

团体标准
《植物乳（奶）食用与营养品质评价方法》
编制说明

（征求意见稿）
（此稿编辑时间 2024 年 12 月 23 日）

中国农业科学院油料作物研究所等

2024 年 12 月

目录

一、工作简介（包括任务来源、制定背景、起草过程等）	1
1.1 任务来源	1
1.2 制定背景	1
1.2.1 目的与意义	1
1.2.2 技术与现状	1
1.2.3 制定的必要性	2
1.3 起草过程	3
1.3.1 成立标准起草组	3
1.3.2 现有标准梳理	4
1.3.3 本文及编制说明形成过程	4
二、标准编制原则、主要内容及其确定依据	5
2.1 编制原则	5
2.2 主要技术内容确定的依据	5
2.2.1 范围	5
2.2.2 规范性引用文件	6
2.2.3 术语和定义的确定	7
2.2.4 评价方法的确定	10
2.2.4.1 感官评价方法	10
2.2.4.2 宏量营养成分评价方法	20
2.2.4.3 理化指标评价方法	31
2.2.4.4 物理稳定性评价方法	33
2.2.4.5 化学稳定性评价方法	43
2.2.4.6 安全性评价方法	46
2.2.4.7 消化吸收评价方法	47
2.2.5 标签、包装、运输与储存的确定	53
三、试验验证的分析，预期的经济效益、社会效益和生态效益	53
3.1 试验验证的分析	53
3.2 预期的经济效益、社会效益和生态效益	54
四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况	54
五、与现行的法律法规和强制性国家标准的关系	54
六、重大分歧意见的处理经过和依据	55
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	55
八、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等）	55
九、废止现行有关标准的建议	55
十、其他应当说明的事项	55

一、工作简介（包括任务来源、制定背景、起草过程等）

1.1 任务来源

本标准的制定任务来源于中国绿色食品协会团体标准制定项目，任务名称为制定《植物乳（奶）食用与营养品质评价方法》标准，项目牵头单位为中国农业科学院油料作物研究所。标准技术归口单位为中国绿色食品协会绿色农业与食物营养专业委员会。

1.2 制定背景

1.2.1 目的与意义

人民对美好生活的向往，最基本的需求就是生命健康。自党的十八大以来，习近平同志把“推进健康中国建设”摆到重要地位和工作日程，提出必须把人民健康放在优先发展的战略地位，国务院相继印发《“健康中国 2030”规划纲要》、《国民营养计划（2017—2030）》、《健康中国行动（2019—2030 年）》等相关文件，2020 年习近平同志在科学家座谈会上提出了“四个面向”，特别旗帜鲜明地提出“面向人民生命健康”，而通过健康饮食和食物系统可持续化，对促进人类健康和可持续发展具有重大意义。随着“大食物观”、“大农业观”、“双碳”等政策出台，消费需求日益增长，新品牌和产品不断涌现，我国在植物奶产业的技术研发方面取得了系列成果，已形成植物奶产学研协同创新和转化应用体系，尤其在豆奶、坚果奶、亚麻籽奶等关键领域，竞争力已经形成。近几年市场上出现了上百个新品牌，产品种类丰富，为消费者提供了更多选择。通过透明供应链、加强科普宣传、创制各类标准等增强消费者对植物奶产品的了解和信任，加大政策支持力度，将是推动我国植物奶行业持续增长的关键因素。

1.2.2 技术与现状

目前国内并未有关于植物乳（奶）食用品质评价方法的系统性的评价方法标准，基于此，本团体标准系统性地对于植物乳（奶）的感官、营养素含量、理化、储藏理化稳定性、微生物安全、消化吸收、蛋白质营养价值的评价方法进行标准

化梳理与研究。与现有方法对比，本标准的创新性与先进性主要体现在：（1）本团标植物乳饮料的感官评价方法是在现有感官评价国际通用准则的基础上，依据现有国内外产品进行感官评价的客观结果上提出的，主要分为气味和滋味两个层面，该方面区别于简单的喜好度分析，可以实现气味和滋味对不同层面的感官描述进行量化，并进行统计计算获得最终的产品感官分值，因此作为团体评价标准，一方面可用于植物乳（奶）产品质量控制、质量分析、判定产品差异性、新产品开发和产品品质改良，另一方面还可以为仪器检验结果提供可对比的感官数据，使产品特征较稳定地保留下来，具有实用性与科学性。（2）本团标植物乳饮料的消化吸收评价方法采用国际领先的 INFOGEST 模拟上消化道的消化过程。该方法基于国际共识 COST INFOGEST 开发，且设计可用于标准的实验室设备，操作门槛较低；植物乳样品经过口、胃、肠的顺序消化，而电解质、酶、胆汁、稀释度、pH 和消化时间等参数设置严格基于现有的临床等实验所得生理数据。该方法可用于通过分析消化产物（如多肽/氨基酸、脂肪酸、单糖）和评估微营养素从食物基质释放的情况，来评估其消化终点与效率，兼具科学性、先进性、易操作性。（3）本团标蛋白质消化实验采用的静态体外模拟消化。一方面，静态模拟消化是评估蛋白质消化过程最广泛使用的方法。它们通过模拟口腔、胃和肠道的条件，即常规血管中的条件，即酶、电解质、pH 值、温度、胆盐，简化了高度复杂的人体消化过程。一方面，消化过程的第 1 步开始于口腔中咀嚼食物。在口腔中，食物在牙齿和唾液的作用下被嚼碎及软化，然后经过食管到达胃部，体外消化试验中，食物样品如果不经过咀嚼模拟过程，而是直接使用简单机械剪切方式处理，食物样品会变成食团，这种食团内部凝聚力较强，在胃中不易分散、崩解，以至于较难消化。在蛋白质消化实验中，静态模拟消化相对于目前文献报道传统的胃肠道消化的优势在于使整个消化体系更加完整，使得实验数据更加接近体内消化的实验结果。此外，本标准其余所用评价方法包括营养素含量、理化指标、微生物安全等评价方法均参考国家标准或业内公认的检测方法，具有科学性与可靠性。

1.2.3 制定的必要性

近几年植物基的概念火遍全球，在国内，植物基市场同样发展快速。据统计数据显示，目前中国的植物基乳饮品复合增长率为各类饮品中的第一，2007—

2016 十年间复合增长率达 24.5%，市场规模是美国和西欧的两倍以上（2600 亿元/年），植物乳（奶）具有低碳、无胆固醇、低饱和脂肪、营养素丰富等特点，近年来，植物乳（奶）兴起，深受素食者、乳糖不耐受和乳蛋白过敏多年龄段、不同消费群体人群的欢迎。植物乳（奶）无胆固醇、无激素、低饱和脂肪、无抗生素，且其自身营养价值较高兼具独特风味，符合消费者的健康与消费需求。天然的成分和独具特色的风味等优质属性决定了其广阔的发展前景，然而受到各种限制性因素的影响，人们对其营养价值和前景的认识并不深刻。随着人们生活水平不断提高，对植物乳（奶）的健康属性等食用品质的需求逐步提高，而国内目前关于植物乳（奶）的标准多集中于对其感官、理化指标、食品安全方面的规范，对植物乳（奶）的全方面食用品质包括感官、营养素含量、安全性指标、储藏稳定性、消化吸收特性、植物蛋白营养价值评价的标准极少，特别是系统的科学评价方法标准在国内尚属空白。市场上销售的植物乳（奶）的质量参差不齐，消费者对该类饮料品质的需求日益提高，因此迫切需要制订相关的评价标准，按照统一的、科学的、先进的、全面的评价方法，作为以质论价，规范植物乳（奶）市场秩序的重要依据，同时也促进国内该行业的进一步发展，避免被国外植物乳（奶）大品牌通过输出“均衡营养”、“突出强化营养类型”的舶来品对本土产品和产业的挤压。

1.3 起草过程

1.3.1 成立标准起草组

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。

项目下达后，按照农业行业标准制修订的要求，编制组立刻组织技术骨干成立标准起草工作组，研究和制订标准编制工作方案，并开展相关工作。成立标准起草工作组，制订工作方案。中国农业科学院油料作物研究所成立了标准起草工作组。工作组成员具有较丰富的专业知识和实践经验，熟悉业务，了解标准化工作的相关规定并具有较强的文字表达能力。工作组成立后，制订了工作计划，明确了内部分工及进度要求。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

1.3.2 现有标准梳理

以“植物蛋白饮料、植物乳、植物奶”等为关键词，使用国家标准数据库、食品伙伴网等标准数据库对我国现行标准进行检索。在对现行有效的植物乳（奶）相关标准进行梳理发现，《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》、《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露（乳）》、《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露（含第1号修改单）》、《QB/T 2300-2006 植物蛋白饮料 椰子汁及复原椰子汁》、《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳（露）》等标准规定了具体某类植物蛋白饮料的术语和定义、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标签、包装、运输、贮存；《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》《T/HBFIA 0024-2021 植物蛋白饮料 植物奶》、《T/WSJD 12-2020 植物蛋白饮料 植物酸奶》等规定了植物奶的术语和定义、产品分类、技术要求、检验规则、标识、包装、贮存、运输和适用范围，技术要求多对于感官要求和理化要求进行规定，但关于宏量营养素和理化指标的评价方法并不完善，对于物理和化学稳定性测量方法的规定并未提及。

1.3.3 本文及编制说明形成过程

1、调查研究，收集资料

全面调研并收集植物乳市场谷物类植物乳、豆类植物乳、坚果类植物乳、种子类植物乳、果实类植物乳，包括豆类、燕麦、杏仁、核桃、椰子、芝麻、巴旦木、亚麻籽等植物乳共18种，对其开展了安全、感官、营养等特性的全面检测，获得14268条数据。

2、形成标准草案

2024年11月，标准起草工作组完成了《植物乳（奶）食用与营养品质评价方法》标准文本及编制说明草案。

3、形成标准征求意见稿

2024年12月，就标准草案向生产企业和各地制定标准的专家广泛咨询。在进一步了解企业生产实际的基础上，参考专家建议后，确定了标准的内容，完成标准的修改完善，形成了《植物乳（奶）食用与营养品质评价方法》标准文本和

编制说明的征求意见稿。

4、征求意见阶段

2024 年 12 月，就《植物乳（奶）食用与营养品质评价方法》标准文本和编制说明征求意见稿通过邮件和信函接收反馈方式向社会（相关企业）公开征求意见，征求对象涵盖科研院所、生产者、经销商、消费者、检验检测机构、质量管理部门等，以确保本标准的科学性、适用性和合理性。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 编制原则

在标准的制订过程中严格遵循国家有关方针、政策、法规和规章，标准的编写规则及表述按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则的要求》的要求编写。在标准制订过程中力求做到：技术内容叙述正确无误；文字表达准确、简明、易懂；标准的构成严谨合理；内容编排、层次划分等符合逻辑与规定。

本标准根据我国植物乳（奶）生产现状及发展趋势，分析国内相关项目或指标的规范方法，根据目前我国食用植物乳（奶）的加工生产、贮藏流通和应用现状，总结出植物乳（奶）的食用及营养品质评价方法，从中提出适合食用植物乳（奶）的评价方案并制定相应标准，反映科学技术的先进成果和先进经验。牵头单位联合植物乳（奶）生产企业和下游应用企业进行联合标准研制，对基层加工以及相关设备企业进行实地考察，确保标准既保持了技术上的先进性以及合理性，同时又遵循了标准制定过程中的先进性、经济性和适用性原则。

2.2 主要技术内容确定的依据

2.2.1 范围

基于市场调研，本文件为植物乳（奶）制定产品标准，以便其更好地服务于植物乳（奶）的加工企业以及下游应用企业。标准的英文名翻译为《Evaluation Methods for Edible and Nutritional Quality of Plant-based milk》。并按照 GB/T 20001.10—2014《标准编写规则第 10 部分：产品标准》的相关规定，结合植物

乳（奶）的特色，本文件规定了植物乳（奶）食用品质评价方法的术语和定义、评价方法及评价结果的统计与表述。本文件适用于以含有蛋白质和油脂的植物种籽、果实/仁为原料加工制备的植物乳（奶）。

2.2.2 规范性引用文件

此部分根据 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则的要求》的要求，列出了文本中出现过的被引用的标准等文件。

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 191 包装储运图示标志

GB 2763 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量

GB 4789.2 食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数测定

GB 4789.3 食品安全国家标准 食品微生物学检验 大肠菌群计数

GB 4789.15 食品安全国家标准 食品微生物学检验 霉菌和酵母计数

GB 4806.5 食品安全国家标准 玻璃制品

GB 4806.7 食品安全国家标准 食品接触用塑料材料及制品

GB 4806.9 食品安全国家标准 食品接触用金属材料及制品

GB 5009.13 食品安全国家标准 食品中铜的测定

GB 5009.14 食品安全国家标准 食品中锌的测定

GB 5009.168 食品安全国家标准 食品中脂肪酸的测定

GB 5009.181 食品安全国家标准 食品中丙二醛的测定

GB/T 5009.183 植物蛋白饮料中脲酶的定性测定

GB 5009.227 食品安全国家标准 食品中过氧化值的测定

GB 5009.229 食品安全国家标准 食品中酸价的测定

GB 5009.294 食品安全国家标准 食品中色氨酸的测定

GB 5009.36 食品安全国家标准 食品中氰化物的测定

GB 5009.5 食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定

GB 5009.6 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定

GB 5009.88 食品安全国家标准 食品中膳食纤维的测定

GB 5009.90 食品安全国家标准 食品中铁的测定

GB 7101 食品安全国家标准 饮料

GB/T 10220 感官分析 方法学 总论

GB/T 13868 感官分析 建立感官分析实验室的一般导则

GB/T 17109 粮食销售包装

GB/T 19077 粒度分布 激光衍射法

GB/T 21302 包装用复合膜、袋通则

GB/T 30885 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料

GB/T 31324 植物蛋白饮料 杏仁露

GB/T 31325 植物蛋白饮料 核桃露（乳）

NY/T 433 绿色食品 植物蛋白饮料

QB/T 2300 植物蛋白饮料 椰子汁及复原椰子汁

QB/T 2439 植物蛋白饮料 花生乳（露）GB 7718 食品安全国家标准 预包装食品标签通则

2.2.3 术语和定义的确定

此部分规定了植物乳（奶）的术语与定义，本标准定义植物乳（奶）为以豆类、坚果、种子等植物果仁、果肉为原料，经过加工制成的以植物蛋白为主体的乳状液体饮品。

此外此部分还规定了色泽、组织状态、滋味与气味、营养素含量、理化指标、物理稳定性、化学稳定性、微生物安全以及消化吸收等指标的定义与内容。

下列术语和定义适用于本文件。

2.2.3.1 豆乳（奶） Soy milk

以大豆或大豆制品为主要原料，可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等，经加工、调配后制得的植物乳（奶），如原浆豆乳（奶）、浓浆豆乳（奶）、调制豆乳（奶）等。

该定义主要参考《GB/T 30885 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》中对于豆类乳的定义。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

豆奶(豆乳)

3.1.1

原浆豆奶(豆乳)

以大豆为主要原料,不添加食品辅料和食品添加剂,经加工制成的产品,也可称为豆浆。

3.1.2

浓浆豆奶(豆乳)

以大豆为主要原料,不添加食品辅料和食品添加剂,经加工制成的、大豆固形物含量较高的产品,也可称为浓豆浆。

3.1.3

调制豆奶(豆乳)

以大豆为主要原料,可添加营养强化剂、食品添加剂、其他食品辅料,经加工制成的产品。

3.1.4

发酵原浆豆奶(豆乳)

以大豆为主要原料,可添加食糖,不添加其他食品辅料和食品添加剂,经发酵制成的产品,也可称为酸豆奶或酸豆乳。

1

2.2.3.2 椰子乳(汁、奶) Coconut milk

以椰子、椰子果肉制品(如椰子果浆、椰子果粉等)为原料,可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等,经加工、调配后制得的植物乳(奶)。

该定义主要参考《QB/T 2300-2006 植物蛋白饮料 椰子汁及复原椰子汁》中对于椰子汁的定义。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

椰子汁 coconut meat juice

以新鲜椰子果肉为原料,经加工制得的饮料。

3.2

复原椰子汁 reconstituted coconut meat juice

以椰子果肉制品如椰子果浆、椰子果粉等为原料,经加工制得的饮料。

2.2.3.3 杏仁乳(露、奶) Almond milk

以杏仁或杏仁制品为主要原料,可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等,经加工、调配后制得的植物乳(奶)。

该定义主要参考《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露》中对于杏仁乳的定义。

3 术语和定义

GB/T 10789 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

杏仁露 almond beverage

以杏(*Armeniaca*)仁为原料,可添加食品辅料、食品添加剂,经加工、调配后制得的植物蛋白饮料。

2.2.3.4 核桃乳(露、奶) Walnut milk

以核桃仁或核桃制品为主要原料,可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等,经加工、调配后制得的植物乳(奶)。

该定义主要参考《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露(乳)》中对于核桃乳的定义。

3 术语和定义

GB 10789 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核桃露(乳) Walnut Beverage

以核桃仁为原料,可添加食品辅料、食品添加剂,经加工、调配后制得的植物蛋白饮料。

2.2.3.5 花生乳(露、奶) Peanut milk

以花生仁或花生制品为主要原料,可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等,经加工、调配后制得的植物乳(奶)。

该定义主要参考《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳(露)》中对于花生乳的定义。

中华人民共和国轻工行业标准

QB/T 2439—1999

植物蛋白饮料 花生乳(露)

1 范围

本标准规定了植物蛋白饮料——花生乳(露)的技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于以花生仁为原料,经加工、调配后,再经高压杀菌或无菌包装制成的乳浊状植物蛋白饮料。

2.2.3.6 燕麦乳(奶) Oat milk

以燕麦或燕麦制品为主要原料，可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等，经加工、调配后制得的植物乳（奶）。

2.2.3.7 亚麻籽乳（奶） Flaxseed milk

以亚麻籽或亚麻籽制品为主要原料，可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等，经加工、调配后制得的植物乳（奶）。

2.2.3.8 坚果乳（奶） Nut milk

以坚果（如杏仁、榛子、核桃、腰果、开心果、松籽、夏威夷果仁等）或坚果制品为主要原料，可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等，经加工、调配后制得的植物乳（奶）。

2.2.3.9 其他植物乳（奶） Other plant-based milk

以大米、玉米、南瓜籽、葵花籽或其制品等为主要原料，可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等，经加工、调配后制得的植物乳（奶）。

2.2.3.10 复合植物乳（奶） Mixed plant-based milk

以两种或多种含有一定蛋白质的植物种籽、果实/仁或其制品为主要原料，可添加食品辅料、食品添加剂、营养强化剂等，经加工、调配后制得的植物乳（奶）。

该定义主要参考《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》中对于复合植物乳的定义。

3.6

复合植物蛋白饮料 mixed plant protein beverage

以两种或两种以上含有一定蛋白质的植物果实、种子、种仁为原料，添加或不添加其他食品原辅料和（或）食品添加剂，经加工或发酵制成的饮料，如花生核桃、核桃杏仁、花生杏仁复合植物蛋白饮料。

2.2.4 评价方法的确定

2.2.4.1 感官评价方法

目前对植物乳（奶）的感官评价方法包括感官评分、电子鼻、电子舌、气相色谱质谱法（Gas chromatography - Mass Spectrometry, GC-MS）等。但是电子鼻、电子舌在某些方面（如味觉模式的识别、味觉的定量检测）的技术成熟仍不及人类感官；检测范围和灵敏度可能受到传感器种类和数量的限制，无法覆盖所有感

官特征；设备的购置、维护和校准成本较高。另外，GC-MS 是一种间接的分析技术，它通过分析样品中的挥发性成分来提供化学信息，这种信息虽然准确，但是不能直接反映人类的感官体验。所以我们推荐通过感官评分对色泽、组织状态（起泡、絮凝、沉淀、漂油）、气味和滋味进行评价，其中色泽评价还可以采用国际照明委员会（Commission Internationale de L Eclairage, CIE） $L^* a^* b^*$ 颜色空间进行分析。

因此，此部分规定了色泽、组织状态、气味、滋味等的分析方法，分析方法的依据主要参考了《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》、《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露（乳）》、《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露》、《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳（露）》、《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》等标准。

5.2 感官要求

感官要求应符合表 1 的规定。

表 1 感官要求

项 目	要 求	
	原浆豆奶、浓浆豆奶、调制豆奶、豆奶饮料	发酵豆奶
色泽	乳白色、微黄色，或具有与原料或添加成分相符的色泽	
滋味和气味	具有豆奶或发酵型豆奶应有的滋味和气味，或具有与添加成分相符的滋味和气味；无异味	
组织状态	组织均匀，无凝块，允许有少量蛋白质沉淀和脂肪上浮，无正常视力可见外来杂质	组织细腻、均匀，允许有少量上清液析出；或具有添加成分特有的组织状态，无正常视力可见外来杂质

来源：《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》5.2 感官要求。

GB/T 31325—2014

表 1 感官要求

项 目	要 求
色泽	乳白色、微黄色，或具有与添加成分相符的色泽
滋味与气味	具有核桃应有的滋味和气味，或具有与添加成分相符的滋味和气味；无异味
组织状态	均匀液体，无凝块，允许有少量蛋白质沉淀和脂肪上浮，无正常视力可见外来杂质

来源：《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露（乳）》

4.2 感官要求

应符合表 1 的规定。

表 1 感官要求

项目	要 求
色泽	乳白色或微灰白色,或具有与添加成分相符的色泽
滋味与气味	具有杏仁应有的滋味和气味,或具有与添加成分相符的滋味和气味;无异味
组织状态	均匀液体,无凝块,允许有少量蛋白质沉淀和脂肪上浮,无可见外来杂质

1

来源:《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露》4.2 感官要求。

3.2 感官要求

感官应符合表 1 的规定。

表 1

项 目	要 求
色 泽	呈乳白色或微灰白色
气味与滋味	具有花生仁特有的香气与滋味,无异味
外 观	呈均匀状的乳浊液,久置后允许有少量沉淀,但经摇匀后仍呈原有的均匀状态
杂 质	无肉眼可见的外来杂质

国家轻工业局 1999-05-06 批准

1999-12-01 实施

来源:《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳(露)》3.2 感官要求。

4.3 感官

应符合表 1 的规定。

表 1 感官要求

项目	要求	检验方法
滋味和/气味	具有本品种固有的香气及滋味,无异味	打开包装立即嗅其气味,品尝滋味
性状	均匀的乳浊状或悬浊状	取 50 mL 混合均匀的样品,置于 100 mL 洁净烧杯中,在室温条件下,自然光明亮处用肉眼观察性状、色泽和杂质,并在 12 h 后观察稳定性
色泽	色泽鲜亮一致,无变色现象	
杂质	无肉眼可见外来杂质	
稳定性	振摇均匀后 12 h 内无明显沉淀、析水、脂肪上浮,保持均匀体系	

来源:《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》4.3 感官。

(1) 色泽

推荐采用国际照明委员会 $L^* a^* b^*$ 颜色空间, L^* 称为明度系数, $L^*=0$ 表示黑色, $L^*=100$ 表示白色。 a^* 为红度值,值为正时表示红色,负时表示绿色。 b^* 为黄度值,值为正时表示黄色,负时表示蓝色。使用黑白 Minolta 校准板校正仪器。将适量植物乳样品置于测量皿中,白色背景下使用 D65-人造日光(10 标准角)照射,得到样品 L^* 、 a^* 及 b^* 值。实验重复三次测量并以平均值±标准偏差表示。

通过对 18 种市售植物乳(奶)进行色泽评价,结果见表 4。由表可知, L 值的范围在 94.34~62.22,其中较白的有杏仁奶-2(92.07)、椰奶-1(94.34)、

椰奶-2（93.66），颜色较暗的为红豆红米花生奶（68.08）、黑豆黑米黑芝麻奶（63.01）和芝麻黑豆奶（62.22）；a 值均为正值（3.98~15.84），说明植物乳（奶）颜色偏红，其中红豆红米花生奶最大（15.84）；b 值中只有椰奶-1（-3.09）、椰奶-2（-2.79）颜色偏黄，其他均为正值（~21.33），颜色偏蓝。

色泽也可使用感官评价进行评分，按 GB/T30885-2014 的具体方法组织人员对植物乳（奶）进行色泽分析，期间所有评定都在特定的感官评定室进行，感官分析实验室应符合《GB/T 13868 感官分析 建立感官分析实验室的一般导则》的要求，感官评价小组人员与组成应符合《GB/T 10220 感官分析 方法学 总论》的要求。每次量取 50mL 植物乳（奶）置于 100 mL 透明玻璃器皿中，作为 1 份样品，3 次重复，温度为室温。评分规则见表 1。

表 1 植物乳（奶）色泽评分标准

色泽	评价标度		
	低	中	高
	1~3	4~6	7~9
	发灰、发黑、油黄，亮度差	色泽不均匀、亮度一般	色泽均匀一致、光亮、具有与主要原料或添加成分相符的色泽

对 18 种市售植物乳（奶）进行整体感官评分，结果见表 5。由表 5 知，色泽中感官评分最高的是椰奶-1（8 分），评分最低的是黑豆黑米黑芝麻奶（6.62 分）。

（2）组织状态

组织人员对植物乳（奶）进行组织状态评价，组织状态可使用感官标度，期间所有评定都在特定的感官评定室进行，感官分析实验室应符合《GB/T 13868 感官分析 建立感官分析实验室的一般导则》的要求，感官评价小组人员与组成应符合《GB/T 10220 感官分析 方法学 总论》的要求。每次量取 50mL 植物乳（奶）置于 100 mL 透明玻璃器皿中，作为 1 份样品，3 次重复，温度为室温，放置时间为 3 小时。评分规则见表 2。

表 2 植物乳（奶）组织状态评分标准

组织状态要求	评价标度		
	低	中	高
	1~3	4~6	7~9
起泡	组织不均匀，有起泡	组织均匀，少许泡沫	组织均匀，无泡沫
絮凝	组织不均匀，有絮凝	组织均匀，少许絮凝	组织均匀，无絮凝
沉淀	组织不均匀，有沉淀	组织均匀，少许沉淀，不分层	组织均匀，无沉淀，不分层

漂油	表面较多漂油	表面少许漂油	组织均匀，不漂油
----	--------	--------	----------

由表5知，组织状态中，起泡评分最高的是红豆红米花生奶（7.31分），最低的是坚果奶（5.92分）；絮凝评分最高的是红枣豆奶（7.92分），最低的是黑豆黑米黑芝麻奶（6.92分）；沉淀评分最高的是椰奶-2（8.08分），最低的是燕麦奶-1（6.15分）；漂油评分最高的是椰奶-2（8.15分），最低的是燕麦奶-1（7.23分）。

（3）气味与滋味

① 感官评价原则

组织人员对植物乳（奶）进行气味与滋味评价，期间所有评定都在特定的感官评定室进行，感官分析实验室应符合《GB/T 13868 感官分析 建立感官分析实验室的一般导则》的要求，感官评价小组人员与组成应符合《GB/T 10220 感官分析 方法学 总论》的要求。每次量取 50 mL 植物乳（奶）置于 100 mL 不透明器皿中，作为 1 份样品，3 次重复，温度为恒温 25℃。

② 感官评价属性

感官评价气味属性包括：正面属性（烤坚果味、焦香、甜香，青草味，针对不同植物乳（奶）其原料自身特有的香味，如椰子味，豆香味，亚麻香味等）；负面属性（腥味、哈喇味、霉味、臭鸡蛋味）。

感官评价滋味属性包括：正面属性（顺滑、细腻、爽口）；负面属性（涩味、沙砾、白垩、黏腻）。

③ 植物乳（奶）气味感官评定步骤及感官评价总分数计算

每一位感官评定员对植物乳（奶）气味特征和强度进行了解，通过重复讨论最终确定描述植物乳（奶）气味的特征术语，为避免顺序效应，对不同批次样品采用三位随机数进行编码，每个样品重复评价，气味强度采用以下标准，见表 3。

每位感官评价员对每种气味属性进行评分，计算平均分数。

计算不同气味属性的 10 位感官评价员的平均分数。按以下公式计算。

$$\begin{aligned} \text{总分数} = & \text{烤坚果香味} \times 0.2 + \text{焦香味} \times 0.2 + \text{甜香} \times 0.2 + \text{青草味} \times 0.05 + \text{原料特有香味} \times 0.3 \\ & - \text{腥味} \times 0.1 - \text{哈喇味} \times 0.1 - \text{霉味} \times 0.1 - \text{臭鸡蛋味} \times 0.1 \end{aligned}$$

④ 植物乳（奶）滋味感官评定步骤及感官评价总分数计算

每一位感官评定员对植物乳（奶）滋味特征和强度进行了解，通过重复讨论最终确定描述植物乳（奶）滋味的特征术语，为避免顺序效应，对不同批次样品

采用三位随机数进行编码，每个样品重复评价，滋味强度采用以下标准，见表 3。

每位感官评价员对每种滋味属性进行评分，计算平均分数。

计算不同滋味属性的 10 位感官评价员的平均分数。按以下公式计算。

$$\begin{aligned} \text{总分数} = & \text{香甜} \times 0.3 + \text{细腻} \times 0.3 + \text{顺滑} \times 0.15 + \text{爽口} \times 0.15 \\ & - \text{涩味} \times 0.1 - \text{沙砾} \times 0.1 - \text{白垩} \times 0.1 \end{aligned}$$

表 3 植物乳（奶）气味与滋味评分标准

感官要求	评价标度		
	低	中	高
	1~3	4~6	7~9
气味	原料香味与乳香味均较弱，不良异味明显（如原料腥味、哈喇味、霉味等）	原料香味与乳香味较淡，但无异味	原料清香（如椰子味、豆香味，亚麻香味）、乳香味、无不良气味
滋味	口感稀薄（或过稠），过甜或过酸，苦、涩味等不良异味明显	略有粘稠感，略酸或略甜，略有不良涩味、苦味	稠厚适中，酸甜可口，无不良涩味、苦味

由表 5 知，气味评分中最高的是红豆红米花生奶和椰奶-2（7.69 分），最低的是杏仁奶-1（5 分）；滋味评分最高的是燕麦奶-1（7.69 分），最低的是原味亚麻籽奶（4.08 分）。

由 13 位感官评价人员的评分综合得知，整体感官评分最高的是椰奶-2（54.31 分），最低的是杏仁奶-1（46.38 分）。

表 4 不同植物乳（奶）的色泽评价

序号	种类	L（亮度）	a（红绿）	b（黄蓝）
1	红豆红米花生奶	68.08±0.04	15.84±0.02	13.33±0.15
2	黑豆黑米黑芝麻奶	63.01±0.04	9.10±0.02	4.62±0.05
3	红枣豆奶	82.96±0.09	6.82±0.02	16.90±0.01
4	芝麻黑豆奶	62.22±0.05	4.28±0.02	0.02±0.02
5	豆奶-1	88.63±0.08	4.34±0.02	14.46±0.02
6	豆奶-2	86.43±0.07	5.61±0.02	16.20±0.01
7	豆奶-3	87.96±0.08	3.98±0.02	17.17±0.01
8	花生奶	85.73±0.09	6.76±0.02	14.90±0.02
9	杏仁奶-1	89.76±0.08	5.14±0.02	6.04±0.03
10	杏仁奶-2	92.07±0.07	4.62±0.02	0.83±0.03
11	核桃奶	86.62±0.09	7.47±0.02	5.18±0.03
12	坚果奶	82.63±0.04	5.99±0.02	7.15±0.01
13	椰奶-1	94.34±0.09	4.71±0.02	-3.09±0.05
14	椰奶-2	93.66±0.11	4.46±1.02	-2.79±0.03
15	燕麦奶-1	82.48±0.04	8.58±0.02	13.22±0.21

16	燕麦奶-2	82.23±0.01	6.03±0.02	21.33±0.03
17	原味亚麻籽奶	86.78±0.09	4.15±0.02	17.55±0.01
18	发酵亚麻籽奶	82.43±0.04	6.26±0.02	17.99±0.01

表 5 不同植物乳的感官评价

序号	种类	色泽	起泡	絮凝	沉淀	漂油	气味	滋味	总分 (63)
1	红豆红米花生奶	7.08	7.31	7.15	6.69	7.69	7.69	7.46	51.07
2	黑豆黑米黑芝麻奶	6.62	7.15	6.92	6.38	7.62	7.31	7.46	49.46
3	红枣豆奶	7.31	6.77	7.92	7.85	8	7.69	6.77	52.31
4	芝麻黑豆奶	6.54	6.15	7.54	7.77	7.85	6.08	6.62	48.55
5	豆奶-1	7.69	6.54	7.69	8	7.92	6.77	6.69	51.3
6	豆奶-2	7.69	6.15	7.62	7.69	7.77	6.31	6.54	49.77
7	豆奶-3	7.54	6.85	7.77	7.62	7.85	6.31	6.23	50.17
8	花生奶	7	6.31	7.62	7.69	7.69	7.23	6.38	49.92
9	杏仁奶-1	7	7.15	7.31	7.31	7.92	5	4.69	46.38
10	杏仁奶-2	7.31	6.54	7.92	7.69	7.92	5.08	4.38	46.84
11	核桃奶	7.23	6.46	7.54	7.54	7.54	6.69	6.38	49.38
12	坚果奶	6.69	5.92	7.62	7.31	7.69	6.54	6.54	48.31
13	椰奶-1	8	6.54	7.77	7.85	7.85	6.15	6.62	50.78
14	椰奶-2	7.85	7.15	7.85	8.08	8.15	7.69	7.54	54.31
15	燕麦奶-1	7.08	7	6.92	6.15	7.23	7.31	7.69	49.38
16	燕麦奶-2	6.5	6.63	7.75	7.75	7.38	7.13	7.25	50.39
17	原味亚麻籽奶	7.15	7.08	7.62	7.77	7.54	6.31	4.08	47.55
18	发酵亚麻籽奶	7.46	7.38	7.77	7.92	8.08	6.31	5.38	50.3

⑤ 对照方法：电子鼻、电子舌

电子鼻：采用电子鼻对植物乳（奶）进行测定，该仪器由 10 种不同金属氧化物传导阵列构成。不同种类的氧化物对各种挥发性物质的响应值各不相同，从而使得传感器能够区分不同挥发性物质，传感器所对应的气味类型见表 6。响应信号是指探头触及目标的电导率 G 与经过活性炭过滤后的气体的电导率 G_0 的比值 G/G_0 。并使用软件将电子鼻传感器电导率信号转化为可识别的数据，从而实现风味鉴定。

表 6 电子鼻传感器所对应的气味类型

阵列序号	传感器名称	性能描述
1	W1C	芳香成分、苯类
2	W5S	对氮氧化合物很灵敏
3	W3C	芳香成分灵敏，氨类
4	W6S	主要对氢化物有选择性
5	W5C	短链烷烃、芳香成分

6	W1S	对甲基类灵敏
7	W1W	对硫化物灵敏
8	W2S	对醇类、醛酮类灵敏
9	W2W	芳香成分，对有机硫化物灵敏
10	W3S	对长链烷烃灵敏

电子舌：使用电子舌对植物乳（奶）进行滋味分析。电子舌传感器所对应的滋味类型见表 7。

表 7 电子舌传感器所对应的气味类型

阵列序号	传感器名称	性能描述
1	Sourness	酸味
2	Bitterness	苦味
3	Astringency	涩味
4	Aftertaste-B	苦味回味
5	Aftertaste-A	涩味回味
6	Umami	鲜味
7	Richness	丰富度
8	Saltiness	咸味
9	Sweetness	甜味

通过对照方法电子鼻、电子舌对 18 种市售植物乳（奶）进行气味和滋味的评价，结果见表 8、表 9。

表 8 不同植物乳（奶）的气味分析

检测器	红豆红米花生奶	黑豆黑米黑芝麻奶	红枣豆奶	芝麻黑豆奶	豆奶-1	豆奶-2
W1C	0.71997	0.8913	0.79022	0.87789	0.80614	0.88626
W5S	4.21017	2.13988	4.53817	2.15989	3.63419	2.38785
W3C	0.88965	0.94917	0.91792	0.94544	0.92339	0.94825
W6S	1.1049	1.09707	1.10504	1.09852	1.10607	1.09387
W5C	0.92973	0.9696	0.94963	0.96635	0.95343	0.96907
W1S	4.14045	1.88474	3.04173	2.03372	2.93915	1.91564
W1W	4.49905	1.94333	7.16435	2.75298	4.74596	2.83317
W2S	4.24318	1.67836	2.89916	1.80174	2.77122	1.68716
W2W	4.23727	2.29637	6.12596	3.2046	4.61009	3.31581
W3S	1.08943	1.07511	1.08164	1.07492	1.08253	1.07623

续表 8

检测器	豆奶-3	花生奶	杏仁奶-1	杏仁奶-2	核桃奶	坚果奶
W1C	0.86655	0.88529	0.83048	0.60105	0.84017	0.86612
W5S	3.94813	3.17759	2.3485	8.73404	2.60651	2.96685
W3C	0.94224	0.94717	0.93442	0.83436	0.93476	0.94236
W6S	1.10623	1.09952	1.19571	1.23392	1.10396	1.09861
W5C	0.96521	0.96821	0.96023	0.87563	0.95944	0.96435
W1S	2.18169	1.91167	2.23785	5.94768	2.52727	2.06861
W1W	4.49547	3.46899	3.23856	8.89631	2.47274	3.96177

W2S	1.94777	1.71307	2.13438	5.98383	2.28511	1.88334
W2W	4.75537	3.74715	4.12788	8.48001	2.96365	4.03185
W3S	1.07782	1.07897	1.1168	1.09951	1.07315	1.07761

续表 8

检测器	椰奶-1	椰奶-2	燕麦奶-1	燕麦奶-2	原味亚麻籽奶	发酵亚麻籽奶
W1C	0.88016	0.90788	0.74066	0.903	0.57125	0.67787
W5S	1.68258	1.31474	3.95269	1.56066	13.14021	8.24346
W3C	0.94788	0.95219	0.89936	0.95193	0.81147	0.86839
W6S	1.10168	1.09338	1.09911	1.09827	1.14017	1.10612
W5C	0.96821	0.97099	0.93488	0.97202	0.86051	0.91199
W1S	2.01988	1.68881	3.87053	1.73479	7.8039	4.91721
W1W	1.62074	1.20926	4.99438	1.57101	14.6157	9.03567
W2S	1.80122	1.49037	3.92473	1.51512	7.72109	4.86886
W2W	1.89394	1.257	4.40927	1.89947	11.36831	7.13392
W3S	1.07129	1.06393	1.08321	1.09	1.11995	1.09084

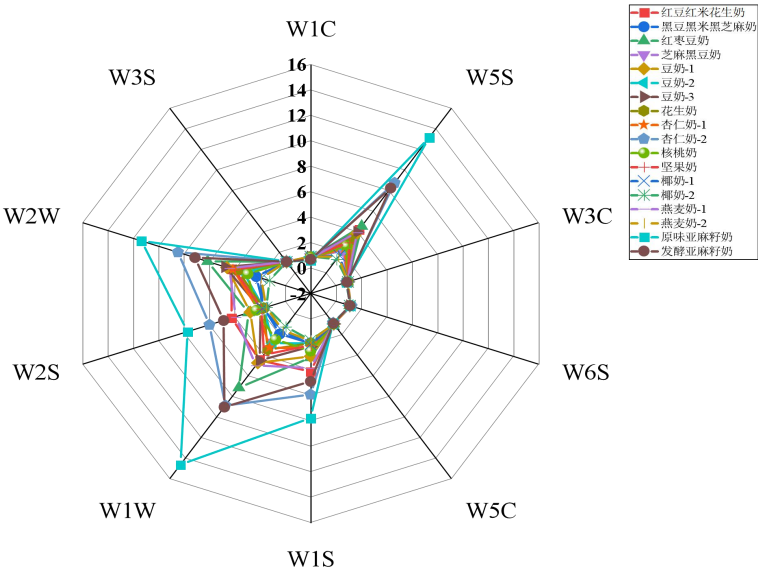


图 1 不同植物乳（奶）的气味评价

表 9 不同植物乳（奶）的滋味分析

	红豆红米花生奶	黑豆黑米黑芝麻奶	红枣豆奶	芝麻黑豆奶	豆奶-1	豆奶-2
Sourness	-45.69333333	-50.44666667	-44.55	-47.05666667	-47.88	-50.70333333
Bitterness	9.836666666	12.01	8.55	9.46	9.79	10.56333333
Astringency	2.196666666	3.34	0.8633333333	1.266666667	0.8133333333	1.296666667
Aftertaste-B	-0.49	-0.13	-0.4533333333	-0.436666667	0.346666667	-0.4733333333
Aftertaste-A	1.023333333	1.966666667	2.503333333	2.623333333	6.66	3.696666667
Umami	15.56	19.78	15.54	16.93	21.46666667	19.78666667

Richness	2.55	5.266666667	3.096666667	2.273333333	31.41	4.516666667
Saltiness	0.693333333	3.19	2.783333333	3.26	9.906666667	5.443333333
Sweetness	3.836666666	4.25	8.173333333	7.856666667	9.213333333	6.983333333

续表 9

	豆奶-3	花生奶	杏仁奶-1	杏仁奶-2	核桃奶	坚果奶
Sourness	-41.21	-41.15333333	-43.39333333	-6.193333333	-51.23	-44.92333333
Bitterness	8.59	8.193333333	8.543333333	1.65	11.77	8.79
Astringency	0.133333333	0.436666667	1.24	-0.536666667	1.843333333	0.833333333
Aftertaste-B	0.196666667	0.17	0.05	0.416666667	-0.223333333	0.023333333
Aftertaste-A	3.056666667	4.33	3.27	0.836666667	2.953333333	2.483333333
Umami	15.32333333	16.54	15.26666667	0.08	19.01333333	14.63333333
Richness	32.55333333	24.58666667	11.84	1.933333333	4.66	14.27666667
Saltiness	3.29	5.816666667	4.576666667	-4.403333333	4.016666667	2.643333333
Sweetness	5.84	4.763333333	3.13	3.853333333	3.966666667	4.886666667

续表 9

	椰奶-1	椰奶-2	燕麦奶-1	燕麦奶-2	原味亚麻籽奶	发酵亚麻籽奶
Sourness	-52.69666666	-45.68666666	-43.72333333	-37.4	-48.23	-52.52666667
Bitterness	11.47333333	9.883333333	9.093333333	7.57	10.03	12.86333333
Astringency	3.05	1.043333333	0.833333333	0.48	1.743333333	2.92
Aftertaste-B	-0.31	0.326666667	-0.273333333	-0.133333333	-0.066666667	-0.333333333
Aftertaste-A	1.633333333	6.153333333	3.25	0.936666667	2.87	3.533333333
Umami	17.22666667	19.64333333	17.55666667	10.83666667	18.09333333	21.55666667
Richness	14.65333333	30.25	8.71	7.99	16.86333333	3.44
Saltiness	2.956666667	8.813333333	4.413333333	-0.446666667	4.853333333	5.473333333
Sweetness	0.873333333	7.45	3.576666667	3.63	6.64	2.913333333

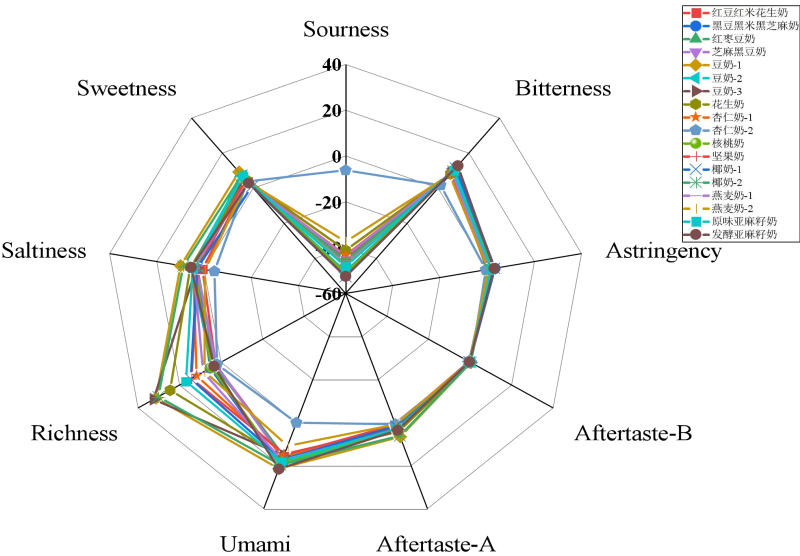


图 2 不同植物乳（奶）的滋味评价

2.2.4.2 宏量营养成分评价方法

此部分规定了植物乳（奶）的宏量营养成分指标（脂肪、蛋白质、总固形物、可溶性固形物和总膳食纤维），并且说明特定成分的测定应该选择适宜的方法。分析方法的依据主要参考了《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》、《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳（露）》、《QB/T 2300-2006 植物蛋白饮料 椰子汁及复原椰子汁》、《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露（乳）》、《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露》、《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》。

（1）蛋白质含量

测定方法参照 GB 5009.5 凯氏定氮法 执行。

尽管凯氏定氮法的操作步骤较为繁琐，但所需的设备和操作相对简单，不需要昂贵的设备和专门的技术，且精确而准确。它适用于 0.2~2.0 mg 氮的测定，对于大多数食品和植物乳（奶）中的蛋白质含量测定是足够的。与其他方法比较，如双缩脲法、BCA 法、Lowry 法和考马斯亮蓝法，凯氏定氮法在操作的简便性和测定的灵敏度上可能不如这些方法，但在准确性和适用性方面具有优势。例如，双缩脲法和考马斯亮蓝染色法操作更简便迅速，但可能在灵敏度和适用范围上不如凯氏定氮法。而 BCA 法和 Lowry 法虽然抗干扰能力强，但在某些条件下可能会受到螯合剂和高浓度还原剂的影响。所以选择凯氏定氮法测量植物乳（奶）的蛋白质含量。

6.3 蛋白质

按 GB 5009.5 规定的方法测定，蛋白质的换算系数为 6.25。

来源：《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》6.3 蛋白质

4.3.2 蛋白质

按 GB/T 5009.5 的方法测定。

来源：《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳（露）》4.3.2 蛋白质

5.3.2 蛋白质

按GB/T 5009.5规定的方法测定。

来源：《QB/T 2300-2006 植物蛋白饮料 椰子汁及复原椰子汁》5.3.2 蛋白质

5.2 理化检验

5.2.1 蛋白质

按 GB 5009.5 规定的方法测定,蛋白质换算系数为 6.25。

来源:《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露(乳)》5.2.1 蛋白质

5.2 理化检验

5.2.1 蛋白质

按 GB 5009.5 规定的方法测定,蛋白质换算系数为 6.25。

来源:《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露》5.2.1 蛋白质

蛋白质,g/100 g	≥2.0	≥0.5	≥0.55	(清淡型) ≥0.8	≥0.5	GB 5009.5
-------------	------	------	-------	---------------	------	-----------

来源:《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》4.4 理化指标

测定 18 种市售植物乳(奶)的蛋白质含量,并与标签值进行了对比,结果见表 10。蛋白质含量的范围在 0.48%~2.87%,其中蛋白质含量最高的是豆奶-3 (2.87%),蛋白质含量最低的是杏仁奶-2 (0.48%)。豆奶的蛋白质含量普遍较高,说明豆奶整体上营养密度大。

表 10 不同植物乳(奶)的蛋白质含量

序号	种类	标签值 (g/100ml)	实测值 (%)
1	红豆红米花生奶	1.2	1.22±0.04
2	黑豆黑米黑芝麻奶	1.2	1.19±0.14
3	红枣豆奶	2.3	2.32±0.05
4	芝麻黑豆奶	2.1	2.04±0.01
5	豆奶-1	2.5	2.39±0.02
6	豆奶-2	3	2.30±0.05
7	豆奶-3	2	2.87±0.04
8	花生奶	1.2	0.99±0.01
9	杏仁奶-1	0.6	0.76±0.12
10	杏仁奶-2	0.5	0.48±0.00
11	核桃奶	0.6	0.71±0.01
12	坚果奶	1	0.98±0.01
13	椰奶-1	1.2	1.13±0.03
14	椰奶-2	0.6	0.63±0.00
15	燕麦奶-1	2.5	2.40±0.09
16	燕麦奶-2	1	1.32±0.06
17	原味亚麻籽奶	0.7	0.74±0.04
18	发酵亚麻籽奶	0.7	0.72±0.04

(2) 脂肪含量

测定方法参照 GB 5009.6 酸水解法 执行。

酸水解法与其他脂肪测定方法的主要区别在于其测定的是样品中游离态脂肪和结合态脂肪的总和，属于总脂肪。这种方法特别适用于不易除去水分、易吸潮、结块，难以干燥的食品，因为这些食品中的脂肪可能与食品成分结合，形成结合态脂类。在这种情况下，索氏抽提法等其他方法可能无法完全提取脂肪，而酸水解法通过使用强酸将脂类水解，使脂肪游离出来，再用有机溶剂提取，从而提供了一种更为全面的脂肪测定方法。

4.3.3 脂肪

按 GB/T 5009.6 酸水解法的方法测定。

来源：《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳（露）》4.3.3 脂肪

5.3.3 脂肪

按GB/T 5009.6规定的方法测定。

来源：《QB/T 2300-2006 植物蛋白饮料 椰子汁及复原椰子汁》5.3.3 脂肪

5.2.2 脂肪

按 GB/T 5009.6—2003 规定的“第二法 酸水解法”测定。

来源：《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露》5.2.2 脂肪

5.2.2 脂肪

按 GB/T 5009.6—2003 规定的“第二法 酸水解法”测定。

来源：《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露（乳）》5.2.2 脂肪。

脂肪,g/100 g	≥0.8	≥1.0	≥1.30	≥2.0	≥1.0	GB 5009.6
------------	------	------	-------	------	------	-----------

来源：《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》4.4 理化指标

测定 18 种市售植物乳（奶）的脂肪含量，并与标签值进行了对比，结果见表 11。脂肪含量的范围在 1.26%~5.65%，其中脂肪含量最高的是椰奶-1（5.65%），脂肪含量最低的是杏仁奶-2（1.26%）。豆奶、花生奶、杏仁奶等的脂肪含量总体较低。

表 11 不同植物乳（奶）的脂肪含量

序号	种类	标签值（g/100ml）	实测值（%）
1	红豆红米花生奶	1.3	1.29±0.00
2	黑豆黑米黑芝麻奶	1.3	1.31±0.03
3	红枣豆奶	1.4	1.29±0.05
4	芝麻黑豆奶	1.6	1.61±0.03
5	豆奶-1	1.7	1.59±0.04
6	豆奶-2	2.3	2.52±0.31

7	豆奶-3	1.4	1.24±0.01
8	花生奶	1.6	1.57±0.02
9	杏仁奶-1	1.7	1.84±0.04
10	杏仁奶-2	1	1.26±0.00
11	核桃奶	2.5	2.69±0.17
12	坚果奶	2.4	2.23±0.05
13	椰奶-1	5.6	5.65±0.11
14	椰奶-2	2.3	2.25±0.00
15	燕麦奶-1	3	3.03±0.14
16	燕麦奶-2	3	3.08±0.11
17	原味亚麻籽奶	2.4	2.14±0.004
18	发酵亚麻籽奶	2.4	2.02±0.16

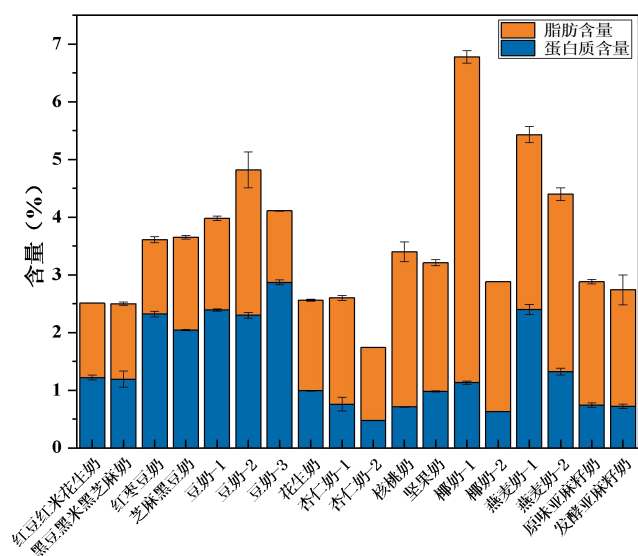


图 3 不同植物乳（奶）的蛋白质含量和脂肪含量

(3) 脂肪酸组成

测定方法参照 GB 5009.168 执行。

气相色谱法能够提供高灵敏度和准确性的分析结果,这对于检测植物乳(奶)中脂肪酸的细微差异至关重要。现代 GC 方法结合高质量毛细管柱,可以敏感且可重复地分析脂肪酸,并在与其他色谱分离和光谱鉴定结合时,表征复杂的几何异构体混合物;使用 GC 可以精确测量植物乳(奶)中各类脂肪酸的含量,包括饱和脂肪酸、单不饱和脂肪酸以及多不饱和脂肪酸等;GC 是脂肪酸分析最广泛使用的方法,并且可以与火焰离子化检测器(FID)或质谱仪(MS)耦合使用。在分析前通常将总脂肪酸(TFA)转化为其甲酯(脂肪酸甲酯,FAME),游离脂肪酸(FFA)也可以在转化为 FAME 后进行分析,或从产物中提取后直接作为

FFA 进行分析；GC/MS 方法在样品前处理程序方面非常标准化，成本相对较低，且有现成的库可供化合物鉴定。

GB/T 31324—2014

附 录 A
(规范性附录)
杏仁露中脂肪酸的测定方法

A.1 方法提要

用正己烷提取杏仁露中的脂肪，经离心分离得到的正己烷-脂肪液，用氢氧化钾-甲醇溶液在室温下甲酯化，形成挥发性甲酯衍生物，进入气相色谱仪，用面积归一化法测定其组分。

来源：《GB/T 31324-2014 植物蛋白饮料 杏仁露》附录 A。

GB/T 31325—2014

附 录 A
(规范性附录)
核桃露(乳)脂肪酸的测定方法

A.1 方法提要

用正己烷提取核桃露(乳)中的脂肪，经离心分离得到的正己烷-脂肪液，用氢氧化钾-甲醇溶液在室温下甲酯化，形成挥发性甲酯衍生物，进入气相色谱仪，用面积归一化法测定其组分。

来源《GB/T 31325-2014 植物蛋白饮料 核桃露（乳）》附录 A。

测定 18 种市售植物乳（奶）的脂肪酸组成，结果见表 12。结果显示，植物乳（奶）的脂肪酸组成大部分为长链脂肪酸，部分含有极少量的中链脂肪酸。其中，红豆红米花生奶、黑豆黑米黑芝麻奶、燕麦奶-1 的主要脂肪酸为棕榈酸（31%~39%）和油酸（23%~25%），红枣豆奶、芝麻黑豆奶的主要脂肪酸为亚油酸（53%~55%），豆奶、花生奶、杏仁奶、核桃奶、坚果奶、燕麦奶-2 的主要脂肪酸为油酸（12%~67%）和亚油酸（25%~59%），椰奶的主要脂肪酸为月桂酸（45%~49%）和肉豆蔻酸（18%~20%），亚麻籽奶的主要脂肪酸为油酸（23%~24%）和亚麻酸（47%~48%）。

表 12 不同植物乳（奶）的脂肪酸组成

编号	种类	脂肪酸	含量（%）
1	红豆红米花生奶	C10:0 癸酸	2.60±0.01
		C12:0 月桂酸	3.66±0.00

		C14:0 肉豆蔻酸	11.02±0.00
		C16:0 棕榈酸	33.66±0.01
		C16:1 棕榈油酸	1.90±0.00
		C18:0 硬脂酸	13.55±0.19
		C18:1 油酸	23.77±0.18
		C18:2 亚油酸	9.84±0.00
2	黑豆黑米黑芝麻奶	C10:0 癸酸	1.83±0.01
		C12:0 月桂酸	2.48±0.01
		C14:0 肉豆蔻酸	8.08±0.01
		C16:0 棕榈酸	31.53±0.03
		C16:1 棕榈油酸	1.67±0.01
		C18:0 硬脂酸	14.83±0.11
		C18:1 油酸	24.70±0.15
		C18:2 亚油酸	14.89±0.02
3	红枣豆奶	C16:0 棕榈酸	11.45±0.02
		C18:0 硬脂酸	8.86±0.07
		C18:1 油酸	17.07±0.11
		C18:2 亚油酸	53.40±0.02
		C18:3 亚麻酸	9.22±0.01
4	芝麻黑豆奶	C16:0 棕榈酸	10.47±0.00
		C18:0 硬脂酸	12.36±0.05
		C18:1 油酸	15.33±0.08
		C18:2 亚油酸	54.18±0.03
		C18:3 亚麻酸	7.66±0.00
5	豆奶-1	C16:0 棕榈酸	12.54±0.02
		C18:0 硬脂酸	4.84±0.00
		C18:1 油酸	18.49±0.00
		C18:2 亚油酸	55.11±0.03
		C18:3 亚麻酸	9.02±0.00
6	豆奶-2	C12:0 月桂酸	1.51±0.00
		C14:0 肉豆蔻酸	1.17±0.00
		C16:0 棕榈酸	13.26±0.00
		C18:0 硬脂酸	7.94±0.05
		C18:1 油酸	18.55±0.01
		C18:2 亚油酸	49.46±0.04
		C18:3 亚麻酸	8.12±0.01
7	豆奶-3	C14:0 肉豆蔻酸	2.09±0.00
		C16:0 棕榈酸	15.18±0.00
		C18:0 硬脂酸	5.99±0.05
		C18:1 油酸	21.40±0.06
		C18:2 亚油酸	46.56±0.01
		C18:3 亚麻酸	8.79±0.01
8	花生奶	C16:0 棕榈酸	13.52±0.05

		C18:0 硬脂酸	7.57±0.08
		C18:1 油酸	36.35±0.05
		C18:2 亚油酸	38.01±0.00
		C20:0 花生酸	1.88±0.01
		C22:0 山嵛酸	2.68±0.02
9	杏仁奶-1	C16:0 棕榈酸	6.22±0.01
		C18:0 硬脂酸	1.16±0.03
		C18:1 油酸	66.10±0.00
		C18:2 亚油酸	26.53±0.02
10	杏仁奶-2	C16:0 棕榈酸	5.91±0.03
		C18:0 硬脂酸	2.69±0.02
		C18:1 油酸	66.97±0.04
		C18:2 亚油酸	24.43±0.01
11	核桃奶	C16:0 棕榈酸	7.25±0.00
		C18:0 硬脂酸	10.05±0.90
		C18:1 油酸	12.12±0.90
		C18:2 亚油酸	58.79±0.00
		C18:3 亚麻酸	11.78±0.00
12	坚果乳	C16:0 棕榈酸	10.94±0.01
		C18:0 硬脂酸	7.61±0.68
		C18:1 油酸	28.79±0.69
		C18:2 亚油酸	46.50±0.01
		C18:3 亚麻酸	6.15±0.00
13	椰奶-1	C8:0 羊脂酸	4.69±0.02
		C10:0 癸酸	5.72±0.01
		C12:0 月桂酸	48.60±0.04
		C14:0 肉豆蔻酸	19.80±0.01
		C16:0 棕榈酸	10.75±0.03
		C18:0 硬脂酸	4.80±0.01
		C18:1 油酸	5.64±0.01
14	椰奶-2	C10:0 癸酸	4.00±0.00
		C12:0 月桂酸	45.57±0.03
		C14:0 肉豆蔻酸	18.09±0.01
		C16:0 棕榈酸	17.65±0.01
		C18:0 硬脂酸	8.69±0.00
		C18:1 油酸	6.00±0.00
15	燕麦奶-1	C10:0 癸酸	2.58±0.01
		C12:0 月桂酸	3.31±0.01
		C14:0 肉豆蔻酸	10.79±0.02
		C16:0 棕榈酸	38.96±0.00
		C16:1 棕榈油酸	2.16±0.00
		C18:0 硬脂酸	13.61±0.07
		C18:1 油酸	24.17±0.03

		C18:2 亚油酸	4.43±0.01
16	燕麦奶-2	C16:0 棕榈酸	8.77±0.02
		C18:0 硬脂酸	1.02±0.06
		C18:1 油酸	59.16±0.04
		C18:2 亚油酸	25.24±0.07
		C18:3 亚麻酸	5.80±0.01
17	原味亚麻籽奶	C16:0 棕榈酸	7.05±0.00
		C18:0 硬脂酸	4.87±0.03
		C18:1 油酸	23.73±0.00
		C18:2 亚油酸	16.07±0.00
		C18:3 亚麻酸	48.27±0.03
18	发酵亚麻籽奶	C16:0 棕榈酸	7.37±0.00
		C18:0 硬脂酸	4.82±0.07
		C18:1 油酸	24.11±0.06
		C18:2 亚油酸	16.46±0.00
		C18:3 亚麻酸	47.24±0.01

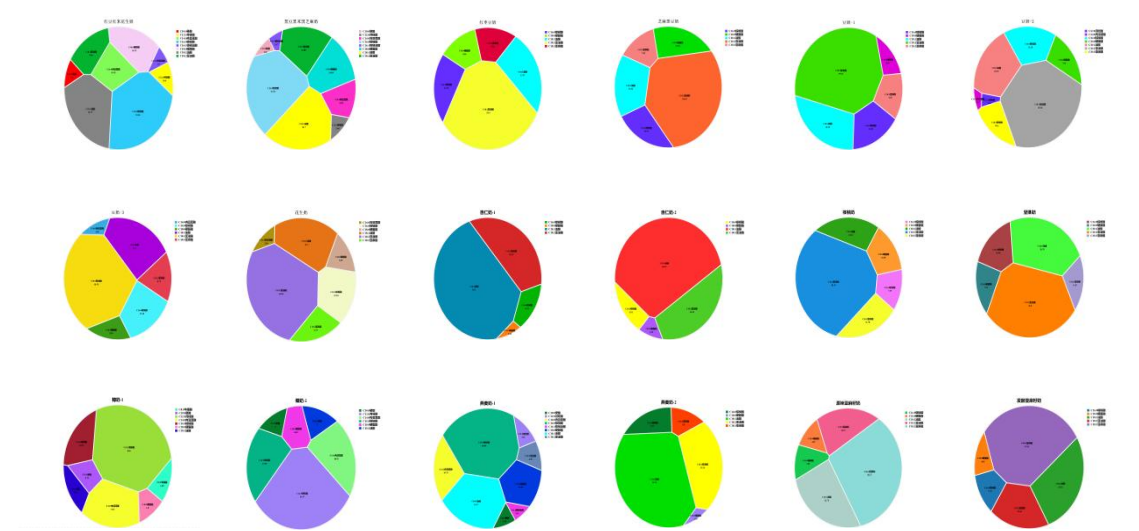


图 4 不同植物乳（奶）的脂肪酸组成

（4）总固形物含量

测定方法参照 GB/T 30885 执行。该方法已用于测定植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料的总固形物含量，本标准参考此方法进行测定。

海砂法是一种传统的测定方法，被广泛认可和使用，尤其在国家标准中有所体现，如 GB/T 12143-2008 饮料通用分析方法中就提到了海砂的使用；海砂法适用于各种类型的饮料，包括那些含有悬浮物质或不透明饮料，这些饮料可能无法使用折光计法进行准确测定；在海砂法中，通过控制干燥箱的温度和干燥时间，

可以确保样品中的水分完全蒸发，从而得到准确的总固形物含量；海砂法使用的设备和材料相对简单，不需要昂贵的仪器，适合预算有限的实验室或生产环境；对于那些粘稠度较高，不易在水浴上蒸发至干的样品，海砂法可以通过加入海砂来增大受热与蒸发面积，加速水分蒸发，缩短分析时间。

6.2.2 分析步骤

6.2.2.1 试样的制备

将包装容器内的样品摇匀，倒入烧杯中搅拌均匀。

6.2.2.2 吸取 10.00 mL 试样(6.2.2.1)于已恒重的盛有适量海砂的称量皿中，在水浴上蒸发至干，取下称量皿，擦干附着的水分，放入恒温干燥箱内，在 100℃～105℃ 下烘 1 h，取出移入干燥器内冷却，30 min 后称量。然后，再放入恒温干燥箱内烘 1 h，直至恒重。

6.2.3 结果计算

试样中总固形物含量按式(1)计算：

$$X = \frac{m_2 - m_1}{10} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

X —— 试样中总固形物的含量，单位为克每百毫升(g/100 mL)；

m₂ —— 烘干后试样加海砂和称量皿的质量，单位为克(g)；

m₁ —— 海砂和称量皿的质量，单位为克(g)；

10 —— 吸取试样的体积，单位为毫升(mL)。

所得结果表示至一位小数。

来源：《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》6.2 总固形物。

4.4 理化指标

应符合表 2 的规定。

表 2 理化指标

项目	指标						检验方法
	豆乳*	椰子汁 (乳)	杏仁露 (乳)	核桃乳 (露)	花生露 (乳)	其他植物 蛋白饮料	
总固形物,g/100 mL	≥4.0	—					GB/T 30885—2014 中 6.2

来源：《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》4.4 理化指标。

表 13 不同植物乳（奶）的总固形物含量

序号	种类	总固形物含量（%）
1	红豆红米花生奶	14.2±3.00
2	黑豆黑米黑芝麻奶	13.04±0.77
3	红枣豆奶	14.72±6.49
4	芝麻黑豆奶	15.5±7.99
5	豆奶-1	11.59±0.05
6	豆奶-2	14.02±0.03
7	豆奶-3	11.17±1.24
8	花生奶	12.91±5.35
9	杏仁奶-1	10.53±0.10

10	杏仁奶-2	7.23±0.07
11	核桃奶	20.44±5.29
12	坚果奶	10.52±0.01
13	椰奶-1	12.65±0.08
14	椰奶-2	10.17±0.06
15	燕麦奶-1	28.92±0.28
16	燕麦奶-2	14.18±0.07
17	原味亚麻籽奶	8.71±0.42
18	发酵亚麻籽奶	22.11±4.83

(5) 可溶性固形物含量

测定方法参照 GB/T 12143 中饮料中可溶性固形物的测定方法（折光计法）执行。

使用折光计法可以快速测定饮料中的可溶性固形物含量，操作简单，不需要复杂的样品前处理步骤，适合快速检测和大量样品的筛查；该方法不需要对样品进行化学处理或破坏，因此可以保持样品的完整性，适合于需要进一步分析的样品；现代折光计具有高精度的测量能力，可以提供精确的可溶性固形物含量测量结果，测量范围通常在 0%~80%，精确度可达±0.1%；与其他需要昂贵设备的分析方法相比，折光计法的成本较低，适合预算有限的实验室或现场快速检测；折光计法适用于各种类型的饮料，包括透明液体、半粘稠制品以及含悬浮物质的饮料制品；许多现代折光计可以直接读取可溶性固形物的百分比，无需额外的计算或查表，提高了测定的效率和便利性；手持式折光计便于携带，适合现场检测或在没有实验室条件的情况下使用。

4.3 理化指标

4.3.1 可溶性固形物

按 GB/T 12143.1 的方法测定。

来源：《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳（露）》4.3.1 可溶性固形物。

5.3 理化指标

5.3.1 可溶性固形物

按GB/T 12143.1规定的方法测定

来源：《QB/T 2300-2006 植物蛋白饮料 椰子汁及复原椰子汁》5.3.1 可溶性固形物。

测定 18 种市售植物乳（奶）的总固形物和可溶性固形物含量，结果见表 13、表 14。结果显示，植物乳（奶）的总固形物含量范围在 7.23%~28.92%之间，可溶性固形物含量在 6.55%~21.47%之间。总固形物含量最高的植物乳（奶）是燕

麦奶-1（28.92%），含量最低的是杏仁奶-2（7.23%）；可溶性固形物含量最高的是燕麦奶-1（21.47%），含量最低的是原味亚麻籽奶（6.55%）。其中燕麦奶-1、发酵亚麻籽奶、核桃奶以及芝麻黑豆奶的总固形物含量相对较高（>20%），燕麦奶-1的可溶性固形物含量相对较高（21.47%）。总固形物含量和可溶性固形物含量的结果越相近说明植物乳（奶）中不溶性悬浮物质越少，说明豆奶、杏仁奶、坚果奶、椰奶的物理稳定性可能较好。

表 14 不同植物乳（奶）的可溶性固形物含量

序号	种类	可溶性固形物含量（%）
1	红豆红米花生奶	11.51±0.00
2	黑豆黑米黑芝麻奶	11.26±0.07
3	红枣豆奶	10.76±0.07
4	芝麻黑豆奶	10.21±0.00
5	豆奶-1	12.16±0.07
6	豆奶-2	13.37±0.07
7	豆奶-3	10.91±0.00
8	花生奶	9.96±0.07
9	杏仁奶-1	9.91±0.00
10	杏仁奶-2	6.8±0.00
11	核桃奶	7.4±0.00
12	坚果奶	10.86±0.21
13	椰奶-1	12.41±0.00
14	椰奶-2	10.01±0.00
15	燕麦奶-1	21.47±0.35
16	燕麦奶-2	11.61±0.14
17	原味亚麻籽奶	6.55±0.21
18	发酵亚麻籽奶	13.02±0.00

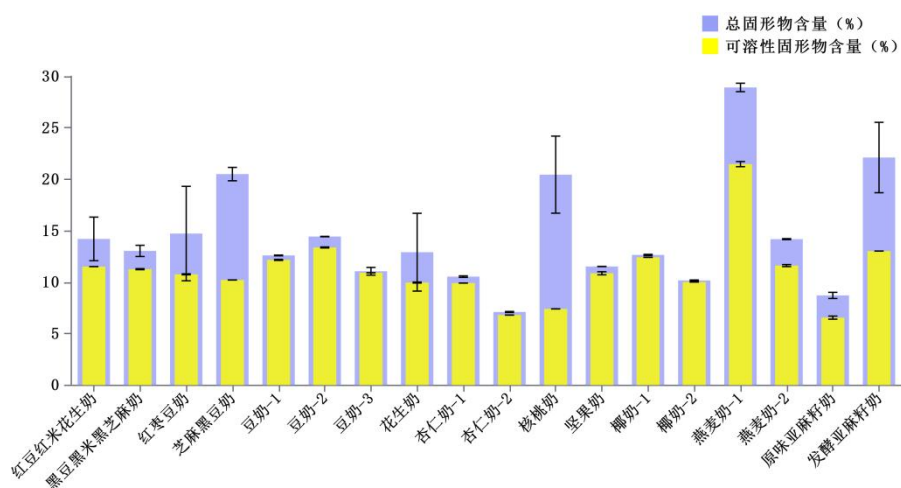


图 5 不同植物乳(奶)的总固形物含量和可溶性固形物含量

(6) 总膳食纤维含量

测定方法参照 GB 5009.88 执行,

2.2.4.3 理化指标评价方法

此部分规定了植物乳(奶)的通用理化指标(脲酶、氰化物、酸价、过氧化值、次级氧化产物)。分析方法的依据主要参考了《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》、《QB/T 2439-1999 植物蛋白饮料 花生乳(露)》、《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》、《GB/T 5009.183-2003 植物蛋白饮料中脲酶的定性测定》。

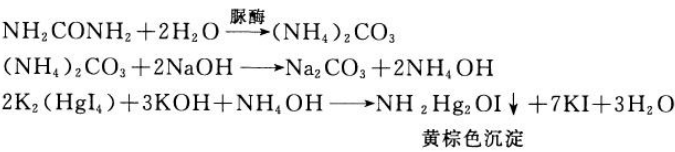
(1) 脲酶

测定方法参照 GB/T 5009.183 执行。该方法已用于植物蛋白饮料中脲酶的定性测定。

附 录 A
(规范性附录)
脲酶的定性测定

A.1 原理

脲酶在适当的酸碱度和温度下,催化尿素转化成碳酸铵,碳酸铵在碱性条件下形成氢氧化铵,再与钠氏试剂中的碘化钾汞复盐作用形成黄棕色的碘化双汞铵,如试样中脲酶活性消失,上述反应即不发生。



来源：《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》附录 A。

脲酶试验	阴性	—	GB/T 5009.183
------	----	---	---------------

来源：《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》

GB/T 5009.183—2003

植物蛋白饮料中脲酶的定性测定

1 范围

本标准规定了植物蛋白饮料中脲酶的定性测定方法。
本标准适用于植物蛋白饮料中脲酶的定性测定。

来源：《GB/T 5009.183-2003 植物蛋白饮料中脲酶的定性测定》

大豆中脲酶的含量与抗胰蛋白酶成正相关，且能很快、很经济的予以测定。所以，测定脲酶的活性可以预测植物乳（奶）的加工成都是否得当及营养品质的好坏。对含豆类原料的 7 种乳进行脲酶定性，结果见表 15。结果显示所有含豆类植物乳（奶）的脲酶均为阴性。

表 15 含豆类植物乳（奶）的脲酶定性

序号	种类	脲酶定性结果
1	红豆红米花生奶	阴性
2	黑豆黑米黑芝麻奶	阴性
3	红枣豆奶	阴性
4	芝麻黑豆奶	阴性
5	豆奶-1	阴性

6	豆奶-2	阴性
7	豆奶-3	阴性

(2) 氰化物

测定方法参照 GB/T 5009.36 第四法 离子色谱法 执行。

分光光度法通过测量特定波长下的吸光度来定量分析氰化物,这种方法对于氰化物的检测具有很高的灵敏度和选择性。使用异烟酸-巴比妥酸作为显色剂代替传统的异烟酸-吡唑啉酮,可以克服苯甲醛与吡唑啉酮反应产生白色混浊的干扰,从而提高测定的选择性和准确性;与一些需要昂贵设备的分析方法相比,分光光度计的成本较低,适合预算有限的实验室使用;通过构建校正曲线,可以在一定范围内获得良好的线性关系,从而确保测定结果的可靠性;分光光度法的测定过程容易实现自动化,提高分析的效率和准确性。

氰化物(以 HCN 计),g/100 g	—	≤0.05	—	GB 5009.36
----------------------	---	-------	---	------------

来源:《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》

表 2 理化指标

项 目	指 标	检 验 方 法
锌、铜、铁总和 ^a /(mg/L)	≤ 20	GB 5009.13,GB 5009.14,GB 5009.90
氰化物(以 HCN 计) ^b /(mg/L)	≤ 0.05	GB 5009.36
脲酶试验 ^c	阴性	GB/T 5009.183

来源:《GB 7101-2022 食品安全国家标准 饮料》

对原料中含有氰化物的植物乳(奶)进行氰化物含量的测定,结果显示 6 种植物乳(奶)的含量均很低,范围在 0.005 mg/kg ~ 0.191 mg/kg。

表 16 不同植物乳(奶)的氰化物

序号	种类	HCN 浓度 (mg/kg)
9	杏仁奶-1	0.017±0.0024
10	杏仁奶-2	0.191±0.0086
11	核桃奶	0.005±0.0017
12	坚果奶	0.017±0.0053
17	原味亚麻籽奶	0.039±0.0017
18	发酵亚麻籽奶	0.071±0.0080

2.2.4.4 物理稳定性评价方法

此部分规定了植物乳（奶）的物理稳定性评价方法，包括离心沉淀率、稳定性系数、离心悬浮比、粒径、 ζ -电位、稳定性指数（TSI）、粘度等。

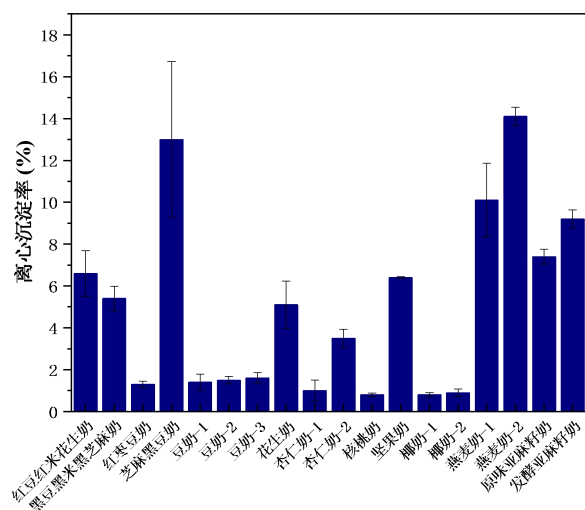
（1）离心沉淀率

植物奶的离心沉淀率是衡量其稳定性的重要指标。离心沉淀率低表示植物奶在离心力作用下，沉淀物较少，说明产品稳定性好，不易分层或沉淀；离心沉淀率高则意味着产品稳定性差，可能出现分层、沉淀等现象，影响产品的外观和口感。植物乳（奶）放置相应时间后，将植物乳（奶）摇匀后准确称取 10g 样品，以 3000r/min 离心 15min，记离心管底部的沉淀物重量计算离心沉淀率：离心沉淀率（%）=沉淀物重量（g）/离心样品重量（g） $\times$ 100%。试验结果取 3 次平行测定的平均值。

测定 18 种市售植物乳（奶）的离心沉淀率，结果见表 17。结果显示，植物乳（奶）的离心沉淀率范围在 0.8%~14.1%，其中离心沉淀率最高的是燕麦奶-2（14.1%），最低的是核桃奶和椰奶-1（0.8%）。豆奶、椰奶均表现出较低的离心沉淀率。

表 17 不同植物乳（奶）的离心沉淀率

序号	种类	离心沉淀率（%）
1	红豆红米花生奶	6.6 $\pm$ 1.09
2	黑豆黑米黑芝麻奶	5.4 $\pm$ 0.58
3	红枣豆奶	1.3 $\pm$ 0.14
4	芝麻黑豆奶	13 $\pm$ 3.72
5	豆奶-1	1.4 $\pm$ 0.39
6	豆奶-2	1.5 $\pm$ 0.17
7	豆奶-3	1.6 $\pm$ 0.26
8	花生奶	5.1 $\pm$ 1.13
9	杏仁奶-1	1.0 $\pm$ 0.50
10	杏仁奶-2	3.5 $\pm$ 0.43
11	核桃奶	0.8 $\pm$ 0.08
12	坚果奶	6.4 $\pm$ 0.05
13	椰奶-1	0.8 $\pm$ 0.10
14	椰奶-2	0.9 $\pm$ 0.18
15	燕麦奶-1	10.1 $\pm$ 1.76
16	燕麦奶-2	14.1 $\pm$ 0.44
17	原味亚麻籽奶	7.4 $\pm$ 0.36
18	发酵亚麻籽奶	9.2 $\pm$ 0.44



a

图 6 不同植物乳（奶）的离心沉淀率

（2）稳定性系数

植物乳（奶）放置相应时间后，将植物乳（奶）摇匀后准确称取 10g 样品，以 3000r/min 离心 15min 后，吸取中间的乳清相，用蒸馏水稀释 100 倍，在 500nm 下测定吸光值 A。直接摇匀植物乳（奶）吸取同上述稀释，测定吸光值 A0，以 A/A_0 来表示植物乳（奶）的稳定性系数，值越大说明体系越稳定。若 $A/A_0 > 95\%$ ，则表明稳定性良好，比值越接近 1，证明植物乳（奶）稳定性越好，同时说明配方中物料匹配合理，工艺可行。测定结果取 3 次平行测定的平均值。

测定 18 种市售植物乳（奶）的稳定性系数，结果见表 18。结果显示植物乳（奶）的离心悬浮比范围在 13%~100%，其中稳定性系数最高的是花生奶和椰奶-1（100%），最低的是发酵亚麻籽奶（13%）。

表 18 不同植物乳（奶）的稳定性系数

序号	种类	稳定性系数 (%)
1	红豆红米花生奶	81±9.72
2	黑豆黑米黑芝麻奶	97±8.26
3	红枣豆奶	98±4.84
4	芝麻黑豆奶	64±5.48
5	豆奶-1	77±0.88
6	豆奶-2	80±4.30
7	豆奶-3	55±3.93
8	花生奶	100±5.47
9	杏仁奶-1	36±1.09
10	杏仁奶-2	68±3.44

11	核桃奶	97±2.05
12	坚果奶	89±5.87
13	椰奶-1	100±3.57
14	椰奶-2	95±2.50
15	燕麦奶-1	86±3.90
16	燕麦奶-2	39±1.62
17	原味亚麻籽奶	24±0.91
18	发酵亚麻籽奶	13±1.52

(3) 离心悬浮比

植物乳（奶）放置相应时间后，分别准确称取 10g 上层和底层样品，以 3000r/min 离心 15min 后，称取其离心管底部的沉淀物重量。

$$\text{离心悬浮比 (\%)} = [\text{上层沉淀物重量 (g)} / \text{底层沉淀物重量 (g)}] \times 100\%$$

一般情况下，离心悬浮比越高则自然分层率越低，产品越稳定。离心悬浮比能快速反映整体颗粒悬浮分化均匀性，为悬浮稳定性指标。测定结果取 3 次平行测定的平均值。

测定 18 种市售植物乳（奶）的离心悬浮比，结果见表 19。结果显示植物乳（奶）的稳定性系数范围在 4.45%~100%，其中离心悬浮比最高的是椰奶-2、原味亚麻籽奶和发酵亚麻籽奶（100%），最低的是核桃奶（4.45%）。

表 19 不同植物乳（奶）的离心悬浮比

序号	种类	离心悬浮比 (%)
1	红豆红米花生奶	89.47±9.73
2	黑豆黑米黑芝麻奶	99.19±14.85
3	红枣豆奶	80.00±18.18
4	芝麻黑豆奶	71.16±14.31
5	豆奶-1	90.91±9.10
6	豆奶-2	89.19±16.68
7	豆奶-3	94.44±34.94
8	花生奶	74.77±11.05
9	杏仁奶-1	75.00±17.96
10	杏仁奶-2	54.35±21.17
11	核桃奶	4.45±0.61
12	坚果奶	8.23±1.93
13	椰奶-1	65.85±16.67
14	椰奶-2	100.00±11.18
15	燕麦奶-1	70.48±21.48
16	燕麦奶-2	7.85±2.20
17	原味亚麻籽奶	100.00±5.51

18	发酵亚麻籽奶	100.00±9.20
----	--------	-------------

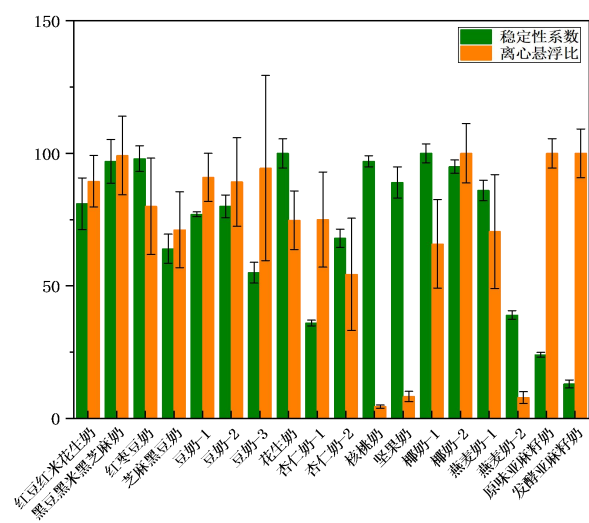


图 7 不同植物乳（奶）的稳定性系数和离心悬浮比

（4）粒径

DSL（动态光散射）、静态光散射，二者测量的粒径范围不同。动态：0.4nm-10μm，适合所有能够稳定存在于溶液中做布朗运动的颗粒。典型体系包括：乳液，有机/无机颗粒，自然/合成高分子溶液，表面活性剂，病毒，蛋白质样品等。静态：0.01-3500μm。

静态光散射：测定方法参考 GB/T 19077，对其测定方法进行简略性的总结：利用激光粒度分析仪通过激光衍射技术确定不同配比植物乳（奶）的粒径分布情况。测定参数：使用湿分散法分析，样品折射率为 1.480，水的折光率为 1.330，搅拌速率为 2000rpm/min，测试温度为 25℃。测定植物乳（奶）的粒径 d3,2 和 d4,3，及其粒度分布。

DSL（动态光散射）：将样品摇匀后取 30 μL，用去离子水进行稀释，用纳米粒径分析仪对粒径进行测定。样品折射率为 1.480，水的折光率为 1.330。

选择依据：因具有操作简单、成本低、响应速度快和重现性好等优点，且分析样品的整体粒径。对于某些非球形纳米材料，尤其是片层或棒状材料，DLS 难以给出准确直径。

1.2 仪器与设备

T18 Basic型高速分散机/匀浆机德国IKA公司；LD4-2A型低速离心机北京医用离心机厂；AVP-2000型高压均质机英国Stansted Fluid Power公司；Mastersizer2000型激光粒度分析仪、Bohlin Gemini 2型旋转流变仪英国Malvern公司；ALPHA1-4 LSC型冷冻干燥机德国Christ公司；YS100型生物显微镜日本Nikon公司；HYP-314型消化炉、KDN-102C型定氮仪上海纤检仪器有限公司。

1.3.3 粒径测定

将处理后的SPI样品分别用去离子水稀释至质量浓度1 mg/mL，在粒度测定仪上进行测定，参数设置为：颗粒折射率（1.460），分散剂折射率（1.330）。

来源：刘竞男，徐晔晔，王一贺，等. 高压均质对大豆分离蛋白乳液流变学特性和氧化稳定性的影响[J]. 食品科学，2020,41(01):80-85.

1.3.6 Pickering乳液的分析表征

1.3.6. 1 乳液粒径的测定

采用Malvern 3000粒度分布仪测定乳液的粒径大小，参数设置：颗粒折射率1.54；颗粒吸收率0.1；分散剂折射率1.33；泵的转速2 000 r/min。

来源：陆兰芳，杨鹏，王展，等. 辛烯基琥珀酸小米淀粉酯稳定 Pickering 乳液[J]. 食品科学，2020,41(22):42-48.

测定 18 种市售植物乳（奶）的粒径，结果见表 20、图 8。结果显示，植物乳（奶）的 D [3,2]的范围在 0.17 μm ~4.98 μm，其中 D [3,2]最大的是芝麻黑豆奶（4.98 μm），最小的是椰奶-1（0.17 μm）。

对照方法：CLSM、电镜图像法

表 20 不同植物乳（奶）的粒径大小

序号	种类	D [3,2](μm)
1	红豆红米花生奶	4.65±0.02
2	黑豆黑米黑芝麻奶	3.32±0.05
3	红枣豆奶	0.25±0.00
4	芝麻黑豆奶	4.98±0.02
5	豆奶-1	2.94±0.00
6	豆奶-2	0.23±0.00
7	豆奶-3	0.32±0.00
8	花生奶	1.17±0.01
9	杏仁奶-1	0.20±0.01
10	杏仁奶-2	0.78±0.00
11	核桃奶	0.27±0.00
12	坚果奶	0.85±0.00
13	椰奶-1	0.17±0.00
14	椰奶-2	0.26±0.00
15	燕麦奶-1	1.06±0.02
16	燕麦奶-2	2.47±0.03
17	原味亚麻籽奶	2.84±0.01
18	发酵亚麻籽奶	4.64±0.01

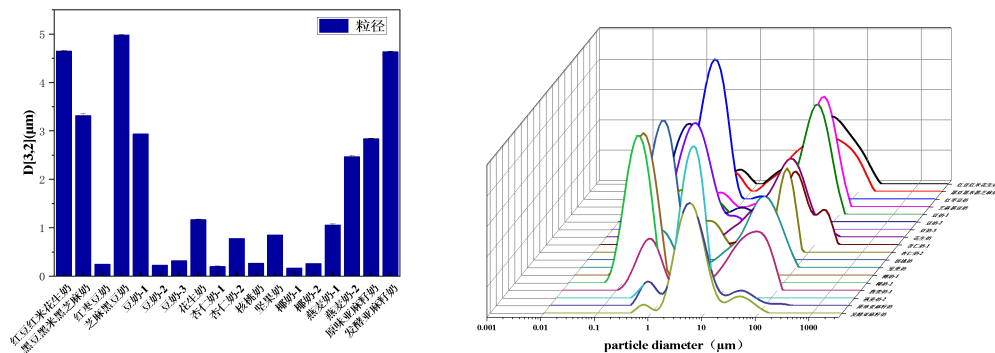


图 8 不同植物乳（奶）的粒径大小及分布

CLSM: 使用激光共聚焦显微镜 (CLSM) 观察样品的微观结构。样品 (1mL) 与尼罗红和异硫氰酸荧光素 (FITC) 溶液混合。将一小滴乳液置于显微镜载玻片上, 盖上盖玻片, 在 40 倍物镜下观察。其中尼罗红的激发和发射光谱分别为 543 nm 和 605 nm; FITC 激发和发射光谱分别为 488 nm 和 515 nm。使用图像分析软件获取并处理微观结构图像。结果显示为样品的局部粒径。

电镜图像法测试粒径, 是将样品粘在导电胶上, 通过观察颗粒的形貌, 并标注颗粒的尺寸大小。根据颗粒的尺寸大小可选择扫描电镜或透射电镜。

(5) ζ-电位

纳米粒径电位仪: 将植物乳 (奶) 与 5 mM PBS (pH=7) 的缓冲液以 1:250 的植物乳 (奶) 进行稀释, 使用纳米粒径分析仪 (Zetasizer Nano ZS) 测量植物乳 (奶) 的ζ-电位值。该标准的确定主要参考了以下文献。

1.3.4 模拟消化过程中乳液电位的变化

样品的前期处理和测试操作同1.3.3节, 利用纳米粒度及Zeta电位分析仪 (配有He/Ne激光器 ($\lambda=633$ nm)) 测定番茄红素纳米乳液在不同模拟消化阶段时的电位。

来源: 洪泽翰, 吴婉仪, 李璐, 等. 不同大分子乳化剂构建番茄红素纳米乳液的体外消化规律比较[J]. 食品科学, 2019,40(10):1-7.

1.3.3 Pickering乳液电位的测量

参考Zhu Xuefeng等^[22]的方法并略作修改测量乳液的电位, 将面筋蛋白纳米粒子与黄原胶协同稳定的Pickering乳液用相应pH值的水溶液稀释适当的倍数, 采用激光纳米粒度分析仪测定Zeta电位。测试参数为温度23℃, 液体黏度0.933 cP, 折光率1.333, 激光波长635 nm, 外部光纤角度18.9 deg, 散射角度14.063 6 deg。每个样品重复测定3次, 结果取平均值。

来源: 谢安琪, 邓苏梦, 左白露, 等. 面筋蛋白粒子-黄原胶 Pickering 乳液的制备及其表征[J]. 食品科学, 2019,40(16):38-44.

测定 18 种市售植物乳 (奶) 的) ζ-电位, 结果见表 21。植物乳 (奶) 的ζ-电位的绝对值范围在 20 mV ~ 49.01 mV, 其中电位绝对值最高的是杏仁奶-1

(-49.01 mV)，最低的是发酵亚麻籽奶 (-20 mV) 。

表 21 不同植物乳（奶）的ζ-电位

序号	种类	ζ-电位 (mV)
1	红豆红米花生奶	-30.84±1.05
2	黑豆黑米黑芝麻奶	-27.58±1.05
3	红枣豆奶	-32.69±0.82
4	芝麻黑豆奶	-33.2±0.60
5	豆奶-1	-37.34±0.76
6	豆奶-2	-38±1.05
7	豆奶-3	-34.16±0.47
8	花生奶	-37.63±1.06
9	杏仁奶-1	-49.01±0.52
10	杏仁奶-2	-36.67±0.35
11	核桃奶	-35.75±1.17
12	坚果奶	-41.47±0.12
13	椰奶-1	-46.82±0.66
14	椰奶-2	-28.95±1.75
15	燕麦奶-1	-33.84±1.19
16	燕麦奶-2	-27.94±0.79
17	原味亚麻籽奶	-30.07±0.45
18	发酵亚麻籽奶	-20±1.31

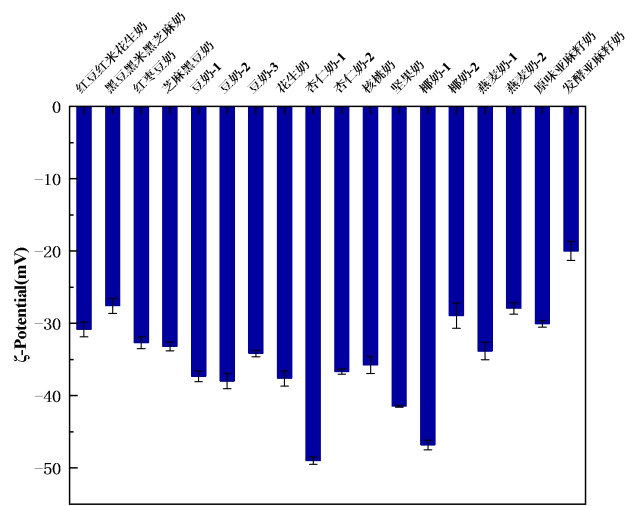


图 9 不同植物乳（奶）的ζ-电位

(6) 稳定性指数 (TSI)

将植物乳（奶）样品装入特定的玻璃瓶中，使瓶身外部保持干净透光性良好，通过多重光散射稳定性分析仪（Turbiscan MA2000）测定植物乳（奶）对相分离的稳定性。该仪器配备一个近红外光源（880 nm）的检测头，通过扫描样品的高

度，每 40 μm 采集一次透射和反向散射数据，光源从上到下以 30 s 的间隔扫描一次样品，在 25 $^{\circ}\text{C}$ 下测量反射光与透射光的百分比。最后使用 Turbisoft 2.1 软件计算出 TSI（Turbiscan 稳定性指数）参数评估植物乳（奶）的稳定性。该标准的确定主要参考了以下文献。

1.2.11 乳液物理稳定性测定

稳定指数（Turbiscan stability index, TSI）是指将样品在测试时间内扫描相同高度下透射光光强变化值，直至累加到样品总高度的结果，是评价样品稳定性的指标。参考邢琳琳等[21]的方法并稍作修改。用多重光散射仪以 30 s 的间隔，对新鲜制备的乳液和贮藏 21 d 后的乳液分别扫描 30 min。

来源：邵添，樊红秀，刘炳莉，等. 改性玉米秸秆纤维素的制备及其对 Pickering 乳液稳定性的影响[J]. 食品工业科技，2023,44(15):25-33.

1.3.7 TSI 的测定

参考刘蕾等[11]方法，取 18 mL 薄荷油纳米乳液于 Turbiscan 专用圆柱形的玻璃杯（外径 27.5 mm，高度 70 mm）中。在 55 $^{\circ}\text{C}$ 每 30 min 扫描 1 次，扫描时间 6 h。由此可获得反映薄荷油纳米乳液稳定性的差值反射光量随时间的动态变化，即可作为衡量薄荷油纳米乳液稳定性的图谱。

来源：綦玉曼，寻崇荣，车佳玲，等. 薄荷油纳米乳液的制备及其性质分析[J]. 食品科学，2019,40(10):29-35.

测定 18 种市售植物乳（奶）的稳定性指数（TSI），结果见图 10。

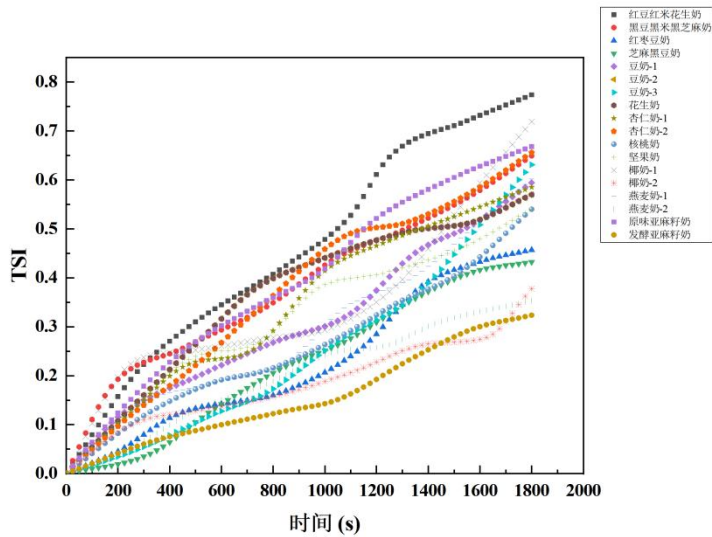


图 10 不同植物乳（奶）的稳定性指数（TSI）

(7) 流变特性（粘度）

粘度计的操作相对简单，易于使用，可以快速得到测量结果。这对于需要快速检测的场合非常有利，有助于提高生产效率；与其他需要昂贵设备的分析方法

相比，粘度计的成本相对较低，适合预算有限的实验室或生产环境；粘度计可以快速测量植物奶的流变特性，这对于需要快速检测的场合非常有利。快速测量有助于及时调整生产过程，确保产品质量。

采用旋转粘度计测定，设定参数为：61 号转子，转速 180 r/min，测定时间 1 min。该标准的确定主要参考了以下文献。

1.3.4 乳液粘度测定

乳液的表观粘度采用AR-G2流变仪表征, 夹具直径为40 mm, 测试温度为25℃。将样品置于平行板之间, 间隙设为1 mm, 测试温度为25℃, 剪切速率变化范围为1~100 s⁻¹。

来源：袁继凤，徐化能，王周平. 基于β-环糊精稳定的 Pickering 乳液微观结构与流变性质研究[J]. 食品与生物技术学报, 2014,33(04):374-380.

测定 18 种市售植物乳（奶）的）粘度，结果见表 22。植物乳（奶）的粘度范围在 1.04 mPa*s ~177.8 mPa*s，其中粘度最大的是黑豆黑米黑芝麻奶，最小的是杏仁奶-2。

表 22 不同植物乳（奶）的粘度

序号	种类	粘度（mPa*s）
1	红豆红米花生奶	115.43±7.32
2	黑豆黑米黑芝麻奶	177.8±0.00
3	红枣豆奶	1.18±0.09
4	芝麻黑豆奶	8.97±0.00
5	豆奶-1	1.19±0.03
6	豆奶-2	2.46±0.05
7	豆奶-3	1.45±0.11
8	花生奶	5.52±0.24
9	杏仁奶-1	1.83±0.02
10	杏仁奶-2	1.04±0.06
11	核桃奶	1.44±0.05
12	坚果奶	2.67±0.07
13	椰奶-1	1.13±0.06
14	椰奶-2	1.09±0.10
15	燕麦奶-1	8.97±0.00
16	燕麦奶-2	3.22±0.05
17	原味亚麻籽奶	4.63±0.06
18	发酵亚麻籽奶	3.31±0.13

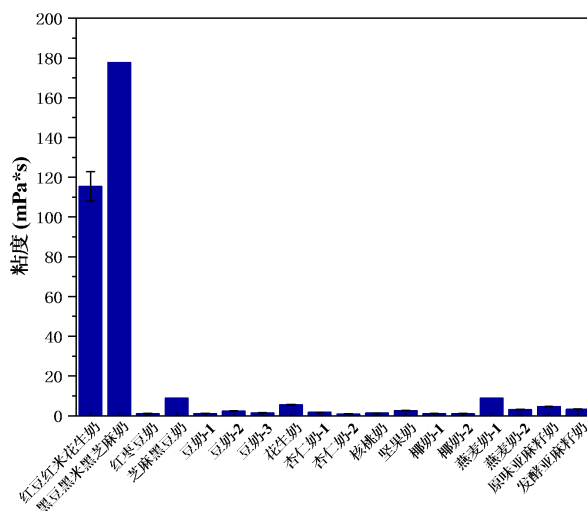


图 11 不同植物乳（奶）的粘度

2.2.4.5 化学稳定性评价方法

此部分规定了植物乳（奶）的化学稳定性评价方法，包括酸价、过氧化值、次级氧化产物等。

（1）酸价

参照 GB/T 5009.6 第二法 酸水解法提取植物乳（奶）中的油脂，参照 GB/T 5009.229 第一法 冷溶剂指示剂滴定法，测量酸价。本标准的确定主要参考了以下文献。

1.3.6 酸价的测定

按照GB 5009.229—2016《食品安全国家标准食品中酸价的测定》执行。

来源：陈雅琪，陈玲，雷芬芬，等. 南瓜籽油 Pickering 乳液的制备及其稳定性研究[J]. 粮食与油脂，2021,34(11):52-56.

（2）过氧化值

参照 GB/T 5009.6 第二法 酸水解法提取植物乳（奶）中的油脂，参照 GB 5009.227 的第一法指示剂滴定法，测量过氧化值。本标准的确定主要参考了以下文献。

1.2.6 过氧化值的测定

过氧化值的测定参照盛林霞等^[24]的方法。用预先氧化的油脂（由AOCS Cd 8-53测得POV）来建立标准曲线。取1 mL 5%的油脂体乳液于试管中，加入5 mL 异辛烷:异丙醇（v/v,2:1）混合溶液，3000 r/min漩涡混合10 min，取上层清液1 mL，分别加入20μL 硫氰酸钾和20μL Fe Cl₂溶液，再用甲醇:正丁醇（v/v,2:1）混合溶液定容至5 mL,3000 r/min漩涡混合10 s，室温下避光静置20 min，以甲醇：正丁醇混合液作为空白，510 nm波长下测吸光值。硫氰酸钾溶液浓度为3.94 mol/L。将Ba Cl₂溶液和Fe SO₄·7H₂O溶液等体积混合，3000 r/min离心10 min，去上层清液即为Fe Cl₂溶液。

来源：刘月，商航，吴秦柔，等. 大豆种子萌发后油脂体乳液稳定性的研究[J]. 食品工业科技，2021,42(24):77-86.

测定了两种亚麻籽的酸价和过氧化值，结果见表 23、表 24。由表可知，亚麻籽乳的酸价均低于 4.5 mg/g，过氧化值均低于 0.2 g/100 g。

表 23 亚麻籽乳（奶）的酸价

序号	种类	酸价（mg/g）
17	原味亚麻籽乳	4.17±0.08
18	发酵亚麻籽乳	4.47±0.06

表 24 亚麻籽乳（奶）的过氧化值

序号	种类	过氧化值（meq/kg）	过氧化值（g/100g）
17	原味亚麻籽乳	11.82±0.32	0.15±0.00
18	发酵亚麻籽乳	11.04±0.47	0.14±0.01

（3）次级氧化产物

参照 GB 5009.181 分光光度法测定样品中次级氧化产物丙二醛。植物乳（奶）中的氧化产物丙二醛经三氯乙酸溶液提取后，与硫代巴比妥酸（TBA）作用生成粉红色化合物，测定其在 532 nm 波长处的吸光度值，与标准系列比较定量。

$$X = \frac{c \times V \times 1000}{m \times 1000}$$

式中：

- X——试样中丙二醛含量，单位为毫克每千克（mg/kg）；
- c——从标准系列曲线中得到的试样溶液中丙二醛的浓度，单位为微克每毫升（μg/ mL）；
- V——试样溶液定容体积，单位为毫升（mL）；
- m——最终试样溶液所代表的试样质量，单位为克（g）；
- 1000 ——换算系数。

计算结果以重复性条件下获得的两次独立测定结果的算术平均值表示，结果保留两位有效数字。

本标准的确定主要参考了以下文献。

1.3.8 次级氧化产物的测定

参照郭永生的方法^[5]，用2-硫代巴比妥酸(TBA)的含量来表示。取1 m L样品，5 m L超纯水、2 m L TBA溶液和0.5 m L质量浓度为20 g/L的BHT溶液，将其混合均匀后，通过沸水浴加热20 min，迅速冷却至室温后加入7 m L正丁醇混合，然后于4 000 r/min离心10 min，取上清液在532 nm波长处测定吸光度。根据以1,1,3,3-四乙氧基丙烷为标准品绘制的标准曲线计算TBA含量。

来源：陈雅琪，陈玲，雷芬芬，等. 南瓜籽油 Pickering 乳液的制备及其稳定性研究[J]. 粮食与油脂，2021,34(11):52-56.

测定 18 种市售植物乳（奶）的次级氧化产物，结果见表 25。由表可知，植物乳（奶）的次级氧化产物（丙二醛含量）范围在 1.04 mg/kg ~5.82 mg/kg 之间，其中丙二醛含量最高的是原味亚麻籽奶（5.82 mg/kg），含量最低的是核桃奶和坚果奶（1.04 mg/kg）。

表 25 不同植物乳（奶）的次级氧化产物（丙二醛含量）

序号	种类	次级氧化产物（mg/kg）
1	红豆红米花生奶	1.76±0.14
2	黑豆黑米黑芝麻奶	1.96±0.14
3	红枣豆奶	3.62±0.12
4	芝麻黑豆奶	2.76±0.06
5	豆奶-1	4.55±0.09
6	豆奶-2	3.91±0.17
7	豆奶-3	2.39±0.06
8	花生奶	2.15±0.06
9	杏仁奶-1	2.01±0.09
10	杏仁奶-2	1.98±0.17
11	核桃奶	1.04±0.06
12	坚果奶	1.04±0.12
13	椰奶-1	1.39±0.09
14	椰奶-2	1.7±0.06
15	燕麦奶-1	1.98±0.06
16	燕麦奶-2	2.64±0.35
17	原味亚麻籽奶	5.82±0.09
18	发酵亚麻籽奶	2.29±0.09

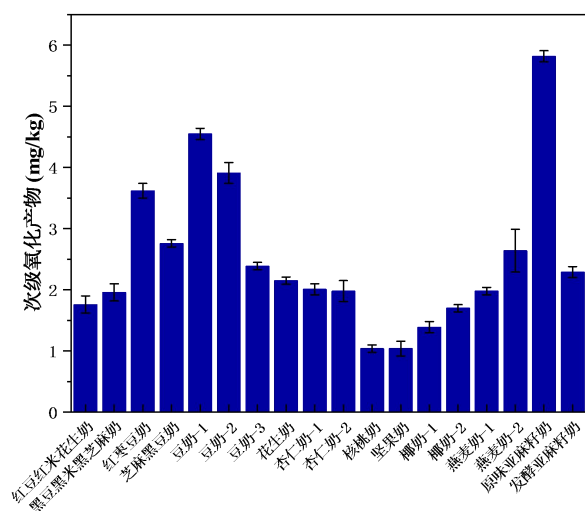


图 12 不同植物乳(奶)的次级氧化产物(丙二醛含量)

2.2.4.6 安全性评价方法

此部分规定了植物乳(奶)的微生物安全(包括菌落总数、大肠菌群、霉菌、酵母菌等)、农药残留、重金属评价方法。本标准参考了《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》、《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》、《GB 7101-2022 食品安全国家标准 饮料》。

(1) 植物乳(奶)的微生物安全评价

植物乳(奶)的菌落总数测定方法参照 GB 4789.2 执行, 大肠菌群测定方法参照 GB 4789.3 执行, 霉菌、酵母菌测定方法参照 GB 4789.15 执行。

(2) 植物乳(奶)的农药残留检测

测定方法参照 GB 2763 执行。

(3) 植物乳(奶)的重金属检测

锌、铁、铜总和测量方法参照 GB 5009.13、GB 5009.14、GB 5009.90 执行。

6.7 菌落总数和大肠菌群

按照 GB 4789.2 和 GB 4789.3 规定的方法测定。

来源: 《GB/T 30885-2014 植物蛋白饮料 豆奶和豆奶饮料》

A.2 微生物限量

项目	采样方案及限量				检验方法
	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	
菌落总数 ^a	5	2	10 ² CFU/g	10 ⁴ CFU/g	GB 4789.2
大肠菌群	5	2	1 CFU/g	10 CFU/g	GB 4789.3
霉菌和酵母	20	20	20 CFU/g	20 CFU/g	GB 4789.15

来源：《NY/T 433-2021 绿色食品 植物蛋白饮料》

3.6 微生物限量

3.6.1 经商业无菌生产的产品,应符合商业无菌的要求,按 GB 4789.26 规定的方法检验。

3.6.2 其他产品的致病菌限量应符合 GB 29921 的规定,微生物限量还应符合表 3 的规定。

表 3 微生物限量

项 目	采样方案 ^a 及限量				检 验 方 法
	n	c	m	M	
菌落总数 ^b /(CFU/g 或 CFU/mL)	5	2	10 ² (10 ⁴)	10 ⁴ (5×10 ⁴)	GB 4789.2
大肠菌群 ^c /(CFU/g 或 CFU/mL)	5	2	1 (10)	10 (10 ²)	GB 4789.3
霉菌/(CFU/g 或 CFU/mL) ≤	20 (50)				GB 4789.15
酵母 ^d /(CFU/g 或 CFU/mL) ≤	20				GB 4789.15
注：括号中的限值适用于固体饮料。					
^a 样品的采集及处理按 GB 4789.1 和 GB/T 4789.21 执行。					
^b 不适用于添加了需氧和兼性厌氧菌种的活菌(未杀菌)型饮料。					
^c 饮料浓浆按照括号中的限值执行。					
^d 不适用于固体饮料。					

3.5 农药残留限量

农药残留限量应符合 GB 2763 的规定。

项 目	指 标	检验方法
锌、铜、铁总和 ^a /(mg/L) ≤	20	GB 5009.13, GB 5009.14, GB 5009.90

来源：《GB 7101-2022 食品安全国家标准 饮料》

2.2.4.7 消化吸收评价方法

(1) 植物乳(奶)中脂肪酸的消化率的评价方法

理想情况下,研究食物的消化过程应该在人或动物体内进行。然而,由于消化道的结构与功能复杂,不同生物个体的消化情况差异较大,使用临床或活体动物进行消化研究的重复性差、成本高、周期长、工作量大,并且还会受到伦理方面的限制,标准化 INFOGEST.2019 体外模拟消化是对人体或动物的消化道及其消化环境等进行模拟的方法,通过模拟唾液(SSF)、胃液(SGF)、小肠液(SIF)及消化环境,实现植物乳(奶)的体外模拟消化的标准化检测。

表 26 消化液中电解质的配置（脂肪酸）

成分			SSF (pH 7)		SGF (pH 3)		SIF (pH 7)	
盐溶液	浓度		盐溶液添加体 积 0.4 L (1.25x)	最终浓 度	盐溶液添加体 积 0.4 L (1.25x)	最终浓度	盐溶液添加体 积 0.4 L (1.25x)	最终浓度
	g/L	M	mL	mM	mL	mM	mL	mM
KCl	37.3	0.5	15.1	15.1	6.9	6.9	6.8	6.8
KH ₂ PO ₄	68	0.5	3.7	3.7	0.9	0.9	0.8	0.8
NaHCO ₃ *	84	1	0(6.8)	0(13.6)	0(12.5)	0(25)	0 (42.5)	0 (85)
NaCl	117	2	2.72	13.6	18.05(11.8)	72.2(47.2)	30.85 (9.6)	123.4(38.4)
MgCl ₂ (H ₂ O) ₆	30.5	0.15	0.5	0.15	0.4	0.12	1.1	0.33
(NH ₄) ₂ CO ₃	48	0.5	0.06	0.06	0.5	0.5	-	-
HCl		6	0.09	1.1	1.3	15.6	0.7	8.4

*如果使用密闭反应容器，添加量按照括号内；如果使用不完全密闭的反应容器，添加量按照括号外。

A. 模拟口腔阶段

将植物乳（奶）与含0.00375 g/ml 粘蛋白和0.75 mM CaCl₂的模拟唾液（SSF）混合，形成口腔混液。得到混合样品以 100 rpm 的速度在恒温机械振动装置中孵育2分钟。

B. 模拟胃阶段

模拟胃液（SGF）和口腔样本以1:1（v/v）的比例混合。将胃蛋白酶添加到SGF中，在最终的消化混合物中达到2000 U /ml。加入10 μL 0.3 M CaCl₂，调至pH 3.0后孵育2 h。

C. 模拟小肠阶段

模拟肠液（SIF）与胃相样品按1:1（v/v）混合。在混合液中加入胆盐、胰酶和脂肪酶，最终混合液中分别达到10 mM、100 U/ ml和2000 U ml/L。调整至pH 7.0后，在恒温水浴中连续搅拌2小时。在此过程中，通过自动滴定装置（Metrohm, USA, Inc.）加入0.25 M NaOH溶液，使混合物保持在pH 7.0。

通过记录达到中和所需的氢氧化钠体积计算释放的游离脂肪酸（FFAs）。

$$\text{FFA}\% = 100 \times \frac{V_{\text{NaOH}} \times C_{\text{NaOH}} \times m_{\text{lipid}}}{w_{\text{lipid}} \times 2}$$

其中V_{NaOH}和C_{NaOH}分别代表消化时间内NaOH的消耗量和NaOH溶液的摩尔浓度；m_{lipid}为植物乳（奶）中油脂的平均相对分子质量；w_{lipid}为消化液中油脂的质量（g）。

测定 18 种市售植物乳（奶）的游离脂肪酸消化率，结果见表 27。由表可知，植物乳（奶）的游离脂肪酸释放率范围为 14.87%~106.97%，其中游离脂肪酸释放率最高的是杏仁奶-1（106.97%），最低的是椰奶-1（14.87%）。

表 27 不同植物乳（奶）游离脂肪酸消化率

序号	种类	游离脂肪酸释放率（%）
1	红豆红米花生奶	63.84±7.28
2	黑豆黑米黑芝麻奶	72.04±9.18
3	红枣豆奶	79.94±9.25
4	芝麻黑豆奶	47.54±5.17
5	豆奶-1	59.32±6.81
6	豆奶-2	49.47±6.86
7	豆奶-3	52.81±7.37
8	花生奶	55.33±14.71
9	杏仁奶-1	106.97±16.44
10	杏仁奶-2	91.99±14.80
11	核桃奶	37.55±6.48
12	坚果奶	44.89±5.19
13	椰奶-1	14.87±1.18
14	椰奶-2	44.93±2.15
15	燕麦奶-1	61.76±13.11
16	燕麦奶-2	39.13±7.20
17	原味亚麻籽奶	47.20±5.93
18	发酵亚麻籽奶	52.33±10.00

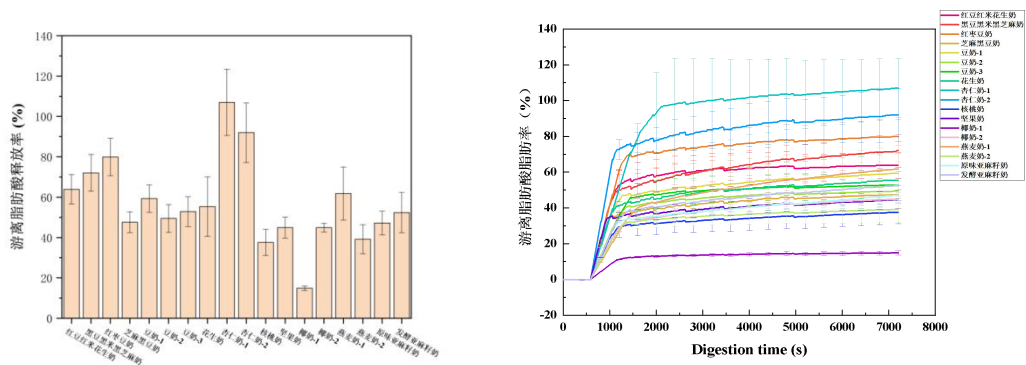


图 13 不同植物乳（奶）游离脂肪酸释放率

（2）植物乳（奶）中蛋白质的消化率的评价方法

理想情况下，研究食物的消化过程应该在人或动物体内进行。然而，体内（人类或动物）干预试验很难进行，真实的体内消化过程十分复杂且涉及多个器官以

及激素、神经调节，存在高技术、高成本以及道德伦理的约束。体外消化是对消化过程中生理条件的模拟，是研究食品中营养物质的有效工具。体外消化模型相较于体内更方便快捷、重现性好、成本低且无道德约束，被广泛应用于食品领域。食品消化模拟标准化方案-INFOGEST2.0 是对人体或动物的消化道及其消化环境等进行模拟的方法，通过模拟唾液（SSF）、胃液（SGF）、小肠液（SIF）及消化环境，实现植物乳（奶）的体外模拟消化的标准化检测。通过体外模拟消化，测定未消化蛋白含量与总蛋白含量，计算得到植物乳（奶）蛋白质消化率，即指在消化道内被吸收的蛋白质占摄入蛋白质百分数。

表 28 消化液中电解质的配置（蛋白质）

成分			SSF (pH 7)		SGF (pH 3)		SIF (pH 7)	
盐溶液	浓度		盐溶液添加体 积 0.4 L (1.25x)	最终浓 度	盐溶液添加体 积 0.4 L (1.25x)	最终浓 度	盐溶液添加体 积 0.4 L (1.25x)	最终浓 度
	g/L	M	mL	mM	mL	mM	mL	mM
KCl	37.3	0.5	15.1	15.1	6.9	6.9	6.8	6.8
KH ₂ PO ₄	68	0.5	3.7	3.7	0.9	0.9	0.8	0.8
NaHCO ₃	84	1	6.8	13.6	12.5	25	42.5	85
NaCl	117	2	2.72	13.6	18.05	72.2	30.85	123.4
MgCl ₂ (H ₂ O) ₆	30.5	0.15	0.5	0.15	0.4	0.12	1.1	0.33
(NH ₄) ₂ CO ₃ *	48	0.5	0.06	0.06	0.5	0.5	0.5	0.5

（每次使用前水浴锅预热至37℃）

A. 模拟口腔阶段

10mL 稀释样品+8mLSSF+50μL CaCl₂+1.95mL 超纯水。调节 pH 至 7。并在摇床中于 37 °C、150 r/min 持续振荡温育 5 min。

B. 模拟胃阶段

20mL 上述口腔实验液+16mLSGF——(用 1M HCL 调节 pH 至 3)+1mL 胃蛋白酶+10μLCaCl₂+(2.99-VHCL)mL 超纯水）将其在摇床上于 37 °C、150 r/min 连续振荡温育 2 h。

D. 模拟小肠阶段

20ml 胃部实验液 +8.5mLSIF+5mL 胰酶 +2.5mL 水 +40μL CaCl₂——用 1MNaOH调节 pH 至 7)+(3.96-VHCL)mL超纯水,将其在摇床上于 37 °C、150 r/min 连续振荡温育 2 h，终止反应。

蛋白含量测定：植物乳（奶）中蛋白质含量和未消化蛋白含量的测定采用

GB 5009.5 中的凯氏定氮法（其中小肠阶段消化后的消化液测定的蛋白含量为未消化蛋白含量）。

$$\text{植物乳（奶）中蛋白质消化率（\%）} = \frac{\text{样品蛋白质含量} - \text{未消化蛋白质含量}}{\text{样品蛋白质含量}}$$

测定 18 种市售植物乳（奶）的蛋白质的消化率，结果见表 29。由表可知，植物乳（奶）的蛋白质消化率范围在 55.56%~97.83%，其中蛋白质消化率最高的是发酵亚麻籽奶（97.83%），最低的是杏仁奶-2（55.56%）。

表 29 不同植物乳（奶）的蛋白质消化率

序号	种类	蛋白质消化率（%）
1	红豆红米花生奶	96.24±3.10
2	黑豆黑米黑芝麻奶	88.26±7.49
3	红枣豆奶	93.90±2.22
4	芝麻黑豆奶	94.26±2.85
5	豆奶-1	96.80±0.53
6	豆奶-2	97.19±3.83
7	豆奶-3	91.59±3.36
8	花生奶	91.91±2.44
9	杏仁奶-1	82.93±10.78
10	杏仁奶-2	55.56±10.18
11	核桃奶	78.75±4.61
12	坚果奶	84.30±6.57
13	椰奶-1	93.38±4.24
14	椰奶-2	84.18±12.42
15	燕麦奶-1	91.27±6.44
16	燕麦奶-2	60.91±11.31
17	原味亚麻籽奶	83.55±2.29
18	发酵亚麻籽奶	97.83±2.75

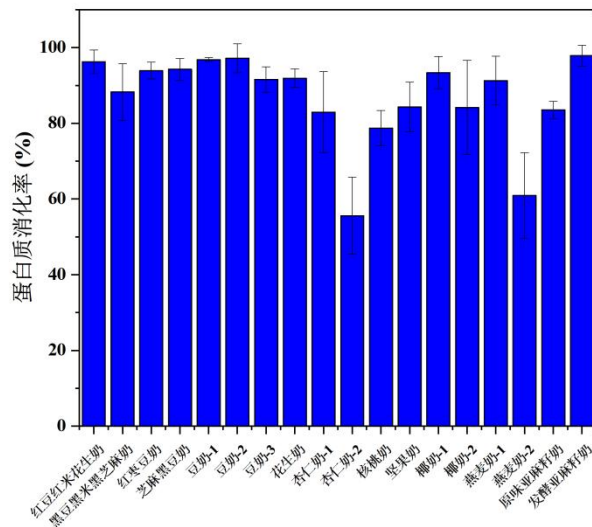


图 14 不同植物乳(奶)的蛋白质消化率

(3) 植物乳(奶)中蛋白质营养价值评价方法

植物乳(奶)中蛋白质营养价值主要取决于所含必需氨基酸的种类是否齐全、必需氨基酸数量的多少以及各种必需氨基酸的组成比例。必需氨基酸模式是指蛋白质中各种必需氨基酸的构成比例。当食物蛋白质的氨基酸组成越接近人体蛋白质的组成，并为人体消化吸收时，其营养价值越高。

A. 氨基酸组成与含量测定

参照 GB 5009.124 执行，采用氨基酸分析仪法（茚三酮柱后衍生离子交换色谱仪）进行氨基酸组成与含量测定，色氨酸的检测方法参照 GB 5009.294 执行。

B. 氨基酸评分（AAS）测定

以 WHO/FAO 氨基酸模式为基础，计算植物乳(奶)中蛋白的氨基酸评分（AAS）及蛋白质消化率校正的氨基酸评分（PDCAAS）。

表 30 蛋白质必需氨基酸在 WHO/FAO 模式的含量（mg/g 蛋白）

氨基酸	异亮氨酸 (Ile)	亮氨酸 (Leu)	赖氨酸 (Lys)	蛋氨酸+半胱氨酸 (Met+Cys)	苯丙氨酸+酪氨酸 (Phe+Tyr)	苏氨酸 (Thr)	缬氨酸 (Val)	色氨酸 (Trp)
WHO/FAO	40	70	55	35	60	40	50	10

$$AAS = \frac{A_x}{A_s} \times 100$$

$PDCAAS = \text{最小氨基酸评分分数} \times \text{体外蛋白消化率}$

式中：

A_x ：待测蛋白质中某一必需氨基酸含量，mg/g 蛋白；

A_s ：WHO/FAO 评分模式中相应的必需氨基酸含量，mg/g 蛋白

2.2.5 标签、包装、运输与储存的确定

2.2.5.1 标签与包装

- (1) 产品的标签应符合 GB 7718 的规定，同时还应标示产品类型。
- (2) 应在包装物上或随行文件中标注产品名称、产地及防潮标志。
- (3) 使用的各种包装材料和包装容器应清洁、干燥、无毒、无异味、牢固、无破损，封口严密、结实，不应撒漏或给产品带来污染和异常气味，需符合相应的食品卫生标准。
- (4) 使用塑料包装袋时，应符合 GB/T 4806.7 或 GB/T 21302 的有关规定，使用金属的包装材料应符合 GB 4806.9 的有关规定，使用玻璃制品的包装材料应符合 GB 4806.5 的有关规定。
- (5) 包装储运图示标志按 GB/T 191 规定。销售包装应符合 GB/T 17109 的有关规定。

2.2.5.2 运输与储存

- (1) 运输工具应清洁，不应与有毒、有害、有异味的物品混运。运输过程应注意防止雨淋、日晒、受潮、污染和标签脱落。
- (2) 植物乳（奶）应储存在清洁、通风、干燥、阴凉、避光、防雨、防潮、防虫、防鼠、无异味的库房内，不应与有毒、有害、有污染、有异味的物品或含水量较高的物品混放。堆放要整齐，需要留有适当的通道以利通风。

三、试验验证的分析，预期的经济效益、社会效益和生态效益

3.1 试验验证的分析

本标准检验方法主要包括三部分，即感官指标、理化指标和营养成分指标，均按国家标准规定的方法进行检测。

3.2 预期的经济效益、社会效益和生态效益

经济效益：团体标准的发布有助于规范植物乳（奶）产品的生产和销售，确保产品质量的稳定性和一致性。这将增强消费者对植物乳（奶）产品的信任度，从而扩大市场需求，促进销售增长。而且，通过市场需求的扩大、技术创新和产业升级，企业的营业收入、利润水平等关键经济指标有望得到优化，从而带动整个行业的经济增长。

社会效益：提升产品品质，提高产品价值，促进生产基地的高质量发展，满足消费者对更营养、更健康、更高品质产品的需求，减少加工资源的浪费，促进相关农作物的种植和加工，推动农业产业链的延伸和拓展，这将有助于实现农业资源的综合利用和循环发展，推动农业的可持续发展。

生态效益：本项目的实施将促进植物乳（奶）原料的综合利用，带动植物乳（奶）相关行业的发展，对于推动农业发展、绿化美化环境、保持水土有着显著的生态效益。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

美国植物基食品协会（Plant Based Foods Association）在《美国植物乳饮品的标签建议标准》中将植物乳定义为一种将坚果、谷物、豆类、种子（或这些食物中的提取成分）或其他植物性成分与水和其他可选的非动物性成分混合而成的液体食品。在技术方面，美国主要关注固形物的含量或比例，为除富含蛋白、脂肪以外的原料产品开发提供了空间。

五、与现行的法律法规和强制性国家标准的关系

本标准制定过程中，参考了相关国家标准，与现行相关法律、法规和强制性国家标准协调一致，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

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等）

本标准并不涉及有关国家安全、保护人体健康和人身财产安全、环境质量要求等有关强制性地方标准或强制性条文等的八项要求之一。因此，建议将本标准作为推荐性标准颁布实施。

该标准发布实施后，建议各级部门认真组织学习，必要时可举办质量监督检验、科研、生产等相关人员参加的标准宣贯培训班，就标准相关内容进行解读，以期进一步规范和指导植物乳（奶）产品生产与储运，提高植物乳（奶）的产品品质，以便更好地服务下游产业，促进“健康中国”战略目标的实现。

九、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，不涉及废止内容。

十、其他应当说明的事项

无。