

高等農業学校二年制專修科

生 物 化 学

(試 用 本)

畜牧兽医專業适用

河南省农林厅教材編輯委员会編

河 南 人 民 出 版 社

前 言

在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，我省早已出現了工农业生产为中心的全面大跃进的新形势和已經掀起群众性的技术革命和文化革命的高潮，各地均先后开办了农业大学、中等农业技术学校、初級农校以及“紅专”学校。为适应这一新的革命形势的需要，我省农业教育工作必須从教学計劃、教学大綱、教学内容、教学組織、教学方法等各方面进行根本的改革。才能保証貫徹实现党的“鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫”，实现勤工俭学、勤俭办学、教育与生产相結合的教育方針，培养出又“紅”又“专”的技术队伍。

为此，我們于今年三月中旬組織了农业技术学校、农林干校的126名教职員分为14个专业小組到71个县(市)178个农业生产合作社，1307个生产单位进行了參觀和調查研究工作，總結出340个先进生产經驗和高額丰产典型。收集了3193种参考資料。現已編写出十六种专业教学計劃、155种教学大綱和教科書，供各地教学工作中的参考。由于我們水平不高，時間短，和有关方面研究的不够，难免有不妥之处。望各地在試用中多多提出意見，并可隨着农业生产发展的需要加以修改。

河南省农林厅教材編輯委员会

1958年8月16日

目 录

第一章 概說	1
第一节 生物化学的定义及其学习目的任务	1
第二节 維持生命的基本化学作用	2
第三节 生物体的一般化学組成	3
第二章 酶	5
第一节 概說	5
第二节 酶的化学本質——酶是特殊的蛋白質	6
第三节 酶的性質	7
第四节 酶的定量方法和与酶反应速度有关的因素	9
第五节 酶的分类	12
第六节 自溶現象	13
第三章 維生素	15
第一节 維生素	15
第二节 脂溶性維生素	16
第三节 水溶性維生素	22
第四章 激素	29
第一节 激素的概念	29
第二节 激素的特征及作用机制	29
第三节 各种激素的理化性質及生理功用	30
第五章 蛋白質的代謝作用	38
第一节 概說	38
第二节 氨基酸在組織中的变化	39

第三节	肌酸的代謝	45
第四节	核蛋白的代謝	47
第六章	碳水化合物的代謝	49
第一节	碳水化合物的消化和吸收	49
第二节	血糖	49
第三节	碳水化合物在肝中的生成与分解	53
第四节	碳水化合物在肌肉中的生成与分解	55
第七章	脂肪的代謝	63
第一节	脂肪的代謝	63
第二节	磷脂的代謝	67
第三节	胆固醇	67
第八章	碳水化合物、蛋白質和脂肪代謝間的关系	69
第一节	概說	69
第二节	蛋白質与碳水化合物間的关系	70
第三节	蛋白質与脂肪間的关系	71
第四节	碳水化合物与脂肪間的关系	71
第九章	水和无机盐的代謝	73
第一节	水的代謝	73
第二节	无机盐的代謝	75
第十章	血液化学	78
第一节	血液的功用	78
第二节	血液的化学成分	78
第三节	血液的酸硷平衡	79

第一章 概 說

第一节 生物化学的定义及其学习目的任务

生物化学是研究生物有机体生命的一种科学。它是从化学的观点来研究生命现象，即是研究发生于生物有机体内之化学反应与生命的关系。

生物化学所研究的内容包括研究生物体的物质组成；生物体内的化学反应以及生物体与其外界环境的关系等。

生物体是具有一定的物质组成的，在生物体内，有许多互相联系着的生化反应继续不断地进行。象在消化过程中，分子结构复杂的食物，经过水解变成分子结构比较简单的物质；在生长过程中，分子结构比较简单的物质，综合成分子结构比较复杂的体内物质；在生理氧化过程中，代谢物质分子上的氢原子脱落被氧化成水；生理氧化所产生的二氧化碳与血液中的硷性离子相中和。因有这些反应在生物体内进行，生物才能和它周围的物质进行交换；有物质交换，生物才能生长发育和繁殖。

畜牧和兽医科学是用科学的原理和方法来研究家畜有机体的生活机能和生产性能，并研究在异常状态下家畜有机体各种疾病发生的机理、表现特征及其防治法，从而提高家畜的生产能力，促进社会主义生产的大发展。为了达到这个目的，必须首先了解动物有机体的生命过程，并用化学的观点来阐明。因此，生物化学对畜牧学和兽医学是重要基础课程之一。

在党提出了鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线的形势下，我国工农业的生产正处在一个乘卫星驾火箭的飞跃发展时代，全国人民正以冲天的干劲、排山倒海之势来实现党所提出的“争取在更短的时间内，使我国的钢、铁等主要工业产品的产量方面赶上和超过英国”的号召；在农业方面，我国小麦的产量今年已超过美国而跃居世界第二位；再加上全国的人民公社化，给农业其中包括畜牧兽医事业提出了伟大的任务。如今，面临着农业大跃进大发展的形势，就要求畜牧兽医部门改良和生产出更多又大又好的役畜来满足畜力的需要；同时还要大力生产、繁殖和改良出肉、乳、毛、蛋用等畜禽；并加强农畜的保健工作。这就不能不加强对家畜有机体生命的化学本质的研究工作。因此，生物化学就比过去的任何时期，都对畜牧学和兽医学担负着特殊的任务。因而作为一个又红又专的高等畜牧兽医技术员，必须学好生物化学这门基础课，有极大的重要意义。

第二节 维持生命的基本化学作用

生物有几种基本的生物化学作用，来维持生命现象，如运动、生长、敏感性、生殖等现象。这些基本的生物化学作用就是养料的消化、吸收、代谢和废物的排泄等。动物必须从食物内来摄取养分以构成细胞和各个机体组织。食物进入体内后，在消化过程中，经过水解使复杂的物质，变成比较简单的物质，然后才能吸收。吸收后在不同的细胞内起着复杂的化学反应，综合成为新的细胞组织。一部分放出能量来供给身体的运动、温度等的使用。养料在体内经过代谢作用以后，产生出废物，象二氧

化碳、氮、尿素及其它物質排出体外。人类的腎脏就是最重要的排泄器官。

生命是蛋白質的存在，有了蛋白質就有了生命。生命的特征是用摄食及排泄的方法，以进行新陈代谢，其本質就是机体与外界間的新陈代谢。活的蛋白質本身的生存是与其代謝有着不可分离的关系。蛋白質化学成分的不断地新生，是由于它的分子中的一些氨基酸代替了另外一些的缘故。这种作用一停止，則某些有生命物質的性質就丧失了。这就是生命的本質，虽然生命的主宰者是蛋白質。

第三节 生物体的一般化学組成

一切有机体，为了維持其本身的生活机能，除了所需要的蛋白質外，还需要其它物質。一般生物体，都由細胞构成，細胞里的原生質的化学成分，常因生物的不同，或同一生物的不同器官，它的原生質的成分也不同，因之所需各物質的数量也不同。根据所需物質的种类，討論如下：

水 水在生命現象发生的过程中很重要。各种原生質所含的水分各有一定，水分含量的增减，可影响細胞的功能，因为没有水，原生質里的代謝作用就不能进行，当然生命現象也不能发生。原生質里的水分，一般說是年幼的生物所含水分較多，骨骼組織里的水分較少。

有机物質 在原生質中所含的有机物質有三类：(1)碳水化合物：由 CHO 三种元素构成。象葡萄糖、淀粉等。(2)脂肪：是脂肪酸和醇結合而成，或类似的同类化合物，象吃的油类等。(3)蛋白質：是由氨基酸构成的一类含氮的化合物。象瘦肉，蛋白及

人体肌肉的主要成分都是蛋白質。这三种有机物質是构成原生質的基本物質，所以在生物化学中非常重要，特别是蛋白質尤为重要。

无机物 在原生質中含量虽不很多，但它們的功用却极为重要。主要的礦物質有 Na、K、Ca、Mg、Fe、Cl、P、S、I、F 等十种。此外还有 Cu、Mn 等。这些元素，有的与有机物質結合成为有机盐类，有的是以无机盐状态存在的，以游离状态存在的很少。这些物質对調节正常的生理机能有关切关系。

习 題

1. 学习畜牧兽医科学，为什么必須先研究生物化学哩？
2. 維持生命的基本化学作用都是哪一些？
3. 和生物体关系最密切的有机物都有哪一些？

第二章 酶

第一节 概 說

酶也叫酵素，是构成机体細胞与組織的一种特殊蛋白質，是生物体内的催化劑。酶能促进生物体内的一切与生命有关的化学反应，使生命反应順利地进行和迅速地完成。

我們在前面已經談过，生物体内进行的反应和实验室进行的反应相同，在实验室里，往往利用各种仪器和强烈的藥剂及高温高压等来輔助化学反应的进行，才能完成。現在有的用化学方法还不能完成。象复杂的蛋白質的合成等。可是在生物体内，既沒比体更高的温度又沒比生理溶液更强的試剂，由于酶的催化作用，却很容易进行。象蛋白質的合成，在生物体内倒是很容易进行的。

生物体内的营养及体外营养物質的吸收，都須在消化液中所含的酶的催化作用下进行。所以酶在生物体与外界物質間的新陈代謝过程中，具有重大的意义。我們为要了解新陈代謝的过程，首先必須对酶的化学和它的作用机制，要有个充分地認識。

酶是生物体内具有蛋白質本質的有机催化劑，不能耐熱，它的催化作用有专一性。酶虽是細胞所产生，但是它的作用并不完全依赖于細胞的存在，即使脫离开产生它的細胞，也同样能够起促进化学反应的作用。

酶的催化作用，能促进和生命有关的化学反应，但不能发生新的反应，在促进反应中也不被消耗。酶是一种蛋白質，分子量很大，遇到 60—70°C 的温度时，就失去了活性。

在生物化学中，称受酶作用的物質为基質。反应的生成物質叫产物。象蔗糖酶能使蔗糖水解成果糖和葡萄糖，在这里的蔗糖就叫基質，果糖和葡萄糖叫产物。

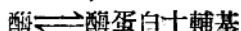
有些酶在細胞中或分泌出来时是没有活性的，它不能起催化作用，当它受到别种物質的作用后才有活性，这种原来没有活性的酶，叫做酶元。象胃蛋白酶元，胰蛋白酶元等。

酶在我国应用最早，象在公元前 22 世紀夏禹时已有酿酒的生产。利用淀粉經糖酶水解制造飴糖也很早（約在战国以前）。利用酶治疗疾病的也很普遍，象在中藥里把陈麴作为一种相当重要的藥剂，特别是治疗胃病所常用。

第二节 酶的化学本質——酶是特殊的蛋白質

根据近代科学家的研究，已証明了酶是蛋白質。因此酶具有蛋白質的特性，象可溶于水而成胶体溶液，这种溶液能被蛋白質的沉淀剂——重金屬离子所沉淀出来。当它遇到高温时，能失去它的催化作用。且能呈两性反应，在一定的 pH 值（注）时，表現最大的活性。不能透过半透膜。根据上述这些性質，可知酶是蛋白質类的化合物。近来生物化学家，用一些化学藥品，已制出了一些晶体状态的酶，象尿素酶、胃蛋白酶和胰蛋白酶及胰蛋白酶元等。这些酶都能和蛋白質起相同的顏色反应，能溶解在水里，遇到較高的温度时能够凝固等。現在称这些酶叫酶单蛋白質。

一些与氧化有关的酶，是結合蛋白質。这类属于結合蛋白質的酶，其蛋白質部分称为酶蛋白，非蛋白部分称为輔基，輔基往往由微量金屬及維生素所构成。酶蛋白和一定的輔基結合得非常牢固，以致在酶的溶液中，其未分解的酶分子与分解所生的酶蛋白和輔基之間，呈現着一种动态平衡状态。



当酶分解成酶蛋白和輔基时，它的活性也会随之失掉。輔基通常是分子細小，分子結構簡單，在透析作用中，能透过半透膜；也能耐热。但是酶蛋白是蛋白質，既受热会变質，又不能透析；象呼吸酶就是由一个蛋白質分子和一个铁卟啉的輔基結合而成。

有很多酶含有不同的金屬，这些金屬也是它所不可缺少的組成部分。象呼吸酶，过氧化物酶，触酶等都含有铁，碳酸酐酶含有鋅，精氨酸酶含有錳，羧酶含有鎂等。

第三节 酶的性質

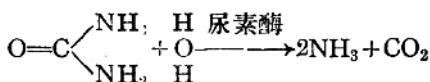
酶可溶解于水、稀盐溶液、含水酒精、含水甘油等溶剂中。酶是一种電解質，在不同的酸性或硷性溶液中，能电离成阳离子、阴离子或两性离子。由于酶分子中含有多种鍵和基，所以能进行氧化、还原、碘化、水解、縮合及酰化等反应。

酶既是一种蛋白質，因此就有蛋白質的性質，即具有胶体的性質。它又是种有机催化劑，所以有催化作用。

[注] pH 值：也叫氢离子指标，用来表示溶液的酸硷度，是 H^+ 浓度的对数負值。当 pH 值增加时，溶液中的 H^+ 浓度减小而酸性减弱，或硷性增强。当 pH 值等于 7 时，溶液呈中性，小于 7 时溶液呈酸性，大于 7 时，溶液呈硷性。

一种无机催化剂，往往可以在好多个化学反应中作催化剂，但是酶却不同，每种酶常常只能催化一定的基質或某几种基質，而对另外的基質沒有催化的作用，这叫做酶的专一性。酶的专一性可分二类：

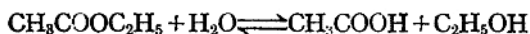
一、对基質的专一性——某种酶只能对某一种或某一类的基質有作用。象尿素酶只能使尿素水解成二氧化碳和氨，麦芽糖酶只能水解麦芽糖，其它的就不能使之水解，脂酶只能水解不同的脂肪等



二、对产物的专一性——不同的酶作用同一种基質，就产生不同的产物。象蜜糖經酵母酶水解能产生果糖和甘露双糖，但是用杏仁酶水解时，則产生蔗糖及半乳糖。

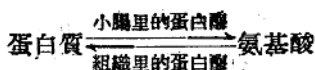
酶的专一性与酶蛋白的结构有关，那种酶能和那种基質起反应，至少这种酶蛋白分子中的一部分结构与基質分子的一部分相适应，这样这两种酶和基質才能接触或結合，才可引起感应而发生作用。

絕大多数酶的反应是可逆的，既可使基質水解，在适当的条件下，又能使水解产物重新結合成基質，在正常情况下，酶只能使反应速度增加，迅速地达到平衡点，而保持平衡状态。例如：



这种反应的可逆性，对畜体的生理作用非常重要。象吃下去的蛋白質，在消化器官里被蛋白酶水解成氨基酸后，被机体組織吸收，这样腸里的蛋白質，还能繼續消化。所以說吸收是有助于消化的。在組織細胞里，蛋白酶又能把氨基酸綜合成为組織

蛋白質。



反应进行的方向，随基質的浓度、性質及 pH 而定。几种酶的水解过程及綜合作用时，最适当的 pH 列表如下：

酶 的 种 类	水 解 作 用	綜 合 作 用
胃 蛋 白 酶	1.2	4.0
胰 蛋 白 酶	9.2	5.7
尿 素 酶	7.0	8.7

第四节 酶的定量方法和与酶反应速度有关的因素

研究酶的化学本質是和酶的制取与酶的定量同时发展的。如不能广泛应用测定酶的活性与定量的方法时，对酶的化学本質的研究是困难的。

发现酶和酶的定量方法的原理，是与一般分析化学不同的。一般是根据酶所引起的作用，来断定在溶液里，是否含有酶。通常测定酶的量，是依据在单位時間內受酶的影响所变化的基質的量而决定的。即测定生物液体中酶作用的活性，来計算一定基質在酶的作用下所变化的量。

酶的活动力愈大，在一定時間內基質变化的数量愈多，即引起一定数量的基質的变化所需時間愈短。因此可測定引起一定基質变化所需的时间，来定酶的活力。

酶对基質的作用，常受下列因素的影响：

一、基質的浓度：当酶量一定时，基質的浓度愈大，反应也

愈快。但是有一定的限度，达到这个限度时，反应的速度就維持不变，不再加快了。如果基質过度地增加，反而会阻碍酶的作用。这是因为酶与基質的接触面，受到酶浓度的限制，这时酶已为基質所饱和，即酶和基質的接触面已达极限，不能再增加了，所以再增加基質，也不能再有更多的基質和酶接触了。

二、酶的浓度：酶的多少不能改变化学平衡点，只能改变达到平衡点的时间。如果没有抑制的因素，在充分的时间內，微量的酶和多量的酶有同样的作用。当有适量剩余基質存在时，反应的速度与酶的浓度成正比。这种情况在反应初期时，酶浓度的增加与反应速度的增加是一致的，但在反应后期，反应速度的增加，就突出地落后了。这是因为酶的反应是可逆的，酶的水解产物，对酶有抑制作用。

三、酸硷度(pH)：酶对它环境的 pH 值有很大的敏感性。各种酶均有它的适当的 pH 值范围，超过或低于这种范围，那末酶的活性就要大大减低，甚至完全丧失。这种最适当的范围，叫这种酶的适当 pH 值。因为酶是蛋白質，蛋白質是两性电解質，它的电离，要受 pH 值的支配。酶在适当酸度时，才能很好地电离。作用相同的酶，可因来源的不同，而有不同的适当 pH 值，适当 pH 值不是完全固定的，常受其它物質的影响。

四、温度：温度增加，可以增进酶的作用，即温度愈高，酶的活性愈大。但每种酶只能在一定的温度范围内发挥其最大效能。这种温度范围叫适当温度。如果温度繼續增加，超越了酶的适当温度，由于蛋白質受热变性，也能抑制酶的作用。所以在超过酶的适当温度时，温度愈高，反应速度愈慢，甚致会完全丧失活性。

常見酶的适当 pH 值和适当溫度 可以下表看出。

酶 的 种 类	适 当 温 度	适 当 pH 值
胃 蛋 白 酶	38—40°C	1.5
胰 蛋 白 酶	37	7.8—8.7
凝 乳 酶	37	6.8—6.9
胰 淀 粉 酶	37	7.0
胰 脂 酶	37	8.0

五、抑制剂：有許多物質能使酶的活性降低或失效，这些物質叫抑制剂。能起抑制作用的原因有：

1. 抑制剂能和酶的活动基結合，象氰化物抑制含铁酶，氟化物抑制稀醇酶。碘醋酸抑制丙糖磷酸脱氢酶等。

2. 使酶蛋白質变性；象浓醇，强酸、重量金屬盐等，能使酶失效。

六、激剂和激酶：許多酶常需要另外物質的存在才有活性，这种能促进酶的活性的物質叫激剂。激剂是专指无机盐类的离子，它沒有专一性。象 Cl^- 对淀粉酶， Mg^{++} 对磷酸酶， Ca^{++} 对凝乳酶等。

如果激剂也是一种酶时，这种激剂就叫激酶，激酶有专一性。象凝血激酶可使凝血酶原轉变为凝血酶。腸激酶能使胰蛋白原轉变成胰蛋白酶。

七、抗酶：将某种酶反复注射入动物血液中，在这动物的血清中，就产生一种与酶的作用相对抗的物質叫抗酶。象血清中，产生了抗尿素酶后，如再注射尿素酶于这个动物体中，就能失去原有的毒性。抗胃蛋白酶，抗凝乳酶、抗胰蛋白酶和抗胆碱

等都是。

八、其它因素：光及振盪等的机械作用，可引起蛋白質的变性，也能引起酶的活性的减退或消失。

第五节 酶的分类

酶的分类，是根据基質受酶催化的反应性質，或酶的輔基的結構，作为分类的基础，进行分类的。酶的命名，一般是在受酶作用的基質的名称后边或酶所催化的化学反应名称的后边，添加一个酶字。象作用于淀粉的叫淀粉酶等。

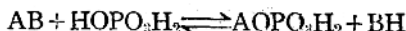
酶按照所促进的反应，或所作用的基質的不同，分为以下几类：

一、水解酶类：能促进基質起小解作用的酶。



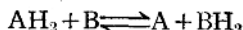
其中比較重要的有：淀粉酶，麦芽糖酶，蔗糖酶，胃蛋白酶，脂肪酶，核苷酸酶，腺嘌呤酶，尿素酶，馬尿酸酶等。

二、磷酸化酶类：能使基質的磷酸分解的酶。



属于这类酶的，以蔗糖磷酸化酶为重要。

三、氧化-还原酶类：能促进基質的氧化或还原作用，即催化物質分子中的氢或与电子轉移有关的氧化-还原反应的酶。



如酪氨酸酶及过氧化物酶等都是。

四、轉移酶类：能促进各化合物間互相交換或轉移原子反应的酶。

