

酵素の化學的性狀に就いて

藥學士 宗定 哲 二

緒言

人類を始め他の動物が種々の食物をとり榮養分として生活をなし多くの植物が雜多の肥料を吸収して生命を維持してゐる間には色々の化學變化が行はれてゐるといふことは誰しも考へ得ることである。その反應は非常に複雑で現今吾人の智識を以て判斷し得ないものが大部である。然しその殆んどすべては酵素の存在するために生物の生命が都合よく續けられてゐるとも云ひ得る。吾人の日常の活動は酵素の作用に負ふことが大であつて、生物化學の研究殊にその生理的方面は酵素の智識によつて啓發せられることが少くない。また實用上に於ても諸種の工業上興味あるものとせられ、農産製造業の大部分はこの應用とも云へる。

酵素の特性

實驗室で行はれる化學反應について見るに、無機物と有機物との間に著しい差のあるのを常として

ゐる。前者では大抵溶液中に於いては容易にイオン化してゐるので、溶液が互に接觸すると殆どその間に化學變化が起るが、後者ではイオン化の程度が比較的小さく、時としては全くイオン化せない場合もある。其の間の反應がゆるやかで急激に進行せしめんと欲せば特別に高温度にするか高壓力を加へるか、或は何かの接觸劑を加へるかせねばならぬ。しかしこのやうにして反應を促進せしめやうとしても數時間乃至數日、時としては數十日を要する場合が少くない。然るに生物体内では特に壓力や温度を加へることがないのに、色々の化學的變化が行はれてゐる。例へば葡萄糖が分解して炭酸瓦斯及水となり、或は卵白がアミノ酸になる場合、實驗室ではクローム酸や鹽酸の如き強力な試薬の力をからねばならぬが、生物の体内では割合簡單に行はれてゐる。これは生物体内に特別の物質があつて、その物質が反應の媒介をなすためと考へられてゐる。この物質を酵素 (Enzyme) といつてゐる。

一九〇四年アームストロング氏の行つた實驗によれば、五パーセントの乳糖溶液一定量中に一種の酵素ラクターゼを入れ置けば、全乳糖の四分の一が約半時間でしかも攝氏三十五度で加水分解せられたが、酵素を入れないうで二定規鹽酸を加へて同一の温度で放置すれば、前の場合と同一程度に加水分解せしめるには約五週間かゝつた。これによるも酵素が如何に反應を促進するか、わかるであらう。

茲に酵素とは如何なるものなるかといふ定義を簡單に述べることができないが、要するに生物の生活細胞内に生成せらるゝ物質にして觸媒作用をなすものなりと云ふことができる。

元來酵素 *Enzyme* と云ふ語はギリシヤ語の酵母の中に存在すといふ意味の語から來たので、これは酵母により所謂酒精酸酵が行はれるが、この際に於ける酵素の作用並に性狀が最初に研究せられたからである。

酵素の觸媒作用

一般に觸媒作用を起す觸媒に就いては次の二点が特に重大なものとせられてゐる。

(一) 觸媒の添加によりて新しき反應が起るのではない。たゞ反應の速度が加減せられるのみである。従うて反應は觸媒の存在すると否とにかゝらず起り得るものである。

(二) 觸媒は反應によりて生じたる物質と結合せない。従うて少量にて足り、反應の前後に於て質及量に變化がない。但し例外あれどもこれは主反應と關連せぬものである。

酵素の場合にも右の二点は適合する。酵素の觸媒作用中研究せられたものゝ大部分は加水分解作用である。この場合水はイオン化の程度の極めて小さいものであるけれども、 H 及 H^+ の兩イオンが存在してゐる。これを數字で示すと

温度

H (水一立中のグラムイオン)

0°

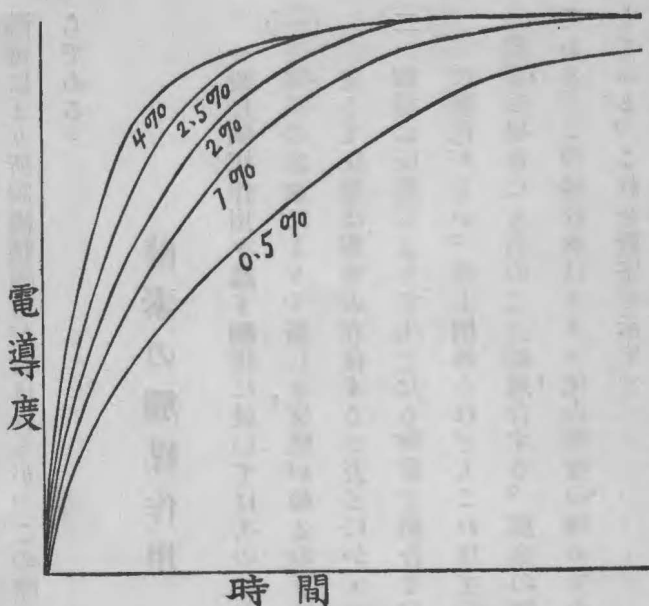
0.35×10^{-7}

18°

0.80×10^{-7}

酵素の化學的性狀に就いて

従つて蔗糖の溶液は葡萄糖及果糖になり、澱粉溶液からはデキストリンが出来るわけである。實際に



於てこの事實が報告せられてゐるがその反應は微かに、しかも長い時日百度の温度で行つたのである。然しこの溶液に僅かの酵素を加へて置けば同一程度の變化が短時間にしかも低温度で行はれる。かくの如く酵素は新しき反應を引起すものではない。次に酵素が觸媒作用をなす場合反應終末に於ける生成物質の量は酵素の多少によらず常に一定である。圖は酵素トリブシンの濃度を色々にした實驗である。トリブシンはカゼイノーゲンを分解してペプトン及アミノ酸にするのだがその溶液内に於けるペブシン及アミノ酸の増加は液の電導度を大ならしめるのである。故に液に電導度を測れば反應進行の程度がわかる。これによれば最初は差が甚しいが次第に接近して遂に一致する。即ち反應終末には酵素の分量の

差は影響せない。また酵素は一般の觸媒の如く甚だ少量で足る例へばインベルターゼは二〇〇、〇〇〇倍の重量の蔗糖を加水分解することが出来る。尤も他の副反應によりて終末に至り酵素が變化する場合は多少趣を異にするのである。

酵素の物理的及化學的性質

酵素はすべての生物の体内に存在してゐるけれどもこれを純粹に分離することは現在では殆んど不可能とせられてゐる。従うて充分な精製法がないと云つてもよい。強いて純粹なものを得やうとすればかへつて破壊するとか作用を失はしめるとかするのが常である。可及的強基な作用を有するものを得るためには植物から得た浸液を以て満足するのみである。また純粹に近いものはこの汁液から藥品を加へて數回分離するの外ない。それであるから其の物理的並に化學的性狀に至つてはたゞ其の一部を知るのみである。

酵素の重要な性質はそのコロイド性なることであつて酵素の特性はこれに基因してゐると云つてもよい。また化學的には如何なるものかと云ふことは知られてゐない。普通の方法によつて、汁液から沈澱せしめたものはコロイド性を有するために炭水化物蛋白質脂肪等を夾雜してゐるために従來蛋白質に類似の物質なりとせられたこともあつたが、近來精製法が進んで純粹に近いと信せられるものが

得られるやうになり化學的組成も一樣でないとせられるに至つた。今まで精製せられた酵素で最も純粹と信するに足るものはオスボルン氏のインメルターゼ、フレンケル、ハムブルヒ兩氏のアミラーゼ、ベケルハリングス氏のペプシンであるが前二者は蛋白質の反應を示さないで、アミラーゼの如きは却つて炭水化物の反應があると報告せられてゐる。またオイラー氏によればオキシダーゼの一種は有機酸石灰鹽ならんとさへ説いてゐる。

熱による酵素の影響も忘るべからざるものである。多くは三十度から五十度までの温度に於て最もその作用を示すを常となすものでこの温度を酵素の最適温 (Optimum temperature) と云ひ、各酵素の種類により多少の差はある。尙温度をあげると通常八十度乃至百度で酵素はその作用を示さぬやうになる。これは熱がコロイド性に影響を及ぼすためである。尤も乾燥状態にある酵素はこれよりもやや高き温度に耐へ得る。

次に面白いことは或る種の酵素はその種の酵素に特定した物質に對してのみ反應を示すことである。例へば蛋白質を分解すべき酵素を以て脂肪を分解することは出来ない、恰も鍵と錠との關係のやうである。故に生物の体内に於て色々の化學變化が行はれるには多種類の酵素がなければならぬのである。

酵素の助成劑と抗酵素劑

酵素の中には他物の存在によりてその作用が影響せられるものが少なくない。例へば酸、鹽の如き電解質が存在する場合の如き然りであるが、これは主として酵素のコロイド状態の變化を起すためらしい。また酵素の種類によりて同一の電解質必ずしも同一の影響を與へない。即ち同一の濃度の酸にてもある種の酵素に對してはその作用を促進するが他の種のものに對しては反對の結果を及ぼすこともある。例へば種子中の酵素アミラーゼは硫酸を加へてその濃度を二百分の一ノルマルにするも酵素の作用は停止するが或る種の蛋白質分解酵素に對してはかへつて反對の現象を示す。

フォルムアルデヒド、靑酸、可溶性弗化物等は一般に細胞の生活力を消滅せしめると同時に酵素の能力をなくするがトクオール、キシロール等は細胞の生活力を妨げるのみで酵素には何等の影響を與へない。

右のやうな場合酵素の作用を促進せしめる物質を酵素助成劑 *Activator* と云ひ妨げる物質を抗酵素劑 *Inhibitor* と云つてゐる。

コーエンチム及アンチエンチム

ある種の酵素殊に動物組織内の多くの酵素は他の物質の無きときは絶對に酵素としての作用を示さぬものがある、かゝる物質をコーエンチムといひ、酵素の觸媒作用を表すためになくてはならぬものである、酵素より透折によりて分離することができる。かく分離せられたものはコーエンチムを加へると酵素としての作用を回復する、コーエンチムは煮沸によつて其の作用を失はない。

例をあげると酵母中の酵素チマーゼと其のコーエンチムとの關係の如きがそれである。酵母の浸出液をゼラチンの濾過器で濾過すると、コロイド性の酵素が残るがこの酵素はもはや、酒精醱酵を起す能力がない、然し濾液を加へると本來のチマーゼとしての作用を發揮する。濾液に就いて試験して見れば、可溶性の磷酸鹽と他の性質不明の物質とが存在してゐる、どちらもチマーゼが醱酵を起すのに必要なものである。

またトリブシンは脾臓中にてはトリブシノーゲンとして含有せられ、これが酸其他のコーエンチムによりて初めてトリブシンとなり蛋白質を分解するのである。

前に述べた酵素助成劑は酵素の作用を一層促進するのみなれどもコーエンチムはその補助を無視しては酵素としての作用を果すことのできないものであつてこの点に於いて差異を認めることができる。

また消化器に寄生せる蛔蟲の如きものにアンチエンチムといふものが存在してゐる、このものがあ

るため蛔蟲が消化器内の酵素の作用を受けて消化せられることを防いでゐる。恐らく其他に動物の消化管内の粘液中にも存在してゐて動物体自身が消化せられることを防止してゐるだらうと考へられる。

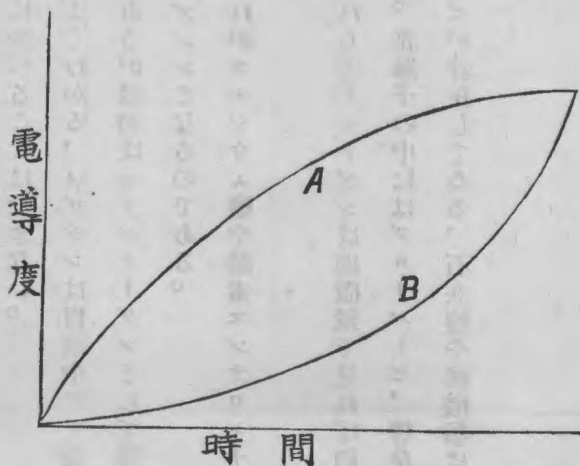
今卵白を水を以て九倍にうすめて蛋白質分解酵素トリプシンを作用せしめると圖のBのやうに最初は分解せぬが漸時にして反應が進む。もし卵白をはじめ百度に煮沸して置けばAの曲線のやうになる。勿論最後には一致点を有する。これも卵白中にアンチエンチムが存在してゐるが煮沸によつてその作用を失つたためであらう。

抗酵素劑は酵素の作用を失はすがアンチエンチムはそのために酵素がある物質に件用することを防ぐものであつてその作用を全く失はすものではない。

チモーゲン(酵素母体)

酵素は特殊の必要より原形質によりて作られたる化學的物質である、それだから原形質から酵素と

酵素の化學的性狀に就いて



なるまでには觸媒作用を有せない状態にある階段を経ることも考へられないことではない。この階段にある物質をプロエンチム或はチモーゲンと云ふチモーゲンは不活性であるが一般に、助成劑と接すると直ちに酵素としての特性を發揮する然しこれが更にチモーゲンにかへることはできない。

この例は動物の消化に於けるペプシン、トリプシンの作用でよくわかる、ペプシンは胃液中にて蛋白質を分解してアルブモゼとし更にペプトシに變ずる酵素であるが最初はペプシノーゲンとして腺細胞に於いて生成せられ、これが鹽酸の作用を受けて活性のペプシンとなるのである。

トリプシンは最初トリプシノーゲンとして脾液中にあるがこれがカルシウム鹽や酵素エンテロキナーゼの作用でトリプシンになるのである。

植物界でもチモーゲンは組織中に存在することもあるが、これらのチモーゲンは顯微鏡で見れば細胞内に一定の細粒をしてゐるが酵素の作用が生ずると消失する。蓖麻子の中にはプロリパーゼ、煙草葉中にはプロオキシダーゼ、或種の菌類にはプロインベルターゼが存在してゐる、石灰鹽や稀酸類は一般にチモーゲンの助成劑として知られてゐる。

酸素の合成作用

合成と云ふのは簡單な物質を組合せてより複雑な物質とする作用にして酵素もこの作用を有してあ

るが未だ充分研究せられてゐない。

一八九八年ヒル Croft Hill 氏は酵母マルターゼを四〇パーセントの葡萄糖液中にに入れて三〇度の温度を與へ數ヶ月放置するとマルトーゼが出来るのを認めたといふ。(尤もこのマルトーゼはその異性体イソマルトーゼであつた) またエムルジンはマミグドニトリルグルコシド及び葡萄糖に作用してアミグダリンを合成しエストララーゼは酪酸エステルを、リパーゼはトリオレインを合成することなど知られてゐる。

生物の体内では酵素は盛に活動して接觸作用によりて複雑なる物質を合成してゐるのは疑ないことである。

酵素の分解作用

酵素の分解作用は前の場合に比べるとやゝ詳細に研究せられてゐて報告も澤山出來てゐる。この作用は要するに加水分解及酸化の兩作用またはこれらが種々に組合せられたるものと考へられる。

次にこれによりて酵素を分類して見ると次の通りである。

(一) 加水分解酵素

蛋白質分解酵素

酵素の化學的性状に就いて

酵素の化學的性狀に就いて

炭水化物分解酵素

脂肪分解酵素

糖原質分解酵素

尿素分解酵素

凝固酵素

酸化酵素

醱酵酵素

(二)(三)(四)

蛋白質分解酵素

蛋白質分解酵素は動植物界に廣く分布する諸種の蛋白質を分解してより簡單なる組織を有する物質となすものにして、胃液中のペプシン、腸液中のエレプシンの如きものである。

ペプシンは胃の消化に重要な役目をなすものにして弱酸性液に於いて蛋白質を加水分解してアルブミン及びペプトンを生成す胃の粘膜中にありてはペプシノーゲンなる形をなしてゐるが鹽酸の作用によりて變化するもので兩者を區別するには、 $0.5-1.0\%$ の曹達液で處理すればペプシンは容易に分解せられるがペプシノーゲンはその儘残つてゐる、この理を應用して胃粘膜から分取すること

が出来る。植物界では食蟲植物はいちごく、蕃瓜、鳳梨中にも含まれる、蕃瓜中の酵素は之をババインと稱し有名である、製品は醫藥に供せられる。

トリブシンは微アルカリ性液中に於いて蛋白質を分解してアルブモーゼ及ペプトンを生じまたアミノ酸をも生成する酵素にして、動物の脾液、幼植物及び微生物中に存在してゐる、エレブシンはコンハイムが最初に犬の小腸粘膜中に發見した酵素にしてアルブモーゼペプトンに作用して、之を分解してアミノ酸となす性質を有してゐる。

炭水化物分解酵素

炭水化物分解酵素はまた糖化酵素とも云ひ複雑なる炭水化合物をして加水分解せしめ簡單な糖類に變化せしめる作用を有してゐる、動植物界に廣く分布して、生物が直接に利用することのできの炭水化物を糖類として栄養を營ましめる重大な役目を有する酵素である。

チアスターゼは最も普通な糖化酵素にして生物界に弘く分布せられ動物の唾液脾液、肝臟等に含まれ、植物では莖根葉等殆んど全部に存在してゐる、穀物類の發芽に當り胚子及胚乳中に殊に多量に生ずる。各器官中に含まれる量は抽出の方法によりて大いに相異あり。時季によりても一樣でない、生長の盛な時ほど多量に存在してゐる。チアスターゼは二種の形態として存在してゐるその一を

移轉チアスターゼといひ、まだ發芽せぬ種子や葉の細胞中に存在してゐる澱粉を可溶性物質にし、細胞間を移轉せしめる役目を持つてゐる、割合低温度でよく作用をあらはし、最適温度は四十五度から五十度までである、他の一は發芽する場合種子の胚乳胚子中に分泌せられるものでこれを分泌チアスターゼ *Secretion diastase* といふ、澱粉を可溶性物質として供給するもので最適温は五十乃至五十五度である、麥芽中のものは澱粉より糊精及び麥芽糖を生せしめるが、動物中に存在するものには更に分解して葡萄糖を生せしめるものもある。唾液中に含まれてゐるのは特にプチアリン *Ptyalin* と稱し酵素による消化の第一階程をなしてゐる。肝臓中にはグリコゲンを加水分解して葡萄糖にするチアスターゼを含んでゐる。

インベルターゼ *Invertase* は蔗糖を分解して葡萄糖及果糖にする酵素にして殆んどすべての酵母中に存在する、その外動物の腸液多くの植物体内にも含まれてゐる最適温度は五十度乃至五十四度である。

マルターゼ *Maltase* は麥芽糖を分解して二分子の葡萄糖とする作用を有し動植物界に、多くはチアスターゼと共存してゐる。

この外に、メリピオーゼを分解するメリピアーゼ、乳糖を分解するラクターゼ、イヌリンを分解するイヌリナーゼ、纖維素を分解するシターゼ(セルラーゼとも云ふ)の如き炭水化物分解酵素がある。

脂肪分解酵素

脂肪は高級の脂肪酸とグリセリンとの結合した一種のエステルである故に脂肪を分解する酵素をエステラーゼ Esterase と云ひ、また古き名としてはステアブジンが知られてゐる、普通にはリパーゼ Lipase と云ふ、動植物兩界に分布してゐる、動物の腴液中にあるものは脂肪を消化する重要な役目をしてゐる、植物では蓖麻子等の種實中に含有せられてゐて、化學工業の方で脂油分解に應用せられてゐる。

面白いことには、脂肪酸とグリセリンとを適量に混合してリパーゼを加へ適當の條件を與ふれば脂肪が合成せられる、これは今日まで酵素の合成作用の例として名高いものである。

糖原質分解酵素

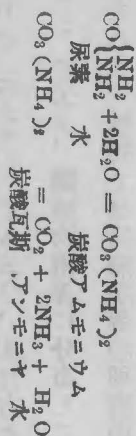
糖原質は一に配糖体 Glycoside と云ひ廣く生物界殊に植物界に分布する物質で酵素の作用によりて分解せられると糖類を生ずる。最も普通な酵素はエムルジンとミロジンとである。エムルジンはあらず其他の薔薇科植物中に含まれてゐてアミグダリンを加水分解してベンザアルデヒド、靑酸及び葡萄糖となすものである。エムルジンは其他多くの糖原質をも分解せしむることが出来る。ミロジンは

多くの十字花植物中に含まれてゐる酵素で一種の含硫糖原質を分解して芥子油を生せしめる作用を有してゐる。

また藍草の中にはインザカーゼといふ酵素が存在してゐて藍葉中のインザカンを分解してインヂゴを生せしめる、この方法で従來染色用の色素を作つてゐたのである。この外タンニンを分解するクンナーゼ等の如きものもある。

尿素分解酵素

尿を空中に放置するときには漸時に其の中に含まれてゐる尿素がバクテリアの作用により分解して炭酸アンモニウムになるこれが更に炭酸瓦斯とアンモニアとなる、この間の化學反應は



これはバクテリアやが尿素分解酵素ウレアーゼ(Urease)を分泌し、このウレアーゼがこの作用をなすのである、ウレアーゼは高等の植物(荳科)の種實中にも多く存在してゐる、實驗せんと思へば尿素の稀薄溶液(1%位)をつくりこれに大豆粉末を加へフェノールフタレン液を注ぎ放置すれば數分間にし

て右の變化が起つてアルカリ性となり液が赤色を呈するに至る。

人糞尿を肥料として施す場合自然に腐熟せしむるのは尿中の尿素を分解せしめてアムモニアとなすためである。

凝固酵素

凝固酵素とは溶液状にある物質を凝固せしめてコロイド状となし不溶性とするものにして未だ充分に化學的に説明せられてゐない、レンネット (Rennet) トロムバーゼ (Thrombuse) 及ペクターゼ (Pectase) の三種が主なものである。

レンネットはまたラブ (Lab) キモジン (Chymosin) とも稱せられ牛の胃の粘膜中に存在してゐる酵素にして乳汁中に加ふればカゼインを凝固せしめる、この時の變化はカゼインが乳汁中の石灰鹽の存在によりて凝固するのである、また蓖麻子等の種子中にも含まれてゐる。トロムバーゼは、動物の体から出た血液を凝固せしめる酵素である。ペクターゼは植物界のみに分布する酵素でペクチン質を凝固せしむる特性を有してゐる、果物の汁液が膠状となるは多くはこのためで、この時にはペクチンがペクチン酸となり更に石灰と結合してペクチン酸石灰となるためである。

多くの凝固酵素は石灰の存在が必要とせられてゐるけれども其の間の化學的説明はまだ充分知られ

てゐない。

酸化酵素

生物体内に於いては種々の有機化合物が酸化せられて炭酸瓦斯や水となる外に、尿素尿酸等の如きものも体外に排出せられる、然し空中の酸素は分子狀にてはそんなに酸化作用を容易にすることは出来ない、これは何物かゞ其の間に媒介をするのではないかと考へられる、多くの人々の研究により、これは生物体内に一種の酵素が存在してゐて接觸作用をなすのであると説明せられてゐる、かゝる酵素を酸化酵素と總稱してゐる。

酸化酵素が作用した場合には多くは色の變化が起るのは日常の出來事としてよく經驗せられてゐるが植物を空中に放置して變色するのはこの類で果物や樹木の切口が褐色を呈し或は赤變するのはその例である。

普通に動植物界に廣く存在してゐる酸化酵素を分けるとオキシダーゼ、パーオキシダーゼ、カタラーゼの三つとなる。オキシダーゼは空氣中の酸素を直接に他の物質に結合せしむるもので動物界には少いが植物界には廣く分布してゐる、その一種のラツカーゼは生漆汁の中に含まれてゐて空中の酸素によりて漸次に漆汁を黒變せしめるのである、この變化はウルシ酸がオキシウルシ酸になるためであ

る。

パーオキシダーゼは過酸化水素又は過酸化物を分解して、酵素を発生せしめて他物を酸化せしめる力がある、甘藷の断面に一二滴の過酸化水素水を注げば美しい青色を生ずるのは、パーオキシダーゼが過酸化水素から酵素を分離して、酸化したためである。

カタラーゼは過酸化水素を分解して酸素を生せしめるもこの酸素をして更に媒介して他物を酸化せしむる機能はない、血液にも強力なカタラーゼが存在するから試に血液の少量に過酸化水素水数滴を加ふると瓦斯が盛に發生する。

癒蒼木脂丁幾を以て三種の酵素を區別して見ると、オキシダーゼが存在すればこれを青癭せしめるが、パーオキシダーゼでは過酸化水素を加へなければ青くならぬ、またカタラーゼでは過酸化水素を加へても青色を呈せない。

オキシダーゼが生物界に重要な役目をなすことは前に述べた通りであるが生物が生活を営む間に種々の酸化が行はれて過酸化物が出るがこれは細胞に有害であるからカタラーゼにより分解せしめまた、酸素の必要な場合にはパーオキシダーゼによりて原素狀の活性酸素を供給するのである。また生物体の色の變はるのは多くは細胞内の色素の酸素の含量によるのであつて酸化酵素の媒介に負ふのである。

醱酵酵素

糖類を含んだ液から酒精ができることは数千年昔から知られ酵母によつて酒精飲料を作りパンをこしらへるのは大事な古代工業であつた。この間に起る化学變化は非常に複雑であるが概ね次の式で表すことが出来る。



葡萄糖

炭酸瓦斯

エチルアルコール

従前はこの醱酵作用は酵母菌の生活作用によりて起るものとし酵母の代謝機能と結びつけて信じてゐたが一八九七年ブフネル Ed. Buchner は酵素チマーゼにより起るものなることを確證した、これから醱酵と微生物との間の關係についての學が一變した。酵母をある方法で生活力をなくして酵素チマーゼのみは作用を失はぬやうにして浸出液を製しこれを葡萄糖に作用せしむるもやはり醱酵を起しアルコールが出来る、近來の研究によればチマーゼは可溶性の磷酸鹽及コエンチムが存在せねば作用を表さぬことも知られてゐる。チマーゼの最適温度は攝氏廿八度から卅度で、溶液としては四十五度から五十度で、乾固してゐるときは八十五度でその力を失ふに至る。

x

x

x

x

x

酵素は生活現象に對して非常に重要な機能を有することは、疑ふの餘地なきことにして生物体の細胞中含まぬものなく單細胞の生物アミーバの如きより高等の動物植物に至るまで各其の備ふる機關により特種の機能を有する酵素を含んでゐて、生活を完ふしてゐるのである。もとよりその作用は接觸劑としてであるが酵素の補助をからずしては生物体内に於いてイオン化することの少いか或は全くせない細胞内の有機成分の化學變化が自然界に行はれてゐるやうに大變大きな速度で完成して生長榮養を充分にし、外圍の状態に適合せしめることは出来ないだらう。而して細胞内に於ては種々の生活現象を呈してゐる。従うて其の間起る化學變化も非常に複雑にして種類の多いことは想像するに難くない。故に動物体内には雑多の酵素が存在してゐるべきである、例へば高等な動物が消化作用を行ふに當りては少くとも十四種類の酵素が消化器から分泌せられ、また肝臓よりは少くとも十六種の酵素を分離することが出来る。

これらの重要な酵素は生活細胞原形質の分泌せるもので最初から酵素として分泌せられるものもあるが、またチモイゲン（酵素母体）として分泌せられ他の助成劑に遭遇して始めて其の能力をあらはすもの少くない。またその出泌せらるゝ種類や量も場合により多少の差がある。例へば菌類を培養するに當りてその培養基中の酵素の作用をからねば同化できぬもの存在するときは、それに適合する酵素を分泌するも直ちに吸収し得べきもののみ存在するときは生成することがない。また胃液中のペプ

シンの量は食物として攝取した蛋白質の種類によりて相違してゐる、即ちパン、肉、牛乳の三種について云へばその蛋白を消化するに要する酵素液の比は一六〇分、四三分、二四分である。酵素の生物体内に於ける作用はまた充分研究せられてゐないが要するに生活中に起る種々の化學變化を制御して生命の維持を完ふせしめるものであることは明である。

然し原形質が加ふる重要な機能をいかにして果すかは未だ明でない。そのみならず酵素自身の性狀に至りても知られた點が甚だ少ない。尙充分に研究して酵素の化學的構造を明にし、如何にして其偉大なる觸媒作用を發揮するかを知るの必要がある。この兩者がはつきりして來た時には、たゞに生物体の分泌のみによらず人工的に酵素を合成し自然界に細胞内で行はれてゐる生活現象と同じやうな反應が實驗室で化學者の手でせられることになるだらう。これが成功すれば昔ウェーレルが從來生物の力のみによりて出来るものと考へてゐた有機物の尿素を無機物から生成して科學界の一大革新を起したのに比すべきである。またこれは學問上興味あるばかりでなく、實際上にも大なる發見となるので、現在動植物を飼養し或は耕作してのみ得てゐる、炭水化物、蛋白質、脂肪等の如き吾人の食料品が工場で製産せられ、しかも、その製品が從來のものに比して、物理的にも化學的にも相異なきは勿論でまた榮養價值に至りて天産物に譲らないものであるといふ時代が來て農業界の一大革命となるだらうと云ふのもあながち全くの空想とのみ云ふことは出来ない。