

T/HNSPXH

河南省食品科学技术学会团体标准

T/HNSPXH XXX—XXXX

eGI 值快速检测方法

A Fast Detection Method for Expected Glycemic Index

征求意见稿

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

河南省食品科学技术学会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由河南省食品科学技术学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

eGI 值快速检测方法

1 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。

2 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）。

3 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）。

4 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 1.0mol/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℃冰箱，贮藏 1 周后备用。

5 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

6 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 ℃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 ℃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样品混合液放入含有4 mL 95%的乙醇溶液（4.1.17）中（预热至60 ℃），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（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。

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

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

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

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

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_r 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。

7 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 $eGI > 70$ ，为高eGI 食物。