

油炸和真空渗透对冻藏风味小龙虾品质的影响

张刘蕾¹, 姜启兴¹, 许艳顺¹, 邹公明², 夏文水¹

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214112;

2. 江苏盱眙龙虾股份有限公司, 江苏 常州 213017)

摘要:以油炸失重率、渗透增重率、感官评分及质构参数为指标,研究了油炸和真空渗透2个关键工艺对冻藏风味小龙虾品质的影响.结果表明,油炸温度160℃,油炸时间4 min为最佳油炸条件.通过比较常压渗透和真空渗透增重率的变化得出:真空渗透能够有效提高渗透效率;感官评分及质构参数的结果表明,产品最佳的真空渗透时间为10 h.

关键词:小龙虾;油炸;真空渗透;质构

中图分类号:TS205.7 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2013.04.010

Effects of frying and vacuum osmotic treatment on the quality of frozen flavor crayfish

ZHANG Liu-lei¹, JIANG Qi-xing¹, XU Yan-shun¹, ZOU Gong-ming², XIA Wen-shui¹

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214112, China;

2. Jiangsu Xuyi Crayfish Incorporated Company, Changzhou 213017, China)

Abstract: Effects of two key technologies—frying and vacuum osmotic treatment on the quality of frozen flavor crayfish were studied with the determination of weight loss in frying, weight gain rate during permeating, sensory scores and the texture indexes of products. The results showed that the proper processing condition was frying for 4 min at the temperature of 160 °C. With the comparison of the changes of weight gain rate of two pressure conditions of atmosphere pressure and vacuum pressure adapted in the osmotic process, it was found that vacuum treatment could effectively improve the efficiency of osmotic process. The results of sensory scores and texture of products indicated that 10 h would be the best for the quality of frozen flavor crayfish.

Key words: crayfish; frying; vacuum osmotic treatment; texture

0 引言

淡水小龙虾是生长在我国长江流域的一种优质水产品,由于其具有丰富的营养价值和独特的风味,因而成为地方出口创汇的重要经济水产品^[1].

近年来,各地小龙虾养殖规模和产业规模都在逐步扩大.与养殖业相比,国内小龙虾深加工进程较为缓慢^[2],加工业的薄弱制约着小龙虾产业的发展.目前小龙虾的加工多以冻煮虾和冻虾仁为主,产品种类少、加工量小,且大部分出口到国外市场,国内

收稿日期:2013-04-01

基金项目:江苏产学研项目(BC2012441)

作者简介:张刘蕾(1988—),女,江苏省如皋市人,江南大学硕士研究生,主要研究方向为食品加工与保藏.

通信作者:夏文水(1958—),男,江苏省高淳县人,江南大学教授,博士研究生导师,主要研究方向为食品加工与保藏.

市场占有率低。近年来我国小龙虾的外销受到技术壁垒限制,出口量和出口额显著下降^[2],因此开拓国内市场、开发适合国内消费需求的产品是小龙虾产业发展的关键。

采用油炸提高风味,并利用真空渗透技术代替传统煮制方法,保持了虾仁良好的质构,工艺流程简单,适用于规模化生产。油炸可以使物料脱水,而且能形成独特的风味,是风味水产品加工中常用的工艺^[3];真空渗透是一种有效的增加渗透扩散速率的方法^[4],在果蔬糖渍脱水^[5-7]、水产品及肉类腌制脱水^[8-10]中已有相关的应用。本文将小龙虾油炸失水后直接用预冷汤汁冷却,再通过真空浸渍的方法加快风味和滋味物质的渗透,以期得到具有良好的风味及质构的小龙虾产品。

1 实验

1.1 材料与设备

实验材料:鲜活小龙虾(每只25~30 g)、十三香调味料、干辣椒、花椒、食用油、食盐、绵白糖、味精、鸡精等;塑料包装盒和包装袋均由盱眙龙虾集团提供。

主要设备:EL-3002型分析天平,瑞典梅特勒-托利多仪器有限公司产;TA-XT2质构仪,Stable Micro System公司产;DZG-6020型真空箱,上海森信实验仪器厂产;EF-6L-2型油炸锅,广州市鸿邦西厨设备制造有限公司产。

1.2 方法

1.2.1 加工工艺流程 原料拣选、清洗→油炸→预冷汤汁冷却→4℃渗透→真空包装→冷冻→冻藏

1.2.2 不同油炸温度对产品品质的影响 取小龙虾4份,分别于120℃,140℃,160℃,180℃下油炸3 min,自然冷却后测定小龙虾油炸失水率和虾仁水分含量。取油炸冷却后的虾置于4℃条件下浸渍24 h,然后加热煮沸3 min,测定渗透增重率和虾仁水分含量,并进行感官评定。

1.2.3 不同油炸时间对产品品质的影响 取小龙虾4份于160℃下油炸,时间分别为2 min,3 min,4 min,5 min,油炸后立即冷却,置于4℃条件下浸渍24 h,然后加热煮沸3 min,测定渗透增重率并进行感官评定。

1.2.4 不同渗透方法对小龙虾渗透增重率的影响

常压渗透:将冷却后加好调味汤汁的小龙虾置于4℃条件下浸渍2~24 h。真空渗透:将冷却后加好调味汤汁的小龙虾置于真空箱中,抽真空至真空度0.09 MPa以上,保持真空5 min后,再恢复常压,保持5 min,以上2步共循环3次。待3次循环结束之后,恢复常压,将小龙虾连同包装盒置于4℃条件下浸渍2~24 h。

1.2.5 真空渗透过程中产品品质的变化 分别对真空渗透时间为2 h,4 h,6 h,10 h,16 h,24 h制得的产品进行感官评价,并测定其虾仁的质构。

1.3 理化测定

1.3.1 水分含量测定 测定参照GB 5009.3—2010中直接干燥方法测定。

1.3.2 油炸失重率测定 油炸之前和之后小龙虾的质量分别记为 m_1 和 m_2 ,油炸失重率记为

$$\text{油炸失重率} = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100\%$$

1.3.3 渗透增重率测定 用预冷汤汁冷却后小龙虾的质量记为 m_3 ,于4℃浸渍渗透后的质量记为 m_4 ,渗透增重率记为

$$\text{渗透增重率} = (m_4 - m_3) / m_3 \times 100\%$$

1.3.4 质构测定 剥出小龙虾仁,切成长约0.8 cm的方块,作为待测样品。测试使用TA-XT2质构仪,P/0.5探头。测试条件:TPA全质构模式,测前速度2 mm/s,测试速度1 mm/s,测后速度5 mm/s,下压距离为50%。

1.3.5 感官评定 感官评定由经过专业培训的15个专业感官评定员组成,采用文献[11]的方法,感官评定具体评分标准见表1。

表1 冻藏风味小龙虾产品感官评分规则

评分项目	分值/分		
	8—9	5—7	3—4
风味	十三香风味浓郁,有虾鲜味,无腥味,无异味	有较浓郁的十三香风味,略有虾鲜味,或略有异味	十三香风味淡,虾鲜味淡,有异味
滋味	咸淡适中,有丰富的滋味	咸味稍重或稍淡,滋味较丰富	咸味很重或很淡,没有丰富滋味
口感	虾仁肉质紧密,硬度适中,有弹性	虾仁肉质较紧密,稍有弹性	虾仁肉质软烂,无弹性,或者粗糙、过硬
整体可接受性	色香味俱佳,口感好	色香味较好,口感较好	色香味较差,口感一般

1.4 数据处理

采用 SPSS 软件对实验中数据进行 ANOVA 差异显著性分析,显著性水平($P < 0.05$)由 Duncan 多项比较检测确定。

2 结果与讨论

2.1 油炸条件对冻藏风味小龙虾品质的影响

2.1.1 不同油炸温度对产品品质的影响 图 1 所示为油炸温度对小龙虾油炸失重率和渗透增重率的影响。油炸过程中,油炸脱水的速率与油炸温度呈正相关性。温度越高,油炸脱水的速率越高。但油炸时植物油中含有的不饱和脂肪酸极易氧化,使油的酸价增大,色泽变暗发黑,从而导致油炸后产品的颜色加深,味道变苦。因此选择小龙虾的油炸温度不超过 180 ℃。

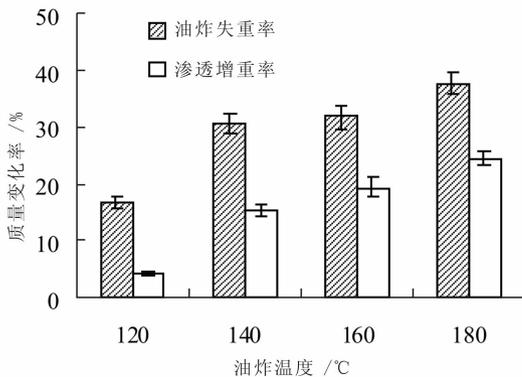


图 1 油炸温度对小龙虾油炸失重率和渗透增重率的影响

在油炸时间 3 min 的条件下,油炸温度越高,小龙虾油炸失重率越高,其相应的渗透增重率也越高。油炸温度为 120 ℃ 时,油炸失重率较低,后期渗透增重仅有不到 5%,说明吸收的汤汁很少。温度高于 140 ℃ 后,油炸失重率呈现较稳定的增长趋势,相应渗透增重率也逐渐增加。郭力^[3]也通过实验证实油炸温度较低时,小龙虾失重率小;孙洋^[12]在研究中发现高温油炸使得鱼片品质劣化。因此油温过低或者过高都不适合于小龙虾的油炸,合适的油炸温度还需从其他方面加以考虑,如产品质构和感官特性。

图 2 所示为油炸温度对油炸后小龙虾及产品中小虾仁水分含量的影响。由图 2 可见,整个油炸失水和渗透增重的过程中,虾仁水分含量变化不大,120 ℃ 油炸时虾仁的水分含量仅增加不到 1%,油炸温度为 180 ℃ 时增加约为 4%。随着油炸温度升高,虾仁

失水加剧,虾仁水分含量逐渐降低;但经过渗透增重后,虾仁的水分含量几乎相等,约为 77%。渗透过程中水分含量增加表明虾仁吸收了调味汤汁,水分含量增加越多,说明吸收汤汁越多,相应虾仁的风味和滋味越好。

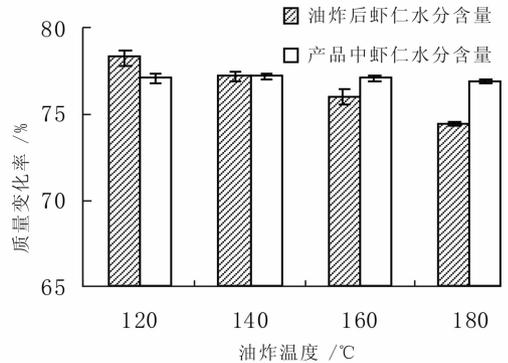


图 2 油炸温度对油炸后小龙虾及产品中小虾仁水分含量的影响

表 2 为油炸温度对产品中小虾仁质构的影响。从表 2 可以看出,油炸对虾仁弹性的影响较小,但对其硬度和咀嚼性有一定程度的影响。当油炸温度高于 140 ℃ 之后,虾仁的硬度增加较为显著;温度高于 160 ℃ 后,虾仁的咀嚼性显著增加。这主要是因为虾仁在 120 ℃ 油炸时失水较少,虾仁硬度低,咀嚼性较差;随着油炸温度的升高,虾仁水分含量略有下降,虾仁的质构出现较明显的变化。

表 3 为油炸温度对产品感官品质的影响。从表 3 可以看出,油炸温度对产品风味、滋味和口感均有较大影响,温度为 160 ℃,180 ℃ 时得到的产品感官评分较高,且没有显著差异,但与 120 ℃ 和 140 ℃ 时油炸得到的产品得分差异较大。

表 2 油炸温度对产品中小虾仁质构的影响

油炸温度/℃	弹性	硬度/g	咀嚼性/g
120	0.76 ± 0.04 ^a	128.0 ± 12.1 ^a	84.5 ± 5.0 ^a
140	0.75 ± 0.07 ^a	161.0 ± 2.2 ^b	83.5 ± 3.2 ^a
160	0.80 ± 0.04 ^a	166.1 ± 9.4 ^b	99.4 ± 3.4 ^b
180	0.85 ± 0.04 ^a	153.2 ± 7.0 ^b	92.9 ± 7.8 ^{ab}

注:表中同列不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。以下表格标注相同。

结合渗透增重率的变化来看,渗透增重率越高,产品的感官评分越高。当油炸温度为 160 ℃ 和 180 ℃ 时,相应的渗透增重率分别为 19.4% 和 24.4%,此时产品具有较高的感官评分。这也表明在本实验条件下,渗透增重率应 $> 20%$,以期产品有较

好的感官品质.

表3 油炸温度对产品感官品质的影响

油炸温度/℃	风味	滋味	口感	整体可接受性
120	3.8 ± 0.2 ^a	4.2 ± 0.2 ^a	5.5 ± 0.2 ^a	4.4 ± 0.0 ^a
140	5.2 ± 0.2 ^b	5.3 ± 0.2 ^b	6.7 ± 0.2 ^b	5.7 ± 0.1 ^b
160	7.2 ± 0.2 ^c	7.1 ± 0.3 ^c	7.2 ± 0.3 ^c	7.2 ± 0.3 ^c
180	7.3 ± 0.1 ^c	7.7 ± 0.2 ^c	7.5 ± 0.1 ^d	7.5 ± 0.2 ^c

虾壳经过油炸之后会变得酥脆,温度过高即180℃的时候常出现掉肢、掉钳的情况,外观不完整的龙虾不能加工成产品,所以180℃以上油炸会严重影响加工得率.综上所述,对于本研究中的小龙虾而言,油炸温度为160℃为最佳油炸条件.

2.1.2 不同油炸时间对产品品质的影响 图3所示为油炸时间对小龙虾油炸失重率和渗透增重率的影响.由图3可见,随着油炸时间的延长,产品的油炸失重率逐渐增加,160℃下油炸4 min和5 min后小龙虾失重率几乎相等,说明在此实验条件下,油炸4 min使得小龙虾几乎完全失水,其失重率接近40%;且油炸4 min的小龙虾渗透增重率最高,说明160℃下油炸4 min后,其分子结构可能被破坏,细胞的持水力下降,所以在渗透过程中不能有效地吸收水分.

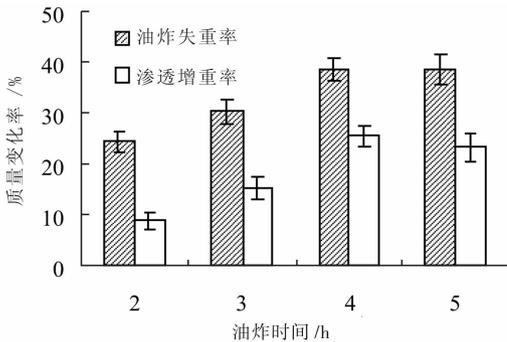


图3 油炸时间对小龙虾油炸失重率和渗透增重率的影响

表4所示为油炸时间对产品感官品质的影响.由表4可见,油炸时间对产品的感官品质影响较明显:随着油炸时间的增加,产品的感官得分逐渐增加,尤其是油炸时间为4 min以上时,产品的风味及滋味有显著提高;相对而言,油炸时间对虾仁的口感影响不大.结合产品渗透增重率的变化,可以得出在本实验条件下,油炸时间为4 min最合适.

2.2 渗透条件对冻藏风味小龙虾品质的影响

小龙虾经过油炸并用预冷至4℃的汤汁冷却之

后进行渗透.整个渗透过程是物质迁移的过程,包括水分及盐、糖等其他可溶性物质的迁移,并且伴随着风味物质的吸收.根据小龙虾冷冻产品加工卫生要求^[13],渗透温度选择为4℃,低温可以抑制微生物的生长,从而减少微生物污染.

表4 油炸时间对产品感官性质的影响

油炸时间/min	风味	滋味	口感	整体可接受性
2	5.0 ± 0.4 ^a	4.7 ± 0.2 ^a	6.3 ± 0.3 ^a	5.3 ± 0.1 ^a
3	5.2 ± 0.3 ^b	5.3 ± 0.1 ^b	6.7 ± 0.3 ^{ab}	6.2 ± 0.1 ^b
4	6.5 ± 0.2 ^c	6.9 ± 0.2 ^c	6.8 ± 0.2 ^b	6.9 ± 0.2 ^c
5	7.2 ± 0.3 ^c	7.1 ± 0.1 ^c	7.0 ± 0.2 ^b	7.1 ± 0.2 ^c

2.2.1 不同渗透方法对油炸后小龙虾增重的影响

在高真空度条件下进行渗透,可以提高渗透速度.由于原料小龙虾的细胞间隙存在有大量空气,这些气体阻碍了细胞与渗透液的充分接触.进行循环的抽真空处理时,随着气压的迅速降低,小龙虾组织结构中的空气大量逸出,渗透调味液迅速填补了这些间隙^[14],抽真空处理使得小龙虾快速增重了2.3%.

图4所示为常压渗透和真空渗透过程中小龙虾增重率的变化.由图4可见,2种渗透条件下小龙虾在前期渗透过程中增重速率均较快.渗透开始2 h后真空渗透和常压渗透的增重率分别为9.2%和6.3%,6 h分别达到19.8%和15.0%,24 h分别增加到26.6%和23.3%,说明2种渗透方法中前6 h均已经完成整个渗透过程中一半以上的物质迁移,在渗透16 h到24 h的8 h内,渗透增重率仅增加不到2%,表明渗透速率趋于缓慢,渗透效果明显下降.渗透后期时间长且效率不高,因此在达到相同渗透效果的前提下应尽量缩短渗透时间,以降低生产时间成本.

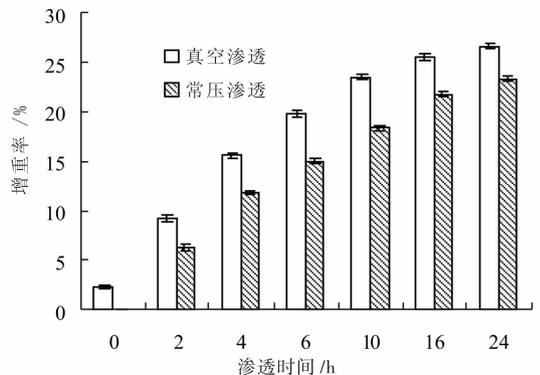


图4 常压渗透和真空渗透过程中小龙虾增重率的变化

从整体趋势看,真空渗透和常压渗透的增重率之差先增加后减小,其中渗透时间为6~10 h时,真空渗透的优势更明显:真空渗透10 h和常压渗透16 h后的小龙虾增重率几乎相等,为23%左右.根据之前的数据分析,当渗透率>20%时,产品的感官评分会有显著增加.

2.2.2 真空渗透过程中产品品质的变化 表5和表6分别为真空渗透过程中小龙虾仁质构、感官得分的变化.

表5 真空渗透过程中小龙虾仁质构的变化

真空渗透时间/h	弹性	硬度/g	咀嚼性/g
0	0.75 ± 0.05 ^{ab}	183.9 ± 4.2 ^b	97.6 ± 4.2 ^c
2	0.72 ± 0.02 ^a	176.4 ± 8.9 ^{ab}	100.95 ± 8.4 ^c
4	0.70 ± 0.03 ^a	174.2 ± 10.3 ^{ab}	86.4 ± 9.5 ^{ab}
6	0.77 ± 0.05 ^{ab}	166.0 ± 4.5 ^a	86.4 ± 4.5 ^{ab}
10	0.82 ± 0.01 ^b	186.0 ± 8.6 ^b	98.8 ± 2.6 ^c
16	0.78 ± 0.04 ^{ab}	191.6 ± 10.4 ^b	96.8 ± 5.3 ^{bc}
24	0.75 ± 0.07 ^{ab}	160.0 ± 5.0 ^a	78.6 ± 3.6 ^a

表6 真空渗透过程中小龙虾感官得分的变化

真空渗透时间/h	风味	滋味	口感	整体可接受性
0	3.9 ± 0.2 ^a	4.8 ± 0.1 ^a	5.8 ± 0.1 ^a	5.1 ± 0.1 ^a
2	4.8 ± 0.2 ^b	7.0 ± 0.0 ^b	6.9 ± 0.3 ^b	6.4 ± 0.1 ^b
4	6.5 ± 0.1 ^c	7.6 ± 0.4 ^c	7.8 ± 0.3 ^{bc}	6.7 ± 0.2 ^b
6	6.7 ± 0.2 ^d	7.7 ± 0.2 ^c	7.6 ± 0.1 ^{bc}	7.1 ± 0.2 ^c
10	8.1 ± 0.3	8.0 ± 0.2 ^c	8.1 ± 0.2 ^c	8.2 ± 0.1 ^d
16	8.1 ± 0.1	7.9 ± 0.2 ^c	7.6 ± 0.4 ^{bc}	7.8 ± 0.2 ^d
24	8.3 ± 0.1	8.0 ± 0.3 ^c	7.4 ± 0.3 ^c	7.8 ± 0.3 ^d

从表5可见,整个渗透过程中,虾仁的弹性及硬度变化不大,咀嚼性有所下降,总体上虾仁质构保持较好,品质基本没有劣化.随着渗透时间的延长,产品的整体可接受性出现先逐渐增加后略有下降的情况,其中风味及滋味的感官得分逐渐增加.风味的提高最明显,主要是因为渗透时间越久,汤汁中的香辛料风味物质挥发越多,扩散到产品中的风味物质也较多;同样,滋味的得分也逐渐增加,渗透前2 h滋味变化较显著,后期渗透中增加较缓慢,这是因为呈滋味的物质主要是盐、糖和味精等可溶成分,所以渗透速度快;而口感及咀嚼性下降的原因可能是渗透之前的油炸过程中虾仁失水较少,初期渗透中由于盐分的吸收,使虾仁脱水,而时间过长又会使得脱水后的虾仁重新吸水,所以导致咀嚼性下降,口感稍有变化.

从渗透过程中小龙虾的增重情况来看,真空渗

透10 h小龙虾渗透增重率达到23.4%,产品也具有较好的风味、滋味及整体可接受性;渗透时间>10 h,渗透效率下降明显,而且长时间的渗透会导致虾仁质构变化,所以渗透时间为10 h左右最合适.

3 结论

对冻藏风味小龙虾油炸和真空渗透2步关键工艺的研究结果表明:油炸温度和油炸时间对小龙虾产品的风味和滋味等品质影响较大,油炸温度160℃,油炸时间4 min为产品加工最合适的油炸工艺;真空渗透比常压渗透效率高,更适用于汤汁在小龙虾中的渗透,最佳渗透时间为10 h.经过此工艺加工得到的小龙虾产品感官评分最高,产品有很好的风味、滋味,并且虾仁的质构保持较好.

参考文献:

- [1] 戈兴杰. 盱眙龙虾产业化研究[D]. 上海:上海水产大学,2007.
- [2] 沈毅. 江苏省小龙虾产业发展报告[J]. 中国水产, 2010(6):14.
- [3] 郭力. 小龙虾即食产品的研制[D]. 无锡:江南大学,2010.
- [4] Bugueno G, Escriche I, Martinez-Navarrete N, et al. Influence of storage conditions on some physical and chemical properties of smoked salmon (*Salmo salar*) processed by vacuum impregnation techniques [J]. Food Chemistry, 2003(81):85.
- [5] 董全, Michele M, 陈宗道. 真空、脉冲真空和常压下蓝莓渗透脱水的研究[J]. 食品科学, 2007(9):92.
- [6] 刘卫华, 傅锋, 田益玲, 等. 常压、真空和脉冲真空渗透脱水加工芒果脯[J]. 食品研究与开发, 2010(3):108.
- [7] 程璐. 渗透脱水在果蔬加工中的研究进展[J]. 畜牧与饲料科学, 2010, 31(8):94.
- [8] 王少伟. 酒糟鱼加工工艺研究[D]. 无锡:江南大学, 2011.
- [9] 罗扬, 刘成国, 陈瑶, 等. 真空研制技术及其在食品加工中的应用研究[J]. 肉类研究, 2010(6):31.
- [10] 叶青, 涂宗财, 刘成梅, 等. 酒糟鱼工业化生产技术[J]. 食品与机械, 2001(3):25.
- [11] 岑剑伟, 王剑河, 李来好, 等. 不同养殖模式的凡纳滨对虾品质的比较[J]. 水产科学, 2008, 32(1):39.
- [12] 孙洋. 半干鲢鱼片加工工艺研究[D]. 无锡:江南大学, 2011.
- [13] 许一平, 胡正文, 王正建. 出口淡水小龙虾产品加工工艺及质量控制[J]. 水产科技情报, 2009, 36(4):198.
- [14] Rastogi N K, Raghavarao K S M S, Niranjana K, et al. Recent developments in osmotic dehydration; methods to enhance mass transfer [J]. Trends in Food Science and Technology, 2002(13):48.