ICS 65.080
CCS B 10

T/CS

团 体 标 准

T/CS 579—2026

冰碛岩土壤改良及微生物工程活菌硒天然富硒一体化技术规范

Technical specification for glacial till soil improvement and microbial engineering active selenium-rich integrated technology

2026－07－23 发布 2026－07－23 实施

中国商品学会 发 布

目　　次

前言 II
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　一体化原则 2
5　适用对象 3
6　冰碛岩土壤改良技术要求 3
7　微生物工程活菌硒应用技术 6
8　天然富硒一体化管控 9
9　土壤改良效果评价 10
10　检验方法 13
11　低碳生产 18
12　包装与标识 18
13　溯源管理 19
14　持续改进 19

前　言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由天鹰寰球投资（广东）集团有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：天鹰寰球投资（广东）集团有限公司、海南明轩贸易集团有限公司、海南金枝誉叶生物科技有限公司、北京联合利来企业管理有限公司。

本文件主要起草人：梁美清、林文宇、梁靖国、梁建国、林芷儿、梁伟国、范金余。

冰碛岩土壤改良及微生物工程活菌硒天然富硒一体化技术规范

1 范围

本文件界定了冰碛岩土壤改良及微生物工程活菌硒天然富硒一体化的术语和定义，规定了一体化原则、适用对象、冰碛岩土壤改良技术要求、微生物工程活菌硒应用技术、天然富硒一体化管控、土壤改良效果评价、检验方法、低碳生产、包装与标识、溯源管理、持续改进。

本文件适用于冰碛岩分布区域及同类地质地块的土壤改良，以及利用该技术体系开展的种植、水产、畜禽三大类农业生产活动的富硒管控。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图形符号标志

GB 5009.93 食品安全国家标准 食品中硒的测定

GB/T 6920 水质 pH值的测定 玻璃电极法

GB/T 7493 水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法

GB 7718 食品安全国家标准 预包装食品标签通则

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 20287 农用微生物菌剂

GH/T 1429 农产品中五种硒元素形态的测定 高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱法

HJ 494 水质 采样技术指导

HJ 506 水质 溶解氧的测定 电化学探头法

HJ 535 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法

LY/T 3129 森林土壤铜、锌、铁、锰含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

NY/T 296 土壤全量钙、镁、钠的测定

NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范

NY/T 889 土壤速效钾和缓效钾含量的测定

NY/T 890 土壤有效态锌、锰、铁、铜含量的测定 二乙三胺五乙酸（DTPA）浸提法

NY/T 1121.2 土壤检测 第2部分：土壤pH的测定

NY/T 1121.4 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定

NY/T 1121.6 土壤检测 第6部分：土壤有机质的测定

NY/T 1121.16 土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定

NY/T 1121.22 土壤检测 第22部分：土壤田间持水量的测定 环刀法

NY/T 1444 微生物饲料添加剂技术通则

NY/T 3420 土壤有效硒的测定 氢化物发生原子荧光光谱法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冰碛岩 glacial till

冰川搬运、堆积形成的未经充分分选的碎屑沉积岩，富含多种矿物质及微量元素。

3.2

冰碛衍生富硒土壤 selenium-rich soil derived from glacial deposits

以原生冰碛岩矿质基材为改良原料，配合微生物工程活菌硒体系改良后，总硒、有效硒、微量元素指标达标，可稳定实现生物富硒的各类农用地、渔业底质土壤，包含旱地土、果园土、稻田土、鱼塘底泥、林下种植土、设施栽培基质土。

3.3

活菌硒 active bacterial selenium

通过定向筛选、驯化的微生物菌株，在代谢过程中将无机硒转化为生物活性有机硒的菌群体系。

3.4

天然富硒 natural selenium enrichment

在本文件规定的技术体系下，通过微生物工程活菌硒定向转化与生物富集作用，使全品类农作物、林果产品、水产渔获、活体畜禽禽类、畜禽肉蛋副产品中硒含量达到对应品类标准范围，且活性硒占比符合第7章规定的过程与结果。

3.5

野葛 pueraria

葛属多年生药食同源藤本植物，归为特色经济作物和中药材双重属性。

3.6

香蕉 banana

热带亚热带特色多年生草本果树。

3.7

芡实 euryale ferox

鱼塘规模化种养专用水生药食两用作物,不在水田单独种植,统一配套水产鱼塘开展种养结合生产。

3.8

文冴鱼 wenhui fish (local characteristic native freshwater economic fish)

地方特色土著淡水经济鱼类。

3.9

鱼稻共生天然富硒一体化 fish and rice coexisting in a natural, selenium-rich integrated system

以冰碛衍生富硒稻田为基底，同步开展水稻种植与淡水鱼类养殖，采用同源冰碛岩基材、同源活菌硒菌剂，水土协同调控硒元素迁移富集的复合种养模式。

3.10

活体畜禽禽类 live livestock and poultry

本文件管控对象，包含生猪、牛、羊等家畜活体，鸡、鸭、鹅、鸽等家禽活体，全程使用活菌硒配套饲料，不使用外源无机硒饲喂，出栏前需完成活体、肉蛋硒含量双项预检。

3.11

特色甘蔗 specialty sugarcane

热带、亚热带地区多年生高大禾本科经济作物，包含糖料蔗及果蔗（果蔗以鲜食茎秆为主），归为大田特色经济作物。

4 一体化原则

4.1 技术集成原则

适配肇庆全域冰碛岩原生地块、冰碛衍生富硒土壤全类型土地，覆盖大田、果园、鱼塘、稻渔共生田、坡地、设施农地、林下种植地全部场景。

4.2 介质贯通原则

土壤改良、水体驯化、畜禽饲喂应采用同源菌株、同源投入品，实现硒元素在土壤-水体-生物系统中的定向迁移与富集；贯通旱地、鱼塘、稻田、林下、畜禽养殖舍多介质，适配芡实鱼塘、鱼稻共生、果园单种、大田粮食、畜禽养殖多元场景。

4.3 全链管控原则

从土壤或水体改良到产品上市，实行统一的投入品体系、检测体系、溯源体系，水生种养、果园种植、特色水产养殖实行分区专项管控，同源菌剂、同源基材跨水土场景通用；管控链条向上延伸至土地基底改造、活体畜禽养殖阶段，向下覆盖生鲜产品、加工副产品全环节，实现从地块、鱼塘或畜禽活体到终端商品全流程闭环。

4.4 产出协同原则

全部粮食作物、油料、果蔬、中药材等经济农作物，全部淡水、海水水产渔获，全部活体畜禽禽类及其鲜肉、蛋类、加工副产品均纳入同一富硒管控标准，实现种植、水产、畜禽多品类协同产出。

4.5 特色品类适配原则

针对药食同源作物(野葛)、热带果树(香蕉)、鱼塘水生作物(芡实)、地方特色水产(文岁鱼)、鱼稻共生种养单元、全品类活体畜禽禽类、特色甘蔗，制定差异化施用、管控、采收或出栏标准，兼顾共性技术与品类特性。

5 适用对象

5.1 种植业

涵盖粮食谷物（含鱼稻共生水稻）、油料作物、叶菜果蔬、根茎类作物、林果经济作物及中药材。特色品类包括：

——鱼塘水生作物（如芡实）；

——热带果树（如香蕉）；

——药食同源作物（如野葛）；

——特色甘蔗（糖料蔗/果蔗，多年生热带/亚热带高大禾本科经济作物）。

5.2 水产养殖

涵盖常规淡水、海水鱼类养殖，以及鱼塘种养结合（如芡实-鱼共生）、鱼稻共生等模式。特色品类包括地方特色鱼类（如文岁鱼）。

5.3 畜禽养殖

涵盖家畜（猪、牛、羊等）与家禽（鸡、鸭、鹅、鸽等）的活体养殖，以及其产出的鲜肉、生鲜蛋类及加工副产品。

6 冰碛岩土壤改良技术要求

6.1 土壤筛选与评估

6.1.1 通用地块

6.1.1.1 土壤应来源于肇庆全域冰碛岩分布区域或经冰碛岩矿质改良物料处理形成冰碛衍生富硒土壤的地块，改良前土壤应符合 GB 15618 的要求，并进行基线检测，包括：

——总硒含量；

——有效硒含量；

——有机质含量；

——pH 值；

——冰碛岩衍生微量元素（铁、锌、镁、钙等）达标率。

6.1.1.2 通用地块覆盖肇庆所有耕地、旱地、坡地、果园、稻田、设施农地、林下种植基底，不设场景限制。

6.1.2 特色地块

特色地块改良前均需满足GB 15618基础要求，同步完成基线检测及场景专项检测，设置专属检测项：

——芡实鱼塘：芡实水田底泥可溶性活性硒和水田底泥 pH 值；
——香蕉果园：根系层速效钾和园根系层土壤容重、土壤有效硒、可溶性活性硒；
——野葛坡地：土壤坡地保水能力、土壤有效硒、可溶性活性硒；
——鱼稻共生田：稻田耕作层有效硒、田埂土壤保水能力、环沟底泥可溶性活性硒、稻田水体 pH。

6.2 改良工艺

采用冰碛岩活化基质与专属微生物菌剂联合施入土壤，改良周期不少于6个月，分阶段进行菌群定植与矿质释放调控。针对板结土壤，应结合基材施用同步进行机械深松（松土深度≥30 cm）或旋耕（深度≥25 cm）；(水溶性盐总量 >2.5 g/kg)基材中应增加脱盐矿物助剂配比，并辅以淋溶排盐措施。

注：改良工艺同步适配鱼塘底质改造、鱼稻共生田环沟底泥改良、林下种植基质改良、设施栽培基质调理，所有冰碛衍生富硒土壤改造统一执行本工艺标准。

6.3 冰碛岩基材施用

6.3.1 基材原料

基材粒径选用应符合下列规定：
——芡实鱼塘选用 0.25 mm～5 mm 细粉料；
——香蕉、野葛、鱼稻共生稻田 0.25 mm～10 mm 分级配比。

注：风化冰碛岩粉碎料(粒径0.25 mm～10 mm分级配比)，搭配专用螯合矿物质助剂。

6.3.2 施用方法

冰碛岩基材应根据地块类型、改良阶段（新垦基底改良或成熟地追肥）及作物特性，明确用量、施用方式及周期。具体技术要求应按表1执行，特殊地块补充说明如下：

表 1 各类地块冰碛岩基材施用明细表

地块/场景类型	施用时期	用量（每亩）	施用方式与深度	施用周期	备注
通用旱地（含大田、坡地、饲草地）	新垦基底改良	2.5 t～3.5 t	深耕/旋耕 ≥25cm，与原土混匀	一次性施用	坡地需增设表层覆土固土
	成熟地追肥	2.5 t～3.5 t	全田旋耕或开沟（深25~30cm）混匀	每2年1次	
稻田（常规稻田）	新垦基底改良	2.0 t～3.0 t	耕翻 ≥25cm，与耕作层混匀	一次性施用	
	成熟地追肥	2.0 t～3.0 t	翻耕混匀	每2年1次	
鱼稻共生田	稻田基底改良	2.0 t～3.0 t	耕作层翻耕≥25cm	新垦一次性；每2年追肥1次（1.5 t～2.5 t）	
	养殖环沟底泥	0.6 t（额外追加）	底泥混匀	每年清淤后补施	细粉料（0.25mm~5mm）
芡实种植鱼塘	新塘基底改良	0.7 t～1.2 t	塘底翻耕20cm~22cm混匀	一次性施用	细粉料（0.25mm~5mm）
	成熟塘追肥	1.8 t ~2.8 t	清塘翻耕混匀	每年1次	淤泥层不宜过深，用量高于新垦
香蕉果园	新园基底改良	2.8 t～3.8 t	全园深耕 ≥25cm混匀	一次性施用	
	成熟园追肥	2.8 t～3.8 t	沿树冠滴水线开沟，深25cm~30cm	每1.5年1次	沟施覆土
野葛坡地	新垦基底改良	2.6 t～3.6 t	深耕≥25cm	一次性施用	
	成熟地追肥	2.6 t～3.6 t	中耕翻耕≥25cm	每2年1次	

表1　各类地块冰碛岩基材施用明细表（续）

地块/场景类型	施用时期	用量（每亩）	施用方式与深度	施用周期	备注
特色甘蔗（旱地/水旱轮作）	新垦基底改良	2.5 t～3.5 t	深耕≥25cm或行施覆土	一次性施用	同旱地标准
	成熟蔗田追肥	2.5 t～3.5 t	沿种植行开沟（25cm~30cm）或冬翻全层混匀	每2年1次	坡地蔗园需覆土保水

6.4　改良后土壤质控指标

改良后土壤质控指标应符合表2的规定。

表 2　改良后土壤质控指标

项目	指标	适用场景
总硒含量	≥0.40 mg/kg	全场景（肇庆所有冰碛岩改造地块）
有效硒含量	≥0.18 mg/kg	全场景
有机质含量	≥32 g/kg	全场景
pH值	5.8～7.2	通用旱地、大田、野葛坡地、鱼稻共生稻田耕作层
	5.5～6.8	香蕉园
	6.0～7.5	芡实鱼塘底泥、鱼稻共生环沟底泥
冰碛岩衍生微量元素（铁、锌、镁、钙等）综合达标率	100%	各元素含量均需达到基线评估确定的区域背景值上限
注：覆盖肇庆全域所有冰碛衍生富硒土壤，包含旱地、果园、鱼塘底泥、稻田、鱼稻共生田、林下种植土全部场景。		

6.5　土壤后期管护

全年不应使用外源非本体系配套的土壤改良剂、化学硒肥，每季作物采收后补充少量冰碛岩基质+活菌菌剂。酸化地块优先使用配套碱性调理剂进行pH回调，回调目标值按表1执行。特色地块管护要求如下：

——芡实鱼塘:不使用除草剂，每年清塘清淤时同步补施冰碛岩基质及活菌剂；

——香蕉园:采果后、抽蕾期各补施一次菌剂，不使用强酸性外源调理剂；

——野葛坡地:结合中耕除草同步补料，并采取覆盖或留茬措施防止基材水土流失；

——鱼稻共生田：水稻收割后翻耕补施基质，环沟每季度补加水体活菌硒，严控养殖尾水酸碱值。

注1：不使用外来化学硒肥、非配套改良剂。

注2：所有畜禽养殖配套种植饲草地块，统一按照旱地冰碛衍生富硒土壤管护标准执行，饲草专供活体畜禽饲喂。

6.6　极端天气下土壤应急管护

6.6.1　极端强降雨

6.6.1.1　处置阈值：（日降雨量≥100 ㎜ 或连续 3 日累计≥150 ㎜），降雨前 24 h 预报达到上述标准，或已连续出现强降雨过程。

6.6.1.2　土壤处置措施按下列规定进行：

a）　排涝与防蚀：应立即清理排水沟渠，田间积水在 24 h 内排干；坡地果园、野葛坡地应增设临时挡水土埂或覆盖防冲刷网，减少冰碛岩基材及表土流失；

b）　硒流失补施：雨后 3 日内，对过水地块补施可溶性活性硒激活剂（配合本体系水体活化营养液稀释 50 倍后喷施或冲施），补施量为正常追肥用量的 30%～50%；同步采样检测土壤有效硒含

量，低于 0.12 mg/kg 时应追加活菌硒土壤制剂，用量为正常基肥施用量的 20%～30%（按 7.2.1 执行）；

c) pH 回调：强降雨后应及时测定耕作层土壤 pH，若 pH 降至 5.5 以下（旱地）或 5.0 以下（水田），应优先使用配套碱性调理剂进行 pH 回调，回调目标值按表 2 执行；

d) 菌群应急补投：排水后 3 日内补投活菌硒土壤制剂，补投量为正常基肥施用量的 30%，并同步补充有机质（腐熟秸秆或本体系配套有机物料），促进菌群重新定植。

6.6.2 极端高温与持续干旱

6.6.2.1 处置阈值：连续 5 日以上日最高温≥35℃且无有效降雨，或土壤耕层含水量低于 25%（田间持水量）。

6.6.2.2 土壤处置措施按下列规定进行：

a) 覆盖保水降温：旱地、果园、坡地应采用秸秆覆盖（厚度 5 cm～8 cm）或遮阳网覆盖，降低地表温度，减少水分蒸发；设施栽培应启用遮阳降温系统；

b) 错时补菌：高温期（≥35℃）应停止施用活菌硒制剂，待气温回落至 7.2.3 规定的施用环境温度（15℃～30℃）后，再按正常用量补施；确需在高温期操作的，应选择清晨（6:00～8:00）或傍晚（17:00 后）进行，且施后即覆土或淋水；

c) 水分调控：干旱条件下应保持土壤湿度不低于 45%（按 7.2.3 要求），优先采用滴灌、微喷等节水方式补水。

6.6.3 连续低温

6.6.3.1 处置阈值：连续 3 日以上日最低温 5℃以下或出现霜冻，或气象部门发布霜冻预警。

6.6.3.2 土壤处置措施按下列规定进行：

a) 覆盖防冻：采用地膜、秸秆或无纺布覆盖，设施栽培应密闭棚膜，必要时增加热风炉等加温设备；

b) 菌剂停施与延期补投：低温期内应暂停施用活菌硒制剂（菌株 10℃以下活性显著降低），待气温回升至 10℃以上稳定 3 日后，按正常用量的 50%～70%补投活菌硒土壤制剂，并配合腐熟有机肥共同施入；

c) pH 与养分调控：低温冻害后应及时测定土壤 pH 和有效硒含量，若有效硒低于 0.12 mg/kg，应在气温回升后按 6.6.1.2b）执行补施。

7 微生物工程活菌硒应用技术

7.1 菌株来源与质量

7.1.1 菌株来源与权属

应使用具有自主知识产权或合法来源的菌株，菌株保藏信息应明确记录(保藏编号、保藏单位)并可追溯。

7.1.2 菌株性能

菌株应具备以下能力：

——硒耐受浓度大于 500 mg/L；

——无机硒→有机硒转化率大于 85%；

——对冰碛岩环境适应性强，可在 pH 5.5～8.0、温度 10℃～40℃范围内稳定定植；

——菌株需同时适配鱼塘厌氧或兼氧环境(芡实鱼塘、文岑鱼水体、鱼稻共生环沟)、果园好氧环境、坡地干旱环境、大田水田环境、畜禽肠道内源环境，耐温区间维持 10℃～40℃不变。

7.1.3 菌剂质量

7.1.3.1 采用专用发酵工艺制备活菌硒制剂，成品活菌浓度不低于 1×10^8 CFU/mL，有效有机硒含量不低于 100 mg/L，活性硒占比大于 80%，安全性应符合 GB 20287 的规定。

7.1.3.2　畜禽养殖用活菌硒饲料添加剂应符合 NY/T 1444 的规定，活菌数不低于 2×10^9 CFU/g，无外源无机硒添加；活菌硒饲料添加剂全程饲喂活体畜禽、活体禽类，覆盖育雏、育肥、产蛋全生长周期。

7.2　土壤菌剂施用

7.2.1　基肥施用

整地时随冰碛岩基材每亩施用活菌硒土壤制剂20 kg～35 kg，特色地块基肥施用应符合下列规定：

——芡实(鱼塘水生作物)：整塘时每亩施用活菌硒制剂 18 kg～30 kg，与塘底底泥均匀混合；

——香蕉(多年生果树)：开园或新植时每亩施用 25 kg～35 kg，沟施覆土；

——野葛(藤本药食作物，坡地种植)：整地时每亩 20 kg～32 kg，全田撒施翻耕；

——鱼稻共生田：稻田基肥每亩 20 kg～30 kg，养殖环沟投放水体活菌硒制剂 15 kg/亩；

——大田粮食、油料、果蔬经济作物：统一执行基肥 20 kg～35 kg/亩标准；

——特色甘蔗：整地时随冰碛岩基材每亩施用活菌硒土壤制剂 20 kg～35 kg，行施覆土。

7.2.2　追肥施用

作物关键生长期(分蘖/膨果期)分1次~2次冲施或撒施，每亩10 kg~20 kg，特色地块追肥施用应符合下列规定：

——芡实鱼塘:定植期、结籽膨大期分 2 次冲施，每亩 8 kg～15 kg；鱼塘水位保持 5 cm～10 cm，水体和土壤温度为 15℃～32℃；

——香蕉:抽蕾期、膨果期各 1 次，每亩 12 kg～20 kg，淋施于根系区，高温正午、连续阴雨天气不应施用；

——野葛:藤蔓旺长期、块根膨大期分 2 次撒施或穴施，每亩 10 kg～18 kg；施肥后浅覆土；

——鱼稻共生田：水稻分蘖期、灌浆期各追肥 1 次（10～18）kg/亩，环沟同步补加水体菌剂；

——全品类大田经济作物、粮食作物：苗期、结实期分两次追肥（10～20）kg/亩；

——特色甘蔗：分蘖盛期、伸长期（拔节期）各追施 1 次，每亩 10 kg～18 kg，淋施于蔗头或根部区；高温正午、连续暴雨天不施。

7.2.3　施用环境

施用时应满足土壤湿度45%～65%、环境温度15℃～30℃，避开极端高温、霜冻天气。畜禽饲草种植地块、林下中药材地块统一遵循本施用环境要求。

7.3　养殖水体菌剂驯化

7.3.1　鱼塘或自然水域前期改造

7.3.1.1　清塘后基底铺设细碎冰碛岩粉料，应符合下列规定：

——常规鱼塘：每亩鱼塘 0.8 t～1.2 t；

——文岁鱼养殖塘、芡实种养鱼塘：每亩 0.7 t～1.1 t，并应保留浅滩、水草区；

——鱼稻共生养殖环沟：每亩 0.6 t～1.0 t 冰碛岩细粉料。

7.3.1.2　进水后投放水体专用菌群稳定剂，放置不少于 7 天完成基础水体驯化。

7.3.2　水体活菌硒制剂投放

7.3.2.1　新水体驯化：初次注水后分 2 次投放渔业专用活菌硒生态制剂，间隔 5 天。

7.3.2.2　日常养护应符合下列规定：

——常规鱼塘：每月按水体体积定量补充水体活化营养液（配合渔业专用活菌硒生态制剂使用），高温季节（6 月～9 月）每 15 天增补一次；

——文岁鱼、芡实、罗氏虾种养塘：在常规月份每月补一次营养液，高温季（6 月～9 月）每 12 天增补一次；

——鱼稻共生田环沟：常规每月补充，高温季每 10 天增补水体活化营养液（配合渔业专用活菌硒生态制剂使用）。

7.3.2.3　种养结合投放：芡实鱼塘、鱼稻共生田实行水土一体菌剂投放。

注：水体活化营养液为本体系配套的碳源及微量元素营养基质，用于激活和维持渔业专用活菌硒生态制剂中活菌的

定植与代谢活性，二者配合使用，不单独作为富硒功能菌剂使用。外源无机硒、外购水产改水药剂不应进入管控水域。

7.3.3 水体质控指标

7.3.3.1 通用水质指标应符合下列规定：

——水体可溶性活性硒大于 0.03 mg/L；

——pH 维持 6.0～7.5；

——氨氮不应超过 1.0 mg/L；

——亚硝酸盐不应超过 0.06 mg/L。

7.3.3.2 特色品类附加指标应符合下列规定：文岓鱼、鱼稻共生田养殖鱼类水体溶解氧不应低于 5.0 mg/L。

7.3.3.3 指标异常调控：当氨氮超过 0.5 mg/L 或亚硝酸盐超过 0.03 mg/L 时，应启动强化曝气、补充碳源（红糖或本体系配套水体活化营养液）或调整投饵量等调控措施；溶解氧低于 5.0 mg/L 时应优先启动增氧措施。

7.4 极端天气下养殖水体与菌群应急管控

7.4.1 极端强降雨

7.4.1.1 处置阈值：同 6.6.1.1。

7.4.1.2 水质应急调控应符合下列规定：

a) 应提前加高塘埂或设置挡水拦网；

b) 雨后 24 h 内完成全水域水质检测，重点检测 pH（指标范围 6.0～7.5）、可溶性活性硒（≥0.03 mg/L）、氨氮（≤1.0 mg/L）、亚硝酸盐（≤0.06 mg/L），未达标时应按 7.3.3.3 启动调控，且调控力度上浮 30%（如曝气时间延长 30%、碳源追加量提高 30%）；

c) 若可溶性活性硒低于 0.02 mg/L，应在雨后 3 日内补投渔业专用活菌硒生态制剂，补投量为正常月度补充量的 50%，分 2 次间隔 3 天投加；

d) 若塘体发生漫堤或洪水倒灌，应在退水后彻底清塘消毒，重新按 7.3.1～7.3.2 完成基底改造与水体驯化后，方可重新投苗养殖。

7.4.2 极端高温与持续干旱

7.4.2.1 处置阈值：同 6.6.2.1。

7.4.2.2 水质应急调控应符合下列规定：

a) 文岓鱼、鱼稻共生田养殖鱼类应确保溶氧不小于 5.0 mg/L，溶氧低于该值时，应立即启动增氧设备或加注新水；常规鱼塘应维持溶氧不小于 4.0 mg/L；

b) 高温期应每 10 天补加一次本体系配套水体活化营养液，并酌情补充红糖等碳源（用量为正常 30%）；高温正午（11:00～15:00）不应投放渔业专用活菌硒生态制剂，宜在清晨或傍晚水温低于 32℃时进行；

c) 高温期内将水质检测频率由每月 1 次加密至每 7 天 1 次，重点监控氨氮、亚硝酸盐、可溶性活性硒变化趋势，异常时按 7.3.3.3 处置。

7.4.3 连续低温

7.4.3.1 处置阈值：同 6.6.3.1。

7.4.3.2 水质应急调控应符合下列规定：

a) 低温期应降低投饵量至正常 50%～60%；

b) 水温降至 10℃以下时，应暂停投放水体活菌硒制剂，待水温回升至 15℃以上稳定 3 日后，按正常用量的 70%补投；

c) 低温期不宜进行清塘、大换水等剧烈操作；

d) 若水面结冰，化冰后 24 h 内完成水质全项检测，重点监控氨氮、亚硝酸盐（寒潮后易超标），按 7.3.3.3 启动调控，并补投水体活化营养液（正常量的 50%）配合渔业专用活菌硒生态制剂（正常量的 70%）恢复菌群活性。

8 天然富硒一体化管控

8.1 农作物富硒管控

应符合表3的规定。

表 3 农作物富硒管控

作物类别	具体品类	总硒（mg/kg，干重或鲜重）	活性硒占比
粮食谷物	常规谷物、鱼稻共生水稻	0.04～0.30（干重）	≥85%
大田经济作物	油料、叶菜、根茎果蔬等全部经济作物	0.01～0.10（干重）	≥82%
鱼塘水生特色作物	芡实	0.07～0.32（鲜重）	≥83%
热带特色果树	香蕉	0.012～0.09（鲜重）	≥81%
药食同源作物	葛类、林下中药材	0.05～0.32（干重）	≥82%
中药材	常规种植中药材	0.06～0.35（干重）	≥83%
特色甘蔗	甘蔗（蔗茎可食部分/榨汁原料，鲜重）	0.01～0.10（鲜重）	≥82%
注：本表为示例性指标。			

8.2 水产富硒管控

应符合表4的规定。

表 4 水产富硒管控指标

水产品类	总硒含量（mg/kg，鲜重）	活性硒占比
常规淡水成鱼、鱼稻共生养殖鱼类	0.12～0.40	≥84%
特色水产：文岁鱼（成鱼可食部分）	0.13～0.42	≥84%
特色水产：甲鱼（可食部分）	0.12～0.40	≥84%
特色水产：罗氏虾（罗氏沼虾，可食部分）	0.12～0.40	≥84%
注：本表为示例性指标。		

8.3 畜禽富硒管控

应符合表5的规定。

表 5 畜禽富硒管控指标

项目	指标（mg/kg，鲜重）	活性硒占比
活体畜禽配套饲草	0.04～0.30 （干重）	≥85%
鲜肉总硒（家畜、家禽鲜肉）	0.15～0.50	≥85%
蛋类总硒（鸡、鸭、鹅等禽蛋）	0.18～0.55	≥85%
注1：本表为示例性指标。 **注2：**活体畜禽、活体禽类全生长周期饲料不应添加无机硒，全部采用本体系活菌硒转化产物饲喂。		

8.4 特色种养一体化管控

8.4.1 芡实+鱼塘种养模式

针对芡实鱼塘种养模式，应实行水肥一体化管控，具体要求如下：

——投入品管控：同源菌剂、同源基材兼顾芡实种植与艾芡鱼养殖，水土同步施用，不应对单一介质单独追加外源硒或非配套投入品；

——监测联动：混养塘口每批次应同步检测芡实籽实硒含量与文岑鱼肌肉硒含量，水质与底泥指标按第 7.3.3 条及第 10 章要求要求同步监测，评估水土联动富集效果；

——采收协同：芡实采收与文岑鱼捕捞周期应统筹安排，采收或出塘前进行硒含量预检。

8.4.2 鱼稻共生天然富硒一体化管控

鱼稻共生田实行稻田耕作层、环沟水体双介质一体化管控：

——投入品统一使用同源冰碛岩基材、活菌硒菌剂，水稻种植、鱼类养殖同步施用，不应单独追加外源硒；

——同步抽样检测稻谷硒含量、养殖鱼类肌肉硒含量，稻田土壤、环沟水质月度同步监测；

——水稻收割、鱼类捕捞周期统筹，收割、出塘前统一完成硒含量预检。

8.4.3 芡实鱼塘套养罗氏虾复合种养模式

针对芡实鱼塘套养罗氏虾种养模式，实行水土一体化管控：

——投入品管控：同源冰碛岩基质、活菌硒菌剂水土同步施用，不单独向虾塘水体追加外源无机硒；

——监测联动：每批次同步抽检芡实、文岑鱼、甲鱼、罗氏虾可食部位硒含量，水质、底泥按月同步监测；

——采收协同：芡实采摘、鱼虾捕捞（含甲鱼出塘）周期统筹安排，采收或出塘前统一完成硒含量预检，未达下限需延后采收并补施配套活菌硒肥。

8.5 产出品达标采收管控

8.5.1 农作物（含鱼塘芡实、鱼稻共生水稻、大田粮食、经济作物、野葛、香蕉、特色甘蔗等）

采收前7天～10天采样检测可食部分总硒，按作物类型分别处置：

——可追肥挽回型作物（叶菜类、茄果类、根茎类、芡实、香蕉、野葛、特色甘蔗等采收前仍处于膨大期或生长活跃期的作物）：未达表 3 下限时，应延迟采收并追加一次活菌硒追肥（用量按 7.2.2 执行），复检达标后方可采收；

——不可追肥型作物（水稻、小麦等禾谷类粮食作物已进入完熟期、油料作物籽粒已饱满成熟、豆类等收获前不再具备高效吸收转运能力的作物）：预检未达表 2 下限时，不再追加活菌硒追肥，应直接复检确认；复检结果仍不达标的，该批次按非富硒产品处理，不得以富硒农产品名义上市销售。复检合格的可按富硒产品采收。

8.5.2 水产品（含文劳鱼、鱼稻共生鱼类）

捕捞前10天～15天采样检测可食部分总硒，未达表4下限时，应延长暂养期并追加水体活菌硒制剂（用量按7.3.2执行），复检达标后方可出塘。

8.5.3 活体畜禽禽类及畜禽产品

活体出栏前10天～15天同步采集活体饲草、畜禽肌肉、禽蛋样品检测总硒；指标未达标时，上调活菌硒饲料配比10%～20%，饲喂调理至复检合格后方可活体出栏、屠宰加工。

注：屠宰产出鲜肉、蛋类需同步留存检测记录方可上市。

8.5.4 预检与复检记录

所有预检、追肥调理记录及复检报告应完整归档，纳入地块或批次溯源档案。不可追肥型作物复检不合格批次应在溯源系统中标注为非富硒产出。

9 土壤改良效果评价

根据相应土壤指标初始值的变化来对改良效果进行评价。当土壤指标初始值满足改良效果评价所规定的条件（见表6）时，即说明具有明显的改良效果。

表 6　冰碛岩土壤改良及活菌硒培育效果评价

类别	指标	初始值	改良效果评价
土壤物理性状	容重	＞1.26 g/cm³	降低8%
	紧实度	＞1 200 kPa	降低12%
土壤化学性状	总硒含量	＜0.20 mg/kg	提高至≥0.40 mg/kg
	有效硒含量	＜0.08 mg/kg	提高至≥0.18 mg/kg
	有机质含量	＜25 g/kg	提高30%
	pH值	＜6.5且≥5.5	提高0.2个单位/年
		＜5.5且≥4.5	提高0.3个单位/年
		＜4.5	提高0.4个单位/年
	水溶性盐总量	＞3.0 g/kg	降低20%
冰碛岩微量元素	铁、锌、镁、钙综合达标率	＜80%	提高至100%
特色地块附加评价	芡实水田底泥可溶性活性硒	＜0.01 mg/L	≥0.03 mg/L
	芡实水田底泥pH	＜6.0或＞7.5	调整至6.0～7.5
	香蕉果园根系层速效钾	＜80 mg/kg	提高20%
	香蕉果园根系层土壤容重	＞1.30 g/cm³	降低8%
	野葛坡地保水能力	＜25%	提高至≥30%
	鱼稻共生稻田耕作层有效硒	＜0.08 mg/kg	提高至≥0.18 mg/kg
	鱼稻共生稻田埂土壤保水能力	<25%	提高至≥30%
	鱼稻共生稻田环沟底泥可溶性活性硒	＜0.01 mg/L	提高至≥0.03 mg/L
	稻田水体pH	＜6.0或＞8.0	调整至6.0～7.5
	特色甘蔗种植旱地/坡地土壤保水能力	＜25%	提高至 ≥30%
养殖水体	可溶性活性硒	＜0.01 mg/L	提高至≥0.03 mg/L
	pH	＜6.0或＞8.0	调整至6.0～7.5
	氨氮	＞2.0 mg/L	降低50%
	亚硝酸盐	＞0.15 mg/L	降低60%
	溶解氧（文岁鱼、鱼稻共生田养殖鱼类）	＜4.0 mg/L	稳定≥5.0 mg/L
微生物菌剂	活菌浓度	＜5×10⁷ CFU/mL	提高至≥1×10⁸ CFU/mL
	无机硒→有机硒转化率	＜70%	提高至≥85%
	菌株耐硒能力	＜300 mg/L	提高至≥500 mg/L
农作物	总硒（通用）	＜0.02 mg/kg	提高至0.04 mg/kg～0.30 mg/kg
特色农作物	芡实总硒（鲜重）	＜0.03 mg/kg	提高至0.07 mg/kg～0.32 mg/kg
	香蕉总硒（鲜重）	＜0.005 mg/kg	提高至0.012 mg/kg～0.09 mg/kg
	野葛总硒（干重）	＜0.02 mg/kg	提高至0.05 mg/kg～0.32 mg/kg

表6　冰碛岩土壤改良及活菌硒培育效果评价（续）

类别	指标	初始值	改良效果评价
特色农作物	甘蔗总硒（鲜重，蔗茎可食部分/榨汁原料）	＜0.005 mg/kg	提高至0.01 mg/kg ～ 0.10 mg/kg
水产品	常规淡水成鱼、鱼稻共生养殖鱼类（鲜重）	＜0.06 mg/kg	提高至0.12 mg/kg ～ 0.40 mg/kg
	特色水产：文岁鱼（成鱼可食部分）	＜0.06 mg/kg	提高至0.13 mg/kg ～ 0.42 mg/kg
	特色水产：甲鱼（可食部分）	＜0.06 mg/kg	提高至0.12 mg/kg ～ 0.40 mg/kg
	特色水产：罗氏虾（罗氏沼虾，可食部分）	＜0.06 mg/kg	提高至0.12 mg/kg ～ 0.42 mg/kg
畜禽产品	活体畜禽饲草总硒（干重）	<0.02 mg/kg	提高至0.15 mg/kg ～ 0.50 mg/kg
	鲜肉总硒	＜0.08 mg/kg	提高至0.15 mg/kg ～ 0.50 mg/kg
	蛋类总硒	＜0.08 mg/kg	提高至0.18 mg/kg ～ 0.55 mg/kg
	活体出栏鲜肉硒含量	<0.08 mg/kg	提高至0.15 mg/kg ～ 0.50 mg/kg
	活体出栏蛋类硒含量	<0.08 mg/kg	提高至0.18 mg/kg ～ 0.55 mg/kg
注：本表中水产品、特色农作物、畜禽产品的“改良效果评价”指标值，均对应第8章相应品类的富硒管控指标范围。第8章为终产品合格判定的最终依据，本表仅用于土壤改良及活菌硒培育效果的阶段性评价，不作为产品上市合格判定的直接依据。			

10　检验方法

10.1　采样与样品制备

10.1.1　土壤样品采集与制备

土壤样品采集按NY/T 395执行。样品风干、过筛等前处理按相应检测方法标准要求进行。采样覆盖肇庆全部冰碛衍生富硒地块：大田、果园、坡地、鱼塘底泥、鱼稻共生田、林下、饲草地、设施基质。

10.1.2　水样采集与保存

水样采集与保存按HJ 494执行，包含常规鱼塘、芡实种养塘、鱼稻共生环沟水体全水域采样。

10.2　土壤物理性状

10.2.1　土壤容重

按照NY/T 1121.4规定的方法检验。

10.2.2　土壤紧实度

使用经校准的土壤紧实度测定仪进行现场测定，每地块不少于5个测点，取算术平均值。

10.3　土壤化学性状

10.3.1　总硒含量

按GB 5009.93规定的方法检验。

10.3.2　有效硒含量

按NY/T 3420规定的方法检验。

10.3.3　有机质含量

按NY/T 1121.6规定的方法检验。

10.3.4 pH 值

按NY/T 1121.2规定的方法检验。

10.3.5 水溶性盐总量

按NY/T 1121.16规定的方法检验。

10.4 冰碛岩特征微量元素（铁、锌、镁、钙）

按NY/T 890、NY/T 296、LY/T 3129等对应方法测定，或采用电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）检验。

10.5 特色地块附加评价

10.5.1 芡实水田底泥可溶性活性硒

底泥样品经风干、过筛（2 mm尼龙筛）后，按NY/T 3420规定的方法检验。

10.5.2 芡实水田底泥 pH

底泥样品按NY/T 1121.2规定的方法检验。

10.5.3 香蕉果园根系层速效钾

按NY/T 889规定的方法检验。

10.5.4 香蕉果园根系层土壤容重

按NY/T 1121.4规定的方法检验。

10.5.5 野葛坡地保水能力

采用环刀法测定田间持水量，或采用双环入渗仪测定土壤饱和导水率，综合评估保水能力。

10.5.6 鱼稻共生稻田耕作层有效硒

按NY/T 3420规定的方法检验。

10.5.7 鱼稻共生稻田埂土壤保水能力

采用环刀法测定田间持水量，按NY/T 1121.22规定的方法执行。具体操作要点：在田埂代表性位置用环刀采集原状土样，经浸泡饱和后置于风干土上吸水8 h，取原状土烘干称重，计算田间持水量（g/kg）。每地块不少于5个测点，取算术平均值。田间持水量不低于30%即达到改良效果评价标准。

10.5.8 鱼稻共生稻田环沟底泥可溶性活性硒

底泥样品经风干、过筛（2 mm尼龙筛）后，按NY/T 3420规定的方法检验。水样经0.45 μm滤膜过滤后，按GB 5009.93规定的方法检验。

10.5.9 稻田水体 pH

按GB/T 6920规定的方法检验。现场测定应在晴朗天气上午9:00～11:00进行，每地块不少于5个测点，取算术平均值。

10.5.10 特色甘蔗种植旱地/坡地土壤保水能力

按NY/T 1121.22规定的方法执行。

10.6 养殖水体

10.6.1 可溶性活性硒

水样经0.45 μm滤膜过滤后，按GB 5009.93规定的方法检验。

10.6.2 pH 值

按GB/T 6920规定的方法检验。

10.6.3 氨氮

按HJ 535规定的方法检验。

10.6.4 亚硝酸盐

按GB/T 7493规定的方法检验。

10.6.5 溶解氧

按HJ 506或碘量法检验。

10.7 微生物菌剂

10.7.1 活菌浓度

按GB 20287规定的方法检验。

10.7.2 无机硒→有机硒转化率

采用3,3'-二氨基联苯胺（DAB）分光光度法测定。样品前处理及测定按以下步骤执行：

a) 前处理：去除游离无机硒。取发酵液，在 4℃条件下以 8 000 r/min 离心 10 min，弃去上清液，沉淀用无菌生理盐水重悬洗涤，重复离心洗涤 3 次，以彻底去除发酵液中残留的游离无机硒（亚硒酸根、硒酸根）。末次洗涤上清液经 0.45 μm 滤膜过滤后，按 DAB 法检测无机硒含量，确认洗涤完全（检测值低于检出限）后方可进行后续测定；

b) 总硒测定：将经 3 次离心洗涤后的菌体沉淀，加入硝酸-过氧化氢进行微波消解，按 GB 5009.93 规定的方法测定总硒含量（C_{org}，单位为 mg/L 发酵液）。

c) 无机硒测定：取步骤 a）末次洗涤上清液，按 DAB 分光光度法测定无机硒含量（C_{inorg}，单位为 mg/L 发酵液）。

d) 有机硒以及转化率分别按公式（1）计算：

$$C_{org} = C_{total} - C_{inorg} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

C_{org}——有机硒含量（含胞内结合态有机硒与胞外分泌态活性有机硒的总和），单位为毫克每升（mg/L）；

C_{total} ——总硒含量，单位为毫克每升（mg/L）；

C_{inorg}——无机硒含量，单位为毫克每升（mg/L）。

e) 转化率计算：按公式（2）计算转化率：

$$R = \frac{C_{org} \times V}{m_{Se,\ added}} \times 100\% \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

R ——转化率（%）；

C_{org}——有机硒浓度（含胞内结合态与胞外分泌态），单位为毫克每升（mg/L）；

V——发酵液体积，单位为升（L）；

$m_{Se,added}$ ——投加无机硒总量，单位为毫克（mg）。

注1：C_{org}包含胞内结合态有机硒（硒代氨基酸、硒蛋白等）与胞外分泌态活性有机硒（胞外多糖结合硒、挥发性有机硒化物等）的总和，前处理采用3次离心洗涤去除游离无机硒后测定；

注2：末次洗涤上清液DAB法检测值应低于方法检出限（0.01 mg/L），否则应增加离心洗涤次数直至洗涤完全；

注3：各实验室间进行比对时，应采用统一的离心条件（4℃、8 000 r/min、10 min）和洗涤次数（3次）。

10.7.3 菌株耐硒能力

在液体培养基中分别添加不同浓度的亚硒酸钠（0 mg、100 mg、200 mg、300 mg、400 mg、500 mg、600 mg Se/L），接种后培养，测定OD_{600}，以生长抑制率不大于10%的最高硒浓度为耐硒能力值。

10.8 农作物

10.8.1 特色地块农作物取样部位及前处理

应符合下列规定：

——粮食谷物（常规谷物、鱼稻共生水稻）： 取成熟期籽实，去除颖壳、杂质及不完善粒后，经 60℃以下烘干至恒重，粉碎过筛（0.425 mm）。测定结果以干重计。鱼稻共生水稻应同步记录对应环沟水体及养殖鱼类样品编号，确保水土联动数据可追溯；

——大田经济作物（油料、叶菜、根茎果蔬等全部经济作物）：

- 油料作物（花生、大豆、油菜籽等）： 取成熟期籽实，去除荚壳及杂质，经60℃以下烘干至恒重，粉碎过筛（0.425 mm）。含油量较高的样品应预先脱脂（索氏抽提法脱除油脂后取脱脂粉）或采用冷冻研磨方式粉碎；
- 叶菜类（白菜、菠菜、生菜等）： 取可食部分新鲜叶片，去除枯叶及根部，用蒸馏水冲洗干净，擦干表面水分，切碎匀浆；
- 茄果类（番茄、辣椒、茄子等）： 取果实可食部分（去蒂、去籽），切块匀浆；
- 根茎类（萝卜、胡萝卜、马铃薯等）： 取可食部分，洗净去皮后切取主根（或块茎）中部，切块匀浆；

注：上述样品匀浆后经冷冻干燥或60℃以下烘干至恒重，粉碎过筛（0.425 mm）。测定结果以干重计。

——鱼塘水生特色作物（芡实）： 取鱼塘种植成熟籽实，去壳取种仁，经 60℃以下烘干至恒重，粉碎过筛（0.425 mm）。取样时应避开鱼塘进水口和投饵区，按对角线或梅花形布设不少于 5 个采样点，等量混合后作为该塘口代表性样品。测定结果以鲜重计；

——热带特色果树（香蕉）： 取果实中部果肉（去除果皮及两端），切块匀浆。测定结果以鲜重计；

——药食同源作物（野葛）： 取新鲜块根，洗净去皮后切取主根中部可食部分，切块匀浆；样品经冷冻干燥或 60℃以下烘干至恒重，粉碎过筛（0.425 mm）。测定结果以干重计；

——中药材（常规种植中药材、林下中药材）： 取药用部位（根、茎、叶、花、果实等），按《中国药典》四部通则“药材和饮片取样法”及“水分测定法”相关要求进行取样及前处理。样品经去除杂质、洗净后，于 60℃以下烘干至恒重，粉碎过筛（0.425 mm）。测定结果以干重计；

——特色甘蔗：取成熟蔗茎中段去皮后榨汁检测总硒（或取蔗茎中段去皮匀浆），鲜蔗汁硒检测结果折算为蔗茎鲜重的折算系数取 0.65，鲜重检测结果可直接用于产品合格判定，汁液检测结果仅作为过程管控参考。

10.8.2 总硒

按GB 5009.93规定的方法检验。

10.8.3 活性硒占比

按GH/T 1429规定的高效液相色谱-电感耦合等离子体质谱法（HPLC-ICP-MS）测定农产品中亚硒酸根、硒酸根、硒代胱氨酸、硒代蛋氨酸等硒形态。活性硒占比按有机硒占总硒的比例计算，或采用体外模拟胃肠消化法（胃蛋白酶-胰酶两步消化）检验。

10.9 水产品

10.9.1 鱼类

取文岑鱼及常规淡水成鱼、鱼稻共生养殖鱼类可食部分，去鳞、去刺、去皮后，取背部肌肉匀浆；其他鱼类取鱼体可食部分（去头、去骨、去皮后肌肉）匀浆，按GB 5009.93规定的方法检验。

10.9.2 虾类

罗氏虾（罗氏沼虾）取腹部肌肉，去头、去壳、去肠线后，取可食肌肉组织匀浆。按GB 5009.93规定的方法检验。

10.10 畜禽产品

10.10.1 活体畜禽饲草总硒（干重）

饲草样品应于活体畜禽出栏前10天～15天同步采集，取饲草可食部分（含田间自然生长的优势牧草或配套种植的专用饲草），用蒸馏水冲洗三次后用纱布吸去水滴，于60℃烘干至恒重，称重计算水分，磨碎过筛（0.425 mm）后，按GB 5009.93规定的方法检验。测定结果以干重计。

10.10.2 鲜肉总硒

取样应覆盖全部家畜（生猪、牛、羊等）和家禽（鸡、鸭、鹅、鸽等）品类。活体畜禽出栏前10天～15天，由检测人员现场采集肌肉组织样品，家畜可取臀腿肌肉，家禽可取胸肌或腿肌，每批次不少于5个个体，等量混合后作为该批次代表性样品。样品匀浆后按GB 5009.93规定的方法检验。测定结果以鲜重计。

10.10.3 蛋类总硒

取样应覆盖全部家禽品类所产禽蛋。活体禽类出栏前10天～15天，由检测人员现场采集该批次禽蛋样品，每批次不少于10枚，去壳取全蛋液匀浆，按GB 5009.93规定的方法检验。测定结果以鲜重计。

10.10.4 活体出栏鲜肉硒含量

按10.10.2规定的方法执行，测定结果用于出栏前预检判定。检测结果应与表5中“活体出栏鲜肉硒含量”改良效果评价指标（0.15 mg/kg～0.50 mg/kg）进行比对，未达标时应按8.5规定执行。

10.10.5 活体出栏蛋类硒含量

按10.10.3规定的方法执行，测定结果用于出栏前预检判定。检测结果应与表5中“活体出栏蛋类硒含量”改良效果评价指标（0.18 mg/kg～0.55 mg/kg）进行比对，未达标时应按8.5规定执行。

10.11 稻渔混养地块同步抽样测定

10.11.1 鱼稻共生田应实行六样同步抽样检测，具体要求如下：

a) 抽样时机：于水稻灌浆期至成熟期、共生鱼类出塘前 10 天～15 天内完成同步采样；

b) 抽样点位：在鱼稻共生田块内按对角线或梅花形布设不少于 5 个采样点，等量混合后作为该田块代表性样品；

c) 检测样品及对应方法见表 7：

表 7 检测样品及对应方法

样品类别	取样要求	检测项目	检验方法
稻田土壤（耕作层）	取0cm～20 cm耕作层土壤，按9.1.1执行	总硒、有效硒、有机质、pH	10.3.1、10.3.2、10.3.3、10.3.4
环沟底泥	取0cm～15 cm环沟底泥，按9.1.1执行	可溶性活性硒、pH	10.5.8、10.3.4
养殖水体	环沟内水面下0.3 m～0.5 m处采集，按10.1.2执行	可溶性活性硒、pH、氨氮、亚硝酸盐、溶解氧	10.6.1、10.6.2、10.6.3、10.6.4、10.6.5
稻谷	取成熟期籽实，按10.8.1执行	总硒	10.8.2
共生鱼类	取可食部分（背部肌肉），按10.9执行	总硒	10.9
田间饲草（若有）	取田间自然生长的优势牧草或配套种植饲草可食部分，按10.10.1执行	总硒（干重）	10.10.1

d) 判定与处置：六项样品检测结果应分别符合第 8 章相应品类富硒管控指标要求。任一指标未达标时，应启动溯源调查，排查对应介质（土壤/水体/投入品）偏差原因并采取整改措施，整改完成后重新抽样检测，直至全部指标合格方可出塘或采收。

10.11.2　稻渔混养（芡实+文岑鱼）地块，应实行五样同步抽样检测，具体要求如下：

a）　抽样时机：于芡实采收期、文岑鱼捕捞出塘前 7 天～10 天内完成同步采样；

b）　抽样点位：在混养塘口内按对角线或梅花形布设不少于 5 个采样点，等量混合后作为该塘口代表性样品；

c）　检测样品及对应方法按第 10 章的方法检验。

11　低碳生产

11.1　节能低碳作业

11.1.1　田间运输、塘口清淤、基质铺设等作业宜选用节能型机械设备，设备作业时长及能耗记录宜纳入地块溯源档案。覆盖旱地耕作、果园管护、鱼塘改造、鱼稻共生田综合作业、畜禽饲草收割全部农事操作。

11.1.2　养殖水体依靠活菌硒菌群的自净能力维持水质，增氧设备启停记录、换水周期应纳入水体溯源管理模块。

11.1.3　冰碛岩基质、活菌硒菌剂等投入品的包装材料应统一回收，集中无害化处置，包装回收台账应与地块或水体溯源编码绑定。

11.2　种养环境污染防控

11.2.1　田间径流、养殖尾水应经生态净化设施处理，达标后方可排放。应定期检测水体氨氮、亚硝酸盐、可溶性活性硒等指标（检测方法见第 9 章），出现超标时应启动调控措施。鱼稻共生田环沟尾水、芡实鱼塘排水、畜禽养殖冲洗废水统一配套生态净化系统管控。

11.2.2　种养区域外围宜设置隔离防护带，防护带巡检记录宜纳入溯源管理。

11.2.3　污染防控整改措施及整改前后检测报告应绑定对应地块或水体编码，存入溯源档案。

11.3　废弃物循环利用

11.3.1　作物残体循环利用

11.3.1.1　芡实鱼塘茎叶、香蕉残枝、野葛藤蔓、水稻秸秆、各类果蔬残体等作物残体应统一收集，在指定区域进行粉碎、堆肥腐熟处理。堆肥过程应登记残体来源地块编码、产出量、腐熟周期。

11.3.1.2　腐熟后的有机物料可与冰碛岩基质复配，作为土壤改良回填物料返还原地块或其他需改良地块。复配物料应生成新的溯源编码，记录废弃物来源、处理工艺、回用土地信息。

11.3.2　鱼塘淤泥资源化利用

芡实塘、鱼稻共生田环沟冬季清塘产生的底泥，经无害化静置、脱毒处理后，可与旱地用冰碛岩基质复配，用于坡地、果园、饲草地土壤改良。淤泥清挖量、处理批次、回用地块应全部纳入溯源档案。

11.3.3　畜禽粪污协同循环

配套养殖场的畜禽粪污经腐熟工艺无害化处理、检测达标后，可与冰碛岩基质协同还田，用于改善土壤有机质含量、促进活菌硒菌群定植；粪污还田地块优先用作活体畜禽饲草种植基地，形成种养循环闭环。

11.3.4　废弃物循环溯源管理

每一批次作物残体、塘底淤泥、腐熟粪污均应建立流转台账，线上溯源平台应记录废弃物产出、转运、处理、回用的全节点信息。

12　包装与标识

12.1　预包装产品应符合 GB 7718 的规定，包装储运图形符号标志应符合 GB/T 191 的规定。

12.2 生鲜产品（鲜芡实、鲜香蕉、鲜活水产、活体畜禽、生鲜鲜肉、鲜蛋等）宜采用环保可降解包装材料，包装外贴溯源标签。扫码应可查询产地编号、投入品使用批次、全周期检测记录。活体畜禽运输外包装、屠宰加工肉蛋产品包装统一赋溯源二维码，区分种植、水产、畜禽三大品类标识。
12.3 包装物料宜统一采购与管理，包装出库记录应与产品溯源数据联动。

13 溯源管理

13.1 溯源编码与标识

13.1.1 所有冰碛岩基材、活菌硒制剂赋唯一二维码，标注生产批次、出厂日期、适用区域、领用单位。
13.1.2 二维码标签增设品类标识：区分芡实、野葛、香蕉、文岓鱼、鱼稻共生、活体畜禽类六大特色品类，标注种植或养殖地块编号。种养结合田实行一塘一码、一田一码，同时关联对应两类产出品溯源数据。

13.2 溯源流程

13.2.1 原料出厂→区域配发→田间或塘口施用→农产品采收全流程扫码录入。
13.2.2 特色品类溯源流程应符合下列规定：

——种植类（芡实、野葛、香蕉、大田作物、鱼稻水稻、饲草）：基材→菌剂→田间施用→田间管理→采收→加工→出厂，全节点扫码；
——水产类（文岓鱼、鱼塘芡实共生、鱼稻共生鱼类）：塘口基材→水体菌剂→养殖管理→捕捞→暂养→上市，单独增设捕捞时间、养殖周期溯源项；
——畜禽类（活体畜禽类）：饲草地基材→活菌硒饲料→养殖饲喂→活体生长管控→出栏屠宰→鲜肉或蛋类加工上市，全链条扫码；活体出栏批次、屠宰加工批次双向绑定溯源编码；
——种养结合田（芡实鱼塘、鱼稻共生田）：一塘或一田一码，同时关联两类产品溯源数据。

13.3 样品留存与召回

13.3.1 产品出厂留存样品，溯源档案保存不少于 3 年。
13.3.2 特色品类留样：特色农产品、全品类水产、活体畜禽屠宰鲜肉、禽蛋留样周期统一不少于 3 年，不合格产品分品类登记召回。
13.3.3 不合格产品实行反向召回登记；活体畜禽预检不合格禁止出栏，同步追溯饲草、饲料、地块投入品全链条记录。

14 持续改进

14.1 每次综合评价完成后，应汇总肇庆全域所有基地、鱼塘、畜禽养殖场溯源数据，分析不同品类（粮食、经济作物、芡实、野葛、香蕉、文岓鱼、鱼稻共生水产、活体畜禽类肉蛋）在不同冰碛衍生富硒地块、水体条件下存在的共性技术短板。
14.2 依据评价分析结果，优化冰碛岩基质差异化配比、活菌硒菌剂发酵工艺、种植、水产或畜禽饲喂差异化施用方案。
14.3 持续完善溯源管理平台功能，拓展活体畜禽全程生长监测、鱼稻共生水土联动监测、全域冰碛衍生富硒土壤地块动态监测模块，强化产地环境动态监测、预警和追溯能力。