

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2020.06.034

# 香菇煮菇水木瓜蛋白酶酶解增鲜技术研究

Enzymatic hydrolysis to enhance the umami taste of  
*Lentinus edodes* boiling water by papain

李顺峰 刘丽娜 王安建 田广瑞 许方方

LI Shun-feng LIU Li-na WANG An-jian TIAN Guang-ru XU Fang-fang

(河南省农业科学院农副产品加工研究中心, 河南 郑州 450002)

(Research Center of Agro-products Processing Science and Technology, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, Henan 450002, China)

**摘要:**通过单因素试验和正交试验优化木瓜蛋白酶酶解香菇煮菇水的工艺条件,并对酶解后呈鲜味氨基酸含量和等效鲜味浓度(EUC)进行评价。结果表明,木瓜蛋白酶酶解香菇煮菇水提高氨基酸态氮含量的最佳工艺条件为酶解 pH 6.0、酶解温度 55 °C、加酶量 0.4%、酶解时间 5 h,该条件下氨基酸态氮含量为 0.454 g/100 mL。且木瓜蛋白酶酶解可显著提高香菇煮菇水中谷氨酸和天冬氨酸含量,并可增强 EUC。

**关键词:**香菇煮菇水;木瓜蛋白酶;呈鲜氨基酸;5'-核苷酸;等效鲜味浓度

**Abstract:** To improve the content of umami substance in boiling water of *Lentinus edodes*, the single factor experiment and orthogonal experiment were carried out to optimize the enzymatic hydrolysis process of *L. edodes* boiling water with papain. The amino acid nitrogen content and equivalent umami concentration (EUC) were also evaluated after enzymatic hydrolysis by papain. Results showed that the optimum conditions for enzymatic hydrolysis to improve the content of amino acid nitrogen in boiling water of *L. edodes* by papain were as follows: pH value 6.0, enzymatic temperature 55 °C, enzymatic amount 0.4% and enzymatic hydrolysis time 5 h. Under the control of these conditions, the content of amino acid nitrogen was 0.454 g/100 mL. Enzymatic hydrolysis could significantly increase the contents of glutamic acid and aspartic acid in boiling water of *L. edodes* as well as EUC.

**Keywords:** *Lentinus edodes* boiling water; papain; umami taste amino acid; 5'-nucleotides; equivalent umami concentration (EUC)

**基金项目:**河南省科技攻关计划项目(编号:182102110276)

**作者简介:**李顺峰(1982—),男,河南省农业科学院副研究员,博士。E-mail:lishunfeng2000@163.com

**收稿日期:**2019-11-26

香菇(*Lentinus edodes*)是伞菌目口蘑科一种药食两用的真菌,因含有多糖、多酚、小分子肽以及膳食纤维等活性成分<sup>[1-3]</sup>而具有抗肿瘤、降血脂、提高免疫力等保健作用<sup>[4-6]</sup>,还含有丰富的 5'-核苷酸和谷氨酸、天冬氨酸等呈鲜味氨基酸而呈现出鲜美的味道<sup>[7]</sup>。据中国食用菌协会统计<sup>[8]</sup>,2017 年中国香菇产量为 986.51 万 t,而河南省香菇产量为 280.5 万 t,占全国香菇年产量的 28.43%,位列全国第一。目前,香菇除了干制和鲜销以外,有将近 30%的香菇用于加工,而在加工过程中烫漂是必需的工序,产生大量煮菇水(约 800~1 400 万 t),这些煮菇水含有大量水溶性营养成分等。如能将这些营养成分和呈味成分进行提取利用,制成保健食品、调味品等,不仅能提高企业的效益,还可以减少对环境的污染。

目前,对食用菌煮菇水的研究甚少,常树人<sup>[9]</sup>将煮平菇水用于制作平菇母种培养基,俞智明<sup>[10]</sup>利用煮菇水制备酱油。而对食用菌煮菇水的营养成分和呈味成分构成及其产品开发尚缺乏研究。另有不同温度处理对香菇香气成分变化方面的报道<sup>[11-12]</sup>,而对香菇煮菇水的利用研究鲜见报道。研究<sup>[13-14]</sup>表明,采用酶法得到的蛋白酶解液含有丰富的呈味氨基酸、呈味肽等呈味成分,已成为制备高档复合调味品的重要基料。试验拟以香菇煮菇水为研究对象,采用生物酶解技术提高其呈鲜味物质含量,增强风味,以期对香菇煮菇水的开发利用提供依据。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 原材料

香菇煮菇水(干物质 2.58 g/100 mL,其中蛋白质 0.43 g/100 mL,总糖 0.54 g/100 mL);河南天中亿龙食品有限公司,经纱布过滤后备用。

### 1.1.2 试剂

5-磷酸二酯酶:食品级,酶活 1 万 U/g,南宁庞博生物工程技术有限公司;

磷酸二氢钾、四水合钼酸铵、高碘酸钠、乙酰丙酮、乙二醇、抗坏血酸、乙酸钠、乙酸等:国产分析纯;

5-腺苷酸(5'-AMP)、5-鸟苷酸(5'-GMP)、5-肌苷酸(5'-IMP):西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司;

5-黄苷酸(5'-XMP):上海阿拉丁生化科技股份有限公司;

试验用水为蒸馏水。

### 1.1.3 仪器与设备

分析天平:FA2004C 型,上海越平科学仪器有限公司;

恒温振荡器:THZ-98AB 型,上海一恒科学仪器有限公司;

紫外可见分光光度计:UV-1800 型,岛津仪器(苏州)有限公司;

旋转蒸发器:RV8V-C 型,德国 IKA 集团;

恒温磁力搅拌器:DF-101S 型,巩义市予华仪器有限公司;

艾柯超纯水机:Exceed-Bc-16 型,成都康宁实验专用纯水设备厂;

台式高速冷冻离心机:H2050R 型,湖南湘仪实验室仪器开发有限公司;

高效液相色谱仪:Ultimate 3000 型,美国戴安公司。

## 1.2 方法

**1.2.1 氨基酸态氮的定量测定** 采用 GB 5009.235—2016《食品安全国家标准 食品中氨基酸态氮的测定》第二法比色法。精密吸取 0.1 mg/mL 氮氮标准使用溶液 0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mL(相当于  $\text{NH}_3\text{-N}$  0, 5.0, 10.0, 20.0, 40.0, 60.0, 80.0, 100.0  $\mu\text{g}$ ) 分别于 10 mL 比色管中,向各比色管分别加入 4 mL 乙酸钠—乙酸缓冲液(pH 4.8)及 4 mL 显色剂(15 mL 37% 甲醛与 7.8 mL 乙酰丙酮混合,加水稀释至 100 mL,剧烈振摇混匀),用水稀释至刻度,混匀。置于 100 °C 水浴中加热 15 min,取出,水浴冷却至室温后,移入 1 cm 比色皿内,以 0 管为参比,于波长 400 nm 处测量吸光度,绘制标准曲线或计算线性回归方程,回归方程为: $y=0.8616x-0.01$  ( $R^2=0.9990$ )。

**1.2.2 木瓜蛋白酶酶解单因素试验** 香菇煮菇水浓缩至原体积的 1/2,取 100 mL 于三角瓶中,在加酶量 0.20%、酶解时间 3 h、酶解温度 50 °C 条件下,分别采用不同的 pH (5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5) 进行酶解;在酶解时间 3 h、pH 6.5、酶解温度 50 °C 条件下,分别采用不同加酶量 (0.05%, 0.10%, 0.20%, 0.30%, 0.40%) 进行酶解;在加酶量 0.30%、pH 6.5、酶解温度 50 °C 条件下分别酶解 1, 2, 3, 4, 5 h;在加酶量 0.30%、酶解时间 4 h、pH 6.5 条件下,采用不同温度 (40, 45, 50, 55, 60 °C) 进行酶解,按照

1.2.1 方法将氮氮标准使用溶液替换为样品溶液进行氨基酸态氮含量的测定,考察木瓜蛋白酶不同酶解条件对香菇煮菇水中氨基酸态氮含量的影响。

**1.2.3 木瓜蛋白酶酶解正交试验** 在单因素试验的基础上,对加酶量、酶解时间、pH 值和酶解温度 4 个因素分别选取 3 个水平,对酶解工艺进行优化。

### 1.2.4 呈鲜味氨基酸、呈鲜味核苷酸的测定

(1) 呈鲜氨基酸(谷氨酸和天冬氨酸)含量:按 GB 5009.124—2016 执行。

(2) 呈鲜味核苷酸[5'-腺苷一磷酸(5'-AMP)、5'-鸟苷一磷酸(5'-GMP)、5'-肌苷一磷酸(5'-IMP)和 5'-黄苷一磷酸(5'-XMP)]含量:酶解前后香菇煮菇水经 4 000 r/min 离心 10 min 后,上清液过 0.45  $\mu\text{m}$  滤膜后进行 HPLC 分析<sup>[1, 15]</sup>。

**1.2.5 等效鲜味浓度(EUC)计算** EUC 值常用来表征食品的鲜味程度<sup>[16]</sup>,具体指:在 100 g 的食物中,以谷氨酸钠(MSG)的量来表示呈鲜物质的总量,其值按式(1)计算:

$$Y = \sum a_i b_i + 1\ 218(\sum a_i b_i)(\sum a_i b_i), \quad (1)$$

式中:

Y——EUC 值, g MSG/100 mL;

$a_i$ ——呈鲜氨基酸(天冬氨酸、谷氨酸)的含量, g/100 mL;

$a_j$ ——呈鲜核苷酸[5'-腺苷一磷酸(5'-AMP)、5'-鸟苷一磷酸(5'-GMP)、5'-肌苷一磷酸(5'-IMP)和 5'-黄苷一磷酸(5'-XMP)]的含量, g/100 mL;

$b_i$ ——呈鲜氨基酸相对 MSG 的鲜味程度值(谷氨酸为 1, 天冬氨酸为 0.077);

$b_j$ ——呈鲜核苷酸相对 5'-IMP 的值(5'-IMP=1, 5'-GMP=2.3, 5'-XMP=0.61, 5'-AMP=0.18);

1 218——协同作用常数。

## 1.3 数据处理

所有试验重复 3 次,测定结果以平均值±标准差表示,数据分析与整理采用 SPSS 软件和 Excel 软件,采用 Origin 9.6 作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 木瓜蛋白酶酶解单因素试验

**2.1.1 pH 值对氨基酸态氮含量的影响** 由图 1 可知,在试验范围内,随着 pH 的升高,氨基酸态氮含量逐渐升高,在 pH 6.5 时,氨基酸态氮含量达到最大 0.43 g/100 mL,随着 pH 的继续增大,氨基酸态氮含量呈逐渐下降的趋势。这一结果与李顺峰等<sup>[17]</sup>和郑炯等<sup>[18]</sup>的研究趋势一致。这可能是由于在较适的 pH 范围内,酶的活性比较高,酶的水解作用有很大增强;而偏离了较适 pH 作用范围,影响了底物的空间构象,从而影响了酶与底物的结

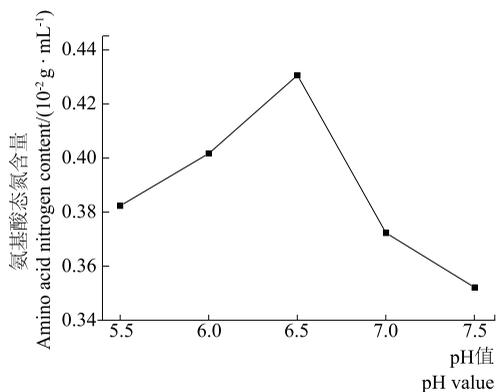


图 1 酶解 pH 对氨基酸态氮含量的影响

Figure 1 Effect of pH value on the content of amino acid nitrogen

合。故选择 pH 6.5 作为较适宜酶解 pH。

2.1.2 木瓜蛋白酶加酶量对氨基酸态氮含量的影响 由图 2 可知,当加酶量由 0.05% 增加到 0.30% 时,氨基酸态氮含量由 0.41 g/100 mL 显著升高至 0.50 g/100 mL,然后再继续增加加酶量,氨基酸态氮含量呈缓慢升高趋势,与加酶量为 0.30% 时相比,氨基酸态氮含量均未达到显著水平 ( $P > 0.05$ ),当加酶量增至 0.40% 时,氨基酸态氮含量仅比加酶量为 0.30% 时增加了 0.002 g/100 mL,考虑后续工作和节约资源等综合因素,选择加酶量 0.30% 较为合适。

2.1.3 酶解时间对氨基酸态氮含量的影响 由图 3 可知,酶解时间在 1~4 h,随着酶解时间的增加氨基酸态氮含量逐渐升高,酶解时间在 4 h 时,氨基酸态氮含量达到最大,随着酶解时间的延长,氨基酸态氮含量不再增加。这是由于随着酶解时间的延长,酶与底物充分接触,反应速度加快,促进了酶解反应的发生,使氨基酸态氮含量持续增加;当催化反应速度达到最大时,继续延长酶解时间并不能促进酶解反应的发生,故氨基酸态氮含量不再增

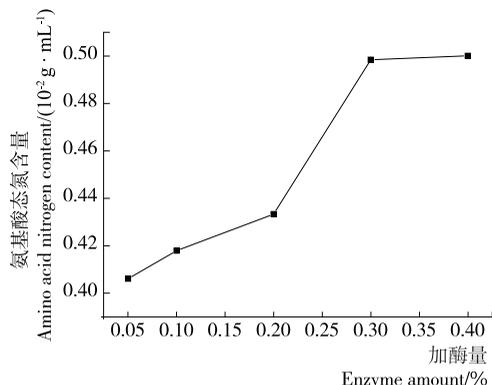


图 2 加酶量对氨基酸态氮含量的影响

Figure 2 Effect of enzyme amount on the content of amino acid nitrogen

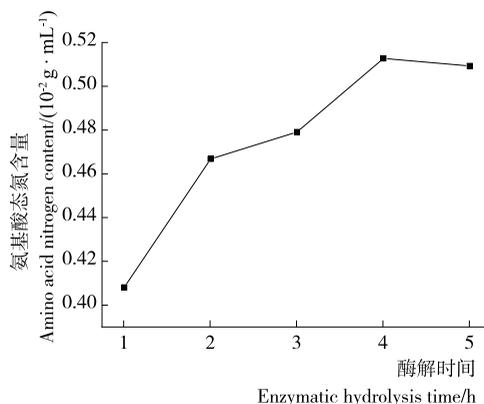


图 3 酶解时间对氨基酸态氮含量的影响

Figure 3 Effect of enzymatic hydrolysis time on the content of amino acid nitrogen

加<sup>[19-22]</sup>。因此酶解时间确定为 4 h。

2.1.4 酶解温度对氨基酸态氮含量的影响 由图 4 可知,随着酶解温度的升高,氨基酸态氮含量逐渐升高,并在酶解温度为 50 °C 时,氨基酸态氮含量达到较高水平 (0.51 g/100 mL),随后继续升高温度,氨基酸态氮含量则逐渐降低。这一趋势与 Pan 等<sup>[19]</sup>报道的采用纤维素酶提取大蒜多糖的趋势相一致。这可能是由于酶在较适的温度下有较高的酶活,催化反应速度快;而偏离(低于或高于)较适作用温度后酶的活性受到部分抑制或变性而失去活性<sup>[19-22]</sup>。因此酶解温度确定为 50 °C。

## 2.2 木瓜蛋白酶酶解工艺正交试验优化

以氨基酸态氮含量为指标,对香菇煮菇水中氨基酸态氮的木瓜蛋白酶酶解工艺进行优化。正交试验水平设计见表 1,试验设计及结果见表 2。

由表 2 可知,各因素对氨基酸态氮含量影响大小依次为 C>A>D>B,木瓜蛋白酶酶解提高煮菇水中氨基酸态氮含量的最佳工艺组合为 A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>3</sub>D<sub>3</sub>,即酶解 pH 6.0、酶解温度 55 °C、加酶量 0.40%、酶解时间 5 h。此

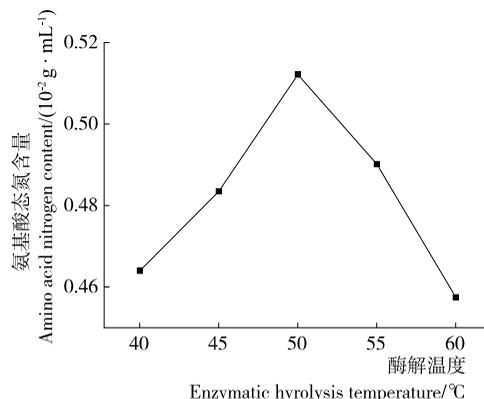


图 4 酶解温度对氨基酸态氮含量的影响

Figure 4 Effect of enzymatic temperature on the content of amino acid nitrogen

表1 正交试验因素与水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal tests

水平	A 酶解 pH	B 酶解温度/℃	C 加酶量/%	D 酶解时间/h
1	6.0	45	0.20	3
2	6.5	50	0.30	4
3	7.0	55	0.40	5

表2 正交试验设计及结果

Table 2 Design and results of orthogonal tests

序号	A	B	C	D	氨基酸态氮含量/ (10 <sup>-2</sup> g · mL <sup>-1</sup> )
1	1	1	1	1	0.392±0.013
2	1	2	2	2	0.436±0.009
3	1	3	3	3	0.454±0.012
4	2	1	2	3	0.416±0.003
5	2	2	3	1	0.420±0.019
6	2	3	1	2	0.372±0.005
7	3	1	3	2	0.414±0.008
8	3	2	1	3	0.367±0.003
9	3	3	2	1	0.409±0.010
<i>k</i> <sub>1</sub>	0.427	0.407	0.377	0.407	
<i>k</i> <sub>2</sub>	0.402	0.407	0.420	0.407	
<i>k</i> <sub>3</sub>	0.397	0.412	0.429	0.412	
R	0.031	0.004	0.052	0.005	

最优条件为表2中第3组试验,其氨基酸态氮含量为0.454 g/100 mL。这一结果高于课题组<sup>[17]</sup>采用中性蛋白酶酶解香菇柄提取液的氨基态氮含量(0.046 g/100 mL),可能与溶液中所含蛋白质含量和蛋白酶解能力有关。

### 2.3 木瓜蛋白酶酶解对香菇煮菇水鲜味的影响

由表3可知,木瓜蛋白酶酶解可显著提高香菇煮菇水中呈鲜味氨基酸——谷氨酸和天冬氨酸含量( $P < 0.05$ ),而对呈鲜味核苷酸含量无显著影响( $P > 0.05$ )。

呈鲜味氨基酸与呈鲜味核苷酸存在协同效应,可以增加蘑菇的鲜味。Mau<sup>[23]</sup>将蘑菇中呈鲜成分的等效鲜味浓度(EUC)分为4级:一级 $>10.0$  g MSG/g 干物质,二级 $1.0 \sim 10.0$  g MSG/g 干物质,三级 $0.1 \sim 10.0$  g MSG/g 干物质,四级 $<0.1$  g MSG/g 干物质。按此标准,酶解前后香菇煮菇水的EUC均为二级(酶解前后EUC分别为5.47, 7.34 g/g 干物质),但EUC从酶解前的27.371 g/100 mL显著升高至36.683 g/100 mL。此结果高于Chen等<sup>[24]</sup>报道的香菇菌盖的EUC(二级)为1.068~3.427 g/g,菌柄EUC(三级)为0.359~0.951 g/g和赵静等<sup>[25]</sup>报道的香菇菌汤、酶解液和复水原液的EUC值分别为0.119, 0.305, 0.212 g/g的结果。

## 3 结论

采用木瓜蛋白酶对香菇煮菇水进行酶解增鲜,经单因素试验和正交优化试验,得到木瓜蛋白酶酶解提高香

表3 酶解对香菇煮菇水鲜味成分的影响<sup>†</sup>Table 3 Effect of enzymatic hydrolysis on umami taste of *L. edodes* boiling water by papain g/100 mL

样品	呈鲜味氨基酸		呈鲜味核苷酸				EUC
	谷氨酸	天冬氨酸	5'-AMP	5'-GMP	5'-IMP	5'-XMP	
酶解前	0.206±0.008 <sup>b</sup>	0.115±0.002 <sup>b</sup>	0.193±0.012 <sup>a</sup>	0.002±0.000 <sup>a</sup>	0.026±0.005 <sup>a</sup>	0.063±0.006 <sup>a</sup>	27.371±2.316 <sup>b</sup>
酶解后	0.278±0.011 <sup>a</sup>	0.169±0.006 <sup>a</sup>	0.198±0.013 <sup>a</sup>	0.002±0.000 <sup>a</sup>	0.024±0.002 <sup>a</sup>	0.063±0.001 <sup>a</sup>	36.683±1.272 <sup>a</sup>

<sup>†</sup> 同列字母不同表示有显著性差异( $P < 0.05$ )。

菇煮菇水氨基酸态氮的最佳工艺条件为pH 6.0、酶解温度55℃、加酶量0.40%、酶解时间5 h,氨基酸态氮含量为0.454 g/100 mL。香菇煮菇水经木瓜蛋白酶处理后可显著提高呈鲜味氨基酸——谷氨酸和天冬氨酸含量,且经酶解后等效鲜味浓度显著增强。酶解前后香菇煮菇水的等效鲜味浓度均为二级,仍需通过筛选不同酶、多酶协同作用等提高呈鲜味成分含量,进而增强鲜味。

### 参考文献

- [1] LI Shun-feng, WANG An-jian, LIU Li-na, et al. Evaluation of nutritional values of shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) stipes[J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2018, 12(3): 2 012-2 019.
- [2] 刘丽娜, 李顺峰, 王安建, 等. 香菇发酵乳饮料的研究[J]. 包装与食品机械, 2019, 37(3): 8-13.
- [3] WANG Xue-mei, ZHANG Ji, WU Li-hua, et al. A mini-re-

view of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China [J]. Food Chemistry, 2014, 151: 279-285.

- [4] ZEMBRON-LACNY A, GAJEWSKI M, NACZK M, et al. Effects of shiitake (*Lentinus edodes*) extract on antioxidant and inflammatory response to prolonged eccentric exercise[J]. Journal of Physiology and Pharmacology, 2013, 64(2): 249-254.
- [5] BIEN P S, BAGHEL R K, SANODIYA B S, et al. *Lentinus edodes*: A macrofungus with pharmacological activities [J]. Current Medicinal Chemistry, 2010, 17(22): 2 419-2 430.
- [6] DERMIKI M, PHANPHENSOPHON N, MOTTRAM D S, et al. Contributions of non-volatile and volatile compounds to the umami taste and overall flavour of shiitake mushroom extracts and their application as flavour enhancers in cooked minced meat[J]. Food Chemistry, 2013, 141(1): 77-83.
- [7] 陈海强, 胡汝晓, 黄晓辉, 等. 复合酶法水解香菇工艺的研

- 究[J]. 微生物学通报, 2012, 39(1): 62-67.
- [8] 中国食用菌协会. 中国食用菌协会关于印发全国食用菌 2017 年度产量、产值统计调查结果的函[EB/OL]. (2018-12-28) [2019-03-18]. <http://bz.cefa.org.cn/2019/03/18/10498.html>.
- [9] 常树人. 煮菇水可制成优质培养基[J]. 农业科技通讯, 1990(2): 38.
- [10] 俞智明. 蘑菇酱油制作技术[J]. 农村新技术, 2011(13): 36.
- [11] GARCÍA-SEGOVIA P, ANDRÉS-BELLO A, MARTÍNEZ-MONZÓ J. Rehydration of air-dried Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) caps: Comparison of conventional and vacuum water immersion processes[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(2): 480-488.
- [12] WU Chung-may, WANG Zi-yang. Volatile compounds in fresh and processed shiitake mushrooms (*Lentinus edodes* Sing.) [J]. Food Science and Technology Research, 2000, 6(3): 166-170.
- [13] 方若思, 吴安琰, 顾宇婷, 等. 秀珍菇鲜味菇液酶解制备工艺优化[J]. 食品与机械, 2019, 35(6): 165-171.
- [14] 赵阳, 陈海华, 王雨生, 等. 紫贻贝蛋白酶解过程中呈味物质释放规律和呈味肽结构[J]. 食品与机械, 2015, 31(1): 18-24.
- [15] TAYLOR M W, HERSHEY H V, LEVINE R A, et al. Improved method of resolving nucleotides by reversed-phase high-performance liquid chromatography [J]. Journal of Chromatography, 1981, 219(1): 133-139.
- [16] YAMAGUCHI S, YOSHIKAWA T, IKEDA S, et al. Measurement of the relative taste intensity of some *L*- $\alpha$ -amino acids and 5'-nucleotides[J]. Journal of Food Science, 1971, 36(6): 846-849.
- [17] 李顺峰, 王安建, 王吉伟, 等. 香菇柄提取液鲜味成分的酶解增效工艺研究[J]. 食品科技, 2018, 43(4): 242-247.
- [18] 郑炯, 邓惠玲, 阚建全. 响应面法优化猪血红蛋白制备 ACE 抑制肽的酶解工艺条件[J]. 食品科学, 2012, 33(23): 209-214.
- [19] PAN Sai-kun, WU Sheng-jun. Cellulase-assisted extraction and antioxidant activity of the polysaccharides from garlic[J]. Carbohydrate Polymers, 2014, 111: 606-609.
- [20] 高虹, 程薇, 史德芳, 等. 香菇柄复合酶解工艺研究[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(23): 5 823-5 827.
- [21] 李顺峰, 王安建, 张雪彦, 等. 香菇柄中 5-核苷酸的酶法提取及组成分析[J]. 食品科学技术学报, 2018, 36(2): 52-57.
- [22] 吴关威, 李敏, 刘吟, 等. 纤维素酶法提取香菇柄中呈味核苷酸工艺研究[J]. 中国调味品, 2010, 35(12): 41-43, 59.
- [23] MAU J L. The umami taste of edible and medicinal mushrooms[J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2005, 7(1/2): 119-125.
- [24] CHEN Wan-chao, LI Wen, YANG Yan, et al. Analysis and evaluation of tasty components in the pileus and stipe of *Lentinula edodes* at different growth stages[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2015, 63(3): 795-801.
- [25] 赵静, 丁奇, 孙颖, 等. 香菇菌汤及酶解液中滋味成分及呈味特性的对比分析[J]. 食品科学, 2016, 37(24): 99-104.

(上接第 187 页)

- [16] 李谦, 秦礼康, 夏辅蔚, 等. 酿造苦荞酱油用糖浆的液化和糖化工艺优化[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(1): 162-168.
- [17] 赵凯, 许鹏举, 谷广焯. 3, 5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 534-536.
- [18] 石磊, 田祖光. 不同提取方法对苦菜浸提液可溶性固形物含量的影响[J]. 食品工业, 2018, 39(5): 66-70.
- [19] 牟琴. 响应面法优化番茄酱发酵工艺[J]. 食品工业科技, 2019, 40(23): 111-118.
- [20] 范柳. 不同制浆工艺对豆浆品质影响研究[J/OL]. 食品与发酵工业. [2020-03-10]. <https://doi.org/10.13995/j.cnki.11-1802/ts.022758>.
- [21] 江振桂. 不同凝固剂对豆腐品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(7): 229-234.
- [22] 王秋普. 不同大豆原料对豆清发酵液豆腐和卤水豆腐加工特性的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(6): 13-18, 25.
- [23] 韩文芳, 林亲录, 赵思明, 等. 直链淀粉和支链淀粉分子结构研究进展[J/OL]. 食品科学. [2020-04-13]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2206.TS.20191014.0956.014.html>.
- [24] 王丽群, 郑先哲, 孟庆虹, 等. 大米淀粉结构组成与其品质特性关系的研究进展[J]. 食品工业, 2017, 38(5): 273-276.
- [25] 韩易, 赵燕, 徐明生, 等. 美拉德反应产物类黑精的研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(9): 339-345.

## 信息窗

### 欧盟拟制定各种农作物和动物源产品中 氟啶虫酰胺的进口限量

2020 年 6 月 23 日, 欧盟食品安全局(EFSA)发布消息称, 拟制定各种农作物和动物源产品中氟啶虫酰胺(Flonicamid)的进口限量。

根据欧盟委员会第 396/2005 号法规第 6 章, ISK Biosciences Europe N.V. 提交了该修订申请。根据消费

者暴露评估, 欧洲食品安全局得出结论, 美国授权的氟啶虫酰胺使用量不会导致消费者急性或慢性接触超过毒理学参考值, 因此不太可能对消费者健康构成风险。

(来源: <http://news.foodmate.net>)