

干燥时间对卤制葵瓜子品质的影响分析

刘珂鑫^{1,2,3} 戴傲宇^{1,2,3} 林子扬⁴ 方晗⁴ 占剑峰^{1,2,3*}

1 黄冈师范学院生物与农业资源学院

2 大别山特色资源开发协同创新中心

3 湖北省经济林种质资源改良与资源综合利用重点实验室

4 湖北永信食品有限公司

DOI:10.12238/as.v8i11.3472

[摘要] 以带壳卤制葵瓜子为原料,探究热风干燥过程中干燥时间对卤制葵瓜子水分含量及品质变化的影响。结果表明:测定随着干燥时间的增加,卤制葵瓜子的水分含量逐渐下降,酸价、过氧化值均呈先增加再减小再增加的趋势,卤制葵瓜子的质构特性和感官评分随着干燥时间的增加呈上升的趋势,从卤制葵瓜子扫描电镜的观察图可以发现干燥后葵瓜子的组织结构变得疏松多孔,两种卤制葵瓜子(山核桃味、奶香味)的品质在干燥过程中无明显差异。本研究确证了卤制葵瓜子在干燥过程中,降低水分含量的同时提高了其感官品质,但感官品质最优干燥时间滞后于水分含量达标的时间。

[关键词] 葵瓜子; 干燥; 品质; 质构; 感官评定

中图分类号: TS255.6 文献标识码: A

Analysis of the Effect of Drying Time on the Quality of Marinated Sunflower Seeds

Kexin Liu^{1,2,3} Aoyu Ji^{1,2,3} Ziyang Lin⁴ Han Fang⁴ Jianfeng Zhan^{1,2,3*}

1 College of Biology and Agricultural Resources, Huanggang Normal University

2 Collaborative Innovation Center for the Development of Dabie Mountains Characteristic Resources

3 Hubei Key Laboratories of Economic Forest Germplasm Improvement and Comprehensive Resources Utilization

4 Hubei Yongxin food Co., LTD

[Abstract] The effect of drying time on the moisture content and quality of marinated sunflower seeds with shell was studied in hot air drying process. The results show that: With the increase of drying time, the moisture content of marinated sunflower seeds gradually decreased, and the acid value and peroxide value increased first and then decreased and then increased. The texture characteristics and sensory scores of marinated sunflower seeds showed an increasing trend with the increase of drying time. The microstructure of marinated sunflower seeds became loose and porous after drying, according to the scanning electron microscope observation image of marinated sunflower seeds. There was no significant difference in the quality of the two kinds of marinated sunflower seeds (hickory flavor, milk flavor) during drying. This study confirmed that the drying time of marinated sunflower seeds can improve the sensory quality while reducing the moisture content, but the optimal drying time of sensory quality lags behind the time when the moisture content reaches the standard.

[Key words] Sunflower seeds; Dry; Quality; Texture; Sensory evaluation

引言

葵瓜子又名葵花籽,是向日葵的果实^[1],含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素等^[2]。葵瓜子营养价值高,具有养血、平肝、降压和降胆固醇的功效^[3-4]。卤味葵瓜子作为一种方便小吃,口感独特,同时保持了葵瓜子本身的营养价值。卤味葵瓜子是经过采摘、挑选、洗净、卤煮入味、干燥、烘烤等加工工艺得到的休闲食品,在这个过程中,卤煮入味和烘烤是最重要的工序^[5-6]。

葵瓜子的油脂含量高,特别是不饱和脂肪酸含量,在加工和储藏的过程中会因为受到光照、温度、空气中的氧气、油脂中的水分和酶的作用,水解成游离脂肪酸和甘油等小分子化合物,小分子游离脂肪酸再进一步被氧化为氢过氧化物^[7],氢过氧化物很不稳定,会继续分解成酮类、醛类和酸类物质及其他氧化物,导致油脂酸败,而影响产品的食用口感和安全性^[8]。热风干燥是葵瓜子产品生产中常用的加工环节,虽然具有操作简便,设备简

单等优点,但也存在干燥不均匀,干燥时间长,产品质量无法保证等不足。

目前对葵瓜子在干燥过程中品质变化的研究不多,主要集中在加热方式、干燥温度对葵瓜子中水分、营养成分等的分析,而对葵瓜子干燥过程中的水分、过氧化值、酸价、质构特性、感官特性等之间的相互关系研究较少。因此,本试验研究在干燥过程中控制水分含量达到国标要求的前提下,优化干燥时间,改善葵瓜子品质,提高企业的经济效益,为促进我国葵瓜子制品产业健康可持续发展提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

山核桃味葵瓜子、奶香味葵瓜子:湖北永信食品有限公司。

1.2 仪器与设备

HS153快速水分测定仪:上海右一仪器有限公司;LGJ-12真空冷冻干燥机:北京松源兴科技发展有限公司;CT3型质构仪:美国Brookfield公司;SU8010扫描电子显微镜:日本日立公司。

1.3 试验方法

1.3.1 卤制葵瓜子的工艺流程。选料→筛选清洗→浸泡卤汁→输送带烘干→小炕烘干→出炕干燥→选样去杂→包装。

1.3.2 卤制葵瓜子的取样。卤制葵瓜子的干燥方式分为三个阶段,分别是输送带干燥(1h)、小炕烘干(22h)、出炕烘干(1h)。取样时间点为葵瓜子卤煮完后进行热风干燥的0.5h、1h、6h、11h、16h、21h、24h,各取样1kg,取完样品后立即真空密封并进行冷藏保鲜。

1.3.3 葵瓜子仁油脂的提取。以石油醚为提取试剂,葵瓜子去壳,高速粉碎机粉碎,装入250ml的锥形瓶,将石油醚加热至45℃后倒入,充分搅拌后静置12小时,取上清液经盛有无水硫酸钠的漏斗过滤干燥后,滤液于60℃水浴上,挥尽石油醚,得到所需油脂。

1.3.4 酸价含量的测定。参照GB 5009.229—2016《食品安全国家标准食品中酸价的测定》中第一法“冷溶剂指示剂滴定法”。

1.3.5 过氧化值含量的测定。参照GB 5009.227—2016《食品安全国家标准食品中过氧化值的测定》中第一法“滴定法”。

1.3.6 水分含量的测定。采用GB 5009.3—2016《食品安全国家标准食品中水分的测定》中的第一法“直接干燥法”,测定葵瓜子水分含量。

1.3.7 质构的测定。原料的处理:将葵瓜子剥壳后,选取大小均匀,颗粒饱满的葵瓜子仁用质构仪进行分析检测。

参考曹晓雨^[9],设置压力测试参数为探头类型TA32/100,操作类型为Return to start,测试速度0.5mm/s,目标模式为Strain mode,等待时间0s,操作模式为压力测定,触发点负载5g,测试数据选取硬度、咀嚼性。

1.3.8 感官评定。感官评定结合张珍林等^[10]的方法加以修改,感官评定标准见表1。评定小组由10名食品科学与工程专业的学生组成,对卤制葵瓜子的气味、色泽、外观、口感和滋味进行测试评定。要求在感官评定前2h不吃东西,每2个产品评定间隔

5min,用冷水漱口。

表1 卤制葵瓜子的感官评价标准

评价项目	具体特征性描述	评分/分
气味	具有葵瓜子特有的香气,香辛料香味适中	15~20
	香气不足,香辛料气味较淡,无异味	8~14
	基本无香味,有明显的异味	0~7
色泽	色泽均匀,无异色	11~15
	色泽较均匀,无明显异色	6~10
	色泽杂乱,有明显的异色	0~5
外观	颗粒形态饱满,无开裂	8~10
	颗粒形态较完整,部分轻微开裂	4~7
	颗粒形态不完整,严重开裂	0~3
口感	干脆,易磕酥脆	21~30
	稍有黏性,可以磕开,较酥脆	11~20
	黏牙,过硬或者过软,不酥脆	0~10
滋味	咀嚼时有浓郁的葵瓜子香味,咸味、甜味、香料味适中	21~25
	咀嚼时有淡淡的葵瓜子香味和香料味,咸味、甜味较好	11~20
	咀嚼时无香味,带有异味,咸味、甜味过重	0~10

1.3.9 干燥前、后葵瓜子微观结构观察。分别将干燥前和干燥后的葵瓜子样品剥壳,取其葵瓜子仁,将葵瓜子仁从中间横断掰开,用导电胶将葵瓜子样品固定在样品台上,使被掰开的截面部分朝上,喷金15s,保存于干燥容器内。测试时将样品置于扫描电镜中观察,选取有代表性的截面形貌保存。

1.4 数据处理

每组试验重复进行3次,计算其标准差值,采用SPSS Statistics 25进行数据显著性分析(P<0.05,差异显著),通过Origin 2018软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 干燥时间对水分含量的影响

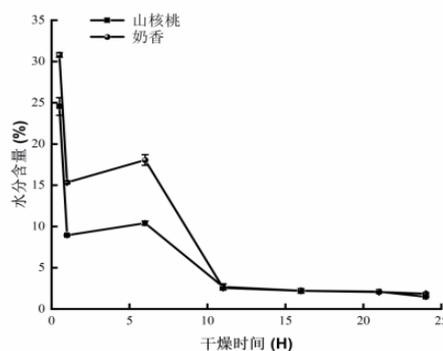


图1 不同的干燥时间对卤制葵瓜子水分含量的影响

干燥时间对两种口味的卤制葵瓜子水分含量的影响如图1所示,由图1可得,在干燥温度为80℃时,随着干燥时间的增加,两种口味的卤制葵瓜子水分含量变化呈先下降再上升,最后下降的趋势。

在输送带干燥阶段,葵瓜子与周围环境的相对湿度差大,葵瓜子表面的水分蒸发率大于食品内部的水分扩散速率,所以水分含量下降迅速。而在1h到6h的小炕干燥过程中,食品表面水分蒸发远大于食品内部的水分扩散速率,水分蒸发从葵瓜子表面向内层深处转移,葵瓜子表面迅速干燥,建立了温度梯度,同时由于葵瓜子壳的封闭性,也不利于内部水分后续向外扩散,所以出现卤制葵瓜子回湿的现象。在后续的小炕干燥过程中,空气向葵瓜子提供的热量全部用于蒸发水分,因而内部不再建立温度梯度,葵瓜子内部的自由水在持续干燥的过程中已被去除大部分,难以去蒸发的结合水继续作为干燥的主要对象,此时葵瓜子相对湿度逐渐稳定,所以葵瓜子水分含量逐渐趋于稳定。

2.2 干燥时间对酸价的影响

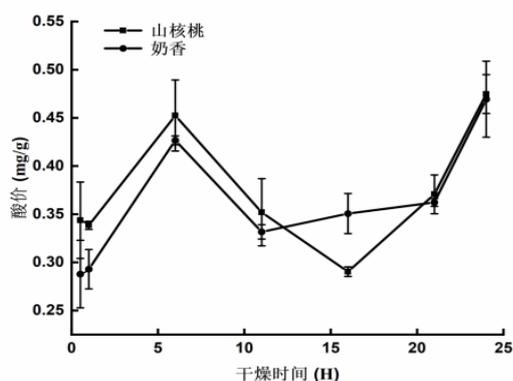


图2 不同的干燥时间对卤制葵瓜子酸价的影响

不同的干燥时间对两种口味卤制葵瓜子酸价的影响如图2所示,由图2可知,在干燥过程中,卤制葵瓜子的酸价呈现先增加后减小再增加的趋势,整体趋势是上升的。在0.5h到6h干燥过程中,卤制葵瓜子的酸价上升,这是因为在干燥初期由于80℃高温,在高水分的情况下,可发生非酶水解,脂肪的水解酸败占主导地位^[11]。在6h到16h小炕干燥中期,此时葵瓜子中的自由水大部分已经被去除,而少量的结合水能水化金属离子,降低金属催化的催化活性,使自由基消失,减缓油脂酸败的进程^[12]。随着加热时间的延长,油脂中的杂质和极性物质也随之增加,从而促进了脂肪的水解反应的进行^[13],所以在16h到24h干燥后期卤制葵瓜子的酸价呈上升趋势。

2.3 干燥时间对过氧化值的影响

干燥时间对两种口味的卤制葵瓜子过氧化值的影响结果如图3所示,从图3可得,随着干燥时间的增长,两种口味的卤制葵瓜子的过氧化值呈先增加后减少,最后趋于平稳的趋势。在0.5h到1h的输送带干燥前期,因为葵瓜子刚从卤煮池进入输送带干燥,处于高湿高温且氧气充足的条件下,加速了脂肪自发的进行氧化分解,使得过氧化值快速升高。在1h到16h小炕干燥中期,

由于油脂不溶于水,可在油脂的表面形成一层水膜,阻止了氧气与油脂的直接接触,减缓了油脂的氧化速度^[14],故该阶段卤制葵瓜子的过氧化值急剧下降。在干燥后期,过氧化值逐渐趋于平稳,因为葵瓜子油脂中的不饱和脂肪酸在氧化的过程中形成的过氧化物是油脂氧化的第一个中间产物,它很不稳定,会继续分解成小分子的酮类、醛类和酸类化合物,导致过氧化值持续走低,趋于平稳。卤制葵瓜子干燥前过氧化值约为0.05g/100g,干燥后过氧化值约为0.015g/100g根据GB 19300-2014卤制葵瓜子过氧化值指标应小于等于0.8g/100g,综上所述,干燥过程对葵瓜子过氧化值的影响很小。

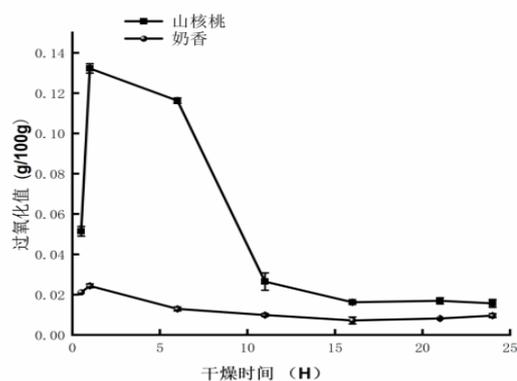


图3 不同干燥时间对卤制葵瓜子过氧化值的影响

2.4 干燥时间对质构的影响

食品的质构品质是食品基质与结构性质的感官体现,质构特性是评价食品品质的重要指标,是决定产品质量的关键感官属性。葵瓜子的质构能够直接影响食用口感,并且其硬度、脆性和咀嚼性对于卤制葵瓜子口感有着很大的关系。

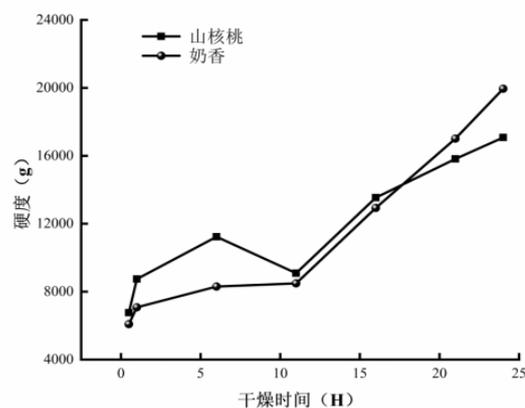


图4 不同干燥时间对卤制葵瓜子硬度的影响

2.4.1 干燥时间对硬度的影响。硬度是指第一次压缩样品时达到一定变形所必须的力,能够反映产品的坚实度。干燥时间对不同品种的卤制葵瓜子硬度影响如图4所示,由图4可知,葵瓜子在第一个干燥阶段,韧性随水分含量的降低而增大,葵瓜子硬度增加。在进入小炕干燥后,不同品种卤制葵瓜子的硬度随干燥时间的增加均呈现先增大再减小,最后再增大的趋势,随着干燥的进行,水分含量逐渐减少,硬度增大。在小炕干燥后期,葵瓜子壳作

为屏障包裹着葵瓜子仁, 导致葵瓜子内部相对潮湿, 韧性增大, 因此硬度降低。干燥后期, 葵瓜子仁持续升温, 硬度又逐渐增大, 不同品种卤制葵瓜子的各组分成分含量不同, 导致其硬度存在少量差异。

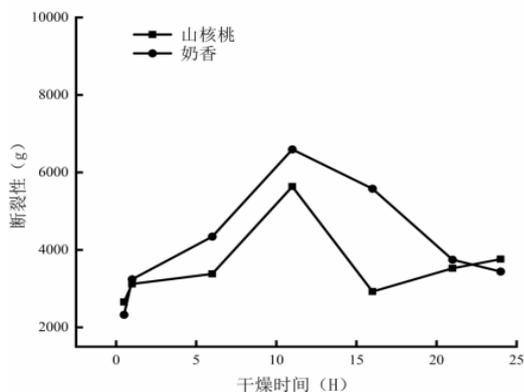


图5 不同干燥时间对卤制葵瓜子断裂性的影响

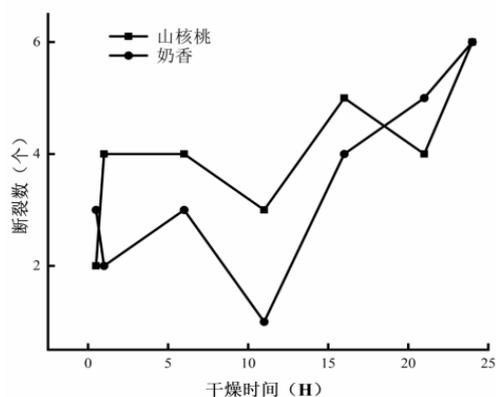


图6 不同干燥时间对卤制葵瓜子断裂数的影响

2.4.2干燥时间对脆性的影响。脆性指食物在牙齿较小力的作用下, 容易直接断裂、破碎或粉碎的质地特性, 可通过研究其在质构测试中的断裂力学参数来表示, 因此, 可以通过断裂数和断裂性来讨论卤制葵瓜子脆性特征。由图5、6可知, 不同品种的卤制葵瓜子断裂性均呈现先增加后减小的趋势, 断裂数的总体趋势为先减小再增加, 卤制葵瓜子的脆性呈现先减小再增加的趋势, 主要原因可能是葵瓜子水分含量骤降, 葵瓜子仁发生皱缩, 形成了紧凑的结构, 葵瓜子韧性较大, 脆性减小, 随着热风干燥时间加长, 葵瓜子中水分含量减少, 使其脆性增加。在干燥前期, 断裂数有小幅上升, 可能是因为干燥前期葵瓜子经过卤制后, 质地较软容易破裂。结合图4、5、6可知卤制葵瓜子干燥时间越长, 卤制葵瓜子的硬度越大, 脆性越好, 卤制葵瓜子的品质还应考虑消费者的要求, 需要进行感官评价来反映消费者对该产品的喜爱程度。

2.5干燥时间对感官评分的影响

由于卤制葵瓜子在干燥前期水分含量太大, 口感与干燥后的卤制葵瓜子不同, 因此选取干燥后期的五组样品进行感官评定。不同品种的卤制葵瓜子在干燥过程中的感官评价如图7所示,

由图7可知在80℃的条件下, 随着干燥时间的延长, 不同品种的卤制葵瓜子的感官评分均呈上升趋势, 与奶香味葵瓜子相比, 山核桃味葵瓜子的感官评分更高。结合卤制葵瓜子干燥过程中质构的变化, 在小炕干燥中期, 由于葵瓜子内存在温度梯度, 葵瓜子出现回湿的现象, 硬度减小, 咀嚼性不高, 质地远没有干燥后葵瓜子酥脆, 而且卤料味较重, 所以前期感官得分不高。在随着干燥时间的增加, 硬度、脆性和咀嚼性都上升, 使葵瓜子变得更加酥脆, 更具咀嚼性, 且长时间的热风干燥减轻了卤料味, 咸香味适中, 赋予了葵瓜子新的风味, 故得分较高。

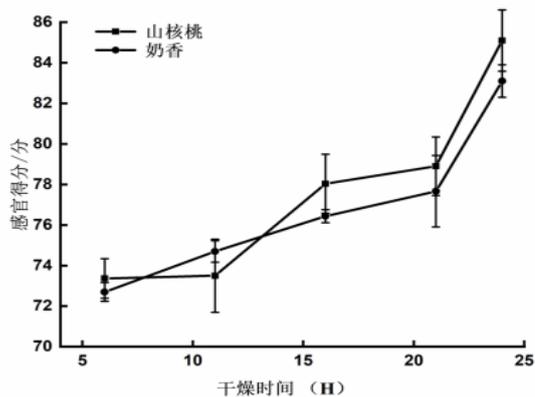
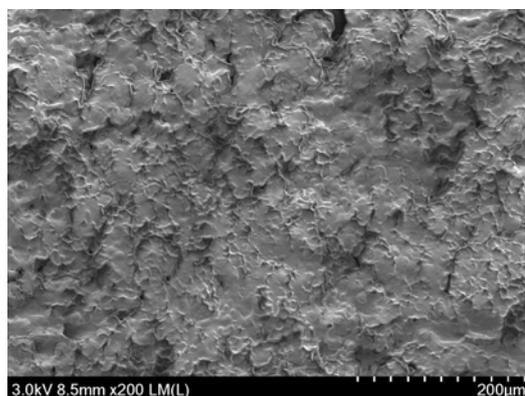
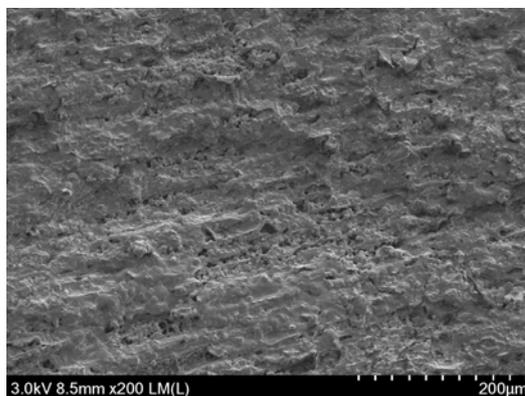


图7 不同干燥时间对卤制葵瓜子感官评分的影响

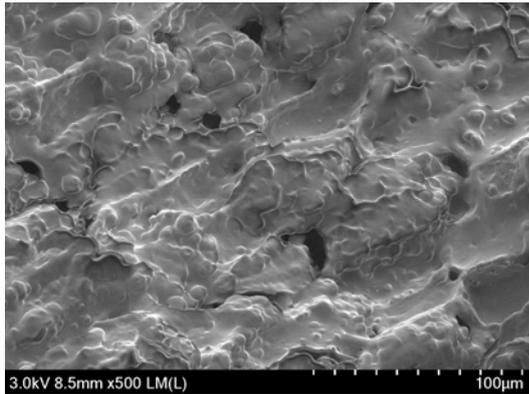
2.6干燥对卤制葵瓜子微观结构的影响分析



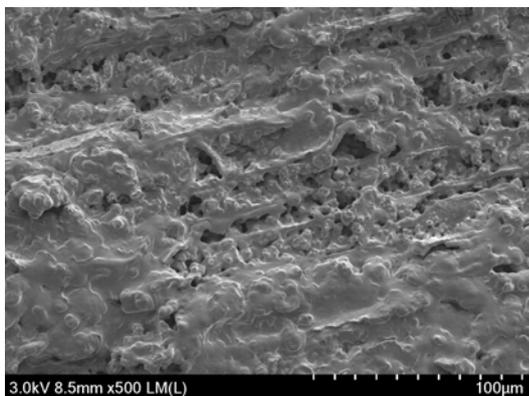
(a) 干燥前葵瓜子扫描电镜200倍图



(c) 干燥后葵瓜子扫描电镜图200倍图



(b) 干燥前葵花子扫描电镜500倍图



(d) 干燥后葵花子扫描电镜图500倍图

图8 干燥前、后山核桃味葵花子微观结构

利用SEM对干燥前、后葵花子的横截面进行微观结构观察,由图8可以发现干燥前的葵花子横截面组织结构排列整齐、质地紧凑,干燥后的葵花子横截面组织排列错乱,分布不规则,有比较明显的组织干皱、破裂和萎缩的现象,葵花子组织结构已经被高温破坏,各组织之间出现较多较大的孔隙,这是由于在高温干燥过程中葵花子内的水分以气相的状态进行流动,气相水在高温的情况下快速蒸发,葵花子的脆性增加,导致干燥后结构组织呈现质地疏松、多孔的状态,质地也因此变得酥脆。

3 结论

以卤制葵花子为原料,在控制水分含量达到国标需要的前提下,探究干燥时间对于卤制葵花子品质的影响主要结论如下:

综合考虑卤制葵花子在干燥过程中的水分含量、酸价和过氧化值的变化情况,15h之后水分含量已经达到产品质量要求,酸价和过氧化值也符合国家标准且处于较低的值。通过质构特性分析,表明干燥使葵花子的硬度、脆性、咀嚼性都得到明显的增加,干燥时间为24h时,感官评分得分最高。通过感官评定分析,干燥时间越长,感官评价分数越高。通过对比卤制葵花子干燥处理前后的扫描电镜图,发现干燥处理后的卤制葵花子组织结构相比干燥前有组织结构疏松,排列错乱,出现萎缩、破裂的现象,说明干燥处理会提高葵花子的硬度和脆度等感官指标。两种口味的葵花子各项指标没有显著性差异。

GB/T 22165-2022规定卤制葵花子成品的水分含量应小于等于5%; GB 19300-2014规定卤制葵花子的酸价指标应小于等于3mg/g; GB 19300-2014规定卤制葵花子过氧化值指标应小于等于0.8g/100g。根据国标要求干燥时间为15h后,水分含量已经达到标准,但各项感官指标却需要24h才能达到最大值。结果表明,葵花子在干燥过程中的时间设置,一方面是为了降低水分含量,达到长期保存的目的,另一方面则是为了提高葵花子的感官指标,为进一步优化卤制葵花子加工工艺提供了一定的理论参考。

【基金项目】

湖北省“百校联百县-高校服务乡村振兴科技支撑行动计划”(BXLBX0842)。

【参考文献】

- [1]Goncalves, J.F.,Buranelo, M.E. Sunflower seed byproduct and its fractions for food application: An attempt to improve the sustainability of the oil process[J]. Journal of Food Science,2021,86(5):1497-1510.
- [2]赵华锋.原香味葵花子贮存中的酸败机制及控制技术研究[D].合肥工业大学,2007.
- [3]冬季健康快讯:葵花子虽小药用价值高[J].河北农机,2015,(2):66.
- [4]周强.洽洽香葵花子不同生产工艺及贮藏过程中挥发性成分分析[D].安徽农业大学,2016.
- [5]郭书爱.坚果炒货食品加工技术探讨[J].现代食品,2019,(14):68-69.
- [6]郭道远.南葵花子烘炒工艺条件优化及其对微结构、贮藏特性的影响[D].安徽工程大学,2020.
- [7]王会,卢雅婷.近红外水分测定仪的发展及在食品水分检测中的应用[J].农业工程,2016,6(1):58-61.
- [8]曹晓雨,赵赓九,张慧丽,等.油炸工艺对高油酸葵花子品质与微观结构的影响[J].中国食品学报,2022,22(08):200-206.
- [9]张珍林,韦传宝,殷智超.绿茶魔芋南葵花子配方优化[J].赤峰学院学报(自然科学版),2018,34(5):56-59.
- [10]刘晓攀,赵永慧,赵行.南极磷虾热风干燥工艺对油脂品质的影响[J].江苏海洋大学学报(自然科学版),2020,29(2):39-44.
- [11]何健,周安国,陈德.配合饲料水分含量和贮藏温度对脂质酸败的影响[J].粮食与饲料工业,2003,(10):33-34.
- [12]邱伟芬,王娟,徐文蕴.番茄红素在油脂氧化时的稳定性初探[J].食品科学,2003,(1):39-42.
- [13]周婷,李志健.不同介质热处理对油脂酸值和羰基值的影响[J].粮油食品科技,2015,23(2):40-43.
- [14]张燕平,岑琦琼,戴志远,等.梅鱼热风干燥工艺模型及脂肪氧化规律初探[J].中国食品学报,2013,13(9):39-47.

*通讯作者:

占剑峰(1979--),男,汉族,湖北黄冈人,教授,博士,研究方向:农产品加工。