

《谷物制品辐照工艺》编制说明

征求意见稿

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

本标准由中国农业科学院农产品加工研究所牵头申请修订，经国家标准化管理委员会批准，于2023年12月28日下达《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），批准推荐性国家标准《谷物制品辐照工艺》（项目编号为：20233175-T-326）的修订工作，修订的原标准编号为GB/T18525.2-2001。

（二）制定背景

随着社会经济水平的发展和食品加工能力的提高，谷物制品已经从简单的面粉、大米等初级加工产品，发展成一个加工方式多样、品种繁多的庞大产业，满足了人民对丰富、便捷谷物制品的需求。食品辐照技术作为一种有效的非热加工技术，已经在国际上得到广泛认可。在2001年出台的辐照工艺系列标准中，在谷物制品上的应用仅限于杀虫目的，到2022年，已扩展至杀虫和杀菌两方面的需求。因此，本次标准修订旨在确保标准内容与食品加工技术和辐照技术的发展现状相符，使其成为食品辐照标准体系中的重要组成部分。修订后的标准将规范辐照技术在我国谷物制品中的应用，在标准的保障和引导下，辐照技术会在提高我国食品质量和种类方面发挥更大的作用。

三、起草单位及参与人员：

本标准由中国农业科学院农产品加工研究所、中广核辐照技术有限公司，原科恒辉技术有限公司、烟台蓝白食品有限公司，中金辐照股份有限公司，河南省科学院同位素研究所有限公司，四川省原子能研究院。起草人包括：高美须、张丽静、左都文、杨磊、潘军凯、杨小平、孙鸿飞、高鹏、邵博文、欧阳正松、刘晓剑、臧传云、王志新、邢福国、靳婧、崔龙、何亮、李佳少、黄敏、陈强。

（三）起草过程：

本标准的任务下达后，起草单位成立了起草工作组。起草工作组调研并收集整理了国内外谷物标准及相关的辐照加工资料，对谷物制品的 γ 射线、X射线和高能电子束辐照灭菌及杀虫效应、辐照对谷物制品品质的影响、辐照技术工艺等关键参数进行分析，为标准中技术指标的确定提供了科学依据。同时，起草工作组走访了相关企业，深入了解在实际生产应用中辐照灭菌及杀虫的剂量与效果情况，从而将理论分析与实际生产相结合，使制定的标准更贴合行业实际需求，具有指导生产实践的价值。

2024 年 11 月 14 日，中国原子能学会中国原子能农学会辐照加工与应用专业委员会组织召开了标准修订的腾讯线上研讨会，起草组汇报了标准初稿编制情况，专家提出了修改建议，根据专家修改意见，修改完善后形成了标准征求意见稿。

2025 年 3 月，编制单位线下向有关科研院所、企业的 8 家单位相关专家学者广泛征求意见。发送征求意见 8 份，回复意见共 3 家单

位，5家未回复。根据专家反馈意见对标准征求意见稿进行完善和补充。征求意见汇集见附件。

2025年X月，农业农村部农产品加工标准化技术委员会向有关科研院所、企业的X家单位相关专家学者广泛征求意见。发送征求意见稿X份，回复意见共X家单位，X家未回复。根据专家反馈意见对标准征求意见稿进行完善和补充，形成了标准送审稿。

2025年X月X日，向农业农村部农产品加工标准化技术委员会提交标准送审稿、编制说明及征求意见专家回复汇总表。

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

（一）编制原则和依据

本标准按照国家标准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》，并参照GB/T 20000.1-2014《标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用术语》的规定要求进行制定。

标准编制过程遵循全面、科学、合理和可行的原则，关键性技术指标的确定以试验数据为依据，力求做到规范、科学，关键技术参数的规定和相关技术条款符合辐照加工单位实际情况，标准可操作性易行。

（二）修订的前后对比及技术内容确定的依据：

与《谷类制品辐照杀虫工艺》（GB/T18525.2-2001）相比，修改变动说明如下：

1. 标准名称

将原标准名称《谷类制品辐照杀虫工艺》修改为《谷物制品辐照工艺》。

参考其他现行谷物相关国家标准GB 19640-2016 食品安全国家标准 冲调谷物制品及GB 13122-2016食品安全国家标准 谷物加工卫生规范等，谷物指禾本科草本植物种子，如稻谷、小麦、玉米、高粱、大麦、青稞等。随着谷物制品已作为即食食品和预制饭食的重要组成，其微生物控制已成为确保食品安全的关键环节，辐照冷杀菌技术作为一种能够对包装后食品进行快速处理的非热杀菌方法，尤其适合作为冷链中的杀菌环节，具有显著的技术优势和广泛的应用潜力。因此，本次修订在原有标准基础上增加了辐照杀菌相关内容，并将标准名称调整为《谷物制品辐照工艺》，以更好地适应行业发展需求和技术进步。

2. “范围” 部分

完善标准范围的语言表述，对照文本内容，增加了辐照灭菌相关内容，改为“ 本标准规定了谷物制品辐照杀虫和灭菌的工艺参数和技术要求。本标准适用于谷物制品的辐照杀虫和灭菌”。

3. “术语和定义” 部分

修改“谷类制品”的定义，参考GB 13122及GB 19640，修改为“经初加工的谷物籽粒及深加工的冲调或其他谷物产品。”更准确合理。

修改了“最低有效剂量”的定义，增加了灭菌部分的内容，扩大了应用范围，与文本对应。修改为“达到辐照目的所需的工艺剂量下

限值。本标准指能有效达到辐照目的所需的最低剂量。”

修改“最高耐受剂量”的定义，将“谷类制品食用品质和功能特性”修改为更简洁的“谷物制品品质。”

增加“工艺剂量”和“剂量不均匀度”，用于准确描述3.2中对食品辐照的剂量要求。参见GB 18524中的定义，分别为“为达到预期辐照目的所设定的吸收剂量范围，其下限值不低于最低有效剂量，上限值不高于最高耐受剂量。”、“加工负荷内最大吸收剂量和最小吸收剂量之比。”

4. “辐照源”部分

将原标题“5.1 辐照装置和管理”改为“4 辐照源”。内容没有改动，对辐照源进行了更详细的描述。食品辐照可用的电离辐射源为 ^{60}Co 或 ^{137}Cs 放射性核素产生的 γ 射线、电子加速器产生的能量不高于10 MeV的电子束以及电子加速器产生的能量不高于5 MeV的X射线。

5. “辐照前”部分

删除了辐照前产品的要求，原文4.1中“谷类制品应符合GB 2715要求。水分含量应 $<12\%$ 。产品应经筛选，以使产品中无害虫的蛹及成虫存在。筛选后应立即包装。”在调研过程中，了解到包装要求已经在谷物及谷物制品相关标准中明确，为避免内容出现重复，故删除此部分。同时，修改了关于包装的内容，原文4.2中为应使用食品级、耐辐照、保护性的包装材料。外包装使用瓦楞纸箱，并用胶带密封。”修改为“包装规格应满足辐照加工的要求，并使用食品级、防虫的包

装材料。”使表述更加简洁明确。

增加了关于贮存的要求，“5.1.2 贮存应符合产品要求的温、湿度条件。”以进一步明确贮存条件。

修改了辐照时期部分内容，原文为“辐照应在谷类制品筛选、包装后立即进行，以杀害虫的卵及幼虫发育成蛹和成虫。”修改为“辐照时期应在谷物制品筛选、包装后立即进行，以防微生物污染，和害虫的卵及幼虫发育成蛹和成虫。”使表述更加全面。

同时，增加了辐照工艺确定的工作流程，具体内容为：“5.2.1 应根据谷物制品种类、辐照目的和卫生质量要求确定辐照工艺剂量。按照所设定的辐照工艺剂量进行辐照，应保证不影响产品的食用品质和功能特性。5.2.3 应根据辐照加工食品的包装规格及辐照容器的形式确定装载模式，不同的谷物制品应单独建立装载模式。5.2.4 应根据以上结果制定辐照工艺文件，工艺文件应包括工艺剂量、装载模式、设备运行参数、监测剂量计的位置等内容。”这一流程的明确有助于规范企业的实际操作过程，确保辐照工艺的科学性和可操作性。

在辐照剂量方面，原标准中为“5.2 工艺剂量 杀死害虫卵和幼虫的最低有效剂量为 0.3 kGy，大米、高粱米、玉米渣、小米、黄米、燕麦片、面粉的最高耐受剂量分别为：0.5 kGy，0.8 kGy，0.8 kGy，0.8 kGy，0.8 kGy，0.8 kGy 和 1.0 kGy。用于谷类制品辐照杀虫的工艺剂量应设定在 0.3 kGy 和各种谷类制品的最高耐受剂量之间。”仅包含杀虫相关剂量要求。修改后，保留辐照杀虫的剂量要求，将表述简化为：“最低有效剂量为 0.3kGy，最高耐受剂量大米为 0.5 kGy、

面粉为 1.0 kGy，其他为 0.8 kGy”，增加灭菌的剂量要求，具体为“深加工的谷物制品杀菌工艺剂量范围一般应在 2-8 kGy 之间，具体可根据实际辐照目的和卫生质量确定，但最高不超过 10 kGy。”删除“用于谷类制品辐照杀虫的工艺剂量应设定在 0.3 kGy 和各种谷类制品的最高耐受剂量之间。”此句与“杀虫的最低有效剂量.....最高有效剂量为.....”表述重复，故删除以简化表述。

谷物制品辐照灭菌的剂量确定依据：

目前，辐照灭菌在谷物制品领域应用的研究取得了一定进展。 γ 射线、电子束等辐照源被广泛应用于谷物制品的灭菌处理。研究表明，辐照能够有效杀灭谷物中的细菌、霉菌等微生物，显著延长谷物制品的保质期。不同谷物制品因其自身特性，对辐照灭菌的响应存在一定差异。

（1）谷物辐照杀菌最低有效剂量：

单国尧等^[1]研究了采用 ^{60}Co 或 ^{137}Cs - γ 射线或由加速器产生的 5MeV 的 x 射线或电子束对稻米进行辐照杀虫防霉的工艺。结果表明，辐照前稻米的菌落总数 $\leq 5000 \text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ ，霉菌 $\leq 100 \text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ ；辐照后菌落总数 $\leq 100 \text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ ，霉菌 $\leq 10 \text{ CFU}\cdot\text{g}^{-1}$ 。且稻米的色泽、气味和食味不变。研究证实，稻米辐照防霉的最低有效剂量为 2 kGy。Chung 等^[2]研究了 γ -射线对稻谷中致病病原体的灭活作用。结果显示，当辐照剂量达到 1 kGy 时，稻谷中的沙门氏菌属、埃希氏菌属和葡萄球菌可得到有效的控制，当剂量达到 3 kGy 时，这些致病菌可被完全灭活。

Aziz 等^[3]研究了辐照对小麦、玉米和大麦中伏马菌素 B1 的降解效果。结果表明，当辐照剂量为 5 kGy 时，伏马菌素 B1 的降解率分别为 96.6%（小麦）、87.1%（玉米）和 100%（大麦）；当剂量增加到 7 kGy 时，小麦和玉米中的伏马菌素可完全被破坏，失去毒性。这表明，辐照杀灭霉菌的有效剂量通常在 5 kGy 到 10 kGy 之间。王德宁等^[4]采用 ^{60}Co - γ 射线对豆谷类及其制品进行辐照杀虫防霉处理试验。结果表明，谷类及其制品辐照防霉的最低有效剂量为 3.0 kGy，最高耐受剂量为 7.0 kGy。Sarrias 等^[5]使用 1.1、7.5 kGy 剂量的电子束辐照去壳糙米和大米，成功杀灭了大肠菌、大肠杆菌（*E.coli*）、还原亚硫酸盐的梭菌属、真菌和腊状芽孢杆菌（*Bacillus cereus*）。

综合国内外研究资料、现行的国际和国内标准^[6]以及加工生产实践经验，在保证辐照后产品卫生质量的基础上，经 2.0 kGy 处理后可满足谷物及其制品的一般杀菌需求。因此，建议谷物辐照杀菌的最低有效剂量为 2.0 kGy。

（2）谷物辐照杀菌最高耐受剂量：

多数研究表明，在常规辐照剂量范围内（一般低于 10 kGy），谷物中的蛋白质和人体必需氨基酸含量基本保持稳定。这是因为蛋白质和氨基酸的化学结构相对稳定，辐照产生的能量不足以对其造成大规模破坏。然而，高剂量辐照可能会导致蛋白质分子结构发生变化，如蛋白质的二级、三级结构被破坏，进而影响其功能特性。例如，某些蛋白酶可能失活，从而影响谷物在后续加工过程中的品质变化。

魏会惠等^[7]研究了电子束辐照对小麦粉的杀菌效果及品质的影响。结果表明，在 1~5 kGy 剂量范围内，辐照对小麦粉的基本营养成分及氨基酸含量无明显影响；辐照后湿面筋含量和面筋持水率也无明显变化，但面筋指数和降落数值随着剂量增加有所减小；辐照可提高小麦粉面团的吸水率，降低形成时间和稳定时间等；面团的拉伸面积、拉伸阻力和拉伸比例等面团流变学特性参数呈现先升高后降低趋势，但变化幅度较小。关键等^[8]研究了 ^{60}Co 辐照对燕麦片基本营养成分和理化性质的影响。结果表明，在 0~9 kGy 剂量范围内，脂肪分数在 2 kGy 时最低（7.7%），水分质量分数最高为 9.72%；黏度和蛋白质质量分数随辐照剂量的增加逐渐降低；淀粉质量分数在 6 kGy 以下剂量处理时有所下降，但样品之间无明显色差。Aziz 等^[3]以大麦、小麦、玉米、高粱为研究对象，采用 5、10、15 kGy 的 ^{60}Co - γ 射线辐照处理。结果表明：低于 10 kGy 的剂量可有效地杀灭致病菌（如需氧菌、真菌、需氧芽孢菌等），且不会显著影响营养价值。超过 10 kGy 的剂量会导致硫胺素和核黄素含量会显著降低。孙鹏伟等^[9]研究了 γ 射线辐照对大米食用品质及淀粉理化特性的影响，结果表明，随辐照剂量的增加，大米的加热吸水率、体积膨胀率、米汤 pH 值、米汤固体溶出物含量及米汤碘蓝值显著降低（ $P < 0.05$ ）；在食用品质方面，较高剂量（8、10 kGy）辐照导致米饭的总色差（ ΔE ）显著升高（ ΔE 分别为 10.43 和 12.53），表现出明显的色泽变化；在淀粉理化特性方面，峰值黏度、回生值、糊化焓等特性指标随辐照剂量的增加显著降低（ $P < 0.05$ ）。

辐照对全谷物中抗氧化活性物质的影响主要取决于辐照的剂量以及全谷物的种类^[10]。Shao 等^[11]对 3 种不同颜色的全谷物稻米进行辐照处理,发现总酚含量及总抗氧化活性均明显增加,且在高剂量(8、10 kGy) 辐照条件下增加效果显著,抗氧化活性物质的增加可能是辐照过程中产生的游离自由基充当应力信号,改变了细胞膜的渗透性和电势,可能启动谷物中不同的代谢反应,触发多酚类物质合成的应激反应,从而合成多酚类物质^[12]。Zhu 等^[13]对不同品种全谷物稻米进行辐照处理,发现除黑米外,谷物中总酚酸含量在辐照条件下显著降低,且含量与辐照剂量没有严格的效应关系,黑米在 6、8kGy 辐照条件下花青素和酚酸的总量均显著提高,黑米中多酚含量升高是因为辐照处理能够激活合成多酚类物质的酶,促进多酚含量增加。因此,应对不同的全谷物选择合适的辐照剂量,有利于谷物中的抗氧化成分含量的提高。

综合上述研究,深加工谷物制品的辐照杀菌剂量一般应在 2-8 kGy 之间。这一剂量范围可以有效杀灭大多数微生物,同时保持食品的营养成分和感官品质。具体剂量可根据实际辐照目的和卫生质量要求进行调整,但最高不应超过 10 kGy,以避免对食品品质产生不利影响。

结合实际情况,起草组对辐照技术在食品灭菌中的研究和应用需求进行了调研,整理了各单位的灭菌食品种类、数量及关键技术参数(包括辐照最高耐受剂量等)。调研结果显示,从经济性

考虑，辐照企业和食品企业通常会选择尽量低的剂量，大部分食品的辐照剂量不会超过 10 kGy。参照 CAC 标准 中“除确有必要达到合理工艺目的外，接受辐照加工的食品的最大吸收剂量不应超过 10 kGy”的相关内容，故采用“最高不超过 10 kGy”的描述。

表 1 2021 年 10 月-2022 年 9 月辐照加工食品的种类和量

辐照工艺卫生标准	食品种类	年辐照量/吨
豆类、谷类及其制品 GB 14891.8-1994	豆类、谷类及其制品、其他相关产品：豆纤维、豆粉、米粉等	14762.27

表 2 有市场需求的辐照加工食品种类及参照剂量

食品种类	辐照处理目的	最高耐受剂量 (kGy)
谷物及其制品≤	杀虫（最低有效剂量 0.4～0.6 kGy）	1.0

	杀菌	10
--	----	----

6. “辐照过程”部分

增加“辐照过程”部分内容，用于对辐照过程监控进行要求，具体为：“6.1 根据辐照工艺文件要求设定设备运行参数、装载模式及产品翻转形式组织加工，并对加工装置、相关参数和在线产品流转过程实施监控和记录。6.2 根据辐照工艺要求布放监测剂量计进行测量和记录，剂量测量系统按 GB/T 16640 的规定选择，并定期溯源至国家吸收剂量标准。6.3 加工中断应评估对产品吸收剂量造成的影响，应对后续处理过程进行记录。”

增加此部分内容，以便对日常加工的控制要求具体化，以更好的执行确定的辐照加工工艺，从而使辐照加工控制过程从工艺的确定到工艺的实施形成闭环。

7 “辐照后”部分

7.1 将标题中的“贮运”修改为“贮存”，将原文中“产品库必须无虫源。在运输和装卸时应防止内外包装的破损以避免害虫的再侵入。修改为“已辐照加工产品和未辐照加工产品应分区存放。贮存环境符合谷物制品的卫生要求。”

7.2 工艺剂量确认

将原文 7 中“辐照后产品质量”修改为“工艺剂量确认”，更符合辐照加工企业实际生产情况，并做了文字修改。 原文为“辐照后产品质量 按本标准操作，辐照后无活成虫出现。卵和幼虫可在 1-3 周

内死亡，并且不会影响本产品的食用品质和功能特性。”修改为“7.2.1 在确认辐照加工产品的监测剂量满足工艺剂量要求且加工过程无其它异常后方可放行。7.2.2 当出现不符合工艺剂量要求或其他不合格情形时，应按照不合格品管理程序要求进行处理。”

8. “标识” 部分

原标准中对标识的规定为“按 GB/T 18524-2001 中第 8 章执行”。因本标准为 GB/T 18524 配套标准。鉴于 GB/T 18524-2001 已在 2016 年修订为 GB 18524-2016，其中标识引用 GB7718 的有关内容，因此本标准直接引用 GB7718 的内容，即：应在名称临近位置标示“辐照加工食品”或“经辐照处理”。

9. “重复照射” 部分

原标准中对标识的规定为“9 根据 GB/T 18524-2001 中第 7 章的规定，可进行重复照射，但累积剂量不应超过产品的最高耐受剂量”。在 GB 18524-2006 中有关于重复辐照的相关规定“5.2.5.1 除为控制虫害再次侵袭，低含水量食品(如谷物、豆类、脱水食品及类似产品)可以进行重复辐照外，其他情况不得进行重复辐照。”作为其配套标准，删除关于重复照射部分的内容。

10. “记录与文件管理” 部分

增加了“记录与文件管理”部分内容，具体为“8 所有记录文件应妥善保管，在食品的保质期内备查，应至少保存 2 年。”有助于指导企业在实际应用中保存相应资料。

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；

核技术作为一门高新技术，在国家安全、国民经济各行业及社会发展中具有重要战略地位，而辐照加工技术则是非核技术应用的关键领域之一。在《中国制造 2025》规划中，核技术被定位为推动高端制造业发展的重要支撑技术，与“节能减排”的国家政策高度契合。近年来我国食品制造业发展快速，销售收入由 11,038.68 亿元增长至 18,348.20 亿元，占国民生产总值的比例约 2%-3%。食品辐照技术作为核技术与食品科学交叉融合的产物，结合现代食品加工技术和包装技术，若能科学合理地扩大其应用领域并逐步完善相关标准，将有力推动食品辐照技术的发展，对农产品和食品的高质量发展具有重要的现实意义。

从谷物制品领域来看，2001 年谷物制品只包括大米、面粉、高粱米、玉米渣、黄米、燕麦片和小米；到 2022 年餐食供应社会化和冷链食品快速发展的今天，谷物制品已成为即食食品和预制饭食的重要组成部分。在此背景下，谷物制品的微生物控制是食品安全的保证辐照冷杀菌技术作为一种能够对包装后食品进行快速处理的非热杀菌方法，尤其适合作为冷链中的杀菌环节，其技术优势具有巨大的应用潜力。因此，亟需修订相关标准，以满足市场对新技术的需求。

本标准修订完成后，将与专业协会学会的团体标准相结合，形成以国家强制性标准为核心、以推荐性工艺规范（包括本修订标准）为支撑、以行业标准和专业协会学会的具体食品品种规程类团体标准为补充的科学合理标准体系。这一体系将有力促进辐照技术

在保障我国食品质量安全方面的广泛应用，推动食品行业的高质量发展。

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；

本标准根据谷类制品企业生产条件和食品中腐败微生物、病原微生物的初始负载水平确定辐照最低有效剂量，在修订过程中参考和借鉴了国际食品法典委员会（CAC）颁布的标准“辐照食品通用标准”（CODEX STAN 106-19831, Rev.1-2003）和“食品辐照加工工艺国际推荐准则”（CAC/RCP 19-1979, Rev.2-2003）。CAC标准中的关于吸收剂量的要求为“接受辐照加工的食品的最大吸收剂量不应超过10 kGy”本标准中辐照剂量最高不超过10 kGy，符合CAC中关于最高剂量的要求。

本标准符合GB 18524的辐照工艺剂量的要求，确定最高可接受剂量；GB 18524规定了食品辐照加工的辐照装置、辐照加工过程控制、辐照后处理、人员管理、安全管理和记录等基本卫生要求和管理准则。本标准从谷类制品的要求出发，在原文本的基础上，对辐照前、辐照过程和辐照后等全部辐照生产环节进行了修订。

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；

本标准参考和借鉴了国际食品法典委员会（CAC）颁布的标准“辐照食品通用标准”（CODEX STAN 106-19831, Rev.1 -2003）和“食品辐照加工工艺国际推荐准则”（CAC/RCP 19-1979, Rev.2-2003）。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系；

本标准起草人收集了和查阅我国现行有效的食品安全、辐照加工食品工艺或卫生国家标准、行业标准等资料，构建本标准技术规范要素。本标准主要参照的标准包括：

GB 13122 食品安全国家标准 谷物加工卫生规范

GB 18524 食品安全国家标准 食品辐照加工卫生规范

GB 19640 食品安全国家标准 冲调谷物制品

GB/T 16640 辐射加工剂量测量系统的选择和校准导则

GB/T 17568 γ 辐照装置设计建造和使用规范

GB/T 40590 辐射加工用电子加速器装置运行维护管理通用规范

本标准遵循“先进性、实用性、统一性、规范性”的原则，注重标准的通用性、适用性、可操作性，以国家有关法规和标准为主要参考，根据调研及国内外学者的研究结论，进行必要的试验及验证试验等程序完成本标准的编制，使本标准具有充分的科学性。

七、重大分歧意见的处理经过和依据；

无重大意见分歧。

八、涉及专利的有关说明；

本标准在修订过程中未涉及相关专利。

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；

鉴于现有标准发布于2001年，已远远落后与现代食品加工业对辐

照加工技术的需求，建议在2025年内完成并实施修订后的标准，以满足行业发展和技术进步的要求。

建议组织辐照加工单位、谷物制品生产企业及相关学协会积极参与标准的宣贯和培训活动，深入学习本标准的具体条文，并按本标准中的工艺要求，进一步规范谷物制品在辐照、剂量控制、贮存等各环节的操作，全面提升实际应用水平。同时，建议与GB18524标准配套使用，构建完善的辐照加工食品标准体系，为谷物制品中辐照加工技术的应用提供科学指导和管理依据，推动行业规范化发展。

十、其他应当说明的事项。

无。

参考文献：

- [1]单国尧, 季萍, 李莉莉, 等. 稻米辐照杀虫防霉工艺研究[J]. 江苏农业科学, 2009, (6): 343-345.
- [2]Chung H J, Lee N Y, JO C, et al. Use of gamma irradiation for inactivation of pathogens inoculated into Kimbab, steamed rice rolled by dried laver[J]. Food Control, 2007(18): 108-112.
- [3]Aziz N H, Attlael-far F M, Shahin A A M, et al. Control of Fusarium Moulds and Fumonisin B1 in Seeds by Gamma irradiation[J]. Food Control, 2007, 18(11): 1337-1342.
- [4]王德宁, 冯敏, 李澧, 等. 豆谷类及其制品辐照杀虫防霉剂量要求研究[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(27): 11138-11139, 11144.

- [5]Sarrias J A, Valero M, Salmeron M C. Elimination of bacillus cereus contamination in raw rice by electron beam irradiation[J]. Journal of Food Microbiology, 2003, 20(3): 327-332.
- [6]江苏省质量技术监督局. DB32/T 3110-2016 豆谷类及其制品辐照杀虫防霉技术规范[S].
- [7]魏会惠, 罗小虎, 王莉, 等. 电子束辐照小麦粉的杀菌效果及对低菌小麦粉品质的影响[J]. 现代食品科技, 2017, 33(2): 142-147.
- [8]关键, 许龙, 薛淑静, 等. 辐照强度对燕麦片物理特性的影响[J]. 食品科学技术学报, 2015, 33(1): 65-68.
- [9]孙鹏伟, 刘娅妮, 高虹, 等. γ 射线辐照对大米食用品质及淀粉理化特性的影响[J]. 食品科学, 2024, 45(13): 210-219.
- [10]戴涛涛, 耿勤, 曾子聪, 等. 加工方式对全谷物抗氧化活性影响研究进展[J]. 食品工业科技, 2016, 37(7): 368-373.
- [11]Shao Y, Tang F, Xu F, et al. Effects of γ -irradiation on phenolics content, antioxidant activity and physicochemical properties of whole grainrice[J]. Radiation Physics and Chemistry, 2013, 85(4) : 227-233.
- [12]Barka E A, Kalantari S, Makhlouf J, et al. Effects of UV-C irradiation on lipid peroxidation markers during ripening of tomato(*Lycopersicon esculentum* L.) fruits[J]. Functional Plant Biology, 2000, 27(2): 147-152.
- [13]Zhu F, Cai Y, Bao J, et al. Effect of γ -irradiation on phenolic compounds in rice grain[J]. Food Chemistry, 2010, 120 (1): 74-77.