

衛生化學

第七軍醫大學

九五四. 六

藥五期衛生化學實驗教程

實驗第一 飲料水之理化分析

I. 定性部分

1. 酸鹼性反應

2. 亞硝酸之檢查

取 50 ML 比色管二支分別放入蒸餾水及檢水至 50 ML 刻度處，各加入 α -萘胺及氨基苯磺酸試液 2 ML，置水鍋中加熱 70—80°C 比較顏色有無不同？

3. 硫酸鹽之檢查

4. 磷酸鹽之檢查

5. 硫化氫之檢查

6. 有機質之檢查

II. 定量部分

1. 銨鹽狀態的氮素或游離氮之測定

實驗結果記錄法：——

檢水體積

500 ML

檢水所含 NH_3 相當於 NH_4Cl 溶液之體積

4.3 ML

標準液（即 NH_4Cl 液）每 ML 含 NH_3 量

0.013 MG

500 ML 檢水中含 NH_3 量（ 4.3×0.013 ）

0.056 MG

檢水含 NH_3 $\left(0.056 \times \frac{100}{500}\right)$

0.11 P.P.M.

2. 蛋白性氮之測定

實驗結果記錄法同上

3. 亞硝酸鹽中氮之測定

實驗結果記錄法：——

檢水體積

50 ML

檢水所含亞硝酸鹽相當於 NaNO_2 標準溶液之體積

1.5 ML

NaNO_2 標準溶液每 ML 含氮量

0.0005 MG

檢水 50 ML 中含氮量（ 0.0005×1.5 ）

0.00075 MG

檢水含氮量 $\left(0.00075 \times \frac{1000}{50}\right)$

0.02 P.P.M.

4. 氧耗量之測定

實驗結果記錄法：——

檢水體積

100 ML

高錳酸鉀溶液第一次加入之體積

10.00 ML

衛 生 化 學

第一章 總 論

第一節 衛生化學的目的

人類的生活，依靠飲食物供給，甚為切要。但所供給之量與質關係人之健康尤大。量之多少尚可按各人之情形而調節，惟質之優劣非一看便知，因此須用科學方法方可辨別。此種科學名曰『衛生化學』。

衛生化學本屬於公共衛生部門中一種。因應用範圍甚廣；又在藥學科中講授，成為一主要課程。我們藥學者學此門功課之目的，是為檢查各種食品是否符合標準及含不應存在之物質。由此觀之，藥學者不是專門調配處方而已。

食物何以還有標準及不應含有之物質？現舉例以說明之，如麵粉純良者其水分不得超過 13.5%，灰分 1%，粗纖維 0.5%，及總氮量不得在 1.25% 以下。又如鹽酸，不溶性灰分超過 0.25%，則有夾雜砂土之證等。

飲食物對人體之主要任務，為供給熱力；構成組織；調整體內物質之變化。其任務能否完成，各種飲食物料之化學組成誠有極大之關係。如純潔無雜質又無變質等現象者，其對人體之營養可達到一定程度。既知飲食物有營養人體之能性，為健康起見，不能不加以研究和檢查。

這種檢查之範圍較廣，涉及有機及無機兩部分。食物中又分為含氮物與不含氮物，蛋白質屬於含氮物，糖及脂肪屬於無氮物。無機物中為水及礦物質。各種物質之是否純潔，每種之成分含量是否準確，均對營養有關。因此可證明飲食物之採取實在質而不在量。

第二節 動物性及植物性食物

人之生活全賴飲食物之供給，大都取自動物及植物界，如牛、豬、羊、魚、鳥等等，米、麥、瓜、果、蔬菜等等，故人類實係一雜食動物。此種食物種類雖極衆多，而其中對人體之營養部分不外蛋白、脂肪、糖、礦物質。近數十年來學者又發現營養素中一重要要素，即維他命。營養素在各食物中之含量互有差異，其性質亦彼此不同，故在營養上亦不免有利弊之分別。現舉肉食及菜食之特徵如下：

1. 動物性食品富有蛋白質及脂肪而缺乏糖；植物性食品富糖而缺乏蛋白質及脂肪，但豆類則富蛋白質。
2. 動物性食品中含有之礦物質較少，且主要的為鈉鹽；植物性食品中礦物質含量較多，且主要的為鉀鹽。
3. 動物性食品中常含有有毒之腐敗成積體及寄生蟲；但植物性食品鮮有此弊，且多半含有維他命。

4. 動物性食品極易利用；植物性食品極難利用，因後者之營養素為木纖維所包圍，消化液不易浸入，而消費量又多，且能刺激腸壁，迅速通過腸管而排出。

主要動物性食品中營養素之含量

營養素 含量%		水	蛋白質	脂 肪	無 氮 物	礦 物 質
食 物						
牛 肉		72.03	20.96	5.41	0.46	1.14
羊 肉		53.31	16.62	28.61	—	0.93
猪 肉		47.40	14.54	37.34	—	0.72
馬 肉		74.27	21.71	2.55	0.46	1.01
兔 肉		74.16	23.34	1.13	0.19	1.18
雞 肉		76.22	19.72	1.42	1.27	1.37
鴨 肉		70.82	22.65	3.11	2.33	1.09
雞 蛋		83.67	12.55	12.11	0.55	1.12
蛋 白		85.50	12.87	0.25	0.77	0.61
蛋 黃		51.03	16.12	31.39	0.48	1.01
人 奶		87.41	2.29	3.78	6.21	0.31
牛 奶		87.17	3.55	3.69	4.88	0.71
羊 奶		80.82	6.52	6.86	4.91	0.89
牛 酪		13.59	0.74	8.439	0.12	0.66
煉 奶		25.61	11.79	10.35	13.84	2.09
乾 酪		9.79	26.67	23.92	1.79	4.73

主要植物性食品中營養素之含量

食 物	營養素 含量 %	水	含氮物	脂 肪	無氮物	粗纖維	礦物質
白 米		13.91	7.77	0.72	76.79	1.25	0.57
大 麥		14.05	9.66	1.93	66.99	4.95	2.42
小 麥		13.37	12.04	1.91	69.07	1.90	1.71
玉 蜀黍		13.35	9.45	4.25	69.33	3.29	1.29
小 麥粉		13.37	10.21	0.94	74.71	0.29	0.48
大 麥粉		14.83	11.38	1.53	71.22	0.45	0.59
豌 豆		13.92	22.15	1.39	52.68	5.68	2.68
大 豆		13.46	36.71	17.42	24.53	2.47	5.00
花 生		6.95	27.65	45.80	16.75	2.21	2.64
豆 腐		88.79	6.55	2.95	1.05	0.02	0.64
蘿 蔔		94.55	0.73	0.01	3.70	0.52	0.49
葱		92.63	1.47	0.07	4.33	1.06	0.44
藕		85.84	1.09	0.20	11.14	1.02	0.71
筍		90.21	3.28	0.13	4.47		

第三節 維他命

食物中存在之維他命，考其生理效果之不同而重要者有下五種：

1. 維他命甲（成長促進素）；
2. 維他命乙（複合體）；
3. 維他命丙（抗壞血病素）；
4. 維他命丁（抗佝僂病素）；
5. 維他命戊（抗不妊病素）。

以上五種：甲、丁、戊三種屬油溶性；乙、丙二種屬水溶性。

一、維他命之性質

維他命之存在於食物或嗜好品中者為量甚微，尚有不能使為化學的純品而製出。現就已認為確實之點列舉如下：——

1. 維他命甲： 在魚肝油、牛酪、卵黃、綠植物等中含量最豐。維他命甲，可與油脂溶解於同一之溶劑中，由普通浸出法不易使兩者分離，僅能抽出其近似純粹物 $C_{20}H_{42}OH$ 。此種物質溶解於脂肪中，但極易受氧化而毀壞，但在無水醇或乙醚中

稍安定，在脂肪油溶液中尤安定，能長久保持其效力。無空氣時遇熱安定。所以普通烹飪食物時維他命破壞之程度，視接觸空氣時間之長短而異。對紫外線抵抗力薄弱，對酸鹼尚無大影響。

維他命甲之主要生理效用，為促進生長，防止眼炎及抵抗病菌。動物體缺乏維他命甲時，即停止生長，抵抗病菌能力亦大減小。最顯著之例為乾性眼炎、角膜軟化症，又能引起夜盲症。

二、維他命乙複合體

維他命乙複合體中所含之維他命計有五種之多，其中有一種比較更耐熱之維他命存在，特名曰Y。茲分述於下：——

1. 維他命乙₁：一般稱為維他命乙₁，又名抗腳氣病維他命或抗神經炎維他命。存在於釀母、種子之胚、蔬菜、肉類及乳汁中。其化學組成為 $C_{12}H_{17}O_2N_4S \cdot 2HCl$ 或 $C_{12}H_{20}O_2N_4S \cdot 2HCl$ 。

維他命乙₁，在水、冰醋酸、稀酒精（70—80%）中易溶解。可以滲透濾膜，並能吸收於夫氏土（ $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ），對酸有抵抗力，不耐熱，在鹼性溶液中極易破壞。

對人生理上主要作用是可免去腳氣病。在動物可以防止神經炎，例如於動物試驗，僅以缺乏維他命乙複合體之白米為鴿之飼料時，2——3週間即起腳氣樣症狀之多發性神經炎，若放置之即死。此時如給以含維他命乙之飼料，則數小時間後，常能奏效，漸次恢復。此外尚可促進其生長。

2. 維他命乙₂：存在於酵母、乳汁、卵白、蔬菜及許多動物之臟器及肌肉中。在水中能溶解，在酸性溶液中受熱則安定，在鹼性溶液中受熱較不安定。故在調理食物時，維他命乙₁雖受熱稍有破壞。食物中缺乏維他命乙₂時則停止生長，發生癩皮病。又名抗癩皮病維他命（Pellagra Preventive Vitamine（夫氏土 Fuller）簡稱 P—P Vitamine）。

3. 維他命乙₃：存在小麥、酵母中。可溶於水，遇熱不安定。在酸性液中比在鹼性液中破壞更易。其生理作用為維持體重所必需（鴿作實驗證明）。

4. 維他命乙₄：存在於酵母中。組成為 $C_4H_4N_4 \cdot HCl \cdot \frac{1}{2}H_2O$ 。水中可溶，遇熱不安定。以鼠作實驗，如食物中缺乏此素時，則鼠之肌肉呈衰弱及痙攣狀態、曲背等症。

5. 維他命乙₅：存在酵母、小麥等中。可溶於水。對熱及鹼安定。為鴿維持體重所必需。

6. 維他命Y：存在於酵母中。可溶於水。對熱及鹼亦安定。為鼠類生長所必需物質。

三、維他命丙

存在新鮮果實及蔬菜中，如檸檬、柑、橘、香蕉、番茄及發芽之豆類等含量最多，肉類及乳汁中亦含有。其組成為 $C_6H_8O_6$ 。水及醇中均可溶解，有滲透羊皮紙及瓷濾之性。夫氏土不能吸收，此為與維他命乙₁不同點。易被氧化，對熱之抵抗力

弱，但在 pH 2.2 時頗安定。故能存在於檸檬汁中，雖經久而不損失。在氣中乾燥起變化，然應用真空乾燥之野菜類，其中維他命丙毫不變化。食物在貯藏中維他命丙漸消失，此等破壞作用均與氧化作用相伴而起。維他命丙有防止及治療壞血病之效力。而鼠類不給維他命丙之飼料，亦不引起壞血病，此種情形是否在代謝中無需此物，抑或鼠類之組織中自能合成維他命丙，尚未確定。

四、維他命丁

與維他命甲共同分佈於魚肝油、卵黃及全乳中。其組成爲 $C_{27}H_{42}O$ 。溶解於脂肪溶劑中，較維他命甲性質安定，加溫不超過 $140^{\circ}C$ ，則無影響。故在魚肝油中可與維他命甲分離，惟在酸性或鹼性溶液中則易破壞。

五、維他命戊

麥胚油及綠植物葉中含有多量，而魚肝油中不含。溶解於脂肪溶劑中。遇光、熱、空氣均安定，遇酸及鹼亦不起分解作用。動物體缺乏此素，則男性睪丸，女性卵巢皆不發達，因此不妊娠，但其他器官無病狀可徵。

茲復就維他命之營養的關係，概括其確定之點如下：——

1. 欲維持生物之健康並促進其發育，食物中不可不含有各種之維他命。
2. 生物在日常生活，欲發揮其活動力，須由食物中攝取豐富之維他命。
3. 維他命不能在動物體內生成，故不可不仰給含維他命之植物性食物。動物性食物中之維他命由動物攝取之植物性食料而來。
4. 維他命之含有與否，視食物之種類而異，有數種共同存在者，有僅含 1——2 種者。
5. 維他命對於熱及氧化作用，一般均不安定，故食物經烹調後，維他命多數被破壞或減失一部分。

第四節 食物之熱價

日常飲食物不外植物性與動物性二種，其中所含營養素如蛋白質、脂肪、醣，在體內消化時，由各器官吸收與之同化，復因氧化而生熱。我們即利用此熱於爲工作之精力。尋常謂水 1000 公分溫度上昇 1 度所需熱量叫一大卡，此卡即熱量之單位。

有機性營養素在體內至一定程度，雖得互相代償，即蛋白質可代脂肪及醣，脂肪可代醣，醣復可代脂肪；然各營養素對於身體之活力上作用，則隨其品質而不同價。例如 1 公分之蛋白質不與 1 公分之脂肪發生同一之活力（發熱、肌肉運動等），又 1 公分之脂肪與 1 公分之醣亦不生同一之活力。

蛋白質之平均熱價爲 5.65 卡，除在尿中及其他原因損失 1.3 卡外，實爲 4.35 卡。

脂肪平均熱價爲 9.45 卡，醣平均熱價爲 4.1 卡。但當此等物質消化之際，其熱量尙微有損失，即蛋白質損失爲 8%，脂肪爲 5%，醣爲 2%。故實際上各種營養素之生理的熱價如下：——

- 1 公分之蛋白質…………… 4 卡；
- 1 公分之脂肪…………… 9 卡；

1 公分之糖..... 4 卡。

今既知三種營養素之熱價，則進而求某食物在體內發生之熱價亦甚容易，其法先就食物分析表求蛋白質、脂肪、糖各有若干含量（%），以4乘蛋白質及糖，以9乘脂肪，其積數之和即為該食物百分所生之總熱價，換言之即為若干卡。

例如：牛乳 100 分中含有營養素

蛋白質..... $3.55 \times 4 = 14.2$ 卡

脂肪..... $3.69 \times 9 = 33.21$ 卡

糖..... $4.88 \times 4 = 19.52$ 卡

66.93 卡

即飲牛乳 100 公分在體內能發生熱量 66.93 卡。

第五節 消化吸收及代謝

食物被人體吸收後變為可利用吸收之狀態，所有一切理化的作用，叫做消化作用。各食物中含有之營養素，其組成頗為複雜，而直接適於體內之吸收利用者甚少，故不得不使之先變成簡單之物質。如變澱粉為麥芽糖、葡萄糖；變蛋白質為氨基酸；變脂肪為脂肪酸及丙三醇，然後乃適於吸收之用。消化作用由消化器官司之，飲食物攝入口腔，經咀嚼均勻，唾液浸潤後，通過食道而達於胃，因胃壁之運動及胃液之作用，溶解混和成為乳糜，自胃到腸更受胆汁、胰液及腸液之作用，殆全液化。然後藉毛細管之媒介移行於血液中。其廢棄物則漸次稠後，積成糞便排出於體外。

血液中之營養液隨血液而循環，終達構成身體之細胞中，以供給其新生及保存之消費。此際蛋白質分解產生尿素及其他之含氮成續體，脂肪及糖析出碳素，與輸送新鮮血液之氧相結化生碳酸。因此之緩慢之氧化作用，徐徐發生溫熱，且隨血液之運行分佈全身，以維持人體固有之體溫。

身體中不需要之殘餘鹽類及蛋白質分解物尿素等，溶解於存在血液中多量之水內，從腎臟分泌而排泄於體外。

第六節 營養素

營養素有有機性及無機性之別。有機性營養素復分為含氮物與無氮物，蛋白質屬含氮物，糖及脂肪屬無氮物。無機性營養素為水及礦物質。

一、蛋白質

蛋白質在動植體之成分中居主要位置，由氮、硫、氫、碳及氧諸元素組成之，有時並含磷、鐵及鹵素。種類甚多，現今可分離者不下 50—60 種；其化學構造極複雜，至今仍未明瞭者尚多。其平均成分為碳 52%，氫 7%，氮 16%，硫 2%，氧 28%。茲將各種蛋白質之元素組成如下：

肉類中蛋白質	52.82	7.11	16.67	22.03	1.27	
血中蛋白質	52.71	7.01	15.85	23.32	1.11	
乳中蛋白質	53.13	7.06	15.78	22.37	0.8	0.86磷
卵中蛋白質	52.75	7.10	15.51	32.03	1.62	
豆類蛋白質	51.72	6.95	18.04	22.92	0.38	
蛋白質種類	碳 %	氫 %	氮 %	氧 %	硫 %	鐵,磷 %

蛋白質在體內徐徐分解，開始變為消化蛋白，終成氨基酸，吸收於器官，以構成各器官之實質，或為體內各液體之成分。

其後因生活作用復分解為碳酸、水、氫、尿素及其他簡單組成之含氮物，而排泄於體外。蛋白質攝取至一定程度，則為脂肪及醣之代用品。

二、脂肪

脂肪存在於動植物性食物中，為脂肪酸與丙三醇化合之酯，含碳、氫及氧。在體內受膽汁中酵素之作用分解為脂肪酸及丙三醇，與脂肪酸之鹼鹽共同通過腸壁，而被吸收，此時再為中性脂肪循環於血中，以榮養組織。其一部分氧化，為體溫發生之熱源，形成碳酸與水之最終產物；另一部分貯積體內以備疾病及過勞時之需要，以防身體之劇烈衰弱。脂肪之補充，或直接取之於食物，或間接由蛋白質及醣之分解而生成。故脂肪增加則蛋白質之消耗減少，即脂肪有節約蛋白質之功用也。

三、醣

醣由碳、氫及氧而組成，廣佈於植物界，而且含量頗多；動物體中亦含有之，但含量甚微。有單醣類（葡萄糖、果糖等），二醣類（蔗糖、乳糖、麥芽糖等）及多醣類（澱粉、糊精、膠質、木纖維等）之別，除木纖維外，多數之醣在消化管內直接或受消化酵素之作用，變為單醣類，然後為血液所吸收，在細胞內氧化為碳酸、水，發生熱度。醣多時則為動物澱粉貯藏於肝臟中，以備血液中葡萄糖缺乏時補充之需。至一定程度則有節約脂肪與蛋白質之功用。

四、礦物質

礦物質為構成骨骼之重要成分。細胞，血液，消化液之生成亦有力焉。在生活上所需要的為鉀、鈉、鈣、鎂及鐵等與磷酸、硫酸、碳酸及氧等化合之鹽類。在食物中其含量雖不多，然亦萬不可缺少之一種成分。礦物質有與有機物結合進入體內曾一度變成體內物質，後經氧化分解再成無機物而排泄。惟多數之礦物質均為無機鹽而進入體內，仍為無機鹽而排出體外。

五、水

水佔人體體重 60 % 以上，與一般生理作用或代謝作用有直接之關係。能使食物柔軟，咀嚼容易，以增進消化吸收；輔助血液及淋巴之循環，為輸送營養素於各組織及排泄廢物之媒介，以促進組織之變化；由其吸收及蒸發作用，以調節體溫。水之補充，或由於直接飲用，或由食物中攝取之。

第七節 嗜好品

榮養素及含榮養素之各種食料，大都淡泊無味，多數不適於人之嗜好，必須添加一種物質，略使刺激嗅味兩神經，然後乃覺其甘旨，本此理以調成之食品方得謂之完全無缺。其結果能增進胃腸之消化作用，使食物容易消化。如醬油、香辛料、苦味質等皆嗜好品，用之適宜頓覺津津有味，食慾增進。又茶、烟、酒類亦嗜好品，每於困倦時吸飲之，則精神煥發，遂忘疲勞。然用之過度，反受其害，所以不可不注意。即食鹽及砂糖雖兼榮養素與嗜好素之功用，其量多時亦能害及消化機能。

第二章 食品一般試驗法

第一節 試料之採取

各種飲食物之組成，不僅因其種類而有差異，並因其部位之不同，組織亦大懸殊。試就肉、卵、果實等觀之，自易明瞭。故採試料之前，須設法使檢體充分混合均勻，務期所採取之部分足以代表全檢體。或採取組織不同部分，分別試驗，取其結果平均數以表示該檢體中成分之含量。

第二節 氣中乾燥物之製備

含水分多，全質又不均等之物質，少量試料之取採愈形困難。普通先製成氣中乾燥物（又稱風乾物），貯備應用，較為便利。例如肉類、蔬菜、果實等。其法，採取多量檢體，適宜細切使成碎片，初於40—60°C. 預乾，殆近乾燥時，更細碎之，再於100—110°C. 充分乾燥，粉碎，篩過。篩上之殘塊，更粉碎篩過，充分混和，然後放置空氣中約2—6小時，頻頻拌和，使盡量吸收空氣中之濕氣，秤定其量，密閉貯存，記明其減失水分量（%）。臨用時採取其一定量以供試料。

第三節 水分之定量

1. 固形檢體

充分細切或粉碎後，稱取2—10公分，置於已稱之平底瓷皿或玻璃皿中，在沸水乾燥箱或空氣乾燥箱內，於100—110°C. 乾燥，每隔半小時，移置除濕器內，放冷後稱定一次，至得恆量而止。

2. 富水分之固形檢體

先製為氣中乾燥物，後採取2—10公分照前法定量。

3. 液體或半流動體

取適宜大小有蓋玻璃皿一個，盛精製海砂約20公分，附置小玻璃稱一支，置石棉板上微燬灼後，移除濕器中放冷，連蓋稱量。準備完善，稱取適量檢體（約當固形物1公分左右）入皿中，用小玻璃棒攪拌，使與海砂均等混和，必要時注加適量之水，置水浴上攪拌蒸發乾涸後，照前法乾燥定量。檢體中如含揮發性物質（如

醇、醋酸等)之檢體，宜於室溫置硫酸上在真空中乾燥之。

第四節 礦物質之定量

稱取檢體或其風乾物 5—10 公分入平底銚皿或瓷坩堝中，初以小火焰繼以強熱使之炭化。此際時時離去火焰使之冷卻，有促進炭化之益，冷後加水或硝酸銨液濡濕炭化物，蒸發乾燥，熾灼。如此反覆數次至完全灰化，移除濕器內放冷稱量至得恆量。

以上方法測定之灰分又稱總灰分，在許多食物尚須測定其溶性與不溶性灰分，灰分之鹼度及鹽酸不溶性灰分。

本試法中應注意之七點分述於下：

1. 含多量無機鹽之檢體灰化困難時，可先將灰化物以水浸出，溶取可溶性鹽；用無灰濾紙濾過，水洗，濾紙及未灰化物再乾燥熾灼使之灰化，冷後加前之水浸液置水浴上蒸乾微熾灼，放冷，稱量。
2. 灰化時熾灼熱度不可超過 $600-650^{\circ}\text{C}$ ，否則氯化鹼類有揮散之慮，同時一部分之灰化物溶化，包圍硫分，反使灰化更難。最好能在可調節濕度之電熱爐中加熱。
3. 溶性與不溶性灰分

於總灰分中約加 25c.c. 之水，蓋一玻璃皿，煮至將沸，用無灰濾紙濾過，同量熱水洗滌，殘渣連濾紙再移入皿中乾燥，熾灼，稱量，這為不溶性灰分之量。總灰分與不溶性灰分之差即水溶性灰分之量。

4. 水溶性灰分之鹼度

將上述之水溶性灰分濾過放冷，以溴橘橙為指示劑，用 0.1N. 鹽酸滴定之，結果以中和 1 公分檢體之灰分所需之 0.1N. 鹽酸毫升數表示之。

5. 不溶性灰分之鹼度

於不溶性灰分中加 0.1N. 鹽酸 15 毫升，蓋以玻璃皿，注意加熱殆近沸騰。放冷後，以溴橘黃為指示劑，用 0.1N. 氫氧化鈉還測過多之鹽酸，其結果亦以中和 1 公分檢體之灰分所需之 0.1N. 鹽酸表示之。

6. 鹽酸不溶性灰分

於水不溶性之灰分中，或直接於檢體之灰化物中，加 10% (比重 1.05) 鹽酸 25 毫升，蓋以玻璃皿，於小火焰上煮沸五分鐘，用無灰濾紙濾過，用熱水洗滌。濾紙連同殘灰再移入瓷皿內熾灼，稱定即得。

7. 灰分之檢定不僅為食物分析上重要方法之一，並可由此以鑑別食物之純雜。例如香料中孱入砂土時，其總灰分量增多，同時其酸不溶性灰分亦必超過一定之標準。

第五節 蛋白質之定量(總氮定量法)

蛋白質現尚無直接定量法，一般僅測定其中之氮量，乘 6.25，所得之數即當作蛋白質。蓋蛋白質中氮之含量平均約 16%。飲食物中氮之定量法均以下述之方法測定之。

總氮量定量法

本法之原理為以強硫酸分解有機物，其中之碳、氮二元素變為碳酸及水，一部分硫酸

還元爲二氧化硫，使食物之氮悉變爲氮，再與硫酸化合爲硫酸銨，加氫氧化鈉溶液共熱之，復游離氮，收集氮於效力既明之酸液中。然後測定酸液之殘餘量，而算出檢體中氮化合物之總氮量。

本法用氧化汞爲氧化促進劑，加硫酸鉀以增高硫酸之沸點，此法可應用於一切之食物。

試驗時應準備之試藥如下：

純濃硫酸，不含氮化合物者；汞；純硫酸鉀粉末；硫化鉀溶液，40%氫氧化鉀飽和溶液；粒狀純鋅或浮石；固形石蠟；剛果紅，胭脂蟲，石蕊或其他適於銨鹽滴定用之指示溶液；0.1N. 硫酸；氫氧化鈉液。

在實施時，視檢體中氮量之多寡。如爲固形乾燥物，稱取0.5—2公分；如爲糜粥狀物，稱取2—5公分；如爲液體則稱取20公分以上。將檢體注意導入分解瓶中，不使附着瓶頸。此瓶內容550—7500毫升。注加濃硫酸20—25毫升（如檢體爲液體且量多時，則須在分解瓶中蒸乾後加酸）。水銀1—2滴，振搖之，使全質均等濕潤後，瓶口插入玻璃球管，斜支於銅網或石棉網上。初施微熱，經15—30分鐘後，注意使全部碳化。泡沫停止後，漸次強熱煮沸，去火，待稍冷，加入硫酸鉀10—12公分，再加熱令劇烈沸騰。大約在2—3小時，有機物即全部分解，由深色而變淡。如檢體含有含氮生物鹼者，則在液色變淡後至少須再煮沸2小時。

俟分解瓶完全冷卻，或冷至40—60°C. 時，注意加水150—200毫升稀釋，再放冷，加入硫化鉀溶液25毫升混和均勻，然後沿瓶壁徐徐注入冷卻之氫氧化鈉飽和溶液75—100毫升，或至瓶內容之溶液呈強鹼性爲度。再加粒狀鋅或浮石數片防止液體噴濺，並加豌豆大之固形石蠟一粒以減少泡沫，速迅與蒸餾管頭及冷卻器連接，冷卻器之他端沒入於盛有0.1N. 硫酸或鹽酸50毫升之受器中，安置於銅網上，初用小焰，漸次用強熱煮沸之，至酸及氫氧化鈉完全混和。餾取全液約 $\frac{2}{3}$ 至氮餾盡後，停止蒸餾，放冷。於受器中加指示劑，用0.1N. 氫氧化鈉液還測過剩之酸。由此推算檢體中N量。

0.1N. H_2SO_4 或 HCl 1毫升 = 0.0014 公分 N.

第六節 脂肪之定量（醚浸出物）

乾燥檢體用無水醚或石油醚（沸點35—45°C）浸出所得蒸發乾燥之物質，在飲食物分析上即作爲脂肪。其實除脂肪外尚含有色素及其他醚溶物質，如揮發油、蠟、樹脂等，故有時稱爲醚浸出物或粗脂肪。惟多數食物中夾雜物之含量甚微，即以此浸出物充作脂肪，所差亦極微。

浸出器常用者爲蘇氏浸出器。由玻璃瓶、浸出管及冷卻器各一個組成之。用時取脫脂濾紙捲作圓筒一個，口徑較浸出管稍小，高度不過虹吸管之頂端，以脫脂棉線或絲線纏其一端。次將該紙筒插入浸出管中。現稱取檢體氣中乾燥物5—10公分，約加精製海砂20公分或玻璃棉少許，兩相均勻混合，注意納入紙筒中，上部蓋以脫脂棉少許。然後取已稱定之玻璃瓶，與浸出管下端連接。於是在浸出管內注入無水醚或石油醚至起虹吸作用流下後，再注入少許。浸出管之上部更與冷卻器連接。然後將裝置放於水浴或小電爐上，使其

自動環流浸出，以每分鐘溶劑滴落 6—8 滴為適宜。如此溫浸 4—24 小時，俟脂肪完全浸出後，去火，取下玻璃瓶，低溫蒸發。殘渣置水浴乾燥箱中乾燥 1—2 小時，放置除濕器中冷卻，稱量。得量與空瓶重量之差即為浸出脂肪量。

如檢體過少，則用蘇氏浸出器不大適宜，可以下法測定之。此種浸出器可浸出微量檢體中之脂肪，更可節省溶劑，每次用溶劑 8—18 毫升已足夠，其原理與蘇氏浸出器相同。僅管徑狹小。其盛檢體之筒為玻璃製，下口裹以脫脂濾紙及濾布。用時，上端連接冷卻器，下端連接小玻璃瓶，置水浴口浸出之。

第七節 無氮有機物定量

由檢體百分中減去其水分、蛋白質、脂肪及礦物質各百分率之和，其差量一般稱為無氮有機物或醣。主為糖類、糊精、澱粉、粗纖維等而成。並含有膠質、粘液質、有機酸類、粘膠素(Pectin)、苦味質、色素等，必要時行糖類、澱粉、糊精、粗纖維之定量。

甲、糖類定量

糖類之定量，有化學的及光學的兩法，化學的方法，操作雖繁複，而成績精確，茲詳述於下。光學的方法成績比較粗略，而操作則極便利，此處不述。

一、還元糖定量

1. 斐氏容量法：

精密量取斐氏溶液甲、乙各 5 毫升，放於深盜皿或內容 250 毫升之球瓶中，加水 40 毫升混合，置銅網上煮沸，由滴管滴加被檢糖液。每次滴加微量後，繼續煮沸 2 分鐘，直至藍色消失為止。如此先預試一次，檢知對於斐氏液 10 毫升所需糖液量，即可推知糖液中所含糖分之概量。糖液濃厚者稀釋之，稀薄者蒸發濃縮之，約製成 0.5—1 % 之糖液，或對斐氏液 10 毫升約消費糖液 15—20 毫升為宜。

於是另取斐氏液，再如前法試驗。並一次加入適量之糖液調節火焰，從加糖液後約在一分鐘內須再開始沸騰。於是繼續恰經二分鐘乃去火，即到檢明其終點。

如試液呈著明藍色時，不待試驗，即知銅液尚多，須再滴加糖液。則由藍變綠，轉暗赤，最後呈紅磚色。至不能以溶液之色判斷時，則取試液數滴，用雙重濾紙濾過，棄去上層濾紙，於下層濾紙濕潤部分之近處，加醋酸酸性之稀薄亞鐵氰化鉀液 1 滴。如其接界處現暗赤色者，知試液中尚含有未還元之銅不少；現薔薇紅色者銅量已微；如不變色，則知其反應終結。

如此反覆試驗，適得反應終點為止。記出糖液之消費量，以便計算。通例照上法定量時，對 10 毫升斐氏液相當之糖量如下：

無水葡萄糖、果糖或轉化糖	0.050 公分
結晶乳糖	0.0678 公分
無水麥芽糖	0.0807 公分

斐氏液由(甲)硫酸銅溶液及(乙)鹼性酒石酸鹽溶液而成，此兩液之同容混和液，簡稱斐氏液。

甲、硫酸銅液

溶解純粹結晶硫酸銅 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 34.639 公分於蒸餾水中，精密稀釋至 500 毫升用精製石棉濾過。

乙、鹼性酒石酸鹽液

溶解酒石酸鉀鈉 $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 175 公分及氫氧化鈉 50 公分於蒸餾水中，精密稀釋成 500 毫升放置二日後，用精製石棉濾過。

2. 蘇氏容量法：

取蘇氏液甲、乙各 25 毫升，置深蒸發皿內煮沸，照前法同樣操作滴加糖液，至達終點為止。但加入糖液後繼續煮沸之時間視糖類之異，有以下之規定：

葡萄糖、轉化糖、果糖……………煮沸 2 分鐘

麥芽糖……………煮沸 4 分鐘

乳糖……………煮沸 6 分鐘

又蘇氏用 1% 之糖液，檢定對於斐氏溶液 50 毫升之還元力，得以下之成績：

葡萄糖……………0.2375 公分

轉化糖……………0.2470 公分

果糖……………0.2572 公分

麥芽糖……………0.3890 公分

結晶乳糖……………0.3380 公分

3. 孟氏法：

量取斐氏液甲、乙各 25 毫升盛於內容 400 毫升之玻璃杯中，加還元糖檢液 50 毫升，如所用糖液較少則加水稀釋成 50 毫升。置石棉板上調節火焰使在四分鐘以內開始沸騰，並繼續煮沸正確二分鐘。在加熱時玻璃杯上應蓋以錫玻璃，以防水分揮發。即乘熱用填裝精製石棉之古氏坩堝吸引濾過。以 60°C 熱水充分洗滌，然後按照下列任一方法定還元後之銅量。

註：蘇氏 Soxhlet，孟氏 Munson-walker.

另取斐氏液 50 毫升加水 50 毫升，照同法做一空白試驗，結果如氧化亞銅超過 0.5 毫克 (mg.) 則應於計算本試驗成績時矯正之。

4. 電解法：

坩堝中之氧化亞銅以熱水洗滌後，連同石棉移入玻璃杯中，用沸騰硫酸、硝酸混合液 30 毫升洗滌坩堝，一併傾入杯中，加熱，振搖。至銅完全溶解後，再用填塞較薄石棉層之古氏坩堝濾過，熱水洗滌。將此溶液用 0.25 安 (ampere) 之電流電解，使銅沉析稱量之。

二、蔗糖定量：

取蔗糖適量溶解於水 75 毫升中製成含 1% 以下糖分之溶液。加比重 1.188 之鹽酸 5 毫升盛於內容 100 毫升之量瓶中，置水浴上加溫，令於 2.5—3 分鐘內達 67—70°C 之溫，加溫中頻頻動搖，可促進轉化作用。再持續加溫 5—7 分鐘，總計前後加溫 10 分鐘，迅速冷卻至 20°C 後加水為 100 毫升，濾過。取由此所得之糖液，按轉化糖

定量測定轉化糖之量，以 0.95 乘之，即得蔗糖量。

乙、糊精定量

一定量之檢體，置入適當之球瓶中，加冷水 200 毫升溶解，注入比重 1.125 之鹽酸 20 毫升附以還流冷却器，置水浴上於不過 80—90°C 之溫煮 2 小時，速令冷却，加氫氧化鈉溶液中和或至呈微酸性。茲生成之葡萄糖，於常溫加水稀釋，至得 1% 糖液之程度。然後按照葡萄糖法定量之。算出之糖分以 0.9 乘之，即得糊精量。糊精與糖類共同存在之際，當先使分離，然後定量之。其法取檢體以冷水浸出（防澱粉糊化），取浸出液 200—500 毫升容玻璃杯中，置水上蒸發為糖漿狀，加熱水 10—20 毫升溶解，攪拌，混和 95% 之酒精 100—200 毫升。放置 12 小時以上，至糊精完全沉澱，待上清液澄明後，以乾濾紙濾過。殘渣用少量稀酒精（95% 酒精 10 克與水 1 克之混合液）洗滌後貯之。取濾液及洗液置水浴上蒸餾，除去酒精，更蒸發濃縮，其殘渣以水 10 毫升溶解，混和 95% 酒精 100 毫升，使殘餘之糊精沉澱，仍用前次之濾紙濾過，以稀酒精洗滌，貯存於玻璃杯中。之殘渣及附着於濾紙上之沉澱，用熱水溶解，蒸發至 10—20 毫升混和 95% 酒精 100—200 毫升。反覆行酒精沉降法。然後收集析出之沉澱，依上述方法使轉化為葡萄糖定量之。將糊精沉澱後之各濾液及洗液合併將酒精蒸發揮散，可行糖分之定量。

丙、澱粉定量

澱粉定量之前須行轉化法，使變為葡萄糖，再按葡萄糖法定量之。所得數以 0.9 乘之，即為澱粉量。轉化法有數種，其主要而常用者有加酸分解及澱粉酵素兩法，前法迅速便利，後法結果準確。

1. 加酸分解法：

稱取檢體 2—5 公分置純質優良之濾紙上，初用醚 50 毫升分 5 次洗滌，次用 10% 酒精洗除可溶性脂類。移殘渣於 500 毫升量液瓶中。加水 200 毫升及鹽酸（比重 1.125）20 毫升。附簡單還流冷却裝置，在水浴上煮沸 2.5 小時，放冷，滴加氫氧化鈉溶液使中和，再加水成 500 毫升濾過。分取濾液一定量，按照葡萄糖法定量之。結果乘 0.9 改算為澱粉量。

2. 澱粉酵素法：

稱取檢體 2—5 公分照上法先後用醚及酒精處理。移殘餘物於玻璃杯中，加水 50 毫升徐徐加熱，或將玻璃杯置於沸水中，不絕攪拌，至澱粉糊化為止。一般加熱 15 分鐘即可。放冷至 60°C，加麥芽汁 20 毫升，並保持此溫度在 2°C 以內，經過 1 小時。然後煮沸使澱粉粒完全糊化。再冷至 60°C，加麥芽汁 20 毫升。復令於同溫保持 1 小時，或取其 1 滴在顯微鏡下檢視，對碘液不起藍色反應，乃停止加熱。待冷後，加水成 250 毫升濾過。量取濾液 200 毫升傾入 500 毫升量液瓶中，加鹽酸（比重 1.125）20 毫升，按照前法使之轉化為葡萄糖，改算為澱粉量。

同時須用水 50 c.c. 及同量（前後共 40 毫升）之麥芽汁，依上法做一空白試驗，由本試驗之結果，減去空白試驗之結果。然後從葡萄糖量改算澱粉量。

丁、粗纖維定量

稱取乾燥檢體 2 公分和石棉（加 5—10 % 氫氧化鈉及 5—10 % 鹽酸先後煮沸，水洗乾燥熾灼者）0.5—1 公分入內容 500 毫升之圓錐瓶中。加 1.25 % 沸騰硫酸 200 毫升附還流冷却器於 1 分鐘內煮沸之。每隔 5 分鐘振搖 1 次。如此繼續煮沸 30 分鐘。用石棉或玻璃棉濾過，用沸水洗滌至洗液不呈酸性為止。

次用沸騰 1.25 % 氫氧化鈉液（不含碳酸鈉）200 毫升將殘渣和石棉仍洗入原瓶中，附還流冷却器迅速煮沸之，並照上述方法繼續煮沸 30 分鐘。以填充薄層石棉之坩堝濾過，用沸水洗滌，至洗液呈中性後，再以 95 % 酒精 15 毫升洗之。於 110°C 乾燥至為恆量。用暗熾熱熾灼，放冷，再稱量。損失之重量即為粗纖維量。

第三章 飲料水

第一節 水的來源和性狀

水有三種狀態，即固體、液體及氣體。在自然界佔了非常巨大的量；固體如雪、冰。液體如海、河、泉。氣體如空間之水蒸汽。又為動物及植物體中之主要成分，而礦物中亦含有多量存在。

天然的水雖然不如化學用的蒸餾水純粹，但是，自然界的固體及氣體成分的變化總是在這天然來源的水溶液中。

純潔的水為無味、無嗅之液體而且為無色透明。但水深過一丈時，則顯微藍色。在常壓之下（760 mm.）沸點為 100°C。冰點為 0°C。在減壓時沸點可降低，加壓時沸點可增高。如在 2 氣壓時，其沸點可至 121.5°C，3 氣壓時 134°C 等等。若加 200 大氣壓時可至極度 370°C。水面受壓力則結成冰，溫度即降低，若加 13000 大氣壓溫度可降至 -18°C。水的結晶是等軸六面體。水在 + 3.945°C 密度最大，在 0° 時，100 容積之水結冰後，其容積則為 109.082，其比重為 0.91674。

第二節 飲料水

水為吾人一日不可缺少之物質，故水之純潔對健康關係甚大。但水之來源不同，因而其中之挾雜物亦異。現列表於下，依次敘述：



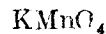
水為多種物質之良好溶劑，故欲得純水幾不可能（以天然水云，蒸餾水例外）。雨水較為純潔，然常為大氣中之氣體所飽和，並帶有有機或礦質固體。此種物質，係於雨水下降時在具煙、灰及風塵空中掠得，依理論推判，雨滴之形成，亦係藉空中之塵粒為組成核心，因之亦絕非純水。水在地面上或在深潭之處，均可將土壤或岩石中多種物質溶去，較深之井水恆比地面水含溶解物質為多，因其穿鑿多種岩石所致。一般說來，在多花崗岩、沙岩及陶土區域中之水，較在多石灰石區域之水所含溶解礦質為少，較土壤鬆肥之地更少。山中之水常甚清澈，即因其與土壤幾不接觸之故。除礦質溶解外，水尚可攜帶大量懸浮物質，諸如砂粒、陶土及有機質等，此等物質在江河、湖泊及溪流中含量甚多。

天然水中通常所含雜質——天然水中所含雜質通常可列為下表，然並非在同一水中可容含全體物質，如硫酸絕不可能與碳酸鈣同時存在，亦不可能在含有硫酸鈣之水中同時復有碳酸鈉存在。

飲料水應符以下標準性狀：

1. 佳良飲料水應取新鮮流動水源地方，加熱時應無嗅，透明，無色。
2. 因含游離碳酸，嚐時有爽快感覺，不應有不快味，或毫無爽快感覺。
3. 天然水的水源的溫度不定，約 $4-6^{\circ}\text{C}$ ，最適宜的溫度是 $9-12^{\circ}\text{C}$ 。
4. 水中不應含有游離氨、亞硝酸鹽、硫化氫、黏土樣物質、菌及黴菌等。
5. 不應含有微量的鐵及錳（不能超過 0.1 mg/L ），以及其他之重金屬。
6. 不應含有可溶性之無機物及有機物。氯化鈣、硫酸鈣、碳酸鈣、鎂、鉀和鈉。

總殘留固形物 1 公升蒸發乾燥所餘量不得超過 0.5 公分。1 公升水中之可溶性物質必須在下表界綫以內：



有機質.....	0.03 — 0.05 公分 (= 0.006 — 0.01 公分)
硝酸 (N_2O_5)	0.004 — 0.01 公分
氯 (Cl)	0.008 — 0.05 公分
亞硫酸 (SO_3)	0.063 — 0.09 公分

第三節 試樣之採取

1. 自水管中採集

於採集前，任管中之水自由流動數分鐘，然後將採集水樣之瓶放入水中，俟水滿後取出傾去，如此者三次，再將瓶浸入管中，使水注滿後，傾出少許，使瓶塞與水面相隔半寸為宜，以流動之水沖洗瓶塞，將瓶塞緊，將瓶壁擦淨，以布包紮，更以線將瓶塞與瓶綑緊，置諸陰暗溫度較低之處，以備分析。

2. 自溪流、池塘、蓄水池中採集

在欲採集之水中先洗滌採樣瓶及瓶塞，慎勿將水源下部沉積物攪起。

將瓶及瓶塞以繩繫緊，使之沉入水面下一尺，用繩將瓶塞自瓶上拉下，水注滿後，將瓶取出拭淨包紮，並將瓶塞塞緊，靜置於冷暗處；如水甚淺，不能以此法行之，則可以一絕對清淨之勺於各處掬取水樣注之入瓶。