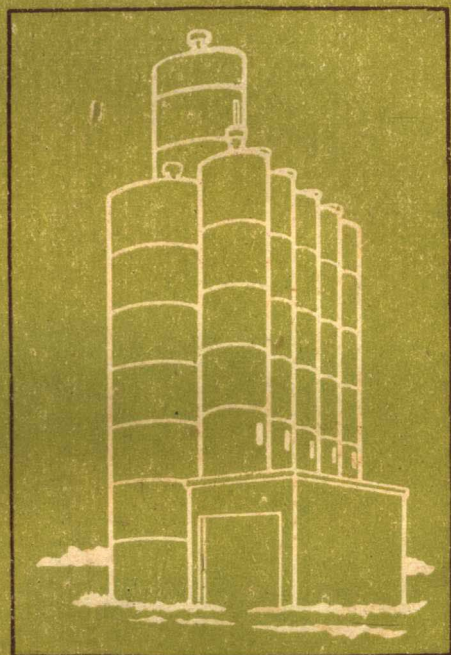


[美] J. A. 安台生 編
A. W. 阿尔考克



谷物及其加工品的貯藏分冊之一

粮食水分与品质变化

上海科学技术出版社

內 容 提 要

本書是“谷物及其加工品的貯藏”一書中第一、二兩個分章，第一章是“水分及其測定方法”，其中詳細說明了水分在谷粒中的存在狀態，吸濕平衡的過程，並比較了測定水分的各種方法，舉出每個方法的優缺點。第二章，“糧食在貯藏期中化學的與營養價值的變化”，首先討論了影響糧食變質的各種因素，其次分析了各種成分在貯藏期中的變化情況和如何及時地檢查這些變化，以便設法防止，最後談到變質糧食的利用問題。可供各公社、農場技術人員，糧食加工、管理部門，科學研究機關及農業院校師生參考。

谷物及其加工品的貯藏

分冊之一

STORAGE OF CEREAL GRAINS
AND THEIR PRODUCTS

糧食水分與品質變化

原 著 者 J. A. ANDERSON, A. W. ALCOCK

原 著 者 I. Hlynka, A. D. Robinson, L. Zeleny

譯 出 版 者 American Association of Cereal Chemists

趙 同 芳 譯

*

上海科學技術出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業登記證出字第093號

上海勞動印刷廠印刷 新华書店上海發行所總經售

*

開本 787×1092 1/27 · 印張 3 1/27 · 字數 63,000

1959年3月第1版 1959年3月第1次印刷

印數 1—2,500

統一書號: 16119·822

定 價: (十二)0.88元

譯 者 的 話

本書是 J. A. Anderson 与 A. W. Alcock 所編的“谷物及其加工品的貯藏”(Storage of Cereal Grains and Their Products, 1954)一書中的第一、第二兩章。原書各章均由專門人員就其实地經驗加以詳細敘述，極有參考價值。蘇聯 Н. Козмина 与 Л. Любарский 兩教授曾將此書譯成俄文(Хранение Зерна и Зерновых Продуктов)，由外國文書籍出版社出版(1956)。

为使讀者能早日讀到此項較新的資料，批判地運用到目前的工农业生产大跃进中去，因就本書中性質相类似的部分，併成小册，分別出版。

由于譯者外文及业务水平有限，对于文中很多新的專門名称及各种技术上的問題，不能很精确地傳達出来，这是譯者引为遺憾的。希望讀者多加指正，以便有机会再版时予以更正。

赵同芳

1958年9月10日

目 录

译者的话

第一章 水分及其测定方法..... 1

基础知识..... 1

水分含量的测定..... 13

一般误差的来源..... 13

普通烘箱法..... 18

真空烘箱法..... 22

蒸馏法..... 23

化学的方法..... 26

电的方法..... 27

推荐的方法..... 36

各种方法的比较..... 37

基本的参考方法..... 39

参考文献..... 45

第二章 粮食在贮藏期中化学的、物理的与营养价值的变化..... 49

影响粮食变质的因素..... 49

贮藏期中发生的变化类型..... 53

小麦与面粉贮藏对面筋与面包烘烤性质的影响..... 63

品质劣变的指标..... 65

在保管中变了质的粮食及其加工品的利用..... 74

参考文献..... 75

第一章 水分及其測定方法

著者: I. Hlynka (加拿大谷物檢驗委員會, 糧食研究室),
A. D. Robinson (Manitoba 大學化學系, 加拿大)。

要了解水分在谷粒中的規律與貯藏中各種問題的關係, 首先必須知道水分如何為谷粒中各種物質所吸收的幾項原理。只有徹底了解了這些原理之後, 才有可能充分評價水分對於糧食保藏中所發生的各種過程的作用; 所有的原理都是概念的綜合, 它們把似乎無關的數據與經驗變成系統的知識, 這就是科學。因此在本章的第一節內就討論這些基本的問題。第二節中是介紹和比較測定糧食含水量的各種方法。這些方法都是以經驗為依據, 因此只有按照某種基本的標準方法標定之後才可以得出正確的結果。鑒於測定糧食“真實”含水量的方法尚在繼續尋求中, 所以在本章第三與最後一節中就回顧一下這方面的研究情況。

基礎知識

首先, 我們不妨問一下, 對於象谷粒這樣的生物膠體系統的持水力我們究竟了解了些什麼, 這些力量是化學的抑或物理的, 它們的程度如何, 能夠與水相結合的是那些化學的組成部分等。要回答這些問題, 必須首先討論吸附與化學結構的關係, 進而再考慮從吸附等溫綫中可以學習到的是些什麼。因此把有關糧食及其加工品的等溫綫的資料整理出來。最後的一節是討論“結合水”的概念。

有關吸附作用的力量 我們先研究一下水分是如何被吸收它的物質所保持的。為了討論這一問題, 把水分的吸收區分為幾個

不同的现象就更容易了解。一部分水可以被保留在物体的团粒间或孔内。这种水分可以称之为自由水，因其仍具有水的一般性质，而与吸收水分的物质只是表面地相接触。

另外一部分水更密切地与吸收它的物体相联结。在水分子与物体分子之间存在着相互的作用；换言之，也就是一种物质的性质影响了另一种物质的性质；这就叫做吸附水。一般所谓吸附就是指这种相互作用；而吸附与解吸是专门用来指明在这一过程中水分的吸取与释放的程序。

此外，有些水可能与吸收物质产生一种化学的联系；而作为该物质组成主要部分之一的水分，也可能在测定水分的过程中被排除出来。

以上的分类只是为应用方便而区分的。必须了解，在由各类物质所组成的并且具有一定的组成形式的生物胶体系统如谷粒中，存在着持水的全部类型；从自由水到构成某些有机物质分子组成部分的化学性结合水。为了讨论吸附现象，最主要的问题还是阐明不受谷粒影响的自由水与化学结合水之间的不肯定的范围；在这个范围内，分子间的力量起着主要的作用。所以必须研究这些分子间的力量是什么。

当原子结合起来成为分子时，所有的化学键都是被满足的，但分子之间仍旧能够通过一定的力量彼此互相影响，这种能量有不同的名称，如分子间的力、Van der Waals'①力与副价力(18,52)*。这些力在形成液体与晶体、络合物与聚合物、以及在和同种或异种

① J. D. Van der Waals (1837~1923)，荷兰物理学家。在物理化学上创有一均与气体或液体的物理状态的方程式：

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT,$$

其中 p 是压力， v 是容积， R 是气体常数， T 是绝对温度， a 和 b 分别是 Van der Waals 容积常数和压力常数； $\frac{a}{v^2}$ 为分子间的内聚力——编者。

* 本书括弧内数字系指参考字献。

的分子之間的其他形式的相互作用中表現出來。

分子間力能来源于若干种作用 (18, 52)。第一是永久性偶极的定向作用, 有时称为 Keesom 效应, 可描述如下: 由于一个分子的結構的緣故, 正电极的重心与負电极的重心不相吻合, 这种分子被認為据有永久性的偶极矩。水、乙醇与氨是有偶极矩物質中很好的代表。当两个这样的分子相互接近时, 一个分子的正电的一端与另一个分子的負电的一端之間就会产生一种静电引力。

第二种叫做 Debye 氏誘導效应。当帶有极活动的电子的分子与强的偶极或离子相接近, 或是放在一个電場中时, 圍繞着原子的阴离子云就发生一种扭曲, 由此而导致負电荷重心与正电荷重心不再相吻合; 于是这些分子就获得了誘導的偶极矩。这个程序与用一块永久磁鉄使一块軟鉄产生誘導磁极相似。誘導偶极与被誘導的偶极之間可以相互作用而产生吸引力。

分子間作用的第三种形式是 London 氏散布效应。这也是一种吸引力; “散布”这一名詞源自光学。例如, 氫离子一般認為是沒有极性的, 但是它的偶极矩仅在一定時間內的統計数值等于零。在任何情况中, 氫原子的一个电子常常在一边, 因此这种原子就具有时常变动方向的偶极矩, 这种作用使原子的周圍形成一种变动不定的電場, 結果使鄰近的一个原子也与这种变动相应而变更电荷的位置。这种方式的相互作用也产生吸引的力量。

一般說来, 分子間的吸引不只是受一种作用而是几种相互作用的总和, 可能是偶极与偶极、偶极与誘導偶极、离子与偶极等等的相互作用。例如, 水束縛于硫酸銅 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 的銅离子上的原因就是离子和偶极的相互作用。氫鍵特別值得再提一下。可以把它看作是在两个帶負电的原子或集团間形成桥梁的氫原子。偶极力与量子力学共振合作形成一个稳定的联系。

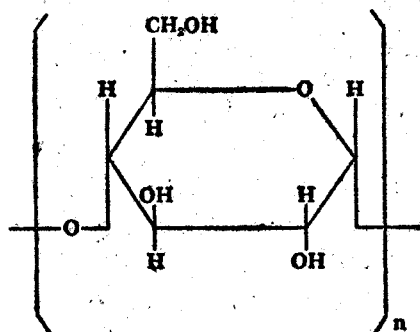
分子間的力量是比較弱的。一种物質在另一种物質上的吸附热約每克分子 4~15 大卡。当能量为每克分子 15~35 或超过 50

大卡时，这种现象就可以称为化学吸附，以指明它是介于吸附与用共价键及离子键而形成的化学结合之间。化学结合键可以包含50~150大卡或更多的能量。

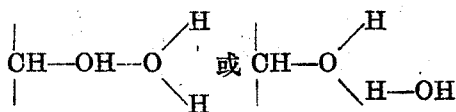
在吸附现象中，水占据着显著的地位。上面已经指明水是有永久性偶极的。加之水分子很小，所以每单位面积中的偶极矩较大。于是水当然会强烈地吸附在极性物质上，特别是含有离子的物质上。

吸附作用与化学键 按照逻辑顺序，第二部就应当看看在谷粒吸附水的程序中分子间力量所起的作用会达到什么程度。为此就需要先大概注意一下谷粒中主要成分的结构特点，并且找出控制这些物质与水的关系的极化中心和功能团。试以淀粉与蛋白质进行简单的讨论。

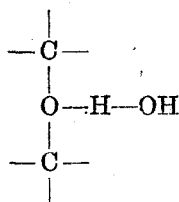
淀粉是一种天然高分子物质，它是以葡萄糖作基本单位反复结合而成的直的或分枝的链。可用下式表示：



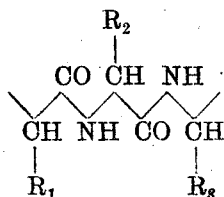
它的特性是环上具有羟基、环氧与氧桥，所有这些都是分子中的极性部分并且是可以和水分子起作用的部位。Hunter (42) 提出水以下列方式通过氢键与多糖中的羟基相联接。



对于水与氧桥的相互作用,他建議为:



蛋白質就構造說,也是高分子的化合物,但其中的重复單位并不相同,而可能是任何一种自然存在的氨基酸。蛋白質的最显著的構造特性之一为多肽的主体:

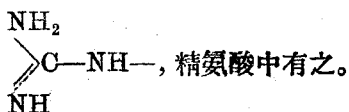


R_1, R_2 等是氨基酸側鏈殘体。它們帶着有种类相当复杂的极性与离子团。

—OH, 絲氨酸、蘇氨酸、羥脯氨酸(羥基嘮啉)与酪氨酸中有之。

—NH—, 色氨酸、組氨酸与脯氨酸中有之。

—NH₂, 賴氨酸与在多肽鏈末端的一个氨基酸中均有之。



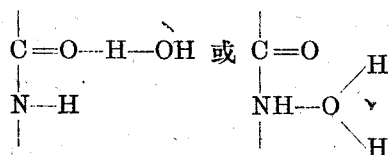
—COOH, 天門冬氨酸与谷氨酸以及多肽鏈末端的一个氨基酸中有之。

—CONH₂, 麦酰胺与天門冬酰胺中有之。

因此水就有很多机会与多种极性团相互作用。

对水的結合問題的这种看法为若干研究者所接受。Lloyd

(48) 发现蛋白質的多极性并且指出各个集团与水相密接的可能性。Pauling (65) 也断言为蛋白質表面所吸附的水分主要的是束縛在有极性的側鏈上。他認為多肽鏈的效应是次要的。但是 Hunter (42) 提出水是按照下述方式与多肽鏈相結合。



Sponsler、Bath 与 Ellis (86) 对蛋白質中各組 (groups) 所束縛的水分量, 做了一个很有趣的估計。羧基能够束縛 4~5 个分子的水; 氨基为 3 个分子; 羟基为 3 个分子; 亞氨基与巯基都可与 2 个水分子結合。最近, Mellon、Korn 与 Hoover (55, 57) 測定蛋白質中氨基与肽束縛水分的程度。在酪蛋白中, 他們确定含水量的 24~33% 为氨基部分所吸附, 多肽鏈間的吸附量为 45%。在 80% 的相对湿度中, 多肽鏈所吸附的水分为玉米膠蛋白含水量的 70%。这一类基本研究还需要进一步开展。

水分吸附等溫綫 在研究固体物質 (如谷粒) 的吸附水分时, 等溫綫是一个很有用的方法。等溫綫就是一个曲綫, 它表示在一定的溫度下物質的吸水量与水的蒸汽或相对湿度間的平衡关系。根据接近含水量与水汽压平衡时物質是吸水或釋水, 等溫綫相应地可以是吸附等溫綫或解吸等溫綫。

一般說来, 等溫綫可以看做 S 形的曲綫, 如图 1-1 面粉的等溫綫所示。在低湿度中曲綫的凹面是向着湿度的坐标軸的方向, 在中間的湿度下, 有一部分等溫綫近于直綫。但在高湿度范围内, 曲綫向着水分含量坐标軸弯曲。这种 S 形的等溫綫是纖維素 (80) 与蛋白質, 如酪蛋白 (56) 与麻仁球蛋白 (37) 的特性。这种 S 形也是很多其他物質包括粮食及其加工品所通有的。等溫綫的形式是很有意义的, 应当更詳細地加以討論。

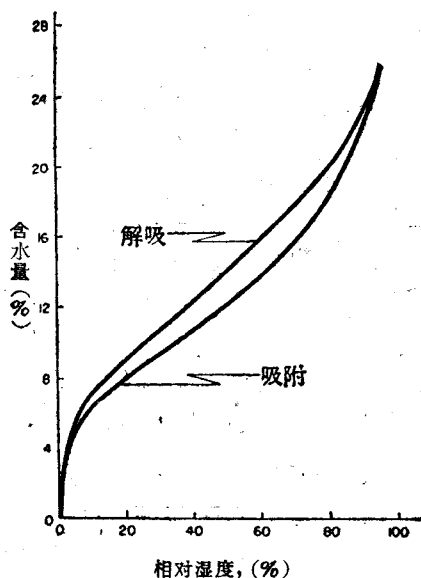


图 1-1 在 25°C 中面粉的等温线。

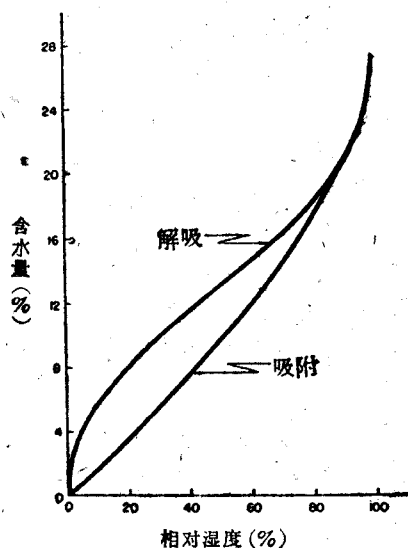


图 1-1 在 25°C 中小麦子粒的等温线。

按照 Brunauer-Emmett-Teller 的多层吸附学说(19),等温线的第一部分代表吸附在物质表面上的第一层水汽;弯曲的部分代表第二层水分子的增加;曲线的最后一部分代表由吸附而继续增加了水层。在象蛋白一类的极性物质中,吸附可能发生在特殊的部位,如上节所讲过的一样,并且适当地修正了这个理论,以便应用于所谓主动吸附的现象(20)。因此等温线的开始部分可能只包括在极性位置上水分子的附着,而线的弯曲部分包括在非极性部分附着的第一层水与全部表面第二层水的增加。另有一种假说,认为吸附在极性部位的水分子是作为丛状叠积的而不是层状的(88)。关于蛋白质与高分子吸附水分的各种理论,在 McLaren 与 Rowen(54)的一篇文献讨论中有详细的介绍,读者可以参考。

等温线的三个段中,每段所牵涉到的水蒸汽压与水分含量间的关系是不同的。在等温线的开始部分,水蒸汽压与水分含量间的关系受水分子和吸附表面的结合能所制约。结合能决定于表面的物理结构及其化学成分,以及水的理化性质。结合能的大小将是各种效应作用的总合。等温线向含水量坐标轴移动的范围就是水与吸附表面间结合能的指示。

在等温线中间近乎直线部分,水分子附加到已经在第一层中存在的水分子之上,其中一小部分水是在非极性部分,后者对于水的性质影响很少。在这一过程中所涉及的力量以水分的凝聚力为主。在这个范围内水的吸附量主要取决于水蒸汽压的大小。

在湿度高的范围内,水蒸汽压由已经复盖在物质全部表面上的第二层水分子所决定。第三、第四与以后各层的继续增加似乎是一种毛细管的凝聚现象。每层附着的水分的性质与前一层相似。所以在这个范围中吸收水量的增加很快,但整个系统中水蒸汽压所受的影响则不甚明显。

等温线的最初一段是最有意义的部分,因为一般认为它表示谷粒成分与水分间相互影响的力量。这一段等温线移向以水分含

量為坐標的一邊的現象被認為是表示強大的分子間力量，並且表示在低濕度中谷粒對水分的吸附可能是化學吸附。有時指明所用力量的強度，例如 Babbitt 的觀察(7)，甚至在用汞擴散真空系所造成的真空系統中，小麥仍保存 3% 的水分，而面粉為 0.8%。面粉、面筋與淀粉加水時產生的熱量（可用以指明結合力），Winkler 與 Geddes(92)，Schrenk、Andrews 與 King(79) 等曾測量過。把上述物質完全乾燥後，取一克與大量水相混合；面粉產生 27 卡的熱量，面筋產生 20 卡的熱量。這些數值只是加水生熱的平均數。把一克的水加到大量的干物質中可能得到更多的結果。曾有人報告過，當大量的酪蛋白吸取一克水時，產生 260 卡的熱量(37)。象這樣的數值對於糧食加工品是非常必要的，因為由此可以更清楚地解釋在谷粒中水與吸水物質間的結合的原理。

吸附滯後作用 一種物質的吸附與解吸等溫綫不一定是相同的。事實上，很多物質，包括谷粒及其加工品，它們的解吸等溫綫很明顯地由吸附等溫綫向左边移動。圖 1-1 表示小麥的吸附與解吸等溫綫。曲綫指明，由同一種谷粒堆中取出的不同樣品，在同一濕度中所達到的平衡水分量不盡相同，有時其差別之大，令人驚奇。趨向平衡的方向的影響——或是樣品的歷史或是樣品的處理情況——這就是所謂吸附滯後作用。

吸附滯後作用現象在物理與化學因素方面都曾發展出若干假說。Zsigmondy(93) 與 McBain(53) 認為毛細管現象是吸附滯後作用的主要因素。谷粒及其產品在構造上的影響可以吸附滯後作用現象在谷粒中比在面粉中更顯著這一點來說明(7)。凝膠系統吸水後的膨脹也和構造有關係；Urquhart(90) 與 Smith(81) 曾強調其重要性。Pierce 與 Smith(67) 指出，缺乏毛細管構造的平面也表現吸附滯後作用。他們以為這是積聚在一些活潑中心的水擴展而形成一個復在吸附表面上的膜時能量變化的結果。最近 Benson、Ellis 與 Zwanzig(10) 的工作指出，蛋白質吸水過程可

能为其他物质如空气中的氧气所阻碍。他们证明,在无氧条件下,吸附与解吸可在1~3小时内达到平衡,而先是在有氧环境中得到的结果是:吸附需要6~8天,而解吸需要18天以上才可以达到平衡。所以,在吸附滞后作用中可能牵涉到若干个因素;在象谷粒一类具有有机组织的构造并由各种不同成分所组成的物质中,把这一现象看成多因子也是合理的。

粮食及其加工品的吸湿等温线 以上我们只是为了要了解粮食及其加工品中有关水分的各项问题而讨论了一些基础理论。本节将简单地介绍在研究各种粮食及其加工品在吸附水分方面的各种性质上所取得的进展。

Coleman 与 Fellows(25) 关于粮食吸附水汽等温线的研究是经典的。他们把各种粮食放在已知相对湿度的空气中,平衡水分。除各种小麦外,还研究了玉米、燕麦、大麦、黑麦、水稻、蕎麦和亞麻子。一般说来,在同一相对湿度中达到平衡之后的含水量,除亞麻略低之外,其他种谷类都相近似。这现象无疑的是由于亞麻含油量较高的缘故,倘若去掉油脂含量,以其他成分为基础计算,则水分可能也差不多。Oxley (63, 64) 把几个著名研究者的类似研究结果做了总结。Babbitt(6, 7) 是首先明显地区分吸附与解吸平衡的工作者之一。在他的小麦等温线(图1-1中下边的一个曲线)中,这种吸附与解吸等温线间的很大差别就是上节所述的吸附滞后作用。

面粉的吸附等温线曾由 Bailey(8)、Fairbrother(32)、Anderson(4)、Anker、Geddes 与 Bailey(5) 以及 Babbitt(7) 所求出过。Knight 与 Larmour(47) 得出面粉、麦麸、二道粉(shorts)、筛渣(screenings)与粗粉(middlings)的吸附等温线。当比较图1-1时(抄自 Babbitt), 可以明显看出面粉的吸附滞后作用小于麦粒。

Morey、Kilmer 与 Selman(59) 在50~90°C的气温范围内研究了面粉含水量与水汽压的关系。在一定含水量的条件下,温

度与水汽压对数之間的关系基本上是直綫的。可以用数学公式表示如下：

$$t = a \log P + b$$

其中 t 代表温度, P 是水汽压, a 与 b 是常数。Morey 等指明水汽压随温度的增加而迅速升高。但用相对湿度表示水汽压时, 这个关系就不十分明显。在适宜的温度范围内, 可以認為相对湿度不受温度的影响。关于向日葵与燕麦(26)、稻米(43)、淀粉(38, 39, 77)的相似数据以及其他有关的資料可以在文献中查到。

以上的叙述說明已經获得了很多初步資料以及有相当实用价值的結果, 但是在这些工作中所用的材料与实验技术差別很大, 因此很多工作是不能严格地比較的。有些工作所选用的相对湿度范围很小。很多工作者都不能体会吸附与解吸間的差別以及吸附滞后作用的程度。而且, 很多工作是在多层吸附的理論建立以前做的, 因而工作范围是有限制的。

从等温綫的研究可以得出很有意义的一般推論。不同种类的谷粒及其副产品的等温綫是非常近似的。由这种現象可以概括說, 它們的水分吸附特性是由同样的基本原理所制約的。进一步研究小麦与面粉的等温綫(图 1-1), 可以看出等温綫最初一段相当于含水量約 6%。等温綫的直綫部分表示增多了的 10% 的含水量。这些結果与上节所談活化的吸附学說相符合。第一个單分子的水层仅仅为活潑的中心所吸附; 第二层是为在活潑中心范围以外的表面所吸附并附加在第一水层上。等温綫上第一部分所表示的吸附水量比直綫部分所代表的吸附水量少, 这是意料中的事情。等温綫的最后弯曲部分由 80% 的相对湿度开始。它表示水层的繼續增加。在这一点上, 相当大量的水分变为可用的, 可能为谷粒或微生物所利用。在实际工作中, 谷粒水分含量达到相当于和 75~80% 相对湿度平衡的程度时, 就可能迅速地发生品質的劣变。这些推論仅仅是質的而不是量的, 但它們指明了以后的研

究工作应采取的方向。

結合水 和吸附有关系的能量以及等温綫的意义都已討論过了,現在再簡單地談談所謂結合水的概念。Makower(49) 最近曾評論了有关这个题目的文献,讀者可以参考。讓我們再看一下前面已經指出过的与討論結合水有关的几个論点。等温綫曾被区分为三部分:最初的弯曲部分、中間的直綫部分与最后的曲綫部分。曾經指明,等温綫上,后两个部分的結合能量主要的是水的凝聚。由此,必須着重于等温綫上的最初一段,因为在这个範圍内水与吸附物質之間发生相互作用。前已指明,組成谷粒的物質的吸附水分是发生在一些特殊的活潑部位,例如羧基、氨基、肽鍵、羥基等上面的。因此結合状态不是一种而是多样化的,每一种吸附水分都有其特殊的反应能量,所有这些結合的方式,由不活潑的吸附到化学的吸附的总合就表现为等温綫。換言之,等温綫代表“部位能量分布函数的正規积分”(44)。

結合水的概念具有两种意义。它表示为谷粒所吸附的一部分水是被一种較强的力量所束縛,这种力量比水分子的內聚力大。从已經講过的一些問題来評定这种看法还是合理的。但这样的看法和結合水的历史涵意不相一致。依照傳統的說法,結合水也代表着水与吸附物質之間的一种化学計算的关系。因此对測定結合水量曾做了很多的嘗試,并且发展了很多的方法。但必須明白,吸附等温綫是代表在一个系統中水分結合的全部关系,而任何測定結合水的方法多少是在曲綫上任意选取一点而已;超过这一点的相对压力的水分都被称为“自由水”,而为更大的力量所吸附着的水分称为“結合水”。因此結合水的名詞是相对的,并且測定結合水的方法也都是任意的。

以上所談的情况与結晶体中所結合的水分不同,結晶体中的水分可以很分明地用水汽压加以区分。等温綫的研究指明,在很复杂的生物膠体系統中找不到这样一种界綫。等温綫上需要有一

处中断或不連續的地方。但这种中断現象在水分以若干方式結合的情况中很难在等溫綫上出現。甚至在很适宜的例子如淀粉中，其中吸附点的类别較少并且在淀粉粒中存在着格子狀的排列，等溫綫也并不显示中断現象，虽然 Meyer (58) 建議有一种水化物 $(C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O)_n$ 存在，其中的水分相当于 10% 的含水量。

目前，“結合水”显然应当看作是一种不定的概念，也許“結合水”这一名詞的意义会随着这門学課新的进展而有所变更。未来对結合水的定量研究似乎仍將繼續集中在特別吸附点上的吸附能量与各种化学团所供献的能量上。以往的工作已充分地強調了它的重要性并且为这一研究打下了基础。

水分含量的測定

在发展谷粒与水的关系的基本理論的同时，也充分地发展了測定水分的各种分析方法。但总的来講，对于測定粮食水分的重要性与分析方法的复杂性还未曾得到普遍的重視。在制訂測定水分的方法时曾有一个基本的原則，即如果有充分的根据認為揮发性物質的分解与损失可以忽略不計，或它們的数量小于因不能除去所有强烈結合的水分所产生的誤差，則宁可选用可以得到最大水分量的方法。此外用具与操作的簡便和迅速，也都是选择分析方法时的一些因素。

在这一节中將討論測定水分的各种問題。首先討論多数方法中常产生的誤差的来源；然后再依次討論各个方法——普通烘箱法、真空烘箱法、蒸餾法、化学方法与电測方法等。为測定谷粒及其加工品水分推荐的一些方法以及各种方法的正确可靠性与重复的可能性，都扼要列入最末两节中。

一般誤差的来源

因为粮堆是由若干相似形狀的谷粒所組成，这些谷粒具有多