

T/JXXCCY

江西乡村产业振兴协会团体标准

T/JXXCCY 00X—2024

稻米富硒阻镉伴生有效控制技术规程

The procedures of effective control technology on selenium enriched rice
associated with cadmium

(征求意见稿)

202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

江西省乡村产业振兴协会 发

目次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	3
4 硒和镉的监测技术.....	5
5 富硒阻镉伴生有效控制技术.....	7
6 稻谷采收和干燥.....	15
7 稻谷检测和储存.....	16
8 稻米加工和包装.....	16
9 档案管理.....	17
附录 A(资料性) 富硒低镉稻米生产过程中的农事记载表.....	18
附录 B(资料性) 富硒低镉水稻的生育期记载表.....	19

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由江西省农业农村厅提出并归口。

本标准起草单位：宜春市农业农村局、宜春市硒资源开发利用中心、江西农业大学、江西省农业科学院农产品质量安全与标准研究所、江西缔缘康生物科技有限公司、袁州区农业农村局、万载县硒资源开发利用中心、高安市农业农村局、上高县农业农村局、宜春市袁州区中州米业有限公司、高安市盛发粮油有限公司、江西吉内得实业有限公司。

本标准主要起草人：刘瑛，王小华，程建峰，黄英金，张标金，昌晓宇，李九根，彭苏梅，宋永平，张卫华，吴建富，……。

本标准为首次发布。

稻米富硒阻镉伴生有效控制技术操作规程

1 范围

本文件规定了江西省稻米富硒阻镉伴生有效控制技术的术语和定义、硒和镉的监测技术及稻田富硒阻镉伴生有效控制的技术内容和方法(包括生长环境、品种选用、土壤改良、土壤调理、水肥管理、叶面阻控、病虫害防治和稻谷采收等)。

本文件适用于土壤硒元素含量 ≥ 0.4 mg/kg, 土壤污染为镉污染、且耕作层土壤镉含量介于《GB 15618—2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》规定的土壤污染风险筛选值和管制值间的稻田。南方地区同类稻田可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的引用而构成本文件必不可少的条款。凡是注日期的引用文件, 仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 22499—2008 富硒稻谷

WS/T 578.3—2017 中国居民膳食营养素参考摄入量 第3部分: 微量元素

GB 14880—2012 食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准

GB 5009.93—2017 食品安全国家标准 食品中硒的测定

GB 15618—2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)

GB/T 36869—2018 水稻生产的土壤镉、铅、铬、汞、砷安全阈值

DB43/T 2599—2023 低镉水稻品种自主试验技术规程

NY/T 3176—2017 稻米镉控制田间生产技术规范

DB36/T 566—2017 富硒食品硒含量分类标准

GB 1354—2018 大米

GB 2715—2016 食品安全国家标准 粮食

GB 2762—2022 食品安全国家标准 食品中污染物限量

NY/T 395—2012 农田土壤环境质量监测技术规范

HJ/T 166—2004 土壤环境监测技术规范

NY/T 1104—2006 土壤中全硒的测定

- NY/T 3420—2019 土壤有效硒的测定 氢化物发生原子荧光光谱法
- GB/T 17141—1997 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法
- GB/T 23739—2009 土壤质量 有效态铅和镉的测定 原子吸收法
- NY/T 398—2000 农、畜、水产品污染监测技术规范
- GB 5009.15—2014 食品中镉的测定
- NY/T 3319—2018 植物性料原料中镉的测定 直接进样原子荧光法
- GB 5084—2021 农田灌溉水质标准
- NY/T 396—2020 农用水源环境质量监测技术规范
- GB7475—1987 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB/T 7471—1987 水质 镉的测定 双硫踪分光光度法
- GB/T 37883—2019 水处理剂中铬、镉、铅、砷含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱(ICP—OES)法
- DB36/T 1112—2019 富硒水稻生产技术规程
- DB43/T 816—2013 富硒水稻生产技术规程
- NY/T 847—2004 水稻产地环境技术条件
- GB 38400—2019 肥料中有毒有害物质的限量要求
- NY/T 525—2021 有机肥料
- NY/T 3034—2016 土壤调理剂 通用要求
- NY 1110—2010 水溶肥料 汞、砷、镉、铅、铬的限量要求
- GB/T 23349—2020 肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定
- NY/T 1978—2022 肥料 汞、砷、镉、铅、铬、镍含量 的测定
- GB/T 39229—2020 肥料和土壤调理剂 砷、镉、铬、铅、汞含量的测定
- GB/T 13580.2—1992 大气降水样品的采集与保存
- GB 4404.1—2008 粮食作物种子第1部分：禾谷类
- GB 3095—2012 环境空气质量标准
- GB/T 17891—2017 优质稻谷
- NYT496—2002 肥料合理使用准则通则
- NY 884—2012 生物有机肥
- GB/T8321 (所有部分)农药合理使用准则
- NY/T 393—2020 绿色食品 农药使用准则
- NY/T 394—2021 绿色食品 肥料使用准则

- NY/T 3443—2019 石灰质改良酸化土壤技术规范
- NY/T 2271—2012 土壤调理剂效果试验和评价要求
- NY/T 3041—2022 生物炭基肥料
- DB44/T 2276—2021 稻田土壤镉、铅、汞、砷、铬钝化调理技术规范
- NY/T3343—2018 耕地污染治理效果评价准则
- NY/T 3499—2019 受污染耕地治理与修复导则的修复原则
- DB44/T 2264—2020 稻田土壤镉、砷污染生理阻隔技术规范
- NY/T 797—2004 硅肥
- GB/T 17420—2020 微量元素叶面肥料
- GB/T 21015—2023 稻谷干燥技术规范
- DB23/T 1323—2009 稻谷碾米前预处理及储存技术规程
- DB22/T 3113—2020 优质稻谷收储作业 5T 管理技术规程
- NY/T 4287—2023 稻谷低温储存与保鲜流通技术规范
- NY/T 5190—2002 无公害食品 稻米加工技术规范
- GB/T 5502—2018 粮油检验 大米加工精度检验
- T/YSIA 007—2023 宜春大米加工技术规程
- GB/T 17109—2008 粮食销售包装
- GB 7718—2011 食品安全国家标准 预包装食品标签通则
- GB 28050—2011 食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 富硒稻谷

通过生长过程自然富集硒或借助硒生物营养强化技术，而非收获后添加硒、加工成符合《GB 1354—2018 大米》规定的三级以上大米中硒含量在 0.04 mg/kg~0.30 mg/kg 间且有机硒含量占比不低于 80%的干燥稻谷。

3.2 富硒大米

符合《DB36/T 566—2017 富硒食品硒含量分类标准》规定中硒含量为 0.07 mg/kg ~0.30 mg/kg 的成品大米，称为富硒大米。

3.3 富硒稻田

土壤天然硒元素含量达到表 1 的规定，且污染物含量符合《GB 15618—2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》中土壤污染风险筛选值和《GB/T 36869—2018 水稻生产的土壤镉、铅、铬、汞、砷安全阈值》要求的稻田。

表 1 富硒稻田土壤硒含量要求

酸碱度	pH<5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
总硒含量(mg/kg)	≥0.40	≥0.35	≥0.32	≥0.30
有效硒占比(%)	≥65%	≥75%	≥80%	≥85%

3.4 镉污染稻田

土壤中镉含量超过《GB/T 36869—2018 水稻生产的土壤镉、铅、铬、汞、砷安全阈值》中规定的镉含量(表 2)的稻田。

表 2 水稻生产的土壤镉安全值

酸碱度	pH<5.0		5.0≤pH<6.0		6.0≤pH<7.0		pH≥7.0	
有机质含量(g/kg)	<20.0	≥20.0	<20.0	≥20.0	<20.0	≥20.0	<20.0	≥20.0
全镉含量(mg/kg)	0.20	0.25	0.25	0.25	0.30	0.35	0.45	0.50

3.5 富硒水稻品种

在富硒稻田中，常规种植出的干燥稻谷和大米中硒含量均在 0.07 mg/kg~0.30 mg/kg 间，有机硒含量占比不低于 80%，且产量不显著低于当地大面积生产种植的水稻品种。富硒水稻品种筛选可参照发明专利《一种水稻品种资源富硒性能的筛选方法》(专利号：CN201510297342.9)进行。

3.6 低镉水稻品种

在全镉含量≤1.5 mg/kg 的土壤中，常规种植出的大米镉含量低于 0.2 mg/kg，且产量不显著低于当地大面积生产种植的水稻品种。低镉水稻品种的筛选可参照《DB43/T 2599—2023 低镉水稻品种自主试验技术规程》进行。

3.7 硒生物营养强化技术

通过施用(或使用)富硒(或含)微量元素调理剂(或肥料)，经生物自然生长转化，提高其可食部分中总硒和有机硒含量的技术。

3.8 稻米控镉技术

根据水稻对镉的吸收和富集规律，通过单项关键技术及其组合的措施，降低镉在土壤—作物系统中的生物有效性，在保证水稻减产不显著的前提下，稻谷和大米中的全镉含量分别降低至《GB 2715—2016 食品安全国家标准 粮食》和《GB 2762—2022 食品安全国家标准 食品中污染物限量》规定的限量以下，实现镉污染稻田安全种植水稻的过程。

3.9 富硒阻镉伴生有效控制技术

在富硒镉污染稻田上，根据水稻对镉和硒元素的吸收与富集规律，在水稻生长过程中通过自然富硒或借助硒生物营养强化技术及稻米控镉的单项关键技术及其组合措施，提高硒和降低镉在土壤—作物系统中的生物有效性，在保证水稻不显著减产的前提下，实现稻谷和大米中的全硒含量符合《DB36/T 566—2017 富硒食品硒含量分类标准》规定中的要求且有机硒含量占全硒含量的80%以上，稻谷和大米中的全镉含量分别降低至《GB 2715—2016 食品安全国家标准 粮食》和《GB 2762—2022 食品安全国家标准 食品中污染物限量》规定的限量以下，实现镉污染稻田富硒安全种植水稻的过程。

3.10 淹水调控

在水稻生产期间，田间持续保持约(3 cm~5 cm)水位，降低镉在土壤中的生物有效性和迁移能力，减少水稻对土壤有效镉的吸收。

3.11 叶面阻断

通过喷洒叶面肥和叶面阻控剂等，抑制或阻断稻株中的镉向稻谷中迁移和累积。

3.12 生理阻隔

利用离子拮抗原理，施用富含有效硅、有效硒、有效锌、有效铁和有效锰等物化产品来阻碍水稻对土壤中镉的吸收或抑制稻株中的镉向稻谷转移和累积。

4 硒和镉的监测技术

4.1 土壤中的硒和镉

4.1.1 监测布点与采样

按照《NY/T 395—2012 农田土壤环境质量监测技术规范》和《HJ/T 166—2004 土壤环境监测技术规范》的规定执行。

4.1.2 分析方法与质量控制

按照《NY/T 1104—2006 土壤中全硒的测定》、《NY/T 3420—2019 土壤有效硒的测定 氢化物发生原子荧光光谱法》、《GB/T 17141—1997 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》和《GB/T 23739—2009 土壤质量 有效态铅和镉的测定 原子吸收法》的规定执行。

4.2 稻米中的硒和镉

4.2.1 监测布点与采样

参照土壤监测点位，加密设置稻米样品的采集点位，样品采集方法按照《NY/T 398—2000 农、畜、水产品污染监测技术规范》的规定执行。

4.2.2 分析方法与质量控制

按照《GB 5009.93—2017 食品安全国家标准 食品中硒的测定》、《DB36/T 1243—2020 稻米中有机硒和无机硒含量的测定 氢化物原子荧光光谱法》、《GB 5009.15—2014 食品中镉的测定》或《NY/T 3319—2018 植物性料原料中镉的测定 直接进样原子荧光法》的规定执行。

4.3 输入源中的镉

4.3.1 灌溉水

灌溉水应符合《GB 5084—2021 农田灌溉水质标准》的要求，镉监测按照《NY/T 396—2020 农用水源环境质量监测技术规范》、《GB7475—1987 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》或《GB/T 7471—1987 水质 镉的测定 双硫脲分光光度法》或《GB/T 37883—2019 水处理剂中铬、镉、铅、砷含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱(ICP—OES)法》的规定执行。

4.3.2 农业投入品

肥料(包含化肥、有机肥、水溶肥和叶面肥)、土壤调理剂、钝化剂和阻隔剂中镉含量的检验按照《GB 38400—2019 肥料中有毒有害物质的限量要求》、《NY/T 525—2021 有机肥料》、《NY/T 3034—2016 土壤调理剂 通用要求》、《NY 1110—2010 水溶肥料 汞、砷、镉、铅、铬的限量要求》、《GB/T 23349—2020 肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定》、《NY/T 1978—2022 肥料 汞、砷、镉、铅、铬、镍含量的测定》、《GB/T 39229—2020 肥料和土壤调理剂 砷、镉、铬、铅、汞含量的测定》的规定执行。

4.3.3 大气沉降

样品的采集与保存方法按照《GB/T 13580.2—1992 大气降水样品的采集与保存》的规定执行，镉含量的检验方法按照《GB7475—1987 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原

子吸收分光光度法》或《GB/T 7471—1987 水质 镉的测定 双硫脲分光光度法》或《GB/T 37883—2019 水处理剂中铬、镉、铅、砷含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱(ICP—OES)法》的规定执行。

5 富硒阻镉伴生有效控制技术

富硒阻镉伴生有效控制技术是将《DB36/T 1112—2019 富硒水稻生产技术规程》、《DB43/T 816—2013 富硒水稻生产技术规程》和《NY/T 3176—2017 稻米镉控制田间生产技术规范》等多项技术有机融合和继承发展的一项新型健身营养栽培综合技术体系，有利于保护稻田生态环境和实现农业可持续生产，从而提高稻米品质和控制稻米食品安全。

5.1 阻隔原则

5.1.1 动态监控、分区施策

利用对稻米产品和土壤重金属动态监测结果，确定水稻生产镉控制技术应用区域，按照“分类控制、分区施策”的要求，针对不同区域采取相应的防控技术措施，并持续评价镉控制的效果。水稻生产镉控制技术应用区域、具体指标及其技术应用要求见表 3。

表 3 水稻生产镉控制技术应用区域分类

区域分类	土壤镉污染质量指数	茎基镉含量 (mg/kg)	稻米镉含量 (mg/kg)	风险等级	控制技术应用
I类控制区	<1.0	<2.0	<0.20	无	以绿色生产为目的，侧重于生态安全技术应用，严格控制通过灌溉水、大气和肥料等农用投入品所带来的镉污染潜在风险。
II类控制区	1.0~5.0	2.0~4.0	0.20~0.40	低、中	以达标生产为目的，侧重于稻米产品镉含量达标，选用低镉积累水稻品种，采取土壤调理、水肥优化、土壤改良等农艺技术措施，严格控制因灌溉水、大气、肥料、秸秆等输入性镉污染对稻米产品造成的超标风险。
III类控制区	>5.0	>4.0	>0.40	高	以管控生产为目的，侧重于土壤修复改良和作物种植调整，采取合理轮作、休耕和适宜的土壤改良措施，替代种植低镉积累或非食用性的作物，严格管控产地环境污染对稻米产品造成的食用安全风险。
* 土壤镉污染质量指数=土壤镉含量实测值/土壤镉污染筛选值					

5.1.2 因地制宜、综合防控

根据不同区域的特定条件，采取以“污染源头控制、稻田土壤调理、适宜品种选用、水肥管理优化”为主，“污染土壤改良、作物种植调整”为辅的综合防控技术措施。

5.1.3 经济有效、生态环保

本着“成本低、操作简便、资源节约、环境友好”的要求，按照“田间试验验证、示范应用推广、持续跟踪评价”的技术路线，合理采用农艺的、物理的和生物的控制技术措施，谨慎采用化学的和工程的防控技术措施。采用新技术时应进行风险评估，避免产生二次污染。

5.2 源头控制

5.2.1 生长环境

针对可能存在镉污染风险的种植区，开展稻米产品和土壤、灌溉水、大气及肥料等农用投入品的镉含量动态监测，控制输入性镉污染风险。I类控制区采取土壤监测方式，II和III类控制区宜采取土壤与稻米产品协同监测方式。

5.2.2 灌溉水

灌溉水应符合《GB 5084—2021 农田灌溉水质标准》的规定， $\text{pH}<6.5$ 的灌溉水不宜用于灌溉。灌溉水中镉含量超过《GB 5084—2021 农田灌溉水质标准》规定标准值的，应另选清洁水源；无替换水源的应设置人工湿地或/和物理过滤装置等设施进行降镉处理，直至符合《GB 5084—2021 农田灌溉水质标准》的规定。禁止使用工业污水灌溉稻田。

5.2.3 农业投入品

肥料使用应符合《NYT496—2002 肥料合理使用准则通则》的规定，提倡使用绿肥和有机肥，避免因长期施用酸性或生理酸性的肥料导致土壤重金属的生物活性增加，禁止使用工业废料、城镇生活垃圾和河塘底泥、污泥等来源的肥料。

化肥、有机肥和水溶肥应分别符合《GB 38400—2019 肥料中有毒有害物质的限量要求》、《NY/T 525—2021 有机肥料》和《NY 1110—2010 水溶肥料 汞、砷、镉、铅、铬的限量要求》的规定，生物有机肥应符合《NY 884—2012 生物有机肥》的规定。土壤调理剂应符合《NY/T 3034—2016 土壤调理剂 通用要求》的规定。

农药使用应符合《GB/T8321(所有部分)农药合理使用准则》的规定，优先按照《NY/T 393—2020 绿色食品农药使用准则》防治有害生物。农药等其他投入品需经过国家或省级农业农村部门登记，镉含量应符合《GB 5084—2021 农田灌溉水质标准》的规定。

5.2.4 秸秆还田

I类控制区鼓励秸秆还田；II类控制区适量稻草秸秆还田，隔年(或隔两年)所有水稻秸秆全量还田；III类控制区不宜秸秆还田，应将稻草秸秆移离田和安全利用。

5.3 稻田选择

应选择富硒稻田，土壤环境质量符合《NY/T 847—2004 水稻产地环境技术条件》和《GB 15618—2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》，灌溉水质符合《GB 5084—2021 农田灌溉水质标准》，大气质量符合《GB 3095—2012 环境空气质量标准》的二级以上标准。

5.4 品种采用

应采用通过国家或江西省审定并适应于种植区域，品质达到《GB/T 17891—2017 优质稻谷》三级以上的被科学鉴定的产量高、适应性强和综合抗性好的富硒且低镉积累水稻品种，种子质量符合《GB 4404.1—2008 粮食作物种子 第1部分：禾谷类》的规定。

5.5 土壤改良

5.5.1 培肥土壤

针对稻田镉污染的程度，结合当地水稻生产条件和种植习惯，通过合理轮作或休耕，种植紫云英、苕子、草木樨、箭舌豌豆等绿肥作物深耕翻埋入土，或利用冬作油菜等秸秆适量还田，增施有机肥，提高土壤有机质。

5.5.2 增加耕层

根据当地种植习惯、稻田土壤类型(物理结构、养分状况和生物学性质)和耕作层的深浅，在秋/春整地时采取机械翻耕和深耕，将表层土壤翻埋到底层，增加耕层厚度至 20 cm 以上。深翻可采取一年一翻或两年一翻，但砂质土壤、冷浸田和镉主要来源于成土母质的稻田不宜进行深翻耕。稻田耕作层较浅时，采取逐年加深耕层，以减少对犁底层的破坏。

5.5.3 污染修复

针对土壤污染程度，结合当地生产条件和种植习惯，按照本标准 5.1.3 的原则，因地制宜采取农艺的、物理的、生物的和工程的单项或综合性污染修复措施，降低水稻根部和稻米中的镉积累。

5.6 土壤调理

5.6.1 施石灰调酸

5.6.1.1 适用条件

土壤 pH 值小于 6.5 的酸性稻田。

5.6.1.2 石灰种类

按照当地资源条件和《NY/T 3443—2019 石灰质改良酸化土壤技术规范》的质量要求，选择合适的生石灰、熟石灰等农用石灰质物质，其镉含量应符合《GB/T 23349—2020 肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定》的规定，氧化钙含量 $\geq 85\%$ 。

5.6.1.3 施用量

根据耕层土壤(0 cm~20 cm)镉含量范围、pH 值和质地而定，农用石灰质物质(按生石灰计)推荐施用量见表 4。

表 4 农用石灰质物质(按生石灰计)改良酸化土壤(20cm 耕层)推荐施用量(单位: kg/667m²·年)

土壤镉含量范围	土壤 pH 值	土壤质地					
		砂土及砂质壤土	砂壤土	壤土	粉质壤土	粘土	有机土
1—2 倍筛选值(含)	<5.5	80	100	150	200	250	350
	5.5~6.5	60	80	100	150	200	300
2 倍筛选值以上	<5.5	100	150	200	250	300	400
	5.5~6.5	80	100	150	200	250	300

5.6.1.4 施用次数

稻田土壤 pH 值<5.5 的可每年施或隔年施一次; pH 值为 5.5~6.5 的可两年或三年施一次。土壤 pH 值达到 7.0 后停止施用。

5.6.1.5 施用时期及方法

根据当地水稻种植习惯，优先选择施基肥前 7~10 天一次性均匀撒施在土表，并及时翻耕、整田，使其与土壤充分混合。若在分蘖、孕穗和灌浆等生长期施用石灰，可将石灰混入细泥或造粒成形后，均匀撒入行间；或采用有效的喷撒机具施入行间，避免灼伤叶面。

5.6.1.6 注意事项

- (1) 施用石灰应尽量撒匀，7~10 天后再施用化肥或有机肥，避免与酸性肥料同期或混合施用。

- (2) 生长期撒施，宜在田间有少量水或成泥浆状时施用，促使石灰快速溶解，防止流失。
- (3) 施石灰时，操作人员应采取高效的安全防护措施，以防灼伤眼睛、皮肤或呼吸道等。

5.6.2 施土壤调理剂

5.6.2.1 品类选择

土壤调理剂应符合《NY/T 3034—2016 土壤调理剂 通用要求》的要求。施用的土壤调理剂应能降低稻米镉含量和(或)根部镉积累，且成本低、可操作，经评估不存在二次污染、复合污染或潜在污染的风险。

根据不同控制区产地环境条件和镉污染状况，施用以碱性肥料、天然矿物质、生物有机物料、微生物菌剂、农业废弃物、加工副产物及新型环保物料等来源的土壤调理剂。按照《NY/T 2271—2012 土壤调理剂效果试验和评价要求》的规定进行施用效果评价，筛选出不同产地环境条件下适宜的土壤调理剂。

5.6.2.2 施用量

按照土壤调理剂产品使用说明书和田间试验来确定施用量。

5.6.2.3 施用方法

在水稻播种前或插秧至少提前 7 天撒施，施用后应与耕层土壤充分混匀。参照《NY/T 3343—2018 耕地污染治理效果评价准则》的规定进行修复效果评估，在此基础上确定土壤调理剂施用间隔期。

5.6.3 施土壤钝化剂

5.6.3.1 钝化剂选择

- (1) 当土壤 pH 值 ≤ 5.5 时，宜在翻耕期施用农用石灰质物质等酸碱钝化剂，通过提高土壤 pH 值，促进稻田土壤镉形态转化，降低土壤镉有效性。
- (2) 当 $5.5 < \text{土壤 pH 值} < 6.5$ 时，宜在翻耕期混施适量农用石灰质物质等酸碱钝化剂和腐殖质、生物质炭和铁基材料等钝化剂，提高土壤总有机碳含量和土壤 pH 值，吸附和共沉淀固定土壤镉。
- (3) 当土壤 pH 值 ≥ 6.5 时，宜在翻耕期施用腐殖质、生物质炭和铁基材料等钝化剂，提高土壤总有机碳含量，吸附、共沉淀固定土壤镉。

5.6.3.2 施用剂量

农用石灰质物质钝化剂的使用条件和施用剂量参考《NY/T 3443—2019 石灰质改良酸化土壤技术规范》；生物质炭材料钝化剂的使用条件和施用剂量参考《NY/T

3041—2022 生物炭基肥料》；铁基材料等钝化剂的使用条件和施用剂量参考产品使用说明、《NY/T 3034—2016 土壤调理剂 通用要求》和《NY/T 2271—2016 土壤调理剂 效果试验和评价要求》。

5.6.3.3 影响因素

主要影响因素为施用肥料种类，包括氮肥和硫肥的施用。当施用铵态氮肥时，可加大钝化剂用量；当施用硝态氮肥和硫酸盐肥时，可减少钝化剂用量。

5.7 科学管水

淹水下，土壤处于还原状态，pH 值趋于中性，能降低土壤中镉的生物有效性和迁移能力，减少水稻对镉的吸收和富集。全生育期淹水下的稻米镉浓度最低，抽穗前后 3 周长时间淹水对降低稻米中的镉浓度最有效，且抽穗后淹水 3 周比抽穗前淹水 3 周更为有效。

5.7.1 在 I 类控制区进行合理灌溉

- (1) 插秧时基本无水层或浅水插秧，返青期保持浅水层。
- (2) 分蘖期采取干湿交替，促进分蘖发生和生长，适时晒田，控制无效分蘖。
- (3) 幼穗分化期结合复水施穗肥，拔节后至开花期保持浅水层。
- (4) 灌浆期田间保持干湿交替，至成熟收割前 7~10 天排干水，防止断水过早。

5.7.2 在 II 和 III 类控制区淹水控镉

(1) 在排灌方便的水稻种植区，实行有水层灌溉，分蘖盛期露田但不晒田，乳熟期浅水灌浆不脱水，田间基本保持有水层，至收割前 7~10 天排干水。必须晒田的，尽量降低晒田时间和程度。

(2) 在水源充足的水稻种植区，实行淹水灌溉，直到收割前 7~10 天排干水层或自然落干，中间不露田、不晒田，全生育期淹水控制。

5.8 优化施肥

5.8.1 总体要求

施肥应符合《NY/T 394—2021 绿色食品 肥料使用准则》、《NY/T 525—2021 有机肥料》和《NYT 496—2002 肥料合理使用准则通则》的规定。采用测土配方施肥法或目标产量施肥法，做到“基肥深施，分蘖肥适施，穗肥巧施”，有机肥与无机肥、生物肥配合施用，平衡施入氮、磷、钾肥。在不增加氮肥总量的前提下，减少前期氮肥施用量，增施穗肥，做到前氮后移。避免或尽可能少量施用过磷酸钙、硫酸铵等酸性或生理酸性化肥，增施钙镁磷肥、碳酸氢铵、硅钙肥、钾肥等碱性肥料

和农家肥、商品有机肥、生物肥、腐殖酸水溶肥及硅、钙、钾、锌、铁、硫、硼等叶面肥。基肥化肥应与机械整地耕作相结合，实现全层施入。

5.8.2 有机肥施用

有机肥应符合《NY/T 525—2021 有机肥料》的规定。根据有机肥养分含量计算有机肥和化肥施用量。有机肥替代化学氮肥的比例宜为 15%~30%，有机肥移栽前结合翻地作基肥施用，结合旋地一次性施入，以 100 kg/667m²~150 kg/667m²为宜。

5.8.3 无机肥施用

无机肥应符合《NYT496—2002 肥料合理使用准则通则》的规定，施用量以氮(N) 12 kg/667m²~15 kg/667m²，磷(P₂O₅) 3.5 kg/667m²~5 kg/667m²，钾(K₂O) 5.5 kg/667m²~7.5 kg/667m²为宜。氮肥基:追:追=4~5:3:2，磷肥基 100%，钾肥基:追:追=7:0:3。超级稻可适当增加。

5.8.4 中微量元素肥料

土壤有效硅(SiO₂)含量低于 40 mg/kg 或出现水稻植株营养失调症状，硅肥(SiO₂含量≥20%) 40 kg/667m²~60 kg/667m²作基肥施用。结合施肥、病虫害防治增施锌、镁、硼等微量元素肥料，选晴天下午叶面喷施。应严格控制微量元素肥料的施用量，注意水稻后效并避免引起土壤污染。

5.9 硒营养剂施用

5.9.1 施用原则

当土壤天然含硒量<0.8 mg/kg，可通过人工技术补硒。

5.9.2 硒营养剂选择

选择经国家登记的含硒植物营养剂、含硒土壤调理剂或钝化剂。

5.9.3 施用方式

分叶面补硒和根际补硒，可根据生产实际任选一种或二者兼用的补硒方式。

5.9.4 叶面补硒

苗期，取含硒植物营养剂 75 ml(实际加入剂量硒含量为 6000 mg/kg)加入硼酸溶液中搅拌溶解(硼酸的浓度为 0.05%~0.2%)后喷洒于叶面；灌浆初期，叶面喷施量为 45 kg/667m²~60 kg/667m²。喷洒的时间一般为阴天宜选择上午 10 点前或者下午 4 点后喷施，晴天宜选择下午 4 点后喷施，雨天不喷洒，收割前 20 天停止喷洒。

5.9.5 根际施硒

土壤翻耕前，田间按产品说明施用含硒土壤调理剂。然后翻耕，使土壤与含硒土壤调理剂或钝化剂充分混匀。

5.10 叶面阻镉

5.10.1 品类选择

宜选择通过区域示范性试验验证，效果好且效果稳定的叶面阻控剂产品。叶面阻控剂应符合《NY 1110—2010 水溶肥料 汞、砷、镉、铅、铬的限量要求》的规定。

5.10.2 施用时间

从水稻拔节期开始，阴天宜选择上午 10 点前或者下午 4 点后喷施，晴天宜选择下午 4 点后喷施，喷施 2~3 次，每次间隔 10~15 天。

5.10.3 施用量

按照叶面阻控剂产品使用说明书和田间试验确定施用量，随配随用。

5.10.4 施用方法

叶面均匀喷雾，与有机硅等类型表面活性剂配合使用可增强阻控效果，喷施后 12 小时内遇大雨需重新喷施。

5.11 生理阻隔

5.11.1 生理阻隔剂的有效元素成分要求

生理阻隔剂的有效元素成分一般以有效硅、有效硒、有效锌、有效铁和有效锰为主，有的是单一成分，有的是几种成分的组合，但都应达到有关中量元素肥料和微量元素肥料的要求，其中硅含量应符合《NY/T 797—2004 硅肥》的要求，锌、铁、锰含量应符合《GB/T 17420—2020 微量元素叶面肥料》的要求。

固体类生理阻隔剂中的重金属含量应不高于《GB 15618—2018 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》规定的筛选值。液体类生理阻隔剂中的重金属含量应不高于《GB 5084—2021 农田灌溉水质标准》规定的限量值。

5.11.2 施用方式

施用方式根据生理阻隔剂呈现的产品形态来定。固体类生理阻隔剂一般作基肥或分蘖肥施用，液体类采用叶面喷施，分别在幼穗分化始期和抽穗始期各喷 1 次，阴天宜选择上午 10 点前或下午 4 点后喷施，晴天宜选择下午 4 点后喷施。

5.11.3 施用剂量

施用剂量依据所含具体成分而异，应按照产品说明书和田间试验规范实施。需注意以下几点：(1) 每次叶面喷施的硅一般折合纯 SiO_2 为 $200 \text{ g}/667\text{m}^2 \sim 400 \text{ g}/667\text{m}^2$ ，在种植镉累积能力较强的水稻品种、土壤有效硅含量较低($<100 \text{ mg}/\text{kg}$)和晚季种植的情况下，宜加大喷施剂量。(2) 硒喷施剂量不能导致稻米硒含量超过 $0.3 \text{ mg}/\text{kg}$ ，推荐硒与 SiO_2 的质量比为 $0.5\% \sim 1.0\%$ 。(3) 推荐锌与 SiO_2 的质量比为 $2.0\% \sim 10.0\%$ ，

当稻田土壤有效锌 $>8\text{ mg/kg}$ 时，与镉的拮抗作用显著。(4) 推荐铁/锰与 SiO_2 的质量比为2.0%~10.0%。

5.12 病虫害防治

5.12.1 物理防治

利用20目~40目的防虫网或规格为 $225\text{ g/hm}^2\sim 300\text{ g/hm}^2$ 的无纺布预防稻飞虱、蓟马、螟虫以及病毒病的介体昆虫等；根据害虫发生情况，悬挂频振式杀虫灯，诱杀二化螟等螟虫及稻纵卷叶螟等鳞翅目害虫、稻飞虱等同翅目害虫。

5.12.2 生物防治

使用稻螟赤眼蜂或土著稻螟赤眼蜂或螟黄赤眼蜂，防治稻纵卷叶螟和二化螟等；选用苏云金杆菌、短稳杆菌、球孢白僵菌和金龟子绿僵菌防治二化螟、稻飞虱和稻纵卷叶螟；选用稻纵卷叶螟颗粒体病毒 CmGV 或甘蓝夜蛾核型多角体病毒 NPV 防治稻纵卷叶螟。选用枯草芽孢杆菌、蜡质芽孢杆菌、解淀粉芽孢杆菌防治水稻纹枯病、稻瘟病和稻曲病等。生防制剂施用量按制剂说明而定。

5.12.3 化学防治

农药施用应符合《GB/T8321(所有部分)农药合理使用准则》和《NY/T 393—2020 绿色食品农药使用准则》，禁止使用国家明令禁止在禾谷类作物上使用的高毒、高残留农药及其混配农药品种。科学使用高效、低毒、低残留化学农药，提倡交替、轮换、合理使用农药。

5.13 种植调整

根据III类控制区的土壤状况、生产条件和种植习惯，优先种植适宜的富硒低镉积累水稻品种，合理选用玉米、高粱、低镉积累的蔬果类作物或棉花、麻类、花卉、种苗等非食用性作物进行替代种植。

5.14 综合集成

当上述单项技术措施不能达到预期效果时，应根据生产实际情况和单项技术效果，参照《NY/T 3176—2017 稻米镉控制田间生产技术规范》、《NY/T3343—2018 耕地污染治理效果评价准则》和《NY/T 3499—2019 受污染耕地治理与修复导则的修复原则》，对以上单项技术进行优化组合，实现富硒低镉稻米达标生产的目标。

6 稻谷采收和干燥

6.1 稻谷采收

当 85%以上稻谷变黄时，籽粒充实饱满坚硬，含水量 22%~25%，其中 80%以上的米粒达到玻璃质适时收获。田块土壤湿度以人站立田面时脚下陷程度适宜，不影响实际作业为准。宜使用整机重量轻、接地压力小，防陷机能力强，适宜在水田或深泥脚田使用的收割机。

收割前对收割机进行清理，防止品种间混杂。使用联合收割机一次完成水稻的收割、脱粒、茎秆分离、谷粒清选、谷粒装袋或进入输粮箱、随车卸粮等工序的作业。运输应使用无污染工具，防止雨淋和被污染。存放场地地面应干净、平整、坚固并设防潮层。禁止在公路、沥青路面及粉尘污染严重的地方晾晒。

6.2 稻谷干燥

稻谷干燥按照《DB22/T 3113—2020 优质稻谷收储作业 5T 管理技术规程》和《GB/T 21015—2023 稻谷干燥技术规范》执行。

7 稻谷检测和储存

7.1 稻谷检测

稻谷收获干燥后应及时检测其中的硒含量和镉含量，检测方法按本标准 4.2 中的规定进行，稻谷质量应符合《GB/T 17891—2017 优质稻谷》规定，镉含量应符合《GB 2715—2016 食品安全国家标准 粮食》和《GB 2762—2022 食品安全国家标准 食品中污染物限量》的规定。

7.2 稻谷储存

稻谷仓储按照《DB23/T 1323—2009 稻谷碾米前预处理及储存技术规程》、《DB22/T 3113—2020 优质稻谷收储作业 5T 管理技术规程》和《NY/T 4287—2023 稻谷低温储存与保鲜流通技术规范》执行。

8 稻米加工和包装

8.1 原料要求

选用通过本标准 7.1 检测的富硒低镉稻谷，硒含量符合《GB/T 22499—2008 富硒稻谷》和《GB 14880—2012 食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准》规定的可加工成富硒大米销售。稻谷硒含量低于《GB/T 22499—2008 富硒稻谷》和《GB 14880—2012 食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准》规定的加工成普通大米

销售。硒含量高于《GB/T 22499—2008 富硒稻谷》和《GB 14880—2012 食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准》规定的则不能直接加工成普通大米销售。

8.2 加工技术

富硒低镉大米加工按照《NY/T 5190—2002 无公害食品 稻米加工技术规范》、《GB/T 5502—2018 粮油检验 大米加工精度检验》和《T/YSIA 007—2023 宜春大米加工技术规程》执行。

8.3 包装

包装应简单、实用，应考虑包装材料的回收利用。用于富硒低镉大米包装的材料应是食品级包装材料，应符合《GB/T 17109—2008 粮食销售包装》的规定和食品安全要求，并经过验收合格后方可使用。包装容器应便于消费者开启、使用、搬运、储存，应能保护产品安全和卫生，符合相应包装容器的标准。禁止使用接触过有害、有毒和禁用物质的包装物或容器。

包装方式可多种多样，如袋装、桶装和铝罐等。为保证大米在销售过程中的品质不受影响，建议优先采用真空包装或铝罐充氮包装。包装大米的标签标识应符合《GB 7718—2011 食品安全国家标准 预包装食品标签通则》和《GB 28050—2011 食品安全国家标准 预包装食品营养标签通则》的规定。

9 档案管理

9.1 操作过程档案

对土壤种类、肥力、pH、前作及整地、施基肥、田间培管、病虫害防治、采收、干燥、仓储和加工等活动，应逐项如实记载。记录见附录 A 中表 A.1

9.2 投入品使用档案

对品种、农药、化肥等投入品的品名、种类、来源、使用日期、使用方法和使用效果等逐项如实登记。

9.3 检测报告档案

对土壤、水、稻米等检测的硒和镉含量检测报告及相关检测报告进行归类存档。

9.4 物候期记载档案

对所有的物候期逐项如实详细记载。各个生育时期记录见附录 B 中表 B.1。

附录 A

(资料性)

富硒低镉稻米生产过程中的农事记载表

表 A.1 富硒低镉稻米生产过程中的农事记载表

类别	项目	日期	主要内容
田间管理	耕整秧田		
	播种		
	耕整大田		
	抛栽		
	开沟		
	收割		
	其他		
施肥	次序	日期	肥料种类及数量
病虫草害防治	次序	日期	农药种类及数量
灌溉	次序	日期	方式及灌溉量
干燥	次序	日期	方式及技术参数
仓储	次序	日期	方式及技术参数
加工	次序	日期	方式及技术参数
其他			

附录 B

(资料性)

富硒低镉水稻的生育期记载表

表 B.1 富硒低镉水稻的生育期记载表

生育时期	日期(月—日)	备注
播种期		
抛栽期		
返青期		
分蘖期		
最高分蘖期		
拔节期		
孕穗期		
抽穗期		
齐穗期		
乳熟期		
蜡熟期		
收获期		