

高 γ -氨基丁酸营养干面条的研制

尹永祺¹,王金凤¹,方维明^{1,*},衡国²,王辉²

(1.扬州大学食品科学与工程学院,江苏扬州 225127;

2.扬州和信食品有限公司,江苏扬州 225800)

摘要: γ -氨基丁酸(GABA)作为新食品原料具有多种生理功效,为开发高 GABA 功能性面条,本研究以经胁迫发芽制得的富含 GABA 的发芽糙米和发芽大豆匀浆后,与面粉复配,通过单因素和正交实验,以制得的面条中 GABA 含量和感官评分为指标,优化面条配方及其加工工艺。结果显示,以 50 g 面粉为基准,发芽大豆匀浆液添加量为 9.0 g,发芽糙米匀浆液添加量为 9.0 g,食盐添加量为 0.5 g,醒发时间为 20 min,干燥温度为 75 °C,干燥时间为 4.0 h,在此条件下制得的面条感官评价得分最高为(86.7 ± 1.6)分,其 GABA 含量达到(6.96 ± 0.13) mg/100 g DW。

关键词: γ -氨基丁酸,干面条,发芽大豆,发芽糙米,加工工艺

Development of nutritional noodles with high γ -aminobutyric acid

YIN Yong-qi¹, WANG Jin-feng¹, FANG Wei-ming^{1,*}, HENG Guo², WANG Hui²

(1.College of Food Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China;

2.Yangzhou Hexin Food Company, Yangzhou 225800, China)

Abstract: γ -aminobutyric acid as a new food ingredients has been certificated to have many physiological functions. In the present study, the homogenate solution of germinated soybean and germinated brown rice which germination under stress with high GABA content were compounded with wheat flour to produce noodles. The formula and processing technology of noodles was optimized according to the content of GABA and sensory evaluation by single factor and orthogonal tests. Results suggested that, when 50 g flour was used as a benchmark, the optimal formula and process conditions for noodles were homogenate solution of germinated soybean 9.0 g, homogenate solution of brown rice 9.0 g, NaCl 0.5 g, awakening time 20 min, drying temperature 75 °C and drying time 4.0 h. In this optimized condition, the sensory evaluation of noodles was (86.7 ± 1.6) points, and GABA content reached (6.96 ± 0.13) mg/100 g DW.

Key words: γ -aminobutyric acid; dried noodles; germinated soybean; germinated brown rice; processing technology

中图分类号: TS210.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2018)03-0148-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2018.03.030

面条是现代面制品产业中方便化、快餐化的突出代表,因其快捷、美味、价廉等时代特征取得迅猛发展^[1]。然而随着国内消费者健康意识的增强和消费升级的实现,仅以高加工精度、低营养价值的面粉为主要原料制得面条已经较难满足市场的需求。根据不同消费需求,研制和开发不同档次、功能和风味类型的面条制品将有利于推进面制品行业发展^[2]。

γ -氨基丁酸(GABA)作为新食品原料,其参与人体脑循环生理过程,具有镇定神经、调节激素分泌和预防心血管疾病等多种生理功能^[3-4]。近年来,植物源食品原料中 GABA 的富集机理及其食品研发一直是研究的热点。目前已有许多以糙米^[5]、黑豆^[6]、茶叶^[7]和大豆^[8]等为原料研制的富含 GABA 食品,然

而富含 GABA 的面条制品尚未见报道。经胁迫发芽制得的发芽大豆和发芽糙米中均富含 GABA^[9-10],以其为辅料复配至小麦面粉生产面制品,不仅可使面条中含有 GABA 从而具有功能性,同时也可弥补高精度面粉的营养缺陷^[2]。此外,发芽大豆中含有大量脂肪氧化酶,这有利于面条增白和提高面筋筋力,从而提升面条品质^[11-12]。

本论文以经盐胁迫联合氯化钙处理制得的富含 GABA 的发芽大豆与发芽糙米为原料,分别经匀浆制得发芽大豆匀浆液和发芽糙米匀浆液,将其复配至面粉中,研究面条配方以及醒发时间、干燥温度和干燥时间对产品中 GABA 含量以及感官品质的影响并对其进行优化,旨在开发一种营养全面的高 GABA 干面条。

收稿日期: 2017-07-03

作者简介: 尹永祺(1988-),男,博士,副教授,研究方向:植物功能物质富集机理及技术, E-mail: yqyin@yzu.edu.cn。

*通讯作者: 方维明(1965-),男,博士,教授,研究方向:农产品加工及贮藏, E-mail: wmfang@yzu.edu.cn。

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(31501401);江苏省自然科学基金青年基金(BK20150448);江苏省高校自然科学研究面上项目(15KJB550010);扬州市自然科学基金资助(YZ2016044)。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

大豆籽粒 2016 年产自中国吉林省,购自江苏省农业科学院;糙米 购自兰西县汇源植物油有限公司;面粉 购自新乡市新良粮油加工有限责任公司,封装于密闭容器中 4 ℃ 保存备用;GABA 标准品 美国 Sigma 公司;乙腈 色谱纯,科密欧化学试剂有限公司;其余试剂 均为国产分析纯。

Agilent 1200 Series 高效液相色谱仪 Agilent 公司;UV-7504C 型紫外可见分光光度计 上海欣茂仪器有限公司;BCD-257SL 型冰箱 青岛海尔股份有限公司;PHS-3C pH 计 上海精密科学仪器有限公司;ZXDP-A2080 电热恒温培养箱 上海智诚有限公司;高速冷冻离心机 上海安亭科学仪器厂;BX-802 发芽机 永康市贝欣五金电器厂。

1.2 实验方法

1.2.1 原料制备

1.2.1.1 发芽大豆及其匀浆液制备 称取 20.0 g 籽粒饱满的大豆,经去离子水冲洗后置于 1% (v/v) NaClO 水溶液中消毒 15 min 后水浴 30 ℃ 浸泡 4.0 h,将浸泡后大豆置于发芽机于 30 ℃ 避光发芽 4 d,培养液为 50 mmol/L NaCl 胁迫加 6 mmol/L CaCl₂,发芽期间每隔 1 d 更换培养液,培养结束后将发芽大豆与去离子水按 1:1 比例混合,放入料理机中,制成发芽大豆匀浆液^[13],发芽大豆中 GABA 含量为 2.18 mg/g DW。

1.2.1.2 发芽糙米及其匀浆液制备 称取 15 g 糙米,经去离子水冲洗后置于 0.5% (v/v) NaClO 水溶液中浸泡消毒 10 min 后于水浴 34 ℃ 浸泡 21 h,将浸泡后糙米置于发芽机于 33 ℃ 发芽 26 h,培养结束后将发芽糙米与去离子水按 1:2 比例混合,放入料理机中,制成发芽糙米匀浆液^[14],发芽糙米中 GABA 含量为 1.88 mg/g DW。

1.2.2 面条制备

1.2.2.1 面条加工工艺 发芽大豆匀浆液,发芽糙米匀浆液,食盐和面粉按一定复配比例混合均匀,调制面团,放在保鲜袋中醒发 20 min;醒发后面团经压面机辊间距为 7 mm 多次折叠轧,再经辊间距从 6 mm 依次递减到 3 mm 分别轧 5 次,使面团最后形成厚薄均匀、表面光滑和质地细腻的面片,将面片经过压面机切成宽度为 2 mm 的面条,新鲜面条置于 70 ℃ 干燥箱内烘干,直至水分含量为 13.5% 取出冷却密封保存,测定相关指标。

1.2.2.2 面条配方单因素实验 本阶段实验考察各原料添加量对于面条中 GABA 含量的影响。

发芽大豆匀浆液添加量:在 50 g 面粉中添加食盐 0.375 g,发芽糙米匀浆液 10.0 g,再分别添加发芽大豆匀浆液 6.0、7.0、8.0、9.0、10.0 g,按照 1.2.2.1 制作面条,测定 GABA 含量。

发芽糙米匀浆液添加量:在 50 g 面粉中添加食盐 0.375 g,发芽大豆匀浆液 9.0 g,再分别添加发芽糙米匀浆液 7.0、8.0、9.0、10.0、11.0 g,按照 1.2.2.1 制作面条,测定 GABA 含量。

食盐添加量:在 50 g 面粉中添加发芽糙米匀浆

液 9.0 g,发芽大豆匀浆液 9.0 g,再分别添加食盐 0.000、0.125、0.250、0.375、0.500 g,按照 1.2.2.1 制作面条,测定 GABA 含量。

1.2.2.3 面条配方正交实验 按表 1 进行面条配方正交实验,按照 1.2.2.1 制得面条,测定 GABA 含量并进行感官评价。

表 1 面条配方正交实验因素水平表

Table 1 Experimental factors and levels of noodles formula

水平	因素		
	A 发芽大豆匀浆液(g)	B 发芽糙米匀浆液(g)	C 食盐(g)
1	8.0	8.0	0.25
2	9.0	9.0	0.375
3	10.0	10.0	0.50

1.2.2.4 面条加工工艺单因素实验 醒发时间:按 1.2.2.3 优化结果制备面条,醒发时间分别为 10、15、20、25、30 min,于 70 ℃ 干燥 4.5 h,制得干面条,测定 GABA 含量和熟断条率。

干燥时间:按 1.2.2.3 优化结果制备面条,醒发时间为 20 min,于 70 ℃ 干燥,干燥时间分别为 3.5、4.0、4.5、5.0、5.5 h 至水分含量低于 14.5%,制得干面条,测定 GABA 含量和熟断条率。

干燥温度:按 1.2.2.3 优化结果制备面条,醒发时间为 20 min,干燥温度分别为 60、65、70、75、80 ℃,干燥时间为 4.5 h,制得干面条,测定 GABA 含量和熟断条率。

1.2.2.5 面条加工工艺正交实验 按表 2 进行面条加工工艺正交实验,测定 GABA 含量并进行感官评价。

表 2 面条加工条件正交实验因素水平表

Table 2 Experimental factors and levels of noodles processing conditions

水平	因素		
	X ₁ 干燥温度(℃)	X ₂ 干燥时间(h)	X ₃ 醒发时间(min)
1	65	4.0	15
2	70	4.5	20
3	75	5.0	25

1.2.3 指标测定与方法

1.2.3.1 GABA 含量 参照 Yang 等^[15]方法进行测定,标准曲线回归方程为 $Y = 38770X + 96.159$, R^2 为 0.9989。

1.2.3.2 水分含量 参照 GB 5009.3-2016 方法测定^[16]。

1.2.3.3 熟断条率 参照郭晓娜等^[17]方法测定。

1.2.3.4 感官评价 取面条样品煮至无生面芯后进行感官评价。由 10 名经过专业感官评价培训的人员组成感官评价小组,取其评价分数平均值。

1.2.3.5 综合评价设计 面条综合评价计算公式为
综合评价 = GABA 含量 × 50% + 感官评分总分值 / 10 × 50%

表3 面条感官评定标准

Table 3 The sensory evaluation standards of noodles

项目	满分(分)	评分标准
色泽	10	面条白色、淡黄色和奶黄色,光亮为8.5~10分;亮度一般为6~8.4分;色泽发灰暗,亮度差为1~5.9分;
外观状态	10	表面结构细密、光滑为8.5~10分;中间为6~8.4分;表面粗糙、变形严重为1~5.9分
适口性	20	咬断一根面条所需力适中得分为17~20分;稍偏硬或软12~16分;太硬或太软1~11分
韧性	25	面条咀嚼有咬劲、富有弹性为21~25分;一般为15~20分;咬劲差、弹性小为1~14分
粘性	25	咀嚼时爽口不粘牙为21~25分;较爽口、稍粘牙为15~20分;不爽口发粘为10~14分
光滑性	5	品尝时口感光滑为4.3~5分;中间为3~4.2分;光滑程度差为1~2.9分
食味	5	具有豆芽和大米清香味为4.3~5分;基本无异味为3~4.2分;有异味为1~2.9分

1.3 数据统计与处理

实验结果以平均值 ± 标准差表示。实验数据采用统计分析软件 18.0 (SPSS, 18.0) 进行统计分析, 均值间比较采用 Duncan 多重比较, 在 0.05 水平上进行显著检验 ($p < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 面条配方优化结果

2.1.1 发芽大豆匀浆液添加量 由图 1 可知, 发芽大豆匀浆液添加量在 6.0~10.0 g 范围内, 干面条中 GABA 含量随发芽大豆匀浆液添加量增多而先增加后无显著性变化 ($p > 0.05$), 添加量为 9.0 g 时达到最大值为 5.42 mg/100 g, 最佳发芽大豆匀浆液添加量为 9.0 g。

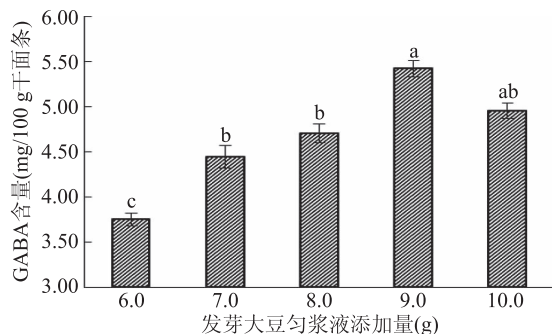


图1 发芽大豆匀浆液添加量对 GABA 含量的影响

Fig.1 Effect of amount of germinated soybeans homogenate on GABA content

注: 图中字母表示显著性检验结果, 不同小写字母表示 GABA 含量差异达显著水平 ($p < 0.05$), 图 2~图 6 同。

2.1.2 发芽糙米匀浆液添加量 由图 2 可知, 发芽糙米匀浆液添加量在 7.0~11.0 g 范围内, GABA 含量同样随匀浆液添加量增多而先增加后无显著性变化 ($p > 0.05$); 后期 GABA 含量降低可能是由于随着匀浆液添加量增多, 其水分含量增高, 则后期干燥达到水分含量为 14.5% 的干燥时间增长, 因此最佳发芽糙米匀浆液添加量为 9.0 g。

2.1.3 食盐添加量 食盐可促进面条中面筋网络结构的形成, 增加面团筋力使面筋组织变得更加致密, 从而使面条口感富有嚼劲^[18]。但食盐添加量对面条中 GABA 含量影响不明显 (图 3), 食盐添加后, 干面条中 GABA 含量无显著性变化 ($p > 0.05$), 确定食盐添加量为 0.375 g。

2.1.4 面条配方的正交优化 如表 4 所示, 三种辅料

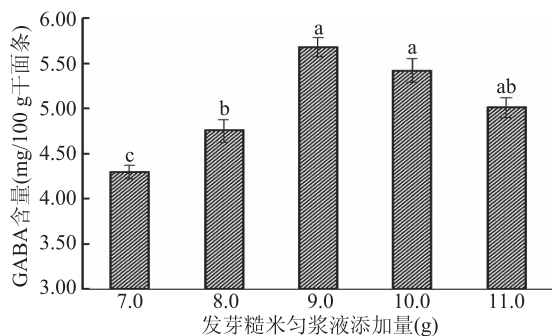


图2 发芽糙米匀浆液添加量对 GABA 含量的影响

Fig.2 Effect of amount of germinated brown rice homogenate on GABA content

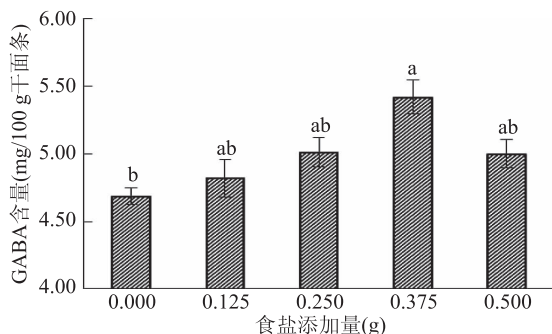


图3 食盐添加量对 GABA 含量的影响

Fig.3 Effect of amount of salt on GABA content

对综合评价影响的主次顺序为发芽大豆匀浆液 > 发芽糙米匀浆液 > 食盐, 面条的最优配方为 $A_2B_2C_3$, 即在 50 g 面粉中添加发芽大豆匀浆液 9.0 g, 发芽糙米匀浆液 9.0 g, 食盐 0.5 g, 在此条件下进行验证性实验, 干面条中水分含量为 13.9%, 综合评分为 6.89 ± 0.14 。

2.2 面条加工工艺优化结果

2.2.1 醒发时间 由图 4 可知, 醒发时间对面条 GABA 含量影响不显著, 但对熟断条率具有显著影响 ($p < 0.05$)。醒发 10~30 min 范围内, 熟断条率成先降低并稳定再增加趋势, 表明醒发 15~25 min 范围内, 面团醒发较好, 面条的品质较好; 其后熟断条率显著增大 ($p < 0.05$), 可能因为静置时间过长, 导致水分流失容易产生断条。因此, 醒发时间应为 20 min。

2.2.2 干燥温度 图 5 显示干燥温度显著影响面条中 GABA 含量和熟断条率。干燥温度在 70~80 °C 范围内, GABA 含量显著降低 ($p < 0.05$); 70 °C 干燥后, GABA 含量为 6.77 mg/100 g DW。干燥温度 60~

表4 面条配方正交实验方案及优化结果

Table 4 Design and analysis of orthogonal experiment of noodles formula

实验号	A	B	C	空列	GABA含量	感官评分	综合评价
1	1	1	1	1	3.56	78.6	5.71
2	1	2	2	2	3.79	86.5	6.22
3	1	3	3	3	4.36	85.0	6.43
4	2	1	2	3	4.75	82.5	6.50
5	2	2	3	1	5.5	83.8	6.94
6	2	3	1	2	5.22	78.6	6.54
7	3	1	3	2	4.5	80.2	6.26
8	3	2	1	3	5.17	77.2	6.44
9	3	3	2	1	4.95	74.0	6.17
k ₁	6.12	6.16	6.23	6.28			因素主次
k ₂	6.66	6.54	6.29	6.34			A > B > C
k ₃	6.29	6.38	6.54	6.46			最优方案
R	0.54	0.38	0.31	0.18			A ₂ B ₂ C ₃

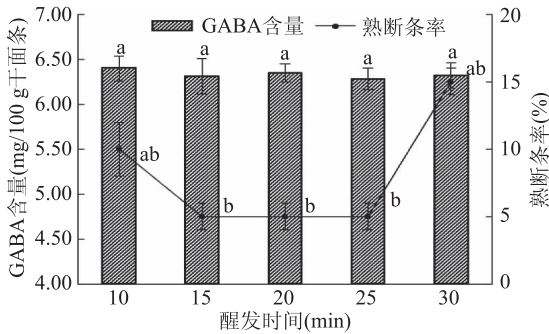


图4 醒发时间对 GABA 含量和熟断条率的影响

Fig.4 Effect of the awakening time on GABA content and cooked broken rate

80 ℃ 范围内,熟断条率先降低,其后显著增大 ($p < 0.05$); 70 ℃ 时,熟断条率最低仅为 5%,且此时的面条的水分含量为 14.0%,低于行业标准^[19]要求的 14.5%。因此,综合考虑,干燥温度为 70 ℃。

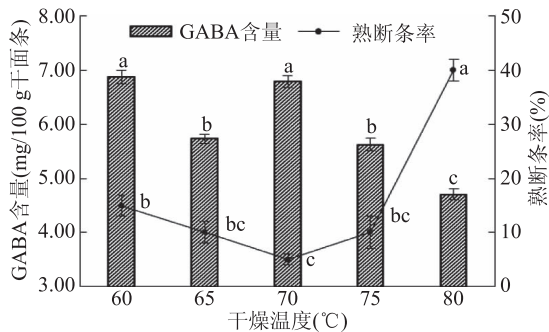


图5 干燥温度对 GABA 含量和熟断条率的影响

Fig.5 Effect of drying temperature on GABA content and cooked broken rate

2.2.3 干燥时间 由图 6 可看出,干燥温度为 70 ℃ 时,干燥时间 3.5~5.5 h 范围内,面条中的 GABA 含量持续降低,而熟断条率则降低后升高。干燥时间 4.5~5.5 h 内,GABA 含量迅速降低,且熟断条率显著增

加。综合考虑,最佳的干燥时间为 4.5 h。

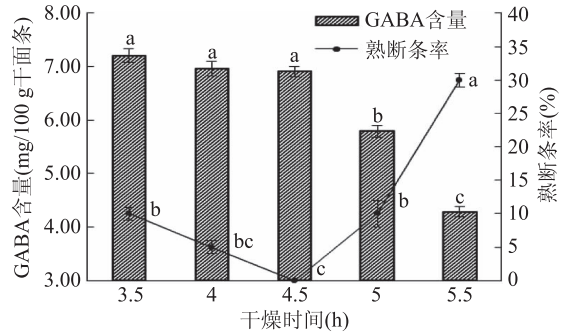


图6 干燥时间对 GABA 含量和熟断条率的影响

Fig.6 Effect of drying time on GABA content and cooked broken rate

2.2.4 面条加工工艺正交优化 表 5 显示,三个工艺参数对综合评价影响的主次顺序为干燥时间 > 干燥温度 > 醒发时间,面条最优工艺方案是 A₃B₁C₂,即醒发时间为 20 min,干燥温度为 75 ℃,干燥时间为 4.0 h。

表5 加工工艺正交实验方案及优化结果

Table 5 Design and analysis orthogonal experiment of processing conditions

序号	X ₁	X ₂	X ₃	空列	GABA含量	感官评分	综合评价
1	1	1	1	1	5.73	85.0	7.11
2	1	2	2	2	5.74	87.8	7.26
3	1	3	3	3	4.96	88.5	6.90
4	2	1	2	3	6.85	87.6	7.81
5	2	2	3	1	6.32	90.5	7.69
6	2	3	1	2	5.79	89.0	7.35
7	3	1	3	2	6.51	85.4	7.63
8	3	2	1	3	5.94	87.6	7.35
9	3	3	2	1	5.53	86.6	7.10
k ₁	7.09	7.48	7.27	7.30			因素主次
k ₂	7.32	7.43	7.39	7.38			A > B > C
k ₃	7.62	7.12	7.37	7.35			最优方案
R	0.53	0.36	0.12	0.08			A ₃ B ₁ C ₂

对最优工艺条件进行验证性实验,在醒发 20 min 后于 75 ℃ 干燥 4.0 h 的最优工艺条件下,干面条综合评价为 7.83,水分含量为 13.4%,感官评价为 86.7 分,GABA 含量为 6.96 mg/100 g,熟断条率为 5%,证实确定的工艺参数最优。

3 结论

本实验以发芽大豆和发芽糙米为原料,经匀浆制得发芽大豆匀浆液和发芽糙米匀浆液,并将其按以一定比例复配至面粉中,开发出一种富含 GABA,外观色泽良好且口感美味的功能性营养面条。以 50 g 面粉为基准,添加发芽大豆匀浆液 9.0 g,发芽糙米匀浆液 9.0 g,食盐 0.5 g,醒发 20 min 后于 75 ℃ 干燥 4.0 h,制得的高 GABA 营养面条综合评价最优。

参考文献

[1] 纪建海,王彦霞.我国传统食品面条研究进展[J].粮食加

- 工,2013(1):9-12.
- [2]江鹏,陆启玉.营养强化面条研究进展[J].粮食与油脂,2016,29(8):14-17.
- [3]Nejati F, Rizzello C G, Di Cagno R, et al. Manufacture of a functional fermented milk enriched of Angiotensin-I Converting Enzyme(ACE)-inhibitory peptides and gamma-amino butyric acid(GABA)[J].LWT-Food Science and Technology,2013,51(1):183-189.
- [4]梁恒宇,邓立康,林海龙,等.新资源食品- γ -氨基丁酸(GABA)的研究进展[J].食品研究与开发,2013,34(15):119-123.
- [5]钟国才,陈威,陈嘉东.发芽糙米产品开发与应用前景[J].粮食与油脂,2014(3):7-9.
- [6]马先红,刘景圣,陈翔宇.粮食发芽富集GABA及食品开发研究进展[J].食品研究与开发,2015,36(21):198-200.
- [7]杨四润,李亚莉,杨明容,等.GABA晒青茶加工技术研究[J].中国食物与营养,2012,18(7):32-36.
- [8]孙雨茜,杨润强,尹永祺,等.高 γ -氨基丁酸发芽营养粉的研制[J].食品工业科技,2014,35(21):238-241.
- [9]Yin Y, Yang R, Guo Q, et al. NaCl stress and supplemental CaCl_2 regulating GABA metabolism pathways in germinating soybean[J].European Food Research and Technology,2014,238(5):781-788.
- [10]Cho D H, Lim S T. Germinated brown rice and its bio-functional compounds [J]. Food Chemistry, 2016, 196(8):259-271.
- [11]王若东,郭顺堂.大豆乳清蛋白的面粉增白效果及其对面团流变学特性的影响[J].食品科技,2007,32(10):60-63.
- [12]左进华,董海洲.大豆脂肪氧化酶研究现状[J].粮食与油脂,2007(9):1-3.
- [13]Yin Y, Yang R, Gu Z. Calcium regulating growth and GABA metabolism pathways in germinating soybean (*Glycine max* L.) under NaCl stress[J].European Food Research and Technology,2014,239(1):149-156.
- [14]韩涛,陈野,纪绪前,等.Box-Behnken法优化发芽糙米富集 γ -氨基丁酸条件研究[J].食品研究与开发,2013(2):10-16.
- [15]Yang R, Guo Q, Gu Z. GABA shunt and polyamine degradation pathway on gamma-aminobutyric acid accumulation in germinating fava bean (*Vicia faba* L.) under hypoxia [J]. Food Chemistry,2013,136(1):152-159.
- [16]GB 5009.3-2016.食品中水分的测定[S].中华人民共和国国家标准.
- [17]郭晓娜,韩晓星,张晖,等.苦荞麦营养保健面条的研究[J].中国粮油学报,2009,24(10):116-119.
- [18]Preston K R. Effects of neutral salts of the lyotropic series on the physical dough properties of a Canadian red spring wheat flour [J]. Cereal Chemistry,1989,66(3):144-148.
- [19]LS 3212.3-2014.挂面[S].中华人民共和国粮食行业标准.
- (上接第147页)
- [3]李亮亮,李丹丹,赵福杰,等.红树莓果酒主发酵工艺的优化[J].食品工业科技,2014,35(11):257-261.
- [4]Sójka M, Macierzyński J, Zaweracz W, et al. Transfer and Mass Balance of Ellagitannins, Anthocyanins, Flavan-3-ols, and Flavonols during the Processing of Red Raspberries (*Rubus idaeus* L.) to Juice [J]. Journal of agricultural and food chemistry, 2016, 64(27):5549-5551.
- [5]司旭,陈芹芹,毕金峰,等.树莓主要功能性成分研究进展[J].食品工业科技,2015(4):376-378.
- [6]旷慧,王金玲,姚丽敏,等.6种东北地区红树莓果渣提取物的抗氧化活性差异[J].食品科学,2016,37(1):63-64.
- [7]Sousa M, Machado V, Costa R, et al. Red Raspberry Phenols Inhibit Angiogenesis: A Morphological and Subcellular Analysis Upon Human Endothelial Cells [J]. Journal of cellular biochemistry, 2016, 117(7):1604-1605.
- [8]程学勋,谢婧,李柔萍.柚子果汁饮料生产工艺的研究[J].轻工科技,2015(5):3-4.
- [9]李超,王乃馨,季同康,等.壳聚糖澄清柚子汁效果的研究[J].徐州工程学院学报(自然科学版),2016,31(2):84-85.
- [10]李小婷,徐世荣,潘东明,等.7种柚子果实品质分析与模糊综合评判[J].安徽农业科学,2016,44(27):78-80.
- [11]游剑,王飞,王君容.果胶酶澄清柚子汁工艺条件研究[J].中国酿造,2014,33(9):98-99.
- [12]Holmberg M T, Tornio A, Joutsu-Korhonen L, et al. Grapefruit juice markedly increases the plasma concentrations and antiplatelet effects of ticagrelor in healthy subjects [J]. British Journal of Clinical Pharmacology,2013,75(6):1488-1490.
- [13]Hung W L, Suh J H, Wang Y. Chemistry and health effects of furanocoumarins in grapefruit [J]. Journal of Food and Drug Analysis,2016,25(1):71-72.
- [14]白佳蓉.我国果蔬饮料加工发展现状与对策研究[J].农家顾问,2015,6(2):176.
- [15]石超,吕长鑫,冯叙桥,等.果蔬汁饮料现状及发展前景分析[J].食品安全质量检测学报,2014,5(3):971-974.
- [16]姚丽敏,易美君,旷慧,等.酶解法提高红树莓出汁率的工艺优化[J].中国林副特产,2013(4):3-4.
- [17]张哲,付柯,何舜.饮料稳定剂的研究现状及发展[J].杭州化工,2015,45(1):11-13.
- [18]李赛男.黑木耳黑米和黑豆复合饮料的研制[D].黑龙江:东北农业大学,2015:8-10.
- [19]张婷,闵甜,赵超敏,等.复合果蔬饮料的工艺及稳定性探究[J].安徽农业科学,2015,43(28):295-296.
- [20]王家利,杨晓清,陈亮,等.红树莓果与发酵酒香气成分变化[J].中国酿造,2013,32(3):61-62.
- [21]王金华,王玉,马立志.黑莓蓝莓复合果汁饮料加工技术研究[J].食品研究与开发,2015,36(3):35-36.