

附件 3

# 《耕地投入品安全性监测评价通则

（征求意见稿）》

## 编制说明

《耕地投入品安全性监测评价通则》 编制组

二〇二一年九月

# 《耕地投入品安全性监测评价通则（征求意见稿）》

## 农业行业标准编制说明

### 1 工作简况

#### 1.1 任务来源

2021年5月,农业农村部农产品质量安全监管司印发《关于下达2021年第一批农业国家标准和行业标准制修订项目计划的通知》(农质标函〔2021〕76号),要求制定《耕地投入品安全性监测评价通则》,标准由农业农村部耕地质量监测保护中心主持制定。

#### 1.2 目的意义

##### 1.2.1 国家政策和技术依据

耕地投入品是重要农业生产资料,我国特有的国情、农情和土情,导致耕地投入品使用量逐年增长,总量居高不下,虽为保障国家粮食安全和重要农产品供给提供了重要支撑,但新形势下,要求加快推进“藏粮于地”战略实施,推进生态文明体制建设和实施耕地质量“三位一体”保护,耕地投入品大量、长期与不科学投入利用,同时也对耕地质量、农产品质量安全和农业生态安全造成了巨大威胁。

##### 1.2.2 拟解决的主要问题

基于耕地投入品利用现状,提出耕地投入品安全性评价关键影响因子,科学监测评价耕地投入品在耕地保护与改良中不良效应的程度和潜在风险,为我国耕地质量保护和耕地投入品利用管理提供标准化指导规范。

### **1.3 主要起草单位**

农业农村部耕地质量监测保护中心、华南农业大学资源环境学院、中国农科院农业资源和农业区划研究所、甘肃省农科院土壤肥料与节水农业研究所、黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所。

### **1.4 主要工作过程**

#### **1.4.1 标准制修订前期工作。**

2020年9-12月，整理了我国现行的农业投入品、耕地质量监测评价相关标准，并分析其适用性，总结我国农业投入品、耕地质量监测评价标准体系框架，提出耕地投入品对耕地质量安全性监测评价标准的功能与定位；系统分析耕地投入品、耕地质量监测评价相关标准制订的法律依据、标准功能及标准制订的方法，提出耕地投入品安全性监测评价标准制定的基本程序与方法。

#### **1.4.2 开展调研及资料收集工作。**

按类别整理耕地投入品清单名录，确定标准的适用范围，进一步完善标准体系框架。通过文献调研、实地考察、田间试验、视频会议等方式，探究耕地投入品应用于农田后，所产生的不良效应的潜在安全性风险和程度，提炼出耕地投入品安全性监测评价标准初稿。

#### **1.4.3 编制标准征求意见稿和编制说明**

2021年9月，针对专家意见修改试验规范和监测规程，并初步形成《耕地投入品安全性监测评价通则（征求意见稿）》。

## **2 标准编制原则和确定标准主要内容**

### **2.1 编制原则**

#### **2.1.1 科学性原则**

吸收汲取现行相关标准的内容，秉承科学性原则，科学合理设计布置田间试验，科学选取监测评价指标，构建指标体系。

#### **2.1.2 适用性原则**

针对我国耕地投入品安全性监测评价目标，充分考虑田间试验的立地条件。

#### **2.1.3 规范性原则**

依据 GB/T 1.1《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，遵守标准体系的编制原则、格式等规范性要求，认真编制本标准各项内容。

### **2.2 标准主要内容论据**

#### **2.2.1 标准使用范围确定依据**

编制组在承接标准编制任务后，通过对“投入品”的分类和清单进行归总分析，本标准提出的“耕地投入品”关注投入品对耕地质量的影响，从耕地质量的角度出发，仅针对耕地质量的影响较大的土壤调理剂、有机肥、除草剂、农膜 4 类投入品。

#### **2.2.2 耕地质量安全性监测评价指标确定依据**

本标准在监测评价方法方面包含土壤样品的监测和水体样品的监测，分别参考了农业农村部门 NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范 and NY/T 396 农用水源环境质量监

测技术规范。在田间试验的布置过程中，灌溉水满足 GB 5084 要求。在耕地质量评价方面，参考了 GB/T 33469 耕地质量等级的评价要求。并结合现行《耕地质量等级》等相关标准，提炼出耕地质量安全性监测评价指标体系，如土壤物理化学指标、速效养分指标、土壤污染物指标、土壤生物指标。同时，跟踪和监测农产品质量安全风险和农业生态环境扩散风险指标。

### **2.2.3 耕地质量安全评价术语确定**

本标准综合考虑到各类耕地投入品对耕地质量的影响程度，排除其他已有相关执行标准的投入品类别，以及监管的可操作性等各方面因素，提出了“耕地投入品”的定义概念：“由人类在农业生产中主动使用在耕地土壤表面或土壤中，或喷施、覆盖在农作物上，用于改善土壤物理、化学、生物学性状或作物生长环境，达到提升土壤质量、满足作物生长、提高和改善农产品产量与品质的各种已获登记许可生产的商品化物料，主要包括土壤调理剂、肥料、除草剂、农膜”。区别于投入品行业标准，本标准的安全性特指“因耕地投入品本身质量和长期、大量不科学施用，对耕地质量、农产品质量以及农业生态不产生危害的属性”，更强调投入品对土壤及周边环境的影响。

### **2.2.4 试验评价程序的确定**

由于耕地投入品的种类繁杂、成分类型多样，并且其对耕地质量的影响途径也很多，难以用土壤或农产品的单一的指标或指数进行评价，因此其监测评价过程采用田间试验、

专家论证的方式进行。技术路线图如下所示。

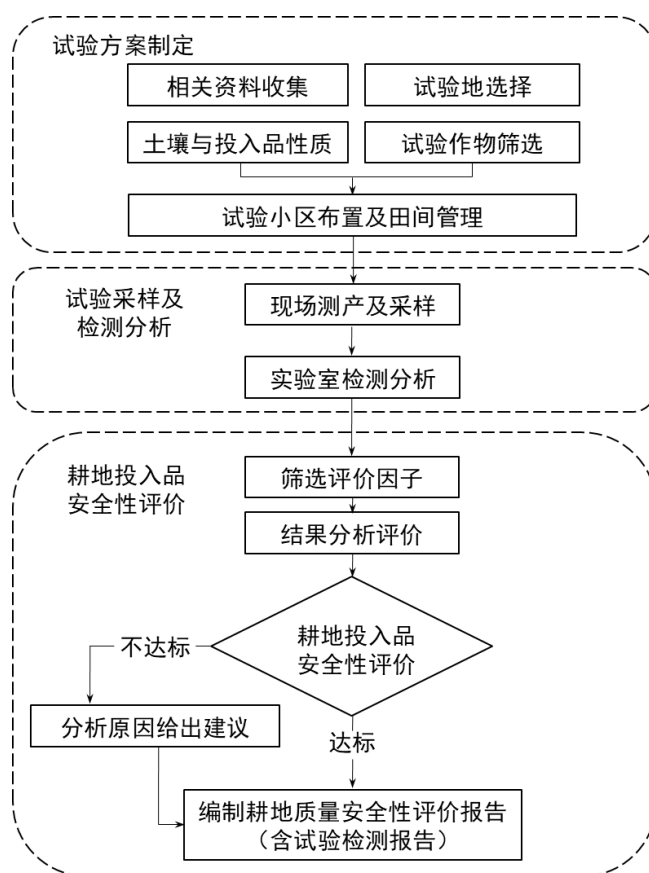


图 1 耕地投入品安全性评价工作流程图

## 2.2.5 试验各项要求的确定

2.2.5.1 包括试验内容、试验处理设置、试验准备工作、样品采集、试验小区设置、试验数据记录和分析要求。

2.2.5.2 为探究耕地投入品使用后的环境影响效应，科学评价耕地投入品安全性，与常规田间试验相比，耕地投入品的安全性田间试验增加了投入品施用量（3倍用量），在控制其他影响因素的情况下，种植农作物，试验投入品使用后投入品对土壤、水体、农产品的影响。

## 2.2.6 评价分析

田间试验遵循科学性、独立性、公正性原则对田间试验的数据结果进行监测分析，安全性监测评价指标体系分别就

土壤生态风险、环境扩散风险、农产品质量安全风险三个方面设置指标，科学评价耕地投入品安全性。

### 2.2.7 评价报告编制的规范要求。

此部分要求系统、完整地呈现耕地投入品的田间试验过程及其分析评价结果，作为佐证材料，便于专家进行全方面论证。

## 3 主要试验

### 3.1 施用有机肥对耕地质量影响试验

浙江省杭州水稻土国家土壤肥力与肥料效益长期定位施肥试验（1998-2017年）结果表明，长期施用猪粪（试验处理见表1）土壤和水稻重金属镉含量明显积累（图2）。

表1 稻田土壤长期施肥试验各处理肥料用量

Treatments	N (kg·hm <sup>-2</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg·hm <sup>-2</sup> )	K <sub>2</sub> O (kg·hm <sup>-2</sup> )	M (kg·hm <sup>-2</sup> )
CK	0	0	0	0
N <sub>2</sub>	375	0	0	0
N <sub>2</sub> P	375	187.5	0	0
N <sub>2</sub> K	375	0	187.5	0
N <sub>2</sub> PK	375	187.5	187.5	0
N <sub>2</sub> PK(GM)	375	187.5	187.5	0
M	0	0	0	22500
N <sub>1</sub> PKM	281.25	187.5	187.5	22500
N <sub>2</sub> PKM	375	187.5	187.5	22500
N <sub>3</sub> PKM	468.75	187.5	187.5	22500
N <sub>2</sub> + M	375	0	0	22500

注：氮肥为尿素，磷肥为过磷酸钙，钾肥为氯化钾，有机肥为猪粪，GM为绿肥还田。

结果表明施用有机肥处理的土壤重金属镉含量都高于单施化肥和不施肥的。单施有机肥处理（M）水稻籽粒镉含量和对照无显著差异，但是，N<sub>1</sub>PKM和N<sub>2</sub> + M处理分别高

于对照处理  $0.31 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  和  $0.34 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , 水稻籽粒中镉含量分别增加了 161% 和 138% (图 3) 水稻籽粒中其他重金属元素有机肥和化肥处理无大差异。

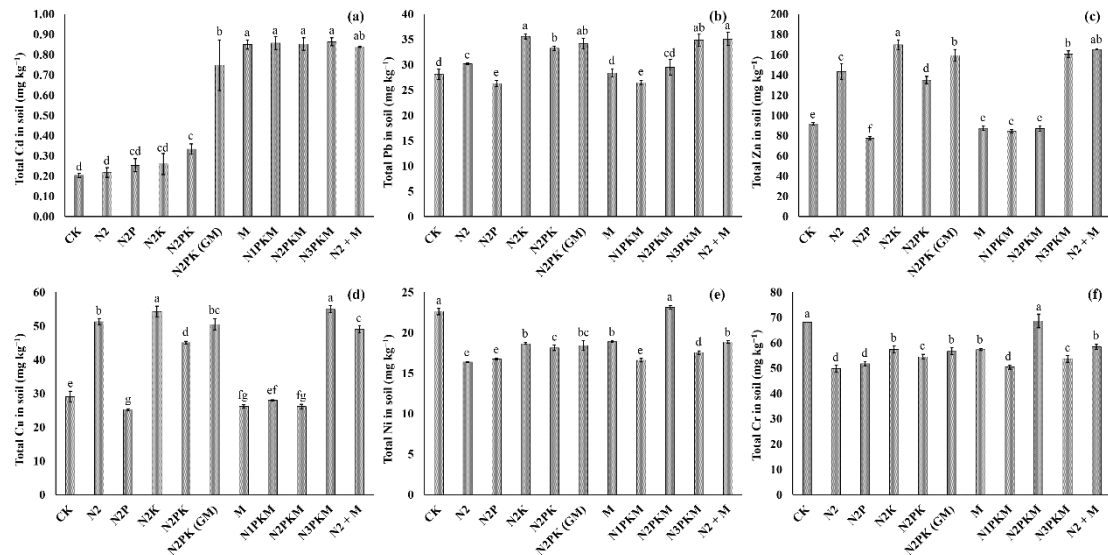


图 2 水稻土长期施有机肥和化肥土壤重金属积累对比

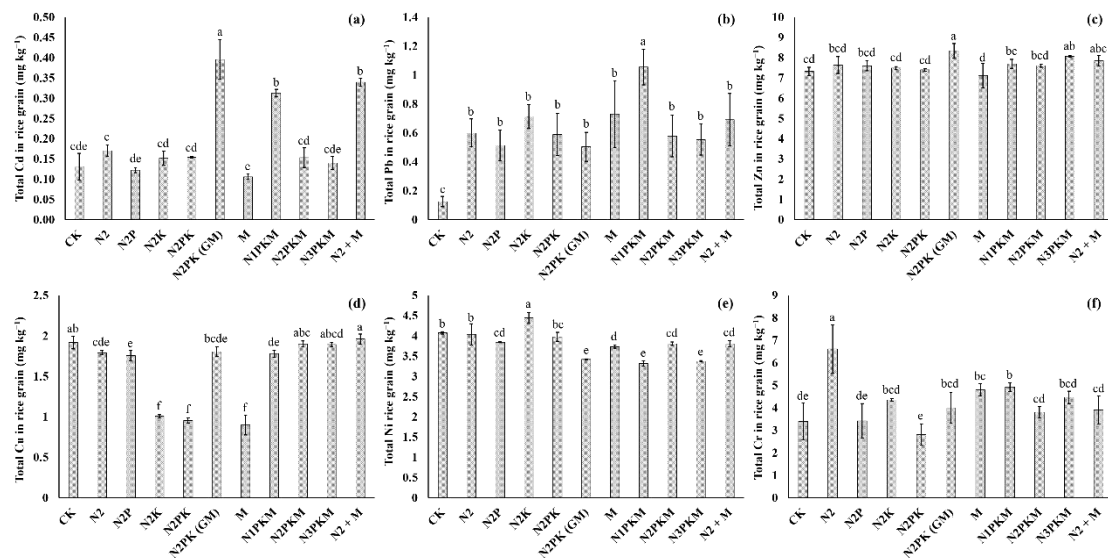


图 3 长期施用有机肥和化肥对水稻籽粒重金属积累的影响

### 3.2 施用土壤调理剂对耕地质量影响试验

在珠三角城郊典型蔬菜田农田开展试验, 选择水田/旱地



2 种不同土地利用方式，并以空心菜为试验作物，探究土壤调理剂对耕地质量的影响。试验处理如下表所示。

表 2 土壤调理剂对耕地质量安全性试验处理

序号	处理	土壤调理剂分类	施用量
1	常规对照 (CK)	-	-
2	石灰 (L)	无机类 (石灰类)	石灰为 200kg/亩
3	海泡石 (SE)	无机类 (黏土矿物)	海泡石为 200kg/亩
4	生物炭 (B)	有机类	生物炭为 400kg/亩
5	硅钙酸碱调理剂 (SC)	无机类 (硅质)	硅钙酸碱调理剂为 200kg/亩
6	海泡石+生物炭	无机类 (黏土矿物) +有机类	海泡石为 100kg/亩 生物炭为 200kg/亩
7	改性钼硅酸盐+海泡石	无机类 (硅质) +无机类 (物质)	硅钙酸碱调理剂为 100kg/亩 海泡石为 100kg/亩
8	改性钼硅酸盐+生物炭	无机类 (硅质) +有机类	硅钙酸碱调理剂为 100kg/亩 生物炭为 200kg/亩

按照《耕地质量等级》(GB/T 33469-2016)中的技术流程计算耕地质量综合指数。根据广东地区土壤特性，按照层次分析法和特尔斐法分别确定各指标的权重以及隶属度，详见表 3。

表 3 耕地质量等级评价指标和权重

指标	权重 (%)	指标	权重 (%)
灌溉能力	11.06	有机质	8.46
地形部位	10.95	酸碱度	5.9
排水能力	9.33	土壤容重	5.26
障碍因素	5.17	耕层质地	7.3
质地构型	6.98	有效磷	5.07
农田林网化程度	4.55	速效钾	6.5
生物多样性	3.83	清洁程度	3.32

根据公式： $P = \sum(C_i \times F_i)$

其中， $P$ ——耕地质量综合指数（Integrated Fertility Index）；

$C_i$ ——第  $i$  个评价指标的组合权重；

$F_i$ ——第  $i$  个评价指标的隶属度。

表 5 土壤调理剂对耕地质量综合指数的影响（%）

试验区	处理	耕地质量综合指数	差值（对照）
旱地试验区	对照	89.67	--
	石灰	88.33	-1.34
	海泡石	90.74	1.07
	生物炭	89.47	-0.2
	硅钙调理剂	89.89	0.22
	海泡石+生物炭	88.82	-0.85
	硅钙调理剂+海泡石	88.66	-1.01
	硅钙调理剂+生物炭	89.41	-0.26
水田试验区	对照	89.67	--
	石灰	88.10	-1.57
	海泡石	89.27	-0.4
	生物炭	86.84	-2.83
	硅钙调理剂	89.40	-0.27
	海泡石+生物炭	87.10	-2.57
	硅钙调理剂+海泡石	87.52	-2.15
硅钙调理剂+生物炭	88.82	-0.85	

表 5 结果表明，旱地试验区耕地质量综合指数为 89.67%。海泡石处理和硅钙调理剂处理改善了耕地质量，分别增长

1.07 和 0.22 个单位。石灰、生物炭、海泡石+生物炭、硅钙调理剂+海泡石、硅钙调理剂+生物炭处理降低了耕地质量综合指数，下降了 0.2-1.34 个单位。水田试验区结果显示，耕地质量综合指数为 89.67%。各种调理剂均降低了耕地质量综合指数，下降 0.27~2.83 个单位。

综合考虑，在珠三角城郊典型蔬菜地，土壤调理剂的施用对耕地质量的影响以负面效果居多，应加强土壤调理剂的监管，严格控制土壤调理剂的过量施用而造成耕地质量的下降。

### **3.3 开展除草剂对耕地质量影响的试验**

关于除草剂对耕地质量的安全性评价，目前没有明确的标准或准则。因此，根据文献资料及前期研究基础，选择土壤 pH、有机质(SOM)、阳离子交换量(CEC)、微生物碳(MBC)、脲酶(S-UE)、过氧化氢酶(CAT)等指标作为初步评价土壤质量安全性指标。通过除草剂残留试验，验证相关指标的科学、合理性，为进一步评价耕地质量安全提供依据。

### 3.3.1 土壤理化指标与耕地除草剂残留的相关性

表 6 土壤 pH 和 SOC 与除草剂残留量的相关性

	除草剂	方程	相关系数	相关性
pH	莠去津	$y=-4.235x+43.632$	$R^2=0.067$	-0.265
	异噁草松	$y=-9.933x+82.9$	$R^2=0.078$	-0.400* $p<0.05$
	乙草胺	$y=-0.874x+19.953$	$R^2=0.001$	0.014
	硝磺草酮	$y=-0.225x+2.073$	$R^2=0.126$	-0.432* $p<0.01$
	噻吩磺隆	$y=-0.029x+0.249$	$R^2=0.062$	-0.157
	烟嘧磺隆	$y=-36.01x+343.211$	$R^2=0.048$	-0.152
	氟磺胺草醚	$y=-20.729x+177.961$	$R^2=0.114$	-0.310
	总残留量	$y=-72.035x+669.983$	$R^2=0.163$	-0.269
	SOC	莠去津	$y=0.657x-5.948$	$R^2=0.182$
异噁草松		$y=0.179x+16.412$	$R^2=0.003$	0.299
乙草胺		$y=-0.392x+28.998$	$R^2=0.019$	-0.005
硝磺草酮		$y=0.013x+0.234$	$R^2=0.049$	0.340* $p<0.05$
噻吩磺隆		$y=0.004x-0.059$	$R^2=0.118$	0.365* $p<0.05$
烟嘧磺隆		$y=2.858x+21.385$	$R^2=0.034$	0.101
氟磺胺草醚		$y=2.477x-37.705$	$R^2=0.182$	0.509* $p<0.01$
总残留量		$y=5.795x+23.317$	$R^2=0.119$	0.343* $p<0.05$

对 5 个区域、5 个土壤类型取样点的土样理化指标分析，以 pH 和有机质 (SOC) 作为自变量 (见表 6)，初步发现土壤中除草剂残留总量与有机质显著正相关 ( $R^2=0.119$ ,  $p<0.05$ )，与土壤 pH 负相关 ( $R^2=0.163$ )，但相关性不显著。除乙草胺外，土壤中莠去津 ( $p<0.05$ )、氟磺胺草醚 ( $p<0.01$ )、硝磺草酮 ( $p<0.05$ )、噻吩磺隆 ( $p<0.05$ ) 的土壤残留量与土壤有机质显著正相关，而异噁草松、烟嘧磺隆与土壤有机质正相关性不显著。除乙草胺外，土壤中硝磺草酮 ( $p<0.01$ )、异噁草松与土壤 pH 显著负相关 ( $p<0.05$ )，而莠去津、噻吩磺隆、烟嘧磺隆、氟磺胺草醚残留与土壤 pH 呈负相关，但相关性不显著，可能与取样点土壤 pH ( $<6.5$ ) 较低有关。

### 3.3.2 土壤理化指标与微生物多样性的相关性 (以莠去津为例)

莠去津是一种在全世界范围内广泛使用的三嗪类除草剂。土壤中的莠去津具有稳定结构、较强水溶性、不易分解及较长半衰期等特点，易通过降雨、灌溉及淋溶等过程进入地表水和地下水，对土壤、大气及水体生态环境造成污染。

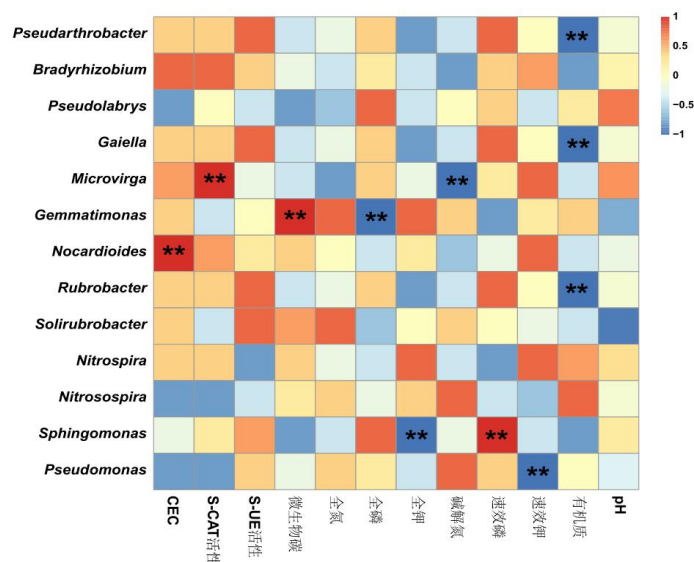


图 4 莠去津残留土壤细菌多样性与理化指标相关性

除草剂进入土壤后可造成土壤微生物群落功能发生变化，土壤中原有的微生物群落内部种群间的竞争关系发生变化，原有的平衡遭到破坏，优势类群改变。研究莠去津残留土壤中不同细菌菌属与土壤理化指标的相关性（见图 4）发现，pH、全氮、S-UE 与真菌和细菌菌属均无相关性。土壤有机质与 *Pseudarthrobacter*、*Gaiella* 和 *Rubrobacter* 细菌菌属显著负相关。*Gemmatimonas* 与微生物碳显著正相关，与全磷显著负相关。*Microvirga* 与 S-CAT 显著正相关，与碱解氮显著负相关。*Sphingomonas* 与速效磷显著正相关，与全钾显著负相关。王军等研究也表明，在莠去津施用初期，土壤微生物群落对不同浓度的处理响应不同，碳源利用的多样性存在明显差异。

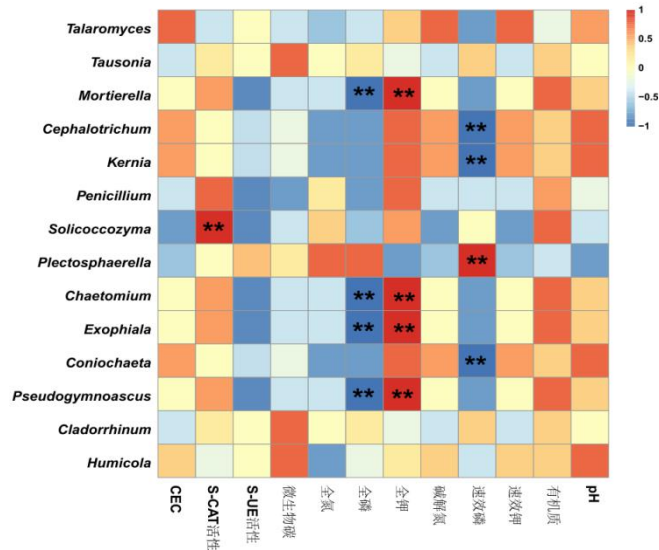


图 5 莠去津残留土壤真菌多样性与理化指标相关性

莠去津残留下（见图 5）土壤理化指标与真菌类群相关性如下：速效磷与 *Mortierella* 和 *Chaetomium**Cephalotrichum* 显著正相关，*Cephalotrichum*、*Exophiala*、*Coniochaeta*、*Pseudogymnoascu* 与 CEC 显著正相关，*Cephalotrichum* 与速效钾显著负相关，S-CAT 与 *Talaromyces* 和 *Penicillium* 显著正相关，全氮与 *Tausoni*、*Solicoccozyma* 显著负相关。

### 3.4 开展农用地膜残留对耕地质量影响的试验

在甘肃省开展残膜的隔离作用对土壤的理化性状的影响研究。研究表明，随着残膜数量的增加，土壤有机质含量表现出下降趋势；土壤容重不同程度的增加；降低了土壤吸水、保水能力，使土壤的物理性能得不得充分的发挥，随着残膜数量的增加，土壤保水能力逐渐表现为降低的趋势。

3.4.1 会宁县农膜残留量对土壤理化性质的影响分析来看，在添加残膜、作物收获后再进行土壤理化性质测定，土壤容重各小区均高于对照，土壤孔隙度和含水量各小区均低

于对照，说明残膜的添加对土壤的物理性状造成了一定的影响；各处理土壤有机质、全氮、全磷、全钾和 pH 值与对照的差异不显著，说明添加残膜对土壤的化学性状影响不显著。

3.4.2 民勤县地膜残留土壤理化性状表明，随着地膜残留量的增加，土壤容重和 pH 呈增加趋势，而土壤孔隙度、有机质、全氮和全钾呈下降趋势。

3.4.3 苏州地区地膜残留土壤理化性状分析可知，农膜残留使土壤孔隙度减小、含水量下降，说明农膜残留会使土壤物理性状变差，影响土壤中水、肥、气、热等肥力因素的变化与供应状况。同时，农膜残留使土壤 pH 值上升，有机质、全氮、全磷和全钾下降，造成土壤营养的恶化。

3.4.4 庄浪县试验农膜残留试验结果表明，土壤农膜残留量对土壤孔隙度、土壤容重影响较大，对土壤含水量影响次之，对土壤有机质，土壤全氮，土壤全磷，土壤全钾，土壤 pH 影响较小。

## 4 采用国际标准和国外先进标准的程度

本标准未采用国际标准。

目前本标准内容没有相关国际标准。

## 5 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

耕地投入品都虽已出台了相应的管理法规和产品标准，但面临新形势，推进藏粮于地战略和生态文明体制建设，对耕地质量“三位一体”保护，现有的标准体系还没有从耕地质量建设保护、农业生态环境安全和农产品质量安全的角度，对相关投入品提出规范性强制性要求。

**6 重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**7 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议；**

本标准属于推荐类标准，并不涉及有关国家安全、保护人体健康和人身财产安全、环境质量要求等有关强制性地方标准或强制性条文等的八项要求之一，因此建议作为推荐性农业行业标准发布实施。

**8 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）；**

无

**9 废止现行有关标准的建议；**

无

**10 其他应予说明的事项。**

无