

种子工作丛书



种子贮藏简明教程

浙江农业大学种子教研组编

农业出版社

种子工作丛书

种子贮藏简明教程

浙江农业大学种子教研组编

种子工作丛书
种子贮藏简明教程
浙江农业大学种子教研组编

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 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 5.875 印张 121 千字
1980 年 2 月第 1 版 1980 年 2 月北京第 1 次印刷
印数 1—13,000 册

统一书号 16144·2060 定价 0.56 元

编写说明

浙江农业大学农学系、植保系的老师们为全国种子干部训练班编写了一套教材，定名为《种子工作丛书》，包括《种子学简明教程》、《种子检验简明教程》、《种子贮藏简明教程》、《作物遗传育种简明教程》及《种子病害简明教程》五本。这一套丛书将陆续出版，各级种子技术人员训练班可从中选作教材。这套丛书也可供各级种子部门、原（良）种场、四级农科网的同志们学习参考。这套丛书还不完备，希望读者将自己的意见要求和批评建议提出来，协助把这套丛书进一步编好，为培养我国种子技术队伍，为实现农业现代化贡献力量。

农业部种子局

目 录

第一章 种子贮藏生理	1
第一节 种子的呼吸	1
第二节 种子的后熟作用	11
第二章 种子的物理性	17
第一节 容重和比重	17
第二节 密度和孔隙度	22
第三节 散落性和自动分级	24
第四节 导热性和热容量	33
第五节 吸附性和吸湿性	38
第三章 种子的清选和干燥	44
第一节 种子的清选方法	44
第二节 种子的干燥	52
第四章 种子仓库及其设备	58
第一节 建仓标准和仓房保养	58
第二节 土圆仓的建造和使用	62
第五章 种子入仓前准备	70
第一节 种子入仓的标准与分批	70
第二节 清仓和消毒	72
第六章 种子微生物和仓库害虫	75
第一节 种子微生物	75
第二节 仓库害虫及其防治	81

第七章 种子贮藏期间的管理	102
第一节 种子在贮藏期间温度和水分的变化	102
第二节 种子的发热和预防	106
第三节 种子贮藏期间的管理措施	108
第八章 几种农作物种子的贮藏方法	116
第一节 稻谷的贮藏方法	116
第二节 小麦的贮藏方法	130
第三节 玉米的贮藏方法	134
第四节 豆类的贮藏方法	140
第五节 油料作物种子的贮藏方法	150
第六节 棉子的贮藏方法	162
第七节 薯类的贮藏方法	164

第一章 种子贮藏生理

第一节 种子的呼吸

一、种子呼吸的基本概念

一切活的种子，每时每刻都在进行着呼吸，即使是处于非常干燥或休眠状态的种子，其新陈代谢并未停止，呼吸作用照常进行。只有当种子丧失生命力时，呼吸才停止。

种子的任何生命活动过程都与呼吸密切相关，因为呼吸过程为种子提供了生命活动所需要的能量，促使有机体内生化反应和生理活动正常进行。因此，种子的呼吸作用是种子生命活动的集中表现。

呼吸作用是一个十分复杂的生物化学反应过程。它是在酶和氧的参与下，活细胞内贮藏物质进行一系列的氧化还原反应，最后放出水、二氧化碳和能量的过程。

呼吸作用的性质和强弱随环境条件、作物种类和种子品质而不同。干燥的、种果皮紧密的、完整饱满的种子处在干燥低温、密闭缺氧的条件下，以缺氧呼吸为主，呼吸强度低；反之则以有氧呼吸为主，呼吸强度高。种胚虽只占整粒子3—13%的比重，但它是生命活动最活跃的部分，呼吸强弱主要决定于胚部组织，其次是糊粉层。果种皮和胚乳经干燥后，一般不发生呼吸作用，但果种皮因和通气性有关，亦影

响呼吸性质和强度。

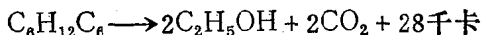
二、种子呼吸的性质

种子的呼吸性质决定于环境条件，一般可分为有氧呼吸和缺氧呼吸两种。

有氧呼吸：



缺氧呼吸：

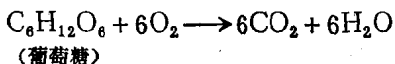


通气良好的种子堆，一般以有氧呼吸为主，通风不良时则为缺氧呼吸。特别是含水量较高的种子堆，若通风不良时，便会产生乙醇，此类物质在种子堆内积累过多往往会抑制种子呼吸，甚至杀死种胚。

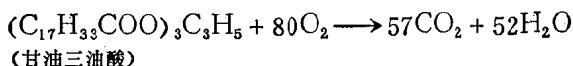
种子的呼吸性质可用呼吸系数来表示，所谓呼吸系数是指在单位时间内，种子呼吸所放出二氧化碳的体积与吸收氧的体积之比。

$$\text{呼吸系数} = \frac{\text{放出 CO}_2 \text{ 的体积}}{\text{吸收 O}_2 \text{ 的体积}}$$

从测定呼吸系数的变化，可以了解贮藏种子的生理作用是在什么条件下进行的。当种子进行强烈有氧呼吸时，其呼吸系数接近 1；在缺氧呼吸时，其呼吸系数大于 1。例如，在充分氧化葡萄糖时，其呼吸系数为 1；充分氧化甘油三油酸时，则为 0.7。



$$\frac{6\text{CO}_2}{6\text{O}_2} = \frac{6 \times 22.4}{6 \times 22.4} = 1$$



$$\frac{57\text{CO}_2}{80\text{O}_2} = \frac{57 \times 22.4}{80 \times 22.4} = 0.7$$

呼吸系数与分解的有机物质也有密切关系，例如虽在有氧的条件下，分解草酸时，其呼吸系数为 4。

呼吸强度是表示种子呼吸能力大小的指标。具体含义是指 1 公斤种子（干重）在 24 小时内放出二氧化碳（或吸收氧）的毫克数。

种子呼吸强度受种子所处环境条件和生理状态等因素影响。

在贮藏实践中，种子长期处在有氧呼吸条件下，对保持种子生活力是不利的，因为它放出的水分和热能，会给种子堆带来不良影响；加速贮藏物质的损耗和种子生活力的丧失。但是对含水量较高的种子来说，在贮藏期间若通风不良，种子呼吸作用放出的一部分水气就被种子所吸收，而释放出来的热能则积聚在种子堆内不易散发出来，因而会加剧种子的代谢作用；在密闭条件下呼吸强度愈大、愈容易缺乏氧气，种子在这种情况下，产生有毒物质，使种子窒息而死。因此，对于高水分种子，在入藏前应充分通风换气、曝晒，促使迅速降低种子含水量，使它干燥后再进行密闭贮藏，由有氧呼吸转变为缺氧呼吸。因为干燥种子，即使处于缺氧条件下，由于大部分酶转变为吸附状态，本身代谢作用十分微弱，种子内贮藏养料消耗极少，所以干燥种子虽然贮藏在缺

氧条件下也不容易丧失发芽率。实践中将干燥种子密闭贮藏能保持其生活力许多年，其原因就在于此。

三、影响种子呼吸强度的因素

种子呼吸强度的大小，因作物、品种、收获期、成熟度、种子大小、完整度和生理状况而不同，同时还受环境条件的影响，尤其是水分、温度和通气状况的影响。

(一) 水分 呼吸强度随着种子含水量的增加而变大。干燥种子，其呼吸作用非常微弱，潮湿种子的呼吸作用很旺盛，因为酶随种子含水量的增加转变为溶解状态，同时使物质加速转化由复杂变为简单的呼吸基质。所以种子内的水分愈多，贮藏物质的水解作用愈快。呼吸作用愈强烈，氧气的消耗愈大，放出的二氧化碳愈多。因而可以说，种子中游离水的增多是种子新陈代谢强度急剧增加的决定因素。

种子内出现了游离水时，水解酶和呼吸酶的活动便旺盛起来，增加种子呼吸强度和物质的消耗，当游离水将出现时的种子含水量称为临界水分。一般禾本科作物种子临界水分是13.5%左右（如水稻13%，小麦14.6%，玉米11%）；油料作物种子的临界水分为8—8.5%（油菜7%）。

从表1—1看出，随着种子含水量提高，不仅呼吸强度增加，而且呼吸方式也发生变化。

广大群众在长期实践中，摸索出和临界水分相似的种子安全贮藏水分，称“安全水分”。但它随各地区的温度不同而有差异。禾谷类作物种子的安全水分，在温度0—30℃范围内，温度一般以0℃为起点，水分以18%为基点，以后温度每增高5℃，种子的安全水分就相应降低1%，在我国多数

表 1—1 小麦种子含水量对呼吸性质和呼吸强度的影响

含水量(%)	100克干物质24小时内		呼吸系数	呼吸性质
	消耗O ₂ (毫克)	放出CO ₂ (毫克)		
14.4	0.07	0.27	3.80	缺 氧
16.0	0.37	0.20	1.27	
17.0	1.99	0.22	1.11	
17.6	6.21	5.18	0.88	
19.2	8.90	8.76	0.98	有 氧
21.2	17.73	13.04	0.73	

地区,水分不超过 14—15% 的禾谷类作物种子,可以安全渡过冬、春季,水分不超过 12—13% 可以安全过夏、秋季。

(二) 温度 种子的呼吸作用随着温度的升高而加强。一般种子处在低温条件下,呼吸作用极其微弱,随着温度升高,呼吸强度不断增强。尤其在种子水分增高的情况下,呼吸作用是随着温度升高而不断增强。但这种增长受一定温度范围的限制,超过正常生物学温度时,呼吸强度又迅速降低。因为活体中的原生质和酶对温度的适应性有一定的限度。只有在适宜的温度下,原生质粘滞性低,细胞液和细胞间隙的扩散作用活跃,酶的活性强,所以呼吸作用就旺盛;而温度过高,则酶与原生

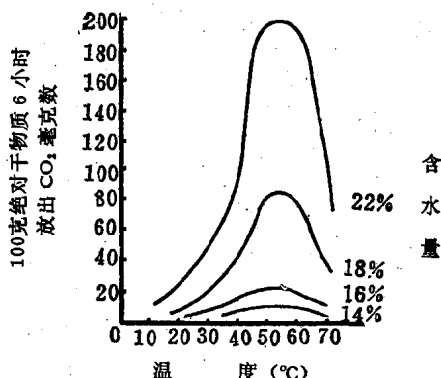


图 1—1 温度对不同含水量种子呼吸强度的影响

质遭受损害，使生理作用减慢或停止。从图 1—1 的曲线表明，几种含水量不同的种子，呼吸强度在开始时随着温度的升高而上升，但到一定的温度界限后，又开始下降。从 0—55℃，呼吸强度逐渐增加，温度超过 55℃，呼吸强度又急剧下降。由此可见，水分和温度都是影响呼吸作用的重要因素，并且两者互相制约。干燥的种子即使在较高温度的条件下，其呼吸强度要比潮湿种子在同样温度下低得多；同样，潮湿的种子在低温条件的呼吸强度比在高温下亦低得多。因此干燥和低温是种子安全贮藏和延长种子寿命的必要条件。

(三) 通气 空气流通的程度紧密地影响呼吸强度与呼吸方式。如表 1—2 所示，不论种子本身含水量高低，在通气条件的呼吸强度均大于密闭贮藏。同时还表明种子含水量、温度愈高，则通气对呼吸强度的作用愈大。但高水分种子，若处于密闭贮藏条件下，由于旺盛的呼吸，很快会把种子堆内部间隙中的氧气耗尽，而被迫转向缺氧呼吸，结果引

表 1—2 通风对大豆种子呼吸强度的影响

含水量 (%) 温度 (°C) 通气情况	10.0		12.5		15.0	
	通 风	密 闭	通 风	密 闭	通 风	密 闭
0	100	10	182	14	231	45
2—4	147	16	203	23	279	72
10—12	286	52	603	154	827	293
18—20	608	135	979	289	3526	1550
24	1073	384	1667	704	5851	1863

起大量氧化不完全的物质积累。导致种子迅速死亡。因此，高水分种子，尤其是呼吸强度大的油料作物种子特别要注意通风，才能不致丧失种子生活力。从表 1—3 还可看出，含水量不超过临界水分的干燥种子，由于呼吸作用非常微弱，对氧气的消耗很慢，即使密闭条件下，也能长期保持种子生活力。在密闭条件下，种子发芽率随着其水分提高而逐渐下降。

表 1—3 小麦种子密闭贮藏8—9个月对种子发芽率的影响

种 子 贮 藏 方 法	种子含水量 (%)	发 芽 率 (%)
在空气流通的状态中	11.29	83
在密闭容器中	11.29	71
	13.82	70
	16.41	1
	19.00	0

通气对呼吸的影响还和温度有关。当提高温度时，其呼吸强度随之增强，而通风比密闭大。换言之，种子处在通风条件下，温度愈高，呼吸作用愈旺盛，生活力下降愈快。在生产上要有用地长期保持种子生活力，除干燥、低温外，进行合理的密闭或通风是必需的。

(四) 种子本身状态 种子的呼吸强度还受种子本身状态的影响。凡是未充分成熟的、不饱满的、损伤的、冻伤的、发过芽的、小粒的和大胚的种子则呼吸强度高。反之，凡充分成熟、饱满、完整、未损伤、未受冻，小胚或近似球形的种子，则呼吸强度低 (图 1—2)。因为未成熟、冻伤、发过

芽的种子含有较多的可溶性物质，并且酶的活性较强；损伤、小粒的种子接触氧气比面较大；大胚种子则由于胚部活细胞所占比例较大。

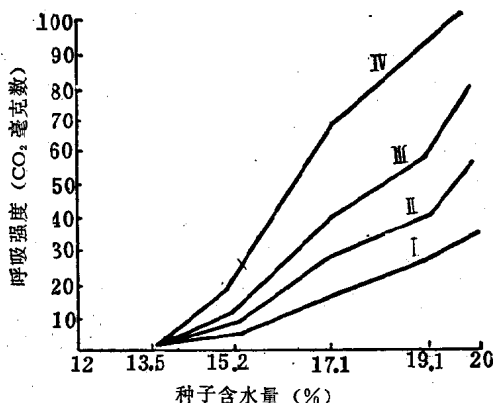


图 1—2 种子完整度与呼吸强度的关系

I、饱满完整粒 III、极不饱满粒
II、不饱满粒 IV、破碎粒

从上可知，种子入仓前应进行清选分级，剔除杂质、破碎粒、未成熟粒、不饱满粒与虫蚀粒，并把不同状态的种子进行分级，以提高贮藏稳定性。凡受冻、虫蚀过的种子不作种用；而对大胚种子、呼吸作用强的种子，在贮藏期间特别要注意干燥和通气。

(五) 化学物质 据报道，磺胺类杀菌剂、二氧化碳、氮气和氨气等对种子呼吸作用有影响，加大剂量时，往往会影响种子发芽率。例如种子堆间隙二氧化碳浓度积累至12%时，就会抑制小麦和大豆的呼吸作用；若提高小麦水分，在二氧化碳含量7%时就有抑制作用。目前上海等地粮食部门

采用脱氧充氮或提高二氧化碳气体等方法保管粮食，其目的是杀虫灭菌，在一定程度上起到了抑制粮食呼吸的作用，这种方法在生产上已有成效，但是如何合理地应用在保管农用种子方面，还有待进一步研究。

(六) 间接因素 如果贮藏种子感染了仓虫和微生物，一旦条件适宜时便大量繁殖，由于仓虫、微生物生命活动的结果放出大量的热能和水分，就间接地促进了种子呼吸强度的增高（图 1—3）。同时，三者（种子、仓库害虫、微生物）的呼吸构成种子堆的总呼吸，那就会消耗大量的氧气，放出大量的二氧化碳，也间接地影响种子呼吸方式。这就加速种子生活力丧失。据试验，昆虫的氧气消耗量为等量谷物的 130,000 倍。栖息密度越

高，则其氧气消耗量越大。

在有仓虫的场合，氧气随着温度增高而减少愈快。

随着仓内二氧化碳的积累，仓虫就窒息死亡。但

有的仓虫能忍耐 60% 浓度的二氧化碳。虽然二氧化碳浓度的提高会影响仓

虫的死亡，但仓虫死亡真正原因是氧气的减少。当

氧气浓度减少到 2—2.5% 时，就会阻碍仓虫和霉菌

的发生。在密封条件下，

由于仓虫本身的呼吸，使

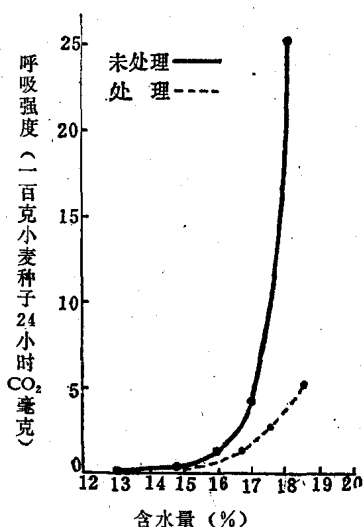


图 1—3 正常与有菌繁殖的小麦呼吸强度与含水量的关系

氧气浓度自动降低,而阻碍仓虫继续发生,即所谓自动驱除,这就是密封贮藏所依据的一个原理(图1—4)。

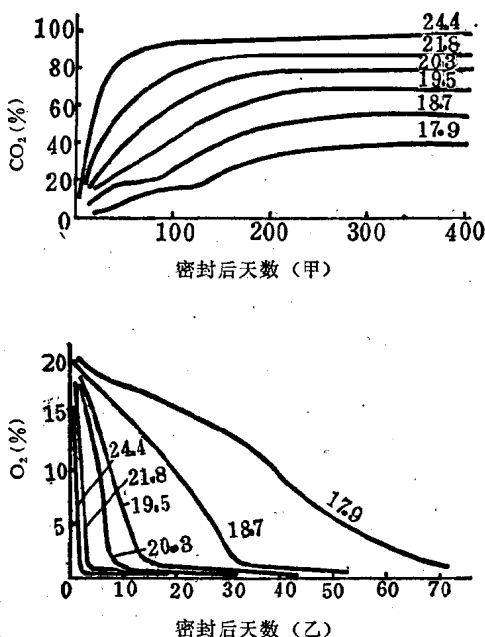


图1—4 随着密封后经过的天数,子粒间空气的 CO_2 (甲), O_2 (乙) 浓度的变化 (图中数字为含水量)

据研究,霉菌在相对湿度65—70%时就不能繁殖;仓虫在相对湿度50%以下活动减弱,在35%则停止繁殖。所以在种子贮藏实践中,为防止不同部位的种温产生差异或发热和抑制仓虫和微生物活动、繁殖创造一定的温、湿度条件是非常重要的。

综上所述,呼吸作用是种子生理活动的集中表现,为了

有效地保持种子生活力，一切管理措施（包括仓房、种子品质、环境条件和管理制度等）都要围绕以降低种子呼吸作用保持种子生活力来考虑。首先应了解种子呼吸作用基本原理，创造合理的保管条件，建立科学的保管制度，做好种子贮藏工作。

第二节 种子的后熟作用

种子收获以后，与母株脱离关系，而内部的生理生化过程仍然继续进行。这段时期的变化实质上是成熟过程的延续，所以称为后熟。种子通过后熟作用，完成其生理成熟阶段，才可认为是真正成熟的种子。种子在后熟期间所发生的变化，主要是在质的方面，而在量的方面只减少而不会增加。种子在这段时期呈生理休眠状态，不能正常发芽，因此后熟是生理休眠的一个主要原因。

种子未通过后熟作用，不宜作为播种材料，否则发芽率低，出苗不整齐，影响成苗率。小麦子粒未通过后熟，磨成面粉，影响烘烤品质；大麦子粒未通过后熟，制成的麦芽不整齐，不适于酿造啤酒。但种子在后熟期间对恶劣环境的抵抗力较强，此时进行高温干燥处理或化学药剂熏蒸，对生活力的损害较轻。

一、种子后熟期间的生理生化变化

种子的后熟作用是贮藏物质由量变为主转到质变为主的生理活动过程。在后熟期间，种子内部的贮藏物质的总量变化很微，只减少而不增加。其主要变化是各类物质组成的比