

醫學院適用

生物化學

第二部 代謝化學

William Veale Thorpe 著

陳叔騏 主譯

88
1714

華東醫藥生活社出版

醫學院適用

生物化學

第二部 代謝化學

主譯 陳叔騏

譯者 王明運 趙永績

龍門聯合書局

重慶中山一路358號 電話:3131

華東醫藥生活社出版

1951.5

本書譯自 William Veale Thorpe 所著生物化學第四版，其內容頗適合醫學生的需要，但有些地方不符合中國情況，尤其是營養部分，譯者除將其修改外，仍望讀者加以批判的吸取，在現在中文課本奇缺之情形下，本書尙有其應用之價值。

書中譯名大部均採用高氏醫學辭彙及北京大學生物化學系所擬之生物化學名詞草案，有些名詞是譯者自擬，譯者認為名詞只要能代表某一事物即可，無妨力求簡單，以便寫作和閱讀的方便。

本書分三部裝訂，另有合訂本，以便讀者選購。第一部是總論，包括組織成分及生物化學原理；第二部是代謝化學；第三部是營養及排泄。原書維生素一章在第二部，因與營養關係較密切，故移至第三部。書末附英漢名詞對照表，內註頁數，可作索引用。

本書係本人主譯，有幾章是本院生物化學實驗室助教及練習生同志所譯經本人校閱的，此數章之末均註明該章譯者。

譯者生物化學的經驗很少，本書又係突擊完成，內容難免有錯誤，即詞句也有不甚通順的地方，容再版時更正，更希望讀者多加批評提供意見，以便改正。

陳叔驥於濟南白求恩醫學院

1950年11月20日

目 錄

第 二 部

第十四章	消化化學	139
	消化液	140
	唾 液	140
	胃 液	140
	胰 液	142
	腸 液	143
	胆 汁	143
	腸的反應	140
	腸內細菌的分解作用	140
第十五章	吸收化學(一般原則)	151
	吸收的機構	152
	大腸的吸收	154
第十六章	同位素在生化的應用	155
第十七章	醣的運用	158
	消 化	158
	吸 收	159
	中間代謝	160
	葡萄糖在肝臟的變化	161
	肝臟粉形成	162
	肝臟粉分解	162
	肌臟粉形成	163
	肌臟粉分解	163
	葡萄糖之氧化	164
	胰島素和腎上腺素控制醣的運用	164
	糖尿現象	165
	醣在組織的運用	169
	肌臟粉分解的化學變化	169

醣變脂肪	173
第十八章 脂質的運用	174
消 化	174
吸 收	175
吸收的脂質如何送到血液	177
中間代謝	177
組織的脂質	178
脂肪的氧化	180
β -氧化	181
生酮作用	183
脂肪在肌肉內的運用	184
肌醇的中間代謝	184
第十九章 蛋白質的運用(通論)	185
消 化	185
吸收和運輸	186
大分子吸收的可能性	188
中間代謝	188
氨酸的分解	190
脲的形成	190
去氨作用	192
含炭部分	193
氮的產生	194
第二十章 蛋白質的運用(各種氨酸的代謝)	196
第二十一章 蛋白質的運用(肌酸和核蛋白)	204
肌酸和肌酐的代謝	204
核蛋白、因、和國的代謝	206
因代謝	207
國代謝	207
痛風	209
第二十二章 醣、脂肪、和蛋白質之互變	210
醣的生化綜合	210
脂肪的生化綜合	210

	蛋白質的生化綜合.....	211
第二十三章	鈣和磷的代謝.....	213
	鈣的吸收.....	214
	磷酸鹽的吸收.....	214
	血鈣.....	214
	血磷.....	215
	骨的成分.....	215
	牙的成分.....	216
	骨和牙的鈣化.....	216
	鈣化的化學.....	217
	骨之脫鈣.....	218
	牙齒脫鈣（齦齒）.....	218
	副甲狀腺素對鈣代謝的管制.....	218
第二十四章	礦質代謝.....	220
	鎂.....	220
	鈉.....	220
	鉀.....	220
	鐵.....	221
	銅.....	221
	錳.....	221
	鋅.....	221
	鋁.....	221
	其他金屬.....	222
	氯.....	222
	碘.....	222
	溴.....	222
	氟.....	222
	硫.....	222
第二十五章	去毒作用.....	223
	氧化.....	223
	還原.....	223
	結合作用.....	223

	其他去毒反應.....	226
第二十六章	O_2 的運用和 CO_2 的排泄.....	227
	O_2 在血液內的運輸.....	229
	CO_2 在血液的運輸.....	230
	氣體在肺和在組織的交換.....	234
	肌色蛋白.....	235
	細胞內氧的運用.....	235
第二十七章	激素化學.....	237
	腎上腺激素.....	237
	胰腺激素.....	239
	副甲狀腺激素.....	240
	甲狀腺素.....	240
	各種垂體激素.....	241
	性器官的激素.....	242
	雄激素.....	242
	勵情激素.....	243
	黃體激素.....	245
	各種性激素之相互關係.....	245
	抗激素.....	245
	促癌劑.....	248
附	英漢名詞對照表.....	1-20

第十四章 消化化學

(參考書 1.5)

消化的目的是把膠體或不溶解的高分子量物質變為可溶的簡單物質，這些簡單物質可以彌散，或與他物結合成可以彌散的複合物。這種變化靠着消化道的各種水解酶，所以需能很少。澱粉經消化變為葡萄糖，蛋白質變為氨基酸，然後迅速吸收入血。脂肪分解成甘油和脂酸，甘油很容易彌散，脂酸則不能，要和胆鹽結合成可彌散的複合物才能吸收。

消化的功用 消化的主要目的，是變食物為能溶解、可彌散的物質，但其功用不限於此，體內的蛋白質、脂肪、醣和食物中的並不相同，但它們的構成單位是一樣的。將食物蛋白質變成組織蛋白質，必先把食物蛋白質分解成氨基酸，再把氨基酸重新結合成各種組織蛋白質；同樣，澱粉分解成葡萄糖，再合成糖粉；至於脂肪則改變很少，它分成甘油和脂酸後，再合成體內脂肪，體內脂肪和食物的脂肪相差有限，並且體內脂肪的成分，往往受食物脂肪的影響而改變。

消化可以促進某些簡單物質在體內的利用。譬如雙醣，不經消化也可以彌散，可以迅速吸收，但吸收後不能利用，原物排出，若經消化變成單醣，就可利用。

消化還能消除蛋白質的毒性：設取一種蛋白質注入動物血管，常常發生劇烈中毒現象，但若先將其分解成氨基酸，中毒現象即可避免。

消化能去蛋白質的毒性，但消化脂肪反而產生有毒物，因大量酸—脂酸—注入血液是有害的。幸而脂酸入乳糜管後即再合成脂肪，毒力因之消除。

還有一個好處是消化能阻止食物吸收過速，以便使吸收的物質分配妥當，不致淤積發生不良影響。如果食物不經消化而迅速吸收，食後不久即有飢餓感，則每天進餐次數必須增加。進食是一種享受，由於消化力的強大，飲食可以常改，能嚐各種滋味，正常人也許體會不到，消化道有病，飲食受限制的人就了解了。

消化酶 分解食物的消化酶在以後討論食物的運用時，要詳細講述。這些酶作用很強，在食物到達小腸下段時即可完全將它消化。任何一種食物經過消化道，都有很多種消化該食物的酶，反覆將它分解，一定能完全消化，決不能降級。

。消化道的酶是超過所需要的，即使把消化道的一部分截除，對消化也不致有什麼影響。此外酶的分泌量也隨飲食習慣而變更，如增加某一種食物，時間久了，該食物的消化酶即逐漸增加，相反地，如繼續減少某種食物，則該消化酶即逐漸減少。

消 化 液

消化的生理——如促進分泌的各種刺激和食物引起的蠕動——請參考生理學書，現僅述其化學。

唾 液

唾液是三對腺的分泌液的混合物，三腺的分泌量不同，故成分常有改變。唾液內大部分的粘蛋白由顎下腺而來，腮腺幾乎不分泌粘蛋白。各腺的分泌量因食物和刺激而異，所以每日分泌的唾液多少不同，大約為 1,000—1,500 c.c.。反應也有變化，大約在 PH 5.8—7.6 之間，平常多在 PH 6.4—7.1 之間，每天常改變，微酸性時多，鹼性時少。唾液成分因所受刺激而不同，含固體最低 0.3%，可高達 1.4%，如含固體 0.6%，則約有有機物 0.4%，無機物 0.2%。有機物主要為粘蛋白（0.3% 以上），唾液愈濃稠，粘蛋白愈多；此外還有少量白蛋白和球蛋白，唾液粉酶（Ptyalin），脲，尿酸，及微量硫氰酸。

無機物的含量變化很大，即某一人分泌的唾液也隨時改變，下例僅供參考（以 mg/100 c.c. 計）：K 38, Na 26, Ca 8, Mg 1, HCO_3 60, Cl 50, PO_4 10。

唾液除有澱粉酶可以消化澱粉外，主要為粘蛋白的潤滑作用，使乾食物溼潤易於吞嚥。

唾液遇乙酸，則粘蛋白成長絲狀沉澱。粘蛋白為酸性蛋白，在唾液內為其鉀鹽，水解產生硫酸粘液素。

唾液內之硫氰酸鹽並不是常有的，可能由代謝產生的微量氰化物而來。硫氰酸鹽可能和吸煙有關。

脲和尿酸等鹽類大概是由血液彌散的，無特殊功用。氰化物為唾澱粉酶的敵劑。

唾液置久則失 CO_2 ，而磷酸鈣和碳酸鈣沉澱而出，牙垢（Tartar）也許由此來的。

胃 液

胃液為體內最酸的分泌液，其酸度由於 HCl。自胃液腺分泌的液體含 HCl 約

0.55%，合 0.15N，PH 0.9，總氣為 0.165 N。分泌液入胃腔後，酸度迅速降低，所以平常檢查胃內容物，酸度約合 HCl 0.15—0.25%。酸度的降低有幾個原因：唾液的粘蛋白是弱酸的鈉鹽，和 HCl 作用變 KCl 和鹽酸粘蛋白（Mucin Hydrochloride）唾液含水很多，將 HCl 沖淡；胃內粘液（Mucus）也能中和酸，空腹時胃液的分泌很慢，其中和主要靠粘液；食物蛋白質和 HCl 結合；有時還有由十二指腸回流的鹼性液。

除 HCl 外，胃液含固體約 0.55%，其中有較 0.4% 稍多的有機物，包括酶（胃蛋白酶，胃脂酶和胃凝乳酶（？））及粘蛋白。無機物主要為 Na 和 K 的氯化物（氯化鉀稍多），及微量 Ca 和 Mg 的磷酸鹽及硫酸鹽。

胃液分泌量不定，成人進普通膳食每日約分泌 2—3 公升。

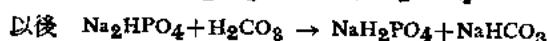
胃液 HCl 的來源 正常由胃液腺分泌的純胃液，酸度恆定，相當 0.15N HCl。酸由壁細胞產生，而壁細胞大概是鹼性的，壁細胞如何產酸尚無滿意的解釋，下述的反應都是可能的：

(1) 根據 Matthews，HCl 由弱鹼（如銨）的氯化物水解得來：



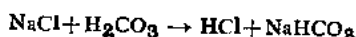
銨被吸收，剩下 HCl 分泌出去。這樣想法是因為在胃粘膜內銨的濃度相當高。

(2) 較比合適的說法，認為氯化鈉和酸性磷酸鹽作用而致：



產生的酸性磷酸鹽可以再作用，重碳酸鹽則由血取走。

(3) NaCl 可以和碳酸作用：



有蛋白質時，這反應可以進行，有人作過這實驗。

(4) 以杜南氏的膜平衡解釋：設在細胞內的蛋白質 R 和氯結合（見 27 頁）：



以上各學說雖有可能，但均未證實。

胃液分析 胃內容物很容易抽取，所以臨症常作胃液分析。由胃液分析能夠知道游離 HCl 量，總酸量，有機酸和酶，又能知道有沒有胆汁回流，有沒有血，粘液是否過多，食物通過胃是否太緩慢等。在檢驗時，先令病人吞入胃管，以後每隔半時抽取胃內容物（胃管是一支長而細的橡皮管，一端有洞，吞入後有洞處

即在胃的最低部；另端接一注射器以便將內容物抽出；管吞入後即留在胃和食道，病人並不感覺多麼不舒服）。普通多在空腹時施行，先將胃內容物抽盡，再給以試驗餐（各分析法之試驗餐各不相同）；以後每隔一定時間，抽取胃液；將其旋離或以紗布過濾，取溶液分析之。現在只談要了解 HCl 分泌情況所須作的分析：胃分泌的 HCl 可和食物（或粘蛋白）的蛋白質結合，又可和 Na 或 K 等鹼相中和，剩下的才是游離 HCl。胃液內常有些中性（或金屬的）氯化物，食物和唾液也有一些。除 HCl 外其他酸很少（正常狀況時），但若 HCl 分泌減少（缺鹽酸症 Achlorhydria），則糖可被細菌作用產生相當多的有機酸（如乳酸），若 HCl 分泌正常則游離的 HCl 可以阻止細菌的作用，不致產生有機酸。這四種成分，即游離 HCl，鹽酸蛋白，氯化物和有機酸，可由下列四種分析求得：

(1) 游離鹽酸 用合適的指示劑（陶氏試劑 Töpfer's Reagent 或麝藍），以 $\frac{1}{10}$ NaOH 滴定標本到 PH 8 附近，此時鹽酸蛋白和有機酸才開始游離，所以僅將游離鹽酸滴定完畢。

(2) 總酸量 將標本用 $\frac{1}{10}$ NaOH 滴定到 PH 9（用酚酞或麝藍作指示劑），此時所有的酸完全游離，所以滴定結果是游離 HCl 和和蛋白結合的 HCl 和有機酸。

(3) 氯化物 將標本蒸發，焙乾，再以 $\frac{1}{10}$ AgNO₃ 和 KCNS 測量灰分中的氯化物。在焙時 HCl（游離的和與蛋白結合的）散失，測定結果僅包括和 Na K 等金屬結合的氯。

(4) 總氯 先將標本用鹼中和以固定一切 HCl，然後照 (3) 處理。測定結果為游離 HCl 和和蛋白結合的 HCl 和無機氯化物。

以上測定結果均以 % 的 c.c. 數表示，由此結果可計算所需要知道的各種成分。由 (1) 知道游離鹽酸量。由 (4) - (3) 知道游離 HCl 和和蛋白結合的 HCl，常以活動 HCl (Active HCl) 表之。由 (2) 減去活動 HCl 即為有機酸量。正常胃液有機酸量極少，游離酸量約 50c.c.（即每百 c.c. 有 $\frac{1}{10}$ 酸 50c.c.，純胃液為 150c.c.）。總酸量約 75c.c.，由此可見胃液已被沖淡，一部分被中和。

胃部消化時間 食物在胃消化的時間，因食物的性質和食量而異。普通膳食在進食後四小時左右就完全通過胃，如吃的太快咀嚼不夠，或脂肪過多，或劇烈勞動和感情衝動使胃液分泌不夠，作用減低，全能延長在胃的消化時間。

胃的消化作用有限得很。胃的重要作用在於使食物變成較均勻的半液體的食團，使其溫度變得合適，然後慢慢的送入小腸。食物通過胃後即受胰液，胆汁和腸液的作用。

胰 液

胰液是鹼性的澄清液體，PH 約為 8.0。含固體約 1.8%（包括 HCO₃）；0.6% 為有機物，包括蛋白質，酶（胰蛋白酶元，胰糜蛋白酶元，殺胚酶，脂酶，澱粉

糖，麥芽糖酶)，及其他有機物質。無機物約佔1.2%，主要為Na，Cl，與 HCO_3 及少量K，Ca及 HPO_4 ，每百c.c.胰液的氫離量約相當於‰ 160c.c.，其中約有一半為氯化物，另一半為重碳酸鹽。每百c.c.胰液約含0.7g(=80cc‰) NaHCO_3 ，用來中和由胃來的HCl。胃分泌液的酸原來相當於150cc‰(每百cc胃液)，在胃內被粘液和食物沖淡並中和後，變成相當於75c.c.‰的酸，胰液的中和能力和胃內容物至少相等，才能把其餘的酸完全中和。

腸液 (Succus entericus)

十二指腸粘膜分泌腸液最多，愈往小腸下端分泌愈少。成分和胰液相似，約含固體1.5%，其中約‰為無機物，其餘主要為酶和蛋白質。無機物中 NaHCO_3 及NaCl各佔一半。PH在7.7附近。胰液和腸液的不同，只是含的酶不同。腸液內的酶種類很多，量也大；除纖維素外，凡普通食物中一切複雜的成分全能被腸液的酶所分解；計有腸勝酶 (Erepsin 為多肽酶+肽酶)，乳糖酶、麥芽糖酶，蔗糖酶、肌酶、磷酸酶、核糖酶、核糖酸酶、核糖醇酶，澱粉酶和蛋白酶。還有一個很重要的腸激酶，它能激動胰液的胰蛋白酶元。

除腸液外，腸粘膜還有另外一種分泌，這分泌只有少量但是繼續不斷的分必，內含酶極少，含粘蛋白最多。

胆汁

肝細胞不斷製造胆汁，送入胆囊，在胆囊胆汁成分改變：(1)加入粘蛋白也可能還加入其他物質，(2)胆囊粘膜將水，重碳酸鹽和氯化物重吸收。肝胆汁，鹼性，含水約98%；胆胆汁近中性，有時為酸性，約含水89%下表(根據Harrison，見參考書3)為人的肝胆汁和胆胆汁的成分(以百分計)。

人的胆汁的成分(平均值)

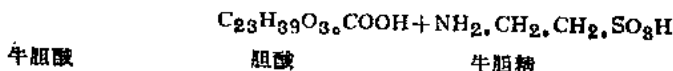
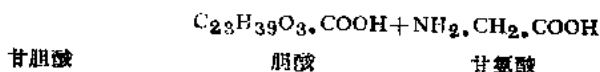
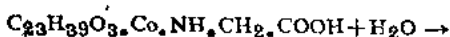
成分	胆 胆 汁	肝 胆 汁
水	89.0	98.0
固體	11.0	2.0
無機物	0.8	0.75
脂鹽	6.0	0.72
粘蛋白及色素	3.0	0.4
胆礫	0.38	0.06
脂肪，脂酸等	0.82	0.07

根據Florey：腸液內僅澱粉酶和腸激酶是一定有的，其他酶均由腸粘膜細胞破裂得來。

胆胆汁爲金黃色或棕黃色或橄欖綠色，以所含各胆色素的量而定。爲黏稠液體，有苦味及特嗅。無機物多爲 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^+ 等鹼基，及 Cl^- 、 HCO_3^- 等酸基。每百 c.c. 肝胆汁的總鹼基量約相當於 170cc% NaOH ，胆胆汁可達 300c.c.。胆汁（尤其是胆胆汁）中的酸幾乎都是胆汁酸（Bile acids）。

胆色素 — 胆綠和胆紫 — 由血色蛋白分解而成，在血液一章中討論（見 130 頁）

胆鹽 胆汁內最有用的成分是胆鹽，胆汁在消化和吸收過程的功用，大都靠着胆鹽。以前認爲胆鹽是兩種酸的鹽即甘胆酸（Glycocholic Acid）和牛胆酸（Taurocholic Acid）的鹽，後來知道這些酸都含有幾種相似的酸，不是單純的酸，現在仍沿用舊名代表某一類的酸。人的胆汁中甘胆酸最多，約爲牛胆酸的三倍，牛胆酸在某些食草動物的胆汁中最多。胆汁中這些酸的鹽都是右旋鈉鹽，水解產生胆酸（Cholic acid）和甘氨酸或牛胆精（Taurine），二者由酯連合相接。胆汁酸水解的變化，表示如下：——



人的胆汁中的胆酸是飽和的胆基酸（Cholanic Acid）的衍生物。

胆酸（Cholic Acid）3,7,12-叁羥胆基酸

去氧胆酸（Desoxycholic Acid）3,7-雙羥胆基酸

人去氧胆酸（Chenodesoxycholic Acid）3,12-雙羥胆基酸

胆石酸（Lithocholic Acid）3-羥胆基酸

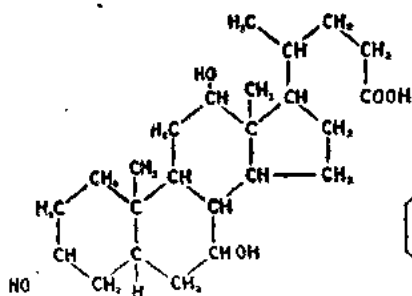
其他叁羥或雙羥胆基酸，在各種動物的胆汁中可以找到。

下頁有胆基酸的分子式附有標號，其構造與胆磚的關係見 61 頁。體內胆基酸的來源還不清楚，是否由胆磚變來亦無確證。可能由肝細胞製造；肝受損則胆鹽的分泌減少。

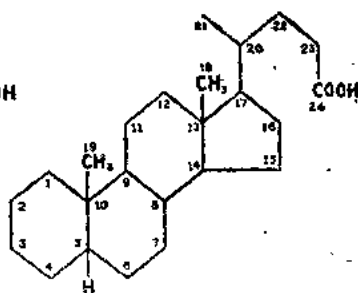
胆酸減低表面張力的力量很強大，能幫助脂肪乳劑，但更重要的是能與很多物質形成親水物（31 頁）這作用以去氧胆酸最顯著。像脂酸、鹼類，高級醇，樟腦，萘酚等很多物質都能和去氧胆酸作各種比例的結合，成爲各種胆合酸（Cho-

leic acids)，如硬脂酸胆合酸 (Stearic Acid-Choleic Acid)，胆合酸溶於水，即在 PH 6 時仍然能溶解。這樣的結合使不溶解的脂酸、胆磚、脂溶性維生素、藥劑（如膽鹽）等變為可溶，可彌散的物質，以便吸收。胆磚能溶於胆汁即因此故。有時胆囊內有胆石形成，胆石大都含胆磚，有的胆磚成分很高，可高到 97%，此時胆汁所含胆酸和胆磚的比例常少於 3 : 1；正常胆汁中二者的比例超過此數。

胆酸的分子式——



胆酸



胆基酸

胆汁的功用 胆汁在消化和吸收過程中有很多功用：——

- (1) 胆汁酸和不溶物形成可溶的胆合酸，這樣使很多不溶的有用物質能夠吸收。
- (2) 胆汁酸促使脂肪溶解，以便脂酶發揮作用，幫助吸收。
- (3) 胆鹽減低表面張力，促使脂肪乳融。
- (4) 胆鹽是脂酶的激劑。
- (5) 胆鹽在小腸重吸收，又送到肝臟，刺激胆液的再分泌（利胆作用 Chologogue Action）。
- (6) 胆汁的鹼基是中和由胃來的 HCl 的主要物質。胆汁內的大量鹼基是和弱酸結合的（為重碳酸鹽和胆鹽），所以胆汁雖是中性甚至酸性，它仍能有效地中和強酸（似緩衝劑）。
- (7) 有些物質藉胆道排泄，如胆色素，某些藥物，毒素、銅、鐵、鈣、及某些無機鹽。胆汁內的胆磚和其他脂質也是排泄物。
- (8) 胆汁刺激腸蠕動（有人反對此意見）。

(9) 缺少胆汁對消化有嚴重影響，尤其是脂肪的消化，由上述(1)(2)(3)(4)即可了解。脂肪如未消化則包圍其他食物顆粒，減少酶的接觸面，可見胆汁對一切食物的消化都很重要，缺乏則一般消化全受阻礙。有人認為缺胆汁時大腸腐敗作用(Putrefaction)增加。

每人每日分泌胆汁 500—1200c.c.。

腸 的 反 應

由上述可知胃酸被下列物質中和：——

- (1) 唾液和胃粘膜所含的粘蛋白。
- (2) 食物中的蛋白質及其他物質。
- (3) 胰液、腸液和胆汁所含的鹼。
- (4) 上述液體的蛋白質。

這些物質的中和能力不能用數字表示，因為測量各種液體在純生理狀況下的分泌量是極端困難的，所有測量的數值都是在非生理狀況下測得的。由腸內容物的 PH 可以知道它們的影響。最近的測定已證實小腸內容物是酸性，一般以為脂肪變肥皂再吸收，認為腸內容物是鹼性，是不對的。人的腸內容物的反應常是酸性，PH 在 4.5—7.9 之間；其他哺乳類，靈長類及鳥類也差不多；比 PH 7 還鹼的情形很少。酸性由於弱酸而非鹽酸，可見腸分泌液是用來中和鹽酸，並不是使腸內容物變為鹼性，僅在鹼性液的分泌地點附近呈現鹼性。有些食物在消化時放出酸來，如脂肪水解產生脂肪酸；磷脂和磷蛋白產生磷酸；粘液蛋白產生硫酸。像這樣的酸度，決不可能有肥皂產生，因為普通脂肪酸要在 PH 8 以上才能成為肥皂。

正常狀況下，食糜在小腸停留 4—6 小時。如食物含有增加蠕動的物質（如吃水果很多），則停留時短，而消化和吸收不完全。

腸內細菌的分解作用

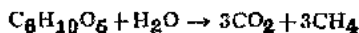
(見參考書 41)

正常經過迴盲瓣的腸內容物有：未消化的食渣，消化而未吸收的物質，消化道的分泌液（未重吸收者），和脫落的細胞碎屑。其中有大量水，它和血液是等滲的，滲壓大半靠可滲散的物質（也是血的成分）來維持，主要為 NaCl。大約經過 30 小時，即變成糞（見 32 章），多的水和一些可滲散的鹽被吸收，PH 由酸性變成弱鹼性（7.0—7.5），此時發生一些變化，這些變化多由大腸內的細菌所

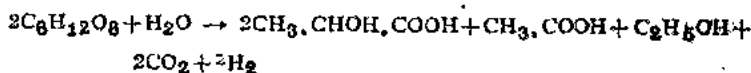
數。

小腸有細菌和酶作用產酸如乳酸、乙酸、丙酸、丁酸。只要腸內菌分充足，其酸度足以抑止其他細菌的活動；如酶缺少則和蛋白質作用的細菌變得活動，但無論如何細菌不會多的，食團停留的短時間內也不能發生多少作用，所以細菌的分解很少。大腸則不然，它是細菌活動的中心，未消化的食渣和消化道的分泌液都受其侵犯，這種作用就是腐敗，腐敗多指蛋白質的分解，酶的分解是發酵（Fermentation）。

酶的細菌分解 酶能產生很多物質，有上述的各種酸，又有氣體如 CO_2 甲烷和氫。這些物質的產生方式因細菌而異，方式很多，反應也是多樣的，下述兩種反應是能進行最完全的：——



反應中酶為纖維素；其他酶產生氫而產生甲烷很少。據 Harden 發表，大腸桿菌（*Bacillus coli communis*）能分解糖：——

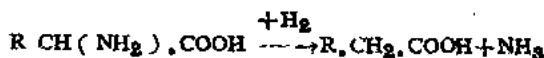


人腸內有溶纖維菌（*Bacillus cellulose dissolvens*），能破壞纖維素，產生丁酸、乙醇、 CO_2 和 H_2 ，但於其他酶無作用。

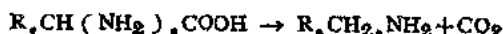
脂肪的細菌分解 細菌對脂肪的作用，知道的很少，僅知產生甘油和脂酸，磷脂能分出鹼，即胆鹼，再變化產生毒性較強的神經鹼（*Neurine*）。

蛋白質的細菌分解 腸內細菌最顯著的作用是分解氨基酸，去其氨基及羧基，或者還有氧化和還原作用。分解的產物隨腸內容物和細菌而異，所以大腸內細菌分解氨基酸的變化的詳細步驟尚未確定。

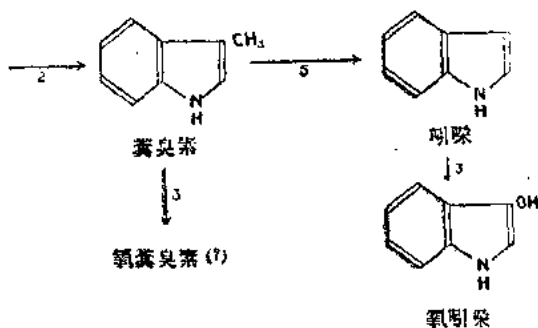
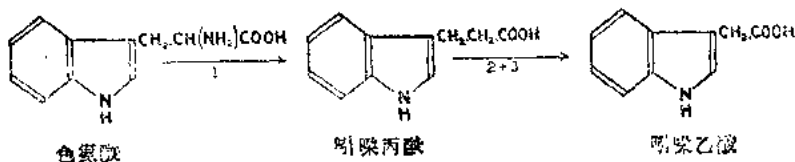
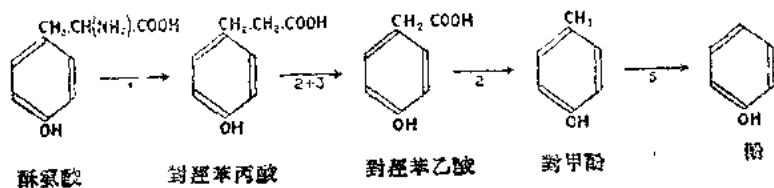
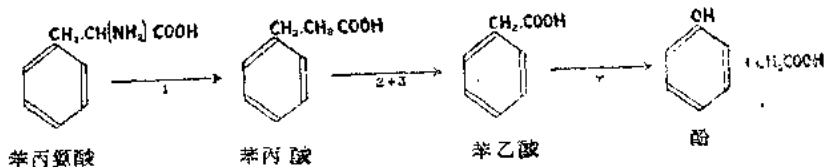
主要的變化為還原去氮作用（普通代謝為氧化去氮作用，見 19 章）產物為脂酸。



或經去羧作用產生毒胺。



由鹼性氨基酸和芳香氨基酸所得產物最重要。苯丙氨酸，酪氨酸和色氨酸經上述二變化，產生酚類物質，由這些反應的中間產物，知道可能有下述反應：——



- 反應
1. 去氨作用
 2. 去羧作用
 3. 氧化
 4. 水解
 5. 去甲(基)作用

上列反應尚未完全證實。有些生物化學學者不承認糞臭素能變為吲哚，認為色氨酸之變為吲哚是由於色氨酸酶的作用，變化過程沒有中間產物。