

中国粮油学会团体标准

《 γ -氨基丁酸（GABA）富集的谷物与豆类产品》

标准编制说明

中国农业科学院农产品加工研究所

2020年12月

一、工作简况（包括任务来源、目的意义、国内外相关标准情况、主要工作过程、标准主编单位和参编单位、人员及分工等）

（一）任务来源

为贯彻落实国务院《深化标准化工作改革方案》的要求，推动我国粮油食品领域团体标准的发展和壮大，根据《中国粮油学会团体标准管理办法（试行）》相关规定和《中国粮油学会关于开展第三批团体标准征集工作的通知》，由中国农业科学院农产品加工研究所牵头向中国粮油学会申报制定《 γ -氨基丁酸（GABA）富集的谷物与豆类产品》团体标准，2019年初经中国粮油学会评审，同意该标准立项，并发布《关于第三批团体标准立项公示》的通知（中粮油学发〔2019〕55号）。籍此由中国农业科学院农产品加工研究所牵头，江南大学、佐竹机械（苏州）有限公司等产学研单位共同参与成立了标准起草工作组，负责本标准的研制和编写工作。本标准的研制还受到了现代农业产业技术体系—食用豆体系加工岗位专家项目（CARS-08-G19）的资助。

（二）目的意义

以淀粉基质为主的谷物及豆类是世界上绝大部分地区和国家传统主食，食用历史悠久、消费市场和规模居食品前列。近年来科学研究发现，天然的谷物及豆类除了提供能量物质，还能够提供一定量人体必需的营养素（如蛋白质、矿物质等）、对人体具有疾病预防和健康有调节作用的植物化学物质（如黄酮、多酚、多糖等）；此外，其还可通过适当加工产生或富集某些对人体具有特殊生理功能的活性物质，如 γ -氨基丁酸（ γ -aminobutyric acid，以下简称GABA）。

GABA是一种非蛋白质氨基酸，在动植物种分布广泛，是哺乳动物中枢神经系统中一种重要的抑制性神经传递物质，具有降血压、促进睡眠、增强记忆、抗焦虑、预防和治疗癫痫、解毒等十余种生理调节功能。动物毒性实验证实，GABA作为一种潜在的功能性食品原料是安全的。此外，现代医学研究发现，生物体内的GABA水平会随着年龄的增长和/或压力的增大呈现降低趋势。因此，从食物中补充GABA对维持人体的大脑调节功能和机体的全面健康具有重要意义。然而，高等植物组织中天然存在的GABA的水平较低，通常在1.0~10mg/100g水平以下，且在加工过程中易损失。如果不经过特殊加工和保护的话，普通食物中的GABA含量很难满足需求，需要GABA食品添加剂或药品形式的营养补充。

近年来，我国各种慢性疾病人群及老年群体数量日益增加的突出问题，“健康中国2030”规划纲要中特别指出未来要“加强重点人群健康服务”，基于膳食调节的健康服务功能历来是我国传统饮食观念的重要组成。因 GABA 这种神经递质具有广泛且强大的生理调节功能，科研工作者对其在食品中的富集技术和产品开发开展了多年的深入研究，尤其是在人们日常食用的粮食作物原料中，发现多种粮谷类种子经适当的物理胁迫处理，如冷、热、低氧下的环境刺激可有效富集 GABA，这种纯物理的处理方式相对温和、安全性高，具有天然属性，由此方式制得的 GABA 食品原料及其深加工产品也成为国内外新型营养健康食品研究的热点。在实行功能性标示食品备案制的日本，GABA 是在 2019 年排名第二位的功能性原料。虽然早在 2009 年我国卫生部中即批准 GABA 作为新资源食品发布的第 12 号公告，可以用于普通食品，但目前在我国，市场上富含 GABA 的产品品类仍相对单一，主要有外来添加的个别饮品和大米产品。其中通过这种天然富集技术生产的 GABA 大米，由于缺乏相应的标准来规范，市场产品质量参差不齐，尤其是关键指标概念模糊、含量水平偏低，导致从业者和消费者均无法从中受益，也使得我国涉及 GABA 功能成分的健康食品产业发展受到严重制约。因此，从有利 GABA 食品产业健康发展和社会大众普遍受益的角度，有必要尽快推出与之相关的系列食品标准。

（三）国内外相关标准情况

到目前为止，我国 GABA 产品类国家标准和其它标准均属于空白。GABA 含量测定的标准共计 2 项，其中有农业行业标准 1 项(NY/T 2890-2016)、轻工业标准 1 项(QB/T 4587-2013)。此外，还有一项 GABA 谷物栽培技术规程的地方标准(DB36/T 991-2018)。

在 GABA 检测标准上，已制订的农业行业标准 NY/T 2890-2016（稻米中 γ -氨基丁酸的测定 高效液相色谱法），其中规定了稻米中 GABA 含量的高效液相色谱测定方法。轻工业行业标准 QB/T 4587-2013（ γ -氨基丁酸）中则主要规定了 GABA 的化学名称、分子式、相对分子质量、结构式、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。地方标准 DB36/T 991-2018（富含 γ -氨基丁酸巨胚功能稻高产栽培技术规程）中规定了巨胚功能稻的术语和定义、品种选择、产地环境、秧苗期管理、大田管理和收获与贮运。本标准与以上标准均不冲突，其中的检测方法和定义可为本标准部分参考。

此外，在 GABA 谷物研究和产品开发的发源地—日本，有关 GABA 富集产品的质量标准还没有统一的行业或国家标准，目前可查的仅有生产企业对于 GABA 大米中 GABA 含量的规定限值，一般规定在 10~15mg/100g（见附件 3 国外市场上的产品包装

标识)。近年来,国内市场上也出现了不少厂家的 GABA 大米产品,但尚无权威标准可循,对 GABA 含量的规定亦不相一致,总体看来普遍低于日本同类产品,个别厂家的包装标识上甚至不足 10mg/100g(见附件 3 产品展示中国内产品标识)。根据本标准主持单位的前期研究成果,大米之外,具有更大 GABA 富集潜力的谷物和豆类原料还包括青稞、全麦及绿豆、红小豆、芸豆等食用豆类作物,目前国内外均无上述原料的标准或产品规定。

由中国粮油学会批准立项的《 γ -氨基丁酸(GABA)富集的谷物与豆类产品》团体标准将填国内乃至国外此类产品标准的空白。若实施效果良好,有望升级为《 γ -氨基丁酸(GABA)富集的谷物与豆类产品》的行业或国家标准。

(四) 主要工作过程

2019 年 6 月下旬,中国粮油学会发布《关于中国粮油学会第三批团体标准立项公示》(中粮油学发(2019)55 号)及附件中国粮油学会第三批团体标准拟立项项目,本标准正式获得立项。随即成立了由中国农业科学院农产品加工研究所牵头,江南大学、佐竹机械(苏州)有限公司等多家产学研单位共同参与的标准起草小组。

2019 年 7 月至 2020 年 6 月间,标准起草主要牵头单位—中国农业科学院农产品加工研究所与佐竹机械(苏州)有限公司及其日本研发总部工作人员、江南大学在北京、苏州、无锡以及日本广岛多地召开每两个月一次的视频、电话会议,对标准的基本框架、方案及研制进展进行沟通。

2020 年 6 月至 10 月,标准草案和编制说明的撰写与持续改进,企业验证工作。在参与标准制订的黑龙江孙斌鸿源农业开发集团、宇顺高科种业、浙江益万生物技术有限公司、西藏自治区农牧科学院农产品开发与食品科学研究所等多家单位进行意见征求、反馈及关键指标的核定、修改。

2020 年 10 月,召开本标准的内部专家预审会,邀请部分行业内标准专家及标准起草小组成员对《 γ -氨基丁酸(GABA)富集的谷物与豆类产品》(预审稿)进行了审查和交流。

在以上工作基础上,本标准起草组又对标准文本和编制说明进行了修改、数据校对和文字完善,最终形成本次送审稿。

（五）起草单位及人员

本标准的主要起草单位有 7 家，包括中国农业科学院农产品加工研究所、江南大学、佐竹机械（苏州）有限公司、黑龙江孙斌鸿源农业开发集团有限责任公司、宇顺高科种业股份有限公司、浙江益万生物技术有限公司、西藏自治区农牧科学院农产品开发与食品科学研究所。参与标准起草及涉及标准内容研制的人员如下：周素梅、王立、刘丽娅、刘厚清、孙斌、王发文、华井田、刘洪津、张玉红、马玉玲、佟立涛、王丽丽、周闲容、王姗姗等。人员分工如下表所示：

表 1 本标准的制订成员、单位及分工

序号	姓名	单位	职务/职称	分工（细化到节或条）
1	周素梅	中国农业科学院农产品加工研究所	研究员	标准负责人、主要条文把关
2	王立	江南大学	教授	主要参编人，研究方案制订
3	刘丽娅	中国农业科学院农产品加工研究所	副研究员	主要参编人，标准文本初稿撰写
4	刘厚清	佐竹机械（苏州）有限公司	高级研究员	主要参编人，关键技术指标提出
5	孙斌	黑龙江孙斌鸿源农业开发集团有限责任公司	高工	参编人，标准文本产业验证
6	王发文	宇顺高科种业股份有限公司	高工	参编人，标准文本产业验证
7	华井田	浙江益万生物技术有限公司	高工	参编人，标准文本产业验证
8	刘洪津	日本佐竹公司技术部	研究员	参编人，标准文本产业验证
9	张玉红	西藏自治区农牧科学院农产品开发与食品科学研究所	研究员	参编人，青稞指标的验证
10	马玉玲	中国农业科学院农产品加工研究所	博士研究生	样品的 GABA 含量测定
11	佟立涛	中国农业科学院农产品加工研究所	研究员	GABA 大米样品收集、制备
12	王丽丽	中国农业科学院农产品加工研究所	副研究员	GABA 豆类样品收集、制备
13	周闲容	中国农业科学院农产品加工研究所	助研	文献查阅、会议沟通
14	王姗姗	中国农业科学院农产品加工研究所	博士研究生	GABA 青稞、小麦样品收集、制备

二、标准编制原则和确定标准的主要内容（如技术指标、参数、公式、性能、要求、实验方法、检验规则等）的论据

（一）标准编制原则

1、本标准依据 GB/T 1.1《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》的要求和规定编写本标准的内容。

2、本标准的制订完全遵循了科学性、客观性和可操作性的“三性”原则。

（1）科学性

标准的制定过程中采用文献调研、专家座谈、产业调研、试验验证等多种研究手段相结合的方法，为本标准内容的科学性提供了有力保障。

（2）客观性

因目前国内与 GABA 富集类粮食加工相关产业处于起步阶段，企业实力和水平有一定的差异性，因此在本标准制定过程中充分考虑了全国各地企业发展的实际情况，尽量做到标准内容能够满足大多数企业生产实际，在确保产品安全、基本品质和关键核心指标达标的基础上，不对企业所采用的技术设备和工艺方法做过多要求。

（3）可操作性

标准中所涉及的技术流程清晰，所提出的概念、指标及检测检验方法便于理解执行、可操作性强，对于 GABA 富集类粮食制品加工企业应能够起到一定的引导和规范作用。

（二）标准条文和主要技术指标的确定

1、确定依据

本标准充分注重其先进性、适用性及与其它现有标准的协调统一性，在切实可行的前提下，测定方法尽可能采用现行通用的国家标准。

标准中涉及的主要条文和技术指标是在主要编制单位前期对于豆类与谷物产品富集 GABA 的大量文献和研究基础上确定的。首先，查阅了大量谷物及其豆类 GABA 研究的相关国内外文献，对不同种类谷物与豆类原料及其制品中的 GABA 检测方法、富集技术、含量范围、功能活性等研究现状进行了归纳总结，掌握了谷物及其豆类原料

及其制品 GABA 的富集情况。其次，收集、整理多项与谷物及其豆类 GABA 有关的研究成果，国内外法规、标准、规范和办法等（见附件 1），其中包括标准 3 项、专利 2 项，科技论文 48 篇。同时，收集大量的谷物（大米、小麦、青稞）和食用豆类（绿豆、小豆、芸豆等）原料品种，在实验室基础上进行样品的制备和核心指标、关键数值的对比分析，并通过与市场产品的比对，确定指标的数值范围。最后，通过市场调研，与参与企业、产业界代表的沟通，最终形成现标准草案中的相关内容。

2020 年 11 月底之前，本标准编制工作组又向参与企业和科研单位发送征求意见函 7 份，反馈意见 18 条。针对初次反馈意见两次进行文本修改，最终形成了本标准的征求意见稿与编制说明。

2、条文规定

本标准的编写格式、用语则遵照我国技术标准 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构与编写规则》中的相关规定。设置的条款和内容包括：范围，规范性引用文件，术语和定义，技术要求（又包含原料要求、感官要求、理化指标、产品卫生安全指标、净含量等）、生产加工过程要求，检验方法（感官品质、理化指标、微生物指标、净含量）、检验规则、标志、包装、贮存、运输、保质期。以下将对本标准的主要技术指标的确定情况逐一说明。

1) 范围

遵循 GB/T1.1-2009 的基本原则，采用两段式表述。其一是对本标准的内容进行了陈述，如规定了 γ -氨基丁酸（GABA）富集的谷物与豆类产品的定义、分类、技术要求、理化指标、检验方法与规则、标志、包装、运输、贮运和保质期等内容。其二是对本标准的适用产品及其基本加工工艺进行了约定，如以大米、小麦、青稞等谷物以及绿豆、小豆、芸豆等食用豆类粮食类作物为原料，经初选、精选、GABA 富集等加工工艺获得的保持谷物或食用豆天然籽粒形状的原粮产品以及经过研磨或熟化加工获得的粉类产品。当然，绝大部分的粮食作物均有富集 GABA 的能力，但本标准中所涉及的谷物和食用豆品种选取，也是基于目前国内外市场可见的产品以及研究报道中具有较高 GABA 富集潜力的粮食作物品种，目前标准中只涉及到大米、小麦（全麦）、青稞 3 种谷物和绿豆、小豆、芸豆 3 种食用豆品种。不过相信未来随着研究深入和实

实际需求，不排除有继续扩充本标准适用谷物和豆类作物的可能性。

2) 规范性引用文件

根据 GB/T1.1-2009 和本标准的技术要求，按数字序列顺序列出了规范性引用文件 36 个，其中本标准中引用的标准 34 个，国家质量监督检验检疫总局发布号令文件 2 件，均按照我国标准一贯格式列出。

3) 术语和定义

考虑到本标准涉及 γ -氨基丁酸（GABA）富集的谷物与豆类产品作为国内新兴粮食加工制品，市场认知度尚有待提升，因此围绕该产品设置了 γ -氨基丁酸（GABA）富集、原粮产品、粉类产品 3 个技术和产品术语；此外，还对可能影响产品品质的“异物”进行了定义。

4) 技术要求

① **原料要求：**根据前期研究经验，谷物、食用豆粮食作物进行GABA富集时需要一定的种子萌发能力。此能力由种子在温湿度控制下的发芽率来计算，一般能够达到85%以上即可保证原料中GABA的有效富集，因此对原料要求主要强调是发芽率 $\geq 85\%$ 这一指标。产后贮藏时间不超过2年也是借鉴于一般可萌发种子的基本要求。另因加工中需要用到少量的水进行调质处理，对于食品加工用水的质量要求则直接借鉴了GB 5749中的规定。粮食原料本身的水分含量参考其各自标准规定即可（12.5%~14.0%）。

② **产品感官要求：**因涉及保持原籽粒形态的 GABA 谷物及豆类和粉类两种产品，因此对它们的感官品质分开规定。其中籽粒产品应符合天然原料应有的感官品质要求。粉类产品对于生粉的感官品质不做特殊规定，只要是具有正常的外观、风味即可。对于熟粉的感官要求则参照国家标准《GB 19640-2016 食品安全国家标准 冲调谷物制品》、《GBT29602-2013 固体饮料》以及中国焙烤食品糖制品工业协会团体标准《T/CABCI 04-2018 全谷物冲调谷物制品》等设定的对于食品色泽、气味、状态等的三项感官指标要求，主要强调正常色泽、无异味、无异物、冲调状态正常等粉状食品正常具有的感官品质。

③ 产品理化指标规定：主要涉及水分和 GABA 含量两个指标。

水分：GABA 富集谷物与豆类最终产品水分不宜过高。水分含量过高，样品不易保存，后续加工困难，同时可能引起 GABA 含量的持续下降及微生物繁殖生长。水分过低则会增加生产成本、降低产品出品率，减损企业经济效益。因此说，控制合适的水分含量对于富含 GABA 的谷物及豆类产品的储藏、加工及生产企业是十分必要的。根据前期实验研究并结合常见粮食作物相关标准中对于水分含量的要求，例如大米国标（GB1354-2018）中规定大米成品 14.5%~15.5%的水分，青稞标准（GB 11760）中 13.0%的水分，小麦标准（GB 1351）中 12.5%的水分，绿豆标准中（GB 10462）13.5%的水分等。在保证原粮产品储藏安全性前提下，为提高生产的经济性，将 GABA 原粮类产品的水分含量值设定为 $\leq 13.0\%$ 。

至于 GABA 谷物粉和豆粉类产品，如果是由原粮籽粒直接磨粉得到的生粉产品，因仅为物理研磨加工，中间不涉及热量和物质交换（研磨温升和水分变化可忽略），水分含量指标仍参考原料类产品标准（ $\leq 13.0\%$ ，在标准文本的表 2 备注中已有说明）。对于本标准中涉及的冲调谷物粉和豆粉产品，因涉及即食性产品的贮藏安全性，参照同类产品的相关标准（GB 19640-2016 食品安全国家标准 冲调谷物制品、GBT29602-2013 固体饮料），10.0%是保证此类产品安全的一般水分要求，因而本标准中亦将 GABA 熟粉产品的水分含量定为 $\leq 10.0\%$ 。

γ -氨基丁酸（GABA）含量：此为本标准的核心约束性指标，其制订的依据一是参考了目前国内外现有的 GABA 大米产品企业规定；二是立足本制标小组的前期实验室研究及在佐竹公司苏州工厂中试机上的试验结果。本标准中涉及的 GABA 大米产品，从国内外市场收集到的样品看（见附件 3），日本市场上的大米产品标识的 GABA 多在 10.0 mg/100g~15.0 mg/100g 范围间，此数值一是与大米原料自身特性有关；二与该类产品所宣称的降血压功能相呼应。按照日本研究者前期的研究，普通人每日 150 g（三两）米饭的主食摄入量，15.0 mg/100g~20.0mg/100g 左右的 GABA 摄入量可起到辅助降血压的功能，因此比较公认的此类大米产品中 GABA 数值应保持在 10.0 mg/100g 以上。近几年国内一些企业虽然也推出了一些 GABA 大米产品，但是对于大米中 GABA 含量却没有统一的规定和标准，有的产品虽然打着 GABA 米的名称，但外包装和营养成分表中并没有 GABA 含量的标识，有的标识量仅为 ≥ 7 mg/100g，有的甚至更低（ \geq

4.2 mg/100g)。在大米的正常消费量下，如此低的 GABA 含量已经难以体现出产品的功能性，也就失去了开发此类产品、发展此产业的意义。因此，制订合理的 GABA 含量是迫切且有必要的。

本制标组对标准涉及的不同谷物与豆类富集处理后的 GABA 含量进行了一定样本量的研究。从我们的前期研究结果看，国内稻米品种的 GABA 富集量，糙米可以达到 20 mg/100g 以上，适度碾磨之后亦可保持在 10 mg/100g~15 mg/100g（表 2）。另外，本标准中涉及的即食大米粉产品，是指热水即冲即饮的熟化谷粉类饮品，在磨粉之前先要经过高温熟化处理。目前工业上普遍采用的熟化工艺有微波法、烘焙法（本标准研究中采用的是微波法）。根据我们前期的研究探讨，微波或烘焙温度不超过 150℃ 时对最终产品中 GABA 含量虽然有一定影响，但 GABA 总体保留率仍在 90% 左右。因此，对于此类 GABA 熟化谷粉或豆粉产品，建议熟化温度控制在 110℃~140℃。从表 2 所示结果看，GABA 糙米、大米及其熟化加工大米粉中 GABA 的平均含量分别为 22.2、14.0、12.7 mg/100g，所收集品种均超过 10.0 mg/100g。同时，参考国外相关产品标准（日本 GABA 大米 ≥ 10 mg/100g）。基于标准的引领性和现实可行性，本标准中将大米产品（包括 GABA 白米、生大米粉及熟化大米粉）中的 GABA 含量设定为 ≥ 10.0 mg/100g。

对于目前在市场上尚未收集到的 GABA 富集的其他谷物和豆类（小麦、青稞、绿豆、小豆、芸豆）产品，本标准制订项目组进行了从原料品种、加工工艺、产品制作等的研究和 GABA 含量的分析检测工作，进而摸索出不同原料品种的 GABA 数值范围和可行性指标。在优化的 GABA 富集条件下，不同原料的全麦、青稞、绿豆、小豆、芸豆的 GABA 富集结果如表 3 和图 1~图 4 所示。

由表 3 中所收集的不同小麦品种经处理后的 GABA 含量可知，全麦籽粒和全麦粉产品中 GABA 含量绝大部分在 20.0 mg/100g~30.0 mg/100g 之间，平均数值分别达到 24.0 mg/100g、22.7 mg/100g，因此将全麦类产品（GABA 全麦籽粒、全麦粉、熟化全麦粉）中的 GABA 含量确定为 ≥ 20.0 mg/100g。

由图 1 所提供的 GABA 富集处理后不同青稞品种的 GABA 含量数据，品种间差异较为显著，数值范围从 37.1 ± 1.5 mg/100g 到 76.3 ± 1.1 mg/100g，其中 50% 的品种集中在

40.0 mg/100g~50.0 mg/100g 之间，平均值为 47.8mg/100g。考虑到熟化粉经加工后还有 10%左右的损失，将青稞类产品（GABA 青稞籽粒、青稞全谷面粉、熟化青稞粉）的 GABA 含量确定为 ≥ 40.0 mg/100g。

由图 2 中 22 个绿豆品种 GABA 富集的数据结果看，绿豆品种间 GABA 含量差异更为显著，从 39.7 ± 0.6 mg/100g 到 130.3 ± 1.9 mg/100g，平均值在 74.3 mg/100g；其中含量在 50.0 mg/100g 以下的占 31.8%，50.0 mg/100g~100.0 mg/100g 之间的占 40.9%；100.0 mg/100g 以上的占 22.7%（多是种皮颜色为黑色的特殊绿豆品种）。而由图 3 不同小豆品种 GABA 富集数据看，16 个小豆品种间 GABA 数值的差异水平与绿豆相似，含量范围从 38.3 ± 0.5 mg/100g 到 131.4 ± 2.0 mg/100g，平均值为 66.1 mg/100g；其中含量在 50.0 mg/100g 以下的占 31.2%，50.0 mg/100g~100.0 mg/100g 之间的占 56.3%；100.0 mg/100g 以上的占 12.5%。而由图 4 不同芸豆品种的数据显示，12 个芸豆品种 GABA 数值从 38.6 ± 0.4 mg/100g 到 114.1 ± 1.5 mg/100g，平均值 71.6 mg/100g；含量在 50.0 mg/100g 以下的占 25.0%，50.0 mg/100g~100.0 mg/100g 之间的占 58.3%；100.0 mg/100g 以上的占 16.7%。

此外，本制标组还对豌豆、鹰嘴豆、蚕豆等食用豆进行了对比研究，发现这几种食用豆的 GABA 富集能力相对较弱，最终 GABA 含量多在 40.0 mg/100g 以下（数据略）。因此，为凸显食用豆这类高蛋白作物的优势，结合杂粮杂豆在我国居民日常饮食中所占有的实际比例（~50g），本标准中只选取了绿豆、小豆、芸豆 3 种具有较高 GABA 富集能力的食用豆品种作为标准限制范围内的原料品种。总体看来，所选取和收集的不同类型的食用豆品种，60%以上的 GABA 含量超过 50 mg/100g，平均水平多在 60.0 mg/100g~70.0 mg/100g 之间。以上测得的 GABA 数值均来自原粮籽粒，后续的熟化和制粉加工可能会导致少量的损失（5~15%），综合衡量后，所有品类产品的平均值亦应能够保持在 50.0 mg/100g~60.0 mg/100g 之间。同时，参考前述国外此类大米产品在制定 GABA 含量时所考虑的每日消费量和有效剂量因素。最终，本标准中将包括绿豆、小豆、芸豆在内的食用豆产品（GABA 豆粒、全豆面粉、熟化全豆豆粉）进行了 GABA 指标的统一规定，即 GABA 含量 ≥ 50.0 mg/100g。这样每日消费 30g 的 GABA 食用豆产品，即可达到每人每天~15 mg 的 GABA 推荐有效摄入量。

④ **产品卫生安全指标：**本标准中不做特殊规定，参考国家强制性标准规定即可。

污染物限量应符合 GB 2762（食品安全国家标准 食品中污染物限量）的规定，真菌毒素限量应符合 GB2761 的规定。如果是即食类食品，主要参考了 GB 19640（食品安全国家标准 冲调谷物制品）和 GB29921（食品安全国家标准 食品中致病菌限量）相关的要求即可。

三、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

（一）主要试验（验证）分析、论证等

本标准的主要试验研究工作主要在中国农业科学院中国农业科学院农产品加工研究所开展，江南大学、西藏自治区农牧科学院农产品开发与食品科学研究所参与了部分研究工作，佐竹机械（苏州）有限公司、日本佐竹总部给予了中试及产业化技术装备支持；参与企业（黑龙江孙斌鸿源农业开发集团、宇顺高科种业、浙江益万生物技术有限公司等）支持了核心指标的验证工作。

1、原料的收集、制备及检测方法建立

本标准中GABA的富集技术借鉴了日本佐竹公司工业化设备（GABA生成机）高温高湿的GABA富化原理，并针对不同品种的谷物和豆类原料分别进行了工艺参数的优化（略）。另外，考虑到全国范围内粮食作物品种的多样性和地域性差别，通过合作企业和育种单位，收集到了各作物的代表性品种，包括主栽推广品种和新培育优异品种77种（见附件2）。对上述不同样品谷物与豆类样品中的GABA进行富集，并参考NY/T 2890（稻米中 γ -氨基丁酸的测定方法）采用高效液相色谱法进行了GABA含量的检测，HPLC检测结果图谱如附件4所示。

2、GABA谷物与豆类产品检测分析

分别对3类谷物样品（稻米、小麦、青稞）和3类食用豆样品（绿豆、小豆、芸豆）GABA富集后的籽粒原粮和部分粉类样品进行了GABA含量的检测和分析，获得检测数据99个，结果如表2~3、图1~4所示（相关分析结果见二、4）内容，最终确定了GABA谷物与豆类产品GABA含量这一关键理化控制指标（表4）。

表2 不同稻米品种 γ -氨基丁酸 (GABA) 富集产品中GABA⁴含量分析

稻米品种	糙米 ¹	大米 ²	大米粉 ³
R1	24.5±0.4	15.9±0.3	14.0±0.1
R2	25.4±0.5	16.0±0.4	14.9±0.3
R3	21.2±0.1	13.9±0.5	13.6±0.6
R4	18.8±0.4	11.7±0.2	10.8±0.4
R5	24.5±0.4	13.2±0.5	11.4±0.3
R6	18.8±0.2	11.5±0.3	10.5±0.2
R7	22.5±0.6	15.9±0.3	13.9±0.3
平均值	22.2±0.4	14.0±0.4	12.7±0.3

注：1.采用GABA生成机 (GABA Mill) 经富化处理得到的糙米；2. GABA富集后的糙米经小型碾米机 (RSKM 3D, Satake) 加工获得的精白米；3. GABA富集精白米经微波熟化、粉碎后制备的冲调即食大米粉。4. GABA含量是以未除去水分的产品质量为基准，以下同。

表3 不同小麦品种 γ -氨基丁酸 (GABA) 富集产品中GABA含量分析

小麦品种	全麦籽粒 ¹	全麦粉 ²
W1	21.0±0.3	19.8±0.1
W2	23.2±0.2	22.0±0.5
W3	22.4±0.5	20.8±0.3
W4	19.3±0.4	18.6±0.3
W5	26.1±0.5	24.3±0.3
W6	23.4±0.1	21.5±0.1
W7	26.5±0.2	26.0±0.4
W8	30.2±0.5	28.4±0.3
平均值	24.0±0.3	22.7±0.3

注：1. 采用GABA生成机 (GABA Mill) 经富化处理得到的全麦籽粒；2. GABA富集全麦籽粒经微波熟化、粉碎后制备的冲调即食全麦粉。

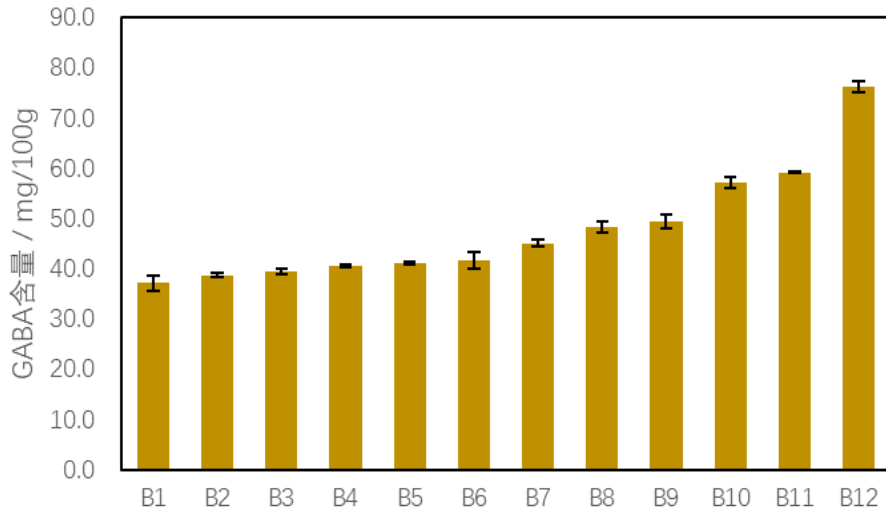


图1 不同青稞 (B) 品种处理后GABA含量

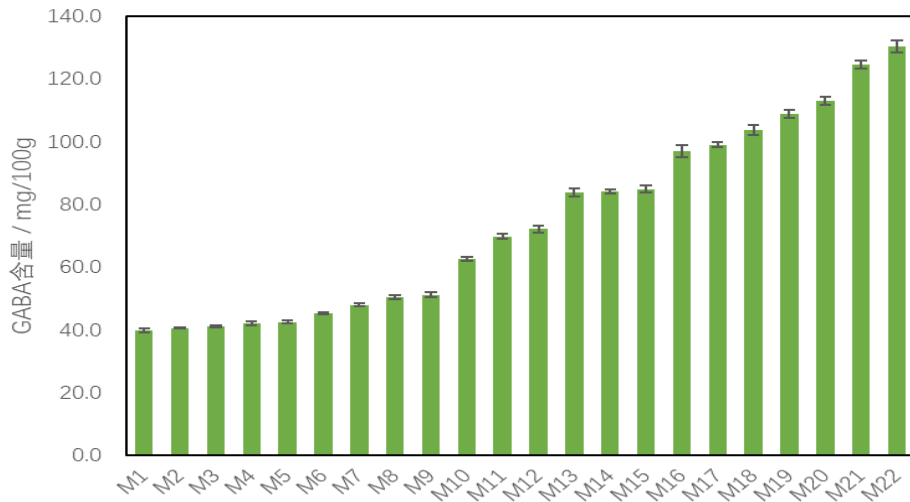


图2 不同绿豆 (M) 品种处理后GABA含量

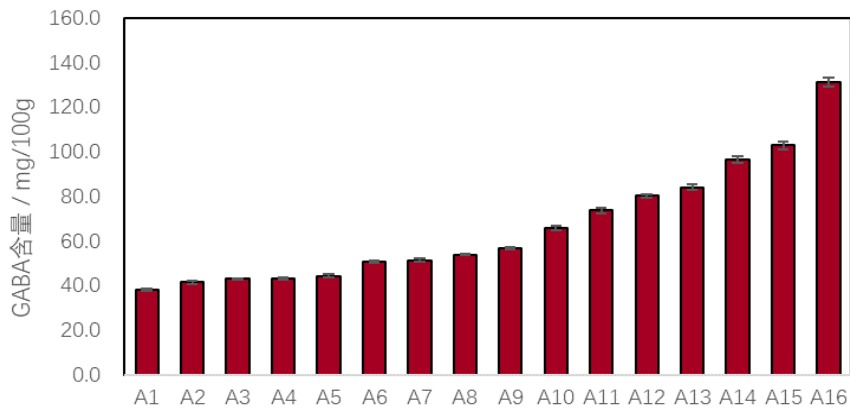


图3 不同小豆 (A) 品种处理后GABA含量

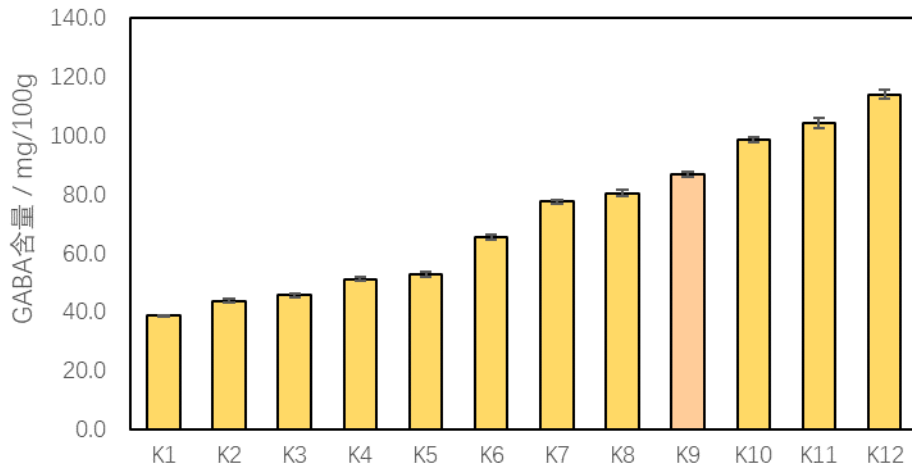


图4 不同芸豆 (K) 品种处理后GABA含量

表 4 GABA 谷物与豆类主要理化指标

项目		指标
水分/% ≤	原粮产品	13.0
	粉类产品 ²	10.0
γ-氨基丁酸 (GABA) 含量 ¹ /mg/100g ≥	大米类产品	10.0
	全麦类产品	20.0
	青稞类产品	40.0
	食用豆制品	50.0

注：1、表中 GABA 含量以未除去水分的产品为基准计算；2、此处的粉类产品仅指熟化即食产品，生粉则参考原粮产品指标。

(二) 预期社会经济效果

目前我国在谷物和食用豆类粮食作物作为富集 GABA 的理想原料，通过本标准的制定，可有效推动 GABA 类新型营养健康产品的开发与推广，并加强对生产企业的监管，规范企业的行为，促进国内 GABA 类食品产业朝着更加健康、规范的方向发展，最终满足国内对于 GABA 这一具有多重生理调节功能营养因子的广泛消费需求。根据 2019~2020 年对国内生产企业和市场的调研，目前已经建成和拟建的 GABA 粮食精深加工项目已超过 10 家，在天猫、京东等网络平台有超过五家产品（以大米产品）在售。目前国内 GABA 产品市场销售量仍相对有限，分析其中原因一是可能与产品定价过高（~200 元/kg）有直接关系；二是产品对于 GABA 的宣传和质量标准控制尚有待提升。

而参考对比日本市场上的同类产品，GABA 免洗米的售价仅比日本普通白米的价格高 50%左右（40~50 元/kg），产品的 GABA 含量控制在消费者可产生功效感知的剂量水平，相对合理的定价、允许的产品健康声称及可量化的品质保障，使得日本市场上此类产品的接受度要远高于国内。

参考 GABA 在国外所重点宣称的辅助降血压功能，实际上国内是有庞大的消费市场和人群的。基于本标准的限定，在将谷物和豆类产品的质量管理要求做好的前提下，如果同一品类的产品做出规模来，则产品成本将会得到有效控制，最终成品的定价也会显著下调。根据行业内对于本标准所指导的 GABA 粮食加工业进行预估，包括谷物和豆类在内的 GABA 系列产品的未来预计产量有望超过 6 万吨，产值近 20 亿元，受益人群将超过 1500 万人。

四、标准涉及的相关知识产权说明

暂不涉及。

五、采用国际标准的程度及水平，与现行有关法律法规和强制性标准的关系

本标准目前尚无国际标准可依，借鉴的日本 GABA 大米相关规定为行业内企业执行标准。在本标准制定过程中，完全依照和参考了国家《食品安全法》及其实施条例、《中华人民共和国标准化法》及其实施条例、《国家卫生计生委办公厅关于进一步加强食品安全标准管理工作的通知》（国卫办食品函（2016）733 号）、《总局办公厅关于做好食品安全标准工作的通知》（食药监食监一（2015）57 号）、《关于公布食品生产许可分类目录的公告》（2016 年第 23 号）等我国相关法律法规、部门规章和文件的规定及要求。

本标准与有关法律法规和强制性标准的关系是协调一致的。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无。

七、其它应予说明的事项

建议将本标准作为推荐性标准。依据本标准开展 γ -氨基丁酸（GABA）富集粮食类产品品质的监管并作为企业生产规范，通过本标准和相关产品的推广宣传，规范企业行为，提升产品质量，促进 GABA 富集类新型粮食营养功能产业发展，进而达到服务于“健康中国”这一国家发展战略的总体目标。

团体标准起草小组

2020 年 12 月 28 日

附件 1 相关标准、专利及文献

1、标准

- 1) QB/T 4587-2013 γ -氨基丁酸
- 2) NY/T 2890-2016 稻米中 γ -氨基丁酸的测定 高效液相色谱法
- 3) DB36/T 991-2018 富含 γ -氨基丁酸巨胚功能稻高产栽培技术规程)

2、专利

1) FUKUMORI T, KANEMOTO S, MIZUNO H, et al. Grain or legume having increased content of functional component and a manufacturing method thereof: US, US8399037[P]. 2013-03-19

2) 顾振新, 杨润强, 宋玉, 等. 一种富含 γ -氨基丁酸的冻干豆类芽菜及其生产工艺: CN, CN 102754780 B[P]. 2014-03-05

3、科技论文

- 1) 常银子, 王丽霞, 仲山民, 等. 不同生长条件对黑豆芽中 γ -氨基丁酸含量的影响[J]. 食品工业, 2010, (4): 9-11
- 2) 陈雪. 发芽糙米 γ -氨基丁酸含量分析及贮藏过程中的变化[D]. 东北农业大学, 2017.
- 3) 陈振, 黄维娜, 康玉凡. 食用豆制品萌发过程中 γ -氨基丁酸(GABA)含量变化[J]. 食品工业科技, 2014, 35(17): 115-118
- 4) 顾振新, 蒋振晖. 食品原料中 γ -氨基丁酸(GABA)形成机理及富集技术[J]. 食品与发酵工业, 2002, 28(10): 65-69
- 5) 郭元新, 杨润强, 顾振新, 等. 采用生物转化技术富集大豆制品 γ -氨基丁酸研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(11): 154-158
- 6) 郝文静, 张晓鸣, 黄汉荣. 发芽绿豆生物转化法富集 γ -氨基丁酸[J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 34-38
- 7) 梁恒宇, 邓立康, 林海龙, 等. 新资源食品 γ -氨基丁酸(GABA)的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(15): 119-123

- 8) 吕莹果, 张晖, 王立, 等. 植物中 γ -氨基丁酸的代谢和功能[J]. 中国食品添加剂, 2010, (1): 92-99
- 9) 马丽, 唐坚, 王梦晗, 等. 低温胁迫对糙米发芽及 γ -氨基丁酸含量的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(4): 278-281
- 10) 马玉玲, 罗可大, 佟立涛, 等. 绿豆发芽富集 GABA 及产品开发研究进展[J]. 中国粮油学报, v.33(5):127-135.
- 11) 宁初光, 唐青涛, 黄延盛, 等. 富含 γ -氨基丁酸的绿豆的制备工艺研究[C]//“食品工业新技术与新进展”学术研讨会暨 2014 年广东省食品学会年会论文集. 2014: 133-137
- 12) 余冬芳, 邹琴. 温度对绿豆芽苗菜产量和营养成分的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(11): 3274-3275
- 13) 沈强, 许凡凡, 张小琴, 等. 真空厌氧间歇技术富集福鼎大白茶茶鲜叶 GABA 的参数优化[J]. 食品工业科技, 2018, 39(11).
- 14) 苏晓琴, 张可欣, 黄卫宁, 等. 高 γ -氨基丁酸绿豆酸面团面包营养与烘焙特性[J]. 食品工业科技, 2016, 37(13): 340-345
- 15) 汪志君, 顾振新. 植物激素对芽类食品生产的影响[J]. 中国畜产与食品, 1998, 5(4): 184-186
- 16) 尹涛, 丁俊胄, 陈芸, 等. 发芽条件对绿豆芽生长特性和营养品质的影响[J]. 华中农业大学学报: 自然科学版, 2015, 34(4): 120-124
- 17) 尹永祺. NaCl 及其联合 Ca^{2+} 处理下发芽大豆生理变化与 GABA 富集调控机理[D]. 南京: 南京农业大学, 2014: 1-18
- 18) 张岚, 周娟, 沈婷玉. 绿豆发芽条件对 γ -氨基丁酸含量的影响[J]. 吉林医药学院学报, 2016, 37(5): 327-330
- 19) 中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国卫生部 2009 年第 12 号公告[EB/OL]. 北京: 中华人民共和国卫生部, 2009 http://www.moh.gov.cn/publicfiles/business/htmlfiles/zt09070801/s_7653/200910/44174.htm
- 20) 周小理, 赵琳. γ -氨基丁酸的生理功能及在食品中应用的研究进展[J]. 食品工业, 2011(10): 58-61
- 21) 左娜, 陈洁, 吕莹果, 等. 豆类发芽富集 GABA 的研究[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(6): 29-32
- 22) ALCAZAR R, ALTABELLA T, Marco F, et al. Polyamines: molecules with regulatory

- functions in plant abiotic stress tolerance[J]. *Planta*, 2010, 231(6): 1237-1249
- 23) BOZZO G G, ZAREI A, SIMPSON J P, et al. Strategies and tools for studying the metabolism and function of γ -aminobutyrate in plants. II. Integrated analysis[J]. *Botany-botanique*, 2012, 90(9): 781-793
- 24) DING J, YANG T, FENG H, et al. Enhancing contents of γ -aminobutyric acid (GABA) and other micronutrients in dehulled rice during germination under normoxic and hypoxic conditions[J]. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*, 2016, 64(5): 1094-1102
- 25) GE S, GOH E L K, SAILOR K A, et al. GABA regulates synaptic integration of newly generated neurons in the adult brain[J]. *Nature*, 2006, 439(7076): 589-599
- 26) HYUNJUNG C, SUHAE J, HONGYON C, et al. Effects of steeping and anaerobic treatment on GABA (γ -aminobutyric acid) content in germinated waxy hull-less barley[J]. *LWT - Food Science and Technology*, 2009, 42(10): 1712-1716
- 27) JEON G U, LEE M Y, Yoon J M, et al. Effects of heat treatment and selected medicinal plant extracts on GABA content after germination[J]. *Journal of the Korean Society of Food Science & Nutrition*, 2010, 39(1): 154-158
- 28) LUDEWIG F, HUSER A, FROMM H, et al. Mutants of GABA transaminase (POP2) suppress the severe phenotype of succinic semialdehyde dehydrogenase (ssadh) mutants in *Arabidopsis*[J]. *Plos One*, 2008, 3(10): e3383
- 29) KOMATSUZAKI N, TSUKAHARA K, TOYOSHIMA H, et al. Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice[J]. *Journal of Food Engineering*, 2007, 78(2): 556-560
- 30) LI X, HAO J, LIU X, et al. Effect of the treatment by slightly acidic electrolyzed water on the accumulation of γ -aminobutyric acid in germinated brown millet[J]. *Food Chemistry*, 2015, 186: 249-55
- 31) MIN Y K, SANG H L, JANG G Y, et al. Influence of applied pressure on bioactive compounds of germinated rough rice (*Oryza sativa*, L.)[J]. *Food & Bioprocess Technology*, 2015, 8(10): 2176-2181
- 32) MOHD A N, MOHD Y H, LONG K, et al. Antioxidant and hepatoprotective effect of aqueous extract of germinated and fermented mung bean on ethanol-mediated liver damage[J]. *BioMed research international*, 2013, 2013(2): 1-9
- 33) MUBARAK A E. Nutritional composition and antinutritional factors of mung bean seeds (*Phaseolus aureus*) as affected by some home traditional processes[J]. *Food Chemistry*, 2005, 89(4): 489-495

- 34) NIKMARAMA N, DAR B N, ROOHINEJAD S, et al. Recent advances in γ -aminobutyric acid (GABA) properties in pulses: An overview[J]. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 2017, 97: 2681-2689
- 35) NISHIMURA M, YOSHIDA S, HARAMOTO M, et al. Effects of white rice containing enriched gamma-aminobutyric acid on blood pressure[J]. *Journal of Traditional & Complementary Medicine*, 2016, 6(1): 66-71
- 36) OH C H, OH S H. Effects of germinated brown rice extracts with enhanced levels of GABA on cancer cell proliferation and apoptosis[J]. *Journal of Medicinal Food*, 2004, 7(1): 19-23
- 37) PRADEEP S R, MANISHA G, MALLESHI N G. Germinated millets and legumes as a source of gamma-aminobutyric acid[J]. *World Applied Sciences Journal*, 2011, 14(1): 108-113
- 38) Poojary M M , Nicolò Dellarosa, Roohinejad S , et al. Influence of Innovative Processing on γ -Aminobutyric Acid (GABA) Contents in Plant Food Materials[J]. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2017, 16(3).
- 39) ROOHINEJAD S, OMIDIZADEH A, MIRHOSSEINI H, et al. Effect of hypocholesterolemic properties of brown rice varieties containing different gamma aminobutyric acid (GABA) levels on Sprague-Dawley male rats[J]. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 2009, 7(3&4): 197-203
- 40) SHELFBARRY J, BOZZOGALE G, TROBACHERCHRISTOPHER P, et al. Strategies and tools for studying the metabolism and function of γ -aminobutyrate in plants. I. Pathway structure[J]. *Botany-botanique*, 2012, 90(8): 651-668
- 41) TAKESHIMA K, YAMATSU A, YAMASHITA Y, et al. Subchronic toxicity evaluation of γ -aminobutyric acid (GABA) in rats[J]. *Food & Chemical Toxicology*, 2014, 68: 128-134
- 42) TIANSAWANG K, LUANGPITUKSA P, VARANYANOND W, et al. GABA (gamma-aminobutyric acid) production of mung bean (*phaseolus aureus*) during germination and the cooking effect[J]. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 2014, 21(4): 307-314
- 43) TIANSAWANG K, LUANGPITUKSA P, VARANYANOND W, et al. GABA (γ -aminobutyric acid) production, antioxidant activity in some germinated dietary seeds and the effect of cooking on their GABA content[J]. *Food Science and Technology (Campinas)*, 2016, 36(2): 313-321
- 44) TOKUNAGA M, NAKANO Y, KITAOKA S. The GABA shunt in the callus cells

- derived from soybean cotyledon[J]. *Agricultural & Biological Chemistry*, 1976, 40(1): 115-120
- 45) XING S G, JUN Y B, HAU Z W, et al. Higher accumulation of γ -aminobutyric acid induced by salt stress through stimulating the activity of diamine oxidases in *Glycine max* (L.) Merr. roots[J]. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2007, 45(8): 560-566
- 46) YANG R, GUO Q, GU Z. GABA shunt and polyamine degradation pathway on γ -aminobutyric acid accumulation in germinating fava bean (*Vicia faba* L.) under hypoxia[J]. *Food chemistry*, 2013, 136(1): 152-159
- 47) YANG R, WANG S, YIN Y, et al. Hypoxia treatment on germinating faba bean (*Vicia faba* L.) seeds enhances GABA-related protection against salt stress[J]. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 2015, 75(2): 184-191
- 48) YOUN Y S, PARK J K, JANG H D, et al. Sequential hydration with anaerobic and heat treatment increases GABA (γ -aminobutyric acid) content in wheat[J]. *Food Chemistry*, 2011, 129(4): 1631-1635

49) 附件 2 标准研制收集的谷物和豆类品种

本项目组前期从国内科研单位、生产企业和市场上收集不同品种和地区种植的谷物与豆类原粮品种77种，其中包括稻米（7种）、小麦（8种）、青稞（12种）、绿豆（22种）、小豆（16种）、芸豆（12种），用于研究GABA富集处理后不同原料品种间的可能差异，为标准值的制订提供科学依据。具体的谷物和食用豆编号、品种信息如表2-1所示。

表2-1 谷物和豆类品种信息

类型	大米品种编号	品种	类型	品种编号	品种
大米 ¹	R1	东北长粒香		M12	KL2 号
	R2	东北龙粳		M13	JL2 号
	R3	吉林吉粳		M14	JL13 号
	R4	湖南长粒香		M15	JL6 号
	R5	湖南湘晚粳		M16	EL4 号
	R6	苏短粳		M17	CL1 号
	R7	贵州大粒香		M18	WL5 号
小麦 ²				M19	YHL3 号
	W1	济麦 17		M20	BL13 号
	W2	藁优 5766		M21	WHL1 号
	W3	津强 12		M22	JL9 号
	W4	中优 9507			
	W5	中麦 895	小豆 ⁴	A1	BH13
	W6	西农 979		A2	ZZH
	W7	运早 618		A3	BH14
W8	河东乌麦	A4		JH0035	
青稞 ³			A5	XF2	
	B1	ZQ13	A6	BH10	
	B2	XZDM5633	A7	BH11	
	B3	1128	A8	ZH4	
	B4	XZDM5505	A9	BH12	
	B5	XZDM4438	A10	JH9218	
	B6	LZH	A11	BQH	

	B7	ZQ25		A12	JH0015
	B8	ZQ27		A13	BH9
	B9	LZZ		A14	JH15
	B10	GMZ		A15	BH8
	B11	QTB25		A16	JH16
	B12	QTB13			
			芸豆 ⁴	K1	LY5号
绿豆 ⁴	M1	ZL8号		K2	LY6号
	M2	MML		K3	HY-HE
	M3	ML1号		K4	LY4号
	M4	ZL5号		K5	BYD18-1
	M5	SL15-11		K6	BY-HE
	M6	ZL1号		K7	BYD18-XBL
	M7	EL5号		K8	NHY-HE
	M8	BL10号		K9	HYD-1
	M9	ZL9号		K10	BYD18-8065
	M10	DML		K11	ZHY-HE
	M11	WL2号		K12	DBY

注：1：稻米品种由国内大米加工企业提供；2、小麦品种由中国农业科学院作物科学研究所、河南农业科学院、山西农业科学院、北京古船面粉公司提供；3、青稞品种由西藏自治区农牧科学院提供；4、绿豆、小豆及芸豆品种由现代农业产业技术体系食用豆体系岗站专家提供。

附件 3 标准研制收集产品信息



图 3-1 日本市场 GABA 无洗米（GABA 含量 10mg/100g）



图 3-2 日本市场 GABA 无洗米（GABA 含量 15mg/100g）



营养成分表

PRODUCT INFORMATION

项目	每100g	营养参考值
能量	1471KJ	18%
蛋白质	5.6g	9%
脂肪	0g	0%
碳水化合物	80.9g	27%
钠	0mg	0%
γ-氨基丁酸含量>7mg/100g		

图 3-3 国内市场 GABA 大米 (GABA 含量 ≥ 7 mg/100g)



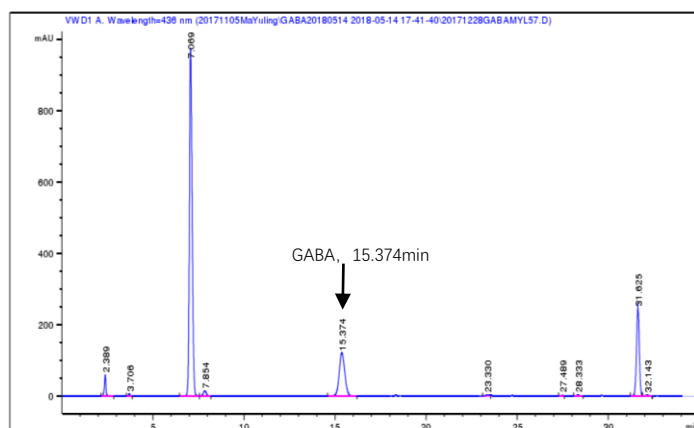
产品信息

产品名称: 珍の原TL.GABA大米 生产日期: 见袋身喷码或标签标示
 产品类型: 粳米 保质期: 12个月
 质量等级: 大米一级 净含量: 300g
 产品标准代号: GB/T 1354 包装: 真空包装
 储存条件: 请置于阴凉干燥处, 或存放于冰箱冷藏保鲜效果更佳

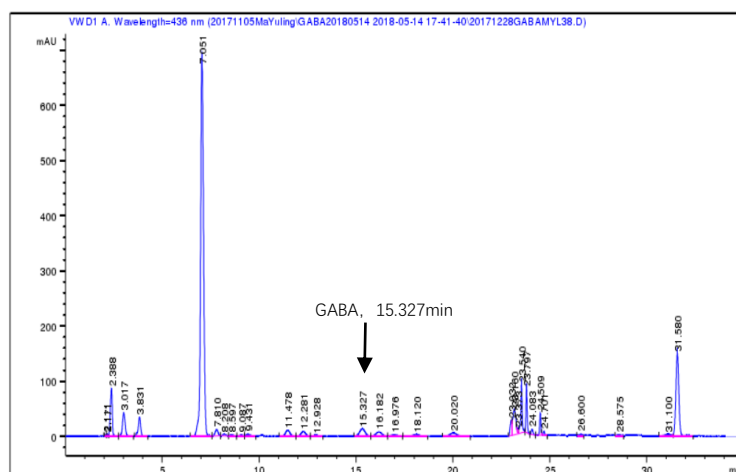
营养成分	项目/每100克(g)/营养参考价值%
能量	1464千焦 (kJ) 17%
蛋白质	6.8克 (g) 12%
脂肪	0克 (g) 0%
碳水化合物	79.3克 (g) 26%
钠	0毫克 (mg) 0%
γ-氨基丁酸 ≥ 42.3 mg/kg	

图 3-4 国内市场 GABA 大米 (GABA 含量 ≥ 4.23 mg/100g)

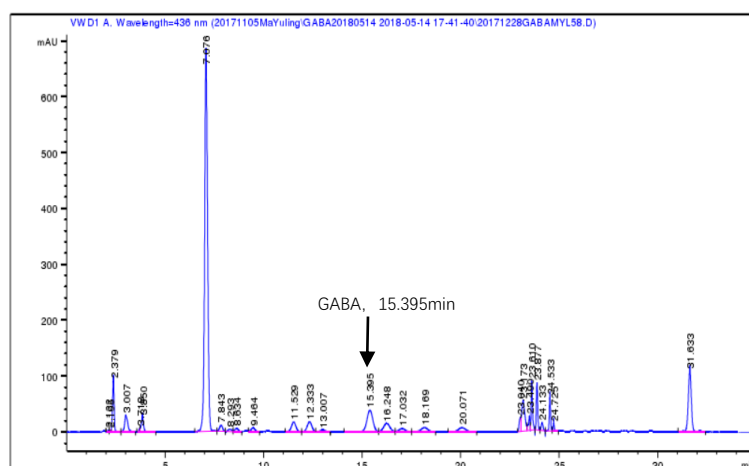
附件 4 γ -氨基丁酸 (GABA) 检测图谱



A. GABA 标准品



B. 绿豆原料



C. GABA 富集工艺处理后的绿豆

图 4-1 γ -氨基丁酸 (GABA) HPLC 图谱