

# 《含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥》编制说明

## 一、工作简况

### （一）任务来源

以黄腐酸作为肥料增效剂可以通过综合调控“作物-肥料-土壤”系统，大幅度提高肥料利用率，提高作物抗逆性，改善作物品质。黄腐酸作为增效剂，应用在水溶肥料的产业化技术成熟，已在国内形成较大的产业化规模。针对《含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥》既无团体标准也无行业及国家标准。《含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥料》团体标准由施可丰化工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，由施可丰化工股份有限公司、新洋丰农业科技股份有限公司、国家化肥产品质量监督检验中心（山东）/临沂市检验检测中心等9家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10月12日，施可丰化工股份有限公司联合临沂市检验检测中心和山东金施丰农业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、标准立项：2020年12月3日，中国磷复肥工业协会标委会办公室发出同意立项通知，由施可丰化工股份有限公司牵头《含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥料》团体标准的编写。

3、成立编写组：2021年3月份，《含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥料》标准编写工作组成立。

4、启动会：2021年4月7日 编写组召开了项目启动会，汇报了标准框架内容解读、前期工作和下一步计划。

5、标准编制：2021年5-9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10月，编写组召开了讨论会，对团标的推动工作进行讨论。

### （三）主要起草单位和起草人

标准牵头起草单位：施可丰化工股份有限公司

参与起草单位：新洋丰农业科技股份有限公司、国家化肥产品质量监督检验中心（山东）/临沂市检验检测中心、山东施可丰生态农业工程有限公司、中化（烟台）作物营养有限公司、深圳芭田生态工程股份有限公司、成都云图控股股份有限公司、甘肃施可丰生态科技有限公司、新疆圣大一方生物科技有限公司

标准主要起草人：解晓梅、刘月田、巩俊花、韩超、王盛锋、解广阔、肖凤龙、侯敏、殷慧敏、张弘、陈浩梦、谭占鳌、阎应广、刘汉明、张坤、赵佩

## （四）编写组分工

施可丰化工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、国家化肥产品质量监督检验中心（山东）/临沂市检验检测中心、山东施可丰生态农业工程有限公司、中化（烟台）作物营养有限公司、深圳芭田生态工程股份有限公司、成都云图控股股份有限公司、甘肃施可丰生态科技有限公司、新疆圣大一方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化验。

## 二、标准制定原则

### （一）标准研究背景

#### 1 黄腐酸概况

腐植酸类物质（Humic substances, HS）是动植物（主要是植物）残体在微生物和地球化学的作用下分解与合成的一类天然有机高分子聚合物<sup>[1-2]</sup>。根据国际腐植酸协会（IHSS）的定义，腐植酸类物质可以分为腐植酸、黄腐酸和腐黑物<sup>[3-4]</sup>。腐植酸（Humic acid, HA），又称胡敏酸，是HS中在碱性条件下可溶、酸性条件下不溶的部分；黄腐酸（Fulvic acid, FA），又名富里酸，是HS中在酸性和碱性条件下皆可溶解的部分<sup>[5]</sup>。

#### 2 黄腐酸在农业方面应用

黄腐酸是一种广谱的植物生长调节剂，具有抗蒸腾、促进根系发育、提高叶绿素含量和某些重要酶活性等作用；在改良土壤、促进植物生长、提高肥料利用率、缓释增效农药、提高农作物抗逆性等方面有重要的应用价值<sup>[6]</sup>。

##### 2.1 改良植物土壤环境

黄腐酸胶体的吸附特性可使土壤形成稳定的团粒，增大通风量，提高土壤含水量<sup>[7]</sup>；黄腐酸能够促进土壤中矿物质溶解，提高土壤中氮、磷、钾含量；增加有机质，为微生物提供了合适的生存环境，提高了微生物的生态多样性，提高了土壤肥力<sup>[8]</sup>。

##### 2.2 刺激植物生长，提高品质

黄腐酸类似于植物内源激素，能刺激植物内生生长素和细胞激肽类含量的增加，促进种子萌发，提高根系活力，提高叶绿素含量和光合强度，促进植物蛋白的合成和细胞的伸长，提高作物品质<sup>[9-11]</sup>。黄腐酸可以提高果实硬度及糖酸比，改善果实口感和风味<sup>[12]</sup>。

##### 2.3 提高肥效和肥料利用率

黄腐酸含羧基、酚羟基等官能团，有较强的络合、螯合和表面吸附能力，能提高植物对

养分转运和吸收。黄腐酸与尿素混合施用,可以减少氨的挥发<sup>[13]</sup>,可以有效提高土壤硝态氮、铵态氮的含量,提高养分供应强度<sup>[14]</sup>;黄腐酸可以抑制土壤对水溶性磷的固定,增加磷在土壤中移动距离,提高有效磷含量,促进根系对磷的吸收;还可以吸收存储钾离子,提高有效钾含量,对钾肥的增效作用显著<sup>[15-17]</sup>。

#### 2.4 增强植物抗逆能力

黄腐酸中包含与酚类、苯氧羧酸类农药有效成分相同的结构,这使得黄腐酸可以作为一种新的植物防御反应激活剂,具有一定的抑菌抗病毒作用,可应用在葡萄灰霉病、苹果树腐烂病等多种植物病害的防治中<sup>[18-20]</sup>。黄腐酸分子量小,易于被植物吸收,能够调节植物渗透调节系统,质膜系统和保护酶系统<sup>[21]</sup>,从而提高植物抗倒伏<sup>[22]</sup>、抗旱<sup>[23]</sup>、抗连作障碍能力<sup>[24]</sup>,增强植物的抗逆性。

### 3 矿物源黄腐酸和生化黄腐酸区别

黄腐酸主要分为矿物源黄腐酸和生物源黄腐酸两种。矿物源黄腐酸主要从风化煤、褐煤、泥炭、油母页岩等有机矿物中提取;生物源黄腐酸是以粮食糟渣、植物秸秆、餐厨废弃物等为原料,通过微生物发酵或化学反应制得<sup>[25]</sup>。

矿物源与生化黄腐酸有以下几方面的不同。

1、年代不同:矿物源黄腐酸的原料主要为泥炭、褐煤、风化煤,它们是古代植物埋藏在地下经历了复杂的生物化学和物理化学变化逐渐形成的固体可燃性矿物,距今约有300万年;生化黄腐酸是20世纪后期开发成功的新产品。

2、原料来源不同:传统的黄腐酸从泥炭、褐煤、风化煤中提取获得,是不可再生资源;生化黄腐酸的原料多为农副产品的下脚料,比如玉米秸秆、糖蜜等,每年都能够大量收集,属于可再生的资源<sup>[26]</sup>。

3、化学组成不同:矿物源黄腐酸主要是从亿万年形成的褐煤中提取的,其含有丰富羧基、羧基、酚羟基、甲氧基等官能团,活性高,而生化黄腐酸钾的主要成分是多糖、木质素、蛋白质,官能团很少,所以在作物提质增效、土壤修复等方面的效果自然比矿物源黄腐酸钾要差。此外,矿物源黄腐酸钾有60~70种土壤所需要补充的矿物质元素,有机质含量也比生化黄腐酸高很多。

4、作用机理不同:矿物源黄腐酸可以有效地改良土壤、增效化肥、增强抗逆、促进种子萌发等;生化黄腐酸的主要作用是给植物补充营养,类似于矿物源黄腐酸的功能要弱很多。对于矿物源黄腐酸,目前学界比较认可的是他的增效化肥(N、P、K)以及螯合重金属的能力,这与它本身的大分子的网状结构是息息相关。黄腐酸含有各种有机官能团(羧基、羧基),

对于刺激植物生长也是有利的。由于来源的差异，生化黄腐酸的类型较多，主要作为有机肥来发挥作用。由于生化黄腐酸的原料中农药、重金属可能没有完全去除，导致了生化黄腐酸中可能会有农药残留。生化黄腐酸中的糖类、蛋白质等也是病虫所需，因此可能会导致病虫害。生化黄腐酸是可以再生的资源，是变废为宝的产品，但是安全性和活性没有矿物源黄腐酸高。矿物源黄腐酸具有空穴结构较大的交换容量，能够形成土壤团粒结构，提高肥料利用率，同时又不吸潮。而生化黄腐酸的缺点就是极易吸潮，在作为功能性肥料及复合肥添加剂时，1吨含量超过25千克左右就会导致肥料严重吸潮结块，甚至变为烂泥状。这是由其先天的结构决定的，目前行业内尚无有效的解决办法<sup>[27]</sup>。

#### 4 矿物源黄腐酸在肥料中的添加应用

在储存肥料时，尿基复合肥中添加固体矿物源黄腐酸（含量60%）的目数较高，且添加量控制在6%时，尿基黄腐酸复合肥结块率较低；尿基复合肥中添加液体黄腐酸（矿物源黄腐酸，含量10%）含水量控制30%，尿基黄腐酸复合肥结块率最低<sup>[28]</sup>。施用黄腐酸肥料可以改善土壤营养环境，为土壤微生物的生命活动提供充足的养分和能源，增强呼吸作用，从而促进微生物生长繁殖，丰富种群，增加密度，有效改善土壤微生物群落功能，并且在短期内可以提高土壤蔗糖酶、过氧化氢酶、脲酶和酸性磷酸酶活性<sup>[29]</sup>。叶面喷施黄腐酸钾（矿物源黄腐酸 $\geq 50\%$ 、 $K_2O \geq 12\%$ ）和采用黄腐酸钾拌种均可提高大豆产量，在试验条件下，产量均比对照提高25.3%，矿物源黄腐酸钾的最佳喷施质量浓度定为500 mg/L<sup>[30]</sup>。黄瓜温室试验表明，冲施矿物源黄腐酸钾（黄腐酸含量 $\geq 52\%$ ）1 kg/667 m<sup>2</sup>对黄瓜生长和产量促进作用最佳，增产率达11.8%；就土壤影响来看，冲施矿物源黄腐酸钾1.5 kg/667 m<sup>2</sup>可以显著降低土壤容重<sup>[31]</sup>。陈亚茹等<sup>[32]</sup>研究发现施用黄腐酸钾（黄腐酸 $\geq 60\%$ ）150 kg/hm<sup>2</sup>时烟株干物质质量和钾素累积量最高，产量和效益最好。在尿素中添加黄腐酸钾（黄腐酸 $\geq 50\%$ 、 $K_2O \geq 12\%$ ）进行土壤追肥，二者的最佳比例为200:1，该处理下玉米产量性状和产量均达到最好，穗粒数653粒，千粒重273.48 g，产量9 075 kg/hm<sup>2</sup>，增产率为19.56%；如用黄腐酸钾作为包衣材料生产涂层尿素，其用量应控制在0.5%<sup>[33]</sup>。黄腐酸钾可促进番茄幼苗的植株生长、提高根系活力、壮苗指数指标，增加叶绿素和类胡萝卜素的含量，营养液冲施最佳的黄腐酸钾的浓度为80 mg/kg<sup>[34]</sup>。

#### 5 矿物源黄腐酸肥料工艺生产

湖北三宁化工股份有限公司在《花生用肥及其制备方法》（公开号：CN111995461A）中公开了一种花生用肥及其制备方法，该花生用肥黄腐酸钾用量25份。中化农业生态科技（湖北）有限公司在《一种高水溶性复合肥及其制备方法》（公开号：CN112159292A）中涉及一

种高水溶性复合肥及其制备方法，原料按重量份数计，黄腐酸钾 1~8 份。吉林省农业科学院在《一种烟草高钾可溶肥料及其制备方法》（公开号：CN112919962A）中公开了一种烟草高钾可溶肥料及其制备方法，所述高钾可溶肥料的各组成的重量百分比为黄腐酸钾 4%~6%。湖南金叶众望科技股份有限公司在《一种保花保果型油茶专用肥料及其制备方法》（公开号：CN112457101A）中公开了一种保花保果型油茶专用肥料，以重量份计，矿物源黄腐酸 6-8 份。南宁九禾测土配肥有限责任公司在《一种适用于高压喷灌设备的水溶型高塔硝硫基复合肥及其制备方法》（公开号：CN112409071A）按重量百分比计，矿物源黄腐酸 0.5%。矿物源黄腐酸钾生产企业建议，黄腐酸钾在肥料中添加量为：尿素添加 3-4 公斤/吨；复合肥添加 4-8 公斤/吨；水溶肥添加按含量不同添加 20-80 公斤/吨；高端有机肥高端生物菌肥添加 30-100 公斤/吨。

## （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. 以现有矿物源黄腐酸大量元素水溶肥生产为基础，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 18382 肥料标识内容和要求
- GB/T191 包装储运图示标志
- GB/T19524.1 肥料中粪大肠菌群的测定
- GB/T19524.2 肥料中蛔虫卵死亡率的测定
- GB 38400 肥料中有毒有害物质的限量要求
- GB/T 6679 固体化工产品采样通则
- GB/T 6680 液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 8576 复混肥料中游离水含量测定 真空烘箱法
- GB/T 8569 固体化学肥料包装
- HG/T 5334 黄腐酸钾

NY/T 1107 大量元素水溶肥料  
NY/T 1108 液体肥料 包装技术要求  
NY/T 1110 水溶肥料 汞砷镉铅铬的限量要求  
NY/T 1117 水溶肥料 钙、镁、硫、氯含量的测定  
NY/T 1971 水溶肥料 腐植酸含量的测定  
NY/T 1972 水溶肥料 钠、硒、硅含量的测定  
NY/T 1973 水溶肥料 水不溶物和 pH 的测定  
NY/T 1974 水溶肥料 铜、铁、锰、锌、硼、钼含量的测定  
NY/T 1977 水溶肥料 总氮、磷、钾含量的测定  
NY/T 1978 肥料 汞、砷、铅、镉、铬含量的测定  
NY/T 1979 肥料和土壤调理剂 标签及标明值判定要求  
NY/T 2670 尿素硝酸铵溶液及使用规程  
NY/T 3036 肥料和土壤调理剂 水分含量、粒度、细度的测定  
NY/T 887 液体肥料 密度的测定

《定量包装商品计量监督管理办法》

本标准参考文献:

[1] 李仲谨, 李铭杰, 王海峰, 等. 腐植酸类物质应用研究进展 [J]. 化学研究 2009, 20(04):105-109.

[2] J. Lehmann, M. Kleber. The contentious nature of soil organic matter [J]. Nature. 2015, 528(7580): 60-68.

[3] 贺婧, 颜丽, 杨凯, 等. 不同来源腐殖酸的组成和性质的研究 [J]. 土壤通报, 2003, 34(4):343-345.

[4] 施和平, 吴瑞凤, 张静茹, 等. 包头尾矿库区不同分子量和种类腐殖酸的提取及表征 [J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10):451-454.

[5] Martina, Klučáková. Conductometric study of the dissociation behavior of humic and fulvic acids [J]. Reactive & Functional Polymers, 2018, 128: 24-28.

[6] 卢林纲. 黄腐酸及其在农业上的应用 [J]. 现代化农业, 2001 (5): 9~10.

[7] 李亚军, 巩冠群, 郑红磊, 等. 煤基黄腐酸在农业方面的应用研究 [J]. 湖北农业科学, 2015, 54 (7):1543~1546.

[8] 李志鹏, 刘浩, 于晓娜, 等. 黄腐酸对植烟土壤改良及烟叶品质的影响研究 [J]. 土壤通

报, 2016, 47 (4) : 914~920.

[9]张水勤, 袁亮, 林治安, 等. 腐植酸促进植物生长的机理研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23 (4) : 1065~1076.

[10]Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, et al. Physiological effects of humic substances on higher plants[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2002, 34: 1527 ~ 1536.

[11]El-Ghamry A M, El-Hai K M A, Ghoneem K M. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil[J]. Australian Journal of Basic Applied Sciences, 2009, 3:731 ~ 739.

[12]彭玲, 刘晓霞, 何流, 等. 不同黄腐酸用量对“红将军”苹果产量、品质和<sup>-15N-</sup> 尿素去向的影响[J]. 应用生态学报, 2018, 29 (5) : 1412~1420.

[13]侯晓娜, 王旭. 黄腐酸和聚天冬氨酸对油菜氮素吸收及氮肥去向的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2014 (1) : 48~52.

[14]李泽丽, 刘之广, 张民, 等. 控释尿素配施黄腐酸对小麦产量及土壤养分供应的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2018 (4) : 959~986.

[15]韩桂莲. 矿物源黄腐酸对肥料时增效作用[N]. 山东科技报, 2016-12-05 (006) .

[16]华文. 黄腐酸提高肥料利用率 20%以上[N]. 江苏农业科技报, 2018-01-03 (005) .

[17]姚媛媛, 王晓琪, 杨越超, 等. 控释尿素与黄腐酸提高稻麦轮作系统产量和效益的协同效应[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25 (12) : 2122~2132.

[18]Xu D, Deng Y, Xi P, et al. Fulvic acid-induced disease resistance to *Botrytis cinerea* in table grapes may be mediated by regulating phenylpropanoid metabolism[J]. Food Chemistry, 2019, 286: 226~233.

[19]陈臻, 侯宝宏, 王卫雄, 等. 黄腐酸处理对苹果树腐烂病菌的抑制作用及对苹果树防御酶活性的影响[J]. 植物保护, 2016, 42 (3) : 81 ~ 86, 103.

[20]许旭旦, 诸涵素, 陈国参, 等. 黄腐酸治疗苹果树腐烂病效果的初步研究[J]. 河南科技, 1985 (5) : 7~8.

[21]肖艳, 曹一平. 黄腐酸、水杨酸浸种对冬小麦种子活力的影响[J]. 腐植酸, 2005 (1) : 23~26.

[22]李强. 黄腐酸活性肥料“萃碧春( II )”在小麦上的应用效果[J]. 安徽农业科学, 2005 (1) : 63.

[23]刘天龙,王托和,王娟,等.不同黄腐酸处理对马铃薯部分生理性状的影响[J].甘肃农业,2020(8):101~105.

[24]回振龙,李朝周,史文焯,等.黄腐酸改善连作马铃薯生长发育及抗性生理的研究[J].草业学报,2013,22(4):130~136.

[25]国家市场监督管理总局,中国国家标准化管理委员会.黄腐酸原料及肥料术语:GB/T 38072-2019[S].中国标准出版社,2019.

[26]王智.黄腐酸的化学组成、矿物源识别及活性分子研究[D].昆明理工大学,2020.

[27]魏红珍.黄腐酸钾市场现状及发展前景[J].盐科学与化工,2020,49(03):6-7+16.

[28]刘玉才,狄传胜,吕新春,等.尿基黄腐酸复合肥的生产技术研究及产品质量评价[J].腐殖酸,2020(6):56~60.

[29]刘佳欢,王倩,等.黄腐酸肥料对小麦根际土壤微生物多样性和酶活性的影响[J].植物营养与肥料学报,2019,25(10):1808~1816.

[30]张昭会,李放,朱琳,等.矿物源黄腐酸钾施用方法对大豆产量的影响[J].化肥工业,2019,46(2):65~69.

[31]郎朗,张星,李任丰,等.施用矿物源黄腐酸钾对黄瓜生长、产量及土壤的影响[J].腐殖酸,2020,2:56~59.

[32]陈亚茹,陈增敏,等.施用黄腐酸钾对打顶烤烟干物质和钾素累积的影响[J].广东农业科学,2020,47(2):68~74.

[33]李放,宋东涛,等.黄腐酸钾和黄腐酸锌对夏玉米的增产效果[J].河北农业科学,2014,18(4):64~68.

[34]任毛飞,王智豪,等.营养液添加黄腐酸钾对番茄幼苗生长的影响[J].东北农业科学,2021-04-30网络首发.

### 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 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

本标准规定了含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥的定义、要求、试验方法、检验规则以及标志、使用说明书、包装、运输和贮存。

本标准适用于以矿物源黄腐酸大量元素水溶肥料为主要成分的固体粉剂或液体。主要用于促进作物生长发育，提高农产品品质和调理土壤等。

说明：矿物源黄腐酸是以风化煤、褐煤、泥炭等矿物为原料，经化学工艺提取或制取的



既能溶于稀碱溶液，又能溶于酸和水，稀溶液成黄色或棕黄色的组分。

## (二) 指标目标

本标准为了满足顾客要求，在参考大量元素水溶肥行业标准、肥料中有毒有害物质的限量要求国家标准、含腐殖酸大量元素水溶肥、国内外生产企业的企业标准以及其他相关标准的基础上，根据国内大量元素水溶肥料的生产工艺特点，设立了大量元素含量、矿物源黄腐酸质量分数、水不溶物、缩二脲、水分、氯含量、镉、汞、砷、铅、铬、铊共 12 个技术指标项目。

表 1 含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥指标要求

项目		固体产品	液体产品
大量元素含量 <sup>a</sup>	≥	50.0%	400 g/L
矿物源黄腐酸的质量分数，%	≥	1.0%	10g/L
水分的质量分数 <sup>b</sup> ，%	≤	3.0%	/
水不溶物的质量分数，%	≤	1.0%	10g/L
缩二脲，%	≤	0.9%	0.9%
氯含量 <sup>c</sup>	未标“含氯”的产品	≤3.0	≤30g/L
	标识“含氯（低氯）”的产品	≤15.0	≤150g/L
	标识“含氯（中氯）”的产品	≤30.0	≤300g/L
<p>a 大量元素含量指总 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量之和，产品应至少包含其中 2 种大量元素，单一大量元素含量不低于 4.0%或 40g/L，各单一大量元素测定值与标明值负偏差的绝对值应不大于 1.5%或 15g/L。</p> <p>b 水分含量以出厂检验为准。</p> <p>c 氯离子含量大于 30.0%或 300g/L 的产品，在包装袋上标明“含氯（高氯）”，标识“含氯（高氯）”的产品，氯离子含量可不作检验和判定。</p>			

表 2 含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥有毒有害物质限量指标要求

项目		固体产品	液体产品
有害元素	汞 (Hg) 含量, mg/kg ≤	2	2
	砷 (As) 含量, mg/kg ≤	10	10
	镉 (Cd) 含量, mg/kg ≤	3	3
	铅 (Pb) 含量, mg/kg ≤	50	50

铬(Cr) 含量, mg/kg	≤	50	50
铊(Tl) 含量, mg/kg	≤	2.5	2.5
蛔虫卵死亡率	≥	95%	95%
粪大肠菌群数	≤	100 个/克	100 个/ml

### (三) 指标参数的确定

#### 1、基础含量

大量元素含量、水不溶物、缩二脲、水分、氯含量及技术指标参考了 NY/T 1107-2020 《大量元素水溶肥》、NY 1106-2010 《含腐植酸水溶肥料》设定要求。含矿物源黄腐酸磷大量元素水溶肥应符合 NY/T 1107-2020 的相关要求。

#### 2、矿物源黄腐酸含量

矿物源黄腐酸含量参考了 NY 1106-2010 《含腐植酸水溶肥料》设定要求，结合了含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥化验结果、黄腐酸梯度添加试验，设定矿物源黄腐酸含量 $\geq 1\%$ （固体产品）；矿物源黄腐酸含量 $\geq 10\text{g/L}$ （液体产品）。

#### 3、有毒有害物质

参考 GB 38400 《肥料中有毒有害物质的限量要求》，NY/T 1110 水溶肥料 汞砷镉铅铬的限量要求，增加了含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥中镉、汞、砷、铅、铬、铊的限量要求。

### (一) 矿物源黄腐酸钾原料筛选

在农业生产中，黄腐酸一般以黄腐酸钾的形式应用，矿物源黄腐酸原料与氢氧化钾或碳酸钾反应制成的产品是矿物源黄腐酸钾。2019-2021 年间，通过市场调研、厂家合作、展会收集等途径收集矿物源黄腐酸钾 11 种，并对黄腐酸含量和抗硬水性进行评价（见表 2），市售产品腐殖酸、黄腐酸含量差异大，最终选择黄腐酸含量高、抗硬水效果好的产品，作为黄腐酸原料，制备含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥。

表 2 不同厂家黄腐酸钾评价指标

产品编号	pH	水分%	腐殖酸含量%	黄腐酸含量（干基）%
FA-1	8.25	11.93	65.19	12.59
FA-2	10.3	10.18	67.68	58.57
FA-3	9.31	12.13	67.97	35.62

FA-4	6.77	14.23	51.05	18.22
FA-5	10.40	13.7	26.12	50.67
FA-6	9.82	11.39	42.40	50.20
FA-7	9.68	7.24	43.31	48.07
FA-8	9.60	9.08	60.18	38.62
FA-9	10.84	8.89	44.02	20.09
FA-10	9.80	9.34	48.97	45.33
FA-11	10.64	10.21	24.87	54.62



图 1 不同厂家黄腐酸抗硬水 (30 DH° ) 效果

## (二) 肥料中黄腐酸含量的检测

### 1 检测方法

黄腐酸检测原理为酸沉淀分离的上清液，用重铬酸钾-浓硫酸氧化，硫酸亚铁回滴，根据测定的碳含量，换算成黄腐酸含量。虽原理相同，但检测步骤、换算方式仍有差异，并且现行黄腐酸检测多针对原料，肥料中黄腐酸含量测定只有 NY 3162（见表 3）。因此，如何准确检测出含矿物源大量元素水溶肥中黄腐酸含量尤为重要，团标编写组参考了现行黄腐酸检测方法，检测了自制含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥中黄腐酸的含量。

表 3 黄腐酸含量检测方法

序号	方法	酸沉淀方法	提取/沉淀顺序	去除金属离子	换算方法
1	GB34765 矿物源黄腐酸含量的测定	2mol H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 调 pH 为 1	先水浴提取再酸沉淀	磷酸三钠去除金属离子去除氯离子影响	以碳含量表示
2	HG5334 黄腐酸钾	4mol 1/2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 调 pH 为 1	先水浴提取再酸沉淀	磷酸三钠去除金属离子	黄腐酸碳系数 0.5 换算
3	HG3276 腐殖酸铵	硫酸溶液 pH 2.5 沉淀	水浴提取再酸沉淀	无	黄腐酸碳系数 0.5
4	NY3162 肥料中黄腐酸含量的测定	0.204mol 1/2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 70mL	无提取, 酸化后氧化	无	黄腐酸碳系数换算 0.51
5	新洋丰企业标准	调节 pH 为 1	先酸沉淀再水浴提取	无	换算碳系数, 换算干基
6	临沂检测中心	100mL0.05mol 硫酸溶液	提取转移过程中全程用硫酸溶液, 用沉淀剂沉淀黄腐酸	无	氧化校正系数和换算有机质
7	施可丰企业标准	调节 pH 为 1	先酸沉淀再水浴提取	无	氧化校正系数和换算有机质; 含尿素的乘以沉淀系数

## 2 检测结果

(1) 原料中黄腐酸含量检测结果:

选取 FA-2、FA-5、FA-11 3 家黄腐酸钾, 按照现有黄腐酸检测方法, 检测原料中黄腐酸的含量, 测试值与理论值做对照分析。结果: 方法 6 检测与换算方法与其它方法有区别, 方法 1-5、7 原理相同, 操作步骤各有差异, 方法 4、5 会导致产品 FA-2 检测值偏低(见表 4)。肥料中黄腐酸测试值低于理论值, 可能原因: 1) 方法不适用低含量黄腐酸测定; 2) 肥料强大的缓冲性能对调节 pH=1 有影响。综合考虑, 建议以 HG 5334 为参考, 改进方法, 保证原料端与应用端一致。

表 4 不同方法检测矿物源黄腐酸含量

产品	黄腐酸(干基)含量%						
	方法 1 GB 34765 括弧内为碳含量	方法 2 HG 5334	方法 3 HG 3276	方法 4 NY 3162	方法 5 新洋丰 企标	方法 6 检测中心 以自然基计算	方法 7 施可丰 企标
黄腐酸 FA-2	48.26(21.68)	47.03	51.47	26.85	34.84	67.83	49.6
黄腐酸 FA-5	45.89(19.80)	48.89	48.62	42.33	46.22	58.10	47.2

黄腐酸 FA-11	51.35 (23.06)	42.92	50.43	40.72	45.11	68.94	45.1
--------------	---------------	-------	-------	-------	-------	-------	------

### (2) 产品中黄腐酸指标检测

利用现行黄腐酸钾 HG5334 和施可丰企业标准检测含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥(黄腐酸含量 1%) 产品中黄腐酸含量, 对实测值和理论值进行对比分析。因成品中含有尿素, 利用现行黄腐酸钾 HG5334 实测值与理论值之间偏离太大; 企业标准实测值与理论值相对误差较小。含尿素的试样, 因最终黄腐酸的计算公式参照 NY/T1971-2010 水溶肥料 腐植酸含量的测定, 如未将黄腐酸与尿素预分离, 在最后黄腐酸的氧化过程尿素中碳含量混入, 将导致结果偏高。

**表 5 不同方法检测大量元素水溶肥中矿物源黄腐酸含量**

生产厂家	理论值	实测值 (%)	实测值 (%)	备注
SD-FA	1%	18.5	黄腐酸钾检测标准 (HG5334)	无离心
SD-FA	1%	1.1	施可丰企业标准 (原)	离心

### (3) 产品中黄腐酸指标检测方法创新验证

选取不同厂家的矿物源黄腐酸钾, 按照质量比配制不同浓度的含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥(20-20-20), 在原有企业标准基础上, 通过设计不同变量进行检测方法, 即最后在离心分离出的黄腐酸沉淀的测定中, 分别做了加入 10ml、15ml 两种不同量的硫酸, 同时做了沸腾水浴 30、45、60 分钟三个处理, 测定时选取的时间为配制后 1 天、3 天和 7 天, 先后检测数据 200 余组。通过表 6-8 的实测数据与理论值比较, 相同硫酸加入量条件下, 随着处理时间的增加, 不同存放期产品中黄腐酸的实测数据大部分偏高, 逐步接近理论值; 相同处理时间条件下, 硫酸加入量 15ml 的实测值均高于硫酸加入量 10ml 实测值, 更接近理论值; 不同原料来源基本呈现以上规律。

另外, 实际操作过程中不含尿素的试样, 除称取样品量一处变化, 其他检验方法与 HG/T5334-2018 完全一致。

**表 6 不同条件大量元素水溶肥中矿物源黄腐酸含量**

原料来源	硫酸加入量 (ml)	处理时间 (min)	黄腐酸理论值	黄腐酸不同存放期实测数据 (%)		
				1d	3d	7d
ND	10	30	0.50%	0.31	0.37	0.29
		45		0.4	0.42	0.37
		60		0.38	0.4	0.35
		30	1%	0.61	0.56	0.58
		45		0.66	0.6	0.65

		60		0.69	0.63	0.8		
		30	2%	1.35	1.39	1.27		
		45		1.35	1.39	1.27		
		60		1.4	1.41	1.4		
		30	3%	2.1	2.06	2.06		
		45		2.24	2.06	2.18		
		60		2.22	2.09	2.22		
		ND	15	30	0.50%	0.65	0.65	0.64
				45		0.86	0.83	0.52
60	0.81			0.79		0.82		
30	1%			0.98	0.98	0.97		
45				1.05	1.08	1.04		
60				1.14	1.04	1.25		
30	2%			1.7	1.76	1.63		
45				1.89	1.9	1.72		
60				1.89	1.87	1.87		
30	3%			2.58	2.42	2.45		
45				2.69	2.59	2.49		
60				2.69	2.61	2.65		

表7 不同条件大量元素水溶肥中矿物源黄腐酸含量

原料来源	硫酸加入量 (ml)	处理时间 (min)	黄腐酸理论值	黄腐酸不同存放期实测数据 (%)		
				1d	3d	7d
SD	10	30	0.50%	0.26	0.27	0.37
		45		0.37	0.32	0.41
		60		0.37	0.3	0.47
		30	1%	0.67	0.59	0.58
		45		0.73	0.56	0.83
		60		0.67	0.56	0.71
		30	2%	1.5	1.34	1.16
		45		1.5	1.34	1.19
		60		1.5	1.45	1.26
		30	3%	2.4	2.22	2.11
		45		2.4	2.27	2.21
		60		2.36	2.32	2.31
SD	15	30	0.50%	0.69	0.57	0.67
		45		0.67	0.71	0.77
		60		0.74	0.7	0.78
		30	1%	0.94	0.88	0.91
		45		1.02	0.95	1.09
		60		1.06	0.93	1.15
		30	2%	1.78	1.68	1.55
		45		1.93	1.8	1.62

		60		2.01	1.85	1.69
		30	3%	2.74	2.55	2.67
		45		2.82	2.83	2.71
		60		2.93	2.88	2.71

表 8 不同条件大量元素水溶肥中矿物源黄腐酸含量

不同处理	硫酸加入量 (ml)	处理时间 (min)	黄腐酸理论值	不同厂家黄腐酸实测数据	
				ZW	ST
1	10	30	0.50%	0.4	0.35
		45		0.42	0.41
		60		0.46	0.41
		30	1%	0.63	0.55
		45		0.69	0.74
		60		0.72	0.71
		30	2%	1.34	1.42
		45		1.42	1.42
		60		1.34	1.41
		30	3%	2.44	2.13
		45		2.54	2.22
		60		2.54	2.3
2	15	30	0.50%	0.66	0.62
		45		0.7	0.76
		60		0.9	0.83
		30	1%	0.91	0.9
		45		1.07	1.1
		60		1.11	1.16
		30	2%	1.68	1.75
		45		1.78	1.91
		60		2.01	1.99
		30	3%	2.88	2.64
		45		3.03	2.89
		60		3.05	2.89

(4) 产品中相关指标检测

以含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥料 20-20-20 为例，进行产品中相关指标检测。表 9 表明，矿物源黄腐酸大量元素水溶肥料 20-20-20，全氮、全磷、全钾、总养分含量、含水量、水不溶物、pH 等基础指标符合技术要求。

表 9 含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥基础技术指标数据

处理	含水量 (%)	pH (1:250)	EC (ms/cm)	水不溶物 (%)	N (%)	P (%)	K (%)	总含量 (%)
SD-FA0.5%	0.66	4.94	3.09	0	19.20	21.30	20.00	60.5
SD-FA1%	0.75	5.04	3.11	0	19.60	20.60	19.90	60.1
SD-FA2%	0.52	5.19	3.11	0	19.90	20.30	19.90	60.10
SD-FA3%	0.49	5.33	3.19	0	20.60	20.30	19.50	60.40
SX-FA0.5%	1.01	3.88	3.31	0.06	19.20	20.30	20.10	59.6
SX-FA1%	0.99	3.80	3.30	0.03	20.00	20.10	19.60	59.7
SX-FA2%	0.94	3.85	3.40	0.11	18.90	21.10	20.10	60.1
SX-FA3%	1.09	3.87	3.36	0.11	20.30	20.00	19.70	60.00

#### (5) 产品中重金属含量检测

委托临沂市质量检验检测中心对配制的不同厂家、不同梯度含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥中的重金属含量进行检测。检测结果显示,含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥中重金属元素砷、汞、铅、镉、铬、铊,检测值符合 GB 38400 中无机肥料有毒有害物质含量和 NY/T 1110 水溶肥料 汞砷镉铅铬的限量要求限值(表 10)。

表 10 含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥有毒有害物质含量 (mg/kg)

样品号	砷 As	汞 Hg	铅 Pb	镉 Cd	铬 Cr	铊 Tl
SK-FA0.5%	2	0.72	17.2	2.4	0	0
SK-FA1.0%	1.9	0.74	15.2	2.2	0.01	0
SK-FA1.5%	2.3	0.74	16.9	2.5	0.01	0
SK-FA2.0%	4.1	0.69	18.5	2.4	0.02	0
SK-FA3.0%	3	0.74	20.2	2.7	0.04	0
SX-FA0.5%	5.5	0.84	20.3	4.8	0.03	0
SX-FA1.0%	5.3	0.93	18.9	4.1	0.05	0
SX-FA1.5%	5.6	0.88	17.5	4.2	0.07	0
SX-FA2.0%	6.3	0.84	22.7	3.8	0	0
SX-FA3.0%	6	0.74	19.8	4.3	0	0
SD-FA0.5%	3.1	0.74	18.7	2.8	0.01	0
SD-FA1.0%	3.4	0.79	20.9	3.2	0	0
SD-FA1.5%	3.1	0.84	22	3	0	0
SD-FA2.0%	3.1	0.79	18.7	2.8	0.01	0
SD-FA3.0%	3.4	0.79	20.7	3.2	0.01	0



#### 四、田间效果验证

2021年6-7月间，在临沂市农科院进行了盆栽验证试验，以小青菜为供试作物，以不同含量黄腐酸的大量元素水溶肥为供试肥料，测试了收获期青菜地上鲜重、干重及叶片SPAD值。

##### (1) 材料与方法

所用三类黄腐酸分别为FA<sub>SD</sub>、FA<sub>SX</sub>和FA<sub>SK</sub>生产，添加量为7.5 g/m<sup>2</sup>，所有处理施用20-20-20水溶肥，每类黄腐酸设置4种不同含量（0.5%；1%；2%；3%）处理，并设置空白对照，重复3次。

实验在恒温气候室内进行，温度为25℃，相对湿度75%，栽培塑料盆面积为0.15 m<sup>2</sup>，小青菜在出苗3-4叶时间苗，每盆定植10株。6月30日种植，7月27日收获。

收获后测定地上鲜重和干重、植株最上叶片的SPAD值，并计算增产率。

##### (2) 结果与分析

###### 1) 不同黄腐酸对叶片SPAD值的影响

由表11可见，施用黄腐酸不同浓度处理叶片SPAD值都高于对照FA<sub>0</sub>%处理，FA<sub>SK</sub>3%处理的值最大，为40.53，其次FA<sub>SK</sub>0.5%，FA<sub>SX</sub>3%等处理。相同黄腐酸原料来源条件下，除FA<sub>SD</sub>0.5%与FA<sub>SD</sub>1%，FA<sub>SX</sub>0.5%与FA<sub>SX</sub>0.5%处理间无差异外，其他处理间均达显著水平。SPAD值越大，其叶片叶绿素含量也越多，进而光合作用和所积累的生物量也越多。该结果表明施用黄腐酸后能增加叶片叶绿素含量，促进作物的生长。

表11 不同浓度黄腐酸处理对青菜叶片SPAD值的影响

序号	处理	SPAD 值
1	水溶肥+FA0%	31.16c
2	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 0.5%	34.03b
3	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 1%	33.93b
4	水溶肥+FAFA <sub>SD</sub> 2%	33.23bc
5	水溶肥+FAFA <sub>SD</sub> 3%	36.52a
1	水溶肥+FA0%	31.16d
2	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 0.5%	35.87b
3	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 1%	35.91b
4	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 2%	33.73c
5	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 3%	37.10a
1	水溶肥+FA0%	31.16e
2	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 0.5%	38.60ab
3	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 1%	32.83d
4	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 2%	34.90c
5	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 3%	40.53a

## 2) 不同黄腐酸对青菜地上干重的影响

如表 12 可以看出, 除处理 FA<sub>SD</sub>2%外, 其余施用黄腐酸处理的地上干重都大于处理 FA0%, 并且不同浓度黄腐酸处理与空白处理间差异达显著水平。处理 FA<sub>Sx</sub>3%、FA<sub>Sk</sub>0.5%和 FA<sub>Sk</sub>3%的地上干重都大于 10 g, 大于其他黄腐酸处理, 处理 FA<sub>Sk</sub>3%最大, 为 12.54 g。该结果表明除处理 FA<sub>SD</sub>2%外, 其他不同浓度黄腐酸均能增加植株地上干重, 其中 FA<sub>Sx</sub>3%、FA<sub>Sk</sub>0.5%和 FA<sub>Sk</sub>3%三种浓度处理的效果最明显。

表 12 不同浓度黄腐酸处理对青菜地上干重的影响

序号	处理	地上干重 (g)
1	水溶肥+FA0%	6.32c
2	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 0.5%	9.41a
3	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 1%	8.79ab
4	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 2%	6.39c
5	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 3%	9.43a
1	水溶肥+FA0%	6.32e
2	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 0.5%	9.31b
3	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 1%	9.39b
4	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 2%	8.18c
5	水溶肥+FA <sub>Sx</sub> 3%	10.31a
1	水溶肥+FA0%	6.32e
2	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 0.5%	10.77b
3	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 1%	9.04c
4	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 2%	8.47d
5	水溶肥+FA <sub>Sk</sub> 3%	12.54a

### 3) 不同黄腐酸对植株鲜重和增产的影响

由表 13 可见, 除个别处理之间, 相同厂家不同浓度黄腐酸处理之间均达显著水平。其中处理 FA<sub>SD</sub>0.5%、FA<sub>SD</sub>1%、FA<sub>SX</sub>2%和 FA<sub>SK</sub>3%地上鲜重都大于 180 g, 处理 FA<sub>SD</sub>0.5%地上鲜重最大。以上四个处理的增产效果最明显, 比空白处理(未使用黄腐酸)增产幅度均达 25%以上。除 FA<sub>SD</sub>2%处理外, 其他不同浓度黄腐酸处理地上鲜重较空白处理增产幅度达 6.93-29.01%。该结果说明黄腐酸能促进青菜的生长, 增加地上鲜重。

表 13 不同浓度黄腐酸处理对植株鲜重的影响

序号	处理	地上鲜重 (g)	增产率%
1	水溶肥+FA0%	145.17de	--
2	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 0.5%	185.37a	29.01
3	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 1%	183.03ab	26.44
4	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 2%	134.92e	-14.59
5	水溶肥+FA <sub>SD</sub> 3%	161.65c	9.72
1	水溶肥+FA0%	145.17e	--
2	水溶肥+FA <sub>SX</sub> 0.5%	153.90d	6.93
3	水溶肥+FA <sub>SX</sub> 1%	170.59bc	17.07
4	水溶肥+FA <sub>SX</sub> 2%	186.67a	27.37
5	水溶肥+FA <sub>SX</sub> 3%	177.32ab	20.47
1	水溶肥+FA0%	145.17d	--
2	水溶肥+FA <sub>SK</sub> 0.5%	168.75bc	14.90
3	水溶肥+FA <sub>SK</sub> 1%	178.01ab	22.05
4	水溶肥+FA <sub>SK</sub> 2%	175.70ab	18.46
5	水溶肥+FA <sub>SK</sub> 3%	186.28a	27.51

## 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矿物源黄腐酸大量元素水溶肥标准颁布。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，促进黄腐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，矿物源黄腐酸在大量元素水溶肥上已普遍应用，但是产品质量层次不齐、没有统一规范的标准。随着含矿物源大量元素水溶肥料团体标准的制定，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、确保农户用上放心肥、真化肥。同时，参标企业将发挥各自优势，通过培养农业专业技术人员、对销售人员进行专业知识技术培训、充分发挥营销网路优势，加大产品推广宣传力度，扩大产品市场规模，增加产品的影响力和知名度。

**预期效果：**现有工作基础上，通过标准的建立，丰富产品系列，继续开展含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥的推广应用效果验证，尤其是在不同作物、不同土壤类型及土壤改良等多方面田间效果试验，发挥矿物源黄腐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。不断加大研发力度，形成系列含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥通用型或专用型产品、建立完善销售渠道。推动含矿物源黄腐酸大量元素水溶肥升级成行业标准或国家标准，更好地规范黄腐酸在水溶肥料中的生产应用和指标检测，引导水溶肥行业产品向高效、绿色、环保方向发展，在土壤修复、农作物种植、食品安全及环境保护等领域做出新贡献，形成良好的社会、环境、经济效益。

## 九、其它应说明的事项

无