

ICS 65.080  
CCS B 13

# T/CPFIA

中国磷复肥工业协会团体标准

T/CPFIA 0018—2025

## 肥料用海藻提取物生产技术规范

Seaweed extract for fertilizers production technical specifications

2025 -12 - 03 发布

2025 - 12- 03 实施

中国磷复肥工业协会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 要求 .....	3
5 生产条件 .....	4
6 通用生产流程 .....	4
7 生产技术要求 .....	4
8 过程控制 .....	5
9 包装、运输与储存及记录 .....	5
10 安全与防护 .....	6
附录 A（资料性） .....	7
附录 B（资料性） .....	8
附录 C（规范性） .....	9

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国磷复肥工业协会提出并归口。

本文件起草单位：青岛海大生物集团股份有限公司、青岛蓝宝海洋生物科技有限公司、潍坊麦卡阿吉生物科技有限公司、河南省精细化工研究院有限公司、中国科学院青岛生物能源与过程研究所。

本文件主要起草人：宋海妹、台文静、李贵正、刘小娜、公衍军、张晓峰、王建辉、李松伟、苏航、李福利。

本文件为首次制定。

# 肥料用海藻提取物生产技术规范

## 1 范围

本文件规定了肥料用海藻提取物生产的原辅料要求、生产环境与设备、通用生产流程、过程控制、包装、运输、贮存要求及安全与防护等生产环节。

本文件适用于以褐藻、绿藻、红藻等海洋藻类为原料的肥料用海藻提取物液体或固体制剂生产。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191 包装储运图示标志
- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 8569 固体化学肥料包装
- GB/T 23349 肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定
- HJ 1088 排污单位自行监测技术指南 磷肥、钾肥、复混肥料、有机肥料和微生物肥料
- JJF 1070 定量包装商品净含量计量检验规则
- NY/T 1108 液体肥料 包装技术要求
- NY/T 1973 水溶肥料 水不溶物含量和pH的测定
- SN/T 4260 出口植物源食品中粗多糖的测定 苯酚-硫酸法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 肥料用海藻提取物 Seaweed extract for fertilizer

以褐藻、绿藻、红藻等海洋藻类为原料，经提取、分离、浓缩和/或干燥等工艺组合制备而成的提取物。其主要成分为海藻多糖，根据所用藻种不同，通常还含有甘露醇、甜菜碱、海藻多酚、蛋白和氨基酸等其他水溶性活性成分。

肥料用海藻提取物的生产原料包括但不限于褐藻中的海带、泡叶藻、巨藻、马尾藻，绿藻中的浒苔、石莼，红藻中的江蓠、麒麟菜。

### 3.2

#### 生物酶解 Enzymatic Hydrolysis

在适宜的温度和pH值条件下，利用特定的生物酶将肥料用海藻降解为小分子可溶性物质的生化反应过程。

### 3.3

#### 化学水解 Chemical Hydrolysis

在加热条件下，利用酸或碱将肥料用海藻降解为小分子物质的化学反应过程。

## 4 要求

### 4.1 原料

应符合表1的规定。

表 1 原料要求

项目	要求
来源种类	褐藻、绿藻、红藻等海洋藻类。
感官要求	无腐烂、霉变现象。
理化指标	新鲜藻类：含水率 $\leq 90\%$ 干藻原料：水分 $\leq 25\%$
重金属限量 (干基)	砷 (As) $\leq 50$ mg/kg 铅 (Pb) $\leq 20$ mg/kg 镉 (Cd) $\leq 5$ mg/kg
贮存要求	鲜藻：应在采收后规定时间内投入处理。若需保存，应于 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或以下温度冷冻。 干藻：应贮存于阴凉、干燥、通风的仓库中。
备注	重金属指标的检测按 GB/T 23349 的规定执行。

## 4.2 辅料

4.2.1 酶解工艺可选择纤维素酶、半纤维素酶、褐藻胶裂合酶、果胶酶、木质素酶、糖苷酶、蛋白酶。

4.2.2 水解工艺可选择硫酸、有机酸、氢氧化钾、碳酸钾、碳酸氢钾。

4.2.3 生产用水应符合 GB 5749 的要求。

## 5 生产条件

### 5.1 生产环境

5.1.1 生产厂区不应建立在城市和城镇居民区、生活饮用水源保护区、风景名胜区、自然保护区，以及国家或地方法律、法规要求需要特殊保护的区域。

5.1.2 功能区域包括：原料区、生产区（预处理、提取、分离、浓缩、干燥）、成品储放区。各区域隔离分区，防止交叉污染；原材料存放区应防火、防雨、防水、防潮；成品存放区应干燥、通风、防晒、防破裂、防雨淋。

5.1.3 生产企业在生产运行期间，应依据 HJ 1088 中有机肥料相关内容对在生产运行阶段排放的水、气污染物，噪声以及对其周边环境质量影响开展自行监测并达到技术要求。

### 5.2 生产设备

配备海藻提取所需的粉碎机、反应釜、离心机、过滤机、浓缩器、干燥设备、包装机等设施设备。

## 6 通用生产流程

肥料用海藻提取物的生产主要包括生物酶解法、化学水解法，以及生物酶-化学水解法结合工艺等。通用生产流程图见附录A。

## 7 生产技术要求

### 7.1 原料前（预）处理

原料应采用褐藻、绿藻、红藻等海洋藻类，去除可见杂质，干原料应粉碎后加入适量的水浸泡，鲜料应适当加水磨浆处理。

### 7.2 生物酶解

原料经前处理后注入酶解罐，加入体积0.5~20倍的水，将其搅拌预热至  $40\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，调pH至4~10，加入总质量0.1%~1%的生物酶， $40\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 搅拌酶解3~12 h。至提取液中海藻多糖组分的重均分子量 $\leq 5000$  Da。升温至  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  保温10 min灭酶活。

### 7.3 化学水解

原料经前处理后注入水解罐，加入体积0.5~20倍的水，将其搅拌预热至60~90℃，加入不超过总质量5%的酸或碱，60~90℃搅拌水解3~12 h。至提取液中海藻多糖组分的重均分子量≤5000 Da。调节pH至4~10。

#### 7.4 分离

固液分离：提取结束后，应及时过滤和/或离心，实现海藻提取液与藻渣的分离，离心：转速（3000~8000 rpm）、时间（10~20 min）；过滤：滤网孔径（50~100目）、压差（0.1~0.3 MPa）。提取液的液相收率≥90%，固相残渣含水量≤70%，水不溶物含量应低于0.5%。

膜分离：超滤膜截留分子量（5000~10000 Da）、跨膜压差（0.2~0.5 MPa）。

#### 7.5 浓缩

真空浓缩：温度（50~80℃）、真空度（-0.08~-0.09 MPa）  
建议浓缩至固形物含量10%~30%。

#### 7.6 干燥

可采用喷雾干燥、滚筒干燥、真空干燥等方法。喷雾干燥进风温度180~230℃，出风温度90~110℃；滚筒干燥压力0.2~6 MPa，温度120~150℃；真空干燥不超过80℃，真空度0.05~0.2 MPa；干燥后最终固体产品的水分含量应低于5%。

### 8 过程控制

生产过程中应严格执行过程控制，明确关键质量控制点，以及各控制点的监测参数、限值标准及取样方法，建立过程异常预警机制及纠偏措施。

#### 8.1 关键控制点的监控可参照下表执行：

表 2 关键控制点监控参照表

工序	关键参数	异常现象→调整措施
原料预处理	1、原料新鲜度、无腐败变质 2、粒径均匀度	1、原料腐败→更换原料，加强冷链监控 2、破碎粒度不均→检查、调整设备参数，重新预处理原料
生物酶解/化学水解	1、酶解条件：料液比、pH、温度、酶添加量和水解时间控制 2、终点判定：粘度、水解度、分子量	1、水解度不足/分子量偏高→补加新鲜酶液、调节 pH/温度/水解时间 2、水解液异味→添加抑菌剂、提前终止反应 3、泡沫过多→添加消泡剂、降低搅拌速度
分离	1、得率控制：液相收率≥90%，固相残渣含水量≤70% 2、澄清度：水不溶物≤0.5%	1、滤液浑浊→更换滤布/滤网、提高转速 2、收率过低→延长分离时间、添加助滤剂（如硅藻土） 3、堵塞→预涂助滤层、稀释物料
浓缩	终点判定：固形物含量≥10%或体积浓缩比 3-5 倍	浓缩效率低→检查密封性、清洗膜组件
干燥	1、水分控制：成品水分≤5% 2、得率与品质：粉末流动性、溶解性、色泽均匀	1、粘壁、结块→降低进料速率、提高进风温度 2、溶解度下降→降低喷雾干燥温度

8.2 海藻多糖分子量的测定按照附录 C 的规定执行。

8.3 水不溶物和 pH 的测定按照 NY/T 1973 的规定执行。

### 9 包装、运输与贮存及记录要求

9.1 固体包装产品按 GB/T 8569 的规定执行,液体产品包装按 NY/T 1108 的规定执行。净含量按 JJF 1070 的规定执行。

9.2 产品贮存应在阴凉、通风、干燥的库房内;堆码高度限制:固体产品 $\leq 8$ 层,液体产品 $\leq 3$ 层;运输过程中应防潮、防晒、防破裂;警示说明按 GB/T 191 的规定执行。

9.3 每批产品的检验结果及汇总的产品质量报告应存档记录,建立每批产品应用档案,跟踪记录产品应用情况。

## 10 安全与防护

### 10.1 工艺安全

酸水解工序应配置防腐蚀通风系统;高温设备设置双重温控保护。

### 10.2 职业防护

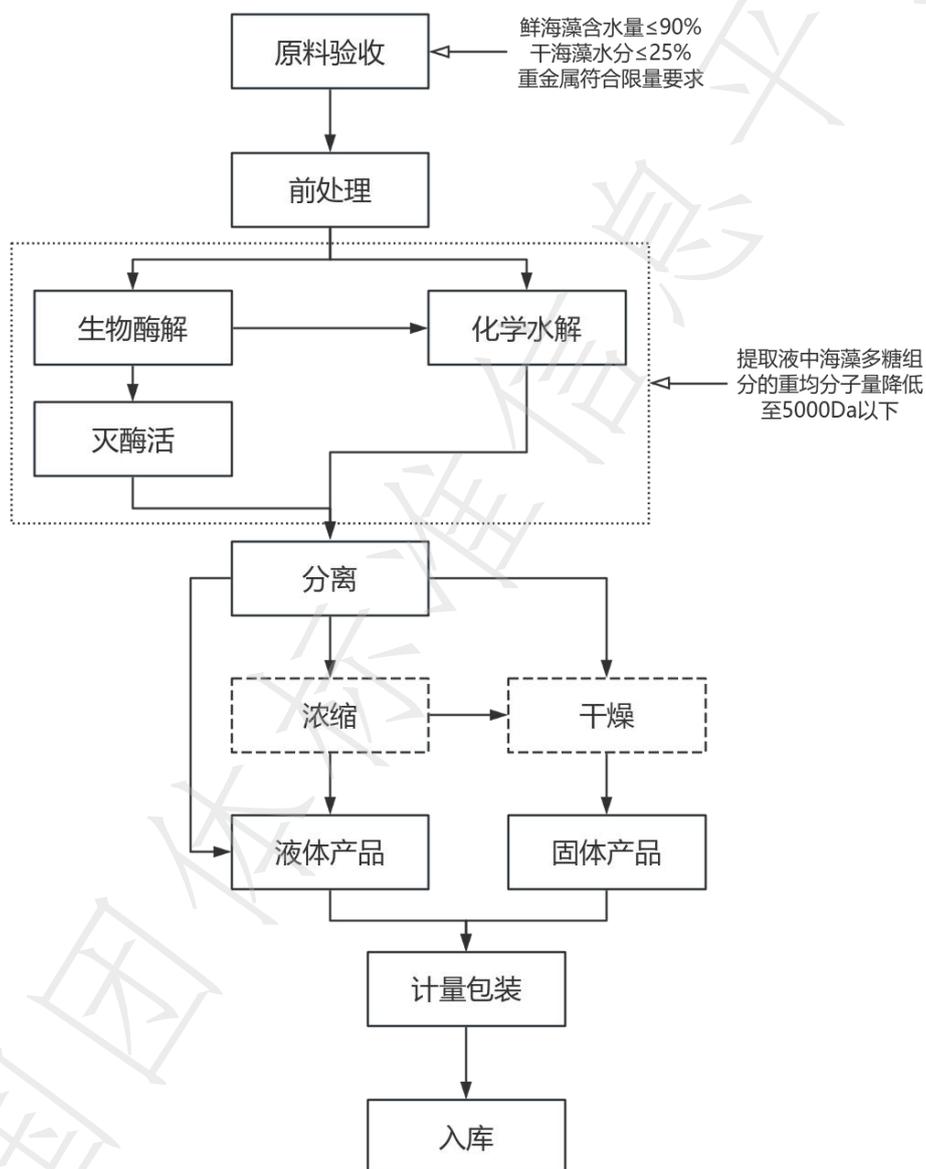
接触酸碱岗位应配备防护面罩;噪声作业区应配耳塞。

## 附录 A

(资料性)

## 肥料用海藻提取物通用生产流程

肥料用海藻提取物通用生产流程见图 A.1。



注：□代表必要工序，□代表可选工序

图 A.1 肥料用海藻提取物通用生产流程图

## 附录 B

(资料性)

## 酶解工艺指导性参数

## B.1 酶解工艺指导性参数

本标准推荐采用复合酶解工艺,通过酶的协同作用高效破坏海藻细胞壁。以下参数为基于行业实践的经验范围,实际生产可根据原料品种、设备条件和产品规格在此范围内进行调整。

表 B.1 酶解工艺指导性参数范围

工艺环节	核心参数	指导性范围或要求	说明
原料预处理	粉碎粒度	≤ 5 mm	增大接触面积,提高酶解效率。
酶解反应	酶制剂类型	纤维素酶、褐藻胶裂解酶、果胶酶等中的两种或以上复配	根据目标藻类细胞壁结构选择酶种类。
	加酶量	0.5%~2.0% (占原料干重)	根据酶活力和原料特性调整。
	温度	45~60 °C	在所用酶制剂的最适温度范围内选择。
	pH 值	4.5~7.0	用酸或碱调节至所用酶制剂的最适 pH 范围。
	料液比 (w/v)	1:8~1:15	保证反应体系流动性,利于传质。
	时间	4~10 h	可通过终点判定指标确定具体时间。
反应终止	灭活	升温至 85~95 °C, 保温 10~15 min	使酶永久失活,终止反应。

## B.2 酶解终点判定

当重均分子量≤5000 Da,或粘度下降率≥80% (旋转粘度计测定, 25 °C) 即为酶解终点。

## B.3 不同干燥方式参数对照

表 B.2 干燥工艺对多糖保留率的影响

干燥方式	温度控制(°C)	水分残留(%)	多糖保留率(%)	适用性说明
喷雾干燥	进风 180±5/出风 90±2	≤4.5	≥85	适用于大规模连续生产
真空干燥	60±2 (真空度 0.09 MPa)	≤3.0	≥92	适用于热敏感物料

注: 多糖含量测定采按照 SN/T 4260 规定的苯酚-硫酸法进行。

## 附 录 C

(规范性)

## 海藻多糖重均分子质量

## C.1 原理

以不同重均分子质量的葡聚糖标准品作为对照,采用凝胶色谱法(GPC)测定海藻多糖的重均分子质量。

## C.2 试剂

所用试剂除另有说明外,均为分析纯试剂。

C.2.1 水为GB/T 6682中规定的三级水。

C.2.2 葡聚糖标准品,重均分子质量(Mw)分别为180 Da、342 Da、504 Da、5000 Da、10000 Da;

C.2.3 硫酸钠。

C.2.4 硫酸钠溶液:  $\rho(\text{Na}_2\text{SO}_4)=0.05 \text{ mol/L}$ 。称取7.10 g无水硫酸钠,加0.02%叠氮化钠水溶液定容至1 L;混匀后过0.22  $\mu\text{m}$ 滤膜,备用。

C.2.5 葡聚糖标准溶液:精密称取50 mg葡聚糖标准品,用0.05 mol/L硫酸钠溶液定容至10 mL,用0.22  $\mu\text{m}$ 滤膜过滤,即为5 mg/mL的对照品溶液。

## C.3 仪器

C.3.1 高效液相色谱仪,配有示差折光检测器

C.3.2 分析天平,感量0.1 mg。

C.3.3 实验室其他通用玻璃器具。

## C.4 测定步骤

## C.4.1 试样的配制

称取500 mg待测样品,0.05 mol/L硫酸钠溶液定容至50 mL,用0.45  $\mu\text{m}$ 滤膜过滤,即为10 mg/mL的待测样品溶液。

## C.4.2 色谱条件

线性范围100-10000 Da的凝胶色谱柱(8.0 mm $\times$ 300 mm),或其他适宜的色谱柱;

流动相:0.05 mol/L硫酸钠溶液(C.2.4);

流速:0.5 mL/min;

柱温:35  $^{\circ}\text{C}$ ;

进样量:20  $\mu\text{L}$ ;

检测器:示差折光检测器(35  $^{\circ}\text{C}$ )

## C.4.3 分析步骤

按照C.4.2所述色谱条件,将葡聚糖标准品溶液依次进样分析,采集保留时间,以对照品重均分子质量的对数值( $\lg M_w$ )及相应保留时间制得标准曲线的线性回归方程。

按照C.4.2所述色谱条件,将待测样品溶液进样分析,采集保留时间。

## C.5 计算结果

海藻多糖重均分子质量按照C.1式计算:

$$M_w = 10^a \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

M<sub>w</sub>——试样的重均分子质量,单位为道尔顿(Da);

a——葡聚糖标准曲线算得的重均分子质量对数值。

## C.6 重复性

实验结果以平行测定结果的算术平均值为准。在重复性条件下获得的两次独立测定结果的绝对差值不大于算术平均值的5%,否则重新测量。

---

全国团体标准信息平台