

ICS  
CCS

T/CPFIA

中国磷复肥工业协会团体标准

T/CPFIA XXXX-2025

## 肥料用海藻提取物生产技术规范

Seaweed extract for fertilizers production technical specifications

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

(注：征求意见时必须保留这句话。)

2025 -XX-XX 发布

2025 -XX-XX 实施

中国磷复肥工业协会 发布



## 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。

本标准主要起草单位：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

本标准主要起草人：

# 肥料用海藻提取物 生产技术规范

## 1 范围

本文件适用于以海洋大型藻类为主要原料的肥料用海藻提取物液体或固体制剂生产，规定了原辅料要求、生产环境条件、通用生产流程等关键生产环节。

## 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 190 危险货物包装标志

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 23349 肥料中砷、镉、铬、铅、汞含量的测定

GB/T 8569 固体化学肥料包装

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

NY/T 1976 水溶肥料 有机质含量的测定

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 海藻提取物 Seaweed extract

海藻提取物是由海洋藻类如红藻、褐藻、绿藻经提取、分离、浓缩和/或干燥等工艺制备而成的以海藻多糖（如褐藻酸、鼠李聚糖、卡拉胶）、甜菜碱、甘露醇和海藻多酚为主要活性成分的粗提取物。

### 3.2 褐藻 Brown algae

生长在海中的褐藻门（Phaeophyceae）藻类，包括但不限于海带、泡叶藻、巨藻、马尾藻等。

### 3.3 绿藻 Green algae

生长在海中的绿藻门（Chlorophyta）藻类，包括但不限于浒苔、石莼等。

### 3.4 红藻 Red algae

生长在海中的红藻门（Rhodophyta）藻类，包括但不限于角叉菜、麒麟菜、江蓠等。

## 4 要求

### 4.1 原料

4.1.1 包括红藻门、褐藻门、绿藻门海藻在内的海洋大型藻类。

4.1.2 原料质量要求：应清洁、无外来杂质，无腐烂变质现象。新鲜藻类含水率 $\leq 90\%$ ，干藻原料水分 $\leq 15\%$ 。重金属限量（干基）： $As \leq 20\text{mg/kg}$ ， $Pb \leq 10\text{mg/kg}$ ， $Cd \leq 2\text{mg/kg}$ 。

（注：重金属的检测按 GB/T 23349-2020 的规定执行。）

4.1.3 原料贮存要求：鲜藻应在采收后 24 小时内处理或 $-20^{\circ}\text{C}$ 冷冻保存；干藻贮存湿度应 $\leq 65\%$ 。

### 4.2 辅料

4.2.1 应根据酶解工艺选择纤维素酶、半纤维素酶、褐藻胶裂解酶、糖苷酶。

4.2.2 应根据水解工艺选择硫酸、有机酸、氢氧化钾、碳酸钾。

4.2.3 加工用水宜使用自来水，可根据生产需求适当过滤、脱氯。

## 5 生产条件

5.1 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。

5.2 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。

5.3 生产企业在生产运行期间，应依据 HJ 1088 相关内容对其水、气污染物，噪声及对周边环境质量进行监测并达到相关技术要求。

5.4 应配备肥料生产所需的粉碎机、反应釜、离心机、包装机等设施设备。

5.5 应配备有上岗证的仪器操作人员和检验人员。

## 6 通用生产流程

肥料用海藻提取物的通用生产流程见附录 A。

## 7 生产要求

### 7.1 原料前处理

原料应采用红藻、褐藻、绿藻或蓝藻等海洋大型藻类，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 酶解（可选）

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°C~60°C,调 pH 至 4~10,加入质量 0.1%~1%的生物酶,40°C~60°C搅拌酶解 3 h~12 h。至提取液中相对分子量 $\leq$ 2000Da 的海藻多糖组分 $\geq$ 60%。升温至 80°C保温 10min 灭酶活。

### 7.3 水解（可选）

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°C~90°C,加入质量不超过 5%的酸或碱,60°C~90°C搅拌水解 3 h~12 h。至提取液中相对分子量 $\leq$ 2000Da 的海藻多糖组分 $\geq$ 60%。调节 pH 至 4~10。

### 7.4 固液分离

酶解和（或）水解结束后,应及时过滤和/或离心,实现海藻提取液与藻渣的分离,提取液的水不溶物含量应低于 0.5%。

### 7.5 浓缩（可选）

建议浓缩至固形物含量 10%-30%。

### 7.6 干燥（可选）

可采用喷雾干燥、热风干燥、冷冻干燥等方法。喷雾干燥进风温度 180°C-230°C,出峰温度 90°C-110°C;热风干燥不超过 80°C。干燥后最终固体产品的水分含量应低于 5%。

## 8 中间检测

8.1 应及时对生产过程中的海藻多糖、分子量分布、有机质、水不溶物和 pH 等参数进行检测。

8.2 海藻多糖含量的检测参照附录 C 的规定执行。

8.3 海藻多糖分子量的检测参照附录 D 的规定执行。

8.4 有机质的检测参照 NY/T 1976 的规定执行。

8.5 水不溶物和 pH 的检测参照 NY/T 1973 的规定执行。

## 9 包装、运输与贮存

### 9.1 包装

固体包装产品参照 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 贮存与运输

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，液体产品运输温度应保持 5-30℃；警示说明按 GB 190 和 GB/T 191 的规定执行。

## **10 安全与环保**

### **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 废弃物处理**

藻渣处理：含水率 $\leq 60\%$ 方可外运；废水排放：COD $\leq 500\text{mg/L}$ ，pH 6-9。

### **10.3 职业防护**

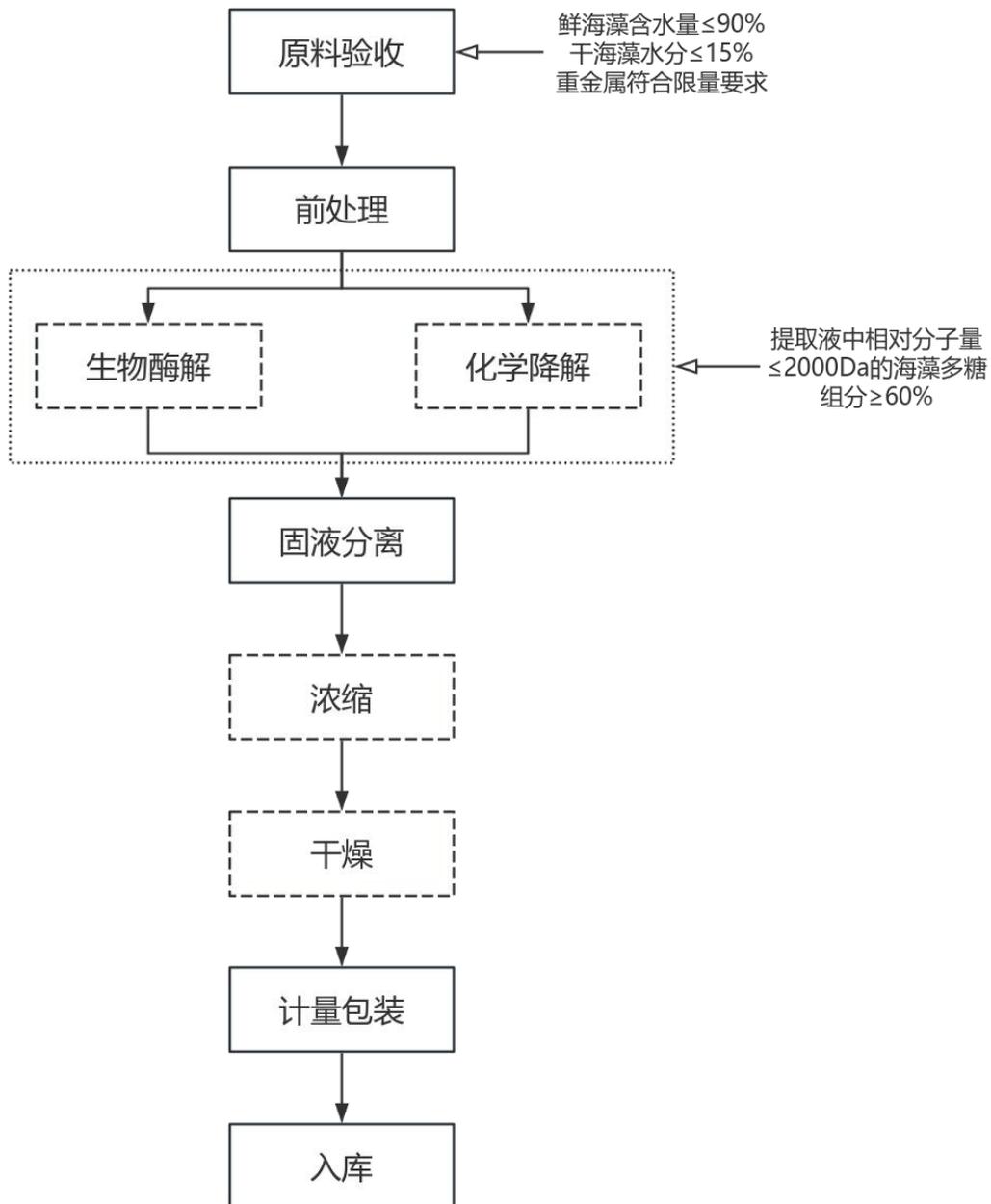
接触酸碱岗位应配备防护面罩；噪声作业区应配备耳塞。

## 附录 A

(资料性)

## 肥料用海藻提取物通用生产流程

A.1 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)**  
**典型生产工艺参数示例**

**B.1 肥料用海藻提取物酶解生产典型工艺参数**

表 B.1 不同藻类酶解工艺优化参数

藻种	推荐酶组合	酶活力要求	温度 (°C)	pH	料液比	时间 (h)	得率 (%)
褐藻	纤维素酶+褐藻胶裂解酶	≥5000U/g+ ≥3000U/g	45-55	5.5-6.5	1:8-1:12	6-10	≥65
红藻	木聚糖酶+卡拉胶酶	≥4000U/g+ ≥2000U/g	50-60	6.0-7.0	1:6-1:10	5-8	≥58
绿藻	纤维素酶+果胶酶	≥4500U/g+ ≥3500U/g	40-50	4.5-5.5	1:5-1:8	4-6	≥62

注 1：酶组合添加比例为纤维素酶:褐藻胶裂解酶=3:1 (w/w)，木聚糖酶:卡拉胶酶=2:1 (w/w)，纤维素酶:果胶酶=3:1 (w/w)。

注 2：得率指海藻多糖提取率，按苯酚-硫酸法测定。

**B.2 关键控制点说明****B.2.1 酶解终点判定**

当相对分子量≤2000Da 的海藻多糖≥60%，或粘度下降率≥80%（旋转粘度计测定，25°C）即为酶解终点。

**B.2.2 工艺调整建议**

高盐藻类处理（如马尾藻）：增加 1% EDTA 预处理（去除离子干扰），酶解温度提高 2-3°C。

低活性原料：补加 0.1% 中性蛋白酶（提升细胞壁破壁效率）。

**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(%)
喷雾干燥	进风 180±5/出风 90±2	≤4.5	≥85
真空干燥	60±2 (真空度 0.09MPa)	≤3.0	≥92
冷冻干燥	-45°C升华/25°C解析	≤2.0	≥95

#### B.4 异常情况处理

问题现象	可能原因	解决方案
得率低于 50%	酶失活或 pH 失控	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 检测酶活力</li> <li>2. 校准 pH 计</li> </ol>
产物褐变严重	美拉德反应	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 控制温度≤55°C</li> <li>2. 添加 0.5%亚硫酸氢钠</li> </ol>

## 附录 C

### (规范性)

### 海藻多糖的检测

#### C.1 原理

海藻多糖在酸性条件下水解，水解产物在硫酸的作用下，迅速脱水生成糠醛衍生物，并与苯酚反应生成橙黄色溶液，反应产物在490 nm处比色测定，标准曲线法定量。

#### 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** 浓硫酸。

**C.2.3** 苯酚。

**C.2.4** 葡萄糖：纯度 $\geq 98\%$ 。

**C.2.5** 50 g/L苯酚溶液：称取5 g苯酚，用水溶解并定容至100 mL棕色容量瓶中，摇匀，置于4°C冰箱中避光贮存。

**C.2.6** 0.1 mg/mL葡萄糖标准储备溶液：称取葡萄糖0.01 g（精确至0.0001 g），用水溶解并定容至100 mL容量瓶中，摇匀，置于4°C冰箱中避光保存。

#### C.3 仪器

**C.3.1** 分光光度计。

**C.3.2** 分析天平：感量0.0001 g。

**C.3.3** 涡漩混合器。

#### C.4 分析步骤

##### C.4.1 标准曲线的制定

精确吸取 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mL 葡萄糖标准溶液（C.2.6），分别置于干燥试管中，用蒸馏水补至 1.0 mL。依次向试管中加入 1.0 mL 苯酚溶液（C.2.5），5.0 mL 硫酸（C.2.2，快速加入，与液面垂直，勿接触试管壁，以便充分混合），静置 10 min。涡漩振荡混匀，然后将试管放置于 30°C 水浴中反应 20 min，490 nm 处测吸光度。以葡萄糖含量为横坐标，吸光度值为纵坐标，制作标准曲线。

##### C.4.2 样品的测定

称取待测试样0.100 g于烧杯中，加200 mL水搅拌溶解，转移至250 mL容量瓶中，定容，摇匀，吸取1 mL于20 mL具塞试管中，按C.4.1步骤操作，测定吸光度。

### C.5 计算结果

样品中海藻多糖含量按照C.1式进行计算，结果保留三位有效数字：

$$X = \frac{m_1 \times V \times 10^{-6}}{m} \times 100 \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

X——样品中海藻多糖的含量，单位为百分率（%）；

$m_1$ ——从标准曲线上查得的样品溶液的含糖量，单位为微克每毫升（ $\mu\text{g/mL}$ ）；

V——样品定容的体积，单位为毫升（mL）；

m——样品的质量，单位为克（g）。

### C.6 重复性

两个平行样品检测结果的相对偏差不得大于5%。

## 附录 D

### (规范性)

### 海藻多糖相对分子质量

#### D.1 原理

以不同相对分子质量的右旋糖酐对照品作为对照，采用凝胶色谱法（GPC）测定海藻多糖的相对分子质量。

#### D.2 试剂

所用试剂除另有说明外，均为分析纯试剂。

**D.2.1** 水为GB/T 6682中规定的三级水。

**D.2.2** 右旋糖酐对照品，相对分子质量（M）分别为12000Da、80000Da、270000Da、670000Da、1100000Da；

**D.2.3** 硫酸钠。

**D.2.4** 0.05 mol/L硫酸钠溶液：称取7.10g无水硫酸钠，加0.02%叠氮化钠水溶液定容至1L；混匀后过0.22 $\mu$ m滤膜，备用。

**D.2.5** 右旋糖酐对照品溶液：精密称取50 mg右旋糖酐对照品，用0.05 mol/L硫酸钠溶液定容至10 mL，用0.22  $\mu$ m滤膜过滤，即为5 mg/mL的对照品溶液。

#### D.3 仪器

**D.3.1** 高效液相色谱仪，配有示差折光检测器

**D.3.2** Shodex OHpak SB-805HQ凝胶色谱柱（8.0 mm $\times$ 300mm），或其他适宜的色谱柱；

**D.3.2** 分析天平，精度0.01mg、0.001mg。

#### D.4 测定步骤

##### D.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  $\mu$ m滤膜过滤，即为10 mg/mL的待测样品溶液。

##### D.4.2 色谱条件

- （1）流动相：0.05mol/L硫酸钠溶液（D.2.4）；
- （2）流速：0.5 mL/min；
- （3）柱温：35 $^{\circ}$ C；
- （4）进样量：20 $\mu$ L；
- （5）检测器：示差折光检测器（35 $^{\circ}$ C）

### D.4.3 分析步骤

按照D.4.2所述色谱条件，将右旋糖酐对照品溶液依次进样分析，采集保留时间，以对照品相对分子质量的对数值（lgM）及相应保留时间制得标准曲线的线性回归方程。

按照D.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。

### D.5 计算结果

海藻多糖平均相对分子质量按照D.1式计算：

$$M_s = 10^a \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

Ms——试样的平均相对分子质量，单位为道尔顿(Da)；

a——右旋糖酐标准曲线算得的相对分子质量对数值。

### D.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。