

红茶和绿茶多酚对猪胰腺 - 淀粉酶抑制效果的动力学研究

王文君¹ 姚江武^{2*} 陶涛³

(1. 福建医科大学口腔医学院修复科 福建 福州 350004;

2. 福建医科大学教学医院; 3. 厦门大学生命科学学院生物医学科学系)

[摘要] 目的:研究红茶和绿茶抑制剂对猪胰腺 - 淀粉酶催化水解淀粉的抑制效果和特异性。方法:实验在 25 和 pH 6.9 条件下进行。混合 0.7 mL 不同浓度的淀粉和 0.2 mL 红绿茶 (7.5 g/L), 添加 0.1 mL PPA (0.04 g/L), 进行 5 min 孵化反应。通过 SmartSpec Plus Spectrophotometer 不间断 540 nm 波长下, 测量 PPA 催化生成的麦芽糖的吸光度增加值。通过动力曲线的直线段斜率获得反应速度, 动力学参数 (V_{max} 和 K_s) 由 Lineweaver - Burk 图求出, 抑制类型通过统计学分析确定。结果:无抑制剂和红茶抑制剂的最大反应速度 (V_{max}) 之间的差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 无抑制剂和绿茶抑制剂的酶 - 底物解离常数 (K_s) 之间的差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。红茶抑制剂解离常数 (K_i) 值高于绿茶 ($P < 0.05$)。结论:红茶抑制为非竞争抑制型, 绿茶抑制为竞争抑制型。红茶抑制剂既能与自由酶活化中心位点结合, 也能与酶 - 底物上的位点结合, 而绿茶抑制剂仅能与活化中心位点结合。

[关键词] 红茶 绿茶 猪胰腺 - 淀粉酶 抑制剂

[中图分类号] R783.1 [文献标识码] A [文章编号] 1671-7651(2009)04-0442-05

Dynamic Investigation of Inhibitory Effects of Black Tea and Green Tea Polyphenols on Porcine Pancreatic - amylase WANG Wen - Jun, YAO Jiang Wu, TAO Tao Department of Prosthodontics, Fujian Medical University, Fuzhou 350004

[Abstract] **Objective:** To study the effectiveness and specificity of black tea and green tea inhibition of starch hydrolysis that was catalyzed by porcine pancreatic - amylase (PPA). **Methods:** Kinetic experiments were carried out at 25 and pH 6.9. Starch (0.7 mL) with different concentration and black tea and green tea (0.2 mL, 7.5 mg/mL) were mixed together and the reaction was initiated by adding PPA (0.1 mL, 0.04 mg/mL) to the incubation medium for 5 min. The increase of absorbance resulting from the PPA liberated maltose was measured continuously at 540nm using SmartSpec Plus Spectrophotometer. The initial velocity was determined from the slope of linear part of the kinetic curves. Kinetic parameters (V_{max} , K_s) were calculated using Lineweaver - Burk plots. The type of inhibition was determined by statistical analysis. **Results:** There were significant differences between maximum velocity (V_{max}) in the absence and presence of black tea inhibitor ($P < 0.05$) and between the dissociation constants of enzyme - substrate (K_s) in the absence and presence of green tea inhibitor ($P < 0.05$). The dissociation constant of black tea inhibitor (K_i) was much higher than that of green tea inhibitor. **Conclusion:** According to the statistical analysis, the black tea inhibition was belong to non - competitive inhibition type, and the green tea inhibition was belong to competitive inhibition type. The black tea inhibitor could bind either to the active site or to the other site of enzyme - substrate to give rise to enzyme - inhibitor and enzyme - substrate - inhibitor complexes, and the green tea inhibitor could only bind to the active site.

[Key words] Black tea Green tea Porcine pancreatic - amylase Inhibitor

红茶和绿茶是大众喜爱的饮料,其有效化学成分为茶多酚 (tea polyphenol, TP)。茶多酚主要的生物和生理学作用包括:抗营养性,抑制消化酶,降低食物的营养价值;抗氧化性,抑制体内自由基的产生和清除体内自由基;收敛性,使口腔干燥,产生皱缩

感,并影响味觉^[1]。研究表明,饮茶造成口腔分泌唾液蛋白质 (主要是富脯蛋白和富组蛋白)大量增加,其生理机制是其迅速与 TP 发生高度亲合反应,形成 TP - 蛋白质复合物,避免了 TP 对于 HSA 的过度抑制,保护消化酶,促进了胃肠消化功能^[2]。然而,大量饮茶使 HSA 失去了口腔分泌唾液蛋白质的保护,过量的 TP 和 TP - 蛋白质复合物则覆盖于口腔粘膜表面,使口腔黏膜产生干燥和皱缩感^[3]。红

作者简介 王文君 (1981 ~),女,河南人,硕士,主要从事口腔色彩学研究。

*通讯作者 姚江武, E - mail: Dentyjw@126.com

茶和绿茶与 α -淀粉酶发生在分子水平上反应的研究报道罕见。由于 HSA 的来源较困难,而猪胰腺

α -淀粉酶 (porcine pancreatic α -amylase, PPA) 来源丰富,且与 HSA 的蛋白质的一~三级结构具有高度同源性,所以众多学者以 PPA 替代 HSA 作为蛋白质模型^[4]。本研究采用红茶和绿茶抑制 PPA 催化水解淀粉生成麦芽糖,从动力学角度和分子水平考察酶抑制类型和可能的机理,为解释红茶和绿茶 TP 对口腔收敛性感觉和酶抑制类型的生理意义奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料和仪器 PPA (绿茵生物试剂玻仪有限公司); 98% 可溶性淀粉 (汕头市西陇化工有限公司); 绿茶 (龙井, 大龙发工贸有限公司) 和红茶 (立顿, 联合利华食品有限公司); 麦芽糖 (国药集团化学试剂有限公司); 3,5-二硝基水杨酸 (DNS) 显色试剂; Folin-Ciocalteu 试剂盒 (sigma); 98% 茶多酚 (泽郎医药科技有限公司, 南京); 20 mol/L 的 NaH_2PO_4 , 6.7 mol/L 的 NaCl , 1 mol/L 的 NaOH ; Milli-Q 超纯水。核酸蛋白测量仪 (170-2525 Smart Spec Plus Spectrophotometer, BD-RAD, 美国); VB-7 型 pH 值计 (丹佛, 美国); AR-2140 分析天平 (奥豪斯, 美国); 离心机 (Biofuge Fresco, 德国)。

1.2 实验方法

1.2.1 茶溶液的制备和茶多酚的表征: 称取以上两种磨碎茶样各 4.5 g, 分别在 90 mL Milli-Q 超纯水中煮沸, 维持沸水浴 45 min, 每隔 10 min 摇瓶一次。静置待冷却后用 Whatman #1 滤纸 (孔径 11 μm) 过滤。超纯水洗涤残渣, 滤液合并于 100 mL 容量瓶中, 加水定容至 100 mL。12000 r/min 离心 10 min 后备用。采用福林法表征茶多酚 (方法略)。

1.2.2 PPA 活性和酶蛋白质的表征 称取 PPA 粉末 200 mg, 溶解于 10 mL, 4 的 Milli-Q 超纯水中, 12000 r/min 离心 10 min 后, 用盐酸或氢氧化钠溶液准确调节 pH 值至 6.9。采用 DNS 显色法测定 PPA 的活性。酶活力单位定义: 在 $T = 25^\circ\text{C}$, $\text{pH} = 6.9$, 3 min 内从淀粉 (4.0 g/L) 中分解出 1 mg 麦芽糖为一个单位。采用 Bradford 法测定 PPA 蛋白质含量。上述实验重复 3 次, 结果取均值。

1.2.3 不同浓度麦芽糖与吸光度关系图 分别制备不同浓度的麦芽糖溶液 (0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 g/L) 各 1 mL 与 0.5 mL 的 DNS 显色剂混合, 用去离子水代替麦芽糖溶液做空白对照, 在沸水浴中反应 15 min, 然后在冰上冷却到室温 (20 $^\circ\text{C}$), 并稀释至 6

mL, 在波长为 540 nm 处测量吸光度, 绘制不同浓度麦芽糖与吸光度的关系图。

1.2.4 反应速度 V 与底物浓度 $[S]$ 的关系曲线: 在 $\text{pH} = 6.9$, $T = 25^\circ\text{C}$ 下, 混合 0.7 mL 的淀粉 (5.7, 8.6, 11.4, 14.3, 17.1, 20.0, 22.9 g/L) 及 0.2 mL 红茶和绿茶抑制 (7.5 g/L), 再加入 0.1 mL 的 PPA (0.04 g/L), 混合反应 5 min 后, DNS 显色法记录产物麦芽糖浓度变化对时间的过程曲线。求解不同底物浓度 $[S]$ 的每条动力曲线的直线段 (切线), 该切线的斜率即为反应速度 V 。绘制 V 与 $[S]$ 的关系曲线。

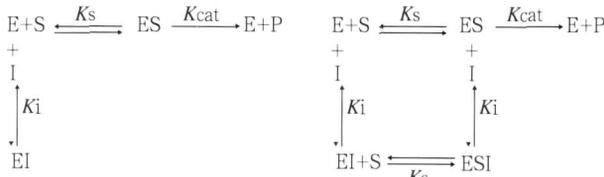
1.2.5 最大反应速度 V_{max} 和酶-底物解离常数 K_s 将 $1/V$ 对 $1/[S]$ 作 Lineweaver-Burk 图, 即可得到直线回归方程, 该直线在 y -轴的截距即为 $1/V_{\text{max}}$, 在 x -轴上的截距即为 $1/K_s$ 的绝对值。求得无抑制剂和有抑制剂 (红茶和绿茶) 条件下 PPA 催化淀粉水解生成麦芽糖的催化动力学参数 V_{max} 和 K_s 。实验重复 3 次, 取均数进行统计。无抑制剂条件下, 酶反应速度 V 表达式: $V = V_{\text{max}} \times [S] / (K_s + [S])$ (1); 无抑制剂和有抑制剂条件下, 双倒数 $1/V$ 与 $1/[S]$ 表达式: $1/V = 1/V_{\text{max}} + (1/[S]) (K_s/V_{\text{max}})$ (2); 有抑制剂条件下, 竞争性和非竞争性抑制的酶反应速度 V 及酶-抑制剂解离常数 K_i 表达式: $V = V_{\text{max}} \times [S] / (K_s + [S]) = V_{\text{max}} \times [S] / (K_s + [S])$ (3); $V = V_{\text{max}}^* \times [S] / (K_s + [S]) = (V_{\text{max}} / \alpha) \times [S] / (K_s + [S])$ (4); $K_i = [I] / (\alpha - 1)$ (5)。式中: V_{max}^* 表示有抑制剂时酶被底物饱和时的表观反应速度; K_s^* 为有抑制剂时酶-底物的表观解离常数; K_i^* 为酶-抑制剂表观解离常数; α 为有抑制剂时酶-底物的表观解离常数与无抑制剂时酶-底物的解离常数之比; $[I]$ 为抑制剂浓度。

1.2.6 统计及判断酶抑制类型 比较无抑制剂与有抑制剂条件下催化参数 V_{max} 和 K_s 之间的差异 (F 和 t 检验), 根据结果判断酶抑制类型。

2 结果

2.1 茶多酚、PPA 活性和蛋白质的表征 由吸光度-茶多酚浓度的标准曲线 (图略) 得出两种茶叶所含茶多酚的重量百分比: 红茶 (17.45 \pm 0.07)%, 绿茶 (15.93 \pm 0.06)%。测得 PPA 的活力单位为 258 单位/mg, 采用 Bradford 法测定 PPA 蛋白质含量为 (0.8 \pm 0.02) g/L。

2.2 不同浓度麦芽糖与吸光度的关系图 (图略)。



2.3 反应速度 V 与底物浓度 $[S]$ 的关系曲线: 图 1 示。

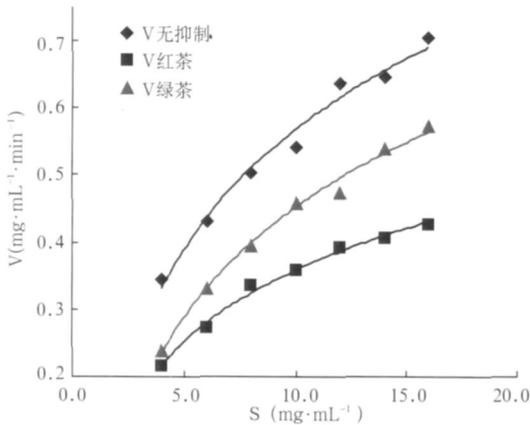


图 1 反应速度与底物浓度的关系曲线

Fig 1 Relationship between reaction velocity and substrate concentration

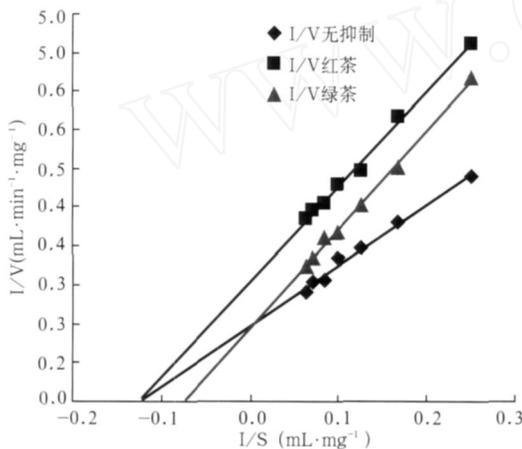


图 2 $1/V$ 对 $1/[S]$ 的 Lineweaver - Burk 图

Fig 2 Lineweaver - Burk plots of $1/V$ to $[S]$

2.4 最大反应速度 V_{max} 和酶 - 底物解离常数 K_s

由图 2 可得到: 无抑制剂条件下, 酶反应速度表达式的双倒数回归方程: $1/V = 0.978 + 7.844(1/[S])$, $R^2 = 0.990$; 绿茶抑制剂条件下双倒数方程: $1/V = 0.949 + 12.779(1/[S])$, $R^2 = 0.996$; 红茶抑制剂条件下双倒数方程: $1/V = 1.550 + 12.303(1/[S])$, $R^2 = 0.995$ 。根据双倒数回归方程, 求得最大反应速度 V_{max} 和酶 - 底物解离常数 K_s 见表 1。

2.5 结果统计及酶抑制类型 催化参数 V_{max} 和 K_s 经 F 和 t 检验, 结果见表 1。无抑制剂与绿茶抑制剂的 V_{max} 之间的差异不具有统计学意义, 而 K_s 之间的差异具有统计学意义 ($P < 0.05$); 无抑制剂与红茶

抑制剂的 V_{max} 之间的差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 而 K_s 之间的差异不具有统计学意义。由此确定红茶抑制为非竞争性抑制, 绿茶抑制为竞争性抑制^[5]。根据式 (5) 求得竞争性抑制和非竞争性抑制的 K_i 值及统计结果见表 1。红茶与绿茶抑制剂的 V_{max} 、 K_s 和 K_i 之间的差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 1 PPA 催化淀粉水解生成麦芽糖的催化参数及统计分析

Table 1 Kinetic parameters used for starch hydrolysis catalyzed by PPA

抑制剂种类	V_{max} /mg·mL ⁻¹ ·min ⁻¹	K_s /mg·mL ⁻¹	K_i /mg·mL ⁻¹
无抑制剂	1.022 ± 0.038 ^a	8.019 ± 0.424 ^a	
红茶	0.645 ± 0.014 ^b	7.935 ± 0.438 ^a	2.568 ± 0.106 ^a
绿茶	1.053 ± 0.045 ^a	13.463 ± 1.217 ^b	2.209 ± 0.188 ^b

注: 上标相同者差异无统计学意义, 反之差异有统计学意义 ($P < 0.05$)

3 讨论

3.1 PPA 与 HSA 的结构差异 PPA (α-1,4-glucan-4-glucanohydrolase E, C 3.2.1.1) 是由 496 个氨基酸残基组成的单肽长链。动物 α-淀粉酶均由 3 个结构域组成: 催化中心 A 域; 3 个 α-折叠和 3 个 α-螺旋及其间的胞外环, 组成 (1/2) 8 桶的 B 域; C 端域。三者组成了独特的球形结构, 形如希腊锁钥。PPA 有 5 个携有催化基团的右旋葡萄糖结合位点, 位于结合中心 (-3) 与 (-2) 之间, HSA 则有 6 个右旋葡萄糖结合位点^[6]。在 HSA 和 PPA 蛋白质序列中至少包含 6 个结合中心 (-4, -3, -2, -1, +1, +2)。PPA 与 HSA 的糖苷键裂隙 (约 3 nm 宽) 均位于结合中心 (-1) 与 (+1) 之间^[7]。但是, 有实验证实 PPA 和 HSA 活性中心 (结合中心和催化中心) 的结合方式有差异, 原因是 PPA 位于结合中心 (-3) 附近的氨基酸 163 是缬氨酸, 而 HSA 则是丝氨酸^[8]。PPA 的蛋白质序列中含 19 个色氨酸 (Trp), 19 个酪氨酸 (Tyr) 和 23 个苯丙氨酸, HSA 的蛋白质序列中含 18 个色氨酸, 20 酪氨酸和 28 个苯丙氨酸。这种蛋白质结构的改变导致了极性的轻微改变^[9]。尽管如此, PPA 与 HSA 蛋白质结构还是非常接近, 故用 PPA 替代 HSA 作为蛋白质模型, 研究其结构和功能是非常理想的^[6-9]。

3.2 红茶和绿茶的比较 TP 是茶叶中三十多种多酚类物质的总称, 包括儿茶酚、黄酮类、花青素、茶单宁等四大类物质。而在 TP 总量中, 儿茶酚约占 70%。儿茶酚 (catechins) 主要分为四类: 表没食子儿茶酚没食子酸酯 (epigallocatechin-3-gallate,

EGCG)、表没食子儿茶酸酯(epigallocatechin, EGC)、表儿茶酚没食子酸酯(epicatechin-3-gallate, ECG)、表儿茶酚(epicatechin, EC)。Lunder^[10]检出红茶多酚重量百分比为 21.37%, Rawel^[11]检出绿茶多酚重量百分比为 17.30%, 本实验检出红茶和绿茶多酚的重量百分比分别为 17.45%和 15.93%, 与上述两位作者的结果相比, 得出的 TP 重量百分比低的原因可能与茶的品种和提纯方法不同有关。绿茶是茶叶经过脱水加工处理后的产物, 其成分中氧化的茶多酚成分少, 故其单体茶多酚含量很高, 尤以 EGCG 的含量最高, 多聚体茶多酚少^[12]。

红茶是茶叶经过发酵加工后的产物, 其成分中氧化的茶多酚成分多, 故其单体茶多酚少, 而多聚体茶多酚含量很高^[13]。红茶中茶多酚成分占茶固体提取化合物的重量百分比为: 儿茶酚(10%~12%), 茶黄素(3%~6%), 茶红素(12%~18%)。红茶发酵初期, 氧化主要产生的是儿茶酚的二聚体--茶黄素, 当 EGC 或 EGCG 失去 CO₂ 后, 自发地与儿茶酚 B 环上的 EC 或 ECG 结合, 形成具有 7 个苯环的茶黄素的化学结构式。红茶进一步发酵则氧化产生的是儿茶酚的多聚体--茶红素(分子量 1~40 kDa), 茶红素的化学结构式还不很清楚。茶叶中的儿茶酚单体和多聚体含量与抗氧化功能有关, 单体茶多酚多则抗氧化功能强, 反之则弱。尽管红茶较之绿茶的儿茶酚含量要高, 但由于绿茶单体茶多酚含量高于红茶, 因此绿茶的抗氧化功能优于红茶。此外, 就单体茶多酚抗氧化功能的强度而言, EGC > EGCG > EC > ECG。其抗氧化的机理在于抑制体内自由基的产生和清除体内自由基以及螯合过渡金属离子 Fe 和 Cu^[13]。

3.3 酶抑制类型和机理 抑制剂是一类减小酶催化反应速度的化合物, 一般具备两个方面的特点: 在化学结构上(分子大小、形状和官能团)与被抑制的底物分子或抑制的过渡态相似; 能够与酶的活性中心以非共价键或共价键的方式形成比较稳定的复合物或结合物。可逆性酶抑制分为竞争性、反竞争性、线性混合型和非竞争性, 每种类型都以各自的方式影响 V_{max} 和 K_s 。本实验证实, 红茶抑制为非竞争性抑制, 绿茶抑制为竞争性抑制。在竞争性抑制中, 抑制剂绿茶与底物淀粉竞争结合 PPA 的活性中心, 当绿茶与 PPA 的活性中心结合之后, 淀粉就不能与再与 PPA 结合, 反之亦然。对于竞争性抑制, 随着底物浓度的增大, 抑制剂的影响可减弱。竞争性抑制导致了酶-底物(ES)解离常数(K_s)值的表观增加

(即 ES 亲和性表观值的下降), 但不影响酶的最大反应速度(V_{max})。

在非竞争性抑制中, 抑制剂红茶既与 PPA 的活性中心位点结合, 同时也与 ES 复合物在非活性中心位点结合, 并且这种结合与底物的结合没有竞争关系, 即使增大底物浓度也不能减弱抑制剂的影响。非竞争性抑制导致了表观 V_{max} 的降低而表观 K_s 的不变, 形成二元复合物酶-底物(ES)和酶-抑制剂(ED)以及三元复合物酶-底物-抑制剂(ESI)。

抑制剂绿茶与底物淀粉竞争性结合 PPA 的活性中心位点的驱动力来源于: 1) 底物淀粉的自由 OH 官能团能与酶活化中心裂隙的氨基酸发生氢键结合, 极性分子 TP 结构中含有大量的 OH 和 COOH 官能团, 能够通过氢键和静电结合与 PPA 发生特异性和强烈的反应^[13]; 2) PPA 蛋白质为多畴结构特性, 结构域形成的小空穴和裂隙非常适合匹配小分子的儿茶酚^[15], X 线晶体学检测数据显示, 儿茶酚单体的 OH 能与氨基酸活性中心的裂隙结合^[14]; 3) EGCG、EGC、ECG、EC 所具有的没食子酸芳香环能够为分别位于 (-3)/(-2)、(-1)/(+1)、(-1)/(+2) 的 Trp59、Tyr62、Tyr151 残基提供堆积反应的条件^[16]; 4) 儿茶酚的没食子酰基具有疏水性能够与淀粉酶肽链上的疏水性氨基酸发生疏水性反应, 淀粉酶内部的疏水腔结构有所瓦解, 肽链的伸展, 从而降低酶的生物活性^[2]。虽然本实验设计的 pH 值与 PPA 的等电点 (pH = 6.9) 相同, 但是抑制剂浓度 (7.5 g/L) 高, 因此 Trp 和 Tyr 残基所处环境的极性和疏水性发生改变, 疏水性反应参与竞争性结合; 5) 绿茶中的儿茶酚单体的含量高, 且具有较强抗氧化功能。6) 红茶-酶的表现解离常数 (K_s') 大于绿茶-酶 ($P < 0.05$), 因而绿茶对 PPA 的亲性和性大于红茶。由于绿茶中的儿茶酚单体特异性和选择性的与 PPA 活性中心位点结合, 使反应体系中的抑制剂绿茶儿茶酚单体大量消耗, 加之绿茶对 ES 复合物的亲和性极小, 因而形成竞争性结合 PPA 的活性中心位点。

抑制剂红茶与底物淀粉非竞争结合 PPA 的活性中心位点和 ES 复合物的驱动力来源于: 1) 红茶对 PPA 的亲性和性小; 2) 红茶儿茶酚单体量少, 而多聚体量大, 分子量大, 故不能特异性与氨基酸活性中心的裂隙结合; 3) 红茶儿茶酚多聚体自由 OH 官能团少, 与 PPA 发生氢键和静电结合反应的程度温和。因而形成非竞争性结合 PPA 的活性中心位点。

从本实验结果推断, 绿茶和红茶 TP 同样也能

导致与 HSA 发生竞争性和非竞争性结合活性中心位点的反应,产生基态 TP - HSA 复合物。当口腔中的 TP 浓度特别高的情况下,复合物覆盖于口腔黏膜表面,造成强烈的干燥和皱缩感;覆盖于牙齿表面形成色素生物膜,影响美观;TP - HSA 复合物大量生成使口腔唾液的润滑性降低。绿茶儿茶酚单体竞争性及红茶多聚体非竞争性抑制 PPA 的生理意义及本实验结果是否也会在 HAS 上发生,有待于今后继续研究。

参考文献

- [1] Prinz JF, Lucas FW. Saliva tannin interactions [J]. J Oral Rehabil, 2000, 27(11) 991 - 994
- [2] 林锋,姚世武,陶涛. 红茶和绿茶多酚与猪胰腺 - 淀粉酶的荧光猝灭反应 [J]. 口腔医学研究, 2009, 25(2) 156 - 160
- [3] Dodds MWJ, Johnson DA, Yeh CK. Health benefits of saliva: a review [J]. J Dent, 2005, 33(3) 223 - 233
- [4] Canuel C, Badre S, Groenzin H, et al. Diffusional fluorescence quenching of aromatic hydrocarbons [J]. Appl Spectrosc, 2003, 57(5) 538 - 544
- [5] Marangoni AG. Enzyme kinetics: A modern approach [M]. 1rd ed. John Wiley & Sons, 2003, p 53 - 60
- [6] Yoon SH, Robyt JF. Study of the inhibition of four alpha amylases by acarbose and its 4 M - alpha - maltohexaoyl and 4 M - alpha - maltododecaoyl analogues [J]. Carbohydr Res, 2003, 338(19) 1969 - 1980
- [7] Brayer GD, Sidhu G, Maurus R, et al. Subsite mapping of the human pancreatic alpha - amylase active site through structural, kinetic, and mutagenesis techniques [J]. Biochemistry, 2000, 39(16) 4778 - 4791
- [8] Gilles C, Astier JP, Marchis - Mouren G, et al. Crystal structure of pig pancreatic alpha - amylase isoenzyme II, in complex with the carbohydrate inhibitor acarbose [J]. Eur J Biochem, 1996, 238(2) 561 - 569
- [9] Kandra L, Gy   at G. Examination of the active sites of human salivary - amylase (HSA) [J]. Carbohydr Res, 2000, 329(3) 579 - 585
- [10] Lunder TV. Tea [M]. 1rd ed. Nestec Ltd. Technical Assistance, Nestlé Research Centre, Vevey, 1988, p 42 - 48
- [11] Rawel HM, Frey SK, Meidner K, et al. Determining the binding affinities of phenolic compounds to proteins by quenching of the intrinsic tryptophan fluorescence [J]. Mol Nutr Food Res, 2006, 50(8) 705 - 713
- [12]   czaj W, Skrzydlewska E. Antioxidative properties of black tea [J]. Prev Med, 2005, 40(6) 910 - 918
- [13] Atsumi T, Tonosaki K, Fujisawa S. Salivary free radical - scavenging activity is affected by physical and mental activities [J]. Oral Diseases, 2008, 14(6) 490 - 496
- [14] Moynihan P, Lingstr m P, Rugg - Gunn AJ, et al. The role of dietary control, dental caries: the disease and its clinical management [M]. 1rd ed. Blackwell Munksgaard, Oxford, 2003, pp 222 - 244
- [15] Soares S, Mateus N, De Freitas V. Interaction of different polyphenols with bovine serum albumin (BSA) and human salivary - amylase (HSA) by fluorescence quenching [J]. J Agric Food Chem, 2007, 55(16) 6726 - 6735
- [16] Ramasubbu N, Ragunath C, Mishra PJ, et al. Human salivary - amylase Tps58 situated at subsite - 2 is critical for enzyme activity [J]. Eur J Biochem, 2004, 271(12) 2517 - 2529

[收稿日期: 2009 - 02 - 01]

(本文编辑 李四群)

2009年口腔医学新材料研究研讨会征文通知

经中华口腔医学会批准,由中华口腔医学会口腔材料专业委员会主办,南方医科大学口腔医学院承办的“2009年口腔医学新材料研究研讨会”将于2009年11月20日~22日在广州召开(20日报到,21日-22日开会)。本次研讨会的主题是“口腔医学新材料的研究进展、趋势及研究方法”,涉及如下4个方面:1)新型口腔材料的研究;2)口腔材料的性能测定与评价;3)口腔材料的生物相容性评价;4)口腔材料的临床研究。

会议期间,国内外知名学者将做专题报告,内容涉及:1)口腔材料的生物安全性现状;2)口腔粘接材料现状及发展趋势;3)口腔全瓷修复材料现状;4)玻璃离子水门汀的现状与未来;5)盖髓材料研究现状;6)牙科钛种植体的表面改性;7)口腔植入材料发展趋势。本次研讨会为从事及涉及口腔材料研究、开发与应用的广大人士及研究生提供一次了解和研讨口腔材料研究新进展的良好机会。十一月份是广州最舒适的季节,热烈欢迎从事口腔材料研究、开发与应用的广大人士来广州参会,共同感受美丽迷人的羊城。参会者可获得国家级继续教育学分3分(由中华口腔医学会口腔材料专业委员会核发,类学分)。

会议现在正在进行征文,征文请寄一份不超过1000字的中文摘要,内容包括目的、材料和方法、结果、结论。同时通过电子邮件提交摘要的电子版到以下邮箱。征文投稿邮寄地址(信封请注明“材料会议”):广州市广州大道北1838号南方医院口腔科,邮编:510515,联系人:游杰,电话:020-62787154,电子邮件地址:youqijie@163.com,征文截稿日期:2009年8月31日,稿件录取情况及会议注册事宜将随稿件录取通知书通知本人,中华口腔医学会会员参会将减免70元注册费。