DOI:10.3969/j.issn.1005-6521.2019.05.017

超微绿茶粉茶馕的研制及其丙烯酰胺含量检测

肖甜甜[1,2],邱晓燕[1],张丽[1,3],黄英[1,3,*],肖海兵[4]
(1. 塔里木大学 生命科学学院,新疆 阿拉尔 843300;2. 贵州大学 酿酒与食品工程学院,贵州 贵阳 550025;3. 南疆特色农产品深加工兵团重点实验室,新疆 阿拉尔 843300;4. 塔里木大学 植物科学学院,新疆 阿拉尔 843300)

摘　要:为降低新疆民族食品馕中丙烯酰胺含量和提升馕的感官品质,研制超微绿茶粉茶馕。采用响应曲面法分析超微绿茶粉的最适添加量,并明确茶馕的最优工艺。结果表明:随超微绿茶粉添加量(1.0 %~9.0 %)的增加,丙烯酰胺含量呈下降趋势,但其感官品质先增后降低。其中茶馕丙烯酰胺为指标的预测最优工艺为烘烤温度 180.0 ℃、醒发时间 2.5 h 和茶面配比 7.0 %,其工艺测得茶馕丙烯酰胺含量为 53.53 μg/kg,明显低于未添加茶粉的馕,达极显著差异(P<0.01)。感官评分为指标的预测最优工艺为烘烤温度 208.5 ℃、醒发时间 2.4 h 和茶面配比 3.6 %,其工艺测得茶馕感官评分为 97.25 分。按两者最优工艺所测结果与响应曲面法预测值的精度分别为 98.82 %和 98.71 %,结果准确可靠。因此,添加适量超微绿茶粉能显著降低馕中丙烯酰胺含量,其优质茶馕工艺为:烘烤温度(180.0 ℃~208.5 ℃),醒发时间(2.4 h~2.5 h),茶面配比为(3.6 %~7.0 %),并赋予茶馕茶香浓郁,略有回甘。

关键词:超微绿茶粉;馕;工艺优化;感官品质;丙烯酰胺

Study on Processing Technique of Ultra-fine Green Tea Powder Tea Nang and Its Detected the Content of Acrylamide

XIAO Tian-tian[1,2], QIU Xiao-yan[1], ZHANG Li[1,3], HUANG Ying[1,3,*], XIAO Hai-bing[4]
(1. College of Life Sciences, Tarim University, Alar 843300, Xinjiang, China; 2. School of Liquor and Food Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 3. Key Laboratory of Agricultural Products Processing in Xinjiang Production & Construction Group, Alar 843300, Xinjiang, China; 4. College of Plant Sciences, Tarim University, Alar 843300, Xinjiang, China)

Abstract: In order to reduce the content of acrylamide in Xinjiang national food, and to improve the sensory quality of Nang, ultra-fine green tea powder tea Nang was developed. The response surface method was used to analyze the optimum addition amount of ultra-fine green tea powder, and the optimal process of tea Nang was determined. The results showed that with the increase of ultra-fine green tea powder (1.0 %-9.0 %), the content of acrylamide decreased, but its sensory quality increased first and then decreased. The optimal process for the determination of acrylamide as the index was baking temperature 180.0 ℃, proofing time 2.5 h and tea surface ratio 7.0 %. The process of tea acrylamide content was 53.53 μg/kg, significantly lower than the none. There was a significant difference in the sputum without added tea powder (P<0.01). The optimal process for predicting the sensory score as the index was baking temperature 208.5 ℃, proofing time 2.4 h and tea surface ratio 3.6 %, and the sensory sensation score was 97.25 points. The accuracy of the predicted results by the optimal process and the response surface method were 98.82 % and 98.71 %, and the results are accurate and reliable. Therefore, the addition of appropriate amount of ultra-fine green tea powder can significantly reduce the con-

基金项目:塔里木大学校长基金青年项目(TDZKQN201604);大学生创新创业训练计划项目(2016025)
作者简介:肖甜甜(1996—),女(汉),在读硕士研究生,研究方向:食品加工与安全 。
* 通信作者:黄英(1988—),女(汉),硕士研究生,研究方向:茶叶化学与工程。

tent of acrylamide in sorghum. The high-quality samovar process was: baking temperature (180.0 ℃-208.5 ℃), proofing time (2.4 h-2.5 h), tea surface ratio (3.6 %-7.0 %), and it was given a rich and fragrant tea.

Key words: ultra-fine green tea powder; Nang; processing optimization; sensory quality; acrylamid

引文格式：

肖甜甜，邱晓燕，张丽，等. 超微绿茶粉茶馕的研制及其丙烯酰胺含量检测[J].食品研究与开发，2019，40(5)：94-99

XIAO Tiantian，QIU Xiaoyan，ZHANG Li，et al. Study on Processing Technique of Ultra-fine Green Tea Powder Tea Nang and Its Detected the Content of Acrylamide[J].Food Research and Development，2019，40(5)：94-99

“馕”已有两千多年历史，为新疆少数民族最主要的面制品，堪称“可一日无菜，但决不可一日无馕”[1]。茶也是新疆民众不可或缺的饮品，也常称“宁可三日无粮，不可一日无茶”[2]。馕制品是以淀粉为主的圆形面饼，加入菜油、牛奶、鸡蛋等辅料，制成型后在馕坑中烘烤 10 min~13 min 烤熟食用。而其馕坑的中心温度高达 300 ℃左右，面饼在高温烤制下易产生丙烯酰胺[3]。

丙烯酰胺（acrylamide，AA）是一种低分子量，高度水溶性的有机化合物，常存在于高温加工的薯类、烤咖啡和面包类等食品[4]。1994 年被国际癌症研究机构（认定为“可能对人体有致癌作用”的二类致癌物[5-7]，并有致突变作用、致癌性以及神经毒性[8-9]。与 WHO 规定的饮水中 AA 含量相比，高温烘烤、油炸面制食品的 AA 含量高出约 500 倍[10-11]。AA 对健康造成极大威胁，从而引发广泛关注。新疆馕的 AA 含量较高，为 417.00 μg/kg[12]，需采取有效方法降低含量。食品中 AA 含量高低与加工的温度、时间及添加剂等因素有关[13]。当前改良馕的加工工艺，添加抑制 AA 生成的辅料能有效降低馕的 AA[14]。

超微绿茶粉是经超微粉碎技术生产的超细微蒸青粉体绿茶[15]。其水浸出物、茶多酚和咖啡碱的浸出量大于粗茶粉或原茶[16]。其中茶多酚是一种天然抗氧化性能良好的食品添加剂[17]，能对曲奇饼干中丙烯酰胺含量降低 25.6 %[18]，也能破坏馍干的丙烯酰胺生成量[19]。超微绿茶粉对馕制品的丙烯酰胺含量影响鲜为报道，利用超微绿茶粉与传统馕加工相融合，明确超微绿茶粉的最适添加量和茶馕最佳加工工艺，制备丙烯酰胺含量较低且口感较优的茶馕，以丰富新疆民族馕产品，降低丙烯酰胺对健康的威胁。

1　材料与方法

1.1　材料

面粉（特制一等）：益海嘉里食品工业有限公司；酵母（干酵母）：安琪酵母股份有限公司；含碘食盐：中盐新疆阿克苏盐业责任有限公司；菜籽油：新疆天海粮油工业有限公司；超微绿茶粉（1 200 目）：亳州宝丰生物科技有限公司；超纯水：南疆特色农产品深加工重点实验室自制；丙烯酰胺（分析纯）：天津博迪化工股份有限公司；甲醇（色谱纯）、甲醇（分析纯）、硫酸钾、亚铁氰化钾、正己烷：天津市致远化学试剂有限公司；C_{18} 固相萃取柱（500 mg/6 mL）、水系针筒式微孔滤膜（0.45 μm）：上海安谱实验科技股份有限公司。

1.2　仪器

LC-20A 高效液相色谱仪：上海纳锘实业有限公司；AR2140 电子天平：上海力衡仪器仪表有限公司；UPK-Ⅱ-10T 优普纯水机：四川优普超纯科技有限公司；SS-YGC-6A 固相萃取仪：北京奥德盛世科技有限公司；RE52CS 旋转蒸发仪：上海亚荣生化仪器厂；HJ-4A 数显恒温磁力搅拌器：江苏金怡仪起科技有限公司；SHB-III 循环水式多用真空泵：郑州长城科工贸有限公司；EXPERT20K 台式高速离心机：长沙市鑫奥仪器表有限公司；FW-100 高速万能粉碎机：北京市永光明医疗仪器有限公司；FD-12B 远红外线食品烘炉：佛山市顺德区圣托信息科技有限公司。

1.3　方法

1.3.1　茶馕的制备

茶馕的制作工艺[14]：面粉↑→和面→制面团→醒发→成型→烤制→成品
茶粉

茶馕的制作流程：称取面粉 500 g，超微绿茶粉适量（以面粉质量计），盐 5 g，酵母 4 g 充分混匀后，加菜籽油 30 g，适量水，将原料和成面团，在室温醒发后均 3 份再醒发 10 min，将其制成大小一致的馕饼状，烘烤至成品。其中茶面配比、醒发时间、烘烤温度和时间具体参数按单因素试验要求设置。

1.3.2　响应曲面法分析茶馕最优工艺

1.3.2.1　单因素试验

烘烤温度为 140、180、200、220、240、260、280、300 ℃，此条件下烘烤时间 15 min，醒发时间 2 h；烘烤时间为

9、11、13、15、17、19 min，此条件下烘烤温度 260 ℃,醒发时间设 2 h;醒发时间为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 h,此条件下烘烤温度 260 ℃,烘烤时间 15 min;茶面配比为 1 %、3 %、5 %、7 %、9 %,此条件下烘烤时间 15 min,醒发时间 2 h,烘烤温度 260 ℃。各处理均对馕的感官评价及丙烯酰胺含量检测。

1.3.2.2　响应曲面法

三因素三水平为烘烤温度、醒发时间和茶面配比(见表 1),并预测茶馕最佳的工艺条件,再验证最佳的工艺。

表 1　响应曲面试验的因素水平编码表

Table 1　Cording of factors and levels of response surface test

水平	因素		
	A 烘烤温度/℃	*B* 醒发时间/h	*C* 茶面配比/%
−1	180	1.5	3
0	200	2	5
1	220	2.5	7

1.3.3　丙烯酰胺含量的测定

1.3.3.1　丙烯酰胺的标准曲线

丙烯酰胺标准液的配制:取丙烯酰胺 10.00 mg,溶于甲醇 50 mL,定容至 1 000 mL。再将其稀释成 1、2、3、4、5、6、7、8 μg/mL 标准液。

Carrez Ⅰ试剂:取亚铁氰化钾 7.2 g 溶于水中,定容至 25 mL 并保存。

Carrez Ⅱ试剂:取硫酸锌 14.4 g 溶于水中,定容至 25 mL 并保存。

高效液相色谱仪检测:丙烯酰胺最大出峰时间为 6.859 min,测定丙烯酰胺标准液的吸收峰面积,绘制丙烯酰胺浓度(x)和吸收峰面积(y)的标准曲线,该标曲方程为 y=234 458x+591 745,R^2=0.995。

1.3.3.2　茶馕样品预处理

茶馕样品经粉碎机粉碎后，称取样品 25.0 g 加入甲醇 100 mL,并搅拌 40 min 后过滤,重复上述步骤 3 次,合并滤液,在 45 ℃下真空浓缩(浓缩体积小于 4 mL 即可)。浓缩液分别加入加 Carrez Ⅰ和 Carrez Ⅱ试剂各一滴,摇匀后静置 5 min,离心 8 000 r/min,15 min。取上清液用正己烷洗涤 3 次,去离子水定容至 5 mL,经 C_{18} 固相萃取柱(经甲醇和超纯水各 2 mL 活化)洗脱,收集洗脱液,再经水系针筒式微孔滤膜过滤,滤液供高效液相色谱法（high performance liquid chromatograpy,HPLC)检测。

1.3.3.3　色谱条件

色谱条件为色谱柱：反相 C_{18} 柱；检测波长：200 nm;柱温:25 ℃;流动相:甲醇、超纯水两相,甲醇:超纯水=5∶95(体积比);流速:1 mL/min;进样方式:自动进样;进样量:10 μL;检测器:紫外检测器;光源:氘灯、钨灯。

1.3.4　茶馕的感官评定

茶馕的感官评定按色泽、香气、口感与风味以及组织状态四方面。其感官评定标准[20](见表 2)。由 10 名食品专业成员组成感官评定小组,男女各 5 名,对样品赋值。

表 2　茶馕的感官评定标准

Table 2　Sensory evaluation criteria of tea Nang

评分项目	评分标准	得分	评分项目	评分标准	得分
色泽(25 分)	产品应有的色泽、均匀一致	22~25	口感与风味(35 分)	有超微绿茶粉特有滋味,味感协调,软硬适中	30~35
	色泽与产品接近,色泽不均匀	17~21		有超微绿茶粉特有滋味,味感较淡,硬度适中	25~29
	色泽较差,焦糊	16 以下		滋味一般,味感不协调,较硬或太软	24 以下
香气(20 分)	香味浓郁	17~20	组织状态(20 分)	形状规则,厚度适中、均匀	17~20
	有较浓郁的茶馕特有香气	14~16		形状较规则,厚度适中、不均匀	14~16
	香气较淡	13 以下		形状不规则,偏厚或偏薄、不均匀	13 以下

1.3.5　数据处理

数据处理及作图采用 Excel 2007 软件处理，多重比较（Duncan 氏新复极差检测）相关统计利用 SPSS17.0 和 Design-Expert8.0 软件分析。

丙烯酰胺定量分析:采用标准品的保留时间对样品定性;按照丙烯酰胺标准液的浓度和色谱峰面积作标准曲线,根据丙烯酰胺的色谱峰面积在标准曲线上找出相应样品中丙烯酰胺的浓度,经换算可得茶馕制品中丙烯酰胺的含量,换算公式为:

$$Y=CV/W$$

式中:Y 为样品中丙烯酰胺含量,μg/kg;C 为标准曲线得到的提取液中丙烯酰胺的浓度,μg/mL;V 为样品提取液定容的体积,mL;W 为称取样品的质量,kg。

2　结果与分析

2.1　工艺条件对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

2.1.1　烘烤温度对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

烘烤温度对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的

影响见图 1。

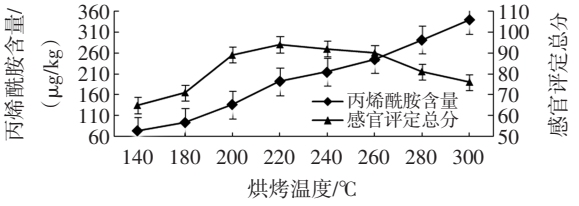


图 1　烘烤温度对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

Fig.1　Influence of baking temperature on acrylamide content and its sensory evaluation in Nang

馕中丙烯酰胺的含量随烘烤温度的增加而呈上升趋势，在 180 ℃~220 ℃，馕中丙烯酰胺含量上升最快，由 93.40 μg/kg 上升到 191.93 μg/kg，其增长量（98.53 μg/kg）明显高于在 220 ℃~260 ℃增长量（52.29 μg/kg），达极显著水平（P<0.01）。从馕的感官分析，烘烤温度较低（180 ℃以下），烘烤效率下降，馕的感官品质较低，但烘烤温度过高（240 ℃以上），易出现焦糊现象。由此，馕中丙烯酰胺在 180 ℃~220 ℃间变化最明显且感官品质较优，其烘烤温度可为响应曲面的因素水平。

2.1.2　烘烤时间对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

烘烤时间对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响见图 2。

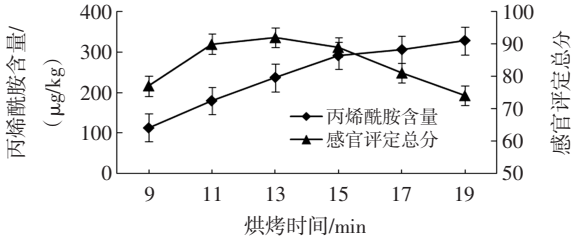


图 2　烘烤时间对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

Fig.2　Influence of baking time on acrylamide content and sensory evaluation in Nang

随烘烤时间延长，馕中丙烯酰胺的含量逐渐增加，其感官品质呈先增后降的趋势。在 9 min~15 min 的丙烯酰胺含量急剧上升，由113.25 μg/kg 增至 291.37 μg/kg，其增长量（178.12 μg/kg）明显高于在 15 min~19 min 的增长量（36.55 μg/kg），达极显著水平（P<0.01）。馕在短时间（9 min）和长时间（15 min 以上）烘烤，均使馕的感官品质不佳。馕烘烤 11 min 的丙烯酰胺含量显著低于烘烤 13 min，达极显著水平（P<0.01）。由此，将烘烤时间为 11 min 作为响应曲面的固定因素。

2.1.3　醒发时间对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

醒发时间对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响见图 3。

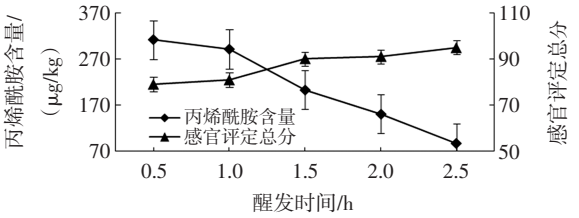


图 3　醒发时间对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定评的影响

Fig.3　Influence of fermentation time on acrylamide content and sensory evaluation in Nang

馕中丙烯酰胺含量随醒发时间的延长而降低，醒发 1 h~2.5 h 的丙烯酰胺含量下降最明显，由 291.37 μg/kg 降至 87.25 μg/kg，降低量达 233.95 %。另外，随醒发时间的延长，馕的感官品质上升，醒发时间 1.5 h 的感官品质变化最明显，馕变得更加松软，色泽棕黄，明显优于醒发时间 1.0 h。由此，将醒发 1.5 h~2.5 h 作为醒发时间的因素水平。

2.1.4　茶面配比对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

茶面配比对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响见图 4。

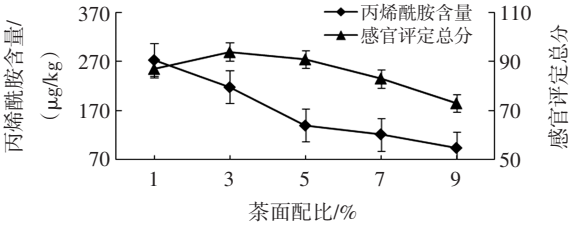


图 4　茶面配比对馕的丙烯酰胺含量及其感官评定的影响

Fig.4　Influence of tea and flour ratio on the content of acrylamide in Nang and its sensory evaluation

馕中丙烯酰胺的含量随超微绿茶粉的添加量的增加呈下降趋势，添加 1 %超微绿茶粉的馕中丙烯酰胺含量为 273.65 μg/kg，添加 9 %超微绿茶粉的馕中丙烯酰胺含量为 93.21 μg/kg，下降了 65.94 %。但超微绿茶粉添加量超过 7 %，茶馕苦味不断加重，感官品质呈下降趋势。因此，将 3 %~7 %的茶粉添加量作为茶面比的因素水平。

2.2　茶馕工艺的优化（响应曲面法）

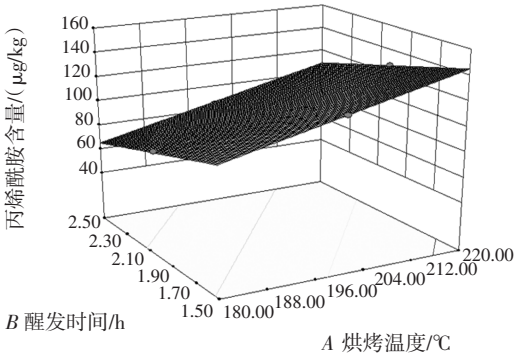
在单因素试验基础上，以馕的烘烤温度（℃）、醒发时间（h）和茶面配比（%）三因素为自变因素，分别以茶馕的丙烯酰胺含量和感官品质为响应值（见表 3）。曲面图和等高线图见图 5、图 6。

通过 17 组试验结果表明，丙烯酰胺含量在 59.97 μg/kg~138.28 μg/kg，感官评定分数在 67 分~95分。

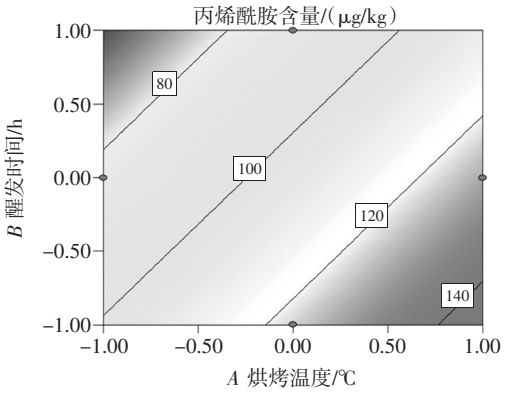
表 3 试验设计及结果

Table 3 Trial design and results

试验点	因素			丙烯酰胺含量/(μg/kg)	感官评定总分
	A	*B*	*C*		
1	0	1	1	75.23	72
2	1	0	1	114.86	72
3	0	−1	1	111.73	70
4	1	−1	0	138.28	83
5	0	0	0	100.24	93
6	0	1	−1	85.46	95
7	0	−1	−1	123.24	90
8	−1	−1	0	95.26	78
9	1	0	−1	127.5	94
10	0	0	0	100.65	92
11	−1	0	1	70.23	67
12	0	0	0	98.35	92
13	1	1	0	105.9	90
14	0	0	0	99.61	93
15	−1	0	−1	84.6	80
16	0	0	0	99.26	91
17	−1	1	0	59.97	86



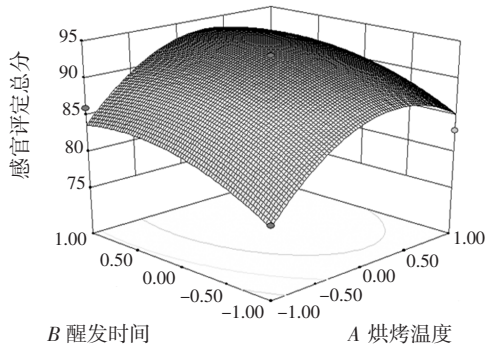
(A)曲面图



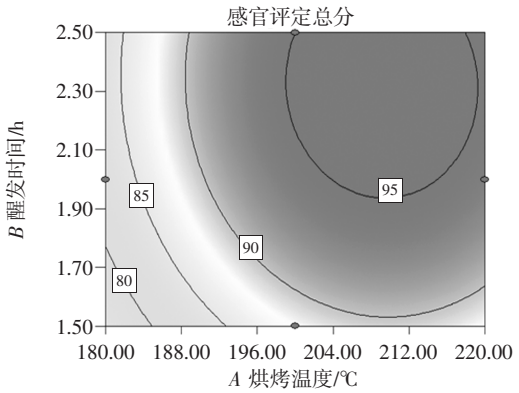
(B)等高线图

图 5 三因素对茶馕的丙烯酰胺含量影响的曲面图和等高线图

Fig.5 Surface maps and contour maps of the effect of three factors on acrylamide content in tea Nang



(A)曲面图



(B)等高线图

图 6 三因素对茶馕的感官品质影响的曲面图和等高线图

Fig.6 Surface maps and contour maps of the effect of three factors on the sensory quality of tea Nang

丙烯酰胺和感官评分在所选的范围内存在极值,既为响应面的最低点与最高点,同时也是等高线最小椭圆的中心点。对丙烯酰胺含量预测最优工艺条件为烘烤温度 180.0 ℃、醒发时间 2.5 h 和茶面配比 7.0 %,其预测丙烯酰胺含量为 53.53 μg/kg;对感官评分预测最优工艺条件为烘烤温度 208.5 ℃、醒发时间 2.4 h 和茶面配比 3.6 %,其预测茶馕感官评分为 97.25 分,其茶馕形状规则,色泽均匀一致,软硬适中,味感协调,具特有茶香味和鲜美滋味。另外,两次方程模型失拟程度均不显著,即该拟合模型拟合度较高。

此外,根据丙烯酰胺和感官评分响应值的最优工艺条件分别进行验证。经验证表明:以丙烯酰胺含量为指标的最优工艺条件制得茶馕中丙烯酰胺含量为 54.17 μg/kg,与预测值的精度达到 98.82 %,但其感官评分为 81 分;以感官评分为指标的最优工艺条件制得茶馕的感官评分为 96 分,与预测值的精度达到 98.71 %,但其丙烯酰胺含量为 84.61 μg/kg。

3 结论与分析

为有效降低新疆民族食品馕中丙烯酰胺含量和

提升馕的感官品质,特开发营养且味美的茶馕。其最优工艺:(1) 丙烯酰胺含量预测最优工艺为烘烤温度180.0 ℃,发酵时间 2.5 h,茶面配比 7.0 %,其工艺制得茶馕的丙烯酰胺含量为 53.53 μg/kg,能显著降低丙烯酰胺含量达 29.0 %;(2)感官评定总分预测最优工艺为烘烤温度 208.5 ℃、醒发时间 2.4 h 和茶面配比 3.6 %,其工艺制得茶馕的感官评分为 97.25 分。由此,丙烯酰胺含量和感官评分两者指标所得最佳工艺参数无法统一,既要茶馕的丙烯酰胺含量最低,又要风味最佳是不易实现。综合二者考虑,其优质茶馕工艺为:烘烤温度(180.0 ℃~208.5 ℃),醒发时间(2.4 h~2.5 h),茶面配比为(3.6 %~7.0 %),并赋予茶馕茶香浓郁,略有回甘。

参考文献:

[1] 李燕红.浅谈维吾尔族馕文化[J].黑龙江史志,2013(11): 303
[2] 赵德贵.茶养生讲究“三宜一忌”[J]. 养生月刊, 2017(12): 1098–1101
[3] Mottram D S, Wedzicha B L, Dodson A T.Acrylamide is formed in the maillard reaction[J]. Nature, 2002, 419: 448–449
[4] Anese M, Suman M, Nicoli M C. Technological strategies to reduce acrylamide levels in heated foods[J]. Food Engineering Reviews, 2009, 2(1): 169–179
[5] Sanny M, Jinap S, Bakker E J, et al.Possible causes of variation in acrylamide concentration in French fries prepared in food service establishments: An observational study[J]. Food Chem,2012,132(1): 134–143
[6] Zeng X, Cheng K W, Du Y, et al.Activities of hydrocolloids as inhibitors of acrylamide formation in model systems and fried potato strips[J]. Food Chemistry,2010, 121(2): 424–428
[7] Wood J. A Review of Acrylamide: An Industry Perspective on Research, Analysis, Formation, and Control[J]. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 2004, 44(5): 323–347
[8] Stadler R H, Blank I, Varga N, et al. Food chemistry: acrylamide from Maillard recation products[J]. Nature, 2002, 419(6906): 449–450
[9] Pedreschi F, Mariotti M S, Granby K. Current issues in dietary acrylamide: formation,mitigation and risk assessment[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture,2014,94(1): 9–20
[10] Tareke E, Rydberg P, Karlsson S, et al. Acrylamide:A cooking carcinogent[J].Chem Res Toxicol, 2002, 13: 517–522
[11] 王爱红, 夏昭林.丙烯酰胺危害健康的研究进展[J].中国公共卫生,2003,19(12): 1534–1535
[12] 辛鹏飞, 黄文书, 郭焰, 等.SPE–HPLC 测定新疆馕制品中丙烯酰胺[J].食品科技,2015(4): 356–360
[13] 王笑.面制品中丙烯酰胺的检测技术及抑制方法研究[D].杭州:中国计量学院,2015
[14] 郭焰, 辛鹏飞, 白羽嘉, 等.工艺条件对馕制品丙烯酰胺含量影响的初探[J].食品工业,2015,36(3): 17–20
[15] 张晓梦, 倪艳, 李先荣.茶多酚的药理作用研究进展[J].药物评价研究,2013,36(2): 157–160
[16] 李琳, 刘天一, 李小雨, 等.超微茶粉的制备与性能[J].食品研究与开发,2011,32(1): 53–56
[17] 周向军,高义霞,谢天柱,等.天然抗氧化剂茶多酚的研究进展[J].资源开发与市场,2010(11): 1034–1036
[18] 尚新彬, 王富刚, 豆康宁. 食品添加剂对面包中丙烯酰胺的抑制研究[J].粮油食品科技,2014(6): 67–70
[19] 豆康宁, 罗海澜, 彭新然, 等.馍干中丙烯酰胺的抑制工艺及添加剂配方[J].食品科学,2014,35(16): 71–75
[20] 张军仓, 刘峰娟, 陶永霞, 等.鹰嘴豆营养馕生产工艺研究[J].食品工业,2014(11): 143–145

收稿日期:2018–07–13

人民有信仰，
民族有希望，
国家有力量。