

从上表看出，复土越浅保苗率越低，所以春小麦冬播必须保证复土在 1—1.5 寸左右。过浅不易获全苗。当然播种过深亦容易造成出苗不齐现象。

第四、冬季播种之后，必须加强田间管理，减少种子田间损耗量，保证及时发芽出苗。播种后要進行镇压，使种子与土壤密合，以利种子吸水出苗，减少“风雹”。表土经过长期冻化过程，会变疏松，应在解冻后再进行镇压 1—2 次，使表土落实，利于幼苗扎根。

有水利条件的土地，冬播实行春灌，保苗率高，出苗早。三家子管理区去秋 11 月 8 日播种的小麦，今春土壤解冻后灌水一次，出苗率达 99.2% 比未灌水的出苗率 60.3% 增加 38.9%，而且出的齐，生育一致。

第五、冬季播种，一定要在翻地同时施入粪肥。因为冬播当时，土壤坚硬，施盖头粪不能耙入土中和土壤充分融合，而且冬播时粪肥亦冻成块状，不易弄碎，施不均匀。

## 水稻种子贮藏方法的研究

陈南凯

(吉林省农业科学院作物所)

我省冬季气候严寒，水稻收割后干燥的时间短促，加上秋雨较多，种子本身的抗逆性较弱，因此给种子的干燥和贮藏工作带来了许多困难，往往因干燥不好或贮藏不当而引起发芽率的显著降低。目前为止，各地坏种的现象仍然很普遍。例如柳河县据不完全统计，坏种量达 120 万斤，海龙县双兴公社兴安管理区的 12 万斤种子全部坏掉。坏种的结果，不只直接损失了大量的种子，而且往往因为播种发芽率低的种子而引起缺苗减产，有些地区临时由外地调入大批商品粮做种，不只容易造成人为的混杂，而且由于远程调运也造成了经济上的损失。如何做好水稻种子的干燥和贮藏工作，是目前生产上值得引起严重注意的问题之一。

目前农村中采用的种子贮藏方法，主要的有库藏，露天囤藏和窖藏等，此外有草垛堆藏和分户贮藏等。这些方法中，窖藏是农民群众所创造的一个新的方法，并在贮藏技术等方面积累了丰富的经验。它的优点是安全保险，成本低廉，设备简单，操作方便，不受条件的限制。此法在我省吉林地区已较普遍地推广，其它地区也准备重点推广。

为了从理论上探讨窖藏种子的基本原理，以及在什么条件下应该采用窖藏方法等方面的問題，我們于 1957 年开始进行了水稻种子的贮藏试验，連續进行了两年，现将试验结果综述于下，供有关部门

参考。

### 一、試驗方法

以窖藏为主，并结合进行了库藏、囤藏、垛藏等不同方法。具体操作如下：

**窖藏：**小型窖五个，窖深 1.8 米，长宽各 1 米，大型窖一个长 2.5 米，宽 1 米，窖底铺稻草厚约 20 厘米，四周垫稻草厚约 10 厘米。然后将五种不同含水量的种子分别入窖，最后在上面盖一层整捆稻草，草上盖土，土层厚约 50 厘米，表面呈漫坡形。并在上部留一小孔，作为调查温度和取样时用。入窖时期为十二月四日。（按通常入窖时期最好是十一月上中旬）。

为了说明通气状态对种子贮藏的影响，設置了一个窖藏方法的辅助试验，即将三种不同水分的种子分别装入玻璃瓶中，每种二瓶，其中一瓶封口，一瓶用棉花堵口，可以适当通气，然后放在三种高低不同的温度条件中进行贮藏。

**库藏：**将不同含水量（57 年三种处理，58 年五种处理）的种子分别装入麻袋中，每袋种子量约 150 斤，然后放置仓库里进行贮藏。入库时期 57 年为一月十日，58 年为十二月四日。

**草垛堆藏：**将三种不同含水量的种子分别装入麻袋中，在堆垛时放入垛内贮藏，垛高约 3 米，麻袋

距垛底高約半米。入藏时期为十二月四日。

**露天囤藏：**將三种不同含水量的种子分別散裝入三个方形木桶中。每个种子量約1000斤，桶底垫高約半米，上面盖稻草。入藏时期为一月十日。

調查項目有种子发芽率、含水量、温度和种子的呼吸状况等。温度每3—7天調查一次，种子含水量和发芽率每隔15—20天調查一次。垛藏由于調查不便，只在貯藏前后各調查一次。

試驗品种1957年为青森五号，1958年为614—2。

此外，为了說明成熟度对种子发芽率的影响，曾經將不同成熟度的种子分別采收，并調查貯藏前后发芽率的变化情况。

## 二、試驗結果

### (一) 种子发芽率的变化：

发芽率的高低是檢驗种子貯藏效果好坏的主要标准，現將不同方法在貯藏过程中发芽率的变化情况分述如下：

1. 窖藏：在貯藏过程中发芽率的变化很小，

表1 不同貯藏条件下的种子发芽率变化情况 (1958年)

发芽率(%) 貯藏天数	处理									
	庫					窖				
	含水量 14.2	含水量 16.5	含水量 18.0	含水量 20.0	含水量 23.5	含水量 14.2	含水量 16.5	含水量 18.0	含水量 20.0	含水量 23.5
13 天	100	100	99.5	100	87	99	90	98.3	100	90
26 天	100	96.7	94.4	96.7	82	94	94	92	99.5	95.5
43 天	100	100	94	100	87	98	100	95.5	99	94.4
59 天	100	96.7	83	94	34.4	93	97	94	100	91
72 天	100	89	87	80.5	—	89	86	90	100	87
88 天	95	84.5	89	86.7	39.4	93	93	86.7	100	93.3
101 天	95.5	83	82	74	24.4	93	82	84.5	89	90
114 天	100	83	84	72	20	92	82	83	92	84.4
124 天	100	82	76.6	64.4	20.5	91	83	84	90	84.4

註：表內发芽率系以原有发芽率为100%为基数計算，下同。

表2 窖藏种子不同部位的发芽率变化情况

取样部位	上部	中部	下部	周圍	平均
发芽率(%)	96	100	98	92	96.5

3. 露天囤藏：貯藏过程中，普遍发生了发芽率降低的趋势，含水量高的种子发芽率降低的趋势更明显。如貯藏三个多月以后調查，所有处理的发

在种子含水量較高的情况下仍然能够保持較高的发芽率。經貯藏四个月后調查，含水量14.2%和16.5%的种子发芽率都保持在90%以上，含水量18%以上的种子保持在80%以上(表1, 图1)。同时，窖內不同部位的种子发芽率基本上沒有变化(表2)。

2. 庫藏：在种子含水量較低的情况下能够保持較高的发芽率，但随着种子含水量的提高，发芽率的降低趋势較明显。据58年試驗結果，經貯藏四个月后調查。含水量14.2%的种子发芽率达100%，含水量16.5%的种子保持在80%以上，含水量18%和20%的种子发芽率低于80%，含水量23.5%的种子經貯藏二个月后調查已降低到34%。(表1, 图1)。从不同部位看，麻袋中部的种子降低較明显。1957年試驗結果也有相同的趋势。当貯藏三个多月后調查，含水量14.2%的种子发芽率保持100%、含水量15.6%的种子降到78%，含水量17.8%的种子降到40%(表3)。可見庫藏种子一般含水量超过15%发芽率即有降低的趋势。

芽率都降低到40%以下，含水量17.8%的种子貯藏不到两个月即降低到34%，三个月以后降低到15%。在三、四月分气温变化較大的情况下发芽率的降低趋势更明显。(表3, 图1)。从不同部位看，圓的边緣較圓的中部的种子发芽率降低快。这是因为边緣的种子更容易受低温的影响所致。可見露天囤藏即使在含水量較低的情况下也不是一个安全的方法。

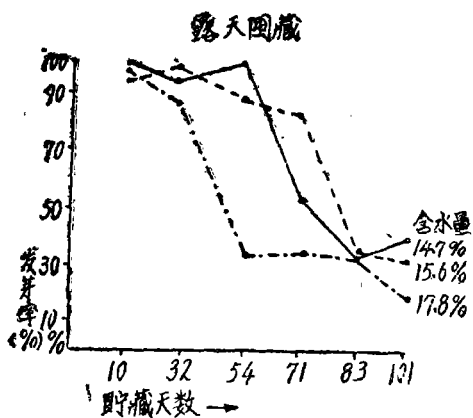
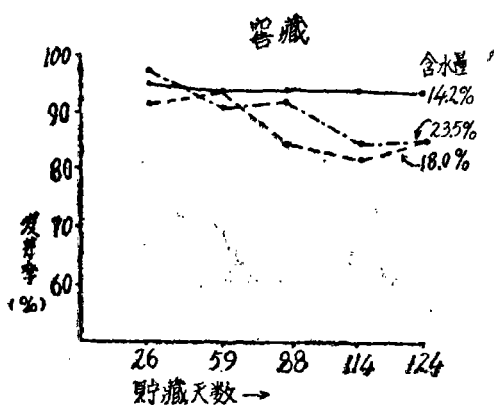
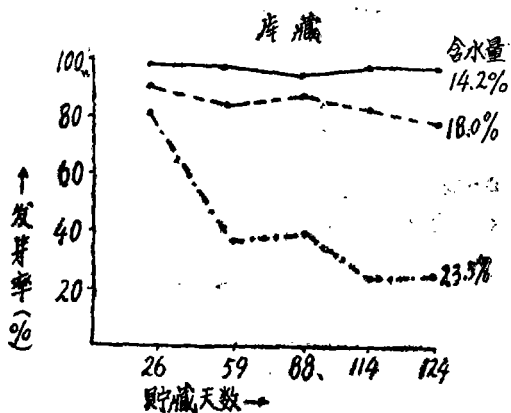


图1 不同貯藏条件下的种子发芽率变化情况

4. 草垛堆藏: 貯藏四个月後調查, 含水量14.2%的种子发芽率保持94%, 但含水量16.5%的种子降低到9%。含水量18%以上的种子发芽率接近于零(表4)。可見在种子含水量較高的条件下垛藏是一个最不安全的方法。

表3 不同貯藏条件下的种子发芽率变化情况 (1957年)

发芽率% 貯藏天数	庫藏			露天囤藏		
	含水量	含水量	含水量	含水量	含水量	含水量
	14.7%	15.6%	17.8%	14.7%	15.6%	17.8%
10 天	100	96	85	100	95	97
32 天	100	92	59	94	97	87
54 天	100	95	46	98	87	34
71 天	100	93	43	52	80	35
83 天	100	86	45	36	37	36
101 天	100	78	40	38	30	15

註: 含水量14.7%的种子, 四月分以後发芽率显著降低, 原因是受雨雪的影响, 增加了种子含水量所致。

表4 草垛堆藏种子含水量及发芽率变化情况

項目	處理	I	II	III	IV
		含水量 (%)	貯藏前	14.2	16.5
	貯藏后	13.9	16.3	19.5	21.8
发芽率 (%)	貯藏前	100	100	100	100
	貯藏后	94	9	3	2

註: 貯藏時間为四个月。

### (二) 种子温度的变化:

温度对种子发芽率有直接的影响。温度变化的原因一方面受气温的影响, 再方面受种子含水量和貯藏方法的影响。种子发芽率不只受温度高低的影响, 也受不同时期和不同時間内的温度变化的影响。現將不同貯藏方法的温度变化情况分述如下:

1. 窖藏: 窖藏种子的温度变化缓和, 基本上不受气温变化的影响, 和0.8米深度地温的变化基本一致。如試驗过程中日平均气温的变化幅度在-2°C和-19°C之間, 而窖藏种子的温度始終保持在0°C左右的恒温状态。同时不同含水量以及窖内不同部位的种子温度变化也很小。如含水量16.5%的种子在試驗过程中除了十二月分的温度稍高外, 种子堆内的温度始終保持在1°C左右。同一天内的温度变化(以8时和15时为准)不超过1°C, 日平均温度变化不超过2.1°C, 月平均温度变化不超过2.8°C。含水量18%以上的种子温度变化稍大, 但

一般变化幅度也保持在-1—3℃之間。(表5、表6、图2)。

表5 不同含水量的窖藏种子温度变化情况 (1958年)

处 理 月 日	气 温	窖 藏 (少 量)					窖藏 (大量)		茶 窖	
		含水量 14.2%	含水量 16.5%	含水量 18%	含水量 20%	含水量 23.5%	中 部	进 沿	密 閉	通 风
12.16	- 2.0	1.0	1.0	2.8	3.0	4.0	5.0	4.0	-0.5	-1.0
19	- 7.0	0.5	4.0	2.8	3.3	3.5	4.0	3.5	-0.5	-1.0
23	- 6.5	1.8	3.5	2.8	1.5	2.5	2.5	3.3	-2.5	-3.0
30	-19.0	1.0	3.0	2.0	1.0	-2.0	1.0	2.0	-3.0	-5.0
月 平 均	- 8.6	1.1	2.9	2.5	2.2	2.0	3.1	3.2	-1.6	-2.5
1. 6	- 8.0	1.0	1.0	-1.0	0.3	1.0	2.5	2.0	-1.5	-1.5
13	-17.5	1.3	0.5	0	-1.0	0.5	1.0	1.0	-2.0	-3.0
20	-18.3	1.5	-0.5	-0.3	-1.5	-0.5	0.3	-0.3	-1.8	-3.0
27	-18.3	1.3	-0.5	-1.0	-1.0	-0.5	-0.3	-0.3	-1.8	-2.3
月 平 均	-15.5	1.3	0.1	-0.1	-0.8	0.1	0.9	0.6	-1.8	-2.5
2. 3	-13.8	1.3	-0.5	-1.0	-1.0	-0.3	0	0.3	0.3	-2.0
10	-13.0	0.8	0.5	0.3	0	-0.5	0.8	0.8	-1.0	-0.8
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	-11.8	0.8	0.3	0.3	-0.8	-1.0	0.3	0.5	-0.8	-2.0
月 平 均	-12.9	1.0	0.1	-0.1	-0.6	-0.6	0.4	0.6	-0.5	-1.6
3. 2	- 8.3	1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	-1.3	0.5	-2.8	-3.8
9	- 7.8	1.3	0	-0.3	-0.5	0	0.8	1.0	-0.8	-0.8
16	- 4.5	0.5	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.8	-0.3	-1.0
23	- 5.3	1.8	1.0	2.3	3.0	4.5	—	—	—	—
30	- 3.0	1.8	1.3	2.8	3.0	6.8	—	—	—	—
月 平 均	- 5.8	1.3	0.5	1.0	1.1	2.4	0.2	1.1	-1.3	-1.9

註：① 表內温度为每天8时和15时平均，下同。

② 窖藏大量种子的含水量为20%。

表6 窖藏种子日温度变化情况

处 理	月 日 温 度	12月			1月			2月			3月		
		16日	23日	30日	6日	13日	20日	3日	10日	24日	9日	16日	23日
气 温	8时	-2	-5	-19	-8	-18	-18	-14	-14	-11	-7	-5	-6
	15时	-2	-8	—	-8	-17	-18.5	-13.5	-12	-12.5	-8.5	-4	-4.5
窖 藏 (含水量 16.5%)	8时	0	3	—	1	0	-0.5	0	0.5	0	0	0.5	1
	15时	1	3	—	1	-1	-0.5	-1	0.5	0.5	0	1	1

2. 庫藏：庫藏种子的温度变化较大，因气温和庫温的变化而升降。一般情况下較庫温略高。据58年試驗結果，含水量14.2%的种子，在試驗过程中日平均温度的变化幅度在2.3—14.5℃之間，

而庫温的变化幅度为1.3—17.3℃。一般种子温度較庫温高2℃左右，不同月分之間，以三月分的温度变化幅度较大。月平均温度的变化幅度在1—11.5℃之間。一天以內的温度变化也较大。

当种子含水量增加时，温度稍有变化，但变化不大。这可能由于种子在袋装条件下，种子容积不大，通气状态较好，因此可以避免种子的发热现象（图2）。57年试验结果也有相同趋势。

3. 露天囤藏：温度变化的规律基本上和库藏种子相同，但较库藏种子的温度变化幅度稍大。同时一般情况下种子温度落后于气温的变化（图2）。

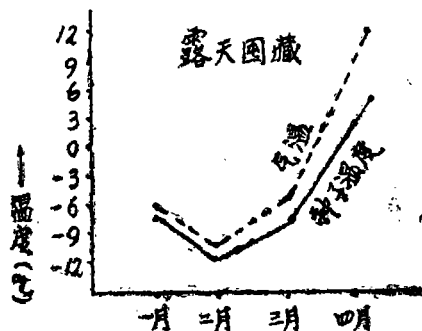
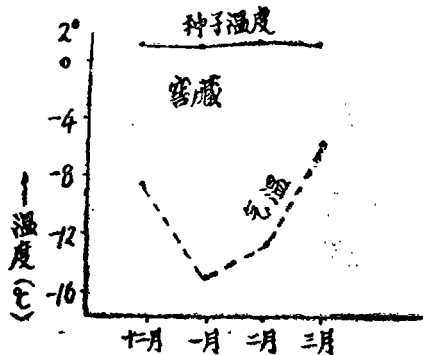


图2 不同贮藏条件下的种子温度变化情况。  
(库藏和窖藏的种子含水量为14.2%，  
露天囤藏的种子含水量为14.7%)

(三) 种子含水量的变化：

种子含水量在贮藏过程中也有所变化，一般库藏和露天囤藏的种子有降低的趋势，窖藏种子有增加的趋势。当试验结束时调查，原来含水量为14.2%、18%和20%的库藏种子分别降低到13.5%、17.8%和18.8%。窖藏种子却分别增加到18.8%、20.9%和22.4%（表7）。这是由于库藏种子的通风条件较好，贮藏过程中一部分水分蒸发。而窖藏种子在密闭条件下水分不可能蒸发，并吸收了一部分土壤水分。

表7 不同贮藏方法的种子含水量变化情况（1958年）

调查日期	含水量 (%)	处理									
		库 藏					窖 藏				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
贮藏前		14.2	16.5	18.0	20.0	23.5	14.2	16.5	18.0	20.0	23.5
12.17		14.5	16.8	18.8	20.1	21.9	17.2	18.3	18.7	18.9	20.8
12.30		15.8	18.2	20.7	19.9	23.9	16.6	19.3	20.6	20.1	22.7
1.7		15.3	18.5	18.3	19.8	23.0	17.0	20.0	18.2	20.5	21.5
2.2		15.2	20.4	17.9	18.2	22.9	18.3	18.6	21.5	18.0	21.4
2.15		—	—	—	—	20.2	18.0	20.0	19.3	19.3	—
3.2		14.6	18.0	17.4	19.4	22.6	17.3	20.1	21.4	20.7	22.9
3.28		14.5	—	16.1	18.6	20.0	18.0	18.0	19.1	20.3	23.8
4.7		13.5	17.9	17.8	18.8	21.4	18.5	17.5	20.9	22.4	23.5

(四) 通气状态的影响

种子在贮藏过程中，仍然在进行呼吸作用，因此通气状态对种子的生活力无疑会产生一定程度的

影响。根据辅助试验的结果，当种子含水量低时，无论贮藏时的温度条件和通气状态如何，发芽率都不受影响。当种子含水量提高和贮藏在较高的温度

条件下时，无论通气与否，发芽率都有降低的趋势，而密闭条件下的种子，发芽率的降低更显著。如含水量14.2%的种子，所有处理的发芽率都保持在95%以上。而含水量23.3%的种子，在密闭条件下贮藏三个月后调查，低温条件的发芽率为70%，常温条件的发芽率为63%，高温条件的发芽率接近于零。而在适当通气状态下的种子，贮藏以上的温度条件下时，三个月后的发芽率分别为76%、80%和64%（图3）。同时用燃着的火柴伸入瓶口时，种子含水量高并在高温密闭条件下贮藏的种子，火焰立即熄灭，可见其中积累了多量的CO<sub>2</sub>。同时一部分种子发生了霉烂现象。

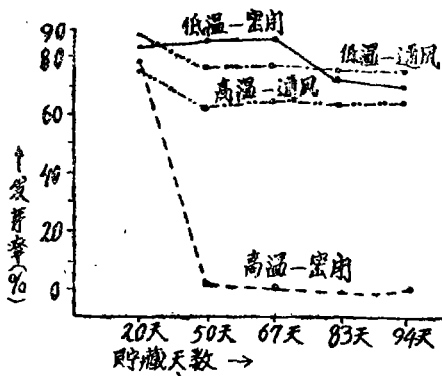


图3 不同温度及通气状态下的种子发芽率变化情况（种子含水量23.5%）

根据以上试验结果，说明含水量高的种子，贮藏于高温和密闭条件下发芽率显著降低的原因，是由于在这样的条件下，种子的呼吸强度增加，同时氧气的供应缺乏，因此呼吸的方式改变，由需氧呼吸转变成缺氧呼吸，呼吸过程中产生了不完全氧化的物质（酒精），对种子发生毒害作用〔一〕。而在种子含水量低，或者含水量较高而温度较低条件下，缺氧呼吸进行缓慢，因此对种子的生活力不发生影响或者影响较小。

此外，种子成熟度对种子发芽率也有直接的影响。据1956年试验结果，成熟度差的种子，较充分成熟的种子发芽率和发芽势显著降低，发芽所需的天数延长。经过半年的贮藏以后，发芽率的降低更明显，但发芽势却较贮藏前稍有提高，发芽所需的天数也缩短。这是由于贮藏后的种子完成了生理后熟作用所致。如青森五号品种，黄熟期的种子贮藏后发芽率变化很小，发芽势由89%提高到96.5%，

发芽时间缩短2天。而腊熟期的种子贮藏后发芽率由98.5%降低到81.5%，发芽势由22.5%提高到41.5%。发芽时间缩短3天。腊熟期的种子，贮藏后发芽率由68%降低到22%，发芽势也略有降低，发芽时间缩短6天。元子二号品种也有相同的趋势（图4）。

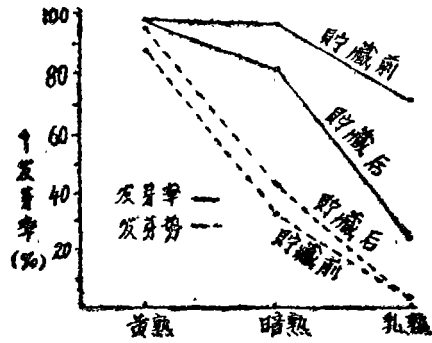


图4 种子成熟度对发芽率的影响（试验品种青森五号）

### 三 问题讨论

（一）种子贮藏过程中不同因素之间的相互作用：

种子在贮藏过程中，主要受种子含水量、温度、通气状态以及种子成熟度等因素的影响，这些因素都将直接或间接的影响到种子的呼吸作用和其它化学物理方面的变化，并进一步影响到种子的生活力。同时这些因素之间，又是互相作用和互相制约的。一般情况下，种子含水量是起主导作用的因素，而温度是直接影响种子生活力的因素。

根据试验结果的分析，可见当种子的含水量较低时（14%左右），种子的呼吸作用进行缓慢，因此其它因素在一定范围内的变化对种子的生活力影响不大。当种子含水量增加，呼吸强度也随之增加。如含水量10—12%的种子，几乎不呈现任何生命活动，当含水量提高到14—15%时，呼吸强度将增加2—3倍，含水量达33%时，呼吸强度增加到5000倍以上〔二〕。同时，呼吸强度增加后，一方面消耗了种子内部的养料，再方面产生大量的热能，这些热能聚积在种子堆内而促使种子温度迅速上升。另一方面，温度上升后反过来又促进了呼吸作用。通常温度每增加10℃呼吸大约增加一倍〔三〕。

温度上升到一定程度后将引起种子内部的蛋白质凝固，使种子发生霉爛。另一方面，温度过低也会产生冻害而降低种子的发芽率。

温度对种子生活力的影响不只关系到温度的高低，也关系到温度在不同时间内的变化。通常温度变化激烈的情况下呼吸强度增加，同时种子细胞内部的水分时而冻结，时而融化，使细胞因机械损伤而发生死亡。这是早春季节种子发芽率容易降低的原因。据黑龙江省佳木斯試驗站試驗結果，在变温的条件下，种子发芽率普遍降低，含水量高的种子发芽率降低更明显。如含水量14.2%和15.7%的种子，三个半月以后发芽率降低到60%以下，含水量18.2%和19.6%的种子，一个半月以后发芽率接近于零〔四〕。因此在貯藏过程中，应该充分注意冬季低温和早春季节变温的影响。

空气中二氧化碳的含量不只会影响呼吸作用的强度，也会改变呼吸作用的性质，即由需氧呼吸转变为缺氧呼吸，在缺氧呼吸的情况下，放出的能量很少，因此不容易引起种子发热，同时呼吸过程中产生一部分酒精，对种子发生毒害作用。这是含水量高的种子，在高温和密闭的条件下发芽率显著降低的原因。因此，在这样的条件下貯藏的种子，必须经常换气。

### (二) 窖藏种子比较安全的原因：

在一般貯藏方法的条件下，由于不同因素之间相互作用的结果，种子含水量的高低往往是影响发芽率的主导因素。但在窖藏的条件下，种子和外界条件隔绝，受气温变化的影响小，只在一定程度上受地温变化的影响，而地温的变化是比较缓和的。另一方面，由于缺乏空气，种子只能进行缺氧呼吸，在温度较低和变化很小的条件下，呼吸作用缓慢，呼吸过程中产生的热能也很小，不致于因于强烈的呼吸作用而提高种子的温度。因此基本上避

免了引起种子温度变化的内因和外因，使温度保持在0℃左右的恒温状态。因此能够避免或减少其它因素变化后所产生的不良影响。也可以说，在窖藏的条件下，在一定程度上改变了一般貯藏条件下不同因素之间的作用规律，温度成了貯藏过程中的主导因素。这是窖藏种子能够在较高的种子含水量的条件下保持生活力的基本原因。

### (三) 不同貯藏方法的具体应用：

种子貯藏的目的，就是要设法控制貯藏过程中的作用因素，尽量避免一切因素的不良影响以保持种子的高度生活力。因此在生产实践中，首先要做好种子的干燥，使种子含水量降低到14%左右，其次要根据种子含水量的高低和其它条件采用适当的貯藏方法，下面提供几点具体意见，供作参考：

1. 为了适应当前人民公社和国营农场的具体条件，可以多种貯藏方法同时并用。一般情况下应以庫藏和窖藏为主，结合采用露天囤藏和分戶貯藏等方法。

2. 当种子干燥彻底时(含水量14%左右)貯藏条件对种子的发芽率影响不大，因此可根据条件采用任何一种或多种貯藏方法，但条件许可时最好用庫藏。

3. 当种子干燥不彻底时(含水量超过15%)，往往因为貯藏方法不当而降低发芽率，为了达到安全貯藏的目的，最好采用窖藏。含水量不超过16%时，庫藏尚可勉强采用，但应尽量避免露天囤藏和梁藏。

### 参考文献：

- 〔一〕馬克西莫夫“植物生理学” P.369。
- 〔二〕馬克西莫夫“植物生理学” P.366。
- 〔三〕馬克西莫夫“植物生理学” P.365。
- 〔四〕黑龙江省农业厅“水稻种子貯藏保管技术”。

