

团体标准《叶类蔬菜定量富硒生产技术规程》编制说明（征求意见稿）

一、任务来源

根据《广西农业农村产业振兴促进会关于〈芒果果实中有机酸测定 高效液相色谱法〉等 6 项团体标准立项的通知》文件要求，本标准由广西壮族自治区农业科学院提出，广西壮族自治区农业科学院、贵港市港南区农业技术推广中心等单位共同起草。

二、制定标准的必要性和意义

硒是人体必需元素，是 30 余种蛋白和酶的重要成分，对人体抗氧化系统具有关键作用。缺硒会导致人体硒蛋白和硒相关酶的紊乱，引发克山病和大骨节病等地方病。目前全球至少 10 亿人缺硒¹，中国约 5~8 亿人缺硒²。人体不能直接合成硒。开发富硒农产品是提升人体硒摄入水平的安全有效途径，

广西是富硒大省区，富硒土壤面积达 7.57 万 km²，为目前全国圈定出的特大面积连片富硒土壤区域，发展天然富硒农业，广西拥有得天独厚的土壤条件，富硒农业成为当前广西农业重点发展产业。广西地处华南地区，属亚热带季风气候区，具备良好的气候条件，年平均气温在 16.5℃~23.1℃，降水量充沛，年均无霜期 284d~365d，农作物生长条件较好，尤其是秋冬菜等特色农产品。蔬菜是日常最重要的植食作物之一，给人类提供人体所必需的多种矿物质、维生素和膳食纤维，据《国际物质粮农组织统计》数据显示，人体所必需的 90% 的维生素 C 和 60% 的维生素 A 均来自蔬菜；加之，叶类蔬菜具有较强的富硒能力、生理活性高。因此，开发与推广富硒蔬菜对提高人们生活质量、促进农业经济发展均具有重要的意义。

丰富的富硒土壤资源和良好的蔬菜种植基础正是发展广西特色蔬菜产业的优势，也是广西富硒产业发展的重点。但广西天然农产品硒含量却较低，富硒土壤上部分农产品达不到富硒标准。这是因为赤红壤、红壤是广西主要土壤类型，土壤酸度大，平均 pH=4.83，pH<5.5 的强酸性土壤占 85%，黏粒含量高，平均 30.8%~46.5%，固硒能力较强，导致土壤有效硒含量低，使广西天然富硒资源

优势不能得到充分发挥。另一方面因土壤中硒分布不均匀，如果要达到叶菜富硒定量生产，在低硒蔬菜区需要适量补充硒肥。因此，富硒叶菜的开发一方面需要提高天然富硒土壤中硒的有效性；另一方面通过适量外源补充保证叶菜的定量富硒，从而使广西富硒蔬菜品牌既有地方特色也能保证蔬菜的质量和硒的稳定，为广西蔬菜产业高质量发展提供技术支持。

项目团队自 2014 年其开展硒相关研究，先后获得国家自然科学基金-地区基金项目“广西区域富硒土壤硒素特征及其活化机理研究”（41761052）、广西自然科学基金-面上项目“广西富硒区特色蔬菜根际微域硒素特征及活化机理”（2020GXNSFAA297086）、广西自然科学基金-青年基金项目“广西富硒区磷、硫对土壤硒形态及植物硒素吸收积累的影响”（2016GXNSFBA380131）、广西创新驱动发展科技重大专项“富硒土壤资源高效安全利用”（桂科 AA17202026）、广西自然科学基金-青年基金“广西富硒土壤硒素活化菌株筛选及其机理研究”（2018GXNSFBA281161）等项目的支持。2021 年项目团队对广西主要蔬菜种植区土壤及植株进行了区域性采样，涉及桂南（北海）、右江河谷（百色）、贺大湾区（贺州）、高山（桂林）、南宁等蔬菜优势产区，共采集样本 1000 多个，采样分析结果表明不同区域土壤有效硒含量与种植蔬菜品种显著相关，且种植在富硒土壤上的叶菜类约有 30%以上达到富硒标准，但同一区域硒含量并不稳定。同时，在不同土壤类型及不同种植模式下开展天然富硒土壤硒素活化因子研究，研究结果表明土壤有效硒与土壤 pH 及速效磷呈正相关。2017~2019 年分别开展不同土壤类型条件下硒素活性关键因子研究 2578~2022 天然富硒农产品硒含量鉴别与分类、土壤硒素活化菌株筛选等研究，初步获得广西富硒赤红壤花岗岩、富硒红壤砂页岩、富硒赤红壤砂页岩硒素活化因子及活化时间。筛选出具有一定活化效果的优势菌株。同时利用叶类蔬菜盆栽及大田试验开展天然富硒土壤有机无机、生物无机有机等组合活化模式研究。结合项目研究团队多年研究经验，2022 年共发布两项地方标准，分别为“DB45/T 2578- 2022 天然富硒农产品硒含量鉴别与分类”和“DB45/T 2543-2022 富硒农产品产地环境评价”，为本标准的指定提供了技术支持和参考依据。

三、主要起草过程

（一）成立标准编写组

团体标准《叶类蔬菜定量富硒生产操作规程》项目任务下达后，广西壮族自治区农业科学院成立了标准编写组，制定了起草编写方案与进度安排，明确任务职责，确定工作技术路线，开展标准研制工作。

标准编写组负责起草标准草案、征求意见稿、送审稿及编制说明的编写工作，包括后期召开征求意见会、网上征求意见、定向征求意见等，以及标准的不断修改和完善，标准发布后，组织相关单位、企业和农民开展标准宣贯培训会，对标准进行详细解读，让相关的工作人员了解标准，并根据标准进行操作，保证叶类蔬菜定量富硒的生产，并对标准实施情况进行总结分析，不断对该团体标准提出修正意见。

（二）收集整理文献资料

标准编写组在中国标准服务网(<https://www.cssn.net.cn/cssn/index>)查询与“叶类蔬菜”“富硒”“富硒叶菜”相关的标准，结果显示如下：

GB/T 22499-2008《富硒稻谷》、NY/T 4058-2021《农产品市场信息采集产品分类规范 叶类蔬菜》、NY/T 743-2020《绿色食品 绿叶类蔬菜》、NY/T 3664-2020《手扶式茎叶类蔬菜收获机质量评价技术规范》、RB/T 138-2023《富硒产品认证技术规范》、FZ/T 52056-2021《富硒粘胶短纤维》、GH/T 1310-2020《富硒马铃薯》、GH/T 1135-2017《富硒农产品》、GH/T 1090-2014《富硒茶》、NY/T 600-2002《富硒茶》。DB11/T 163-2021《叶菜类蔬菜生产操作规程》

从以上标准情况可看出，但暂未有与“叶类蔬菜定量富硒生产”相关的标准。因此，围绕着富硒叶类蔬菜的目标制定团体标准《叶类蔬菜定量富硒生产操作规程》，以指导和规范叶类蔬菜定量富硒生产，保障富硒叶类蔬菜质量具有重要意义。

（三）研讨确定标准主体内容

标准编写组在对收集的资料进行整理研究之后，标准编写组召开了标准编制会议，对标准的整体框架结构进行了研究，并对标准的关键性内容进行了初步探讨。经过研究，标准的主要内容确定为场地环境要求、栽培技术、病虫害防治、收获。

（四）调研、形成征求意见稿

2024年4月-2024年9月，标准起草工作小组进行了广泛实地调研工作，查

阅大量国内外文献资料，对叶类蔬菜定量富硒生产的研究成果进行系统总结。形成了标准的基本构架，对主要内容进行了讨论并对项目的工作进行了部署和安排。并在前期工作的基础之上，通过理清逻辑脉络，整合已有的参考资料中有关叶类蔬菜定量富硒生产的技术要点，并结合当前实际生产的需要，按照简化、统一等原则编制完成团体标准《叶类蔬菜定量富硒生产技术规程》（草案）。

2024 年 10—2025 年 2 月，向涉及相关领域的部门及专家征求团体标准《叶类蔬菜定量富硒生产技术规程》（草案）意见。根据标准要点框架技术内容，再次修改标准草案，形成团体标准《叶类蔬菜定量富硒生产技术规程》（征求意见稿）及编制说明（征求意见稿）。

四、制定标准的原则和依据，与现行法律、法规的关系，与有关国家标准、行业标准的协调情况

经查阅，国内外未制定有与叶类蔬菜定量富硒生产的相关标准。

本标准根据 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》规定的格式编写，本标准的内容与现行的法律、法规及国家标准、行业标准无冲突，并承诺本标准内容与各项指标不低于国家标准和行业标准。

五、主要条款说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述。

（一）标准主要章节内容

本文件界定了叶类蔬菜定量富硒生产的术语和定义，规定了场地环境要求、栽培技术、病虫害防治、收获等技术要求。

本文件适用于叶类蔬菜定量富硒生产。

（二）主要技术指标、参数、试验验证的论述

1. 广西富硒土壤硒素特征及影响因子

研究团队前期对广西土壤硒素特征、影响土壤硒有效性的关键因子进行了系统的调查分析。调查涵盖了红壤、赤红壤、水稻土和石灰土四个土壤类型，共计土样 286 个。研究结果（表 1）表明广西富硒土壤主要为红壤和赤红壤，其中红壤全硒含量在 0.29mg/kg~1.685mg/kg 之间，均值为 0.812mg/kg；赤红壤全硒含量在 0.210mg/kg~1.804mg/kg 之间，均值为 1.235mg/kg。而两类土壤的有效硒含量都偏低，红壤有效硒均值为 0.052mg/kg，占总硒含量的 12.05%；赤红壤

有效硒均值为 0.018mg/kg，占总硒含量的 1.73%。此试验结果表明广西富硒土壤以红壤赤红壤为主，但有效硒含量偏低。

对采集到的 286 个土壤样品进行理化性质分析，研究其与土壤总硒和有效硒的相关性。研究结果（表 2）表明：土壤总硒与土壤 pH 呈显著负相关，土壤有效硒与土壤全磷、速效磷、pH 呈显著正相关。此研究结果表明要提高土壤硒有效性磷与 pH 是关键因子。

表 1. 广西土壤硒含量及有效硒占比分析

土类	全硒(mg/kg)		有效硒(mg/kg)		有效硒占比%	
	均量	变幅	均量	变幅	占比	变幅
红壤	0.812	0.290- 1.685	0.052	0.003-0.127	12.05	0.20-25.62
赤红壤	1.235	0.210- 1.804	0.018	0.003-0.050	1.73	0.21-3.92
水稻土	0.325	0.150-0.570	0.070	0.006-0.103	23.53	3.18-50.24
石灰土	0.285	0.230-0.340	0.079	0.065-0.093	27.74	27.25-28.22

表 2. 土壤理化性质与总硒、有效硒相关性

项目	全 N	全 P	全 K	速效 N	速效 P	速效 K	有机质	pH
总 Se	-0.132	-0.016	-0.229	0.115	-0.053	0.138	-0.199	-0.492
有效 Se	0.187	0.267	-0.296	0.013	0.353	-0.068	0.184	0.433

2.蔬菜种植区土壤硒形态特征及有效硒影响因子

2021 年在前期基础上开展了主要蔬菜种植区南宁、百色、贺州、北海、桂林、柳州等地土壤和植株样品采集工作，共计采集样品 1000 余份。分析土壤及植物硒含量及影响蔬菜硒吸收的关键影响因子。图 1 结果表明：蔬菜土壤硒形态总体规律为：残渣态硒>有机结合态硒>铁锰氧化物结合态硒>交换态硒>水溶态硒。从图 2 路径分析结果中的权重系数可以看出**影响菜地土壤有效硒含量的主要因子为：速效磷、有机质和 pH。**

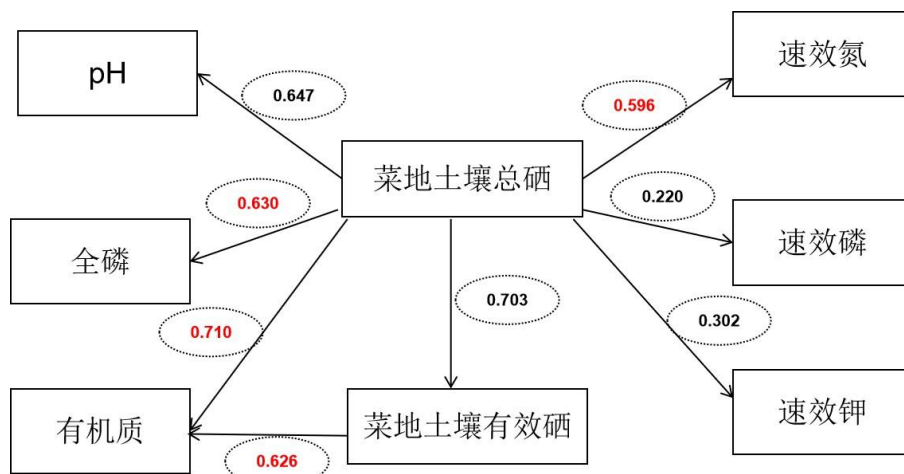
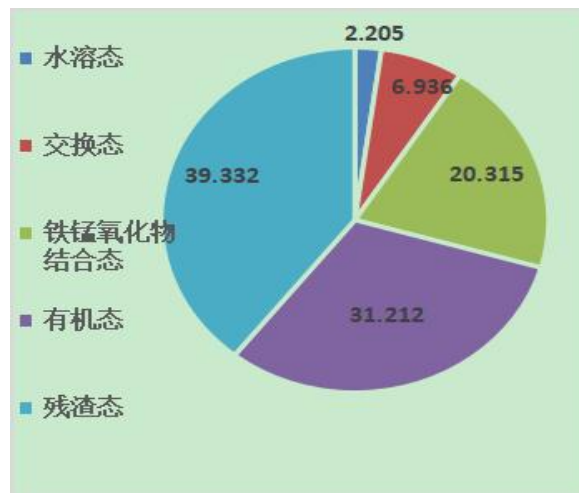


图 2 菜地土壤总硒、有效硒与土壤理化性状相关系数分析

3.土壤硒素活化因子筛选

在前期调查基础上为了确定不同外源物质最佳的活化浓度和时间,开展不同无机因子和有机因子对土壤有效硒影响土壤培养试验。本试验采用蔬菜种植区的富硒赤红壤为研究对象。土壤取自当地 20 cm 耕层,土壤取回后,风干破碎,去除杂质,过 2 mm 筛储存备用。选用无机试剂磷酸二氢钠和碳酸钙四种无机试剂作为无机因子磷和 pH 的材料,选用有机物料黄腐酸(H)有机因子有机质的材料,本试验为室内恒温培养试验,每种材料设计 5 个水平,3 个重复,连续培养 90 d。试验结果表明: P1~25mg/kg 培养 60d 时土壤有效硒含量显著高于其他处理,较

对照高 107.9%（图 3）。15~ 60 d 内 Ca 不同处理有效硒含量显著高于对照，15d 时各处理有效硒含量达到最大值（图 4）。黄腐酸在 100 mg/kg 培养 15 d 时，有效硒含量最高，较对照高 23.83 %（图 5）。

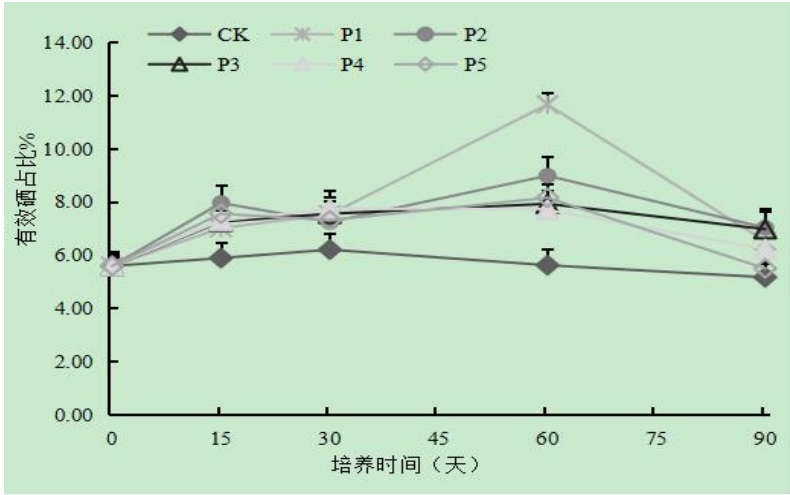


图 3 不同磷含量对土壤有效硒的影响

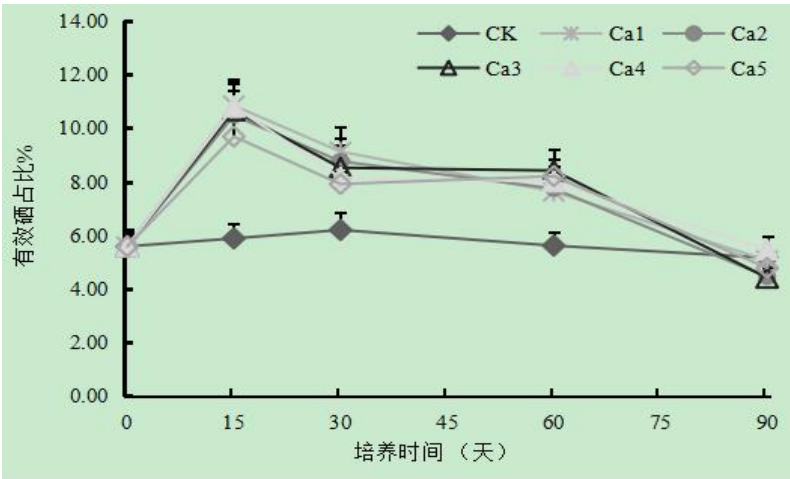


图 4 不同钙含量对不同母质土壤有效硒的影响

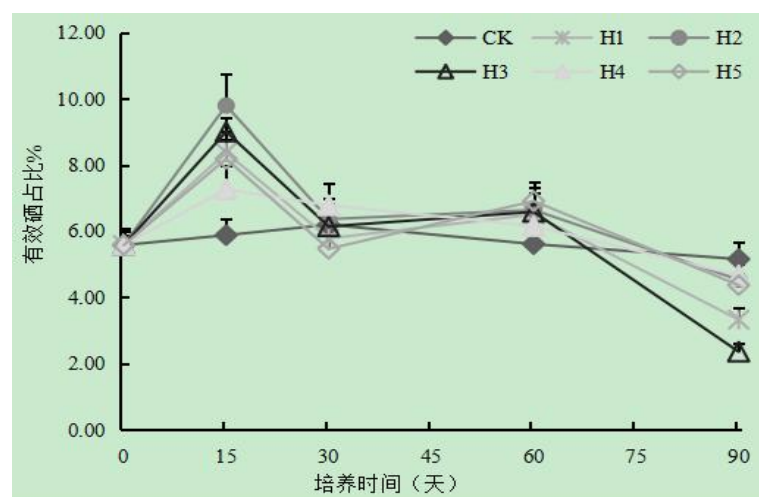


图 5 不同黄腐酸含量对不同母质土壤有效硒的影响

4. 硒素活化技术在天然富硒区叶菜上应用

利用前期获得的最佳有机无机单因子，组合形成有机无机组合，研究不同处理对土壤硒有效性及植物吸收积累的影响。试验设计：有机（Y1-黄腐酸，Y2-氨基酸）和无机（N1-P，N2-S，N3-Ca），设置三次重复。种植作物为小白菜，土壤：赤红壤砂页岩母质，总硒含量：1.10mg/kg。从图 6 试验结果可以看出不同有机无机组合处理对土壤硒有效性影响差异显著。其中黄腐酸与磷、黄腐酸与硫组合对土壤有效硒无显著影响。氨基酸与无机物料组合效果显著优于其他处理。其中氨基酸与钙组合有效硒含量最高，与其他处理差异显著。黄腐酸与不同物料组合对土壤有效硒影响无显著差异，可能是因为在赤红壤花岗岩母质土壤上黄腐酸与土壤有效硒相关性较差造成的。氨基酸本身在该类土壤上就与土壤硒有效性有较好的相关性，无机因子钙、磷、硫也与土壤有效硒有较好的相关性，因此氨基酸与这三类无机物料组合有利于提高土壤硒有效性。图 7 植株地上部硒含量与土壤有效硒呈正相关，更进一步说明效硒能够充分被植株地上部吸收利用。

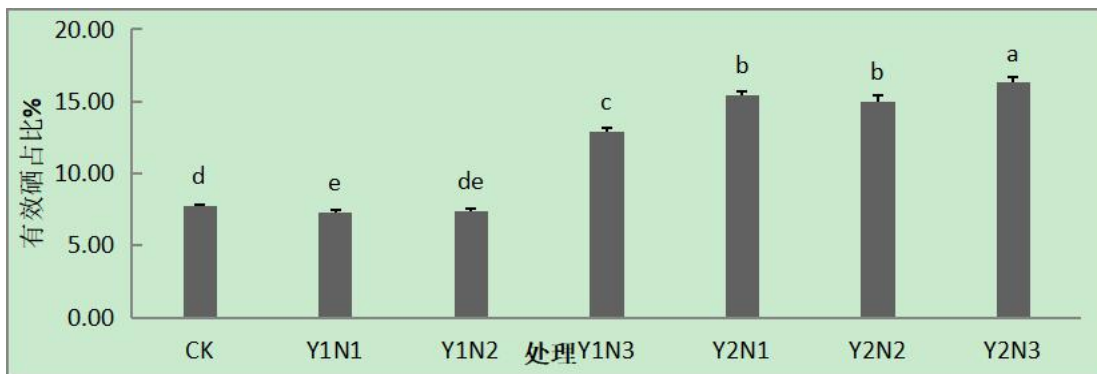


图 6 不同有机无机组合对土壤有效硒的影响

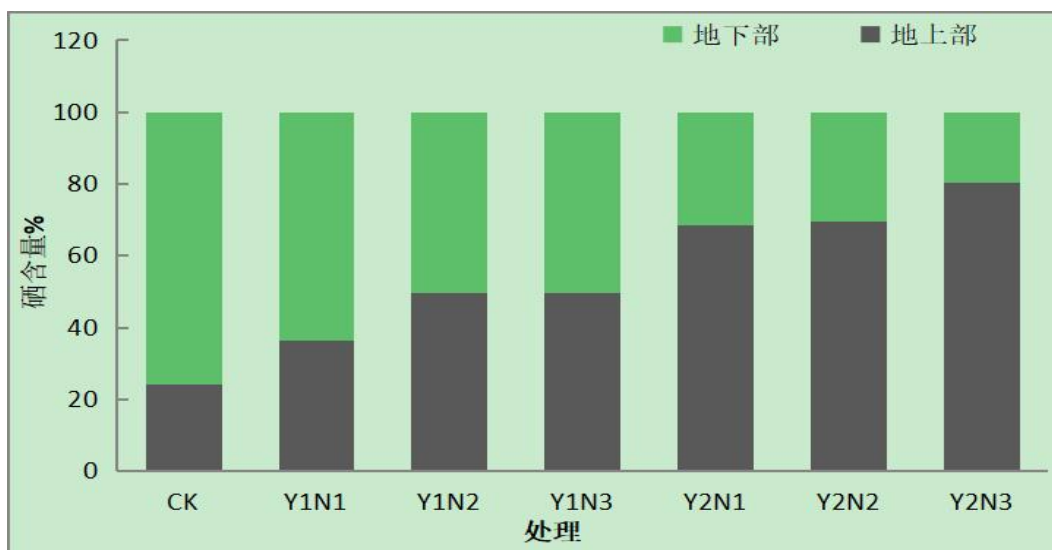


图 7 不同有机无机组合对植株不同部位硒含量的影响

5.外源硒素定量强化技术在叶菜上的应用

在南宁市武鸣腾翔村蔬菜种植区，种植叶菜为小白菜，施用团队自行研制的有机硒肥，共设置 3 个浓度梯度，硒肥施用量为 A(100kg/亩)、B(200kg/亩)、C(300kg/亩)，并设置空白对照。施用硒肥为自行研制黄腐酸钾螯合硒肥，硒浓度为 0.1%。小区面积 18m²，0.026 亩，设置三次重复。其他处理与常规施肥一致，共采集三批次叶菜，测定小白菜可食部位和土壤硒含量。试验在每次施肥两周后进行小白菜样品和土壤样品采集。从小白菜可食部位硒含量可以看出（图 8），不同硒浓度均能够保证小白菜硒含量达到富硒标准，其中第一次 B 和 C 处理硒含量有超标现象，但后期不同处理均能保证小白菜硒含量维持稳定。初步认为 200kg/亩的硒浓度是小白菜硒肥施用的上限。连续采集小白菜样品的同时也采集的土壤样品，土壤耕层的硒含量（图 9）随着硒肥施肥次数的增加硒在耕层有一定的累积，

不同浓度间也存在显著差异。进一步进行不同深度土壤采集，测定其硒含量，分析外源硒施用后除一部分被小白菜吸收，残留在土壤中的硒的迁移规律。从图 10 结果可以看出，不同施硒浓度条件下土壤中的硒主要累积在耕层，随着施硒浓度的增加，土壤不同深度硒含量也显著提高，20~40cm 土层规律与耕层一致，40~60cm 土层硒并没有大量的累积，部分硒进入到了 60~80cm 土层，但整体而言主要是累积在耕层和 20~40cm 土层中。说明在试验浓度范围内并未造成深层土壤硒迁移损失。

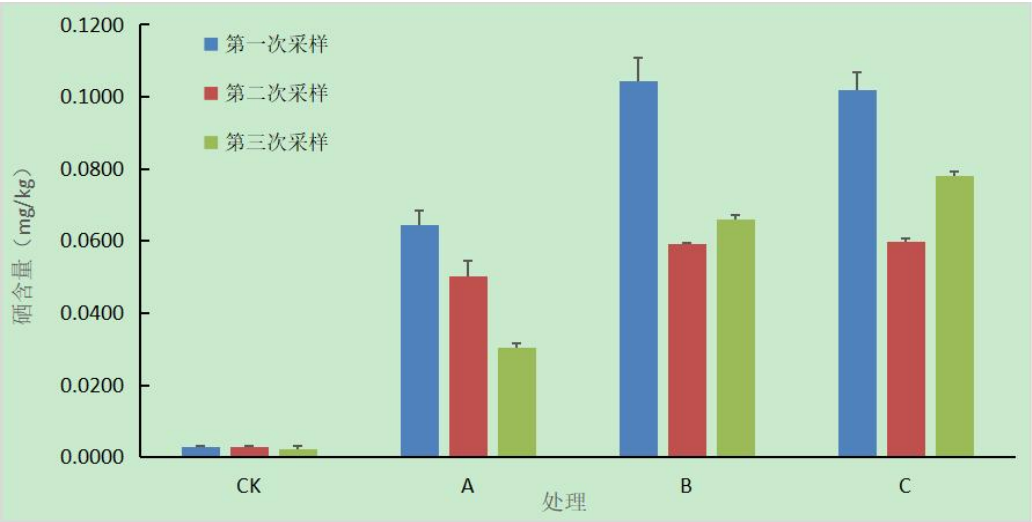


图 8 不同浓度硒肥对不同采样批次小白菜硒含量的影响

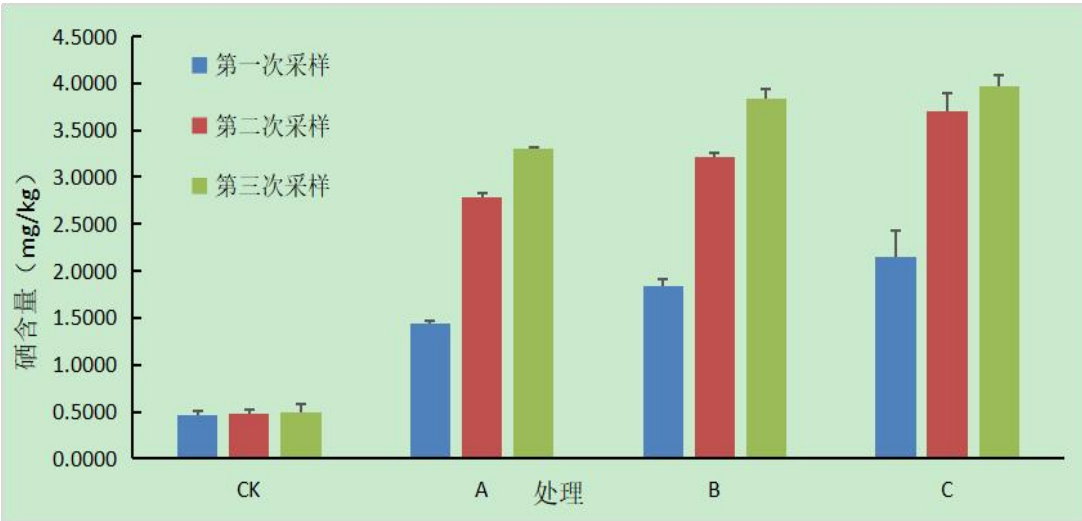


图 9 不同浓度硒肥对不同采样批次小白菜采样后土壤硒含量的影响

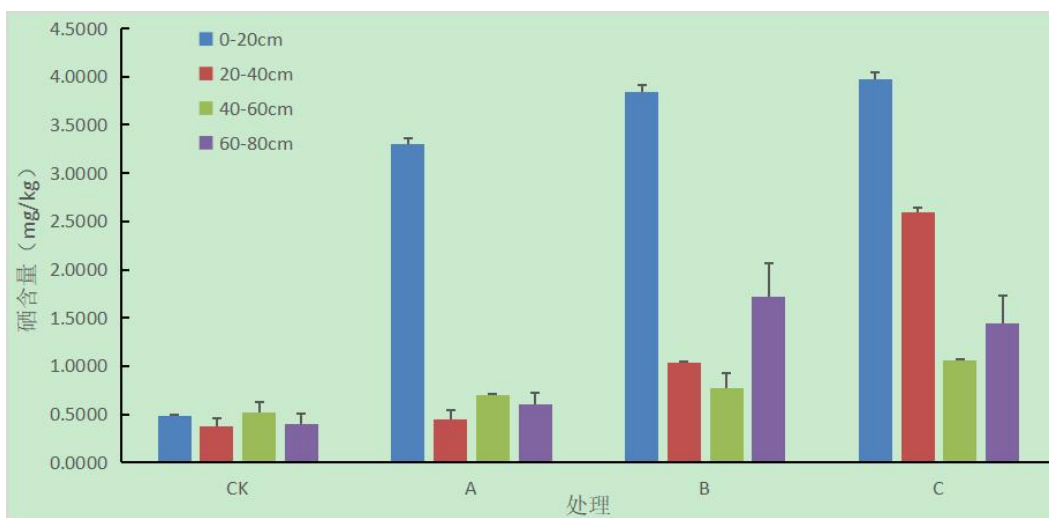


图 10 不同硒肥浓度处理三次施肥采样后不同深度土壤硒含量

六、重大意见分歧的处理依据和结果

本标准研制过程中无重大意见分歧。

七、实施标准的措施

1、依托政府、企业和合作社规范标准生产技术：富硒叶菜的生产应用很大程度上靠政府公益性资金支持和政策宣传，因此，标准宣贯也需要通过政府的政策宣传，并通过培育企业、建立合作社进行试验示范。

2、依托起草单位引导标准应用：起草单位作为广西富硒产业发展的技术支撑，有义务和责任到企业、合作社、示范基地引导标准技术落地应用。

八、其他应当说明的事项

无。

《叶类蔬菜定量富硒生产技术规程》团体标准编写组

2025年2月20日