

浓度增加 100 倍。在多通道的膜中, Ca^{2+} 的浓度小于 100nmol/L 时, 可增加膜的电导。跨单个膜时平均增加 2 倍, 而跨两个膜间的连接时增加 4.6 倍。对比之下, 在加入 $9\mu\text{mol/L}$ 钙调蛋白时, Ca^{2+} 不仅不增加电导, 反而减少 40%。由晶体蛋白制备的膜中, 可明显地观察到单通道(通过该通道膜电流的平均振幅相同)的活动。

在低 Ca^{2+} 又无钙调蛋白存在时, 通道大小的变化不受电压的影响, 也不受微克分子 Ca^{2+} 离子的影响。值得注意的是, 在低电压时, 若加入钙调蛋白, 无论测定单个膜还是测定跨双膜连接, 结果都会因微克分子钙的存在使通道大小明显减小 50% 至 90%。这些结果进一步证实了由 Girsch 和 Peracchia^[8] 报告的钙调蛋白对晶状体膜通道在脂质体中重组的作用, 并指出当 Ca^{2+} 进入时关于钙调蛋白在防止晶状体纤维细胞渗漏的重要生理作用。

参 考 文 献

- 1 杨福愉. 生物科学参考资料, 北京: 科学出版社, 1981; 第13集: 92—98
- 2 Chapman D. *Liposome technology*. CRC Press, 1984: 1—18
- 3 Brew G J, Thoma P D. Role of gangliosides in adhesion and conductance changes in large spherical model membranes. *Biochem Biophys Acta*, 1984; 776: 279
- 4 Brew G J, Thomas P D. Glycolipid modulation of membrane adhesion. *Neurochem Res*, 1986; 111: 1321
- 5 Brew G J, Takemoto L J, Dong R J *et al*. Voltage dependence and antibody sensitivity of lens channel across reconstituted single membranes and junctions between two membranes. *Biophys J*, 1989; 55: 218
- 6 Dong R J, Brew G J, Takemoto L J *et al*. *Third China-Japan Bilateral Symposium on Biophysics*. Xian, 1991: 104
- 7 Brew G J, Dong R J. Transjunctional lens channels reconstituted: regulation by Ca^{2+} and calmodulin. *J Cell Biol*, 1990; 111: 348
- 8 Girsch S T, Peracchia J. Lens cell-to-cell channels protein, I. Self-assemble into liposomes and permeability regulation by calmodulin. *J membran Biol*, 1985; 83: 217

蛋白质酪氨酸脱磷酸化和信号传导

朱 茂 祥 吴 国 利

(北京师范大学分子生物学及生物化学研究室, 北京 100875)

提 要

蛋白质酪氨酸磷酸酶 (PTPP) 能特异地催化蛋白质酪氨酸残基的脱磷酸化反应。它是一个由很多结构相关的酶组成的家族。比较氨基酸的序列发现 PTPP-1B 和跨膜蛋白 CD45 的胞内区有结构相似性。现已证明 CD45 确实具有内在 PTPP 活性。通过研究 CD45 在淋巴 T 细胞中的功能, 揭示了一个新的信号传导机制。蛋白质酪氨酸残基的脱磷酸化在这一信号传导途径中起着关键性作用。

关键词 酪氨酸蛋白激酶 (PTK), 蛋白质酪氨酸磷酸酶 (PTPP), CD 45, 信号传导

蛋白质的可逆磷酸化共价修饰是细胞调控的一个重要机制^[1]。特别是蛋白质酪氨酸激酶 (PTK), 在细胞生长、增殖、分化、转化等过程中起着主要调节作用, 并与肿瘤的发生密切相

关^[2]。最近的研究表明, PTK 的所有这些调控作用最终又是通过 PTPP 的作用而实现的。

1 PTPP 的生理意义

早在 70 年代末发现第一个 PTK^[3] 时,人们就开始寻找与其作用相反的酶——PTPP。80 年代,当 PTK 的研究取得很大进展时,PTPP 的研究由于没有很好的测活方法和纯化手段,一直未能获得令人振奋的结果。直到 80 年代后期, N. K. Tonks 等用改进的测活方法,特别是用了底物亲和层析柱作为纯化 PTPP 的重要手段。终于从人的胚胎中得到了第一个纯化的 PTPP 酶,即 PTPP-1B^[4]。从此,找到了研究 PTPP 的突破口。虽然完全弄清楚 PTPP 的结构与功能还为时过早,但可以肯定,在细胞中 PTPP 的作用与 PTK 是相互拮抗的。因此,PTPP 与 PTK 一样,在正常细胞和肿瘤细胞中都起着重要的调控作用。在某种意义上,PTPP 甚至超越了和 PTK 的相互拮抗作用,在细胞生长、增殖等过程中具有更加广泛的功能^[5]。

体外研究表明 PTPP 具有很高的活力。在细胞中,PTPP 虽然可能受磷酸化,脱磷酸化或抑制蛋白因子的负调控作用,其活力比体外实验有所下降,但至少也比 PTK 活力高出几倍到十几倍,这样便能使细胞中蛋白质酪氨酸残基上的磷酸化保持在一个稳定的而又很低的基础水平约占蛋白质氨基酸磷酸化总量的 0.01%—0.05%^[6]。向正常细胞中加入 Na_2VO_4 (PTPP 的一个有效抑制剂),发现蛋白质酪氨酸上磷酸化水平急剧升高,这也表明在正常生理条件下,PTK 的活性很大程度上被 PTPP 所屏蔽抑制^[7]。

被 RSV (劳氏肉瘤病毒)转化的鸡成纤维细胞发生非恶性增生,此时,PTPP 和 PTK 的活性均比正常细胞增高,而 PTK 比 PTPP 增加的幅度更大,这表明 PTPP 和 PTK 对正常调节蛋白质酪氨酸磷酸化及细胞生长都是必不可少的^[8]。此外,HL-60 白血病细胞经诱导发生分化时,发现细胞中蛋白质酪氨酸磷酸化水平急剧下降,而此时细胞中的 PTK 与 PTPP 活性反而升高了,只是 PTPP 活性升高的幅度

比 PTK 更大一些。其中粒细胞中,PTPP 活性增加 7 倍,PTK 活性只增加 3 倍;单核细胞中 PTPP 活性增加了 11 倍。而 PTK 活性只增加 2 倍^[9]。由此可以看出,细胞中蛋白质酪氨酸磷酸化水平是通过 PTPP 与 PTK 活性的变化而调控的,其中,PTPP 可能起着决定性作用。

很多癌基因编码 PTK,并使细胞因酪氨酸磷酸化水平升高而发生转化^[2]。可以设想,PTPP 基因的超表达可以逆转这种转化,向转化细胞中注射纯化的 PTPP 也可使之恢复正常。在爪蟾卵母细胞中微量注射纯化的 PTPP-1B,结果使细胞对胰岛素诱导增殖的效应的敏感性大大降低,而胰岛素对细胞的诱导作用主要是通过其受体的 PTK 活性而实现的^[10]。因此,PTPP 在细胞中与 PTK 相拮抗的作用,能抑制细胞生长。

完全阐明 PTPP 的生理功能还有待进一步研究,但急待解决的问题便是确证 PTPP 的体内作用底物,但我们应该考虑到,PTPP 既然能抑制细胞生长,必定在阻止癌基因表达即控制肿瘤方面有着重要意义。随着人们对 PTPP 的深入研究,被视为难以攻克的癌症,将可能得到彻底的控制和治疗。

2 CD45 具有受体 PTPP 的特性

我们知道,PTK 和其它蛋白质激酶有着进化上的同源性。PTPP-1B 的氨基酸序列被确定之后,在寻找其结构相关性蛋白质时,意外地得到如下两个重要发现: a. 与 PTK 不同,PTPP 和其它蛋白质磷酸酶(如 PP-1, PP-2A, PP-2B, PP-2C 等)之间不存在任何结构相关性。 b. PTPP-1B 的氨基酸顺序和 CD45 (白细胞表面的一个共同抗原)的胞内 C 端区两个重复结构的氨基酸序列极为相似(图 1)。这引起了人们极大兴趣,特别是 CD45 被发现确实具有内在的 PTPP 活性之后^[11],对 PTPP 的研究便主要集中在对 CD45 等一大类结构类似的具有受体性质的蛋白质上,从而揭示出了一条新的信号传导途径。

CD45 存在于所有促红血细胞生成的细胞中,是由一类结构相似,分子量较大(M_r : 180000—200000)的跨膜蛋白组成的家族(包括 L-CA, T200, B220 等)。其结构可分为 3 个区域,外部区富含半胱氨酸和氧、氮糖基化位点,约 400 个氨基酸,上面有很多脯氨酸和酪氨酸,数量和位点都很保守,可能是构成配体连接区的结构主体;跨膜区为 22 个氨基酸组成的单一片段;内部 C 端区为约 700 个氨基酸组成的两个重复结构域(各包含约 300 个氨基酸,见图 1)^[12]。

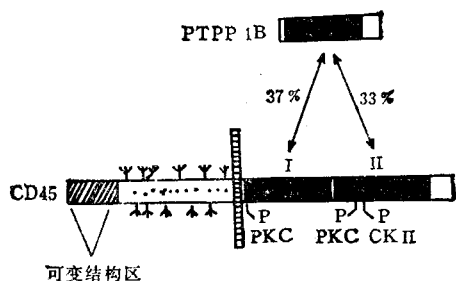


图 1 CD45 的结构模型及与 PTP-1B 的结构相关性
PKC: 蛋白激酶 C; CKII: 酪蛋白激酶 II; 百分数表示两结构域中相同氨基酸所占比例

PTK 包含很多结构相似的家族成员(如癌基因表达产物、生长因子受体等),是否也存在与 CD45 结构相似的受体类 PTP 的家族呢? M. Streuli 等用 CD45 的 cDNA 作为探针,从人胚胎和果蝇的基因库中筛选出编码另外几个可能的 PTP——LAR, DPTP, DLAR 等的基因^[13],这些分子和 CD45 相比,除胞外区有差异外,胞内结构基本相似,都具有受体的特性(图 2)。更有趣的是,最近 D. E. Cool 等用同样的方法从人淋巴细胞中克隆出一段 cDNA,其产物预计比 T 细胞胞浆中纯化的 T 细胞 PTP (与 PTP-1B 极其相似的另一个 PTP) 大 10 倍,并与 PTP-1B 有 65% 的序列同源性^[14]。这可能暗示从胞浆中纯化的 PTP,如 PTP-1B, T 细胞 PTP 等,只是一个大的原始翻译产物的截段,甚至可以设想是在纯化过程中本来与膜结合的受体类蛋白的胞内区从膜上脱落的结果。如果这样,PTP-1B 及 T 细胞 PTP

便与 CD45 等受体类 PTP 统一起来了。PTP 的功能也便主要表现在受体类 PTP 对信号的传导上。

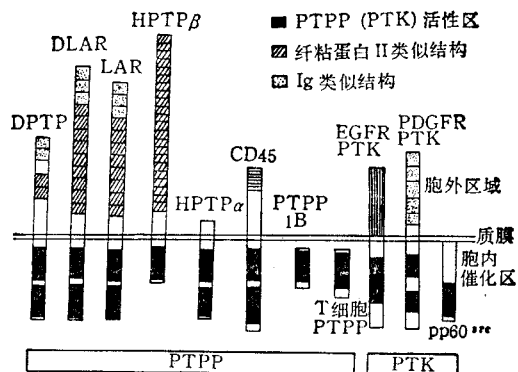


图 2 几种受体 PTP 的结构模型及其与 PTP-1B, T 细胞 PTP 和受体 PTK 的比较

PTP 不具有别的蛋白质磷酸酶 (PP-1, PP-2A, PP-2B, PP-2C 等) 那样特异的调节亚基或抑制蛋白因子^[15],受体类 PTP 比 PTP-1B 及 T 细胞 PTP 又多出一个重复的结构区(见图 2)。位点直接突变分析证明只有区域 I 具 PTP 活性,区域 II 没有直接的 PTP 活性,可能主要起调节区域 I PTP 活性的作用。进一步研究发现,CD45, LAR 等都能被多种蛋白质激酶磷酸化。在体外,CD45 是 PKC 的底物,但 PKC 的作用对其 PTP 活性并无影响。区域 II 中还有一个酪蛋白激酶 II 的作用位点,现还不能肯定是否用它来进行活力调节。值得注意的是,在 CD45, LAR 等的 C 端发现有一个酪氨酸残基插入在与 PTK 的 src

PTK:			位点
c-src	LEDYFTSTEPQYQPGENL	*	527
lck	-D-F--A--G---QP		509
c-fgr	-----A-----DQT		529
c-yes	-----A-----		543
PTP:			
b L-CA	ARPGMVSTFEQYQFLYDV		1199
m L-CA	----V-CSY-----I		1187
r L-CA	-----GS-----I		1168
h LAR	Q--A--Q-ED---LC-RA		1850

*: 所标记 (Tyr) 为磷酸化位点

图 3 CD45 等和 src-PTK 的 C 端序列比较

* 所示 CTyr 为可能的磷酸化负调控位点,所有氨基酸皆用单字母符号表示^[15]

家族的磷酸化负调控位点相似的序列中(图3),这暗示 CD45 等分子的 PTPP 活性可能象 src-PTK 一样受酪氨酸磷酸化的负调控。如果是这样,将是十分有趣的: CD45 等可通过自身的脱磷酸化反应而自动激活,表现出自动脱磷酸化作用^[57]。此外,最近从牛脑中分离出两种热稳性蛋白因子 H(高分子量)和 L(低分子量),能特异地抑制牛脑中两种主要的 PTPP 活性^[56]。但这是否和 PP-1 的两种热稳定性因子(1 和 2^[5])那样具有普遍性还不清楚。

总之,PTPP 活力调节的机制还知道得很少。既然 CD45 等具有受体的性质,其调节机制可以从研究受体 PTK 的活力调控中得到启发,这方面工作还刚刚开始,一旦取得突破,将不仅可以弄清 CD45 等本身的活性调节机制,而且对于其功能,特别是信号传导的功能,将有一个全新的解释。

3 CD45 在信号传导中的作用

长期以来,磷酸酶被认为只是一个“管家酶”最多也不过是作为蛋白质激酶的平衡酶,而忽略了它在细胞调控中的作用。事实上,蛋白质磷酸酶,特别是 PTPP,通过催化蛋白质(酪氨酸残基)的脱磷酸化反应,在细胞信号传导及对信号应答方面起重要作用,从而对细胞生长有重要调控意义。对 CD45 在淋巴 T 细胞中功能的研究充分说明了这一点^[57]。

淋巴 T 细胞表面有很多抗原,经与抗体结合而被诱导激活,发生信号传导。这一过程可通过测量细胞内钙离子(引起 T 细胞应答反应的一个早期活化信号)浓度($[Ca^{2+}]_i$)的瞬间变化情况而显示。当 CD45 的生物素化抗体单独在 T 细胞表面发生凝聚时(需经生物素蛋白的诱导),外周血 T 细胞中 $[Ca^{2+}]_i$ 的变化很小(图4)。但当 CD45 和 CD3(或 CD2, CD28 等)的抗体在 T 细胞表面形成交联异聚体时(同样需要生物素蛋白诱导),却发现 CD45 抑制了 CD3 等的抗体单独在 T 细胞表面形成同聚体时使细胞内 $[Ca^{2+}]_i$ 急剧升高的能力(图 4a),并刺激了 T 细胞增殖^[58]。虽然很难知道这种交联

作用是否影响 CD45 的 PTPP 活化,但值得注意的是此时细胞表面抗原 CD3(T 细胞受体)的 ζ 亚基上酪氨酸磷酸化水平升高了。由此可以推测 CD45 的作用可能是脱去这个 ζ 亚基上酪氨酸残基的磷酸,同时使 CD3 本身所具有的 PTK 活性被激活,从而刺激了 T 细胞增殖^[58]。

和 CD3(CD2, CD28 等)相反,当 CD45 与 CD4 的抗体在 T 细胞表面形成交联异聚体时,使 CD4 抗体单独在 T 细胞表面形成同聚体时所引起细胞内 $[Ca^{2+}]_i$ 的升高作用得到进一步加强(见图 4b)。已经知道,CD4 及 CD8 通过其短的胞内尾端和 pp56^{Lck}(PTK 的 src 家族中一员)紧密偶联。与抗体结合的 CD4 使 pp56^{Lck} 以及细胞内一系列蛋白质的酪氨酸磷酸化水平升高,同时也刺激了其 PTK 活性(体外)。根据这一线索,用 CD45⁻ 的突变株(这种细胞株除不表达 CD45 外,与正常 T 细胞没有其它区别)和正常 T 细胞(与 CD45⁻ 突变细胞株同一系)进行比较,结果发现,在 CD45⁻ 突变株中, pp56^{Lck} 的酪氨酸磷酸化水平比同系

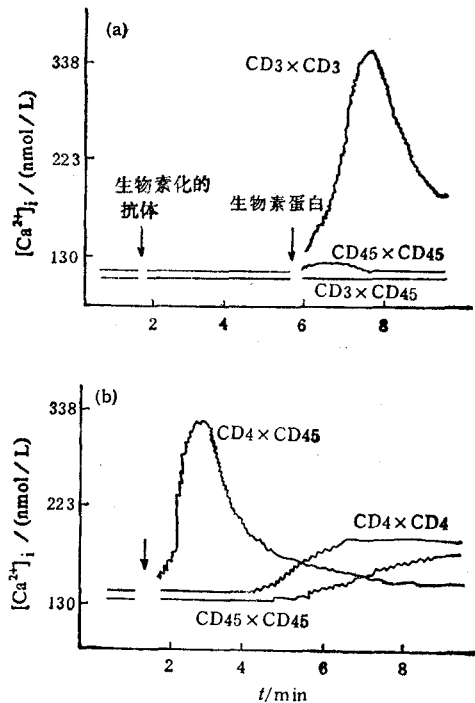


图 4 CD45 对淋巴 T 细胞的信号调控

正常 T 细胞中 pp56^{Lck} 要高得多^[10]。肽谱图分析也证明了这一点,并确定发生磷酸化的酪氨酸位点主要在 pp56^{Lck} 的 505 位酪氨酸上。相信这一位点与 pp60^{c-src} 的 527 位酪氨酸位点相似(图 3),是 pp56^{Lck} 的内在 PTK 活性的负调控位点,因此可以设想,CD45 通过脱去 pp56^{Lck} 上 505 位酪氨酸残基的磷酸而激活 pp56^{Lck} 的内在 PTK 活性,从而通过 pp56^{Lck} 作用于一系列其它蛋白质,这样便解释了 CD45 和 CD4 交联时使胞内 $[Ca^{2+}]$ 更加升高的原因^[11]。

当外周血淋巴 T 细胞和 LSTRA 一起保温时发现,在不存在 Na_3VO_4 时,膜中总的 PTK 活性反而增加,而加入 Na_3VO_4 时则不然^[12]。虽然这些膜中可能存在着不同的 PTK (即不受 Na_3VO_4 调节),但却发现 pp56^{Lck} 的自动磷酸化作用增强了。这暗示了 pp56^{Lck} 是一个被激活了的 PTK,但这决不是 Na_3VO_4 的作用。T 细胞具有内在 PTPP 的活性,为了检验 CD45 是否对整个 T 细胞膜的 PTPP 活性起主要作用,用 CD45⁻ 突变 T 细胞株进行实验证明 CD45 确是 T 细胞膜上主要的 PTPP^[13]。这些结果还证明了 CD45 在 T 细胞中的作用正是通过脱去 pp56^{Lck} 上 505 位酪氨酸残基的磷酸而调节整个 T 细胞功能的,也间接证明了 pp56^{Lck} 是 CD45 直接作用的一个可能的体内底物。

由此,我们可以作如下推测:外部信号刺激 T 细胞(极有可能是通过细胞间的相互接触),通过某种作用机制(例如受体结合)激活 CD45 的内在 PTPP 活性,CD45 再作用于 pp56^{Lck},脱去其 505 位的酪氨酸残基上磷酸而激活其内在的 PTK 活性,从而使 T 细胞内发生一系列瀑布式反应(主要是蛋白质酪氨酸的磷酸化和脱磷酸化),调节 T 细胞的生长、增殖、分化等功能。当然,要彻底弄清这一信号传导过程的每一个细节,还需要进一步的大量研究和探索,其中最主要的是要弄清楚 CD45 的配基以其相互结合的问题,即 CD45 是怎样接受外部信号的刺激的。这可能需将目光作一转移,即从胞内转移到胞外,集中在对 CD45 胞外区

的研究。前面说过, LAR 和 CD45 具有结构相关性,只是其外部区比 CD45 更为复杂(图 2)。现已知道, LAR 的胞外区主要由类似于 Ig 和类似于纤粘蛋白 II 的两类神经粘性分子(即 N-CAM 和簇蛋白 II)重复聚合而成,这暗示了 LAR 在细胞粘合或细胞与细胞相互作用方面具有某些功能。是否可以设想 LAR 通过不同细胞的两个分子相互作用而参与细胞和细胞间的信号传导呢?如果这样,在 T 细胞中也许还存在着另一条与 CD45 调节相同或完全不同的信号传导机制。

总之, CD45 在淋巴 T 细胞中具有重要的调控作用,这种作用通过 CD45 对信号的传导而得以实现。与 CD45 结构相关的受体 PTPP (如 LAR 等),在其它细胞中可能有相似的功能。

4 结论和展望

CD45 具有内在 PTPP 活性的发现揭示了一个新的信号传导机制。最终阐明这一信号传导途径以及 PTPP 的详细功能还有待于进一步寻找到每一种 PTPP 的体内底物。pp56^{Lck} 是 CD45 可能的体内作用底物,这一发现表明 src 基因家族的其它成员的表达产物也可能通过受体 PTPP 催化酪氨酸脱磷酸化。PTPP 的基因可能有“衰减癌基因”的作用,在癌基因发现以来,人们设想在体内可能存在拮抗癌基因的“抗癌基因”,如果这样,对肿瘤的研究以及治疗将有重要意义。

PTPP 已越来越显示出它在细胞调控及信号传导中的重要作用,但至今对它的研究还不够。PTPP 的发现已有 10 多年的历史,其间 PTK 的研究已经取得了令人瞩目的成就。而 PTPP 近几年才有所突破。随着越来越多的人加入到对 PTPP 研究的行列,这一方面的研究必将取得飞速的发展。正如 J. Marx 所说:“如果 80 年代是 PTK 研究的 10 年,那么 90 年代将可能成为 PTPP 的 10 年。”^[14]

参 考 文 献

- 1 Cohen P. The structure and regulation of protein phosphatase. *Annu Rev Biochem*, 1989; 58: 435
- 2 Hunter T, Cooper J A. Protein tyrosine kinases. *Progress Nucleic acid Res*, 1983; 29: 221
- 3 Eckhart W, Hutchisson M A, Hunter T. An activity phosphorylating tyrosine in polyoma T antigen immunoprecipitates. *Cell*, 1979; 18: 925
- 4 Tonk N K, Diltz C D, Fischer E H. Purification of the major protein-tyrosine-phosphatases of human placenta. *J Biol Chem*, 1988; 263: 6722
- 5 Marx J. Biologist turn on to "Off-Enzymes". *Science*, 1990; 251: 744
- 6 Hunter T, Sefton B M. Transferring gene product of Rous sarcoma virus phosphorylates tyrosine. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1980; 77: 1311
- 7 Hunter T. Protein-tyrosine phosphatases: the other side of the coin. *Cell*, 1989; 58: 1013
- 8 Nelson R L, Bramton P E. Identification, purification and characterization of phosphotyrosine-specific protein phosphatases from cultured chicken embryo fibroblasts. *Mol Cell Biol*, 1984; 4: 1003
- 9 Frank D A, Sartorelli A C. Regulation of protein phosphotyrosine content by changes in tyrosine kinase and protein phosphotyrosine phosphatase activity during induce granulocytic and monocytic differentiation of HL-60 leukemia cells. *Biochem Biophys. Res Commun*, 1986; 140: 440
- 10 Tonks N K, Diltz C D, Fischer E H *et al.* Protein tyrosine phosphatase. *Adv Proc Phosphatase*, 1989; 5: 149
- 11 Tonks N K, Diltz C D, Fischer E H *et al.* Demonstration that the leukocyte common antigen CD45 is a protein tyrosine phosphatase. *Biochemistry*, 1988; 27: 8696
- 12 Thomas M L. The leukocyte common antigen family. *Annu Rev Immunol*, 1989; 7: 339
- 13 Streuli M, Freger N X, Hall L A *et al.* A new member of the immunoglobulin family that has a cytoplasmic region homologous to the leukocyte common antigen. *J Exp Med*, 1988; 168: 1523
- 14 Cool D E, Tonks N K, Charbonneau H *et al.* cDNA isolated from a human T-cell library encode a member of the protein tyrosine phosphatase family. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1989; 86: 5257
- 15 Jeanette T, Pingel J T, Thomas M L. Evidence that the leukocyte common antigen is required for antigen induced T-lymphocyte proliferation. *Cell*, 1989; 58: 1055
- 16 Ingebritsen T S. Phosphotyrosyl-protein-phosphatases: identification and characterization of two heat-stable protein inhibitors. *J Biol Chem*, 1989; 264: 7754
- 17 Nicholas K, Tonks N K, Charbonneau H. Protein tyrosine dephosphorylation and signal transduction. *TIBS*, 1989; 14: 497
- 18 Samelson L E, Patel M F, Weissman A M *et al.* Antigen activation of murine T-cell induces tyrosine phosphorylation of a polypeptide associated with the T cell antigen receptor. *Cell*, 1986; 46: 1083
- 19 Mustelin T, Coggeshall K M, Altman A. Rapid activation of the T-cell tyrosine protein kinase pp56^{Lck} by the CD45 phosphotyrosine phosphatase. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1989; 86: 6305

科技情报长廊

北京市星火技术研究所代为本刊读者检索以下科技情报资料,该所对检索资料的真实性负法律责任。

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| 926101*《肝素钠生产技术》9 元 | 926244*《各类食疗验方100例》50 元 |
| 926102*《杀菌剂代森锰锌的生产》8 元 | 926247*《生香活性干酵母的研制》12 元 |
| 926112*《制取植酸的新工艺》6 元 | 926250*《树莓营养成分及果汁加工适应性研究》8 元 |
| 926126*《最新实用化学配方集》10 元 | 926517*《草莓热处理脱病毒的研究》20 元 |
| 926134*《葡萄糖废液制草酸》6 元 | 926525*《瓜类病害及其防治》12 元 |
| 926130*《用废动、植物油脂制甘油和脂肪酸甲酯》4 元 | 926526*《瓜类虫害的防治》10 元 |
| 926239*《食品添加剂的制法》20 元 | 926602*《玉米淀粉废水废渣的综合利用》6 元 |
| 926241*《三种脱苦方法脱除柑橘汁苦味技术》22 元 | 926202*《卵巢肿瘤的B型超声诊断和家庭用药中应注意的问题》10 元 |

[北京 867 信箱 20816 组 李 群, 邮编: 100024 电话 5762127, 5762194]

利用膜技术生产蔬菜汁 (925211)

本文论述了用超滤(UF)和反渗透(RO)的“冷”膜从芹菜、胡萝卜、黄瓜和番茄中取汁的方法。这种方法将菜汁分离成菜浆、小分子量化合物的热敏感溶液、含较大分子的热不敏感成分和分散体。热不敏感成份经巴氏杀菌纯化酶和微生物,然后在复原阶段与含风味和香味的成分混合。委托检索费: 单位 16 元, 个人 14 元。

[北京 867 信箱 20816 组 李 群, 邮编: 100024 电话: 5762127, 5762194]