

国家作物种质库长期贮藏的高粱种子生活力监测研究

陈晓玲, 卢新雄, 辛萍萍, 张志娥, 陈 辉, 王鸿凤

(中国农业科学院作物科学研究所/国家农作物基因资源与基因改良重大科学工程/农业部作物种质资源与生物技术重点开放实验室, 北京 100081)

摘要:【目的】了解国家作物种质库贮藏高粱种子的生活力状况, 为国家作物种质库贮存高粱种子及其它作物种子生活力监测及更新方案的制定提供参考, 达到长期安全保存种质资源的目的。【方法】对在国家作物种质库贮藏 10 年以上的 3 300 份高粱种子的生活力进行了监测, 分析了不同起始发芽率和来自不同供种单位和年份种子的生活力变化, 探讨了种子起始质量对贮存效果的影响。【结果】90%的种子在国家作物种质库贮存 10 年后的发芽率仍保持在入库最低标准 85%以上, 有 33 份(占被监测份数的 1.00%)出现了明显下降, 发芽率从 85%以上下降至 70%以下。从总体上看, 低发芽率水平的种子份数增加, 高发芽率水平的种子份数减少。来自不同供种单位和不同年份种子间的发芽率下降差异显著。【结论】在进行种子生活力监测时应首先监测生活力出现显著下降的送存单位提供的种子。另外, 监测时应按顺序一份一份地检测, 不能进行抽测, 因即使是同一单位在同一年份送存的种子生活力变化范围非常大。种子在繁殖或更新时还应将其生长季节, 特别是种子成熟和收获时候的气候条件进行记录。

关键词: 高粱; 种子; 长期贮藏; 生活力监测; 国家作物种质库

Monitoring of Sorghum (*Sorghum Vulgare*) Seed Viability After Long-Term Storage in the National Crop Genebank of China

CHEN Xiao-ling, LU Xin-xiong, XIN Ping-ping, ZHANG Zhi-e, CHEN Hui, WANG Hong-feng

(Key Laboratory of Crop Germplasm and Biotechnology of Agricultural Ministry / National Key Facility of Crop Gene Resources and Genetic Improvement/ Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: 【Objective】The objective was to know seed viability of sorghum accessions stored in the National Crop Genebank of China (NCGC) and provide scientific basis for making seed viability monitoring protocols of sorghum(*Sorghum vulgare*) seeds and other crops stored in the NCGC. 【Method】Seed viabilities of 3 300 sorghum accessions stored in the NCGC for more than 10 years were monitored. The influence of different initial germination percentages and the quality of seeds supplied by different units on viability variation of stored seeds were analyzed. 【Result】The results showed that after 10 years storage in the NCGC, more than 90% of the 3 300 monitored accessions of sorghum seeds maintained a germination percentage above 85%, the lowest initial viability standard for sorghum seeds when put into a low-temperature genebank. The number of varieties having low germination percentages increased while the number of varieties having high germination percentages decreased as a whole. The germination percentage of 33 accessions, accounting for 1.00% of the total, declined significantly from above 85% to below 75%. The decline of seed viability between different suppliers and different years was significant. 【Conclusion】Seeds having significant declining viability should be considered as the focal point in the seed viability monitoring. Moreover, seed viability monitoring should be done individually, and should not be monitored selectively. There was a large variation of viability among accessions even when supplied by the same unit in the same year. In addition, seed vigor should be recorded at the time of testing, as initial seed germination percentage is a reference for viability monitoring in future. If it is possible, a record should also be made of climate at the stages of seeds ripening and harvesting, and even the whole growing season when regenerating seeds in the future.

收稿日期: 2005-05-30; 接受日期: 2006-03-20

基金项目: 国家科技攻关项目(2004BA525B01)和国家基础性工作项目资助

作者简介: 陈晓玲(1968-), 女, 重庆忠县人, 副研究员, 硕士, 研究方向为作物种质资源保存。Tel: 010-62186691; Fax: 010-62186692; E-mail: xlchencaas@126.com

Key words: Sorghum; Seeds; Long-term storage; Viability monitoring; National crop genebank of China

0 引言

【本研究的重要意义】中国是多种农作物的起源中心，有着丰富多彩的农作物种质资源。全国约有各类农作物种质资源 35 万余份。过去由于缺乏保存条件，种质资源得而复失的现象非常严重。了解国家作物种质库贮藏种子的生活力状况，对建立国家作物种质库贮存作物种子生活力监测及更新方案，长期安全保存种质资源十分重要。【前人研究进展】中国于 1978 年开始了低温种质库建设并于 1986 年在中国农业科学院院内建成了国家作物种质资源低温长期保存设施，即国家作物种质库。在随后的 15 年间对全国作物种质资源进行了集中收集整理和保存。目前在国家作物种质库进行长期保存的种质资源已达 34 万余份，分属 35 科、192 属、712 种或亚种。包括禾谷类作物、豆类作物、经济作物、饲料及牧草作物和蔬菜作物 160 多种。国家作物种质库已保存高粱种子 17 453 份，保存数量在各种作物中位居第六。虽然从理论上说，种子在现代化低温低湿库中可以安全贮藏 50 年以上^[1]，但种子贮藏寿命会受到许多因素的影响，如物种或品种自身寿命长短，种子生长和收获期间的气候条件，种子收获后的脱粒、干燥及运输，存放以及入库前处理等^[2]。例如，德国 Gatersleben 基因库对在库中贮存 2~15 年的 12 种作物 30 500 份样品的生活力监测结果显示起源于埃塞俄比亚的菜豆种子发芽率就比较低；洋葱种子在生长期如果气候干燥、温度高，则种子的原始发芽率就高，相反如果生长期雨水多、气温低，则种子的原始发芽率就会低。原始发芽率低的种子在贮藏过程中发芽率下降就比较快，监测间期就应该缩短^[3,4]。另外，有报道称原贮存样品经更新时多达 50% 的种质已丧失生活力或更新后发生了遗传漂变^[5]。【本研究切入点】因此，随着贮存时间的延长，确保种质库贮存种质的安全保存是种质库管理者面临的重大课题，对贮存种子进行生活力监测研究也就成为种质库管理者关注的热点。【拟解决的关键问题】为此，在“十五”期间，笔者对在国家作物种质库贮存 10 年以上的 3 300 份高粱种子生活力进行了监测，以期了解不同起始发芽率和来自不同供种单位和年份种子的生活力变化，探讨种子起始质量对贮存效果的影响，为国家作物种质库贮存高粱种子及其它作物种子

生活力监测及更新方案提供参考，达到长期安全贮藏的目的。

1 材料与方法

1.1 材料

作物种质资源在入低温库进行长期保存以前通常需经过生活力检测。经检测后生活力符合国家作物种质库标准的种质资源才能进行干燥包装并入库保存。国家作物种质库规定高粱种子的入库发芽率标准为 $\geq 85\%$ 。高粱种子是在温度为 38°C ，相对湿度为 $8\% \sim 10\%$ 的条件下干燥 2d 左右，使种子含水量降至 $5\% \sim 7\%$ 后用金属盒密封包装存入低温库进行长期保存的。国家作物种质库保存的绝大部分种质资源，即 31 万份是在 1986~1995 年间集中入库的。在这 10 年间平均每天要入库保存 100 份。由于人力和仪器设施的限制，国家作物种质库在收到供种单位提供的种子时没有进行含水量测定。

在对高粱种子进行生活力监测时是按库编号顺序检测的。监测的 3 300 份种子中分别来自河南农业科学院粮食作物研究所 1 011 份，中国农业科学院品资所 213 份，安徽宿县农科所 46 份，湖北农科院现代化所 25 份，陕西宝鸡农科所 15 份，河北唐山农科所 584 份，吉林农科院作物所 465 份，甘肃平凉农科所 90 份，江苏徐州农科所 128 份，山东农业科学院作物所 555 份，辽宁农业科学院高粱研究所 168 份。

1.2 种子生活力测定

种子生活力测定是参照国际植物遗传资源委员会 (IBPGR) 和 Ellis 推荐的长期库贮存种子生活力监测方法进行的^[6,7]。由于库存种子极其珍贵，而且数量有限，为了避免浪费和减少繁殖更新次数，每份用种量为《国际种子检验规程》规定标准^[8]的一半。培养皿中放 2 层滤纸作发芽床，每份 50 粒种子，3 次重复，发芽温度 25°C ，第 7 天统计发芽率。

1.3 数据分析与统计方法

为了避免试验误差，使试验结果更接近统计上容许的变异范围，根据 Stoyanova^[2]的报道，采用了《国际种子检验规程》(ISTA, 1985) 中表 5C (试验的一致性) 的容许差距来判断生活力是否下降^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同发芽率水平上的份数变化

3 300 份监测高粱种子在不同发芽率水平上的份数变化见表 1。从表 1 可看出, 经过 10 年贮藏的高粱种子, 从总体上看, 低发芽率水平的种质份数增加, 高发芽率水平的种质份数减少。另外, 从表 1 还可看出, 发芽率为 95%~98% 水平上减少份数较多, 为 367

份, 占监测总份数的 11.12%; 90%~94% 水平上减少 112 份, 占监测总份数的 3.39%。发芽率小于 90% 的种质份数增加, 其中小于 80% 的增加 99 份, 占监测总份数的 3.00%; 80%~84% 水平上增加 214 份, 占监测总份数的 6.48%; 85%~89% 水平上增加 126 份, 占监测总份数的 3.82%。

表 1 不同发芽率水平上的份数变化

Table 1 Changes of accession number in different germination percentage levels

供种单位 Supplier	发芽率 Germination percentage (%)							
	<70	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-98	>99
安徽省宿县农科所 SARIAP	0	0	0	3	0	2	-5	0
甘肃省平凉农科所 PARIGP	1	0	0	12	-4	0	-8	-1
河北省唐山农科所 TARIHP	2	3	9	34	71	-1	-115	-3
河南省农科院粮食作物研究所 FCRIHAAS	5	5	32	64	83	-18	-170	-1
湖北省农业科学院现代化所 MRIHAAS	2	1	5	9	-9	-6	-2	0
吉林省农业科学院作物所 CRIJAAS	2	4	9	45	-15	-64	6	13
江苏省徐州农科所 XARIJP	0	0	3	5	-5	26	-25	-4
辽宁省农业科学院高粱所 SRILAAS	4	2	1	23	-8	-12	-8	-2
山东省农业科学院作物所 CRISAAS	1	0	3	12	13	-38	-26	35
陕西省宝鸡农科所 BARISP	0	0	2	2	-3	2	-1	-2
中国农业科学院作物品种资源所 CGRICAAS	0	1	2	5	3	-3	-13	5
合计 (份数) Total number of accessions	17	16	66	214	126	-112	-367	40

供种单位名称缩写。下同

Abbreviation of the suppliers. The same as below

SARIAP: the Suxian Agricultural Research Institute of Anhui Province; PARIGP: the Pingliang Agricultural Research Institute of Gansu Province; TARIHP: the Tangshan Agricultural Research Institute of Hebei Province; FCRIHAAS: the Food Crop Research Institute of Henan Academy of Agricultural Sciences; MRIHAAS: the Modernization Research Institute of Hubei Academy of Agricultural Sciences; CRIJAAS: the Crop Research Institute of Jilin Academy of Agricultural Sciences; XARIJP: the Xuzhou Agricultural Research Institute of Jiangsu Province; SRILAAS: the Sorghum Research Institute of Liaoning Academy of Agricultural Sciences; CRISAAS: the Crop Research Institute of Shandong Academy of Agricultural Sciences; BARISP: the Baoji Agricultural Research Institute of Shanxi Province; CGRICAAS: the Crop Germplasm Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences

2.2 不同供种单位提供种子的平均发芽率变化情况

来自 11 个供种单位的高粱种子, 其监测平均发芽率均比原始平均发芽率有所下降, 其中, 来自湖北农业科学院现代化所和陕西省宝鸡农科所的种子平均发芽率下降值都大于容许差值, 差异显著 (表 2)。结果表明, 对于同一种作物, 不同供种单位提供的种子, 即不同繁种地点间的种子生活力下降有差异, 这与种子入库前经历的不同环境条件有关。种子成熟和收获时期的恶劣气候或收获后的干燥、脱粒及运输等环节导致的损伤会影响到种子贮存过程中生活力的下降速率^[9]。

2.3 不同供种单位提供种子的监测发芽率下降值超过容许差距的份数在各发芽率水平上的分布

不同供种单位提供种子的监测发芽率下降值超过容许差距的份数在各发芽率水平上的分布见表 3。从表 3 中可以看出湖北农科院现代化所和陕西宝鸡农科所提供的种子的监测发芽率下降值超过容许差距的份

数占总监测份数的百分率超过了 60%。此结果再次表明不同繁种地点间的种子生活力下降存在很大差异。

2.4 不同年份入库种子的平均发芽率变化情况

对不同年份入库种子的平均发芽率进行 t 测验^[10], $t=-3.208$ 。结果表明, 监测平均发芽率与原始平均发芽率相比差异在 2.5% 水平上显著。其中 1986 年和 1988 年这两年的种子平均发芽率下降显著 (表 4)。此结果再次表明贮藏前的气候等环境因素对种子生活力下降有着重要影响。

2.5 发芽率的总体变化情况

对所监测的 3 300 份高粱种子的发芽率进行 t 测验。结果表明, 监测发芽率与原始发芽率相比没有显著差异。另外, 从表 2 还可看出, 其总体平均发芽率下降值 1.73%, 没有超过容许差值 (《国际种子检验规程》中表 5c 的规定值)。从另一方面看, 在所监测的 3 300 份中, 有 2 983 份 (占总的 90.39%) 种子的发芽率仍保持在入库最低标准 85% 以上。这说明高粱种子

表 2 来自不同供种单位种子的平均发芽率变化

Table 2 Variation of average germination percentages of seeds from different suppliers

供种单位 Supplier	监测平均发芽率(%) Average monitored germination percentage	原始平均发芽率(%) Average initial germination percentage	差值(%) Difference
安徽省宿县农科所 SARIAP	92.57	93.33	-0.76
甘肃省平凉农科所 PARIGP	89.36	91.16	-1.80
河北省唐山农科所 TARIHP	91.86	94.24	-2.38
河南省农业科学院粮作所 FCRIHAAS	91.71	94.31	-2.60
湖北省农业科学院现代化所 MRIHAAS	82.04	90.16	-8.12*
吉林省农业科学院作物所 CRIJAAS	90.53	91.37	-0.84
江苏省徐州农科所 XARIJP	94.02	95.64	-1.62
辽宁省农业科学院高粱所 SRILAAS	89.22	91.46	-2.24
山东省农业科学院作物所 CRISAAS	94.20	94.39	-0.19
陕西省宝鸡农科所 BARISP	89.27	93.33	-4.06*
中国农业科学院作物品种资源所 CGRICAAS	95.34	96.03	-0.69
总平均 Mean value of the total	92.05	93.78	-1.73

* 显著水平 2.5%。下同

Significant at 2.5% level. The same as below

表 3 各供种单位提供种子的监测发芽率下降值超过容许差距的份数在各发芽率水平上的分布

Table 3 Distribution of accession number of difference between the monitored germination percentage and the initial value exceeding the allowed tolerance in different germination percentage levels

供种单位 Supplier	发芽率水平 Germination percentage (%)								合计(份数) Total number of accessions	监测总份数 Total number of monitored accessions	百分率 Ratio (%)
	<70	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-98	>99			
安徽宿县农科所 SARIAP	0	0	0	0	1	3	5	2	11	46	23.91
甘肃平凉农科所 PARIGP	0	0	1	0	4	4	14	1	24	90	26.67
河北唐山农科所 TARIHP	0	0	0	0	7	64	95	11	177	584	30.31
河南农业科学院粮作所 FCRIHAAS	0	0	0	0	42	94	179	29	344	1011	34.03
湖北农业科学院现代化所 MRIHAAS	0	0	0	0	8	7	1	0	16	25	64.0
吉林农业科学院作物所 CRIJAAS	0	0	0	0	19	39	27	0	85	465	18.28
江苏徐州农科所 XARIJP	0	0	0	0	5	2	21	6	34	128	26.56
辽宁农业科学院高粱所 SRILAAS	0	0	0	0	9	15	12	3	39	168	23.21
山东农业科学院作物所 CRISAAS	0	0	0	0	4	10	42	12	68	555	12.25
陕西宝鸡农科所 BARISP	0	0	0	0	2	1	4	2	9	15	60.00
中国农业科学院品种资源研究所 CGRICAAS	0	0	0	0	2	7	19	5	33	213	15.49
合计(份数) Total number of accessions	0	0	1	0	103	246	419	71	840	3300	25.45

表 4 不同年份入库种子的平均发芽率变化

Table 4 Variation of average germination percentages of seeds deposited into the genebank in different years

年份 Year	监测平均发芽率 Average monitored germination percentage (%)	原始平均发芽率 Average initial germination percentage (%)	差值 Difference (%)
1983	92	94	-2
1984	92	94	-2
1985	92	93	-1
1986	91	95	-4*
1987	92	95	-3
1988	88	95	-7*
1989	94	94	0
1990	91	92	-1

在国家作物种质库中进行低温贮存效果是好的。种子经 10 年贮存,从总体上看,绝大部分种子生活力仍维持在较高水平,没有出现明显下降。但有 33 份种子(占总的 1.00%)出现了显著下降,发芽率从 85%以上下降至 75%以下,如辽宁农科院高粱所提供的“(阜新)白高粱”品种的发芽率从 86%降至 54%,湖北农科院现代化所提供的“(姊归)酒高粱”品种从 90%下降至 61%。

3 讨论

从 3 300 份高粱种子的监测结果可以看出,在国家作物种质库保存的高粱种子绝大部分发芽率还比较高,在入库最低标准 85%以上。然而,有 33 份种子的监测发芽率与原始发芽率相比出现了显著下降,这表明,尽管入库时一些品种的发芽率符合国家作物种质库入库最低标准,但活力已经下降。其主要原因可能由以下几方面:(1)同一作物不同品种之间的贮藏寿命存在差异,这是由其自身遗传特性所决定。这与我们以前的研究结果相似^[11]。(2)种子生长发育、成熟和收获时期遭受到恶劣的气候条件或其它不良环境因素的影响。监测中发现的不同供种单位提供的种子的发芽率下降存在着明显差异就属于此种情况。(3)其它因素,如入库贮藏前的临时存放和加温干燥等也可能影响种子的生活力。另外,有 1 012 份种子的监测发芽率与原始发芽率相同或高。比如甘肃平凉农科所于 1986 年送存的“(天水)红铃子”品种的监测发芽率比原始发芽率高 24%,这可能是由于种子收获后的休眠作用引起的,这与保加利亚种质库报道的结果相似^[2]。

4 结论

国家作物种质库在制定贮存种子生活力监测和更新方案时,应注意以下几点:(1)对耐贮性差的作物和类型作为重点监测对象,并首先监测生活力出现显著下降的送存单位提供的种子。(2)监测时应按顺序一份一份地检测生活力和活力,而不能进行抽测。(3)今后国家作物种质库在种子入库进行生活力检测时还应检测种子活力,便于将来种子生活力监测时参考。在建库后的前 15 年里由于是抢救性入库,任务重,时间紧,人力少,种子活力在入库时就没有检测。(4)如果可能的话,种子在繁殖或更新时还应将其生长季节,特别是种子成熟和收获时候的气候条件进行记录,

因这些条件对种子的活力影响大,从而影响种子贮藏寿命。

References

- [1] Roberts E H. *Seed ageing: the genome and its expression*. In: *Senescence and Aging in Plants*. Academic Press, 1988:465-498.
- [2] Stoyanova S D. *Ex situ* conservation in the Bulgarian genebank: 1. Effect of storage. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 2001, 128:68-76.
- [3] Specht C E, Keller E R J, Freytag U, Hammer K, Börner A. Survey of seed germinability after long-term storage in the Gatersleben genebank. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 1997, 111:64-68.
- [4] Specht C E, Freytag U, Hammer K, Börner A. Survey of seed germinability after long-term storage in the Gatersleben genebank (part 2). *Plant Genetic Resources Newsletter*. 1998, 115:39-43.
- [5] Singh R B, Williams J T. Maintenance and multiplication of plant genetic resources. In: *Crop Genetic Resources: Conservation & Evaluation*. George Allen and Unwin Ltd., 1984:120-130.
- [6] International Board for Plant Genetic Resources. IBPGR advisory committee on seed storage report of the third meeting, IBPGR, Rome, 1985:1-22.
- [7] Ellis R H, Roberts E H, Whitehead J. A new, more economic and accurate approach to monitoring the viability of accessions during storage in seed banks. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 1980, 41:3-18.
- [8] International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology*, 1985,13:299-355.
- [9] Sai Babu K G R S, Hussaini S H, Muralimohan R B, Reddy P R. Effect of moisture and container on the storability of paddy seed under ambient conditions of Hyderabad. *Seed Research*, 1983, 11(1): 71-73.
- [10] 南京农学院主编. 田间试验和统计方法. 北京: 农业出版社, 1983: 57-84.
Nanjing Agricultural College. *Field Test and Statistical Methods*. Beijing: China Agricultural Press, 1983: 57-84.(in Chinese)
- [11] 陈晓玲, 陈叔平, 卢新雄. 作物内不同类型间种子耐贮性研究. *中国农业科学*, 1998, 31(2): 89-91.
Chen X L, Chen S P, Lu X X. Studies on the seed storability of different types within the crop. *Scientia Agricultura Sinica*, 1998, 31(2): 89-91. (in Chinese)