

林 木 种 子 生 理

(讲 义 汇 编)

中国林学会“林木种子生理讲习班”

一九八四年十月 昆明

目 录

种子的寿命与贮藏	(上海市粮食科学研究所) 赵同芳 (1)
“匀浆互补法”预测杂种优势的研究	(中国科学院生物物理研究所) 杨福愉 (33)
关于植物受精与种胚形成的发育生理	(中国科学院上海植物生理研究所) 唐锡华 (45)
种子的活力及其生理生化基础	(中山大学生物学系植物生理教研室) 傅家瑞 (62)
测定种子活力方法的探讨——电导法	(中国科学院北京植物所植物园) 徐本美 顾增辉 (中国科学院昆明植物所植物园) 任祝三 (71)
测定种子活力方法的探讨——玻板直立发芽法	(中国科学院北京植物所植物园) 徐本美 顾增辉 (79)
测定种子活力方法之探讨——发芽的生理测定法	(中国科学院北京植物研究所植物园) 顾增辉 徐本美 郑光华 (83)
测定种子活力方法的探讨——ATP含量测定法	(中国科学院北京植物研究所植物园) 顾增辉 徐本美 (92)
测定种子活力方法的探讨——TTC定量法	(中国科学院北京植物研究所植物园) 徐本美 顾增辉 郑光华 (98)

种子的衰老和活性氧对膜伤害的关系.....	
.....	(中国科学院华南植物研究所)王爱国(103)
树木种子休眠生理.....	
.....	(浙江省林业科学研究所)史忠礼(114)
植物组织培养的应用.....	
.....	(云南省林业科学研究所)蔡淑敏(126)
32种林木种子生活力的生物化学测定的试验研究.....	
.....	(中国林业科学院林业研究所)于淑兰(135)
光照对林木种子发芽影响试验研究.....	
.....	(中国林业科学院林业研究所)于淑兰(148)
美国林木种子经营管理.....	
.....	(中国林业科学院林业研究所)于淑兰(160)
种子园.....	
.....	(南京林学院)陈岳武(167)
依靠技术进步 提高林木种子生产管理.....	
.....	(西南林学院)王 棋(204)
附: 试管植物名称(录摘).....	
.....	(中国科学院上海植物生理研究所)杨乃博(213)

种子的寿命与贮藏

赵同芳

(上海市粮食科学研究所)

一、种子的寿命

高等植物在各自的生命活动中都有一个衰老与生命结束的过程，植物是如此，种子也是如此。种子收获前的生长发育完善程度，健全情况，收获时的气候条件，以及收获后是否进入一个最适宜的保管条件中等因素都会影响它的抗衰老与适应逆境的能力。最适宜的贮藏条件则可延缓其生理代谢强度，延长寿命。因此通过多种实验所了解的种子寿命，在很大程度上仍是相对的，是一个由量变积累到质变表现（丧失发芽力）的过程。对于在这个过程中所发生的导致衰老与死亡的生理代谢等原因，虽然了解一些，但还不能系统地、详细地说明问题本质，因为生命活动是千头万绪，错综复杂的，人们通过一个实验所了解到的也只是“九牛一毛”。因此到现在为止，我们仍只能给予种子所需要的条件延缓其衰老，保持生命力有益于人们的需要。而不能解决“生命不息”、“青春常驻”的奥秘。这个奥秘的揭示对生物界是十分重要而有意义的。

1. 种子寿命的长度

据已有实验证明，莲（荷花）的种子是经科学检定已知寿命最长的一种。1923年日本人大贺一郎和1952年我国科学院北京植物园对辽宁省普兰店泡子村附近河谷中发现的古莲子研究结果，指明这些埋藏在地下1—2尺深土层中的古莲种子，经刺破种皮之后仍能发芽生长并且开了花。这些古莲种子的年龄曾引起欧、美各国专家的注意。初步断定为120—400年。以后用检定 ^{14}C 断定为 1040 ± 210 年。最后综合各方实验结果，在1973年时断定这些种子的寿命为1024年。这些在土中沉睡千年的莲子，1953年催芽萌发，1955年开花，古莲的叶子较小，花蕾稍瘦而长，花瓣较尖，颜色深红。

自从十九世纪八十年代到现在，人们曾有计划地进行种子的寿命的保藏实验。结果指明，寿命超过一百年的有：大麦，123年，12%发芽；燕麦，123年，22%发芽；红花苜蓿，100年，发芽10%，可能尚有不发芽的硬实。贮存了105年的*Gooeliatatifolia*，发芽8%；*Hovea linearis*，发芽17%；决明*Cassia*属两个种，经115年后有40%发芽率（*C. bicapsularis*）和经过158年后尚能100%的萌发（*C. multijuga*）。已知寿命在50年到100年的种子有：白花苜蓿*Melilotus alba*，81年，发芽6%；三叶草，81年，发芽9.6%；石

栗 *Aleurites moluccan*, 79年, 发芽74%; 金雀花 *Cytisus candicans*, 80年, 发芽62%; 草苜蓿 *Melilotus gracilis*, 82年, 发芽22%; 含羞草 *Mimosa glomerata*, 81年, 发芽50%; 园形苜蓿 *Medicago orbicularis*, 78年, 发芽22%; 皱叶酸模 *Rumex crispus*, 80年, 发芽2%; 蛾毛苘花 *Verbascum blattaria*, 90年, 发芽22%。

Harrington于1972年发表了“种子的贮藏与寿命”的论文, 他综合汇编了一个可以干燥保藏的种子表计约70科322属, 731种植物, 多数缺乏种子水份与贮藏温度资料, 所以只能做一个参考。其中以豆科植物最多。一部分是由土壤中取出的。已知年限或未知而根据地面情况推算的年龄。现摘其一部分于表5—1中。其中以豆科木本植物种子的寿命较长。有些植物如: 七叶树、胡桃、杨树、柳树的种子在自然条件下, 不易保持生活力。因前两种不耐脱水干燥, 后两种贮藏物容易耗尽衰亡, 如采用低温湿积防干, 或用低温干燥降低代谢程度, 均可延长贮存寿命。

美国植物生理学家Went, 在1948年开始了一个种子寿命实验, 共计用了120种植物种子, 分别干燥, 真空, 密封于2400只玻璃管内, 埋于地下, 前期每十年取出一批样品, 进行发芽等实验项目。后期为间隔二十年取样。到2307年结束, 历时360年, 研究①种子的实际寿命究竟有多长; ②长期贮藏对种子萌发与生长发育的影响; ③年复一年的自然变化对该种子植株种性影响的比较。科学成果往往有十分重要的价值。有的是保密的。我国应当开展这方面的工作, 特别对于起源于我国的一些作物品种。

2. 寿命的种间差别

种子寿命的长短也受遗传基因所控制, 实验证明在同一条件中贮存了31—32年之后, 五种谷类作物的种子, 以大麦生命力最强, 发芽率中壮苗仍占96%, 加上4%的弱苗, 总数为100%。黑麦最差, 发芽中强苗1%, 弱麦5%, 总计6%。燕麦的壮苗为85%, 玉米为70%。硬粒小麦与小麦比燕麦稍好, 但不及大麦。三种豆类, 大豆年限短, 发芽率高。苜蓿与豌豆则相近, 但低于大、小麦种子, 详见表5—2。一般认为玉米胚大, 含油分高, 容易变质。油料种子也是如此。

品种间的差异也十分明显, 经32年贮藏后, 三个大麦品种, 能长成壮苗的种子百分比为96、80与72%。五个玉米品种分别为70、53、23、19与11%。四个小麦品种分别为85、15、1与0%。它们都是在相同的田间条件生长, 又在同样的室内条件贮藏。其它类种子也有类似情况。但品种间种子寿命的差别, 一般非短期内可以察觉, 而是在较长的贮藏过程中逐渐表现。例如, 几个大豆品种的种子, 贮存5个月后发芽率为95%到99%, 差别甚小。但4年之后, 发芽率的品种差异幅度为21%到99%。据美国园艺学会年刊(A. S. H. S.) 1967年, 91期, 521—528页报导, 四季豆、黄瓜、豌豆、西瓜等品种间的种子寿命长度差异显著。经过三种温度(50°、70°、90°F.)与三种湿度(50%、70%、90%)组合贮存三、六、十二个月后, 发芽结果指明耐藏品种的发芽率高出不耐藏品种约10%到20%, 例如: 豌豆, 最佳90.1%, 最差69.6%, 黄瓜种子是81.2%与63.9%, 西瓜为86.8%与63.9%。

种子的寿命与耐藏性受遗传基因控制, 长寿性状是显性因子, 用回交法能提高种子的寿命。

表 5--1,

在室温干燥条件中种子寿命在十年以上的植物种类

中 名	拉 丁 名	贮存条件(温度、水份)	年数	发芽
巨 杉	<i>Sequoia gigantea</i>	实验室干藏	18	16
白 冷 杉	<i>Abies concolor</i>	5°C水份10%	21	6
挪 威 云 杉	<i>Picea abies</i>	-4°C密封	15	40
白 皮 松	<i>Pinus albicaulis</i>	5°C密封	12	1
落 叶 松	<i>Larix dahurica</i>	5°C水份10%	16	5
糖 松	<i>Pinus lambertiana</i>	5°C水份10%	15	50
美 国 黄 松	<i>Pinus ponderosa</i>	5°C水份10%	17	94
五 针 松	<i>Pinus strobus</i>	3°C水份8%	10	93
柏	<i>Cupressus forbesii</i>	5°C水份10%	12	12
墨 西 哥 柏	<i>Cupressus lusitanica</i>	5°C水份10%	21	10
针 樱 桃	<i>Prunus pensylvanica</i>	3°C密封	10	76
悬 钩 子	<i>Rubus</i>	5°C干藏	12	4
无 脉 相 思 树	<i>Acacia anoura</i>	实验室	20	100
垂 枝 刺 相 思 树	<i>Acacia armata</i>	实验室	51	11
合 欢	<i>Albizia julibrissin</i>	室 温	147	4
橄 欖	<i>Canavalia ensiformis</i>	室 温	10	100
金 雀 花	<i>Cytisus albus</i>	实验室	51	78
银 合 花	<i>Leucaesca leucephala</i>	实验室	99	30
洋 槐	<i>Robinia pseudoacacia</i>	实验室 水份4%	50	4
红 花 槭	<i>Acer rubrum</i>	室 温	23	100
木 槿	<i>Hibiscus californicus</i>	室 温	41	1
锦 葵	<i>Malva moschata</i>	室 温	42	12
黄 芪	<i>Astragalus alpinus</i>	室 温	40	9
决 明	<i>Cassia bicantularis</i>	实验室	115	40
多 叶 羽 扇 豆	<i>Lupinus polyphyllus</i>	实验室	49	75
苜 蓿	<i>Medicago sativa</i>	实验室	78	22
白 香 草 目	<i>Melilotus alba</i>	实验室	77	18
野 木 樨	<i>Melilotus indica</i>	实验室	82	22
野 棘 豆	<i>Oxytropis campestris</i>	实验室	40	6
豌 豆	<i>Pisum sativum</i>	贮藏室	31	78
三 叶 草	<i>Trifolium arvense</i>	室 温	68	20

续表 5—1:

中 名	拉 丁 名	贮存条件(温度、水份)	年数	发芽
缸 豆	<i>Vigna glabra</i>	室 温	48	33
大 戟	<i>Euphorbia peplus</i>	实验室	57	3
田 旋 花	<i>Convolvulus arvensis</i>	实验室	50	62
旋 花	<i>Convolvulus flavus</i>	实验室	64	14
牵 牛	<i>Ipomoea</i>	实验室	40	60
花 环 菊	<i>Chrysanthemum carinatum</i>	实验室	10	28
除 虫 菊	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	实验室	15	58
百 日 草	<i>Linnia angustifolia</i>	实验室	10	40

本表选自Harrington, 1972年。

表 5—2:

豆类与麦类种子耐藏性的比较 (Hafevkamp · 1953)

品 种	贮 存 年 限	发 芽 情 况		
		壮 苗 %	弱 苗 %	死 籽 %
大 麦	32	96	4	0
玉 米	32	70	21	10
燕 麦	32	85	12	3
黑 麦	32	1	5	94
小 麦	32	85	14	1
硬 粒 小 麦	31	87	10	1
苜 蓿	31	80	4	16
豌 豆	31	78	8	14
大 豆	9	91	7	2

3. 收获前外界因素对种子寿命的影响

据记载由不同地区生产的同种作物的种子，当汇集贮存于一个仓库之中，其丧失发芽力的时间快慢差别很大。在同一地方不同年份收获的种子，因气候差异，耐藏性也不同。例如，英国剑桥做了一个有计划的实验，冬小麦品种Yeonan栽培于田间，收获后以最好的条件贮藏，每年做发芽实验。其中1921年收获的种子寿命最长，种子保持发芽率90%以上八年，1922年的种子只有四年。1926年种子接近于1921年的种子，1929年种子稍优于1922年种子。分析气象原因，1921年少雨而且阳光充沛。1922年则是多阴雨天气的一年。1926年的天气介于二者之间。1929年是特别旱的一年，种子水份低，收获脱粒时机械损伤严重，所以对于繁殖种子，要注意区域性的气象情况。我国华南、华中地区的早稻，全国大部分地区的小麦，成熟收获时遭遇阴雨连绵，往往穗上发芽，而失去做种子能力。北方高寒地区的秋收作物种子，特别是玉米，由于水份含量高可遭受冻害失去生命力，在贮藏期中长期处于零下低温条件下的种子，含水量不应大于在75%相对湿度中的平衡水份含量，玉米为14.8%，稻谷为14.6%。

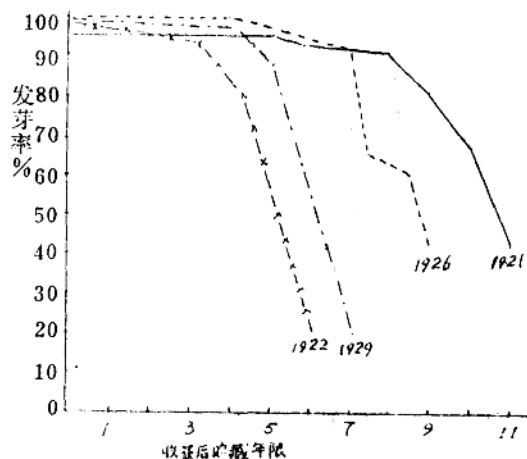


图5—1：不同气候年份收获的小麦种子在贮藏中失去活力的比较（Thomson, 1979）

许多禾本科作物的种子，虽然糊熟期即能发芽，但不耐贮藏。不及黄熟期收获的种子耐贮藏。花生、大豆、棉花籽也都如此。四季豆的种子贮存半年后，完熟种子发芽率73%，尚未成熟即采收的种子，只剩10%发芽率。老南瓜的成熟种子，每一百粒重10.9克，发芽率97%，嫩南瓜的种子每一百粒只有8.9克，发芽率为77%。散形花序植

物，如：胡萝卜，自外向内开花。外边先结籽，先成熟。如采摘太早，则中间种子尚未成熟。无限花序植物，如：油菜、萝卜等，自下而上开花，所以留种植株多“打顶”。以上种种原因都说明种子在贮藏期中丧失发芽力是逐渐的。弱的，发育不好的，和脱粒时受损伤易生霉的种子先失去发芽能力。

种子带果皮贮藏比脱粒贮藏的种子寿命长，质量好，因为它们有保护作用，可使种子免受损伤与微生物的侵袭。我国农村对于蔬菜等少量种子一般采用连植株一起束捆挂藏的办法，效果甚好，也是历史经验的积累所致。

4. 种子水份与寿命

久已知道种子含水量(一般用湿重基础计算)与它的贮藏寿命有直接关系，有些种子是不耐失水的。干燥会导致种子死亡，据我国林业科学院热带林业研究所报导，海南岛的木本植物的坡垒(*Hopeahainanensis*)，十一月份采收的新种子，含水量34.9%，发芽率65%，在20°C气温中风干两天半，含水量降为25.6%，发芽率也减为20%，风干四天半，水分为20.3%时，种子已完全失去发芽力。该地产的青皮(*Vatica hainanensis*)种子也有此特性。新种子，水分41.6%，发芽55%，20°C风干三天，水分降为23%，发芽率为21%，经超薄切片，电镜观察，发现干燥失水会引起细胞器膜结构的损伤，原生质也分散成团块状。造成一种不可逆的反应。

属于不耐干类型的种子还有：槭、栎、山毛榉、七叶树、胡桃、柑桔、板栗、橡实等。橡实含水量以60%以上为宜，如风干降低为30%以下，即失去发芽能力。板栗也有类似情况。这类种子宜于湿沙混藏于低温条件下，以防生霉发热变质。表5—3列举了一些有代表性的树种，其中关于笔杨的实验结果是科学院植物研究所北京植物园的报告材料，在一般大气温、湿、气条件中只能存活两个月的杨树种子，如用放有二氯化钙(干燥剂)的玻璃瓶密封保存于0°C上下的冰箱内，经过两年尚有80%的发芽率。还有些水生植物的种子，需浸在水中保藏，而且要低温，它们在自然条件下是否能度过夏日高温季节，未见调查，但中山大学生物系对水浮莲种子的研究指明，在室温中水浸一年，照光处理后仍可促其萌发。可能由于种子的抑制剂对霉菌生长与种子的生理代谢均有抑制作用。表5—4列举低温水浸保藏种子的结果，经半年到一年多的时间，大部份仍能保持较高的发芽率。如野稻、欧菱等。也有较差的，如：灯心草等。其原因可能是休眠的机理不同，特别是野生植物，已研究明确了种类仍占少数。大部分尚待揭示。

多数农作物的种子是耐干燥的。它们的胚细胞原生质，在种子成熟时由溶胶成为凝胶。一旦浸水吸涨，原生质又由凝胶变成溶胶，各种酶也由束缚状态转成游离状态促进各种生化反应，对于这类种子，干燥贮藏是保持发芽率的重要措施，综合许多实验结果，得出结论证明在种子水分5%到14%的范围内，每降低水分1%，就可使种子的贮藏寿命延长一倍。用许多蔬菜种子也得到验证，水分由8%降至7%多数均可延长寿命时间一倍左右。

对于耐干的种子，也不是愈干愈好。特别是双子叶植物的种子，过份干燥会引起子叶断裂。水分5%的大豆种子贮存三个月之后播种，出苗多畸形，子叶破裂。许多牧草种子贮存时含水量以7—8%为适宜。太干的种子直接浸水，会产生因吸涨过速而损伤。

含水量3—3.5%的高粱种子播种后出苗迟，胚根表现伤害，如先将这些种子放在室温通风之处，令其吸湿增加含水量到11%以上，则播种后出苗正常。所以对于太干的种子先宜摊晾吸潮，再播种为好。

表5—3:

种子不耐干燥的植物种类(需低温高湿保存发芽力)

中 名	拉 丁 名	温、湿、种子水份	存贮时间	发芽 %
紫杉	Taxus(8种)	2°C潮湿	5年	个别萌发
可可	Cocos nucifera	室温袋藏	16个月	0
山杨	Populus tremuloides	-5°C 10% R.H.	2年	10%
笔杨	P. nigra var. italica	①室温	2个月	0%
		②低温	2年	80%
柳	Salix discolor	室温R.H. >50%	6周	0
黑柳	Salix marsh	室温R.H. >50%	6周	0
山核桃	Carya(120种)	5°C R.H. 90%	5年	个别萌发
胡桃	Juglans regia	0°C R.H. 85%	1年	0
苦楝	Castanopsis chrysophylla	5°C潮湿	5年	个别
栓皮栎	Quercus suber	0°C 35%水份	8个月	86%
榆	Ulmus americana	5°C 6.5%水份	16个月	未减少
桂皮	Cinnamomum zeylenicum	室温袋藏	1个月	0
鳄梨	Persea americana	5°C R.H. 90%	15个月	40%
椴树	Sassafras albidum	3°C—5°C密封	—	—
枇杷	Eriobotrya japonica	5°C高湿	6个月	92%
古柯	Erythroxylum coca	3°C高湿	30天	2%
酸橙	Citrus aurantium	5°C 3.8%水份	11个月	22%
	Citrus grandis	2°C R.H. 88%	8个月	无减少
柠檬	Citrus limon	2°C R.H. 88%	6个月	无减少
柑桔	Citrus reticulata	7°C 58%水分	4年	88%
甜橙	Citrus sinensis	7°C 58%水分	4年	71%
枳	Poncirus trifoliata	7°C 58%水分	4年	91%
油桐	Aleurites fordii	1°—3°C湿沙	4 1/2年	35%
三叶橡胶	Hevea brailliensis	5°—10°C密封水藏	3个月	51%
芒果	Mangifera indica	室温R.H. 50%	80天	0
		(不能低于3°C)		

续表 5—3:

中 名	拉 丁 名	温、湿、种子水分	存贮时间	发芽 %
糖 槭	<i>Acer saccharium</i>	10°C (不能低于30% 水分) R.H. 100%	6个月	100%
七 叶 树	<i>Aesculus hippocastanum</i>	- 1 °C高湿密封	15个月	4 %
荔 枝	<i>Litchi chinensis</i>	3 °C高湿	3周	8 %
山 茶	<i>Camellia sinensis</i>	0 °C R.H. 100%	10个月	50%

· 经防霉剂处理

· 本表内容据Harrington, 1972. 汇编内容整理补充。

表 5—4:

需低温水藏的水生植物种子及其寿命

中 名	拉 丁 名	条 件	时 间	发 芽
大 叶 眼 子 菜	<i>potamogetoro amplifolium</i>	3 °C水浸	3个月	30%
慈 菇	<i>Sagittaria latifolia</i>	3 °C水浸	7个月	42%
花 蔺	<i>Butomus umbellatus</i>	3 °C水浸	7个月	64%
若 草	<i>Vallisneria americana</i>	3 °C水浸	5个月	87%
野 生 稻	<i>Lizania aquatica</i>	1 °C水浸	14个月	88%
灯 心 草	<i>Eleocharis calva</i>	3 °C水浸	7个月	6%
蔗 草	<i>Scirpus valiclus</i>	3 °C水浸	5个月	6%
菖 蒲	<i>Acorus calamus</i>	3 °C水浸	7个月	54%
盾 芯 芋	<i>Peltanclra virginica</i>	3 °C水浸	7个月	96%
睡 莲	<i>Nymphaea tuberosa</i>	3 °C水浸	7个月	56%
金 鱼 藻	<i>Ceratophyllum clemersum</i>	3 °C水浸	7个月	73%
欧 菱	<i>Trapa ratans</i>	3 °C水浸	7个月	92%
半 边 莲	<i>Lobelia dormanna</i>	3 °C水浸	7个月	87%

对于耐干性强的作物种子, 如在收获时遇气候阴雨连绵, 不能及时晒干, 则容易生霉发热, 失去发芽力。而且品质变劣也不适于食用。华南植物研究所与广东省粮食研究所, 曾对早籼谷的潮种子进行了数年实验。单用塑料薄膜密封, 使其由于种子呼吸达到

膜内高二氧化碳与低氧。三天之内不生芽,不霉变,晒干后仍有部分发芽。超过三天则由于缺氧呼吸与厌氧微生物生长而发生种子死亡,米质变劣且有臭味。对水分28%的早粘谷分三种方法处理(表5—5)。即:薄膜密封,每天去膜换一次气。单密封不换气。用丙酸(每万斤种子用八斤丙酸,加半倍水,喷洒拌匀但不用薄膜,通气保管)。经一周之后晒干保存,发芽力的保持以用丙酸最好,用千分之一的漂白粉(一千斤种子用一市斤)撒入湿谷内拌匀,薄膜密封,每天换一次气,效果也好。这种办法对麦类和油菜都可以用。但浓度不宜太高,时间也不宜过长,否则会影响处理效果。

表5—5:

高水分稻种短期应急保管不同时间晒干后的发芽%

处 理 \ 时 间(天)	1	3	6	7
塑 料 薄 膜 密 封	94.5	80.0	39.0	6.0
同 上 每 天 换 气 一 次	94.5	92.0	66.0	42.5
丙 酸 (万 分 之 八) 不 密 封	94.5	87.5	92.5	87.5

科学院华南植物研究所实验结果

5. 温度对种子寿命的影响

植物体内的生理代谢活动的强弱与温度有密切关系。在一定的温度范围内,例如:由1°C到35°C,每增高10°C,代谢强度即提高2—3倍,即所谓Q10值。成熟的种子在贮藏期中,要求维持最低的代谢水平。因物质代谢速率又与衰老相联系。代谢强度大即致衰老的加快,发芽力也随之丧失。一般认为当贮藏温度在0°C以上时,温度每增加5°C可使种子的贮藏寿命减少一半。例如,同一批大豆种子(水分13.9%)发芽率由95%降低为零所经过的时间在30°C中为五周,20°C中为24周,10°C中为120周。这批豆种贮存在0°C中的部分,经过十年之后的发芽率仍在90%以上。田间种植实验证明其产量与新种子相似。含水量11%的玉米种子在-5°C中,可保持种用品质九年,但在30°C中只能一年。水分9.4%的黄瓜种子在15.6°C中贮藏可保持发芽力三年。但在32°C中经三个月后已失去种用价值,表5—6中列举含水量都为10%的五种作物种子,在-12°C到32°C的五种温度中贮藏八年之后,发芽力的丧失随贮藏温度的升高而加速。种类间虽有差异,但在32°C中无一幸存。同时显示油料种子容易劣变。硬实种子的寿命较好。

对品种资源的保存,已研究用液态氮(-196°C)贮存种子。以稻谷、小豆、大豆、苜蓿与黑麦草进行的实验结果指明,放进液态氮时的种子水分与取出后的升温速度都直接影响种子的生命力。13%水分的稻种,直接浸入液态氮中,取出后升温快(每秒升

表5-6:

五种作物种子(水分10%)铁罐密封在不同温度中
贮藏八年后的发芽率

种 类	原始发 芽率 %	八 年 后 的 发 芽 率				
		-12°C	-1°C	10°C	21°C	32°C
红 花 苜 蓿	91	80	70	42	5	0
苜 蓿	95	94	91	0	0	0
红花Dathamus	95	79	72	0	0	0
芝 麻	88	0	0	0	0	0
高 粱	91	94	87	—	72	0

资料来源见: Jwstic amd Bass, 1979。

25°C)或慢(0.5°C)对发芽力无直接影响。含水量超过17.8%的种子经液态氮处理后,不管升温快慢,都不再发芽。13.5%到17%水分的种子经液态氮处理后,快速升温(每秒25°C)有利于保持发芽力。小麦种子也是如此。其原因据认为高水分种子自由水比率大,快速降温,冰晶体太大,对原生质造成伤害。中等水分的种子,自由水于快速降温时发生细胞内结冰,冰晶较小,对原生质危害不大,快速溶后仍可复原。自由水含量很少的种子,更可缓和这些变化。因此认为用液态氮保藏种子,应先把含水量降至7—10%,封入铝或塑料盒内,直接浸入液态氮中。需用时取出,置室温中恢复。至于用这种方法保藏对播种后作物的性状、产量等尚缺报导。

高水分种子受冻害会丧失发芽力,我国东北地区的玉米、水稻、花生和高粱在收获时遭遇早霜或收后未降水遭受冻害,均造成严重损失,仅1969、1972与1974年就使近千万斤粮食失去种用价值。对于冬季低温达-30°C的地区,玉米种子应降低含水量到15%,水稻种子为14%,花生种子为8%,基本上与长期安全贮藏的要求相一致。

6. 各种气体保藏对种子寿命的影响

空气由氧、氮、二氧化碳等气体成分组成。种子、害虫与微生物都需要氧以维持生命活动。如减少氧气,甚至达到完全缺氧,除可窒息害虫之外,可否同时延缓种子的生命活动,从而延长它们的贮藏寿命,是多年来研究的课题之一。由于贮藏条件中尚有温度与湿度,所以必须综合考虑。例如,用玉米(两个品种)的实验证明,含水量为8%、10%、12%与14%四种水分的种子,分别贮藏于充:空气、二氧化碳气或氮气的铁罐内,存放在-18°C、4°C、16°C与29°C四种温度中(共计96个处理。重复一次共192只铁罐)。五年以后测发芽率。在-18°C和4°C中贮藏的8%、10%与12%三种水分的种子发芽率

都在95%以上。气体间无区别。水分12%与14%的种子在29°C中半年到一年内全部失去发芽力，各种气体间也一样。

把含水量10%的玉米种子分别密封于：缺氧、20%氧、60%氧与100%的氧气中。贮存在0°、5°、10°、15°、25°、35°与50°C中。结果证明氧对丧失发芽力有促进作用，随着贮藏温度的升高，氧浓度大的种子丧失发芽力也快。和充氮的种子相比较，在低温中（-30°C）贮存三十一个月之后，充氧保藏在发芽率方面无区别。但在50°C高温中充氧的种子七个月即全部失去发芽力。充氮种子仍有部分种子发芽。

用莴苣（*Lactuca Sativa*）种子（水分：4%、7%与10%）分别装入充：空气、二氧化碳气、氮气、氦气与氩气和部分真空的铁罐中。贮于：-12°、-1°、10°、21°与32°C中，结果（表5—7）指明，经过八年之后，对于发芽力的保持与丧失，气体之间与抽真空均无明显区别。在21°C与32°C的较高温度中，种子低含水量仍是保持发芽率的主要因素。用红花草籽与高粱也有同样结果。对于几种禾本科牧草的干种子，在常温中充氮气或部分抽真空保管，发芽率均无明显差别。在高温中充氮保管反而加速丧失发芽力。稻种（水分13%）用二氧化碳成空气密封保管，比较它们发芽率的结果，认为二氧化碳气保管比空气好。充氮气和部分真空均不及氮气效果好。对于以若干蔬菜品种种子的实验结果则认为二氧化碳气对保管发芽力最有益。以棉籽为材料的贮藏实验也证明低水分（7%）的种子在21°C中，保管每半年测发芽到三年半以后，继续贮存的样品又在第八年与第十年取样测验，空气、氮气、二氧化碳气与纯氧四种处理之间无明显差别。氧气的有无对保持发芽力无关。7%水分的棉籽在33°C中经过三年半，无明显变质，因样品用完未再继续，高水分棉籽（13%）在较低温度（21°C）中，发芽力维持了半年，以后迅速衰变，在33°C中半年内全都失去发芽力，处理之间无明显差别。原作者 Simpson, 1953,（引自 Barton, 1961）认为影响种子生命力的主要因素是水分与温度，红花半边莲 *Lobelia cardinalis* 的低水分（4.7%）种子经6到8年保管，各种气体对保持发芽力的作用无明显区别。但水分较高（6.9%）的种子，纯氧气促进发芽力的丧失，二氧化碳与氮气则有延缓作用。

综合各有关实验结果可以认为：当水分低于安全标准，而贮藏温度又低于常温的情况下，各种气体和部分真空对保持种子的生活力无明显差别。含水量在安全到临界水平之间的种子，在常温中贮存时，二氧化碳与氮气对保持发芽力会优于空气。而提高氧气的分压是无益的。至于抽空减压可能适合于个别植物，如：杨树和榆树的种子减压贮存可延长寿命。而不是普遍有益。

二、种子贮藏

农、林、园等栽培植物多用种子繁殖。为了适应栽培或生长季节，种子于采收后要贮藏以备播种，保管的方式与方法依种子的数量，种类与性质等特点而有所不同。对于耐干燥的种子都以低含水量条件贮藏，不耐干的种子则要湿沙混藏并保持低温。有休眠的种子要据其性质给以解除休眠的条件。在保藏期中要定期检查，防虫防霉，减少危害，同时要创造条件减低种子本身的生理代谢强度，延迟品质劣变与衰老。所以种子贮

藏是一个细致而科学的保管工作。有关情况分述如下。

1. 贮藏对种子水份的要求

种子中的水份依据其存在状态，可分为结合水（附着水）与自由水（游离水）两类及其中间过度形式。与组成种子细胞有机物质的化学基因，如羟基、羧基、氨基、肽键等

表5—7:

温、气、水等因素对莠苣种子寿命的影响

温度 °C	种子水分 %	原始发芽 %	八 年 后 发 芽 %					
			空气	真空	CO ₂	氮气	氦气	氩气
-12	4	97	96	96	94	94	96	94
	7	97	98	97	94	95	97	96
	10	95	94	95	93	93	92	95
-1	4	97	90	95	98	90	93	93
	7	97	76	62	96	96	95	95
	10	95	91	91	92	96	93	94
10	4	97	90	-	93	95	89	95
	7	97	-	91	93	94	90	92
	10	95	0	0	0	0	0	0
21	4	97	90	90	92	89	90	93
	7	97	0	0	0	0	0	0
	10	95	0	0	0	0	0	0
31	4	97	96	90	92	85	92	88
	7	97	0	0	0	0	0	0
	10	95	0	0	0	0	0	0

引自 Justice and Bass, 1979。

表5—8:

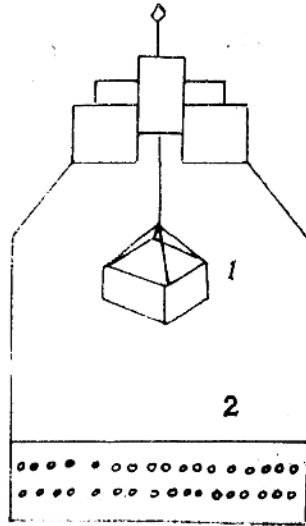
在不同湿度中稻谷与小麦的平衡水分含量(%湿重)

饱和盐类	相对湿度(%) (在26°C中)	种子水分%		
		梗谷	白皮小麦	红皮小麦
MgCl ₂	32.5	7.62	9.58	9.64
K ₂ CO ₃	43.9	8.78	10.73	10.96
Na ₂ Cr ₂ O ₇	53.3	10.83	12.00	12.02
NaCl	75.4	14.65	14.68	14.84
KCl	84.3	16.23	18.06	18.39
NH ₄ H ₂ PO ₄	92.5	21.02	23.28	23.64

图5—3:

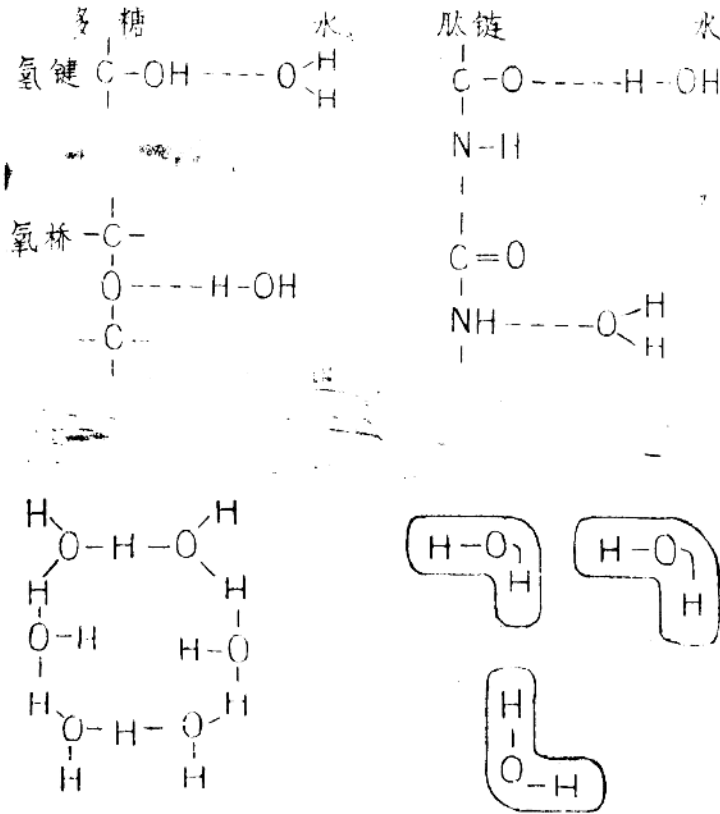
保持相对湿度的瓶子。

- 1. 种子兰
- 2. 饱和盐类水液



以氢键、氧桥等方式相连接的水分子叫结合水。而在细微组织间能自由移动的水分子叫游离水。它们可以相连接，也可自由独立(图5—2)，这些是参与化学反应的水分。在常温中能依照外部的水汽分压进行活动，空气干燥时向外，潮湿时间向内移动。低于冰点时结冰。因之游离水的多少直接影响种子的生理活动与生化变化强度，从而影响种子的品质与贮藏寿命。

图 5--2：水分子的结合与游离形式



种子在恒定的相对湿度与温度中可以达到含水量稳定不变，这被称为平衡水分。测定平衡水分的方法一般采用500毫升广口瓶一只，用带孔的橡皮塞封口，塞上打一圆孔，孔中穿一玻璃管，再用一只橡皮塞穿一铜丝封闭，瓶内放清水100毫升（1/5容积），水中放入指定的一种盐类，到饱和为止，铜丝下端悬一只小网篮内盛已知含水量的种子4—5克（图5—3）。整套瓶子放在26°C的恒温中，每天称重一次（将铜丝上端挂在天平一端，网不出瓶）。约经十天左右，重量不再增加或减少为止，取出种子，用105°C烘干法求实际含水量。我们曾用稻谷，小麦种子求出其在不同相对湿度中的平衡水分含量。（表5—8），由表中可以看出随着空气中相对湿度的增加，种子达到平衡后的含水量也增加，已有的研究结果证明，当谷类种子含水量超过14.5%，油料种子水分超过9—10%，种子的呼吸强度（耗氧和放出的二氧化碳）会骤然增高，伴之而出现的是生霉与发热。现在查明这个水分标准，是种子在75%的相对湿度中达到的平衡含水量。也是一般