

种子贮藏原理

什馬尔柯著

农业出版社

种子贮藏原理

農業科学碩士 什馬尔柯著

浙江農學院作物栽培教研組譯

农业出版社

內 容 提 要

本書系根据苏联國立農業書籍出版社1952年出版什馬尔柯 (В. С. Шмально) 著的“种子貯藏原理”(Основы хранения семян)譯出。

書中主要内容是敘述种子新陳代謝的調節方法，以及种子通風和空气加溫处理的方法，最后还介紹了多种种子干燥的設備和分析了有关种子貯藏干燥方面的專門技術問題。

本書可供農業院校和糧倉工作者作參考用。

В. С. Шмально
ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ СЕМЯН
Сельхозгиз
Москва 1952

根据苏联國立農業書籍出版社
1952年莫斯科俄文版本譯出

种 子 貯 藏 原 理

[苏]什馬尔柯 著

浙江农学院作物栽培教研組譯

*

农业出版社出版

(北京西总布胡同7号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第106号

中華書局上海印刷厂印刷 新华書店发行

*

850×1168 耗 1/32·8 3/4 印張·170,000 字

1953年6月第1版

1959年1月上海第4次印刷

印数:10,001—11,500 定价:(10) 1.30 元

統一書号:16144.172 56.6, 原貯經京型

目 錄

序言	(7)
第一章 種子的構造、化學成分及成熟的生物學	(9)
種子的構造	(9)
種子的化學成分	(12)
種子成熟的生物學	(13)
種子儲藏物質的積累	(15)
在成熟過程中種子物理性質的改變	(21)
第二章 種子的後熟	(24)
從米丘林學說的觀點看種子的後熟	(24)
後熟期種子生物化學的變化	(27)
氧氣和二氧化的對後熟的作用	(28)
種皮透氣性的作用	(30)
李森科院士建議的種子空氣加溫處理的意義	(32)
品種對於後熟的影響	(35)
第三章 種子的物理性狀及其在貯藏中的意義	(38)
吸收性能和吸濕性	(38)
種子的均衡含水量	(41)
容重和密度	(45)
種子的絕對重量	(48)
種子的散落性	(49)
種子的自動分級	(51)
整堆種子的熱容量和熱導率	(53)
第四章 種子新陳代謝及其在貯藏中的意義	(60)

种子与环境	(60)
种子的呼吸	(61)
种子含水量对呼吸性質和呼吸強度的影响	(68)
通气对于种子生活活動的影响	(71)
溫度对于种子生活活動的影响	(72)
种子溫度增高的原因	(75)
种子损伤对于呼吸強度的影响	(76)
种子大小及其他条件对于呼吸的影响	(78)
种子儲藏物質的損耗和重量的減少	(78)
第五章 微生物(外寄生的)在种子貯藏中的作用	(83)
微生物的呼吸与能的釋放	(85)
种子溫度对于微生物生活的意义	(86)
种子含水量的意义	(87)
种子損坏和其他因素对微生物繁殖的影响	(88)
微生物对种子發芽力的影响	(89)
种子貯藏時期微生物的防除法	(90)
第六章 倉庫害虫, 蟎類及鼠類	(91)
有關害虫的生物学基本知識	(91)
害虫侵入种子的途徑	(105)
倉庫害虫引起的損害	(106)
用种子消毒除虫	(107)
消滅鼠類的方法	(110)
第七章 种子的發熱	(112)
發熱的原因	(112)
發熱的種類和時期	(113)
發熱对种子品質的影响	(116)
第八章 种子品質的鑒定	(120)
取样和分析用小样品的分离	(120)
种子的外觀和气味	(127)
倉庫害虫种子感染度的檢定	(128)

种子純度的檢定	(131)
种子發芽率的檢定	(132)
种子生活能力的檢定	(134)
种子含水量的測定	(135)
第九章 种子的干燥	(145)
种子干燥的理論綱要	(145)
种子干燥的意义	(145)
空气——干燥動力——的特性	(147)
种子中水分的性質	(152)
潮湿的种子是干燥处理的对象	(155)
种子干燥机构的概念	(159)
在干燥过程中种子温度的重要性	(161)
种子干燥后的冷却	(165)
在干燥过程中种子重量的改变	(166)
种子干燥的方法	(167)
脫粒前的种子干燥	(168)
种子在晒場上及脫粒場上干燥	(170)
种子在谷粒干燥机中的干燥	(173)
种子干燥的工作日記	(196)
种子干燥時燃料的需要量	(196)
第十章 貯藏前种子处理的机械化	(199)
关于种子清选和分級的机械化的概念	(199)
种子清选和分級時应用机械的条件	(204)
集体農莊种子清选和分級的机械化設備的实例	(206)
第十一章 种子的貯藏和管理	(208)
种子的安置	(208)
溫度的觀測	(210)
含水量、感染率和發芽率的檢驗	(212)
貯藏期間种子的通風	(213)
种子的空气加溫处理	(229)

在大型粮倉里种子貯藏的特性·····	(232)
种子貯藏時衛生条件的保持·····	(234)
第十二章 各种作物种子貯藏的特性·····	(236)
玉米种子·····	(236)
油料作物的种子·····	(239)
梯牧草、三叶草和苜蓿的种子·····	(240)
蔬菜和瓜類作物的种子·····	(243)
羽扇豆的种子·····	(243)
森林种子的貯藏·····	(244)
第十三章 种子貯藏庫·····	(247)
粮櫃形式的种子貯藏庫·····	(247)
森林种子貯藏庫·····	(249)
田間型的种子貯藏庫和大型粮倉·····	(250)
集体農莊种子貯藏庫在新收穫的种子進倉前的准备工作·····	(260)
附錄 1 ·····	(263)
附錄 2 ·····	(266)
附錄 3 ·····	(268)
附錄 4 ·····	(272)
附錄 5 ·····	(274)
参考文献·····	(276)

序 言

在第十九次党代表大会關於 1951—1955 年苏联發展第五个五年計劃的指示里指出了，“農業方面的主要任务，今后仍然是通过進一步鞏固和發展集体農莊公共經濟，在農業应用現代機器和技術的基礎上，改進國营農場和農業機器站的工作，以提高一切農作物的單位面積產量，進一步增加公共的牲畜總數并同時大量提高其產物生產率，增加農業和牲畜飼養業的總產量和商品作物產量”。

在指示中規定要大大提高一切農作物的生產額，特別是糧食作物的總產額要提高 40—50%。

集体農莊獲得具有高度品質的原有良種的種子，以供应自己場地里播種的需要，是增加農作物的總產量和提高單位面積產量的一個重要措施。種子應該及時堆積，并按正確的方法貯藏起來。在优越的栽培條件下所獲得的種子經過不合理的貯藏，往往會使它的品質和產量降低。

从貯藏方面來改進種子的品質是提高農作物單位面積產量的一支強大的、几乎還沒有被利用的後備軍。種子是活的有機體，因此在它的內部不斷地進行着生命過程，這種生命過程必須加以定向的控制，使它不僅要能够保持并且還要能够提高種子的生活力。種子生活力的提高是促進增強種子的發芽力和發芽勢，提高幼苗的抗病性和對不良環境影响的抵抗性以及改良種子品種性的主要

因素，因此，也就是提高農作物單位面積產量的主要因素。

農學家應該了解種子在貯藏期間，在清選、運輸及干燥等過程中，如粗枝大葉，不加注意，不僅會引起種用材料的損失，同時也會引起農作物單位面積產量的低落。

本書內容主要是根據著者個人的研究，但也包括各國營農場和各集體農莊關於種子貯藏的經驗總結。

關於種子新陳代謝的調節方法的敘述，在本書中占了很多篇幅，例如通風和空氣加溫等，但同時也涉及種子貯藏干燥方面的專門技術問題的分析。

著者對技術科學碩士埃普什捷英（Б. В. Эпштейн）副教授在編寫谷物貯藏庫一章所給予的寶貴幫助，深表謝意。

第一章

種子的構造、化学成分及成熟的生物学

種子的構造

我們要了解種子的構造和化学成分，才能够正確地闡明种子在成熟時期，在收穫后的后熟作用以及在貯藏期間進行的各种生理过程。現在以小麥的子粒(圖 1)为例，說明如下。成熟的小麥子粒由外皮、胚乳及胚組成。

子粒外部包有果皮，由三層細胞組成。果皮最外面一層(表皮)称为角質層，由長形細胞組成。細胞的縱向依着子粒的縱軸排列。這層細胞在胚相反的一端(即穎果的頂部)，形成細而中空の突起——茸毛，即所謂冠毛或叢毛(бородка)。

果皮的中層称为下皮，由兩層細胞組成，其排列方向与角質層的細胞相同，亦与子粒的縱軸平行。在这些細胞之間，有顯明的空隙，胞壁厚度的增加不均匀。

將下皮放在顯微鏡下觀察，可以看到周圍表面分布着气孔的遺跡，在

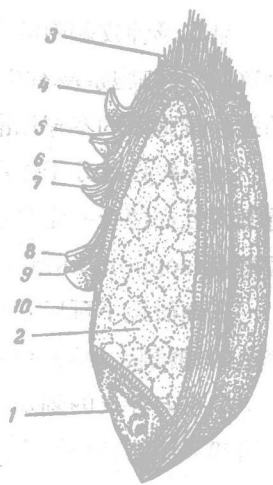


圖 1. 小麥穎果縱剖面(圖解)

- 1. 种胚 2. 胚乳 3. 叢毛
- 4. 角質層 5. 6. 7. 果皮細胞層
- 8. 9. 种皮細胞層 10. 糊粉層

种子成熟的早期，这些气孔对种子的气体交换具有很大作用。气孔最多的地方是在腹沟部分和子粒尖端丛毛的附近。

在下皮之内是果皮的第三层，称为叶绿层或空气层。当种子发育的初期，在这一层细胞中有叶绿粒和淀粉粒存在着。到后来淀粉转移到种子的内层去，叶绿素消失，而细胞中充满了空气。这些细胞被牵引延长，稍呈弯曲。这种细胞纵向排列，与外部数层细胞几乎成垂直的方向。胞壁增厚不均匀，看起来好像用线穿起来的一串联珠。

其次，种子的内部就是种皮，由两层细胞组成：第一层在果皮之内，由两列交叉排列的薄壁细胞组成，其中含有表现种子颜色的物质，即所谓色素层。在白皮小麦中，这层细胞比较薄，略呈淡黄色；在红皮小麦则较厚，由于色素的存在，呈棕黄色。

果皮及种皮细胞的主要功用是在保护种子，其中并不含有原生质。这种细胞是没有生命的，在它们之间，有许多空隙。干燥种子的这种细胞间的空隙比潮湿种子的。

种子经过过分干燥，其果皮与种皮的组织失去固有的弹性，同时鞣固性亦遭受一定程度的减损；结果使种子在脱粒时以及在谷粒滑板(зернопульт)上输送时容易碎裂。

在显微镜下可以看见色素层之内有一薄层无结构的组织，呈无色的细线状。这层组织把种子的外皮与糊粉层隔离开。

果皮与种皮的划分差不多完全是人为的，因为所有各层，从角质层起以至无结构层止，是联合组成体——种子外皮。它有很多多孔的构造：在干燥状态时，其中充满了空气，当种子的含水量增加时，空气就减少。在种子的某些部分，由于成熟及干燥条件的关系，全部外皮层往往稍隆起于胚乳之外，形成大小不等的气腔，这种现象在某些品种种子的脊部尤为常见。

糊粉層由一系列近乎方形的較大的厚壁細胞組成，其中含有蛋白質及其他物質，但含有脂肪的物質很少。沿着種子的腹溝，糊粉層特別厚，并由兩三列細胞組成，但靠近胚處則完全消失。

直接在糊粉層之下就是胚乳，由各種不同形狀的較大的薄壁細胞所組成，含有淀粉粒及蛋白質。胚乳細胞的胞壁，正如外皮細胞的胞壁一樣，主要是由纖維素組成。在胚乳細胞之間及在細胞本身的內部可發現極細的小氣泡。這些小氣泡的數目和大小，隨着種子形狀、品種、成熟期的條件，含水量多少以及其他因子而有很大的變動。

胚在胚乳的凹陷部分，包括以下各部分：胚軸（росток）或胚莖（первичный стебель），其末端為胚芽（即生長點），被數片胚葉所包裹，此外有一條或數條胚根，狀如突起的小疣。胚與胚乳之間為盾狀體（щиток），即禾本科植物的子粒的單子葉。盾狀體呈扁平狀，向着胚的方向稍稍凹陷，向着胚乳的方向則凸出。營養物質從胚乳通過盾狀體而進入胚內。

由于種子的收穫、清選及干燥，廣泛地應用機械化的方法，胚座（ложе）的構造與胚附着于胚乳的堅牢度是具有重大意義的。根據我們的觀察，有一些小麥品種的種子，如戈爾捷伊佛爾麥 189（Гордеиформе 189）、阿爾納烏特卡（Арнаутка）及其他品種，具有較大的胚座，陷入胚乳不深，因此胚顯著向外凸出。這類小麥的種子遇到強烈的打擊，很容易使胚落掉。此外，它們的胚乳大部分是玻璃質的，若干燥過度，就容易發生龜裂。另一類小麥種子，如伏羅希洛夫（Ворошиловская）、克拉斯諾達爾（Краснодарская）等品種，具有比較凹陷的胚座，胚在其中着生較牢。這些特性在收穫時必須加以注意，以免把種子打碎或使胚脫離。

种子的化学成分

种子内所含的化学物质是供给人类食料的重要来源。禾谷类作物、豆菽类作物、油料作物以及其他农作物含有植物性糖、蛋白质、脂肪、有机酸及其他物质，对于人体的正常生活是必不可少的，而且对人体的营养是不能用其他物质来代替的。现在把各种农作物的种子所含的主要化学物质列举于表1。

表1. 各种作物种子的化学成分

(根据许多著者的资料)

作物的种子	各种物质的含量(%)					
	分 水	蛋白质	糖	脂 肪	灰 分	纤维素
冬 小 麦	15.0	11.0	68.5	1.9	1.7	1.9
春 小 麦	15.0	13.2	66.1	2.0	1.9	1.8
黑 麦	15.0	9.0	70.7	1.7	1.7	1.9
燕 麦	15.0	10.3	56.4	4.8	3.6	10.3
玉 米	15.0	9.9	67.2	4.4	1.3	2.2
黍	15.0	10.6	58.6	3.9	3.8	8.1
大 麦	15.0	9.5	67.0	2.1	2.5	4.0
豌 豆	11.8	25.6	53.6	1.6	3.0	7.4
大 豆	10.0	36.5	26.0	17.5	5.5	4.5
菜 豆	12.5	23.0	55.0	1.8	3.9	3.8
扁 豆	15.2	27.9	53.8	0.7	1.1	1.3
向 日 葵	8.0	13.5	23.9	30.8	3.3	20.5
亚 麻	7.0	32.2	16.3	29.2	3.5	11.8

除上表所列举者外，种子还含有很少量的特殊的化学物质

——酶，其主要成分是蛋白質。在种子貯藏中，酶具有非常重要的作用。

种子中任何一种物質的含量因作物品种、土壤、气候及成熟条件等而有很大的變異。例如，全苏油料作物研究所培育成一种向日葵的新品种，其种仁中脂肪含量達 70%。苏联东南區的硬粒小麥，其蛋白質含量超过全世界任何國家的小麥。苏联小麥的蛋白質平均含量是 18.45%，而法國小麥是 13.51%，加拿大小麥是 12.80%，英國小麥是 11.45%。

种子成熟的生物学

种子成熟过程所具的特征就是干物質在种子里面不断地積累。在成熟時种子中干物質的積累是由于各种不同的有机物質和礦物元素从莖、叶流入种子，通过生物化学的变化，以淀粉、蛋白質、脂肪、礦物鹽及其他物質的狀態存在于种子的內部。当种子進入全熟期的時候，干物質的積累就逐漸停止。

在种子發育的初期，其皮層呈綠色，因含有叶綠素，具有綠叶的功用。此時种子好像一个綠色小袋，其中含有略帶甜味的透明液体。当营养物質（液汁狀態）流入种子內部很丰富的時候，致使种子內部含有过量的水分，因而發生強烈的蒸騰作用，这与植物叶面的蒸騰作用比較更为旺盛。这对于液汁中溶解狀態的物質的合成作用是一种有利条件。

同時种子的細胞數目增多，胞壁的面積亦相应地擴大；因而促進酶的吸附作用的加強。依据奧帕林（А. И. Опарин）院士的學說，这和它們的光合作用的加強是有關係的。光合作用的加強，促使可溶的醣類轉變為不溶解的物質，其中有淀粉積累的加速。种子細胞內所充滿的透明液体（原生質）由于淀粉粒的形成漸變混濁，

呈乳白色。這時候進入了乳熟期，但種子內部仍存在着大量可溶的醣類。

從乳熟期開始，由於淀粉粒出現的緣故，酶的合成作用的活動更加旺盛起來，酶吸附在淀粉粒上，正如同在胞壁上一樣。合成作用的進行，不僅限於醣類，其他如蛋白質、脂肪以及種子儲藏成分中所包含的各種物質亦同樣進行着合成作用，這些儲藏物質對於種子的生活和將來胚的營養是必需的。合成作用的过程是在經常變化着的环境中進行的。種子的成熟是在炎熱的夏季里，那時候土壤水分減少，一部分葉片枯萎。高溫促進水分的蒸騰加速，把種子內的水分很快地發散到大氣中去。種子里已硬化的、不溶解的物質的濃縮度增加促使合成作用的加速。這種过程是伴隨着旺盛的氣體交換而進行的。此時種子和它發育的初期一樣，不但從氣空中吸收碳酸氣，同時亦吸收氧氣，因為氧氣對於儲藏物質的構成是必需的。

由於合成作用和蒸騰作用旺盛的結果，種子的內部幾乎完全被硬化的、合成作用的最後產物所充滿。此時種皮的碳酸氣同化機能幾乎完全衰退，皮層中所含有的葉綠素消失。種子初呈蒼白色，以後轉淡黃色。種子的內含物起初是軟的，有延性，以後硬化為蠟質，可用指甲切開。種子達到這個時期稱為蠟熟期。

在這時期中，儲藏物質的積累幾乎停止。內部物質組成的調整、進一步的合成作用以及剩餘水分的散逸是在繼續進行着。隨着水分減少的程度，種子進入全熟期，表現固有的顏色並變成堅硬。但作為種用材料來看，子粒的形成过程到這一步還沒有結束。在谷類作物及許多其他作物（向日葵、南瓜等）再更進一步達到後熟期。

种子儲藏物質的積累

米丘林曾指出“每一粒种子按其本性說就是一个活的有机体，同時子粒本身是由許多的細胞構成的，其中一部分細胞構成胚，而其余的大部分細胞含有儲藏物質，这种物質对于胚的原生質从种子到發芽之前的生活过程以及幼苗在幼根充分活動的發育時期之前的营养來說，都是必需的。”（米丘林全集第一卷，1948年俄文版，第287頁。譯文見米丘林全集第一卷，財政經濟出版社1955年版，第333頁。）在禾谷類的种子中，儲藏物質的主要部分是醣類。關於种子在成熟期間醣類的積累情况可根据表2的資料來測定。

表2. 黑麥子粒在成熟期間醣類的積累

[克列托維奇(В. Л. Кротович)教授, 1945年]

成熟度及采收時期	醣類含量%(以干物質為标准)		
	可溶的	不溶解的	總數
子粒綠色, 液体狀內容物(6月25日)	43.87	16.72	60.59
乳熟期 (7月3日)	19.96	40.68	60.64
蠟熟期 (7月15日)	7.14	55.62	62.76
全熟期 (7月28日)	7.13	61.03	68.16

在黑麥成熟的最初一个時期，細胞內僅有無色的液体，其中60%以上的干物質是醣類，而且可溶的醣類占了大部分(43.87%)，这部分醣類是建設材料，通过合成作用，形成具有醣類特性的在化学上很穩定的不溶解的物質。其余16.7%是不溶解的醣類，它的主要部分为纖維素及半纖維素，是構成細胞壁的成分。

進一步達到乳熟期，醣類仍占种子干物質重量的60%左右，但其中有2/3已轉化为不溶解状态。这时候由大部分醣類所組成的物質已不是纖維組織而是淀粉。

应当指出，禾谷類種子中尤其是小麥，淀粉的積累是不均勻的。最初，淀粉沉積在皮層組織，皮層組織在形成時逐步加厚，到後來皮層的外圍組織就不再有淀粉了。在種子的內層，淀粉的沉積也是不均勻的，在初期淀粉最大量的沉積在腹溝的兩旁。

當轉入蠟熟期，不溶解的醣類的分量繼續增加，達到 55.62%。到了全熟期，可溶的醣類含量為 7.13%。在已經充分成熟的種子甚至在長期貯藏中的種子也含有少量可溶的醣類。由此可見，既然在蠟熟時期積累作用已逐漸停止而儲藏物質的合成作用仍旺盛地進行着，那末，在全熟時期必須要經過一段時間，合成作用才會停止。

在表 3 中以春小麥為例，說明種子在成熟期中其他重要儲藏物質(蛋白質)的積累作用。

表 3. 柳捷思岑斯62號小麥 (Лютесценс 62)

在成熟期中種子的氮素含量

[普羅斯庫里亞科娃(Н. И. Проскурякова), 崩捷爾(А. А. Бундель)和布哈林娜(Е. В. Бухарина), 1941年]

成熟期及收穫期	氮素含量(對干物質的%)		
	非蛋白質的	蛋白質的	總數
乳熟初期(7月17日)	0.36	1.98	2.34
乳熟期(7月25日)	0.12	1.97	2.09
蠟熟期(8月1日)	0.08	2.15	2.23
全熟期(8月26日)	0.10	2.35	2.45

上表中的資料指出，在成熟過程中的小麥種子蛋白質的積累比黑麥種子中淀粉的積累進行得比較早。例如在乳熟初期的階段中以蛋白質的狀態存在的氮素約有 85%，而非蛋白質的氮素僅有 15%。到了乳熟的末期，約有 95% 的氮素物質轉化成為儲藏物質