

文章编号:1673-1689(2009)01-0008-06

酶解大豆蛋白制备风味增强肽

张晓鸣^{1,2}, 高梅娟², 颜袅², 王树英¹, 夏书芹²,
贾承胜², 张树林³, 顾军³

(1. 食品科学与技术国家重点实验室, 江南大学, 江苏无锡 214122; 2. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214122; 3. 天宁香料(江苏)有限公司, 江苏句容 212425)

摘要: 利用不同蛋白酶酶解大豆蛋白质, 大豆蛋白酶解过程中氨基酸的释放规律表明, 氨基酸的释放与蛋白酶的种类和酶解时间有关。在酶解产物中, 以蛋白酶 I 酶解产物中鲜味氨基酸和含硫氨基酸含量最高, 醇厚感强, 更适合于酶解大豆蛋白制备风味基料。通过感官评定比较了酶解液及其 Maillard 反应产物的呈味差异, 发现 Maillard 产物具有更好的醇厚感和鲜味。分析了酶解液中不同分子量级分 Maillard 反应产物的呈味特点, 发现相对分子质量 3 000~5 000 的级分其 Maillard 产物能够明显地增强风味, 包括鲜味、醇厚味以及后味。

关键词: 酶解; Maillard 反应; 风味增强肽; 大豆蛋白

中图分类号: TS 214. 2

文献标识码: A

Enzymatic Preparation of Soy Protein Flavor-Enhancing Peptide

ZHANG Xiao-ming^{1,2}, GAO Mei-juan², YAN Niao², WANG Shu-ying¹, XIA Shu-qin²,
JIA Cheng-sheng², ZHANG Shu-Lin³, GU Jun³

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 3. Tian Ning Flavour & Fragrance (Jiangsu) CO., LTD, Jurong 212425, China)

Abstract: In this study, different proteases were used to hydrolyze soy protein, and it was found that the amino acid release of the hydrolysis process was related to the type of protease and hydrolyzing time. Hydrolyzate of protease I was contained most plentiful of umami amino acids and sulfur, and exhibited more strong mellow and thick effect and might be more suitable for enzymatic preparation of soy protein-based flavoring materials. Maillard reaction products had better flavor and a sense of mellow than that of hydrolyzate through the sensory evaluation. The flavor profiles of different molecular weight fraction of the Maillard reaction products were characterized and it was confirmed that the Maillard reaction products of molecular weight of 3, 000 to 5, 000 would significantly enhance the flavor, including umami and mellow taste, as well as after taste.

Key words: Enzymatic hydrolysis, Maillard reaction, flavor enhancing peptide, soy protein

收稿日期: 2008-10-02

基金项目: 江苏省科技支撑计划项目(BE2008374); 教育部基础科研项目(SKLF-TS-200813)。

作者简介: 张晓鸣(1965-), 男, 江苏无锡人, 工学博士, 教授, 博士生导师。Email: xzmzhang@jiangnan.edu.cn

国内生产的肉味香精大多为以肉类或其加工的副产物为主要来源。但由于肉类来源、新鲜度及冷藏时间等因素的影响,内源酶作用程度的不同导致蛋白质的降解程度不同,从而使得蛋白水解物中氨基酸和肽的含量存在一定的差异,最终导致美拉德反应产物的风味质量和风味特性不稳定,不同批次生产的产品质量很难标准化;另一方面,动物蛋白生产成本高、生产周期长、蛋白资源转化率较低,特别是近年来国内肉价持续上涨,价格居高不下,严重制约肉味香精生产企业的发展;国内相当多的调味品加工企业利用鸡肉骨架、动物内脏等副产品通过酶解生产调味品,药物残留和重金属污染不可避免地带入调味料产品中,从而影响调味品的食用安全性,这是引发食品质量安全问题的主要潜在危险之一。

利用大豆蛋白生产美拉德肽风味料,具有营养丰富、价格合理、天然安全、风味独特等特点,这对提升我国调味品的档次和市场竞争能力具有重要的意义。

近年来,肽呈味功能的理论和应用引起了各国学者的广泛关注^[1],日、韩调味品行业发达,在呈味肽的性质、应用规律方面居世界领先地位。而我国在风味增强肽基础理论以及应用研究方面比较薄弱。因此,作者根据不同蛋白酶的酶解特性,选择合适的酶,研究不同蛋白酶酶解产物的特点和酶解规律;研究酶解液中不同组分对美拉德反应产物风味的影响,确定美拉德反应的最适底物。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

蛋白酶 I (米曲霉, 5 500 U/g), 蛋白酶 II (枯草杆菌霉, 150 000 U/g), 蛋白酶 III (蜂蜜曲霉, 30 000 U/g); 日本天野酶制品株式会社产品; 凝胶型大豆分离蛋白(蛋白质质量分数 > 90%); 山东谷神生物科技集团有限公司生产; 氢氧化钠、甲醛、盐酸、硫酸铜、硫酸钾(分析纯); 中国医药集团上海化学试剂有限公司产品。

1.2 实验方法

1.2.1 酶法水解大豆蛋白 将一定量的大豆分离蛋白溶于蒸馏水中, 获得 8 g/dL 的蛋白浆液, 在灭菌锅中加热至 100 ℃, 灭菌 10 min 后冷却, 置于恒温振荡水浴锅中, 调节 pH 值为某一设定的初始值, 加入蛋白酶, 控制其 pH 和温度进行反应, 恒温反应一定时间后, 调节 pH 至大豆蛋白等电点使其沉淀, 置于 95 ℃ 水浴中灭酶 20 min, 离心(3 500 r/

min, 20 min), 过滤, 所得滤液为大豆蛋白酶解产物。

1.2.2 总氮含量及可溶性氮含量测定 凯式定氮法^[2]。

1.2.3 氨基氮含量测定 甲醛电位滴定法^[2]。

1.2.4 酶解液超滤 将 1.2.1 中所得到的酶解产物依次通过 5 000、3 000 以及 1 000 的超滤膜, 得到相对分子质量 > 5 000、5 000 ~ 3 000、3 000 ~ 1 000、< 1 000 组分, 冷冻干燥, 并在 -18 ℃ 冷藏。

1.2.5 酶解液 Maillard 反应 取适量不同相对分子质量的酶解组分, 加入适当的木糖, 在 95 ℃, pH 值为 7.0 的条件下反应 3.5 h 进行 Maillard 反应, 冷却取出, 供感官评定和成分分析。

1.2.6 反应产物呈味评价 鲜味评定参考 Ogasawara (2006)^[3] 的方法。在纯净水中加入 1.5% 的谷氨酸钠和 0.5% 的 NaCl, 搅拌均匀, 加入 2% 的样品作为品尝对象, 在 60 ℃ 恒温水浴 10 min, 以质量分数 2% 麦芽糊精代替样品溶液作为对照组, 进行鲜味评定。评定小组由 8 位人员组成, 打分采用 7 分制, 将麦芽糊精的对照溶液设定为 3 分。

1.2.7 Maillard 反应前后游离氨基酸及总氨基酸分析 色谱条件: 仪器: 安捷伦液相色谱仪; 色谱柱: 4.0 × 125 mm C18; 柱温: 40 ℃; 流动相: 20 mmol 醋酸钠溶液; V(甲醇): V(乙腈) = 1: 2; 检测器: UV338 nm; 体积流量: 1.0 mL/min。

2 结果与讨论

2.1 大豆蛋白酶解条件的确定

影响酶解的因素很多, 如酶的选择及用量、蛋白质的变性程度、温度、pH、离子强度、固液比、搅拌速度、酶解时间等。表 1 为不同蛋白酶的特性。

表 1 不同蛋白酶的特性

Tab. 1 The characteristics of different protease

蛋白酶	来源	酶活/(U/g)	最适 pH 值	最适温度/℃	主要酶解产物
蛋白酶 I	米曲霉	5 500	4.5	50	氨基酸、肽
蛋白酶 II	枯草杆菌霉	150 000	7.0	55	肽
蛋白酶 III	蜂蜜曲霉	30 000	8.0	45	氨基酸、肽

根据上述蛋白酶的特性, 确定酶解条件, 见表 2。

2.2 大豆蛋白酶解过程中氮存在形态的变化

按照各酶的作用条件调节初始大豆蛋白浆液的 pH 值和温度, 加入相应量酶, 置于恒温振荡水浴锅中反应, 分别酶解 3、6、12、24 h 和 48 h。酶解完毕, 将酶解液灭酶、离心过滤, 取滤液分析, 酶解过程中各酶酶解产物的可溶性氮、游离氨基氮和肽基

氮分析结果见图1、图2和图3。

表2 不同蛋白酶酶解条件

Tab. 2 Different conditions for various protease

蛋白酶	酶解条件			
	pH	温度	加酶质量分数/%	底物质量浓度/(g/dL)
蛋白酶 I	4.5	50	5	8
蛋白酶 II	7.0	55	1	8
蛋白酶 III	8.0	45	1	8

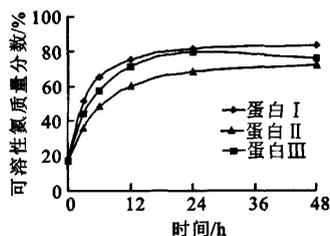


图1 3种蛋白酶酶解产物可溶性氮含量变化

Fig. 1 Soluble nitrogen content changes of three protease hydrolyzates

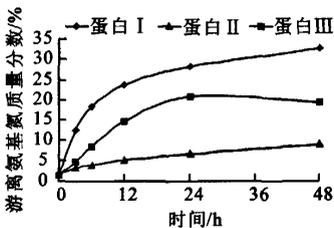


图2 3种蛋白酶酶解产物游离氨基氮变化

Fig. 2 Free amino nitrogen changes of three protease hydrolyzates

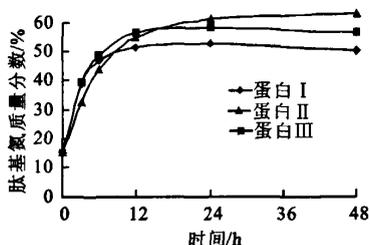


图3 3种蛋白酶酶解产物肽基氮变化

Fig. 3 Peptide-bound nitrogen changes of three protease hydrolyzates

从图1和2可以看出,随着酶解时间的延长,酶解产物中可溶性氮和游离氨基氮含量变化是一致的,为蛋白酶I>蛋白酶III>蛋白酶II。可溶性氮含量的差异不是很大,但游离氨基氮含量相差较大,蛋白酶II酶解产物中游离氨基氮含量一直处于缓慢增长中,在48h达到8.97%,只有蛋白酶I酶解产物的27%,这与蛋白酶的主要作用位点有很大的关系。由于蛋白酶II属于肽链内切酶,从肽链的

内部将肽键裂开,因此限制了游离氨基氮的生成,主要酶解产物为肽,所生成的游离氨基氮较少。

图3中,在前6h内,各酶酶解产物中肽基氮含量增加迅速,说明在前6h内蛋白酶以促进蛋白溶出、生成可溶性氮为主。6h时各肽基氮含量大小顺序依次为蛋白酶III>蛋白酶I>蛋白酶II。在6h后增长明显减慢;在24h后,蛋白酶II酶解产物的肽基氮质量分数最高(58.54%)。在24h后,各肽基氮含量大小顺序依次为蛋白酶II>蛋白酶III>蛋白酶I。

2.3 不同酶酶解产物中氨基酸组成特点

氨基酸的组成和比例对酶解产物的品质(包括营养价值、风味等特性)有很大的影响。酶解产物中必需氨基酸含量高,产物营养价值高,可作为蛋白营养液,提高蛋白资源利用率;鲜味氨基酸则是酶解产物应用于调味基料的一个重要参考指标;含硫氨基酸与肉味的生成有着密切的关系,其含量高是决定酶解产物是否适合生产肉香型反应香精的重要前提^[4];苦味氨基酸则会对酶解产物的呈味产生关键的影响。

酶解24h后酶解产物的总氨基氮、游离氨基氮以及肽基氮基本恒定,所以选取24h为酶解时间研究各酶酶解过程中氨基酸的释放规律。不同酶酶解产物中总氨基酸、游离氨基酸及肽中氨基酸组成如表3、表4及表5所示。

表3 不同酶24h酶解产物中总氨基酸组成

Tab. 3 The total amino acid composition of different enzymic hydrolyzates at 24 h

氨基酸种类	酶解产物总氨基酸组分质量浓度/(mg/dL)		
	酶 I	酶 II	酶 III
总量	5 250.29	4 182.31	4 939.33
必需氨基酸	1 836.89	1 357.06	1 665.46
鲜味氨基酸	1 779.54	1 484.21	1 722.95
含硫氨基酸	82.64	57.46	71.36
苦味氨基酸	2 263.61	1 695.80	1 897.11

后续表格氨基酸同表3的归类及计算。

由表3可知,不同酶酶解产物中氨基酸在总量方面存在差异。其中,蛋白酶I酶解产物中总氨基酸含量最高,达到5 250.29 mg/dL,其次为蛋白酶III(4 939.33 mg/dL)和蛋白酶II(4 182.31 mg/dL)。蛋白酶I必需氨基酸的含量最高达到1 836.89 mg/dL,但3种酶酶解产物所得的必需氨基酸比例相差不大。鲜味氨基酸总量以蛋白酶I酶解产物含量最多(1 779.54 mg/dL),而比例以蛋白酶II最高(35.49%)。3种酶解液的含硫氨基酸均较少,质量分数在1.3%~1.6%之间。

表4 不同酶24 h酶解产物游离氨基酸组成

Tab. 4 The free amino acid composition of different enzymatic hydrolyzates at 24 h

氨基酸种类	酶解产物游离氨基酸组分质量浓度/(mg/dL)		
	酶 I	酶 II	酶 III
总量	1 190.22	142.68	648.2
必需氨基酸	581.01	2.94	494.85
鲜味氨基酸	133.37	2.94	30.60
含硫氨基酸	33.05	13.76	28.28
苦味氨基酸	796.00	122.78	523.30

由表4可知,蛋白酶对所释放的游离氨基酸有较大的影响。就总量而言,以蛋白酶I酶解产生的游离氨基酸的总量最多,达到1 190.22 mg/dL;而蛋白酶II的游离氨基酸的总量最少,只有蛋白酶I的11.99%(142.68 mg/dL),与游离氨基氮结果一致。就鲜味氨基酸(天冬氨酸和谷氨酸)而言,以蛋白酶I酶解产生的鲜味氨基酸的总量最多,达到133.37 mg/dL,但所占比例均不高,其中蛋白酶II酶解产物中仅有2.94 mg/dL,只占2.06%。各酶酶解产物中,以蛋白酶I酶解产物中含硫氨基酸含量最高,达到33.05 mg/dL,而所占比例最低(2.78%);蛋白酶II酶解产物中含硫氨基酸所占比例最高(9.64%),而所占含量最低(13.76 mg/dL)。

酶解产物中的游离氨基酸生产率与蛋白酶作用位点有关^[5]。由表4可知,不同产物中游离氨基酸的生成率有显著差异。在蛋白酶I中,Glu、Arg、Leu、Lys、Tyr、Phe和Pro生成率较大,这是因为蛋白酶I的作用位点为Phe、Arg等,而其他为亲水性氨基酸,在酶解过程中易被酶作用释放出来;同样是由于作用位点和亲水性的关系,在蛋白酶III酶解产物中,Gly、Phe、Leu和Lys生成率较高;在蛋白酶II酶解产物中,由于是肽链内切酶,所以生成的游离氨基酸较少。

如前所述,酶解产物中肽的氨基酸含量与蛋白质的溶出和酶解肽键游离氨基酸增加有着密切的关系,这两个相互交织的过程直接决定了肽的含量。如表5所示,3种酶的酶解产物中所含氨基酸总量均超过4 000 mg/dL,其中蛋白酶III酶解产物中所含肽的总量最高,达到了4 291.13 mg/dL。所含鲜味氨基酸的比较中,蛋白酶III(1 692.35 mg/dL)略高于蛋白酶I(1 646.17 mg/dL);含硫氨基酸以蛋白酶I酶解产物的含量和比例最高(49.59 mg/dL,1.22%)。

2.4 蛋白酶I 24 h和48 h酶解产物组成比较

蛋白酶I酶解产物中总氨基酸、鲜味氨基酸以及含硫氨基酸总量都较其他两种酶酶解产物高,因

此以蛋白酶I为例,比较24 h酶解产物与48 h酶解产物中氨基酸和肽含量,研究延长反应时间对酶解产物的影响。

表5 不同酶24 h酶解产物中肽的氨基酸组成

Tab. 5 The peptide-bound amino acid composition of different enzymatic hydrolyzates at 24 h

氨基酸种类	酶解产物肽的氨基酸组分质量浓度/(mg/dL)		
	酶 I	酶 II	酶 III
总量	4 060.07	4 039.63	4 291.13
必需氨基酸	1 255.86	1 235.53	1 170.61
鲜味氨基酸	1 646.17	1 481.27	1 692.35
含硫氨基酸	49.59	43.70	43.08
苦味氨基酸	1 467.61	1 573.02	1 373.81

如表6所示,反应24 h与48 h的酶解产物在总氨基酸的总量上差异很小,24 h内只增长了40.94 mg/dL,与图1中可溶性氮的结果一致。鲜味氨基酸增加了86.91 mg/dL,比例增加1.37%。含硫氨基酸增加8.45 mg/dL,比例增加0.15%。从酶解产物中各氨基酸占总氨基酸量来看,含量最高的均为Asp、Glu、Arg、Leu,这与蛋白酶I的作用位点有很大的关系,也是酶解产物味鲜的原因之一。

表6 蛋白酶I 24 h与48 h酶解产物总氨基酸组成

Tab. 6 The total amino acid composition of protease I hydrolyzates at 24 h and 48 h

氨基酸种类	酶解产物总氨基酸组分质量浓度/(mg/dL)	
	24 h	48 h
总量	5 250.29	5 291.23
必需氨基酸	1 836.89	1 923.80
鲜味氨基酸	1 779.54	1 827.07
含硫氨基酸	82.64	91.09
苦味氨基酸%	2 263.61	2 347.99

如表7所示,游离氨基酸依然处于缓慢上升的趋势,24 h内增加了46.06 mg/dL,多于总氨基酸的增加量,说明在后阶段以解离肽键生成游离氨基酸为主,肽的总量下降。其中,Phe、Leu和Lys的含量出现了下降的趋势。Wu等研究鲭鱼自溶和蛋白酶N降解过程中也发现了酶解产物中His、Leu、Met等在15 h后出现降低的现象^[6]。Determan、Yamashita等提出在一定的条件下,酶能催化小肽和氨基酸底物发生浓缩反应(肽中的 α -氨基酸和 α -羧基脱水)生成新的蛋白质或者高分子量的聚肽,这种反应称为合成类蛋白反应^[7-8],因此酶解后期产物中出现的部分游离氨基酸量减少可能是由于少量酶解产物发生了合成类蛋白反应的结果;另一个可能是部分氨基酸参与了Maillard反应生成大分子色素物质,在离心过滤中被除去,但具体机制

有待进一步研究。酶解产物中鲜味、甜味氨基酸 (Glu、Asp、Ser、Thr、Gly、Ala) 以及苦味氨基酸的组成变化对大豆蛋白酶解产物的主体呈味有着重要的影响^[9]。

表 7 蛋白酶 I 24 h 与 48 h 酶解产物游离氨基酸组成

Tab. 7 The free amino acid composition of protease I hydrolyzates at 24 h and 48 h

氨基酸种类	酶解产物游离氨基酸组分 质量浓度/(mg/dL)	
	24 h	48 h
总量	1 190.22	1 236.28
必需氨基酸	581.01	574.07
鲜味氨基酸	133.37	141.64
含硫氨基酸	33.05	32.58
苦味氨基酸	796.00	789.24

表 8 所示,肽的总量已经出现下降,这与后阶段酶解特点有关,部分肽被蛋白酶 I 酶解成为更小的肽或者游离氨基酸。肽含量中的许多氨基酸,如 Ser、Gly、Thr 的含量等均出现了下降。酶解产物中肽类具有缓冲作用,与酶解产物的风味(滋味、气味)有密切关系,肽对食品基本味感和特征风味性的影响主要是通过与其食品中的各种呈味成分发生相乘关系,使食品的总体味变得协调、细腻。

表 8 蛋白酶 I 24 h 与 48 h 酶解产物肽的氨基酸组成

Tab. 8 The peptide-bound amino acid composition of protease I hydrolyzates at 24 h and 48 h

氨基酸种类	酶解产物肽的氨基酸组分 质量浓度/(mg/dL)	
	24 h	48 h
总量	4 060.07	4 054.95
必需氨基酸	1 255.86	1 349.73
鲜味氨基酸	1 646.17	1 685.43
含硫氨基酸	49.59	58.51
苦味氨基酸	1 467.61	1 558.75

总体而言,酶解 24 h 与酶解 48 h 所得产物在氨基酸组成上变化不大,个别氨基酸出现了下降趋势,在鲜味氨基酸和含硫氨基酸含量方面增长较少。同时,由于微生物以及酶活力降低等因素影响,过多地延长酶解时间并不利于提高酶解产品的质量。

2.5 Maillard 反应产物与酶解产物呈味比较

以蛋白酶 I 24 h 酶解产物和其 Maillard 反应产物为样品进行感官鉴定。评分结果见图 4。在加入酶解产物和 Maillard 反应产物以后,与空白样品相比,汤在鲜味、醇厚感和后味方面都有了不同程度的提高,其中 Maillard 反应产物提高更为明显。

由图 4 可知, Maillard 反应产物在呈味方面要优于单纯的酶解产物,在鲜味、醇厚感和后味方面

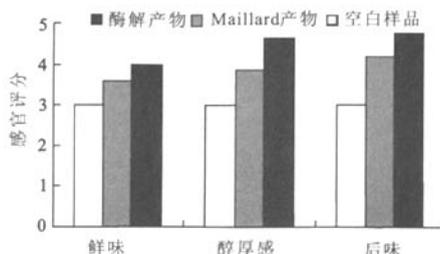


图 4 蛋白酶 I 酶解产物与 Maillard 反应产物感官比较

Fig. 4 Sensory evaluation of the protease I hydrolyzate and its Maillard reaction products

都有较大的提高,尤其在后味和醇厚感上评分均超过了 4.5 分。以上研究表明,以大豆蛋白为原料经过生物降解之后产生的产品具有醇厚的鲜味,再经过 Maillard 反应之后,这种醇厚的鲜味加强。国内外的一些研究结果也证实,大豆发酵食品,如豆酱、酱油等能产生比谷氨酸钠 (MSG) 更温和的鲜味 (umami)。Seung Ho K 等从豆酱的水溶性提取物中发现,鲜味组分主要来源于谷氨酸和天冬氨酸及呈鲜肽^[10];对酱油中的肽组分研究也发现至少有 10 种多肽中含有大量的谷氨酸和天冬氨酸^[11];成坚等的研究进一步证明了水解蛋白中对风味有积极贡献的成分主要是呈鲜味的氨基酸 (谷氨酸和天门冬氨酸) 或肽,并且发现呈甜味的氨基酸 (如甘氨酸、丙氨酸等) 或肽对风味的产生也有重要作用^[12]。

2.6 不同酶解液 Maillard 反应产物呈味比较

蛋白酶 I、蛋白酶 II 和蛋白酶 III 24 h 酶解液 Maillard 反应产物在鲜汤中的感官评分见图 5。3 种产物在鲜味上都有明显的提高,蛋白酶 II 的产物稍差,这与酶解生成的鲜味氨基酸总量有一定的关系。蛋白酶 I 的产物在醇厚感和后味两方面都明显优于蛋白酶 II 和蛋白酶 III。研究证实大豆蛋白质经米曲霉分泌的蛋白酶、肽酶或者谷氨酰胺酶的作用后生成的氨基酸和肽类具有鲜味醇厚、持久和提香的作用^[13]。

2.7 蛋白酶 I 酶解液不同相对分子质量组分的 Maillard 反应

Maillard 反应除了存在于游离氨基酸中,更多地存在于肽中的氨基酸。因此,将蛋白酶 I 酶解产物依次通过相对分子质量为 5 000、3 000 和 1 000 的超滤膜获得相对分子质量 >5 000、5 000~3 000、3 000~1 000 以及 <1 000 不同相对分子质量的酶解成分,分别进行 Maillard 反应,分析其产物的呈味特点。感官评分结果见图 6。

图 6 列出了酶解液不同相对分子质量 Maillard 反应产物在鲜味、醇厚感和后味上的呈味特点。不

同分子量 Maillard 反应产物在鲜味上呈现出明显的差异,随着相对分子质量的增大而出现呈鲜味减弱的趋势,相对分子质量 $>5\ 000$ 成分的鲜味几乎与空白一致;在醇厚感方面,3 000~5 000的醇厚感较为突出。在持续性、后味方面,相对分子质量 $<1\ 000$ 、1 000~3 000、3 000~5 000的成分差异不大,而相对分子质量 $>5\ 000$ 的成分的后味则明显降低。

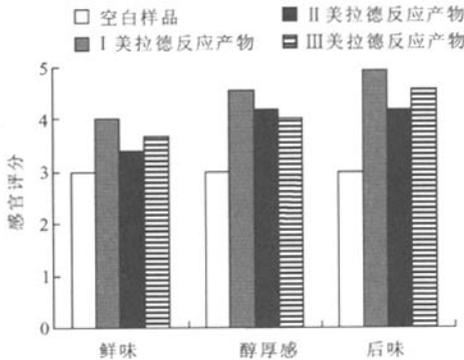


图5 蛋白酶 I、II 和 III 酶解物 Maillard 反应产物感官比较

Fig. 5 Sensory evaluation of different Maillard reaction products of protease I, II and III

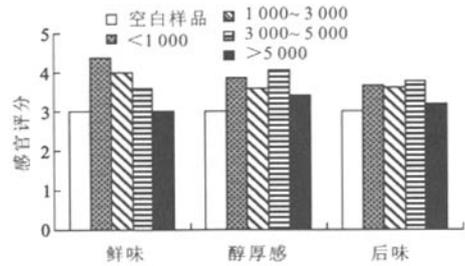


图6 酶解液不同相对分子质量组分 Maillard 反应产物感官比较

Fig. 6 Sensory evaluation of Maillard reaction products of different molecular weight of hydrolyzate

综合分析,相对分子质量3 000以下的超滤成分具有明显的鲜味,而高于5 000的成分则鲜味较小。这与鲜味氨基酸和肽的分子量分布有很大的关系,由于大分子组分无法进入味蕾孔产生味觉,因而相对分子质量越大味道越浅;相对分子质量 $<1\ 000$ 及3 000~5 000之间成分在醇厚感上表现接近,且相对分子质量 $<1\ 000$ 成分除了鲜味之外还表现出了其他味道,这与它所含较多小分子肽和游离氨基酸有关。

综合评价,相对分子质量3 000~5 000成分在 Maillard 反应后能够明显提高鲜味、醇厚感和后味,且杂味较少,口味纯正,是理想的生产增味香精的原料。

参考文献 (References):

- [1] 程竹青. 胜肽对食品鲜味的影响[J]. 食品工业(台湾), 2002(9):3-18.
Cheng Zhuqing, Peptide on the impact of food flavor[J]. *Food Industry(Taiwan)*, 2002(9):3-18. (in Chinese)
- [2] 张水华. 食品分析[M]. 北京:中国轻工业出版社:232-234.
- [3] Ogasawara M, Katsumata T, Yamada Y, et al. Taste properties of Maillard reaction products prepared from 1000 to 5000Da peptide[J]. *Food Chemistry*, 2006, 99(3):600-604.
- [4] 王建新. 实用香精配方[M]. 北京:中国轻工业出版社:170-175.
- [5] 赵谋明, 赵亚丽. 酪氨酸钠水解液氨基酸组成分析[J]. 食品科学, 2005, 26(7):115-117.
ZHAO Mou-ming, ZHAO Ya-li. Analysis of amino acid composition of sodium caseina hydrolyte[J]. *Food Science*, 2005, 26(7):115-117. (in Chinese)
- [6] Wu H C, Chen H M, Shiau C Y. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel(*Scomber austriasicus*)[J]. *Food Res Int*, 2003, 36: 949-957.
- [7] Determan H, Eggenschwiler S, Michel W. Plastein reaction VII: molecular weight distribution of The product of enzymic condensation[J]. *Annals de Chemistry*, 1965, 690:182-188.
- [8] Yamashita M, Arai S, Tanimoto S, et al. Condensation reaction occurring during plastein formation by α -chymotrypsin[J]. *Agric Biol Chem*, 1973, 37:953-954.
- [9] 曹雁平. 食品调味技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2002.
- [10] Seung Ho K, Kyung Ae L. Evaluation of taste compounds in water 2soluble ext ract of a doenjang (soybean paste)[J]. *Food Chemistry*, 2003, 83:339-342.
- [11] Yoshinori O, Kazuo S, Osamu T, et al. Mapping of peptides in soy sauce by an ion exchange [J]. *Agric Biol Chem*, 1972, 36(8):1371-1380.
- [12] 成坚, 陈海光, 曾庆孝, 等. 影响水解蛋白风味的因素[J]. 中国调味品, 2003(4):20-24.
CHENG Jian, CHENG Haiguang, ZENG Qingxiao, et al. Factors affecting the flavor of hydrolyzed protein[J]. *China Con-diment*, 2003(4):20-24. (in Chinese)
- [13] Net to F M, Galeazzi M. Production and character 2-ization of enzymatic hydrolysate from soy protein isolate[J]. *Lebens Wiss Techno*, 1998, 31:624-631.

(责任编辑:杨萌)