

小麦蛋白酶水解制备面包风味前体物质的研究

顾沁¹, 吕萍¹, 黄武宁², 张印¹, 吴凤凤¹, 张延杰³, 徐学明^{*1}

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214112; 2. 义乌市海之纳生物工程有限公司, 浙江 义乌 322000; 3. 广东中山市咀香园食品有限公司, 广东 中山 528437)

摘要: 以水解度和感官评定为指标, 研究风味蛋白酶、中性蛋白酶和复合蛋白酶对小麦蛋白的水解作用和美拉德产物风味的影响。结果表明, 风味蛋白酶最适用于制备面包风味前体物质。通过正交实验确定最佳水解条件, 采用底物质量分数5%, pH 7.0, 风味蛋白酶加酶量2 000 U/g, 在50 ℃酶解2.5 h, 所得酶解产物为最佳面包风味前体物质, 得到的水解度为35.50%。分析不同时间酶解液中氨基酸和相对分子质量对美拉德产物影响, 发现水解2.5 h面包风味前体物质中对面包风味形成起贡献的氨基酸质量浓度分别比0.5 h和1.5 h的酶解液多5.24 mg/mL和3.91 mg/mL, 总游离氨基酸的质量浓度分别多7.42 mg/mL和4.45 mg/mL, 具有更高美拉德反应程度的肽相对分子质量小于3 861的占比分别增加6.79%和1.59%, 尤其是相对分子质量小于1 405占比分别增加12.34%和3.34%。SPME/GC-MS分析结果表明: 面包风味前体物质制备得到的美拉德产物具有面包焙烤特征风味。

关键词: 小麦蛋白; 风味蛋白酶; 水解度; 美拉德产物

中图分类号: TS213.2 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2015)04—0372—07

Enzymatic Hydrolysis of Wheat Protein for the Production of Precursors of Bread Flavor

GU Qin¹, LU Ping¹, HUANG Wuning², ZHANG Yin¹, WU Fengfeng¹, ZHANG Yanjie³, XU Xueming^{*1}

(1. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214112, China; 2. Yiwu Highstar Biotechnology Co., Ltd, Yiwu 322000, China; 3. Juxiangyuan Food Co., Ltd, Zhongshan 528437, China)

Abstract: Wheat protein was hydrolyzed by proteases Flavourzyme, Neutrase and Protamex with Flavourzyme being the best for the production of precursors of bread flavor and the maximum degree of hydrolysis (DH). Based on orthogonal experiments the optimum hydrolysis parameters were: substrate concentration, 5%; Flavourzyme concentration, 2 000 U/g; pH, 7.0; temperature, 50 ℃; time, 2.5 h. Under the condition, a DH of 35.50% was reached and Maillard reaction products as the optimum precursors of bread flavor were obtained. The hydrolysate contained 5.24 and 3.91 mg/mL more amino acids for bread flavor, 7.42 and 4.45 mg/mL more total free amino acids, 6.79 and 1.59% higher contents of the portion with the molecular weight (MW) below 3 861, and 12.34 and 3.34%

收稿日期: 2014-11-28

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目(2012BAD37B07)

*通信作者: 徐学明(1968-), 男, 江苏苏州人, 博士研究生导师, 主要从事食品组分与物性研究。E-mail: xmxu@jiangnan.edu.cn

higher contents of the portion with the MW below 1405Da than those of 0.5 h and 1.5 h, respectively. The portion with the MW below 3861Da was favorable to the Maillard reaction. SPME/GC-MS analysis proved that the Maillard reaction products formed the key bread flavor. This paper encourages the further study for the production of bread flavor compounds via the Maillard reaction.

Key words: wheat protein, flavourzyme, degree of hydrolysis, Maillard reaction products

水解植物蛋白是一种广泛应用的食品风味前体物质,它是由大豆蛋白、小麦蛋白等蛋白资源经过水解得到的。酶法水解植物蛋白(enzymatically hydrolyzed vegetable protein)是利用蛋白酶对植物蛋白进行水解。与传统的利用4~6 mol/L的盐酸在100~130℃温度下水解4~24 h^[1]的酸水解方法相比,酶法水解反应条件温和并且得到的酶解液风味更柔和、颜色更明亮^[2]。此外,更重要的优势在于酶法水解的产物是氨基酸和肽,没有酸水解产生的致癌物质3-氯-1,2-丙二醇和1,3-二氯-2-丙醇^[3],符合食品安全性的要求。

面包是西方国家的主食,由于其具有营养、携带和食用方便等特点,在我国也越来越受消费者喜爱。风味对面包品质起着十分重要的作用,它是吸引消费者购买和促进其食欲的首要因素,某种程度上决定着面包的销售价格。面包中已经鉴定出超过540种风味物质,主要是醇类、酯类、醛类、酮类、酸类、烃类和杂环类包括呋喃、吡嗪、吡啶和吡咯啉等^[4]。其中,面包表皮风味物质主要是通过焙烤过程中氨基酸与还原糖发生的美拉德反应形成。为了改善面包的风味,已有的方法包括选用特殊的菌种^[5],如产香酵母菌和乳酸菌,或在配方中添加较多的奶制品等天然风味物质外,更多的是采用既经济又使用方便的食用香精香料。但这些添加剂的使用,除了在面包风味的自然性方面有欠缺外,还常使消费者具有安全性的顾虑。因此,开发风味更自然的天然风味物质对提高面包品质十分重要。作者拟采用酶法水解小麦蛋白(面筋)的方法,制备面包风味前体物质——小麦蛋白酶解产物,得到了风味良好的美拉德产物,初步探究了美拉德反应型面包风味物质的制备。

1 材料与方法

1.1 实验与仪器

小麦蛋白(谷朊粉):南通联海维景生物有

限公司产品;风味蛋白酶(Flavourzyme)、复合蛋白酶(Protamex):Sigma-Aldrich公司产品;中性蛋白酶(Neutrase):江苏锐阳生物科技有限公司产品。

AB104-N型电子分析天平、FiveEasy pH计:梅特勒-托利多(上海)仪器有限公司产品;HZS-H型超级水浴恒温振荡器:哈尔滨东联电子技术开发有限公司产品;RJ-TDL-50A型低速台式大容量离心机:无锡瑞江分析仪器有限公司产品;C-MAG.HS7型加热磁力搅拌器:IKA公司产品;HWS24型电热恒温水浴锅、DHG-9140A型电热鼓风干燥箱:上海一恒科技有限公司产品;LNK-872型多功能快速消化器、HDK-4型恒温定时控制仪:新宇科教仪器研究所产品;L-8900型日立氨基酸自动分析仪:日本日立公司产品;Waters 600型高效液相色谱仪:沃特世科技有限公司产品;Trace MS气相色谱-质谱联用仪:美国Finnigan公司产品;固相微萃取装置、75 μm CAR/PDMS萃取头:美国Supelco公司产品。

1.2 实验方法

1.2.1 小麦蛋白的酶解 取一定量的小麦蛋白并加入适量去离子水,配成一定底物质量分数的分散悬浮液。搅拌30 min后用1 mol/L的NaOH调节酶的初始酶解pH。然后加入一定量的酶,置于恒温水浴振荡器开始酶解。水解结束后,酶解液在100℃条件下灭酶10 min,迅速冷却至室温。5 000 r/min离心20 min后得到酶解上清液。

1.2.2 水解度(DH)的测定 采用甲醛固定法测定酶解液中的-NH₂含量,根据凯式定氮法(GB 5009.5—2010)测定酶解液中的蛋白质含量,代入下式求得水解度^[6]。

$$DH = \frac{h}{h_{\text{tot}}} \times 100\%$$

式中: h 为水解后每克蛋白被裂解的肽键毫摩尔数(mmol/g), h_{tot} 为每克原料蛋白的肽键毫摩尔数(mmol/g),对于小麦蛋白, $h_{\text{tot}}=8.38$ mmol/g。

1.2.3 小麦蛋白酶解液的氨基酸成分测定 采用日立氨基酸自动分析仪对氨基酸成分进行测定^[7]。氨基酸的检测条件:安捷伦液相色谱仪, ODS HYPERSIL 250 mm × 4.6 mm 色谱柱, 柱温: 40 ℃, 流量: 1.0 mL/min, 流动相 A: 乙酸钠(pH 7.20), 流动相 B: V(乙酸钠):V(乙腈):V(甲醇)=1:2:2, 紫外检测器: 338 nm、262 nm(Pro, Hypo)。

1.2.4 小麦蛋白酶解液的相对分子质量分布 采用高效液相色谱法^[8]。Waters 600 高效液相色谱仪(配 2 487 紫外检测器和 Empower 工作站), TSKgel 2 000 SW_{XL}(300×7.8) mm 色谱柱, 柱温: 30 ℃, 流量: 0.5 mL/min, 流动相: V(乙腈):V(水):V(三氟乙酸)=45:55:0.1, 紫外检测器: 220 nm。

1.2.5 小麦蛋白酶解液制备美拉德产物 取不同水解时间的小麦蛋白酶解液 100 mL、葡萄糖 0.4 mol/L 于烧杯中混合均匀, 置于 25 mL 的具塞试管中, 塞上塞子后放入 120℃烤箱中加热反应 40 min。反应结束后, 将美拉德产物迅速冷却并于 4℃冰箱中保存待分析。

1.2.6 美拉德产物的感官评价 由 5 位有感官评定经验的评定人员从焦香味、糊味、面包特征香气和整体可接受性 4 个方面对美拉德产物进行感官评定。焦香味、糊味、面包特征香气和整体可接受性所占的权重分别是 20%、20%、30% 和 30%, 感官评分取加权平均数, 总分 9 分。感官评分标准见表 1。

1.2.7 美拉德产物挥发性成分的检测 将美拉德产物放入 SPME 样品瓶中, 样品瓶放入 60℃恒温水浴中, 然后将老化好的萃取头插入样品瓶的上部, 顶空萃取 40min, 用手柄使纤维头退回到针头内, 拔出针头取样。

色谱条件: DB-5MS 毛细管色谱柱(30 m×0.25 mm, 0.25 μm)。柱温: 起始温度 40 ℃保留 2 min, 5 ℃/min 升温至 60 ℃, 再以 3 ℃/min 至 100 ℃, 再以 15 ℃/min 至 240 ℃, 保留 10 min。载气: He, 柱流量: 1 mL/min。

质谱条件: 电离方式 EI, 进样孔温度 250 ℃, 离子源温度 200 ℃, 接口温度 250 ℃, 电子能量 70 eV, 灯丝发射电流 50 μA, 采集方式为全扫描, 采集质量范围为 m/z 33~450。

GC-MS 图谱经计算机和人工检索把每个峰同时与 NIST Library 和 Wiley Library 相匹配检索定性, 匹配度和纯度大于 900 作为鉴定结果。化合物定量: 按峰面积归一化法计算面积分数。

表 1 美拉德产物的感官评分标准

Table1 Criteria for sensory evaluation of maillard reaction products

项目	权重/%	水平	分值
焦香味	20	浓郁的焦香味	7~9
		稍有焦香味	4~6
		无焦香味	1~3
糊味	20	无糊味	7~9
		稍有糊味	4~6
		较重的糊味	1~3
面包特征香气	30	浓郁面包特征香气	7~9
		稍有面包特征香气	4~6
		无面包特征香气	1~3
整体可接受性	30	喜欢	7~9
		一般	4~6
		不喜欢	1~3

2 结果与讨论

2.1 蛋白酶的选择

风味蛋白酶、复合蛋白酶和中性蛋白酶在其理论的最适条件下(表 2)分别对小麦蛋白进行酶水解, 得到水解进程曲线。从图 1 中可以比较出 3 种蛋白酶对小麦蛋白的水解作用。结果发现, 风味蛋白酶的酶解速度最快, 并且水解度显著高于其它两种蛋白酶。这可能与不同酶作用的特异性差异相关。风味蛋白酶来源于米曲霉, 除了有内切酶的作用, 还有在外切酶的作用下, 得到高水解度的短肽和游离氨基酸, 并且水解后能降低含疏水性氨基酸残基或含脯氨酸残基的肽而引起苦味^[9]。从图 1 中风味蛋白酶的水解进程曲线可以看出, 风味蛋白酶在前 2.5 h 的水解度呈现明显的上升趋势, 到达 2.5 h 后水解趋于稳定, 水解度增加不明显。对 3 种蛋白酶 2.5 h 的酶解产物制备的美拉德产物感官评定后, 发现风味蛋白酶对应的美拉德产物在风味方面具有浓郁的焦香味(表 3), 而中性蛋白酶和复合蛋白酶对应的美拉德产物焦香味比较淡薄。综上考虑, 选用风味蛋白酶来制备面包风味前体物质, 初步选择 2.5 h 作为酶解时间。

表 2 几种蛋白酶的最适温度和 pH

Table2 Optimum pH and temperature of proteases

蛋白酶	最适温度/℃	最适 pH
风味蛋白酶	50	7.0
复合蛋白酶	55	7.0
中性蛋白酶	55	6.5

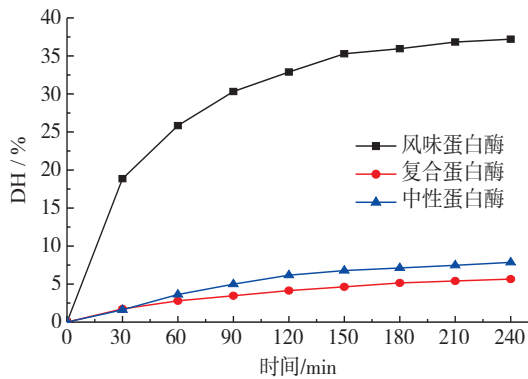


图1 几种蛋白酶水解小麦蛋白的水解进程曲线

Fig.1 Hydrolysis time curves of wheat protein hydrolyzed by different proteases

表3 几种蛋白酶美拉德产物的感官评定结果

Table3 Results of sensory evaluation of maillard reaction products by different proteases

蛋白酶	美拉德产物的风味
风味蛋白酶	焦香味浓郁
复合蛋白酶	稍有焦香味
中性蛋白酶	稍有焦香味

2.2 Flavourzyme 水解小麦蛋白最佳条件的确定

2.2.1 加酶量对水解度的影响 根据预备实验确定的基本条件,考察了加酶量对水解度的影响,结果如图2所示。由图可知,随着加酶量的增大,风味蛋白酶水解后的水解度不断上升。当加酶量达到2 000 U/g后,随着加酶量的继续增加,水解度趋于平缓。加酶量的增加可以增大水解程度,提高小麦蛋白底物的利用率,但加酶量太大会增大经济成本,所以确定风味蛋白酶的加酶量为2 000 U/g。

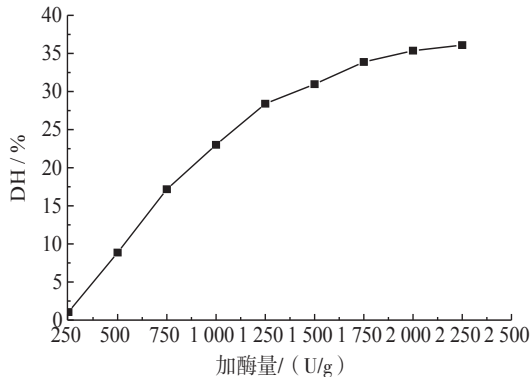


图2 加酶量对水解度的影响

Fig.2 Effect of Flavourzyme concentration on the hydrolysis degree

2.2.2 小麦蛋白酶解的正交实验结果 为了得到较高的水解度,确定风味蛋白酶水解小麦蛋白的最

佳条件,根据预备实验结果选取酶解时间、酶解温度、pH和底物质量分数4个因素中3个较优水平,设计 $L_9(3^4)$ 4因素3水平正交试验。正交试验的因素水平表和结果见表4和表5。

表4 小麦蛋白酶解的 $L_9(3^4)$ 正交试验的因素水平表

Table 4 Factors and levels of the orthogonal experiment

水平	因素			
	酶解时间(A)/h	酶解温度(B)/℃	pH(C)	底物质量分数(D)/%
1	2.0	45	6.5	2.5
2	2.5	50	7.0	5.0
3	3.0	55	7.5	7.5

表5 小麦蛋白酶解的 $L_9(3^4)$ 正交试验结果

Table 5 Analysis of the orthogonal experiment

试验号	因素				水解度/%
	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	25.14
2	1	2	2	2	32.85
3	1	3	3	3	29.79
4	2	1	2	3	31.70
5	2	2	3	1	27.89
6	2	3	1	2	33.47
7	3	1	3	2	30.71
8	3	2	1	3	33.52
9	3	3	2	1	28.06
K1	87.78	87.55	92.13	81.09	
K2	93.06	94.26	92.61	97.03	
K3	92.29	91.32	88.39	95.01	
k1	29.26	29.18	30.71	27.03	
k2	31.02	31.42	30.87	32.34	
k3	30.76	30.44	29.46	31.67	
R	1.76	2.23	1.40	5.31	

从表5中极差分析可以看出,D因素即底物质量分数对水解度的影响最大,然后依次为B因素即酶解温度、A因素即酶解时间和C因素即pH。因此,风味蛋白酶水解小麦蛋白的最佳工艺条件为 $A_2B_2C_2D_2$,即酶解时间2.5 h,酶解温度50℃,pH 7.0,底物质量分数5%。按此酶解条件对小麦蛋白进行水解,水解实验的水解度为35.50%,与正交实验中的最高水解度33.52%相比,增加了1.98%,说明正交实验得出的最佳水解条件是可行的。

2.3 不同水解时间美拉德产物的感官评价

从焦香味、糊味、面包特征香气和整体可接受

性4个方面对不同水解时间小麦蛋白酶解产物制备的美拉德产物进行感官评价。图3显示,水解2.5 h的美拉德产物感官评分最高,即水解2.5 h的酶解产物是最佳面包风味前体物质。水解0.5 h和1.5 h的美拉德产物没有糊味,但焦香味不足;水解2.5 h和3.5 h的美拉德产物焦香味浓郁;3.5 h的美拉德产物比2.5 h的美拉德产物的糊味明显增加、焦香味没有显著增加。

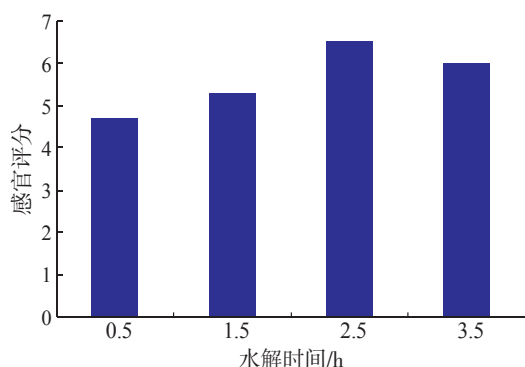


图3 不同水解时间美拉德产物的感官评价结果

Fig.3 Result of sensory evaluation of maillard reaction products by different hydrolysis time

2.4 酶解液中氨基酸对美拉德产物的影响

未水解小麦蛋白与不同水解时间小麦蛋白酶解液的氨基酸组成见表6。由表可见,小麦蛋白原料中含有大量的谷氨酸、脯氨酸、亮氨酸和苯丙氨酸,分别占39.17%、11.07%、6.89%、5.86%,占总氨基酸质量分数的62.99%。小麦蛋白酶解液中氨基酸的种类和质量分数对美拉德反应的风味形成有重要影响。与0.5 h和1.5 h的酶解液相比,最佳面包风味前体物质中脯氨酸、甘氨酸、缬氨酸、谷氨酸、谷氨酰胺等5种主要对面包风味形成起贡献的氨基酸质量浓度分别增加5.24 mg/mL和3.91 mg/mL,总游离氨基酸的质量浓度分别增加7.42 mg/mL和4.45 mg/mL,美拉德产物焦香味和面包特征香气更浓郁。

2.5 水解肽相对分子质量对美拉德产物的影响

不同水解时间小麦蛋白酶解液的相对分子质量分布结果见表7,可以看出,随着水解时间的增加,水解肽相对分子质量总体表现为大相对分子质量肽逐渐减少,小相对分子质量肽逐渐增多。与0.5 h和1.5 h的酶解液相比,最佳面包风味前体物质中相对分子质量小于3 861的占比分别增加6.79%和1.59%,相对分子质量小于1 405占比分别增加

12.34%和3.34%。

表6 未水解小麦蛋白与不同水解时间小麦蛋白酶解液的氨基酸组分分析

Table 6 Amino acid composition of unhydrolyzed and hydrolyzed wheat protein at different hydrolysis time

氨基酸	未水解小麦蛋白的氨基酸 ^a	游离氨基酸 ^b			
		0.5 ^c h	1.5 h	2.5 h	3.5 h
asp	2.52	0.13	0.16	0.18	0.19
glu	29.45	0.37	0.51	0.59	0.67
gln	/	2.24	3.11	6.82	7.16
ser	3.01	0.13	0.14	0.15	0.19
his	1.57	0.21	0.25	0.29	0.35
gly	2.53	0.14	0.22	0.23	0.26
thr	1.86	0.33	0.50	0.53	0.57
arg	2.70	0.39	0.58	0.61	0.67
ala	1.94	0.25	0.36	0.40	0.42
tyr	2.13	0.28	0.46	0.53	0.58
cys-s	0.64	0.03	0.09	0.12	0.17
val	3.31	0.44	0.64	0.72	0.78
met	1.21	0.21	0.30	0.32	0.34
phe	4.41	0.48	0.65	0.72	0.80
ile	3.08	0.40	0.59	0.67	0.73
leu	5.18	1.15	1.50	1.55	1.61
lys	1.33	0.10	0.18	0.21	0.26
pro	8.32	0.04	0.08	0.11	0.14
Total	75.18	7.34	10.31	14.76	15.90

注:a: 小麦蛋白质量分数,(g/hg);b: 小麦蛋白酶解液中游离氨基酸质量分数,(mg/mL);c: 水解时间(h)

表7 不同水解时间小麦蛋白酶解液的相对分子质量分布

Table 7 The molecular weight distribution of wheat protein hydrolysates at different hydrolysis time

相对分子质量	相对质量分数/%			
	0.5 h	1.5 h	2.5 h	3.5 h
>8 537	9.66	5.13	3.73	2.89
3 861 ~ 8 537	1.75	1.08	0.87	0.79
2 377 ~ 3 861	2.55	1.53	1.18	1.05
1 405 ~ 2 377	9.36	6.58	5.18	4.56
676 ~ 1 405	19.38	16.33	14.03	12.92
279 ~ 676	42.22	47.07	45.43	45.25
126 ~ 279	15.09	22.29	29.57	32.53

1 000~3 000的肽尤其是小于1 000的肽具有较高的美拉德反应程度,这可能与肽链长度更短会产生更多的Amadori降解化合物有关^[10]。因此,最佳

面包风味前体物质比0.5 h和1.5 h的酶解产物的美拉德反应程度更高,在美拉德反应过程中产生的化合物更多、更复杂。

2.6 美拉德产物GC-MS分析结果

采用SPME-GC-MS方法对利用最佳面包风味前体物质制备得到的美拉德产物进行分析,其挥发性风味成分种类和相对含量如表8所示。从美拉德产物中共鉴定出30种风味化合物,主要成分有醛类、酮类、醇类、酯类和杂环类化合物。美拉德产物中有11种风味物质与面包表皮中的特征风味相同,包括:3-甲基丁醛、己醛、庚醛、2-戊基呋喃、正戊醇、2-甲基吡嗪、正己醇、3-辛烯-2-酮、庚醇、糠醛和苯甲醛,并且这些物质的相对质量分数在美拉德产物风味物质中占69.68%。总体来说,所制备的美拉德产物是具有面包焙烤特征风味。

表8 美拉德产物中挥发性风味成分的GC-MS鉴定结果
Table 8 Composition of volatile flavor compounds in maillard reaction product determined by GC-MS

序号	保留时间/min	种类	相对质量分数/%
1	3.122	2-甲基呋喃	0.350
2	3.739	3-甲基丁醛(异戊醛)	16.680
3	4.851	戊醛	0.766
4	5.996	2-正丙基呋喃	0.335
5	7.129	己醛	20.610
6	8.146	2-正丁基呋喃	0.487
7	8.485	二烯丙基硫醚	0.682
8	8.826	2-甲烯基己醛	0.476
9	9.563	庚醛	8.443
10	10.435	嘧啶	0.352
11	10.656	2-戊基呋喃	16.690
12	11.458	正戊醇	0.555
13	11.719	2-甲基吡嗪	0.434
14	11.899	2,6-二甲基-3-庚酮	0.860

序号	保留时间/min	种类	相对质量分数/%
15	12.072	2-辛酮	1.526
16	12.127	辛醛	0.917
17	12.379	甲基戊基呋喃	0.268
18	12.984	2,3-辛二酮	0.476
19	13.170	-	0.431
20	13.767	正己醇	2.050
21	14.753	-	1.129
22	14.913	3-乙基-2-甲基-1,3-己二烯	0.515
23	15.555	1-烯-3-辛醇	1.276
24	15.664	庚醇	0.371
25	15.731	糠醛	0.988
26	16.027	-	1.528
27	16.086	-	2.827
28	16.326	癸醛	2.810
29	16.713	苯甲醛	2.863
30	18.427	-	3.815
31	18.647	1-壬醇	0.535
32	19.283	十二醛	0.269
33	21.597	2,6-二叔丁基对甲酚	0.268
34	25.419	2,4-二叔丁基苯酚	3.275
35	27.746	邻苯二甲酸二异丁酯	0.501

3 结 语

风味蛋白酶能较好地水解小麦蛋白质制备面包风味前体物质,美拉德反应时产生宜人面包焦香味的浓度与酶解产物中对面包风味形成起贡献的游离氨基酸质量分数和总氨基酸质量分数正相关,与部分水解肽的相对分子质量相关。过度水解将产生更多的糊味型美拉德反应风味物质。小麦蛋白酶解制备的最佳面包风味前体物质经过美拉德反应后具有面包焙烤特征风味。

参考文献:

[1] Aaslyng MD, Larsen LM, Nielsen PM. The influence of maturation on flavor and chemical composition of hydrolyzed soy protein produced by acidic and enzymatic hydrolysis[J]. **European Food Research and Technology**, 1999, 208(5-6): 355-361.

[2] 王艳,王金水,王玲玲,李振华. 水解植物蛋白的酶法制备[J]. 粮食加工, 2006, 02: 42-45.
WANG Yan, Wang Jinshui, Wang Lingling, Li Zhenhua. Enzymatic preparation of hydrolyzed vegetable protein[J]. **Food Processing**, 2006, 02: 42-45. (in Chinese)

[3] 高文宏,李国基,于淑娟,高大维. 水解植物蛋白[J]. 食品科学, 2000, 12:167-171.

- GAO Wenhong, Li Guoji, Yu Shujuan, Gao Dawei. Hydrolyzed vegetable protein[J]. **Food Science**, 2000, 12:167–171. (in Chinese)
- [4] Cho Peterson. Chemistry of bread aroma: A review[J]. **Food Science and Biotechnology**, 2010, 19(3):575–582.
- [5] Stavros Plessas, Athanasios Alexopoulos, Argyro Bekatorou, Ioanna Mantzourani, Athanasios A. Koutinas, Eugenia Bezirtzoglou. Examination of freshness degradation of sourdough bread made with kefir through monitoring the aroma volatile composition during storage[J]. **Food Chemistry**, 2011, 124(2):627–633.
- [6] 赵新淮,冯志彪. 蛋白质水解物水解度的测定[J]. 食品科学, 1994, 11:65–67.
ZHAO Xinhui, FENG Zhibiao. The determination of hydrolyzed degree of protein hydrolysates[J]. **Food Science**, 1994, 11:65–67. (in Chinese)
- [7] 樊玲芳,孙培森,刘海英. 斑点叉尾鲷鱼头水解物的风味成分分析[J]. 食品工业科技, 2012, 02:140–144.
FAN Lingfang, SUN Peisen, Liu Haiying. Analysis on flavor compounds of hydrolysate of channel catfish head[J]. **Science and technology of food industry**, 2012, 02:140–144. (in Chinese)
- [8] 庞美蓉,丁秀臻,孔祥珍,华欲飞. 胃蛋白酶水解大豆分离蛋白的研究[J]. 食品与发酵工业, 2012, 07:103–107.
PANG Meirong, DING Xiuzhen, Kong Xiangzhen, Hua Yufei. Enzymatic hydrolysis of soy protein extract with pepsin[J]. **Food and fermentation industries**, 2012, 07:103–107. (in Chinese)
- [9] 谷海先,王建. 风味蛋白酶的开发与利用[J]. 中国酿造, 2003, 01:26–28.
GU Haixian, WANG Jian. Exploitation and utilization of flavored proteinase[J]. **China Brewing**, 2003, 01:26–28. (in Chinese)
- [10] Guowan Su, Lin Zheng, Chun Cui, Bao Yang, Jiaoyan Ren, Mouming Zhao. Characterization of antioxidant activity and volatile compounds of Maillard reaction products derived from different peptide fractions of peanut hydrolysate[J]. **Food Research International**, 2011, 44: 3250–3258.

会议信息

会议名称(中文): 第一届 CMI-NI 免疫学国际研讨会

会议名称(英文): 1st Nature Immunology – Cellular & Molecular Immunology Joint Conference

所属学科: 生物技术与生物工程, 病毒与免疫学

开始日期: 2015-06-17

结束日期: 2015-06-19

所在国家: 中华人民共和国

所在城市: 安徽省 合肥市

主办单位: Cellular & Molecular Immunology、Nature Immunology、中国科学技术大学、中国免疫学会

联系人: Miss Wan Wang

E-MAIL: cmi@ustc.edu.cn

会议网站: http://www.csi-cams.org.cn/Article_Show.asp?ArticleID=1172

会议背景介绍: 《Cellular & Molecular Immunology》和《Nature Immunology》计划于 2015 年 6 月 17–19 日在合肥市举办“第一届 CMI-NI 免疫学研讨会”, 会议主题为: 炎症、应激与免疫自身稳定。会议分为: 应激与免疫、天然免疫信号、炎症与自身炎症性疾病、肠道炎症与免疫平衡、过敏性炎症、炎症与代谢、炎症与癌症 7 个议题。会议邀请了包括曹雪涛、田志刚、孙兵、钱友存、郑利民、邵峰、时玉舫、吴玉章、祁海、蒋争凡、董忠军、周荣斌、Antonio Bertolotti、Andrew McKenzie、B. Anne Croy、Eike Latz、Guido Kroemer、Kenya Honda、Laurence Zitvogel、Luke O'Neill、Masayuki Yamamoto、Wajahat Mehal 等 20 多位国际知名免疫学家做会议报告; 届时《Nature》期刊负责免疫学科的高级编辑 Ursula Weiss、《Nature Immunology》高级编辑 Zoltan Fehervari 将出席会议并做学术报告; 会议期间还会开设圆桌会议和海报展览等交流活动。

征文范围及要求: 会议主题为: 炎症、应激与免疫自身稳定。会议分为: 应激与免疫、天然免疫信号、炎症与自身炎症性疾病、肠道炎症与免疫平衡、过敏性炎症、炎症与代谢、炎症与癌症 7 个议题。