

高等學校教學用書

農產品貯藏與加工原理

上 冊

В. И. ПУЧКИН 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153(課147)

魯 契 金 著
韓 景 慈 等 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)

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 850×1092-1/28 印張 9 1/7 字數 197,000
一九五四年十一月北京第一版 印數 1-2,500
一九五四年十一月北京第一次印刷 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

上册目錄

序

緒論	1
----	---

第一篇 穀物的採購及貯藏

第一章 籽粒的化學成分	7
-------------	---

第一節 籽粒中的水分	9
第二節 酶	11
第三節 醣類	13
第四節 脂肪物質	15
第五節 蛋白質	17
第六節 灰分物質	20
第七節 維生素	22
第八節 色素	22
第九節 物質在籽粒成熟時數量與品質的變化	22
第十節 籽粒化學成分的變化	24

第二章 籽粒的物理性質	33
-------------	----

第一節 散落性	33
第二節 自動分級	35
第三節 孔隙度	36
第四節 導熱性	38
第五節 熱容量	40
第六節 吸收容量	41
第七節 吸濕性	42

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 籽粒堆的自熱現象	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	154
第五節 乾燥和貯藏時籽粒重量的損失	154

第二篇 籽粒加工

第八章 磨粉	162
第一節 磨粉的種類	163
第二節 出粉率和麵粉等級	178
第三節 麵粉品質的使用評價	180
第四節 麩皮	184
第五節 麵粉和麩皮的貯藏	184
第九章 麵包的烤製	187
第一節 烤製麵包的原料麵粉	187
第二節 工藝過程	189
第三節 麵包製造過程中的化學和物理作用	194
第四節 麵包出產率和焙烤後麵包內發生的作用	200
第五節 麵包的評價	202
第六節 小麥缺陷籽粒製成麵包的性質	203
第七節 籽粒磨粉及烤製麵包的評價	205
第十章 製米	214
第一節 加工過程	215
第二節 新式米	224
第三節 米和廢棄物的品質評價	225
第十一章 榨油	227
第一節 榨油原料的特點	227
第二節 油用種子的貯藏	231
第三節 壓榨取油	232
第四節 浸出製油	240
第五節 生產中的廢物	243

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。

蘇聯農業生產的規模非常龐大：不論按穀物的生產總額、或依人口計算的穀物收穫量來說，蘇聯已經是世界上糧食最豐富的國家。

1950年穀類作物總產量為七十六億普特，超過了1940年的水平，比1940年增加三億四千五百萬普特。小麥的產量比戰前增加三億七千六百萬普特。穀物產量已經超過五年計劃的目標，比1940年增加13%。五年內棉花總產量增加1.9倍，纖維亞麻增加1倍以上，糖用甜菜增加1.7倍，植物油及其他油類增加10%，罐頭食品增加48%，糖增加17%^①。

1951年，社會主義農業生產又獲得了新的成就；雖然該年伏爾加河沿岸、西西伯利亞、卡查赫斯坦等地氣候條件不良，但穀類作物的總產量仍有七十四億普特之多；而糧食穀類作物（小麥和黑麥）的產量以及原棉的總產量也都超過了1950年的水平。糖用甜菜的產量比1950年多二千七百萬噸。

生產規模將來還要更進一步的擴大。農業專門人材和社會主義的農業勞動者們，正在依據米丘林農業生物學不斷地改造植物的本性，從而提高農作物產量、改進工業原料的品質。偉大的斯大林改造自然計劃和偉大的共產主義建設計劃的實現，為達到有富裕的糧食和工業原料創造了條件。

在目前由社會主義過渡到共產主義的時期中，創造豐富的產品和積蓄後備力量，具有特別重大的意義。農產品，尤其是穀物的國家後備力量，可使有計劃的社會主義經濟的需要得到保證，並可鞏固國防力量，保證實現經常提高蘇維埃人民物質福利的必要措施，以及根據對外貿易的方針，擴大我國對外的經濟聯系。

共產黨和蘇維埃政府在社會主義建設的各個階段中，對國家採購農產品曾加以特別重大的注意。例如列寧遠在1921年就已指出：“工

^① 蘇聯國家計劃委員會關於完成1946—1950年的第四個五年計劃結果的公報。1951年4月17日“真理報”107期。

人的國家祇有在實際掌握足夠的糧食之後，才能在經濟上站穩自己的脚跟……”^①。斯大林在聯共（布）第十四次代表大會上關於中央委員會政治工作的總結報告中推出：“爲要保證自己免除這一切意外事故和不可避免的錯誤，我們必須領會關於必須積蓄後備資源的思想”^②。

斯大林在聯共（布）中央委員會和中央監察委員會的聯席全會上的演說中向農村工作人員說道：“從糧食收穫最初幾天起，就開展糧食採購工作，並特別加緊這個工作，因爲第一個任務是完成糧食採購計劃……”^③。

社會主義國家的正常發展需要貯存雄厚的穀物和雄厚的後備力量，因而長期或短期保藏穀物，必然是我們的任務。而大量貯藏穀物却又不是是一件簡單的事情。

建立貯藏農產品的合理制度，如同蘇聯國民經濟其他部門的工作一樣，要以蘇聯科學的成就和實踐者的先進經驗爲基礎。蘇聯科學院的生化研究所和微生物研究所、高等學校的教研室和生產機關的實驗室，都已經展開穀物貯藏問題的研究；此外，還創辦了一些穀物研究所；例如蘇聯採購部的全蘇穀物科學研究所和國家貯備科學研究所。

現在，巴赫生化研究所、全蘇植物栽培研究所、季米里亞捷夫農學院果實蔬菜貯藏加工教研室以及其他許多學校的教研室和各部門的研究所，都在研究果實蔬菜類的貯藏加工問題。

穀物、果實和蔬菜貯藏的科學之所以能飛躍發展，是因為現今將貯藏品看作是一種與外界環境條件有着密切聯系的活的有機體，而不是將它看作是死的商品。不論是爲了長期貯藏或是使貯藏品保持最高的使用效率（在某種用途上），只有改變環境因素對它們的影響，才能把

① 列寧全集，4版，32卷，434頁。

② 斯大林全集，7卷，301頁（本句譯文見“蘇聯社會主義經濟建設”高級組第1冊150頁，人民出版社1953年1版一編者）。

③ 斯大林：列寧主義問題，11版，400頁。

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。

卓越的蘇聯學者巴赫在農產品生化特性方面曾作過很多重要的研究工作。巴赫院士創立了植物細胞呼吸機構的學說。巴赫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喬柯院士、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，而且還應該是生化學家。要能調節穀場或穀倉中已脫穀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

對濕度和氣體環境的組成時才能削弱其生化作用。關於籽粒在貯藏期間所進行的生化作用的知識，不僅對於合理貯藏籽粒是必需的，而且對以後籽粒的加工也是不可缺少的知識。

農學家應考慮到農產品在加工製成商品時可能發生的品質變化，應記住這樣的一個原理“籽粒尚在田間時便決定着麵粉的品質”，所以應預先估計到和善於有意識地去消除所有這些不良的影響。

此外，農學家還應該了解各種加工工業部門對農產品的要求。成品的品質決定於原料的品質，假如沒有考慮到這一點，那末就不能認為農學家的工作有完全的價值。

本教程的主要任務乃是在於爭取提高農產品的品質，因此它與唯物主義的米丘林生物學的關係是極其明顯的。只有根據米丘林生物學原理，才能正確地確定籽粒（如同活的有機體一樣）的工藝學特性的控制法；既然籽粒的這些性質的形成決定於農業生物學的條件，那麼根據米丘林生物學原理也就能正確地解決加工問題。

莫索夫教授於 1865 年在前彼得羅夫農學院就開始講授‘農業工藝學’課程。著名的塔維耳達羅夫教授於 1889 年在彼得堡開設‘農產品化學工藝學’課程。

革命前（以及在 1917 年後的某些時期內）高等學校中的作為教學課程的農業工藝學內容和範圍均不明確。當時這門課程中包括各種各樣的製造業：麵粉製造、甜菜糖製造、獸皮加工、木材化學製造、磚和陶器製造以及所有的發酵工藝學等等。

尼基丁斯基教授最先把本課程的範圍加以限制，並確定了講授的內容。他僅僅講授加工食品類的生產。按照他的說法，本課程主要是講來自土壤又返回土壤的農產品的生產，也就是從田間運往工廠的加工原料以及從工廠直接或用牲畜運往田間的加工後的副產品和廢物。農產品加工的這一個特點（農業原料的加工和副產品再用到農業中去），

現在仍保持着它的意義，祇是由於混合飼料工廠的建立，才改變了副產品運回的形式。

從‘農業工藝學’教程的教學方法上，可以很自然地看出革命前的農業與私營農產品加工企業之間的相互關係。大家都知道，當時工業不給原料基地以農業技術的幫助，而只是掠奪式的收集原料。這也就是為什麼革命前的農業工藝學教程中幾乎完全未提及貯藏問題，而把全部注意力集中在原料的加工上。當然，這並不是說俄羅斯的學者們對於作為工業原料的農產品完全不感到興趣。

先進的研究家獨立地和創造地解決過許多重要的實際問題和理論問題。例如遠在1800年，工藝學雜誌上就登載過很多關於磨粉和製米生產上的各種問題的論文和短評。在1809年，西卓夫在俄羅斯最先獲得了製造‘小麥和其他穀物烘乾機’的專利權。在1825—50年已有關於市場上銷路極廣的南俄羅斯各個小麥品種品質的論文。在1844年，自由經濟協會懸賞徵求關於穀物乾燥和貯藏的優良作品。通過這一次徵文懸賞，可看出工藝家們對於這個問題有着極大的興趣，並反映出俄羅斯穀物科學的發展。而穀物貯藏的科學却與之相反，它（農產品貯藏學）乃是一門在蘇聯剛剛建立和成長起來的年青的科學。

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溫度的養料條件，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
油料作物	蕎麥.....	9—13	53	11.4	2.8	2.5
	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。