

# 磷酸酯双淀粉国内外标准比对研究

朱伟\*, 程志翔, 付昕媛

(上海市质量监督检验技术研究院, 上海 200233)

**摘要:** 在国际贸易日益频繁的背景下, 不同国家和地区对变性淀粉的质量安全指标要求存在差异。本文以磷酸酯双淀粉为例, 比对分析了我国与联合国粮食农业组织与世界卫生组织的委员会 (Joint Expert Committee on Food Additives, JECFA)、欧盟、美国、日本和韩国等主要贸易区域或国家的相关标准技术指标及检测方法的异同, 为变性淀粉的国际贸易提供技术支撑。

**关键词:** 变性淀粉; 磷酸酯双淀粉; 标准; 比对

## Comparison study of foreign and domestic standards of modified starches distarch phosphate

ZHU Wei\*, CHENG Zhi-Xiang, FU Xin-Yuan

(Shanghai Institute of Quality Inspection and Technical Research, Shanghai 200233, China)

**ABSTRACT:** In the setting of escalating international trade, distinct variances emerge in the prerequisites for the quality and safety benchmarks of modified starch across different countries and regions. Taking distarch phosphate as an example, this article compares and analyzes the similarities and differences in relevant standard technical indicators and testing Methods between China and major trading regions or countries such as JECFA, the European Union, the United States, Japan, and South Korea, providing technical support for the international trade of modified starch.

**KEY WORDS:** modified starch; distarch phosphate; standard; comparison

## 0 引言

变性淀粉是通过物理、化学或生物手段对淀粉分子进行修饰, 改变其天然特性, 以适应特定应用需求的改性淀粉<sup>[1]</sup>。这种变性处理赋予淀粉新的特性和用途<sup>[2]</sup>, 使其在食品<sup>[3-5]</sup>、造纸<sup>[6]</sup>、化妆品<sup>[7-8]</sup>、生物医药<sup>[9]</sup>、环保<sup>[10]</sup>等多个行业中得到广泛应用。

在全球化的背景下, 变性淀粉的应用领域不断扩展<sup>[11-13]</sup>, 但其质量和安全指标的统一和规范仍面临挑战。由于各个国家和地区的监管体系、生产工艺<sup>[14-16]</sup>、市场需求的差异, 变性淀粉的质量安全指标存在较大的差异。这不仅影响了产品的质量 and 性能, 也给国际贸易带来了诸多不便和潜在风险。

为了提升我国变性淀粉在国际市场上的竞争力和影响力, 本文选取磷酸酯双淀粉为研究对象, 深入剖析联合国

粮食农业组织与世界卫生组织的委员会 (Joint Expert Committee on Food Additives, JECFA)、欧盟、美国、日本、韩国等主要贸易区域或国家的相关标准, 开展质量安全、重金属、微生物等指标及检测方法的比对分析, 找出差异, 以促进我国变性淀粉标准与国际标准的互联互通, 从而提升我国变性淀粉的国际竞争力。

## 1 国内外变性淀粉相关标准

对于变性淀粉, 国内外都制定了严格的标准和法规进行规范, 不仅涵盖了变性淀粉的技术指标、检验方法, 还涉及到产品的验收规则、标签、包装、运输、贮存和销售等方方面面。

### 1.1 我国变性淀粉相关标准

目前, 我国变性淀粉类的产品标准和检测方法标准共

基金项目: 上海市市场监督管理局技术性贸易应对专项项目 (2023TBT013)

Fund: Supported by Shanghai Municipal Administration for Market Regulation Technical Trade Response Special Project (2023TBT01)

\*通信作者: 朱伟, 博士, 高级工程师, 研究方向为食品质量安全研究。E-mail: zhuwei@sqi.org.cn

\*Corresponding author: ZHU Wei, Ph.D, Senior Engineer, Shanghai Institute of Quality Inspection and Technical Research, Shanghai 200233, China. Email: zhuwei@sqi.org.cn

18 个, 其中产品标准 13 个, 检测方法标准 5 个。产品标准详细规定了变性淀粉的感官要求、质量指标、污染物限量等, 涉及的产品包括磷酸酯双淀粉、醋酸酯淀粉、氧化淀粉、酸处理淀粉、乙酰化二淀粉磷酸酯、羟丙基淀粉、羟丙基二淀粉磷酸酯、乙酰化双淀粉己二酸酯、氧化羟丙基淀粉、磷酸化二淀粉磷酸酯、淀粉磷酸酯钠、羧甲基淀

粉钠、辛烯基琥珀酸淀粉钠(表 1)。

我国变性淀粉系列产品标准的制定时间较早, 除了 GB 1886.370-2023《食品安全国家标准 食品添加剂 辛烯基琥珀酸淀粉钠》是 2023 年 9 月发布的, 其余产品标准均是 2013 年制定发布, 至今已有十余年, 其中技术指标的设置与行业发展存在较大的差距。

表 1 我国变性淀粉产品标准  
Table 1 Domestic product standards for modified starch

标准号	标准题名
GB 29925-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 醋酸酯淀粉
GB 29926-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 磷酸酯双淀粉
GB 29927-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 氧化淀粉
GB 29928-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 酸处理淀粉
GB 29929-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 乙酰化二淀粉磷酸酯
GB 29930-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 羟丙基淀粉
GB 29931-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 羟丙基二淀粉磷酸酯
GB 29932-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 乙酰化双淀粉己二酸酯
GB 29933-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 氧化羟丙基淀粉
GB 29935-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 磷酸化二淀粉磷酸酯
GB 29936-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 淀粉磷酸酯钠
GB 29937-2013	食品安全国家标准 食品添加剂 羧甲基淀粉钠
GB 1886.370-2023	食品安全国家标准 食品添加剂 辛烯基琥珀酸淀粉钠

变性淀粉类的检测方法标准一共 5 个, 主要包括变性淀粉中乙酰基、羧基、羧甲基、羟丙基、己二酸等各类物

质的含量检测(表 2)。

表 2 我国变性淀粉类方法标准  
Table 2 Domestic method standards for modified starch

标准号	标准题名
GB/T 20373-2021	变性淀粉中乙酰基含量的测定 滴定法
GB/T 20374-2006	变性淀粉 氧化淀粉羧基含量的测定
GB/T 20375-2006	变性淀粉 羧甲基淀粉中羧甲基含量的测定
GB/T 20376-2006	变性淀粉中羟丙基含量的测定 质子核磁共振波谱法
GB/T 20377-2006	变性淀粉 乙酰化二淀粉己二酸酯中己二酸含量的测定 气相色谱法

## 1.2 国外变性淀粉相关标准

国际标准化组织 (International Organization for

Standardization, ISO) 中与变性淀粉相关的标准有 6 项, 全部为方法标准(见表 3), 用于检测变性淀粉的特性指标, 如: 羟丙基、羧甲基、己二酸、乙酰基等物质的含量。

表 3 国外变性淀粉类方法标准  
Table 3 Foreign method standards for modified starch

标准号	标准题名
ISO 11543-2000	变性淀粉羟丙基含量的测定 质子核磁共振分光法
ISO 11216-1998	变性淀粉 羧甲基淀粉中羧甲基含量的测定
ISO 3947-1977	天然或变性淀粉脂肪总含量的测定

ISO 11215-1998	变性淀粉 乙酰二淀粉己二酸酯中己二酸含量的测定 气相色谱法
ISO 11214-1996	变性淀粉 氧化淀粉中羧基含量的测定
ISO 11213-1995	变性淀粉乙酰基含量的测定 酶催化法

## 2 国内外变性淀粉标准比对分析

本文以磷酸酯双淀粉为研究对象,利用 JECFA、欧盟、美国、日本、韩国等主要贸易区域或国家的相关标准,从质量指标、重金属限量、微生物限量以及检测方法等多个维度进行对比分析。

### 2.1 磷酸酯双淀粉质量指标的比对

干燥减量代表产品的含水量程度,是变性淀粉产品的一个重要指标。不同国家和组织对磷酸酯双淀粉的干燥减量要求存在差异(表 4)。中国、JECFA 和欧盟的规定较为一致,其中谷类淀粉为原料的≤15.0%,马铃薯淀粉为原料的≤21.0%,其他单体淀粉为原料的≤18.0%。而美国除了谷类淀粉原料和马铃薯淀粉原料外,还对以西米和木薯淀粉为原料的产品的干燥减量指标进行了明确,即不得大于 18.0%。日本没有细分原料,统一要求干燥减量≤21.0%。值得注意的是,韩国并未规定磷酸酯双淀粉的干燥减量指

标。

针对 pH、粗脂肪、蛋白质等指标,只有美国设置了相应的指标要求,而我国、JECFA、欧盟、日本、韩国未对这些指标设置限量要求(表 4)。

针对二氧化硫指标,世界各国和组织都对磷酸酯双淀粉中二氧化硫的残留量进行了限制(表 4)。我国要求二氧化硫残留量≤30 mg/kg,美国、日本和韩国规定二氧化硫残留量≤50 mg/kg。JECFA 和欧盟对二氧化硫残留指标更加细化,对于不同来源的淀粉制定了不同的限制,要求改性谷物淀粉≤50 mg/kg,其他改性淀粉≤10 mg/kg。

针对磷酸酯双淀粉的残留磷酸盐(以 P 计)指标,我国、JECFA 和欧盟对于不同来源的淀粉产品规定了不同的限量值(表 4),马铃薯或小麦淀粉为原料≤0.5%,其他原料≤0.4%。韩国也是针对不同原料的磷酸酯双淀粉提出了不同的要求,但是限量值与我国有所不同,马铃薯或小麦淀粉为原料≤0.14%,其他原料≤0.04%。美国要求磷酸酯双淀粉的残留磷酸盐(以 P 计)≤0.04%,日本的限量值是≤0.5%。

表 4 磷酸酯双淀粉国内外质量指标比对

Table 4 Comparison of quality indicators for distarch phosphate between domestic and foreign standards

项目	GB 29926-2013	JECFA	美国	欧盟	日本	韩国
干燥减量	①谷类淀粉为原料 ≤15.0%	①谷类淀粉为原料 ≤15.0%	①谷类淀粉为原 料≤15.0%	①谷类淀粉为原料 ≤15.0%		
	②马铃薯淀粉为原料 ≤21.0%	②马铃薯淀粉为原 料≤21.0%	②马铃薯淀粉为 原料≤21.0%	②马铃薯淀粉为原 料≤21.0%	≤21.0%	-
	③其他单体淀粉为原 料≤18.0%	③其他单体淀粉为 原料≤18.0%	③西米淀粉为原 料≤18.0%	③其他淀粉为原料 ≤18.0%		
			④木薯淀粉为原 料≤18.0%			
pH	-	-	3.0-9.0	-	-	-
粗脂肪	-	-	≤0.15%	-	-	-
蛋白质	-	-	①改良高直链淀 粉≤1%	-	-	-
			②其他淀粉 ≤0.5%			
二氧化硫 残留	≤30 mg/kg	①改性谷物淀粉 ≤50 mg/kg ②其他改性淀粉 ≤10 mg/kg	≤50 mg/kg	①改性谷物淀粉 ≤50 mg/kg ②其他改性淀粉 ≤10 mg/kg	≤50 mg/kg	≤50 mg/kg
	①马铃薯或小麦淀粉 为原料≤0.5% ②其他原料≤0.4%	①马铃薯或小麦淀 粉为原料≤0.5% ②其他原料≤0.4%	≤0.04%	①马铃薯或小麦淀 粉为原料≤0.5% ②其他原料≤0.4%	≤0.5%	①马铃薯或小麦淀 粉为原料≤0.14% ②其他原料≤0.04%

### 2.2 磷酸酯双淀粉重金属限量的比对

重金属污染是变性淀粉质量安全的一个重要方面,备受全球各国的高度关注。针对铅(Pb)指标,世界各国和组织都制定了明确的限量要求,但具体限量值因国家和地区而异(表 5)。在我国和美国,铅(Pb)指标被严格限制在≤1.0

mg/kg, 欧盟、日本和韩国的铅(Pb)指标≤2.0 mg/kg, 而 JECFA 的铅(Pb)指标要求最为严格,铅(Pb)≤0.2 mg/kg。

针对总砷(以 As 计)指标,我国、欧盟、日本和韩国都规定限量指标,但具体限量值也存在差异(表 5),在我国,总砷(以 As 计)的指标被严格限制在≤0.5 mg/kg, 欧盟、日

本和韩国的规定较为宽松,限量值依次为 $\leq 1$  mg/kg, $\leq 3$  g/kg, $\leq 4.0$  mg/kg。

关于磷酸酯双淀粉的汞指标,目前仅有欧盟设定了严

格的限制,要求其 $\leq 0.1$  mg/kg(表 5)。相比之下,其他国家尚未对此设定明确的限量值。

表 5 磷酸酯双淀粉国内外重金属指标比对

Table 5 Comparison of heavy metal indicators for distarch phosphate between domestic and foreign standards

项目	GB 29926-2013	JECFA	美国	欧盟	日本	韩国
总砷(以 As 计)	$\leq 0.5$ mg/kg	-	-	$\leq 1$ mg/kg	$\leq 3$ mg/kg	$\leq 4.0$ mg/kg
铅(Pb)	$\leq 1.0$ mg/kg	$\leq 0.2$ mg/kg	$\leq 1$ mg/kg	$\leq 2$ mg/kg	$\leq 2$ mg/kg	$\leq 2.0$ mg/kg
汞	-	-	-	$\leq 0.1$ mg/kg	-	-

### 2.3 磷酸酯双淀粉微生物限量的比对

在食品添加剂安全性评价中,微生物指标的限量值是一个重要的考量因素。JFCFA 对磷酸酯双淀粉微生物指标

的限量值进行了规定,包括菌落总数、酵母、霉菌和大肠杆菌,具体微生物限量指标见表 6。我国、美国、欧盟、日本、韩国都没有设置磷酸酯双淀粉的微生物指标。

表 6 磷酸酯双淀粉国内外微生物指标比对

Table 6 Comparison of microbial indicators for distarch phosphate between domestic and foreign standards

项目	GB29926-2013	JECFA	美国	欧盟	日本	韩国
有氧平板计数	-	$\leq 100000$ CFU/g	-	-	-	-
酵母和霉菌	-	$\leq 1000$ CFU/g	-	-	-	-
大肠菌群	-	$\leq 100$ CFU/g	-	-	-	-

### 2.4 磷酸酯双淀粉检测方法的比对

在磷酸酯双淀粉的鉴别方面,世界各国和组织都采用了多种方式,其中显微镜检测、碘染色、铜还原是主要鉴别手段(表 7)。

针对磷酸酯双淀粉干燥减量指标的测试,世界各国和组织普遍采用烘箱干燥法。然而,在具体的实验参数方面,我国与其他国家存在一定的差异。我国引用国家标准 GB/T 12087《淀粉水分测定烘箱法》,采用 130℃ 的干燥温度,烘干时间为 1.5 小时;而 JECFA、美国、欧盟、日本和韩国采用的是 120℃ 的干燥温度,烘干时间为 4 小时。值得注意的是,2008 年发布的 GB/T 12087 已于 2017 年 3 月 1 日废止,目前尚未发布修订版。

在二氧化硫残留量的测定方面,我国引用 GB/T 22427.13《淀粉及其衍生物二氧化硫含量的测定》,与 JECFA、美国和韩国一样,都采用了滴定法,而日本则采用分光光度法。

针对残留磷酸盐(以 P 计)指标,我国引用 GB/T

22427.11《淀粉及其衍生物磷总含量测定》,采用分光光度法进行测定。美国、日本和韩国也都采用分光光度法,但各国选择的最佳吸收波长有所不同,我国采用的波长是 825 nm,其余三个国家使用的最佳波长均为 460 nm。值得注意的是,2008 年发布的 GB/T 22427.11 已于 2017 年 6 月 23 日废止,目前尚未发布修订版。

针对总砷(以 As 计)的检测,我国引用 GB 5009.11《食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定》,其中包括了电感耦合等离子体质谱法、氢化物发生原子荧光光谱法、银盐法。日本采用的是银盐法进行总砷的测定。

针对铅(Pb)的检测,我国引用 GB 5009.12《食品安全国家标准 食品中铅的测定》,其中包括了原子吸收光谱法、电感耦合等离子体质谱法和二硫脲比色法等多种方法。JECFA、美国、日本、韩国等国家均采用原子吸收光谱法来测试变性淀粉中铅的含量,而韩国除了原子吸收光谱法外,还可采用电感耦合等离子体发射光谱法进行铅含量的测定。

表 7 磷酸酯双淀粉国内外检测方法比对

Table 7 Comparison of detection methods for distarch phosphate between domestic and foreign standards

项目	GB 29926-2013	JECFA	美国	欧盟	日本	韩国
鉴别方法	①显微镜检测 ②碘染色 ③铜还原	①溶解性试验 ②显微镜检测 ③碘染色 ④铜还原 ⑤交叉耦合	①显微镜检测 ②碘染色 ③铜还原	①显微镜检测 ②碘染色	①碘染色 ②斐林试剂	①碘染色 ②斐林试剂

干燥减量	GB/T 12087 烘箱干燥法 (130℃, 1.5 h)	烘箱干燥法 (120℃, 4 h)	烘箱干燥法 (120℃, 4 h)	-	烘箱干燥法 (120℃, 4 h)	-
二氧化硫残留	GB/T 22427.13	滴定法	滴定法	-	分光光度法	滴定法
残留磷酸盐(以 P 计)	GB/T 22427.11 分光光度法 (825 nm)	电感耦合等离子体-原子发射分光光度法	分光光度法 (460 nm)	-	分光光度法 (460 nm)	分光光度法(460 nm)
总砷(以 As 计)	GB 5009.11	-	-	-	银盐法	-
铅(Pb)	GB 5009.12	原子吸收光谱法	原子吸收光谱法	-	原子吸收光谱法	原子吸收分光光度法、电感耦合等离子体发射光谱法

## 4 总 结

与 JECFA、欧盟、美国、日本、韩国等主要贸易区域或国家相比,我国标准对磷酸酯双淀粉的约束较为完整和全面。在质量指标方面,我国与 JECFA、欧盟的规定较为一致。在重金属指标方面,我国总砷指标的规定相较于其他国家和组织最为严格,铅指标也要严于欧盟、日本和韩国。在微生物指标方面,除 JECFA 外,包括我国在内的其他国家尚未设置相应的限量要求。此外,在指标的检测技术方面,世界各国的方法较为一致,但我国产品标准中引用的部分检测方法标准已废止,给变性淀粉产品的质量控制和检测带来一定的影响。因此,建议相关部门及时更新和完善产品质量标准和相关检测方法标准,以确保变性淀粉产品质量和安全。

## 参 考 文 献

- [1] 孔刘娟,段元良,栾庆民,等. 食用变性淀粉研究进展[J]. 精细与专用化学品, 2023, 31(3): 24-29.
- [2] 李真,安阳,艾志录,等. 不同类型变性淀粉的理化特性比较[J]. 中国食品学报, 2019(4): 280-286.
- [3] 王浩. 木薯变性淀粉在食品工业中的应用概述[J]. 现代食品, 2023(2): 69-71.
- [4] 别平平,陈燕芳,张子倩,等. 变性淀粉在调味品中的功用分析[J]. 现代食品, 2022, 28(15): 28-32.
- [5] 梁逸超,别平平,陈燕芳,等. 变性淀粉在速冻食品中的应用[J]. 现代食品, 2022, 28(19): 16-29.
- [6] 张新元. 变性淀粉及其在造纸中的应用[J]. 湖南造纸, 2015 (4): 12-22.
- [7] 王秋丽,高合意,王立丹,等. 变性淀粉在化妆品中的应用研究进展[J]. 日用化学工业, 2017(11): 56-59.
- [8] 李真,王金厢,李学鹏,等. 改性淀粉基鲢鱼油皮克林乳液的制备及其理化特性研究[J]. 2023,44(9):27-37.
- [9] Lin YJ, Liu L, Li LX, et al. Properties and digestibility of a novel porous starch from lotus seed prepared via synergistic enzymatic treatment [J]. Int J Biol Macromol, 2022, 194: 144-152.

- [10] Gui YF, Wei XY, Yang N, et al. Comparison of structural and functional properties of maize starch produced with commercial or endogenous enzymes [J]. Int J Biol Macromol, 2022, 209: 2213-2225.
- [11] Obadi M, Qi YJ, Xu B. High-amylose maize starch: Structure, properties, modifications and industrial applications [J]. Carbohydr Polym, 2023, 299: 1-21.
- [12] Adewale P, Yancheshmeh MS, Lam E. Starch modification for non-food, industrial applications: Market intelligence and critical review [J]. Carbohydr Polym, 2022, 291: 1-22.
- [13] 杨俊丽,熊小兰,李克文,等. 羟丙基二淀粉磷酸酯的应用研究进展[J]. 精细与专用化学品, 2022, 30(3): 22-25.
- [14] 徐丽娟,娄新曼. 改性淀粉的生产技术现状与发展趋势[J]. 粮油仓储科技通讯, 2021,(3): 38-42.
- [15] 徐靖雯,郑明珠,刘景圣,等. 复合酶法改性淀粉的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2024, 45(1): 187-192.
- [16] 熊小兰,杨俊丽,栾庆民,等. 乙酰化二淀粉磷酸酯的湿法制备及在食品中的应用研究[J]. 精细与专用化学品, 2022, 30(1): 31-34.

(责任编辑:吴华)

## 作者简介



朱伟,博士,高级工程师,研究方向为食品质量安全研究。

E-mail: zhuwei@sqi.org.cn