

复合蛋白酶水解玉米谷蛋白产物的抗氧化活性研究

Antioxidant activity of hydrolysate from corn glutelin by protamex

刘玥^{1,2} 刘晓兰^{1,2} 郑喜群^{1,2} 周利敏^{1,2}

LIU Yue^{1,2} LIU Xiao-lan^{1,2} ZHENG Xi-qun^{1,2} ZHOU Li-min^{1,2}

(1. 齐齐哈尔大学食品与生物工程学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006;

2. 农产品加工黑龙江省普通高校重点实验室, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

(1. College of Food and Biological Engineering, Qiqihar University, Qiqihar, Heilongjiang 161006, China; 2. Key Laboratory of Processing Agricultural Products of Province Normal University, Qiqihar, Heilongjiang 161006, China)

摘要:以玉米谷蛋白为原料,利用复合蛋白酶对其进行限制水解,探讨不同水解时间所获得的谷蛋白酶解物的分子量分布和抗氧化活性。结果表明:不同水解时间获得的酶解物分子量分布差异较大。水解时间为 120 min 的酶解物中,分子量分布为 6 511.51~307.32 Da 的肽段占 94.36%,此时获得的酶解物的抗氧化活性最高,其对 DPPH 自由基、O₂⁻·、·OH 的清除率分别为 58.86%,82.64%,37.21%;还原力为 0.236;与亚铁离子的整合能力为 29.92%。

关键词:蛋白酶;水解;玉米;谷蛋白;抗氧化活性

Abstract: The molecular weight distribution and antioxidative activities of corn glutelin hydrolysate by Protamex during hydrolysis process, corn glutelin as raw material, were investigated. The results showed that the highest antioxidant activities was exhibited at the hydrolysis time of 120 min, with molecular weight distribution among 6 511.51~307.32 Da and peptides component 94.36%. DPPH radical scavenging activity, superoxide anion scavenging activity, hydroxyl radical scavenging activity, reducing power and Fe²⁺-chelating activity of hydrolysate were 58.86%, 82.64%, 37.21%, 0.236 and 29.92%, respectively.

Keywords: protease; hydrolysis; corn; glutelin; antioxidative activity

在玉米湿法淀粉加工过程中,可从淀粉乳中分离出 5%~6% 的玉米蛋白粉,玉米蛋白粉含蛋白质 60% 以上,玉米谷蛋白占其总蛋白含量的 22%。玉米谷蛋白含大量酰胺氨基酸,其中谷氨酰胺占总氨基酸的 1/3^[1]。谷氨酰胺是细胞增殖的主要能源,是增强肠免疫的重要营养物质;又是合成体内极其重要的抗氧化剂—还原型谷胱甘肽的前体物质^[2]。玉米谷蛋白由于富含二硫键而不溶于水,可溶于稀酸或稀碱

溶液^[3],此特点限制了其功能性质的发挥和应用。

生物体中活性自由基的积累会产生诸多破坏作用,如损伤细胞膜、使血清蛋白酶失去活性、损伤基因导致细胞变异、对机体造成衰老或引发其他疾病^[4]。在食品加工及贮藏中,自由基会引起食品发生脂质过氧化,从而引起食品的变质。人工抗氧化剂可能存在潜在的健康风险,因此需迫切开发天然抗氧化剂。Suetsuna K、Pena-Ramos EA、王俊彤等^[5-7]已分别在酪蛋白、大豆蛋白、玉米蛋白中发现了许多抗氧化活性肽。目前未见复合蛋白酶(protamex)水解玉米谷蛋白酶解物抗氧化活性研究的相关报道。本研究拟采用 Protamex 水解玉米谷蛋白,探索水解时间对蛋白酶解物抗氧化活性的影响,以期在玉米谷蛋白在功能食品中的应用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器

玉米蛋白粉:黑龙江龙凤玉米开发有限公司;

Protamex 复合蛋白酶:4.32×10⁴ U/g,诺维信公司;

其他试剂:分析纯;

pH 计:PB-10 型,北京伯乐生命科学发展有限公司;

双光束紫外可见分光光度计:TU-1901 型,北京普析通用仪器有限责任公司;

可见分光光度计:722s 型,上海欣茂仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 玉米谷蛋白酶解物的制备 将玉米谷蛋白按底物浓度 5% (m/V) 加入到磷酸盐缓冲液 (pH 7.0, 50 mmol/L) 中,50℃ 下按酶与底物之比为 0.81:100 (m:m) 加入复合蛋白酶 Protamex,向反应体系中滴加 0.2 mol/L NaOH 溶液维持 pH 恒定,控制水解时间分别为 15,30,60,90,120,150 min。酶解反应后于沸水中灭酶 30 min,10 000 r/min 离心

基金项目:国家自然科学基金资助项目(编号:31371726)

作者简介:刘玥(1988—),女,齐齐哈尔大学在读硕士研究生。

E-mail: liuyue.19881015@163.com

通讯作者:郑喜群

收稿日期:2014-05-26

15 min 得酶解液,酶解液冷冻干燥待用。

1.2.2 玉米谷蛋白酶解物的水解度测定 采用 pH-stat 法^[8]。

1.2.3 玉米谷蛋白酶解物分子量分布测定 凝胶柱 Superdex Peptide 10/300 GL 安装于 purifier100 蛋白质色谱仪上,上样量 100 μ L,流速 0.25 mL/min,检测波长 214 nm,流动相为含 0.15 mol/L NaCl 的磷酸盐缓冲液(pH 7.0, 0.02 mol/L),上样前标准蛋白于 10 000 r/min 离心 10 min,并用 0.22 μ m 微孔滤膜过滤。测定蓝色葡聚糖 2000 和各分子量标准蛋白(Aprotinine、杆菌肽、氧化型谷胱甘肽、还原型谷胱甘肽)的洗脱体积(V_e)。根据标准蛋白的凝胶过滤洗脱曲线,做标准蛋白分子量对数($\lg Mr$)与可用分配系数(K_{av})关系的标准曲线,其中 $K_{av} = (V_e - V_0)/(V_t - V_0)$ 。由于蓝色葡聚糖 2000 在 Superdex Peptide 10/300 GL 色谱柱上被完全排阻,其洗脱体积 V_e 相当于色谱柱外水体积 V_0 ,柱床总体积 V_t 为 24 mL。根据各分子量标准的洗脱体积,计算相应 K_{av} ,做标准蛋白分子量对数($\lg Mr$)与可用分配系数(K_{av})关系的回归方程。

玉米谷蛋白酶解物(2 mg/mL)用流动相溶解,10 000 r/min 离心 10 min,取上清液过 0.22 μ m 微孔滤膜,上样量 100 μ L,流动相进行洗脱,流速 0.25 mL/min,检测波长 214 nm。根据玉米谷蛋白酶解物凝胶过滤洗脱体积,计算相应 K_{av} ,根据标准蛋白分子量对数($\lg Mr$)与可用分配系数(K_{av})关系的回归方程,计算玉米谷蛋白酶解物的分子量。

1.2.4 玉米谷蛋白酶解物抗氧化活性测定

(1) 清除 DPPH 自由基活性的测定:根据文献^[9],修改如下:取 2 mL 玉米谷蛋白酶解液(2 mg/mL),加入 2 mL DPPH 无水乙醇溶液(0.1 mmol/L),混合均匀,避光反应 30 min,在 517 nm 处测其吸光值(A_i);取 2 mL 玉米谷蛋白酶解液于试管中,加入 2 mL 无水乙醇,在 517 nm 处测其吸光值(A_j);取 2 mL DPPH 无水乙醇溶液(0.1 mmol/L)和 2 mL 无水乙醇反应作为参比,在 517 nm 处测其吸光值(A_0)。0.01 mg/mL 的 V_c 溶液作为对照。样品对 DPPH 自由基的清除率 K 按式(1)计算:

$$K = \left(1 - \frac{A_i - A_j}{A_0}\right) \times 100\% \quad (1)$$

式中:

K ——对 DPPH 自由基的清除率,%;

A_0 ——2 mL DPPH 无水乙醇溶液(0.1 mmol/L)与 2 mL 无水乙醇在 517 nm 下的吸光值;

A_i ——2 mL DPPH 无水乙醇溶液(0.1 mmol/L)与 2 mL 样品溶液反应在 517 nm 下的吸光值;

A_j ——2 mL 无水乙醇与 2 mL 样品溶液在 517 nm 下的吸光值。

(2) 清除羟基自由基(\cdot OH)活性的测定:根据文献^[10],修改如下:取 2 mL 玉米谷蛋白酶解液(2 mg/mL),依次加入 2 mL FeSO_4 (6 mmol/L)、 H_2O_2 (6 mmol/L),混匀后

静置 10 min,再加入 2 mL 水杨酸(6 mmol/L),混匀,静置 30 min,在 510 nm 处测定吸光值(A_i')。用去离子水代替水杨酸重复以上操作测定 510 nm 处的吸光值(A_j'),用去离子水代替样品重复以上操作测定 510 nm 处的吸光值(A_0')。0.01 mg/mL 的 V_c 溶液作为对照。样品对羟基自由基的清除率 Y 按式(2)计算:

$$Y = \left(1 - \frac{A_i' - A_j'}{A_0'}\right) \times 100\% \quad (2)$$

式中:

Y ——对羟基自由基的清除率,%;

A_i' ——样品溶液在 510 nm 处的吸光值;

A_0' ——去离子水代替样品在 510 nm 处的吸光值;

A_j' ——去离子水代替水杨酸在 510 nm 处的吸光值。

(3) 清除超氧阴离子($\text{O}_2^- \cdot$)活性的测定:根据文献^[11],修改如下:取 0.1 mL 玉米谷蛋白酶解液(2 mg/mL),加入 2.8 mL Tris-HCl(pH 8.2, 0.05 mol/L)和 0.1 mL 邻苯三酚(3 mmol/L),在 320 nm 波长处做时间扫描,30 s 读数 1 次,总反应时间为 5 min,邻苯三酚自氧化速率由吸光值随时间变化的回归曲线的斜率表示($V_{\text{样品}}$),用 0.1 mL 去离子水代替样品重复以上操作作为空白组的邻苯三酚的自氧化速率($V_{\text{空白}}$)。0.01 mg/mL 的 V_c 溶液作为对照。样品对超氧阴离子自由基的抑制率按式(3)计算:

$$I = \frac{V_{\text{空白}} - V_{\text{样品}}}{V_{\text{空白}}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

I ——对超氧阴离子自由基的抑制率,%;

$V_{\text{空白}}$ ——空白组邻苯三酚自氧化速率, A/min;

$V_{\text{样品}}$ ——样品组邻苯三酚自氧化速率, A/min。

(4) 还原力测定:根据文献^[12],修改如下:取 2 mL 玉米谷蛋白酶解液(2 mg/mL),分别加入 2 mL 磷酸盐缓冲液(pH 6.6, 0.2 mol/L),2 mL 质量分数为 1%的铁氰化钾($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$)溶液,混匀,在 50 $^\circ\text{C}$ 水浴下保温 20 min,再加入 2 mL 质量分数 10%的三氯乙酸(TCA)溶液,震荡摇匀后以 4 000 r/min 离心 10 min。取离心后上清液 2 mL,加入 2 mL 去离子水和 0.4 mL 质量分数为 0.1%的 FeCl_3 溶液,震荡摇匀后在 50 $^\circ\text{C}$ 水浴下保温 10 min,在 700 nm 波长下测定溶液的吸光值。以去离子水代替样品重复以上操作作为空白,0.01 mg/mL 的 V_c 溶液作为对照。

(5) 与亚铁离子整合能力的测定:根据文献^[13],修改如下:取 1 mL 玉米谷蛋白酶解液(2 mg/mL)液加入 2 mL FeCl_2 (20 μ mol/L),混匀后加入 2 mL 菲洛嗪溶液(0.5 mmol/L),剧烈震荡摇匀,室温下静置 10 min,在 563 nm 处测定吸光值($A_{\text{样品}}$),以去离子水代替玉米谷蛋白酶解液作为空白($A_{\text{空白}}$)。0.01 mg/mL 的 V_c 溶液作为对照。样品与亚铁离子的整合率按式(4)计算:

$$Y = \frac{A_{\text{空白}} - A_{\text{样品}}}{A_{\text{空白}}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

Y——与亚铁离子的螯合率, %;

$A_{\text{样品}}$ ——样品溶液参加以上反应测定 563 nm 处的吸光值;

$A_{\text{空白}}$ ——去离子水参加以上反应测定 563 nm 处的吸光值。

1.3 数据分析

试验中数据都是 3 次测定的平均值,以平均值±标准差表示,采用 IBM SPSS Statistics 19 软件中的单因素方差分析(One-way ANOVA)和 Duncan 多重比较法进行数据统计学分析, $P < 0.05$ 为差异显著,用 Excel 2003 软件绘制图示。

2 结果和讨论

2.1 水解时间的影响

由表 1 可知,Protamex 水解玉米谷蛋白反应时间在 15~150 min 内,水解度变化缓慢,但酶解物的分子量分布变化较大。水解时间为 15 min 时,酶解物中分子量大于 6 511 Da 的蛋白组分占 82.39%;水解时间为 120 min 时,酶解物中分子量 6 511.51~307.32 Da 的组分占 94.36%。即随着水解时间的延长,大分子量蛋白含量逐渐降低,小分子量蛋白含量逐渐增加。

表 1 Protamex 酶解玉米谷蛋白水解时间与其水解度和分子量分布关系

Table 1 Hydrolysis degree and molecular weight distribution of corn glutelin hydrolysate by Protamex during hydrolysis process

水解时间/min	水解度/%	分子量分布/%		
		大于 6 511.51 Da	6 511.51~307.32 Da	小于 307.32 Da
15	3.09±0.12	82.39	5.96	11.63
30	4.14±0.07	82.24	15.34	2.42
60	4.68±0.14	24.77	67.91	7.17
90	5.71±0.10	12.83	74.22	12.94
120	6.19±0.15	3.20	94.36	2.44
150	6.31±0.13	2.59	96.48	0.93

2.2 清除 DPPH 自由基的活性

由图 1 可知,Protamex 酶解玉米谷蛋白时,不同水解时间的酶解物对 DPPH 自由基都具有清除作用,但清除能力有差异,显著性分析结果表明水解时间在 15~90 min 范围内的差异不大。水解时间为 120 min 时,酶解物对 DPPH 自由基的清除率达到最大值,为 $(58.86 \pm 1.40)\%$,该值与 0.01 mg/mL 的 Vc 溶液对 DPPH 自由基的清除率相当,且显著性分析结果表明该值与 Vc 溶液对 DPPH 自由基的清除率之间无显著性差异。这个结果表明,玉米谷蛋白酶解物

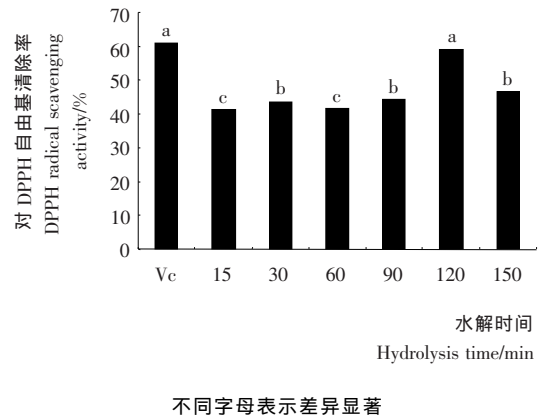


图 1 Protamex 酶解玉米谷蛋白水解时间与酶解物对 DPPH 自由基清除率的关系

Figure 1 Relation between hydrolysis time and DPPH radical scavenging activities of corn glutelin hydrolysate by Protamex

中大分子量和小分子量肽段均具有对 DPPH 自由基的清除活性,水解时间为 120 min 时,酶解物中的大分子量和分子量的肽段均达到对 DPPH 自由基清除率的最大值,酶解过程中可能产生具有供氢能力的氨基酸如色氨酸和酪氨酸。在水解时间为 150 min 时,酶解物对 DPPH 的清除率反而降低,可能原因是酶解产物由于过度水解,大分子量的肽段继续水解成小分子的肽段,从而使对 DPPH 自由基具有清除能力的肽段被破坏,具有活性的氨基酸含量降低。酶解物的分子量和水解时间与对 DPPH 自由基的清除率高低不具有相关性^[14],过度水解其对 DPPH 自由基清除能力反而下降。

2.3 清除羟基自由基的活性

由图 2 可知,Protamex 酶解玉米谷蛋白时,不同水解时间的酶解物对羟基自由基都有很强的清除率。水解时间为

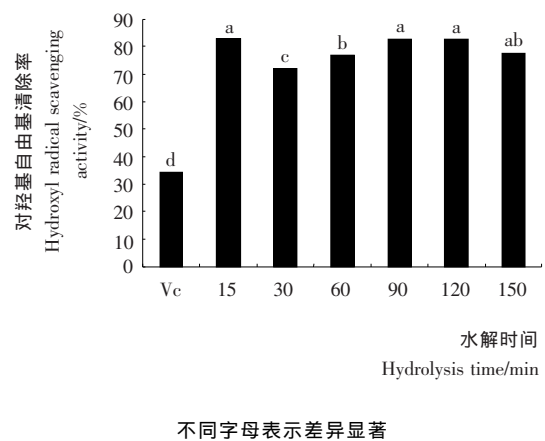


图 2 Protamex 酶解玉米谷蛋白水解时间与酶解物清除羟基自由基活性的关系

Figure 2 Relation between hydrolysis time and hydroxyl radical scavenging activities of corn glutelin hydrolysate by Protamex

15 min 时,酶解物已经显示出对羟基自由基的清除能力,此时清除率达到(82.89±1.53)%;水解时间在 30~60 min 内酶解物对羟基自由基清除率变化不大,水解时间为 120 min 时,酶解物对羟基自由基的清除率达到(82.64±0.75)%,而作为对照的 Vc 溶液对羟基的清除率为(34.09±1.33)%。结果表明,低浓度的酶解物在水解反应初期(水解时间为 15 min 时)具有很好的对羟基自由基的清除效果,可能原因是酶解反应过程中,玉米谷蛋白致密的结构被破坏,具有抗氧化活性的基团部分暴露出来,其中分子量大于 6 511.51 Da 的肽段清除羟基自由基活性为主要作用,该水解度下生成具有清除羟基自由基的重要肽段。随着水解时间延长,水解时间在 90 和 120 min 时,分子量在 6 511.51~307.32 Da 的肽段清除羟基自由基活性为主要作用。水解时间为 150 min 时,分子量在 6 511.51~307.32 Da 的肽段被水解成更小的肽段,破坏了具有清除能力的肽段,使其清除羟基自由基活性下降。显著性分析结果表明水解时间为 15,90,120 min 的酶解样品之间无显著性差异,酶解物的分子量和水解时间与其清除羟基自由基能力不存在相关性,与其具有活性的肽段有关。

2.4 清除超氧阴离子(O₂⁻·)的活性

由图 3 可知,各水解时间的玉米谷蛋白酶解物对 O₂⁻·均具有清除能力,显著性分析结果表明其对 O₂⁻·的清除能力差异不明显,且比对照 Vc 溶液高。酶解时间 120 min 时,酶解物对 O₂⁻·清除率达到最高值为(37.21±0)% ,该值相当于 0.01 mg/mL 的 Vc 溶液对 O₂⁻·清除活力的 1.78 倍。结果表明,酶解反应初期即暴露出对 O₂⁻·清除率有活性的物质,大分子量的肽段和小分子量肽段均具有活性,延长水解时间该活性没有明显提高,但是过度水解其活性降低。

2.5 玉米谷蛋白酶解物的还原力

由图 4 可知,Protamex 酶解玉米谷蛋白时,各水解时间

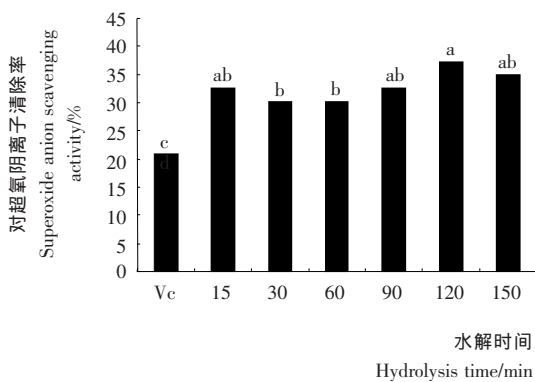


图 3 Protamex 酶解玉米谷蛋白水解时间与酶解物对超氧阴离子抑制活性的关系

Figure 3 Relation between hydrolysis time and superoxide anion scavenging activities of corn glutelin hydrolysate by Protamex

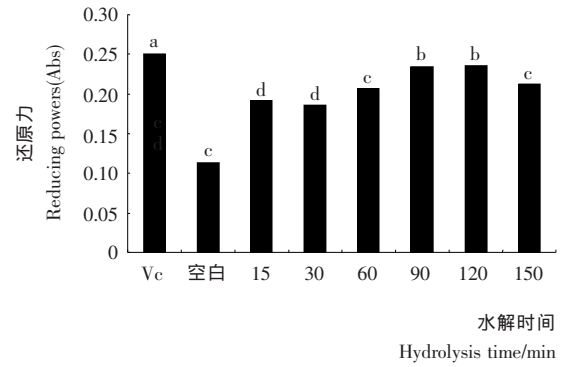


图 4 Protamex 酶解玉米谷蛋白水解时间与酶解物还原力的关系

Figure 4 Relation between hydrolysis time and reducing powers of corn glutelin hydrolysate by Protamex

的酶解物均有较高的还原力。水解时间为 90,120 min 时,酶解物的还原力较高分别为 0.234±0.003 和 0.236±0.004,该值和 0.01 mg/mL 的 Vc 溶液相当。显著性分析结果表明各水解时间的酶解物还原力相差不大,均有良好的抗氧化能力,与水解时间和水解度没有一定的相关性,可能原因是酶解过程中 Protamex 的作用位点广泛,专一性不强,酶解物中所含抗氧化肽结构、氨基酸组成及序列差异不大。

2.6 玉米谷蛋白酶解物与亚铁离子螯合的能力

由图 5 可知,Protamex 水解玉米谷蛋白时,各水解时间的酶解物与亚铁离子均有一定的螯合能力。水解时间为 15 min 时,酶解物即具有与亚铁离子的螯合能力,肽键断裂,暴露出具有活性的氨基酸,如组氨酸是常见的具有与金属螯合能力的氨基酸。延长水解时间对亚铁离子螯合能力提高显著,酶解时间 120 min 时,酶解物与亚铁离子螯合能力达

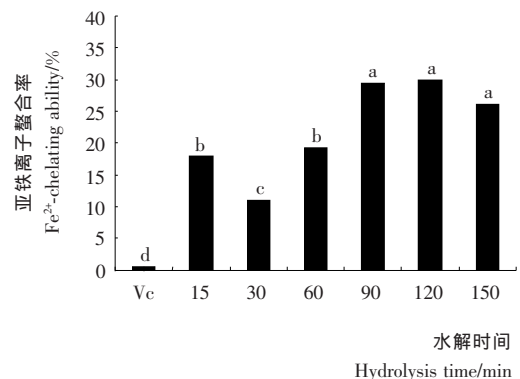


图 5 Protamex 酶解玉米谷蛋白水解时间与酶解物与亚铁离子的螯合能力的关系

Figure 5 Relation between hydrolysis time and Fe²⁺-chelating abilities of corn glutelin hydrolysate by Protamex

到最高值为(29.92±2.96)% ,而 Vc 溶液对亚铁离子几乎没有整合作用,这与杨双等^[15]的报道一致。玉米谷蛋白酶解物与亚铁离子的螯合能力虽然不高,但是可以在一定程度上减缓蛋白质被氧化,是非常重要的天然抗氧化剂。

3 结论

研究结果表明,Protamex 水解玉米谷蛋白时,各水解时间下酶解物都具有抗氧化活性,抗氧化能力都有差异。酶解物的抗氧化活性与水解时间和水解度没有相关性,酶解物中大分子肽段和小分子肽段均具有一定的抗氧化活性。Protamex 酶解时间为 120 min 时的酶解物具有较高的抗氧化活性,可能与其活性肽段有关,因此通过控制 Protamex 水解玉米谷蛋白的时间可以得到具有高抗氧化活性的酶解物,将对玉米谷蛋白的应用奠定良好的基础。其中 Protamex 水解玉米谷蛋白的水解度和分子量分布与其抗氧化活性的关系需要进一步的试验。

参考文献

- 1 沈培英. 玉米蛋白深层次开发[J]. 粮食与油脂,1998(3):39~40.
- 2 吕艳. 酶解小麦蛋白制取谷氨酰胺活性肽的研究[D]. 杭州:浙江大学,2005
- 3 尤新. 玉米深加工技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2008:254~257.
- 4 李鸿梅,杨锐,于雷,等. 玉米蛋白粉水解产物的分离及其抗氧化活性[J]. 食品科学,2010,31(1):117~122.
- 5 Suetsuna K,Ukeda H,Ochi H. Isolation and characterization of free radical scavenging activities peptides derived from casein[J]. J. Nutr. Biochem.,2000,11(3):128~131.
- 6 Pena-Ramos E A,Xiong Youling L,Arteaga G E. Fractionation and characterization for antioxidant activity of hydrolyzed whey protein[J]. J. Sci. Food Agric.,2004,84(14):1 908~1 918.
- 7 王俊彤,郑喜群,刘晓兰. 酶解玉米黄粉制备降血压肽的研究[J]. 食品与机械,2013,29(3):212~215.
- 8 Adler-Nissen Jens. Enzymic hydrolysis of food proteins[M]. London :Elsevier Applied Science Publishers,1986:122~144.
- 9 Shimada K,Fujikawa K,Yahara K,et al. Antioxidative properties of xanthan on the antioxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion[J]. J. Agric. Food Chem.,1992,40(6):945~948.
- 10 Amarowicz R,Nacz M,Shahidi F. Antioxidant activity of various fractions of non-tannin phenolics of canola hulls[J]. J. Agric. Food Chem.,2000,48(7):2 755~2 759.
- 11 Tang Xue-yan, He Zhi-yong, Dai Yan-feng, et al. Peptide fractionation and free radical scavenging activity of zein hydrolysate [J]. J. Agric. Food Chem.,2010,58(1):587~593.
- 12 Barros L,Baptista P,Correia D M,et al. Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of Portuguese wild edible mushrooms[J]. J. Agric. Food Chem.,2007,55(12):4 781~4 788.
- 13 Kong B H,Xiong Y L. Antioxidant activity of zein hydrolysates in a liposome system and the possible mode of action[J]. J. Agric. Food Chem.,2006,54(16):6 059~6 068.
- 14 张爽,朱蓓薇,董秀萍,等. 不同分子质量鲍鱼外套膜酶解物抗氧化活性研究[J]. 食品与机械,2014,30(3):108~111.
- 15 杨双,郑喜群,刘晓兰,等. 水解时间对玉米蛋白粉酶解物抗氧化活性的影响[J]. 食品与机械,2014,30(3):154~158.

信息窗

欧盟成员国或可自主决定种植转基因作物

欧洲议会全体会议 1 月 13 日通过一项法令,允许欧盟成员国根据自身情况选择批准、禁止或限制在本国种植转基因作物。该法令还将提交欧洲理事会,如一切顺利将于今春生效。

欧洲议会当天以 480 票赞成、159 票反对和 58 票弃权通过了该项法令。负责起草相关报告的欧洲议会议员弗雷德里克·里耶斯表示,这项法令赋予希望禁止种植转基因作物的成员国自己决定的权力,这也是欧盟不少公众的期盼。

但她同时指出,当天通过的法令仅涉及转基因作物种植,并不涉及转基因产品及其运输,也不涉及转基因研究。如欧盟目前大量进口转基因饲料,各国仍需遵守欧盟的统

一规定。与此同时,各成员国必须切实保证有关转基因研究的独立性。

目前,欧盟成员国尚无权禁止种植欧盟已批准的转基因作物,如奥地利、保加利亚、希腊、德国等国虽然制定了禁止种植转基因的“保护条款”,但这些条款没有欧盟相关法令的支持,其中某些国家被转基因作物种植者告上法庭。

欧盟目前仅有 MON810 转基因玉米这一种转基因作物在种植。根据欧盟委员会公布的数据,目前欧盟转基因玉米种植面积仅占全欧盟玉米种植面积的 1.56%,其中西班牙的种植面积最大。

(来源:www.foodmate.net)