

低温干燥对婴幼儿配方面条食味品质的影响

Low temperature drying on eating and flavor quality of infant formula noodle

刘婷¹ 高文明² 谢岚¹ 祝红¹ 罗晨¹ 易翠平¹

LIU Ting¹ GAO Wen-ming² XIE Lan¹ ZHU Hong¹ LUO Chen¹ YI Cui-ping¹

(1. 长沙理工大学化学与生物工程学院, 湖南长沙 410114; 2. 湖南英氏营养食品有限公司, 湖南长沙 410000)

(1. School of Chemistry and Biological Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410114, China; 2. Hunan Engnice of Nutrition Foods Co., Ltd., Changsha, Hunan 410000, China)

摘要:研究了 25~40 °C 条件下干燥 4~7 h 后, 婴幼儿配方面条的水分含量、白度值、质构特性、蒸煮损失以及风味等食用品质的变化。结果表明, 随着干燥时间的延长以及干燥温度的升高, 水分含量逐渐下降; 干燥条件的改变, 对面条的蒸煮损失率和风味没有显著性影响 ($P>0.05$), 而面条的白度值受到时间和温度的影响较为明显 ($P<0.05$), 但在 25~30 °C/5 h 的干燥条件下, 白度值不受影响。面条的质构品质受干燥的影响表现为弹性下降, 硬度随干燥强度的加大呈现上升的趋势。最终得出 30 °C 干燥 5 h 为最佳的工艺条件。

关键词: 婴幼儿; 面条; 低温干燥; 品质; 质构

Abstract: Changes of water content, whiteness value, texture characteristics, cooking loss and flavor of the infant noodles dried at 25~40 °C for 4~7 h were studied. The results showed that with the time and drying temperature increasing, the moisture content decreased. The change of drying conditions had no significant effect on the cooking loss rate and flavor of noodles ($P>0.05$), while the whiteness value of noodles was affected more obvious ($P<0.05$). However the whiteness value was not affected under the drying condition of 25~30 °C for 5 h. The texture quality of noodles was affected by drying, and the elasticity decreases, while the hardness increased from the deepening of drying. It was concluded that 30 °C, 5 h was the best technological condition.

Keywords: infant; noodle; low temperature drying; quality; texture

婴幼儿面条是指供给 0.5~3.0 岁婴幼儿食用的面条, 食用品质及营养素含量要求较高。在面条的加工工艺中, 干燥对面条的食用品质影响最大^[1]。影响面条干燥的因素主要是干燥温度和干燥时间^[2]。目前有高温快速干燥、低温慢速

干燥 2 种方式。高温慢速干燥是由传统的自然干燥演变过来的, 温度在 50 °C 左右, 干燥时间在 2.0~2.5 h, 虽然高温干燥的效率比较高, 但是由于当温度高于 45 °C 时, 会导致面条内蛋白质的变性, 同时高温有可能会使面条出现表里的温度不均匀, 以及酥条等问题, 现在已经逐渐淘汰^[2-4]。罗忠明^[5]指出面条表面水分蒸发速度与内部水分迁移速度之间的差距控制得越小, 则越不容易发生酥条。中国在 20 世纪 80 年代从日本引进了低温慢速干燥技术, 干燥温度在 35 °C 以下, 干燥时间相对高温干燥要长 3~4 倍, 大概需要 7~8 h, 这种干燥方式有点类似于自然干燥, 产品品质比较好, 但是生产效率与品质的相关性有待于进一步考虑^[6]。

本试验拟研究 25~40 °C 下干燥 4~7 h 对于婴幼儿配方面条的品质如水分含量、白度值、质构特性、蒸煮品质以及风味等品质的影响, 以期在合适的干燥温度与时间范围内得到品质理想的产品, 为婴幼儿配方面条的干燥工艺提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

婴幼儿配方面条: 配方为小麦粉 97%、鸡蛋 1%、低聚果糖 1%、复合矿物质 0.5%、复合维生素 0.5%, 含水率 32%, 上海京元食品有限公司。

1.2 主要仪器与设备

电热鼓风干燥箱: 101-2A 型, 天津市泰斯特仪器有限公司;

质构仪: TA-XT plus 型, 英国 Stable Micro System 公司;

色差仪: WSC-S 型, 上海物理光学仪器厂;

电子分析天平: AVY120 型, 北京赛多利斯天平有限公司;

电子鼻: Pen3 型, 德国 AIR SENSE 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 面条干燥 取 30 g 左右的鲜湿婴幼儿配方面条, 分

基金项目: 湖南省重点研发计划(编号: 2018NK2104)

作者简介: 刘婷, 女, 长沙理工大学在读本科生。

通信作者: 易翠平(1973—), 女, 长沙理工大学教授, 博士。

E-mail: yicp963@163.com

收稿日期: 2018-06-09

别在 25,30,35,40 °C 4 种温度的烘箱内处理 4,5,6,7 h, 取出冷却, 留样备用。

1.3.2 水分含量测定 按 GB 5009.3—2016 执行。

1.3.3 白度值的测定 参考文献[7]并略作修改: 取面条样品, 沸水煮 1 min, 捞出沥干, 研磨成糊状, 放入色差计试样杯, 按压均匀, 平整表面, 测定 L^* 、 a^* 、 b^* 值变化。采用亨氏白度法按式(1)计算白度值(H)。

$$H = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

1.3.4 质构测定 参考文献[8]。

1.3.5 蒸煮损失测定 按 AACC 66-50 执行。

1.3.6 风味测定 将面条样品在 25 °C 下放置 48 h 后, 取适量面条沸水煮 1 min, 均匀取样 5 g, 放入 150 mL 清洁无异味电子鼻顶空瓶, 室温放置 1 h, 让气味均匀分布后插入探头用电子鼻测定。参数为: 样品准备 5 s; 采样间隔 1 s, 传感器自动清洗 120 s, 传感器归零 5 s, 进样流量 600 mL/min, 测试 60 s, 重复 3 次。

1.3.7 统计分析 使用 Origin 9.0 统计软件对试验所得数据进行统计与分析, 所得的结果以平均值±标准差的形式表示。

2 结果与讨论

2.1 干燥条件对婴幼儿配方面条水分含量的影响

图 1 表明: 面条的水分含量随着干燥时间的延长而逐渐降低。25 °C 时, 水分减少速度相对于其他温度较为平缓; 35, 40 °C 2 个干燥温度下的水分减缓趋势没有显著差异 ($P > 0.05$), 但不同干燥时间之间的水分含量差异显著 ($P < 0.05$); 干燥 7 h 时, 水分含量降至 10% 以下。说明干燥 5~6 h 面条水分含量基本能达到 LS/T 3212—2014《挂面》标准要求。事实上, 对于面条而言, 其组织结构的孔隙率低、导热系数小, 水分传递阻力大, 内部水分的传递是干燥速率的主要限制因素, 因此温度过高、干燥过快将导致内外水分梯度过大, 水分含量虽然降低较快, 亦有可能导致表面硬化、蒸煮品质和感官品质降低; 温度过低, 则会使干燥时间延长^[9-11]。

2.2 干燥条件对婴幼儿配方面条白度值的影响

颜色被认为是面条消费的一个重要因素之一^[12], 面条

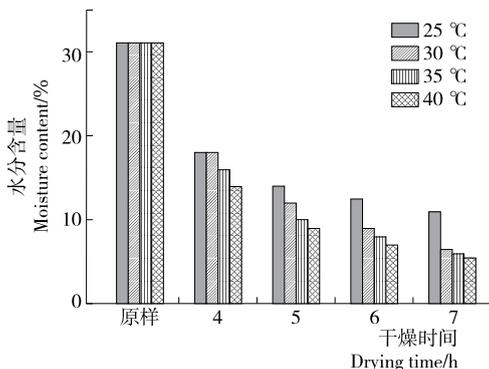


图 1 不同干燥条件下婴幼儿配方面条水分含量变化

Figure 1 Moisture content of infant formula noodles under different drying conditions

的白度会让消费者在视觉上认知面条品质的优良。图 2 表明, 在 4~5 h 的干燥时长下, 面条的白度值没有显著性变化 ($P > 0.05$), 而干燥 6~7 h 时, 面条白度值显著降低 ($P < 0.05$)。此外, 随着干燥时间的延长, 25~30 °C 干燥面条白度值的降低与其他 2 个温度相比较为平缓, 而 40 °C 的干燥温度会使面条的白度值显著降低 ($P < 0.05$)。说明, 相对高温长时的干燥条件对面条的白度值有着显著的影响。事实上, 面粉中含有多种酶, 如脂肪酶、多酚氧化酶等, 这些酶很容易受到温度的作用而使面条发生色泽上的不良变化^[13], 此外, 相对高温长时的干燥可能会改变面条内部淀粉和蛋白质的相互作用, 使得面条表面对光的反射能力发生改变, 从而影响了面条的白度值。结合标准要求的面条适宜水分含量来看, 可选择 25~30 °C, 5 h 的干燥条件来保证面条的白度值不受影响。

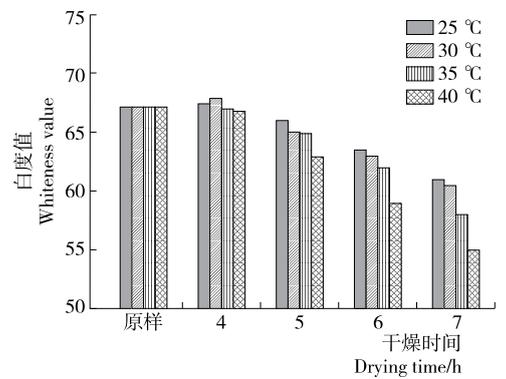


图 2 干燥条件对于婴幼儿配方面条白度值的影响

Figure 2 Effect of drying condition on whiteness of infant formula noodles

2.3 干燥条件对婴幼儿配方面条质构特性的影响

表 1 表明, 25~40 °C, 4~7 h 的干燥条件对面条的回复性没有显著性影响 ($P > 0.05$)。25~30 °C, 4~7 h 的干燥条件对面条的弹性没有显著性影响 ($P > 0.05$), 但 35~40 °C 的干燥条件会显著降低面条的弹性 ($P < 0.05$), 且随着干燥时间的延长, 弹性值一直处于降低态势。对于硬度而言, 25 °C, 4~7 h 的干燥条件不会改变面条的硬度, 但随着干燥温度的升高和相应干燥时间的延长, 面条的硬度会显著增大 ($P < 0.05$)。结果表明, 采用相对高温长时的条件干燥面条会对其质构特性造成一定的影响, 可能是在较高温度和长时的干燥条件下, 面条表面水分蒸发较为迅速, 内部的水分还来不及向外扩散, 导致面条表面容易形成干硬膜^[14-15], 进而影响了面条的质构特性。研究^[16]报道, 高弹性和高硬度值的面条筋道更高, 因此选择 30 °C, 4~7 h 的干燥条件可以得到较好品质的面条。

2.4 干燥条件对婴幼儿配方面条蒸煮特性的影响

蒸煮损失是蒸煮水中固形物的含量, 一般认为, 高品质的面条其蒸煮损失率低, 面条不易浑汤。从图 3 来看, 相对的高温 and 长时会增大面条的蒸煮损失率。有研究^[17-19]报道, 面条的蒸煮损失可能是面条中水溶性蛋白的溶解和直链淀粉的溶出所致, 而相对的高温、长时对面条的干燥可能破

表 1 干燥条件对于婴幼儿配方面条质构的影响[†]

Table 1 The effect of drying condition on the texture of infant formula noodles

干燥条件	回复性	弹性	硬度/g
原样	0.248 3±0.013	1.071 7±0.010	229.023 6±36.77
25 °C	4 h 0.245 2±0.010 ^a	1.075 4±0.190 ^a	232.019 6±40.81 ^a
	5 h 0.244 3±0.010 ^a	1.080 3±0.700 ^a	230.227 6±18.56 ^a
	6 h 0.244 3±0.010 ^a	1.078 1±0.016 ^a	228.360 2±23.40 ^a
	7 h 0.240 9±0.010 ^a	1.072 4±0.043 ^a	234.495 5±51.36 ^a
35 °C	4 h 0.246 2±0.026 ^a	1.069 7±0.014 ^a	237.490 6±34.57 ^a
	5 h 0.237 9±0.030 ^a	1.070 7±0.032 ^a	241.767 4±42.42 ^a
	6 h 0.231 1±0.028 ^a	1.081 5±0.060 ^a	258.841 3±27.93 ^a
	7 h 0.242 9±0.014 ^a	1.078 9±0.004 ^a	249.791 0±13.52 ^a
35 °C	4 h 0.248 3±0.013 ^a	1.046 6±0.009 ^a	245.783 0±20.77 ^c
	5 h 0.254 4±0.012 ^a	1.023 1±0.011 ^b	258.108 0±10.78 ^b
	6 h 0.240 5±0.021 ^a	0.984 7±0.024 ^c	286.828 8±10.10 ^a
	7 h 0.239 2±0.022 ^a	0.950 1±0.054 ^d	292.654 5±29.16 ^a
40 °C	4 h 0.244 5±0.011 ^a	1.022 0±0.014 ^a	262.320 3±28.89 ^d
	5 h 0.236 6±0.010 ^a	1.004 0±0.009 ^b	284.997 2±17.26 ^c
	6 h 0.246 9±0.170 ^a	0.967 0±0.007 ^c	309.945 4±64.77 ^b
7 h 0.239 9±0.014 ^a	0.926 0±0.013 ^d	328.136 4±30.38 ^a	

† 不同字母表示同温度不同时间下有显著性差异(P<0.05)。

坏了淀粉的结构,导致更多的直链淀粉溶出,因此干燥温度不宜过高,时间不宜过长。但相比原样,在所有干燥条件中,最大的蒸煮损失率也仅上升了 0.4%,因此认为 25~40 °C 的干燥温度和 4~7 h 的干燥时间并不会对面条的蒸煮损失特性造成很大的影响。

2.5 干燥条件对婴幼儿配方面条风味的影响

采用电子鼻对 25~40 °C,4~7 h 条件下干燥的婴幼儿配方面条进行风味检测,采用主成分分析(PCA)的方法评价面条的风味情况,结果如图 4 所示。其中,第 1 主成分(PC1)和第 2 主成分(PC2)的贡献率分别为 94.59% 和 4.57%,总贡献率为 99.16%,可以用来代表面条样品的所有信息。从 PCA 图中可以看出在 25~40 °C,4~7 h 条件下干燥的所有

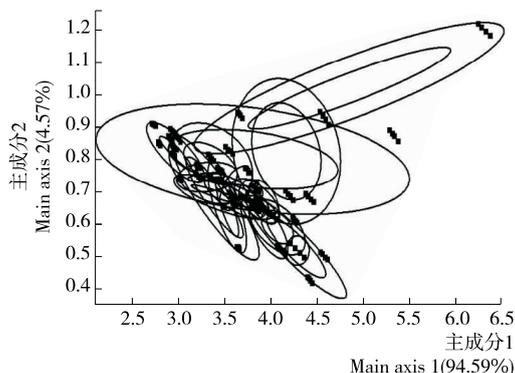


图 4 干燥条件对婴幼儿面条气味的变化

Figure 4 Changes of noodle flavor in infants under different drying conditions

面条样品相互重叠,说明所有样品间的风味相似,差异不明显,在此范围的温度和时间条件下干燥面条并不会对其风味造成很大的影响。

3 结论

在 25~40 °C,4~7 h 条件下干燥的婴幼儿配方面条,其水分含量、白度值以及质构特性变化显著(P<0.05),但在满足面条适宜水分含量的条件下,25~30 °C,5 h 的干燥条件可以保证面条的白度值不受影响;30 °C,4~7 h 的干燥条件可以得到较好质构品质的面条。此外,干燥条件对面条的蒸煮特性和风味没有显著性影响(P>0.05)。综上,30 °C 干燥 5 h 的工艺条件可以得到与原样相近的面条品质特性。为何会产生这样的结果,还需从面条的微观变化上进一步研究。

参考文献

- [1] 王振华,张波,张影全,等. 面条干燥过程的湿热传递机理研究进展[J]. 农业工程学报, 2016(13): 310-314.
- [2] 王留留,陆启玉,张杏丽. 不同干燥方法对面条品质的影响[J]. 食品科技, 2009, 34(5): 167-169.
- [3] 高飞. 挂面高温干燥系统工艺参数控制及挂面品质研究[D]. 郑州: 河南工业大学, 2010: 49.
- [4] SUPAWADEE Cham, PRISANA Suwannaporn. Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality[J]. Journal of Cereal Science, 2010, 51: 284-291.
- [5] 罗忠民. 挂面“近室温调湿烘干”技术的工艺装置及其温湿度参数变化与脱水规律的研究[J]. 粮食与食品工业, 1999(2): 24-28
- [6] 赵延伟,吕振磊,王坤,等. 面条的质构与感官评价的相关性研究[J]. 食品与机械, 2011, 27(4): 25-28, 39.
- [7] 樊振南,易翠平,祝红,等. 植物乳杆菌发酵对鲜湿米粉品质的影响 II: 食味品质[J]. 中国粮油学报, 2018, 33(1): 7-12.
- [8] 易翠平,任梦影,周素梅,等. 纯种发酵对鲜湿米粉品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(4): 20-25.
- [9] KONGKIATTISAK Pisut, SONGSERMPONG Sirichai. Effect of temperature and velocity of drying air on kinetics, quality and energy consumption in drying process of rice noodles[J]. Kaset-sart Journal: Natural Science, 2012, 46(4): 603-619.

(下转第 204 页)

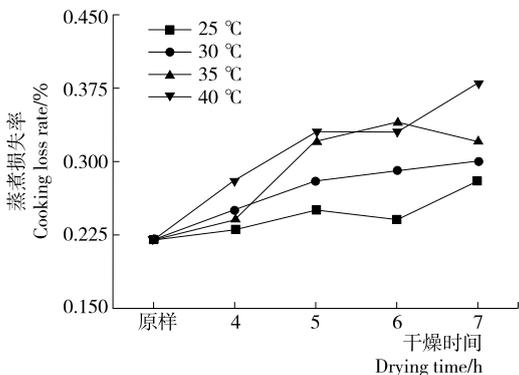


图 3 干燥温度对于婴幼儿配方面条蒸煮特性的影响

Figure 3 Effects of different drying temperatures on cooking characteristics of infant formula noodles

续表 4

类型	香味物质名称	含量/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)		类型	香味物质名称	含量/($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	
		对照组	试验组			对照组	试验组
	吡啶	1.07	1.43		棕榈酸	93.04	79.75
	烟碱	0.36	0.30		硬脂酸	4.70	2.72
杂环类	2-乙酰基吡咯	2.42	2.15	酸类	亚油酸	8.76	6.71
	2-乙酰基呋喃	0.44	0.50		辛酸	—	0.28
	2-正戊基呋喃	0.34	0.31		壬酸	0.48	—
酰胺和 油酰胺	11.47	4.40	α -亚麻酸		30.61	18.89	
亚胺类	N-(2-三氟甲基苯)-3-吡啶甲酰胺脒	0.47	0.16		其他	新植二烯	880.42

† “—”表示未检出。

金合欢醇 2 种,糠醇具有谷香、油香并且可以增加烟气浓度,金合欢醇具有特有青香韵的铃兰花香,并有青香和木香韵;羰基化合物新增十五烷醛和 β -环柠檬醛 2 种, β -环柠檬醛具有甜香可以增加烟气浓度和刺激性;酸类化合物新增辛酸 1 种,辛酸有甜香味,具有醇和烟气的作用;酯类和内酯新增十四酸甲酯 1 种,十四酸甲酯具有醇和烟气的作用。

3 结论

本研究利用单因素和正交试验设计,确定了产香酵母发酵烟叶的最佳条件,在最佳条件下发酵后的烟叶,醇类、羰基类、酸类、酯类和内酯等香气物质种类增加,新植二烯含量增加。研究表明产香酵母通过代谢作用,促进了烟叶的醇化。

据报道^[12-13]烤烟烟叶石油醚提取物含量高时,其香气物质较多,化学成分含量比例协调,烟草综合质量较好。本研究也证明了以石油醚提取物含量为优化目标对烟叶发酵条件进行优化的可行性,下一步将针对石油醚提取物中的具体成分进行检测分析,阐明其与烟草质量的关系。

参考文献

- [1] 颜克亮,武怡,曾晓鹰,等.基于提质减害的烟叶醇化技术研究进展[J].湖北农业科学,2011,50(3):450-453.
- [2] 王国良,宋俊梅,曲静然.生香酵母及其应用[J].食品工业,2004(3):16-17,29.

- [3] 阮祥稳,任平,陈卫峰,等.烟用生香酵母的研究及其应用[J].生物技术,2006(1):57-59.
- [4] 陈笃建.产香酵母对低次烟叶吸食品质的影响[J].贵州农业科学,2013,41(4):44-47.
- [5] 陈海生,刘国顺.豫中烤烟种植区烟叶石油醚提取物含量与土壤养分的空间变异性分析[J].核农学报,2013,27(1):108-117.
- [6] 简永兴,杨磊,谢龙杰,等.种植海拔对烤烟石油醚提取物及常规化学成分的影响[J].烟草科技,2005(7):3-6.
- [7] 杨海涛.桐油提取工艺条件的优化[J].湖北农业科学,2012,51(19):4340-4341,4347.
- [8] 龚煥.不同产地白补药的成分对比研究[D].武汉:武汉工程大学,2016:41-53.
- [9] 李梁.槟榔花茶饮料工艺技术研究[D].海口:海南大学,2015:18-20.
- [10] 尹建雄,卢红,谢强,等.3,5-二硝基水杨酸比色法快速测定烟草水溶性总糖、还原糖及淀粉的探讨[J].云南农业大学学报,2007(6):829-833,838.
- [11] 邵金良,黎其万,刘宏程,等.烟草中石油醚提取物测定方法改进[J].中国烟草科学,2010,31(1):41-43.
- [12] 祁林,陈伟,王政,等.浓香型烟叶不同分切区石油醚提取物的含量[J].烟草科技,2014(1):53-55,76.
- [13] 何永秋,刘国顺,杨永锋,等.不同钾肥施对烤烟石油醚提取物和中性致香物质的影响[J].中国烟草学报,2013,19(1):10-14,20.

(上接第 192 页)

- [10] KAUSHAL Pragati, SHARMA H K. Convective dehydration kinetics of noodles prepared from taro (*Colocasia esculenta*), rice (*Oryza sativa*) and pigeonpea (*Cajanus cajan*) flours[J]. Agricultural Engineering International; CIGR Journal, 2013, 15(4): 202-212.
- [11] RHIM J W. Drying characteristics of Korean-type Rehmannia (*Jiwhang*) noodle[J]. Food Science and Biotechnology, 2009, 18(1): 202-206.
- [12] YALCIN S, BASMAN A. Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2008, 43: 1637-1644.
- [13] MAN Li, JING Peng, ZHU Ke-xue, et al. Delineating the microbial and physical-chemical changes during storage of ozone treated wheat flour[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2013, 20: 223-229.

- [14] 朱科学,李洁,郭晓娜,等.干燥方式对半干面保鲜和品质影响的研究[J].粮食加工,2015,40(6):37-41.
- [15] RATTI C. Hot air and freezing-drying of high-value foods: a review[J]. Journal of Food Engineering, 2001, 49: 311-319.
- [16] 王灵昭,陆启玉,袁传光.用质构仪评价面条质地的研究[J].郑州工程学院学报,2003,24(3):29-33.
- [17] PETITOT M, BOYER L, MINIER C, et al. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation[J]. Food Research International, 2010, 43(2): 634-641.
- [18] LI Man, ZHU Ke-xue, SUN Qing-jie, et al. Quality characteristics, structural changes, and storage stability of semi-dried noodles induced by moderate dehydration Understanding the quality changes in semi-dried noodles [J]. Food Chemistry, 2016, 194: 797-804.
- [19] 祝红,王芳,易翠平.贮藏温度和时间对鲜湿米粉品质的影响[J].食品与机械,2018,34(3):132-136.