ICS 65.020.20;07.030
CCS A 20

中华人民共和国国家标准

GB/T 43996.4—2026

微细气泡技术　农业应用 第4部分:评估促进大麦种子发芽的超细气泡数量浓度的试验方法

Fine bubble technology—Agricultural applications—Part 4:Test method for evaluating the number concentration of ultrafine bubbles achieving the promotion of barley seed germination

[ISO 23016-4:2023,Fine bubble technology—Agricultural applications—Part 4:Test method for evaluating the number concentration of ultrafine bubbles(UFB)achieving the promotion of barley seed germination,MOD]

2026-10-30 发布　　2027-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅴ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　试验对象、仪器和试验设备以及测试环境 …… 1
5　不同浓度 UFB 水促进种子发芽的基本特征 …… 1
6　适宜的 UFB 数量浓度评估 …… 2
6.1　通则 …… 2
6.2　案例 1：UFB1-1 水比 UFB1-2 水具有更好的促进效果 …… 3
6.3　案例 2：UFB2-1 和 UFB2-2 水会产生类似的促进效果 …… 5
6.4　案例 3：与 UFB3-2 水相比，UFB3-1 水对种子发芽促进效果下降 …… 6
7　试验报告 …… 8
附录 A（资料性）　试验用大麦种子贮藏条件（贮藏时间和贮藏温度） …… 9
附录 B（资料性）　超细气泡对除“Yumesakiboshi”之外的另一品种“Ichibanboshi”大麦种子的促进发芽试验数据示例 …… 10
参考文献 …… 11

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。

本文件是GB/T(Z) 43996《微细气泡技术　农业应用》的第4部分。GB/T(Z) 43996已经发布了以下部分：

——第1部分：评价水培生菜生长促进作用的测试方法；

——第2部分：评价大麦种子发芽促进作用的测试方法；

——第3部分：促进大麦种子发芽的超细气泡最低数量浓度指南；

——第4部分：评估促进大麦种子发芽的超细气泡数量浓度的试验方法。

本文件修改采用ISO 23016-4：2023《微细气泡技术　农业应用　第4部分：评估促进大麦种子发芽的超细气泡(UFB)数量浓度的试验方法》。

本文件与ISO 23016-4：2023相比做了下述结构调整：

——附录A对应ISO 23016-4：2023的附录B；

——附录B对应ISO 23016-4：2023的附录A。

本文件与ISO 23016-4：2023的技术差异及其原因如下：

——更改了范围的适用界限(见第1章)，以提高可操作性；

——用规范性引用的GB/Z 43996.2—2024替换了ISO 23016-2：2019(见第3章～第5章、6.1)，GB/Z 43996.3—2026替换了ISO/TR 23016-3：2021(见第3章)，删除了规范性引用的ISO 21255(见ISO 23016-4：2023的第4章)，以适应我国的技术条件、提高可操作性；

——更改了试验对象、仪器和试验设备以及测试环境(见第4章)，避免对特定设备和参数作不必要限制；

——增加了微细气泡发生系统建立的依据(见第4章)，以提高可操作性；

——增加了关键试验参数的要求(见第5章)，以提高可操作性；

——增加了采用国内大麦品种进行验证获得相似发芽促进效果的说明(见第5章)，以提高可操作性；

——增加了种子使用的前提条件，将“抑制作用”更改为“促进效果下降”(见第6章)，以提高可操作性；

——增加了案例1～案例3的整体描述(见6.2～6.4)，以提高可操作性；

——试验报告中增加品种名称，“UFB平均/众数值”更改为“UFB平均粒径或众数粒径”(见第7章)，以提高可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

——为与现有标准统一，将标准名称改为《微细气泡技术　农业应用　第4部分：评估促进大麦种子发芽的超细气泡数量浓度的试验方法》；

——将第5章标题改为“不同浓度UFB水促进种子发芽的基本特征”；

——将第6章标题改为“适宜的UFB数量浓度评估”，更改了6.1的案例通则；

——增加了图3、图5和图7中T_{50}的标引序号说明；

——更改了第6章UFB水编号、对应图及标引序号说明；

——将第7章d)改为“储存条件”、e)改为“评估对象信息”，增加了DO的中文名称。

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。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国微细气泡技术标准化技术委员会(SAC/TC 584)归口。

本文件起草单位:北京航空航天大学、北京市农林科学院、泰州巨纳新能源有限公司、浙江绍兴北博南创环境科技有限公司、东南大学、北京科技大学、南京天祺超氧科技有限公司、内蒙古自治区农牧业科学院、中国农业机械化科学研究院北京农机试验站、甘肃农业大学、中国科学院过程工程研究所、国家纳米科学中心、深圳大学、上海金相环境科技有限公司、南京农业大学、中国科学院华南植物园、大昌洋行(上海)有限公司、北京中农天陆微纳米气泡水科技有限公司。

本文件主要起草人:柳姝、李晓敏、韩梅琳、孙晓红、丁荣、党雨清、高明、董兆敏、吴川福、兰清泉、刘志萍、杨瑞学、廖伟彪、李兆军、周兰、杨灵芝、陈鲁海、沈文飚、曾纪晴、严秀英、张志立。

引　言

近年来，微细气泡(FB)技术在诸多领域备受关注。在农业和水产养殖领域，超细气泡(UFB)已经被广泛应用于促进农产品和鱼类的生长(空气或氧气超细气泡)。然而，近些年报道的很多案例为现场数据，其中一部分缺少统计性支持。

鉴于农业领域微细气泡技术缺乏充分的科学信息，本文件旨在建立该领域的标准，重点规定一种试验方法，用于确定能够体现促进大麦种子发芽效果的 UFB 数量浓度。

促进大麦种子发芽的试验已发布为 GB/Z 43996.2—2024，促进大麦种子发芽的超细气泡最低数量浓度指南已发布为 GB/Z 43996.3—2026。然而，连续积累的数据表明，UFB 对发芽的促进/抑制作用取决于大麦种子的品种。因此，为推广该技术，需要一种评估 UFB 数量浓度的方法，以确保其对不同品种大麦种子的发芽促进效果。

GB/T(Z) 43996《微细气泡技术　农业应用》旨在对微细气泡技术农业应用领域中普遍适用的原则和要求进行标准化，拟由五个部分构成。

——第 1 部分：评价水培生菜生长促进作用的测试方法。目的在于确定超细气泡水促进水培生菜生长的测试方法。

——第 2 部分：评价大麦种子发芽促进作用的测试方法。目的在于确定超细气泡水促进大麦种子发芽的测试方法。

——第 3 部分：促进大麦种子发芽的超细气泡最低数量浓度指南。目的在于明确促进大麦种子发芽的超细气泡最低数量浓度。

——第 4 部分：评估促进大麦种子发芽的超细气泡数量浓度的试验方法。目的在于明确促进大麦种子发芽的超细气泡数量浓度的适宜区间。

——第 5 部分：利用超细气泡促进典型蔬菜种子发芽的实际数据采集。目的在于说明超细气泡对促进蔬菜种子发芽的有效性。

微细气泡技术　农业应用
第4部分：评估促进大麦种子发芽的超细气泡数量浓度的试验方法

1　范围

本文件描述了一种评估超细气泡(UFB)数量浓度的方法，旨在验证使用者生成的UFB数量浓度是否处于适宜区间，以使在不受大麦种子品种影响的情况下稳定促进其发芽。

本文件适用于评价微细气泡技术促进大麦种子发芽超细气泡(UFB)数量浓度的测试。其中测试方法遵循GB/Z 43996.2—2024中规定的大麦种子发芽试验条件，并参考GB/Z 43996.3—2026中关于促进大麦种子发芽的UFB最低数量浓度的指导。

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/Z 43996.2—2024　微细气泡技术　农业应用　第2部分：评价大麦种子发芽促进作用的测试方法(ISO 23016-2：2019，MOD)

GB/Z 43996.3—2026　微细气泡技术　农业应用　第3部分：促进大麦种子发芽的超细气泡最低数量浓度指南(ISO/TR 23016-3：2021，MOD)

3　术语和定义

GB/Z 43996.2—2024和GB/Z 43996.3—2026界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO和IEC维护的用于标准化工作的术语库如下：

——ISO在线浏览平台：https://www.iso.org/obp；

——IEC电工百科：https://www.electropedia.org/。

4　试验对象、仪器和试验设备以及测试环境

本文件中的试验对象、仪器和试验设备以及测试环境按照GB/Z 43996.2—2024。微细气泡发生系统的建立参照GB/T 41914.3—2026。

5　不同浓度UFB水促进种子发芽的基本特征[1]

以品种“Kobinkatagi”的大麦种子为试验材料，种子选择、预处理、培养温度、培养时间、发芽判定及发芽率测定等重要试验参数按GB/Z 43996.2—2024中的试验程序确定。已有验证结果表明，采用国内大麦品种时可获得相似的发芽促进效果。