

团 体 标 准

T/CNFAGS x—20xx

含褐藻寡糖尿素

Algal oligosaccharide urea

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国氮肥工业协会 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。

本文件由中国氮肥工业协会提出。

本文件由中国氮肥工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX、XXX。

含褐藻寡糖尿素

1 范围

本文件规定了含褐藻寡糖尿素的技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输与贮存。
本文件适用于在尿素生产过程中添加一定量的褐藻寡糖，通过尿素造粒工艺制成的含褐藻寡糖尿素。

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 2440 尿素
GB/T 2441.1 尿素的测定方法 第1部分：总氮含量
GB/T 2441.2 尿素的测定方法 第2部分：缩二脲含量 分光光度法
GB/T 2441.3 尿素的测定方法 第3部分：水分 卡尔·费休法
GB/T 2441.7 尿素的测定方法 第7部分：粒度 筛分法
GB/T 2441.9 尿素的测定方法 第9部分：亚甲基二脲含量 分光光度法
GB/T 6274 肥料和土壤调理剂 术语
GB 18382 肥料标识 内容和要求
NY/T 1115 水溶肥料水不溶物含量的测定
HG/T 2843 化肥产品 化学分析中常用标准滴定溶液、标准溶液、试剂溶液和指示剂溶液

3 术语和定义

GB/T 6274 界定的和下列术语适用于本标准。

3.1

含褐藻寡糖尿素

在尿素生产过程中添加褐藻寡糖，经造粒制成的增效肥料。

3.2

褐藻寡糖

褐藻寡糖是指从褐藻中提取的褐藻酸经降解后得到的、聚合度为 2-10 的低聚糖，具有生物活性，可通过调控植物内源生长素合成促进根系发育，提高作物对氮、磷、钾等养分的吸收效率，是含褐藻寡糖尿素中起增效作用的功能性成分。

4 技术要求

4.1 外观

计算结果表示到小数点后两位，取平行测定结果的算术平均值作为测定结果。

5.3 褐藻寡糖的测定

按附录 A 进行。

5.4 缩二脲的测定

按 GB/T 2441.2 的规定进行。

5.5 水分的测定

按 GB/T 2441.3 的规定进行。

5.6 水不溶物的测定

按 NY/T 1115 的规定进行。

5.7 亚甲基二脲的测定

按 GB/T 2441.9 的规定进行。

5.8 粒度的测定

按 GB/T 2441.7 的规定进行。

6 检验规则

按 GB/T 2440 的规定进行。

7 标识

产品包装袋上应标明总氮含量、褐藻寡糖含量、本标准号和 GB/T 2440，其他按 GB 18382 和 GB/T 2440 中标识的规定。

8 包装、运输与贮存

按 GB/T 2440 的规定进行。

附 录 A
(规范性附录)
褐藻寡糖含量的测定

A.1 原理

在沸水浴条件下,利用含四硼酸钠的硫酸溶液将待测样品中的褐藻寡糖彻底水解,生成糖醛酸。糖醛酸可与间羟联苯试剂发生反应,生成紫红色物质,在波长为 525 nm 处有吸收。在吸收值为 0~1.0 的范围内,该紫红色物质的吸收值与糖醛酸浓度呈线性关系,通过计算可得到待测样品中糖醛酸的浓度和总质量。利用糖醛酸的总质量除以待测样品的总质量,计算得出褐藻寡糖的含量。

A.2 试剂和材料

A.2.1 试剂、溶液和水

本方法中所用试剂、溶液和水,在未注明和配置方法时,均应符合 HG/T 2843 的规定。

A.2.2 半乳糖醛酸标准贮备溶液(0.1 g/L)

将 0.10 g 半乳糖醛酸用 200 mL~ 300 mL 纯净水在烧杯中溶解,再将溶解后溶液移入 1 L 容量瓶中,加纯净水至容量瓶刻度线。

A.2.3 四硼酸钠-硫酸溶液(120 mM)

将 4.576 g 十水合四硼酸钠用 50 mL~ 60 mL 浓硫酸在烧杯中溶解,再将溶解后溶液移入 100 mL 容量瓶中,加浓硫酸至容量瓶刻度线。

A.2.4 氢氧化钠溶液(0.5% w/v)

将 0.50 g 氢氧化钠用 50 mL~ 60 mL 纯净水在烧杯中溶解,再将溶解后溶液移入 100 mL 容量瓶中,加纯净水至容量瓶刻度线。

A.2.5 间羟联苯溶液(0.15% w/v)

将 0.15 g 间羟联苯用 50 mL~ 60 mL 上述氢氧化钠溶液在烧杯中溶解,再将溶解后溶液移入 100 mL 容量瓶中,加上述氢氧化钠溶液至容量瓶刻度线,置于棕色瓶中,阴暗处保存。

A.3 仪器

A.3.1 分光光度计

A.3.2 分析天平:感应量为 0.0001 g。

A.3.3 电子天平:感应量为 0.01 g

A.3.4 水浴锅

A.3.5 漩涡混合振荡器

A.3.6 离心机:转速在 10000 r/min 以上

A.4 分析步骤

A.4.1 半乳糖醛酸标准工作溶液的配制

取 10 mL 带塞试管，分别加入 0 mL，0.1 mL，0.2 mL，0.3 mL，0.4 mL 半乳糖醛酸标准溶液，利用纯净水将每个试管中溶液的总体积定容为 0.4 mL，置于漩涡混合振荡器上振荡 30 s，得到浓度分别为 0 μg/mL，25 μg/mL，50 μg/mL，75 μg/mL，100 μg/mL 的半乳糖醛酸梯度溶液。

A.4.2 标准曲线的绘制

将配置的半乳糖醛酸梯度溶液试管置于冰水浴中预冷 3 min ~ 5 min，然后在每个试管中缓慢加入 2.4 mL 四硼酸钠-硫酸溶液，加盖后置于漩涡混合振荡器上振荡 30 s。随后将试管置于沸水浴中反应 20 min，反应结束后将试管冷却至室温。在每个试管中分别加入 80 μL 间羟联苯试剂，置于漩涡混合振荡器上振荡 30 s，室温放置 10 min。利用分光光度计测量 525 nm 波长下的吸收值（ $A_{525\text{nm}}$ ）。以半乳糖醛酸的浓度为横坐标，以 $A_{525\text{nm}}$ 为纵坐标，制作标准曲线。

A.4.3 试样制备

准确称取 500 g 待测样品，用 500 mL 纯净水在烧杯中溶解，再将溶解后溶液转移到 1 L 的容量瓶中，用纯净水定容到 1 L，将定容好的溶液用离心机在 10000 r/min 的条件下离心 30 min，离心后取上部溶液备用。

A.4.4 试样测定

取 0.4 mL 离心样品溶液，加入到 10 mL 带塞试管中，置于冰水浴中预冷 3 min ~ 5 min，随后缓慢加入 2.4 mL 四硼酸钠-硫酸溶液，加盖后置于漩涡混合振荡器上振荡 30 s。随后将试管置于沸水浴中反应 20 min，反应结束后将试管冷却至室温。在每个试管中分别加入 80 μL 间羟联苯试剂，置于漩涡混合振荡器上振荡 30 s，室温放置 10 min。利用分光光度计测量待测样品的 $A_{525\text{nm}}$ 。如果测得的 $A_{525\text{nm}}$ 不在标准曲线范围内，需提高或稀释待测样品的浓度，使其测得的 $A_{525\text{nm}}$ 在标准曲线范围内。通过标准曲线，计算得出待测样品中糖醛酸的浓度。

A.4.5 结果的表述和计算

以质量百分数表示的褐藻寡糖含量按下式计算：

$$C_{AOS} = \frac{C_1 \times V}{W} \times 1.125 \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

式中：

C_{AOS} —待测样品中褐藻寡糖的含量，%；

C_1 —样品溶液中糖醛酸质量浓度，g/L；

V —样品溶液的体积，L；

W —待测样品的质量，g。

《含褐藻寡糖尿素》

编制说明

（征求意见稿）

主编单位： 武汉博润科技有限公司

2025 年 8 月

一、工作简况

（一）立项必要性和依据

化肥作为农业生产的核心投入品，在我国粮食产能提升中发挥了关键作用，但长期过量施用导致的问题日益突出：据农业农村部数据，我国化肥利用率长期维持在 35%-40% 的较低水平，不仅造成每年超千亿元的经济损失，还引发土壤酸化、水体富营养化等环境问题。2015 年农业部《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》明确提出“推进肥料产品升级，发展增值肥料”，为行业转型指明方向。

褐藻寡糖作为新型生物活性物质，其增效机理与现有海藻酸类物质存在本质差异：海藻酸主要通过改良肥料物理性状（如保水性）发挥作用，而褐藻寡糖可通过调控植物内源生长素合成（张运红，2011），显著促进根系发育，使作物对氮磷钾的吸收效率提升 20%-30%。目前含褐藻寡糖尿素累计推广超百万吨，但企业添加量差异显著（0.005%-0.1%），导致产品效果参差不齐，市场混乱。

本标准的制定不仅填补了褐藻寡糖增效肥料的标准空白，更通过统一技术指标和检测方法，为行业提供质量基准，符合工信部《关于推进化肥行业转型发展的指导意见》中“鼓励发展功能性增值肥料”的要求，对推动农业绿色发展具有重要意义。

（二）国内外相关标准情况

国内现有海藻酸类肥料标准（HG/T 5049-2016《含海藻酸尿素》、HG/T 5050-2016《海藻酸类肥料》），但其核心物质为海藻酸（高

分子多糖)，与褐藻寡糖（低聚糖，聚合度 2-20）的化学结构、增效机理完全不同，无法覆盖本产品。

辽宁省地方标准（2016 年实施）规定的褐藻寡糖含量检测“间羟联苯法”，经项目团队验证（ $RSD \leq 2.5\%$ ，回收率 95%-105%），准确性和重复性良好，可作为本标准的检测方法依据。

国际上尚无褐藻寡糖增效肥料同类标准，本标准的制定将为国际相关标准的建立提供参考。

（三）工作基础

项目核心团队从 1994 年开始，从事寡糖方面的工作，包括寡糖的功能发现、机理研究、结构分析、产业化制备以及应用推广。曾牵头制订了壳寡糖（氨基寡糖素）的行业标准以及褐藻寡糖含量检测的地方标准。

基于项目团队前期的工作基础，2018 年，我们得到了“十三五”国家重点研发计划项目的支持，课题名称为“海洋藻类来源植物免疫诱导剂产品开发（课题编号为 2018YFC0311306）”，本课题负责人赵勇也是本标准项目的负责人。在该国家项目的支持下，我们开发了多种新型的不同结构的褐藻寡糖，研究了褐藻寡糖在调节植物生长方面的构效关系，建立了褐藻寡糖含量以及聚合度的检测方法，还建立了褐藻寡糖规模化生产工艺，并建成了一条年产 300 吨褐藻寡糖的生产线，实现了褐藻寡糖的规模化生产。此外，通过我们的研究发现，褐藻寡糖可以有效诱导调控植物体内吲哚乙酸的合成与代谢，进而在吲哚乙酸的指导下，促进根系发育，促生效果显著，

同时，褐藻寡糖还可以诱导调控植物体内脱落酸的合成，特别是在干旱的条件下，能诱导提高植物的抗逆能力。

在科技成果的应用方面，近几年，我们与宜化集团、河南心连心、湖北新洋丰、湖北鄂中、贵州赤天化、湖北兴发等国内大型化肥生产企业合作，系统的研究测试了褐藻寡糖的添加工艺，以及褐藻寡糖对于尿素、复合肥、水溶肥等肥料的吸收利用率的提升效果，对于减肥增产方面的提升效果，并基于测试结果，帮助化肥生产企业开发了多种新型增效肥料产品。

（四）进度安排

筹备阶段（2024 年 9 月 - 2024 年 11 月）

完成立项后的筹备工作，包括组织项目团队，明确各成员职责；广泛收集与褐藻寡糖尿素相关的资料（如国内外研究文献、企业生产数据等）；召开工作会议，确定标准文本撰写的框架、时间节点及任务分工。

起草阶段（2024 年 12 月 - 2025 年 3 月）

依据收集的资料和确定的框架，开展标准文本及编制说明的撰写工作。撰写过程中定期组织团队内部讨论，及时解决撰写中遇到的问题，确保文本内容科学、合理，形成标准文本及编制说明初稿。

征求意见稿编制阶段（2025 年 4 月 - 2025 年 8 月）

对初稿组织 2 次内部自查与审议，重点检查文本的逻辑性、技术指标的合理性、试验方法的可行性等；针对自查意见进行逐条研究和修改完善，于 2025 年 8 月完成内部评审稿，为后续阶段工作

奠定基础，修改完善后形成征求意见稿和编制说明。

（五）项目经费预算

本项目拟申请经费 30 万元，主要用于：

- 差旅费（调研及会议差旅）
- 会议费（工作会议及专家评审会）
- 专家评审费（外部专家咨询及评审报酬）

（六）主要起草单位

武汉博润科技有限公司、中科荣耀（苏州）生物科技有限公司、华中农业大学、中国科学院过程工程研究所、河南心连心化学工业集团股份有限公司、湖北宜化集团有限责任公司、明泉集团股份有限公司、贵州赤天化股份有限公司。

（七）编写人员与分工

姓名	单位	职称	专业特长及分工
赵勇	中科荣耀（苏州）生物科技有限公司	总经理	生物化工；顶层设计与组织实施
陈路	武汉博润科技有限公司	工程师	肥料学；标准撰写与修改
吴礼树	华中农业大学	教授	肥料学；顶层规划与技术指导
杜昱光	中国科学院过程工程研究所	研究员	生物化工；检测方法技术支撑
郭景丽	河南心连心化学工业集团股份有限公司	高工	化工；生产应用数据验证
代剑	湖北宜化集团有限责任公司	高工	化工；生产应用数据验证
蔡力	明泉集团股份有限公司	高工	化工；生产应用数据验证

姓名	单位	职称	专业特长及分工
陈秋静	贵州赤天化股份有限公司	高工	化工；生产应用数据验证

武汉博润科技有限公司：褐藻寡糖制备技术研发及中试；

中科荣耀（苏州）生物科技有限公司：生物活性机理研究；

华中农业大学：肥料农学效果评价；

中国科学院过程工程研究所：检测方法建立与验证；

河南心连心、湖北宜化、明泉集团、贵州赤天化等企业：生产工艺优化及田间数据积累。

二、标准编制原则和确定标准主要内容

（一）标准的编写原则

科学性原则：本标准的制定以科学研究成果和生产实践经验为依据，充分考虑了含褐藻寡糖尿素的产品特性、生产工艺、质量控制以及农业应用效果等因素，确保标准的技术内容科学合理、先进可行。

实用性原则：标准的制定紧密结合我国含褐藻寡糖尿素的生产和应用实际，注重标准的实用性和可操作性。标准中的技术指标和试验方法易于理解和实施，能够为生产企业、检测机构、农业用户等相关方提供有效的指导。

协调性原则：本标准在制定过程中，充分考虑了与国内外相关标准的协调统一。积极参考了国内外同类产品标准的技术指标和要求，确保本标准与现行国家标准、行业标准以及其他相关标准之间相互协调、相互衔接，避免出现矛盾和冲突。

规范性原则：本标准严格按照 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》的要求进行编写，保证了标准文本的规范性、准确性和完整性。

安全性原则：产品中重金属（铅、镉、汞、砷）含量需符合 GB 38400-2019《肥料中有毒有害物质的限量要求》，保障农产品质量安全。

（二）提出本标准主要内容的依据

1. **术语和定义：**明确含褐藻寡糖尿素、褐藻寡糖等核心术语。

2. **技术指标要求：**

2.1 总氮含量（ $\geq 45.0\%$ ）：参考 GB/T 2440《尿素》合格品指标，确保肥料基本养分；

2.2 褐藻寡糖含量（ $\geq 0.01\%$ ）：基于田间试验数据，该添加量可显著提高作物根系发育，且成本可控；

2.3 水分（ $\leq 1.0\%$ ）、缩二脲（ $\leq 1.5\%$ ）：同 GB/T 2440《尿素》合格品指标，避免烧苗及吸潮结块；

2.4 亚甲基二脲（ $\leq 0.6\%$ ，以 HCHO 计）：参考 GB/T 2440，防止甲醛残留对作物根系的抑制；

2.5 粒度：四档粒径范围（0.85mm-8.00mm），适应不同作物（如蔬菜撒施选细粒，果树沟施选粗粒）及施肥方式（人工 / 机械）。

3. **试验方法：**

3.1 褐藻寡糖含量：采用间羟联苯法（参照辽宁地方标准），经 3 家实验室验证，相对标准偏差（RSD） $\leq 3.0\%$ ，回收率 96.2%-103.5%；

3.2 其他指标：均引用现行国家标准，保证方法统一性和权威性。

4、检验规则、标识、包装等：同 GB/T 2440，新增 “褐藻寡糖含量” 强制标注要求，便于市场监管和用户选择。

（三）新旧标准对比（适用于修订标准的情况）

无

三、主要试验（或验证）的分析、综合报告，技术经济论证，预期的经济效果；

（一）主要试验或验证的分析、综合报告

本标准制订前，项目团队就褐藻寡糖提升尿素的吸收利用效率开展过系统的试验验证工作。以上海青为实验对象，常规尿素按照一亩 20 公斤来投入，用水量为 5 吨/亩，褐藻寡糖尿素也同样按照一亩 20 公斤来投入，待出苗后喷洒尿素水，2 周后观察根系与长势。

表 1 不同尿素处理对上海青生长和尿素利用率的影响

	根系长度	根重	单株鲜质量	植株高度	叶片数	叶绿素（SPAD 值）	尿素利用率
常规尿素组	17.38cm	2.82g	19.32g	9.6cm	7.6	35.98	37.31%
褐藻寡糖尿素组	21.93cm	3.24g	25.12g	12.4cm	9	38.42	58.53%

从根系长度来看，褐藻寡糖尿素组较常规尿素组增长了 26.18%；从根重来看，褐藻寡糖尿素组较常规尿素组增长了 12.96%；从单株鲜质量来看，褐藻寡糖尿素组较常规尿素组增长了 30.02%；从植株高度来看，褐藻寡糖尿素组较常规尿素组增长了 29.17%；从叶片数来看，褐藻寡糖尿素组较常规尿素组增长了 18.42%；从叶绿素来看，

褐藻寡糖尿素组较常规尿素组增长了 6.78%；从氮肥利用率来看，褐藻寡糖尿素组较常规尿素组增长了 21.22%。

褐藻寡糖尿素实验组的上海青各项数据均优于常规尿素实验组，本实验结果证明了褐藻寡糖与尿素相结合，可提高上海青的生长质量和尿素利用率。

张运红等人于 2016 年发表的“海藻寡糖增效尿素对水稻产量和品质的影响”，该文章结论表明，在同等施氮水平下，与普通尿素处理相比，褐藻寡糖增效尿素处理的水稻穗粒数及产量均显著增加。褐藻寡糖增效尿素处理的水稻精米率、整精米率及稻米蛋白质含量均显著高于不施氮肥处理（对照）和普通尿素处理，其中较普通尿素处理分别增加 1.82%、10.83%、7.59%；消减值显著低于对照和普通尿素处理，其中较普通尿素处理下降 36.02%；此外，稻米透明度、胶稠度、碱消值、最高黏度和崩解值也高于对照和普通尿素处理，垩白粒率和垩白度低于对照和普通尿素处理，且与对照相比差异均达到显著水平。综上，褐藻寡糖增效尿素可促进水稻增产，对水稻品质也有一定的改善作用。

（二）技术经济论证

根据当前的市场反馈，90%含量以上的褐藻寡糖，每公斤售价约 350-400 元。按照该标准推荐的添加用量，每吨尿素的添加量不低于 0.01%，折合成实物计算为 110-120 克的添加量，即每吨尿素里面添加褐藻寡糖的成本为 40-50 元。

目前，市场上一吨尿素的售价约 1500-1600 元，考虑到褐藻寡

糖可以将氮素的吸收利用效率平均提高 10-20%，即 0.8-0.9 吨含褐藻寡糖的增效尿素，可以在售价以及田间效果上面优于 1.0 吨常规尿素。

（三）预期的经济效益

从化肥厂家的经济收益来看，根据当前的尿素行情价，一吨尿素的售价在 1600 元，一吨褐藻寡糖增效尿素的售价约为 1900 元，其中一吨尿素中所添加的褐藻寡糖的成本为 40 元左右，减去增加的褐藻寡糖成本，每吨褐藻寡糖增效尿素较常规尿素多收入 260 元，在相同的出货量的情况下，褐藻寡糖增效尿素较之前会让厂家的经济收益提高 10%左右。

农民的经济收益可以从两方面来看，一方面为在不影响作物产量的情况下，减施褐藻寡糖增效尿素，以达到多施常规尿素的效果；另一方面为在不减少尿素施用量的前提下，作物达到增产和品质改善的作用。

以水稻为例，每亩农田，一个周期需投入约 20 公斤尿素，如果使用褐藻寡糖尿素，可以减少 5 公斤尿素的用量，通过计算我们可知，水稻每亩一个周期的尿素预期花费为 60 元，褐藻寡糖尿素的预期花费为 48 元，每亩较常规尿素能节省 12 元，较之前每亩成本降低 20%。

还是以水稻为例，现在我国每亩农田的水稻产量为 1200 斤/亩，水稻的出米率我国大致在 70%，水稻的实际产量为 840 斤/亩，施加褐藻寡糖尿素较常规尿素整体产量会增产 4.64%，水稻近几年的收购

价为 1.3 元/斤，每亩较之前可多收 50 元。

环境效益：按每亩减施 5kg 尿素（水稻）计算，全国推广 1 亿亩可减少氮素流失约 15 万吨/年，降低水体富营养化风险；减少化肥生产能耗约 20 亿度/年，符合“双碳”目标。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

由于国内外尚未制订类似的标准，编写组无法采用。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准符合《中华人民共和国标准化法》《农产品质量安全法》及 GB 38400-2019、GB/T 2440 等强制性/推荐性标准，无冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议本标准作为推荐性团体标准发布实施。主要原因如下：

行业发展需求：目前，含褐藻寡糖尿素作为一种新型肥料，在市场上尚未形成统一的标准规范。发布推荐性团体标准，能够为企业生产 and 质量控制的参考依据，引导企业提高产品质量，促进产业健康发展。

技术创新空间：推荐性标准给予企业一定的自主选择空间，企业可以根据自身的技术水平和市场需求，在标准的基础上进行技术创新和产品优化，有利于推动行业技术进步。

市场适应性：推荐性标准更能适应市场的多样性和灵活性，能

够更好地满足不同地区、不同用户的需求，提高标准的市场适应性和应用效果。

八、贯彻标准的要求和措施建议

1、**培训：**由中国氮肥工业协会组织，每年开展 2 次全国性的培训，覆盖 50 家以上生产企业及 20 家检测机构；

2、**检测指南：**配套发布《褐藻寡糖检测方法操作手册》，包含标准溶液配制视频、常见问题解答；

3、**达标评价：**行业协会每两年开展一次“达标企业”评选，结果向社会公示，引导市场选择。

九、废止现行有关标准的建议

无

十、其他应予说明的事项

无

参考文献

1 海藻酸增效剂对尿素在土壤中转化及损失的调控。张静，冀建华，李絮花，陈亮。中国土壤与肥料，2020（06）。

2 高活性寡糖筛选及其促进植物生长的生理机制研究。张运红，华中农业大学博士论文，2011。