

# 《含聚谷氨酸复合肥料》团体标准编制说明

## 一、工作简况

### （一）任务来源

作为肥料增效剂的主要成员，聚谷氨酸以其安全性与有效性，已在作物增产与肥料利用率提升等方面发挥重要的作用，含聚谷氨酸复合肥料的产业化技术成熟，已经形成一定的产业化规模，市场前景广阔，并助力我国复合肥行业的持续发展。目前《含聚谷氨酸复合肥料》没有团体标准、行业标准及国家标准。针对这一现状及为了含聚谷氨酸复合肥料的规范、健康发展，《含聚谷氨酸复合肥料》团体标准由南京轩凯生物科技股份有限公司向中国磷复肥工业协会提出立项申请并批复同意立项，由南京轩凯生物科技股份有限公司、新洋丰农业科技股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、成都云图控股股份有限公司、四川金象赛瑞化工股份有限公司、中国-阿拉伯化肥有限公司、武汉光华时代生物科技有限公司、烟台进邦生物科技有限公司单位参与团体标准的编写。本标准为推荐性团体标准。

### （二）主要工作过程

1、立项申请：2020年11月，南京轩凯生物科技股份有限公司联合新洋丰农业科技股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、成都云图控股股份有限公司、四川金象赛瑞化工股份有限公司、中国-阿拉伯化肥有限公司、武汉光华时代生物科技有限公司、烟台进邦生物科技有限公司向中国磷复肥工业协会标委会提出立项申请。

2、标准公示及立项：2021年1月18日，中国磷复肥工业协会标委会办公室发出团体标准立项公示通知，2021年2月2日发出同意立项通知，由南京轩凯生物科技股份有限公司牵头《含聚谷氨酸复合肥料》团体标准的编写。

3、启动会：2021年4月26日编写组召开了项目启动会，汇报、讨论标准框架内容解读、前期工作和工作计划。

4、成立编写组：2021年4月份，《含聚谷氨酸复合肥料》标准编写工作组成立。

5、标准编制：2021年5-12月，制订团体标准验证方案，根据实施方案开展产品技术指标分析和效果验证，同时撰写征求意见稿和编制说明。

6、讨论会：2021年12月、2022年9月，编写组分别召开了讨论会，对团标的推动工作、阶段性进展以及后续工作进行讨论与安排。

### （三）主要起草单位和起草人

标准牵头起草单位：南京轩凯生物科技股份有限公司

参与起草单位：新洋丰农业科技股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、成都云图控股股份有限公司、四川金象赛瑞化工股份有限公司、中国-阿拉伯化肥有限公司、武汉光华时代生物科技有限公司、烟台进邦生物科技有限公司。

标准主要起草人：冯小海、王祥、康婷婷、王盛锋、李寒尽、赵洪涛、阎应广、喻小丽、田彬、刘元兴、杨振军、王金刚、曾庆茁、彭伟、程显好、蔡源卿

#### （四）编写组分工

南京轩凯生物科技股份有限公司主要负责牵头标准起草、资料查询、编制说明编写、产品制备分析、效果验证以及组织和协调等工作。

新洋丰农业科技股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、成都云图控股股份有限公司、四川金象赛瑞化工股份有限公司、中国-阿拉伯化肥有限公司、武汉光华时代生物科技有限公司、烟台进邦生物科技有限公司参与标准起草、资料查询、异议讨论处理，协助原料收集和产品检验等。

## 二、标准制定原则

### （一）标准研究背景

#### 1、聚谷氨酸概况

$\gamma$ -聚谷氨酸是微生物（主要为芽孢杆菌类）发酵的产物，是一种胞外多肽，它是目前为止发现的仅有的可由微生物聚合而得到的聚合氨基酸之一。其独特的结构和理化性质使其具有良好亲水性、极强的吸水性、可降解性和生物亲和性等，在农业中具有广阔的应用前景。

#### 2、聚谷氨酸在农业方面应用

##### （1）土壤保水剂

$\gamma$ -聚谷氨酸分子中含有大量的超强的亲水基团，具有优良的吸水性能。研究发现， $\gamma$ -聚谷氨酸在自然条件下的最大吸水倍数高达1108.4倍，并且 $\gamma$ -聚谷氨酸对土壤中水分的吸收倍数介于30~80倍之间，而且 $\gamma$ -聚谷氨酸的水浸液在土壤中具有一定的保水力和较理想的释放效果，有明显的抗旱促苗效应。 $\gamma$ -聚谷氨酸添加到土壤中不仅可以提高土壤的持水能力，还能改善土壤水分的垂直分布，使水分更多的积蓄在作物根部土层，能明显改善土壤种植环境。

##### （2）肥料、农药的增效剂

$\gamma$ -聚谷氨酸可作为肥料、农药的运输载体。一定量的 $\gamma$ -聚谷氨酸与肥料、除草剂、杀虫剂、抗菌剂等结合可以延长有效成分的作用时间，不易被雨水冲洗流失，提高了药物的使用率。

##### （3）自身肥料效应

$\gamma$ -聚谷氨酸具有较大的分子量（大于1000kD），含有众多游离的负电 $\alpha$ -羧基，因此具有阴离子表面活性剂特征，对钙、镁、锰、铜、铁和硼等多种元素有较强的螯合和富集作用。研究发现 $\gamma$ -聚谷氨酸携带的负电游离羧基，与养分离子吸附交换的能力是自然土壤的100倍左右，并且能有效阻止化肥中硫酸根、磷酸根、草酸根等与钙、镁等微量元素的结合，从而大大降低了养分的淋失和挥发。

$\gamma$ -聚谷氨酸降解产物谷氨酸也是植物必不可少的营养成分， $\gamma$ -聚谷氨酸的施用既能满足了作物的多方面需求，也能在土壤中起到很强的保肥、节肥和增效效果。试验研究发现用

$\gamma$ -聚谷氨酸产品对小白菜进行生长试验，结果表明 $\gamma$ -聚谷氨酸可使小白菜增产超过10%，肥料按一定比例减量使用不减产，具有显著的增产节肥效果。

#### (4) 肥料的缓释剂

$\gamma$ -聚谷氨酸具有的生物可降解性、螯合性以及吸收促进剂等特性使其对养分具有吸附螯合和吸蓄功能，缓慢释放，从而满足作物养分需求，减少追肥强度，提高肥料使用效果。

## (二) 标准编制原则

### 1、标准编制原则

- a. 标准编制遵循“统一性、规范性、适用性、一致性”的原则，以现行的法律、法规和国家标准为基础。
- b. 标准按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准的结构和编写规则》的要求进行编写和表述。
- c. 以现有含聚谷氨酸复合肥料生产为基础，体现标准的开放、包容精神和规范作用，注重标准的适用性和可操作性。

### 2、本标准规范性引用文件

- GB/T 6679 固体化工产品采样通则
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 8572 复混肥料中总氮含量测定 蒸馏后滴定法
- GB/T 8573 复混肥料中有效磷含量测定
- GB/T 8574 复混肥料中钾含量测定 四苯基合硼酸钾重量法
- GB/T 8576 复混肥料中游离水含量测定 真空烘箱法
- GB/T 8577 复混肥料中游离水含量测定 卡尔·费休法
- GB/T 15063-2020 复合肥料
- GB/T 22923 肥料中氮、磷、钾的自动分析仪测定法
- GB/T 24890 复混肥中氯离子含量的测定
- GB/T 24891 复混肥料粒度的测定
- GB 38400 肥料中有毒有害物质的限量要求
- HG/T 2843 化肥产品 化学分析常用标准滴定溶液、标准溶液、试剂溶液和指示剂溶液
- NY/T 1977-2010 水溶肥料 总氮、磷、钾含量的测定
- NY/T 2540-2014 肥料 钾含量的测定

## 三、标准主要条文或技术内容的依据；专利情况说明；修订标准应说明新旧标准的对比情况

### (一)标准的适用范围

本文件规定了含聚谷氨酸复合肥料的技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存。

本文件适用于以淀粉、淀粉糖、蔗糖、葡萄糖、糖蜜等为主要原料经微生物发酵得到的聚谷氨酸，添加到满足GB/T 15063-2020标准的复合肥料中制成的含聚谷氨酸复合肥料。

说明：聚谷氨酸是以淀粉、淀粉糖、蔗糖、葡萄糖、糖蜜等为主要原料，经微生物发酵，将谷氨酸单体通过酰胺键聚合而成的一类聚氨基酸，具有超强吸附、无毒、绿色环保等优点。

## （二）指标项目

本标准在参考复合肥料国家标准、聚谷氨酸行业标准、国内外生产企业的企业标准等标准的基础上，根据国内复合肥料的生产工艺特点，设立了聚谷氨酸原料的剂型、外观、含量、pH值、分子量、干燥失重、水不溶物含量和含聚谷氨酸复合肥料的总养分、聚谷氨酸的质量分数、水分、粒度、氯离子含量、单一中量元素含量、单一微量元素含量等技术指标项目。

表1 含聚谷氨酸复合肥料所添加的聚谷氨酸原料的要求

项 目	指 标	
	液体剂型	固体剂型
外观	淡黄色至棕色	白色至棕色，粉状
$\gamma$ -聚谷氨酸含量 /%	3.5~17.5	5~25
pH值（25℃）	5.0~7.5	5.0~7.5
分子量（kDa）	100~3000	5~3000
干燥失重 /% $\leq$	—	8.0
水不溶物 /% $\leq$	1.0	1.0

表2 含聚谷氨酸复合肥料的技术指标

项 目		指 标		
		高浓度	中浓度	低浓度
总养分 <sup>a</sup> （N+P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +K <sub>2</sub> O）/%	$\geq$	40.0	30.0	25.0
聚谷氨酸（mg/kg）	$\geq$	140		
水溶性磷占有效磷百分率 <sup>b</sup> /%	$\geq$	60	50	40
硝态氮 <sup>c</sup> /%	$\geq$	1.5		
水分 <sup>d</sup> （H <sub>2</sub> O） /%	$\leq$	2.0	2.5	5.0
粒度 <sup>e</sup> （1.00 mm~4.75 mm或3.35 mm~5.60 mm） /%	$\geq$	90		
氯离子 <sup>f</sup> /%	未标“含氯”的产品	$\leq$	3.0	
	标识“含氯（低氯）”的产品	$\leq$	15.0	
	标识“含氯（中氯）”的产品	$\leq$	30.0	
单一中量元素 <sup>g</sup> （以单质计） /%	有效钙	$\geq$	1.0	
	有效镁	$\geq$	1.0	
	总硫	$\geq$	2.0	
单一微量元素 <sup>h</sup> （以单质计） /%	$\geq$	0.02		

- <sup>a</sup> 组成产品的单一养分含量不应小于 4.0%，且单一养分测定值与标明值负偏差的绝对值不应大于 1.5%。
- <sup>b</sup> 以钙镁磷肥等枸溶性磷肥为基础磷肥并在包装容器上注明为“枸溶性磷”时，“水溶性磷占有有效磷百分率”项目不做检验和判定，若为氮、钾二元肥料，“水溶性磷占有有效磷百分率”项目不做检验和判定。
- <sup>c</sup> 包装容器上标明“含硝态氮”时检测本项目。
- <sup>d</sup> 水分以生产企业出厂检验数据为准。
- <sup>e</sup> 特殊形状或更大颗粒（粉状除外）产品的粒度可由供需双方协议确定。
- <sup>f</sup> 氯离子的质量分数大于 30.0%的产品，应在包装袋上标明“含氯（高氯）”，标识“含氯（高氯）”的产品氯离子的质量分数可不作检验和判定。
- <sup>g</sup> 包装容器上标明含钙、镁、硫时检测本项目。
- <sup>h</sup> 包装容器上标明含铜、铁、锰、锌、硼、钼时检测本项目，钼元素的质量分数不高于 0.5%。

### （三）指标参数的确定

#### 1、基础含量

含聚谷氨酸复合肥料的总养分、水分、粒度、氯离子含量、单一中量元素含量、单一微量元素含量等技术指标参考了 GB/T 15063-2020《复合肥料》设定要求，含聚谷氨酸复合肥料应符合 GB/T 15063-2020《复合肥料》的相关要求。

#### 2、聚谷氨酸含量

所添加的聚谷氨酸原料的外观、含量、pH值、分子量、干燥失重、水不溶物含量等技术指标参考了QB/T 5189-2017《 $\gamma$ -聚谷氨酸》设定要求。大量试验结果表明，目前含聚谷氨酸复合肥产品中聚谷氨酸含量越高，肥效越好，本标准在综合考虑肥效、成本的基础上将含量设定为 $\geq 140$  mg/kg。

### 四、主要试验、验证及试行结果

#### （一）含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸含量的检测

##### 1、聚谷氨酸标准品的筛选

聚谷氨酸标准品的质量决定检测结果的准确性。目前市面上没有聚谷氨酸国家标准物质，企业通常采用自制标准品或购买聚谷氨酸试剂作为标准品使用，筛选出合适的聚谷氨酸标准品对聚谷氨酸的检测显得日益重要。编写组选取南京轩凯生物、武汉光华时代、烟台进邦提供的聚谷氨酸标准品和市售常规L企业聚谷氨酸试剂、M企业聚谷氨酸试剂，采用高效液相色谱法分别进行测定。

结果表明，标准起草企业内部提供的聚谷氨酸标准品的含量均达到其标识值，聚谷氨酸的相对保留时间分别为 19.720 min、22.476 min、21.783 min，均早于谷氨酸的相对保留时间 26.318 min，是聚谷氨酸标准峰，符合作为标准品的要求。L企业聚谷氨酸试剂的含量低于其标识值，相对保留时间为 21.044 min，早于谷氨酸的相对保留时间26.318 min，是聚谷氨酸

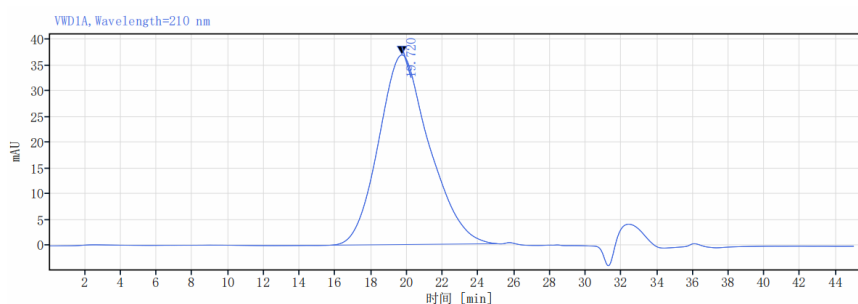
标准峰，因含量低于其标识值不符合作为标准品的要求。M企业聚谷氨酸试剂含量低于其标识值，相对保留时间为 26.062 min，接近谷氨酸的相对保留时间26.318 min，含量和分子量均与标识值不符，不符合作为标准品的要求。

由于未找到其他市售聚谷氨酸标准品，结合聚谷氨酸标准品的检测结果和相关标准规定，聚谷氨酸标准品的选择，应根据产品选择合适平均分子质量范围的标准起草使用单位共同认可的正规企业产品，或经国家认证并授予标准物质证书的标准物质。根据两次标准起草单位内部协调会议各方意见，按照公开与谨慎性原则，考虑到样品的稳定性与一致性，编写组建议由南京轩凯生物、武汉光华时代、烟台进邦轮流负责标准品的提纯生产制作，经南京轩凯生物、武汉光华时代、烟台进邦三家聚谷氨酸生产企业共同标定检验合格并出具检验报告，提供给标准执行企业使用或用于指导校正自己企业的标准品。

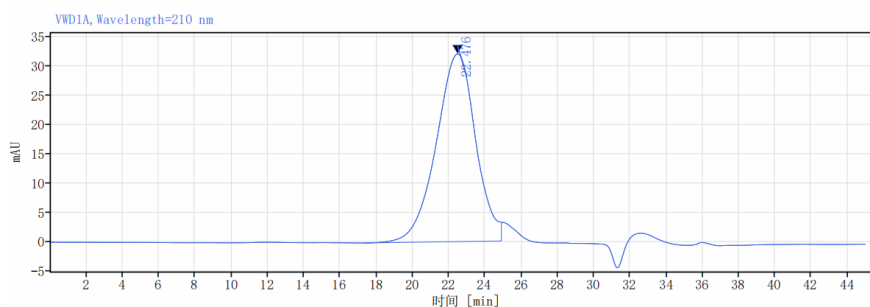
标准品单次使用量经由铝塑袋封装，喷随机校验密码，由生产企业负责标准品各项指标追溯与真伪查询，以半年使用包数为发送单位，以防拆标签封装。标准品检验报告参照国家标准物相关检验报告编写，由三企业盖章认定，随标准品发放复印件。

表3 不同厂家聚谷氨酸评价结果

产品编号	含量	含量检测值	含量（以干基计）	评判
标准起草单位1	93%	93%	99.1%	符合
标准起草单位2	90%	91%	99.2%	符合
标准起草单位3	98%	98%	99.0%	符合
L企业聚谷氨酸试剂	95%	72%	80.0%	不符合
M企业聚谷氨酸试剂	95%	17%	18.88%	不符合



标准起草单位1产品 图谱



标准起草单位2产品 图谱

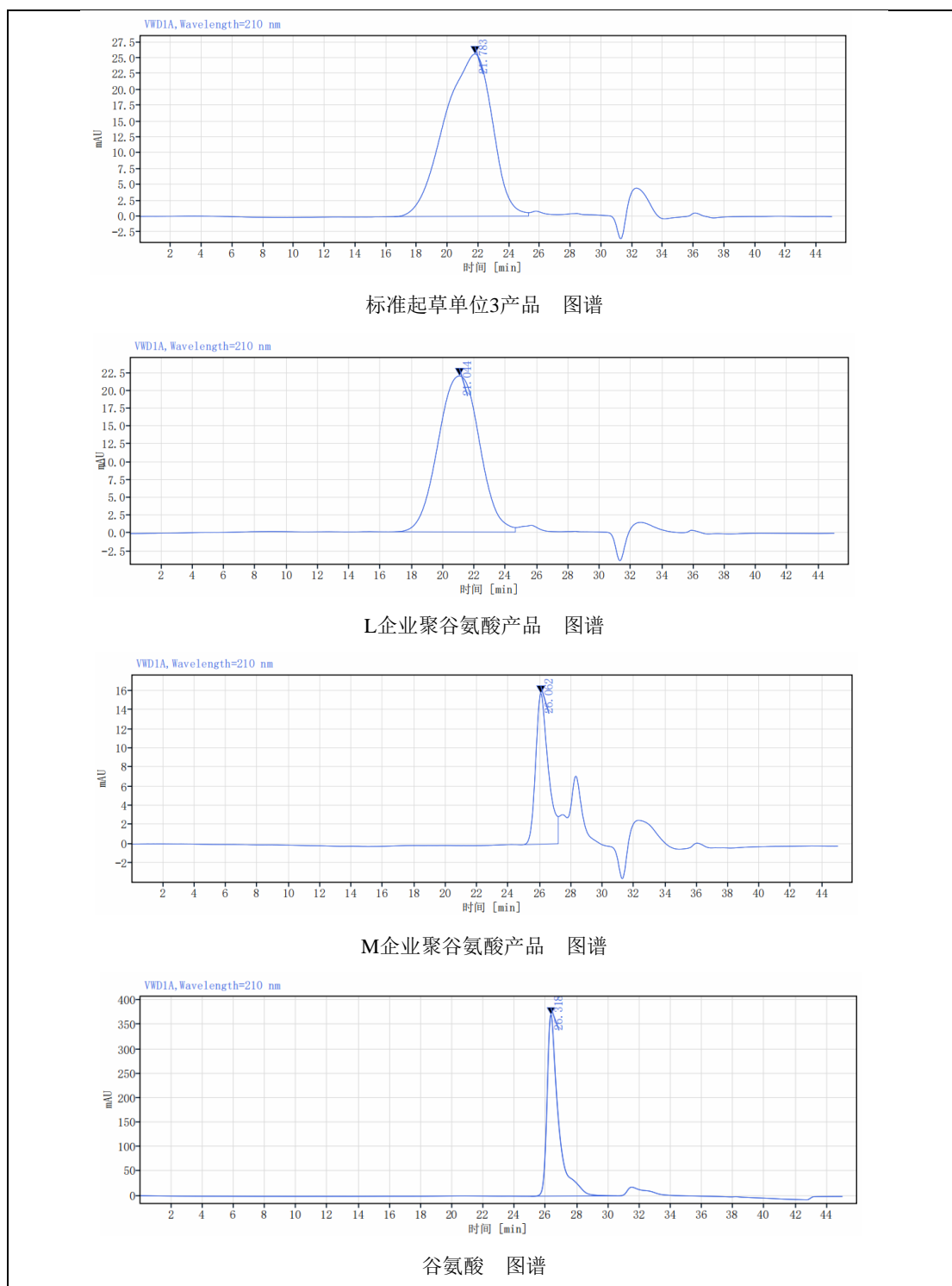


图1 不同厂家聚谷氨酸样品和谷氨酸检测图谱

## 2、含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸的检测

### 2.1 检测方法

含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸含量检测原理为以硫酸钠溶液为流动相,以不同含量的聚谷氨酸标准溶液紫外吸收值为检测对象,采用高效液相色谱法并使用凝胶色谱柱进行测定含聚谷氨酸复合肥中聚谷氨酸的含量。现聚谷氨酸含量的检测多针对原料,肥料中聚谷氨酸含量的检测只有企标,而且方法不统一。团标编写组参考了现行聚谷氨酸检测方法,检测了

自制含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸的含量,探索优化含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸的检测方法。

## 2.2 方法验证

(1) 选取轩凯生物提供的聚谷氨酸样品,按照不同质量比添加到市场常规复合肥中,配制成含量分别为100、200、500 mg/kg 含聚谷氨酸复合肥样品,采用高效液相色谱法并使用凝胶色谱柱进行测定。表4结果表明,含聚谷氨酸硝基复合肥不同浓度的回收率在94.33%~106.80%之间,RSD值在2.46~4.35;含聚谷氨酸硫基复合肥不同浓度的回收率在101.13%~112.67%之间,RSD值在1.98~4.74;含聚谷氨酸氯基复合肥不同浓度的回收率在101.47%~109.00%之间,RSD值在1.87~6.02。该方法检测重现性好、灵敏度较高、准确度好,可用于含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸的检测。

表4 不同含量含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸检测

样 品 \ 项 目	检测值				回收率 (%)	相对标准偏差 (RSD) %
	1	2	3	平均值		
100 mg/kg含聚谷氨酸硝基复合肥	99	97	91	95.67	95.67	4.35
200 mg/kg含聚谷氨酸硝基复合肥	185	195	186	188.67	94.33	2.92
500 mg/kg含聚谷氨酸硝基复合肥	536	546	520	534.00	106.80	2.46
100 mg/kg含聚谷氨酸硫基复合肥	116	114	108	112.67	112.67	3.70
200 mg/kg含聚谷氨酸硫基复合肥	211	216	197	208.00	104.00	4.74
500 mg/kg含聚谷氨酸硫基复合肥	502	517	498	505.67	101.13	1.98
100 mg/kg含聚谷氨酸氯基复合肥	116	108	103	109.00	109.00	6.02
200 mg/kg含聚谷氨酸氯基复合肥	216	219	204	213.00	106.50	3.73
500 mg/kg含聚谷氨酸氯基复合肥	507	517	498	507.33	101.47	1.87

(2) 含聚谷氨酸复合肥料生产企业对该试验方案进行验证和对公司生产的含聚谷氨酸复合肥料产品进行检测指导生产。表5结果表明,该方法检可用于复合肥料中聚谷氨酸的检测。

表5 不同含量含聚谷氨酸复合肥料聚谷氨酸检测

样 品 \ 项 目	验证 单位	检测值				回收率 (%)
		1	2	3	平均值	
100 mg/kg含聚谷氨酸复合肥	生产 企业1	100	98	96	98	98.0
200 mg/kg含聚谷氨酸复合肥		200	197	200	199	99.5
500 mg/kg含聚谷氨酸复合肥		512	511	510	511	102.2
产品1		167	167	169	168	合格
产品2		230	230	234	231	合格
100 mg/kg含聚谷氨酸复合肥	生产 企业2	102	105	103	103	103.0
200 mg/kg含聚谷氨酸复合肥		209	206	204	207	103.5



500 mg/kg含聚谷氨酸复合肥		502	503	501	502	100.4
产品1		278	276	-	277	合格
产品2		422	411	-	417	合格

### 3、含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸快速检测

#### 3.1 检测方法及原理

部分企业因缺少高效液相色谱仪等检测仪器，不具备复合肥料中聚谷氨酸的检测能力，因此寻找使用简单、经济、快速检测复合肥料中聚谷氨酸的方法，用于含聚谷氨酸复合肥料生产中控分析尤为重要。团标编写组参考了现行聚谷氨酸快速检测方法，筛选出十六烷基三甲基溴化铵（CTAB）比浊法用于复合肥料中聚谷氨酸的快速检测，指导含聚谷氨酸复合肥料聚生产的中控分析。

CTAB是一种阳离子表面活性剂， $\gamma$ -PGA在溶液中以聚阴离子的形式存在。在溶液中，CTAB的氮原子可以与 $\gamma$ -PGA中羧基的氧原子配对，能够形成不溶于水的 $\gamma$ -PGA-CTAB络合物。通过反应体系的吸光度来反映其浊度，进而通过浊度与 $\gamma$ -聚谷氨酸浓度的线性关系，快速检测样品中聚谷氨酸含量。

#### 3.2 方法验证

(1) 选取聚谷氨酸标准品，配成0.00 mg/L、8.00 mg/L、16.00 mg/L、24.00 mg/L、32.00 mg/L、40.00 mg/L溶液。吸取2 mL标准液加入试管中，准确加入同体积2 mL 25g/L CTAB试验溶液，加入时用秒表开始计时，并充分震荡，震荡过程中尽量避免反应溶液产生泡沫，静置接近2 min，倒入比色皿中，2min 时测定波长在400 nm 下吸光度（ $A_{400}$ ）。以聚谷氨酸为零和CTAB试剂反应液为参比溶液。记录吸光度（ $A_{400}$ ），以标准溶液中聚谷氨酸的浓度为横坐标，吸光度为纵坐标，绘制标准曲线或求得线性回归方程。

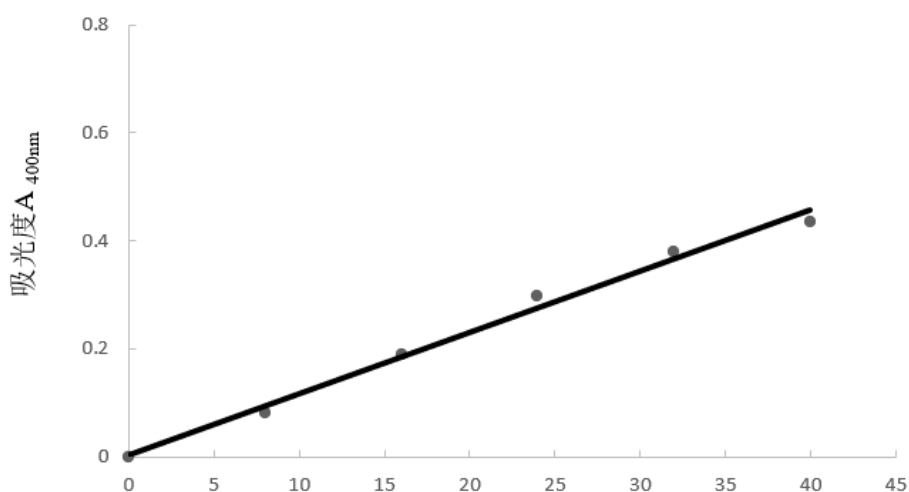


图2  $\gamma$ -聚谷氨酸标准曲线

以 $\gamma$ -聚谷氨酸标准溶液的浓度为横坐标,吸光度 $A_{400\text{ nm}}$ 为纵坐标,进行回归模拟,得到 $\gamma$ -聚谷氨酸标准曲线: $y = 0.0113x + 0.0026$ ,其中 $y$ 为吸光度值, $x$ 为 $\gamma$ -聚谷氨酸标准溶液的浓度,方程的 $R^2 = 0.9914$ ,说明标准曲线的线性关系良好,可用作标准曲线。

(2) 选取聚谷氨酸样品,按照不同质量比添加到市场常规复合肥中,配制含量分别为100、200 mg/kg 含聚谷氨酸复合肥样品,采用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)比浊法进行检测验证。

含聚谷氨酸肥料溶解后,以聚谷氨酸为零和CTAB试剂反应液为参比溶液,采用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)比浊法检测。结果表明,检测值与真实值相差巨大,可能样品溶液中盐离子浓度过高,对检测结果影响严重。编写组将200 mg/kg含聚谷氨酸肥料进行不同倍数的稀释,然后采用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)比浊法检测,探索样品合适的稀释倍数。结果表明,将含聚谷氨酸肥料样品稀释5000倍后,溶液的吸光度在0.003-0.004,样品稀释10000倍后,溶液的吸光度在0.002左右,溶液中的盐分对聚谷氨酸检测的结果影响较小,可以忽略不计,因此建议样品超滤离心去盐时样品稀释5000倍以上,或取与超滤内管等体积的滤出液稀释至10 mL,然后采用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)比浊法检测,其吸光值小于0.005。

(3) 将100、200 mg/kg 含聚谷氨酸复合肥样品,采用超滤离心管进行离心脱盐处理后,然后采用十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)比浊法进行检测验证。表6结果表明,不同浓度的含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸的回收率在83.67%-91.17%之间,RSD值在2.66-5.24,均符合快速分析要求,可用于复合肥料中聚谷氨酸的快速检测。

十六烷基三甲基溴化铵(CTAB)比浊法和样品超滤去盐操作过程使用仪器设备多为实验室常规仪器设备。样品超滤去盐操作中选用10k 15mL超滤管(Amicon Ultra-15, 10 kDa,或达到同等效果的超滤离心管),该管成本约150元/根,该管可以重复使用,使用后加入MilliQ水到超滤管中,没过超滤膜,保持湿润,防止滤膜失水干燥,4℃保存。建议一次性使用,试验结果更精确。该方法需要仪器设备简单、检验成本相对较低、检测耗时较短(约2小时),符合含聚谷氨酸肥料的快速检测要求,建议按批次检测绘制标准曲线。

该方法相对稳定,重复性好,可满足快速检测要求。试验平均回收率86%左右,建议生产企业根据不同工艺、不同配方生产的含聚谷氨酸复合肥料计算出生产产品的平均回收率,制定相应的系数以更好的指导生产。

综上,建议使用该方法用于含聚谷氨酸复合肥的中控分析或初步检测,采用液相色谱法为仲裁法测定含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸含量。

表6 不同含量含聚谷氨酸复合肥料中聚谷氨酸检测

平行样 编号	测定结果					
	100 mg/kg 含聚谷氨酸 硝基复合肥	200mg/kg 含聚谷氨酸 硝基复合肥	100 mg/kg 含聚谷氨酸 硫基复合肥	200mg/kg 含聚谷氨酸 硫基复合肥	100 mg/kg 含聚谷氨酸 氯基复合肥	200mg/kg 含聚谷氨酸 氯基复合肥
1	82	165	87	188	90	183
2	81	170	94	175	81	165
3	88	160	82	184	86	176
4	79	173	88	178	82	178
5	86	174	93	185	85	181
6	86	179	85	184	80	180
平均值	83.67	170.17	88.17	182.33	84.00	177.17
回收率 (%)	83.67	85.08	88.17	91.17	84.00	88.58
相对标准 偏差 RSD (%)	4.19	3.99	5.24	2.66	4.45	3.63

## (二) 含聚谷氨酸复合肥料田间效果验证

### 1、聚谷氨酸原料田间效果验证

#### (1) 试验时间与地点

试验时间：2021年6月5日至2021年10月7日。

试验地点：江苏省南京市浦口区盘城浦浩生态园，具体地址为江苏省南京市浦口区盘城街道双城社区谭子口组南京浦浩生态园。

#### (2) 材料与方法

##### 1) 供试土壤

供试土壤为黄棕壤，有机质9.3 g/kg，全氮0.8g/kg，碱解氮98 mg/kg，有效磷39 mg/kg，速效钾84 mg/kg，pH 6.4。

##### 2) 供试产品

南京轩凯生物科技股份有限公司生产的粉剂聚谷氨酸水溶肥料（聚谷氨酸>9.0%）。

##### 3) 供试品种及栽培方式

供试品种：水稻，育苗人工移栽。

##### 4) 试验方法

###### ① 试验设计

试验共设计为3个处理，3次重复，共计9个实验小区，小区面积为4m x 6m=24m<sup>2</sup>，每个小区之间筑垄，防止肥料交叉，引起试验误差。水稻株行距为15 cm x 32 cm，各小区随机排列。

实验地前茬种植上海青，亩施底肥复合肥（15-15-15）50kg，追施尿素2次，每次15kg。亩产上海青1500 kg，此茬种植水稻，验证聚谷氨酸水溶肥料在水稻上的应用效果。

## ② 试验处理

处理1：常规对照。

2021年5月30日每个小区施入复合肥(16-16-16) 1.5 kg旋耕，6月1日往小区内注水，再次旋耕，6月5日进行插秧，每个小区定植500株水稻；6月12日进行试验处理，常规对照不做任何处理；

处理2：清水对照。

2021年5月30日每个小区施入复合肥(16-16-16) 1.5 kg旋耕，6月1日往小区内注水，再次旋耕，6月5日进行插秧，每个小区定植500株水稻；6月12日进行试验处理，每个小区使用清水1kg喷施，平行3个小区；

处理3：聚谷氨酸水溶肥料(南京轩凯)。

2021年5月30日每个小区施入复合肥(16-16-16) 1.5 kg旋耕，6月1日往小区内注水，再次旋耕，6月5日进行插秧，每个小区定植500株水稻；6月12日进行试验处理，每个小区使用聚谷氨酸水溶肥料1.3 g兑清水1 kg喷施，平行3个小区；

收获期：收获时间为2021年10月7日。试验过程中，田间管理措施一致。10月7日收获时，每个处理小区随机采样，测定株高、穗长、穗总粒数及小区各产量。亩产量以小区实际收获量除以面积再转换成亩计算。

## (3) 结果与分析

### 1) 不同处理对水稻农艺性状的影响

从表7可知，处理3的株高较处理1增加2.8 cm，穗长较处理1增加1.8 cm，穗总粒数较处理1增加21.9粒；与处理2相比，处理3的株高增加了2.6 cm，穗长增加1.8cm，穗总粒数增加了20.8粒。处理2与处理1相比，株高、穗长、穗总粒数无明显差异。

表7 施用聚谷氨酸水溶肥料对水稻农艺性状的影响

处理	株高 (cm)				穗长 (cm)				穗粒总数 (粒)			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
1.常规对照	92.5	93.1	92.8	92.8	14.0	14.5	14.5	14.3	101.4	105.2	100.1	102.2
2.清水对照	92.7	93.2	93.0	93.0	14.1	14.4	14.5	14.3	101.7	104.8	103.4	103.3
3.水溶肥料	95.2	96.6	95.1	95.6	16.3	15.9	16.2	16.1	122.7	125.4	124.2	124.1

### 2) 不同处理对水稻产量的影响

表8 不同处理对水稻产量结果的影响

处理	小区产量 (kg)				折合 kg/亩	比常规		比清水	
	重复I	重复II	重复III	平均		kg/亩	%	kg/亩	%
1.常规对照	18.8	20.0	19.2	19.3	536.4				
2.清水对照	19.2	19.8	19.5	19.5	541.9	5.5	1.0		
3.水溶肥料	22.2	21.5	21.4	21.7	603.1	66.7	12.4	61.2	11.29

从表8可知，施用聚谷氨酸水溶肥料的处理水稻产量为603.1 kg/亩，与常规对照、清水对照处理相比，分别增产66.7 kg/亩、61.2 kg/亩，增产率分别为12.4%、11.29%。清水对照处理比常规对照处理增产5.5 kg/亩，增产率为1.0%。

### 3) 试验数据方差分析结果

表9 产量结果方差分析表

变异来源	DF	SS	MS	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
处理间	2	10.5	5.2	20.7**	6.94	18
重复间	2	0.3	0.1	0.6	6.94	18
误差	4	1.0	0.3			
总变异	8	11.8				

用 PLSR 法进行比较，见表 10。

表 10 多重比较表

处理	小区平均产量 (kg)	差异显著性	
		$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
处理 3	21.7	a	A
处理 2	19.5	b	B
处理 1	19.3	b	B

经方差分析统计结果表明，处理间产量差异达极显著水平，采用SSR法多重比较检验，施用聚谷氨酸水溶肥料的水稻产量与常规对照、清水对照处理相比，差异达极显著水平，见表9、10。

#### (4) 试验结论

试验结果表明，施用南京轩凯生物科技股份有限公司聚谷氨酸水溶肥料，对水稻的增长有显著的促进作用，产量达603.1kg/亩，比常规对照、清水对照处理分别增产12.4%、11.29%，经方差分析及多重比较，差异达极显著水平。

## 2、含聚谷氨酸复合肥料试验

### (1) 材料与方法

#### 1) 试验材料

试验时间及地点：2021年10月15日，广东省惠州市博罗县柏塘镇柏市。

供试土壤：该地域土壤类型属于壤质红壤土，地势平坦、整齐，排灌条件较好，肥力上等、均匀，试验地底肥使用洋丰菌磷天下微生物菌剂，追肥使用复合肥用量平均在28kg/亩。土壤养分状况见表11。

表11 土壤养分分析表

年份	pH	有机质 含量	碱解氮含 量mg/kg	速效磷 mg/kg	速效钾 mg/kg	交换性钙 mg/kg	交换性 镁mg/kg	有效锌 mg/kg	有效硼 mg/kg	EC 值
2021.7	6.10	0.6	31.60	113.50	27.10	567.90	80.30	4.70	0.40	99.6

供试品种：四九菜心

供试肥料：含聚谷氨酸复合肥（300ppm）、含聚谷氨酸复合肥（150ppm）、洋丰至尊15-15-15（对照用肥）

## 2) 试验方法

试验设计3个处理，3次重复，总共9个小区。每个小区面积 10 m<sup>2</sup>，随机区组排列。按照当地的施肥习惯，施肥次数为4次，前三次追肥用量为100g/10m<sup>2</sup>，最后一次施肥为160g/10m<sup>2</sup>，计算得每亩施肥量：

表12 试验设计

	处理1（15*3,300 ppm）		处理2（15*3,150 ppm）		对照（15*3）	
	追肥1-3 (g/10 m <sup>2</sup> )	追肥4 (g/10 m <sup>2</sup> )	追肥1-3 (g/10 m <sup>2</sup> )	追肥4 (g/10 m <sup>2</sup> )	追肥1-3 (g/10 m <sup>2</sup> )	追肥4 (g/10 m <sup>2</sup> )
重复1	100	160	100	160	100	160
重复2	100	160	100	160	100	160
重复3	100	160	100	160	100	160

对照：洋丰至尊复合肥30kg/亩

处理1：含聚谷氨酸300ppm复合肥30kg/亩

处理2：含聚谷氨酸150ppm复合肥30kg/亩

试验在当地常规施肥的基础上进行。试验地田间浇水、施肥、病虫害防治等管理措施保持一致，试验地病虫害较轻，试验记录期间天气良好，无明显气候影响因素。

## (2) 结果与分析

### 1) 不同处理对菜心农艺性状的影响

通过田间观察发现，不同处理对菜心生物学性状影响见表13。试验田用新洋丰农业科技股份有限公司提供的聚谷氨酸复合肥料，可以有效增加菜心高度、茎粗、单株鲜重等经济性状。

表13 施肥后不同处理菜心农艺性状考察表

处理	菜心株高 (cm)				菜心主茎粗度 (mm)				菜心单株鲜重 (g)				菜心叶绿色含量 (SPAD值)			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均	I	II	III	平均	I	II	III	平均
处理1	31.5	33.4	31.8	32.23	10.06	9.66	9.30	9.676	17.43	18.94	17.08	17.80	17.78	18.46	19.02	18.420
处理2	32.3	31.8	34.5	32.87	9.196	9.34	8.93	9.159	15.92	17.66	18.32	17.305	18.78	17.90	18.38	18.353
对照	30.8	29.4	29.29	29.73	8.974	8.08	8.87	8.645	16.21	14.68	16.27	15.70	19.04	18.18	18.34	18.521

2) 不同处理对产量的影响

由表 14 知, 处理 1 和处理 2 比对照田分别增产333.50kg/亩、273.47kg/亩, 增产率分别为15.87%、13.02%。

表14 不同处理对菜心产量的影响

处理	小区产量 (kg/10m <sup>2</sup> )				折合 kg/亩	比对照 ± %		比处理2 ± %	
	重复I	重复II	重复III	平均		kg/亩	%	kg/亩	%
处理1	36.5	35.7	37.3	36.5	2434.55	333.50	15.87	60.03	2.53
处理2	35.5	37.3	34	35.6	2374.52	273.47	13.02		
对照	32.5	30.3	31.8	31.5	2101.05				

3) 试验数据方差分析

表15 产量结果方差分析表

变异来源	DF	SS	MS	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
处理间	2	42.02	21.00	9.46*	6.94	18
重复间	2	0.38	0.191	0.08	6.94	18
误差	4	8.88	2.22			
总变异	8	51.28				

用PLSR法进行比较, 见表16。

表16 产量的差异显著性测定 (多重比较法)

处理	小区平均产量 (kg)	差异显著性	
		α=0.05	α=0.01
处理1	36.5	a	A
处理2	35.6	a	A
对照	31.5	b	A

经方差分析统计结果表明：处理间产量差异达显著水平，采用SSR法多重比较检验，处理1与处理2产量与对照相比都具显著性差异，处理1与处理2差异不显著。

### （3）结论

试验结果表明：与对照相比使用含聚谷氨酸复合肥料对菜心植株的直径、单株鲜重和产量均有明显提高。300ppm 含聚谷氨酸复合肥料处理和150ppm 含聚谷氨酸复合肥料处理与对照分别增产333.5kg/亩、273.47kg/亩，增产率分别为15.87%、13.02%，差异达显著水平。

## 五、与相关标准的关系分析

本标准的制定遵循了与其相关的国家标准或行业标准的规定，与现行的法律、法规及其他行业标准没有矛盾。

## 六、采用国际标准的程度及水平说明

目前尚未发现有国际及国外有含聚谷氨酸复合肥料标准颁布。此标准填补国内外空白。本团体标准的建立，规范行业发展的同时，将会进一步扩大产品应用面，促进聚谷氨酸在肥料中的规范添加和使用。

## 七、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无重大分歧意见

## 八、标准推广应用措施及预期效果

标准推广应用措施：目前含聚谷氨酸复合肥料生产已经形成一定规模，但含聚谷氨酸肥料产品良莠不齐，名称多、乱、杂，聚谷氨酸含量标注混乱，尚无统一的国家标准和行业标准，各企业均按照各自的质量标准生产。随该团体标准的制定，规范了聚谷氨酸类肥料原料及相关产品各项要求与指标，解决了聚谷氨酸类产品无标准物及其在肥料中快速定量检测的两大行业难题，对含聚谷氨酸复合肥料标准化、可持续健康发展具有重要的指导意义。参标企业将严格按照标准要求，有效规范该类产品的生产和应用，严控产品质量，严把质量关。

预期效果：现有工作基础上，通过标准的建立，丰富产品系列，继续开展含聚谷氨酸复肥的推广应用效果验证，尤其是在不同区域、不同作物、不同土壤类等多方面田间效果试验，发挥聚谷氨酸在提高肥料利用率、改良土壤、提高作物产量和品质上的作用。推动该标准升级成行业标准或国家标准，更好地规范含聚谷氨酸复合肥料的生产应用和指标检测，引导复合肥行业产品向高效、绿色、环保方向发展，在减肥增效、绿色农业、粮食安全等做出新贡献，形成良好的社会、环境、经济效益。

## 九、其它应说明的事项

无