的指标进行检测，必须首先具备光谱信息采集及处理功能；结合化学计量学方法，设备应建立准确性、鲁棒性、繁华性高的定量检测模型；设备应具有根据模型对未知待测畜禽肉样品进行定量检测的模型；此外，检测结果存储和显示等功能同样需要，以便人机交互以及结果输出。

6、试样制备

参考《GB 9695.19-2008 肉与肉制品 取样方法》规定的方法进行取样，去除样品的筋、膜部分，制备样品（样品尺寸不小于 $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2.5\text{cm}$ ）。

本条规定了用于禽肉品质检测的样品制备要求。过小的样品截面尺寸不利于光谱信息的采集，因此根据实验经验与应用实际，规定了样品截面尺寸不小于 $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 。样品厚度影响光谱信息的稳定性，过小的样品厚度将降低光谱信息的稳定性，从而导致定量模型鲁棒性的降低，因此本标准规定了样品厚度不小于 2.5cm 。

7、样品数据测定

7.1 数据采集

在同一测试环境下，通过试验确定合适的光谱采集积分时间，避免外部环境强光干扰，取样品的不同位置连续采集 3 次光谱数据，取 3 次光谱数据的平均值作为该样品光谱数据。

积分时间的大小影响检测器接收光子的实际时间。积分时间短，信号能量就会弱，设备的噪声是相对恒定的，则短的积分时间导致信噪比的降低；但过大的积分时间将降低检测的时效性，并容易引发信号的过饱和。一般是根据不同应用来调积分时间。3 次采集取平均值是为了减小检测偶然误差。

7.2 理化指标测定

选取采集光谱处的畜禽肉样品组织，参照标准试验方法测定样品评价指标的真实值。参照 GB 5009.228-2016 测定 TVB-N 含量，参照 GB 5009.237-2016 测定 pH，参照 NY-1180-2006-T 测定嫩度值，利用色差仪测定颜色（ L^* 、 a^* 、 b^* ）值，

各指标保留小数点后 2 位有效数字。

8、分析步骤

8.1 校正模型的建立

参与建立模型的校正集样品应具有代表性，同一品种的样品应包括不同性别、不同月龄的样品。选择合适的分组方法、预处理方法和建模方法，同步建立 TVB-N、pH、嫩度、颜色（ L^* 、 a^* 、 b^* ）的定量预测模型，计算模型的校正集相关系数。

根据标准《畜禽肉品质检测 近红外法通则》，规定了校正模型建立的一般流程和方法，选择具有代表性的样本后，对样本进行分组，结合预处理后的光谱，采用合适的建模方法，同步建立各指标的定量模型。

8.2 校正模型的验证

通过一定数量（一般为校正集的 1/3）的校正集以外的验证集样品验证模型的相关系数，通过 8.1 建立的定量预测模型进行预测样品 TVB-N、pH、嫩度、颜色（ L^* 、 a^* 、 b^* ）的值，计算模型的验证集相关系数和相对分析误差。

根据 ASTM（美国材料与试验学会：American Society of Testing Materials）标准《ASTM E1655-17 Standard Practices for Infrared Multivariate Quantitative Analysis》，规定了校正模型验证的一般流程和指标。相关系数是研究变量之间线性相关程度的量，较为常用的是皮尔逊相关系数，相关系数是用以反映变量之间相关关系密切程度的统计指标。相对分析误差是无量纲物理量，不同检测指标的单位不同，而相对分析误差不受指标单位不同的影响，因此选择验证集相关系数和相对分析误差作为验证指标。

9、准确性和重复性

9.1 准确性

利用相关系数、相对标准误差和相对分析误差评价模型的预测能力，要求预测相关系数 $R > 0.9$ ，相对分析误差大于 1.5（ $RPD > 1.5$ ），表示模型预测能力满足要求。

依据张小超等著《近红外光谱分析技术及其在现代农业中的应用》和《GB/T41366-2022 畜禽肉品质检测水分、蛋白质、脂肪含量的测定近红外法》，预测相关系数 $R > 0.9$ ，相对分析误差大于 1.5（ $RPD > 1.5$ ），表明模型具有较好的

预测能力，前期试验表明（见附录 2），经合适的校正模型建立方法和检测方法，畜禽肉各指标的准确性满足标准中的规定。

9.2 重复性

使用同一可见-近红外光谱检测装置和相同测试方法，连续检测同一样品，5 次获得测定结果的变异系数要小于 10%。

重复性是用本标准在正常和正确操作情况下，由同一操作人员，在同一实验室内，使用同一仪器，并在短期内，对相同试样所做多个单次测试结果中，两个独立测试结果的最大差值。参考标准《GB/T41366-2022 畜禽肉品质检测水分、蛋白质、脂肪含量的测定近红外法》，规定本标准中变异系数要小于 10%，前期试验表明（见附录 2），经合适的校正模型建立方法和检测方法，畜禽肉各指标的重复性满足标准中的规定。

三、主要试验或验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

（一）主要试验或验证的分析、综述报告

通过试验法对挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色等指标的可见-近红外光谱检测进行了分析，给出猪肉样品选择、样品数据集划分、光谱信息采集、定量模型的建立、预测集模型的预测结果及评价等过程的示例，具体分析过程示例见附录 1，其他畜禽（牛、羊、鸡、鸭等）肉的分析过程与示例类似。

为验证畜禽肉品质检测装置仪器的准确性和重复性要求的合理性，进行了验证试验，试验报告见附录 2（猪肉）和附录 3（鸡肉），外部验证结果见附件 1 至 3。经过适当的分析和处理方法，模型能够达到标准中规定的准确性和重复性要求，规定的准确性和重复性具有合理性。

（二）技术经济论证、预期的经济效果

预计在《畜禽肉品质检测 挥发性盐基氮、pH、嫩度、颜色同步测定 可见-近红外光谱法》标准完成并实施后，将产生显著经济效益和社会效益。在经济效益方面，标准实施后，将推动畜禽肉产品全产销各环节 TVB-N、pH、嫩度、颜色指标快速检测技术的进步，相比于传统检测方法，光谱检测速度快、非破坏、现场适用性强，将节省大量检测人员、检测用消耗品等成本；将降低样品及其制

备成本和省去运送成本。标准的实施有利于提高畜禽肉产品规范化生产中产品的附加值。在社会效益体方面，标准的实施，将提升畜禽肉质量监督管理水平和效率，缩短检测时间，增加检测测试的样本的数量及产品的覆盖率，提升产品品质，从而保证畜禽肉生产过程及产品的标准化和规范化，保护消费者的权益，保障肉食品安全，进一步提高人民生活质量和健康水平。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度

本标准未采用国际标准。

五、以国际标准为基础的起草情况

无。

六、与现行的法律法规和强制性国家标准的关系

本标准在现行法律法规的框架内起草，引用或参照相关法律法规的有关规定，与现行法律法规和强制性国家标准保持协调一致，没有矛盾或冲突，涉及 GB 2707-2016《食品安全国家标准 鲜（冻）畜、禽产品》、NY/T 2793-2015《肉的实用品质客观评价方法》、NY-1180-2006-T《肉嫩度测定 剪切力测定》、GB/T 29858《分子光谱多元校正定量分析通则》、GB 9695.19-2008《肉与肉制品 取样方法》、GB 5009.228-2016《食品安全国家标准食品中挥发性盐基氮的测定》、GB 5009.237-2016《食品安全国家标准 食品 pH 值的测定》等，并按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》制定，符合《中华人民共和国食品安全法》。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

八、涉及专利的有关说明

无。

九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织实施、技术措施、过渡办法等）

1. 本标准发布实施后，建议行业行政主管部门下发贯彻实施本标准的通知文件，督促有畜禽肉品质检测需求的企业和检测机构、部门采用标准中规定的方法。

2. 为加快标准贯彻实施速度，建议标准发布后尽快在网上公布，便于企业下载学习。

十、其他应予说明的事项

无。

附录 1:

畜禽肉品质指标的可见-近红外光谱检测分析示例

该示例以挥发性盐基氮 TVB-N 为例,分析了畜禽肉品质指标的可见-近红外光谱检测方法,主要包括样品选择、样品数据集划分、光谱信息采集、挥发性盐基氮(TVB-N)定量模型的建立、预测集模型的预测结果分析、准确性评价和重复性评价等,其他指标(pH、嫩度、颜色)的分析过程与该示例类似。

1 样品选择

用于建立模型的样品应该具有代表性,能够代表分析样品的特征。样品数量不少于 100 个,样品过少导致建立的模型欠拟合。本示例选择 120 个生鲜猪肉样品进行光谱可见-近红外光谱检测试验,排酸 24 小时后的样品存贮在 4℃的冷藏箱中 15 天。冷藏 15 天生鲜猪肉 TVB-N 含量的变化规律如图 1 所示。

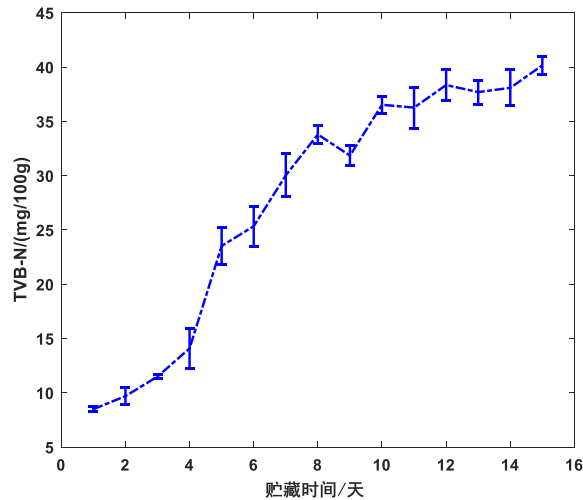


图 1 在 4℃冷藏 15 天生鲜猪肉 TVB-N 含量的变化规律

2 样品数据集划分

用于建模的样品按 3:1 的比例划分为校正集和预测集(本示例选择 SPXY 分组方法),即校正集和预测集的样品数分别为 90 和 30。校正集与预测集 TVB-N 的含量统计如表 1 所示。校正集 TVB-N 的含量最小值为 7.96 mg/100g,最大值为 40.40 mg/100g,均值为 23.15 mg/100g,标准差为 10.15 mg/100g。预测集 TVB-N 的含量最小值为 8.84 mg/100g,最大值为 40.04 mg/100g,均值为 22.12 mg/100g,标准差为 8.58 mg/100g。校正集 TVB-N 的含量范围包含预测集 TVB-N 的含量范围,利于建立稳定的预测模型。

表1 TVB-N的含量统计分析结果

数据集	样品数 (个)	TVB-N含量范围 (mg/100g)	均值 (mg/100g)	标准差 (mg/100g)
校正集	90	7.96~40.40	23.15	10.15

预测集	30	8.84~40.04	22.12	8.58
-----	----	------------	-------	------

3 光谱信息采集

参照 7.1 数据采集方法，获取生鲜猪肉样品的光谱数据。120 个样品的原始光谱如图 2 所示。

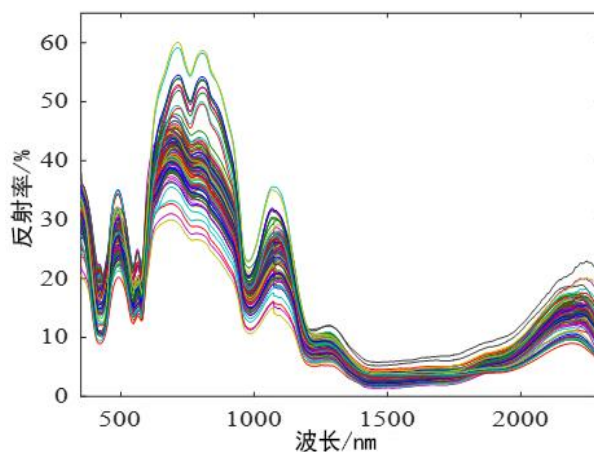


图 2 生鲜猪肉样品的原始光谱

4 挥发性盐基氮 (TVB-N) 定量模型的建立

利用多元散射校正 (MSC) 方法对生鲜猪肉的原始光谱数据进行预处理。采用预处理后光谱数据，建立 TVB-N 含量的偏最小二乘法回归 (PLSR) 预测模型。校正集 90 个样品建模的相关系数 R_c 为 0.98，标准误差 SEC 为 2.15mg/100g。校正集 TVB-N 的预测值与真实值的关系如图 3 所示。

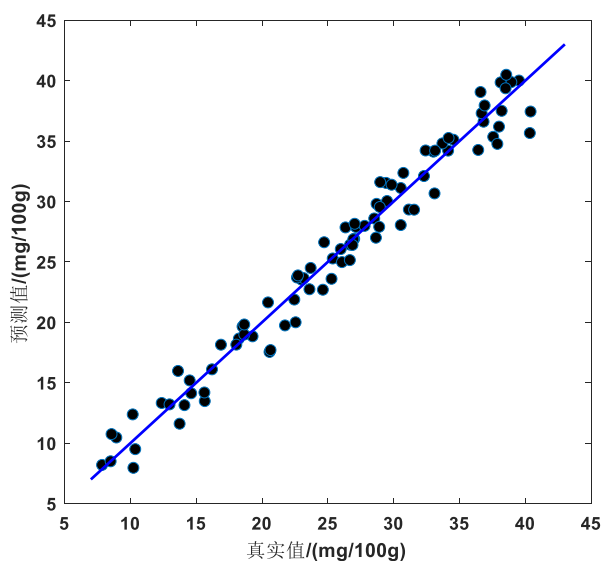


图 3 校正集 TVB-N 预测值与真实值的关系

5 预测集模型的预测结果分析

利用建立的 PLSR 预测模型，计算预测集 30 个样品的 TVB-N 预测结果如表 2 所示，预测集相关系数 R_p 为 0.97，标准误差 SEP 为 2.81 mg/100g。预测集 TVB-N 的预测值与真实值的关系如图 4 所示。

表 2 预测集模型的 TVB-N 含量预测结果

样品编号	真实值 /(mg/100g)	预测值 /(mg/100g)	样品编号	真实值 /(mg/100g)	预测值 /(mg/100g)
1	8.84	9.75	16	22.73	23.88
2	9.42	9.65	17	23.15	24.33
3	9.88	9.65	18	23.54	23.11
4	10.74	11.61	19	24.12	22.10
5	10.47	11.96	20	24.50	24.94
6	11.97	13.48	21	24.98	25.66
7	12.38	13.85	22	25.28	24.47
8	14.20	15.11	23	26.42	24.26
9	16.62	15.13	24	26.87	26.40
10	17.55	19.00	25	28.91	29.85
11	17.88	18.43	26	30.03	29.93
12	18.17	18.45	27	31.59	30.78
13	19.65	18.88	28	33.10	35.35
14	21.65	19.82	29	37.99	40.14
15	22.65	23.71	30	40.04	38.96

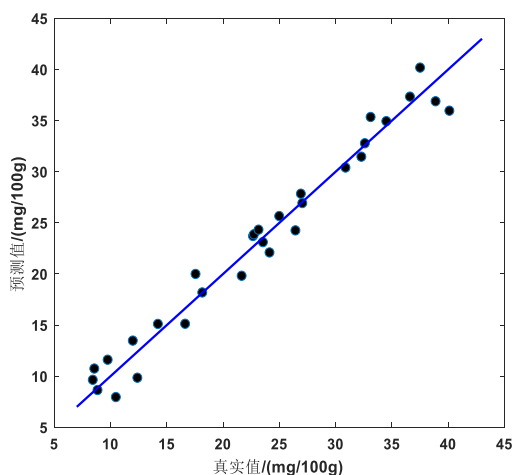


图 4 预测集 TVB-N 预测值与真实值的关系

6 准确性评价

参照 3.12 相对分析误差计算方法，预测集 30 个样品的相对分析误差 RPD 为 3.05 (> 1.5)，模型的预测能力满足要求。

7 重复性评价

参照 9.2 重复性的检测方法，预测集 30 个样品，每个样品检测 5 次的变异系数如表 3 所示。每个样品检测的变异系数均小于 10%，装置的重复性满足要求。

表 3 装置重复性检验

样品编号	同一样品连续 5 次检测的结果					变异系数(%)
	1	2	3	4	5	
1	9.73	9.69	9.58	9.56	9.88	1.33
2	9.55	9.43	9.76	10.05	9.83	2.50
3	9.72	9.99	9.44	10.40	9.67	3.73
4	11.34	12.00	10.95	10.98	11.02	3.94
5	11.88	11.34	11.05	11.02	11.76	3.48
6	13.88	12.79	12.98	12.97	14.01	4.29
7	14.19	12.98	13.87	13.88	13.04	4.02
8	15.12	15.43	15.32	15.21	14.98	1.15
9	15.77	15.60	15.41	15.89	15.93	1.37
10	18.23	18.63	18.75	19.78	18.34	3.28
11	18.59	19.02	18.71	18.34	17.99	2.10
12	18.99	19.02	17.89	19.23	18.01	3.37
13	19.01	17.99	18.4	18.34	18.43	1.99
14	20.99	20.01	18.98	20.67	20.30	3.82
15	22.71	23.05	23.98	22.89	23.79	2.43
16	23.79	23.65	23.80	22.91	23.82	1.65
17	24.01	25.03	24.39	24.38	24.70	1.56
18	23.17	23.32	23.15	23.99	23.49	1.47
19	23.02	23.21	22.18	22.47	22.79	1.82
20	24.99	24.80	24.73	24.05	24.37	1.53
21	25.45	25.01	26.32	24.1	26.15	3.55
22	24.33	24.10	24.98	24.46	25.01	1.64
23	24.34	24.79	24.98	24.73	23.39	2.60
24	26.43	25.98	26.92	26.88	27.32	1.92
25	29.01	28.98	28.67	28.91	29.68	1.30
26	29.99	29.75	30.43	29.39	30.02	1.28
27	31.58	30.98	30.67	31.232	31.34	1.12
28	34.87	35.02	35.79	34.56	34.03	1.85
29	38.04	38.97	39.43	37.59	37.89	2.03
30	39.25	39.87	40.32	39.32	39.12	1.28

附录 2:

猪肉挥发性盐基氮测定试验报告

编号	实测值 (mg/100g)	预测值 (mg/100g)	标准误差 (mg/100g)
1	9.73	9.92	0.19
2	9.73	9.98	0.25
3	9.73	9.78	0.05
4	9.73	9.92	0.19
5	9.73	9.55	0.18
6	14.97	14.96	0.01
7	14.97	15.06	0.09
8	14.97	15.39	0.42
9	14.97	15.70	0.73
10	14.97	14.24	0.73
11	21.71	20.80	0.91
12	21.71	22.10	0.39
13	21.71	21.30	0.41
14	21.71	20.71	1.00
15	21.71	22.32	0.61
16	17.40	17.99	0.59
17	17.40	16.69	0.71
18	17.40	16.91	0.49
19	17.40	17.05	0.35
20	17.40	16.67	0.73
21	13.25	13.49	0.24
22	13.25	12.71	0.54
23	13.25	13.83	0.58
24	13.25	13.69	0.44
25	13.25	13.41	0.16

26	22.23	22.45	0.22
27	22.23	21.81	0.42
28	22.23	21.16	1.07
29	22.23	21.92	0.31
30	22.23	21.39	0.84
31	14.35	13.72	0.63
32	14.35	13.78	0.57
33	14.35	14.64	0.29
34	14.35	13.63	0.72
35	14.35	14.82	0.47
36	23.70	22.75	0.95
37	23.70	23.98	0.28
38	23.70	24.67	0.97
39	23.70	23.25	0.45
40	23.70	24.43	0.73
41	17.71	18.33	0.62
42	17.71	18.24	0.53
43	17.71	18.47	0.76
44	17.71	17.98	0.27
45	17.71	17.37	0.34
46	13.09	12.97	0.12
47	13.09	13.65	0.56
48	13.09	12.58	0.51
49	13.09	13.64	0.55
50	13.09	13.56	0.47

猪肉 pH 测定试验报告

编号	实测值	预测值	标准误差
1	5.41	5.33	0.08
2	5.41	5.51	0.10
3	5.41	5.24	0.17
4	5.41	5.39	0.02
5	5.41	5.17	0.24
6	5.52	5.64	0.12
7	5.52	5.60	0.08
8	5.52	5.69	0.17
9	5.52	5.60	0.08
10	5.52	5.28	0.24
11	6.08	6.17	0.09
12	6.08	5.96	0.12
13	6.08	6.04	0.04
14	6.08	5.93	0.15
15	6.08	6.26	0.18
16	6.01	5.77	0.24
17	6.01	6.11	0.10
18	6.01	5.76	0.25
19	6.01	6.11	0.10
20	6.01	6.13	0.12
21	5.60	5.64	0.04
22	5.60	5.42	0.18
23	5.60	5.75	0.15
24	5.60	5.77	0.17
25	5.60	5.37	0.23
26	5.88	5.74	0.14

27	5.88	5.62	0.26
28	5.88	5.86	0.02
29	5.88	5.77	0.11
30	5.88	5.90	0.02
31	6.08	5.98	0.10
32	6.08	5.92	0.16
33	6.08	5.99	0.09
34	6.08	5.96	0.12
35	6.08	5.99	0.09
36	5.85	6.05	0.20
37	5.85	6.02	0.17
38	5.85	6.10	0.25
39	5.85	5.62	0.23
40	5.85	5.98	0.13
41	5.76	5.66	0.10
42	5.76	5.73	0.03
43	5.76	5.64	0.12
44	5.76	5.70	0.06
45	5.76	5.82	0.06
46	5.47	5.22	0.25
47	5.47	5.51	0.04
48	5.47	5.68	0.21
49	5.47	5.39	0.08
50	5.47	5.61	0.14

猪肉嫩度测定试验报告

编号	实测值/N	预测值/N	标准误差/N
1	40.65	41.06	0.41
2	40.65	38.86	1.79
3	40.65	42.28	1.63
4	40.65	39.06	1.59
5	40.65	42.48	1.83
6	40.90	41.10	0.20
7	40.90	39.22	1.68
8	40.90	41.88	0.98
9	40.90	42.00	1.10
10	40.90	41.47	0.57
11	35.99	34.44	1.55
12	35.99	34.84	1.15
13	35.99	37.54	1.55
14	35.99	35.85	0.14
15	35.99	36.64	0.65
16	43.86	45.22	1.36
17	43.86	45.75	1.89
18	43.86	41.67	2.19
19	43.86	43.20	0.66
20	43.86	43.42	0.44
21	28.72	28.20	0.52
22	28.72	28.09	0.63
23	28.72	30.16	1.44
24	28.72	29.32	0.60
25	28.72	27.57	1.15
26	35.57	37.17	1.60

27	35.57	34.33	1.24
28	35.57	36.96	1.39
29	35.57	36.78	1.21
30	35.57	35.96	0.39
31	20.28	21.05	0.77
32	20.28	19.43	0.85
33	20.28	19.51	0.77
34	20.28	19.29	0.99
35	20.28	20.75	0.47
36	34.41	33.76	0.65
37	34.41	32.83	1.58
38	34.41	34.17	0.24
39	34.41	35.51	1.10
40	34.41	34.07	0.34
41	38.83	37.67	1.16
42	38.83	37.94	0.89
43	38.83	37.55	1.28
44	38.83	37.04	1.79
45	38.83	40.54	1.71
46	25.07	24.49	0.58
47	25.07	24.54	0.53
48	25.07	24.77	0.30
49	25.07	24.39	0.68
50	25.07	24.09	0.98

猪肉颜色 (L*) 测定试验报告

编号	L*实测值	L*预测值	L*标准误差
1	49.28	50.71	1.43
2	49.28	48.49	0.79
3	49.28	49.92	0.64
4	49.28	50.71	1.43
5	49.28	48.05	1.23
6	50.01	48.11	1.90
7	50.01	50.46	0.45
8	50.01	50.01	0.00
9	50.01	47.71	2.30
10	50.01	48.91	1.10
11	50.06	49.06	1.00
12	50.06	49.41	0.65
13	50.06	50.41	0.35
14	50.06	48.66	1.40
15	50.06	48.51	1.55
16	47.49	47.82	0.33
17	47.49	47.96	0.47
18	47.49	49.01	1.52
19	47.49	49.82	2.33
20	47.49	49.44	1.95
21	44.79	43.89	0.90
22	44.79	46.67	1.88
23	44.79	43.18	1.61
24	44.79	43.09	1.70
25	44.79	42.64	2.15
26	47.02	49.37	2.35

27	47.02	47.96	0.94
28	47.02	46.03	0.99
29	47.02	46.17	0.85
30	47.02	47.63	0.61
31	48.66	46.71	1.95
32	48.66	50.27	1.61
33	48.66	48.47	0.19
34	48.66	48.71	0.05
35	48.66	47.01	1.65
36	51.34	50.62	0.72
37	51.34	49.90	1.44
38	51.34	52.98	1.64
39	51.34	49.34	2.00
40	51.34	53.55	2.21
41	47.92	48.26	0.34
42	47.92	49.88	1.96
43	47.92	48.54	0.62
44	47.92	46.67	1.25
45	47.92	47.54	0.38
46	52.96	53.70	0.74
47	52.96	53.44	0.48
48	52.96	52.70	0.26
49	52.96	52.96	0.00
50	52.96	51.85	1.11

猪肉颜色 (a*) 测定试验报告

a*实测值	a*预测值	a*标准误差
5.09	5.00	0.09
5.09	5.15	0.06
5.09	5.34	0.25
5.09	4.93	0.16
5.09	5.24	0.15
3.37	3.42	0.05
3.37	3.26	0.11
3.37	3.53	0.16
3.37	3.48	0.11
3.37	3.43	0.06
5.37	5.39	0.02
5.37	5.43	0.06
5.37	5.29	0.08
5.37	5.38	0.01
5.37	5.26	0.11
5.19	5.28	0.09
5.19	5.34	0.15
5.19	5.26	0.07
5.19	4.95	0.24
5.19	5.20	0.01
2.99	2.87	0.12
2.99	3.01	0.02
2.99	2.98	0.01
2.99	2.86	0.13
2.99	2.86	0.13
5.89	6.03	0.14

5.89	5.84	0.05
5.89	5.60	0.29
5.89	5.63	0.26
5.89	5.71	0.18
1.13	1.18	0.05
1.13	1.14	0.01
1.13	1.09	0.04
1.13	1.16	0.03
1.13	1.10	0.03
1.95	1.85	0.10
1.95	1.95	0.00
1.95	1.90	0.05
1.95	2.00	0.05
1.95	1.86	0.09
2.88	3.01	0.13
2.88	2.81	0.07
2.88	2.87	0.01
2.88	3.02	0.14
2.88	2.96	0.08
2.48	2.59	0.11
2.48	2.42	0.06
2.48	2.44	0.04
2.48	2.45	0.03
2.48	2.45	0.03

猪肉颜色 (b*) 测定试验报告

编号	b*实测值	b*预测值	b*标准误差
1	4.44	4.41	0.03
2	4.44	4.65	0.21
3	4.44	4.54	0.10
4	4.44	4.40	0.04
5	4.44	4.57	0.13
6	3.23	3.36	0.13
7	3.23	3.31	0.08
8	3.23	3.21	0.02
9	3.23	3.28	0.05
10	3.23	3.35	0.12
11	4.14	4.01	0.13
12	4.14	4.04	0.10
13	4.14	4.31	0.17
14	4.14	4.23	0.09
15	4.14	3.95	0.19
16	3.88	3.87	0.01
17	3.88	3.81	0.07
18	3.88	3.69	0.19
19	3.88	3.94	0.06
20	3.88	4.05	0.17
21	4.87	5.03	0.16
22	4.87	4.93	0.06
23	4.87	5.08	0.21
24	4.87	4.79	0.08
25	4.87	5.09	0.22
26	5.93	5.79	0.14

27	5.93	5.85	0.08
28	5.93	6.16	0.23
29	5.93	6.04	0.11
30	5.93	5.78	0.15
31	3.75	3.86	0.11
32	3.75	3.87	0.12
33	3.75	3.75	0.00
34	3.75	3.87	0.12
35	3.75	3.60	0.15
36	5.14	4.97	0.17
37	5.14	5.24	0.10
38	5.14	5.15	0.01
39	5.14	5.40	0.26
40	5.14	5.10	0.04
41	5.95	5.77	0.18
42	5.95	6.09	0.14
43	5.95	6.18	0.23
44	5.95	6.11	0.16
45	5.95	5.76	0.19
46	4.53	4.31	0.22
47	4.53	4.55	0.02
48	4.53	4.49	0.04
49	4.53	4.58	0.05
50	4.53	4.39	0.14

附录 3:

鸡肉挥发性盐基氮测定试验报告

编号	实测值 (mg/100g)	预测值 (mg/100g)	标准误差 (mg/100g)
1	7.38	7.56	0.18
2	7.38	7.64	0.26
3	7.38	7.73	0.35
4	7.38	7.17	0.21
5	7.38	7.04	0.34
6	8.17	8.31	0.14
7	8.17	8.09	0.08
8	8.17	8.11	0.06
9	8.17	8.42	0.25
10	8.17	8.67	0.50
11	10.07	9.68	0.39
12	10.07	10.56	0.49
13	10.07	10.04	0.03
14	10.07	9.82	0.25
15	10.07	10.11	0.04
16	8.34	7.95	0.39
17	8.34	8.12	0.22
18	8.34	8.39	0.05
19	8.34	7.94	0.40
20	8.34	8.06	0.28
21	9.21	9.33	0.12
22	9.21	9.67	0.46
23	9.21	9.32	0.11
24	9.21	9.64	0.43
25	9.21	8.71	0.50

26	7.69	7.33	0.36
27	7.69	7.65	0.04
28	7.69	8.12	0.53
29	7.69	8.12	0.43
30	7.69	7.94	0.25
31	10.68	10.25	0.43
32	10.68	10.97	0.29
33	10.68	11.24	0.56
34	10.68	10.69	0.01
35	10.68	10.12	0.56
36	9.42	9.36	0.06
37	9.42	9.45	0.03
38	9.42	9.46	0.04
39	9.42	10.06	0.64
40	9.42	9.07	0.35
41	11.56	11.36	0.20
42	11.56	11.29	0.27
43	11.56	11.96	0.40
44	11.56	12.33	0.77
45	11.56	10.87	0.69
46	13.71	12.96	0.75
47	13.71	13.31	0.40
48	13.71	14.26	0.55
49	13.71	13.58	0.13
50	13.71	12.89	0.82

鸡肉 pH 测定试验报告

编号	实测值	预测值	标准误差
1	5.96	5.91	0.05
2	5.96	5.84	0.12
3	5.96	5.97	0.01
4	5.96	6.02	0.06
5	5.96	6.07	0.11
6	5.81	5.77	0.04
7	5.81	6.04	0.23
8	5.81	5.69	0.12
9	5.81	5.54	0.27
10	5.81	6.11	0.30
11	6.07	6.16	0.09
12	6.07	5.95	0.12
13	6.07	6.04	0.03
14	6.07	5.93	0.14
15	6.07	6.19	0.12
16	6.12	6.01	0.11
17	6.12	6.14	0.02
18	6.12	6.33	0.11
19	6.12	6.09	0.03
20	6.12	6.25	0.13
21	6.03	6.11	0.08
22	6.03	5.96	0.07
23	6.03	6.05	0.02
24	6.03	6.21	0.18
25	6.03	6.15	0.12
26	6.24	6.13	0.11

27	6.24	6.22	0.02
28	6.24	6.34	0.10
29	6.24	6.05	0.19
30	6.24	6.28	0.04
31	6.17	6.32	0.25
32	6.17	6.08	0.09
33	6.17	6.11	0.06
34	6.17	6.24	0.07
35	6.17	5.97	0.20
36	6.31	6.28	0.03
37	6.31	6.55	0.24
38	6.31	6.14	0.17
39	6.31	6.38	0.07
40	6.31	6.52	0.21
41	6.27	6.22	0.05
42	6.27	6.24	0.03
43	6.27	6.35	0.08
44	6.27	6.18	0.09
45	6.27	6.09	0.18
46	5.93	6.06	0.13
47	5.93	6.12	0.19
48	5.93	5.88	0.05
49	5.93	5.96	0.03
50	5.93	6.01	0.08

鸡肉嫩度测定试验报告

编号	实测值/N	预测值/N	标准误差/N
1	39.42	40.14	0.72
2	39.42	39.69	0.27
3	39.42	41.47	2.05
4	39.42	38.84	0.58
5	39.42	39.15	0.27
6	44.37	43.58	0.79
7	44.37	44.01	0.36
8	44.37	44.83	0.46
9	44.37	45.69	1.32
10	44.37	43.22	1.15
11	42.53	43.11	0.58
12	42.53	44.25	1.72
13	42.53	40.97	1.56
14	42.53	44.10	1.57
15	42.53	40.33	2.20
16	50.12	48.57	1.55
17	50.12	49.74	0.38
18	50.12	47.96	2.16
19	50.12	50.16	0.04
20	50.12	51.37	1.25
21	53.96	52.72	1.24
22	53.96	53.54	0.42
23	53.96	54.59	0.63
24	53.96	54.06	0.10
25	53.96	55.01	1.05
26	36.51	37.22	0.71

27	36.51	36.14	0.37
28	36.51	34.75	1.76
29	36.51	36.37	0.14
30	36.51	37.04	0.53
31	47.65	46.17	1.48
32	47.65	49.01	1.36
33	47.65	47.59	0.06
34	47.65	46.33	1.32
35	47.65	47.86	0.21
36	40.32	39.59	0.73
37	40.32	39.74	0.58
38	40.32	40.65	0.33
39	40.32	40.33	0.01
40	40.32	41.24	0.92
41	54.59	53.36	1.23
42	54.59	54.27	0.32
43	54.59	55.12	0.53
44	54.59	56.04	1.45
45	54.59	53.84	0.75
46	60.43	59.66	0.77
47	60.43	60.20	0.23
48	60.43	59.37	1.06
49	60.43	60.63	0.20
50	60.43	61.07	0.64

鸡肉颜色 (L*) 测定试验报告

编号	L*实测值	L*预测值	L*标准误差
1	57.95	56.30	1.65
2	57.95	55.96	1.99
3	57.95	57.23	0.72
4	57.95	57.66	0.35
5	57.95	58.96	1.01
6	60.34	59.13	1.21
7	60.34	60.21	0.13
8	60.34	59.49	1.85
9	60.34	61.63	1.29
10	60.34	59.66	0.68
11	56.63	55.96	0.67
12	56.63	56.51	0.12
13	56.63	56.02	0.61
14	56.63	55.86	0.77
15	56.63	57.32	0.69
16	52.95	52.33	0.62
17	52.95	53.47	0.52
18	52.95	53.65	0.70
19	52.95	54.03	1.08
20	52.95	53.86	0.91
21	53.64	52.03	1.61
22	53.64	52.69	0.95
23	53.64	55.36	1.72
24	53.64	55.09	1.45
25	53.64	55.77	2.15
26	47.93	48.60	0.67

27	47.93	49.97	2.04
28	47.93	50.01	2.08
29	47.93	46.21	1.72
30	47.93	46.96	0.97
31	51.73	49.80	1.93
32	51.73	50.28	1.45
33	51.73	53.22	1.49
34	51.73	52.07	0.34
35	51.73	52.88	1.15
36	55.49	54.46	1.03
37	55.49	56.51	1.02
38	55.49	56.73	1.24
39	55.49	54.65	0.84
40	55.49	55.01	0.48
41	49.51	48.26	1.25
42	49.51	49.88	0.37
43	49.51	48.54	0.97
44	49.51	46.67	2.84
45	49.51	47.54	1.97
46	52.97	52.70	0.27
47	52.97	53.48	0.51
48	52.97	53.30	0.28
49	52.97	52.65	0.32
50	52.97	51.58	1.39

鸡肉颜色 (a*) 测定试验报告

编号	a*实测值	a*预测值	a*标准误差
1	-0.83	-0.82	0.01
2	-0.83	-0.90	0.07
3	-0.83	-0.81	0.02
4	-0.83	-0.85	0.02
5	-0.83	-0.79	0.04
6	1.74	1.66	0.08
7	1.74	1.70	0.04
8	1.74	1.64	0.10
9	1.74	1.81	0.07
10	1.74	1.85	0.11
11	1.92	1.86	0.06
12	1.92	1.79	0.13
13	1.92	1.84	0.08
14	1.92	1.94	0.02
15	1.92	2.06	0.14
16	0.57	0.60	0.03
17	0.57	0.55	0.02
18	0.57	0.61	0.04
19	0.57	0.54	0.03
20	0.57	0.52	0.05
21	1.16	1.17	0.01
22	1.16	1.21	0.05
23	1.16	1.19	0.03
24	1.16	1.14	0.02
25	1.16	1.20	0.04
26	-1.32	-1.38	0.06

27	-1.32	-1.22	0.10
28	-1.32	-1.21	0.11
29	-1.32	-1.42	0.10
30	-1.32	-1.36	0.04
31	1.03	0.99	0.04
32	1.03	1.06	0.03
33	1.03	1.02	0.01
34	1.03	0.94	0.09
35	1.03	1.09	0.06
36	1.96	1.87	0.09
37	1.96	2.09	0.13
38	1.96	1.84	0.12
39	1.96	1.95	0.01
40	1.96	1.87	0.09
41	-1.47	-1.54	0.07
42	-1.47	-1.36	0.06
43	-1.47	-1.53	0.06
44	-1.47	-1.44	0.03
45	-1.47	-1.61	0.14
46	-0.22	-0.23	0.01
47	-0.22	-0.21	0.01
48	-0.22	-0.20	0.02
49	-0.22	-0.22	0.00
50	-0.22	-0.24	0.02

鸡肉颜色 (b*) 测定试验报告

编号	b*实测值	b*预测值	b*标准误差
1	12.39	12.56	0.17
2	12.39	12.69	0.30
3	12.39	12.11	0.28
4	12.39	12.40	0.01
5	12.39	12.06	0.33
6	10.32	10.53	0.21
7	10.32	10.44	0.12
8	10.32	10.07	0.25
9	10.32	9.99	0.33
10	10.32	10.30	0.02
11	14.57	14.33	0.24
12	14.57	15.02	0.45
13	14.57	14.65	0.08
14	14.57	14.20	0.37
15	14.57	14.52	0.05
16	17.02	16.96	0.06
17	17.02	16.58	0.44
18	17.02	17.34	0.32
19	17.02	17.06	0.04
20	17.02	16.99	0.03
21	16.23	16.33	0.10
22	16.23	15.97	0.26
23	16.23	16.34	0.11
24	16.23	16.52	0.20
25	16.23	15.91	0.32
26	12.96	12.58	0.38

27	12.96	12.65	0.31
28	12.96	12.97	0.01
29	12.96	13.01	0.05
30	12.96	13.04	0.08
31	9.75	10.01	0.26
32	9.75	9.88	0.13
33	9.75	9.63	0.12
34	9.75	9.70	0.05
35	9.75	9.77	0.02
36	11.33	11.42	0.09
37	11.33	11.61	0.28
38	11.33	11.32	0.01
39	11.33	11.46	0.13
40	11.33	11.34	0.01
41	17.21	17.32	0.11
42	17.21	17.25	0.04
43	17.21	17.57	0.36
44	17.21	16.93	0.28
45	17.21	17.16	0.05
46	15.85	15.69	0.16
47	15.85	16.07	0.22
48	15.85	15.71	0.14
49	15.85	15.88	0.03
50	15.85	15.64	0.21