

《含聚谷氨酸磷酸二铵》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，含聚谷氨酸磷酸二铵的产业化技术成熟，已经形成一定的产业化规模，市场前景广阔，并助力我国磷酸二铵行业的持续发展。目前《含聚谷氨酸磷酸二铵》没有团体标准、行业及国家标准。针对这一现状及为了含聚谷氨酸磷酸二铵的规范、健康发展，《含聚谷氨酸磷酸二铵》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、云南云天化股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、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云南云天化股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、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《含聚谷氨酸磷酸二铵》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，《含聚谷氨酸磷酸二铵》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：云南云天化股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、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：许宗齐、冯小海、王祥、段家堂、杜建波、李寒尽、赵洪涛、曾庆苗、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。

云南云天化股份有限公司、湖北三宁化工股份有限公司、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

γ -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

γ -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， γ -聚谷氨酸在自然条件下的最大吸水倍数高达1108.4倍，并且 γ -聚谷氨酸对土壤中水分的吸收倍数介于30~80倍之间，而且 γ -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。 γ -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

γ -聚谷氨酸可作为肥料、农药的运输载体。一定量的 γ -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

γ -聚谷氨酸具有较大的分子量（大于1000 kD），含有众多游离的负电 α -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 γ -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。

γ -聚谷氨酸降解产物谷氨酸也是植物必不可少的营养成分， γ -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 γ -聚谷氨酸产品对小白菜进行生长试验，结果表明 γ -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

γ -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. 以现有含聚谷氨酸磷酸二铵生产为基础，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 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8569 固体化学肥料包装

GB/T 10205-2009 磷酸一铵、磷酸二铵

GB/T 10209.1 磷酸一铵、磷酸二铵的测定方法 第1部分：总氮含量

GB/T 10209.2 磷酸一铵、磷酸二铵的测定方法 第2部分：磷含量

GB/T 10209.3 磷酸一铵、磷酸二铵的测定方法 第3部分：水分

GB/T 10209.4 磷酸一铵、磷酸二铵的测定方法 第4部分：粒度

GB 18382 肥料标识 内容和要求

HG/T 2843 化肥产品 化学分析中常用标准滴定溶液、标准液、试剂溶液和指示剂溶液

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磷酸二铵的技术要求、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 10205-2009标准的磷酸二铵肥料（以氮、磷为基础养分的二元固体肥料）中制成的含聚谷氨酸磷酸二铵。

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

本标准在参考磷酸二铵国家标准、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，根据国内磷酸二铵的生产工艺特点，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磷酸二铵的总养分、聚谷氨酸的质量分数、总氮、有效磷、水溶性磷、水分、粒度等技术指标项目。

表1 含聚谷氨酸磷酸二铵所添加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
γ-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 /% ≤	—	8.0
水不溶物 /% ≤	1.0	1.0

表2 传统法粒状含聚谷氨酸磷酸二铵的要求

项 目		指 标		
		优等品	一等品	合格品
		18-46-0	15-42-0	14-39-0
总养分（N+P ₂ O ₅ ）的质量分数/%	≥	64.0	57.0	53.0
聚谷氨酸的质量分数（mg/kg）	≥	140		
总氮（N）的质量分数/%	≥	17.0	14.0	13.0
有效磷（P ₂ O ₅ ）的质量分数/%	≥	45.0	41.0	38.0
水溶性磷占有效磷百分率/%	≥	87	80	75
水分（H ₂ O）的质量分数 ^a /%	≤	2.5	2.5	3.0
粒度（1.00 mm-4.00 mm）/%	≥	90	80	80
^a 水分为推荐性要求。 每个等级下面的配合式为该等级的典型配合式，企业可以生产其他配合式的产品，总氮和有效磷允许与标明值之间有 1.0%的绝对负偏差，并且所有项目都应符合表中相应等级的要求，若未标明等级则按总养分对应的等级进行判定。				

表3 料浆法粒状含聚谷氨酸磷酸二铵的要求

项 目		指标		
		优等品	一等品	合格品
		16-44-0	15-42-0	14-39-0
总养分（N+P ₂ O ₅ ）的质量分数/%	≥	60.0	57.0	53.0
聚谷氨酸的质量分数（mg/kg）	≥	140		
总氮（N）的质量分数/%	≥	15.0	14.0	13.0
有效磷（P ₂ O ₅ ）的质量分数/%	≥	43.0	41.0	38.0
水溶性磷占有效磷百分率/%	≥	80	75	70
水分（H ₂ O）的质量分数 ^a /%	≤	2.5	2.5	3.0
粒度（1.00 mm-4.00 mm）/%	≥	90	80	80

^a 水分为推荐性要求。

每个等级下面的配合式为该等级的典型配合式，企业可以生产其他配合式的产品，总氮和有效磷允许与标明值之间有 1.0%的绝对负偏差，并且所有项目都应符合表中相应等级的要求。若未标明等级则按总养分对应的等级进行判定。

（三）指标参数的确定

1、基础含量

含聚谷氨酸磷酸二铵的总养分、总氮、有效磷、水溶性磷、水分、粒度等技术指标项目参考了GB/T 10205-2009《磷酸一铵、磷酸二铵》设定要求。含聚谷氨酸磷酸二铵应符合GB/T 10205-2009《磷酸一铵、磷酸二铵》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《 γ -聚谷氨酸》设定要求。大量的试验结果表明，目前含聚谷氨酸磷酸二铵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 ≥ 140 mg/kg。

四、主要试验、验证及试行结果

（一）含聚谷氨酸磷酸二铵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。

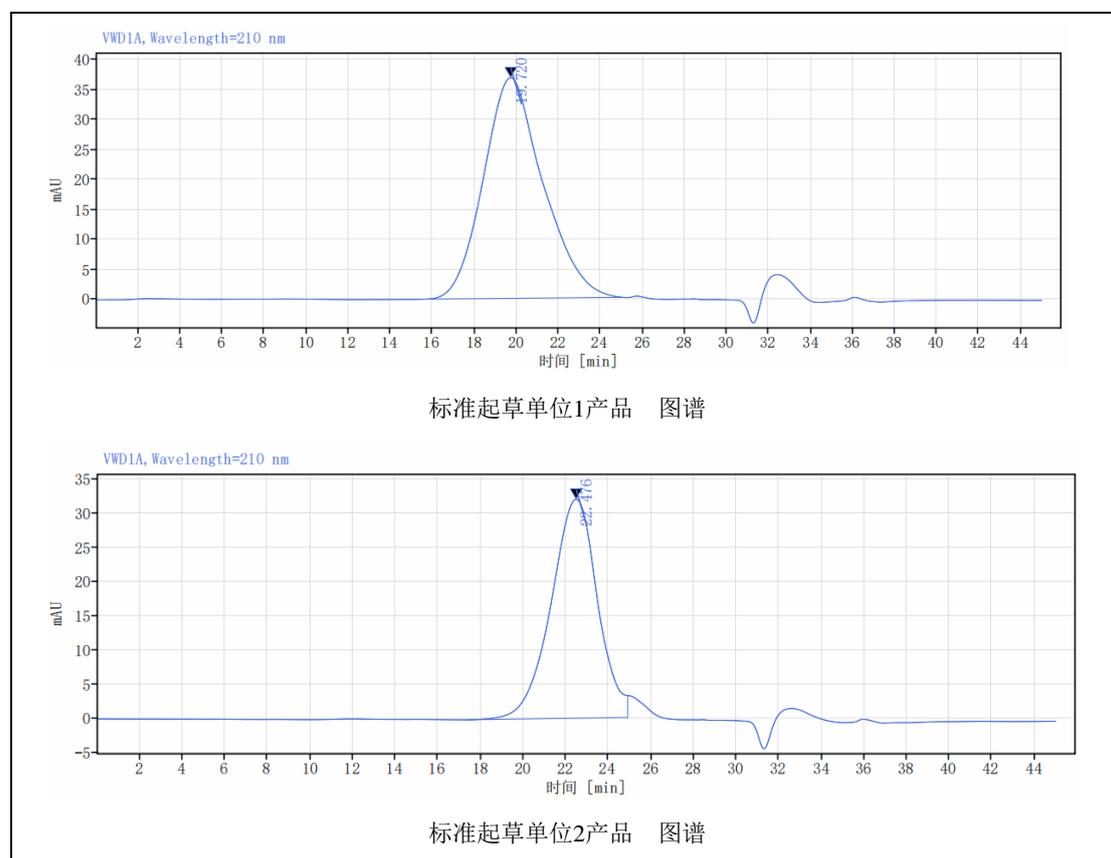
由于未找到其他市售聚谷氨酸标准品，结合聚谷氨酸标准品的检测结果和相关标准规定，聚谷氨酸标准品的选择，应根据产品选择合适平均分子量范围的标准起草使用单位共同认可的正规企业产品，或经国家认证并授予标准物质证书的标准物质。根据两次标准起草单位内部协调会议各方意见，按照公开与谨慎性原则，考虑到样品的稳定性与一致性，编写组建议由南京轩凯生物、武汉光华时代、烟台进邦轮流负责标准品的提纯生产制作，经南京轩凯

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4 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



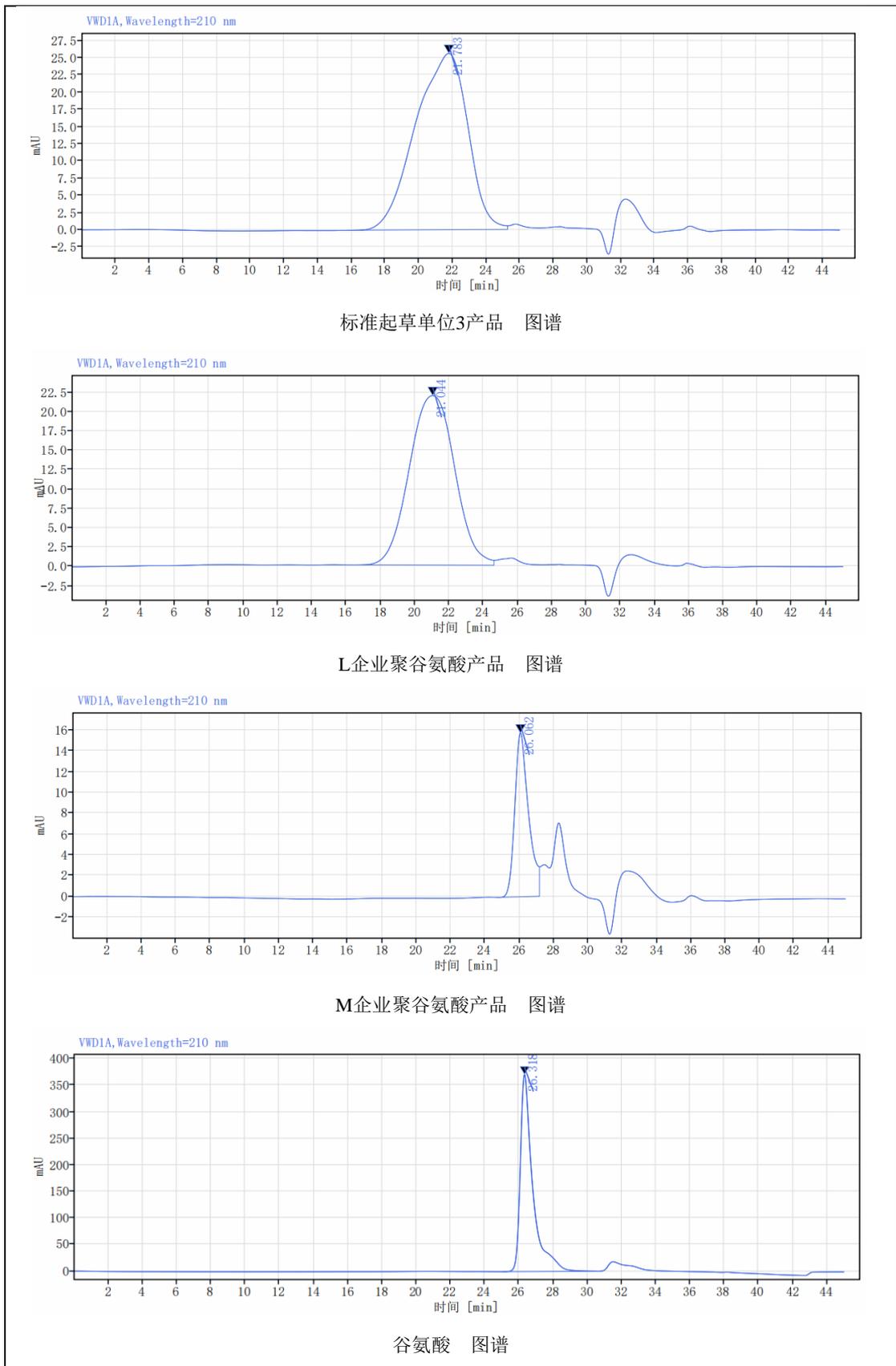


图1 不同厂家聚谷氨酸样品和谷氨酸检测图谱

2、含聚谷氨酸磷酸二铵中聚谷氨酸的检测

2.1 检测方法

含聚谷氨酸磷酸二铵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磷酸二铵中聚谷氨酸的含量。现聚谷氨酸含量的检测多针对原料,磷酸二铵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磷酸二铵中聚谷氨酸的含量,探索优化含聚谷氨酸磷酸二铵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磷酸二铵中,配制成含量分别为100、200、500 mg/kg 含聚谷氨酸磷酸二铵样品,采用高效液相色谱法并使用凝胶色谱柱进行测定。表5结果表明,含聚谷氨酸磷酸二铵不同浓度的回收率在89.33%~95.53%之间,RSD值在2.24~4.52。该方法检测重现性好、灵敏度较高、准确度好,可用于含聚谷氨酸磷酸二铵中聚谷氨酸的检测。

表5 不同含量含聚谷氨酸磷酸二铵中聚谷氨酸检测

样 品	1	2	3	平均值	回收率 (%)	相对标准偏差 (RSD) %
100 mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵	90	93	85	89.33	89.33	4.52
200 mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵	180	186	191	185.67	92.83	2.97
500 mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵	466	487	480	477.67	95.53	2.24

(2)含聚谷氨酸磷酸二铵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磷酸二铵产品进行检测指导生产。表6结果表明,该方法检可用于磷酸二铵中聚谷氨酸的检测。

表6 不同含量含聚谷氨酸磷酸二铵聚谷氨酸检测

样 品	验证 单位	1	2	3	平均值	回收率 (%)
100 mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵	生产 企业	94	89	95	92.67	92.67
200 mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵		186	192	180	186.00	93.00
500 mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵		519	527	508	518.00	103.60
产品1		116	120	-	118.00	合格
产品2		165	150	-	157.50	合格

3、含聚谷氨酸磷酸二铵中聚谷氨酸快速检测

3.1 检测方法

部分企业因缺少高效液相色谱仪等检测仪器,不具备磷酸二铵中聚谷氨酸的检测能力,因此寻找使用简单、经济、快速检测磷酸二铵中聚谷氨酸的方法,用于含聚谷氨酸磷酸二铵

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）比浊法用于磷酸二铵中聚谷氨酸的快速检测，指导含聚谷氨酸磷酸二铵聚生产的中控分析。

CTAB是一种阳离子表面活性剂， γ -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 γ -PGA中羧基的氧原子配对，能够形成不溶于水的 γ -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 γ -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（A400）。以聚谷氨酸为零和CTAB试剂反应液为参比溶液。记录吸光度（A400），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。

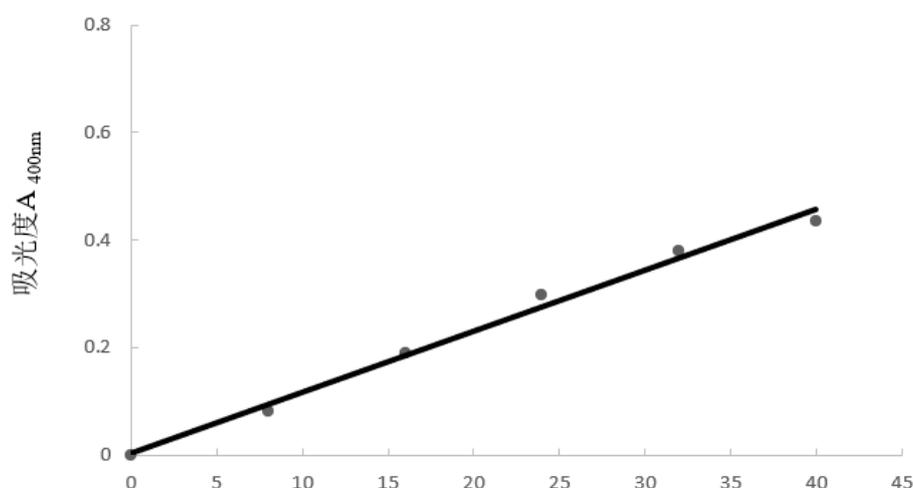


图2 γ -聚谷氨酸标准曲线

以 γ -聚谷氨酸标准溶液的浓度为横坐标，吸光度A_{400 nm}为纵坐标，进行回归模拟，得到 γ -聚谷氨酸标准曲线： $y = 0.0113x + 0.0026$ ，其中y为吸光度值，x为 γ -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磷酸二铵中，配制含量分别为100、200 mg/kg 含聚谷氨酸磷酸二铵样品，采用十六烷基三甲基溴化铵（CTAB）比浊法进行检测验证。

含聚谷氨酸磷酸二铵溶解后，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

品溶解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含聚谷氨酸磷酸二铵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，将含聚谷氨酸磷酸二铵样品稀释5000倍后，溶液的吸光度在0.004-0.005，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，因此建议样品在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 含聚谷氨酸磷酸二铵样品，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7结果表明，不同浓度的含聚谷氨酸磷酸二铵中聚谷氨酸的回收率在86.00%~89.197%之间，RSD值在3.88~4.35，均符合快速分析要求，可用于磷酸二铵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），符合含聚谷氨酸磷酸二铵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，重复性较好，可满足快速检测要求。试验平均回收率87%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磷酸二铵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磷酸二铵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磷酸二铵中聚谷氨酸含量。

表7 不同含量含聚谷氨酸磷酸二铵中聚谷氨酸检测

平行样编号	测定结果	
	100 mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵	200mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵
1	84	190
2	92	173
3	86	181
4	85	175
5	81	180
6	88	171
平均值	86.00	178.33
回收率（%）	86.00	89.17
相对标准偏差 RSD（%）	4.35	3.88

(二) 含聚谷氨酸磷酸二铵田间效果验证

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：2020年10月17日至2021年6月3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9.5 g/kg，全氮1.1 g/kg，碱解氮102 mg/kg，有效磷42 mg/kg，速效钾75 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) 供试作物及品种

供试品种：小麦；品种：扬麦15。

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5 m x 6 m=30 m²，各小区随机排列。

② 试验处理

处理1：常规对照（CK1）。

2020年10月15日每个小区施入复合肥（15-15-15）1.8 kg和尿素200 g进行旋耕，10月17日进行小麦播种每个小区播种0.7 kg；2021年3月6日进行试验处理，常规对照不进行任何处理；

处理2：清水对照（CK2）。

2020年10月15日每个小区施入复合肥（15-15-15）1.8 kg和尿素200 g进行旋耕，10月17日进行小麦播种每个小区播种0.7 kg；2021年3月6日进行试验处理，每个小区使用清水1.5 kg喷施；平行3个小区；

处理3：聚谷氨酸水溶肥料（南京轩凯）。

2020年10月15日每个小区施入复合肥（15-15-15）1.8 kg和尿素200 g进行旋耕，10月17日进行小麦播种每个小区播种0.7 kg；2021年3月6日进行试验处理，每个小区使用聚谷氨酸水溶肥料2.0 g兑清水1.5 kg喷施；平行3个小区。

收获期：收获时间为2021年6月3日。试验过程中，田间管理措施一致。6月3日收获时，每个处理小区随机采样，测定株高、穗粒数、千粒重及小区各产量。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) 不同处理对小麦农艺性状的影响

从表8可知，处理3的株高较处理1增加2.1 cm，穗粒数较处理1增加2粒，千粒重较处理1增加4.0 g；处理3的株高较处理2增加1.9 cm，穗粒数较处理2增加2粒，千粒重较处理2增加3.9 g。

表8 施用聚谷氨酸水溶肥料对小麦农艺性状的影响

处理	株高 (cm)				穗粒数 (粒)				千粒重 (g)			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
1.常规对照	78.4	79.0	79.2	78.9	34	34	34	34	38.2	37.7	37.8	37.9
2.清水对照	78.3	78.9	80.1	79.1	34	34	35	34	37.1	37.8	39.2	38.0
3水溶肥料	81.7	80.2	81.1	81.0	36	36	35	36	43.5	42.2	40.1	41.9

2) 不同处理对小麦产量的影响

表9 不同处理对小麦产量结果的影响

处理	小区产量(kg)				折合 kg/亩	比CK ₁ 土			比CK ₂ 土	
	重复I	重复II	重复III	平均		kg/亩	%	kg/亩	%	
1.常规对照	20.5	20.9	22.8	21.4	475.8					
2.清水对照	22.2	20.9	22.1	21.7	482.5	6.7	1.4			
3.水溶肥料	23.9	25.3	24.0	24.4	542.5	66.7	14.0	60.0	12.4	

从表9可知，施用聚谷氨酸水溶肥料的处理小麦产量为542.5 kg/亩，与常规对照、清水对照处理相比，分别增产66.7 kg/亩、60.0 kg/亩，增产率分别为14.0%、12.4%。清水对照处理比常规对照处理增产6.7 kg/亩，增产率为1.4%。

3) 试验数据方差分析结果

表10 产量结果方差分析表

变异来源	DF	SS	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
处理间	2	16.2	8.1	7.5*	6.94	18
重复间	2	1.0	0.5	0.5	6.94	18
误差	4	4.3	1.1			
总变异	8	21.5				

表11 产量的差异显著性测定 (PLSR法)

处理	小区平均产量 (kg)	差异显著性	
		5%	1%
3.水溶肥料	24.4	a	A
2.清水对照	21.7	b	A
1.常规对照	21.4	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PLSR法多重比较检验，施用聚谷氨酸水溶肥料的小麦产量与常规对照和清水对照处理相比，差异达显著水平，见表10、11。

(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，对小麦的增长有显著的促进作用，产量达542.5 kg/亩，比常规对照、清水对照处理分别增产14.0%、12.4%，经方差分析及多重比较，差异达显著水平。

2、含聚谷氨酸磷酸二铵田间效果验证

(1) 试验时间与地点

试验时间：2021年3月21日至2021年5月26日。

试验地点：江苏省南京市浦口区盘城浦浩生态园。

(2) 材料与方法

1) 供试产品

产品名称：磷酸二铵（传统法16-45-0）、自制140mg/kg 含聚谷氨酸磷酸二铵、300mg/kg 含聚谷氨酸磷酸二铵。

2) 供试作物及品种

作物：小白菜；品种：四月慢。

3) 供试土壤

表12 供试土壤养分

项目	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH
测试结果	10.12	1.03	117	25.7	60	6.5

4) 试验处理

处理1：常规对照（CK）。基肥普通磷酸二铵20kg/亩+尿素10kg/亩，追肥按当地习惯施肥进行；

处理2：磷酸二铵1。基肥140mg/kg 含聚谷氨酸磷酸二铵20kg/亩+尿素10kg/亩，其他施肥措施同处理1；

处理3：磷酸二铵2。基肥300mg/kg 含聚谷氨酸磷酸二铵20kg/亩+尿素10kg/亩，其他施肥措施同处理1；

试验设3次重复，共计9个小区，小区面积为5 m×4 m=20 m²，各小区随机分布。

常规对照使用1000kg 有机肥，普通磷酸二铵20kg/亩+尿素10kg/亩作为基肥，肥料施用后土壤进行翻耕，根据病害发生情况及时进行预防。供试材料小白菜四月慢，3月21日统一撒播育苗，4月12日挑选大小一致健壮的菜苗移栽，株行距为25cm×20cm，每个小区定植白

菜400株。5月28日收获，每个处理小区随机采样，测定株高及单株重。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) 不同处理对小白菜产量结构的影响

从表13可知，处理2的株高较处理1增加1.5cm，单株重较处理1增加7.5g；处理3的株高较处理1增加2.7cm，单株重较处理1增加17.7g。

表13 不同处理对小白菜产量结构的影响

处理	株高 (cm)				单株重 (g)			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均
1.常规对照	18.7	20.8	22.1	20.5	107.8	113.1	116.4	112.4
2.含聚谷氨酸磷酸二铵1	21.8	21.7	22.6	22.0	119.6	123.9	116.1	119.9
3.含聚谷氨酸磷酸二铵2	23.0	22.8	23.9	23.2	125.1	130.1	135.2	130.1

2) 不同处理对小白菜产量的影响

从表14可知，施用140mg/kg、300mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵处理小白菜产量分别为1518.5、1613.0 kg/亩，比常规对照分别增产100.1kg/亩、194.5kg/亩，增产率分别为7.1%、13.7%。

表14 不同处理对小白菜产量结果的影响

处理	小区产量 (kg/20 m ²)				折合 kg/亩	比CK±	
	重复I	重复II	重复III	平均		kg/亩	%
1.常规对照	42.8	41.3	43.5	42.5	1418.5	--	--
2.含聚谷氨酸磷酸二铵1	46.1	44.6	45.9	45.5	1518.5	100.1	7.1
3.含聚谷氨酸磷酸二铵2	47.9	48.4	48.8	48.4	1613.0	194.5	13.7

3) 产量统计分析结果

经方差分析统计， $F=61.60 > F_{0.01}$ ，处理间产量差异达极显著水平，采用PLSR法多重比较检验，施用不同含量的含聚谷氨酸磷酸二铵肥料的小白菜产量与常规对照相比，差异达极显著水平，见表15、16。

表15 产量结果方差分析表

变异因素	平方和	自由度	均方差	F值	F _{0.05}	F _{0.01}
处理间	51.06	2	25.53	61.60**	6.94	18
重复间	2.60	2	1.30	3.14	6.94	18
误差	1.66	4	0.41			
总变异	55.32	8				

表16 产量的差异显著性测定 (PLSR法)

处理	小区产量 (kg/20m ²)	差异显著性	
		5%	1%
3.含聚谷氨酸磷酸二铵肥料2	48.4	a	A
2. 含聚谷氨酸磷酸二铵肥料1	45.5	b	B
1.常规对照	42.5	c	C

(4) 试验结论

本次试验结果表明,施用140mg/kg、300mg/kg含聚谷氨酸磷酸二铵,对小白菜的增长有显著的促进作用,产量分别为1518.5、1613.0kg/亩,比常规对照处理分别增产7.1%、13.7%,经方差分析及多重比较,差异达极显著水平。

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磷酸二铵标准颁布。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,促进聚谷氨酸在磷酸二铵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,含聚谷氨酸磷酸二铵生产形成一定规模,但聚谷氨酸增效磷酸二铵产品良莠不齐,名称多、乱、杂,聚谷氨酸含量标注混乱,缺乏统一规范的标准。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,对含聚谷氨酸磷酸二铵的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磷酸二铵肥料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磷酸二铵的生产应用和指标检测,引导磷酸二铵行业产品向高效、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