农业行业标准

《饲料用缓释包被尿素》

（公开征求意见稿）

编制说明

标准起草组

2025 年 5 月

一、工作简况

（一）任务来源

2023 年 3 月 16 日，农业农村部农产品质量安全监管司下发《关于下达 2023 年农业国家和行业标准制修订项目计划的通知》（农质标函〔2023〕51 号），明确制定《饲料用缓释包被尿素》标准，承担单位为中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，归口单位为全国饲料工业标准化技术委员会，项目编号为 NYB-23078。

（二）制定背景

我国饲料蛋白质严重依赖进口，据海关总署数据显示，2020 年我国大豆进口量首次突破 1 亿吨大关，进口依赖度超过 87%，蛋白质饲料短缺已成为制约我国畜牧生产的“卡脖子”问题。2021 年中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《粮食节约行动方案》中，明确要求要加强饲料豆粕减量替代，降低豆粕添加比例。同年 3 月，农业农村部制定《饲料中玉米豆粕减量替代工作方案》，要求充分挖掘利用现有饲料资源，保障饲料粮供需平衡。因此，减少对进口蛋白饲料的依赖，促进反刍动物养殖业健康发展，豆粕减量替代刻不容缓。

长期以来，尿素作为一种非蛋白氮被应用于反刍动物日粮中，可替代约 20%~30%的蛋白质饲料。尿素作为一种营养素，能促进瘤胃纤维分解菌等微生物生长、调控瘤胃氨氮水平、促进纤维分解和微生物蛋白质合成，并且释放日粮配制空间。尿素是首批被列入饲料添加剂品种目录的非蛋白氮之一，欧洲食品安全局（European Food Safety Authority）2012 年研究报告表明，饲料中添加 1%尿素（DM 为基础）对动物而言是安全的，不会增加环境氮负荷，也不会对消费者的安全产生任何影响。因此，尿素是反刍动物重要的非蛋白氮饲料，对于节约大豆等蛋白质饲料资源，降低蛋白质饲料使用成本，提高养殖效益以及缓解蛋白质饲料进口依赖性均具有重要的意义。

尿素进入反刍动物瘤胃后被微生物脲酶快速分解成氨，大量氨的快速产生，一方面无法与能量释放速度匹配，导致合成微生物蛋白的效率降低，造成尿素氮利用率低；另一方面大量氨被快速吸收进入血液，可能导致动物氨中毒

而死亡。因此，缓释尿素是一种提高尿素氮利用率、维持动物健康和促进动物生产性能的重要饲料。

缓释包被尿素由于尿素氮浓度高、缓释效果好、可控性强，在反刍动物饲料中应用效果比糊化尿素要好，是缓释尿素未来的发展趋势。目前，包被尿素饲料通常是用硬脂酸或高分子聚合物进行包被，包括包膜型和骨架型两种包被形式。包被型缓释尿素是以尿素作为饲料芯，用一层或多层特殊的包被材料包裹尿素而成；骨架型缓释尿素是将尿素包裹在特殊骨架材料中，或者是通过不同物质分子间化学交联形成具有网络结构的高分子聚合物，尿素通过骨架或者网络中弯曲孔道得以溶解释放。饲料用缓释包被尿素国外产品有 Optigen、Nitroshure、Prote-N、MaxiPro、BEWI-LACTO+Urea、NPN-SR、ALBI NPN 等，国内产品有上海美农公司的优瑞丹、青岛润博特公司的优粒金、杭州康德权公司/健荷集团的优力素、浙江耀飞公司的艾特金和美国奥特奇的奥特金等，初步形成了一定规模的缓释包被尿素产品市场。

但是，目前对饲料用缓释包被尿素缺乏标准，难以评估尿素的释放效果和产品质量，容易形成鱼龙混杂的产品质量乱象，影响饲料用缓释包被尿素产品高质量发展，也会影响尿素使用效果和养殖效益。因此，开发饲料用缓释尿素的标准，将有助于加快我国饲料行业相关标准体系建设，提高缓释包被尿素产品质量和促进反刍动物养殖效益。

（三）起草过程

制标单位成立了标准制定工作小组，中国农业科学院北京畜牧兽医研究所赵圣国研究员负责整体工作，制定工作方案、工作计划、项目人员分工以及起草标准内容；中国农业科学院北京畜牧兽医研究所王加启、郑楠、张养东、刘慧敏负责检索相关标准和文献，验证和修改标准草稿，上海美农生物科技股份有限公司温世宝、天津奥特奇生物制品有限公司林刚、青岛润博特生物科技有限公司张小东负责检测指标确定和产品验证，内蒙古优然牧业有限责任公司王典、现代牧业（集团）有限公司赵勐负责产品质量复核与应用评价。

在前期制定团体标准“TTDSTIA 030-2022 饲料用缓释包被尿素”的基础上，本标准制定工作分以下几个阶段进行：

第一阶段：文献检索与收集

对国内外尿素饲料等方面文献进行检索，收集整理如下：

1. 标准

GB/T 2440-2017 尿素

GB/T 2441.1-2008 尿素的测定方法 第 1 部分：总氮含量

GB/T 2441.2-2010 尿素的测定方法 第 2 部分：缩二脲含量 分光光度法

GB/T 2441.3-2010 尿素的测定方法 第 3 部分：水分 卡尔·费休法

GB/T 2441.4-2010 尿素的测定方法 第 4 部分：铁含量 邻菲啰啉分光光度法

GB/T 2441.5-2010 尿素的测定方法 第 5 部分：碱度 容量法

GB/T 2441.6-2010 尿素的测定方法 第 6 部分：水不溶物含量 重量法

GB/T 2441.7-2010 尿素的测定方法 第 7 部分：粒度 筛分法

GB/T 2441.8-2010 尿素的测定方法 第 8 部分：硫酸盐含量 目视比浊法

GB/T 2441.9-2010 尿素的测定方法 第 9 部分：亚甲基二脲含量 分光光度法

GB 7300.601-2020 饲料添加剂 第 6 部分：非蛋白氮 尿素

GB 13078 饲料卫生标准

GB/T 14699.1 饲料 采样

GB/T 29401-2020 硫包衣尿素

GB/T 6435 饲料中水分的测定

GB 10648 饲料标签

GB/T 13079 饲料中总砷的测定

GB/T 13080 饲料中铅的测定 原子吸收光谱法

GB/T 36859 饲料中尿素含量的测定

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 18823 饲料检测结果判定的允许误差

NY/T 3478-2019 饲料中尿素的测定

HG/T 5517-2019 聚合物包膜尿素

HG/T 5518-2019 聚合物硫包衣尿素

DB23/T 1382-2010 饲料中尿素含量测定—分光光度法

T/NAIA 001-2020 发酵饲料中氨态氮的测定 凯氏定氮法

T/CSTE 0065-2021 饲用缓控释包膜制剂技术通则

Q/HKDQ 020-2020 饲料添加剂 尿素（包被）

Q/370281QRB 043-2019 混合型饲料添加剂 尿素

Q/ZYF008-2019 饲料添加剂 尿素（包膜型）

Q/12ATQ 009-2019 混合型饲料添加剂 尿素

Q31/0114000033C007-2020-02 混合型饲料添加剂 尿素

TTDSTIA 030-2022 饲料用缓释包被尿素

2.文章

田锦秀,郑楠,王加启,赵圣国.反刍动物包被缓释尿素饲料的研究进展[J].动物营养学报,2021,33(12):6656-6665.

王梦芝,杨斯涵,刘福元,张振斌,赵建.缓释尿素制备工艺及其在反刍动物生产中应用的研究进展[J].中国乳业,2021(09):32-39.

张彩云,院富.尿素缓释技术在反刍动物中应用的研究进展[J].畜牧与饲料科学,2013,34(10):29-32.

万伶俐,王晓阳,魏炳栋.尿素缓释技术在反刍动物饲料中应用研究进展[J].农业与技术,2007,27(2):71-73.

何万领,邓雯.尿素饲料添加剂及控释缓释技术研究进展[J].养殖与饲料,2004(6):7-10.

吴琼,姜宁,张爱忠,等.反刍动物瘤胃尿素缓释剂的研究进展[J].中国畜牧杂志,2015,51(17):91-97.

段玉,张拴林.尿素缓释技术的研究进展[J].饲料工业,2006,27(21):51-53.

辛杭书,张永根,孟庆翔,DIRK E A,刘庆平.聚氨酯包被尿素对奶牛泌乳性能和血浆生化指标的影响[J].动物营养学报,2010,22(06):1672-1678.

郗伟斌,张永根.反刍动物饲用尿素缓(控)释技术研究进展[J].饲料工业,2010(S2):102-105.

张宇东,张小平,阎杰,等.大豆油多元醇包膜尿素膜的结构与红外光谱特征及氮素释放特性研究[J].江苏农业科学,2019,47(21):305-308.

赵二龙,冯春燕,王剑飞,等.缓释尿素替代日粮中豆粕对肉牛生长性能、养分表观消化率和血清生化指标的影响[J].黑龙江畜牧兽医(下半月),2019(4):109-113.

冯春燕.包被缓释尿素对高产奶牛泌乳性能的影响[J].饲料博览,2019(6):24-28.

赵圣国,王加启,卜登攀,周凌云,孙鹏.植物精油对尿素氮在瘤胃内容物中分布的影响[J].中国农业科学,2012,45(16):3399-3405.

JOYSOWAL M, TYAGI A K, TYAGI N ,et al.Use of slow release ammonia products in ruminant diet : A review[J]. Journal of Entomology and Zoology Studies, 2019, 7(2): 882–888.

CHERDTHONG A, WANAPAT M. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: A review[J]. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2010, 4(8): 2232–2241.

ZHANG W, MU Z, DONG G,et al. Esterification modified starch by phosphates and urea via alcohol solvothermal route for its potential utilization for urea slow-releasing[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2020, 163: 2448–2456.

AZEEM B, KUSHAARI K, MAN Z B,et al. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer[J]. Journal of Controlled Release, 2014, 181(1): 11–21.

DE MEDEIROS T T B, DE AZEVEDO SILVA A M, DA SILVA A L,et al. Carnauba wax as a wall material for urea microencapsulation[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2019, 99(3): 1078–1087.

DE A, DA SILVA A L, DE A M,et al. Effect of slow-release urea microencapsulated in beeswax and its inclusion in ruminant diets[J]. Small Ruminant Research, 2019, 179(June): 56–63.

AKAY V, TIKOFSKY J, HOLTZ C,et al. Optigen ® 1200 : controlled release of non-protein nitrogen in the rumen[J]. In Situ, 1993: 179–185.

AHMED Z, KHAN S A, NAWAZ M,et al. Effect of slow release urea supplementation (Optigen®) on the production performance of Kaghani sheep[J]. Advances in Animal and Veterinary Sciences, 2017, 5(4): 155–159.

第二阶段：开展试验研究

标准制定工作小组收集了国内市场上来自 BEWITAL agri、奥特奇、博锦元、广州、惠嘉、康德权、美农、牧高、润博特、上海纽富莱、耀飞等包被尿素生产企业的 15 种缓释包被尿素产品，共计 36 个样品，对其水分含量、氮含量、尿素含量、1h 尿素释放率、缩二脲、亚甲基二脲、总砷、铅等指标进行测定分析。

第三阶段：起草标准文本

在查阅文献材料和试验结果基础上，标准制定工作小组 2022 年 8 月完成了标准文本与编制说明的定向征求意见稿。同时完成“尿素含量测定”三家（农业农村部乳品质量监督检验测试中心（哈尔滨）、唐山市农产品质量安全检验

测试中心、农业农村部乳品质量监督检验测试中心（北京））复核验证工作。

第四阶段：定向征求意见

标准制定工作小组 2022 年 9 月开展专家的定向征求意见工作，共计发送“征求意见稿”的单位 29 个，覆盖了高校与科研院所（中国农业大学、安徽农业大学、北京农学院、黑龙江八一农垦大学、湖南农业大学、江西农业大学、兰州大学、南京农业大学、山东农业大学、四川农业大学、西北农林科技大学、北京市畜牧总站、内蒙古农牧业科学院、中国科学院东北地理与农业生态研究所、全国畜牧总站饲料评审处、全国畜牧总站饲料行业指导处、中国农业科学院饲料所）和生产企业（奥特奇生物制品有限公司、北京三元种业科技股份有限公司饲料分公司、北京中地种畜有限公司牧场运营中心、辽宁辉山乳业集团有限公司、杭州康德权饲料有限公司、青岛润博特生物科技有限公司、上海光明荷斯坦牧业有限公司、上海美农生物科技股份有限公司、上海牧高生物科技有限公司、现代牧业、伊利集团、原生态牧业）。发出征求意见稿 35 份，收回 35 份，收到建议或意见 96 条，其中，采纳 68 条，不采纳 13 条，部分采纳 16 条，没有重大意见分歧。在吸收各专家对征求意见稿的意见后，形成《饲料用缓释包被尿素》预审稿。

第五阶段：预审会

2024 年 9 月 29 日，中国农业科学院北京畜牧兽医研究所组织专家对农业行业标准《饲料用缓释包被尿素》（预审稿）进行了认真审查。专家组由樊霞、李俊玲、杨曙明、张育润、杨青、屠焰、程建波、王翀、阮静组成。健荷集团边四辈、光明牧业有限公司牧场管理部张幸开和嘉吉投资（中国）有限公司郭望山等企业代表参加了会议。在听取起草专家汇报的基础上，专家组审查了标准文本及编制说明，提出 5 条修改意见。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

（一）标准编制原则

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，同时遵循以下原则：

（1）政策性：制定本标准直接关系到行业发展的利益。因此，在制定过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法规和规章。

（2）先进性：对本标准中有关内容的确定，力求反映本研究领域的国内外先进技术和经验，使标准中所规定的技术内容有利于饲料用缓释包被尿素产品评价。

（3）规范性：在本标准征求意见稿的编制过程中力求做到技术内容的叙述正确无误，文字表达准确和简明易懂，标准的构成严谨合理，符合科学性；内容编排、层次划分等符合逻辑。

（4）可操作性：可操作性是制定标准的必备因素，因此，在制定标准的过程中，始终把经济实用和可操作性作为重要的依据，以便在执行中容易操作。

以科学技术和实验数据为依据，参考国内相关标准，结合我国饲料用缓释包被尿素产品的生产与质量实际情况，以科学为基本原则，制定本标准。提高饲料用缓释包被尿素的利用率，规范产品质量，不仅要满足生产经营的需求，还应确保该标准规范的各项指标都能最大程度地满足行业需求与发展。

（二）主要内容及其确定依据

本标准在起草组前期制定的团标《饲料用缓释包被尿素》（T/TDSTIA 030-2022）的基础上进行调整，主要是增加了质量分级内容。

本标准文本共分为八章，分别为第一章范围、第二章规范性引用文件、第三章术语和定义、第四章原料要求、第五章技术要求、第六章取样、第七章试验方法、第八章检验规则、第九章标签、包装、运输、贮存和保质期。

1. **标准内容 3.1** 1h 尿素释放率 urea release rate at 1h

饲料用缓释包被尿素在 39℃缓冲液中孵育 1h，缓冲液中尿素质量占缓释包被尿素中尿素质量的百分比例。

理由及依据：

饲料用缓释包被尿素是指利用氢化油脂、多聚物或其他包衣材料进行包被处理，实现在反刍动物瘤胃中缓慢释放的尿素。制标单位收集了市面上常见缓释包被尿素产品的产品标签，列举了所用的包被材料，由表 1 可见，目前产品常用的包被材料为油脂，尤其是氢化油脂。但是，也不排除企业将来用其它多聚物如树脂生产包被尿素产品。因此，指标单位将缓释包被尿素定义为：利用氢化油脂、多聚物或其他包衣材料进行包被处理，实现在反刍动物瘤胃中缓慢释放的尿素。

表 1 产品标签标注的包被材料

产品编号	包被材料
MN	硬脂酸、β-胡萝卜素
KDQ	棕榈油、羧甲基纤维素钠
YF	棕榈油
RBT	棕榈油
Optigen Ⅱ	氢化脂肪和棕榈油
Nitroshure	脂肪
NPN-SR	氢化植物油和脂肪酸
BEWI-LACTO+ Urea	脂肪
ALBI NPN	氧化镁、氯化镁、棕榈油
MaxiPro	植物油

《聚合物包膜尿素》（HG/T 5517-2019）中“初期氮素释放率”定义为：聚合物包膜尿素在 25℃净水中浸提 24 h，氮素的溶出量占总氮的质量分数。制标单位通过比较缓释包被尿素在瘤胃体内和体外的尿素释放率，发现 1 h 能很好的拟合体内和体外的尿素释放率，R^2 值达到 0.80。同时，早期尿素释放率是评价包被尿素是否有突释问题的重要指标，其中 1 h 则是比较合适的时间点。因此，本文件创新性引入 1 h 尿素释放率这一指标，并定义为饲料用缓释包被尿素在溶液中孵育 1 h 的尿素释放率。

2. **标准内容 4 原料要求**

应符合 GB 7300.601 的规定。

理由及依据：

直接引用国标，尿素原料应符合《饲料添加剂 第 6 部分：非蛋白氮 尿素》（GB 7300.601）的规定。

3. **标准内容 5.1 外观与性状**

颗粒状，无明显结块或碎屑，无刺激性气味。

理由及依据：

通过对收集的产品进行外观和性状观察，发现样品均呈现颗粒状。为了分析不同形态缓释包被尿素产品的尿素释放率，选择正常、结块、碎屑状的产品，利用体外溶液法测定尿素释放率，结果见图 2，表明结块和碎屑产品的尿素释放率显著高于正常产品，因此，标准文本中要求不能有明显结块和碎屑状的包被尿素产品。

另外，产品应没有明显刺激性气味，如果产品中尿素被分解成氨，会产生刺激性气味，因此通过气味可以判断尿素是否已经被分解。

正常的缓释包被尿素　　结块的缓释包被尿素　　缓释包被尿素碎屑

图 1 正常、结块、碎屑状缓释包被尿素产品

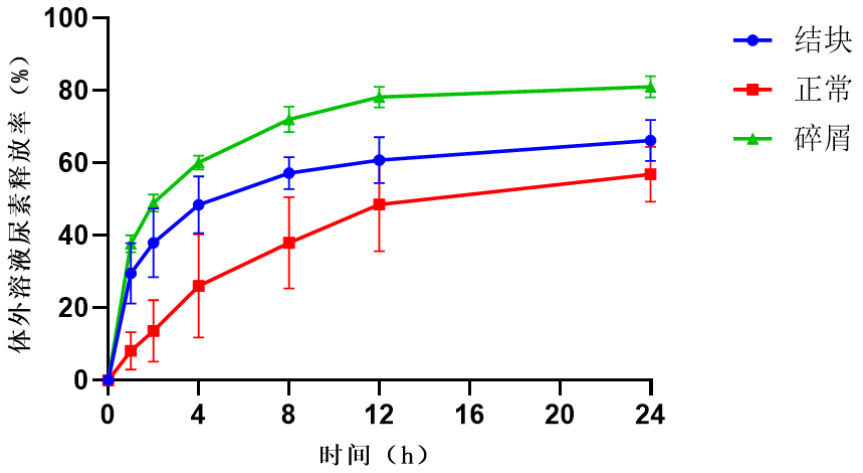

图 2 正常、结块、碎屑状包被尿素的体外尿素释放率

4. **标准内容 5.2 技术指标**

应符合表的规定。

表 2 技术指标

项目	指标
水分/%	≤5
尿素/%	≥75
1h 尿素释放率/%	≤45
缩二脲/%	≤0.9
亚甲基二脲/%	≤0.54
总砷/(mg/kg)	≤5
铅(mg/kg)	≤10

理由及依据：

将市面上收集到的常见缓释包被尿素产品进行理化指标的测定，共收集 15 种产品 36 个样品。

（1）水分含量

水分含量的检测参考《饲料中水分的测定》（GB/T 6435）规定的方法，产品水分含量最小值 0.12%，最大值 1.14%。各有 2 项企业标准水分含量小于 2%和 10%，1 项企业标准小于 5%，产品标签也是如此。因此，依据测得产品实

际含水量，结合企业标准和产品标签的规定，将水分含量指标设为≤5%。

表 3 水分含量（%）

最小值	25%百分位数	中位数	75%百分位数	最大值	平均值	变异系数%
0.12	0.20	0.65	0.82	1.14	0.55	57.43

表 4 相关企业标准、产品标签的水分含量要求

	水分（%）
企业标准	
Q31/0114000033C007-2020-02	≤2
Q/HKDQ 020—2020	≤2
Q/370281QRB 043-2019	≤5
Q/ZYF008-2019	≤10
Q/12ATQ 009-2019	≤10
产品标签	
MN	≤2
KDQ	≤2
YF	≤10
RBT	≤5
OptigenⅡ	≤10

（2）尿素含量

尿素含量的测定结果如表 8 所示。测得产品尿素含量最小值 73.37%，最大值 96.73%，平均尿素含量 88.25%，有 75%的产品尿素含量不低于 90.99%。企业标准中，尿素含量阈值范围为 60%～87.86%。产品标签中，阈值范围 79.29%～89%，为此，综合考虑，建议将尿素含量指标设为≥70%。

表 5 尿素含量（%）

最小值	25% 百分位数	中位数	75% 百分位数	最大值	平均值	变异系数 %
73.37	86.07	88.81	90.99	96.73	88.25	5.74

表 6 相关企标、产品标签的尿素含量

	项目	尿素含量（%）
企业标准（尿素含量由氮含量换算可得）		
Q31/0114000033C007-2020-02	YRD	≥81.43
	YRDⅡ	≥83.57
	YRD plus	≥85.71
	YRD plusⅡ	≥87.86
	MYY	≥81.43
	MYY Plus	≥87.86
	YRD III	≥53.57
	YRD Max	≥83.57
Q/HKDQ 020—2020	/	≥87
Q/370281QRB 043-2019	SPR-YR-600	≥60
	SPR-YR-700	≥70
	SPR-YR-800	≥80
	YLJ、YLJ-B、YLJ-P	≥85
	KLJ	≥89
Q/ZYF008-2019	N-30	≥64.28
	N-34	≥72.85
	N-37	≥79.28
	N-38	≥81.43
Q/12ATQ 009-2019	/	≥85.71
产品标签（尿素含量由氮含量换算可得）	/	
MN	/	≥81.43

KDQ	/	≥87
YF	/	≥79.29
RBT	/	≥85
OptigenⅡ	/	≥85.71
Nitroshure	/	89
NPN-SR	/	89.79
BEWI-LACTO+Urea	/	87.86
ALBI NPN	/	86.35
Prote-N	/	87.86
MaxiPro	/	87.86

（3）1h 尿素释放率

尿素释放率是评价缓释包被尿素产品的核心指标，1h 尿素释放率常被用于评价缓释产品是否存在突释问题，反映缓释产品包被完整性（中国药典，2020），因此 1h 尿素释放率是体现尿素利用率的直接反映指标。包被尿素产品由于是包膜类工艺加工，基本不存在过瘤胃的问题，1h 尿素释放率过高会导致突释严重，大大降低尿素在瘤胃利用率，因此 1h 尿素释放率成为评价缓释包被尿素产品的核心指标。

体内尼龙袋试验：试验方法参考《畜禽饲料安全评价 反刍动物饲料瘤胃降解率测定 牛饲养试验技术规程》（GB/T 40835-2021）。试验选取 3 头健康状况良好，体重相近，安装永久性瘤胃瘘管的荷斯坦奶牛。尼龙袋恒重，每个袋子称取 3g 试样，每个试样两个技术重复、3 个生物学重复，在瘤胃中孵育 1、2、4、8 h，取出后立即用大量清水冲洗，随后放入 50℃鼓风干燥箱中烘干 24 h。烘干后样品准确称重，随后按照《饲料中尿素含量的测定》（GB/T 6435）的规定进行尿素含量测定，计算瘤胃中产品尿素释放率。结果发现，随着孵育时间的增加，不同产品之间瘤胃降解率变异系数降低，说明孵育早期更能有效

表征产品之间的差异性。

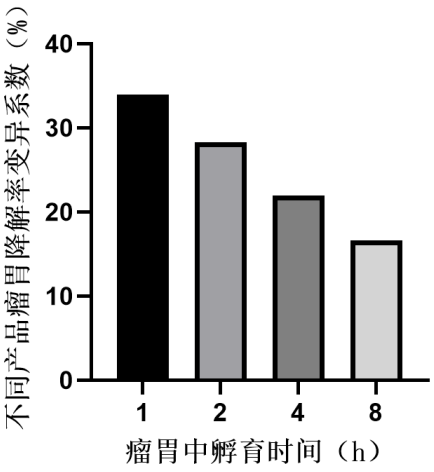

图 3 孵育时间对产品瘤胃降解率变异系数的影响

瘤胃尼龙袋试验是测定缓释包被尿素产品尿素释放率的金标准，但瘘管奶牛的可获得性不具有普遍性。为方便不具备瘘管奶牛条件的单位准确评估产品尿素缓释效果，制标单位建立尿素释放模型，即根据体外尿素释放率计算出瘤胃体内尿素释放率。利用溶出度测定仪进行 1、2、4、8h 尿素释放率的测定，并将数据与瘤胃尿素降解率进行拟合分析。结果表明，拟合 1、2、4、8h 的拟合 R^2 分别为 0.80、0.62、0.57、0.44，1h 具有最佳的相关关系，说明 1h 更适合于用体外法评估瘤胃体内尿素释放率。1h 的体外与体内拟合方程为 $Y = 17.67\ln(X)-7.26$（$R^2 = 0.80$，$P<0.01$），其中 Y 是体内尿素释放率，X 是体外尿素释放率，体外与体内的 1h 尿素释放率呈现显著正相关。

瘤胃中玉米淀粉在 1-2h 时期释放能量达到峰值，根据能氮同步释放的理论，尿素氮释放应在此期间更合适。

综合考虑中国药典推荐、体内释放率变异性、体内与体外释放率的关系、产品的释放率数据分布等指标，设定 1h 尿素释放率。

为了确定 1h 尿素释放率的合理阈值，利用体外瘤胃模拟系统，分析不同包被尿素产品对瘤胃微生物发酵的影响，测定发酵 24h 产气量。将产气量与 1h 体内尿素释放率进行相关性统计。结果分析表明，随着瘤胃体内 1h 尿素释放率的增加，瘤胃发酵产气量降低，表明尿素缓释能提高瘤胃发酵水平。当体内

尿素释放率超过 60%时，可以看到产气量明显下降。同时，当体内尿素释放率 60%时，产气量比未包被尿素提高了 15%。因此，选定体内 1h 尿素释放率不超过 60%为合格品。

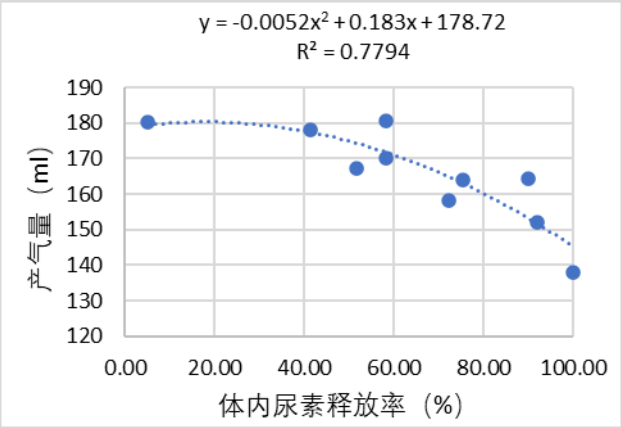

图 4 体内尿素释放率对瘤胃产气量的影响

根据体外与体内拟合方程，可计算出当体内尿素释放率 60%时，体外 1 h 尿素释放率为 45%。对 36 个样品体外尿素释放率进行分析，发现缓释尿素产品的体外 1h 尿素释放率最小值 0.98%，最大值 71.31%，平均值 24.55%，75%样品小于 36.27%。根据体外 1 h 尿素释放率 45%的阈值计算，不合格样品有 4 个，占比 11%。

表 7 溶出度测定仪 1h 尿素释放率（%）

最小值	25% 百分位数	中位数	75% 百分位数	最大值	平均值	标准差
0.98	8.21	23.10	36.27	71.31	24.55	17.03

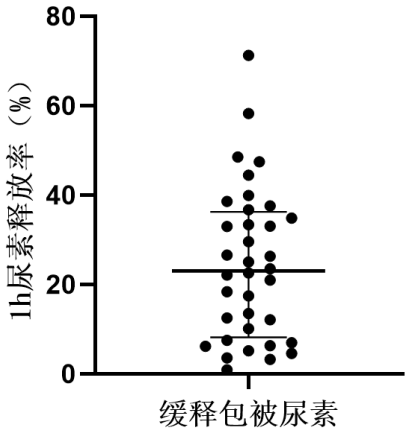

图 5　不同产品的体外 1h 尿素释放率分布

（4）缩二脲

尿素原料按照《饲料添加剂 第 6 部分：非蛋白氮 尿素》（GB 7300.601）的规定，缩二脲含量应≤1.0%。包被尿素产品中尿素含量大部分低于 90%，那么缩二脲含量则为≤0.9%。通过对采集的缓释尿素产品，利用 GB/T 2441.2 的规定对缩二脲含量进行检测。结果发现，缩二脲含量均小于 0.68%。因此，综合来看，将缩二脲含量定为≤0.9%。

（5）亚甲基二脲

尿素原料按照《饲料添加剂 第 6 部分：非蛋白氮 尿素》（GB 7300.601）的规定，亚甲基二脲含量应≤0.6%。包被尿素产品中尿素含量大部分低于 90%，那么亚甲基二脲含量则为≤0.54%。通过对采集的缓释尿素产品，利用 GB/T 2441.9 的规定对亚甲基二脲含量进行检测。结果发现，亚甲基二脲均小于 0.26%。因此，综合来看，将亚甲基二脲含量定为≤0.54%。

（6）总砷

《饲料添加剂 第 6 部分：非蛋白氮 尿素》（GB 7300.601）中对尿素原料的总砷含量未做规定。《饲料卫生标准》（GB 13078）中要求其他饲料原料总砷≤2 mg/kg。通过对采集的缓释尿素产品，利用 GB/T 13079 的规定对总砷含量进行检测。结果发现，样品的总砷含量均小于 0.03 mg/kg。因此，综合来看，将亚甲基二脲含量定为≤2 mg/kg

（7）铅

在《饲料添加剂 第 6 部分：非蛋白氮 尿素》（GB 7300.601-2020）中规定铅≤10 mg/kg。企业标准中，有 4 项铅含量规定≤10 mg/kg，1 项企标≤40 mg/kg，《饲料卫生标准》（GB 13078-2017）中对添加剂预混合饲料的规定为铅含量≤40 mg/kg。通过对采集的缓释尿素产品检测总砷含量，结果发现，样品均未检出。因此，根据标准文件资料，我们建议将铅含量指标设置为≤10 mg/kg。

表 8 相关标准中铅含量规定

标准文件	Pb（mg/kg）
GB 13078-2017（添加剂预混合饲料）	≤40
GB 7300.601	≤10
Q31/0114000033C007-2020-02	≤10
Q/HKDQ 020—2020	≤10
Q/370281QRB 043-2019	≤10
Q/ZYF008-2019	≤10
Q/12ATQ 009-2019	≤40

（7）根据技术指标判定产品合格情况

根据本文件对缓释包被尿素产品的技术指标，对收集到的 36 个样品进行判定，其中有 4 个样品不合格，不合格率为 11%。不合格产品中，均是 1h 尿素释放率不合格，分别是 47.50%、48.55%、58.29%、71.31%，高于设定值 45%。

表 9 不合格样品技术指标

序号	外观与性状	水分含量%	尿素含量%	1h 尿素释放率%	缩二脲%	亚甲基二脲%	总砷(mg/kg)	铅(mg/kg)
1	颗粒状，无明显结块，无刺激性气味	0.14	90.86	47.50	0.56	0.06	未检出	未检出

2	颗粒状，无明显结块，无刺激性气味	0.74	83.86	48.55	0.43	0.08	未检出	未检出
3	颗粒状，无明显结块，无刺激性气味	0.13	89.00	58.29	0.47	0.25	未检出	未检出
4	颗粒状，无明显结块，无刺激性气味	1.02	87	71.31	0.45	0.26	未检出	未检出

通过瘤胃模拟系统对合格产品和不合格产品进行评价，发现合格产品显著降低了瘤胃氨氮含量，显著提高了瘤胃产气量、微生物蛋白含量（$P<0.05$），表面合格产品显著促进了瘤胃微生物发酵。

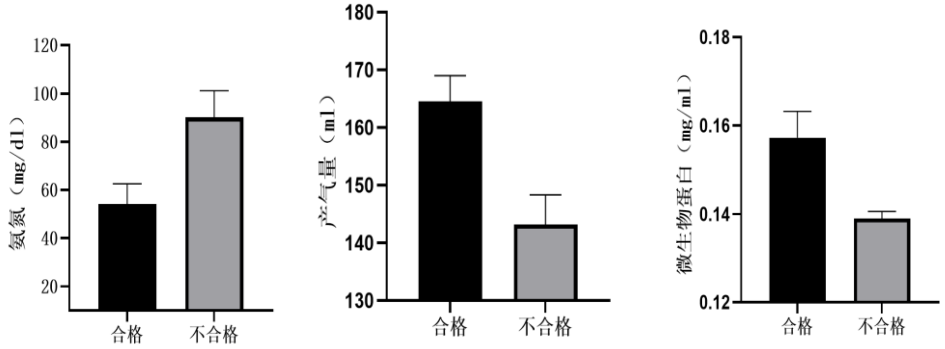

图 6　合格与不合格产品对瘤胃发酵的影响

5. **标准内容 6 取样**

按 GB/T 14699 的规定进行。

理由及依据：

引用国标，采样应符合《饲料 采样》（GB/T 14699）的要求。

6. **标准内容 7.1 外观与性状**

取适量样品置于清洁干燥的器皿中，在自然光线下观察其形态，并嗅其味。

理由及依据：

感官检验是将样品放置于适宜的器皿中，在光线充足但非直射日光的环境中，目测观察和靠近鼻闻。《饲料添加剂 硫酸镁》（GB 32449-2015）中感官检验描述为：取适量试样置于干净白纸上，在自然光下观察其色泽和状态。《饲料添加剂 烟酸》（GB 7300-2017）中描述为：取适量样品置于清洁、干燥的白瓷盘中，在自然光线下观察其色泽和状态，并嗅其味。因此，这是检测通常采用的感官检验方法。

7. **标准内容 7.2 水分**

按 GB/T 6435 的规定进行。

理由及依据：

水分含量的测定按《饲料中水分的测定》（GB/T 6435）的规定进行。尽管纯尿素水分含量也可以通过《尿素的测定方法 第 3 部分：水分 卡尔·费休法》（GB/T 2441.3-2010）测定，但是考虑到饲料企业和养殖企业普遍不具备使用卡尔费休法的仪器，可行性不强，并且包被缓释尿素有多聚物成分，有可能不完全适合卡尔费休法。烘箱是企业常用检测饲料水分含量的设备，易于操作和使用。尿素的熔点是 132-135℃，在 150℃以上会发生分解，而 GB/T 6435 的烘干温度为 103℃，因此不会改变尿素的理化状态。

通过对 15 个缓释包被尿素产品同时进行卡尔费休法（GB/T 2441.3）和烘干法（GB/T 6435）进行水分检测，发现烘干法的水分为 0.53±0.09 %，卡尔费休法的水分为 0.21±0.07 %，卡尔费休法的结果偏低约 0.3 个百分点。

通过对缓释包被尿素产品的龙头生产企业标准中水分含量检测方法进行调研，发现奥特奇（Q/12ATQ 009-2019）、润博特（Q/370281QRB 043-2019）、康德权（Q/HKDQ 020-2020）、美农（Q31/0114000033C007-2020-02）等企业均采用烘干法（GB/T 6435）进行水分检测，并根据该方法结果进行水分含量上限设定。我们对所有 36 个样品利用烘干法（GB/T 6435）对水分含量进行检测，根据检测结果确定了水分含量指标为≤5%。

8. **标准内容 7.3 尿素含量**

称取约 5 g 试样，利用研钵磨碎，混合，装入密闭容器中保存。按 GB/T 36859-2018 的规定（第 7 章和第 8 章）执行。

理由及依据：

为了保证尿素的充分释放，采用研钵磨碎的方式，对尿素进行前处理。然后按照 GB/T 36859-2018 的规定（第 7 章和第 8 章）执行。

选取 15 个样品，利用本方法与二乙酰一肟法（原附录 A 方法）进行比较，结果发现本方法的尿素含量 86.20±3.23 %，二乙酰一肟法的尿素含量 86.40±3.20 %，二者之间差异很小。因此，本方法可以用于缓释包被尿素中尿素含量测定。

9. **标准内容　7.4.1 1h 尿素释放率测定原理**

饲料用缓释包被尿素在瘤胃模拟缓冲液中，进行加热和搅拌处理后，其中的尿素释放进入缓冲液，计算处理 1h 时缓冲液中尿素质量占缓释包被尿素中尿素质量的百分比例。

理由及依据：

饲料用缓释包被尿素在瘤胃模拟缓冲液中，进行加热和搅拌处理后，其中的尿素释放进入缓冲液，计算处理 1h 时缓冲液中尿素质量占缓释包被尿素中尿素质量的百分比例。

10. **标准内容** 7.4.2.2　**瘤胃模拟缓冲液：准确称取 9.8 g 碳酸氢钠、9.3 g 十二水合磷酸氢二钠、0.47 g 氯化钠、0.57 g 氯化钾、0.04 g 无水氯化钙、0.12 g 无水氯化镁充分溶解于 1000 mL 水，调节溶液 pH 值至 6.8±0.1。**

理由及依据：

为了更好的模拟瘤胃环境，选择常用的瘤胃模拟缓冲液对包被尿素释放率进行测定。瘤胃模拟缓冲液参考《植物精油对尿素氮在瘤胃内容物中分布的影响》（赵圣国，2012）中的方法配置。

11. **标准内容 7.4.4.1 缓冲液预热**

在溶出度测定仪溶出杯中加入 1 L 瘤胃模拟缓冲液(7.4.2.2)，于 39±0.5℃、

转速 100 r/min，预热 0.5 h。

理由及依据：

孵育前需将配得的瘤胃模拟缓冲液 pH 调节至 6.8±0.1，温度保持在 39℃用来模拟瘤胃内环境，尽量减少与体内试验间的误差。

12. **标准内容 7.4.4.2 试样处理**

平行做两份试验。准确称取 10 g 试样（精确至 0.01 g）于预热后的缓冲液中，于 39±0.5℃、转速 100 r/min，处理 1 h 后，取溶液 50 mL，用中速滤纸（7.4.2.3）过滤，收集滤液。

理由及依据：

牛瘤胃温度一般为 39℃，并且瘤胃进行不断蠕动，为此设置温度 39℃，通过旋转桨叶模拟蠕动。中速滤纸过滤掉没有完全溶解的缓释尿素，滤液用于检测尿素含量。

13. **标准内容 7.4.4.3 尿素含量测定**

精确移取滤液 5mL~10mL，按照 GB/T 36859-2018 中 7.3 的规定，测定滤液中尿素含量。。

理由及依据：

直接参考国标执行。

14. **标准内容 B.4 结果计算**

试样的 1h 尿素释放率以 URR1h 计，数值以%表示，按式（1）计算：

$$URR1h = \frac{U \times V}{UR \times m} \times 100 \quad (1)$$

式中：

U——滤液中尿素含量，单位为克每升（g/L）；

V——溶出杯中瘤胃模拟缓冲液体积，单位为升（L）；

UR——试样中尿素含量，单位为百分号（%）；

m——试样质量，单位为克（g）；

测定结果以平行测定结果的算术平均值表示，保留两位有效数字。

理由及依据：

URR1h 全称为“Urea release rate at 1h”1h 尿素释放率，孵育 1 h 缓冲液中尿素含量与试样产品的实际尿素含量之比即为 1h 尿素释放率。

该方法参考《中国药典》（2020 版）中“9013 缓释、控释和迟释制剂指导原则”要求进行操作，与尿素检测的国标方法相结合，不是新建的独立方法，因此未开展 3 家单位的方法学验证。

15. **标准内容 7.5 缩二脲**

按 GB/T 2441.2 的规定进行。

理由及依据：

参考国标进行检测。

16. **标准内容 7.6 亚甲基二脲**

按 GB/T 2441.9 的规定执行。

理由及依据：

参考国标进行检测。

17. **标准内容 7.7 总砷**

按 GB/T 13079 的规定执行。

理由及依据：

参考国标进行检测。

18. **标准内容 7.8 铅**

按 GB/T 13080 的规定进行。

理由及依据：

参考国标进行检测。

19. **标准内容 8.1 组批**

以相同材料、相同生产工艺、连续生产或同一班次生产的同一规格样品为一批，每批产品不应超过 5t。。

理由及依据：

参考《饲料添加剂 亚硫酸氢钠甲萘醌(维生素 K3)》（GB 7294-2017）中描述：以相同材料、相同生产工艺、连续生产或同一班次生产的均匀一致的产品为一个生产批次。缓释包被尿素制备工艺复杂，不同生产日期、不同产品型号等均会有较大差异，因此采用此描述。

20. **标准内容 8.2 出厂检验**

出厂检验项目为外观与性状、尿素、1h 尿素释放率。

理由及依据：

应对每批次缓释包被尿素的外观与性状、尿素、1h 尿素释放率进行出厂检验，任何不符合要求的缓释包被尿素都应按照本标准要求重新实施。

21. **标准内容 8.3 型式检验**

型式检验项目为本文件第 5 章规定的所有项目。在正常生产情况下，每半年至少进行 1 次型式检验。有下列情况之一时，亦应进行型式检验：

a) 产品定型投产时；

b）生产工艺、主要原料来源有较大改变，可能影响产品质量时；

c）停产 3 个月以上，重新恢复生产时；

d）出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；

e) 饲料行政管理部门提出检验要求时。

理由及依据：

为查明产品是否能够满足标准全部要求，型式检验必不可少，且至少每年一次。《饲料原料 鱼粉》（GB/T 19164-2021）中型式检验情况为 a)产品定型投产时；b)生产工艺或主要原料来源有较大改变，可能影响产品质量时；c)停产三个月以上，重新恢复生产时；d)出厂检验结果与上次型式检验结果有较大的差异时；e)饲料行政管理部门提出检验要求时。

22. **标准内容 8.4 判定规则**

7.4.1 所验项目全部合格，判定为该批次产品合格。

7.4.2 检验结果中有任何指标不符合本文件规定时，可自同批次产品加倍取样复检。复检结果有一项不符合本文件规定，即判定该批产品不合格。

7.4.3 各项指标的极限数值判定按 GB/T 8170 中全数值比较法执行。

7.4.4 检验结果判定的允许误差按 GB/T 18823 规定执行。

理由及依据：

本描述与《饲料原料 小麦》（NY/T 117-2021）中判定规则相同，为通用判定规则。

23. **标准内容 9.1 标签**

按 GB 10648 规定执行。

理由及依据：

按照国标执行。

24. **标准内容 9.2 包装**

包装材料应无毒、无害、防潮、牢固。

理由及依据：

包装材料应保证无毒无害，不得污染产品本身；防潮，能抵御雨雪的浸润；牢固，不易在运输过程中损坏。

25. **标准内容 9.3 运输**

产品运输应符合保质、保量、运输安全。运输工具要保持清洁、干燥，产品在运输途中不应与有毒、有异味的物品混放、混运，防止日晒雨淋和有毒物质污染。产品装卸时应小心轻放、防止挤压。

理由和依据：

产品运输要保证安全、保质保量。注意运输过程中的雨雪浸润导致产品受潮受热，不应与有毒有害的物品混运，防止污染。另外，产品装卸要小心轻放，防止因暴力装卸造成的产品质量问题。

26. **标准内容 9.4 贮存**

存放在通风、干燥、无污染的地方，避免与有毒、有害物质混合存放，不应与有毒有害的物品混储。

理由及依据：

产品应存放在环境干燥，通风良好的条件下，避免受暴晒雨淋。严格按照分类的要求，各批次依次堆放，不应与有毒有害等污染物混储。

27. **标准内容 9.5 保质期**

未开启包装的产品，在规定的运输和贮存条件下，产品保质期应与产品标签中标明的保质期一致。

理由及依据：

未开启包装前，产品形态完整，最有利于保存。要求产品保质期应与产品标签中标明的保质期一致。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益。

（一）试验验证的分析、综述报告

按照本文件的要求，在上海美农生物科技股份有限公司、天津奥特奇生物制品有限公司、青岛润博特生物科技有限公司进行应用验证，推动包被工艺的

升级，通过优化流化床包被条件，实现了产品达到技术指标要求，1h 尿素释放率均小于 40%。

为了比较合格级产品对奶牛生产性能的影响，选择合格和不合格产品各一款，在低蛋白水平基础饲粮条件下，补饲两种不同包被尿素产品，研究其对泌乳中后期奶牛泌乳性能的影响。试验采用随机区组设计，选用 50 头泌乳中后期的荷斯坦奶牛，随机分为 2 组，每组 10 头，两组在饲喂低蛋白水平饲粮的基础上，分别补饲合格级和不合格级两种不同包被尿素产品各 100g/d。试验共计 60d。结果表明：1）补饲合格级包被尿素组产奶量比不合格级级包被尿素组平均提高 1.1 kg/d，但差异不显著（$P > 0.05$）；2）两组对乳蛋白、乳脂率的影响差异不显著（$P > 0.05$）；3）补饲合格级包被尿素组奶牛血尿素氮显著低于不合格级包被尿素组。表明，合格级包被尿素能提高氮利用率。

为了比较合格级包被尿素产品与普通尿素对奶牛生产性能的影响，试验选择 18 头健康、体重相近 302±17 kg、7 月龄左右的生长期肉牛，随机分为对照组、缓释包被尿素组和普通尿素组 3 组，每组 6 头。对照组饲喂豆粕的基础日粮，按照等氮原则，缓释包被尿素组和普通尿素组分别用缓释包被尿素和普通尿素替代对照组日粮中豆粕，测定肉牛生长性能、养分表观消化率和血清生化指标。预试期 14 d，正试期 60 d。结果表明：与普通尿素组相比，缓释包被尿素组肉牛平均日增重提高了 146 g，粗蛋白表观消化率提高了 2.26 个百分点，血尿素氮降低了 1.35 mM，提高了肉牛氮利用率与生长性能（$P > 0.05$）。缓释尿素组和普通尿素组干物质的表观消化率显著，表明包被缓释尿素饲料效果优于普通尿素。

（二）技术经济论证、预期的经济效益、社会效益和生态效益

通过验证后，提升了缓释包被尿素产品质量，避免了产品突释问题，提高了尿素在瘤胃中的利用率，提高了奶牛产奶量。在万头牧场进行示范应用，每头奶牛每天添加 100g 缓释包被尿素，替代 500g 豆粕，日粮氮成本降低 0.50 元，一个牧场一年减少日粮成本 180 万元，有助于国家豆粕减量替代和节本增效。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

项目组未查阅到国外相关饲料用缓释包被尿素标准。采集到 1 个国外缓释包被尿素产品，产品是生产自德国 BEWI-LACTO 公司，按照本文件技术指标要求，该产品为合格样品。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

项目组未查阅到国外相关饲料用缓释包被尿素标准，因为未引用国际标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

尿素已经被列入我国饲料添加剂品种目录，在标准的制定过程中严格贯彻国家有关方针、政策、法律和规章，严格执行强制性国家标准和行业标准。在与相关的各种基础标准相衔接，遵循政策性和协调同一性的原则。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编制过程中没有重大意见分歧。

八、涉及专利的有关说明

无。

九、贯彻标准的要求和措施建议

本文件规定了饲料用缓释包被尿素的原料要求、技术要求检验规则、标签、包装、运输、贮存和保质期，描述了取样和试验方法、。缓释尿素适用于反刍动物，建议后备奶牛用量 20-50g/d、泌乳奶牛 50-200g/d、干奶牛 20-50g/d、肉牛 20-100g/d、羊 4-20g/d、精料补充料 5-20 kg/t，注意产品开封后尽快用完，防止潮变，影响产品质量。为了让终端养殖企业更清晰明白的认识产品质量，建议大力宣传产品质量，将 1h 尿素释放率、尿素含量等字样印刷到外包装或标签，同时依托国家认监委授权的认证机构，开展缓释包被尿素质量的认证，规范尿素饲料市场的有序高质量发展。

十、其他应予说明的事项

无。