

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

營養化學

(中)

三浦政太郎 松岡登著

周建侯譯

商務印書館發行

營 養 化 學

(中)

三浦政太郎 松岡登著

周建侯 譯

自然科學小學叢書

萬有文庫

第二集七百種

商務印書館發行

第三編 酵素

動植物兩界之所有細胞內，俱含有種種之酵素(Enzym, 或 Ferment)。而一切化學的作
用能在生物體內極圓滑進行者原因於此也。昔人爲之喻曰，生物之細胞爲一種化學實驗室，酵素
即爲其中從事化學實驗之人員。足以覘其重要關係矣。酵素大別爲二種：一爲在細胞內經營作用
者，稱爲內生酵素(Endoenzym)。一爲分泌於細胞之外而經營作用者，稱爲外生酵素(Ectoen
zym)。更就此二大別而詳細分之，則尙有許多種類。茲不列舉，僅就其性質作用與夫影響其作用
之條件等而略記其要點而已。

第一節 酵素之作用

酵素之作用，可視作一種接觸作用(Catalytic action)。酵素即與觸媒(Catalysator)相同，

在化學的變化中，自己無何等變化而能使化學反應之速度上受多大之影響。且能以極少量酵素，生出多大之化學的變化也。就此等點而論，雖與無機性觸媒相類似，但如次述各點，又與普通之無機觸媒有異。

(1) 酵素爲極有特異性者，即爲被作用物之性質所影響。例如麥芽糖分解酵素 (Maltase) 能分解自 α -1 葡萄糖生成之麥芽糖，而不能分解其異性體之從 β -1 葡萄糖所成者 (Isomaltose)。但此區別，亦未必爲絕對的區別也。

(2) 酵素之作用，大爲溫度所影響。即無機性觸媒大體可因溫度 10°C . 之上昇而作用之速度得增加二倍。但酵素則只限於最適溫度 (Optimum) 以內有此增加化學反應速度之作用。如超過此最適溫度，則作用即衰，或消失也。

(3) 無機性觸媒對於速度恆數在反應全期中無有大差，但酵素則隨其反應進行而速度恆數亦有變化。即酵素之作用，多非曲線的進行，在初則爲直線的進行者也。其原因在反應中酵素尚有消失，或爲反應生成物所影響。

關於酵素之一般作用，研究者頗多。茲摘記其研究要點於次：

(1) 酵素之本態未明，僅以其作用而認識其存在。

(2) 酵素各具有特定之作用，即一種酵素僅能作用於一種化合物，或有同樣構造之一化合物羣。例如有作用於碳水化合物者，有作用於蛋白質者，又有作用於脂肪者，細分之其中又各有特殊作用。

(3) 酵素爲有觸媒之作用者，其最適溫度雖因酵素之種類而異，但概言之， $30-50^{\circ}\text{C}$. 之間多爲最適。自此以上之溫度，一般作用已衰，達 $70-80^{\circ}\text{C}$. 時，大體酵素已被破壞而失其作用。不過以乾燥狀態存在者，較之存在於溶液中者，抵抗溫度之力大。雖 100°C . 以上尙有不失其作用者。

(4) 酵素對於酸鹼及鹽皆感覺敏銳。大多數之酵素於無鹽存在時不起作用。又如 Pepsin 酵素僅在微酸性溶液中有作用，而一有鹼存在則作用即消滅。反之而如 Trypsin 酵素者又非在鹼性溶液中，作用不能旺盛。但無論何種酵素，均於有過賸之酸鹼存在時，失其作用也。

酵素爲一種電解質，自容易爲氫離子濃度所左右。各種酵素俱有最適之 pH 。此最適 pH 不

獨因酵素之種類而異，雖同一種酵素亦因動物性，或植物性，並生成部分而各有不同。縱同一部分生成者，亦因所作用之物質如何而有變化。生成之生物體同，作用之物質亦同，又因生成之物質如何而有相差。凡上述條件皆同，而溫度亦能與以影響，自不待言者也。

(5) 或種酵素有需要特殊鹽類與特殊物質之存在者。例如變糖爲碳酸氣與酒精之酵素 *Zymase*，非有磷酸鹽存在不可。又如胰液 (*Pancreatic juice*) 中之脂肪分解酵素，需要膽汁鹽類 (*Bile salt*)。其他尚有需要鐵或錳鹽之氧化酵素。不遑枚舉也。

(6) 酵素之作用日光亦能影響。

(7) 或種酵素又被別一種酵素或抗酵素 (*Anti-enzyme*) 而抑制其作用。即將或種酵素注入體內，則生成特異之抗酵素而阻礙其作用。例如將 *Pepsin* 酵素注入體內，則生成阻礙 *Pepsin* 作用之抗酵素是也。

(8) 多數酵素以酵素母體 (*Proenzyme*) 存在，不能以其原狀起作用，必遭遇特種之物質後始能化爲活性之酵素者。此使其化爲活性之物質稱爲助成酵素 (*Coenzyme*)，又曰賦活素 (*Kina-*

ae) 例如 Pepsin 最初乃以母體 Pepsinogen 存在者遇胃液中之遊離鹽酸後始變爲活性之 Pepsin 以分解蛋白質。在胰液中存在之 Trypsin 亦然。最初之存在母體爲 Trypsinogen 得腸壁分泌之助成酵素 (Entero kinase) 後始變爲 Trypsin 者也。

第二節 酵素之主要性狀

酵素之化學的本性，在今日尙未明白。蓋因其性質爲膠質性 (Colloidal)，易吸着蛋白質、脂質、糖質或灰分等，不容易將酵素本身純粹分離也。今日惟以其呈現糖質或蛋白質之反應而認爲與此等物質有關係者而已。一般認此爲膠體 (Colloid)。近時有報告謂已將尿素分解酵素 (Urease) 及 Pepsin 等結晶製得者，謂 Urease 爲性質類似球素 (Globulin) 之物，此亦未可確信。蓋因就多數之酵素而觀之，縱稱爲純粹分離者，亦不免其中混有多量之蛋白質及其他不純物。故此處所謂純粹分離物者其性質又安知非其夾雜物所現之性狀耶。

但酵素之原質組成，則頗與蛋白質相近。其呈色反應亦多爲蛋白質之呈色反應，實可云酵素

爲近於蛋白質之物。茲就迄今所分析之數種酵素成績而列表於次：

酵 素	C	H	N	S	灰	分
Diastase	45.8	6.9	4.57	0		6.08
Diastase	47.57	6.49	5.14	—		3.16
Diastase	46.63	7.35	10.41	—		4.79
Ptyalin	43.10	7.8	11.83	—		6.10
Invertin	43.90	8.4	6.0	0.63		—
Invertin	40.50	6.9	9.3	—		—
Emulsin	43.06	7.2	11.52	1.25		—
Emulsin	48.80	7.1	14.20	1.30		—
Pancreatin	43.60	6.5	13.82	0.88		7.04
Trypsin	52.75	7.5	16.55	—		7.04
Pepsin	53.20	6.7	17.80	—		—

由此表觀之，其爲近於蛋白質者殆無可疑。但因其種類繁多而化學的構造自亦各各不一。此又不難想像者也。

酵素所起之反應，多爲可逆反應（Reversible reaction），即起分解作用者同時又有合成作用。生物細胞內之合成作用，或原於此。兩反應於一定點時達平衡狀態。即應受分解之物與其分解產物，在量的關係上有達一定比之時。生物體內到處皆起此反應而欲得平衡狀態者，但其分解產物又復因氧化作用及其他化學反應而一部分被破壞，且合成物乃至分解物或自細胞出去，或復進入於細胞內，常有出入，是以失其平均。故結局不能達平衡狀態也。如此之分解合成作用謂之代謝作用（Metabolism）。

第三節 酵素之存在個所及抽出法

凡生物體內俱有酵素存在。就動物體言之，活動最盛之器官如消化器、血液、腦髓等中存量最多。植物體內亦以種子中爲最多量，常發芽時其含量更增加也。蘖及其他寄生植物普通生產外生

酵素者。因此外生酵素以變化其寄主所有之養分爲可溶性而利用之。外生酵素又可於種子發芽時生成，藉此以變化種子中之養分而供諸幼植物者也。

欲自生物體製取酵素，如爲外生酵素者，則單以水處理其生物體或器官，即可將其浸抽出。至欲得內生酵素則非從次記方法中擇一而行之不可。

(1) 將試料混砂磨碎，於其細胞破壞後浸出之。

(2) 使試料一旦凍結，然後磨碎浸出。

(3) 將試料乾燥後磨碎浸抽。

(4) 將試料用 0.5—1.0% 之硫酸或其他適當之藥劑處理，使其細胞死滅後再行浸抽。

(5) 使試料行自家消化 (Autolysis 或 Self-digestion) 後浸抽。所謂自家消化者，乃於生物體或其器官，加以防腐劑，如 Toluene 者而放置之，其組織即次第爲其中存在之酵素所分解。其變化恰與消化管內所起之消化作用相同也。此時加用之防腐劑，以能殺死生物體之細胞而不害細胞內所存在之酵素者爲宜。普通則使用 Toluene 云。

第Ⅳ節 酵素之分類

酵素得因其作用而爲次之分類。

I. 加水分解酵素

(a) 糖質分解酵素

名	稱	作用物質	生成物質	存在個所
(1) Dia stase	又名 Amylase	澱粉	麥芽糖及糊精	麥芽, 麴, 唾液, 胰液等。
(2) Inulase		Inulin	果糖	植物體
(3) Dextrinase		糊精	麥芽糖	麥芽
(4) Cellulase		纖維素	麥芽糖	細菌
(5) Pectinase		Pectin 質	單糖類	果實
(6) Stachyase		Stachyose	Galactose, 葡萄糖, 果糖	下等動物體
(7) Raffinase		Raffinose	果糖, 葡萄糖, Galactose	下等動物體

(8)Gentianase	Melezitose	Gentiobi se, 果糖	下等動物體
(9)Invertase	蔗糖	葡萄糖, 果糖	酵母
(10)Maltase	麥芽糖	葡萄糖	麥芽
(11)Lactase	乳糖	葡萄糖 Galactose	酵母, 腸液
(12)Trehalase	Trehalose	葡萄糖	菌類
(13)Melibiase	Melibiose	葡萄糖, Galactose	酵母
(b)配糖體分解酵素			
(1)Emulsin	Amygdalin 及一切 β -配糖體	葡萄糖及其他物質	苦扁桃
(2)Myrosin	含硫配糖體	葡萄糖及其他物質	十字花科植物及其他
(3)Rhammase	Xanthorhamnin	Rhamnose 及其他	Rhamnus infectoria 之種子
(4)Tannase	鞣酸	沒食子酸, 葡萄糖	植物體
(5)Indicanase	Indican	Indoxyl, 葡萄糖	植物體
(6)Phytase	Phytin	Inosite, 磷酸	種實外層

(c) 脂肪分解酵素

(1) Lipase

脂肪

甘油, 脂肪酸

油種子, 胰液

(d) 蛋白質分解酵素

(1) Pepsin

蛋白質

Albumose, peptone

胃液

(2) Trypsin

蛋白質

氨基酸

胰液, 幼植物

(3) Erepsin

乾酪素, Histone,
Albumose, Peptone

氨基酸

胃液, 植物體

(4) Papain

蛋白質

氨基酸

蕃瓜

(5) Nuclease

核酸

Purine 鹼質, Pyrimidine 鹼質, 糖牙, 磷酸

腸液, 植物體

II. 氧化酵素

(1) Oxidase

色原質 (Chromogen)

色素

植物體

(2) Peroxidase

過氧化氫

活性氧素

植物體

(3) Catalase

過氧化氫

氧素, 水

植物體

III. 還元酵素

IV. 脫氨基酵素

	尿素	硃酸經	植物體
(1) Urease			
(2) Guanase	Guanin	Xanthine, 氮	動物體
(3) Adenase	Adenin	Hypoxanthine, NH ₃	動物體
(4) Arginase	Arginin	尿素, Ornithin	腸液
(5) Creatase	Creatin	Creatinine	動物體

V. 分解碳酸基酵素

(1) Keto 酸分解酵素	Keto 酸	醃質, 碳酸氣	動植物體
(2) 氨基酸分解酵素	氨基酸	Amine, 碳酸氣	動植物體

VI. 凝固酵素

(1) Chymase	乾酪素(asein)	凝固物	犢牛第四胃
(2) Thrombase	Fibrinogen	Fibrin	血液
(3) Pectase	Pectin 質	凝固物	果實

(1) Zymase

葡萄糖及其他六碳糖

酒精，碳酸氣

酵母

除上表所列之外，尚有多數酵素。如氧化 Xanthine 爲尿酸者，尚有 Uricase 酵素。對於核酸之中間產物而作用者，尚有 Nucleosidase 酵素，分解氨基酸而生成 Oxy 酸及 Keto 酸者，尚有 Amino-deaminase 酵素等是也。

肝臟中至少亦有十六種酵素存在，自消化器分離者已有十四種。如是酵素之種類既多，其作用亦千差萬別。生物體之複雜生活現象，即因此等酵素所營之特殊作用而圓滑進行者。不獨食物之消化，而植物種子之發芽與卵之孵化等皆賴酵素之力。所謂無酵素即無生活現象者，信非過言也。

