

劳动部CETTIC公共营养师岗位技能培训教材



PENG REN

烹飪

YING YANG
营养

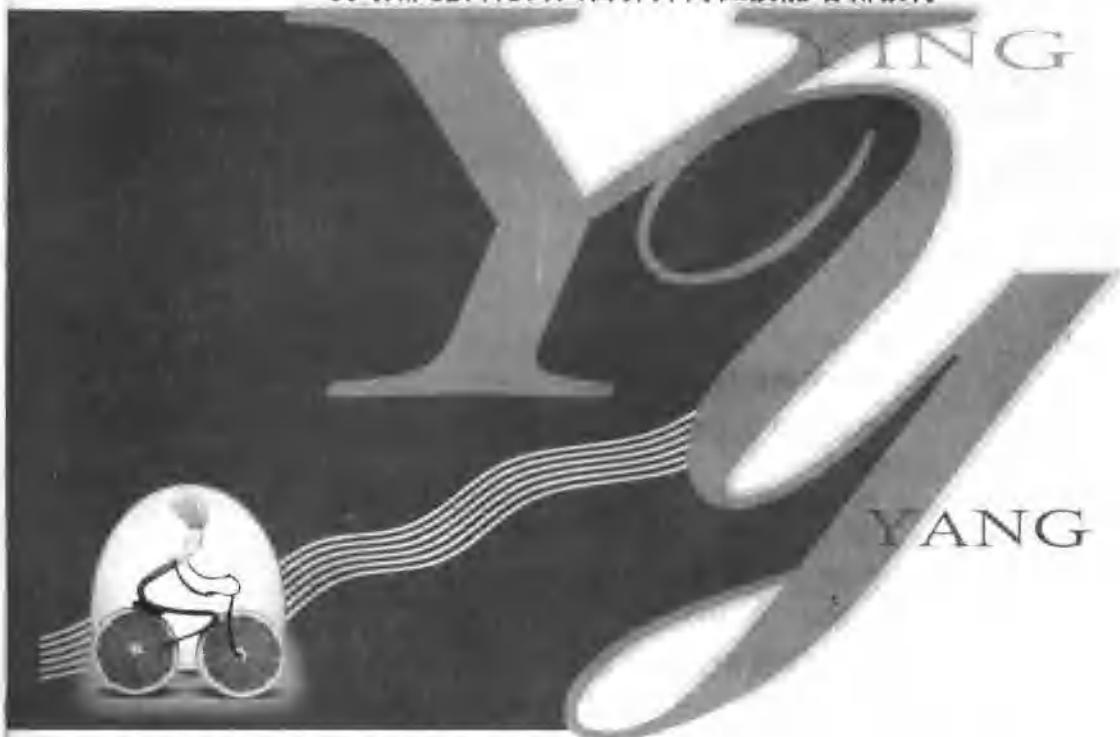
中国劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

Y
YING
YANG



四川大学出版社

劳动部CETTIC公共营养师岗位技能培训教材



中国劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

烹饪营养

主 编：沈 涛

副主编：钟志慧 尹 敏 吴文才

编 委：李 建 王安林 尹如铁 高雪梅 贾成瑶

李小琼 黄克勤 郭疆云 周志蓉 李秀萍

李 霁 怀丽华 马秀清 王雪梅



四川大学出版社

责任编辑:涂 俊
责任校对:周 颖
封面设计:刘梁伟
责任印制:杨丽贤

图书在版编目(CIP)数据

烹饪营养 / 沈涛主编. —成都: 四川大学出版社,
2006.5

劳动部 CETTIC 公共营养师岗位技能培训教材
ISBN 7-5614-3340-9

I. 烹... II. 沈... III. 烹饪-营养卫生-技术培
训-教材 IV. R154

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 040076 号

书名 烹 饪 营 养

主 编	沈 涛
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
印 刷	华西医科大学印刷厂
成品尺寸	170 mm × 230mm
印 张	11.5
字 数	179 千字
版 次	2006 年 5 月第 1 版
印 次	2006 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0 001~5 000 册
定 价	30.00 元

◆ 读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电 话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065

◆ 本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆ 网址:www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究

序

由于社会经济的发展，国民的饮食营养与健康状况已与过去明显不同，营养过剩及慢性疾病盛行成为现代人最大的健康问题。最新发表的中国人十大死因中，脑血管疾病、糖尿病、慢性肝病及肝硬化、肾疾病、高血压等慢性疾病皆名列其中，这些疾病大多与人们摄入的营养成分缺乏或过剩有关。

如果能通过积极的改善与科学干预，减少乃至治疗上述疾病，实为科学之大幸、患者之大幸。营养科学就为我们提供了这样的技术手段和科学理念。营养科学是一门既古老又具有生命力的科学，它指导人们通过正确摄取合理的营养成分，来预防许多由于某些营养元素缺乏或过剩而导致的疾病，以保持人们的健康与活力。营养师是指运用营养科学的知识和技能进行营养和膳食指导的科学工作者，在初级预防保健工作中日益凸显重要作用。

近年来，我国出版了不少从不同角度、不同侧面论述营养科学的书籍，但缺乏一整套对营养师进行职业培训的系统教材。四川大学出版社组织四川大学华西临床医学院等各大高校的营养学相关专家、教授，对多年的营养实践经验进行提炼，参照国内外最新的营养科学进展，编撰而成了《劳动部 CETTIC 公共营养师岗位技能培训教材》。该套培训教材包含公共基础营养、疾病营养、烹饪营养、社区营养、学校营养、运动减肥营养、美容营养、保健品营养等，强调科学性、实用性、先进性和完整性，既是营养师培训的实用教材，也是营养专业学生、医务工作者的重要参考资料。

四川大学校长、中国工程院院士

刘和军

2005 年 12 月 2 日



前 言

随着我国社会、经济和医学科学的发展，我国居民的生活水平有了较大提高，膳食结构也正从温饱型向营养型转变，对如何吃得营养，吃得健康，人们相当关注。营养学也正在成为一门重要学科。

人体健康，营养为本。合理的营养是健康的基石。要有健康的身体，必须有营养合理的膳食。烹饪营养是营养学的一个分支。目前我国烹饪营养实际工作相对薄弱，一方面缺乏专业的烹饪营养师，另一方面一些厨师缺乏必要的科学的营养知识，只重视色、香、味等感觉，忽略了食物中营养的合理搭配。

鉴于此，我们总结营养师培训中的教学和科研成果，编写了这本《烹饪营养》。

该书内容主要包括烹饪和营养的关系，烹饪技能在营养中的运用，食物营养素与价格关系的运用，食物血糖生成指数与血糖生成负荷，食谱设计，并列举了幼儿和老年人适宜的部分食谱，以供参考。“一方水土养一方人”，由于编者身处天府之国，所列举食谱偏重于四川人的饮食习惯。即便如此，只要你掌握了食谱设计的技巧，掌握了烹饪技巧；不管你是何方人氏，都能“触类旁通”设计出适合自己的食谱。

同时，该书还结合社会现实中的现代病，如糖尿病、肥胖病、冠心病等，提供了预防和治疗食谱，希望本书不仅能使学员有所启发，而且能在此基础上有所创新，在今后的营养师职业生涯中取得更好成绩。

本书第一章由慧心编写，第二章由康凌编写，第三、四、五章由沈涛编写，第六章由吴文才编写。在本书的编写过程中，参阅并引用了北京大学出版社出版由杨月欣教授主编的《食物血糖生成指数》，并借鉴了一些其他书籍，在此深表谢意，尤其感谢杨月欣教授和其他专家们的研究成果，为营养师培训增加了新的内容。





由于本书编写时间仓促，又是多位作者编写，在行文风格上不太统一，有“风格迥异”的感觉，但我们抱着职业教育应注重适用和实用的观点，未做统一。由于参编者水平有限，专业视角不同，本书肯定还有一些不足之处，肯请读者批评指正。

目 录

第一章 营养与合理烹饪

- 第一节 营养素在烹饪中的变化 (3)
- 第二节 不同烹饪方法对营养素的影响 (19)
- 第三节 各类原料在烹饪中营养素的变化 (22)

第二章 烹饪技能在营养膳食中的运用

- 第一节 烹饪技艺基本知识 (37)
- 第二节 调味品在营养烹饪中的合理运用 (42)
- 第三节 烹调法与营养 (43)
- 第四节 推荐使用的烹饪技艺 (51)

第三章 食物营养素与价格关系的运用

- 第一节 概 述 (65)
- 第二节 量价比 达标价 达标量 (68)
- 第三节 食物营养素量价比、达标价、达标量排序举例 (70)
- 第四节 运 用 (82)

第四章 食谱设计

- 第一节 配膳原则 (93)
- 第二节 营养膳食的整体配合 (97)

第五章 食物血糖生成指数与血糖生成负荷

- 第一节 血糖生成指数的概念和意义 (121)
- 第二节 血糖生成负荷 (126)
- 第三节 不同 GI 的食物 (129)





第六章 营养食谱

第一节 幼 儿	(143)
第二节 儿 童	(145)
第三节 老年人	(147)
第四节 孕 妇	(149)
第五节 产 妇	(150)
第六节 脑力劳动者	(152)
第七节 实际操作举例	(153)
参考文献	(173)

第一章

营养与合理烹饪

内容提要

本章介绍了在烹饪中营养素的变化，不同烹饪方法对营养素的影响以及在烹饪中各类原料营养素的变化。



第一节 营养素在烹饪中的变化

在烹饪加工过程中,温度、pH值、渗透压、机械作用等可使食物发生一些理化变化,从而改变食物的结构和化学组成,使食物的感官性状和营养素构成发生变化。

一、蛋白质在烹饪中的变化及其作用

(一) 蛋白质的分子结构

蛋白质是由多种氨基酸结合而成的长链状高分子化合物。它的基本组成单元是氨基酸,在蛋白质分子中以肽链相结合。

由两个氨基酸组成的肽称为二肽,同样则有三肽、四肽,以至多肽。蛋白质分子结构非常复杂,可分为一级结构和空间结构。氨基酸按一定顺序以肽键相连形成的多肽链成为蛋白质的一级结构。每一种蛋白质构成氨基酸的种类、数目和顺序都是一定的。

蛋白质多肽链的空间结构十分复杂,又可分为二级结构、三级结构、四级结构。蛋白质的一部分肽链形成 α -螺旋、 β -折叠等,它们由肽链中化学结构上相邻的氨基酸残基形成。这一类结构内容称为蛋白质的二级结构。蛋白质分子内 α -螺旋、 β -折叠等相互之间有一种特定的空间关系,使分子总体处于稳定状态。这种相互关系称为蛋白质的三级结构。二级结构和三级结构总称为构象或空间结构。蛋白质分子有时由几条化学结构上相互独立的肽链组成。这种肽链单位称为亚基。蛋白质分子中亚基间的空间关系,以及亚基接触面上各原子或各基团间的空间关系统称为蛋白质的四级结构。

蛋白质空间结构的维持力主要是氢键、静电引力、疏水作用等作用力较弱的次级键,另外也有二硫键、酰胺键等共价键。不同的蛋白质,其一级结构不同,则各种维持力的分布就不同,空间结构不同,其性质和功能也不同,也就是说一级结构决定空间结构。从维持空间结构的各种力来看,除共价键外都是较弱的。环境的变化对这些力的影响非常明显,如温度、水中的电解质和pH值的变化、疏水性物质的存在、表面活性剂的作用等,都会改变维持蛋白质空间结构的力,从而导致蛋白质分子空间结构的改变,所以说蛋白质很容易发生变化。





（二）在烹饪中蛋白质的变化

1. 蛋白质的变性

蛋白质变性是蛋白质在烹饪加工中最重要和最常见的一种变化。蛋白质变性是指在某些理化因素作用下，蛋白质严格的空间结构发生变化，从而导致蛋白质的若干理化性质改变并使蛋白质丧失原有的生物功能的现象。

一般情况下，蛋白质变性时蛋白质的一级结构不变化，只是空间结构改变，蛋白质从原来较为紧密的状态转变为疏松伸展的状态。

由于变性蛋白分子结构伸展松散，变性蛋白更容易发生化学反应，如易被蛋白水解酶分解。所以，只有通过蛋白质变性，才能消除食品蛋白质某些原有的生物特性，如抗原性、酶活性和毒性，蛋白质才能被人体消化吸收，保证安全无毒。

烹饪加工中发生的沉淀、胶凝、凝集和凝固、黏度增大、膨胀性减小、食品热缩等现象，都与蛋白质变性有关。在某些情况下，蛋白质变性过程是可逆的，当变性因素被除去之后，蛋白质可恢复原状。一般来说，在温和的条件下比较容易发生可逆的变性，而在比较强烈的条件下（如高温、强酸、强碱等）则趋向于发生不可逆的变性。可逆变性一般只涉及蛋白质分子的四级结构和三级结构的变化，不可逆变性时则连二级结构也发生了变化。

（1）加热对蛋白质的作用。

温度是影响蛋白质变性最重要的因素。加热、冷冻都可以使蛋白质变性，热处理是最常用的烹饪加工手段。如煮、蒸或炒鸡蛋时，都会使蛋清、蛋黄发生凝固，瘦肉在各种加热的烹调方法中，都会收缩变硬。

不同的蛋白质变性温度不同，一般在 45℃ 时开始变性，55℃ 变性加快，温度再升高便会发生变性凝固。如煮溏心鸡蛋，蛋清呈白色凝固状，蛋黄却还是稀软状。

蛋白质受热变性的机制是肽键在加热的情况下产生强烈的热振荡，原来维持蛋白质空间结构的次级键，特别是氢键断裂，破坏了肽键特定的排列，原料分子内部的一些非极性基团暴露到了分子表面，因而降低了蛋白质的溶解度，促进了蛋白质分子之间的相互结合而凝结，形成不可逆凝胶而凝固。

蛋白质对热变性的敏感性取决于多种因素，如蛋白质变性的温度与蛋白质自身性质、蛋白质浓度、水分、pH 值、离子种类和离子强度等。目前已发现蛋白质的疏水性愈强，分子的柔性愈小，变性温度就愈高。蛋白质中含半胱氨酸愈多，其变性和热凝固温度愈低。例如牛奶酪蛋白和豆浆球蛋白含半胱氨酸少，热变性温度高，且不容易热凝固。水能促进蛋白质的热变性，所以烹饪中

增加食物水分可降低蛋白质变性温度，不容易发生化学反应，从而有利于保留食物的营养成分。

(2) 酸和碱对蛋白质的作用。

在常温下，蛋白质在一定的 pH 值范围内可保持其天然状态，否则蛋白质可发生变性。大多数蛋白质在 pH 值为 4~6 的范围内时是稳定的。在有酸或碱的情况下加热，蛋白质热变性速度加快。

酸碱引起的蛋白质变性可能是因为蛋白质溶液 pH 值的改变导致多肽链中某些基团的解离程度发生变化，从而破坏了维持蛋白质分子空间结构所必需的某些带相反电荷基团之间因静电作用形成的键。在弱酸的碱中，蛋白质的变性往往是可逆的，但在强酸、强碱条件下，高静电荷引起的强烈的分子静电排斥则会导致蛋白质分子的肿胀和展开，甚至肽键的水解，使蛋白质发生不可逆的变性。

利用蛋白质的酸凝固作用可生产酸牛奶、酸奶油、凝乳。在烹饪上常用的酸为醋酸。醋酸作为酸味调味品在解腻、增香、去腥的同时，还有抑制、杀灭微生物和寄生虫的作用。用碱加工中国传统食品皮蛋（变蛋）则是使蛋白质变性的典型例子。

(3) 盐对蛋白质的作用。

盐对蛋白质的作用表现为盐析，即在蛋白质中加入大量中性盐以破坏蛋白质的胶体性，使蛋白质从水溶性中沉淀析出，其实质是破坏蛋白质胶体的水化膜。豆腐制作利用的就是盐（石膏和盐卤等）使蛋白质变性的作用。在豆浆中加入氯化镁或硫酸钙，豆浆在 70℃ 以上即可凝固。腌咸鸭蛋，也是盐使蛋白质变性的典型例子。盐对蛋白和蛋黄所表现的作用并不相同，食盐可以使蛋白的黏度逐渐降低而变稀，却使蛋黄的黏度逐渐增加而变稠凝固，即使蛋黄中的脂肪逐渐集聚在蛋的中心，从而使蛋黄出油。

盐的存在还可使蛋白质的热变性速度加快。蒸蛋羹，如果不加盐，蛋不易蒸好。因为未加盐，蛋白质变性的速度较慢，同时不容易凝固。煮肉汤、炖肉，通常要后加盐，原因就是一开始加盐会使肉表面蛋白质迅速变性凝固，蛋白质凝固时在肉表面形成一层保护膜，既不利于热的渗透，也不利于含氮物的浸出。烹鱼时，先用盐码味，使鱼体表面的水分渗出，加热时蛋白质变性的速度就会加快，鱼不易碎，也有利于咸味的渗透。而面团中加入少量盐，则可使面团筋力增强。

(4) 有机溶剂对蛋白质的作用。

有机溶剂使蛋白质变性，主要是破坏蛋白质分子的疏水键。烹饪上最常用





的有机溶剂是酒精（乙醇）。酒精用于消毒就是因为它可使蛋白质变性，使微生物死亡。在烹饪上，酒精除可增加菜肴风味、去除异味外，还可促进蛋白质变性，烹鱼时常用料酒（黄酒的一种）码味的目的就在于此。加工糟蛋，就是利用了酒精使蛋白质变性的作用。我国最知名的糟蛋有四川叙府（宜宾）糟蛋和浙江平湖糟蛋。制作的过程大致如此：①酿酒制糟；②选蛋、击蛋（使糟制后成熟的蛋的蛋壳易于脱落）；③装坛糟制。制作时间共需4~5月。糟蛋在制作过程中，因在酒精生成的同时有醋酸生成，可使蛋壳中的钙的溶解度增加，其钙的含量较鲜蛋高40倍。

（5）机械作用对蛋白质的影响。

强烈的机械作用可使蛋白质变性，如碾磨、搅拌或剧烈振荡。用筷子或者打蛋器搅打鸡蛋清，蛋液起泡成白色泡沫膏状。这是由于在强烈的搅拌过程中，蛋清液中充入气体，蛋清蛋白质变性伸展成薄膜状，将混入的空气包裹起来形成泡沫，并有一定的强度，从而保持泡沫一定的稳定性。

2. 蛋白质的水解

在各种烹调加工过程中，蛋白质可能发生不同程度的水解。蛋白质可水解为胨、肽、氨基酸及相应的非蛋白质物质，如糖类、色素、脂肪等。胨是轻微水解的产物，它仍具有高分子的特性，如黏度大，溶解度小，甚至加热可凝固；肽是较小分子的产物，易溶于水，胶体性弱。烹饪熬汤时，原料蛋白质主要就是发生水解反应，让不溶性蛋白质变成低分子可溶成分，从而产生鲜味，而且这些低分子水解产物还能进一步发生反应，使菜肴风味更加多样。例如肉皮冻的制作，就是利用了胶原蛋白能水解生成明胶的性质。某些不稳定的氨基酸在烹调加工中易分解，如赖氨酸、色氨酸、精氨酸、组氨酸和含硫氨基酸。

3. 蛋白质的其他化学变化

（1）蛋白质分子交联。

在一定条件下，蛋白质分子间可以通过其侧链上的特定基团联结在一起形成更大的分子从而使蛋白质变性，即分子交联。在氧化剂（如空气中的氧）存在的条件下，蛋白质分子可发生巯基与巯基的氧化型交联从而生成二硫键。蛋白质中的半胱氨酸易于发生这种二硫键型交联，使食物的机械强度增加，例如面粉在加水揉制成面团的过程中就发生了这样的变化。

在强热下，蛋白质分子可通过氨基酸残基上的羟基、氨基、羧基之间的脱水缩合而交联，而这种交联多数情况下不利于我们对食品蛋白质的消化利用。

在碱性条件下，蛋白质中的半胱氨酸（胱氨酸）或羟基氨基酸可发生消去反应脱去 H_2S 、 H_2O 等，产生脱氢丙氨酸残基。该残基还可与赖氨酸反应，生成

对人体不利的赖丙氨酸,使可利用的赖氨酸含量降低,严重降低蛋白质的营养价值。

(2) 羰氨反应。

羰氨反应又称非酶褐变,是蛋白质、氨基酸中的氨基与还原糖中的羰基发生反应,形成类黑色素物质和风味物质。羰氨反应是烹饪加工中常见的化学反应,对菜点的色、香、味质都有重要影响,控制得当可使食物成为漂亮的棕黄色或红褐色并具有良好的风味。

(三) 蛋白质变化的作用

1. 对消化率的影响

蛋白质变性后,分子中的次级键破坏,有利于消化酶作用于蛋白质分子,一般可使消化率提高。由于蛋白质变性,食物蛋白质原有的生物特性,如抗原性、酶活性和毒性被消除,保证食物安全无毒,并使蛋白质更易为人体所消化吸收。

2. 对质地的影响

蛋白质变性的程度影响菜肴的质地。如烹制肉类时,火候掌握不当会使蛋白质过度收缩或水分丧失,从而会导致肉质不细嫩且韧性强。这也是在烹调中重视火候的理论基础。

3. 对风味的影响

蛋白质水解产物具有特殊的滋味,如某些氨基酸(天门冬氨酸钠、谷氨酸钠)有鲜味,是肉汤鲜味的物质基础。

4. 对色泽的影响

由羰氨反应生成有色物质,从而改变食物的色泽。

(四) 常见烹饪原料的蛋白质及其功能性质

各种食品中蛋白质组成情况相差很大,烹饪中常见的蛋白质来源主要集中在肉类、蛋类、乳类、粮谷类和豆类食物中。

1. 肉类蛋白质

(1) 肉的形态结构和蛋白质组成。

一般所说的肉,是指屠宰后的畜禽除去血、皮、毛、内脏、头、蹄的胴体,包括肌肉(又称瘦肉)、脂肪(肥肉)、骨骼或软骨、腱、筋膜、血管、淋巴、神经、腺体等。

在生物学中,将构成动物机体的组织归纳为上皮组织、结缔组织、肌肉组织、神经组织。但从食品加工的角度,完全按照生物学的形态分法来研究,就感到很不适应也不适用。因此,从肉食品加工的角度,将动物体可利用部位粗





略地划分为肌肉组织、脂肪组织、结缔组织、骨骼组织。其组成的比例，依据动物的种类、品种、年龄、性别、营养状况、肥瘦等不同而异。而且各个组织的化学成分也不同。因此，肉的不同结构形态，不仅决定了肉的性质，也决定了肉的营养价值。

肌肉有横纹肌、心肌、平滑肌三种。食用最普遍的是横纹肌（俗称瘦肉）。心肌是构成心脏的肌肉，平滑肌是构成消化道、血管的肌肉。

不论何种肌肉，都是由肌纤维构成。下面以横纹肌为例说明肌肉的形态和结构（见图 1-1）。

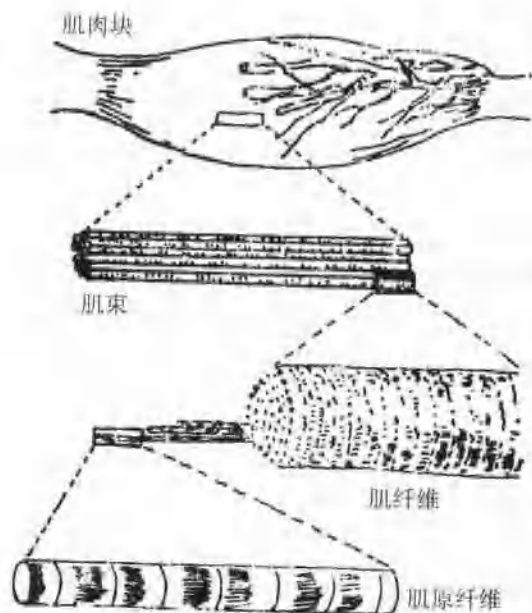


图 1-1 肌肉的构成

肌纤维是构成肌肉的基本单位，也叫肌纤维细胞，呈细长丝状，由肌原纤维组成。肌原纤维是肌肉收缩的特有成分，肌肉的伸长和收缩都是由肌原纤维的伸长和收缩引起的。肌原纤维由肌球蛋白和肌动蛋白交替排列构成，肌球蛋白与肌动蛋白可以发生结合与分离，从而产生肌肉的收缩。肌球蛋白、肌动蛋白及肌动球蛋白不溶于水，但具有盐溶性，有黏性，易凝胶，尤其是肌动球蛋白溶液黏度非常高，这对制作肉丸子、水打馅、打糝都非常有意义。同时，蛋白质的溶出也有助于人体吸收。

肌纤维组成肌束，肌束表面包围一层结缔组织薄膜（肌束膜），肌束构成大块肌肉。肌束之间分布着微细血管、神经、淋巴，还有脂肪沉积。判断肉的

老嫩，可通过观察肌肉的横断面得出结论。肌束膜厚，肌间脂肪沉积少，肉质老；肌束膜薄，肌间脂肪沉积多，肌束细，肉质细嫩。而肌肉的肌束膜厚薄、肌间脂肪沉积数量与动物的年龄、营养状况及役用情况有关。年龄小、营养状况良好、活动少的动物，肉质较细嫩。

肌原纤维之间充满了肌浆。肌浆呈红色，含有大量肌肉可溶性蛋白质和参与糖代谢的多种酶类。肌肉可溶性蛋白质是肉中最容易提取、最容易损失的蛋白质，包括肌溶蛋白、肌红蛋白、血红蛋白及肌粒中的蛋白等。肌红蛋白、血红蛋白是肌肉呈红色的主要成分。肌浆中还含有可溶于水的含氮浸出物，包括肌肽、肌酸、肌酐、核苷、嘌呤碱、尿素和游离氨基酸等非蛋白质含氮物质，它们也是肉汤鲜味的来源，其中谷氨酸钠和呈味核苷酸是主要的鲜味物质。通常成年动物中含氮浸出物比幼小动物多。

结缔组织在动物体内分布非常广泛，如腱、韧带、肌束膜、血管、淋巴、神经、毛皮等均属于结缔组织。结缔组织主要由无定形基质和纤维组成。基质的主要成分是黏性多糖、粘蛋白、少量无机盐和水分。纤维有三种，即胶原纤维、弹性纤维和网状纤维。胶原纤维的主要成分是胶原蛋白，弹性纤维由弹性蛋白构成，网状纤维由网状蛋白构成。胶原纤维是结缔组织的主要成分。

胶原蛋白不溶于冷水，受热后水解产生明胶。明胶不溶于冷水，但加热之后慢慢吸水软化膨胀，溶于热水中成为溶胶。明胶溶液冷却后立即凝成胶状。这是制作肉皮冻、汤冻、明胶果冻的原理。

弹性蛋白和胶原蛋白相似，在很多组织中与胶原蛋白共存。弹性蛋白是呈黄色的弹性纤维，在皮、腱、脂肪等组织中很少，而在韧带、血管等组织中数量多。弹性纤维的弹性很强，化学性质稳定，一般不溶于水，即使在热水中煮沸亦不能分解成明胶。弹性蛋白不被胰蛋白酶、胃蛋白酶作用，不易消化，但可被木瓜蛋白酶、菠萝蛋白酶和胰弹性蛋白酶分解。

结缔组织的使用价值在于胶原具有转变成明胶的能力，可利用含有丰富胶原纤维的结缔组织（如动物的皮、筋腱、骨）生产食品业和工业用明胶。

脂肪组织是结缔组织的变形，主要是由脂肪细胞构成。一般动物越肥，脂肪细胞越大，消瘦时变小。脂肪组织储存在内部器官的肾、肠的周围结缔组织中，或覆盖在皮下和肌肉间，使肌肉的横切面呈大理石状。

骨骼是构成肉的组织之一。骨骼的构造一般包括骨膜、内部构造和骨髓三部分。骨膜是覆盖在骨骼表面的一层红色致密状组织所构成的薄膜，有丰富的血管和神经。内部构造一般分两层，为密质层和松质层。骨髓存在于长骨的骨髓腔及松质层的腔隙内。骨髓有红色和黄色两种，幼年动物只有红色骨髓，随

