

食品免疫学研究

N·卡特森波拉斯 著

舒浚 吴联熙 白竟玉 译



人民卫生出版社

食品免疫学研究

N·卡特森波拉斯 主编

舒 浚 吴联熙 白竞玉 译

人 民 卫 生 出 版 社

Immunological Aspects of Foods
Nicholas Catsimpoolas, Ph. D
The Avi Publishing Company, Inc.
1977

食 品 免 疫 学 研 究

N·卡特森波拉斯 主编
舒 浚 吴联熙 白竟玉 译

人 民 卫 生 出 版 社 出 版
(北京市崇文区天坛西里10号)
人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷
新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

787×1092 毫米 32 开本 12 1/4 印张 32 插页 290 千字
1984年2月第1版 1984年2月第1版第1次印刷
印数: 00,001—7,600
统一书号: 14048·4408 定价: 2.40 元
(科技新书目 49-79)

译者序

国内关于食品免疫学的研究进展因课题不同差别很大，但以食品免疫学为题的专著则尚属罕见。这类书籍在国外也很少。本书涉及的课题如目录所述颇为广阔，其中部分章节主要介绍研究食品用的免疫学和免疫化学的方法学以及著者等的研究成果，另外一些章节则是综述性质的文章。从研究方法、思路和观察概貌等方面来看有可取之处，可以作为在营养科学与食品科学中使用免疫学和免疫化学技术进行讨论的参考资料。应当指出免疫学近年来发展很快，极为活跃，进入食品科学领域当中仍然如此。因此，需要注意本书所述某些结论同样处于动态之中。本书内容广泛，对于这种边缘学科专著进行侈译，水平有限，尚请读者指正。原书附有1290余篇文献，很有价值，又配有索引，使之可能成为类工具书。译本因为参考文献数量太多，又均是国外著述，未予录入，仅保留索引以利查阅。

1982. 8.

序

本书编写的目的在于提供一本入门书，介绍使用近代免疫学方法，研究食品材料和食品传播性疾病的污染物，以及它们对人类免疫系统的影响。因为现在已经能够得到好几本有关免疫学技术的优秀专题著作，设想已有免疫学基本技术的预备性知识。

免疫学发展到食品科学和营养学研究的很多重要领域，诸如供应安全的食品原料以及探索与利用新的食品来源，特别是蛋白质。免疫反应的特异性和敏感性使它能够应用于：检测和定量以及研究食品蛋白，有毒性的植物与动物成分，食品传播性细菌的毒素与病毒，以及其它抗原性物质。除去这些课题，有关食品变态反应的研究、营养与免疫和疾病的内在联系，在计划人类将来的食品供应方面，毫无疑问具有极其突出的重要性。

N. Catsimpoolas

1976年9月

目 录

序	3
第一部份 食品蛋白	1
第一章 肉类蛋白的免疫化学	1
第二章 大豆蛋白的免疫化学性质	37
第三章 大麦种子蛋白的免疫化学	58
第四章 小麦蛋白的免疫化学	82
第五章 花生蛋白的生化：鉴定、生理和变 性	110
第六章 鸟类卵白的蛋白免疫化学	136
第二部份 有毒性的植(动)物成分	152
第七章 植物凝集素的免疫学	152
第八章 植物蛋白酶抑制素的免疫学	164
第三部份 细菌毒素与病毒	180
第九章 葡萄球菌肠毒素的免疫学概况	180
第十章 大肠艾希氏菌肠毒素的免疫学	204
第十一章 肉毒梭状芽胞杆菌及产气荚膜梭状芽 胞杆菌	216
第十二章 鱼贝类中毒的免疫学概貌	239
第十三章 食品传播性病毒的免疫学	247
第四部份 食品变态反应和营养免疫学	260
第十四章 食品变态反应原	260
第十五章 油料种子变态反应原	296
第十六章 营养不良与免疫	363

0574453-84-6-12-2402

第一部份 食品蛋白

第一章 肉类蛋白的免疫化学

R. G. Cassens M. L. Greaser 和 A. R. Hayden

前 言

曾经使用免疫化学技术进行意图广泛的，关于肌肉与肉类方面的研究工作。结果不仅发展了科学知识，应用于食品工业也大有益处。一方面，曾经用免疫化学鉴定肌肉中的肌丝的各种蛋白分子的分布与排列。在敏感性方面，有一项实验结果达到能与X线衍射法相匹敌的程度。另一方面，曾经用免疫化学作为制订规章制度的技术，用来检测零售的鲜肉制品中掺杂的肉种，例如鉴定牛肉馅中是不是有猪肉。

免疫化学技术有一个很突出的优点，乃是它具有很高的敏感性。这既是长处，也容易引致误诊。最大的危险可能在于，用以制备抗体的原材料的蛋白制剂当中有少量污染物，这种污染物本身可能是抗原，可以引致产生该污染物的抗体，然后就困扰检验工作人员，甚至使他们走入歧途而得出错误的诊断。如果污染物的抗原性比所研究的主要组分强得多，这个问题就更加严重。在本章肌动蛋白和肌球蛋白两部份当中都要叙述这种问题的实际事例。杀虫药检测方法的情况与此类似。技术上每一次改进都能提高检出水平从而获得更多的阳性结果。同样，由于对肌肉蛋白的有关知识与研究法

有了进展，得以发现更多种类的微量蛋白，从而必须论述过去的免疫化学研究（在那些工作中对这些蛋白的存在以及它们的抗原性作过研究）。

本章叙述的免疫化学技术仅仅涉及它的边缘部分，因为在本书其它章节当中专门讨论了免疫化学和免疫学的方法学。

关于骨骼肌蛋白的文献，数量极多而且复杂得令人惊愕。我们却只想在本章中用简明的形式综述这门知识的当前情况，作为在基础科学和肉类科学当中使用免疫化学技术进行讨论的基础。全章的重点放在骨骼肌部分。关于平滑肌和心肌，只就几个问题作适当的说明。

撰写本文时，考虑到肌肉蛋白的免疫化学是一个非常活跃的动态领域，所以请读者充分地认识到文中所述结论同样是动态的，甚至在写这篇综述时也在变化。

肌肉蛋白的性质与功能

肌肉是个专门从事于将化学能转变为机械功的组织。完成这种转变要依靠一群很复杂的蛋白，它们排列在彼此靠得很近的肌丝里。三磷酸腺苷（ATP）被分解供应肌丝活动所需要的能量。肌肉组织有几个类型。骨骼肌或称随意肌，通过肌腱附着在骨骼上，是食用肌肉的主要类型。心肌见于心脏。平滑肌构成肠壁衬里、血管、子宫以及鸟类嗦囊的收缩组织。在骨骼肌和心肌之中，收缩性肌丝形成排列得很整齐的结构（肌原纤维），但在平滑肌中的肌丝排列得不规则。

根据溶解性，通常把肌肉蛋白划分为三大类：肌浆蛋白溶解于较低盐浓度（0.05M或更低）；肌原纤维蛋白溶解于0.3~0.6M盐浓度；结缔组织（或基质）蛋白在中性pH的高

盐或低盐浓度中都不能溶解。每一类肌肉蛋白都将作为肌肉或肉类免疫学研究工作的参考结构加以叙述。除非作出专门说明，以下叙述的绝大多数资料都是用家兔或鸡的白色骨骼肌得出的。如果读者需要更详细的资料，请参阅有关肌肉的许多优秀书刊和综述（Cold Spring Harbor 专题论文集，1972；Bourne，1973；Brisky 等，1969；Ebashi和Tonomura，1973；Weber和Murry，1973，Ebashi，1974）。

肌原纤维蛋白 (Myofibrillar Protein)

肌原纤维大约占骨骼肌重量的 10~20%。心肌和平滑肌里的收缩性蛋白含量比较低。肌原纤维蛋白的正式定义是在高盐浓度中溶解，分离出来的蛋白有几种却是水溶性的。

肌球蛋白和肌动蛋白分别是构成粗丝和细丝的主要成分。这两种蛋白直接参与收缩力的产生。原肌凝蛋白和肌钙蛋白都和细丝有关，它们控制肌动蛋白与肌球蛋白之间的相互作用。甲种肌纤蛋白素，C-蛋白，乙种肌纤蛋白素和M线蛋白的功能现在还不太清楚，但是在肌原纤维的聚集和保持其结构的完整性方面，它们起着作用。

肌球蛋白(Myosin亦称肌凝蛋白) 这种蛋白大体占肌原纤维总重量的一半，占肌肉总蛋白量的 $\frac{1}{2}$ 左右(Hasselbach和Schneider，1951)。肌球蛋白存在于粗丝当中(Hanson和Huxley，1953)，是ATP的水解部位(Engelhardt和Ljubimova，1939)。它是非常大的蛋白，分子量约为 470,000 (Gershmann等，1969；Godfery和Herrington，1970)。肌球蛋白含有分子量约为 200,000 道尔顿的两个大的多肽链(Gershmann等，1969；Lowey等，1969；Garith等，1970)，以及含量约占 10~15%的低分子量亚单位。这些小的亚单位

也叫轻链（亦名LMP——低分子量蛋白），原来被认为是肌球蛋白的污染物，但是已经证明，除去轻链的肌球蛋白不再能分解ATP，也不再能结合肌动蛋白（Stracher, 1969；Driezen和Gershmann 1970）。在白肌肌球蛋白中发现了三类轻链，用十二烷基磺酸钠(SDS)聚丙烯酰胺凝胶电泳测分子量，分别为25,000，18,000和16,000（Sarkar等1971；Lowey和Risby, 1971）。25,000，18,000和16,000分子量的轻链分别称为LC₁，和LC₂，LC₃（Sarkar等，1971）或A₁，DTNB和A₂（Lowey和Helt, 1972）。用5,5'dithiobis（二硝基苯甲酸）处理肌球蛋白能除去DTNB（Gazith等，1970；Weeds, 1969），得到的肌球蛋白仍然保持其生物学活性。用碱或一些其它方法可以把A₁和A₂链由重链上解离下来，但是除掉A₁和A₂之后得到的是酶学失活产物。肌球蛋白每克分子大约含有4个克分子的轻链（Weeds和Lowey 1971），化学计算其LC₁ LC₂和LC₃分别约为1.35:2.0:0.65（Sarkar, 1972；Weeds等，1975）。在分离出来的单个肌肉纤维中，它们的比值并不都是这样（Weeds等，1975）。在羧基端141个残基之内，A₁和A₂的氨基酸顺序是相同的（Frank和Weeds 1974）。在这条141个残基的片段之外的那些氨基酸表明A₂不可能是A₁的水解产物。因此，A₂大概是一个独立基因的产物。根据氨基酸顺序计算，A₁和A₂的分子量分别是20,700和16,500（Frank和Weeds, 1974）。前一个数值显然和用SDS聚丙烯酰胺凝胶法测得的数据25,000道尔顿很不相同。

肌球蛋白具有很不寻常的形态：一个长尾接连着一个头区（Rice 1961；Zobel和Carlson 1963，Huxley 1963）。全长近1,400 Å（Lowey等，1969）。尾的直径约为20 Å，两个

头的直径约为 $90 \text{ \AA}$ (Slayter和Lowey 1967)*。头部包括ATP水解部位、和肌动蛋白的结合部位以及整个轻链。肌球蛋白分子经水解酶裂解产生许多片段(可参阅Lowey等的综述, 1969)。胰蛋白酶裂解肌球蛋白形成两个片段,即酶解肌球蛋白(亦称酶解肌珠蛋白)重链(HMM, MM-Meromyosin)和轻链(LMM) (Gregory 1950; Szent-Gyorgyi, 1953)。HMM是水溶性的,含有ATP酶和肌动蛋白结合部位。LMM具有天然肌球蛋白的溶解性,要求有中等盐浓度才能溶解。用胰蛋白酶进一步水解HMM,还能得出两个片段,即亚碎片I和亚碎片II(S-1和S-2)(Mueller和Perry, 1962)。S-1保持着肌球蛋白的酶催活性。酶解肌球蛋白重链和轻链都是 α -螺旋,组成肌球蛋白分子的尾部(Lowry等, 1969)。LMM,可能还有S-2的一部分,参与把肌球蛋白分子固定到粗丝核心中去,而S-1形成的交联桥则在产生力时联结粗丝和细丝。

对红肌,白肌,心肌和平滑肌的肌球蛋白进行比较研究,证明它们的总体积和形式非常相似(Katz, 1970)。白骨骼肌中肌球蛋白的ATP酶活性比红肌和心肌标本高(Barany等, 1965; Sreter等, 1956)。用SDS聚丙烯酰胺凝胶法测定证明,不同组织的肌球蛋白重链分子量大体相同,亦即200,000左右。可是每一类肌肉都有不同形式的轻链,红肌肌球蛋白分子有26,000~27,000道尔顿的一条带和18,000~20,000的另一条带;心肌具有的则是27,000和18,000~20,000道尔顿的带;白肌肌球蛋白具有25,000, 18,000和16,000道尔顿的带(Sarkar等, 1971; Lowey和Risby 1971)。平滑肌肌

* Lowey 等报导,肌球蛋白分子有一个头区,内有二个头(球形)。

——译注

球蛋白轻链的表观分子量为 20,000 和 17,000 (Leger和Focant 1973 ; Kendrich-Jones 1973)。

C-蛋白 只是在最近才分离鉴定了这种蛋白。它是粗丝的一种组分 (Offer, 1972)。已经证明它结合于肌球蛋白的LMM 部分 (Moos, 1972), 是一条多肽链, 分子量为 14,000, 占肌原纤维重量的 2%(Offer等, 1973)。它按 429 Å 的周期结合在粗丝上, 每一个周期明显地结合着二个 C-蛋白分子 (Offer 1972)。C-蛋白与肌球蛋白的ATP酶活性无关。这种蛋白不结合钙。C-蛋白在肌原纤维中的功能尚未得到精确鉴定。

M-蛋白 M线中蛋白的情况仍不清楚。这些蛋白的功能看来是把粗丝结合在一起, 从而稳定A带的格子结构。曾报导由M线区域中分离出来用 SDS聚丙烯酰胺凝胶法测定分子量分别为 160,000, 90,000~100,000 和 40,000~48,000 的蛋白 (Masaki和Takaiti 1974 ; Eaton和Pope, 1972 ; Morimoto和Harrington 1972 ; Landon和Oriol 1975)。

关于分子量为 160,000 的蛋白是M线中一种组分的证据令人信服。它可能高达肌原纤维重量的3% (Gell, 个人通讯)。Eaton和Pope (1972) 和 Masaki与Takaiti (1974) 测定分子量为 100,000 的组分, 在别的研究小组并不总能得出。曾认为这种蛋白可能是磷酸化酶 (Trinick 1975 ; Masaki和Takaiki, 1974)。与此相似, 分子量为 88,000 的蛋白被鉴定为肌酸激酶 (Turner等, 1973)。它含有分子量为 40,000 左右的两个亚单位。实际上, 这些酶究竟是不是特异地结合在肌原纤维的M线上尚需加以鉴定。

肌动蛋白 (Actin, 亦称肌纤蛋白) 肌动蛋白是细丝的主要组分 (Hanson和Lowey, 1963)。约占肌原纤维蛋白的

20% (Weber等, 1969)。这种蛋白只有一个多肽链, 按氨基酸组成计算分子量是 41, 700 (Elzinga等, 1973)。肌动蛋白分子呈球形 (称为 G-肌动蛋白或球形肌动蛋白), 在生理盐溶液中形成双股聚合物 (称为 F-肌动蛋白或纤维形肌动蛋白) (Mommaert, 1952 B; Hanson和Lowey, 1963)。每一个克分子的球形肌动蛋白结合一个克分子的核苷酸和一个克分子的两价阳离子 (可能是镁) (Mommaert 1952C; Barany 等, 1962; Weber等, 1969)。球形肌动蛋白上的核苷酸是 ATP (Straub和Feuer, 1950; Laki等, 1950)。在形成纤维形肌动蛋白时 ATP 转化成 ADP。在肌肉收缩过程中肌动蛋白有两项重要作用: 与肌球蛋白的交联桥相互作用, 结合调节蛋白, 原肌凝蛋白和肌钙蛋白。

由不同类型肌肉得到的和由不同动物属种得到的肌动蛋白彼此极其近似 (Katz, 1970)。还有证据表明, 几乎一切非肌肉细胞之中都有肌动蛋白, 它可能参与很多种运动过程 (Huxley, 1973; Forer, 1974; Pollard和Weihling, 1974)。对于阐明细胞运动整个现象, 肌动蛋白的抗体 (后述) 可能会起重要作用。

原肌凝蛋白 (Tropomyosin 亦称原肌球蛋白) 原肌凝蛋白是棒状的蛋白, 约为肌原纤维重量的 4~5%。它和细丝有关, 位于肌动蛋白双股结构的任何一股沟槽之内 (Hanson和Lowey 1963)。原肌凝蛋白结合肌动蛋白和肌钙蛋白 (后述), 肌肉收缩时需要它来控制钙 (Ebashi 和 Endo 1968)。据认为原肌凝蛋白运动于沟槽中 (收缩时) 和外 (封闭肌球蛋白头部与肌动蛋白结合), 从而支配收缩过程的启动与停止 (Hasegrove, 1972; Huxley 1972; Parry和Squire, 1973)。

在 SDS 聚丙烯酰胺凝胶电泳中, 骨骼肌的原肌凝蛋白有

两条带，其分子量各为 34,000 和 36,000 (Weber和Osborn, 1969; Greaser和Gergely, 1971; Spudish和Watt, 1971)。在 8 克分子浓度脲中进行层析时，由原肌凝蛋白分离得两个组分，34,000 道尔顿的亚单位被称为甲种，36,000 道尔顿的分段被称为乙种(Cummins和Perry, 1973)。用羟基磷灰石在不变性条件下处理可得甲₂-原肌凝蛋白和甲乙-原肌凝蛋白(Eisenberg和Kielley, 1974; Yamaguchi等, 1974)。这两类原肌凝蛋白表现出不同的结晶形态(Yamaguchi等, 1974)。在白骨骼肌中，原肌凝蛋白甲链和乙链之间的比例约为 4:1 (Cummins和Perry, 1973)。在红肌原肌凝蛋白中含有的甲链和乙链数目接近相同(Cummins和Perry, 1974)。但是曾经报导心肌原肌凝蛋白中只有甲种亚单位 (Cummins和Perry 1973, 1974)。鸡嗦囊平滑肌原肌凝蛋白有两个组分，一种分子量和家兔骨骼肌的乙种组分类似，另一种分子量稍高些(Cummins和Perry, 1974)。所有这些原肌凝蛋白在生物学活性方面大体都一样(Cummins和Perry, 1973)。

肌钙蛋白(Troponin) 这种蛋白约占肌原纤维重量的 5~6%。它和细丝有关。原是在被称为“天然的原肌凝蛋白”(是原肌凝蛋白和肌钙蛋白的一种复合物)的粗提蛋白溶液中发现的。在体外此种粗提物有个特性，能赋予肌动球蛋白(actomyosin)以钙敏感性(Ebashi和Ebashi, 1964)。肌钙蛋白结合钙的亲合性很高(Ebashi等, 1968; Yasui等, 1968; Fuchs和Brigg, 1968)，每个肌钙蛋白分子具有 4 个钙结合点(Bremel和Weber, 1972; Potter等, 1974)。沿着细丝以 385 Å 的周期肌钙蛋白结合原肌凝蛋白(Ohtsuki等, 1967; Ebashi等, 1968)。一个肌钙蛋白联结 1 个原肌凝蛋白和 7 个肌动蛋白(Potter, 1974)。肌钙蛋白分子具有三种亚单位，

各有自己的机能特性(Greaser和Gergely, 1971)。肌钙蛋白-I (TN-I), 用SDS聚丙烯酰胺凝胶法测定分子量为 24,000, 能高度抑制肌动球蛋白的ATP 酶活性(Greaser和 Gergely, 1971)。肌钙蛋白-T(TN-T)用此法测定分子量为 36,000, 能结合原肌凝蛋白(Greaser 和 Gergely, 1973; Greaser等, 1972)。肌钙蛋白-C(TN-C)用此法测定的分子量是18,000, 它是结合钙的部位 (Hershoren 和 Pyun 1971; Greaser 等, 1972)。根据电泳、溶解性、层析、电子显微镜和测定ATP 酶活性, 有确切证据表明TN-C结合TN-I, TN-C结合 TN-T (Greaser和Gergely, 1973; Ebashi等, 1972; Perry等, 1972; Greaser等, 1972; Margessain 和 Cohen, 1973)。尽管 TN-T 和 TN-I 在超速离心时是共沉的(Hartshorne和Dreizen1972), 还共同与原肌凝蛋白的副结晶相互作用 (Yamaguchi 等, 1974), 可是这两个亚单位相互作用的证据不太可靠。还曾经鉴定过骨骼肌(Collins等, 1973)和心肌 (van Eerd和Takahashi, 1975)的TN C氨基酸顺序。

对不同组织和不同动物属种的肌钙蛋白进行的比较研究证明存在很多种重要差别。龙虾骨骼肌中有肌钙蛋白TN-T和TN-I, 用SDS聚丙烯酰胺凝胶法测定的分子量分别为 52,000 和 30, 000 (Regerstein和Szent-Gyorgyi, 1975)。得自角鲨肌肉的这两个亚单位的分子量与此类似(Malencik 等, 1975)。鸡骨骼肌的TN-T亚单位的分子量是 44,000 (Hitchcock等, 1973)。

心肌肌钙蛋白也有分子量大小不同的亚单位, TN-T的分子量为 38,000~41,000, TN-I分子量为 28,000 (Greaser等, 1972; Tsukui和Ebashi, 1973)。

软体动物的骨骼肌中有肌钙蛋白 (Kendrich-Jones 等,

1970; Lehman等, 1972), 但平滑肌中没有 (Bremel, 1974)。在这种肌肉里, 钙的控制系统与肌球蛋白有关。

甲种肌纤蛋白素 (α -actinin, 亦称 α -肌动蛋白素)

这种蛋白约占肌原纤维的 2%, 定位于Z线之中 (Masaki等, 1967)。最初的样品 (Ebashi和Ebashi 1965) 含有三个分段, 沉降系数分别为 6S, 10S和 25S (Nonomura, 1967) 现在认为 6S 组分是真正的甲种肌纤蛋白素, 它具有促进肌动球蛋白超沉淀作用 (Superprecipitation) 速率和交联纤维形肌动蛋白聚合物的性质 (Ebashi和Ebashi 1965; Maruyama和Ebashi, 1965; Brisky等, 1967 A, B)。在这两种性质当中, 还不清楚究竟那一种和甲种肌纤蛋白素的生理作用有关联。甲种肌纤蛋白素分子量为 220,000, 含有用 SDS 聚丙烯酰胺凝胶法测定迁移率相当于 102,000 的两个亚单位 (Goll, 个人通讯)。由红肌、心肌和平滑肌得到的甲种肌纤蛋白素, 和由白肌得到的, 在 SDS 聚丙烯酰胺凝胶中共同迁移, 但是在不引致变性的溶剂当中, 甲种肌纤蛋白素之间具有不同的电泳性 (Suzuki等, 1973; Robson等, 1974; Robson和Zeece, 1973)。

乙种肌纤蛋白素 (β -actinin) 这种蛋白约占肌原纤维的 1% 或更少些。它具有缩短纤维形肌动蛋白微粒的长度和抑制肌动蛋白丝相互作用的性质 (Maruyama, 1965, 1971)。原来认为乙种肌纤蛋白素乃是细丝长度的调节物, 但后来的证据使人设想, 它只能减短纤维形肌动蛋白丝的长度, 不能影响它们的异质性 (Maruyama和Kawamura 1968)。它不影响肌动蛋白和酶解肌珠蛋白重链之间的作用 (Maruyama等, 1975)。这种蛋白显然呈球形, 具有一根多肽链, 分子量约为 60,000 (Maruyama, 1971)。

10S肌纤蛋白素 10S 肌纤蛋白素的分离方法原来是

Nanomura描述的(1967)。可是因为它的氨基酸组成和肽图,以及用SDS聚丙烯酰胺凝胶测定分子量都和肌动蛋白相同,究竟它是不是一种独立的肌原纤维蛋白,到现在还有些疑问(Maruyama和Ebashi, 1970; Ebashi和Tonomura 1973)。尽管如此,蛋白的演变(turnover, Koizumi, 1974)以及用抗体进行研究(Sugita等, 1974),都使人想像10S肌纤蛋白素乃是一种独立的蛋白,而不是肌动蛋白的一种变形体。因为已经知道10S肌纤蛋白素的一般制剂都污染了变性的肌动蛋白(Sugita等, 1974),所以这种蛋白在肌原纤维中所占的数量还未能精确鉴定。

肌浆蛋白 (Sarcoplasmic Protein)

关于肌浆蛋白是由那些分段组成的定义,目前尚未取得统一见解。一般认为这一类蛋白能溶于低盐浓度,而固着在膜上的蛋白则不属于此类。但是如果离心速度低,包括线粒体和肌浆网在内的特定分段可能有一部分出现于肌浆分段之中,使用古典的提取技术时就会发生这种情况(Helander, 1957)。根据本文的目的,我们把肌浆蛋白的定义规定为,经过高速离心仍然留在溶液中的那些可溶性分段,至于一些特定分段则归类于与膜结合的蛋白。

可溶性分段 大约有5~6%成熟白骨骼肌的重量是由能溶于低离子强度的蛋白组成的(Scopes, 1969)。水解糖类的酶占%以上。表1.1列举一些知名的肌浆酶和它们的大体含量。表中给出水解糖类的酶在浓度上有显著的差异。由磷酸甘油醛脱氢酶为11mg/g,直到磷酸果糖激酶只有0.35mg/g。表列蛋白中肌酸激酶数量较多。除去这些蛋白以外,肌红蛋白(myoglobin,在肌肉细胞中,储存氧用)的数量介于肌肉