

种子的干燥和贮藏

列 宾 著

农 业 出 版 社

种子的干燥和貯藏

列 宾 著

陈 崇 德 译

农 业 出 版 社

内 容 提 要

本書系根据苏联国立农业書籍出版社 1957 年出版的
А.Н. 列宾著的“种子的干燥和貯藏”(Сушка и Хранение Семян)譯出。

書中主要内容是敘述种子堆的物理化学性能、种子堆在貯藏期間所产生的各种作用,以及各种不同干燥剂的特性和干燥机的結構及使用方法,最后还介绍了种子的干燥技术和种子貯藏方法。

本書可供农业院校师生和粮食工作者、种子工作者参考。

СУШКА И ХРАНЕНИЕ СЕМЯН

А.Н. РЕПИН

Государственное издательство
сельскохозяйственной литературы
Москва 1957

根据苏联国立农业書籍出版社
1957年莫斯科俄文版譯出

种子的干燥和貯藏

〔苏〕列宾著

陈崇德譯

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108号

新华書店上海发行所发行 各地新华書店經售

上海洪兴印刷厂印刷

850×1168 毫米 1/32·4 15/16 印張·120,000 字

1960 年 6 月第 1 版

1960 年 6 月上海第 1 次印刷

印数: 00,001—6,103 定价: (9) 0.61 元

統一書号: 16144.919 60. 6. 农型

目 录

序言

种子贮藏原理.....	9
种子堆及其特性.....	9
散落性和自动分級.....	10
种子堆的密度和孔隙性.....	12
吸附能力.....	14
水分在种子堆内的分布.....	18
热容量、热导率和温度传导性.....	20
种子在贮藏期间所发生的各种作用.....	22
种子的呼吸.....	22
种子的后熟作用.....	29
低温对种子的影响.....	30
微生物在种子贮藏期间的作用.....	32
仓库害虫在种子贮藏期间的作用.....	35
种子发热.....	37
种用材料的干燥.....	41
作为干燥动力的空气的特性.....	41
烟道气和空气与烟道气的混合气体.....	44
热干燥对种子的品质及其收获量的影响.....	46
种子的自然干燥.....	50
种子的人工干燥.....	60
各种干燥方法的优缺点.....	62
种子的风干日晒.....	63
干燥机的结构及其工作特点.....	64

简易式谷物干燥机	66
УННІЗХ 万能干燥机	75
机械化谷物干燥机	83
使用干燥机的基本規則和干燥种用材料的热条件	99
干燥机工作前的准备	100
种子干燥的技术过程	101
农作物种子熱干燥的条件	104
几种主要谷类作物和制米作物种子的干燥	105
种用玉米的干燥	112
大豆及其他豆类作物种子的干燥	117
油料及其他作物种子的干燥	118
防火措施	123
各种农作物种子的貯藏方法、技术和特点	125
种子在脫粒場上的临时貯存	126
种子貯藏庫	127
粮櫃形式的谷倉	131
貯藏室在接收新收获种子前的準備	132
貯藏技术	135
玉米、高粱和大豆种子的貯藏特点	138
对于在貯藏中的种子的观测和管理	145
附录: 干湿球溫度計檢索表的使用規則	155
干湿球溫度計測定以每秒鐘 0.5 米速度运动着的空气相对 湿度檢索表	156
干湿球湿度計測定以每秒鐘 2.5 和 2.5 米以上速度运动着的 空气相对湿度檢索表	157

序 言

各集体农庄分別培育各自的品質优良的品种种子，乃是增加一切农作物的总收获量和提高单位面积产量的重要措施之一。

党和政府曾多次指出品質优良的播种材料对提高农产品的单位面积产量和增加总收获量的巨大意义。苏共二十次代表大会关于1956—1960年苏联第六个发展国民經济五年计划的指令中，規定要消灭种子种植业的落后状况，安排加速培植更多的农作物高产品种并运用到生产中去。

现在每一个农业劳动者都已經知道，唯有采用最适宜于本集体农庄或国营农場的风土条件的地方品种种子进行播种，才能获得高产。由于党和政府实行了关于促进农业高涨的大規模措施的结果，已为每一个集体农庄或国营农場創造了一切条件，使它們都能按照各自的最高需要量，保証供給自己以优良的精选高产品种种子。

培植出了巨額的收成，这还不算完成了全部的任务。必須及时并毫无损失地进行收获，准备貯藏，在保存中要使粮食不降低其食用品質，而对于种用材料，則同时还要在貯藏期間提高并改良其收获質量。培植良好的种子，在不正确的貯藏下，也会降低它的品質的。

种子播种品質的主要指标是发芽率、絕對重量和純度。

种子是活的有机体。外界环境能对种子发生影响。只有在透徹了解种子与周圍环境的相互关系的条件下，才能使种用材料获得良好的貯藏效果。

除了采用其他的农艺措施外,采用干燥和贮藏的方法,可以在提高种子的质量和植株的生产力方面改良种子的品种特性。

种子的高水分及其所含的夹杂物,是保藏种子的主要危险。潮湿的种子不耐久藏。潮湿种子呼吸活跃,在呼吸时放出多量的热和水气,而后者助长了种子的更大潮湿并加剧了种子的呼吸,因此使得整堆的种子发热。如果在自动发热时种子的温度达到 36°C 和超过 36°C ,那末这些种子起初是降低发芽率,随后就会完全丧失发芽率,晚熟作物——玉蜀黍、高粱等等的潮湿种子,则由于胚芽受到严寒伤害而致发芽率降低。

此外,高水分种子内新陈代谢剧烈,会减弱种子的生活能力,降低种子的发芽率。

大家知道,用发芽率低的种子进行播种,会使得产量锐减。哈尔科夫农业学院于1950年进行了一系列试验,播种哈尔科夫白馬牙种玉蜀黍时,使用发芽率98%的种子,每公顷收获42.2公担,播种发芽率86%的种子,每公顷收成計为35.6公担,而用发芽率80%的种子播种的,每公顷总共只收获了25公担。全苏油料作物科学研究所所进行的试验中,播种該所1646品种的向日葵种子,使用发芽率98%的种子播种的,每公顷收获25.8公担,而用发芽率89%的种子播种的,每公顷收成为23.9公担。

在留种区收获种子时,由于收获过迟,因茎秆直立性的关系,种子易于干燥,或者由于联合收割机的脱粒滚筒未作充分调整,都会使种子质量大大降低。这时会使谷物产生机械损伤,在种子上形成裂缝。

这种种子在贮藏期间的稳定性,要比没有裂缝的种子低得多,而将它们播种于土壤中,则能受霉菌和其他微生物的感染,结果导致缺苗和产量降低。

用联合收割机收获谷类作物时,特别是开头几天,所得的谷物其成熟程度和水分极不一致。新收获的谷物很容易发热。在留种

区采用谷物分批收获的方法，可以在很大程度上避免这一点。开头先用割晒机收割谷物，然后用联合收割机干燥的脱粒滚筒进行脱粒。潮湿的种子在滚筒中已逐渐干燥和成熟，因此，在脱粒时所得的谷物，水分和成熟度都比较一致。这种种子便比较能耐久藏。

在及时收获谷类作物时，如地里的谷物水分不低于14%，而联合收割机的脱粒联动机调整良好，则受机械损伤的种子数量通常是很轻微的。

如果将种子从联合收割机容粮箱中卸出以后立即进行清理，随后迅速将潮湿种子进行干燥，种子就不会发生自动发热现象。

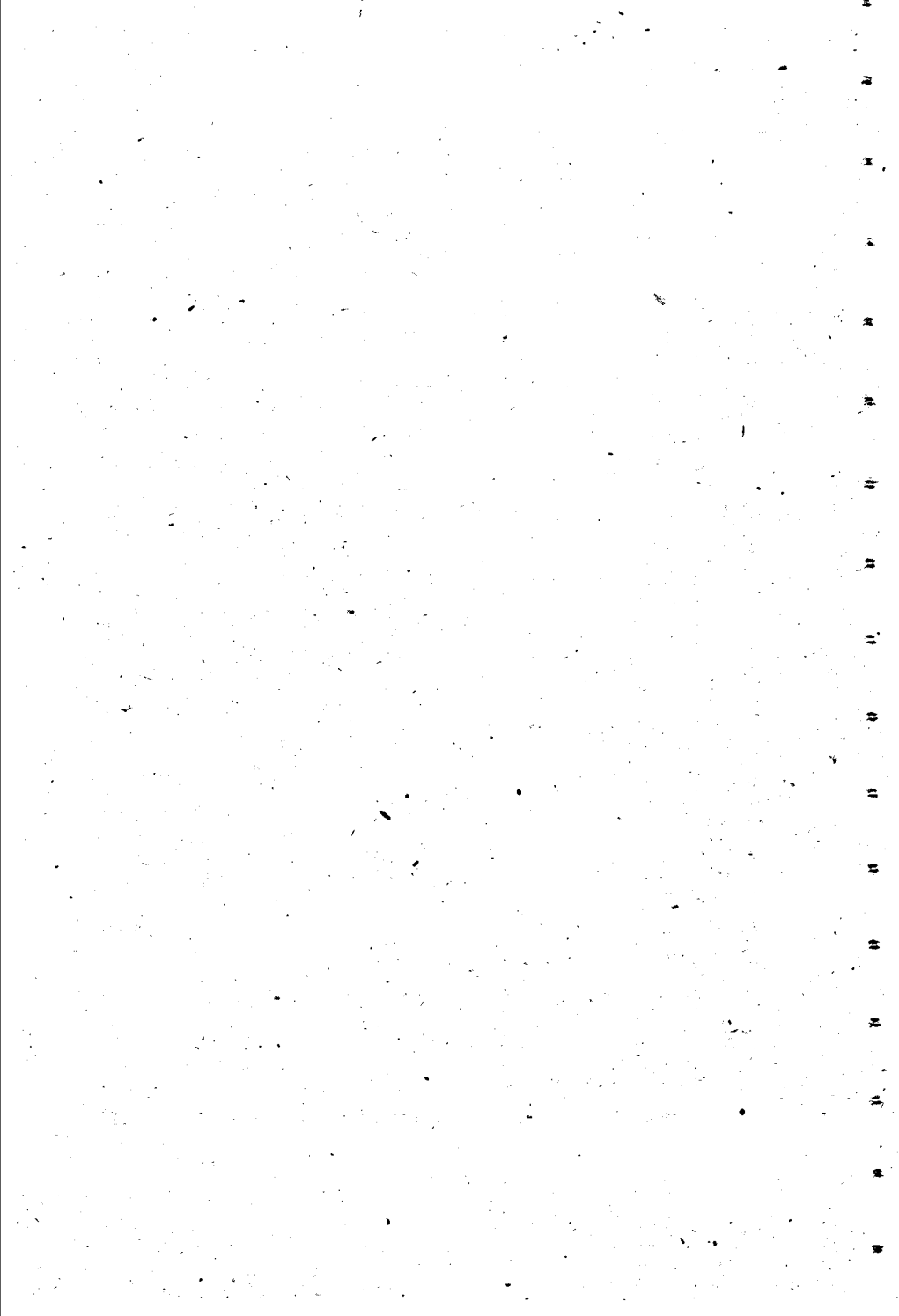
及时的清理——剔除杂草种子及其他夹杂物，以及将一切农作物种子都进行分级，对于提高种用材料的质量有着极其重大的意义。

未经清理的含水分14—15%的种子，混有水分达40—50%甚至更高的塵芥夹杂物，这就为各种微生物和仓库害虫的繁殖创造了良好的条件。受微生物感染的种子，会降低它的播种质量。

德聶伯罗彼得罗夫斯克省尼科波尔区高尔基集体农庄，1951年时未将黍子种子中的杂草及时清理掉，水分13.8%的黍子发芽率为71%。在同省同区的“共产主义者”集体农庄，对黍子种子及时进行了清理，其发芽率则为98%。同区的加里宁集体农庄，将“阿尔吉莫夫卡”品种的春小麦种子在未加清理而且水分很高的情况下进行贮藏，结果使发芽率降低到57%，而在这同一个时期内，本区大部分集体农庄的“阿尔吉莫夫卡”品种春小麦种子的发芽率都在95%以上。

1956年春季，乌克兰某些集体农庄，由于贮藏了水分很高的杂交玉米种子，结果玉米的质量很低。

科学研究机关和先进的集体农庄与国营农场的经验证明，将潮湿种子进行干燥，是妥善保藏种子和提高种子收获品质的重要方法之一。



种子貯藏原理

用联合收割机收获大面积庄稼的时候，有大批种子在短時間內登場，然后送到谷物倉庫，这些种子多半还未通过后熟作用，常含有較高的水分。

收获下来的种子在貯藏期間依然生活着，种子內仍在发生复杂的生化和生理作用。

了解在有生命的种子內产生的各种作用，認識影响种子的各种因素，同时并熟悉种子和种子堆的物理特性，就能正确地解决种子貯藏的一些主要問題。

种子堆及其特性

种子具有外皮、胚芽和含有大量細胞的內胚乳，这些細胞含有貯备营养物質，是种子萌发和幼芽在未形成根之前所必需的营养。种子堆是由大量的种子組成的，种子与种子之間，有谷粒間隙，其中充滿了空气、水蒸汽和其他气体。每吨小麦或大麦种子有2,500—4,000万粒种子，也就是說，有这么許多活的有机体。

一定屬类的植物种子，根据其屬类名称来称呼一批种子，如“小麦”、“黑麦”、“玉米”等等，即是一切种子堆的基础。

种子堆具有异質性。即使是基本作物的种子，也因其大小、飽滿度、外形和一些其他的指标而互不相同。这是由于种子在植株上定形和发育特点的关系。花序各部分的果实和种子，并不是同时开花和形成的。最有价值的种子是从那些早开的花上获得的。黍

子和蕎麥種子的水分和成熟程度，經常有很大的差異。

脫粒也加深了種子的差異性。脫粒期間，落入種子堆的有：受機械損傷的基本作物種子，其他一些栽培的植物和雜草子，有機雜質與無機雜質和部分的植株等等。這些雜質不但降低種子的價值，而且還影響種子的保藏。

此外，在基本作物種子和雜質內，總是有大量的微生物（每公斤種子內有數以十萬甚至百萬計的微生物）。這些微生物也是種子堆的組成部分，它們在不同的條件下對種子的狀況和品質起着各種不同的影響。

由此可見，每個種子堆都是由各不相同的大小、飽滿度及狀況的基本作物種子以及其他栽培植物和雜草的種子、不同的無機雜質（灰塵、部分植株）、微生物、空氣、水蒸氣和其他氣體所組成的。

此外，在各批受感染的種子內還有害虫。種子堆內所有這些成分，它們的本性各不相同，各有本身的特点，這些特点在種子堆貯藏期間經常出現。

種子堆具有許多物理性狀，其中主要的有：散落性和自動分級、密度和孔隙性、吸附能力或容量、導熱性和溫度傳導性。掌握這些特性，並在貯藏、干燥和整理種子期間善于利用這些特性，就能減少損耗，提高種子的播種品質，減少種子貯藏和整理的費用。

散落性和自動分級

谷類作物和其他作物的種子，它本身具有很弱的內聚力，因此它們很容易散落。這種特性稱為散落性。由於種子具有散落性，可以使種子在傾斜而直立的平面上和管子中向下移動。任何從不大高的地方落到平面上的散粒的物體，都會形成與平面有一定傾斜度的圓錐體。圓錐體側面（它的傾斜面）和平面之間的角度稱為自然傾斜角。

自然傾斜角是由各種不同種子的散落性造成的。自然傾斜角是由磨擦角決定的，也就是說，在這種角度時，種子開始在平面（表面）上滑動，並從平面上全部滑下。不同的種子有不同的自然傾斜角和磨擦角。

種子的散落性及其所表現的自然傾斜角和磨擦角，受着許多因素的影響，其中主要的有：基本種子的形狀、大小、表面特性和水分，所含野草子及其種類成分，由其上自流轉移種子堆的表面的材料、形狀和狀況。種子的形狀愈接近球狀體，其外皮愈光滑，那末種子堆的自然傾斜角就愈小。當種子水分增高時，它的外皮表面變得粗糙，種子之間的磨擦增加，因而自然傾斜角就大。種子內有輕雜質物同樣也會降低種子的散落性。

對於貯藏和運輸種子來說，自然傾斜角和磨擦角是愈小愈好。因為這些角度愈小，種子的散落性就愈高，種子也就愈容易移動。谷類作物和豆类作物種子的散落性最大，形狀扁平的豌豆種子、稻谷和帶毛的棉子等散落性最小。

將種子堆作任何的移動，同時會發生自動分級，也就是說，由於種子堆的組成部分不同而引起重新分配。在裝種子時、用輸送帶運送時、裝汽車時等情況下，種子堆的各部分一定會各按其不同比重發生自動分級。例如在輸送機皮帶受搖動的情況下或受到推動時，比重小的一部分輕雜質、帶穎的種子和不飽滿的種子便轉移到上面和種子堆的上層來。當種子自然向下流動時，例如用輸送機向倉筒中裝入的時候，其承風率是會促進種子的自動分級的。在理解承風率時，要知道空氣對每個不同部分（穎、小種子等）的阻力。

這種阻力與種子的形狀、大小、比重和絕對重量、移動的速度以及種子各部分在空間的位置都有關係。

用輸送帶往倉筒裝糧時，顆粒大的、飽滿的種子和比重大而承風率小的沉重的雜質，呈垂直降落並很快地達到底部，堆在倉筒的中央。顆粒小的、不飽滿的種子和比重小而承風率大的那些輕雜

質，降落得相當緩慢，它是以空氣對倉壁所形成的旋渦運動而拋下，或是沿着由已落下来的種子所形成的圓錐形種子堆的表面滑滾下来。所有這些情況，都造成種子堆各部分的不一致，使種子處於各種不同的貯藏條件，因為在貯藏種子的各個部位，種子的通氣和水分是不相同的。結果就會在種子堆的某些部分造成種子局部霉壞。因而，種子的自動分級是一種不良的因素，應當加以防止。

對種子進行清選和分級是防止種子自動分級的最有效方法，因此，入庫貯藏的種子，應當加以很好地清選和分級。

種子堆的密度和孔隙性

密度就是種子和其他堅硬物在種子堆的容積中實際所占部分，而孔隙性便是種子間和堅硬物間充滿空氣的間隙（糧粒間的空間）。

密度和孔隙度都以百分比來表示。密度 t 是種子和其他堅硬物容積 V ，與種子堆總容積 W （包括糧粒間的空間在內）之比，

$$t = \frac{V}{W} \cdot 100$$

孔隙度 S 是空氣所占的 $(W - V)$ 容積對糧堆所占总容積之比，其關係為：

$$S = \frac{W - V}{W} \cdot 100$$

種子堆的孔隙度和密度，與下列諸因素有關：種子的大小、形狀和表面狀態，種子的容重和水分，雜質的數量和特征，儲糧倉庫的形狀和規模。

種子愈小，種子堆就愈充實。種子的容重愈低，種子堆的孔隙度就愈大。

種子的顆粒愈大、愈整齊、愈乾淨，種子堆的孔隙度也就愈大。

大顆粒的谷物種子，當其中含有野草子雜質或細小的莖塊和

表1 各种不同农作物1立方米谷物的重量和孔隙度
(根据 Л. А. 特里斯維亞特斯基的材料)

作物名称	1立方米的重量(公斤)	孔隙度(%)
向日葵	275—400	60—80
燕麦	400—550	50—70
稻谷	440—550	50—65
蕎麦	560—650	50—60
大麦	580—700	45—55
亚麻	580—680	35—45
玉米	680—820	35—55
黍子	670—730	30—50
黑麦	670—750	35—45
小麦	730—850	35—45

植物护颖时,种子堆的密度就会大大提高。按种子堆高度的增加,堆垛下层的密度随之也要增大到一定的程度,而后这种密度是不会再变化了。

使用机械将新收获谷物压实,是造成种子品质恶化的一个原因,因为在压实的地方,种子的水分和温度就会增高,这就给微生物和仓库害虫的发育造成了良好的条件。

种子堆的孔隙度具有十分重大的意义。种子堆的孔隙度愈大,空气就愈容易流入种子堆。在粮粒间隙中贮备空气,对保存种子的生活能力有很大的意义。

孔隙度还影响到种子堆内温度变化的特性。在粮粒空间移动的空气,利用对流作用*和气态水分的移动,促进了热的传导。

由于种子堆有孔隙度所以能用空气对种子堆吹风,例如机械通风,或将各种杀虫消毒的毒气送入种子堆。

经过清选和分级的种子具有较大的孔隙度,这在自然干燥或用空气与烟道气混合体进行热干燥时,能促使空气较易于通过种

* 对流——活动的媒介体相互的迁移。

子堆,加速种子的干燥。

如果使用的鼓风机功率相同,通过种子的数量单位相同,在这种情况下,传热介质通过已经分级的种子堆要比未经分级的种子堆多得多。

吸附能力

种子堆是由周围充满空气的坚硬物体(种子和坚硬杂质)组成的。在空气的成分中,有各种不同的气体:氧气、氮气、碳酸气等等。种子(坚硬物体)和空气(各种气体)之间的相互关系,各有其一定的物理特性,这些特性是在吸附现象的基础上产生的。吸附现象是一种相当复杂的现象,它一般是由以下几个过程形成的:

1. 如果气体发生凝结,坚硬物体表面上的凝结作用增加,这种现象就叫做吸附作用。吸附作用纯粹是一种表面现象,它进行得很快。

2. 当坚硬物体的内部借助于渗透作用(扩散作用)吸收气体,并形成固态溶液,这就是吸收作用。吸收作用的过程是缓慢的。

3. 化学吸着作用——气体与坚硬物体起了化学反应,并常常伴随着不可逆的形成“新相”(новая фаза)的过程,或者反应在坚硬物体的表面,或者反应于整个的粮堆。

4. 毛细管的凝聚作用——是指蒸汽的吸收是由于蒸汽在坚硬物体的孔隙中浓缩所致(这种现象受毛细管吸力所制约)。

坚硬物体吸收气体是有几个同时进行的过程,因此用“吸着作用”这个名称来表明它们。吸收气体的物质,称为“吸着剂”。

所有各种农作物种子及其种子堆,都具有吸附容量,也就是吸收气体、水蒸汽和各种不同物质的能力。这种吸附性能,在种用材料的贮藏和干燥中有很重要的意义。在单位时间内所吸收的水蒸汽或气体的量,称为吸附速度。

种子堆在干燥或通风(吹风)时,被吸的水蒸汽和气体,全部或部分从种子堆内向周围空间(空气)扩散。这种现象称为解吸作用。

几乎所有的农作物种子都是良好的吸着剂。这是因为种子本身是一种多孔毛细管的胶体结构,种子堆又具有孔隙性。

种子堆(谷物堆)具有保证气体渗透的孔隙性,使种子堆内的每粒种子(谷粒)都能够参与吸着和解吸的过程。

Л. А. 特里斯维亚特斯基(Трисвятский)对各种不同作物种子的内部结构的研究表明,在种子的细胞之间有大小不同的毛细管和气孔,这些大小毛细管和气孔的壁面,都是吸附蒸汽和气体的有效表面。一粒黑麦一般的有效表面约为16平方厘米。一公斤黑麦有四万颗黑麦粒(每千颗黑麦粒的绝对重量以25克计算),一公斤黑麦的有效表面为 $40,000 \times 16 = 640,000$ 平方厘米,或者说一公担谷物的有效表面为6,400平方米。

种子能从空气中吸收水蒸汽和气体的能力是有极重大意义的。粮粒间隙空气中水蒸汽(以及气体)的分子,或在吹风时从周围环境中渗透到粮粒间隙的水蒸汽分子,能浓缩和聚集在种子的表面(即吸着作用),然后,这些水蒸汽和气体的分子向种子内层有效表面扩散(渗透)(即吸收作用)。最后,由于水蒸汽在种子狭窄的毛细管内弹性降低,水蒸汽被种子吸收(即毛细管的凝聚作用),水蒸汽就转移到种子的内部。可见,在种子吸收水蒸汽的过程中,发生吸着作用、吸收作用和毛细管凝聚作用。

种子具有吸收空气中水蒸汽和气体的能力,是有很大的意义的。在种子内发生的生物化学过程中,水分起着极重大的作用。种子在贮藏期间能吸收大量的水分。在空气受水蒸汽过度饱和的条件下,种子在吸收水蒸汽的同时,还出现种子的膨胀(即种子体积的增大)。

吸着作用这种现象说明了种子能沾染上外来的气味,而且不

容易散发掉,如果种子貯藏和運輸环境(倉庫內、空气中)有刺鼻气味的物品(煤油、柏油、樟腦油等等)和含揮发性油类的混合物(蒿屬、野生蒜等)的話。因此,貯藏室內不准存放沒有多大用处的、聞之刺鼻的物質,尽管种子經常受到这些物質的感染,也并不影响种子的播种品質。

种子对水蒸汽的吸着和解吸的能力,也就是种子的吸湿性,对貯藏期間种子的稳定性有极大的影响,因为种子的吸湿性能根据空气中水蒸汽彈性的大小改变种子在貯藏期間的水分。

种子的吸湿性很大,这是因为种子是多孔毛細管物体,种子內含有亲水胶体:蛋白質、碳水化合物,主要是淀粉。大家知道,淀粉能吸收液态水达其本身重量的 70%,蛋白質則达 180%。

种子吸收水蒸汽的能力是由許多因素来决定的:空气的温湿度,种子(谷物)的大小及其种皮是否完整(有无裂縫),种子胚芽、內胚乳和种皮之間的相互关系,但其中主要的因素是空气的湿度。

空气中經常有一部分水蒸汽,这部分水蒸汽随着温度和气压的变化而变化。当气温升高时,空气中水蒸汽的含量就增高;而当温度下降时,空气就被水蒸汽过度饱和。被水蒸汽过度饱和的空气会变成液滴状态,降落在冷种子上。通常空气中水蒸汽的含量是少于空气被水蒸汽完全饱和时的水蒸汽含量的。

空气受水汽的饱和程度,也就是說,一立方米空气內水蒸汽的重量,与在相同容积、温度和气压下最大可能的重量之比,称为空气的相对湿度。空气的相对湿度以百分比来表示。

种子从空气中吸收水分,也就是說,在一定条件下进行的吸着作用,常常在得到均衡的状态下結束。在一定的空气温湿度下查明的谷物水分,称为平衡水分。長時間处于受水汽饱和的空气中的谷物,也就是說处于相对湿度 100% 的空气中的谷物,經常达到最高的平衡水分。在这些条件下,几种主要谷类作物的水分达 30—35% (根据果戈列夫的材料,小麦为 34.6%、黑麦为 32.2%、