

调理食品高效油炸的研究进展

张 慜, 祝银银

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 作者主要介绍了调理食品的常压油炸技术和真空油炸技术。阐述了常压油炸、真空油炸技术、微波常压油炸技术在调理食品中的应用现状,详述了高效油炸设备的国内外研究进展,阐明了常压油炸和真空油炸技术在调理食品中存在的问题,并对未来发展方向进行了展望。

关键词: 调理食品;油炸;设备

中图分类号: TS 255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2014)02—0113—07

Research Progress on Prepared Food of Microwave Efficient Frying

ZHANG Min, ZHU Yinyin

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

Abstract: This article was focused on the atmospheric frying and vacuum frying in the prepared food. Not only has this article formulated the present application of atmospheric frying, vacuum frying and microwave-atmospheric frying in the prepared food, but also it has summarized the research progress of equipments at home and abroad. Meanwhile, the existing problems and application prospect of atmospheric frying and vacuum frying in prepared food were discussed.

Keyword: prepared food, frying, equipment

调理食品(Prepared foods)又称方便预制食品,是指以农、畜、水产品为原料,经过适当调理、妥善包装,于冷冻(-18℃)、冷藏(7℃以下)或经气调等处理可在常温下贮藏、贩卖,可直接食用或食用前经过简单加工或热处理即可食用的产品^[1]。调理食品特指近20年来国际上迅速发展起来的由工业化生产的各种大众化配方食品,其最大特点是具有一定的配方要求和工程程序的工业化生产,其加工、保存、运输、销售和食用等环节具有省事、省时、省原料、省燃料、体积小以及废料可加工成饲料等优点。

可以说调理食品是现代营养学、食品工艺学、食品冷藏学、现代包装学等学科相互结合的产物^[2]。调理食品其实质是一种方便食品,具有方便化、快捷化、美味化、营养化、安全化等特点。因其产品附加值较高,具有本土化口味的需求,被公认为国内食品行业具有发展潜力的产品之一。随着工艺技术的创新、冷链流通体系的完善、包装材料的更新和高效能解冻设备的开发,新型调理食品有着无限广阔的市场前景。而油炸调理食品具有风味独特、简单调理即可食用,可以常温贮存等优点,能够被广大

收稿日期: 2013-06-21

基金项目: 国家 863 计划重点项目(2011AA100802)。

作者简介: 张 慜(1962—),男,浙江平湖人,工学博士,教授,博士研究生导师,主要从事农产品贮藏加工方面的研究。

E-mail: min@jiangnan.edu.cn

消费者所接受。在当今快节奏的生活中,尽管人们对其褒贬不一,但有一点是毋庸置疑的,油炸方便面、油炸薯条与果蔬脆片等代表性的大宗油炸调味食品已经成为人们不可缺少的食物。

油炸技术可以分成常压油炸、减压油炸和高压油炸三大类。常压油炸的油釜内的压力与环境大气压相同,通常为敞口,是最常见的油炸方式,适用面较广,但食品在常压油炸过程中营养及天然色素损失较大,因此,常压油炸比较适用于粮食类食品的油炸,如油炸糕点、油炸面包、油炸方便面的脱水等。低压油炸又称真空油炸,食品在食用油中进行油炸脱水干燥,使原料中的水分充分蒸发掉的过程。油炸釜内的油炸温度一般在 100℃ 以下,真空度为 92~98.7 kPa。该方法可使产品保持良好的色泽、形状和松脆性,其由于低氧环境,产品以及油脂劣变程度会相应降低,营养成分损失较少。高压油炸即油炸釜内的压力高于常压的油炸方法。高压油炸可解决因需要长时间油炸而影响食品品质的问题,此方法温度高,水分和油的挥发损失少,产品外酥内嫩,最适合肉制品的油炸,如炸鸡腿、炸牛排等^[3]。

微波加热与传统加热相比有显著的差异,主要由于加热形式、加热速度的不同,造成食品热能和水分分布不同,从而影响了食品的内在品质。传统加热需要加热环境和热介质,要比较长的时间才能达到所需的加热温度,而微波加热可使食品直接吸收微波并能立即加热。微波加热食品是通过微波的电场和磁场交替周期变化,使得食品中的偶极分子(如水、蛋白质等)随着磁场变化不断往返转动,分子与分子之间的摩擦、碰撞、振动、挤压等的作用产生热能,使得食品被加热,其加热速度快,耗时短,所得产品品质高^[4]。将微波和真空油炸相结合,不仅能在很短的时间内迅速脱水,而且在负压条件下可以很好的保持产品的品质,从而实现调理食品的微波高效油炸。

1 常压油炸调理食品

1.1 常压油炸

常压油炸作为食品加工手段可追溯到公元前 1600 年和古埃及时代。油炸真正作为食品加工手段的时间虽没有明确记载,但是油炸一词“frying”来源于拉丁语和希腊语的单词炙烤“roasting”,这表明油炸可能由炙烤技术发展起来。常压油炸由于其起源

较早,国内外对该项油炸技术及设备的研究比较成熟,目前在国内外也比较普及^[5]。

1.2 常压油炸设备

常压油炸设备主要有电加热油炸设备、燃气式油炸设备、连续式深层油炸锅、油水混和式油炸设备、微波常压油炸设备。

电加热油炸设备在操作时将物料置于物料网篮中放入油中炸,炸好后连篮筐一起取出。此油炸方式有如下缺点:1) 油炸过程中油处于高温状态,油很快氧化变质,粘度升高,重复使用几次即变成黑褐色,不能食用。2) 锅底灰积存残渣,随着油炸时间的延长,油变得更加浑浊,而且残渣附着在产品表面会加速食品的劣化,严重影响消费者的健康。3) 高温下长时间反复煎炸食品的油会生成多种形式的毒性不尽相同的油脂聚合物,这些物质会导致人神经麻痹、胃肿瘤甚至死亡。燃气式油炸设备以燃气为能源的一种油炸设备,设有自动点火和人工点火、火焰控制、油炸时间、温度控制、气压调节等,使用安全、方便、卫生,是较为理想的油炸设备。连续式深层油炸锅设备特点是无油炸笼,却能使物料全部浸没在油中连续进行油炸;油的加热是在锅外进行的;具有液压装置,能把整个输送器框架及其附属零件部件从油槽中升起或此案将,维修方便^[3]。油水混合式油炸机彻底地改变了传统的常压油炸设备结构,科学地采用油水混合技术,通过运用新型的燃烧器,密封加热,在升温的过程有效地控制了下层油温,减缓油炸的氧化,延长炸油的使用寿命,提高产品的品质,大大丰富和革新了油炸技术。S.D.Chen 等^[6]研究比较鱼片的微波油炸和深层油炸中,使用的定制的微波油炸设备采用 2 400 W 的功率加热油并用 2 500 W 的功率经行微波油炸,实验表明常压微波油炸技术是一种生产鱼片的很有潜力的技术。立盈科技古人有限公司^[7](专利号:200420005515.2)公开了上掀式微波油炸机,其包含有一顶面具有开口的油炸炉,内部具有可提供油炸物放置的加热室;可照射微波在油炸炉加热室的微波产生装置,其为一可盖合在油炸炉顶面开口上的罩体,该装置具有加速油炸的效果,改善油炸品质。

1.3 常压油炸的研究进展

常压下进行油炸加工,油温在 160℃ 以上,在高温情况下,会产生特殊的香味。张喻等^[8]以马铃薯为原料研究了切片厚度、坯料烘干时间(含水量)、

被膜剂浓度、油炸时间、油炸温度对常压油炸马铃薯脆片品质的影响,确定了常压油炸马铃薯脆片的加工工艺参数,即切片厚度为 2.0 mm,油炸坯料于 50 ℃下烘 80 min,水分质量分数控制在 60%左右,油炸前用 0.8%的 CMC-Na 溶液被膜,在 180 ℃下炸制 2 min。Pedreschi 等^[9]研究了油炸土豆片中的油脂摄入以及质构变化情况,将在 85 ℃热水中热烫 3.5 min 的土豆片和未处理的样品在 120、150、180 ℃的油温下进行油炸。结果表明,油炸温度以及预处理方法能够显著影响油炸土豆片最终的脂肪含量,温度越高则土豆片所摄入的油脂越低,但是油炸温度以及预处理方法对油炸土豆片最终质构没有显著影响。

近年来,利用微波加热代替传统方法油炸日益流行。曾敏等^[10]研究了预干燥时间对微波低油薯片的影响,为了薯片具备油炸食品的风味,同时又避免常压油炸的脂肪含量低,烘烤前在薯片表面用刷子涂上一层油,以使马铃薯片在微波处理过程中产生“油炸”环境。微波处理的目的在于干燥、熟化薯片,薯片涂油后放入微波炉中烘烤至熟化。结果表明,利用微波生产马铃薯片可使含油量降到 20%以下。Mecit Halil Oztop 等^[11]研究了微波油炸薯片的优化条件,表明采用 550 W 的微波水平油炸 2.5 min,在这种情况下油炸薯片的脂肪含量比普通油炸的脂肪含量低,因此微波油炸可以视为改善油炸产品品质的一种新型的、有发展前景的技术。Maryam Gharachorloo 等^[12]研究了微波油炸对煎炸油以及向日葵油的物理化学性质的影响,结果表明油脂很少退化,能够降低油炸生产成本,可以将微波油炸视为合适的代替传统油炸的一种方法。

1.4 常压油炸存在的问题

常压油炸因温度很高会带来很多问题,如食品的营养成分在高温下受到破坏,色、香、味等受到影响。另外,高温使油发烟、污染环境、增大油耗,同时高温下反复使用油炸,会产生热氧化反应,生成不饱和脂肪酸的过氧化物,它能直接妨碍机体对油脂和蛋白质的吸收,降低食品的营养价值。油中成分发生很多化学反应,导致炸油酸败劣变,油脂变稠、产生劣味,甚至会产生一些对人体有害甚至致癌的物质,影响消费者的健康,如丙烯酰胺等。常压高温油炸食品含油率都很高,使一些特殊人群(如肥胖者、心血管病人等)想吃而又不肯吃,使得常压油炸食品加工范围和销售受到很大的限制。因此,降低

常压油炸产品的含油率也是亟待解决的问题。

2 真空油炸调理食品

随着时代的发展,人们的消费观念发生改变,营养知识的普及,千百年来所延用的开放式容器高温油炸方式受到了挑战。常压油炸调理食品一系列问题的提出与发现,使得低温真空油炸技术这一现有油炸技术进行全新突破,并代表 21 世纪发展方向的新型食品加工技术脱颖而出。真空油炸是在 20 世纪 60 年代末和 70 年代初发展起来的一项新型食品加工技术。该技术将脱水技术和油炸技术有机地结合起来,使得其具有许多独到之处和对原料的广适范应性。该技术在 20 世纪 70~80 年代的美国、欧洲和日本有了很大的发展,国际上已经研究了很多的真空油炸食品有水果类:苹果脆片^[13]、香蕉片^[14]、芒果片^[15]等;蔬菜类:胡萝卜^[16]、土豆^[17]、四季豆、甘薯^[18]等;肉食水产类:鱼片^[19]、牛肉类、虾等。我国近年来先后开发了毛豆^[20]、红枣^[21]、芋头^[22]、蚕豆^[23]、海笋笋^[24]等果蔬真空油炸产品,对真空油炸技术的研究不断地深入。

2.1 真空油炸技术的原理

真空油炸其实质是在负压条件下,食品在食用油中进行油炸脱水干燥。水在常压下的沸点是 100 ℃,真空系统相对于大气压而言是处于负压状态,随着压力的显著降低,水的沸点也会相应的降低。在 10~100 mm 汞柱真空度下,水的沸点在 10~55 ℃。在含水食品的气化分离操作中,真空是与低温紧密相联系的。在真空下操作可以有效地避免高温处理带来的一系列问题,如炸油的聚合劣变、食品本身的褐变反应、营养成分的损失等^[25]。

2.2 真空油炸工艺特点

2.2.1 膨化作用 采用真空油炸所制得的产品有显著地膨化效果。这是因为在负压状态中,以油作为传热媒介,食品内部的水分(自由水分和部分结合水)会迅速蒸发而喷出,使组织形成疏松多孔的结构^[26]。

2.2.2 保色保香 采用真空油炸,原料在低温、低压的油脂环境中进行加工。由于食物中的香料大多是水溶性的,在脱水过程后,这些香味成分进一步得到浓缩,因此可以很好地保存食物原有的香味。此外由于低氧环境,食物容易褐变和褪色,保持了原本的色泽。但是对于含有油溶性的色素,如叶绿

素、类胡萝卜素等,在油炸的过程中色素容易溶出,所以要进行预处理,以保证色素的稳定^[27]。

2.2.3 产品含油率低 由于在负压状态下,油炸时,气体很快扩散到食品孔隙中,阻碍油脂渗入产品的孔隙中,油炸结束后,产品仍然保持在真空条件下进行脱油,以防止当压力从负压恢复到常压时,产品孔隙中的压力迅速增加到常压水平,产品表面的油脂渗入到孔隙中,所以产品的油脂含量较低^[28]。

2.3 真空油炸设备的发展状况

1972年美国专利(US3635722)是关于真空油炸专利文献最早的报道,其提出了原始的封闭式油炸模式。1983年和1985年,日本专利(No.183048/1983和92718/1985)在真空油炸设备上做了很大的改进,原料在真空条件下油炸和脱油。1989年美国专利US4828859推出了使用预处理技术的真空油炸果蔬产品的方法和设备。随后在1993年的专利US5182982中提出了连续真空油炸设备,简化工序,防止残渣沉积在油炸锅底部,改进了产品质量,提高生产效率。我国台湾在真空油炸技术上发展比较迅速,其技术以及设备在东南亚地区出现后,逐渐向世界各地推进,我国也对该技术进行了多方位的吸收和创新。在1995年我国成功研制了YZG-5型低温真空加压浸渍油炸机械,使得我国的果蔬脆片向着连续化、密封式、自动化、脂肪含量自动化监制的方向发展。同年,陈淑梅等^[29]提出在真空状态下进行油炸脱油的设备,该设备采用了在真空油炸锅内直接脱油而不需要将加热油排出真空室的真空油炸脱油技术。1996年,北京星印机械有限公司^[30]提出了一项新型真空油炸机的发明专利(CN2223558Y),该设备提高了单机生产率,缩短了生产周期,能保持成品原有色泽、风味和营养。1999年,郑晓等^[31]在《回油式真空油炸脱油机设计》中介绍了一种回油式真空油炸脱油机及系统的结构、工作原理,并对主要设计参数进行了分析和计算。该设备实现同罐油炸和脱油的第二代机型中的一种,主要特征是油炸后炸罐内热油放出至贮油罐,再进行离心脱油。2000年,夏德昭等^[32]提出了以单片机为核心,PC机作监控的小型真空双锅油炸设备控制系统,详细介绍了软硬件的具体设计过程。新型芯片和典型抗干扰措施的使用提高了控制的性能,增强了系统的稳定性。东莞菇源堂生物科技有限公司

^[33](专利号:201020657780.4)公开了全自动真空油炸机,该装置设有两个真空油炸室,即油预热室和真空油炸室。油预热室上设有多个电加热管,该油预热室与真空油炸室及设备冷却装置相连接,其中还设有热电偶探头。东莞爱尚菇食品科技有限公司^[34](专利号:201120044551.X)公开了三室真空低温油炸机结构,设有两个油炸室,每一个油炸室上都设有破真空装置与离心脱油电机,两个油炸室与真空系统、储油室相连。其设备使用的食用油在加热后,连续经行二次油炸工作,缩短了食用油的氧化过程,延长了食用油的使用寿命,两个油炸室可以连续生产,提高了油炸机的工作效率。Rosana G. Moreira^[35]研究了脱油装置对高品质真空油炸土豆片的影响,发现脱油能显著降低产品表面的脂肪含量。Ram Yamsaengsung^[14]在研究真空油炸对香蕉结构变化的影响中,描述了真空油炸设备(Model ET32030, Nash, Trumbull, CT),该装置包括控制箱、热电偶、油炸锅、冷凝器、液环真空泵,离心机等,离心机的转速可以达到450 r/min,可以显著地降低油脂含量。

2.4 真空油炸预处理研究进展

由于消费者对健康的关心,在油炸产品的加工过程中,脂肪含量成为一个很重要的控制指标。因此,许多专家学者致力于降低油炸产品的脂肪含量的研究。常常需要对样品进行前期的预处理:如热烫、浸渍、涂膜、预干燥。

肖功年等^[17]研究了不同热烫时间对真空油炸毛豆仁品质的影响,发现热烫时间对含油率影响较大,得到最佳的热烫时间为6 min。Shyu等^[36]研究了预处理和加工条件对真空油炸苹果脆片品质的影响,发现乳糖质量浓度对苹果脆片的脂肪质量分数有显著影响,并确定其最佳质量浓度是30~40 g/dL。范柳萍等^[37]研究了预处理技术对真空油炸脆蚕豆品质的影响,表明预处理能显著地影响蚕豆的水分质量分数和含油率,浸渍和热风干燥预处理技术既可以显著地降低产品的含油率,同时又不影响其脆度和色泽。Franco Pedreschi^[38]研究了预干燥对薯片质构和含油率的影响,发现预干燥能显著降低产品的含油率,同时提高产品的松脆性。宋聚贤等^[39]为了得到低含油率并具有令人满意品质的马铃薯脆片,采用真空微波-真空油炸-真空微波三阶段联合脱水工艺,并对三阶段联合脱水工艺进行优化,得出三

阶段联合脱水工艺条件是:前期微波强度 1.4 W/g 在真空度为 0.060 MPa 下真空微波预干燥 8 min,然后,在 100 ℃和 0.090 MPa 条件下真空油炸 15 min,最后在微波强度为 2.4 W/g 和真空度 0.095 MPa 条件下干燥 4 min。Rungsinee Sothornvit^[40]研究了可食用涂膜材料对真空油炸香蕉脆片品质的影响,结果表明,瓜儿豆胶或是黄原胶均能降低产品的含油率,同时保持产品的品质。

2.5 真空油炸技术存在的问题

我国果蔬资源丰富,扩大果蔬脆片的生产具有很大的优势,不仅方便携带,而且充分且合理地利用资源。真空油炸技术日趋成熟,加工的种类越来越多,产品的开发日新月异,但是还是存在一些问题:

2.5.1 产品脂肪含量高 市场上果蔬脆片产品的脂肪含量较高,过多的脂肪不仅增加了生产成本,而且缩短了产品的贮藏期,更主要的是对消费者的健康带来一定的危害,如冠心病、心脏病^[41]。因此降低油炸食品的脂肪含量应成为食品科研人员以及食品企业界力争达到的目标。目前可行的简易方案是增加固形物含量以及涂膜技术,但是对于涂膜技术来说,还是存在一些问题,因为可食用胶体能够阻碍油的渗入的同时,对水分的蒸发也起到一定的阻碍,所以产品的最终水分含量会所有偏高。我们可以根据需要研究培育出高固形物含量的油炸专用品质,既可以降低产品的脂肪含量和生产成本,又可以提高贮藏稳定性。

2.5.2 缺乏某些产品的工艺研究 虽然目前很多果蔬已经应用到真空油炸技术上,而且建立了比较完善的工艺流程和工艺参数,但是有些新品种的果

蔬原料,由于其独特的物理化学成分,而不能使用普通的真空油炸工艺流程和参数进行加工。因此,为了促进真空油炸技术的全面发展应用和新产品的开发,对于特殊果蔬的真空油炸工艺的研究也是很重要的。

2.5.3 缺乏保持油炸产品品质在贮藏期稳定性和货架期的工艺研究 真空油炸产品具有蓬松酥脆的结构,因为很容易吸潮,而且因为含有很多的脂肪,很容易发生酸败和油脂氧化现象。真空油炸产品最重要的一个品质就是松脆性,而要保持这种状态,其水分含量应该很好地控制在 3% 以下,因此在油炸产品的包装上如何控制水分含量以及氧气含量,避免吸潮和油脂氧化是研究的重点内容。

2.5.4 节约能源消耗 目前国内采用的真空油炸技术使用的加热源一般是蒸汽能或是电能,能耗较大,生产成本较高。如何能够使得真空油炸能高效的进行,急需开发新型技术,如采用微波源作为加热源,将微波加热与真空油炸技术相结合,提高生产效率,同时提高产品的品质。

3 展望

调理食品的油炸技术以及设备多种多样,而且各种设备都有着各自的特点和适用范围。但是每一个设备以及技术都或多多少少的存在一些缺陷,所以人们在不断的各种新技术、新方法,能够生产出高品质、低脂肪的产品。采用微波真空技术与油炸技术以及一些预处理方法,可以使得产品在较短的时间内迅速脱水,降低公司生产成本,提高产品品质,达到高效节能的效果。

参考文献:

- [1] 谢乐生. 南美白对虾即食调理食品的研制[D]. 无锡:江南大学,2007.
- [2] 张魁,孙金才,丁占生,等. 厨房用调理食品研究与开发[M]. 北京:中国轻工业出版社,2011.
- [3] 张国治. 油炸食品生产技术[M]. 北京:化学工业出版社,2010.
- [4] 严青. 可微波冷冻预油炸鸡肉串的研究与开发[D]. 无锡:江南大学,2009.
- [5] 刘亚珍. 常压油炸条件下降低油炸薯条含油量的工艺研究[D]. 南京:南京农业大学,2007.
- [6] S D CHEN, H H CHEN, L H A FERNG, et al. Comparison of microwave frying and deep-fat frying of fish crisps [J]. *Journal of Food Processing and Preservation*,
- [7] 立盈科技股份有限公司. 上掀式微波油炸机[P]. 中国专利:200420005515.2,2005-04-06.
- [8] 张喻,谭兴和,熊兴耀,等. 常压油炸马铃薯脆片加工工艺参数的研究[J]. *食品科学*,2006,27(7):132-135.
ZHANG Yu, TAN Xinghe, XIONG Xingyao, et al. Study on processing technological parameters of fried potato chips at normal atmospheric pressure[J]. *Food Science*,2006,27(7):132-135. (in Chinese)
- [9] Franco Pedreschi, Pedro Moyano. Oil uptake and texture development in fried potato slices [J]. *Journal of Food Engineering*, 2005(70):557-563.

- [10] 曾敏, 谭兴和, 熊兴耀, 等. 预干燥时间对微波低油薯片的影响[J]. 食品科技, 2007, 5: 157-160.
ZENG Min, TAN Xinghe, XIONG Xingyao, et al. Discussion on the conditions of microwave techniques producing low oil content potato chips[J]. **Food Science and Technology**, 2007, 5: 157-160. (in Chinese)
- [11] Mecit Halil Oztop, Serpil Sahin, Gulum Sumnu. Optimization of microwave frying of potato slices by using Taguchi technique[J]. **Journal of Food Engineering**, 2007, 79: 83-91.
- [12] Maryam Gharachorloo, Mehrdad Ghavami, Maryam Mahdiani, et al. The effects of microwave frying on physicochemical properties of frying and sunflower oils[J]. **Journal of the American Oil Chemist Society**, 2010, 87: 355-360.
- [13] Mariscal M, Bouchon P. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices [J]. **Food Chemistry**, 2008, 107: 1561-1569.
- [14] Ram Yamsaengsung, Thaworn Ariyapuchai, Kulchanat Prasertsit. Effects of vacuum frying on structural changes of bananas[J]. **Journal of Food Engineering**, 2011, 106: 298-305.
- [15] Nunes Y, Moreira R. Effect of osmotic dehydration and vacuum frying parameters to produce high-quality mango chips[J]. **Journal of Food Science**, 2009, 74: 355-362.
- [16] Shyu S, Han L, Hwang L S. Effect of processing conditions on the quality of vacuum-fried carrot chips[J]. **Journal Science Food Agriculture**, 2005, 85: 1903-1908.
- [17] Carla V Yagua, Rosana G, Moreira. Physical and thermal properties of potato chips during vacuum frying [J]. **Journal of Food Engineering**, 2011, 104: 272-283.
- [18] Da Silva, Moreira R. Vacuum frying of high quality fruit and vegetable based snacks [J]. **LWT-Food Science and Technology**, 2008, 41(10): 1758-1767.
- [19] Andrés-Bello A, García-Segovia P, Martínez-Monzó J. Vacuum frying process of hilthead sea bream (*Sparus aurata*) fillet[J]. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 2010, 11: 630-636.
- [20] 肖功年, 杜卫华, 周乐群, 等. 不同漂烫时间对真空油炸毛豆仁品质的影响[J]. 工艺技术, 2005, 26(7): 147-149.
XIAO Gongnian, DU Weihua, ZHOU Lequan, et al. The effect of different blanching time on the quality of vacuum frying soybean[J]. **Technology**, 2005, 26(7): 147-149. (in Chinese)
- [21] 谢麦香, 赵粉莲. 真空低温油炸脆枣加工技术研究[J]. 山西食品工业, 2002(2): 41-42.
XIE Maixiang, ZHAO Fenlian. Study on the processing technology of vacuum low-temperature fried crisp jujube[J]. **Shanxi Food Industry**, 2002(2): 41-42. (in Chinese)
- [22] 石小琼, 邓金星, 刘锦华, 等. 芋茸真空油炸最佳工艺研究[J]. 中国粮油学报, 2001, 16(4): 54-59.
SHI Xiaoqiong, DENG Jinxing, LIU Jinhua, et al. Optimal technology of vacuum frying for processing of *Colocasia esculenta* Schott's Son-Taro[J]. **Journal of the Chinese Cereals and Oils Association**, 2001, 16(4): 54-59. (in Chinese)
- [23] 范柳萍, 王维琴, 孙金才, 等. 蚕豆真空油炸试验研究[J]. 干燥技术与设备, 2008, 6(1): 29-31.
FAN Liuping, WANG Weiqin, SUN Jincai, et al. The experimental research of vacuum frying broad bean[J]. **Drying Technology and Equipment**, 2008, 6(1): 29-31. (in Chinese)
- [24] 范友丙, 张懋, 周祥, 等. 富硒海芦笋的真空油炸工艺研究[J]. 食品科学, 2009, 30(12): 82-85.
FAN Youbing, ZHANG Min, ZHOU Xiang, et al. Change in selenium content of selenium-rich *salicornia bigelovii* Torr during vacuum frying[J]. **Food Chemistry**, 2009, 30(12): 82-85. (in Chinese)
- [25] 张炳文, 郝征红. 低温真空油炸脱水技术在食品加工业上的应用[J]. 中国商办工业, 1999, 12: 33-34.
ZHANG Binwen, HAO Zhenghong. Application of vacuum fried dehydration technology in food processing [J]. **China Business Industry**, 1999, 12: 33-34. (in Chinese)
- [26] 张炳文, 郝征红, 杜红霞. 低温真空油炸技术综述[J]. 粮油食品科技, 1997, 5: 9-10.
ZHANG Binwen, HAO Zhenghong, DU Hongxia. Overview of vacuum frying technology [J]. **Food and Edible Oil Technique**, 1997, 5: 9-10. (in Chinese)
- [27] 阎晓倩, 朱武. 真空油炸技术[J]. 真空, 2007, 44(1): 35-38.
YAN Xiaoqian, ZHU Wu. Study on the frying in vacuum[J]. **Vacuum**, 2007, 44(1): 35-38. (in Chinese)
- [28] Garayo J, Moreira R. Vacuum frying of potato chips[J]. **Journal of Food Engineering**, 2002, 55: 181-191.
- [29] 陈淑梅, 陈明月. 真空油炸脱油机设计[J]. 包装与食品机械, 1995, 1: 24-27.

- CHEN Shumei, CHEN Mingyue. Design of oil removing machine on vacuum fryer[J]. **Packaging and Food Machinery**, 1995, 1: 24-27. (in Chinese)
- [30] 北京星印机械有限公司. 真空油炸机[P]. 中国专利: 94248611.0, 1996-04-03.
- [31] 郑晓, 钟沈江. 回油式真空油炸脱油机设计[J]. **食品工业**, 1999(4): 22-28.
- ZHENG Xiao, ZHONG Shenjiang. Design of oil return type of oil removing on vacuum fryer[J]. **Food Industry**, 1999(4): 22-28. (in Chinese)
- [32] 夏德昭, 罗庆丰. 双锅交替式真空油炸机的设计[J]. **粮油加工与食品机械**, 2000(3): 18-20.
- XIAO Dezhaoh, LUO Qingfeng. Design of double pot alternate type vacuum frying machine[J]. **Grain and Edible Oil Processing and Food Machinery**, 2000(3): 18-20. (in Chinese)
- [33] 东莞菇源堂生物科技有限公司. 全自动真空油炸机[P]. 中国专利: 201020657780.4, 2011-06-15.
- [34] 东莞爱尚菇食品科技有限公司. 三室真空低温油炸机结构[P]. 中国专利: 201120044551.X, 2011-09-28.
- [35] Rosana G Moreira, Paulo F Da Silva, Carmen Gomes. The effect of a de-oiling mechanism on the production of quality vacuum fried potato chips[J]. **Journal of Food Engineering**, 2009, 92: 297-304.
- [36] Shyu S L, Hwang L S. Effect of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips [J]. **Food Research International**, 2001, 34, 133-142.
- [37] 范柳萍, 王维琴. 预处理技术对真空油炸脆蚕豆品质的影响[J]. **食品工业技术**, 2008, 29(7): 108-113.
- FAN Liuping, WANG Weide. Effects of pretreatment on the quality of vacuum fried horsebean [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2008, 29(7): 108-113. (in Chinese)
- [38] Franco Pedreschi, Pedro Moyano. Effect of pre-drying on texture and oil uptake of potato chips[J]. **LWT**, 2005, 38: 599-604.
- [39] 宋聚贤, 张慇, 范柳萍. 真空微波-真空油炸-真空微波三阶段联合脱水工艺生产低含油率马铃薯脆片 [J]. **食品科学**, 2009, 30(8): 297-302.
- SONG Xianju, ZHANG Min, FAN Liuping. Production of low oil content potato chips by vacuum microwave-vacuum frying-vacuum microwave dehydration process[J]. **Food Science**, 2009, 30(8): 297-302. (in Chinese)
- [40] Rungsinee Sothornvit. Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips [J]. **Journal of Food Engineering**, 2011, 107: 319-325.
- [41] Ji Hee Yang, Ho Young Park, Yun Sook Kim, et al. Quality characteristics of vacuum-fried snacks prepared from various sweet potato cultivars[J]. **Food Science and Biotechnology**, 2012, 21(2): 525-530.

会 议 信 息

会议名称(中文): 第八届全国核糖核酸学术讨论会

会议名称(英文): The 8th biennial meeting of Chinese RNA Society

所属学科: 生物物理学、生物化学及分子生物学、细胞生物学、遗传与发育生物学、生物技术与生物工程、生物信息学、生物医学工程学

开始日期: 2014-04-11

结束日期: 2014-04-12

所在城市: 安徽省 合肥市

具体地点: 蜀山区黄山路 443 号中国科学技术大学生命科学学院

主办单位: 中国生物化学与分子生物学会核糖核酸专业委员会

协办单位: 中国科学技术大学生命科学学院

承办单位: 中国科学技术大学生命科学学院

议题: 核糖核酸(RNA)学术讨论会

会议主席: 单革教授

摘要截稿日期: 2014-03-31

联系人: 杨晓梦

联系电话: 0551-63601356/13865942905

E-MAIL: yxmwuhu@163.com

通讯地址: 安徽省合肥市蜀山区黄山路 443 号中国科学技术大学生命科学学院

邮政编码: 230027