

团体标准

《eGI 值快速检测方法》

标准编制说明

（征求意见稿）

标准起草工作组

2025 年 03 月

一、制定标准的意义

人民生命健康一直以来都是被广泛关注的问题，而肥胖症、糖尿病等一些新陈代谢疾病会由于能量消耗与饮食中高能量食物摄入量间的不平衡而产生。我国是糖尿病高发的国家，与膳食营养相关的慢性病威胁我国居民的健康日益凸显，根据国际糖尿病联盟发布的统计结果显示，到 2020 年，我国糖尿病患病人数已经达到 1.1 亿人，预计到 2040 年，我国糖尿病患者将达到 1.5 亿人。随着社会发展，人类疾病谱中与膳食营养相关的慢性疾病不断攀升，目前已成为全球性重大公共卫生问题。

糖尿病与膳食营养关系最为紧密，控制其科学饮食倍受重视。食物的生理学参数:血糖生成指数(Glycemic Index, GI)应运而生，GI 值是反映含碳水化合物的食物对餐后血糖影响程度的指标，低 GI 饮食不仅能降低Ⅱ型糖尿病与妊娠期糖尿病的患病风险，还能改善血糖与胰岛素代谢水平。全球的糖尿病组织均已将低 GI 膳食营养干预纳入其预防和治疗糖尿病的健康饮食指导方针，我国也已将低 GI 食物作为指标或饮食方案纳入《中国超重/肥胖医学营养治疗指南（2021）》、《成人糖尿病食养指南（2023 年版）》、《特殊医学用途配方食品系列标准实施指南》等国家规范性文件中。

1981 年，加拿大科学家 Dr. Jenkins 首次提出食物血糖生成指数 GI，1997 年 FAO/WHO 专家委员会将 GI 定义为：含 50 g 碳水化合物试验食物血糖应答曲线下面积（Area Under the Curve, AUC）与等量碳水化合物标准食物（一般为葡萄糖或白面包）血糖应答之比。GI 是反应食物消化吸收速率及餐后血糖应答的重要指标，能够确切地反映食物摄入一段时间后人体血糖的波动状态。

目前，GI 的测定一般有人体试验法及体外模拟消化法，其中人体试验法是食物 GI 主要的测定方法，也是食品通过 GI 认证的主要方法。国际标准组织(ISO)于 2010 年发布了《食品血糖指数（GI）的测定和食品分类的建议》，规定了测定食品中碳水化合物的 GI 的方法。我国国家卫生健康委员会 2019 年发布了《食物血糖生成指数测定方法》（WS/T 652-2019）的行业标准，该标准规定了测定 GI 的标准方法为人体试验法，该测定方法规定了受试人群及食用及检测标准，该方法较为规范，是一种食品体内血糖指数测定方法，但是花费费用高，周期长，

不适用于预加工食品配方确定，配方优化等前期实验的检测。因此，仍需要有一种足够快速和简单的，来评估包括复杂成分的膳食在内食品的血糖指数的方法。

根据《中华人民共和国标准化法》第一章 第二条“标准包括国家标准、行业标准、地方标准和团体标准、企业标准”。第十八条 “国家鼓励学会、协会、商会、联合会、产业技术联盟等社会团体协调相关市场主体共同制定满足市场的团体标准”，根据《河南省食品科学技术学会团体标准管理办法》、《河南省食品科学技术学会团体标准制定程序（试行）》的规定，由河南省食品科学技术学会提出并归口，按 GB/T 1.1-2020 规则，河南省农业科学院农产品加工研究中心、河南省全谷物小麦制品加工国际联合实验室、河南省全谷物鲜食加工工程技术研究中心等为主要起草单位制定了《eGI 值快速检测方法》的团体标准。

本文件规定了食品体外预测血糖生成指数的快速检测方法，通过体外模拟人体口腔、胃液、小肠消化的方法，利用已知 GI 值的碳水化合物食物作为标准参照物，建立血糖指数 GI 值和模拟人体消化实验参数之间的数学函数联系，可以对待测样品的 GI 值精准预测。该测定方法可在实验过程中模拟人体消化环境，对样品进行处理，缩短了检测时间，降低了检测要求，大大降低了实验周期及实验难度，并且可重复大量的进行操作，降低了血糖生成指数测定成本，食品加工生产者可采用此方法作为研发依据，调整产品工艺及配方，大大降低食品的工业生产成本及新品研发周期。

二、任务来源及编制原则和依据

（一）任务来源

根据河南省食品科学技术学会关于《低 GI 桃酥》等 4 项团体标准立项的公告（豫食学字[2025]X 号）要求，由河南省农业科学院农产品加工研究中心主持承担《eGI 值快速检测方法》团体标准的制定工作。

（二）编制原则和依据

1、标准的编写原则

本文件根据 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。标准以国家食品安全法律法规和有关规定为基础，充分考虑注重与食品安全标准的质量监管工作的衔接。积极采用国家标准和国外先进标准，开展全面深入的调研，广泛征求生产、应用、科研和监督检验等单位

专家的意见，严格标准的试验、验证工作程序，保证标准技术内容的科学性。本标准既考虑了 eGI 值体外快速检测的科学性，又考虑了食品加工企业的实验条件，使标准能够落地到企业实际应用。

2、制定本标准的基础

本文件起草单位河南省农业科学院农产品加工研究中心长期从事低 GI 面制品的开发、推广工作，在低 GI 产品研发方面积累了大量的实验数据，取得了较多成果，实验室拥有专业的 GI 值检测设备，实验人员长期从事 GI 值检测工作，对 GI 值检测有较为丰富的经验，为标准的制定积累了基础。

三、编制过程

根据 2025 年河南省食品科学技术学会团体标准计划项目的通知，2025 年 2 月组成标准起草小组。标准起草小组在标准下达之前，与相关食品生产加工企业以及相关科研单位、检测机构进行联系，收集大量的数据和样品。在此基础上，起草小组根据行业现状，结合我国标准的体系、编写要求、有关规定以及检测数据等，于 2025 年 3 月初形成了标准讨论稿。2025 年 3 月 12 日，标准起草小组邀请河南农业大学魏法山教授、河南省市场监督管理局薛云浩主任、中原食品实验室陈历水正高级工程师、许昌学院王德国教授、漯河食品工程职业大学杨霞教授、河南省科学院王法云研究员、郑州轻工业大学纵伟教授等相关专家和技术人员，在河南郑州召开标准第一次评审会，对标准进行了详细研究讨论，提出相关修改意见。2025 年 X 月至 2025 年 X 月，进一步收集不同样品进行数据比对，确定了详细的测定方法，请相关企业对方法进行反复验证。标准起草小组在此基础上，整理和修改了标准草案，形成了标准的征求意见稿。

四、主要技术内容的说明

（一）范围

本文件规定了食品中预测血糖生成指数（Expected Glycemic Index, eGI）的快速检测方法。

本文件适用于谷物及其制品、糕点、焙烤制品等富含碳水化合物的食品体外预测血糖生成指数的测定。

（二）术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1 血糖生成指数（Glycemic Index; GI）

进食含目标量（通常为 50 g）可利用碳水化合物的食物后，一段时间内(≥ 2 h) 血糖应答曲线下面积相比空腹时的增幅除以进食含等量可利用碳水化合物的参考食物（葡萄糖）后相应的增幅，以百分数表示。

2.2 预测血糖生成指数（Expected Glycemic Index, eGI）

采用体外模拟的方法，通过模拟样品在人体胃肠道中的消化环境，测定并拟合样品的体外水解曲线，计算得到样品的预测血糖生成指数（eGI）。

（三）原理

称取含一定量碳水化合物含量的样品，通过体外模拟人体口腔、胃液、小肠消化的方法，利用已知GI值的碳水化合物食物作为标准参照物，建立血糖生成指数GI值和模拟人体消化实验参数之间的数学函数联系，拟合样品的体外水解曲线，计算得到样品的预测血糖生成指数（eGI）。

（四）试剂和材料

4.1 试剂

除非另有说明，本方法所用试剂均为分析纯，所用水为纯水或除去矿物质的水或同等程度的水。

4.1.1 碳酸氢钠（ NaHCO_3 ）

4.1.2 氯化钾（ KCl ）

4.1.3 氯化钙（ CaCl_2 ）

4.1.4 氯化镁（ MgCl_2 ）

4.1.5 浓盐酸（ HCl ）

4.1.6 冰醋酸（ CH_3COOH ）

4.1.7 氢氧化钠（ NaOH ）

4.1.8 无水葡萄糖（ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ）

4.1.9 3,5-二硝基水杨酸（ $\text{C}_7\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_7$ ）

4.1.10 酒石酸钾钠（ $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ）

4.1.11 结晶酚（ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ）

4.1.12 亚硫酸钠（ Na_2SO_3 ）

4.1.13 猪胰 α -淀粉酶（酶活 ≥ 5 U/mg）

4.1.14 胃蛋白酶（酶活 ≥ 3200 U/mg）

4.1.15 胰酶（酶活 ≥ 4 U/mg）

4.1.16 淀粉葡萄糖苷酶（酶活 ≥ 30 U/mg）

4.1.17 95%乙醇溶液

4.2 试剂配制

4.2.1 0.02 mol/L 氢氧化钠溶液

4.2.2 2.0mol/L 氢氧化钠溶液

4.2.3 1.0 mol/L 氯化钙溶液

4.2.4 0.49mol/L 氯化镁溶液

4.2.5 4.9 mol/L 氯化镁溶液

4.2.6 0.02 mol/L 盐酸溶液

4.2.7 碳酸盐缓冲液 (pH 7.0)：称取1.21 g碳酸氢钠，1.57 g氯化钾，溶于约900 mL水中，再加入1.59 mL 1 mol/L氯化钙溶液 (4.2.3)，0.41 mL 0.49 mol/L氯化镁溶液 (4.2.4)，加水定容至1 L。

4.2.8 醋酸钠缓冲液 (0.2 mol/L, pH 6.0)：量取11.8 mL冰醋酸，溶于约800 mL水中，用2 mol/L氢氧化钠溶液 (4.2.2) 调节pH为6.0，加入4 mL 1 mol/L氯化钙溶液 (4.2.3)，0.1 mL 4.9 mol/L氯化镁溶液 (4.2.5)，加水定容至1 L。

4.2.9 猪胰 α -淀粉酶溶液：称取不少于5625 U活力单位的猪胰 α -淀粉酶，溶于45 mL碳酸盐缓冲液 (4.2.7) 中。

4.2.10 胃蛋白酶溶液：称取不少于208000 U活力单位的胃蛋白酶，溶于65 mL 0.02 mol/L盐酸溶液 (4.2.6) 中。

4.2.11 胰酶混合液：称取不少于520 U活力单位的胰酶和不少于1764 U活力单位的淀粉葡萄糖苷酶，溶于120 mL 0.2 mol/L 醋酸钠溶液 (4.2.8) 中。

4.2.12 葡萄糖标准液 (1 mg/mL)：称取100 mg烘至恒重的无水葡萄糖，加水溶解，定容至100 mL。

4.2.13 3,5-二硝基水杨酸 (DNS) 溶液：将6.3 g 3,5-二硝基水杨酸和262 mL 2 mol/L NaOH溶液 (4.2.2)，加到500 mL含有185.0 g酒石酸钾钠的热水溶液中，再加5.0 g结晶酚和5.0 g亚硫酸钠，搅拌溶解，冷却后加水定容至1 L，贮于棕色瓶中，置于4 °C冰箱，贮藏1周后备用。

(五) 仪器

具塞刻度试管：25 mL

紫外可见分光光度计：具有1cm比色皿，可在720nm处测量吸光度
烧杯

锥形瓶

容量瓶

分析天平：分度值0.0001g

水浴锅

具塞刻度试管：25mL

水浴恒温振荡器：控温精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$

离心管：50 mL

离心机

pH计

(六) 操作步骤

6.1 葡萄糖标曲绘制

取7支25 mL具塞刻度试管，编号为0、1、2、3、4、5、6号管，分别吸取葡萄糖标准液（4.2.12）0、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2 mL于25 mL具塞刻度试管中，将各管用水补充到2 mL，分别加入1.5 mL DNS溶液（4.2.13），将各管摇匀后，沸水浴加热5 min，冰水浴冷却至室温后，加水定容至25 mL，混合均匀，用0号管做空白调零，在540 nm波长下测定1~6号管的吸光度，以吸光度为纵坐标，葡萄糖含量为横坐标，建立标准曲线。

6.2 样品溶液的准备

称取混合均匀含有50 mg碳水化合物的样品于50 mL离心管中，加入5颗玻璃珠，置于37 °C水浴恒温振荡器中，振荡速度200 r/min，向装有样品的离心管中加入2 mL猪胰 α -淀粉酶溶液（4.2.9），反应5 min，加入5 mL胃蛋白酶溶液（4.2.10），反应30 min，再加入5 mL 0.02 mol/L氢氧化钠溶液（4.2.1），调节反应液pH，加入25 mL 0.2 mol/L醋酸钠缓冲液（4.2.8），加入5 mL胰酶混合液（4.2.11），混合均匀后，开始计时，在37°C水浴恒温振荡器中振荡反应120 min，分别于0、30、60、90、120 min取1 mL样品放入含有4 mL 95%的乙醇溶液（4.1.17）中（预热至60 °C），沸水浴灭酶后自然冷却，4000 r/min 离心10 min。

6.3 样品的测定方法

取不同取样时间点，灭酶离心后的样品上清液1.0 mL于25 mL具塞刻度试管中，加入1.0 mL水和1.5 mL DNS溶液（4.2.13），混匀后，沸水浴加热5 min，冰水浴冷却至室温后，加水定容至25 mL，混合均匀，在540 nm波长下测定吸光度，从标准曲线中计算样品中还原糖的浓度。

6.4 分析结果的表达

基于经拟合得到的各消化参数计算得到的一定消化时间段内的样品消化曲线下面积消化曲线下面积（Area Under the Curve, AUC），AUC计算公式如下，并计算待测样品的水解指数（Hydrolysis Index, HI），最终用来计算样品的预测血糖生成指数（eGI）值。

$$C_t = C_{\infty}(1 - e^{-kt}),$$

$$A_{AUC} = C_{\infty}(t_f - t_0) - (C_{\infty}/k) \times [1 - \exp -k(t_f - t_0)]$$

$$HI = \frac{AUC \text{ sample}}{AUC \text{ standard}} \times 100$$

$$eGI = 0.549 \times HI + 39.71$$

式中： C_t 表示在消化时间 t 时的淀粉水解量； C_∞ 表示在消化终点时淀粉水解的量； k 为一阶动力学常数； A_{AUC} 为消化曲线下的面积； t_f 为消化终点的时间， s ； t_0 为消化起点的时间， s 。 HI 为水解指数； AUC_{sample} 为样品消化曲线下面积； $AUC_{standard}$ 为等量葡萄糖消化曲线下面积； eGI 为样品的预测血糖生成指数。

（七）结果判定

食物 eGI 分级判定

如 $eGI \leq 55$ ，为低 eGI 食物。

如 $55 < eGI \leq 70$ ，为中 eGI 食物。

如 $eGI > 70$ ，高 eGI 食物。

（八）本方法与同类设备检测结果比对

我单位在河南省内不同食品生产企业进行了样本抽样，累计抽样 50 批次，按照此检测方法对样品进行 eGI 检测，并与实验室澳大利亚 NI 全自动酶消化系统 GI20 设备检测结果进行比对，比对结果如下：

样品编号	本方法检测 eGI	GI20 设备检测 eGI
1	62.37	61.88
2	58.85	57.17
3	72.39	74.67
4	51.62	52.88
5	55.31	57.63
6	49.22	50.32
7	68.16	70.16
8	74.76	73.22
9	62.45	63.43
10	47.24	48.37
11	52.80	51.75
12	66.91	66.17
13	57.21	56.18
14	50.48	51.31
15	60.72	59.88
16	81.23	80.71
17	77.14	75.28
18	70.28	68.36
19	62.83	64.52

20	50.16	48.27
21	44.27	46.33
22	49.54	50.29
23	65.87	63.18
24	71.49	70.27
25	66.94	64.51
26	58.35	59.37
27	43.26	46.19
28	60.51	58.56
29	57.69	57.22
30	71.22	70.13
31	70.61	72.36
32	53.18	52.43
33	58.67	60.25
34	67.21	65.19
35	71.67	70.35
36	50.14	49.27
37	68.29	67.61
38	67.54	65.98
39	79.61	81.36
40	44.12	46.23
41	81.59	80.54
42	53.44	52.19
43	74.07	76.38
44	63.65	61.16
45	50.84	48.23
46	58.63	60.99
47	65.31	68.16
48	62.12	60.28
49	51.37	50.13
50	77.35	75.67

从上述数据可以看出，本方法检测结果数据与 GI20 设备检测结果比对，结果偏差在合理范围内，基于以上数据，采用本方法模拟人体消化环境，对样品

进行处理，方法可操作性强，缩短了检测时间，降低了检测要求，减少了实验周期及成本，适合有关低 GI 食品相关科研、生产、加工等企业应用。

五、标准与其他标准的对比分析及采用情况

国际相关标准主要有《食品-血糖指数（GI）的测定和食品分类的建议（ISO26642-2010）》，该标准规定：志愿者需要在 15 min 内摄入 25 g 或 50 g 可利用碳水化合物的食品以及 250~300 mL 的水，并监测其在 2 h 内的体内血糖浓度的变化，与食用等量标准碳水化合物（葡萄糖或白面包）的血糖浓度进行对比，通过计算血糖应答曲线下面积（area under the curve, AUC）的比值进而确定待测食品的 GI 值。

国内相关标准主要有卫生行业标准《食物血糖生成指数测定方法（WS/T 652-2019）》、团体标准《降食物血糖生成指数测定方法（T/HZFNS 001-2024）》、团体标准《食物血糖生成指数测定-动物试验法（T/HZFNS 003-2024）》。其中，《食物血糖生成指数测定方法（WS/T 652-2019）》规定的测试方法与 ISO 26642-2010 一致，要求在真实的人体内消化环境下测定食品 GI 值，但因其需要至少 12 名志愿者进行平行实验，不仅涉及到相应的伦理申请，且费用昂贵、效率不高，实验结果受实验个体的差异影响较大，不适合企业高通量低 GI 食品原料筛选以及低 GI 食品的研发与推广等，极大地限制了其应用范围。

六、标准中涉及到任何专利情况

本标准知识产权归研制单位所有，没有知识产权争议。

七、预期的社会效益及贯彻实施标准的要求、措施等建议

2019 年发布的卫生行业标准《食物血糖生成指数测定方法》（WS/T 652-2019），该标准规定了受试人群及食用及检测标准，是一种食品体内血糖指数测定方法，但是花费费用高，周期长，不适用于预加工食品配方确定，配方优化等前期实验的检测。而本标准规定了食品体外预测血糖生成指数的快速检测方法，该测定方法可在实验过程中模拟人体消化环境，大大降低了实验周期及实验难度，缩短检测时间，并且可重复大量的进行操作，降低了血糖生成指数测定成本，食品加工生产者可采用此方法作为研发依据，调整产品工艺及配方，降低食品企业的生产成本及新品研发周期。因此，标准经批准、发布实施后，拟请牵头管理部门尽快推广贯彻实施。在各有关低 GI 食品相关科研、生产、加工等环节

实施本标准，建议授权有关质检机构、各省国家粮食质量监测中心（站）监督检查标准的实施情况，充分发挥质检机构技术优势和监督职能。

八、其他应说明的事项

无