

多功能一体包馅机的设计及其参数优化

Design and parameters optimization of multifunctional encrusting machine

林 雪^{1,2}黄鹏程^{1,2}田立权^{1,2}侯长安³LIN Xue^{1,2}HUANG Peng-cheng^{1,2}TIAN Li-quan^{1,2}HOU Chang-an³

(1. 金华职业技术学院, 浙江 金华 321000; 2. 浙江省农作物收获装备技术重点实验室,

浙江 金华 321000; 3. 兰溪健发食品机械有限公司, 浙江 兰溪 321100)

(1. Jinhua Polytechnic, Jinhua, Zhejiang 321000, China; 2. Zhejiang Province Key Laboratory of Crop Harvesting Equipment Technology, Jinhua, Zhejiang 321000, China; 3. Lanxi Jianfa Food Machinery Co., Ltd., Lanxi, Zhejiang 321100, China)

摘要:针对食品加工机械包馅工序中出现粘结密封性差、易漏馅漏油等问题,设计了基于“馅料下推、内滚包馅、切割收口”加工工艺的多功能一体包馅机。该包馅机包括面皮输送机构、馅料流转系统和收口出料装置等关键机构,可以实现面皮送料、馅料包馅、成品收口和出料等加工环节。同时,提出了以整机漏馅率表征多功能一体包馅机的使用效果,并采用自主研发的样机进行了 100 组不同参数下的漏馅率试验。试验结果表明:推馅气缸气压和第 4 驱动电机转速的数值变化会直接影响整机漏馅率,确定了推馅气缸气压 $P=0.5$ MPa 和第 4 驱动电机转速 $n_4=70$ r/min 为最佳参数。在此参数下,整机漏馅率 L 为 0.2%,生产效率为 40 个/min。

关键词:包馅机;多级驱动;多功能一体化

Abstract: Aiming at the problems of poor bonding & sealing performance and oil leakage in the filling process of food processing machinery, a multifunctional encrusting machine is designed based on the processing technology of “pushing down the filling, rolling the filling, cutting and closing”. The encrusting machine includes many key mechanisms such as dough conveying mechanism, stuffing circulation system and closing and discharging device, which can realize the processing links of dough feeding, stuffing encasement, finished product closing and discharging. Meanwhile, the filling leakage rate of the whole machine is proposed to characterize the use effect of the multifunctional encrusting machine. A self-developed prototype was produced to test the filling leakage rate of 100 different sets of parameters. The test

results show that the numerical change of the filling cylinder air pressure and the fourth driving motor speed will affect the filling leakage rate of the whole machine directly. It is determined that the best parameter is $P=0.5$ MPa and $n_4=70$ r/min. In this case, L is 0.2%, and the production efficiency is 40 pieces/min.

Keywords: encrusting machine; multi stage drive; multi functional integration

在层酥类食品制作过程中,包馅是至关重要的步骤之一,直接影响食品的外观与口感^[1-2]。传统的层酥类食品生产工艺是以单个食品为基数进行人工包馅,且在其上端一次收口,收口处粘结密封性好、不漏陷^[3]。目前的层酥类食品加工机械为提高生产效率,往往采用“多对象同步滚卷包馅、上下覆盖收口”加工工艺,每个食品均有上、下两个缺口^[4-6]。同时,覆盖收口的粘结密封性取决于食品本体与覆盖食材之间的黏性与覆盖过程中的力,一旦黏性和力度控制不当,极易在后续加工工序中发生漏馅、漏油等意外,严重影响产品口感和保质期^[7-8]。

针对现有层酥类食品生产机械在包馅环节中存在的不足,研究拟提出一种“馅料下推、内滚包馅、切割收口”的包馅工艺,通过内滚包馅的方式,模拟人工包馅手法,使包馅后的食品只有一个待收口区域,以期降低多面收口导致的漏馅率和漏油率。

1 多功能一体包馅机总体结构及工作原理

多功能一体包馅机由面皮输送机构、馅料流转系统和收口出料装置组成^[9-10]。其中,面皮输送机构、馅料流转系统和收口出料装置沿食品加工工序依次设置。其中,面皮输送机构主要用于待包馅面皮的传输;馅料流转系统包括挤馅机构、分馅机构和包馅机构,对应挤馅、分

基金项目:浙江省重点研发计划项目(编号:2014C02015)

作者简介:林雪,女,金华职业技术学院高级工程师,硕士。

通信作者:黄鹏程(1986—),男,金华职业技术学院教授,博士。

E-mail: 83285908@qq.com

收稿日期:2020-12-10

馅、包馅 3 道工序;收口出料装置则由收口刀盘机构和出料输送机构两部分组成。整体结构如图 1 所示。

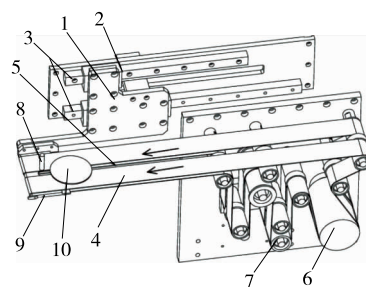
多功能一体包馅机工作原理:馅料通过馅料斗 1 进入馅料流转系统的挤馅机构,并由挤出管 26 将馅料定量地挤入分馅机构,其中,可通过调节叶片泵 27 转速实现馅料挤出速度的控制;分馅机构通过压馅气缸 7 推动推馅压头 8 和压馅压头 22,在馅料挤压成型过程中,将其推送至位于送料输送带 12 的面皮上。分馅机构的压头 22 继续推送馅料,使馅料带动面皮通过包馅机构,实现面皮对馅料的包裹,并进入收口出料装置的收口 17,通过刀具 18 及其配套机构完成收口,并由出料输送带 23 完成出料。

2 多功能一体包馅机关键部件设计

2.1 面皮输送机构

面皮输送机构由面皮运送装置、张紧装置和驱动装置组成,如图 2 所示。面皮 10 被置于送料输送带 4 上随送料输送带 4 一起运动,驱动装置驱动滑块 2 沿滑轨 3 来回运动,并带动平移件 9 跟随运动。平移件 9 则位于送料输送带 4 的输出端处,在平移件 9 随滑板 1 运动时,送料输送带 4 的输出端会从包馅机构的填馅工位上方抽离,使面皮 10 在惯性作用下落入包馅机构的填馅工位处。

送料输送带 4 张紧绕在平移件 9、主动辊 6 和张紧辊 7 上,其中,张紧辊 7 与机架之间还设有配合平移件 9



1. 滑板 2. 滑块 3. 滑轨 4. 送料输送带 5. 缝隙 6. 主动辊 7. 张紧辊 8. 光电检测器 9. 平移件 10. 面皮

图 2 面皮输送机构

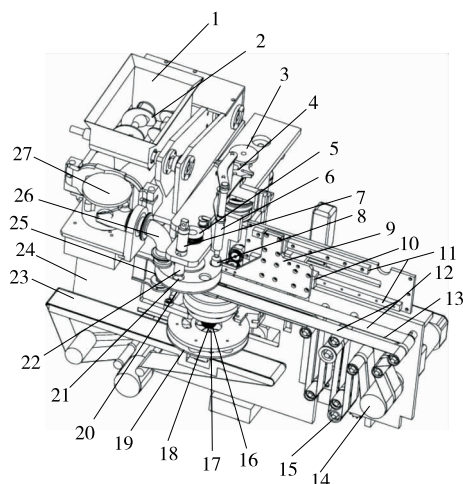
Figure 2 Dough conveying mechanism

运动以补偿送料输送带 4 张紧力的张紧调节机构。由于送料输送带 4 张紧地绕在平移件 9 及托辊上。因此,在平移件 9 来回运动的过程中,可以通过张紧辊 7 的运动实现送料输送带 4 的张紧。

2.2 馅料流转系统

馅料流转系统包括挤馅机构、分馅机构和包馅机构,分别对应挤馅、分馅、包馅 3 道加工工序。其中,挤馅机构与分馅机构如图 3 所示。挤馅机构包括馅料斗及设置在馅料斗内的出料绞龙。其中,馅料斗的出料端、叶片泵与馅料挤出管 3 首尾相接。位于馅料斗内的馅料在出料绞龙的输送下到达叶片泵,并通过叶片泵将馅料从挤出管 3 中匀速挤出。

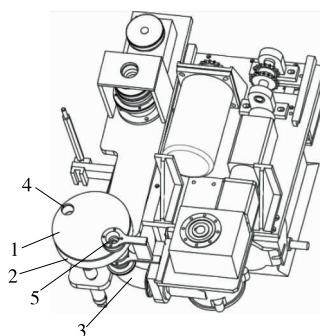
分馅机构位于挤馅机构的下方,包括成型盘 2、推馅机构、压馅装置和驱动成型盘 2 绕中心轴转动的第一驱动机构。其中,成型盘 2 上均布有上下贯穿的成型孔,在成型盘 2 转动过程中,成型孔会随着转动先后到达与挤馅机构的出料口正对的挤馅工位处。推馅机构设置成型盘 2 的上方,且能通过压馅装置将与出料孔正对的成型孔内的馅料从上往下顶出。压馅装置位于挤馅机构与推馅机构之间,用于将成型孔内的馅料挤压成型。成型盘 2 在第一驱动机构作用下等分角度旋转,带有馅料的成型



1. 馅料斗 2. 出料绞龙 3. 主动轮 4. 行星棘轮 5. 从动轮 6. 推馅气缸 7. 压馅气缸 8. 推馅压头 9. 滑板 10. 滑块 11. 滑轨 12. 送料输送带 13. 缝隙 14. 主动辊 15. 张紧辊 16. 毛刷 17. 收口 18. 刀具 19. 固定板 20. 底板 21. 成型孔 22. 压馅压头 23. 出料输送带 24. 机架 25. 成型盘 26. 挤出管 27. 叶片泵

图 1 多功能一体包馅机

Figure 1 Multifunctional encrusting machine



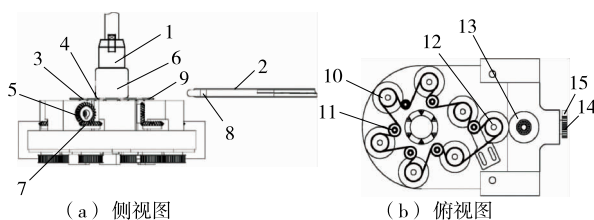
1. 底板 2. 成型盘 3. 挤出管 4. 出料孔 5. 溢馅孔

图 3 挤馅机构及分馅机构示意图

Figure 3 Schematic diagram of stuffing mechanism and sorting mechanism

孔随成型盘 2 旋转到压馅装置下方的压馅工位,馅料被压馅装置挤压成型后,又随成型盘 2 旋转到出料孔 4 处。此时装有馅料的成型孔与出料孔 4 上下正对连通,推馅装置将成型好的馅料从成型孔中推出,获得固定体积的馅料。

包馅机构包括机台及设置在机台上方的滚筒,各滚筒围成一个圈且筒面朝向圈中心,形成了面皮填馅工位,如图 4 所示。填馅工位 4 位于推馅压头 1 下方。机台上还设置有驱动各滚筒 3 朝填馅工位 4 中心方向转动的第 4 驱动机构。当面皮 9 进入包馅机构填馅工位 4 后,推馅压头 1 将成型好的馅料 6 推至面皮 9 上,并进一步下压馅料 6,直至馅料 6 与面皮 9 一起陷入到填馅工位 4 下方的孔洞。在推馅压头 1 下压过程中,第 4 驱动机构驱动滚筒 3 朝填馅工位 4 中心方向转动,并不断地将附着在筒面上的面皮 9 往下送,直至完全脱离筒面。转动的滚筒能减少面皮 9 在推馅压头 1 下压过程中面皮 9 的延展,有效防止了填馅过程中的面皮破损现象。在此过程中,推馅压头 1 推动馅料 6 与面皮 9 同步下移,使馅料 6 与面皮 9 完全贴实,最终完成包馅工序。



1. 推馅压头 2. 送料输送带 3. 滚筒 4. 填馅工位 5. 从动齿轮 6. 馅料 7. 主动齿轮 8. 平移件 9. 面皮 10. 滚轮 11. 变向轮 12. 同步带轮 13. 过度齿轮 14. 传动齿轮 15. 齿条

图 4 包馅机构结构示意图

Figure 4 Structure diagram of encrusting mechanism

2.3 收口出料装置

收口出料装置包括收口刀盘机构和出料输送机构。

收口刀盘机构由刀具、第 5 驱动机构、第 6 驱动机构和设置在机架上的固定板组成。同时,连接着刀具的转轴沿圆周等间距固定在固定板上。在刀具的中心处形成收口,固定板位于收口处设有通孔,通孔与上述收口上正对连通,第 5 驱动机构驱动刀具与转轴同步转动,以实现收口的扩缩运动。

出料输送机构包括出料输送带和上顶机构,以及控制上顶机构的第 6 驱动机构。其中,出料输送带设置在收口刀盘机构的下方,用于成品的运送。上顶机构位于输送带的下方,用于调整出料输送带位置高低,以免输送带与收口刀盘机构的高度差过大,导致成品在下降过程中受到损伤。

3 多功能一体包馅机驱动系统设计

多功能一体包馅机的驱动系统由 6 部分组成,分别

是:控制分馅机构成型盘转动的第 1 驱动机构、控制面皮输送机构滑块沿滑轨运动的第 2 驱动机构、通过调节张紧辊控制面皮输送带张紧力的第 3 驱动机构、驱动包馅机构滚筒朝填馅工位中心方向转动的第 4 驱动机构,以及控制收口出料装置收口刀具的第 5 驱动机构和调节出料输送带高度的第 6 驱动机构。

多功能一体包馅机驱动系统通过控制 6 个驱动机构实现送料、分馅、包馅、收口和出料等制作工序,具体控制流程:

(1) 第 1 驱动机构设置在馅料流转系统的分馅机构中。馅料被放入馅料斗后,通过挤馅机构将馅料从出料口挤出。同时,第 1 驱动机构控制分馅机构成型盘绕中心轴转动,使成型盘上的成型孔按序到达与挤馅机构出料口正对的挤馅工位,配合挤馅机构,实现分馅。

(2) 第 2 驱动机构和第 3 驱动机构均设置在面皮输送机构中。其中,第 2 驱动机构通过驱动滑块与平移件控制送料输送带的送料运动。由于送料输送带采用张紧环绕的方式与平移件及托辊连接,其张紧力会随着输送带的运动而降低。因此,第 3 驱动机构通过控制张紧辊的来回运动,实现送料输送带张紧力的控制。

(3) 第 4 驱动机构设置在馅料流转系统的包馅机构中。当待包馅面皮被输送到包馅机构的填馅工位后,第 4 驱动机构驱动控制滚筒朝填馅工位中心方向转动,在推馅压头下压馅料的过程中实现包馅。

(4) 第 5 驱动机构和第 6 驱动机构分别设置在收口出料装置的收口刀盘机构和出料输送机构中。当完成包馅工序后,第 5 驱动机构控制收口出料装置中的刀具,使其运动与转轴转动相一致,促使刀具完成扩缩运动,在扩缩运动中实现收口。同时,第 6 驱动机构通过驱动出料输送带下方的顶杆,实现输送带的上移接料和下降出料的工序。

4 试验设计与参数优化

4.1 试验设计

多功能一体包馅机的漏馅率是决定设备使用效果的重要指标。在包馅工作流程中,影响漏馅率的加工工序主要有推馅工序和填馅工序。上述工序则分别由控制推馅压头下压的推馅气缸和控制包馅滚筒朝填馅工位中心方向转动的第 4 驱动电机,推馅气缸气压 P 决定了馅料向填馅工位下移的速度,第 4 驱动电机转速 n_4 决定包馅机构填馅工位处滚筒转速,第 5 驱动电机转速 n_5 决定了收口刀具的转速。

为了确定推馅气缸气压 P 和第 4 驱动电机转速 n_4 对整机漏馅率 L 的影响,设计“ P/n_4-L ”试验。其中,漏馅率 L 通过对比包馅前后馅料的重量比来确定。包馅前的馅料重量取分馅工序完成后,处于成型盘的成型孔中馅料的重量;包馅后的馅料重量由产品总重减去面皮重

量计算求得。因此,整机漏馅率 L 可由式(1)求得。

$$L = \frac{m_1 - (m_2 - m_3)}{m_4} \times 100\%, \tag{1}$$

式中:

L ——漏馅率,%;

m_1 ——包馅后的产品总重量,g;

m_2 ——面皮的重量,g;

m_3 ——收口工序中切去的面皮重量,g;

m_4 ——包馅前馅料重量,g。

此外,成型盘上成型孔的容积固定不变,且馅料是采用压馅压头挤压填充的方式,将成型孔填满。因此,可以认为,同一批馅料搅拌均匀并经压头在成型孔中压实后,

其重量是固定不变的。经过测试试验,可得成型孔中馅料的重量为 50 g,即包馅前的馅料重量为 50 g;面皮的重量则控制在 60 g。

4.2 数据对比

选取推馅气缸气压 P 和第 4 驱动电机转速 n_4 为变量,其中,推馅气缸气压 P 取 0.3~0.8 MPa,第 4 驱动电机转速 n_4 取 10~100 r/min。通过不同参数条件下的漏馅率试验,分析 P 和 n_4 对整机漏馅率 L 的影响,并确定最优参数。每组参数试验 20 次,取平均漏馅率作为该条件下的整机漏馅率 L ;如 20 次试验中,有超过 5 次出现破损现象,则定义此组参数试验结果为“破损”。具体数据如表 1 所示。

表 1 不同气压与转速条件下整机漏馅率 L 对照表

Table 1 Comparison table of L under different air pressure and speed conditions %

P/MPa	$n_4/(\text{r} \cdot \text{min}^{-1})$									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.35	0.2	0.3	0.9	1.4	1.8	2.2	2.7	5.1	7.3	10.5
0.40	0.5	0.5	0.8	1.1	1.2	1.4	1.4	3.1	6.5	9.9
0.45	1.3	1.7	1.5	1.1	0.7	0.5	0.7	0.9	1.5	3.9
0.50	2.4	2.7	2.1	1.6	1.2	0.9	0.2	0.5	1.9	5.0
0.55	2.5	2.8	2.4	2.2	1.7	1.6	1.8	2.2	2.8	3.8
0.60	3.1	3.7	3.5	4.3	3.4	3.6	3.2	4.4	6.9	8.4
0.65	3.5	3.6	3.9	4.2	4.7	5.1	5.3	7.4	8.5	11.3
0.70	5.6	3.9	4.4	5.2	5.9	6.2	6.8	10.5	13.4	破损
0.75	4.7	4.9	5.5	6.4	7.5	8.3	9.5	12.3	破损	破损
0.80	5.8	6.5	5.4	6.8	11.1	13.6	破损	破损	破损	破损

由表 1 可知,试验结果“破损”为 7 次、漏馅率 L 超过 10%为 6 次、漏馅率 L 低于 1%为 12 次。其中,整机漏馅率 L 最高值出现在 P 为 0.8 MPa、 n_4 为 60 r/min 时,漏馅率 L 为 13.6%;当推馅气缸气压 P 为 0.35 MPa、第 4 驱动电机转速 n_4 为 10 r/min 和推馅气缸气压 P 为 0.5 MPa、第 4 驱动电机转速 n_4 为 70 r/min 时,整机漏馅率 L 最小,为 0.2%。

进一步分析表 1 的数据,当 P 达到 0.7 MPa 或者 n_4 达到 70 r/min 时,开始出现破损现象。分析破损现象出现的原因,可能是由于 P 上升后,推馅气缸的输出力加大,导致已成型的馅料在下压的过程中无法保持原有形状;而随着 n_4 的增加,面皮在包馅滚动的作用下,向中心包裹的速度加快;在上述两种因素的共同作用下,外漏的馅料越来越多,造成了“破损”现象的发生。同时,当 n_4 固定不变时,随着 P 的上升,整机漏馅率 L 也呈上升趋势;当 P 固定不变时,随着 n_4 的上升,整机漏馅率 L 虽也呈上升趋势,但却会出现波动。

分析整机漏馅率 L 最低的两组参数($P=0.35$ MPa、 $n_4=10$ r/min 和 $P=0.5$ MPa、 $n_4=70$ r/min)和相邻参数试验组,可以发现当推馅气缸气压 P 和第 4 驱动电机转

速 n_4 均处于较低值时,整机漏馅率 L 均在 1%以下;当推馅气缸气压 P 接近 0.5 MPa、第 4 驱动电机转速 n_4 接近 70 r/min 时,整机漏馅率 L 也能控制在 1%以下。考虑到包馅速度直接决定了整机包馅效率,可以认为,多功能一体包馅机推馅气缸气压 P 和第 4 驱动电机转速 n_4 的最优参数应为 $P=0.5$ MPa、 $n_4=70$ r/min。此时,整机漏馅率 L 为 0.2%,生产效率为 40 个/min。

5 结论

(1) 研究涉及的多功能一体包馅机可以实现面皮送料、馅料包馅、成品收口和出料等加工环节。一体包馅机的驱动系统可以按序驱动分馅机构、面皮输送机构、张紧机构、包馅机构、收口出料装置和出料输送机构,覆盖了成品加工的全过程。同时,可根据待包馅对象的尺寸需求,对包馅机构滚轮的间距进行调整,以实现多尺寸面皮的包馅加工。

(2) 提出了以整机漏馅率表征多功能一体包馅机的使用效果。采用自主研发的样机进行了不同参数条件下的漏馅率试验,得到了 100 组不同参数下的整机漏馅率。结果表明:推馅气缸气压和第 4 驱动电机转速的数值变

(下转第 161 页)

3 结论

伸筋草经水提醇沉后,其醇沉相具有显著的镇痛作用,该组分经 DEAE 柱分离后发现,镇痛功效主要存在于多糖中,对其进一步分离得到 1 个主要多糖 P,通过多糖 P 的 ^{13}C -NMR 谱分析可以推测多糖 P 的框架是以(1→4)- β -葡萄糖为主链,存在侧链与酰基,且其侧链连在 2 号位,乙酰基连在 6 号位。

有研究^[17]认为伸筋草的氯仿与正丁醇提取部分是起镇痛作用的主要部位。试验结果表明,伸筋草多糖是起镇痛作用的主要成分,有着良好的外周镇痛作用和中枢镇痛作用,主要是因为通过热板法和扭体法观察外周镇痛作用和中枢镇痛作用^[18],发现在此次试验中小鼠热板舔足时间显著提高,醋酸扭体发生时间显著延长。免疫器官指数和免疫细胞因子^[19]的改善可能是伸筋草多糖具有镇痛功效的主要原因,具体机制还需深入研究。

参考文献

- [1] CHEN Ye-gao, YANG Qian, ZHANG Yan. *Lycopodium japonicum*: A comprehensive review on its phytochemicals and biological activities[J]. Arabian Journal of Chemistry, 2020, 13(5): 5 438-5 450.
- [2] HE Juan, CHEN Xuan-qin, LI Ming-ming, et al. Lycojapodine A, a novel alkaloid from *Lycopodium japonicum* [J]. Organic Letters, 2009, 11(6): 1 397-1 400.
- [3] 杨申明, 范树国, 王振吉, 等. 乙醇回流法提取伸筋草总黄酮工艺及其体外抗氧化活性[J]. 北方园艺, 2016(6): 116-120.
- [4] 曾元儿, 叶木荣, 徐晖. 伸筋草不同提取部位抗炎镇痛药理实验研究[J]. 时珍国医国药, 1999(9): 641-642.
- [5] 李墨娇, 刘杰, 张玉波, 等. 伸筋草的化学成分研究[J]. 中草药, 2015, 46(1): 33-37.

(上接第 119 页)

化会直接影响整机漏馅率,参数过高时,甚至会出现包馅破损的情况。同时,考虑到上述参数对整机生产效率的影响,确定推馅气缸气压 $P=0.5\text{ MPa}$ 和第 4 驱动电机转速 $n_4=70\text{ r/min}$ 为最佳参数。

参考文献

- [1] 孙继丰, 迟晓斌. 面向制造和装配的食品机械设计研究[J]. 黑龙江科学, 2019, 10(24): 150-151.
- [2] 刘深, 夏培艳. 食品机械技术与发展研究: 评《食品加工机械与设备》[J]. 食品工业, 2020(5): 354.
- [3] 廖志伟. 食品机械设备选型原则及方法分析[J]. 企业技术开发, 2018(7): 81-82, 101.
- [4] 许德群, 肖衡. 我国包装与食品机械发展现状及趋势[J]. 食品与机械, 2011, 29(5): 47-50.

- [6] 刘巧洲, 郭静, 石磊, 等. 眼镜蛇毒因子抑制小鼠疼痛反应[J]. 中国药理学通报, 2019, 35(5): 739-740.
- [7] 周殿儒, 周游, 魏谭军, 等. 理气散结颗粒理气调血, 散结止痛的药效学作用[J]. 中成药, 2020, 42(2): 484-488.
- [8] 闫旭宇, 李玲. 水提醇沉法提取薏米多糖及其对羟自由基的清除作用[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(18): 1-5.
- [9] 侯云飞, 徐德平. 仙灵脾改善小鼠睡眠功效成分的分离鉴定[J]. 食品与机械, 2019, 35(12): 146-150.
- [10] 韦卓纯, 黄卫娟, 姚志红, 等. 肿节风高效薄层色谱鉴别[J]. 中成药, 2019, 41(7): 1 728-1 731.
- [11] 陈奇. 中药药理研究方法学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 427-428.
- [12] 陈小野, 张宇鹏, 蒋小丽, 等. 热板法、醋酸扭体法疼痛模型寒、热属性的初步研究[J]. 浙江中医学院学报, 2005, 29(4): 46-51.
- [13] XI Xiong-gang, WEI Xin-lin, WANG Yuan-feng, et al. Determination of tea polysaccharides in *Camellia sinensis* by a modified phenol-sulfuric acid method[J]. Archives of Biological Sciences, 2010, 62(3): 671-678.
- [14] 刘晓飞, 张宇, 王薇, 等. 发芽糙米中粗多糖的纯化及分子量测定[J]. 食品工业科技, 2019, 40(2): 25-30.
- [15] 安超, 薛文娇, 马赛箭, 等. 高效凝胶色谱法同时测定普鲁兰多糖生物合成过程中分子量和含量[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(7): 143-148.
- [16] 钱明辉, 达热卓玛, 徐德平. 荞麦蜂花粉多糖 A 的分离及其降血糖活性[J]. 食品与生物技术学报, 2019, 38(6): 80-85.
- [17] 叶盛英, 杨本明, 杜欣, 等. 中药伸筋草研究概况[J]. 药学实践杂志, 2009, 27(1): 18-20.
- [18] 陆怡, 朱元章, 朱国福, 等. 中药镇痛机理研究概述[J]. 世界中医药, 2015(4): 629-632.
- [19] 潘景芝, 金沙, 刘雅婧, 等. 刺五加多糖镇痛抗炎作用及其免疫调节机制的研究[J]. 上海中医药杂志, 2019, 53(10): 74-82.

- [5] 肖旭霖. 食品机械与设备[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 15-17.
- [6] 崔建云. 食品加工机械与设备[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2004: 32-35.
- [7] DONG Tian-fei. Automatic control of food packaging machinery[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020, 546(5): 1-5.
- [8] JEONG Myeongjin, LEE Myeonggu. Disaster analysis and prevention measures due to food processing machinery[J]. The International Promotion Agency of Culture Technology, 2018, 4(4): 407-412.
- [9] 侯长安, 郑飏, 陈建彬. 多功能一体包馅机: 201510541552.8[P]. 2015-12-16.
- [10] 杜金伟. 面向制造和装配的食品机械设计[J]. 南方农机, 2017(2): 34.