

腌制条件对兔肉湿腌传质动力的影响

Influence of different conditions on mass transfer kinetics of rabbit meat during wet-curing

何 翠¹ 夏杨毅^{1,2} 张 艳¹ 苏 燕¹

HE Cui¹ XIA Yang-yi^{1,2} ZHANG Yan¹ SU Yan¹

(1. 西南大学食品科学学院, 重庆 400715; 2. 重庆市特色食品工程技术研究中心, 重庆 400715)

(1. College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Chongqing Special Food Programme and Technology Research Center, Chongqing 400715, China)

摘要:以新鲜兔肉为原料,分析不同盐水浓度(6%,10%,15%)、腌制温度(4,15,25℃)及搅拌对兔肉湿腌传质动力学的影响。结果表明:不同条件腌制兔肉的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 和 ΔM_t^0 与 $t^{0.5}$ 之间具有良好的相关性, k_2 受盐水浓度、温度及搅拌影响。不同盐水浓度条件下,盐水浓度10%, D_e 值最大为 $1.18 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$;不同温度条件下,15℃腌制兔肉的 D_e 值最大,为 $5.86 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$;25℃搅拌腌制使兔肉的 D_e 值增大,但4℃和15℃搅拌腌制使兔肉的 D_e 值有所减小。故盐水浓度10%、适宜温度(15℃)的兔肉加搅拌腌制的扩散速率较大。

关键词:兔肉;湿腌;传质动力学;表观扩散系数

Abstract: The influence of different curing conditions including brine concentration (6%, 10%, and 15%), temperature (4, 15, and 25℃) and stirred on mass transfer kinetics of fresh rabbit meat during wet-curing was analyzed. The results showed that the changes of water (ΔM_t^w), salt content (ΔM_t^{NaCl}) and weight (ΔM_t^0) had good correlation with the square root curing time ($t^{0.5}$) in different curing conditions, and k_2 was affected by brine concentration, temperature and stirring. Our results showed that the brine concentration of 10% could cause the highest diffusion value ($1.18 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$), and the biggest diffusion value ($5.86 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$) at 15℃. However, the D_e increased at the stirring curing at 25℃, while decreased at 4℃ and 15℃. Therefore, the optimum diffusion value was obtained when 10% of brine was treated with stirring curing at 15℃.

Keywords: rabbit meat; wet-curing; mass transfer kinetics; apparent diffusivities

兔肉因“三高”(高蛋白质、高赖氨酸、高消化率)和“三低”(低热量、低脂肪、低胆固醇)的营养特性^[1],深受广大消费者青睐。腌制作作为肉制品加工的重要环节之一,除具有防腐保藏作用外,还可改善肉品风味及品质等^[2]。常用于腌、湿腌和混合腌制等方法,其中湿腌有腌制时间短、盐分分布均匀等优点。

目前,国内外学者对鱼肉腌制的传质动力学作了大量研究,包括鲢鱼在干腌和湿腌过程中的食盐传递^[3],鲑鱼肉在不同盐水浓度湿腌过程的传质变化^[4],大西洋鲑鱼和大西洋蛙鱼肉在不同食盐浓度腌制过程的传质^[5],食盐浓度和腌制温度对沙丁鱼的盐分扩散和水分渗透影响^[6],以及食盐浓度、料液比和腌制温度对草鱼湿腌传质动力的影响^[7]等;也有部分猪肉^[8-9]和鸭肉^[10]的腌制传质动力学探讨,但仍未见兔肉腌制过程中食盐渗透的传质动力学报道。因此,本试验拟通过分析不同腌制条件对兔肉传质动力的影响,为兔肉制品的加工生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

选取西南大学养兔场养殖3个月、约2kg的雄性伊拉兔5只,屠宰后30min内运回实验室。经过清洗与处理之后,取其背最长肌肉于-18℃贮藏备用。

1.2 主要仪器设备

电子天平:FA2004B型,上海越平科学仪器有限公司;
远红外干燥箱:FCD-3000型,天津市通利信达仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 腌制与取样 将冷冻的兔背最长肌于4℃解冻至中心温度为0~2℃,洗净后切分成1cm×1cm×1cm小块若干,称量后分3组,在不同条件下湿腌48h。其中1组分别放入6%,10%,15%的盐水溶液中,料液质量比1:1,4℃条件下静腌;其余2组在6%盐水溶液中,料液质量比1:1,置

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201303144);国家现代农业(兔)产业技术体系建设专项(编号:CARS-44-D-1)

作者简介:何翠,女,西南大学在读硕士研究生。

通讯作者:夏杨毅(1970—),男,西南大学副教授,博士。

E-mail: 2658355128@qq.com

收稿日期:2016-05-05

于 4,15,25 ℃ 条件下,分别作静腌和搅拌腌制(用磁力搅拌器以 50 r/min 的速度控制搅拌过程)。在腌制过程中分别在 0,0.5,1,2,3,4,8,12,24,48 h 取样测定,每个取样点分别取 3 块兔肉,用吸水纸将肉块表面的水分吸干,然后进行称重,将每个取样点的兔肉绞碎后,再分别进行水分含量和盐分含量的测定。

1.3.2 分析测定

- (1) 水分含量测定:按 GB/T 9695.15—2008 执行。
- (2) 氯化钠含量测定:按 GB/T 5009.44—2003 执行。

1.3.3 兔肉水分含量变化、盐分含量变化和总重变化的计算 兔肉水分变化(ΔM_t^w)、盐分变化(ΔM_t^{NaCl})和总重变化(ΔM_t^0)按式(1)~(3)计算:

$$\Delta M_t^0 = \frac{M_t^0 - M_0^0}{M_0^0}, \tag{1}$$

$$\Delta M_t^w = \frac{M_t^0 \times X_t^w - M_0^0 \times X_0^w}{M_0^0}, \tag{2}$$

$$\Delta M_t^{\text{NaCl}} = \frac{M_t^0 \times X_t^{\text{NaCl}} - M_0^0 \times X_0^{\text{NaCl}}}{M_0^0}, \tag{3}$$

- 式中:
- M_t^0 、 M_0^0 ——腌制 t 和 0 时刻兔肉重,g;
 - X_t^w 、 X_0^w —— t 和 0 时刻兔肉中的水分含量,%;
 - X_t^{NaCl} 、 X_0^{NaCl} —— t 和 0 时刻兔肉中的盐分含量,%。

1.3.4 物质迁移动力学 腌制过程中兔肉重量变化假设跟腌制时间的平方根有关,且兔肉变化跟腌制时间的关系可以根据式(4)^[11]计算:

$$\Delta M_t^i = 1 + k_1 + k_2 \cdot t^{0.5}, \tag{4}$$

- 式中:
- ΔM_t^i ——腌制过程中的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 和 ΔM_t^0 ,%;
 - k_1 ——截距,受腌制热动力学机制的压力梯度影响,可反映腌制开始阶段的情况;
 - k_2 ——斜率,与扩散机制的传质动力学有关。

1.3.5 表观扩散系数(D_e)计算 兔肉在腌制过程中,当兔肉水相中的食盐含量(Z_e^{NaCl})等于腌制液中含盐量(y_e^{NaCl})时,腌制达到平衡点^[11],其值可根据式(5)计算。腌制过程中的 z^{NaCl} 和 y^{NaCl} 可试验而得,其中兔肉水相中的盐分含量 z^{NaCl} 可根据式(6)计算。通过 Z_e^{NaCl} 和 Z^{NaCl} 值的比较就可以判断腌制的情况。

$$Z_e^{\text{NaCl}} = y_e^{\text{NaCl}} = \frac{\frac{M_0^{\text{SD}}}{M_0^{\text{SS}}} \times X_0^{\text{NaCl}} + y_0^{\text{NaCl}}}{\frac{M_0^{\text{SD}}}{M_0^{\text{SS}}} \times (X_0^w + X_0^{\text{NaCl}}) + (y_0^w + y_0^{\text{NaCl}})}, \tag{5}$$

$$Z^{\text{NaCl}} = \frac{X^{\text{NaCl}}}{X^w + X^{\text{NaCl}}}, \tag{6}$$

- 式中:
- $M_0^{\text{SD}}/M_0^{\text{SS}}$ ——初始时兔肉与腌制液的重量比;
 - X_0^{NaCl} 、 X_0^w ——初始时兔肉的盐分含量和水分含量,%;
 - y_0^{NaCl} 、 y_0^w ——初始时腌制液中的盐分含量和水分含量,%;
 - X^w 、 X^{NaCl} ——兔肉的水分含量和盐分含量,%。

兔肉腌制的表观扩散系数可以利用 z^{NaCl} 和 y^{NaCl} 的值,根据菲克第二定律关于一个半无限平板的式(7)^[4,11]计算。

$$l - Y_t^{\text{NaCl}} = l - \left(\frac{Z_t^{\text{NaCl}} - y_t^{\text{NaCl}}}{Z_0^{\text{NaCl}} - Z_e^{\text{NaCl}}} \right) = 2 \times \left(\frac{De \times t}{\pi \times l^2} \right)^{0.5} + K, \tag{7}$$

- 式中:
- Y_t^{NaCl} ——兔肉中水相和腌制液之间的传质驱动力;
 - Z_0^{NaCl} 、 Z_t^{NaCl} 、 Z_e^{NaCl} ——兔肉水相中腌制 0、 t 时刻以及腌制平衡点的含盐量,%;
 - l ——兔肉厚度,约 1 cm;
 - De ——腌制的有效扩散系数,m²/s。

1.4 统计分析

每组试验数据重复测定 3 次,运用 spss 17.0 进行方差分析、 t -检验和相关回归分析,并用 Origin 8.1 软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 盐水浓度对兔肉腌制过程中 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 及 ΔM_t^0 的影响

由图 1 可知,兔肉 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 及 ΔM_t^0 在腌制过程中逐渐增大,且腌制 8 h 内增加较快,说明盐分渗透和水分传递在腌制前期较快。盐水浓度越高,兔肉腌制过程中的 ΔM_t^w 和 ΔM_t^0 值越小,而 ΔM_t^{NaCl} 值越大,表明高浓度盐水条件下的兔肉腌制有利于食盐渗透;10%和 15%盐水浓度条件下的兔肉腌制前期的 ΔM_t^w 为负值,表明兔肉在高浓度盐水腌制过程前期呈失水现象,与吕飞等^[12]研究结果类似。6%盐水浓度下的兔肉腌制过程中, ΔM_t^w 均为正值、且 ΔM_t^0 值最大,表明 6%盐水腌制过程中呈持续吸水状态、因持水力较高可以获得更多的腌制产量^[10]。

2.2 温度及搅拌对兔肉腌制过程中 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 及 ΔM_t^0 的影响

由图 2 可知,高温(15 ℃ 和 25 ℃)使兔肉腌制过程中的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 和 ΔM_t^0 值增加,与章银良等^[13]研究结果一致。但 15 ℃ 静腌兔肉的 ΔM_t^w 值高于 25 ℃ 静腌,可能是适宜温度条件下的酶活性增强、蛋白质降解程度增大、微生物生长代谢等因素所致^[7]。搅拌腌制将引起腌制兔肉的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 和 ΔM_t^0 值变化,特别是高温条件下的搅拌腌制,将增加腌制液活化能,使分子运动加快,促进盐分渗透和水分子扩散^[14]。

2.3 运用预测模型来描述兔肉腌制过程中的变化

由表 1 可知,不同盐水浓度条件下兔肉腌制过程中的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 和 ΔM_t^0 值与 $t^{0.5}$ 具有很好的相关性($R^2 \geq 0.900\ 3$)。 k_2 受盐水浓度影响,与腌制产量有关;基于 ΔM_t^w 和 ΔM_t^{NaCl} 的 k_2 值随着盐水浓度的增大而增大,而基于 ΔM_t^0 的 k_2 值则随着盐水浓度的增大而减少。 k_1 主要受腌制初期盐水浓度梯度、水分梯度等影响^[15-16]。

由表 2 可知,不同温度及搅拌条件下兔肉腌制过程中的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 和 ΔM_t^0 值与 $t^{0.5}$ 具有很好的相关性($R^2 \geq 0.900\ 0$)。所有 k_2 值均随着温度升高而增大;15 ℃ 和 25 ℃ 条件搅拌腌制组与静腌组相比,基于 ΔM_t^w 和 ΔM_t^0 的 k_2 值有

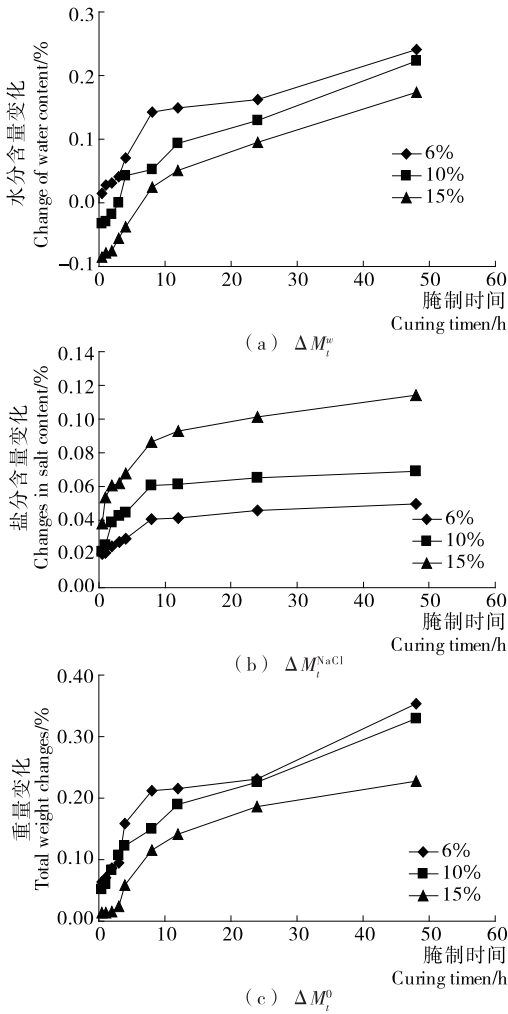


图 1 盐水浓度对兔肉腌制过程中的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 及 ΔM_t^0 的影响

Figure 1 Influence of changes in water, salt content and weight of rabbit meat during curing at brine concentrations

所增大,而 4℃ 条件下则相反,表明提高温度和采用搅拌腌制可增加腌制品的产量。

2.4 不同因素对兔肉腌制表观扩散系数(D_e)的影响

由表 3 可知,不同盐水浓度条件下兔肉腌制的传质驱动力与 $t^{0.5}$ 具有较好的相关性($R^2 \geq 0.880\ 0$)。10% 盐水浓度的兔肉腌制 D_e 值最大,为 $1.18 \times 10^{-9}\ \text{m}^2/\text{s}$;而 6% 和 15% 盐水浓度的 D_e 值较小;可能是不同盐水浓度腌制时,兔肉的活性梯度和压力梯度以及蛋白质变性,或者交联程度不同导致的^[11,17-18]。6% 盐水浓度兔肉腌制的 K 值高于其它两组,主要是在腌制起始阶段,盐分和水快速获得而导致一个更高的初始增加^[19]。

由表 4 可知,不同温度及搅拌条件下兔肉腌制的传质驱动力与 $t^{0.5}$ 具有较好的相关性($R^2 \geq 0.920\ 4$)。15℃ 腌制条件下的兔肉腌制 D_e 值比 4℃ 条件下的有所增加,为 $5.86 \times 10^{-9}\ \text{m}^2/\text{s}$,但 25℃ 条件下兔肉腌制的 D_e 值最小,与闫瑾等^[7]的研究结果一致。因为腌制温度越高,腌制液中活化能越大,分子运动较快,促进盐分的扩散和水分子的渗透,从而

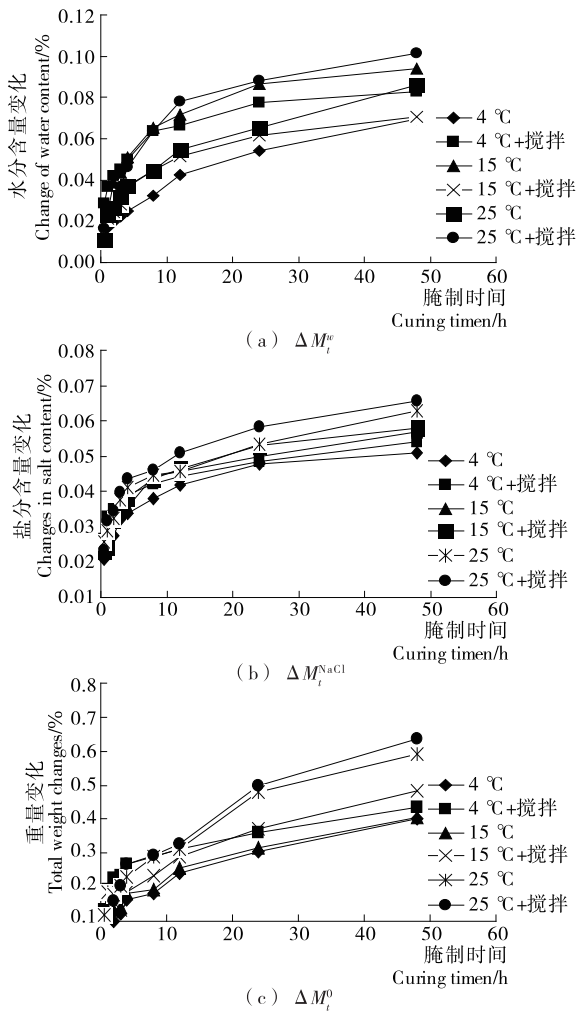


图 2 温度及搅拌对兔肉腌制过程中 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 及 ΔM_t^0 的影响

Figure 2 Influence of temperature and stirring on water, salt content and weight changes of rabbit meat during curing

表 1 在不同盐水浓度腌制过程中式(4)的动力学参数及其拟合系数 R^2

Table 1 Kinetic parameters(k_1 and k_2) fitted to Eq.(4) and fitting correlation factors during different brine concentration

变量	盐分浓度/%	k_1	k_2	R^2
ΔM_t^w	6	-1.017 6	0.040 8	0.924 9
	10	-1.072 0	0.043 8	0.932 4
	15	-1.128 4	0.045 1	0.962 8
ΔM_t^{NaCl}	6	-0.981 3	0.005 1	0.900 3
	10	-0.972 6	0.008 2	0.905 8
	15	-0.957 0	0.011 6	0.904 8
ΔM_t^0	6	-0.961 8	0.045 7	0.930 2
	10	-0.974 8	0.043 7	0.990 6
	15	-1.020 4	0.039 2	0.942 1

表 2 在不同温度及搅拌腌制过程中式(4)的动力学参数及其拟合系数 R^2

Table 2 Kinetic parameters(k_1 and k_2) fitted to Eq.(4) and fitting correlation factors during different temperature and stirring

变量	温度/℃	搅拌与否	k_1	k_2	R^2
ΔM_t^w	4	否	-0.993 8	0.009 5	0.989 3
	4	是	-0.969 6	0.008 7	0.905 9
	15	否	-0.978 8	0.012 2	0.900 0
	15	是	-0.987 4	0.009 4	0.921 8
	25	否	-0.989 1	0.011 3	0.974 1
	25	是	-0.986 6	0.014 4	0.919 3
ΔM_t^{NaCl}	4	否	-0.978 6	0.004 9	0.904 7
	4	是	-0.971 0	0.003 9	0.913 4
	15	否	-0.976 1	0.005 3	0.900 0
	15	是	-0.971 0	0.005 6	0.913 4
	25	否	-0.974 4	0.005 7	0.949 0
	25	是	-0.973 6	0.006 3	0.918 5
ΔM_t^0	4	否	-0.957 9	0.052 6	0.986 7
	4	是	-0.847 2	0.042 9	0.935 2
	15	否	-0.960 0	0.055 6	0.964 4
	15	是	-0.968 6	0.067 9	0.987 3
	25	否	-0.922 0	0.075 4	0.983 7
	25	是	-0.973 3	0.091 5	0.971 3

表 3 兔肉在不同盐水浓度腌制时式(7)的理论动力学参数值

Table 3 Kinetic parameters of rabbit meat curing in different brine concentration from fitting Eq.(7)

盐水浓度/%	De	K	R^2
6	5.02×10^{-10}	0.538 0	0.887 4
10	1.18×10^{-9}	0.384 0	0.910 1
15	8.18×10^{-10}	0.457 5	0.888 8

表 4 兔肉在不同温度腌制时式(7)的理论动力学参数值

Table 4 Kinetic parameters of rabbit meat curing in different temperature and stirring from fitting Eq.(7)

温度/℃	搅拌与否	De	K	R^2
4	否	5.46×10^{-9}	-0.026 6	0.996 9
4	是	2.39×10^{-9}	0.303 2	0.920 4
15	否	5.86×10^{-9}	0.003 5	0.908 6
15	是	4.17×10^{-9}	0.166 9	0.982 0
25	否	1.97×10^{-9}	0.219 0	0.937 7
25	是	3.26×10^{-9}	0.137 1	0.979 7

增大腌制速率^[14];但过高腌制温度使蛋白酶活性增强、蛋白质降解速率增大,且过高温度使微生物生长繁殖、蛋白质等营养物质损耗^[20],影响物质传质,从而使 D_e 值减少。25 ℃ 搅拌腌制使兔肉的 D_e 值增大,因为机械作用致使蛋白质快速扩散;但 4 ℃ 和 15 ℃ 搅拌腌制使兔肉的 D_e 值有所减小,

原因有待于进一步研究。

3 结论

兔肉腌制 8 h 内水分和盐分快速渗透,10% 和 15% 盐水浓度腌制前期有失水现象,高温及高温搅拌促进兔肉腌制渗透。不同腌制条件下兔肉的 ΔM_t^w 、 ΔM_t^{NaCl} 和 ΔM_t^0 与 $t^{0.5}$ 之间具有良好的相关性, k_2 受盐水浓度、温度及搅拌影响。不同盐水浓度条件下,10% 盐水浓度的兔肉腌制 D_e 值最大,为 $1.18 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$;不同温度条件下,15 ℃ 腌制兔肉的 D_e 值最大,为 $5.86 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$;25 ℃ 搅拌腌制使兔肉的 D_e 值增大,但 4 ℃ 和 15 ℃ 搅拌腌制使兔肉的 D_e 值有所减小。

本研究探讨兔肉在不同条件的腌制过程的传质时,只取其背最长肌,且为 1 cm×1 cm×1 cm 小块,所得试验结果不能运用于实际生产,后续相关研究可以进一步研究理论与实际生产值之间的关系。

参考文献

[1] DALLE ZOTTE A, SZENDRO Z. The role of rabbit meat as functional food [J]. Meat Science, 2011, 88(3): 319-331.

[2] PETRACCI M, BIANCHI M, MUDALAL S, et al. Functional ingredients for poultry meat products [J]. Trends in Food Science & Technology, 2013, 33(1): 27-39.

[3] SOBUKOLA O P, OLATUNDE S O. Effect of salting techniques on salt uptake and drying kinetics of African catfish (*Clarias gariepinus*) [J]. Food and Bioproducts Processing, 2011, 89(3): 170-177.

[4] VAN NGUYEN M, ARESO S, THORARINSDOTTIR KA, et al. Influence of salt concentration on the salting kinetics of cod loin (*Gadus morhua*) during brine salting [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 100(2): 225-231.

[5] GALLART-JORNET L, BARAT J M, RUSTAD T, et al. A comparative study of brine salting of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79(1): 261-270.

[6] BOUDHRIOUA N, DJENDOUBI N, BELLAGHA S, et al. Study of moisture and salt transfers during salting of sardine fillets [J]. Journal of Food Engineering, 2009, 94(1): 83-89.

[7] 闫瑾, 卞歆, 诸永志, 等. 不同腌制条件对草鱼湿腌传质动力的影响[J]. 食品工业科技, 2015, 36(2): 143-148.

[8] 郭丽媛, 刘登勇, 徐幸莲, 等. 猪肉腌制过程中的传质动力学研究[J]. 食品科学, 2015, 36(1): 31-36.

[9] GOMEZ J, SANJUAN N, BON J, et al. Effect of temperature on nitrite and water diffusion in pork meat [J]. Journal of Food Engineering, 2015, 149: 188-194.

[10] 杜垒, 李艳逢, 周光宏, 等. 不同浓度盐水对鸭肉湿腌时传质动力的影响[J]. 食品工业科技, 2011, 32(6): 79-82, 85.

[11] BARAT J M, GALLART-JORNET L, ANDRÉS A, et al. Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages[J]. Journal of Food Engineering, 2006, 73(1): 9-19.

[12] 吕飞, 刘然, 刘书来, 等. 食盐添加量对草鱼腌制动力学的影响[J]. 中国食品学报, 2013, 13(5): 135-140.

一道筛分工序。

3.4 惯性筛分离机构

经过青核桃脱皮机处理后得到核桃绿皮与核桃的混合物,因此在出料口加装惯性筛分离机构,惯性筛分离机构原理为双曲柄摇杆机构,筛底为网状,通过惯性筛的往复摆动,使核桃绿皮掉落,从而达到最终分离效果。

4 试验情况

4.1 试验材料

选用山西晋中地区晋龙 1 号核桃品种作为试验材料,本批核桃直径范围为 37.1~39.8 mm,平均直径为 37.8 mm 青皮厚度为 4~5 mm,硬壳厚度为 1.1 mm。

4.2 试验结果

使用本青核桃脱皮原理样机进行 3 次试验,每次试验核桃个数为 20 个,果见表 1。

表 1 青核桃脱皮机试验结果

Table 1 Experimental results of green walnut peeling machine ($n=20$)

试验次数	脱净数	脱净率/%	破壳数	破壳率/%	漏剥数	漏剥率/%
1	17	85	0	0	0	0
2	19	95	0	0	0	0
3	17	85	1	5	0	0
平均结果	17.6	88.0	0.3	1.7	0	0

由表 1 可知,青核桃脱皮机基本达到设计要求,脱皮机产量约为 120 kg/h。脱皮效果与现有设备基本相同,但破壳率和漏剥率明显低于现有设备^[5-8]。不过也存在不足:① 刀尖对核桃硬壳有轻微划痕;② 核桃表面粘有少量绿皮易氧化变黑,需经过清洗装置处理;③ 青核桃绿皮中的液体对机身寿命会造成一定影响。

5 结论

该新型青核桃脱皮机设计原理,为青核桃的脱皮提供了一种新的方法,可一次性完成脱皮分离作业,提高了生产效率和核桃品质。本机构设计原理的优点为:① 机械结构紧

凑,体积小,操作简单,能耗较低,配套容易,选用 220 V 单相电作为电源;② 采用挤压扭转脱皮,脱净率较高;③ 机构采用缓冲弹簧装置,有效降低破壳率;④ 采用逐个处理加工,可避免漏剥现象的发生;⑤ 抛离机构由槽轮、凹槽凸轮、下托盘和扭转弹簧等组成,可实现旋转一下移一扭转一复位的一系列抛离分离动作;⑥ 加工刀具系列化,可根据不同种类的核桃选用合适的刀具,且更换调整方便,通用性强;⑦ 可实现连续进给和卸料。若需进一步提高生产效率,可在本设计的基础上加装自动控制和自动检测装置,以提高机器的自动化水平。

参考文献

[1] 王琴,王建友,蒋江照,等. 核桃脱青皮技术[J]. 果农之友, 2015(10): 33.

[2] 杨天兴,杨娜青. 青核桃脱皮机械发展现状与前景探析[J]. 农业机械, 2010(18): 83-84.

[3] 杨忠强,李忠新,杨莉玲,等. 核桃脱青皮技术及其装备研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 121-124, 142.

[4] 冯宏波,史毅伟. 5QHT-500 型青核桃脱皮清洗机的研制[J]. 农用机械, 2012(20): 67-68.

[5] 王合,张静. 5T70 型青核桃脱皮机的研究设计[J]. 论文园地, 2011(36): 45-46.

[6] 石鑫,史建新,宋玲. 两种青核桃脱皮性能分析与实验[J]. 农机化研究, 2010(5): 143-145.

[7] 王维,刘东琴,王亚妮,等. 一种实用型青核桃去皮机的设计与试验[J]. 包装与食品机械, 2014, 32(3): 14-16.

[8] 吴东泽,郑甲红,梁金生,等. 青核桃块状去皮机的研制[J]. 食品与机械, 2015, 31(5): 129-131.

[9] 梁金生,宋智超,张威. 核桃挤压揉搓脱青皮方式研究及机器设计[J]. 南方农机, 2016(4): 12, 26.

[10] 卢军党,王亚妮,寇德万,等. 青核桃机械脱皮技术研究进展[J]. 科学论坛, 2013(11): 44-45.

[11] 杨忠强,李忠新,杨莉玲,等. 核桃脱青皮装置脱皮性能分析与实验研究[J]. 农机化研究, 2015(1): 84-89.

[12] 郑书童,坎奈,李景彬,等. 国内核桃脱青皮机械装备研究现状分析[J]. 新疆农机化, 2015(5): 9-11.

[13] 江林曦. 青核桃脱皮机的设计与试验研究[D]. 新疆: 新疆农业大学, 2013: 1-4.

[17] GALLART-JORNET L, BARAT J M, RUSTAD T, et al. Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 80(1): 267-275.

[18] GALLART-JORNET L, BARAT J M, RUSTAD T, et al. A comparative study of brine salting of Atlantic cod (Gadus morhua) and Atlantic salmon (Salmo salar) [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79(1): 261-270.

[19] VAN NGUYEN M, ARASON S, THORARINSDOTTIR K A, et al. Influence of salt concentration on the salting kinetics of cod loin during brine salting [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 100(2): 225-231.

[20] 张娜. 低盐度腌腊鱼生产中几个安全指标的变化及评价[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010: 24.

(上接第 20 页)

[13] 章银良,夏文水. 海鳗盐渍过程的动力学和热力学[J]. 农业工程学报, 2007, 23(2): 223-228.

[14] TELIS V R N, ROMANELLI P F, GABAS A L, et al. Salting kinetics and salt diffusivities in farmed Pantanal caiman muscle [J]. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2003, 38(4): 529-535.

[15] ANDRÉS A, RODRÍGUEZ-BARONA S, BARAT JM, et al. Note: Mass transfer kinetics during cod salting operation [J]. Food Science and Technology International, 2002, 8(5): 309-314.

[16] BARAT J M, RODRIGUEZ-BARONA S, ANDRES A, et al. Modeling of the cod desalting operation [J]. Journal of Food Science, 2004, 69(4): 183-189.