

与大豆肌动蛋白基因之间只相差 8%—10%；大豆肌动蛋白基因 6 个拷贝之间碱基序列也相差 6%—9%，且这 6 个拷贝可以分成三对，在幼苗和成熟器官中只有一对能大量表达，所转录的 mRNA 占总肌动蛋白 mRNA 的 80%^[19]。最近曹晓凤等从豌豆卷须中分离出肌动蛋白 mRNA，经反转录后得到 cDNA 能与大豆肌动蛋白基因进行 DNA 杂交，并分析出其碱基序列。这些研究引出一个值得思考的问题，即肌动蛋白多拷贝基因所转录翻译的异型肌动蛋白在植物细胞内有何特殊生理功能。Mascarenhas (1987 年) 曾观察到玉米的肌动蛋白基因的表达受发育的控制，当花粉形成时肌动蛋白的表达最旺盛。关于植物肌动蛋白基因表达的研究目前又有一定的进展，愈来愈受到人们重视。

参 考 文 献

- 1 Loewy A G. J Cell Comp Physiol, 1952; **40**: 126
- 2 Hatano S, Oosawa F. J Cell Physiol, 1966; **68**: 197
- 3 阎隆飞, 石德权. 生物化学与生物物理学报, 1963; **3**: 490
- 4 Straiger C J, Schliwa M. Protoplasma, 1987; **141**: 1
- 5 Tang X J, Lancelle S A, Hepler P K. Cell Motil Cytokel, 1989; **12**: 216
- 6 Ilike R A, Breidenbach R W, Murphy T M. Phytochemistry, 1979; **18**: 1781
- 7 Metcalf T N, Szabo L J, Schubert K R *et al.* Nature, 1980; **285**: 171
- 8 Vahey M, Titus R T, Scordilis S. Cell Motility, 1982; **2**: 131
- 9 金仕萍, 凌俊, 张伟成. 科学通报, 1990; **35**: 940
- 10 Villanueva M A, Ho S C, Wang J L. Arch Biochem Biophys, 1990; **227**: 35
- 11 Liu Xiong, Yen Lungfei. Plant Physiol, 1992; **99**: 1151
- 12 马永泽, 阎隆飞. 生物化学杂志, 1989; **5**: 320
- 13 Mclean B G, Huang S R, Mckinney *et al.* Cell Motil Cytoskel, 1990; **17**: 276
- 14 Stebbings H, Hyams J S. In: Stebbings H ed. Cell Motility. New York: Longman Inc, 1979: 122
- 15 Kohno T, Shimmen T. J Cell Biol, 1988; **106**: 1539
- 16 Schimit A C, Lambert A M. The Plant Cell, 1990; **2**: 129
- 17 Wendt M, Sievers A. Plant Cell Environ, 1968; **9**: 17
- 18 Shonbohm E, Meyer-Wegener J. Biochem Physiol Pflanzen, 1989; **185**: 337
- 19 Hightower R C, Meagher R B. Genetics, 1988; **114**: 315

膜蛋白晶体的生长及其进展

邹喻苹

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

摘要 生物膜中与脂双层结合的蛋白质称为膜蛋白。由于它们具有很大的疏水表面以及既亲水又疏水的两性特点致使其纯化与结晶都十分困难。在膜蛋白晶体生长系统中引入小分子去污剂与小的两性分子获得突破性进展。迄今为止, 结晶出来的膜蛋白为数不多。其中只有光合细菌绿色红假单胞菌及球形红假单胞菌的反应中心得到 3 Å 分辨率的晶体结构与解析。一系列膜蛋白形成二维晶体, 可用电子显微镜与像重构技术获得三维结构信息。

关键词 膜蛋白, 去污剂与两性分子, 三维晶体, 二维晶体与像重构

1 引 言

在生物细胞内含有大量的膜结构。1972 年 Singer 等提出的生物膜结构流动镶嵌模型迄今仍为大多数人接受。所有生物膜都是由蛋

白质和脂类组成的有机集合体, 都具有脂双层的基本结构。生物膜行使的功能对生命活动是必不可少的。专一的膜蛋白担任独特的膜功能

如运输、通讯与能量转移等。

膜蛋白精细结构的知识是了解它们的功能与作用机理的基础。尽管它们的结构研究在不同领域、不同水平上取得了进展, 结晶学研究仍然是在原子分辨水平上直接确定这类蛋白质空间结构的唯一方法。结晶学研究首先要求有晶体, 而膜蛋白由于其高度疏水性使得生长晶体十分困难。因而晶体生长成为用 X 射线衍射法测定和研究蛋白质三维结构的限制因素。结晶是一个受多个因素影响的过程。经过长时期失败的尝试后, 1982 年 Michel^[1]首次从绿色红假单胞菌光合作用反应中心蛋白复合物获得三维晶体, 为开创膜蛋白晶体的生长做出了卓越贡献。Deisenhofer 与 Michel 合作 1985 年发表了 *R. viridis* 反应中心晶体 3 Å 分辨率的解析结果, 因此荣获 1988 年诺贝尔化学奖。这是蛋白质结晶史上新的里程碑。十年来在欧美国家, 膜蛋白结晶成为蛋白质化学研究领域中的热点。1986 年 Allen 等^[2]发表了球形红假单胞菌反应中心晶体三维结构的解析结果。为了解光合链上电子传递过程提供了所需的结构框架, 也可作为了解其他膜蛋白结构的模式。迄今为止, 有十几个膜蛋白相继结晶出来, 其中只有少数几个适于 X 射线衍射分析。从表 1 可见, Garavito 等^[8]在生长 *E. coli* 外膜上的几种

光色素复合物的晶体。牛心线粒体细胞色素 bc₁ 复合物的晶体已在美国 Oklahoma 州立大学生化系 Dr. Yu 实验室获得。1990 年 Michel^[9]精辟阐述了膜蛋白结晶的基本原理与实验方案, 对今后这个领域的工作具有指导意义。

一系列膜蛋白纯化后与脂类重组, 在合适条件下可诱导形成“二维晶体”。在有些情况下, 蛋白质天然存在这样的二维有序排列。它可通过电镜与像重构(image reconstruction)技术获得三维结构信息(表 2)。Henderson

表 2 二维晶体通过电镜与像重构技术
获得三维结构信息

蛋 白 质 名 称	分辨率	文献
1. 细菌视紫红质 (<i>Bacteriorhodopsin</i>)	6.5 Å	[10]
2. 叶绿体捕光色素蛋白复合物	6 Å	[12]
3. Ca-ATP 酶	6 Å	[13]
4. NADH-UQ 氧化还原酶	13 Å	[14]
5. 细胞色素 c 氧化酶	20 Å	[15]
6. 绿色红假单胞菌的光受体单位	20 Å	[16]
7. 间隙结合蛋白 (connexin)	18 Å	[17]
8. 乙酰胆碱受体	17 Å	[18]
9. OmpF (Matrix porin)	23 Å	[19]
10. Na/K-ATP 酶	20 Å	[20]

表 1 已结晶并适合于 X 射线衍射的膜蛋白

蛋 白 名 称	文献
1. 光合细菌 (<i>R. viridis</i>) 反应中心	[1]
2. 光合细菌 (<i>R. sphaeroides</i>) 反应中心	[2]
3. 蓝细菌 (<i>Phormidium laminosum</i>) PSI 反应中心	[3]
4. Porin (<i>E. coli</i> 外膜)	[4]
5. Porin (<i>Rhodobacter capsulans</i>)	[5]
6. 哺乳动物前列腺素合成酶	[6]
7. 光合细菌捕光色素蛋白复合物。	[7]

porin 蛋白^[4]的三维晶体以及蓝细菌光系统 I^[3]的反应中心晶体上有重要贡献。80 年代中后期^[7], 从红假单胞菌属的几个种中生长出捕

等^[10]应用这个技术重构了细菌紫膜上视紫红质在 6.5 Å 分辨下的图像。近几年 Kühlbrandt^[11], 等在膜蛋白二维晶体的制备及高分辨的电子结晶学方面作出了重要贡献。他们得到豌豆叶绿体捕光叶绿素 a/b 蛋白复合物的二维晶体在 6 Å 分辨下的三维图像。表 2 列出的其他大多数膜蛋白只得到 15—20 Å 的分辨率, 只能显示出分子的一般形状与取向。尽管这样仍然是很有价值的。很多这样的分子作为独特的多聚体存在于二维晶体中。

2 膜蛋白晶体的形成及问题所在

蛋白质以两种方式与脂双层结合。一种称

为外周蛋白, 它们通过离子键与脂膜的极性头相结合, 本身不伸入脂双层中. 它们相当于水溶性蛋白; 另一种称为本体蛋白, 它们主要通过与脂双层的疏水尾相互作用而结合在膜上. 有的插入脂双层内, 有的贯穿整个脂双层, 有的埋在脂双层内. 通常只有用去污剂、有机溶剂、破坏水结构的 Chaotropic 试剂以及磷酸脂酶处理才能从膜上增溶下来. 线粒体上的 NADH-泛醌还原酶、泛醌细胞色素 c 还原酶、光合细菌反应中心复合物、叶绿体捕光叶绿素 a/b 蛋白复合物、叶绿体细胞色素 b₆/f 蛋白复合物等都属于这类. 它们从膜上增溶下来后, 脱离了它们天然的与脂结合的疏水环境而趋于聚集状态. 这是一种不溶于水的无序形式, 不适于结晶学研究.

Michel^[9]指出, 膜蛋白可能形成两种类型的晶体. 它们所不同的是用不同的方法来替换

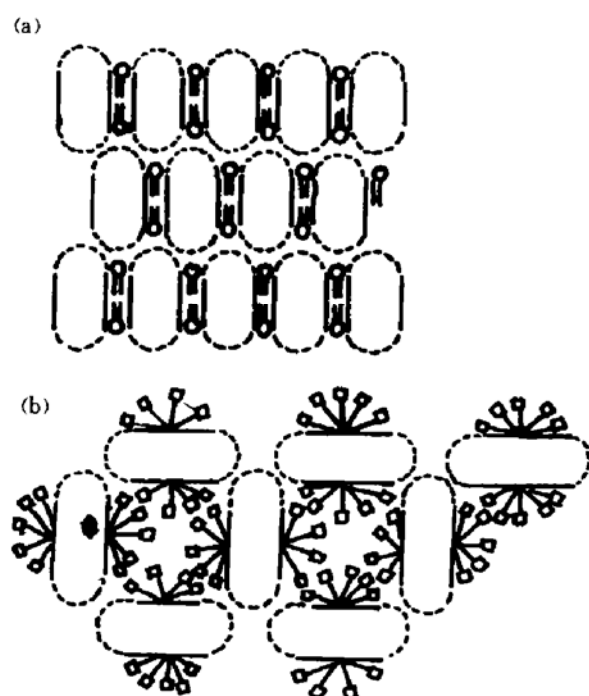


图 1 膜蛋白晶体的两种基本类型^[9]

(a) I 型; (b) II 型.

膜蛋白的极性表面用虚线表示. 疏水表面用实线表示. 脂分子的极性头用圆圈表示, 连在其上的疏水的烷烃链用二条直线表示. 去污剂分子用连有一条直线的方块表示.

或补偿蛋白质疏水部分原来所含的脂类. 类型

I 是膜蛋白的二维晶体排成的垛叠, 这些蛋白在第三维上是有序的. 如图 1 所示, 这种二维晶体实质上是在仍然存在“脂双层”的膜平面上形成的. 在蛋白的疏水部分之间有侧向的接触点, 脂类分子围绕着蛋白质分子类似脂双层的样式. 脂和蛋白的极性部分连接成膜片. 这种二维晶体在旋转、平动以及上下移动时必须是有秩序的. 它们靠极性的相互作用以及疏水的相互作用而维系在一起. 目前还没有什么直接的好办法来逐渐地、同时增加这两种相互作用以期稳定这种晶体. 最有希望的途径是在较高的离子强度下缓慢透析以去除增溶膜蛋白的去污剂^[9]; 也有人建议在系统中加入少量脂类分子使形成真正的脂双层^[11]. 总之, 指望得到序性好、足够大、适合于 X 射线衍射分析的类型 I 晶体不太可能. 这类晶体往往在分离纯化蛋白质过程中自发形成. 例如线粒体细胞色素氧化酶和叶绿体捕光叶绿素 a/b 蛋白复合物的晶体一般小而薄, 更适于电子晶体学研究, 在电镜下重构三维图像. 类型 II 是膜蛋白与去污剂结合的晶体. 蛋白质通过亲水表面之间的极性相互作用形成晶格. 小分子去污剂或其他小的两性分子 (amphiphil 又称亲水脂分子) 基本上填充了间隙. 在这里去污剂的大小、电荷和其他性质起关键作用. 三维晶体总是在各向同性的去污剂溶液中长出来的. 每个蛋白质分子并入去污剂微团形成去污剂-蛋白质混合微团. 这种混合微团占据着三维晶格的位置恰似通常的可溶性蛋白, 所不同的仅在于它含有某种去污剂. 晶体空间点阵的位置约束着包围每个蛋白质分子的去污剂微团的形状与大小, 因此高度有序的膜蛋白三维晶体主要是用形成小微团的小分子去污剂得到的. 去污剂极性头复盖蛋白质极性表面的一小区域, 这个区域可能导致晶核的形成. 因此, 极性头应该尽可能小. N, N-dimethylamine-N-oxide 的极性头用于光合细菌的反应中心的结晶是近于理想的. 而对一些伸出膜外区域比较大的膜蛋白, 在结晶时所用去污剂头部基团的大小并不重要. 因此光系统 I 反应中心能用 Dodecyl-D-maltoside

甚至用 Triton X-100 结晶也就不足为奇了。遗憾的是小极性头基的去污剂比大极性头基的去污剂更易使蛋白变性。而较大的、温和的去污剂又不太适合于进入晶格中去。因此, 寻找到分子量较小而且性质温和的去污剂是膜蛋白三维晶体形成的关键。

Michel^[9]用了大约 100 种两性分子做实验, 企图改善晶体的质量。它们中的大多数或者在必须的高盐浓度下不溶解, 或者在所用的条件下使蛋白变性。只有 heptane 1-2-3-triol 和 benzaminedine 最有效。两性分子的作用与去污剂相同, 但不能单独形成微团。它与去污剂形成混合微团。Caravito^[3,4]等在生长大肠杆菌外膜上的几种 porin 蛋白晶体时发现, 一系列类似庚烷的化合物如乙醇、二氧六环及 1, 6-hexanediol 等与去污剂形成微团可改变结晶过程, 使系统只有效形成单斜晶体。Kühlbrandt^[11]指出, 适于光合细菌反应中心结晶的两性离子去污剂与两性分子却使捕光叶绿素 a/b 蛋白复合物变性。由此可见, 不同的膜蛋白体系要求不同的去污剂与两性分子。

3 去污剂现象

去污剂本质是两性分子。它在水中形成透明、各向同性和低粘度的溶液。它仅在某种特殊的浓度 (10^{-1} — 10^{-6} mol/L) 下才能形成小的称为微团 (micelles) 的胶体聚合物。这个特殊的形成微团的浓度称为临界微团浓度 (critical micelles concentration, CMC)。超过 CMC 微团总是与未聚集的单体共存。单体的浓度大致相当于 CMC, 它们之间连续交换, 处于高度动态状态。

膜蛋白的完全增溶是指在蛋白-去污剂的混合微团中只存在一种蛋白质。为了避免不完全增溶应选择足够高浓度的去污剂, 即自由微团与混合微团的比例至少是 10。这种情况通常在去污剂浓度几倍于 CMC 时发生。完全增溶时, 溶液中含有许多自由微团、去污剂单体以及混合微团, 后者全都具有相同的形状。上述溶液的结晶可设计为与可溶性蛋白同样方式进行。

和水溶性蛋白一样, 微团也能被沉淀剂盐析出来。它们不形成晶体, 而通常发生相分离 (phase separation)。即单一相的去污剂溶液变成双相的粘稠的去污剂溶液。这两相肉眼可见, 其中之一主要含自由微团。这种去污剂的相分离现象是膜蛋白结晶过程最糟糕的障碍之一。许多膜蛋白在去污剂相迅速变性。相分离现象是由于加入沉淀剂、温度改变以及含有膜蛋白而发生的。因此为了得到晶体, 最重要的对策是改变或抑制相分离。Michel^[9]指出, 用聚乙二醇作沉淀剂时, 相分离的发生随 PEG 分子量增加而明显上升 ($\text{PEG}600 < \text{PEG}1000 < \text{PEG}4000 < \text{PEG}6000$); 用盐作沉淀剂时, 对相分离而言, 硫酸铵显著低于钾盐与钠盐。遗憾的是温度变化常常对蛋白质溶解度与相分离有相反影响。若用 Octyl-D-glucopyranoside 和 N, N-dimethylamino-N-oxide 作去污剂时, 在 25°C 下结晶较合适。低温 4°C 不一定好, 许多去污剂如 Octyl-D-thioglucoside, Decanoyl-N-methylglucamine 和 Dodecyl-D-maltoside 在 4°C 下会结晶出来, 被误认为是膜蛋白结晶。

最常用于膜蛋白增溶与结晶的是具烷烃尾的非离子型与两性离子型去污剂。它们被称之为温和型的去污剂是因为它们不会使蛋白质变性。

4 结束语

膜蛋白晶体的生长条件具有很大专一性。不同的膜蛋白系统要求不同的条件。综述前人经验, 结晶膜蛋白的策略可总结为:

a. 确定膜蛋白制剂是否为化学上纯净和物理上均一。异质性的和多分散性的蛋白制剂不能得到好的晶体。

b. 确定膜蛋白制剂是否有活性, 或至少有一个明确的构象状态。许多时候, 去污剂增溶蛋白时导致可逆的或不可逆的蛋白质失活。

c. 监测蛋白质-去污剂混合物的溶解度。许多膜蛋白在低浓度去污剂中 ($< 1\text{mg/ml}$) 是可溶的。有时较高的去污剂浓度会诱导蛋白质非专一的聚集。这种现象会由于硫酸铵或聚乙

二醇的加入而加剧. 此时应改变溶液条件 (如 pH, 离子强度等).

d. 设计好沉淀剂的种类及浓度范围以及选择合适的温度, 以避免去污剂的“相分离”. 寻找到合适的去污剂. 选择的标准应该是: (1) 纯. (2) 形成小的单相分散的微团. (3) 化学上稳定、惰性而且温和. (4) 对大幅度变化的 pH 与离子强度相对稳定. 许多非离子型与两性离子型去污剂能满足上述要求. 适于膜蛋白结晶的去污剂列在表 3.

表 3 用于膜蛋白结晶的去污剂

去 污 剂	分子量	CMC/ (mmol/L.)
β -辛基葡糖苷(β -OG)	292	22—23
β -壬基葡糖苷(β -NG)	306	6.5
癸基麦芽糖苷(C_{10} -M)	482	1.6
十二烷基麦芽糖苷(C_{12} -M)	510	0.16
辛基四氧乙烯(C_8E_4)	306	7.0
辛基多氧乙烯(C_8E_5)	350	4.3
十二烷基辛氧乙烯($C_{12}E_8$)	518	0.08
癸基二甲胺-N-氧化物(DDAO)	201	10.4
十二烷基二甲胺-N-氧化物 (LDAO)	229	1.1
十二烷基二甲氨基丙基亚砷	335	3.0
辛基 2-羟乙基亚砷	206	29.9
壬酰 N-甲基葡糖胺(MEGA-9)	363	23.0
癸酰基 N-甲基葡糖胺 (MEGA-10)	377	5.0

参 考 文 献

- 1 Michel H. J Mol Biol, 1982; **158**: 567
- 2 Allen J P, Feher G. Proc Natl Acad Sci USA, 1984; **81**:

- 4795
- 3 Ford R C, Picot D, Garavito R M. EMBO J, 1987; **6**: 1581
- 4 Garavito R M, Neuhans J M. J Biol Chem, 1984; **259**: 4254
- 5 Nestel U, Wacker T, Woitzik D *et al.* FEBS Lett, 1989; **242**: 405
- 6 Picot D, Garavito R M. In: Schuster I ed, Cytochrome p-450: Biochemistry and Biophysics, London: Taylor and Franeis, 1989; 29
- 7 Hawthornthwaite A M, Cogdell R J, Woolley K *et al.* J Mol Biol, 1989; **209**: 833
- 8 Yue W H, Zou Y P, Yu C A *et al.* Biochemistry, 1991; **30**: 2303
- 9 Michel H, Crystallization of Membrane Protein. USA: CRC Press, Inc. 1991; 53—208
- 10 Henderson R, Baldwin J M, Ceska T A *et al.* J Mol Biol, 1990; **213**: 899
- 11 Kühlbrandt W. Quarterly Review of Biophysics, 1992; **25**: 1
- 12 Kühlbrandt W, Wang D N. Nature, 1991; **350**: 130
- 13 Stokes D L, Green N M. J Mol Biol, 1990; **213**: 529
- 14 Leonard K, Haiker H, Weiss H. J Mol Biol, 1987; **194**: 277
- 15 Valpuesta J M, Henderson R, Frey T G. J Mol Biol, 1990; **214**: 237
- 16 Stark W, Kühlbrandt W, Wildnaber I *et al.* EMBO J. 1984; **3**: 777
- 17 Unwin P N T, Zampighi G. Nature, 1980; **283**: 545
- 18 Brisson A, Unwin P N T. Nature, 1985; **315**: 474
- 19 Engel A, Massalski A, Schindler H *et al.* Nature, 1985; **317**: 643
- 20 Mohraz M, Marcva V S, Smith P R. J Cell Biol, 1987; **105**: 1

PAF 受体及其信号传导

吕小燕

(北京医科大学第一临床学院, 北京 100034)

摘要 血小板激活因子是一种强力的磷脂介质, 普遍认为它经其特异受体而起作用. 最近已克隆出 PAF 膜受体的 cDNA. 文章综述了有关 PAF 受体及其信号传导研究的新进展.

Current Researches on Recombinant Fusion Proteins Comprising Dimeric Cytokines. Liu Jie, Ma Dalong. (*Department of Immunology, Beijing Medical University, Beijing 100083*). *Prog. Biochem. Biophys. (China)*, 1994; **21** (3): 194

Cytokines play an important role in the immune regulation. Among the different cytokines, there can be either synergy or suppression effects. Based on the network effects of the cytokines, researchers have designed and constructed by genetic engineering and protein engineering techniques some novel cytokines comprising dimeric cytokine proteins, which exhibited multiple bioactivities. Such molecules could be used for the researches on the immune regulation as well as the clinical applications.

Key words cytokine, protein engineering, fusion protein

The Structure and Function of vWF. Gong Qian Liqing, Guosheng, Wu Shengmei. (*Shanghai Institute for Pediatric Research, Shanghai 200092*). *Prog. Biochem. Biophys. (China)*, 1994; **21** (3): 196

von Willebrand factor (vWF) is a high molecular weight multimeric glycoprotein and is absent or abnormal in von Willebrand disease (vWD). The essential information for its function resides in the monomer. vWF participates in thrombosis and haemostasis through interacting with Gp I b, Gp II b-III a, collagen, FVIII and heparin.

Key words vWF, function, domain

The Contractile Proteins and Regulatory Mechanism of the Crustacean Striated Muscle. Chen Ming, Zhong Yongmei. (*Shanghai Insti-*

tute of Physiology, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200031). *Prog. Biochem. Biophys. (China)*, 1994; **21** (3): 200

Myofilament arrangement, contractile proteins, and Ca^{2+} -dependent regulatory mechanisms between the crustacean and vertebrate striated muscles are different. The ratios of the thick to thin myofilament of vertebrate striated, crustacean fast and slow muscles are 1 : 2, 1 : 3 and 1 : 6 respectively, as well as the myofilament arrangement also differ from one another. The molecular assembly of the crustacean thick myofilament composes of myosin and paramyosin are different from that of the vertebrate striated muscle. The thin myofilament comprises actin, tropomyosin, and troponin. The molecular weight of troponin T is relatively high, and troponin C has only single Ca^{2+} -binding site. The thin and thick myofilament regulatory mechanisms coexist in the crustacean striated muscle.

Key words striated muscle, myofilament arrangement, contractile proteins, thick myofilament regulation, thin myofilament regulation

The Past and Present of Investigation on Plant Actins. Liu Xiong, Yan Longfei. (*College of Biological Sciences, Beijing Agricultural University, Beijing 100094*). *Prog. Biochem. Biophys. (China)*, 1994; **21** (3): 203

Actin widely occurs in plant cells as an important cytoskeleton element. It is involved in many key cellular activities. The structure, function and properties of plant actin are described here.

Key words actin, plant microfilament, intracellular movement

Crystal Growth of Membrane Proteins. Zou

Yuping. (*Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing 100093*). *Prog. Biochem. Biophys.* (China). 1994; **21**(3): 207

The proteins which bound with lipid layers were named membrane proteins in biomembrane. Because of the large hydrophobic surface in membrane proteins, and the amphiphilic (hydrophobic and hydrophilic) character, their purification and crystallization are very difficult. Introducing small molecular detergent and small amphiphil into crystallization system of membrane protein, a great progress have been made. So far, a few membrane proteins have been crystallized, among them only the reaction center of *Rhodospseudomonas viridis* and *Rhodospseudomonas sphaeroides* have produced crystals and been analysed with 3 Å resolution. Two-dimensional crystal can be formed in a series of membrane proteins and the information of three-dimensional structure may be obtained by electronmicroscopy and image reconstruction.

Key words membrane proteins, detergent and amphiphil, three-dimensional crystal, image reconstruction

Platelet Activating Factor Receptor and Its Signal Transduction. Lu Xiaoyan. (*The First Teaching Hospital of Beijing Medical University, Beijing 100034*). *Prog. Biochem. Biophys.* (China). 1994; **21**(3): 211

Platelet-activating factor (PAF) is a potent phospholipid mediator. It is widely accepted that PAF effects through the reaction with its specific membrane receptors. PAF membrane receptor cDNA was cloned recently. The present paper reviewed developments on research concerning PAF receptor and its signal transduction.

Key words PAF receptor, signal transduc-

tion, gene expression

Recent Advances on the Functions of the 3'-Untranslated Regions of Eukaryotic mRNA's.

Liu Dinggan. (*Shanghai Institute of Biochemistry, Academia Sinica, Shanghai 200031*). *Prog. Biochem. Biophys.* (China). 1994; **21**(3): 215

Eukaryotic mRNA 3'-untranslated regions' function are much complicated than it is thought. Recent studies showed that the 3'-untranslated regions determine not only the stability of mRNA, but also time, location and products of translation of the mRNA. It is noteworthy that mutations within 3'-untranslated regions can lead to tumorigenesis.

Key words mRNA, 3'-untranslated region, function

DNA Damage Induced by Lipid Peroxidation.

Liu Xiaoqi, Cao Enhua. (*Institute of Biophysics, Academia Sinica, Beijing 100101*). *Prog. Biochem. Biophys.* (China). 1994; **21**(3): 218

Lipid peroxidation may lead to base modification, DNA strand breaks and formation of various fluorescent products in model systems, bacteria and eucaryotic cells, and the selective destruction of the base guanine in DNA. The transient metal ions can intensify the DNA damage obviously. Antioxidants and free radical scavengers have the protective effect of varying degrees for DNA damage induced by lipid peroxidation. 8-Hydroxyguanine, which is strongly implicated in mutagenesis and carcinogenesis, has been observed. The molecular mechanism of mutagenesis and carcinogenesis induced by lipid peroxidation aroused great concerns in the field of free radical biology.

Key words lipid peroxidation, DNA damage,