

植物源高有机硒食品原料团体标准

（征求意见稿）编制说明

前 言

随着新的标准化法实施，进一步明确了团体标准由社会组织 and 产业技术联盟自主制定发布，通过市场竞争优胜劣汰，同时市场自主制定的标准侧重于提高竞争力和先进性。在当前富硒产业蓬勃发展，涉硒产品市场快速成长的阶段，以有机硒为技术核心及概念的产品快速增长，需要依托团体标准的技术先进性和前瞻性，进一步推动产业有序发展。

本标准主要针对目前硒产品参差不齐、市场鱼龙混杂甚至偷换概念、无机硒非法添加，同时由于硒产品的标准制定欠缺且标准化体系不完善。特从产业发展源头，聚焦植物来源的高含量、高转化率有机硒类产品原料，并结合硒形态检测方法建立和技术发展方向要求，同时杜绝市场层面无机硒非法添加等，特提出本团体标准制定方向和原则。团标设定了特征指标（如：总硒含量 $\geq 200\text{mg/kg}$ 、无机硒占比 $\leq 10\%$ 等）、安全指标，以及基于硒形态的快速稳定的检测方法。

本标准由中国保健协会行业标准化工作委员会提出并归口。具体编制说明如下：

一、标准起草的基本情况（包括简要的起草过程、主要起草单位、起草人等）

（一）任务来源

1 任务背景

硒元素作为人体必需的微量元素，具有保护肝脏、抗氧化、提高免疫力、保护视力及促进生殖健康等多种重要生理活性及功能。近几十年来，硒的形态学研究、生物地球化学循环、保健功能和生物代谢都获得了比较充足的研究和发展，在社会教育等方面也取得了长足的进步。

长期以来，中国营养学界对硒的摄入量也做了大量的临床和流行病学研究，并推荐了不同人群每日硒的建议摄入量。随着现代分子生物学、同位素标记、基因组学等交叉

学科研究的不断深入，有报道证实硒的不同形态在生物体内，特别是人体内的代谢、营养保健等方面差异悬殊。作为微量营养元素，过量硒的摄入反而会威胁到人体的正常健康，因此活性高、毒性低、易被人体吸收并可以充分代谢的硒形态或载体，一直是营养学家不断努力寻找的方向。

从上个世纪 90 年代后期，以亚硒酸钠为主要原料的产品，在市场开始流行，经过了近 30 年的发展，我国的硒营养素形式已经取得了长足的发展。近来，天然富硒植物来源的，经过植物体高效生物转化的生物有机硒及其制品，因具有明确的功能性和营养价值，以及独特的产业先进性发展特征，正成为硒产业发展的新兴力量。

研究表明，与非聚硒植物相比，高聚硒植物含硫元素的量更高，而硒元素化学性质类似于硫元素，植物体内硫的转运体和酶类同样可以用来转运硒元素，说明这些植物中的硫/硒摄取系统是明显上调的，并且硒的摄取不会被高浓度的硫抑制，从而有利于硒的富集。同时高聚硒植物中硫/硒向有机状态转化的比例较高，而非聚硒植物中更多是以无机硒的形态储存在体内。因为高聚硒植物中甲基转移酶等转化酶类活性更高，使无机硒更多的转化为安全且不易被植物利用的有机形态（比如硒代半胱氨酸、甲基硒代半胱氨酸等），从而达到富集硒的效果。这些研究成果的逐步出现，为从聚硒植物中获得优质的植物源高有机硒食品原料提供了基础理论依据和基础。表 1 是国内外聚硒植物中硒含量的对比情况。

表 1 国内外聚硒植物中硒含量对比表

| 科 | 种类 | 总硒含量 mg/kg (干重) | 文献 |
|------|---|-----------------|--|
| 十字花科 | 结球甘蓝 | 952 ~1606 | Funes-Collado V, Morell-Garcia A, Rubio R, et al. Selenium uptake by edible plants from enriched peat[J]. Scientia Horticulturae, 2013, 164(164):428-433. |
| | 花椰菜/西兰花 (英文名 Broccoli, 拉丁名 Brassica oleracea L. var. italica, Brassica oleracea var. botrytis L.) | 叶 1200 | Welch R M, Kochian L V. Molecular and Biochemical Characterization of the Selenocysteine Se-Methyltransferase Gene and Se-Methylselenocysteine Synthesis in Broccoli[J]. Plant Physiology, 2005, 138(1):409-20. |
| | | 幼苗 263.2 | Faquin V. Assessment of the anticancer compounds Se-methylselenocysteine and glucosinolates in Se-biofortified broccoli (Brassica oleracea L. var. italica) sprouts and florets.[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2013, 61(26):6216-6223. |
| | | 467.1 | Thosaikham W, Jitmanee K, Sittipout R, et al. Evaluation of selenium species in selenium-enriched pakchoi (Brassica chinensis Jul var parachinensis (Bailey) Tsen & Lee) using mixed ion-pair reversed phase HPLC-ICP-MS[J]. Food Chemistry, 2014, |

| | | | |
|-------------|---|---|---|
| | | | 145:736. |
| | | 嫩叶最高约 400 根最高约 700~1400 | Zayed A, Lytle C M, Terry N. Accumulation and volatilization of different chemical species of selenium by plants[J]. Planta, 1998, 206(2):284-292. |
| | 小白菜(Pakchoi) | 311.7 | Thosaikham W, Jitmanee K, Sittipout R, et al. Evaluation of selenium species in selenium-enriched pakchoi (<i>Brassica chinensis</i> Jusl var <i>parachinensis</i> (Bailey) Tsen & Lee) using mixed ion-pair reversed phase HPLC-ICP-MS[J]. Food Chemistry, 2014, 145:736. |
| | 油菜 | 成熟期全株 1521, 果壳 2320, 种子 949, 根 962, 茎 550 | 袁光咏, 陈仲西, 金河成,等. 土壤硒对油菜含硒量、生长和产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 1992(1):39-41. |
| | 加拿大油菜 <i>Brassica napus</i> cv. Westar (canola) | 嫩叶 288 ~470 | Bañuelos G S, Ajwa H A, Mackey B, et al. Evaluation of Different Plant Species Used for Phytoremediation of High Soil Selenium[J]. Journal of Environmental Quality, 1997, 26(3):639-646. |
| | 印度芥菜(<i>Brassica juncea</i>) | 嫩叶最高约 400 根最高约 2100 | Zayed A, Lytle C M, Terry N. Accumulation and volatilization of different chemical species of selenium by plants[J]. Planta, 1998, 206(2):284-292. |
| | 芥菜 | 最高约 250 | 李娟, 朱祝军. 硒硫处理对叶用芥菜品质及抗氧化物质的影响[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版, 2007, 33(5):539-543. |
| 百 合 科 | 洋葱 onion (<i>Allium cepa</i>) | 96 ,140 | Kotrebai M, Birringer M, Tyson J F, et al. Selenium speciation in enriched and natural samples by HPLC-ICP-MS and HPLC-ESI-MS with perfluorinated carboxylic acid ion-pairing agents.[J]. Analyst, 2000, 125(1):71. |
| | 大蒜 garlic (<i>Allium sativum</i>) | 68, 112, 135, 296, 1355 | Kotrebai M, Birringer M, Tyson J F, et al. Selenium speciation in enriched and natural samples by HPLC-ICP-MS and HPLC-ESI-MS with perfluorinated carboxylic acid ion-pairing agents.[J]. Analyst, 2000, 125(1):71. |
| | 象大蒜 (<i>Allium tricoccum</i>) | 48, 77, 230, 252, 405 and 524 | Kotrebai M, Birringer M, Tyson J F, et al. Selenium speciation in enriched and natural samples by HPLC-ICP-MS and HPLC-ESI-MS with perfluorinated carboxylic acid ion-pairing agents.[J]. Analyst, 2000, 125(1):71. |
| | 双钩黄芪 (<i>Astragalus bisulcatus</i>) | 果实约 10000, 嫩叶约 6000 | Freeman J L, Zhang L H, Marcus M A, et al. Spatial Imaging, Speciation, and Quantification of Selenium in the Hyperaccumulator Plants <i>Astragalus bisulcatus</i> and <i>Stanleya pinnata</i> [J]. Plant Physiology, 2006, 142(1):124-134. |
| 豆 科 | 大豆(品种: 矮脚早) | 籽粒: 51.0 | 李志玉, 郭庆元. 大豆施硒效应和硒素积累特性的初步研究[J]. 中国油料作物学报, 1994(1):41-44. |
| | 大豆 (品种: 90-2) | 籽粒: 50.1 | |
| | 赤豆 (<i>Vigna angularis</i>) | 豆芽全株 200 | Oliveira A P D, Nomura C S, Naozuka J, et al. Evaluation of selenium enrichment of adzuki bean (<i>Vigna angularis</i>) sprouts: Translocation, bioaccessibility and Se-protein speciation[J]. Microchemical Journal, 2017, 134. |
| | 绿豆 | 籽粒 25.2 (鲜重比) | 王亚国, 张百忍, 李瑜,等. 天然高硒种植区不同农作物对硒的富集特征研究[J]. 陕西农业科学, 2014, 60(3):6-9. |

2 涉硒标准现状及需求

目前国际上硒相关标准约为五十余项，主要涉及水质、矿藏、冶金、饲料、涂料、大气环境等领域，且大多数为硒的定性定量的检测方法标准，相对单一，特别在与健康相关的硒产品及产业的产品标准、安全标准及基础标准几乎为空白。

国内标准较国际上相对丰富，国家标准的种类主要在产品标准和方法标准，相对狭窄。对于基础标准、安全标准等研究和制定方面相对薄弱。目前国内涉硒标准约 200 余项，其中：

国家标准：约三十余项，主要涵盖冶金、塑料材料、食品安全、矿藏、水质、饲料、空气和农副产品等领域，内容主要是硒定性定量的检测方法标准、富硒产品标准；

行业标准：约八十余项，主要涵盖水质、地质、矿石、农副产品、饲料、肥料、环境、机械、进出口商品、有色金属等领域，内容主要是硒定性定量的检测方法标准、富硒产品标准和硒化合物标准等；

地方标准：约九十项，主要涉及农副产品、饲料、地质、化妆品等领域，主要涵盖富硒产品及生产技术规程标准、硒含量检测方法标准等。

团体标准：目前公开可见的涉硒团体标准，涉及到富硒米、富硒鸡蛋、富硒农产品、富硒花生蛋白粉和生产技术规程、富硒麦仁（小麦粉和挂面）和生产技术规程、富硒金银花和生产技术规程以及富硒农产品中的硒代蛋氨酸的测定(高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱法（HPLC-ICP-MS））。

经分析，目前已经正式公布跟硒直接相关且归属于食品标准中，国家标准有 GB 28050 食品安全国家标准预包装食品营养标签通则，行业标准有 GH/T 1135-2017 富硒农产品行业标准，地方标准有 DBS42 002-2014 湖北省食品安全地方标准 富有机硒食品硒含量要求，DB6124.01-2010 富硒食品硒含量分类标准等，目前公开可见发布的标准均不涵盖本团体标准界定范畴。

同时据不完全统计，2011 年我国富硒产品工业总产值为 82.1 亿元人民币，2015 年增至超过 200 亿元人民币，预计 2020 年超过 1000 亿元人民币。全国已有超过 20 个地市生产富硒产品，尤其是近几年，以有机硒概念的产品快速增长，硒产品的研发也由单纯的补充硒的含量向有机硒形态与健康之间的关系转变。目前硒产业发展遇到的一个

突出问题是产品参差不齐、市场鱼龙混杂甚至偷换概念、非法添加，硒产品的标准制定欠缺且标准化体系不完善，严重阻滞了硒产业发展的整体性和前瞻性，尤其是新兴资源在快速发展的大健康产业中的有效开发和利用，更无法形成市场竞争力和产业合力，尤其是面对国际市场。

3 任务需求

2018年1月1日，随着新的标准化法实施，进一步明确了团体标准由社会组织和产业技术联盟自主制定发布，通过市场竞争优胜劣汰。因此，团体标准的制定明确了在工作推进上，选择市场化程度高、技术创新活跃、产品类标准较多的领域，积极推进团体标准制定，同时支持专利融入团体标准，推动技术进步。政府主导制定的标准侧重于保基本，市场自主制定的标准侧重于提高竞争力和先进性。

因此，在当前补硒产品市场快速发展，以有机硒为技术核心及概念的产品快速增长，硒产品的研发由单纯的补充硒的含量，向有机硒形态与健康之间的关系转变的时候，需要依托团体标准的技术先进性和前瞻性，进一步推动产业有序发展。

4 主要起草专家组成员

本标准主要起草专家组成员有：

从欣：湖北省产业教授，恩施德源健康科技发展有限公司研发副总裁

周邦勇：中国保健协会 副理事长

刘丽萍：北京市疾病预防控制中心 中心实验室副主任，研究员

周立东：中国医学科学院药用植物研究所 产业处处长 研究员

李花粉：中国农业大学资源与环境学院 教授

黄振武：中国疾病预防控制中心营养与健康所 研究员

程水源：国家富硒农产品加工技术研发专业中心 主任，武汉轻工大学副书记 教授

向极钎：湖北省富硒产业技术研究院 副院长 研究员

薛华：国家富硒产品质量监督检验中心（湖北）硒标准与检测所所长，高级工程师

廖美林：国家富硒产品质量监督检验中心（湖北）硒标准与检测所副所长，高级工程师

（二）简要起草过程

本团体标准任务启动后，恩施德源健康科技发展有限公司在中国保健协会领导下，成立工作小组，组织开展《植物源高有机硒食品原料》团体标准的起草准备工作，并就团体标准的具体工作推进进行认真研究，确定了总体工作方案。2018年1月12日在北京召开本团体标准制定立项启动会议，介绍了标准制定的重要性和制标程序，正式通过立项申请并成立了标准制订起草小组，同时初步讨论并明确了《植物源高有机硒食品原料》团体标准框架文本草稿。

启动会完整立项及标准内容框架等工作任务后，工作组进一步收集国内外的同类标准及相关资料，于2018年4月3日在北京召开第二次起草工作组会议，与会专家通过现场讨论并拟定了团体标准的名称、术语和定义、指标及无机硒的检测方法等基础框架，并确定由北京市疾病预防控制中心完成无机硒的检测方法的优化与制定工作。

2018年7月18日，本团体标准第三次起草讨论会议在西宁召开，与会专家对植物源高有机硒原料团体标准的术语和定义、关键指标及无机硒的检测方法进行了现场讨论，并进行了文本的内容和表述的调整并达成一致，会议认可由北京市疾病预防控制中心制定的标准检测方法，并启动方法学验证工作。

2019年1月5日，本团体标准完成标准用检测方法学验证工作，文本数据检测及验证工作，并拟定完成团体标准征求意见稿，经评审专家委员会审阅修订，同意向业内征求意见。

二、标准编制原则

为推动和引导我国植物源富硒食品行业的健康发展，加强行业管理，落实科学发展观、以人为本的精神，采用科学的态度和先进的方法制定符合我国国情的植物源高有机硒食物团体标准，在广泛调研和验证基础上全面考虑，结合实际，建立合理的产品指标和检测方法，规范植物源富硒食品行业生产秩序，保护消费者安全健康。

本团体标准由中国保健协会归口，将在健康行业协会主导和规范下推进标准化相关工作，立足在现行国家食品安全标准框架和范围下，按照团体标准侧重于提高产业竞争力和先进性，体现技术前瞻性和引领作用，聚焦植物来源的高含量、高转化率有机硒类

产品的源头，并结合硒形态检测方法建立和技术发展方向要求，同时杜绝市场层面非法无机硒添加等，特提出本团体标准制定方向和原则。

本标准针对目前市场及产业端发展迅速的植物来源有机硒类产品源头，在应用过程中由产品或原料本身天然带入经植物自身充分转化为有机硒的产品类型，在标准名称和内容上，“高有机硒”参照 GB 28050 营养成分含量声称要求的相关表述，提出有机硒转化率高、标准所涉原料类产品含量高、检测及品质控制要求高的核心理念和目标方向，在检测方法及技术方案的方案上则基于现有技术手段及基础，充分考虑产业端发展和企业检测能力，为未来基于有机硒形态的相关标准进一步延伸和拓展打基础、留接口，最终形成本标准制定指导原则：以硒形态（含有机硒和无机硒）定性定量为方向和目标，在现有标准物质和检测技术条件下，以 SeCys₂， MeSeCys， SeMet， Se(IV) 和 Se(VI)五种形态可以明确定性，同时 Se(IV) 和 Se(VI)可以明确定量为本团体标准阶段性检测方法技术目标设置，在解决目前以有机硒为概念产品鱼龙混杂，无机硒类原料违法添加，或有机硒类产品转化不充分等现实需求，也充分考虑到本团体标准适用的产业端企业内控检测的方便快捷及成本控制，同时为将来进一步标准优化及硒形态相关标准的制定在技术上奠定基础，并在标准执行过程中进一步优化。

三、主要条款的说明

1 标准名称

植物源高有机硒食品原料

2 范围

本标准规定了植物源高有机硒食品原料的术语和定义、产品分类、要求、试验方法、检验规则、标志。

本标准适用于以可食用且能富集高含量有机硒的植物为载体，利用天然富硒土壤或生物硒营养强化技术，硒元素经植物自然吸收、转化、富集并采用食品生产加工工艺制得的植物源高有机硒含量的食品原料。

3 术语和定义

植物源高有机硒食品原料是以具有高有机硒富集能力和高有机硒含量的可食用植物（如十字花科等）为原料，经收割、清洗、干燥、粉碎等食品加工工艺精制而成的具有高有机硒含量，可用于食品工业原料或配料的粉末、块状或颗粒状固体。

4 要求

(1) 原料要求

A、高有机硒含量的可食用植物：新鲜或冷藏良好，成熟适度，无虫蛀病虫害、无霉变、无腐烂、无受冻等。污染物限量应符合 GB 2762 的规定。其他指标应符合我国相关法律的规定。

B、生产用水：应符合 GB 5749 的规定。

(2) 感官要求

感官指标主要依据植物源高有机硒食品原料的性状以及原料固有的色、香、味等特点而定，感官要求应符合表 2 的规定。

表 2 感官要求

| 项目 | 指标 | 检验方法 |
|-------|---------------|-------------------------------------|
| 色泽 | 具有相应品种应有的色泽 | 取适量试样置于洁净、干燥的白瓷盘中，在自然光观察其色泽和状态，嗅其气味 |
| 滋味与气味 | 具有该原料应有的滋味和气味 | |
| 杂质 | 无肉眼可见外来杂质 | |

(3) 特征理化指标

植物源高有机硒食品原料，理化指标中设置了特征理化指标。

特征理化指标参考了国内外相关标准，根据植物来源高有机硒原料类产品的特性，以及各主要生产厂商的产品生产技术情况，确定了产品特征理化指标，如表 3 所示：

表 3 特征理化指标

| 项目 | 指标 | 检验方法 |
|-----------|------|------------|
| 总硒, mg/kg | ≥200 | GB 5009.93 |
| 无机硒占比, % | ≤10 | 参照团标文本附录 |

本标准在安全性指标项明确规定每批次需表明产品硒含量，以及明确要求根据中华

人民共和国卫生行业标准 WS/T 578.3，中国居民膳食营养素参考摄入量 DRIs，对于本标准原料的终端产品使用及标示的成人每天膳食摄入硒含量应控制为：硒 60~400 微克/天（ $\mu\text{g}/\text{d}$ ）。该部分总硒含量指标和无机硒含量指标的依据充分参照现有植物来源高有机硒食品原料类样品的实际检测数据，如下表 6 所示数据。按照相关文献报道 Rohn I, Marschall TA 等人在一项对不同硒形态的毒性、生物利用度和代谢转化的研究表明，有机硒与无机硒相比，有机硒表现出更高的生物利用度，并且毒性更低。2017 年 Berntssen M, Sundal T K 等人在一项有机硒（富硒酵母）和无机硒（亚硒酸钠）对海洋生物的安全性对比研究表明，大剂量无机硒可以通过氧化应激反应，引起脂质代谢紊乱，食欲降低等反应，而同样剂量的有机硒则没有此类副作用。2018 年中国农业部食物与营养发展研究所的任广旭等人在《食品安全质量检测学报》发表论文“不同形态硒的功效研究进展”。其中相关研究表明：“有机硒比无机硒在更少的摄入量情况下有着更好的吸收率，人体中血液每毫升血硒上升浓度是无机硒的 20 倍，临床试验中在长期每日摄入 5000~10000 μg 的情况下对人体无害，但无机硒摄入过量就会引起中毒现象”。2004 年硒与健康相关研究专家 Margaret Rayman 发表论文中探讨了有机的酵母硒和亚硒酸钠的安全性对比，认为有机硒安全性比无机硒高 3 倍左右。本原料在特征理化指标中所对应的范围进行换算，即使按照 400 微克/天，10% 无机硒占比上限，对应的毒性剂量也远低于中国营养学会公布的安全剂量。

（4）安全理化指标

安全理化指标主要根据植物源高有机硒原料类产品的特性以及水分直接影响原料的感官、性状和保质期等。故本原料主要制定了水分指标。又因本标准所涉及到的原料包含叶菜蔬菜、豆类蔬菜、块根和块茎蔬菜、茎类蔬菜等，所以其他污染物限量应符合国家相关规定。水分指标数据需符合表 4 的规定。

表4 安全理化指标

| 项 目 | 指 标 | 检 验 方 法 |
|------|-----|-----------|
| 水分，% | ≤ 8 | GB 5009.3 |

原料经过稳定性等试验数据表明，原料水分 $\geq 9\%$ 时，在 3 个月内加速试验中，原料的感官、性状、颜色等方面表现出不稳定现象。水分 $\leq 8\%$ 时，在 3 个月内的加速试验中，原料的各个指标都是稳定的。

污染物指标参照 GB 2762《食品安全国家标准 食品中污染物限量》并根据本品原料属性而制定。

(5) 微生物指标

微生物指标主要依据现有植物来源高有机硒食品原料类样品的实际检测数据，具体微生物指标应符合表5的规定。

表 5 微生物指标

| 项 目 | 指 标 | 检 验 方 法 |
|--------------|--------|----------------|
| 菌落总数, CFU/g | ≤ 3000 | GB 4789.2 |
| 大肠菌群, CFU/g | ≤ 10 | GB4789.3 平板计数法 |
| 霉菌与酵母, CFU/g | ≤ 100 | GB4789.15 |
| 沙门氏菌/25g | 不得检出 | GB4789.4 |
| 金黄色葡萄球菌/25g | 不得检出 | GB4789.10 |

5、安全指标

(1) 植物源高有机硒食品原料产品每批次标签标识应当注明总硒含量。

(2) 根据中华人民共和国卫生行业标准 WS/T 578.3，中国居民膳食营养素参考摄入量 DRIs，对于本标准原料的终端产品使用及标示的成人每天膳食摄入量应控制为：60~400 微克/天 (μg/d)。

四、主要试验（或验证）分析

本团体标准启动制定工作后，分别收到由主要起草单位制备及送样样品 18 份，分别来自湖北（恩施）、广西、重庆、黑龙江等地区，其中符合本标准高有机硒定义要求样品 17 份（具体结果见表 6，未符合标准样本为总硒含量未达到标准设定要求）。其中总硒按照国标法 GB 5009.93 测定，无机硒占比采用“液相色谱-原子荧光联用技术（HPLC-AFS）”的方法进行检测，详细内容见标准文本规范性附录 A 方法测定。

表 6 植物源高有机硒食品原料验证结果分析表

| 序号 | 送检样品编号 | 送检批号 | 总硒 mg/kg | 无机硒占比% |
|----|--------|----------|----------|--------|
| 1 | G-YJ1 | 20180817 | 94.9 | 2.03% |

| | | | | |
|----|-----------|----------|-----|-------|
| 2 | G-YJ2 | 20180817 | 696 | 1.49% |
| 3 | L-YJ1 | 20180817 | 440 | 2.17% |
| 4 | X-YJ1 | 20180817 | 566 | 5.86% |
| 5 | X-YJ2 | 20180817 | 244 | 1.37% |
| 6 | X-YJ3 | 20180817 | 304 | 2.28% |
| 7 | X-YJ4 | 20180817 | 506 | 3.60% |
| 8 | G-YJ1 | 20180921 | 547 | 5.73% |
| 9 | G-YJ2 | 20180921 | 476 | 6.03% |
| 10 | L-YJ1 | 20180921 | 324 | 8.13% |
| 11 | G-YJ2-EP | 20181030 | 219 | 4.8 % |
| 12 | G-YJ3-LHC | 20181030 | 314 | 2.8% |
| 13 | G-YJ1-JX | 20181030 | 498 | 3.3% |
| 14 | L-YJ1-SH | 20181015 | 331 | 7.6% |
| 15 | L-YJ2-ZY | 20181015 | 685 | 9.3% |
| 16 | X-YJ2-EP | 20181020 | 184 | 4.2% |
| 17 | D-JM1-MP | 20181224 | 284 | 0.67% |
| 18 | D-JM2-ZS | 20181224 | 386 | - |

注：“-”表示未检出

本标准检测方法根据编制原则，并充分考虑到有机硒来源、组分及测定的复杂性，目前国家尚无有机硒测定的标准方法。液相色谱-原子荧光联用技术（HPLC-AFS）以其灵敏度高、操作简便、价格低廉的优点是目前元素形态分析的主流技术，是近年来发展较快的元素形态分析技术之一。

北京市疾病预防控制中心按照检测方法研制程序，在查阅大量文献的基础上，根据植物源高有机硒食品原料的特点，采用目前元素形态分析的主流分析方法 HPLC-AFS 联用技术进行无机硒分析方法的研究，考察优化了原子荧光及液相色谱条件，优化了样品前处理方法，进行了方法检出限、线性范围、方法重现性、方法准确性、实际样品适用性的研究，确定无机硒分析方法，经过国家富硒产品质量监督检验中心（湖北）、江南大学、北京出入境检验检疫局检验检疫技术中心三家国内资深的从事硒检测研究的单位

验证，形成“植物源高有机硒食品原料中无机硒占比的液相色谱-原子荧光联用测定方法”。该方法可以有效分离硒代胱氨酸，甲基硒代半胱氨酸，硒代蛋氨酸、亚硒酸盐、硒酸盐五种硒形态，可以准确测定植物源高有机硒食品原料中无机硒含量，实验结果表明：该方法线性范围宽、精密度高、准确性好，快速、灵敏，能满足植物源高有机硒食品原料中无机硒的测定要求。

随着“世界硒都”称号获得，以湖北恩施为代表的天然富硒资源性产品，在全国富硒地区逐步出现并兴起，经富硒植物天然富集转化或通过模拟天然富硒自然生态圈的硒生物营养强化技术种植，并通过符合食品加工技术等精加工工艺获得，富含植物来源生物有机硒，且便于食用和定量的高单位含量的天然生物有机硒食品成为“科学补硒、健康生活”，全民健康素养促进行动规划活动普及下的新生力量。

截至 2018 年 12 月就不完全统计，这类富含植物有机硒的食品加工生产企业在全国范围内近百家（代加工不计），主要分布在湖南、湖北、安徽等富硒区域，并呈现快速发展态势，产品形态以代餐或杂粮粉、固体饮料、压片糖果、糕点饼干等方便食品为主，达数百个品种，已经成为大健康产业中，标准化、可定量的科学补硒产品的重要组成。

据统计，2011 年我国富硒产品工业总产值为 82.1 亿元人民币，2015 年增至超过 200 亿元人民币，预计 2020 年超过 1000 亿元人民币。全国已有超过 20 个地市县生产富硒产品，尤其是近几年，以有机硒概念的产品快速增长。

五、国内外相关标准分析

1 本标准的类似标准比对

国际上目前未查到有植物源高有机硒食品原料的相关标准，国内目前和植物源高有机硒食品原料相关的标准有《DBS42 002-2014 湖北省食品安全地方标准 富有机硒食品硒含量要求》，及《GHT 1135-2017 富硒农产品行业标准》。这两个标准均没有精确将无机硒中的硒酸盐和亚硒酸盐分别进行鉴定，并约束了在食品中的硒含量限量。

2 检测方法的比对

对于有机硒食物中无机硒和有机硒的检测方法，目前国内的相关标准以及其特点如下表 7 所示。

表 7 现有国内标准中无机硒和有机硒的检测方法对比表

| 标准名称 | 方法原理及方法简述 | 优缺点 | 备注 |
|---|--|---|-------|
| GB 1903.23-2016 食品安全国家标准 食品营养强化剂 硒化卡拉胶 | 无机硒含量检测方法：采用无水乙醇搅拌静置过夜，将过滤后的滤液中的硒含量认为是无机硒含量 | 认为硒化卡拉胶中溶解于乙醇的硒就是无机硒 | 已出台国标 |
| GB 1903.22-2016 食品安全国家标准 食品营养强化剂 富硒食用菌粉 | 无机硒含量检测方法：食用菌粉用水浸泡后，离心，上清液认为是无机硒含量 | 认为食用菌粉中溶解于水的硒就是无机硒 | 已出台国标 |
| GB 1903.21-2016 食品安全国家标准 食品营养强化剂 富硒酵母 | 无机硒含量检测方法：富硒酵母用水浸泡后，离心，上清液认为是无机硒含量 | 认为富硒酵母中溶解于水的硒就是无机硒 | 已出台国标 |
| GB 1903.12-2015 食品安全国家标准 食品营养强化剂 L-硒-甲基硒代半胱氨酸 | 用 L-硒-甲基硒代半胱氨酸标准品，C18 色谱柱，外标法进行定量检测 | 测 L-硒-甲基硒代半胱氨酸纯品 | 已出台国标 |
| DBS42 002-2014 湖北省食品安全地方标准 富有机硒食品硒含量要求 | 无机硒含量检测方法：食品用水浸泡后，分离出水相，环己烷反萃取后，认为水相中的硒是无机硒含量 | 认为食品中溶解于水的硒，用环己烷萃取后剩下的水相就是无机硒 | 已出台地标 |
| GHT 1135-2017 富硒农产品行业标准 | 农产品经过酶解后，用阴离子交换色谱柱，外标法测三种硒代氨基酸的总和，使用机器为 LC-AFS | 认为农产品中溶解于水的硒就是无机硒经过酶解处理，用三种硒代氨基酸代表硒代氨基酸总含量 | 已出台行标 |
| DB3301T 117-2007 稻米中有机硒和无机硒含量的测定 原子荧光光谱法 | 无机硒含量检测方法：稻米用水及盐酸溶液浸泡后，不经过消解过程，认为水相中的硒是无机硒含量 | 认为稻米中的水相中的硒，不经过消解过程，仅检测 4 价硒。实际实验过程中，其他价态的硒会有一定程度的机器响应值 | 已出台地标 |
| 含硒原料中无机硒含量的测定-原子荧光形态分析法（征求意见稿） | 含硒原料纯水浸泡后，采用 C18 柱，外标法定量检测，使用机器 | 样品处理方法为纯水浸泡，检测硒酸根和亚硒 | 未出台地标 |

| | 为 LC-AFS | 酸根 | |
|-----------------------|--|---|-------|
| 富硒食品中无机硒的测定- 征求意见稿 | 富硒食品经水超声震荡后，采购阴离子交换柱固相萃取柱先吸附后洗脱，测硒含量 | 测硒酸根和亚硒酸根的总量 | 未出台地标 |
| 本团标附录检测方法 | 在“含硒原料中无机硒含量的测定-原子荧光形态分析法”基础上进行符合实际需要的优化调整 | 在“含硒原料中无机硒含量的测定-原子荧光形态分析法”方法学的基础上，优化了色谱条件，满足硒酸根和亚硒酸根的分选，同时能满足硒代氨基酸对检测的不干扰 | |

六、重大分歧意见的处理经过与依据

无

七、其他需要在网上公开说明的事项

无。

部分参考文献：

(1) Kumar, B. S. and K. Priyadarsini (2014). "Selenium nutrition: How important is it?" Elsevier Masson 29(3): 152-153.)

(2) Rohn I , Marschall TA , Kroepfl N , etal. Selenium species-dependent toxicity, bioavailability and metabolic transformations in, Caenorhabditis elegans[J]. Metallomics, 2018:10.1039.C8MT00066B.

(3) Berntssen M , Sundal TK , Olsvik PA , et al. Sensitivity and toxic mode of action of dietary organic and inorganic selenium in Atlantic salmon (Salmo salar).[J]. Aquatic Toxicology, 2017, 192:116-126.

(4) 孟惠平, 吕明, 微量元素硒的抗衰老作用, 《微量元素与健康研究》2008, 25 (5) : 62;

(5) 任广旭;王立平;王泽. 不同形态硒的功效研究进展[J]. 食品安全质量检测学报.

2018(22): 6039-6043.

(6) Rayman MP . The use of high-selenium yeast to raise selenium status: how does it measure up?[J]. British Journal of Nutrition, 2004, 92(4):17.