

ICS 号 97.040.50
中国标准文献分类号 Y68

团 体 标 准

T/CHEAA □□□□—20□□

低糖电饭煲烹饪米饭评价方法

Method for quality evaluation of cooked rice

by Low-carb electric rice cooker

公开征求意见稿 (CD)

本稿完成日期: 2020 年 11 月 24 日

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

中国家用电器协会 发布

CHEAA Draft

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 方法原理	2
5 低糖饭品质要求	2
6 试验方法	3
6.1 试验条件	3
6.2 含水率试验	4
6.3 还原糖试验	5
6.4 糊化度试验	7
6.5 抗性淀粉试验	9

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本文件由中国家用电器协会电饭锅专业委员会提出。

本文件由中国家用电器协会标准化委员会归口并解释。

本文件著作权归中国家用电器协会所有，未经中国家用电器协会许可不得随意复制，其他机构采用本文件的技术内容制修订标准须经中国家用电器协会允许，任何单位或个人引用本部分的内容需指明本文件的标准号。

中国家用电器协会电饭锅专业委员会愿与有意使用本文件的单位进行技术交流，以促进各单位提升相关评价能力，提高本文件使用中的技术合规性和数据一致性。为使本文件对行业和社会发挥科学合理的评价引导作用，中国家用电器协会电饭锅专业委员会将在官网上向行业及社会公布具备本文件评价能力的单位名单。

引 言

我国是电饭煲的生产和消费大国，随着技术的不断发展，电饭煲形态不断更新升级，其中低糖电饭煲致力于为消费者提供含糖量更低且消化速度更缓慢的米饭。低糖电饭煲技术处于不断发展中，并已在电饭煲市场占据一定份额。

因此，整个行业亟需制定一份客观的，科学的针对低糖电饭煲米饭性能测试的准则，填补我国乃至国际低糖电饭煲烹饪低糖米饭品质相关标准的空白，为低糖电饭煲技术发展提供方向，促进我国电饭煲技术在健康领域不断深入，不断提升。

低糖电饭煲烹饪米饭评价方法

1 范围

本方法规定了低糖电饭煲的术语和定义、低糖饭的品质要求、试验方法。

本方法适用于具有低糖饭功能的电饭煲蒸煮加工而成的低糖饭品质评定。

本方法适用的电饭煲产品的额定蒸煮压力不超过 30kPa。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 1354—2018 大米

GB 19298—2014 食品安全国家标准 包装饮用水

GB/T 15682—2008 粮油检验 稻谷、大米蒸煮食用品质感官评价方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低糖饭 low-carb rice

低糖饭是指采用特定的烹饪方式，与常规蒸煮模式对比，米饭中还原糖含量降低、抗性淀粉含量提升的米饭。

3.2

低糖电饭煲 low-carb electric rice cooker

带有低糖饭功能的用于烹饪米饭的器具。

3.3

含水率 moisture content

米饭中水分的质量占总质量的百分率，以%（g/g）表示。

注：米饭含水率与口感软硬程度有关。

3.4

还原糖 reducing sugar

米饭经水萃取后溶出的具有还原性的糖类。

注：还原糖代表米饭表面部分糖，反映食用后快速消化吸收的糖量。

3.5

抗性淀粉 resistant starch

米饭中抗酶解淀粉或难消化淀粉。

注：抗性淀粉在体内消化、吸收和进入血液都较缓慢，可抑制饭后血糖升高^[1]。

3.6

糊化度 gelatinization degree

指米饭中糊化淀粉与全部淀粉量之比的百分数，衡量米饭的熟化程度及消化性。

4 方法原理

选取特定大米作为试样，采用电饭煲使用说明书中规定的低糖饭功能，在规定条件下将大米蒸煮成米饭，低糖米饭品质性能与适口性、含糖量（还原糖）、消化性等维度相关，通过评价米饭含水率、还原糖含量、抗性淀粉含量、糊化度等指标来要求品质效果。

5 低糖饭品质要求

低糖饭的各项评价指标应满足表 1 中的对应要求。

表 1 低糖饭品质评价维度、指标及范围要求

维度	评价指标	范围要求
适口性	含水率, %	[58, 65]
含糖量	还原糖, mg/g	≤ 0.3
消化性	糊化度, %	[85, 95]
	抗性淀粉, %	≥ 8.0

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

试验应在下列条件下进行:

- 室内或类似室内环境, 周围空气中应无易燃、腐蚀性气体及导电尘埃, 无气流及热辐射影响;
- 环境温度 (23±2) °C, 相对湿度 45%~75%;
- 海拔高度不超过 2000m;
- 电源电压: 器具额定电压偏差±1%, 额定频率偏差±1Hz。

6.1.2 试验用米要求

试验用米应符合 GB 1354—2018 中 5.1.1 规定的标准一级精度大米的各项指标。试验用米采用《电饭煲烹饪米饭评价测试大米标准样品, 采用粳米米种。

6.1.3 煮饭用水要求

煮饭用水应符合 GB 19298—2014 中饮用纯净水的各项指标要求。

6.1.4 米水量规定

按照电饭煲使用说明书中规定的低糖饭功能米量最大刻度作为标准试验米量, 试验用水量根据各电饭煲对应的水位刻度或使用说明书中规定进行添加。

6.1.5 洗米操作要求

准确称取一定量大米置于电饭煲内锅中，称量净重，加入 5.3 中所要求的煮饭用水，参照国标 GB/T 15682—2008 中 6.2.1.2 洗米操作步骤，顺时针搅拌 10 圈，逆时针搅拌 10 圈，快速换水重复上述操作一次，将洗米水沥干，洗米时间控制在 1min~2min。按 5.4 要求加入煮饭所需水量。

6.2 含水率试验

采用烘干法测试米饭含水率。

6.2.1 仪器和设备

电子秤：精确度 0.2g，量程 20g~6000g。

电子天平：精确度 0.0001g，量程 10mg~220g。

鼓风干燥箱：温度：RT+10℃~250℃，功率：2450W，电压：220V/50Hz。

玻璃干燥器：内附有效干燥剂。

6.2.2 试验步骤

取洁净铝制或玻璃制的扁形称量瓶，置于 101~105℃干燥箱中，瓶盖斜支于瓶边，加热 1.0h，取出盖好，置于干燥器内冷却 0.5h，称量，并重复干燥至前后两次质量差不超过 2mg，即为恒重，记下质量 m_1 。

按米饭的蒸煮步骤操作，蒸煮完成后立刻开盖将锅中部米饭快速打散搅匀，打散过程避开边缘及底部约 2cm 距离的米饭，然后在打散部位均匀称取 3~8g 米饭（精确至 0.0001g）。取样后立即加盖，精密称量即 m_2 。称量瓶置于 101~105℃干燥箱中，瓶盖斜支于瓶边，干燥 2~4h 后，盖好取出，放入干燥器内冷却 0.5h，称量，重复以上操作至前后质量差不超过 2mg，即为恒重，记下质量 m_3 。

注：两次恒重值在最后计算中，取最后一一次的称量值。

6.2.3 结果计算

按式（1）计算，结果保留两位有效数字。

$$X_3 = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

X_3 ——米饭含水率，单位为百分数（%）；

m ——空称量瓶质量，单位为克（g）；

m_2 ——称量瓶和米饭的总质量，单位为克（g）；

m_3 ——烘干后称量瓶与米饭的总质量，单位为克（g）。

6.2.4 试验要求

在相同条件下平行操作三份，以三次测定结果的算术平均值表示，结果保留三位有效数字，平行测定结果的标准偏差不超过 10%。

6.3 还原糖试验

采用 DNS 比色法测试米饭中还原糖含量。

6.3.1 试剂

氢氧化钠 (NaOH)

亚硫酸氢钠 (NaHSO₃)

酒石酸钾钠 (C₄O₆H₄KNa•4H₂O)

3,5-二硝基水杨酸 (DNS, C₇H₄N₂O₇)

结晶酚 (C₆H₅OH)

葡萄糖 (C₆H₁₂O₆)

6.3.2 试剂配制

氢氧化钠 (2mol/L): 称取氢氧化钠 40g, 加水适量溶解, 并定容至 500mL。

葡萄糖标准液 (1mg/mL): 准确称取干燥恒重的葡萄糖 100mg, 加水溶解并定容至 100mL。

酒石酸钾钠 (1.29mol/L): 称取 182g 酒石酸钾钠, 溶于 500mL 水中。

DNS 试剂: 称取 6.3g 3,5-二硝基水杨酸, 量取 262mL 2mol/L 氢氧化钠, 加入到酒石酸钾钠的热溶液中, 再加 5g 结晶酚和 5g 亚硫酸氢钠溶于其中, 搅拌溶解, 冷却后定容至 1000mL, 贮于棕色瓶中。

6.3.3 仪器和设备

电子天平: 精确度 0.0001g, 量程 10mg~220g;

电子天平: 精确度 0.01g, 量程 0.5g~2200g;

量筒: 精确度 1mL, 量程 100mL;

电热恒温水浴锅: 准确度不低于 ±0.1℃;

紫外可见分光光度计: 220V~240V, 50Hz/60Hz;

高速冷冻离心机: 最大转速 (Max) 15300rpm;

搅拌机: 转速 13000rpm~14000rpm。

6.3.4 试验步骤

6.3.4.1 葡萄糖标准曲线的制作

葡萄糖 105℃ 烘干恒重，配制 1.0mg/mL 的葡萄糖标准液。取 8 支 25mL 具塞刻度试管，编号，按下表加入葡萄糖标准液和蒸馏水。将各管摇匀，在沸水浴中准确加热 3min，取出，冰浴冷却至室温，加入 8mL 蒸馏水，加塞后颠倒混匀，以 0 号管为空白在 540nm 处测吸光值。以 A_{540} 为纵坐标，葡萄糖含量 (mg/mL) 为横坐标，做出标准曲线。

表 2 葡萄糖标准曲线制作

试剂	试管号							
	0	1	2	3	4	5	6	7
葡萄糖标准液 (mL)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
蒸馏水 (mL)	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3
DNS 试剂 (mL)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
葡萄糖含量 (mg/mL)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7

注：绘制标准曲线，一般要求线性 $R^2 \geq 0.999$ ，以保证测试的准确性。

6.3.4.2 样品中还原糖的提取

按一定烹饪工艺煮好的米饭，开盖后将锅中部米饭快速打散搅匀，打散过程避开边缘及底部约 2cm 距离的米饭，然后在打散部位均匀取样。

称取 20g 米饭于搅拌杯中，并记录样品质量 m ，加入 80mL 50% 乙醇，搅拌机打浆 25s，混匀后取一半 (约 50g) 混合液于离心管中。摇匀后 50℃ 振荡水浴 20min，使还原糖浸出。取出两两配平后于 4000rpm 离心 10min，取所有上清液，并量取上清液体积总体积，记录 V 。

6.3.4.3 样品中还原糖含量的测定

吸取提取液 1mL 于试管中，DNS 试剂 1mL。以下操作同标准曲线制作，空白为蒸馏水。根据 A_{540} 平均值在标准曲线上计算出糖含量 (mg/mL)。

6.3.5 结果计算

按式 (2) 进行计算。

$$X_5 = \frac{c \times V}{m} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

X_5 ——米饭还原糖含量，单位为毫克每克（mg/g）；

c ——标曲计算还原糖含量，单位为毫克每毫升（mg/mL）；

V ——样品还原糖提取液总体积，单位为毫升（mL）；

m ——样品质量，单位为克（g）；

6.3.6 试验要求

在相同条件下平行操作三份，以三次测定结果的算术平均值表示。

6.4 糊化度试验

采用糖化酶法对米饭进行水解测试糊化度。

6.4.1 试剂

氢氧化钠（NaOH）

醋酸（CH₃COOH）

糖化酶

3,5-二硝基水杨酸（DNS，C₇H₄N₂O₇）

亚硫酸氢钠（NaHSO₃）

酒石酸钾钠（C₄O₆H₄KNa•4H₂O）

结晶酚（C₆H₅OH）

葡萄糖（C₆H₁₂O₆）

6.4.2 试剂配制

氢氧化钠（2mol/L）：称取氢氧化钠 40g，加水适量溶解，并定容至 500mL。

氢氧化钠（5mol/L）：称取氢氧化钠 20g，加适量的水溶解，并定容至 100mL。

醋酸（2mol/L）：量取醋酸溶液 11.43mL，加水定容至 100mL。

醋酸（5mol/L）：量取醋酸溶液 28.57mL，定容至 100mL。

糖化酶（1%，酶活≥10 万 U/g）：称取糖化酶 300mg，加 30mL 水溶解，200rpm 条件下溶解 3h。

葡萄糖标准液、酒石酸钾钠热溶液、DNS 试剂参照 6.2.2 的方法配置。

6.4.3 仪器和设备

电子天平：精确度0.0001g，量程10mg~220g；

电热恒温水浴锅：准确度不低于±0.1℃；

真空抽滤泵：准确度不低于±0.01MPa；

高速冷冻离心机：最大转速（Max）15300rpm；

紫外可见分光光度计：220V~240V，50Hz/60Hz；

涡旋振荡器

60 目筛网

6.4.4 试验步骤

按 6.2.4.2 的方法打散米饭，取样。

样品预处理：称取 10g 煮熟的米饭加入 100mL 无水乙醇，快速搅拌脱水，用玻璃棒进行米粒的分散。连米粒一起转移至离心管中 4500rpm 离心 2min 后抽滤。将初步抽干的样品转移至烧杯中，加入 50mL 中无水乙醇，再次在真空度 0.09Mpa 左右脱水抽滤 3h。将干燥后的样品用万能粉碎机打磨，然后用研钵研磨，过 60 目筛网，放置于干燥器中备用。

样品检测：称取 6 份 100mg 样品于比色管中，3 份对照 A₁，A₂，A₃为完全糊化液，3 份样品 B₁，B₂，B₃。B 中加 8mL 水混合均匀后加入 1mL 2M 醋酸溶液。A 中加 7.3mL 水，边震荡边滴加 0.7mL 5M NaOH。将 A 在 100 度条件下糊化 10min 后冷却，再滴加 1mL 5M 醋酸溶液。将 A 和 B 在 50 度下保温 15min，加入 1%糖化酶 1mL。50℃条件下水浴 1h(每隔 10min 振荡一次)，反应结束后沸水浴 5min。冷却水冷却后 6000rpm 离心 10min。上清液稀释 20 倍，取稀释后的液体 1mL，加入 1mL 的 DNS(注意配置空白样品)。在沸水中水浴 3min 后快速冷却，加入 8mL 水稀释，摇匀后在 540nm 处测定吸光值。参照 A.9.4.1 中还原糖的标准曲线得到还原糖含量 C_A和 C_B。

6.4.5 结果计算

按式（3）计算。

$$X_6 = \frac{C_B}{C_A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

T/CHEAA □□□□—20□□

X_6 ——米饭糊化度，单位为百分数（%）；

C_A ——A管还原糖含量，单位为毫克每毫升（mg/mL）；

C_B ——B管还原糖含量，单位为毫克每毫升（mg/mL）。

6.4.6 试验要求

在相同条件下平行操作三份，以三次测定结果的算术平均值表示。

6.5 抗性淀粉试验

参考Englyst H N N等人^[2]的方法，采用体外酶消化法模拟人体小肠内环境消化，通过DNS法测定消化两小时产生的葡萄糖含量及总淀粉含量，从而测定两小时未被消化的淀粉（即抗性淀粉）含量。

6.5.1 主要化学试剂

醋酸溶液：0.5mol/L。

pH=5.2 醋酸-醋酸钠缓冲溶液：将2.97mL乙酸和20.4g三水乙酸钠溶于1000mL蒸馏水中，存放于密封的试剂瓶中，避免乙酸挥发。

氢氧化钾溶液：7mol/L。

胰酶与糖化酶的混合液（糖化酶， ≥ 10 万 U/g；胰酶，效价1:4000，均为粉末酶）：称取75mg胰酶和75mg糖化酶，加入5mL pH5.2 醋酸-醋酸钠缓冲溶液，振荡混匀至无结块现象备用。

质量分数为1.5%的糖化酶溶液（糖化酶， ≥ 10 万 U/g）：称取15mg糖化酶，加入1mL pH5.2醋酸钠缓冲溶液，振荡混匀至无结块现象备用。

6.5.2 仪器和设备

搅拌机：转速18000~20000 rpm。

紫外可见分光光度计：220V~240V，50Hz/60Hz。

电子分析天平：200g，分度值0.0001g。

水浴锅：可调节、恒温磁力搅拌式，温度显示精度1℃。

离心机： ≥ 6000 rpm，50mL*6。

微量离心机： ≥ 10000 rpm，2 mL*24。

6.5.3 试验步骤

6.5.3.1 采样

按 6.2.4.2 的方法打散米饭，取样。

6.5.3.2 米饭中淀粉的消化

称取米饭 30g 于搅拌杯中，加入 120g pH5.2 的醋酸-醋酸钠缓冲溶液，采用搅拌杯将米饭颗粒搅碎（搅拌机转速在 18000~20000 rpm，搅打时间 10s），均匀称取 5g 米浆于 50mL 试管中（平行取 3 根管进行试验），加入 pH5.2 醋酸钠缓冲溶液 5mL，并于 37℃ 下水浴预热 10min，然后向试管中加入 5mL 混合酶液，在 37℃ 水浴中进行磁力搅拌，速率为 100-120rpm，水解一定时间。

6.5.3.3 消化的水解液取样

同一个试管中，分别在水解 0min（不加酶时取）、120min 时，取 0.2mL 水解液（上清液）至含有 1.8mL 无水乙醇的 2.0mL 离心管中，振荡灭酶，于 10000rpm 下离心 7min，取上清液 0.2mL 稀释 5 倍。

6.5.3.4 显色测定

取 1mL 稀释后的上清液（1mL 蒸馏水作空白调零），加入 1mL DNS 溶液，沸水浴 3min 后快速冷却，加入 8mL 蒸馏水，于 540nm 处测定吸光值，读取葡萄糖浓度 c_0 、 c_{120} 。

6.5.3.5 总葡萄糖的测定（TG）

将水解 120min 后的样品沸水浴 30min，使未糊化的淀粉充分糊化。沸水浴后将试管放入冰水浴中冷却 15min，然后加入 10mL 7mol/L KOH 溶液，混匀，在冰水浴中磁力搅拌 30min。

取 1mL 冰水浴后的上清液样品，加入含有 10mL 0.5mol/L 醋酸溶液的 50mL 离心管中，然后加入 1mL 质量分数 1.5% 的糖化酶，于 55℃ 水浴进行磁力搅拌，速率为 150-180rpm，酶解 30min 后沸水浴 10min 灭酶，冷却至室温后，10000rpm 离心 10min，取上清液 0.2mL 稀释 5 倍。葡萄糖含量显色测试同 6.4.3.4，读取葡萄糖浓度 c 。

6.5.4 结果计算

$$\text{抗性淀粉(RSD, \%)} = \frac{(c \times 25 \times 12 \times 5 - c_{120} \times 15 \times 10 \times 5) \times 0.9}{(c \times 25 \times 12 \times 5 - c_0 \times 15 \times 10 \times 5) \times 0.9} \times 100\%$$

式中： C ——总葡萄糖水解液的葡萄糖浓度；

C_0 ——酶解 0min 水解液的葡萄糖浓度；

C_{120} ——酶解 120min 水解液的葡萄糖浓度；

0.9——葡萄糖与淀粉的转换系数；

25——总葡萄糖测试酶解前样液体积；

12——总葡萄糖测试酶解时样液体积；

15——样品酶解消化时的样液体积；

T/CHEAA □□□□—20□□

10——不同时间水解液取样的稀释倍数；

5——各上清液的稀释倍数。

6.5.5 试验要求

在相同条件下平行操作三份，以三个测定结果的算术平均值表示，结果保留三位有效数字，平行测定结果的标准偏差不超过10%。

CHEAA Draft

参 考 文 献

- [1] 段振华, 陈文学, 潘永贵. 高级食品化学[M]. 北京: 中国轻工业出版社. 2012: 55-61
- [2] Englyst H N N , Kingman S M M , Cummings J H H . Classification and Measurement of Nutritionally Important Starch Fractions[J]. European Journal of Clinical Nutrition, 1992, 46 Suppl 2(Suppl 2):S33-50.
-