

新型便携式烤肉炉的设计与性能研究

Design and performance tests of a new portable roaster

吕仲明¹ 肉孜·阿木提^{1,2} 史勇^{1,2} 马斌¹

LV Zhong-ming¹ ROUZI Amuti^{1,2} SHI Yong^{1,2} MA Bin¹

(1. 新疆农业大学机械交通学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 新疆农业工程装备创新设计重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830052)

(1. College of Mechanic Engineering and Communication, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China;

2. Key Laboratory for Agricultural Engineering Equipment Innovative Design of Xinjiang, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

摘要:针对目前烤肉炉在烧烤过程中存在的环境污染严重、热量损失大、清洗及携带不便等问题,设计一种以户外扁气罐为热源、结合红外线无焰燃烧器与转动烤肉架的新型便携式烤肉炉,同时通过 ANSYS 软件对烤肉炉及肉串的温度分布进行建模分析,仿真分析表明:该烤肉炉整体结构温度分布合理,保温效果较好。最后通过正交试验检验并优化该烤肉炉的性能,结果表明:烤肉炉燃烧器的火力类型为“炉面微红且稍带蓝色絮状火焰”,转速 3 r/min,烤制时间 7 min 时烤制出来的肉品质较优。

关键词:烤肉炉;有限元分析;温度场

Abstract: Aiming at problems such as heavy environmental pollution, great losses in heat as well as inconvenient cleaning and carrying during the roasting process of current roasters, this thesis designs a kind of new portable roaster taking outdoor flat gas tank as heat source and combining with infrared flame burner and rotary roasting roaster. In the meanwhile, by using ANSYS software, the thesis builds a model to analyze the temperature distribution of the roaster and the meat. The simulated analysis shows that the overall temperature distribution of the roaster is reasonable and the heat preservation effect is good. At last, through orthogonal experiment and optimize the barbecue furnace performance, the thesis tests the performance of the roaster and use SPSS software to analyze. The orthogonal experiment analysis result indicates that the fire type of the roaster is that “the furnace surface is slight red with blue flocculent flame.” When the rotary speed is 3 r/min and the roasting time is 7 min, the roasted meat is better.

基金项目:新疆维吾尔自治区农机化新技术新机具研制开发项目(编号: XNJKY2012-08);新疆农业大学大学生创新创业训练计划项目(编号: dxscx92016139)

作者简介:吕仲明,男,新疆农业大学在读硕士研究生。

通讯作者:肉孜·阿木提(1961—),新疆农业大学教授,硕士。

E-mail: roziamut@163.com

收稿日期:2016-03-01

Keywords: portable roaster; finite element analysis; temperature field

传统的新疆烤羊肉串是将 3 块瘦肉配合 1 块肥肉串起来放在铁皮槽子的烤肉架上进行烤制,在烤制过程中,肥肉里的肉汁会渗入到边上的瘦肉中,使烤肉更加有滋味^[1-2]。传统的烤肉过程都是在家中或者饭馆中进行的,但随着户外休闲运动的普及,便携式户外烤肉炉应运而生。

目前市场上的户外烤肉装置按照加热方式的不同一般分为三大类,即小型铁皮槽子烤肉架、电加热烤肉炉和燃气烤肉炉。其中,小型铁皮槽子烤肉架,主要是以煤炭及木材等作为燃料,在烤制过程中存在熏烟的环境污染问题及对人体有潜在危害;电加热烤肉炉使用时需连接电源,不利于携带^[3];而燃气烤肉炉可选用便携式气罐为主要热源,具有燃烧产热量大、清洁方便等优点,因此逐步成为户外烤肉炉市场上的主力^[4]。目前,户外用小型烤肉炉主要以燃气加热方式为主,在烤制过程中会出现热源分布不合理,热量损失大,肉串受热不均匀等问题,而且存在安全隐患^[5]。

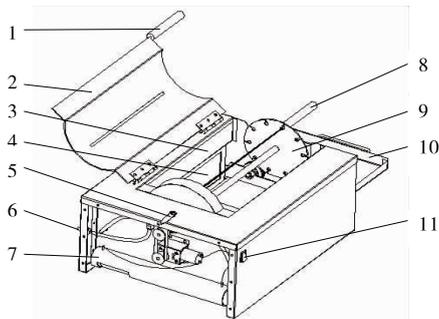
针对上述问题和需求,拟设计一种新型的便携式烤肉炉,本烤肉炉利用红外线无焰燃烧器对旋转烤肉架上的肉品进行加热,并应用 ANSYS 软件对烤肉炉的整体及肉串进行热学分析,同时通过烤肉试验验证该烤肉炉的烧烤性能,以期达到户外用烤肉炉结构合理、操作简便、节约能源,满足户外休闲运动对烤肉的需求。

1 便携式户外烤肉炉的结构及其原理

1.1 结构及其性能

便携式烤肉炉整体结构配置见图 1。

由图 1 可知,烤肉炉的整体呈长方体,长度为 330 mm,高度为 250 mm,宽度为 320 mm,重量为 6.5 kg。烤肉架置于左右两个燃烧器中间,可同时放置 10 串肉;便携式气罐与进气嘴 6 相连接,以提供燃烧热源;保温板 3 置于燃烧器上



1. 炉盖把手 2. 炉盖 3. 保温板 4. 烤肉炉燃烧器 5. 球阀 6. 进气嘴 7. 电池 8. 肉串杆 9. 烤肉架 10. 滴油盘 11. 电控开关

图1 便携式烤肉炉的整体结构图

Figure 1 The overall structure of the portable roaster

方,与炉盖2相结合以减少热量散失。该烤肉炉整体结构紧凑,可供户外携带使用^[6-7]。同时,针对不同品种的肉制品,其烤制时间可控于6~8 min。

1.2 工作原理

烤制前,先往滴油盘10中注入适量的水,并将穿好的肉串杆8置于烤肉架9上的定位孔中,然后打开气源,按点燃一侧燃烧器—打开燃烧系统球阀—点燃另一侧燃烧器的顺序,最后将炉面状态通过调节气阀旋至“微红且稍带蓝色絮状火焰”状态;待其状态稳定后,打开电控开关,盖上炉盖。满载后的烤肉架在通过微型蜗轮蜗杆减速直流电机连接同步带的带动下缓慢转动,当每一个肉串转动到烤肉架9的最下方时,肉串会在摩擦板的作用下自转180°,从而保持肉串8上下的肉品均匀成熟。同时,在烤制过程中,可通过直接打开炉盖2,在烤肉串上方喷洒孜然、盐等调味品。烤制中肉串产生的油滴可以直接落入滴油盘10中,从而避免油脂参与燃烧而产生油烟。此外,使用者还可通过炉盖中间的观察孔观察肉串的颜色变化。当肉串成熟时,关闭气源,打开炉盖2,并将肉串杆8从烤肉架中取出,最后关闭电控系统,即完成一次烤肉。下滴的油污可直接通过抽出的滴油盘10进行清洗,并且极易维护。

2 零件及关键部位的设计

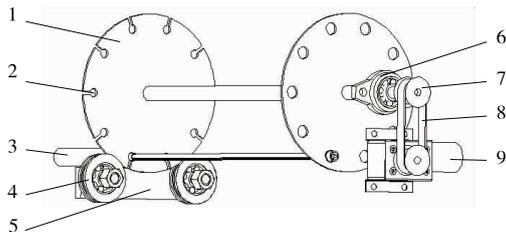
2.1 转动系统的整体结构设计

转动系统是烤肉炉的关键部分:一方面,其要能够实现烤肉架在烤制过程中匀速转动,确保肉制品成熟的均匀性;另一方面,其要实现肉串装卸容易,并保证肉串在烤制过程中不掉落。转动系统的整体结构见图2。

由图2可知,该系统在转动时,微型蜗轮蜗杆减速直流电机9带动两个同步带轮7转动从而带动烤肉架1匀速转动。烤肉架由安装在烤肉炉前面板内侧的两个槽型支撑滚轮和安装在烤肉炉后面板的带座轴承6共同支撑,两者保证烤肉架两端中心在同一水平线上,并使烤肉架1在转动过程中保持平稳,另外,当肉串杆3转动到烤肉架1圆周的下方时,肉串杆3可以在其手柄与安装在烤肉炉前面板外侧的摩擦板5作用下自身进行180°的转动,从而使肉串实现翻转,使烤肉两面受热均匀。

2.2 烤肉架的设计

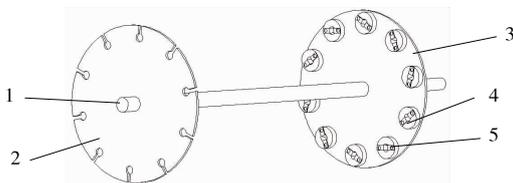
烤肉架具体结构见图3。



1. 烤肉架 2. 肉串杆定位孔 3. 肉串杆 4. 槽型支撑滚轮 5. 摩擦板 6. 带座轴承 7. 同步带轮 8. 同步带 9. 微型蜗轮蜗杆减速直流电机

图2 转动系统整体结构图

Figure 2 Whole structure of the rotational system



1. 支撑板Ⅰ 2. 中间轴 3. 支撑板Ⅱ 4. 转头 5. 弹卡

图3 烤肉架结构图

Figure 3 Structure of the rotating rotisserie

如图3所示,该烤肉架是将两个支撑板垂直安装在中间轴2上,保证两个支撑板的肉串杆定位孔同心,并使肉串能完全置于左右两个燃烧器间。在烤肉的过程中,烤肉架会因转动时使肉串杆产生振动。为了避免肉串杆滑落,将转头安置于支撑板Ⅱ的肉串杆定位孔上,并在转头的中心孔处加上两片弹卡5,以两个弹片的轻微弹力夹持住肉串杆,限制肉串杆的轴向自由度。此外,转头4和弹卡5的共同作用促使肉串杆在摩擦板作用下自转时的圆周方向自由度不被限制,从而满足肉串杆的自转,并且防止烤肉杆在烤制过程中从烤肉架上滑出。

3 烤肉炉的热分析

3.1 烤肉炉的物理环境分析

该烤肉炉的部件大致可以分为两种,一种为热源部件:2个型号为QI-33的红外线无焰燃烧器;另一种为结构部件:左右保温板,前后面板,左右侧面板,炉盖等。红外线无焰燃烧器在工作时,能将大部分燃气都转化为热能。红外线无焰燃烧器产生的热量主要靠传导、对流和热辐射3种方式传导给烤肉炉的其他部件。由于燃烧器产生的热量是向上的,所以大部分热量的散失由对流和传导带走,热辐射的热量散失只占很小的一部分,因而在进行仿真时,可以通过增加适当的对流系数代表辐射对热量损失的影响^[8-9]。

3.2 烤肉炉温度分布仿真分析

3.2.1 烤肉炉有限元模型的建立 使用SolidWorks建立烤肉炉模型,再通过建立SolidWorks与ANSYS的接口,将模

型数据传导到 ANSYS 软件中。由于固定电机的铁板起到一定的绝热作用,因而可忽略热源对电机及同步带轮等零件的影响,据此,在 ANSYS 软件中可对原始模型进行优化^[10],简化后的烤肉炉的有限元模型见图 4。

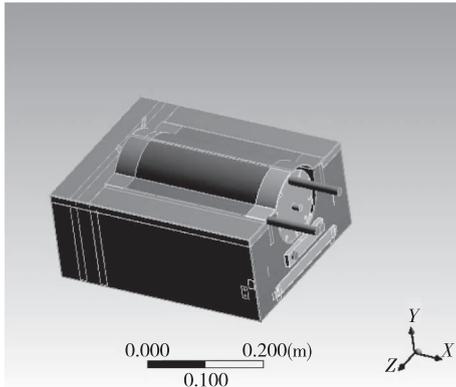


图 4 烤肉炉的 ANSYS 模型

Figure 4 ANSYS model of the portable roaster

3.2.2 网格划分 网格划分的大小和形状将影响仿真分析的正确性。利用 ANSYS Workbench 中网格划分模块,设定炉盖和摩擦板的网格形式为四面体网格,其余零件为六面体网格。根据烤肉炉本身构造的特点及其对称性,采用对称模型进行网格划分和后处理^[11]。其网格模型见图 5。

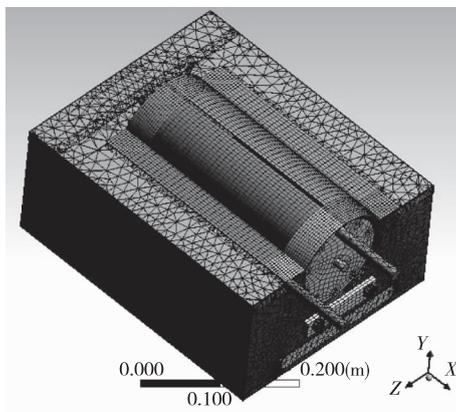
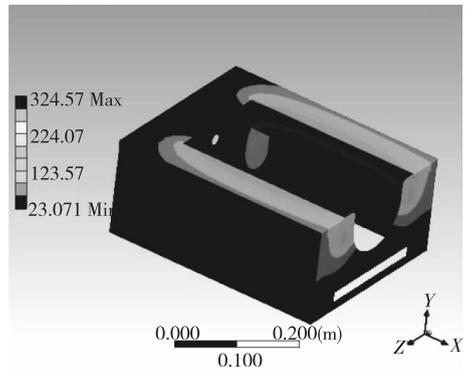


图 5 烤肉炉网格模型

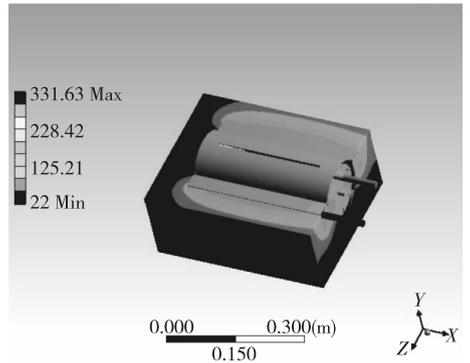
Figure 5 The mesh model of the portable roaster

3.2.3 烤肉炉边界条件及参数的设置 红外无焰燃烧器采用温度边界条件来计算烤肉炉内的温度场,同时需要输入温度大小及达到该温度所需的时间,而热边界条件主要包括炉盖和烤肉炉各表面的热边界条件。在进行仿真分析前,需要先确定几个参数的数值。由于烤肉炉的模型材料都是不锈钢,因而确定不锈钢的比热容为 $508 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$,热导率 $23 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,密度 $7\ 860 \text{ kg}/\text{mm}^3$,并取自然对流 $20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ ^[12]。设置燃烧器的火力类型为“炉面微红且稍带蓝色絮状火焰”,在稳定时测量温度大约为 $330 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

3.2.4 温度场计算结果与分析 在求解完成后,经过后处理,可以得到烤肉炉的温度分布图^[13-14],见图 6。



(a) 烤肉炉整体温度分布



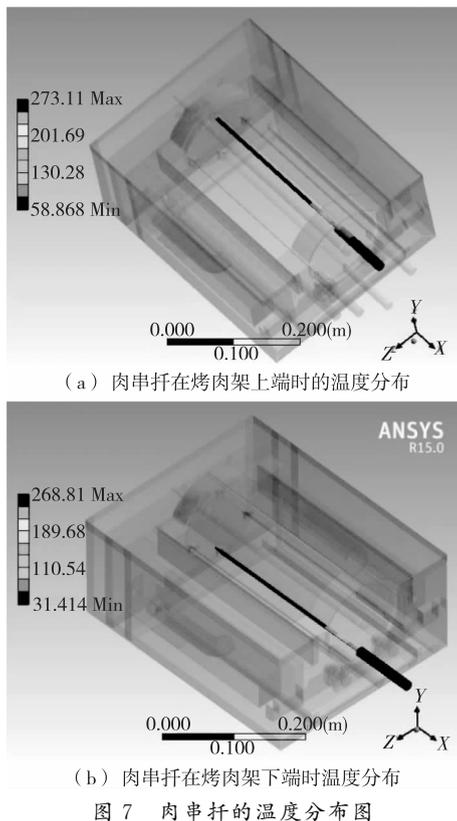
(b) 烤肉炉箱体温度分布图

图 6 烤肉炉温度分布

Figure 6 The temperature distribution of the portable roaster

由图 6(a)可知,烤肉炉在燃烧器温度稳定为 $330 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,烤肉炉的最高温度是 $331.63 \text{ }^\circ\text{C}$,最低温度为 $22 \text{ }^\circ\text{C}$ 。由于燃烧器产生的温度向上传导,故炉盖和烤肉炉上侧的温度较高,而烤肉炉侧板及前后面板的温度较低,分析可得该烤肉炉的整体温度分布较为合理。图 6(b)为箱体的温度分布图,箱体的最高温度分布在保温板的下侧,前后面板和左右侧板的温度较低,分析得出箱体的绝热及保温效果较好,热量可有效被烤肉吸收,减少热量的散失,并且在烤制过程中可以便携的移动烤肉炉而外壳不会对人体造成烫伤。

图 7 为烤肉炉内部肉串在烤肉架上下端的温度分布图。由图 7(a)可知,肉串在烤肉架上端时最大温度产生在肉串的中心位置,最大温度为 $273.11 \text{ }^\circ\text{C}$,而肉串靠近把手的温度较低。由图 7(b)可知,最大温度同样产生在肉串的中心位置,最大温度为 $268.81 \text{ }^\circ\text{C}$ 。分析可知,由于肉串的中心位置主要受到燃烧器的辐射,故温度相对较高。而肉串靠近把手处,因其存在外界环境的对流,散热速度相对较快,故肉串靠近把手的温度相对较低。对比可知,图 7(b)肉串的中心温度相对图 7(a)较低,这与上述分析的温度传热方向相对应,且不对烤肉的成熟度造成影响;因为肉串会随着烤肉架匀速转动,肉串在每个位置的吸热量是相同的,以此来保证烤肉的受热均匀性。同时,可知在穿肉时肉块应尽量分布在肉串的中心位置,靠近把手的位置则因温度相对较低而尽量避免穿肉,以此使肉串受热更加均匀,保证烤肉的一致性。



(a) 肉串扦在烤肉架上端时的温度分布

(b) 肉串扦在烤肉架下端时温度分布

图7 肉串扦的温度分布图

Figure 7 The temperature distribution of the skewer

4 烤肉试验

4.1 试验材料

取肥瘦混搭的新鲜羊肉约 5 kg, 食用盐 350 g, 孜然 300 g, 辣椒粉 250 g。试验前将羊肉切成近似 30 mm × 20 mm × 15 mm (长 × 宽 × 厚), 质量约为 7~11 g 的样品, 将食用盐按照质量为 1:10 的比例混入纯净水中制作成盐水。将切好的羊肉块放入盐水中腌制约 10 min 后取出, 按照新疆烤羊肉将肉块以 3 块瘦肉中间搭配一块肥肉的穿法进行制备。烤肉串共制作 90 串, 保证烤好的肉串取出后能及时补充新的肉串。

4.2 试验仪器

便携式烤肉炉: 实验室自制;

户外扁气罐: FMS-G2 型, 单个净重 230 g, 毛重 360 g,

火枫野营用品公司;

石英电子秒表: J9-2 II 型, 精度 0.01 s, 日本晶振制造商;

电子天平: LD5100-1 型, 精度 0.1 g, 上海金利达衡器有限公司。

4.3 试验设计

在烤肉过程中选取燃气炉的火力类型、电机转速及烤制时间作为影响因素, 以感官评分为指标, 设计 3 因素 3 水平正交试验 (见表 1)^[15-16]。因燃气炉的火焰大小不易量化, 故采用户外扁气罐的调气阀开关实现炉头火焰大小调节, 采用观察法将燃烧器炉头炉面的燃烧状态进行 3 个类型的划分; 电机转速根据电压的变换来实现。

由于烤肉的颜色、风味、多汁性、质地等指标不易量化,

故采用感官评定方法对其指标进行评定。选定 10 人组成感官评定小组, 对烤肉的表皮颜色、风味、多汁性和咀嚼性进行单独评定, 每项按 10 分制进行打分, 感官评分标准见表 2^[17-18]。

5 结果与分析

5.1 正交试验结果

由表 3 可知, 因素的主次大小为 C>B>A, 最佳的烤肉方案为 A₁B₂C₂, 恰为表 3 中综合评分最高组, 此时肉在颜

表 1 便携式烤肉炉试验因素水平表

Table 1 The table of the test factors level of the portable roaster

| 水平 | A 火力 | B 电机转速/ (r · min ⁻¹) | C 烤制时间/ min |
|----|------|-------------------------------------|----------------|
| 1 | 小火 | 2 | 6 |
| 2 | 中火 | 3 | 7 |
| 3 | 大火 | 4 | 8 |

表 2 烤肉试验的感官评定标准

Table 2 The sensory evaluation criteria of the barbecue test

| 分值 | 颜色 | 风味 | 多汁性 | 咀嚼性 |
|----|--------------|-------------|------------------|-----------|
| 2 | 表面焦糊、切面发黑 | 无烤肉味 | 无汁液感, 口感粗糙, 难以下咽 | 难以咀嚼 |
| 4 | 表面焦糊、切面呈浅红褐色 | 烤肉香味较淡 | 多汁感较差 | 咀嚼性较差 |
| 6 | 表面暗红色、切面呈红褐色 | 烤肉香味一般 | 多汁感一般 | 咀嚼较容易 |
| 8 | 表面焦黄、切面呈暗红色 | 烤肉香味较好 | 多汁感较好 | 易咀嚼 |
| 10 | 表面焦黄、切面呈深暗红色 | 烤肉香味极强, 无异味 | 汁液丰富, 口感滑润, 易下咽 | 咀嚼性好, 肉感强 |

表 3 正交试验设计及结果

Table 3 Design of the orthogonal test (n=10)

| 试验号 | A | B | C | 颜色 | 风味 | 多汁性 | 咀嚼性 | 综合评分 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|-----|-----|------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 8 | 10 | 10 | 8 | 36 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 6 | 6 | 8 | 4 | 24 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 8 | 8 | 6 | 6 | 28 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 6 | 4 | 6 | 4 | 20 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 6 | 4 | 18 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 6 | 4 | 6 | 4 | 20 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 6 | 4 | 4 | 4 | 18 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| k ₁ | 22.7 | 18.7 | 14.7 | | | | | |
| k ₂ | 22.0 | 24.6 | 26.6 | | | | | |
| k ₃ | 18.0 | 19.3 | 21.3 | | | | | |
| R | 4.7 | 5.9 | 11.9 | | | | | |
| 优方案 | A ₁ | B ₂ | C ₂ | | | | | |

色、风味、质地、多汁性的方面品质最好。即最优组合为:采用炉面微红且稍带蓝色絮状火焰,电机转速 3 r/min,烤制时间 7 min。

5.2 方差分析

由表 4 可知,烤制时间对烤肉的综合评分影响显著,其次是火力类型,最后是电机转速。

通过对传统烤肉炉与便携式烤肉炉的烤制工艺进行比较,传统烤肉炉的制品在风味上略好于便携式烤肉炉的制品,但是在制品颜色、多汁性及咀嚼性上均不如便携式烤肉炉的烤制工艺的制品。

表 4 方差分析

Table 4 Analysis of variance

| 方差来源 | S | f | \bar{S} | F | 显著性 |
|------|-----------|---|-----------|-------|-----|
| 火力类型 | 38.222 | 2 | 19.111 | 0.216 | * |
| 电机转速 | 64.889 | 2 | 32.444 | 0.367 | |
| 烤制时间 | 216.889 | 2 | 108.444 | 1.226 | ** |
| 误差 | 176.889 | 2 | 88.444 | | |
| 总计 | 4 424.000 | 9 | | | |

6 结论

(1) 通过对市场上现有烤肉炉进行详细的了解,针对其出现的问题设计了一种较有创新性的户外用便携式烤肉炉。

(2) 便携式烤肉炉进行热性能试验,该烤肉炉左右侧板和前后面板能起到绝热的作用,故该烤肉炉的热利用率较高。同时由肉串扦上的温度场分布可知,肉串扦中心位置温度较高且受热均匀,将肉制品集中串在肉串扦中心位置,可缩短烤制的时间。

(3) 通过烤肉试验确定了该烤肉炉的最佳烤制工艺,为后续的生产试验提供了理论依据和技术支持。

综合以上结论表明,本次研制的便携式烤肉炉相对于其他烤肉炉具有结构分布合理、热利用率高、保温效果好、烤制时间短等优点,更适合户外使用。为了产品未来更好的推广,需对烤肉炉的相关部件进行配套设计,对燃烧器最佳安装位置有待进一步研究。

参考文献

- [1] 林乃桑. 中国古代饮食文化[M]. 北京: 商务印书馆, 2007: 17-18.
- [2] WOOD J D, NUET G R, FURSEY G A J, et al. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork [J]. Meat Science, 1995, 40(2): 127-135.
- [3] 陈晓伟. 红外线烧烤炉: 中国, 201320296939[P]. 2013-05-27.
- [4] 张振, 肉孜·阿木提. 家用烤肉炉的设计与试验[J]. 粮油加工, 2014(10): 77-80.
- [5] 吕仲明, 肉孜·阿木提, 努尔旦·木哈太, 等. 国内烤肉装置的研究现状[J]. 安徽农业科学, 2015(18): 289-293.
- [6] 赵娜, 王涛, 何焯亮. 橡胶果脱壳装置的设计[J]. 食品与机械, 2016, 32(6): 119-121.
- [7] 裴坤, 段凤江, 孔晓玲, 等. 太阳能蒸汽热风干燥系统的设计与研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(4): 106-108.
- [8] 刘晓雯. 基于 ANSYS 专用计算机机箱温度场分析与实验[J]. 制造业自动化, 2014(5): 44-46.
- [9] 任海伟, 李金平, 刘增光, 等. 太阳能干燥室内部气流场分布 CFD 数值模拟[J]. 农业机械学报, 2012, 43(10): 235-238.
- [10] 李天鹏, 肖健, 杨良勇. 基于 ANSYS Workbench 的防爆柴油机气缸盖和气缸体的温度场分析[J]. 装备制造与教育, 2015, 29(1): 62-66.
- [11] 邢静忠, 李军. ANSYS 的建模方法和网格划分[J]. 中国水运, 2006, 6(9): 116-118.
- [12] OLWI Ibrahim, KHALIFA Adel. Numerical modeling and experimental testing of a solar roaster[J]. Solar Energy, 1993, 115(1): 5-10.
- [13] SI Huang, TIAN Tian-ding, CHAO Yan, et al. Optimal design of heating and ventilation for drying room based on transient CFD simulation[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 2 559(364): 524-528.
- [14] 聂学俊, 王丽, 李国锋. 压力锅工作过程中的热分析[J]. 食品与机械, 2012, 28(4): 112-114.
- [15] 王洪亮, 施卫东, 陆伟刚, 等. 基于正交试验的深井泵优化设计[J]. 农业机械学报, 2010, 41(5): 56-63.
- [16] 宇传华. SPSS 与统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 334-343.
- [17] 薛丹丹, 张德权, 陈丽, 等. 烤制羊肉食用品质评价指标筛选[J]. 食品科技, 2012, 37(10): 114-118.
- [18] 吴谋成. 食品分析与感官评定[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 1-4.

信息窗

国际癌症研究中心: 喝 65 °C 以上饮料可能导致食道癌

食品伙伴网讯 据外媒报道,世界卫生组织(WHO)旗下国际癌症研究中心(IARC)6月15日表示,喝 65 °C 以上很热的饮料可能导致食道癌,不过若在"正常温度"下喝咖啡,则没有致癌的可能。

国际癌症研究中心主任怀尔德(Christopher Wild)指出,研究结果显示,喝很热的饮料是食道癌可能原因之一。这关键在于温度,而非饮料本身。

据报道,IARC 就咖啡于茶等饮料中可能致癌成分,审

查超过 1 000 份科学研究资料。

IARC 表示,证据显示,咖啡与癌症风险增大没有关联。不过部分证据显示,若入口温度若超过 65 °C,可能导致食道癌。中国、伊朗、土耳其和南美等地研究发现,患食道癌的机率会随饮料入口温度升高而增大。这些国家习惯喝很热的茶,温度都在 65 °C 以上。

(来源:www.foodmate.net)