

# 三种保存条件下水稻和小麦种质资源 安全保存期的分析

宋超<sup>1</sup>, 辛霞<sup>1</sup>, 陈晓玲<sup>1</sup>, 张金梅<sup>1</sup>, 尹广鹞<sup>1</sup>, 何娟娟<sup>1</sup>, 覃初贤<sup>2</sup>, 卢新雄<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国农业科学院作物科学研究所国家作物种质库, 北京 100081; <sup>2</sup>广西农业科学院种质库, 南宁 530007)

**摘要:**种子从入库保存至其发芽率降至更新发芽率标准的贮藏时间即为种质的安全保存期。在低温种质库以及室温等条件下, 还未见有种质安全保存期的文献报道。本研究以水稻和小麦种子为例, 分析了在国家长期库、广西中期库以及不同气候区室温保存的生活力监测数据, 以了解种质安全保存期。结果表明, 在国家长期库保存 20~22 年的 3500 份水稻和 3279 份小麦种子的生活力仍保持在较高水平; 99% 以上的水稻种子和 96% 以上的小麦种子在长期库的安全保存期超过 20 年。中期库保存 17~19 年的 801 份水稻种子中, 有 96% 以上种子的安全保存期超过 17 年。水稻和小麦种子在 6 个气候区室温保存的监测结果显示, 北方低温地区保存效果普遍好于南方高温地区, 北方低温地区适宜含水量种子的安全保存期超过 14 年, 可达中期保存要求。分析发现种子的安全保存期不仅与保存温度、种子含水量等保存条件有关, 还与种子的初始质量、品种类型等诸多因素有关。

**关键词:**水稻; 小麦; 种质库; 室温保存; 安全保存期

## Safety Storage Life of Rice and Wheat Germplasm Resources at Three Storage Conditions

SONG Chao<sup>1</sup>, XIN Xia<sup>1</sup>, CHEN Xiao-ling<sup>1</sup>, ZHANG Jin-mei<sup>1</sup>, YIN Guang-kun<sup>1</sup>,  
HE Juan-juan<sup>1</sup>, QIN Chu-xian<sup>2</sup>, LU Xin-xiong<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>National Crop Genebank of China, Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081; <sup>2</sup>Genebank, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007)

**Abstract:** The safety storage life of seeds is the time taken for seed viability reduced from the original value to the regeneration standard. The safety storage life of germplasm resources under low-temperature or ambient storage is rarely studied. To address this question, the viability monitoring data of rice and wheat seeds stored at the National long-term genebank, mid-term genebank, and ambient conditions were analyzed. Viability of 3500 rice accessions and 3279 wheat accessions at the National long-term genebank and 801 accessions at Guangxi mid-term genebank were monitored by germination test after being stored for 20 to 22 years or 17 to 19 years, respectively. The results showed that over 99% rice seeds and 96% wheat seeds could be safely conserved for more than 20 years at the National long-term genebank. At the mid-term genebank, the safety storage life of rice was shorter than that of the National long-term genebank, but still over 17 years. The germination percentages of rice and wheat seeds stored under ambient conditions at different climatic regions suggested that the viability of seeds kept at the low temperature region was higher than that at the warmer ones. The safety storage life of seeds with optimum moisture contents at low temperature region was longer than 14 years. The length of the safety storage life was related to not only the storage conditions but also the initial quality, the variety types of the seeds, etc.

**Key words:** rice; wheat; genebank; ambient storage; safety storage life

收稿日期: 2014-01-26 修回日期: 2014-03-10 网络出版日期: 2014-06-09

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20140609.1415.010.html>

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资助项目(2011006); 农业部农作物种质资源保护利用项目(2130135)

第一作者研究方向为种质资源保存。E-mail: songchaozc2005@163.com

通信作者: 卢新雄, 研究方向为种质资源保存。E-mail: luxinxiong@caas.cn

种子成熟后开始逐渐丧失生活力,自然条件下寿命较短。为延长种子寿命,采用多种方式进行种子保存,例如低温库和室温干燥保存。其中,低温库包括 $-20\sim-18^{\circ}\text{C}$ 的长期库和 $-4\sim10^{\circ}\text{C}$ 的中期库2种方式。据统计,目前全球保存的740万份资源中,约90%是保存在1700余座低温种质库中<sup>[1]</sup>。目前,我国建有长期库1座和中期库40余座,保存50多万份种质资源。室温干燥保存是将种子干燥至较低含水量,然后密封保存于室温条件下;或者直接将种子存放于盛有硅胶的干燥器中。室温干燥保存经常在基层科研单位中使用。然而无论室温还是低温库保存,虽然可以有效延长种子寿命,但都不能阻止种子生活力下降并最终死亡<sup>[2]</sup>。

保存寿命一般是指种子开始保存至发芽率下降至50%或者完全丧失发芽能力的时间。然而许多研究报告指出,低发芽率种质在保存与繁殖更新过程中,往往发生种质遗传完整性改变<sup>[3-7]</sup>。例如,A. M. Dourado等<sup>[8]</sup>对大麦、蚕豆老化种子的研究表明,随着种子生活力的降低,点突变也显著增加;S. D. Stoyanova<sup>[7]</sup>发现种子生活力下降影响种质的遗传完整性;王栋等<sup>[4]</sup>发现大豆种子发芽率降到81%以下时,群体遗传多样性和稀有等位基因数显著下降,遗传完整性降低;张晗等<sup>[5]</sup>对玉米遗传完整性研究中获得相似结果。种质资源保存的目的是既要保持种子生活力,又要保持其遗传完整性。因此,作物种质资源保存中,需要在种子发芽率降到一定程度时进行繁殖更新。种质从入库保存至其发芽率降至更新发芽率下限的这段贮藏时间,即为种质资源的安全保存期。FAO/IPGRI<sup>[9]</sup>推荐了种质库种质资源更新发芽率的下限标准,即发芽率降至入库初始值的85%。本课题组研究提出水稻和小麦种子的更新发芽率下限在75%左右<sup>[2,10]</sup>。由此可见,种质安全保存期显然比保存寿命短。此外,有关种子保存的研究多数是分析或经过数据模拟种子的保存寿命,而对种质安全保存期几乎没有关注,低温库和常温保存条件下实测获得的安全保存期更是未见报道。为此本研究通过分析长期库、中期库和室温保存这3种保存条件下水稻和小麦种子生活力监测数据,以了解水稻、小麦种质资源在这3种条件下的安全保存期,以便为作物种质资源的安全保存提供实践指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与数据来源

以水稻、小麦种质为例,分析了在长期库、中期

库和室温条件下保存过程中的生活力监测数据。各保存条件如下。

**长期库:**即国家作物种质库,保存温度 $-18^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度低于50%。种子含水量5%~7%,马口铁盒密封包装。监测份数为水稻3500份、小麦3279份,种子保存20~22年。

**中期库:**广西农业科学院种质库(以下简称广西中期库),保存温度为 $-1^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度低于50%。种子用纸袋包装。监测水稻份数为801份,种子保存17~19年。

**室温:**小麦和水稻种子在6个地区进行室温保存,分别是哈尔滨(温带季风气候区-湿润区)、西宁(高原气候区)、乌鲁木齐(温带季风气候区-干旱区)、北京(暖温带季风气候区)、南昌(亚热带季风气候区)和三亚(热带季风气候区),其年平均温度分别是 $5.3^{\circ}\text{C}$ 、 $6.0^{\circ}\text{C}$ 、 $7.8^{\circ}\text{C}$ 、 $13.2^{\circ}\text{C}$ 、 $18.5^{\circ}\text{C}$ 和 $26.2^{\circ}\text{C}$ , $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温分别是 $3202.5^{\circ}\text{C}$ 、 $2745.9^{\circ}\text{C}$ 、 $3540.2^{\circ}\text{C}$ 、 $4118.1^{\circ}\text{C}$ 、 $6410.2^{\circ}\text{C}$ 和 $8074.3^{\circ}\text{C}$ 。种子经硅胶干燥至不同含水量(水稻3.0%~10.6%、小麦4.0%~12.7%)后用铝箔袋密封包装,在以上6个地区无空调房间内进行保存。该试验始于1997年,之后逐年监测种子生活力。

以上3种条件下保存种子的初始发芽率均高于90%。

### 1.2 生活力监测方法

生活力测定具体操作规程采用《国际种子检验规程》<sup>[11]</sup>的方法进行,以发芽率代表种子生活力。考虑到种质资源珍贵和为避免浪费,每份测定用种量的粒数减为50粒,4次重复。不同气候区贮藏种子室温回湿2周后测定发芽率,广西中期库水稻种子发芽前用蒸馏水浸种24h,50粒,2~3次重复。

### 1.3 种质安全保存期的确定

种质安全保存期为种子生活力降低至更新发芽率下限时所用时间。按FAO/IPGRI<sup>[9]</sup>观点,当种子生活力下降至入库初始生活力的85%时需进行更新,因其标准相对初始值而变,以下简称相对标准。本课题组研究提出水稻和小麦种子的更新发芽率下限在75%左右<sup>[2,10]</sup>,因此标准与初始值无关,是一绝对数值,以下简称绝对标准。本研究采用这2种更新标准分别计算种子的安全保存期。

## 2 结果与分析

### 2.1 3种条件下的种质安全保存期

#### 2.1.1 长期库种质安全保存期 长期库保存水稻

和小麦种子生活力监测结果列于表 1。所监测的 3279 份小麦种子平均初始发芽率为 97.9%, 平均监测发芽率为 95.0%; 3500 份水稻种子的平均初始发芽率为 97.5%, 平均监测发芽率为 96.0%。2 种作物种子在长期库保存 20~22 年后, 平均发芽率下降值分别为 2.9% 和 1.5%, 总体下降不明显, 种子的生活力仍保持在较高水平。若按绝对标准, 则所监测的水稻和小麦种子中分别有 3491 份和 3234 份种子发芽率高于更新标准, 占监测总份数的 99.7% 和 98.6%; 而若按 FAO/IPGRI 推荐的相对标准, 2 种种子发芽率高于更新标准的份数则分别为 3474 份和 3147 份, 占监测总份数的 99.3% 和 96.0%。由

表 1 水稻和小麦种子在长期库和中期库保存生活力监测结果

Table 1 Seed viability monitoring of rice and wheat seeds stored at long-term and mid-term genebank

作物 Crop	保存条件 Storage condition	保存时间(年) Storage years	平均初始 发芽率(%) MIGP	平均监测 发芽率(%) MMGP	监测数量 Accession number		
					总份数 Total	MGP > 75%	MGP > IGP × 85%
小麦 Wheat	长期库	20~22	97.9	95.0	3279	3234	3147
水稻 Rice	长期库	20~22	97.5	96.0	3500	3491	3474
水稻 Rice	中期库	17~19	97.8	90.2	801	710	674

MGP > 75% : 发芽率高于绝对标准(75% 发芽率)的份数; MGP > IGP × 85% : 发芽率高于相对标准(初始发芽率的 85%)的份数

MIGP: Mean initial germination percentage, MMGP: Mean monitored germination percentage, MGP > 75% ; No. of accessions with monitored germination over the absolute value of the regeneration standard, G = 75% , MGP > IGP × 85% ; No. of accessions with monitored germination over the relative value of the regeneration standard, G = IGP × 85%

**2.1.3 室温条件下的种质安全保存期** 水稻和小麦种子在西宁等 6 个地区室温保存 14 年后, 发芽率均有不同程度下降。各含水量种子在 6 个地区的存活曲线见表 2 和表 3。由于种子存活曲线均呈反 S 型, 对存活曲线进行 Sigmoid 拟合, 根据拟合曲线分别按照 2 种更新标准计算种质安全保存期(表 2 和表 3)。总体而言, 种质安全保存期随着保存地点年平均温度或 0℃ 以上积温的升高而逐渐缩短; 随着种子含水量的降低, 呈现先延长后缩短的变化趋势。以最适宜含水量种子的安全保存期为考量标准, 水稻种子在西宁、哈尔滨、乌鲁木齐、北京、南昌和三亚的最长种质安全保存期分别为 14 年以上、14 年以上、7~8 年、13 年左右、7~8 年和 4~5 年。小麦在西宁、哈尔滨、乌鲁木齐、北京、南昌和三亚的最长种质安全保存期分别为 14 年以上、11~13 年、7~8 年、8~9 年、6~7 年和 5 年左右。总体而言, 2 种作物在各地的安全保存期较为接近, 在北方低温地区可达中期保存效果, 而在南方高温地区只能做短期保存。

## 2.2 影响种质安全保存期的因素

除前述保存条件的影响外, 数据分析中发现种

此, 绝大多数小麦和水稻种质长期库中的安全保存期均超过 20 年。

**2.1.2 中期库种质安全保存期** 801 份水稻种子在广西中期库中保存 17~19 年后平均发芽率由 97.8% 下降到 90.2%, 下降幅度大于长期库。按绝对标准则有 710 份种子发芽率高于更新标准, 占监测种子总数的 88.6%; 若按相对标准, 发芽率高于更新标准的份数则为 674 份, 占监测种子总数的 84.1%。由此可以推断, 大部分水稻种质中期库中的安全保存期超过 17 年, 但与长期库相比, 安全保存期有所降低, 低于更新标准的种子数量和比例远远超过长期库(表 1)。

质安全保存期还受以下因素影响。

**2.2.1 种子初始质量** 本研究 3 种条件下保存种子的初始发芽率均在 90%~100% 之间, 将初始发芽率按照 1% 差距进行分组(表 4), 分析初始质量对长期库和中期库中小麦和水稻种子安全保存期的影响。结果发现, 在 90%~100% 范围内, 随着初始发芽率的降低, 平均监测发芽率呈下降趋势, 两者之间显著正相关, 长期库保存小麦、长期库保存水稻、中期库保存水稻的初始发芽率和平均监测发芽率之间的 Person 相关系数分别为 0.985、0.980 和 0.875, 其  $P$  值均  $< 0.0001$ 。初始发芽率越低, 监测值间一致性越差, 变异系数越大, 监测值的标准偏差、变异系数均与初始发芽率显著负相关( $P$  值均  $< 0.01$ )。初始发芽率越低, 保存后发芽率降到更新标准的种子份数越多。以中期库保存水稻种子为例, 经过 17~19 年的保存, 初始发芽率为 100% 的 201 份种子中分别有 5 份和 6 份种子发芽率降低到绝对更新标准和相对更新标准以下, 所占比例不足 3%; 而初始发芽率仅 90% 的 19 份种子中则有 9 份降低到更新标准, 比例显著提高至 47.4%。由此可以认为, 种子的初始质量越高越有利于延长其安全保存期。

表2 不同含水量水稻种子在6个气候区保存14年生活力监测结果及种子安全保存期

Table 2 The monitoring results and safety storage life of rice seeds with various moisture content being stored at the six places for 14 years

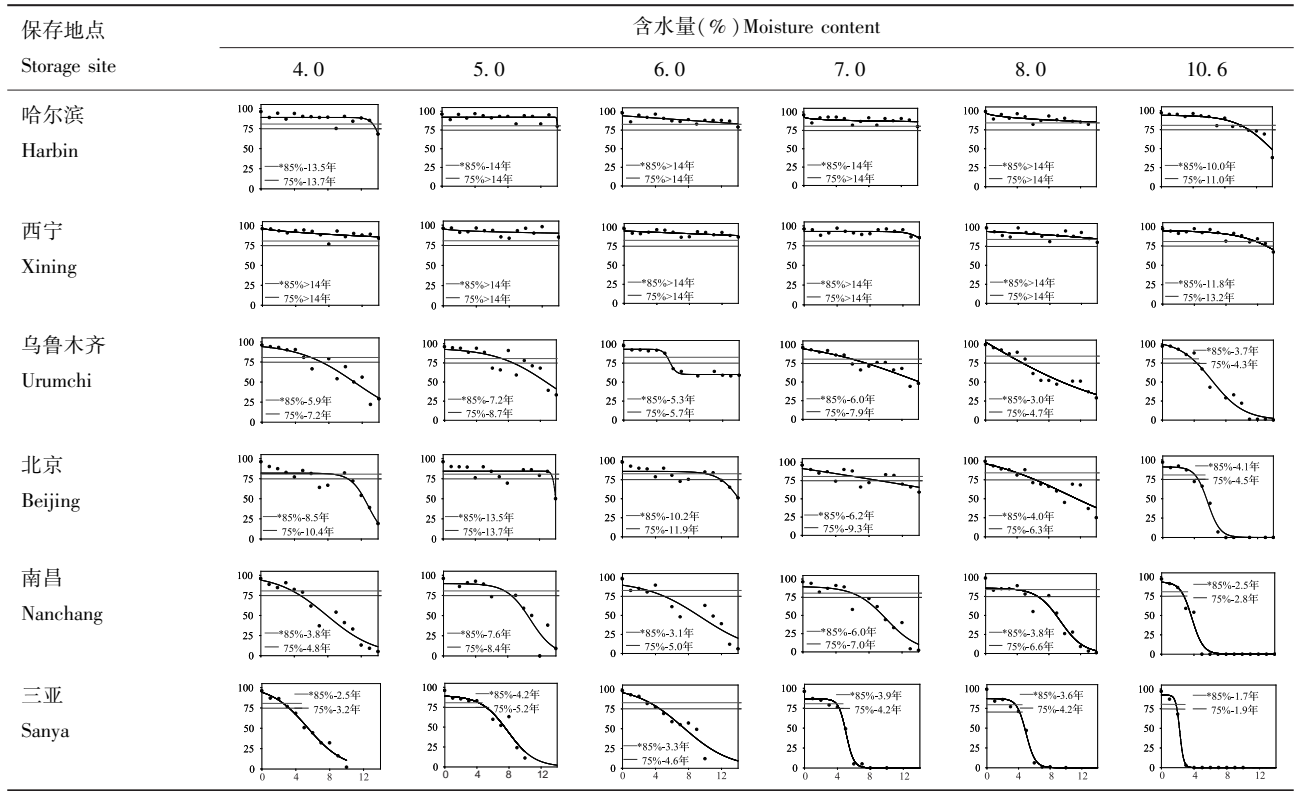


表3 不同含水量小麦种子在6个气候区保存14年生活力监测结果及种子安全保存期

Table 3 The monitoring results and safety storage life of wheat seeds with various moisture content being stored at the six places for 14 years

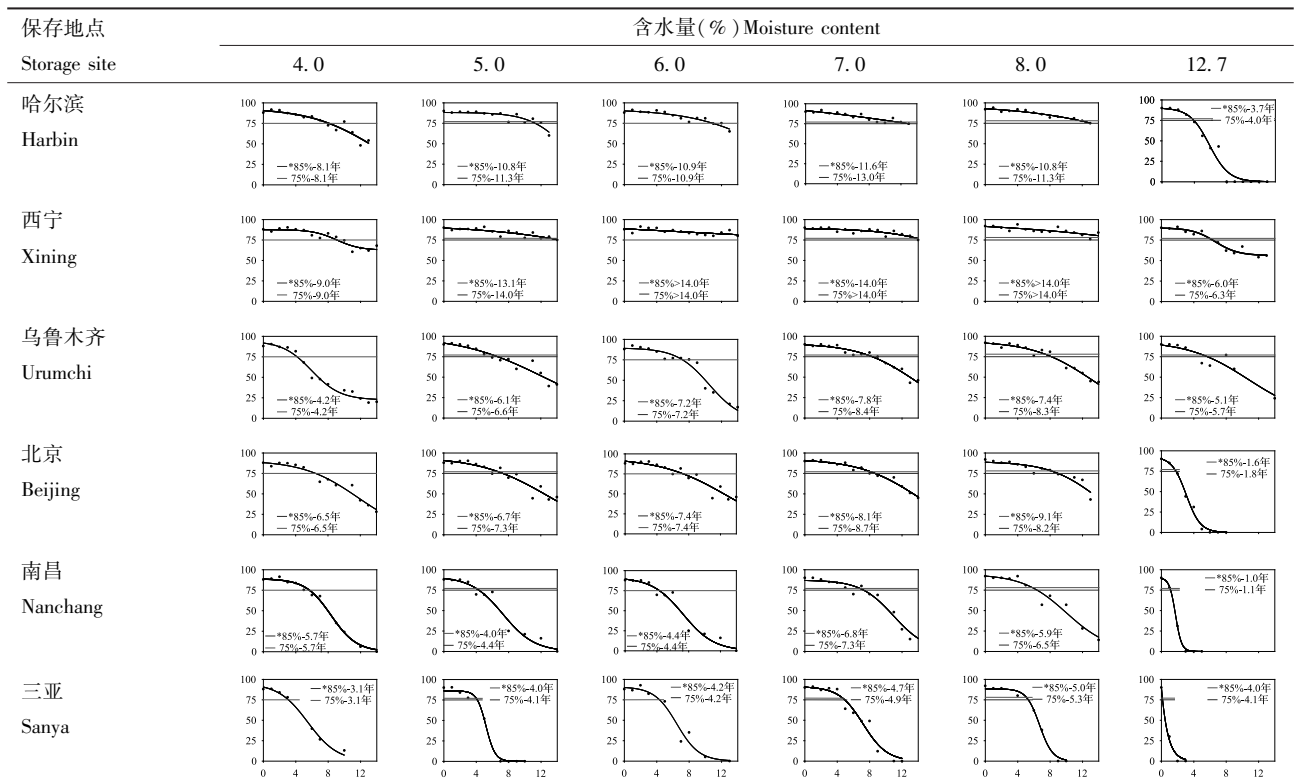


表 4 不同初始发芽率种子的安全保存期比较

Table 4 The storage life of seeds with various initial viabilities

作物 Crop	保存条件 Storage condition	初始发芽率 (%) IGP	监测发芽率 MGP			监测数量 Accession number		
			平均值(%) Mean	标准偏差 SD	变异系数 CV	总份数 Total	MGP < 75%	MGP < IGP × 85%
小麦 Wheat	长期库	100	98.5	2.9	3.0	1136	1	5
		99	97.2	2.8	2.9	801	0	1
		98	94.9	4.2	4.4	371	0	6
		97	93.4	4.2	4.5	229	0	5
		96	91.2	5.7	6.3	173	2	13
		95	88.8	6.3	7.1	146	6	18
		94	88.8	6.0	6.8	124	2	12
		93	89.3	5.2	5.8	104	4	8
		92	85.6	6.7	7.9	79	4	8
		91	83.7	5.9	7.1	73	6	10
水稻 Rice	长期库	100	99	1.8	1.8	452	0	0
		99	98	2.0	2.1	1025	0	0
		98	97	3.0	3.1	735	0	2
		97	95	3.6	3.8	441	1	1
		96	94	4.0	4.3	272	0	2
		95	93	4.9	5.3	175	1	5
		94	90	5.7	6.3	132	2	7
		93	91	4.6	5.0	100	1	2
		92	90	5.8	6.4	74	1	1
		91	87	6.6	7.6	56	1	3
水稻 Rice	中期库	100	97.2	8.0	8.3	201	5	6
		99	93.7	14.5	15.5	203	14	22
		98	91.3	16.8	18.4	149	14	24
		97	84.6	20.9	24.7	86	16	23
		96	87.8	19.7	22.5	40	5	6
		95	74.6	29.6	39.7	39	11	16
		94	89.8	11.2	12.5	19	3	3
		93	73.5	24.2	32.9	19	8	10
		92	81.1	23.6	29.1	20	3	5
		91	66.8	33.3	49.8	6	3	3
	90	66.8	32.9	49.1	19	9	9	

MGP < 75% :发芽率低于绝对标准(75%发芽率)的份数;MGP < IGP × 85% :发芽率低于相对标准(初始发芽率的85%)的份数;下同  
IGP;Initial germination, MGP; Monitored germination percentage, MGP < 75% ;No. of accessions with monitored germination lower than the absolute value of the regeneration standard, G = 75% , MGP < IGP × 85% ;No. of accessions with monitored germination lower than the relative value of the regeneration standard, G = IGP × 85% , the same as below

**2.2.2 繁种单位** 发芽率监测过程中发现不同单位繁殖的种子间发芽率变化情况存在差异。以长期库保存的小麦种子为例(表5),所监测的3279份种子由四川农科院作物所等12家单位繁种并提交长期库保存,各单位提交保存种子监测份数11~1092份不等,其平均初始发芽率为92.5%~99.7%,保存20~22年后平均监测发芽率84.2%~98.3%。其中四川农科院作物所、陕西农科院粮作所、河南农科院小麦所、新疆农科院品资室、福建农科院稻麦所、甘肃农科院粮作所和黑龙江农科院品资室7个单位种子的平均监测发芽率与初始发芽率差值在3%以内。内蒙古农科院作物所、辽宁农科院作物所

和宁夏农科院作物所3个单位种子的平均监测发芽率降低了5%以上;统计各单位监测发芽率低于更新标准的份数,这3个单位的种子达到更新标准的比例最高。可见来自不同繁种单位种子的安全保存期存在差异,原因可能是入库前种子所处的环境条件对种子初始质量产生了不良影响。

**2.2.3 品种类型** 不同类型的水稻种子在中期库保存17~19年后,其发芽率变化存在差异(表6)。抗病品种、中晚稻和晚稻3种类型种质发芽率几乎没有变化,且类型内变异系数很小,尤其抗病品种和中晚稻,未监测到发芽率低于更新标准的种质,表明这些类型种子的安全保存期在17年以上。早籼稻和早糯稻种

质监测发芽率分别下降 7.3% 和 7.6%, 降低到更新标准的种子比例明显增加。而晚大糯类型种质和育成品种的发芽率下降十分明显, 下降值达 17.7% 和 16.7%,

发芽率低于更新标准的份数占监测数量的 20% 以上, 表明其安全保存期明显短于抗病、中晚稻等品种。以上结果表明, 不同类型种质的安全保存期存在差异。

表 5 不同单位间小麦种子在长期库的安全保存期比较

Table 5 The storage life of wheat seeds from different multipliers stored at long-term genebank

繁种单位 Seed multiplier	保存时间 (年) Storage years	初始发芽率 (%) IGP	监测发芽率 MGP			监测数量 Accession number		
			平均值 (%) Mean	标准偏差 SD	变异系数 CV	总份数 Total	MGP < 75%	MGP < IGP × 85%
四川省农业科学院作物研究所	20~21	98.8	97.5	2.7	2.8	279	0	0
陕西省农业科学院粮食作物研究所	21	95.8	93.3	3.4	3.6	12	0	0
河南省农业科学院小麦研究所	21	96.6	94.2	3.9	4.1	49	0	0
新疆农业科学院品种资源研究室	20~21	99.7	98.3	4.2	4.3	350	1	1
福建省农业科学院稻麦研究所	21	97.0	94.0	4.1	4.4	11	0	0
甘肃省农业科学院粮食作物研究所	20~21	98.2	96.3	4.4	4.5	224	0	2
黑龙江省农业科学院品种资源研究室	21	94.9	92.2	4.7	5.1	162	1	3
江苏省农业科学院粮食作物研究所	20~22	97.3	94.0	5.0	5.3	1092	4	11
内蒙古自治区农牧业科学院作物育种与栽培研究所	20~21	95.8	89.9	6.2	6.9	22	0	2
辽宁省农业科学院作物研究所	21	93.5	84.2	5.9	7.0	22	2	6
中国农业科学院作物科学研究所	20~21	98.5	95.2	7.2	7.6	1037	18	67
宁夏农林科学院作物研究所	20~21	92.5	84.9	8.3	9.7	19	2	4

表 6 水稻不同品种类型种质间保存生活力监测结果比较

Table 6 The viability monitoring results of different types of rice varieties

品种类型 Variety type	保存时间(年) Storage years	初始发芽率 (%) IGP	监测发芽率 MGP			监测数量 Accession number		
			平均值 (%) Mean	标准偏差 SD	变异系数 CV	总份数 Total	MGP < 75%	MGP < IGP × 85%
抗病品种	18	97.9	97.7	3.3	3.4	58	0	0
中晚稻	17	99.0	98.8	1.8	1.8	133	0	0
晚稻	18	98.6	98.8	3.0	3.1	180	1	1
早糯稻	17	98.4	90.8	26.3	29.0	14	1	1
早籼稻	17	98.4	91.1	11.1	12.2	127	11	23
晚大糯	19	96.5	78.8	27.1	34.3	226	57	74
育成品种	17	96.3	79.6	18.4	23.1	63	21	28

### 3 讨论

种质安全保存期的概念与种子保存寿命不同, 后者一般是指种子保存至其发芽率降低到 50% 或者完全丧失生活力所需的时间。而在种质资源保存领域, 过低发芽率的种子不具备保存意义。因此对于种质保存工作者而言, 种质安全保存期的概念更加重要, 该概念将种质遗传完整性作为衡量种质保存的重要考虑因素之一。FAO/IPGRI<sup>[9]</sup> 将种子发芽率下降至入库初始发芽率的 85% 作为种质更新的标准。而本课题组对水稻和小麦种子的研究发现, 这 2 种种子更新标准不得低于 75% 发芽率<sup>[2,10]</sup>。本研究采用这 2 种更新标准, 分析了水稻和小麦种子在长期库、中期库和室温条件下的生活力监测数

据, 发现不同保存方式下的种质安全保存期存在差异: 长期库中 96% 以上的水稻和小麦种质的安全保存期在 20 年以上; 中期库中 80% 以上的水稻种质的安全保存期超过 17 年; 而室温保存条件下的安全保存期因保存地点的温度而异, 在北方温度较低地区, 其安全保存期在 14 年以上, 可达中期保存要求, 而在南方温度较高地区, 安全保存期最长仅 4~5 年。由此可见, 保存条件对种质安全保存期存在重要影响, 与种子保存寿命的研究结论一致。

本研究发现, 除保存温度、种子含水量等条件外, 种质安全保存期还受诸如初始质量、遗传特性等因素影响。第一, 相同保存条件下, 初始质量越高, 种质安全保存期越长。虽然种质资源保存中通常要求种子具备较高的初始发芽率, 例如水稻和小麦均

需高于 90%。但分析发现,经长期库或者中期库低温保存一段时间之后,不同初始发芽率种子的生活力下降程度不同,在 90%~100% 范围内,初始发芽率越低,保存后平均监测发芽率下降幅度越大,发芽率下降至更新标准的份数越多,品种间变异系数越大。因此长期保存的种质资源应具备足够高的初始质量。第二,相同保存条件下,不同遗传特性类型种质间的安全保存期存在差异。种子保存寿命受遗传特性影响,这一点已经在不同种属的种子间得到广泛论证。例如,I. Bernal-Lugo 等<sup>[12]</sup>研究发现长期库中保存的洋葱种子贮藏寿命只有 5 年左右,而西红柿种子的贮藏寿命则能达到 15 年。然而很少见到有文献报道相同物种不同品种类型间的差异。R. H. Ellis 等<sup>[13]</sup>所构建的种子寿命预测方程式中,则直接忽略了品种间的差异,认为一个物种各品种可以共享同一套参数。在后人构建的新的寿命预测方程式中也未见有注意不同类型种质间的差异。例如,F. R. Hay 等<sup>[14]</sup>利用 2 种生态型的拟南芥种子,通过人工加速老化,构建了一步法预测种子寿命模型,但发现 2 种类型种子的贮藏寿命没有差异。而本研究分析的 7 种类型的水稻种子,在广西中期库保存 17~19 年后的生活力变化则存在明显差异,与先前分析结果相近<sup>[15-16]</sup>。因此,应开展各作物不同类型种质安全保存期的对比分析,明确各作物中安全保存期相对较长和相对较短的品种类型,并在监测工作中加以区别对待,对于安全保存期相对较长的类型,可以适当延长监测时间间隔,而对安全保存期相对较短的类型,则需要适当缩短监测间隔。第三,保存前的环境条件影响种质安全保存期。分析由不同单位繁种的小麦种子经长期库保存后的生活力差异,发现不同繁种单位提供种子生活力下降快慢不一致,可能是由于繁种地气候等环境差异对种子产生不同的影响<sup>[17]</sup>。有研究发现高温高湿在大豆种子发育和成熟过程中可以导致种子在收获前就发生劣变<sup>[18]</sup>。因此,种质安全保存工作应从繁种工作开始,充分重视各个环节的质量把关,只有各个环节都充分把好质量关,库存资源的安全保存期才能够得到最大延长。

种子在长期保存过程中的衰老不可避免<sup>[2,19-20]</sup>,所以不管是低温保存还是室温干燥保存,都需要重视种质安全保存期。因此,在种质资源保存中,引入种质资源安全保存期概念是非常重要的,尤其对于基层单位的种质资源保存者和育种工作者。种质安全保存期可以给种质资源保存管理者提供非常重要的信息。了解种质安全保存期,可以帮

助制定更加合理的监测计划,例如,对于长期库中安全保存期长的种质,可不必按 FAO/IPGRI 推荐的 10 年 1 次的监测频率,可适当延迟初次监测的时间。而对于没能力做生活力监测的单位,可在安全保存期的末期安排监测或直接安排繁殖更新。另外,为最大限度延长种质安全保存期,需从繁种环节开始把关,确保种子发育期、收获期和保存前处理期均处于最佳环境条件,控制种子初始质量和含水量,并采用合适的包装材质、保存温度等。

致谢:本研究中种子生活力监测数据由种质库相关的老师和工作人员协助完成,在此一并表示感谢。

### 参考文献

- [1] FAO. The Second Report on the State of World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture[M]. Rome:FAO,2010
- [2] 辛霞,陈晓玲,张金梅,等. 小麦种子在不同保存条件下的生活力丧失特性研究[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(4):588-593
- [3] 王小丽,李志勇,李鸿雁,等. 种子老化对扁蓿豆种质遗传完整性变化的影响[J]. 中国草地学报,2010,32(6):52-57
- [4] 王栋,张志娥,陈晓玲,等. AFLP 标记分析生活力影响大豆中黄 18 种质遗传完整性[J]. 作物学报,2010,36(4):555-564
- [5] 张晗,卢新雄,张志娥,等. 种子老化对玉米种质资源遗传完整性变化的影响[J]. 植物遗传资源学报,2005,6(3):271-275
- [6] Roos E E. Report of the storage committee working population on effects of storage on genetic integrity [J]. Seed Sci Technol, 1984,12:255-260
- [7] Stoyanova S D. Effect of seed ageing and regeneration on the genetic composition of wheat[J]. Seed Sci Technol,1992,20:489-496
- [8] Dourado A M,Roberts E H. Chromosome aberrations induced during storage in barley and pea seeds [J]. Ann Bot,1984,54:767-779
- [9] FAO/IPGRI. Genebank Standards [M]. Rome:FAO/IPGRI,1994:7-8
- [10] 卢新雄,陈晓玲. 水稻种子保存过程中生活力丧失特性及预警指标的研究[J]. 中国农业科学,2002,35(8):975-979
- [11] ISTA. International Rules for Seed Testing[J]. Seed Sci Technol,1985,15:299-355
- [12] Bernal-Lugo I,Leopold A C. The dynamics of seed mortality[J]. J Exp Bot,1998,49:1455-1461
- [13] Ellis R H,Roberts E H. Improved equations for the prediction of seed longevity[J]. Ann Bot,1980,45:13-30
- [14] Hay F R,Meade A,Manger K,et al. One-step analysis of seed storage data and the longevity of *Arabidopsis thaliana* seeds [J]. J Exp Bot,2003,54(384):993-1011
- [15] 覃初贤,宁秀呈,温东强,等. 种质库栽培稻种子生活力监测分析[J]. 广西农业科学,2004,35(4):282-284
- [16] 宁秀呈. 稻种资源低温贮藏生活力跟踪监测与种质更新[J]. 安徽农业科学,2008,36(16):6704-6707
- [17] 辛霞,陈晓玲,张金梅,等. 国家库保存 20 年以上种子生活力田间出苗率监测[J]. 植物遗传资源学报,2011,12(6):934-940
- [18] Wang L Q, Ma H, Song L R, et al. Comparative proteomics analysis reveals the mechanism of pre-harvest seed deterioration of soybean under high temperature and humidity stress [J]. J Proteomics,2012,75:2109-2127
- [19] Walters C, Wheeler L M, Grotenhuis J M. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics [J]. Seed Sci Res,2005,15(1):1-20
- [20] 卢新雄,崔聪淑,陈晓玲,等. 国家种质库部分作物种子生活力监测结果与分析[J]. 植物遗传资源科学,2001,2(2):1-5