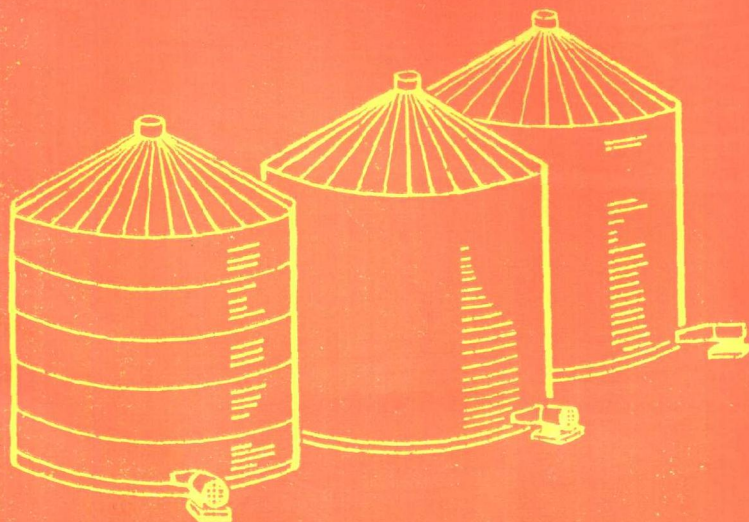


〔美〕O.L. 朱斯梯士 L.N. 巴士
浙江农业大学种子教研组译

种子贮藏原理与实践



农业出版社

种子贮藏原理与实践

O.L. 朱斯梯士
〔美〕 L.N. 巴士

浙江农业大学种子教研组译

〔美国农业部〕农业手册第506号

1978年1月24日美国农业部将农业研究机构(ARS)、国家协作研究机构(CSRS)、推广机构和国家农业图书馆(NAL)四个机构合并为美国农业部科学与教育管理局(SEA)。

本书系SEA联邦研究机构的成员所编写。

〔美〕1978年4月出版

PRINCIPLES AND PRACTICES
OF SEED STORAGE

By Oren L. Justice and Louis N. Bass

Agriculture Handbook No. 506

Washington, D.C. Issued April 1978

种子贮藏原理与实践

O.L.朱斯梯士

〔美〕
L.N.巴士

浙江农业大学种子教研组译

农业出版社出版(北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 天津新华印刷三厂印刷

787×1092毫米 32开本 8印张 173千字

1983年1月第1版 1983年1月天津第1次印刷

印数 1—5,530册

统一书号 16144·2575 定价 1.00元

目 录

第一章 引言	(1)
一、种子安全贮藏的目的和意义	(1)
二、种子——一个脆弱而活着的有机体	(2)
三、从收获到播种	(4)
四、种子的衰退和死亡	(6)
五、本书范围	(7)
第二章 影响种子贮藏生命的内在因素	(9)
一、遗传的影响	(9)
(一)种间的差异	(9)
(二)品种间的差异	(10)
(三)综述	(11)
二、收获前的影响	(12)
(一)种子是怎样受影响的	(12)
(二)产地的影响	(13)
(三)气候的影响	(14)
三、种子的构造和成分	(15)
四、硬实	(17)
五、种子的成熟度	(23)
(一)成熟度和耐藏性的关系	(23)
(二)禾本科牧草种子	(24)
(三)其他大田作物种子	(25)
(四)蔬菜种子	(25)

六、种子的大小	(27)
七、种子的休眠	(27)
(一)休眠与贮藏的关系	(27)
(二)休眠的解除	(28)
(三)休眠和寿命	(29)
八、含水量	(29)
九、机械损伤	(31)
(一)种子损伤的知识	(31)
(二)某些种子对损伤的脆弱性	(32)
(三)种子对贮藏条件的反应	(32)
(四)涉及遗传学的可能性	(33)
十、活力	(34)
第三章 贮藏环境对种子寿命的影响	(36)
一、温度	(36)
(一)冰点以上温度	(36)
(二)冰点以下温度	(41)
二、种子水分和相对湿度	(47)
(一)水分对种子变质的直接影响	(47)
(二)相对湿度和种子水分之间的关系	(51)
(三)水分吸收和移动的速率	(60)
(四)极度干燥对生活力和活力的影响	(64)
三、温度、种子水分和贮藏寿命的相互关系	(68)
四、真空和气体贮藏	(73)
(一)大麦	(74)
(二)玉米	(74)
(三)花卉种子	(75)
(四)牧草	(76)
(五)豆类	(76)

(六)油质种子	(77)
(七)水稻	(77)
(八)高粱	(78)
(九)蔬菜种子	(78)
(十)小麦	(79)
(十一)美国国家种子贮藏实验室的证实研究	(79)
五、光照	(92)
六、呼吸与发热	(94)
(一)储藏养分的消耗	(94)
(二)阻碍呼吸过程的呼吸产物	(95)
(三)呼吸释放的能量	(95)
(四)呼吸的测定	(96)
(五)影响呼吸的一些因素	(96)
(六)降低呼吸的防护剂	(97)
(七)结论	(97)
第四章 病虫害和化学物质对贮藏种子变质的影响	(99)
一、贮藏真菌	(99)
二、霉变的控制	(106)
三、仓虫	(107)
四、啮齿动物	(109)
五、杀菌剂和熏蒸剂	(109)
第五章 伴随种子变质有关的变化	(113)
一、生化变化	(113)
二、发芽和活力	(114)
三、产量	(115)
四、细胞学变化	(117)
第六章 怎样干燥种子	(118)

一、水分的特性	(118)
二、干燥的原理	(119)
三、种子干燥方法	(119)
(一)自然干燥	(120)
(二)太阳干燥	(120)
(三)人工干燥	(121)
四、选择干燥机系统时需考虑的因素	(130)
五、用干燥剂干燥种子	(144)
第七章 种子仓库的构造	(146)
一、仓库构造的基本特点	(146)
(一)防水	(146)
(二)防杂	(147)
(三)防鼠	(147)
(四)防虫	(147)
(五)防菌	(148)
(六)防火	(148)
二、仓库构造的类型	(149)
(一)农场仓库	(149)
(二)农村电动仓库	(149)
(三)种子加工仓库	(150)
(四)零售种子仓库	(150)
(五)科研种子仓库	(150)
(六)种质仓库	(151)
三、种子仓库空调设备的建造	(152)
四、温度控制	(155)
(一)冷却	(155)
(二)热负荷	(155)
(三)冷冻剂	(156)
(四)液体冷冻剂	(156)

(五)典型的机械冷冻系统·····	(157)
(六)冷凝单元·····	(157)
(七)系统功率·····	(158)
(八)压缩机功率·····	(158)
五、湿度控制·····	(158)
六、水分在空气和材料间的运动·····	(159)
(一)冷冻型湿度控制系统·····	(160)
(二)干燥剂型湿度控制系统·····	(160)
七、通常作业·····	(161)
(一)通风·····	(161)
(二)种子袋的堆垛·····	(162)
(三)空调仓库种子的搬运·····	(162)
(四)仓库的清洁·····	(162)
第八章 包装和包装材料·····	(163)
一、不同场合下的要求·····	(163)
(一)包装类型·····	(163)
(二)包装方法·····	(164)
(三)容器对准包装机·····	(165)
(四)称量设施·····	(165)
(五)容器的封口·····	(166)
(六)大田作物种子的包装·····	(167)
(七)蔬菜和花卉种子的包装·····	(168)
(八)包装标签·····	(169)
二、多孔包装材料·····	(169)
三、防潮材料·····	(170)
四、防潮贮藏·····	(171)
(一)不同作物种子对防潮贮藏的反应·····	(171)
(二)密封贮藏的安全水分标准·····	(185)
五、抗湿材料·····	(187)

六、挠性材料的水汽通透性测定	(192)
七、隔湿贮藏	(193)
八、密封容器中干燥剂的应用	(197)
第九章 种子贮藏环境和种子状况的检查	(199)
一、发芽力和生活力	(199)
二、种子活力	(200)
三、种子水分	(200)
四、真菌和细菌	(202)
五、相对湿度	(202)
六、温度	(202)
七、成批种子的耐藏性	(203)
八、真菌和害虫的检查及鉴定	(205)
第十章 在自然环境条件下种子贮藏和运输的 一些实践知识	(206)
一、不同植物种子的耐藏性实例	(206)
二、有关种子贮藏的气象资料	(214)
三、贮藏条件与预定贮藏期的关系	(215)
四、运输中的种子管理	(216)
(一)适用于种子在运输中的贮藏原理	(216)
(二)历史的回顾	(217)
(三)预防事故	(218)
(四)一般建议	(219)
第十一章 关于种子变质的学说	(221)
一、蛋白质结构的变化	(221)
二、储备养料的耗竭	(222)
三、脂肪酸的增高	(222)
四、酶的活性	(223)
五、染色体的变化	(224)

六、质膜损伤	(225)
七、呼吸作用	(226)
八、摘要	(226)
第十二章 古老种子	(228)
一、生存最长的农作物种子	(228)
二、生存最长的主要杂草和本地植物种子	(229)
(一)干藏种子	(229)
(二)种子埋土试验	(237)
三、长命种子的推测证据	(238)
(一)发掘坟墓的出土种子	(239)
(二)已知年代的森林土壤中的种子	(239)
(三)冻结在北极冻土带中的种子	(240)
(四)埋在土墩下的美人蕉种子	(241)
(五)埋在从前潮床下的莲实	(241)
四、木乃伊种子的生命	(243)

第一章 引 言

一、种子安全贮藏的目的和意义

经济植物种子贮藏的主要目的是把播种材料从一个季节保存到下一个季节。史前的人们已经了解种子保存的必要性，并创造了多种方法贮藏少量种子，以备将来利用。随着农业的发展，人们在保存种子生活力和提供适当贮藏条件这两方面知识的深度和广度日益增加。1832年，法国Aug. Pyr. de Candolle在他的《蔬菜生理学》一书中，列入了“种子保存”这一章。他指出，如果将种子贮藏在隔热、防潮和避免氧气影响的条件下，种子的生命就可延长。约在同时，其他学者建议采用涂上柏油的木箱和铁柜，并在箱和柜上装配活栓予以密封，以便需要时可取出种子。

贮藏种子材料以供下季播种，虽然是保存种子的最重要目的，而农民和种子商已发觉将种子保存二年或二年以上更具有优越性。这样做可使所需的遗传材料不断地累积起来，供以后歉收年份利用。有多种在国际市场上很畅销的种子（大多数为蔬菜、花卉和牧草种子），往往并非在生产后的第一年就用来播种。

随着植物遗传学、作物育种学知识和技术的增长，各种栽培品种的少量种子长期贮藏的必要性日趋明显。目前在日

本、西德、意大利、土耳其及其它地区均建有保存遗传资源的设备。研究人员可从这些地方获得他们育种计划中认为有用的育种材料。本书所论述的原理对所有的种子贮藏均可适用，而遗传资源的长期贮藏并非这本手册的主要目的。

无论是由于不良贮藏条件所造成的实际损失，或由于适宜的贮藏条件而避免了损失，这两方面的统计资料都是缺乏的。但是我们如果考虑以上这两种情况，适宜贮藏的重要性就显而易见了。对种子贮藏的现有知识如果不很好加以利用，国家农业规划的执行可能会在下列几个方面大大地受到阻碍：（1）在温暖、潮湿、亚热带和热带等地区的农业将是低效的；（2）作物育种者的工作将会由于遗传资源没有继续保存而受到严重的妨碍；（3）种子的国际贸易将仅占目前经济总值很小的比重。

二、种子——一个脆弱而活着的有机体

在E. A. Guest的“一袋种子”一诗中对这一段的主题思想表达得很透彻。他曾多次购买袋装种子，总想到袋中所装的无非是种子而已。但有一次他购买种子时，心里突然闪现一个念头，觉得他所买到的是“生命的奇迹”，是人们所不能创造的廉价的能源和仅值分文的神秘之物与命运。当人们从事种子工作时，尤其在收获、清选、处理、贮藏和运输等过程中，重要的一点就是每时每刻地把这样一句话记在心头：在种子的内部是一株等待时机继续生长的、休眠的幼小植物。

种子基本上是由胚（即幼小植物）、胚乳和其它储备养料组织以及保护覆盖物（包括种皮，有时还有附属构造）所组成

(图1)。休眠玉米种子的胚比菜豆种子要保护得好。玉米和其它谷类种子中的养料主要储备在胚乳中，而菜豆则贮备在两片子叶中。子叶也可作为幼苗的光合作用器官。影响种子贮藏的其它构造，如玉米和菜豆的种皮、菜豆的种脐和发芽口。发芽口是水分进出的通道。在某些情况下，种脐发软或受伤，真菌即可侵入种子。

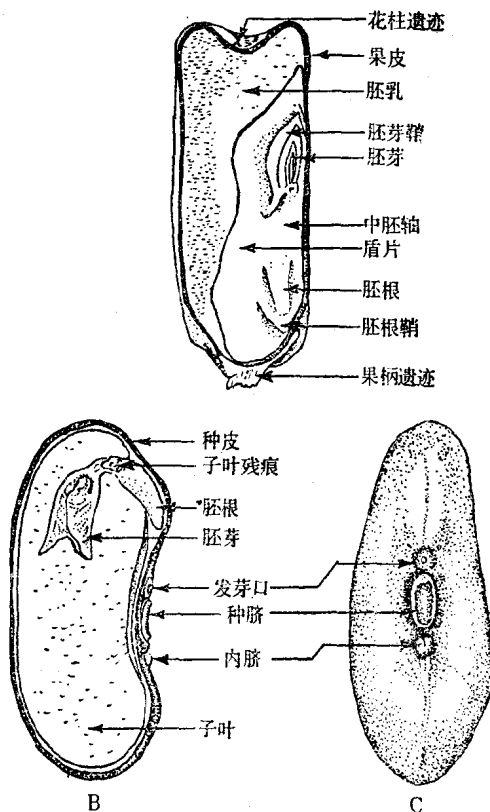


图1 玉米(A)和菜豆(B及C)种子的外部和内部构造

某些植物的播种单位在植物学上是果实而不是真种子。禾本科的种子或果实称为籽实或颖果，蓼科和菊科称为瘦果，唇形科称为小坚果。有些种子具有附属的构造，如颖壳、苞片、短刺和茸毛等，借以保护种子，以免遭受损伤和鸟、鼠为害。所有这些构造本书都把它们列入种子内。

不论什么种子，胚的位置和保护性覆盖物的性质是重要的，因为从收获到播种期间将受到多次机械作业和处理过程。例如，禾谷类种子的胚根尖端靠近籽粒的基部。当黑麦、梯牧草和小麦等在收获时除去颖壳后，胚根尖端只有一层薄膜保护着，这层薄膜很容易受到机械损伤和仓储霉菌的侵害。但许多禾谷类种子，如大麦、燕麦、水稻和高粱的某些栽培品种，保护得比较好，因为包在外部的稃壳通常是仍连在种子上。

菜豆和大豆的种子比较大，只具有一层中等厚度的种皮。休眠种子中的胚芽或胚轴位于两片子叶之间，发育很好。而且胚根除种皮外，几乎没有其它保护，所以菜豆种子通常容易破碎；尤其是干燥和粗心处理时，胚根、胚芽或子叶都可能受损伤。蚕豆和菜豆同属一科，构造相似；但由于它的胚芽和胚根的方位稍有不同，在收获、处理和加工过程中就比较不易遭受损伤。

三、从收获到播种

一批种子从收获开始，一般需通过一系列必要的过程，才能供当前或将来利用。这些过程包括收获、干燥、清选、分级、运输和贮藏等。并非所有在市场上供应的种子都需经

过以上各个环节，但种子通过每个环节的方式会影响它们的贮藏潜力。

每颗种子面临着难以预测的未来，它可能收获太早，太迟，太湿或太干。以后，种子还可能由于收获过早而受到影响，以致不能萌发或虽能萌发而仅产生瘦弱的幼苗。种子水分可能过高，在未干燥到安全水分范围以前会引起发热。种子也可能在干燥过程中受到伤害，或因过度干燥而在搬运时受到撞击的损伤。在烘干过程中，将非常潮湿的种子暴露在高温条件下，或长时间放在临界温度范围内，就有可能发生危险。

种子在清选和分级过程中还可能受到撞击的损害，菜豆种子可能因为水分过低所引起的，其它作物可能由于在干旱或半干旱的条件下进行收获所引起的。萝卜种子在脱粒时如果水分太高，可能由于撞击而遭受严重的损伤，而且高水分使种子不易从角果中脱离出来。

当一批种子运送到市场上去，不论是数里之遥或远涉重洋，放在各种不利的条件下贮存，如卡车、火车、码头上（局部或全部暴露在自然环境下）或船舱里。留供下年或以后几年利用的成批种子通常应按规定放在普通的贮藏设备里。这种设备对保持种子的活力和生活力可能有利，也可能是不利的。因为符合一定要求的贮藏设备需要付出高昂的投资和成本，所以有许多种子是贮藏在不适宜的条件下。

供工业用的谷物在加工或运输过程中，常常以很大的速度和力量通过吸引式输送机，在弯曲部分与金属相撞击，并从高处落下，结果造成严重的破裂和损伤。这种损伤程度通常可以计算出来，并且是容许的，因为这种谷物要加工成为

食品、饲料、油脂或供其它工业用途。而供播种用的谷物或其它种子，则不应进行这样的处理。由于撞击和不适当的干燥或贮藏而造成的损伤，在仔细观察时，这种损伤可能是明显的，也可能是不明显。种子还可能因撞击、水和热所产生的应力作用引起内部断裂，而表面上觉察不到相应的损伤。

四、种子的衰退和死亡

本书主要涉及影响贮藏期间种子的生命和死亡的各种因素。种子的活力衰退和死亡可以从两方面加以考虑：（1）一定数量的种子生活力的丧失或死亡；或者（2）单独一颗种子的死亡。通常人们所感兴趣的是一定数量种子的生活力，因为这些种子很可能就是要用来播种的。他们要想了解该批种子的发芽力有多高，是否足以使田间植株分布符合要求。如有可能，还要了解达到该分布所需的播种量。一批种子的发芽率是指能够产生正常植株的籽粒所占的比率。因此单独一颗种子活力的下降以至最终死亡也应加以考虑。

大多数作物种子的干重达到最大限度时，就认为成熟。许多种子在这一阶段达到了生理成熟，但也有例外的。种子达到生理成熟时，具有最大的活力，从这个时期开始，活力就逐渐降低，直至死亡。种子衰退的速度受几个因素的制约，其中有些可人为加以控制；但种子的变质过程虽然可以延缓，却决不可能使它停止。

一颗种子的死亡是一个渐变过程，所以实际上不可能测定究竟什么时候停止生命的。在成批种子中，每颗种子的生命过程并非以完全相同的速率进行着。当种子贮藏在不同条

件下，这些生命过程在各颗种子中可在不同的时期告终；例如某些酶在种子死亡以后能在一个长时间内保持其功能。

Woodstock (1973) 对种子的生物学变质作了如下的表述：“从细胞方面来说，在种子的生命和死亡之间没有截然明确的界线。种子的死亡是一个渐变和累积的过程，即当死亡的细胞越来越多，直到种子的某些关键部分变成不能行使其主要功能时为止”。

Moore(1955)对种子由成熟过渡到死亡的过程作了如下的总结：“种子刚成熟时的生命活力达到最高水平；但在成熟以后，生命将随着永不停息的衰老过程向着死亡推移，而活力愈来愈衰退。即使早在死亡以前，种子就有问题或不适于播种用，在田间条件对种子发芽和幼苗发育都不适合的情况下尤其是这样。

“这种生命的进程，始终是与此过程中的活力丧失联系在一起，最终即趋向死亡。其进行的快慢是随种子的种类，机械损伤的程度和部位，种子在田间、收获时和贮藏期间所遭受的温湿度条件，以及种子在上述条件下所经受的时间长短这几个重要因素为转移的。种子的‘正确播种年龄’即取决于上述一系列条件。种子可能在收获后只经过几天或几周就出现意外地趋向衰老或死亡，或者经过许多年而仍然很年青”。

五、本书范围

关于种子贮藏的书刊在十九世纪三十至四十年代开始问世。在十九世纪三十年代至少有三、四本是用法文和德文写