

冷冻与微波真空联合干燥白对虾的研究

何学连,袁信华,过世东

(江南大学食品学院,江苏无锡 214122)

摘要:采用 $L_9(3^4)$ 正交优化实验研究了白对虾冷冻和微波真空最佳联合干燥工艺。极差分析表明,各因素对复原率影响主次顺序为转换点水分含量 > 微波功率 > 微波时间 > 微波真空度;最佳组合为转换点水分含量 50%、微波时间 25s、微波功率 330W、微波真空度 0.07MPa。方差分析表明,转换点水分含量、微波时间、微波功率对复原率都有显著影响,而微波真空度效果不显著,方差与极差分析结果一致。此外,复原率与影响因素之间的回归方程极显著。

关键词:白对虾,冷冻与微波真空联合干燥,复原率

Study on drying of white shrimp by combined freeze and microwave vacuum

HE Xue-lian, YUAN Xin-hua, GUO Shi-dong

(School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: The optimal drying conditions of microwave vacuum combined with vacuum freeze were studied by adopting the $L_9(3^4)$ orthogonal experiment. By range analysis of data, it was found that the capability of effect of factors on the recovery rate: the conversion point of water content > microwave power > microwave time > microwave vacuum. The optimum compounding was composed as follows: conversion point of water content 50%, microwave time 25s, microwave power 330W, microwave vacuum 0.07MPa. The variance analysis showed that the recovery rate was significantly influenced by the conversion point of water content, microwave power, microwave time except microwave vacuum. The result of the variance analysis was the same as the range analysis. Furthermore, the regression equation between the recovery rate and related factors was extremely remarkable.

Key words: white shrimp; microwave vacuum drying combined with vacuum freeze drying; recovery rate

中图分类号: TS254.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2008)06-0205-03

白对虾作为一种味道鲜美、营养丰富、经济价值高的水产品,它具有蛋白质含量高、脂肪含量低的特点。近年来,国内白对虾的养殖面积迅速增长,产量不断提高。同时,由于对虾捕捞季节集中,且在高温条件下,容易腐败变质。目前产品深度加工滞后,卖虾难和增产不增收的现象已开始显现。目前,世界范围内白对虾的加工还处于初级阶段,国内外的产品只有冷冻油炸虾制品、单冻煮虾、烤虾等,不仅产品的形式单一,而且加工的产量不大,远远不能满足市场需要,大大制约了白对虾养殖业的进一步发展。在国际市场上,水产干制品以其营养丰富、风味独特、耐贮存、携带方便等特点受到广大消费者的青睐。为了使白对虾不失去本来的质地和风味,成为高品质并且安全方便的食物,需要采取与传统的高强度加工手段不同的加工技术。采用低温干燥(冷冻干燥、微波真空干燥等)加工的高价值即食水产品已经成为研究开发热点。冷冻干燥设备一次性投

资大、干燥时间长、能耗大,因而加工成本高,使得冷冻干燥技术在水产品加工中的应用受到很大限制^[1]。微波真空干燥是综合了微波干燥和真空干燥各自优点的一项新技术^[2-5],在解决冷冻干燥的缺点和干燥热敏性物料方面极具发展潜力。联合干燥方法可提高能源利用率、改善产品品质,同时使干燥时间大大缩短,降低了生产成本^[6]。所以,本实验采用冷冻干燥和微波真空的联合干燥方法对白对虾进行干燥实验,拟寻求较佳的联合干燥工艺,改善产品品质,提高产品的附加值。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

冷冻白对虾 购于无锡大润发超市;所用试剂均为分析纯。

MICRO MODULYO-230 型冻干机 美国热电公司;微波真空干燥箱 自行研制。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 原料→解冻→清洗→烫漂→沥水→预冻→冷冻干燥→微波真空干燥→包装

1.2.2 复原率的检测方法 白对虾干制品于 80℃ 的

收稿日期:2007-11-02

作者简介:何学连(1982-),女,在读硕士研究生,研究方向:食品科学。

恒温水浴中复水,5min后捞出,用滤纸擦干表面水分后检测质量变化^[7,8],由下式求出复原率:

$$\text{复原率} = m_f / m_g \times 100\%$$

式中 m_f —产品复水后沥干质量,g; m_g —原料虾质量,g。

2 结果与分析

2.1 正交实验方案及结果

通过单因素实验发现,转换点水分含量(白对虾冷冻干燥结束后的水分含量)、微波功率、微波时间和真空度影响白对虾的复原率。为了进一步提高干制品的复水性,本实验以转换点水分含量(X_A)、微波功率(X_B)、微波时间(X_C)、微波真空度(X_D)为自变量,复原率(Y)为因变量,采用 $L_9(3^4)$ 正交实验方案对白对虾联合干燥工艺进行优化,并用 SAS 分析软件对数据进行分析处理。

高水分含量的白对虾进行微波真空干燥时,由于受到强热作用,头部中的油脂易爆出,造成营养的损失、外观质量的变差,同时在贮藏过程中,容易造成交叉污染,所以转换点水分含量不能太高;但同时为了减少冷冻干燥时间,节省能源,优化实验在不造成油脂爆出的前提下,经过初步摸索,将转换点水分含量(A)因素水平确定为 50%、45% 和 40%。在选取微波时间(C)水平时,考虑到微波真空时白对虾的样品量和初始含水率,微波时间(C)确定在 25、30、40s 三个水平。此外,通过预实验,将微波功率(B)因素水平确定在 560、450、330W 三个水平,而微波真空度(D)因素水平确定为 0.06、0.07 和 0.08MPa。根据四因素三水平的正交实验设计安排,进行 9 次实验,实验方案和结果见表 1、表 2。

表 1 实验因素水平编码表

水平	A 转换点处含水率(A)	B 微波时间(s)	C 微波功率(W)	D 微波真空度(MPa)
1	50	25	560	0.06
2	45	30	450	0.07
3	40	40	330	0.08

表 2 $L_9(3^4)$ 正交实验结果

实验号	因素				复原率 Y_1
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	68.98
2	1	2	2	2	68.13
3	1	3	3	3	69.31
4	2	1	2	3	67.31
5	2	2	3	1	67.73
6	2	3	1	2	66.39
7	3	1	3	2	67.16
8	3	2	1	3	64.93
9	3	3	2	1	64.64
K_1	206.42	203.45	200.30	201.35	
K_2	201.43	200.79	200.08	201.68	
K_3	196.73	200.34	204.20	201.55	
R	9.69	3.11	4.12	0.33	

优水平 $A_1B_1C_3D_2$ 主次顺序 $A > C > B > D$

2.2 极差分析

联合干燥过程中各因素对复原率影响的大小,用该因素各水平间的极差 R 表示。根据表 2 中的极

差分析可以看出,转换点水分含量对产品复原率的影响最大,其次是微波功率和时间,微波真空度的影响最小,即影响产品复原率的各因素主次顺序为:转换点水分含量 > 微波功率 > 微波时间 > 微波真空度。这说明在冷冻和微波真空干燥联合干燥白对虾时,应首先考虑转换点水分含量,其次是微波功率和时间,而微波时的真空度则可根据实际需要而定。由表 2 极差分析可知,对复原率而言,实验的最优条件为 $A_1B_1C_3D_2$,即在所选取的各因素水平的变化范围内,当转换点水分含量 50%、微波时间 25s、微波功率 330W、微波真空度 0.07MPa 时,冷冻与微波真空联合干燥的白对虾复原率最高。

2.3 方差分析

表 3 $L_9(3^4)$ 正交实验方差初步分析

平方和	A	B	C	D
Y	15.6540	1.8834	3.5814	0.0184

对因素效应大小进行初步分析,结果见表 3。从 Y(复原率)平方和分解中可以看出,因素微波真空度(D)是不显著的,故可以删去因素 D 后重新分析,得表 4 如下。

表 4 复原率 $L_9(3^4)$ 正交实验方差分析表

方差来源	自由度	平方和 SS	均方	F	Pr > F
A	2	15.6540	7.8270	849.74	**
B	2	1.8834	0.9417	102.23	**
C	2	3.5814	1.7907	194.41	**
误差项 e	2	0.0184	0.0092		
模型	6	21.1188	3.5198	382.13	**

利用 F 值检验法研究各因素对复原率的影响程度。从表 4 可知,F 检验得出:转换点水分含量(A)、微波时间(B)和微波功率(C)在 $p < 0.01$ 水平上对复原率影响显著。根据 F 值大小,转换点水分含量对复原率影响最大,其次是微波功率和时间。结合初步方差分析中删去的不显著因素微波真空度(D),各因素对复原率影响的主次顺序为 $A > C > B > D$,即转换点水分含量 > 微波功率 > 微波时间 > 微波真空度,这与极差分析结果相一致。

因此,根据极差分析和方差分析结果,确定采用冷冻和微波真空联合干燥的最佳工艺参数为转换点水分含量 50%、微波时间 25s、微波功率为 330W、真空度 0.07MPa。

2.4 回归分析

采用 SAS' RSREG 程序对表 2 数据进行处理,对复原率回归模型进行方差分析。从平方和比较中发现,因素 A 只是线性效应,而因素 B、C 呈抛物线效应,删除 A^2 项重新分析得最终结果见表 5。

2.4.1 非线性回归方程的建立 采用 SAS' RSREG 程序对实验结果进行拟合,建立以白对虾干制品复原率($Y, \%$)为因变量,因素的水平编码值为自变量的回归方程:

$$Y = 73.78 - 1.62X_A - 1.99X_B - 2.24X_C + 0.368X_B^2 + 0.723X_C^2$$

式中复原率($Y/\%$)、转换点水分含量($X_A/\%$)、微波时间(X_B/s)、微波功率(X_C/W)。

表5 复原率回归模型方差分析

方差来源	自由度	估计值	标准误差	t	Pr > t	贡献率(%)
Intercept	1	73.78111	0.31904	231.26	<0.0001	—
A	1	-1.61500	0.03582	-45.09	<0.0001	74.00
B	1	-1.99167	0.25074	-7.94	0.0042	7.59
C	1	-2.24333	0.25074	-8.95	0.0029	11.96
B ²	1	0.36833	0.06204	5.94	0.0096	1.25
C ²	1	0.72333	0.06204	11.66	0.0014	4.91

2.4.2 回归模型检验 对复原率回归方程进行显著性检验。由表5可知, $F = 548.55$, $p < 0.001$, 复原率回归模型极显著。这表明在 $\alpha = 0.001$ 水平, 复原率与全体自变量之间的关系显著。另外, 回归方程具有很高的决定系数 ($R^2 = 0.9989$) 和校正决定系数 ($R^2 = 0.9971$), 表明了复原率回归方程与实验结果具有很高的拟合度。将各项对复原率波动的贡献率进行分析, 其大小顺序为 $A > C > B > C^2 > B^2$, 其中误差项仅占 0.29%。

3 结论

3.1 建立了白对虾干制品复原率与转换点水分含量 (X_A)、微波时间 (X_B) 和微波功率 (X_C) 因素水平编码值之间的回归方程, 且方程均高度显著。

$$Y = 73.78 - 1.62X_A - 1.99X_B - 2.24X_C + 0.368X_B^2 + 0.723X_C^2$$

3.2 利用冷冻和微波真空联合干燥白对虾工艺的最优参数为转换点水分含量 50%、微波时间 25s、微波功率为 330W、微波真空度 0.07MPa, 此时可以获得高质量的白对虾干制品。

参考文献:

[1] 张国琛, 毛志怀. 水产品干燥技术的研究进展[J]. 农业工程学报, 2004, 20(4): 297~300.

[2] 张静, 袁惠新. 几种食品干燥技术的进展与应用[J]. 包装与食品机械, 2003, 21(1): 29~32.

[3] 张国琛, 徐振方, 潘澜澜. 微波真空干燥技术在食品工业中的应用与展望[J]. 大连水产学院学报, 2004, 4(19): 292~296.

[4] Torringa H M, Erle U, Bartels P V, et al. Microwave - vacuum drying of osmotically pre-treated fruit [A]. Drying '982 Proceedings of the 11th International Symposium (IDS '98) [C]. Greece: 1998. 922~929.

[5] Lin T M, Durance T D, Scaman C H. Physical and sensory properties of vacuum microwave dehydrated shrimp [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 1999, 8(4): 41~53.

[6] Litvin S, Mannheim C H, Miltz J. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying[J]. Journal of Food Engineering, 1998, 36(1): 103~111.

[7] Tein M Lin, Timothy D. Durance, Christine H Scaman. Physical and sensory properties of vacuum microwave dehydrated shrimp [J]. Journal of Aquatic Food Product Technology, 1999, 8(4): 41~53.

[8] Yuvanaree Nam sanguan, Warunee Tie, Sakamon Devahastin, Somchart Soponronnarit. Drying kinetics and quality of shrimp undergoing different two-stage drying processes [J]. Drying Technology, 2004, 22(4): 759~778.

(上接第 204 页)

逐渐减少。对应条带的分子量分别为: a 94.7kd, b 66.2kd, c 43.0kd, d 31.0kd, e 20.1kd, f 14.4kd。

选用截留分子量为 10000 的磺化聚砜膜, 对水解液进行超滤处理, 其工作压差为 2.5MPa。选用树脂 Hz00x 对水解液进行脱苦处理的结果理想, 其中肽回收率达 90%, 处理液无明显的苦涩味, 只有轻微的腥味。

3 结论

普通奶粉的蛋白质含量为 18%~20%, 不含多肽, 由于溶解度等指标的严格限制, 本文通过实验, 首次确定了“丝蛋白肽乳粉”的蛋白质含量大于 30%, 肽含量大于 3%。

混合酶的酶解条件为: 丝蛋白乳粉浓度 12%, 酶含量: 蛋白质含量为 1:100, pH 6.4 (为配料原有 pH), 温度 50℃, 时间 30min。均质操作的条件为: 70℃, 25MPa。

浓缩采用双效浓缩工艺, 一效分离器真空度为 -0.06~-0.07MPa, 蒸发温度为 65~70℃; 二效分离器真空度为 -0.088~-0.094MPa, 蒸发温度为 45~52℃, 出料浓度为 21°Be。最终制得的产品具有产品应有的滋气味, 呈均匀一致的乳黄色粉末状, 经搅拌可迅速溶于水中, 其总蛋白质含量 36.20%, 肽含量 3.10%, 达到产品预期要求。

参考文献:

[1] 山内邦男. 人乳与牛乳化学成分比较[J]. 食品科学, 1983(8): 31~36.

[2] 冯启浩. 人乳的组成与功能浅析[J]. 中国食品添加剂, 1994(3): 41~43.

[3] Singh H, et al. Binding of zinc to bovine milk protein[J]. Dairy Re, 1987, 56: 235~238.

[4] 骆承痒. 乳与乳制品工艺学[M]. 北京: 农业出版社, 1992.