

一种新型腐竹生产设备的研究

Study on a new type of equipment for yuba production

袁夫彩 孙海亮

YUAN Fu-cai SUN Hai-liang

(河南工业大学机电工程学院, 河南 郑州 450001)

(School of Mechanical & Electrical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450001, China)

摘要:为实现腐竹的优质、高效和连续化生产,分析国内外腐竹生产的现状,以及目前常用的腐竹生产设备的优缺点,提出一种新型连续化的腐竹生产设备构型。运用“Pro/E”计算机软件,虚拟设计出新型腐竹设备及其关键部件的三维视图;通过计算机虚拟装配和干涉检验,表明该设备结构合理,无干涉现象。

关键词:腐竹;设备;虚拟设计;仿真

Abstract: In order to ensure Yuba production for high quality, efficiency and continuousness, by analyzing the current situation of domestic and international in Yuba production, and study the Yuba production equipment commonly used features, a new type of equipment for continuous Yuba production was designed. By using "Pro/E" software, designed the virtual design of 3D view model in equipment and its key components. Through the virtual assembly and interference inspection indicated that the device was reasonable in structure, and had no interference phenomenon. Has certain practical value and theoretical significance of the study.

Keywords: yuba; equipment; virtual design; simulation

腐竹属于一种传统大豆制品,不仅口感好和味道鲜美,而且营养丰富。据报道^[1],腐竹中含蛋白质约为 55%,中性脂肪约为 26%,生化磷脂约为 2%,特别是其中的蛋白质能被人体近 100%吸收。现有的腐竹生产设备处于断续和半连续化生产状态,生产效率较低,为此开展一种新型腐竹生产设备的研究已显得十分必要。

1 腐竹生产工艺及设备研究进展

腐竹生产常用的工艺流程图见图 1^[2]。腐竹生产企业普遍采用手工生产,这是因为手工生产方式具有能耗低、结膜快和出皮率高的优点。与机械化连续生产方式相比,在利润上具有一定的优势。但是随着人工成本不断上升,以及食品

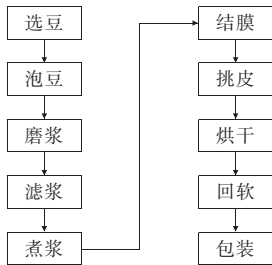


图 1 目前常用腐竹生产工艺图

Figure 1 The Yuba production processes used graph

安全对规模化、自动化的要求,连续机械化和自动化生产方式代替手工生产,已成为腐竹产业发展的必然趋势。

目前国内外较常用的腐竹生产设备主要有两种:① 双传动带式腐竹自动成形机;② 结膜池式腐竹成形机。

1.1 双传动带式腐竹自动成形机

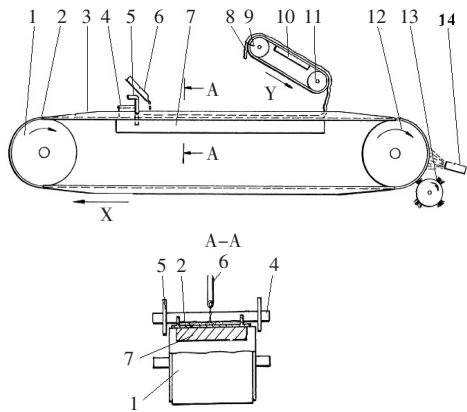
双传动带式腐竹自动成形机的结构见图 2。该设备的生产原理为:豆浆通过输送管输送到传送带 2 上,通过挡板防止豆浆倒流;转动辊 12 带动传送带 2 沿 X 方向运动,输送带 2 和两侧铰接可拉伸的软挡板 3 组成容器状结膜池,防止豆浆向两侧溢出;加热室中通入蒸汽对传送带直接加热,维持传送带上豆浆的温度在 85℃左右;当输送带运动至右端时,豆浆刚好结膜成腐竹皮,传送带 8 以传送带 2 的速度沿 Y 方向运动,将传送带 2 上的腐竹皮揭起;输送带 2 右端安装高压水管 14 和清理刷 13 清除输送带 2 上的残留物质^[3-7]。双传动带式腐竹自动成形机实现了机械化生产,但还存在着如下不足之处:

(1) 传送带 2 和传送带 8 的材料采用钢板,而钢板在经过数次折弯之后,一方面会发生卷边现象,降低传送带与蒸汽加热室的密封效果,造成蒸汽大量泄漏,不仅浪费热量,而且还使生产车间环境恶化,影响工人的健康;另一方面,钢板在经过数次折弯之后会发生疲劳破坏,使豆浆泄露,影响生产。

作者简介:袁夫彩(1964—),男,河南工业大学教授,博士。

E-mail: yuanfucui@haut.edu.cn

收稿日期:2014-06-12



1、9、11、12. 滚筒 2、8. 传送带 3. 软挡板 4. 挡板 5. 标杆
6. 布浆管 7、10. 加热器 13. 清理刷 14. 高压喷头

图 2 双传送带式腐竹自动成形机示意图
Figure 2 Double belt type automatic Yuba machine diagram

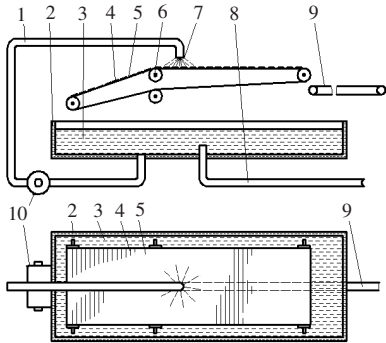
(2) 传送带若出现褶皱,其平面度将下降,豆浆深度不稳定,生产出的腐竹品质也不稳定;另外,传送带在运行时还会发生振动,影响豆浆的结膜速率。

(3) 传送带上部豆浆液深度不足,腐竹出品率会受到影响,而且每次注浆只能结膜一次,回浆时热量和浆液均有损失,浪费能源和材料。

(4) 无法直接自动检测传送带上的温度。往往凭工人经验,根据产品成色,间接控制温度。控制严重滞后,容易造成废品。

1.2 结膜池式腐竹成形机

结膜池式腐竹成形机结构见图 3。该设备生产腐竹的工艺为:豆浆不断经由注浆管 8 输入到豆浆池 3 中,维持豆浆的深度和浓度恒定;泵 10 将豆浆池底部的碳水化合物抽到传送带上方,由花洒 7 淋洒在已经揭起的腐竹皮上,防止豆浆浪费;加热层 2 内部通入过热蒸汽,对豆浆池加热,维持豆浆温度相对恒定;腐竹皮在豆浆液面上运动时不断形成,并由传送带 5 以与腐竹皮结膜速率相同的速度运行,实现连续



1. 注浆管 2. 加热层 3. 豆浆池 4. 传送带表面齿 5. 传送带
6. 滚筒 7. 花洒 8. 注浆管 9. 传送带 10. 泵

图 3 结膜池式腐竹自动成形机示意图
Figure 3 Conjunctival pool Yuba forming machine

生产。该设备生产与双传送带式生产相比而言较为节能,产品质量相对稳定^[8-10]。同样,该设备也存在着如下不足:

(1) 输送带在拉动腐竹皮运动时,会扰动豆浆液面,影响腐竹皮的结膜速率。

(2) 揭皮时,腐竹皮要拖动数米长,结膜时间会相应增加,影响腐竹皮的产量。

(3) 设备运行时不能靠搅动来均化豆浆液,只能依靠液体本身的扩散运动调节豆浆的浓度,调节速度较慢。

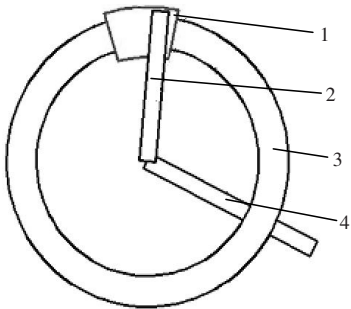
(4) 手工生产中通常有搅浆,除了匀化豆浆浓度外,还可以搅起池子底部沉淀的碳水化合物。而该设备采用泵将沉淀的碳水化合物淋洒于已经成形的腐竹皮上部,一部分会形成双层皮,另一部分则成了留在腐竹皮上部的碳水化合物渣,在消费者食用前浸泡时又会流失。

2 新型腐竹生产设备的设计及研究

2.1 新型腐竹生产工艺装备布置及加工机理

针对上述目前两种常用的腐竹生产设备优缺点,汲取手工生产腐竹的结膜快和产率高的优点,提出了一种新型腐竹连续机械化生产工艺装备及其布置构型。

新型腐竹生产工艺装备布置见图 4,该工艺的加工机理为:结膜池 3 固定在机架上,揭皮小车 1 一边沿着结膜池 3 的上部导轨按照计算机程序进行自主运动,一边将形成的腐竹膜揭起;揭起的腐竹膜先由传送带 2 传送至环形圆心(即结膜池的中心),再由传送带 4 输送至结膜池外部,接着进入烘干、回软和包装环节,从而实现腐竹的连续化和自动化生产。



1. 结皮小车 2. 传送带 3. 结膜池 4. 传送带

图 4 新型腐竹连续化生产工艺装备布置图
Figure 4 Novel Yuba continuous production process layout

2.2 新型腐竹生产设备构成及三维建模

根据新的腐竹连续化生产工艺布置要求,运用“Pro/E”软件^[11,12],设计出新型腐竹生产设备三维模型(见图 5)。该设备的运行机理为:环状结膜池 3 内部注入深 50 mm 左右的豆浆进行结膜;结膜池 3 下面有完全封闭的蒸汽加热室对豆浆加热,维持豆浆具有相对恒定的温度;揭膜小车 10 上部安装有两台电动机,分别驱动切向传送带和法向传送带;小车在环形轨道 2 上运动,同时传送带以与小车相同的速度将腐竹皮揭起,并输送走;在切向传送带上方还安装有腐竹皮

切刀 7 和条形整形器 8,可以将腐竹皮切成需要的宽度,并整形为条形状;法向传送带上部安装有腐竹条切断刀,将成形后的腐竹条按照设定长度切断,再由法向传送带输送走;小车运行周期与腐竹皮结膜时间相同,即小车从某一位置运行一周,当再次运行到该位置时,腐竹皮刚好达到所需厚度,这样周而复始,从而实现腐竹的连续化和自动化生产。

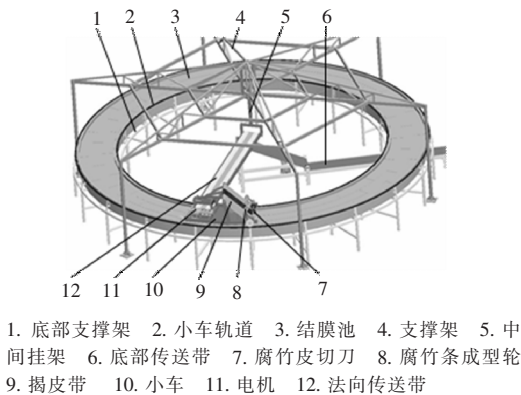


图 5 腐竹生产设备三维模型图

Figure 5 Yuba production equipment three-dimensional model diagram

2.3 中间旋转器的设计

由图 5 可知,揭皮小车上需要输入能源给上部电动机提供动力,同时小车上所载的喷管也需要水的输入,因此小车上必然要配有水管线和电缆线与地面水箱和电缆连接;在小车循环运动时,水管和电缆线如果不加处理,必然会发生缠绕。为此,采用电刷和旋转密封水管结合在一起的旋转器来实现连续运转。设计的旋转器三维模型见图 6,中间接管 3 与旋转连接密封 4 之间可以转动。由于小车沿轨道逆时针运动,则中间连接管 3 与上部电刷 2 通过左旋管螺纹连接。通水管 1 通过法兰与中间支撑架固定在一起,底部接管 5 与中间挂钩固定在一起,有效地解决了电缆和水管缠绕的问题。

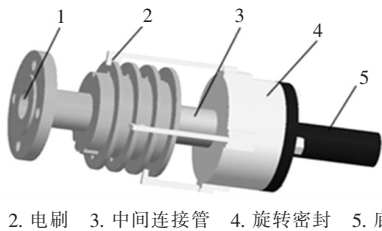


图 6 旋转器三维模型图

Figure 6 Rotating three-dimensional model diagram

2.4 新型腐竹生产设备虚拟装配和分析

虚拟装配就是在一定的设计条件下,实现腐竹设备三维实体模型的总体设计;是按照一定的约束条件和连接方式,将腐竹设备中的各个零件组成一个设备整体,并且能够满足设计功能的虚拟仿真过程。采用“Pro/E”计算机软件,能够

模拟实际环境中的装配情况,并进行仿真分析和判断,尽早发现设计缺陷和潜在的风险,提前进行改善和修正,从而减少后期制造和修改的费用,缩短腐竹设备设计和制造的时间^[13-15]。

在进行计算机虚拟装配时,首先要对腐竹设备中的各个子零件作出技术处理,调出第一个装配子零件机架,调整好装配的位置,确定其坐标系;然后,分别按照装配工艺的顺序,按照自下而上的原则进行相关零件约束定义,并且一个的一个的自下而上地进行装配;在零件装配时,关键的环节就是对零部件进行合适的约束,在“Pro/E”中建立装配关系是用贴合、平面和基准面对齐,坐标系各个轴相互对齐的约束命令,将所有的零部件按照技术要求装配组合在一起;腐竹设备的干涉检验,是设计时用到的一种检验方法,运用装配检验可以发现腐竹设备中零件设计的缺陷,把设计失误和缺陷消除在设计阶段和制造之前,从而减少不必要的损失。新型腐竹设备虚拟装配和检验的流程见图 7。计算机设计、虚拟装配和检验后的总体三维视图见图 5。通过计算机虚拟装配和检验,表明设计的新型腐竹设备结构合理,无干涉现象。

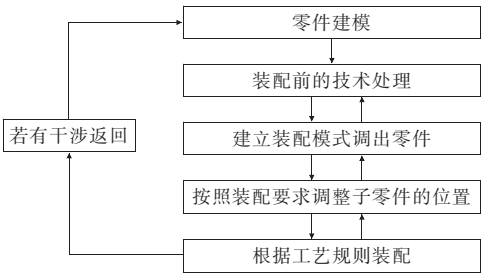


图 7 腐竹设备虚拟装配及检验流程图

Figure 7 Assembly flowchart of Yuba production equipment

3 结束语

分析了腐竹生产工艺及其设备的现状,提出了一种新型的腐竹连续自动化生产设备构型,建立了该设备及其关键部件的三维模型,为腐竹连续化、自动化和高效生产提供了一种新型的装置;该装置克服了过去腐竹手工生产和机械化生产效率低的缺点;运用计算机对新型的腐竹连续自动化生产设备进行了虚拟装配及仿真检验,与传统的设计制造相比,节省了实物验证的费用和时间,该设计方法对于同类设备的设计研究具有一定的参考价值。

由于时间、试验经费和试验场地等因素的限制,本研究未能及时地将设计的新型腐竹生产设备用于实际生产上。下一步需要将研制的连续自动化腐竹生产设备实用化、系列化和智能化。

借此机会,感谢参考文献中提到及未提到的同行学者对本研究的帮助,特别感谢河南省委组织部、河南工业大学和河南质源豆制品有限公司对本研究的支持和帮助。

(下转第 144 页)

天时,滩羊肉表面发粘,第 5 天时肉色变绿,严重影响肉的品质和货架期;0~4℃贮藏的滩羊肉成熟较缓慢,成熟时间较长,pH 下降速度慢,肉的保水性较好,低温抑制了滩羊肉的氧化,肉色可以维持很长时间,在贮藏期内滩羊肉的品质一直良好。综合各因素考虑,低温(0~4℃)条件下贮藏滩羊肉可以有效地减缓滩羊肉的成熟,使滩羊肉保持良好品质,延长它的货架期。

参考文献

1 杨秀芳. 宁夏盐池滩羊品种资源的保护现状及发展建议[J]. 调查研究,2006,26(6): 36.

2 李伟. 宁夏滩羊肉的特征香气成分分析[J]. 现代食品科技, 2013,29(5): 1 173~1 177.

3 Enfalt A C, Lundstrom K, Hansson I, et al. Comparison of non-carriers and heterozygous carriers of the RN-allele for carcass composition, muscle distribution and technological meat quality in Hampshire-sired pigs[J]. Livesock Production Science, 1997, 47(3): 221~229.

4 Eikelenboom G, Monin G. Evaluation and control of meat quality in pigs [M]. The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers, 1987: 447.

5 尹靖东. 动物肌肉生物学与肉品科学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2011.

6 鲁蒙. 冻藏时间及 pH 对宰后不同部位羊肉保水性变化的影响[J]. 肉类研究,2013,27(9): 26~30.

7 夏列,蒋爱民,卢艳,等. 不同冷却方式下猪肉贮藏期持水力的变化[J]. 食品与机械,2013,29(2):154~158.

8 段虎,王祎娟,马汉军. 超高压处理对肉及肉制品食用品质的影响[J]. 食品与机械,2012,27(1):151~154.

9 Bekhit A E D, Geesink Ilian G H, Ilian M A, et al. The effects

of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties[J]. Food Chemistry, 2003,81 (2): 175~187.

10 李泽,靳焯,马霞. 不同贮藏温度下宰后羊肉的肉质变化及其影响因素[J]. 农业工程学报,2010,26(增刊 1): 338~342.

11 路文敏,张建国,刘萍. 滴水损失与汁液流失关系的研究[J]. 肉类工业,2010(7): 29~31.

12 Honikel K O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat [J]. Meat Science,1998,49(4): 447~457.

13 杨霞,王鸥,冯媛媛,等. 宰后成熟过程中猪肉色泽变化研究[J]. 食品工业,2012,33(4): 96~98.

14 Wulf D M, Wise J W. Measuring muscle color on beef carcasses using the $L^* a^* b^*$ color space[J]. Journal of Animal Science, 1999,77(9): 2 418~2 427.

15 李利. 不同温度处理对羊肉宰后成熟速度和食用品质的影响[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2003.

16 贾文婷. 宰后不同处理对羊肉品质影响的研究[D]. 石河子:石河子大学,2013.

17 周玄. 宰后处理方式对冷却肉保水性的影响研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2012.

18 田甲春,韩玲,刘昕,等. 牦牛肉宰后成熟机理与日用品质研究[J]. 农业机械学报,2012,43(12): 146~150.

19 吴菊清,李春保,周光宏,等. 宰后成熟过程中冷却牛肉、猪肉色泽和嫩度的变化[J]. 食品科学,2008,29(10): 136~139.

20 冯京海,张敏红,郑姗姗,等. 日循环高温对肉鸡线粒体活性氧产生量,钙泵活性及胸肌品质的影响[J]. 畜牧兽医学报,2006, 37(12): 1 304~1 311.

21 李莉. 冷却肉品质变化及调控措施[J]. 肉类研究,2010,24(8): 17~20.

(上接第 121 页)

参考文献

1 周显宏,余以刚. 豆皮加工与利用研究进展[J]. 粮食与食品工业, 2010,17(2):9~12.

2 韩智,石谷孝佑,李再贵. 不同豆浆浓度和浆液深度对腐竹生产的影响[J]. 农业工程学报,2005,21(11):179~181.

3 欧阳平一,刘炜松. 腐竹工业化加工工艺优化研究[J]. 食品与机械,2010,26(2):123~126.

4 李诗龙,刘协舫,张永林. SFZCX125 型腐竹自动成形机的研制[J]. 粮油加工,2006(12):72~74.

5 李诗龙,丁文平,张永林,等. 腐竹的机械化生产关键技术研究[J]. 农业工程学报,2009,23(10):224~228.

6 晁贻存,刘延美. 自动化悬浮式腐竹机:中国, CN2316821[P]. 1999—05—05.

7 孙德胜,孙庆新,孙艳红. 自动腐竹加工机:中国, CN1582727 [P]. 2005—02—23.

8 罗绯,林亲录,陆玲,等. 超声提取豆皮水溶性膳食纤维的工艺研究[J]. 食品与机械,2008,24(6):44~45.

9 乔元勃. 豆腐皮机械化生产线的设计[D]. 杭州:浙江大学,2008.

10 侯传亮,李诗龙. SFZCX125 型腐竹结膜成形机研制[J]. 农业机械,2011(1):149~152.

11 刘梦飞,郑甲红,高警. 采摘机—核桃树系统的仿真与试验[J]. 食品与机械,2014,30(1):107~110.

12 朱文华,马登哲,张健希. 虚拟装配技术应用的研究[J]. 机械设计与研究,2014,20(6):47~51.

13 Liu G H, Yao Y X. Development of a new virtual environment system for assembly[J]. Key Engineering Materials, 2006, 316 (5): 556~560.

14 夏平均,姚英学. 虚拟装配的研究综述与分析[J]. 哈尔滨工业大学学报,2008(5):2~6.

15 Laycock S D,Day A M. A survey of haptic rendering techniques [J]. Computer Graphics Forum,2007,26(1):50~65.