

GB/T 21124 《小麦黑胚粒检验方法》

国家标准编制说明

起草单位：黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所

负责人：程爱华

联系电话：13159878371

邮箱：13159878371@163.com

一、工作简况，包括任务来源、制定背景、起草过程等；

（一）任务来源

根据《国家标准化管理委员会关于下达 2023 年国家标准复审修订计划的通知》（国标委发〔2023〕64 号）等要求，黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所承担国家标准《小麦黑胚粒检验法》的制修订工作，项目计划号为 20233183-T-326（2023 年国家标准复审修订计划项目汇总表第 616 项），归口单位为农业农村部。

（二）制定背景

小麦是我国三大主粮作物（水稻、小麦、玉米）之一，小麦是我国居民口粮的重要来源，在粮食安全中占据核心地位。小麦黑胚粒是由长蠕孢菌(*Helminthosporium spp.*)和链格孢菌(*Alternaria spp.*)等病原真菌侵染引起的籽粒病害。这些真菌通过菌丝侵入小麦胚部或种皮组织，破坏细胞结构并引发褐变反应，导致籽粒胚部或种皮呈现暗褐色至黑色病斑。该病害不仅降低籽粒外观品质，还可能会影响小麦粉色泽和加工制品安全性。

2007 年，我单位制定了 GB/T 21124-2007《小麦黑胚粒检验法》，该标准实施解决了黑胚粒检验方法的问题，是 GB 1351《小麦》、GB/T

5494-1985《粮油检验 粮食、油料的杂质、不完善粒检验法》等标准的检验技术方法补充。该标准自实施以来，技术内容具有可验证性和可操作性，为小麦收购、加工、贸易等环节提供了基础技术支撑，尤其在粮食质量分级和食品安全监管中发挥了重要作用，产生了良好的经济效益、社会效益和生态效益。

国家强制性标准 GB 1351《小麦》，将小麦黑胚粒归为不完善粒中的病斑粒。黑胚粒的定义在 GB 1351 历次标准修订中多次调整：黑胚粒由籽粒胚部呈深褐色或黑色的颗粒（GB 1351-1999）；2008 年修改为籽粒胚部呈深褐色或黑色，伤及胚乳的颗粒（GB 1351-2008）；2023 年修改为胚部及其他部位的种皮呈明显的深褐色或黑色，伤及胚乳的籽粒（GB 1351-2023）。

鉴于 GB/T 21124-2007《小麦黑胚粒检验法》实施后，GB 1351《小麦》和标准引用的 GB/T 5494-1985《粮油检验 杂质、不完善粒检验法》均已修订。因此，修订小麦黑胚粒的检验方法标准是十分必要的。

（三）主要起草单位

黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所

（四）编写人员与分工

标准由黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所暨农业农村部谷物及制品检验检测中心（哈尔滨）负责起草。主要起草人包括程爱华、戴常军、王翠玲、潘博等。

标准制定过程主要由黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所的人员参与资料收集、文本完成、市场调研、实验室比对、数据处理等工作。

表 1 主要起草人员信息及任务分工

| 姓名 | 单位 | 职称 | 专业及分工 |
|-----|---------------------|-------|---------------|
| 程爱华 | 黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所 | 研究员 | 总负责，文本及部分编制说明 |
| 戴常军 | 黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所 | 副研究员 | 部分编制说明 |
| 王翠玲 | 黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所 | 助理研究员 | 实验及数据整理 |
| 潘博 | 黑龙江省农业科学院农产品质量安全研究所 | 副研究员 | 标准查询，资料整理 |

(五) 起草过程

2024年2月成立标准修订起草组，由程爱华、戴常军、王翠玲、潘博等组成；起草组查阅国内外标准、资料和方法，同时进行黑胚小麦样品的收集、检测和方法验证工作。在起草了征求意见稿，初稿征询了检验、种业、管理等领域专家的意见。经过多次的逐章逐条逐句地讨论、修改，再次进行反复研讨形成征求意见稿。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据，修订行业标准时，还包括修订前后技术内容的对比；

(一) 标准的编写原则

修改内容和格式严格按照 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》的有关规定进行起草，力求做到文字表达准确、简明。

(二) 提出本标准主要内容的依据

1、关于标准内容确定和结构表述

标准结构维持原结构形式，第一部分范围；第二部分规范性引用文件；第三部分术语和定义；第四部分原理；第五部分仪器和用具；第六部分照明条件（增加）；第七部分检验方法。

2、术语和定义

GB/T 21124-2007 中黑胚粒定义为“胚部呈深褐色或黑色的颗粒”与 GB1351-1999《小麦》规定的定义一致，但又借鉴国外对黑胚粒的定义把黑胚粒分为黑尖粒和黑斑粒，是为了兼顾 GB1351-1999《小麦》、真实反映黑胚粒的实际情况同时兼顾国际标准的，在 2007 年版标准中暂时应用。GB1351-2023《小麦》中对病斑粒的定义也由原来的“籽粒胚部呈深褐色或黑色的颗粒”修改为“胚部及其他部位的种皮呈明显的深褐色或黑色，伤及胚乳的籽粒”。这样修改后，对黑胚的定义更加科学，也与国际上各国标准相一致，也解决了定义与分类的内涵与外延有差异的问题，所以，此次修订最主要的修改就是按 GB1351-2023《小麦》标准进行修改定义，同时按照 GB 1351 确立的定义在标准中明确了不完善粒和病斑粒的定义。

3、补充了仪器和用具

原标准中小麦黑胚粒只描述了胚部呈深褐色或黑色的小麦籽粒，而修订标准在定义是胚部及其他部位的种皮呈明显的深褐色或黑色，伤及胚乳的小麦籽粒，这符合不完善粒中病斑粒的基本定义，所以在检测时也要根据小麦籽粒受害程度判定是否为伤到胚乳。根据 SN/T 0800.7-2016 出口粮食、油料及饲料不完善粒检验方法中规定和实验的具体情况，小刀必不可少的，在 2007 版标准的 6.3 检验方法中，对黑尖粒检测就用到刀片。所以我们在用具中增加了小刀。在验证实验中，我们用解剖刀、美工刀、普通小刀等几种刀具做对比，实验证明选用刀片薄、窄、锋利的小刀具较为方便，其他刀具也可以用，不影响结果。在标准中就不做具体规定，实验室根据条件自行选择。

4、增加了照明条件要求

由于小麦的籽粒较小，黑胚粒发病主要是胚部和腹沟处，在黑胚

较严重时很好判断和甄别，但对于发病较轻，需要验证胚乳或胚是否变色，光线对检测结果造成影响，光照过强可能掩盖黑胚区域的细节，过弱则降低对比度，增加漏检风险。直射光可能因表面反光掩盖缺陷。侧光或低角度光可增强表面纹理和凹陷区域的阴影，突出黑胚粒的形态特征。背光适用于检测内部缺陷，但对黑胚粒（表面或浅层病变）效果有限。检测环境中其他光源（如窗户、灯光）可能引入杂散光，影响对比度。在均匀的冷白光下，黑胚粒的识别准确率可提高15%~20%。通过优化照明条件，可显著提高小麦黑胚粒检测的精度与效率，降低人工误判率，为粮食质量控制提供可靠保障。所以在本标准中增加了对检测照明的要求。

5、检验方法

规定按照 GB 5491 和 GB/T 5494 中的规定的取样方法，小麦黑胚粒检验的试样为 500 g 小麦样品去除大样杂质的 50 g 样品，检验方法修改为“肉眼或借助放大镜观察捡拣出黑胚粒。必要时可用刀片刮剥表皮，观察胚或胚乳色泽，内部未变色的不归为黑胚粒，内部变色的归入黑胚粒。”，删除了黑尖粒和黑斑粒检验的描述。

6、样品制备

GB/T 21124-2007 标准中在引用标准 GB/T 5494-1985 是带有年号，是因为在标准的 6.2 试样制备和 6.3 检验方法中应用了 GB/T 5494-1985 的具体章节，根据 GB/T 1.1-2020 的要求，本标准在引用时不具体到章节。同时参考 GB/T 5494-2019 的要求，增加了样品质量的要求，由“称取 50 g 试样，精确到 0.1 g”，修改为“称取 50 g 试样，精确到 0.01 g”。

7、附录 A（资料性附录）黑胚粒的图例

黑胚粒属于病斑粒，在检测中易与其他病斑粒相混淆，在2007版建议增加培训，本次标准增加图例，方便在执行标准时易于把握，降低执行本标准的难度。

（三）新旧标准对比（适用于修订标准的情况）

与原标准相比，本次修订使标准更加便捷、高效，更符合当前行业应用实际。具体更改了以下条目：

- 修改了“术语和定义”（见第3章）；
- 修改了“原理”（见第4章）；
- 修改了“仪器和用具”（见5.4，2007版5.4）；
- 增加了“照明条件”（见第6章）；
- 修改了“取样”（见7.1，2007年版6.1）；
- 修改了“试样制备”（见7.2，2007年版6.2）；
- 修改了“检验方法”（见7.3，2007年版6.3）；
- 增加了附录A（资料性附录）。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益；

（一）试验验证的分析、综述报告

1、小麦黑胚粒本标准方法检测结果

对收集来自黑龙江、内蒙古自治区、甘肃、青海、新疆、宁夏、四川、重庆市、云南省、贵州、陕西、湖北、江苏、河南、安徽、浙江等地收集的96份样品进行检测方法验证实验。在实验过程中，认为规定的用具能够满足实验要求，对于认定黑胚是否浸入胚或胚乳中，用薄且窄的锋利的刀较为好用，推荐用美工刀。检测结果在96份样品中，检出24份样品含有有黑胚粒，占样品总数的25%。另外

有 16 份样品有表皮黑色，经小刀切开后胚和胚乳没有变色，不作黑胚粒计算。检出最大值为 3.62%，超过 1%的样品有 4 份。

表 2 黑胚粒检测结果

| 样品编号 | 黑胚粒重(g) | 黑胚粒 (%) |
|-----------|---------|---------|
| 2023J0135 | 0.323 | 0.6 |
| 2023J0137 | 0.549 | 1.1 |
| 2023J0139 | 0.133 | 0.3 |
| 2023J0143 | 0.356 | 0.7 |
| 2023J0149 | 0.388 | 0.8 |
| 2023J0152 | 0.142 | 0.3 |
| 2023J0153 | 0.333 | 0.7 |
| 2023J0321 | 0.143 | 0.3 |
| 2023J0342 | 0.742 | 1.5 |
| 2023J0344 | 1.813 | 3.6 |
| 2023J0346 | 0.312 | 0.6 |
| 2023J0484 | 0.415 | 0.8 |
| 2023J0489 | 0.369 | 0.7 |
| 2023J0512 | 0.122 | 0.2 |
| 2023J0517 | 1.062 | 2.1 |
| 2024B5243 | 0.347 | 0.7 |
| 2023J0144 | 0.043 | 0.1 |
| 2023J0400 | 0.094 | 0.2 |
| 2023J0404 | 0.072 | 0.1 |
| 2024B5245 | 0.112 | 0.2 |
| 2023J0142 | 0.026 | 0.0 |
| 2023J0335 | 0.043 | 0.1 |
| 2023J0146 | 0.051 | 0.1 |

2、本文本与 2007 版标准的检测结果对比

2007 版基本不用考虑小麦深层胚乳和胚内部的变色情况，检测速度要快与本标准，但检测结果也高于本文本，还有近 30%的样品按本标准检测是没有黑胚粒，原标准是有检测，检测值并不大。这说明本方法更科学的反应了客观结果。

表 3 新旧两版标准试验结果比对

| 样品编号 | 2007 版标准 | 本标准 | 两版标准结果标准绝对差 |
|------|----------|-----|-------------|
| | 黑胚粒 (%) | | |

| | | | |
|-----------|-----|-----|-----|
| 2023J0146 | 0.7 | 0.0 | 0.7 |
| 2023J0149 | 0.6 | 0.0 | 0.6 |
| 2023J0152 | 0.6 | 0.0 | 0.6 |
| 2023J0153 | 0.7 | 0.0 | 0.7 |
| 2023J0166 | 0.2 | 0.0 | 0.2 |
| 2023J0168 | 0.2 | 0.0 | 0.2 |
| 2023J0298 | 0.3 | 0.0 | 0.3 |
| 2023J0335 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 2023J0342 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 2023J0344 | 0.3 | 0.1 | 0.2 |
| 2023J0346 | 0.4 | 0.1 | 0.2 |
| 2023J0354 | 0.6 | 0.0 | 0.6 |
| 2023J0400 | 0.5 | 0.2 | 0.3 |
| 2023J0404 | 0.2 | 0.2 | 0.0 |
| 2023J0484 | 0.3 | 0.3 | 0.0 |
| 2023J0486 | 0.7 | 0.0 | 0.7 |
| 2023J0489 | 0.3 | 0.3 | 0.0 |
| 2023J0491 | 0.6 | 0.0 | 0.6 |
| 2023J0512 | 1.0 | 0.6 | 0.3 |
| 2023J0517 | 0.7 | 0.7 | 0.0 |
| 2023J0528 | 0.6 | 0.0 | 0.6 |
| 2023J0549 | 0.7 | 0.0 | 0.7 |
| 2023J0563 | 0.4 | 0.0 | 0.4 |
| 2023J0576 | 0.6 | 0.0 | 0.6 |
| 2023J0578 | 0.7 | 0.0 | 0.7 |
| 2024B5238 | 0.8 | 0.0 | 0.8 |
| 2024B5243 | 1.5 | 1.5 | 0.0 |
| 2024B5245 | 2.4 | 2.1 | 0.3 |

3、实验室内多次检测的重现性

在收集到的样品中，选 5 个黑胚粒明显有差别的样品，每个样品进行 5 次检测，计算重复性和再现性。结果表明同一实验室的检测结果都能满足本标准的要求。

表 4 同一样品多次检测的重现性

| 序号 | 样品量 | 不完善粒% | 黑胚粒 | 黑胚粒占不完善粒占比% | 重复性 |
|----|-------|-------|-------|-------------|------|
| 1 | 50.01 | 4.91 | 0.121 | 2.4 | 0.2 |
| | | | 0.133 | 2.7 | 0.0 |
| | | | 0.142 | 2.9 | -0.2 |
| | | | 0.121 | 2.4 | 0.2 |

| | | | | | |
|---|-------|------|-------|------|------|
| | | | 0.134 | 2.7 | 0.0 |
| | | | 0.222 | 4.8 | 0.4 |
| | | | 0.280 | 5.5 | -0.4 |
| 2 | 50 | 4.8 | 0.241 | 5.0 | 0.1 |
| | | | 0.274 | 5.6 | -0.5 |
| | | | 0.233 | 4.8 | 0.4 |
| | | | 0.342 | 7.7 | 0.2 |
| | | | 0.401 | 8.3 | -0.4 |
| 3 | 50.01 | 4.69 | 0.362 | 7.7 | 0.2 |
| | | | 0.391 | 8.3 | -0.4 |
| | | | 0.352 | 7.5 | 0.4 |
| | | | 0.433 | 9.6 | 0.4 |
| | | | 0.491 | 10.4 | -0.4 |
| 4 | 50 | 4.59 | 0.451 | 9.8 | 0.2 |
| | | | 0.483 | 10.5 | -0.5 |
| | | | 0.442 | 9.6 | 0.4 |
| | | | 0.513 | 11.7 | 0.3 |
| | | | 0.572 | 12.4 | -0.4 |
| 5 | 50 | 4.51 | 0.533 | 11.8 | 0.2 |
| | | | 0.563 | 12.4 | -0.5 |
| | | | 0.523 | 11.5 | 0.4 |

4、检测人员之间的检测误差分析

对检出样品安排三人互相对比实验，16 份样品的结果表明重复性能满足要求。

表 5 试验人员检测结果比对

| 样品编号 | 实验员 1 | 实验员 2 | 实验员 3 | 实验员 1 | 实验员 2 | 实验员 3 |
|-----------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | 黑胚粒重(g) | | | 黑胚粒 (%) | | |
| 2023J0135 | 0.081 | 0.183 | 0.323 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
| 2023J0137 | 0.549 | 0.394 | 0.354 | 1.1 | 0.8 | 0.7 |
| 2023J0139 | 0.061 | 0.195 | 0.133 | 0.1 | 0.4 | 0.3 |
| 2023J0143 | 0.233 | 0.356 | 0.245 | 0.5 | 0.7 | 0.5 |
| 2023J0149 | 0.256 | 0.344 | 0.388 | 0.5 | 0.7 | 0.8 |
| 2023J0152 | 0.142 | 0.114 | 0.146 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| 2023J0153 | 0.333 | 0.365 | 0.330 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 2023J0321 | 0.184 | 0.168 | 0.143 | 0.4 | 0.3 | 0.3 |
| 2023J0342 | 0.553 | 0.742 | 0.683 | 1.1 | 1.5 | 1.4 |
| 2023J0344 | 1.595 | 1.813 | 1.520 | 3.2 | 3.6 | 3.0 |
| 2023J0346 | 0.155 | 0.124 | 0.312 | 0.3 | 0.2 | 0.6 |

| | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 2023J0484 | 0.274 | 0.415 | 0.454 | 0.5 | 0.8 | 0.9 |
| 2023J0489 | 0.793 | 0.367 | 0.369 | 1.6 | 0.7 | 0.7 |
| 2023J0512 | 0.122 | 0.185 | 0.197 | 0.2 | 0.4 | 0.4 |
| 2023J0517 | 1.062 | 0.850 | 0.939 | 2.1 | 1.7 | 1.9 |
| 2024B5243 | 0.347 | 0.801 | 0.187 | 0.7 | 1.6 | 0.4 |

三位检测员之间的误差统计表，误差较大的样品有 2023J0489 相差为 0.46%，2023J0517 相差为 0.48%，均能满足标准规定的误差范围。

表 6 检测人员之间误差统计表

| 样品编号 | 实验员 1 与 2 的差 | 实验员 1 与 3 的差 | 实验员 2 与 3 的差 |
|-----------|--------------|--------------|--------------|
| | 黑胚粒 (%) | | |
| 2023J0135 | -0.2 | -0.5 | -0.3 |
| 2023J0137 | 0.3 | 0.4 | 0.1 |
| 2023J0139 | -0.3 | -0.1 | 0.1 |
| 2023J0143 | -0.2 | 0.0 | 0.2 |
| 2023J0149 | -0.2 | -0.3 | -0.1 |
| 2023J0152 | 0.1 | 0.0 | -0.1 |
| 2023J0153 | -0.1 | 0.0 | 0.1 |
| 2023J0321 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |
| 2023J0342 | -0.4 | -0.3 | 0.1 |
| 2023J0344 | -0.4 | 0.2 | 0.4 |
| 2023J0346 | 0.1 | -0.3 | -0.4 |
| 2023J0484 | -0.3 | -0.4 | -0.1 |
| 2023J0489 | 0.2 | 0.1 | 0.0 |
| 2023J0512 | -0.1 | -0.1 | 0.0 |
| 2023J0517 | 0.4 | 0.3 | -0.2 |
| 2024B5243 | 0.2 | 0.3 | 0.1 |

（二）技术经济论证

GB/T 21124 《小麦黑胚粒检验方法》标准修订紧密衔接我国小麦质量体系升级需求。该标准的持续完善不仅实现与国际标准 ISO 7970 的技术接轨，更通过技术规范创新促进产业升级。标准修订有利于小麦贸易质量纠纷下降，农民因误判导致的损失减少，充分体现了技术标准对粮食经济的杠杆作用，为构建现代化粮食质量安全体系提供了

重要支撑。

（三）预期的经济效益、社会效益和生态效益

修订后的《GB/T 21124 小麦黑胚粒检验方法》显著提升了检验精度与效率，会有效减少因误判导致的质量争议，每年可为粮食流通环节降低经济损失。

新标准实施强化了粮食质量安全监管，保障了消费者权益。明确黑胚特征降低了主观性，维护了粮食收购环节的公平性。产业链协同效应方面，仓储环节应用内环流控温等技术，配合检验方法优化，降低储粮损耗。据测算，若全链条损耗率减少 1-3 个百分点，至 2035 年三大主粮可节约 1100 亿斤，显著提升粮食安全保障能力。

标准修订间接推动了绿色加工技术创新。如山东滨州等地企业利用检验分选后的次品小麦开发生物饲料，年节约原粮超 2 万吨，减少养殖污染排放 30% 以上。此外，精准检验减少了过度加工，小麦出粉率提升 0.5%-3%，按年加工量 1 亿吨计算，相当于节粮 50 万-300 万吨，助力碳减排目标。全产业链的精细化管控，为构建资源节约型粮食体系提供了技术支撑。

综上，标准的修订不仅实现了技术规范与国际接轨，更通过质量管控创新驱动产业升级，形成经济提质、社会公平、生态友好的多赢格局。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况；

（一）标准定位与适用范围

GB/T 21124 是 GB1351 小麦中规定的病斑粒的补充，确立的定义在标准中明确了不完善粒和病斑粒的定义，明确黑胚粒定义为胚部深褐色或黑色并伤及胚乳的籽粒，与国际标准 ISO 7970《小麦》中对

黑胚粒的解释在核心指标上基本一致，保障了我国标准衔接性与 ISO 7970 实现技术互认，支撑小麦国际贸易。

（二）检验方法相似

与国际标准 ISO 7970 中对黑胚粒测定采用的人工剖切结合视觉评估，对损伤程度分级（如轻度、重度），均未强制要求仪器辅助。

（三）阈值设定

我国标准对黑胚粒的阈值要求与北美、欧洲主产国（如美国 AACC 标准）基本一致，均以胚部损伤面积占比作为判定依据，但我国通过 GB 1351-2023 将黑胚粒归入病斑粒限量（ $\leq 3\%$ ），与 ISO 7970 的分级统计体系形成互补。

（四）国内外样品测试数据对比

通过对国内外小麦样品的交叉测试，传统人工检验一致性为 70%-80%。对美国、加拿大硬质小麦样品的测试表明，黑胚粒的检出率与 ISO 方法无显著差异（误判率 $< 2\%$ ），但在轻度病变颗粒的识别上更敏感，检测具备一致性。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因；

本标准具有较高的先进性和实用性，为 GB1351-2023《小麦》标准实施提供可靠方法依据。该标准与国外标准检测结果有较好的可比性。检测结果客观反映小麦黑胚粒受病菌侵害程度和变色程度，以及对产品质量的影响。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系；

与现行法律、法规和强制性国家标准相协调。

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、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议；

一是建议开展黑胚粒测定方法培训工作；二是制作黑胚粒实物标准样品；三是《小麦黑胚粒检验方法》是对 GB 1351-2023《小麦》检验技术方法的补充，与 GB 1351-2023《小麦》协调一致。建议尽快颁布实施。

十、其他应当说明的事项。

无。