

高等學校教學用書

農產品貯藏與加工原理

上 冊

В. Н. РУЧКИН 著

韓景慈、徐承鐘、龔立三、梁式弘譯

高等教育出版社

高等學校教學用書



農產品貯藏與加工原理

上 冊

B. H. 魯契金 著

韓景慈、徐承鐘、龔立三、梁式弘譯

高等教育出版社

本書係根據蘇聯國立農業出版社 (Государственное издательство сельскохозяйственной литературы) 1952 年出版的魯契金教授 (В. Н. Ручкин) 著：“農產品貯藏與加工原理”(Хранение и основы технологии сельскохозяйственных продуктов)一書的重版改訂本譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為農學院農學系教學參考書。

本書中譯本分兩冊出版。參加譯校的工作者為東北農學院蘇聯教材翻譯室：韓景慈、徐承鐘、龔立三、梁式弘等同志。

農產品貯藏與加工原理

上 冊

書號154(漢147)

魯 契 金 著
韓 景 慈 等 譯

高 等 教 育 出 版 社 出 版

北 京 瑞 陽 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)

新 華 書 店 總 經 售

京 華 印 書 局 印 刷

北 京 南 新 華 街 甲 三 七 號

開本 850×1032-1/28 印張 9 1/7 字數 197,000

一九五四年十一月北京第一版 印數 2,501—3,570

一九五五年一月北京第三次印刷 定價 14,500

序

本教材的再版本係按照蘇聯高等教育部高等農業學校管理司1951年6月審定的‘農產品貯藏與加工原理(農學院農學系適用)’教學大綱修改而成。

因此，本版內容與1944年初版的內容相差很大。其中某些章節例如‘穀物的貯藏技術(穀場作業)’、‘乾燥的一般原理’、‘果汁和果羹的製造’、‘烟草和山烟的初步加工’均已重新編寫；而其他章節，鑑於生物學的成就和社會主義農業生產的實踐，也曾加以修訂。

凡學生在專門課程(微生物學、昆蟲學、化學)中研究過的諸問題，例如穀物害蟲的生物學及其防治法、農產品微生物的分類及其特性等，這裏均從略。

至於生物化學方面的問題，這裏只敘述與加工生化原理有關的諸問題。關於這一點，當農學系的教學計劃中沒有專門的生化課程的時候，尤其是不可避免的。

柯茲明娜教授、斯科洛班斯基教授、切普戈夫講師對本書原稿曾加以評閱，著者謹向他們表示誠懇的謝意。

對本書的意見，均請寄莫斯科(53)奧爾里柯夫胡同3號農業出版社。

魯契金教授

第三章 收穫後籽粒中發生的作用	50
第一節 後熟期中的生化作用	50
第二節 籽粒的呼吸	56
第三節 籽粒堆的自然現象	63
第四章 向國家交納糧食	71
第一節 商品穀物的品質規定與標準	72
第二節 提取平均樣品和穀物品質的感官試驗	76
第三節 籽粒品質的實驗室檢查	80
● 第五章 穀物貯藏法	91
第一節 穀物貯藏的形式和穀物貯藏庫的條件	92
第二節 穀物採購系統的穀物貯藏庫	95
第三節 農業生產中的穀物貯藏庫	101
第六章 穀物的貯藏技術	105
第一節 打穀場作業	105
第二節 貯藏籽粒的安置	114
第三節 貯藏籽粒的觀察	116
第四節 低溫對籽粒的影響	118
第五節 穀物的管理	120
第七章 籽粒的乾燥	130
第一節 乾燥的一般原理	130
第二節 各種結構不同的烘乾器及其使用	132
第三節 乾燥時的溫度狀況及其對籽粒品質的影響	147
第四節 籽粒乾燥過程的管理	150
第五節 乾燥和貯藏時籽粒重量的損失	154

農產品貯藏與加工原理

緒 論

布爾什維克黨和蘇維埃政府在經常而有效地解決一個最重要的問題，就是保證國家在最短期內有富裕的糧食和工業原料，並為國家積蓄後備力量。

聯共(布)中央委員會二月(1947年)全體會議‘關於提高戰後時期農業生產的辦法’的決議中寫道：“現在，在轉入和平建設之後，一切都要重新發展起來；但是擺在我們黨和國家面前的一個刻不容緩的任務是要保證提高農業生產，以期在最短期內能使我國人民有豐富的糧食和供給輕工業的原料，而且還要保證積蓄國家必需的糧食和原料的後備力量”。

穀物是主要的農產品，所以它是蘇維埃國家經濟實力的最重要因素之一：“……糧食是寶中之寶”^①。斯大林在聯共(布)第十六次代表大會上關於中央委員會政治工作的總結報告中，也指出穀物生產在農業中的主導作用，他說：“……穀物問題乃是全部農業問題中的基本環節，乃是解決農業中其他一切問題的關鍵”^②。

蘇聯穀物生產問題已經基本解決，目前乃是要在這一鞏固的基礎上，獲得進一步的成就。

① 斯大林：列寧主義問題，政治書籍出版社1945年，11版，258頁。

② 斯大林全集，12卷，278頁此句譯文見“論蘇聯社會主義經濟建設”高級組第三冊114頁，人民出版社1954年第11版一編者。

天然損失減少到最低限度，並能改進它們的品質。這也就是貯藏的目的。

卓越的蘇聯學者巴林在農產品生化特性方面曾作過很多重要的研究工作。巴林院士創立了植物細胞呼吸機構的學說。巴林和奧巴林曾研究過酶在籽粒成熟時的動態。克列托維契、索塞多夫及其學生闡明了籽粒的呼吸能量決定於各種不同的環境條件。柯茲明娜也詳細地研究過麥粒的含氮絡合物。

切列維濟諾夫教授創立了果實蔬菜化學，魯賓研究出植物有機體抗病的新的生理理論。克列托維契、索塞多夫、普羅柯舍夫主持的實驗室，出版了闡明籽粒和馬鈴薯休眠現象的著作，李森科院士揭露了馬鈴薯的生物學本質。除籽粒的化學性質外，同時也詳細地研究了籽粒的物理性質。

籽粒自熱時的微生物現象已在伊薩焉柯院士、米舒斯廷教授和米哈洛夫斯基的著作中得到了闡明。

隨着農產品貯藏科學的順利發展和先進實踐的最新成就，農產品加工技術的科學原理也隨之而豐富了。同時，研究貯藏問題時所獲得的各方面的資料又都是創立加工過程（例如在麵包製造上和罐藏業中等等）的科學原理的基礎。

目前許多研究所和實驗室還在繼續深入研究農產品貯藏問題的科學研究工作。

在農業生產上，農學家的任務還不僅限於必須獲得某種作物的最高收穫量。

農學家不僅應該是生物學家，而且還應該是生物化學家。要能調節穀場或穀倉中已脫殼籽粒內所進行的作用，特別是果實蔬菜貯藏時所發生的作用，因為貯藏果實蔬菜遠較貯藏籽粒困難。籽粒乾燥後，其生命活動實際上幾乎完全被制止，因而能保藏數年之久；而新鮮的果實和蔬菜，因含有很多水分，所以只有在採用非常嚴格的溫度狀況、空氣、相

第一篇 穀物的採購及貯藏

第一章 籽粒的化學成分

籽粒在其各個發育期,尤其是近於完熟期,它的化學成分具有顯著的變化。

在籽粒的發育初期即在籽粒的形成期內,籽粒中水分含量極大,而乾物質含量甚小。

在此發育期內,籽粒的呼吸作用旺盛,於是便大量消耗有機物質(主要是醣)。

其後,呼吸能量減小,醣和可溶性含氮物質,便在種子的細胞中積累起來,並轉變為耐於貯藏的貯存膠體。籽粒的乾物質,也就相對地和絕對地增加(表1)。

表 1 籽粒中水分和乾物質的含量

成 熟 期	水分含量(%)	籽 粒 比 重	1000粒中的乾物 質重量(克)
7 月 9 日乳熟期	51.5	1.200	29
7 月 13 日乳熟期	47.7	1.336	40
7 月 20 日蠟熟期	25.7	1.352	42
7 月 23 日完熟期	13.0	1.391	42

籽粒到了蠟熟期便可開始採收,因為籽粒中乾物質的積累已不會再增加。但在這期間,如果貯藏物質不再積累,那末在採收後的籽粒中,就會進行成分的重新組合作用(後熟作用)。

籽粒中貯存物質積累的強度決定於複雜的綜合因素,例如決定於空氣或土壤濕度的養料條件,與土壤類型或土壤狀況有關營養部分的

發育條件、各種農業條件以及其他農業技術因素等。

所有這些條件的總和，決定了同種作物籽粒的化學成分極不相同。所以籽粒的平均化學成分的所有材料都是受到條件的極度限制的；甚至蘇聯穀物化學成分性質方面的商品鑑定分類，也不得不規定經常遇到的變化範圍（主要是蛋白質含量方面）。表 2 所列為籽粒的‘平均’成分，其中供研究的油料作物籽粒的濕度為 9%，其他作物籽粒的濕度為 14.5%。

除表 2 所列舉的主要物質之外，籽粒中還含有其他物質，例如磷脂、聚戊醣、糖類、黏液、維生素、酶等。雖然籽粒中這些物質的含量很少，有時甚至極少；但是它們在籽粒貯藏和加工上的作用却非常大，並且有時又非常特殊。從各種酶的狀態對於製造優良麵粉與合理貯藏籽粒的意義上，便可看到它們的重要性。祇有深刻了解籽粒的化學成分，

表 2 籽粒的平均化學成分

籽 粒		含 量 (%)				
		含氮物質	無纖維素的醣類	纖維素	脂 肪	灰 分
穀類作物	小麥.....	14—19	67	3.0	1.5	1.7
	黑麥.....	9—18	68	3.5	2.0	1.8
	大麥.....	6—20	63	7.1	2.5	2.2
	燕麥.....	8—18	53	9.7	6.0	2.7
	玉米.....	7—13	68	5.5	6.5	1.5
	黍.....	10—15	58	9.5	3.2	3.0
	稻.....	7—10	64	11.7	1.8	4.6
豆類作物	豌豆.....	25—33	53	6.4	3.0	2.4
	菜豆.....	20—30	50	3.8	2.8	3.2
	洋扁豆.....	27—35	54	4.9	2.1	2.8
	大豆.....	24—45	30	4.2	18.0	4.8
	蕎麥.....	9—13	53	11.4	2.8	2.5
油料作物	向日葵.....	13—19	28	25.0	23—45	3.1
	亞麻.....	15—29	22	8.8	37—50	3.5
	大麻.....	17—24	20	15.0	30—38	4.5

才能解決一系列關於穀類作物貯藏和加工的實際問題。

因為着手研究本課程的高等農業學校的學生已經了解籽粒的化學組成，所以這裏只討論籽粒的化學組成在貯藏及加工方面的一般作用。

第一節 籽粒中的水分

在成熟、後熟和貯藏期間，籽粒內所完成的一切物理化學過程都與水分的存在有着密切關係；水起着介質的作用，有機體中的新陳代謝作用就是依靠水的參與來完成的。

種子細胞內的物質在水的影響下會局部溶解、局部膨脹，產生膠體溶液；在這些條件下，電解質便解離成離子，同時其中某些電解質在生化過程中起着主導的作用；複雜的物質便遭受到水解。

在農業實踐和食品工業上，不論是籽粒的濕潤或脫水，都與籽粒的利用有關，所以現代的籽粒研究工作，無可避免地要闡明其水合物的性質。

籽粒中有兩種狀態的水分：(1)游離水和(2)膠狀化合水。游離水具有水的一般性質，亦即是溶劑、在 0° 度時結冰、容易從籽粒中蒸發出去；化合水的性質特殊，它具有另一種折光率，甚至在低溫下也不結冰，它被膠體微粒(微膠粒)很牢固地固定着，所以不易將它從籽粒中除去。

籽粒是一種典型的毛細管與多孔的膠體物質。從表面至內部有直徑約 10^{-4} 厘米大毛細管貫通，從這些大毛細管，又分出很多直徑約達 10^{-7} 厘米的微毛細管。這些毛細管直接或以半滲透膜相互溝通。大毛細管尤其是微毛細管的內面為活化面，它在吸附過程中吸收汽態水分。籽粒也就依靠這些毛細管來吸收水分。汽態水分吸收的過程如下：首先水蒸氣分子通過籽粒的外層擴散到籽粒的表面上，然後水蒸氣分子擴散到籽粒內層的活化面上，繼而被吸附在活化面上。活化面很近的地方水蒸氣的壓力是如此巨大，以致能使水蒸氣凝結，使籽粒的活化面為水液層所掩蓋。在水液層的邊緣上有被壓縮的水蒸氣，這些水蒸氣

的密度迅速減小而變成與大毛細管中的水蒸氣的密度相等。由於被吸附的水液層的匯合，在毛細管最狹窄的部位便形成彎月面。此彎月面就是吸附過程的最後階段(毛細管凝結階段)，這是因為毛細管中飽和蒸氣壓力降低所引起的凝結現象，所以籽粒中的水分既呈蒸氣狀態移動，也呈液體狀態移動。

毛細管中有一部分由這種方式形成的水與籽粒的蛋白質和其他親水膠體相接合，其他一部分則成吸着水的狀態游離出來(根據特里斯維亞斯基的說法)。

籽粒也就是靠這種方法，即沿着貫通籽粒的毛細管將吸着水蒸發出去。最初水分迅速從大毛細管中蒸發出來，其後在繼續乾燥時，微毛細管的水分也隨之蒸發，最後膠狀化合水也被蒸發出來。在這些形態的水分中，以大毛細管中水分蒸發得最快。

細胞的全部活動以至酶的活動，都是靠游離水與化合水之間的活動平衡來調節的。細胞的生命活動也只有靠游離水的作用才能進行；如果只有化合水，必然開始進入休眠狀態。必須指出，這裏所指的休眠狀態並不是完全休眠狀態，而是相對休眠狀態。關於這點，米丘林寫道：“種子的生活機能雖在休眠狀態也並不完全停止，而只是縮小到最低限度而已”^①。游離水的出現，亦即濕度超出某種界限(表明上述兩種狀態之間特徵的濕度界限)決定酶的活化作用，從而決定籽粒向新的生理狀態的過渡。

上述平衡中的轉折點，對各種酶來說，各不相同，但一般說來都接近14—15%的濕度。克列托維契教授曾注意過油料作物的平均含水量，雖然小於13%，但這些標誌對於油料作物來說還是正確的。問題在於油料作物種子的疏水部水(約35%)不參與水合作用。如僅按種子的凝膠部分來計算化合水，所得的材料與禾本科植物方面的材料相同。

由此可見，貯藏時籽粒中所完成的主要過程，乃是由於有游離水的

① 米丘林文集，1卷，2版，國營農業書籍出版社，1948年，288頁。

是釀酵時糖的主要來源。換句話說，麵粉產生氣體的能力，不僅決定於籽粒中可以直接釀酵的糖量，而且也決定於其中的澱粉含量及澱粉的活性。可釀酵的糖類在麵團釀酵時起着從屬的作用，因為麵包的疏鬆度幾乎完全是由釀酵末期放出來的那些氣體所造成的，也就是由澱粉經水解而生成的麥芽糖所引起的。

在小麥、黑麥和大麥的正常的籽粒中，只有 β -澱粉酶， α -澱粉酶只含於尚未成熟或已發芽的籽粒中；因此在正常的麵粉中，澱粉的糖化作用是由 β -澱粉酶來完成的，用已發芽的麥粒所製成的麵粉中也有 α -澱粉酶參與糖化作用。在有 α -澱粉酶參加糖化作用的情況下，麵團內積累大量的糊精，這些糊精會使烘烤成的麵包心濕而黏，如果輕輕一壓，就會黏在一起。

α -澱粉酶和 β -澱粉酶對外界環境的溫度與酸度反應各不相同： β -澱粉酶在 70° 溫度容易破壞而失去活性（只要經過五分鐘），但是這種溫度並不會減弱 α -澱粉酶的作用。這兩種形態的澱粉酶對酸度的反應也各不同， α -澱粉酶對 $\text{pH}=3.3$ 的酸度極為敏感，而 β -澱粉酶在氫離子的這種濃度下，仍不變其活性。

在麵粉品質的評價上，這兩種形態的澱粉酶糖化澱粉的能力即糖化的活性，都起着顯著的作用，澱粉酶糖化的活性可以用化學方法測定出來，例如將 10 克碾碎的籽粒粉與水的混合物在 27° 溫度下經過一小時處理後，按產生的麥芽糖量便可測出它的活性。澱粉酶的活性首先決定於品種特性、成熟度以及籽粒的狀態，而籽粒的狀態又決定於收穫後處理籽粒的條件（自然發熱與出芽）等。

在籽粒加工方面，與澱粉酶同樣有價值的就是蛋白酶，也就是分解蛋白質的酶。蛋白酶可分為以下兩種：一種是能直接作用於天然蛋白質的蛋白酶，另一種是能將蛋白質分解產物再分解的多肽酶。在製麵包的過程中起主要作用的，乃是能將蛋白質分解為氨基酸的蛋白酶。

發現椿象之後，就要特別注意蛋白酶；被椿象危害過的籽粒的麵

筋，或是這樣的籽粒和健全的籽粒混合而成的麵筋的品質便迅速惡化，揉搓後的麵團很快便稀散，失去彈性。用這樣的麵團烤成麵包，會稀散而無定形。然而在正常的麵團內也會發生麵筋及其稠密度在機械特性上的本質變化，但並不會同時產生游離的氨基和羧基。這些變化就是蛋白質分子內的聯結鍵的鬆弛和蛋白質分子的裂解；因此，蛋白酶最主要的特性（在水解初期）是並不斷裂肽鍵而裂解蛋白質體系，所以這是一種有分子分解的過程。然而直到目前為止，尚不能用現有的方法去確定游離氨基的積累。現以明膠為例，它在蛋白酶作用下，雖然在最初數分鐘內，也會降低其溶液的黏度，並且失去遇三氯醋酸而凝固的原有性能。

根據下面的事實，即在基質的分解速度與酶的活性程度之間，常常保持着平衡狀態，奧巴林院士將這種基質（蛋白質、澱粉）的軟化程度稱為酶的效應——可襲性。因此蛋白質的水解速度如同澱粉水解速度一樣，決定於以下兩個因素：酶的活性和基質的可襲性。所以麵筋的變壞，一方面是因為蛋白過度分解，另一方面是因為可襲性大的緣故。後一種情況特別決定於籽粒的成熟度，因為在未成熟的籽粒內麵筋尚未完全定形，所以這種籽粒的蛋白質特別容易受到酶的水解作用。

此外，在貯藏和加工上起着極大作用的其他酶類中，尚有磷酸酶和脂肪酶。脂肪酶能分解脂肪，磷酸酶能分解籽粒內的含磷有機化合物，使它生成酸類。酪氨酸酶也是屬於這一類的酶，它能使酪氨酸氧化而變為黑色素。麵團內常發生這種作用，至於麵包心和通心粉內發生的黑化現象，就是這樣引起的。用粗粒黑麥粉烤成的麵包呈現黑色，就是因為在籽粒外圍部分有酪氨酸酶的緣故，而用上等麵粉烤成的麵包，則相當潔白。

第三節 醣類

以前在籽粒分析上，將所有可溶性的和不溶性的醣類，除纖維素之外，都列為‘不含氮的提取物’並根據它的差數，即從總數 100 內減去

籽粒內所有其他各個組成物質總數來測定醣類。現今將醣類分為許多類，因為各種醣類在營養上和工藝上的價值都不相同。

醣類中大半是澱粉。大家都知道，澱粉是由籽粒內所含的單醣合成的，這也是為什麼在籽粒成熟的各期中，澱粉與單醣的比例各不相同。表3所列舉的就是正在成熟的黑麥粒中醣類含量的變化。

表 3 黑麥粒中醣類含量的變化

(引自克列托維契)

	6月25日	7月3日	7月15日
單 醣.....	6.10	2.12	0.42
蔗 糖.....	5.99	4.40	3.13
聚左旋糖.....	29.9	10.60	2.44
澱 粉.....	9.00	25.87	37.48
半纖維素.....	5.72	12.78	10.18
纖 維 素.....	2.00	2.03	1.96

如同菊糖一樣，作為果糖聚合體的膠狀多醣類都稱為聚左旋糖，但它與菊糖不同的地方乃是菊糖粒子較大。這種醣類在禾本科植物的籽粒(特別是黑麥粒)成熟時就累積起來，並且隨着籽粒成熟，大部分都轉變為澱粉和半纖維素。

根據克列托維契的研究，認為小麥和黑麥的正常籽粒幾乎都不直接含有還原糖和單醣類，而可溶性醣類的主要部分是蔗糖。

大多數禾本科植物的種子，平均約含有2—2.5%的可溶性醣類：大麥中的含量高達6—7%，甜玉蜀黍的含量甚至高達16%。大量糖分都集中在胚內和籽粒的外圍部分。從貯藏籽粒的觀點看來，這種糖分分佈的事實決定了許多與微生物活動有關的因素。例如大家都知道籽粒發霉是先從胚開始的，而碾碎的籽粒黴菌則分佈在其斷面的外圍。未充分成熟的籽粒含糖量高，一般說來，這種籽粒容易感染黴菌。

醣類在麵包製造上的意義如下：在麵團形成的過程中，雖然籽粒與麵粉原有的可溶性糖起着一定的作用，但是麵團醱酵所用的主要材料乃是那些澱粉水解所生成的單醣類。因此醣類的主要功能，是能產生定量的碳酸氣使麵團鬆軟和膨脹（產生氣體的性能）。

這裏必須提到醣與酶（醣與澱粉酶的綜合體）的綜合意義。在麵包烤製上，醣類的作用還不僅限於這一點，剩留在麵團內未醱酵的糖分，還可以使麵包皮着色。雖然麵團內含有很多水分，但在麵包烘烤時，由於變成糊狀的澱粉具有高度的親水性，這樣就使得製成的麵包心‘乾燥’。

麵包是否‘烤製得鬆軟可口’，決定於澱粉的親水性；如果是用發芽籽粒磨成的麵粉，則親水性可能發生劇烈的變化。

假如將澱粉糊靜置，那麼便可看到澱粉糊會分成兩種形態：硬或軟的澱粉凝塊和液態的含水部分。澱粉凝膠體的這種特性，便造成麵包的硬化現象。被凝膠結合着的這一部分水，形成液態而分離出來，這種現象稱為膠體脫水收縮作用。這種現象之所以發生，是因為凝膠體結構的變化減縮的緣故。

澱粉只包含在胚乳細胞內，只有玉蜀黍的胚中，才含有極少量的澱粉。澱粉的這種分佈，說明了一個事實，即在已經盡量除去種皮和胚的上等麵粉和米內，含有大量的澱粉。

醣類綜合體中還有纖維素和半纖維素，半纖維素中又有聚己醣和聚戊醣。籽粒內所含的半纖維素，主要由聚戊醣組成，籽粒的種皮，基本上也是聚戊醣組成的。在穀類作物內，膠醣和木膠的含量達 7.15%。像纖維素和聚戊醣這一類不能被有機體吸收的物質，是多餘無用的東西；應除去這種雜質以期提高麵粉的營養價值。實際上如能更完整地將胚乳和種皮隔開，便能達到上述目的。

第四節 脂肪物質

穀類作物如燕麥和玉蜀黍中的脂肪，一般含量均達 5—6%，其他

作物中通常為 1.5—2%。脂肪的分佈特殊，大體上都集中在胚內和糊粉層中。脂肪物質對於籽粒及其加工品貯藏的作用不良。這一點可說明如下：籽粒脂肪中所含的脂肪酸，具有相當高的不飽和度（其碘價為 105—140），因此它們在籽粒加工品中，容易氧化而變苦；這樣自然就要影響加工產品的品質。所以加工時，最好將脂肪除去。由於脂肪大部分集中在胚內（佔小麥胚重的 13%，佔玉蜀黍胚重的 33% 等等）和糊粉層中，因此只要除去胚、種皮和糊粉層，便可清除脂肪。去胚除可以避免麵粉變苦之外，同時還可以製成完全純色的麵粉。例如磨粉時不除去胚，則胚中的脂肪物質便會和胚乳結合而產生雜色的產物。

籽粒中除含有脂肪外，還含有擬脂。擬脂在有機體的生活起着極其重大的作用。按化學結構來說，它極似脂肪；不同之處僅在於一個甘油的醇基代替脂肪酸與磷酸化合，而這個磷酸又與氮鹼相結合。膽鹼多半就有這樣的氮鹼，在此種情況下，這種可溶於醇及醚中而不溶於丙酮的軟膏狀物，稱為卵磷脂。

在細胞原生質的成分中含有卵磷脂，卵磷脂為構成細胞原生質的必要部分。它易與各種物質化合而成絡合物，在呼吸時所發生的氧化作用上以及在合成作用上，都具有重大的意義。

除卵磷脂外，籽粒中還含有另一種含磷的有機化合物即植物磷脂（肌醇的六元環狀醇的衍生物），它多半存在糊粉層和胚中。

不飽和的脂肪酸除能影響麵筋的膠體性質之外，而且還參與所謂‘麵粉成熟’的作用（見‘麵包烤製’一章）。卵磷脂具有阻止氧化劑（亦即能制止脂肪的氧化作用）的作用，顯然，脂肪對於麵粉在烤製麵包上的品質的影響（在不同的分量中）有時良好，有時惡劣，均與卵磷脂的這種性能有關。

貯藏不合理，會使籽粒或麵粉的發度增加，這也與脂肪物質有關。脂肪在脂肪酶的影響下，分解這甘油和游離的脂肪酸。除分解出的其他發性產品之外，脂肪酸的積累便是籽粒、米和麵粉品質惡化的標誌。

第五節 蛋白質

簡單蛋白質或稱為單純蛋白質，是膠體含氮物質。這種膠體物質又是由許多在品質上與數量上組合不同的氨基酸所構成的。當簡單蛋白質與醣和其他絡合物相結合時，便產生複雜蛋白質，或稱為結合蛋白質。

各種蛋白質的化學成分各不相同，所以它們的物理化學性質（溶解度、等電點及鹼性或酸性等）也有差異。

籽粒中大部分蛋白質都是貯存蛋白質，亦即簡單蛋白質，只有極少部分（在胚內）的蛋白質才是核蛋白。

四類單蛋白質（清蛋白、球蛋白、醇溶穀蛋白、穀蛋白）中，禾穀類作物籽粒內所含的，主要是醇溶穀蛋白和穀蛋白，清蛋白和球蛋白含量很少；豆類作物和油料作物種子中的蛋白質，則以球蛋白為多。在小麥和黑麥的籽粒中，各種蛋白質的比例（佔蛋白質總含量的百分率）如下：

	清蛋白	球蛋白	穀蛋白	醇溶穀蛋白
小麥.....	4	8	39	49
黑麥.....	5	19	20	47

小麥的麥白蛋白和燕麥的燕麥蛋白，均屬於清蛋白類；大麻的麻仁蛋白，屬於球蛋白類；小麥和黑麥的麥膠蛋白以及玉蜀黍的玉米膠蛋白和大麥的大麥膠蛋白，屬於醇溶穀蛋白類。此外，小麥和黑麥中的小麥蛋白，則屬於穀蛋白類。

籽粒的營養價值和飼用價值，首先是按照其中蛋白質含量來評定的。然而，籽粒中蛋白質含量即使相等，仍不能證明籽粒的價值相等，因為蛋白質絡合物的品質和狀態都可能各不相同。

為了說明各種作物籽粒中所含的蛋白質性質，必須了解它們的氨基酸的成分如何。用酸類水解的方法，便可測定某種蛋白質成分中所含的氨基酸的類別及其含量。假如蛋白質成分中缺少某些氨基酸（例