

高等学校教学用书

谷物及其加工品的 生物化学

上册

Н. И. 柯 齐 米 娜 著
В. Л. 克 烈 托 維 奇

高等教育出版社

高等学校教学用書



谷物及其加工品的
生物化学

上册

И. И. 柯齐米娜, В. И. 克烈托維奇著

А. И. 奥巴林院士校閱

向瑞春譯

高等教育出版社

本書系根據蘇聯採購書籍出版社 (Загитиздат) 1951 年出版柯齊米娜 (Н. П. Козьмина) 教授和克烈托維奇 (В. Л. Кретович) 教授合著的“谷物及其加工品的生物化學” (Биохимия зерна и продуктов его переработки) 一書譯出。原書由奧巴林 (А. И. Опарин) 院士校閱并經蘇聯高等教育部審定為高等食品工業學校教科書。

本書中譯本分上下兩冊出版。上冊共八章論谷物的生物化學。下冊共十章論谷物加工的生物化學原理。

担任本書翻譯工作的為南京工學院食品工業系谷物學教研組向瑞春同志。

谷物及其加工品的生物化學

上 冊

Н. П. 柯齊米娜, В. Л. 克烈托維奇著

向瑞春譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

京華印書局印刷 新華書店總經售

書號13010·44 開本 850×1168 1/32 印張 7 6/16 字數 183,000

一九五六年八月北京第一版

一九五六年八月北京第一次印刷

印數 0,001—4,000 定價 (10) 洋 1.10

作者序

本教科書是以前用“谷物及其加工产品的化学”名称出版的同类教科書的第四次修訂本。

著者在这次修訂的时候，曾力圖尽量圓滿地反映出祖國科学在谷物生物化学及谷物学方面的成就。我國为發展科学研究而創造的非常有利的条件，毫無疑义地，已使苏联科学在谷物、面粉和面包的生物化学領域中占主導地位。苏联学者們所累積的大批新材料自然应当在这本教科書里面反映出來。

本教科書中根据谷物在收穫、貯藏、干燥及加工的期間，面粉和米粮在貯藏期間，以及面包在制造过程中發生的生物化学变化所起的巨大作用，特將谷物及其加工品的生物化学的动力学方面作了更詳細的敘述。書中关于谷物酶类的知識以及谷物生命各階段中和谷物加工各时期中所發生的酶作用过程的知識，都作了更加擴大的說明。因为谷物是一种生活有机体，而且它里面經常發生物質代謝作用，所以將有关那种像光合作用、植物的氮素同化作用、蛋白質合成、呼吸和發酵等最重要的过程的生物化学基本知識，都在本書相应的章節中加以闡明。

有关谷物、面粉和面包的食品价值問題的最后一章完全是从新寫的。这些問題具有非常重大的意义。而且都是每一个制粉和碾米工業工程师所必需熟習的。

著者們認為有必要把参考文献的目錄列在每章之后。这些目錄并不是尽詳無遺的。其中只包括最重要的著作。讀者可以从这些著作中找到他感到兴趣的問題的比較深入而詳細的敘述。

本教科書是按照“谷物及其加工产品的生物化学”一課的教学大綱寫的。它可作为高等学校食品工業系的教本。还可以作为制粉工業和

碾米工業以及采購部的糧食倉庫業等部門的實際工作人員的參考書。

第一篇“谷物的生物化學”除有關面筋的一章之外，都由 B. Л. 克烈托維奇執筆。他還寫了最後一章“谷物、面粉和面包的食品價值”。第二篇“谷物加工的生物化學”全篇和第一篇里面有關面筋的一章都是 Н. П. 柯齊米娜寫的。

著者們感謝校閱本書的 А. П. 奧巴林院士以及評閱原稿的 М. П. 克尼亞基尼切夫(Княгиничев)教授、Л. Я. 奧爾曼(Ауэрман)教授和普羅斯古里亞可夫(Проскуряков)副教授的許多寶貴批評意見。著者對莫斯科食品工業工藝學院和以 П. В. 斯大林命名的敖德薩制粉碾米工業和糧食倉庫業工程學院有關的教研組會議上討論本書原稿的結果，作了考慮。

對本書的意見，均請寄莫斯科(140)共青团廣場 1-a 號采購書籍出版社。

上册目次

作者序	vii
緒 論	1

第一篇 谷物的生物化学

第一章 关于禾谷类作物籽粒的化学成分的一般知識	7
第一節 谷物籽粒及其各部分的化学成分	10
第二節 酶	14
参考文献	22
第二章 谷物的碳水化合物	24
第一節 糖类	24
(1) 谷物糖类的特性	24
(2) 糖类在谷物籽粒中的含量和分布	36
第二節 谷物的膠体碳水化合物	38
第三節 淀粉	38
(1) 淀粉的特性	38
(2) 支鏈淀粉和直鏈淀粉	42
第四節 淀粉用酸或酶的水解作用	46
(1) 淀粉酶	46
(2) 淀粉酶的特性	47
(3) 籽粒各部分中淀粉酶的活力	54
第五節 谷物籽粒中的粘液質、多縮果糖、半纖維素和纖維素	55
参考文献	63
第三章 谷物的含氮物質	66
第一節 谷物的蛋白質	67
(1) 关于谷物蛋白質的一般知識	67
(2) 谷物蛋白質的物理化学性質	71
(3) 谷物蛋白質的化学構造	75
(4) 小麥籽粒中的蛋白質	80

第二節 面筋	86
(1) 小麥面筋的化学成分与形成过程	87
(2) 影响面筋產出率的諸因素	90
(3) 面筋的吸水力	95
(4) 面筋的物理性質及其測定法	97
(5) 化学剂与物理因子对面筋性質的影响	106
(6) 面筋在胚乳各部分中的分布	109
(7) 其他禾谷类植物的面筋	109
第三節 其他禾谷类籽粒中的蛋白質	110
(1) 黑麥的蛋白質	110
(2) 玉蜀黍的蛋白質	111
(3) 大麥的蛋白質	113
(4) 燕麥的蛋白質	114
(5) 稻谷的蛋白質	115
(6) 高粱和蕎麥的蛋白質	117
(7) 豆类的蛋白質(豌豆、大豆、菜豆)	117
第四節 谷物籽粒的蛋白質分解酶	119
第五節 谷物的非蛋白性的含氮物質	128
第六節 谷物籽粒中氨基酸与蛋白質的形成作用	129
参考文献	131
第 四 章 谷物的脂肪、磷酯、籽酸鹽、固醇、色素和維生素	
素	135
第一節 谷物的脂肪	135
第二節 谷物的磷酯	140
第三節 谷物的籽酸鹽	144
第四節 谷物的固醇	146
第五節 谷物的色素	148
第六節 谷物的維生素	151
参考文献	160
第 五 章 谷物的礦物質、水分和酸度	162
第一節 谷物的礦物質	162
第二節 谷物的水分	166
第三節 谷物的酸度	170
参考文献	172

第 六 章 谷物品种、气候及土壤条件对谷物的化学成分的关系	174
第一節 谷物品种对谷物化学成分的关系	175
第二節 气候和土壤条件对谷物化学成分的关系	179
参考文献	185
第 七 章 谷物在發芽与成熟时所發生的化学过程	187
第一節 谷物在發芽时所發生的化学过程	187
第二節 谷物在成熟时所發生的化学过程	191
参考文献	208
第 八 章 谷物的呼吸作用	212
参考文献	226

緒 論

战后年代中苏联社会主义農業發展的高速度極光輝地表現了苏联人民在列寧斯大林党的領導之下所獲得的具有國際歷史意义的勝利。

根据斯大林的說法“……是農業系統中的基本環節，是解決農業其他一切問題的鑰匙”^①的谷物問題已經獲得解決。谷物的總收穫量已經突破战前的水平。谷物採購的數量逐年增長。不論在糧食谷物生產總量上，或在按人口計算的收穫量上，苏联都遠遠地超過了一切資本主義國家。我們的祖國是世界上一個頭等的工業強國，也是全世界糧食最豐富的國家。

集體農莊的農民們和國營農場工作人員卓越勞動的勝利，斯大林改造自然的偉大計劃的實現，草田農作制的運用，科學技術成就在農業中最廣泛的利用，所有這一切都能引起我國社會主義谷物經濟進一步的繁榮，和谷類作物收穫量繼續不斷的增長。

如何使收穫的谷物保存無損，以及如何把它加工成為品質優良的產品——面粉與米糧，這都是苏联採購部工作人員的光榮而重要的任務。

谷物是一種生活的有機體，其中有許多複雜的化學過程發生，在濕度與溫度增加的時候，這些變化特別厲害。這些化學過程的總和便是生命物質所特有的新陳代謝。米丘林生物科學確定新陳代謝的變化是生物體本性改變的原因。也是它的遺傳性改變的原因。可見，詳細地認識了有機體的化學成分和作為新陳代謝的基礎的化學反應以後，我們便能學會引導這些化學變化和整個新陳代謝朝着我們所希望的方向

① И. В. 斯大林，聯共（布）中央委員會向第十六次代表大會的政治報告，全集，12卷，人民出版社，1955，第245頁。

來進行，也就是說我們可能使有機體具有合乎我們所期望的經濟特征。

谷物及其加工品的生物化學討論谷物、面粉和面包的化學成分，它研究谷粒在成熟、貯藏與加工過程中，或是面粉與米糧在製造與貯藏過程中所發生的化學變化。

這一門課程要將谷物在貯藏與加工時所發生的過程加以科學地論証。正因為如此，所以一切和谷物有關的工作人員都必須對谷物及其加工品的生物化學有深刻的研究。

貯藏中的谷物隨着它的狀態、貯藏條件、以及收穫後經過的時間的不同而進行着或強或弱的呼吸、後熟與老化等過程。谷物的面包烤製品質和種用品質也都和這些過程的同時發生改變。

米丘林曾經指出：“……雖然種子還是處在休眠狀態之中（亦即成為乾燥的狀態）但在每一種子有機體裏面的生命過程並沒有停止，而是經常在進行着維持胚細胞生命的新陳代謝，儘管這種作用進行得很慢，而且這樣的代謝作用的正規過程完全依種子在發芽以前所處的環境條件而定”^①。

查明影響谷物的成熟、後熟與呼吸等作用的一切外界條件，解釋當時進行的化學反應，這都是谷物生物化學上的重要問題，這些問題的解決將能幫助我國的糧食業打下真實的科學基礎。

磨粉廠和碾米廠裏面的谷物加工也對生物化學提出許多科學上的問題。加工以前谷物品質的標準化與品質測定都具有重大的意義。在沙皇時代的俄羅斯，大多是用“目測”與“齒測”的方法來鑑定谷物品質。社會主義的谷物經濟和我國正在發展中的制粉碾米工業都要求科學地來安排生產監督，並創造分析的儀器與方法以便迅速地客觀地來評定谷物的面包烤製品質和制粉品質，以及決定技術過程應當朝着哪一種方向加以改變，才能製出合乎標準的產品。谷物在磨粉以前的加工，

① Н. В. 米丘林，全集，卷 I，287 頁，莫斯科，1948。

亦即谷物的洗淨和調節，都应当有深刻的科學根據。今後在這方面的研究將是谷物及其加工產品的生物化學的重要任務之一。

成品質量的控制，也要以許多化學指標（包括灰分的測定）的分析為基礎。評定谷物和面粉的面包烤制品質的時候，沒有深刻的生物化學研究，也就是說沒有蛋白質、淀粉、酶的活動力等項的測定就不行。評定谷物及其加工副品的營養價值極為重要。如眾所知，對谷物、面粉和面包沒有深刻的生物化學的研究，便不能產生有關其中所含各種氨基酸、維生素、礦物質等在數量方面的概念；也就不能產生技術過程中的個別階段對這些物質所生影響的概念。因此也無法評定谷物及其加工產品的營養價值。如果在谷物具有缺陷（發芽、凍傷、椿象傷害及其他等等）的情況下要把面粉等級作正確的劃分，要將制粉與烤制面包的工藝過程加以改變的話，那末只有根據不同品種、不同地區和不同狀態的谷物在生化特性方面加以深刻研究，才有可能。

因此，擺在谷物及其加工品的生物化學面前的任務是極端重大而且是多樣性的。

谷物及其加工品的生物化學是一門年輕的科學。僅僅在偉大的十月社會主義革命以後，由於普通生物化學的繁榮，由於制粉、碾米和面包等工業的工藝學的進步，以及由於糧食倉庫業的加強，這門科學才開始迅速地發展起來。另外，生物化學在這一領域內蓬勃地成長也還由於谷物是研究許多具有一般意義的生物化學問題的極好對象。

我國的學者們在谷物生物化學基本原理的發展中起着主導的作用。例如俄羅斯的基爾霍果夫（Гиргоф）院士曾經對酶的作用作過初次的觀察，他敘述過淀粉在淀粉酶作用下的糖化作用。十八世紀末彼得堡科學院的莫吉里（Модель）院士曾經在面筋的特性方面進行過許多研究工作。十九世紀中葉，莫斯科大学的李亞斯可夫斯基（Лясковский）教授對小麥籽粒作過卓越的研究，結果得出了有關氣候影響小麥化學成分的重要結論。涅達古察葉夫（Недогучаев）在前世紀末年以及華西

利也夫(Васильев)在本世紀初年就谷粒發芽時發生的化學過程方面所作的研究,其意義完全保持到現在。

最出色的俄羅斯衛生專家,軍事醫學院的多布羅斯拉文(Доброславин)教授和他的學生們,以及莫斯科大學教授愛里斯曼(Эрисман)和他的同事們,都對各種麵包的食品價值和消化性作過廣泛而極細緻的研究。普利亞尼什尼科夫(Прияшников)院士在闡明土壤濕度對谷物蛋白質含量的影響的工作,具有重大的意義。可是這些俄羅斯學術思想界中杰出代表人物所作的這一切重要而有價值的工作並沒有得到沙皇政府方面的支持。沙皇政府一味輕視祖國科學界的代表人物,專向所有的外國卑躬屈節。只有在偉大的十月社會主義革命以後,由於布爾什維克黨和蘇維埃政府的關懷,才建立了專門科學研究所和實驗室來對谷物及其加工品作深入的研究。谷物生物化學方面的研究也得到了廣闊的發展。蘇聯採購部的全蘇谷物研究所、蘇聯科學院的以А. И. 巴赫院士命名的生物化學研究所、全蘇植物栽培研究所、莫斯科食品工業工藝學院、以И. В. 斯大林命名的敖德薩面粉工業和糧食倉庫業學院、蘇聯國家糧食及物質貯備部的研究所等機關的實驗室里面、以及其他許多科學研究和教學機構方面,都在谷物生物化學方面和谷物及其加工產品在貯藏與加工各階段中發生的過程的生物化學方面進行過許多有價值的工作。А. И. 巴赫和А. И. 奧巴林兩院士的研究工作起過巨大的作用。他們指出了單單研究谷物和面粉的化學成分的缺陷性,並且強調必需對谷物的酶類以及這些酶在谷物或面粉的成熟、貯藏和加工期間的作用過程進行數量方面的深入研究。

現時蘇聯學者們在谷物生物化學中許多重要部分方面的著作都起着主導作用。這是由於我國已經創造了科學發展的最好條件的原故。И. В. 斯大林同志在第一屆全蘇無產階級大學學生代表會議上的演說中,曾經指出:“……我們的國家和它的革命經驗與傳統,和它對守舊習慣與保守思想所作的鬥爭,都是繁榮科學最有利的環境。資本主義學

校的老教授們所固有的庸俗的狹隘觀點和守舊思想是科學自立的絆腳石，這一點不見得有什麼值得懷疑的地方。只有擺脫了這些缺陷的新人物，才能够有完備的和不受拘束的科學創作，這一點未必有什麼值得懷疑的地方。我們的國家在這方面是具備這些沒有桎梏的科學溫床和科學堡壘的巨大前途的”^①。

把我們國家里的科學地位和資本主義國家中的相比較的時候，便可以在谷物和面包的生物化學領域中舉出壟斷資本如何束縛科學研究的發展，如何阻撓科學和技術的進步、窒息研究思想并使一切科學成就為一小撮發財致富的壟斷資本家服務的實例。

B. II. 列寧在論資本主義的腐朽性一文中引証了一個特別明顯的實例。這便是美國面粉和面包維生素化的實際情況。和杜邦化學公司相類似的一些最大的工業聯盟，都利用它們的獨占地位，出賣品質分明很差的產品，假造維生素摻到面粉和面包里面，阻止發表對他們的經濟利益有損害的研究報告，來追求完全忽視平民利益的暴利。

只有在偉大的斯大林同志領導之下，滿懷信心地向着共產主義前進的我們的國度中，一切科學成就才能够為全體人民的利益服務。

我國社會主義農業蓬蓬勃勃地發展，谷物生產的增長，糧食倉庫網、面粉廠和碾米廠的加緊地修復與建造，這一切都在谷物及其加工品的生物化學面前提出了許多重要的問題。這些問題的解決將促進我們的國民經濟的加強，并使蘇聯科學進一步地興盛。

^① II. B. 斯大林：在第一屆全蘇無產階級大學代表會議的演說，全集，第七卷，885頁，莫斯科，1947。

第一篇 谷物的生物化学

第一章 关于禾谷类作物籽粒的化学成分的一般知識

禾谷籽粒和所有的生物体一样，都是由許多个别細胞構成的。植物細胞是由坚硬的細胞壁及其内容物——具有細胞核的原生質和里面充滿着細胞液的液泡所組成。細胞内容物的成分依細胞在籽粒中的部位及籽粒的發育階段而异。

籽粒中的胚部細胞不含淀粉，它們含有大量的原生質、核質、以及糖分和脂肪，这些物質和胚乳中的淀粉同为胚發育成为幼芽时所必需的营养料。在籽粒初期的發育階段胚乳細胞的内容物(粉狀体)是由液态的原生質和可溶性养料組成的。到籽粒較晚的發育階段原生質逐漸枯干，同时細胞中充滿着淀粉。

籽粒表面几層的細胞不含原生質，基本上都是由細胞壁組成的。

在小麥及黑麥的籽粒里面，用肉眼可以辨別出下列各組成部分：谷皮(按包括果皮及种皮)，主要由淀粉充實着的胚乳，以及含有多量脂肪、糖分和蛋白質的胚。

用顯微鏡檢查時可以看到谷皮之下有許多密密地充滿着粒狀内容物并組成所謂糊粉層的大形細胞。

圖 1 为小麥籽粒的縱切面，并且标出各基本組成部分的位置。

在各种不同作物的籽粒里面，各个組成部分的重量比例变动很大。

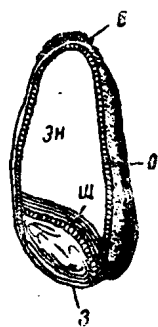


圖 1. 小麥籽粒的縱切面放大圖：

B—茸毛；3H—胚乳；
O—麥皮；III—內子叶；
3—胚。

例如玉蜀黍籽粒的胚約占籽粒总重量的 12—15%，而小麥籽粒的胚則為 2% 左右。

确实地知道籽粒各部(谷皮、胚)的重量比例，在实践上非常重要，因为在制粉过程中它可以帮助确定谷物的渣磨程度、谷物的利用程度。

根据不同著者的資料，小麥籽粒各部分有如下的重量比例：

谷皮，帶有糊粉層……………13.0—14.4%

胚……………1.4—2.9%

胚乳……………84.2—85%

各种不同品种的苏联小麥籽粒中各部分的重量比例如第一表。

表 1. 各种不同品种的苏联小麥籽粒中各部分的重量比例

(据格里升科)

(以干物的百分率計算)

品 种	生 產 地 区	样品数目	胚 乳	胚，帶有 内子叶	糊粉層	谷 皮
梅里亞諾普斯 69	罗斯托夫省	15	平均 81.27	3.37	6.49	8.87
			最高 83.69	3.89	8.58	9.80
			最低 79.01	3.04	8.25	8.20
梅里亞諾普斯 69	薩拉托夫省	15	平均 79.92	3.56	7.51	9.01
			最高 82.08	4.00	9.48	10.15
			最低 78.33	3.17	5.78	8.35
留乞斯干斯 62	薩拉托夫省	10	平均 80.74	2.81	7.35	9.10
			最高 82.19	3.27	8.53	9.68
			最低 78.95	2.52	5.86	8.21
烏克蘭卡	罗斯托夫省	10	平均 81.98	3.14	6.33	8.55
			最高 82.93	3.68	7.40	9.41
			最低 80.32	2.41	5.13	8.08
烏克蘭卡	烏克蘭社会主义 共 和 國	10	平均 82.30	2.57	6.08	9.05
			最高 83.86	3.02	7.25	10.28
			最低 80.48	2.22	5.49	8.12
总 平 均		10	平均 81.14	3.15	6.79	8.92
			最高 83.69	4.00	9.48	10.28
			最低 78.33	2.22	5.25	8.08

依凡諾夫研究烏克蘭小麥品种所得的材料，和格里升科的結果相

近似。他确定了小麦籽粒含有 8.2—8.9% 的谷皮、7.7—9.0% 的糊粉层、1.5—1.6% 的胚和 81.3—81.8% 的胚乳。

加查可夫研究过五个黑麦品种的籽粒中各组成部分的重量比例，得出了如下的结果(以干物的%計算)：

谷皮，帶有糊粉層·····	18.6
胚乳·····	77.69
胚·····	3.71

胚是籽粒的一部分，發芽時由它形成一株植物。磨粉之前要把籽粒浸湿。这时开始進行的生物化学变化和胚里面所含酶类的活动有关系。

如前所述籽粒里面的胚含有大量的脂肪物質。如果在磨粉时有一部分的胚落到面粉里面則貯藏期中脂肪分解就会大大地降低面粉的品質。所以在打麥过程中要極力設法从籽粒上面將胚除去。

胚是由儿部分構成的：形成胚節的中央部分、主根、主芽以及含有特別活化的酶类和大量維生素的內子叶。

谷类作物籽粒的胚含有营养价值很高的貯藏养分：脂肪、糖分、卵磷酯、蛋白質和維生素，以供幼芽的發育。

谷皮將籽粒全面包圍着，并为多層結構，它由坚实的木質化細胞壁所組成，这种細胞壁保护着胚和胚乳，以免遭受外界机械的和化学的損害。所有的谷皮細胞在籽粒發育初期都含有原生質和叶綠素，并且活躍地参与碳素同化作用。随着籽粒的成熟，这些細胞發生深刻的变化：原生質消失、全部营养料轉移到胚乳里面，并在籽粒完全成熟的时候这些細胞变成木質化的空細胞壁，这些細胞壁是由浸潤着木質素和灰分的纖維素与半纖維素組成的。

糊粉層的細胞里面含有所謂糊粉粒者，它是由蛋白質、脂肪和礦物質組成的。

因为糊粉層中含有大量的蛋白質，所以它有时叫做面筋層，但这完