

非天然磷酸化氨基酸对胰蛋白酶的荧光猝灭效应

符芳妮¹, 张 晖¹, 邓少平¹, 陈丽春^{*1,2}

(1. 浙江工商大学 食品与生物工程学院, 浙江 杭州 310012; 2. 浙江科技学院 生物与化学工程学院, 浙江 杭州 310023)

摘要: 作者利用荧光法研究了非天然 L-型氨基酸磷酸化前后与胰蛋白酶的相互作用。实验结果表明, L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸及壬酸非天然氨基酸不能使胰蛋白酶的荧光强度减弱, 非天然氨基酸磷酸化后能够对胰蛋白酶产生荧光猝灭。同时, 浓度不同、侧链长度不同的同系列磷酸化氨基酸对胰蛋白酶的猝灭效应均不同。随着非天然脂肪酸链磷酸化氨基酸侧链的增长及磷酸化庚酸浓度的增大, 胰蛋白酶的荧光强度均明显降低, 并且其荧光可以被完全猝灭。非天然氨基酸的磷酸化能够影响非天然氨基酸与胰蛋白酶的相互作用。

关键词: 非天然氨基酸; 磷酸化; 胰蛋白酶; 荧光光谱

中图分类号: TS 2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2014)02—0197—07

Study on the Fluorescence Quenching Effect between Non-Natural Phosphoryl Amino Acids and Trypsin

FU Fangni¹, ZHANG Hui¹, DENG Shaoping¹, CHEN Lichun^{*1,2}

(1. College of Food Science, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310012, China; 2. School of Biological and Chemical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China)

Abstract: Trypsin has the fluorescence. Fluorescence method was used to study the interactions between N-phosphoryl non-natural amino acids and trypsin solution in detail. The results indicated that L-2-amino valeric acid, heptanoic acid, octanoic acid and nonanoc acid can't decrease the fluorescence intensity of trypsin solution, but N-phosphoryl amino valeric acid, heptanoic acid, octanoic acid and nonanoc acid can quench the fluorescence of trypsin solution. At the same time, N-phosphoryl amino acid of different concentration, different length have different quenching effects on trypsin. With the increasing of carbon chain length of N-phosphoryl amino acid and the increasing of N-phosphoryl heptanoic acid's concentration, the intensity of trypsin decreased fast. What's more, the fluorescence of trypsin could be quenched completely by N-phosphoryl amino heptanoic acid. It showed that N-phosphoryl amino acids could change the interactions with trypsin.

Keywords: non-natural amino acid, phosphoryl, trypsin, fluorescence

收稿日期: 2013-07-04

基金项目: 浙江省科技计划项目(2012C22026)。

* 通信作者: 陈丽春(1975—), 女, 浙江温州人, 工学硕士, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事天然产物与功能性食品方面的研究。

E-mail: clc8127@163.com

胰蛋白酶(Trypsin)是一种广泛分布于生物体内的特异性最强的蛋白水解酶,在食品加工、细胞培养、临床医学等众多领域具有重要应用^[1-2]。在食品加工技术中,酶法技术能够用于食品蛋白质的改性^[3-4],例如,胰蛋白酶已经广泛用于改善食品物理化学性质、提高食品功能性质、延长货架期、增加营养特性。国内外关于有机小分子物质与蛋白酶的相互作用已有很多研究^[5-9]。目前,清华大学赵玉芬研究小组关于天然磷酸化氨基酸与生物大分子物质的相互作用已有^[10],但是,非天然氨基酸磷酸化前后对蛋白质(胰蛋白酶)结构影响的应用基础研究还未有报道,发现并研究新的有机物质满足各个领域的需求已成为需要解决的一个问题。

N-磷酸化氨基酸(N-phosphoryl amino acid)是在天然- α -氨基酸的氨基上引入磷酸基团^[11]。作者在磷酸化氨基酸具有生物活性的基础上^[11],利用荧光光谱法进一步研究非天然脂肪酸链磷酸化氨基酸与胰蛋白酶的相互作用,以期深入探究非天然脂肪酸链磷酸化氨基酸在抑制胰蛋白酶活性方面的作用性质。为了研究非天然氨基酸的磷酸化对胰蛋白酶结构的影响,作者自主设计并合成了4种侧链长度不同的非天然脂肪酸链磷酸化氨基酸,用荧光法比较了非天然脂肪酸链氨基酸磷酸化前后对胰蛋白酶结构的影响,对浓度、侧链长度不同的磷酸化氨基酸对胰蛋白酶荧光猝灭的影响等进行研究。为探索 and 开发酶活性调节物提供了基础,也为蛋白质结构与功能的研究提供了思路,有利于进一步研究磷酸化氨基酸对胰蛋白酶活性的调节作用及可能的机制。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

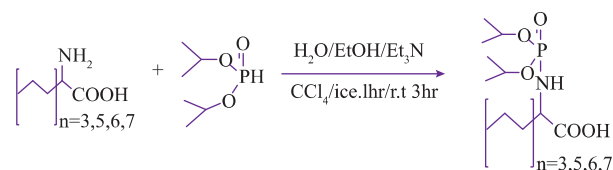
试剂:L-2-氨基戊酸、L-2-氨基庚酸、L-2-氨基辛酸、L-2-氨基壬酸;质量分数均为98.5%,购于上海滨海瀚鸿生化有限公司;胰蛋白酶:购于吉诺生物医药技术有限公司;Tris-HCl缓冲液:杭州汇普化工有限公司;核磁试剂(CDCl_3):购于Sigma公司;三乙胺、乙醇、四氯化碳、亚磷酸二异丙酯:均为市售分析纯试剂;超纯水。

仪器:500AVANCE III型核磁共振波谱仪,德国Bruker公司;Therm LCQ TM Deca XP plus离子阱质谱仪:美国Thermo公司;三维荧光光谱仪(F-

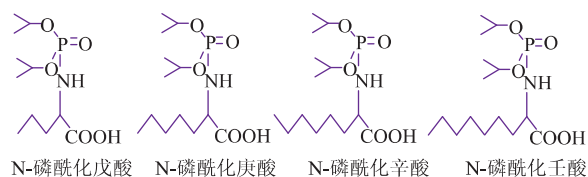
7000):日本日立公司;RE-52c旋转蒸发仪:巩义市英峪予华仪器厂;DF-101 Z集热型磁力搅拌器:郑州长城科工贸有限公司;制冰机:日本SANYO SIM-F140公司;电热恒温水槽:上海精宏实验设备有限公司;B0500891型去离子超纯水仪:美国Millipore公司。

1.2 实验方法

1.2.1 非天然氨基酸的磷酸化与结构表征 合成方法采用赵玉芬院士研究小组的亚磷酸二异丙酯四氯化碳水相合成法^[12-14]。以L-2-氨基戊酸、L-2-氨基庚酸、L-2-氨基辛酸、L-2-氨基壬酸为底物,亚磷酸二异丙酯(DIPPH)为磷酸化试剂。合成路线如下:



4种分子的结构式分别为



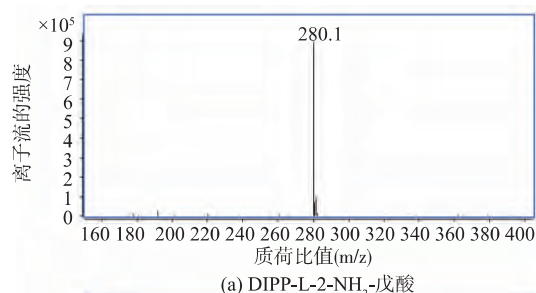
产物结构经 ^1H NMR鉴定,结果见表1。

表1 N-二异丙氧磷酸化氨基酸的 ^1H NMR化学位移

Table 1 ^1H NMR chemical shift of NIPP-AA

$^1\text{HNMR}(\text{CDCl}_3, 400\text{ MHz})$					
DIPP-AA	δ_{NH}	δ_{COOH}	$\delta_{(\text{CH}_2\text{CH}_2)_2}$	δ_{H_α}	δ_{CH_3}
磷酸化戊酸	1.72	8.16	1.27	4.04	0.93
磷酸化庚酸	2.06	7.50	1.33	4.03	0.89
磷酸化辛酸	1.78	5.79	1.32	4.03	0.87
磷酸化壬酸	2.07	7.75	1.28	4.55	0.88

经ESI-MS鉴定,结果见图1。



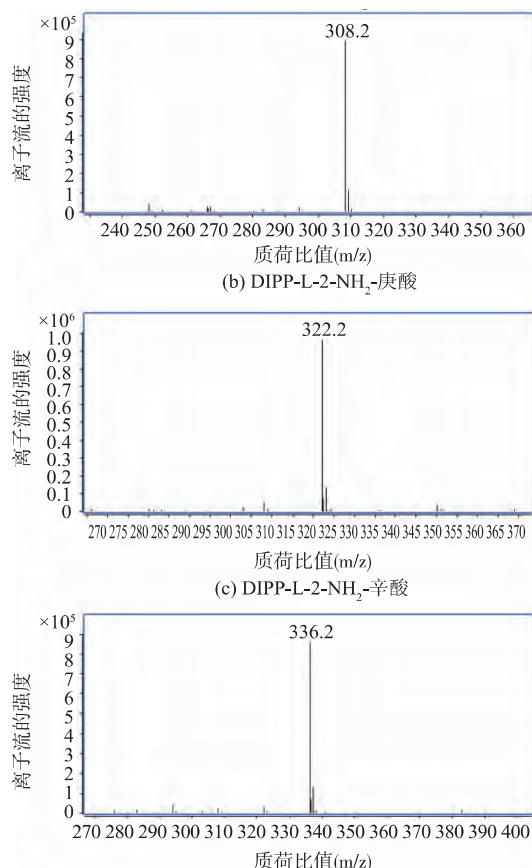


图1 ESI-MS分析谱图

Fig. 1 Spectra of ESI-MS

4种磷酸化氨基酸的理论相对分子质量分别为281.29、309.34、323.37、337.39。质谱图中显示的质荷比280.1、308.2、322.2、336.2分别为产物的分子离子峰,检测电离源为ESI⁻,说明产品中有DIPP-L-2-NH₂-戊酸、庚酸、辛酸、壬酸。同时,图1杂峰很少,主峰突出,能够确定合成产物为目标产物。

1.2.2 溶液的配制 室温下取Tris-HCl缓冲溶液,配制0.25%胰蛋白酶溶液。500 V扫描电压,波长扫描范围为300~400 nm,发射与激发狭缝为5、5 nm,于5 mL样品池中加入样品,测其荧光光谱。

室温下取Tris-HCl缓冲溶液配制相同浓度的胰蛋白酶溶液6个样品,恒温水浴槽温度分别设为25、30、35、40、45、50 ℃,将6个样品分别放入水浴槽中达到相应的温度。保持温度恒定,扫描电压为500 V,固定激发波长 λ_{ex} 为280 nm,发射与激发狭缝为5、5 nm。

室温下分别配制3 mmol/L的L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸及壬酸溶液。向3 mmol/L的L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸及壬酸溶液中依次加入相同体积的

已配制的胰蛋白酶溶液。以胰蛋白酶溶液为空白作对照测荧光强度。荧光光谱的扫描参数同上。

室温下取超纯水分别配制3 mmol/L的N-磷酸化L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸及壬酸溶液。向3 mmol/L的N-磷酸化L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸及壬酸溶液中依次加入相同体积的胰蛋白酶溶液。以胰蛋白酶溶液为空白作对照测荧光光谱。荧光光谱的扫描参数同上。

25 ℃分别配制1、3、6、8、10、12、15 mmol/L的磷酸化庚酸溶液,分别加入相同体积的胰蛋白酶溶液,在恒温水浴槽中保持恒温。以胰蛋白酶溶液为空白对照测荧光光谱。荧光光谱的扫描参数同上。

2 结果与分析

2.1 胰蛋白酶的荧光特性

胰蛋白酶具有荧光特性,图2为0.25%胰蛋白酶溶液的三维荧光光谱。可以看出,当激发波长 λ_{ex} =280 nm时,在发射波长 λ_{em} =335 nm附近有较强的荧光信号。

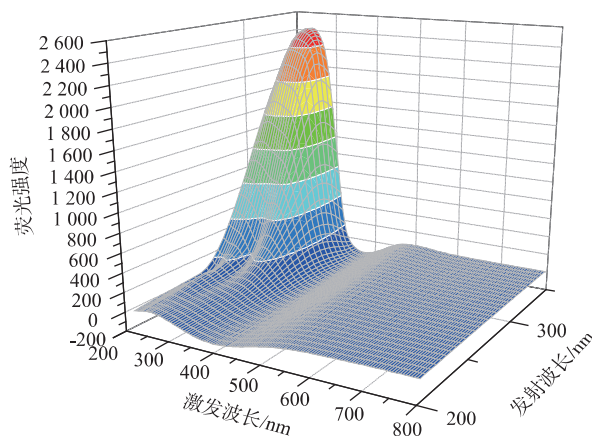


图2 25 ℃时0.25%胰蛋白酶溶液的三维荧光光谱图

Fig. 2 Tridimensional fluorescence spectrum of 0.25% trypsin

2.2 温度对胰蛋白酶荧光发射光谱的影响

众所周知,蛋白质遇热会变性,通常蛋白质的最大激发波长在280 nm左右。

表2为胰蛋白酶溶液在温度分别为25、30、35、40、45、50 ℃时的荧光强度及发射波长。胰蛋白酶在25~40 ℃时,其最大发射波长并没有发生明显的位移,说明温度从25 ℃升高到40 ℃时,仅仅是胰蛋白酶的荧光强度发生变化,并没有引起其构型的改变。但是当温度超过40 ℃时,其发射波长有稍微的

偏移, 荧光强度也发生了变化, 所以可以预测温度大于 40 ℃ 时, 胰蛋白酶的构型会发生部分的改变。选择温度 25 ℃, 避免温度对胰蛋白酶结构的影响。

表 2 温度对胰蛋白酶荧光发射光谱的影响

Table 2 Effect of temperature on the fluorescence spectrum of trypsin

T/℃	胰蛋白酶的发射波长/nm	胰蛋白酶的荧光强度
25	336	131
30	336	191
35	335	134
40	337	140
45	340	122
50	345	102

2.3 非天然脂肪酸链氨基酸磷酰化前后与胰蛋白酶的相互作用

图 3 显示了 4 种相同浓度的非天然脂肪酸链氨基酸(即 L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸、壬酸)存在时胰蛋白酶溶液的荧光强度值。4 种非天然氨基酸本身没有荧光特性, 不会对实验结果产生干扰。从图 3 可以看到, L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸存在时, 胰蛋白酶溶液的荧光强度基本没有发生变化, 说明这 3 种非天然氨基酸并不能使胰蛋白酶的荧光强度减弱。L-2-氨基壬酸存在时, 胰蛋白酶的最大荧光强度从 1 680 降低到 1 570, 但总体而言胰蛋白酶的荧光强度并没有明显减弱。并且胰蛋白酶的发射波长没有发生偏移, 因此, L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸及壬酸 4 种非天然氨基酸对胰蛋白酶的荧光基本不存在猝灭效应, 并且随着氨基酸侧链碳原子数的增加, 不会对胰蛋白酶的荧光强度产生影响。

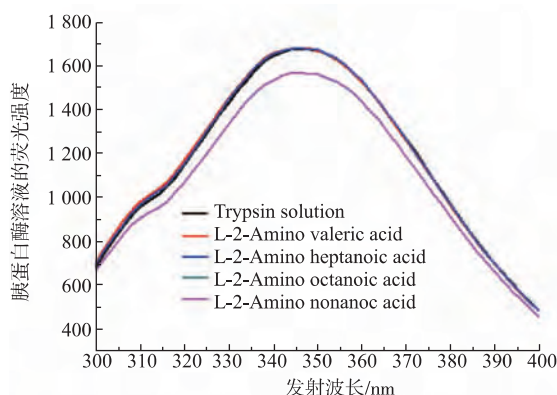
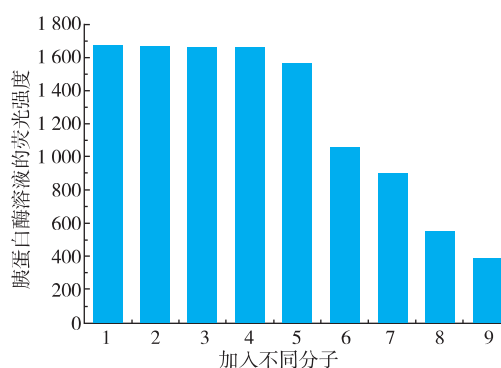


图 3 25 ℃ 时 4 种氨基酸存在时 0.25% 胰酶的荧光发射光谱

Fig. 3 Fluorescence intensity of 0.25% trypsin solution ($c=3 \text{ mmol/L}$) in the presence of four non-natural amino acids

为了研究 4 种非天然氨基酸磷酰化后对胰蛋白酶的作用, 考察了相同浓度的 4 种非天然氨基酸及其衍生的非天然脂肪酸链磷酰化氨基酸分别对胰蛋白酶荧光强度的影响, 见图 4。4 种磷酰化氨基酸本身没有荧光性, 对实验不存在干扰。图 3 与图 4 相比, 3 mmol/L 的 L-2-氨基戊酸、庚酸、辛酸、壬酸对胰蛋白酶荧光没有猝灭效应, 但 3 mmol/L 的磷酰化氨基酸能够使胰蛋白酶溶液的荧光强度明显降低。由此表明, 磷酰基的引入显著改变了非天然氨基酸的分子性质。



1. 0.25% 胰酶溶液, 2. L-2-氨基戊酸 (3 mmol/L), 3. L-2-氨基庚酸 (3 mmol/L), 4. L-2-氨基辛酸 (3 mmol/L), 5. L-2-氨基壬酸 (3 mmol/L), 6. DIPP-L-2-氨基戊酸 (3 mmol/L), 7. DIPP-L-2-氨基庚酸 (3 mmol/L), 8. DIPP-L-2-氨基辛酸 (3 mmol/L), 9. DIPP-L-2-氨基壬酸 (3 mmol/L)

图 4 25 ℃ 0.25% 胰蛋白酶溶液在 4 种非天然氨基酸分子及 4 种 N-磷酰化氨基酸存在时的荧光强度值

Fig. 4 Fluorescence intensity of 0.25% trypsin solution in the presence of different molecules at 25 ℃

图 5 为 0.25% 胰蛋白酶的荧光强度随 4 种相同浓度、不同侧链长度的 N-磷酰化氨基酸的变化图。从图 5 可以看出, 4 种磷酰化氨基酸侧链长度不同, 对荧光强度的猝灭效应也不同。随着磷酰化氨基酸侧链碳原子数目的增加, 胰蛋白酶溶液的荧光强度逐渐降低。空白的胰蛋白酶的荧光强度为 2 549, 荧光猝灭后的荧光强度则分别变为 2 149、2 078、1 897、1 682。从而说明, 磷酰化氨基酸的侧链长度能够对胰蛋白酶的荧光强度产生影响。

2.4 不同浓度的磷酰化庚酸与胰蛋白酶的荧光猝灭作用

图 6(a) 中, 胰蛋白酶溶液的荧光强度随着 N-磷酰化庚酸的浓度的增大而不断降低。N-磷酰化庚酸对胰蛋白酶溶液有明显的荧光猝灭效应。由于 4

种 N-磷酸化氨基酸只是侧链长度不一样的氨基酸,其他结构均相同,因此可知,其它 N-磷酸化戊酸、辛酸、壬酸对胰蛋白酶的猝灭效应随其浓度的增加具有同样的趋势。

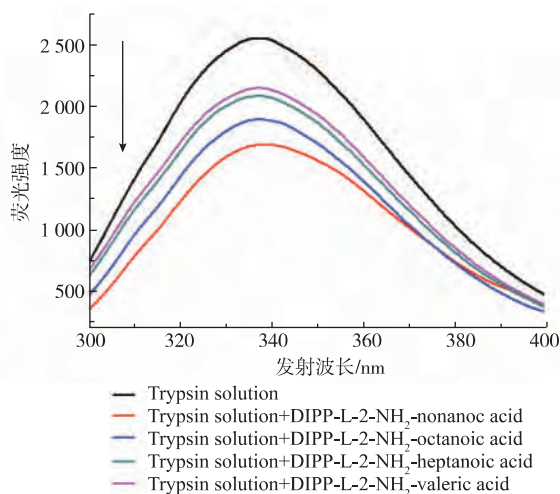
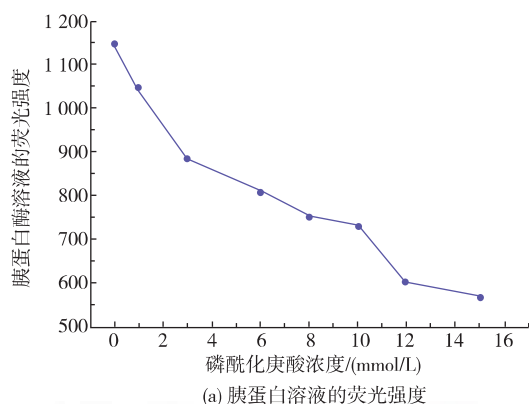


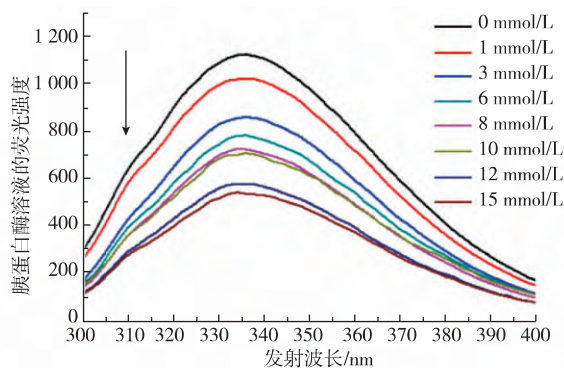
图 5 25 °C 时 4 种链长不同的 N-磷酸化氨基酸存在时 0.25% 胰酶的荧光发射光谱

Fig. 5 Fluorescence intensity of 0.25% trypsin solution in the presence of four new N-phosphoryl amino acids at 25 °C

从图 6(b)可以看出,胰蛋白酶溶液的荧光最大发射光谱在加入 N-磷酸化庚酸溶液后没有发生变化,即其最大发射光谱没有随着猝灭剂浓度的增加而改变,一直在 335 nm 左右,仅仅是其最大荧光强度逐渐减小。其发射峰及峰型基本不变,表明其存在相互作用,由此可以说明,25 °C 时在 N-磷酸化庚酸猝灭剂存在时,胰蛋白酶的构型并没有发生变化,是荧光猝灭剂与胰蛋白酶之间的相互作用猝灭了胰蛋白酶的荧光。



(a) 胰蛋白溶液的荧光强度



(b) 胰蛋白溶液的发射光谱(激发波长为 280 nm)

图 6 25 °C 时不同浓度 N-磷酸化庚酸与胰蛋白酶的荧光强度和发射光谱

Fig. 6 Fluorescence spectra of trypsin solution as function of different concentration of DIPP-L-2-Amino heptanoic acid at 25 °C

猝灭过程实际上是与发光过程相互竞争而缩短发光分子激发态寿命的过程,猝灭过程可能发生于猝灭剂与荧光物质的激发态之间的相互作用,也可能发生于猝灭剂与荧光物质的基态分子之间的相互作用。前一过程称为动态猝灭,后一种称为静态猝灭^[15]。为了解释这个猝灭过程,按照动态猝灭的 Stern-Volmer 方程^[16]处理,即:

$$F_0/F = 1 + k_q \tau_0 C_{[DIPP\text{-heptanoic acid}]} = 1 + k_{sv} C_{[DIPP\text{-heptanoic acid}]}$$

F_0 、 F 分别表示未加入化合物和加入化合物后胰蛋白酶的荧光强度, k_{sv} 是动态猝灭常数, k_q 表示双分子猝灭过程中的速率常数, τ_0 为猝灭剂不存在时生物大分子的平均寿命。

25~40 °C 时胰蛋白酶的分子结构不变,以 F_0/F 对 $C_{[DIPP\text{-L-heptanoic acid}]}$ 作图,作出 25 °C 不同浓度的 N-磷酸化庚酸对胰蛋白酶荧光猝灭的 Stern-Volmer 图,见图 7。

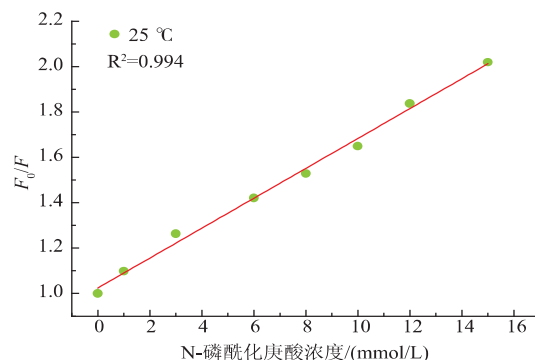


图 7 25 °C 时 N-磷酸化庚酸与胰蛋白酶相互作用的 Stern-Volmer 曲线

Fig. 7 Stern-Volmer plot of DIPP-L-2-Amino heptanoic acid quenching effect on trypsin solution at 25 °C

从图7可以看出,25℃时 F_0/F 与磷酸化氨基酸的浓度呈良好的线性关系,线性相关系数 $R^2=0.994$ 。进一步说明了胰蛋白酶的荧光完全可以酰化庚酸所猝灭。结果表明,磷酸化氨基酸对胰蛋白酶荧光的猝灭是静态猝灭,磷酸化氨基酸与胰蛋白酶在基态由于亲和力的作用形成配合物降低了酶的荧光强度,从而能够对胰蛋白酶产生荧光猝灭。

3 结 语

作者设计了侧链长度不同的非天然脂肪酸链磷酸化氨基酸,荧光法研究了非天然磷酸化氨基酸与胰蛋白酶的相互作用,荧光光谱结果表明,磷酸化氨基酸对胰蛋白酶能够产生荧光猝灭;非天然L-

型氨基酸不能对胰蛋白酶产生荧光猝灭,并且随着磷酸化氨基酸侧链的增长,猝灭效应越明显。同时,随着磷酸化庚酸的浓度增大,荧光强度不断降低,Stern-Volmer曲线表明,胰蛋白酶溶液的荧光能够完全被猝灭。L-型氨基酸的磷酸化能够改变氨基酸的性质,使其对胰蛋白酶更具有亲和力,Stern-Volmer曲线表明,胰蛋白酶溶液的荧光可以完全被猝灭。胰蛋白酶与非天然脂肪酸链磷酸化氨基酸之间相互作用的研究有利于探索和开发酶活性调节物,也为蛋白质结构与功能的研究提供了思路,能够改善胰蛋白酶在食品、生物技术等领域的应用,但磷酸化氨基酸对胰蛋白酶的调节作用机制有待进一步研究。

参考文献:

- [1] HU Lianzhe, HAN Shuang, Saima Parveen, et al. Highly sensitive fluorescent detection of trypsin based on BSA-stabilized gold nanoclusters[J]. *Biosensors and Bioelectronics*, 2012, 32: 297-299.
- [2] 程伟, 陈红兵, 高金燕, 等. 酶改性对食物蛋白质过敏原性的影响[J]. *食品科学*, 2010, 31(23): 391-394.
CHENG Wei, CHEN Hongbin, GAO Jinyan, et al. A review of the effect of enzymatic modification on the allergenicity of food proteins[J]. *Food Science*, 2010, 31(23): 391-94. (in Chinese)
- [3] Da Ren, Pipes Gary D, Liu Dingjiang, et al. An improved trypsin digestion method minimize digestion-induced modification on proteins[J]. *Analytical Biochemistry*, 2009, 392: 12-21.
- [4] FANG Meijuan, LUO Shuna, WANG Heqing, et al. The effect of phosphoryl oxygen on the intermolecular action of alanin and lysozyme[J]. *Acta Phys-Chim Sin*, 2005, 21(9): 1042-1045.
- [5] XUE Wangxin, ZHANG Guanxin, ZHANG Deqing, et al. A new label-free continuous fluorometric assay for trypsin and inhibitor screening with tetraphenylethene compounds[J]. *Organic Letters*, 2010, 12(10): 2274-2277.
- [6] 强黎明, 董雪茹, 吕名秀, 等. N-磷酸化肽酯及小肽与溶菌酶相互作用的 ESI-MS 研究[J]. *化学学报*, 2009, 67(22): 2607-2612.
QIANG Liming, DONG Xueru, LU Mingxiu, et al. Study on the interaction between N-phosphoryl dipeptides (or methyl esters) and lysozyme by ESI-MS[J]. *Acta Chimica Sinica*, 2009, 67(22): 2607-2612. (in Chinese)
- [7] 杨冉, 陈晓岚, 李萍, 等. 荧光法研究三种黄酮小分子与溶菌酶的相互作用[J]. *高等学校化学学报*, 2006, 27(9): 1673-1676.
YANG Ran, CHEN Xiaolan, LI Ping, et al. Study on the interactions between three flavones and lysozyme by fluorescence method[J]. *Chemical Journal of Chinese Universities*, 2006, 27(9): 1673-1676. (in Chinese)
- [8] 查隽, 何华, 刘铁兵, 等. 荧光光谱法研究共存碳纳米管对牛血清白蛋白与加替沙星相互作用的影响[J]. *光谱学与光谱分析*, 2011, 31(1): 149-153.
CHA Jun, HE Hua, LIU Tiebin, et al. Studies on the interaction of gatifloxacin with bovine serum albumin in the presence of carbon nanotubes by fluorescence spectroscopy[J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 2011, 31(1): 149-153. (in Chinese)
- [9] CUI Xiaodong, WANG Zhuanhua, LI Yuying, et al. Buckwheat trypsin inhibitor enters Hep G2 cells by clathrin-dependent endocytosis[J]. *Food Chemistry*, 2013, 141: 2625-2633.
- [10] 李永芳. N-磷酸化氨基酸与生物大分子的相互作用[D]. 北京: 清华大学, 1995.
- [11] 赵玉芬, 张建臣, 徐军, 等. 磷酸化氨基酸的特性及应用前景[J]. *郑州大学学报*, 2003, 35(2): 89-91.
ZHAO Yufen, ZHANG Jianchen, XU Jun, et al. Properties and applications of N-phosphoryl amino acids [J]. *Journal of Zhengzhou University*, 2003, 5(2): 89-91. (in Chinese)
- [12] CHEN Zhongzhou, TONG Yufeng, CHEN Shuibing, et al. Orientation of the peptide formation of N-phosphoryl amino acid in solution[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2002(47): 1866-1870.

- [13] LIU Huachen, DONG Aijun, TAN Chunyan, et al. The design, synthesis, and anti-tumor mechanism study of N-phosphoryl amino acid modified resveratrol analogues[J]. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, 2008, 16: 10013-10021.
- [14] JI Gaijiao, XUE Chubiao, ZENG Jianing, et al. Synthesis of N-(Diisopropoxyphoryl) amino acids and peptides [J]. **Synthesis**, 1988, 6(11): 444-448.
- [15] CHEN Zhongxiu, SU Xiaoxia, DENG Shaoping. Molecular recognition of melamine by vesicles spontaneously formed from orotic acid derived bolaamphiphiles[J]. **Journa of Physical Chemistry B**, 2011, 115: 1798-1806.
- [16] 陈晓岚, 于斐, 屈凌波, 等. 荧光及 ESI 质谱法研究溶菌酶与磷酸化黄酮的相互作用[J]. **化学学报**, 2004, 62(2): 188-193.
CHEN Xiaolan, YU Fei, QU Lingbo, et al. Study on the interaction of lysozyme and diethyl flavon-7-yl phosphate by ESI-MS and fluorescence method[J]. **Acta Chimica Sinica**, 2004, 62(2): 188-19. (in Chinese)

科技信息

菲律宾公布谷氨酸钠和阿斯巴甜作为食品添加剂的安全性公告

11月28日,菲律宾食品药品监督管理局发布了谷氨酸钠和阿斯巴甜作为食品添加剂的安全性公告。公告称 JECFA 已批准这两种食品添加剂的使用,并介绍了 GFS 标准中的相关规定,以及谷氨酸钠过敏人群的注意事项。

[信息来源]食品伙伴网. 菲律宾公布谷氨酸钠和阿斯巴甜作为食品添加剂的安全性公告

[EB/OL]. (2013-12-19). <http://news.foodmate.net/2013/12/251534.html>.

西班牙推出世界首台 3D 食品打印机

西班牙创业公司 Natural Machines 让 3D 打印技术的触角延伸到我们的餐桌,研制出世界上第一台 3D 食品打印机。这款打印机名为"Foodini",将技术、食品、艺术和设计融合在一起,可用于打印比萨、手指巧克力、意大利小方饺在内的一系列食品。

Foodini 将于 2014 年中期上市销售,售价为 835 英镑(约合 1372 美元)。使用时,用户需要将食材放入料囊。通过 Foodini 的控制面板,用户可以选择自己喜欢的设计。工作时,Foodini 逐层打印食材,将它们聚合成用户选择的食品。

Natural Machines 公司建议父母使用 Foodini 打印动物外形或者卡通形象的食品,或者在蛋糕上面打印爱的寄语。公司联合创始人、前微软公司公关部经理莱奈特·库斯玛表示他们希望将家庭和饭馆作为公司的主要目标市场。

公司一名发言人指出 Foodini 仍有一些不足。他说:"Foodini 并不能让烹饪过程完全实现自动化,也不能烹制食品。不过,由于采用一个加热组件,它可能让食品保温。自己动手烹制食品无疑是更理想的一种选择,但这需要花费更多时间。"

[信息来源]第一食品网. 西班牙推出世界首台 3D 食品打印机[EB/OL]. (2014-1-3). <http://www.foods1.com/content/2454576/>.

澳新食品标准局评估是否允许对 11 种水果采取辐照处理

2013 年 10 月 25 日,澳新食品标准局(FSANZ)收到一项关于请求允许对 11 种水果采取辐照植物检疫处理的申请案。这 11 种水果分别是苹果、杏、樱桃、油桃、桃子、李子、蜜瓜、硬皮甜瓜、草莓、鲜食葡萄、西葫芦/南瓜。

该申请案请求修订《食品标准法典》标准 1.5.3-食品辐照,增加上述 11 种水果,允许出于植物检疫目的,对其进行辐照处理(最低剂量为 150Gy,最高剂量为 1kGy)。

近日,FSANZ 已完成对该申请案的行政评估(administrative assessment),认为该措施有利于澳新水果开拓新市场,也有利于相关水果的持续和稳定供应,使消费者受益。该案预计将于 2014 年 9 月中至 10 月底接受公众评议。

[信息来源]WTO 检验检疫信息网. 澳新食品标准局评估是否允许对 11 种水果采取辐照处理 [EB/OL]. (2014-1-23). http://www.wtociq.gov.cn/zxdt/201401/t20140123_95135.shtml