

· 中药资源研究 ·

道地产区阳春砂种子的品质检验及其贮藏特性的研究

阮英恒, 刘军民, 孙林霞, 黄松, 赖小平(广州中医药大学中药学院, 广东 广州 510006)

摘要: **目的** 研究道地产区阳春砂种子的品质及贮藏特性, 为其种子贮藏及质量标准的研究与制定提供依据。**方法** 参照《农作物种子检验规程》, 对道地产区 9 个不同居群阳春砂种子的品质(真实性、千粒重、含水量、生活力、发芽率)进行测定。**结果** 不同居群自然干燥的阳春砂种子千粒重为 14.516~19.120 g; 含水量为 11.46%~19.20%; 生活力为 82.00%~95.03%, 置 4℃贮藏 72 d 后生活力为 51.33%~79.67%。自然干燥的种子起初基本不萌发, 置 4℃贮藏 1 个月后种子开始萌发; 3 个月时有 5 个居群种子的发芽率达峰值, 随后下降, 至 9 个月时基本不萌发; 贮藏 6 个月时, 有 4 个居群种子的发芽率达峰值, 随后下降, 9 个月时尚能保持较高的发芽率; 经赤霉素低温浸种处理的阳春砂种子的发芽率高于常温浸种的种子($P < 0.05$)。**结论** 阳春砂种子为短命种子; 置 4℃贮藏 3~6 个月时种子后熟, 并保持较高的生活力; 赤霉素低温浸种可显著提高种子的发芽率; 不同居群间阳春种子的品质存在明显的差异。

关键词: 阳春砂; 种子; 品质检验; 贮藏特性

中图分类号: R282.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-9783(2014)02-0222-05

doi: 10.3969/j.issn.1003-9783.2014.02.028

Study on Quality Inspection and Storage Characteristics of *Amomum villosum* Lour. Seeds in Traditional Producing Areas

RUAN Yingheng, LIU Junmin, SUN Linxia, HUANG Song, LAI Xiaoping(School of Materia Medica, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006 Guangdong, China)

Abstract: **Objective** To provide theoretical evidence for the seed storage and quality standard, an experiment was conducted to study the quality and the storage characteristics of the seeds of *Amomum villosum* Lour. from traditional producing areas. **Methods** With reference to Rules for Agricultural Seed Testing, the quality (including authenticity, one-thousand-grain weight, moisture content, viability, germination rate) of *Amomum villosum* Lour. seeds from 9 populations in traditional producing areas were measured. **Results** In different populations, one-thousand-grain weight of the seeds which were dried naturally was within the range of 14.516~19.120 g, the moisture content was 11.46%~19.20%, the viability was 82.00%~95.03%, and the viability of the seeds which were stored at 4℃ for 72 d were 51.33%~79.67%. Seeds dried naturally germinated scarcely at initial time, but began to germinate after stored at 4℃ for one month. The germination rate of seeds of five populations(JZK, BT, LTJK, ODGK, YNML) reached the peak after stored for 3 months, and then dropped. At storage time for 9 months, the germination of the seeds almost disappeared. The germination rate of seeds of four populations(SZJC, YNSD, CCPL, YNXP) reached the peak after storage for 6 months, and still stayed a high level over 9 months. The germination rate of seeds processed by cold gibberellin soaking was higher than that processed by common-temperature hormone soaking ($P < 0.05$). **Conclusion** The life span of *Amomum villosum* Lour. seeds is short. The seeds become ripening after stored at 4℃ for 3~6 months, and have a high viability. Cold gibberellin soaking can significantly improve the germination rate, and the quality of seeds varies obviously in different populations.

Keywords: *Amomum villosum* Lour.; Seeds; Quality inspection; Storage characteristics

收稿日期: 2013-10-18

作者简介: 阮英恒, 男, 硕士研究生, 研究方向: 中药材 GAP 与中药材品质评价。Email: ryh_tcm@163.com。通讯作者: 刘军民, 教授, 研究方向: 中药材 GAP 与中药材品质评价。Email: liujunmin812@163.com; 赖小平, 教授, 研究方向: 中药新药活性物质及其作用机理研究。Email: llp88@gztc.edu.cn。

基金项目: 十二五国家科技支撑计划项目(2011BAI01B02)。

阳春砂 *Amomum villosum* Lour. 为姜科豆蔻属植物，其干燥成熟果实作砂仁药用，为我国著名的“四大南药”之一，具有化湿开胃、温脾止泻、理气安胎的功效^[1]，道地产区为广东省阳春市，具有悠久的栽培历史。有学者对阳春砂种子的质量和发芽特性进行了相关的研究，发现其种子不易贮藏且萌发率比较低^[2-3]。阳春砂种子的这种特性不利于种子育苗。长期以来砂仁药材生产基地主要采用分株繁殖的方法培育种苗，但长期的无性繁殖易造成其种性退化、病虫害发生率高、药材品质下降。因此，摸清阳春砂种子的休眠、贮藏与萌发特性，提高其种子的萌发率，对种子育苗具有十分重要的指导意义。本文参照 GB/T3543《农作物种子检验规程》^[4]，在摸清阳春砂种子萌发特性及品质检验方法的基础上，对道地产区 9 个不同居群阳春砂种子的品质（真实性、千粒重、含水量、生活力、发芽率）进行系统的研究，并对阳春砂种子贮藏过程中的萌发特性进行了初步探讨，现报道如下。

1 材料、仪器与试剂

1.1 材料 于 2012 年 8 月阳春砂果实成熟期，采集道地产区阳春市 9 个不同居群阳春砂果实，见表 1。趁鲜剥去果皮，剥开种子团，置日光下晾晒后，再置通风干燥处摊晾，待种子表面收干水分，即自然风干种子，然后放密封袋内，置 4℃冰箱贮藏，备用。

表 1 道地产区 9 个不同居群阳春砂种子样品
Table 1 Sample of *Amomum villosum* Lour. seed from 9 different populations in traditional producing areas

编号	采集时间	采集地	种子性状特征
1	20120808	春湾镇大垌九仔坑(JZK)	淡红色至橙红色
2	20120809	春湾镇山中间村(SZJC)	橙红色
3	20120811	春湾镇办塘村(BT)	红棕色
4	20120816	春湾镇林田九坑(LTJK)	橙红色至淡棕色
5	20120823	永宁镇双底村(YNSD)	棕红色
6	20120813	春湾镇岷垌村(ODGK)	淡棕色
7	20120824	永宁镇麻龙村(YNML)	红棕色至红褐色
8	20120824	春城镇盘龙村(CCPL)	棕红色至红褐色
9	20120901	永宁镇新蓬村(YNXP)	红褐色

1.2 仪器及试剂 ZRX-258E 智能人工气候培养箱，杭州钱江仪器设备有限公司；千分之一天平，德国 Sartorius 公司；DHG-9245A 型恒温鼓风干燥箱，上海一恒科技有限公司；STRAIGHT-SHANK 放大镜，湖南汨罗玉林光学仪器厂；红四氮唑(TTC)、赤霉素(GA)，分析纯(纯度≥99%)，aladdin 公司；

其他试剂均为分析纯，实验用水为纯化水。

2 方法

2.1 种子真实性 采用植物形态学方法，观察与描述种子的形状、大小、颜色等。

2.2 质量测定 随机数取阳春砂净种子，分别采用百粒法、五百粒法、千粒法测定。百粒法重复测定 8 次，五百粒法重复测定 3 次，千粒法重复测定 2 次，统计 9 个不同居群种子的标准差及变异系数^[5]。

2.3 水分测定 参照 GB/T3543. 6 农作物种子检验规程水分测定项下低恒温烘干法^[4]，测定自然干燥的 9 个不同居群的种子及 4℃贮藏 72 d 的种子水分。

2.4 生活力测定 采用 TTC 染色法测定^[6]。选择自然干燥“YNSD”种子，进行 L₉(3³)正交试验(见表 2)，共设 9 组，每组重复 4 次。每组随机选取阳春砂种子 100 粒，置培养皿中，加纯化水，室温浸种 12 h 后摊于吸水纸上 12 h，再将每粒种子沿胚中轴纵切成两半，取较完整的一半置于四唑溶液中染色，观察和结果统计。

表 2 阳春砂种子 TTC 染色正交试验因素水平表
Table 2 TTC orthogonal factor and level of *Amomum villosum* Lour. seed

水平	染色温度 /℃	TTC 浓度 /%	染色时间 /h
1	25	0.4	6
2	30	0.6	12
3	35	0.8	18

2.5 发芽条件的筛选与发芽期的确定

2.5.1 引发处理 随机选取阳春砂种子，用浓硫酸浸泡 3~5 min，清水冲洗，置塑制筛网反复搓揉至有香味，再水洗至 pH 呈中性，置 400 mg·L⁻¹ 赤霉素溶液中避光浸种 72 h(浸种温度分别为常温和低温)，清水冲洗至中性，置于纱布为发芽床的器皿中，于 20~28℃温度条件下光照培养，定期观察记录^[3,7]。

2.5.2 发芽床及发芽方式的选择 选取“YNSD”居群的种子，置 4℃贮藏 52 d 后取出，照“2.5.1”项下方法，经赤霉素室温浸种处理后，分别置于铺以 2 层医用纱布、2 层滤纸、5 cm 厚的细砂(砂上及砂间)为发芽床的发芽盒中，喷以纯化水，保持纱布、滤纸湿润，砂-水(4:1)，置于 20~28℃温度条件下光照培养。每个处理设置 4 组，每组 100 粒，定期观察记录。

2.5.3 发芽温度的选择 选取“YNSD”居群的种子，置 4℃贮藏 120 d 后取出，照“2.5.1”项下方法，经

赤霉素低温浸种后，置于以湿润纱布为芽床的发芽盒中，分别置于恒温(28，25℃)和变温(20~28℃)条件下进行光照培养。每个处理设置3组，每组100粒，定期观察记录。

2.5.4 发芽初期和末期的确定 以胚根伸出2~5 mm时(或露白)的天数为发芽初期，以不再有种子萌发出时的天数为发芽末期。

2.6 发芽率的测定 随机选取阳春砂种子，用浓硫酸浸泡3~5 min，清水冲洗，置塑制筛网反复搓揉至有香味，再水洗至pH呈中性，置400 mg·L⁻¹赤霉素常温浸种后，清水冲洗至中性，置于铺有2层湿润纱布的发芽器皿中，于25℃下光照培养。每个处理设置4组，每组100粒。观察记录9个不同居群的自然干燥种子及置于4℃贮藏1，3，6，9个月的种子的发芽情况。

2.7 统计学处理方法 发芽率以发芽末期的全部正常发芽的种子粒数占发芽试验种子粒数的百分率表示。发芽指数(GI)=Σ(Gt/Dt)，式中Gt为在t日后的发芽数，Dt为相应的发芽天数。采用SPSS17.0统计软件，用单因方差分析方法进行数据分析。

3 结果

3.1 种子真实性 阳春砂种子呈不规则多面体，表面附有白色膜质假种皮。种子长1.80~3.86 mm，宽1.53~3.13 mm。

3.2 种子质量 五百粒法测定阳春砂种子质量的变异系数小，故选择五百粒法测定。9个不同居群阳春砂种子的千粒重为14.516~19.120 g，其中YNSD居群的种子籽粒较大且饱满，千粒重达19.120 g，BT居群的种子较小且部分干瘪，千粒重为14.516 g，见表3。

表3 道地产区9个不同居群阳春砂种子质量测定结果
Table 3 Weight of *Amomum villosum* Lour. seed from 9 different populations in traditional producing areas

编号	百粒法($\bar{x}\pm s$, n=8)		五百粒法($\bar{x}\pm s$, n=3)		千粒法($\bar{x}\pm s$, n=2)	
	种子质量/g	变异系数/%	种子质量/g	变异系数/%	种子质量/g	变异系数/%
1	1.644±0.025	1.49	8.207±0.088	1.07	16.415±0.115	0.70
2	1.563±0.048	3.04	7.836±0.088	1.12	15.665±0.182	1.16
3	1.444±0.051	3.52	7.258±0.066	0.91	14.537±0.154	1.06
4	1.689±0.019	1.14	8.395±0.103	1.23	16.768±0.069	0.41
5	1.946±0.033	1.71	9.560±0.085	0.89	19.108±0.043	0.23
6	1.620±0.026	1.61	8.107±0.071	0.87	16.218±0.019	0.12
7	1.558±0.042	2.72	7.793±0.160	2.05	18.592±0.141	0.76
8	1.567±0.020	1.28	7.666±0.158	2.05	15.325±0.329	2.15
9	1.755±0.024	1.35	9.161±0.146	1.06	18.262±0.156	0.86

3.3 种子水分 9个居群自然干燥的阳春砂种子水分含量为11.46%~19.20%，不同采集地的种子水分含量有明显差异，其中林田九坑种子水分含量较高，而大垌九仔坑、山中间村种子水分含量较低。相同采集地，4℃贮藏72 d和自然干燥的种子水分含量差异不明显，见表4。

表4 道地产区9个不同居群阳春砂种子水分测定结果($\bar{x}\pm s$, n=3)

Table 4 Moisture content of *Amomum villosum* Lour. seed from 9 different populations in traditional producing areas

编号	水分/%	
	自然干燥	4℃贮藏72 d
1	11.72±0.35	12.18±1.23
2	11.46±0.61	12.40±0.13
3	13.15±0.44	13.89±0.32
4	19.20±0.26	18.50±0.24
5	14.63±0.18	16.60±0.15
6	16.66±0.88	15.85±0.54
7	16.45±0.56	16.00±0.93
8	13.84±0.75	13.62±0.29
9	15.54±0.33	16.20±0.15

3.4 种子生活力 以0.4% TTC溶液，于30℃下染色12 h测定阳春砂种子的生活力效果为佳(见表5)。9个不同居群自然干燥的阳春砂种子的生活力大部分在88%以上，各居群间差异亦较为明显，其中最高为95%，最低为82%。置4℃贮藏72 d后的种子生活力均明显下降，为51%~79%(见表6)。由此表明，阳春砂种子置4℃下贮藏，在一定时间内可保持一定的生活力。

3.5 种子发芽试验

3.5.1 引发处理 9个不同居群的阳春砂种子，经赤

表5 TTC染色法测定阳春砂种子的生活力($\bar{x}\pm s$, n=4)
Table 5 Viability of *Amomum villosum* Lour. seed by TTC

试验号	因素			染色率/%
	染色温度/℃	TTC浓度/%	染色时间/h	
1	25	0.4	6	57.50±2.13
2	25	0.6	12	71.10±0.45
3	25	0.8	18	74.33±1.54
4	30	0.4	12	82.50±3.13
5	30	0.6	18	60.40±2.19
6	30	0.8	6	79.20±0.35
7	35	0.4	18	74.69±1.58
8	35	0.6	6	77.05±2.43
9	35	0.8	12	80.48±3.12

注：试验样品为YNSD居群自然干燥的种子。

表 6 道地产区 9 个不同居群阳春砂种子的生活力测定结果
($\bar{x} \pm s$, $n=4$)
Table 6 Viability of *Amomum villosum* Lour. seed from 9 different populations in traditional producing areas

编号	生活力 /%	
	自然干燥	4℃贮藏 72 d
1	95.03 ± 2.05 d	61.00 ± 1.35 b*
2	90.75 ± 0.48 c	79.67 ± 3.23 e*
3	91.61 ± 0.01 c	66.00 ± 1.73 e*
4	89.25 ± 2.65 c	72.00 ± 2.54 d*
5	89.75 ± 1.06 c	65.33 ± 4.32 e*
6	92.00 ± 3.04 d	54.00 ± 0.76 a*
7	88.75 ± 0.53 c	51.33 ± 1.52 a*
8	86.05 ± 0.61 b	53.67 ± 0.87 a*
9	82.00 ± 2.04 a	60.00 ± 1.63 b*

注：同一列不相同字母组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)；与同居群自然干燥组比较，* $P < 0.05$ 。

霉素常温浸种的发芽率均低于赤霉素低温浸种的发芽率($P < 0.05$)。表明赤霉素低温浸种有利于阳春砂种子的萌发，见表 7。

表 7 不同温度条件下赤霉素浸种对阳春砂种子萌发的影响
($\bar{x} \pm s$, $n=3$)
Table 7 Germination rate of *Amomum villosum* Lour. seed at different temperature with gibberellin soaking

编号	发芽率 /%	
	低温浸种	常温浸种
1	45.33 ± 3.06 c	33.33 ± 1.15 c*
2	35.33 ± 1.53 a	25.00 ± 1.73 a*
3	53.33 ± 1.15 d	37.00 ± 1.00 d*
4	42.00 ± 2.64 b	26.33 ± 0.58 a*
5	45.00 ± 2.65 c	34.00 ± 2.00 c*
6	49.00 ± 2.00 c	31.00 ± 1.00 b*
7	53.33 ± 0.58 d	41.33 ± 1.53 e*
8	43.33 ± 3.06 c	31.00 ± 1.00 b*
9	40.67 ± 1.53 b	36.00 ± 1.00 d

注：试验样品为置 4℃贮藏 90 d 的种子；同一列不相同字母组间差异有统计学意义($P < 0.05$)；与同居群低温浸种组比较，* $P < 0.05$ 。

3.5.2 发芽床的选择 结果见表 8。医用纱布、纸上及砂上的种子发芽率均高于砂间($P < 0.05$)，其中医用纱布及砂作芽床时，种子不易受污染，而以滤纸作芽床时种子易被污染。因此，砂上和医用纱布均可选作阳春砂种子发芽床。

3.5.3 发芽温度的选择 25℃条件下种子发芽率有高于 28℃的趋势；20~28℃变温条件下种子的萌发也较高。由此表明，25℃恒温及 20~28℃变温均有利于阳春砂种子的萌发，而且 20~28℃变温条件下种子

表 8 不同发芽床对阳春砂种子萌发的影响($\bar{x} \pm s$, $n=4$)
Table 8 Germination rate and index of *Amomum villosum* Lour. seed in different germination bed

发芽床	发芽率 /%	发芽指数 /%
纸上	31.25 ± 1.25 b	7.35 ± 0.35 b
纱布	35.83 ± 1.91 a	10.13 ± 0.64 a
砂上	32.67 ± 2.52 b	8.63 ± 0.56 b
砂间	16.67 ± 0.72 c	2.14 ± 0.38 c

注：试验样品为 YNSD 居群，置 4℃贮藏 52 d；同一列不相同字母者为差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 9 不同温度条件对阳春砂种子萌发的影响($\bar{x} \pm s$, $n=4$)
Table 9 Germination rate and index of *Amomum villosum* Lour. seed at different germination temperature

发芽温度	发芽率 /%	发芽指数 /%
25℃	41.32 ± 1.64	12.32 ± 0.28
28℃	37.66 ± 5.02	14.35 ± 1.08
20~28℃	42.35 ± 1.52	17.01 ± 1.94

注：试验样品为置 4℃贮藏 120 d 的种子。

发芽指数也比较高，见表 9。

3.5.4 发芽初期和末期确定 经过引发处理的种子，置芽床第 20 天，部分种子出现露白现象，20~40 d 萌发曲线呈缓慢上升，45 d 后不再有种子萌发，见图 1。因此，以第 20 天作为初次计数时间（发芽初期），第 45 天作为末次计数时间（发芽末期）。

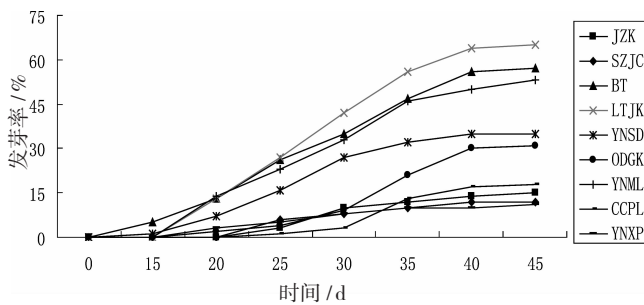


图 1 不同居群阳春砂种子萌发过程的动态变化
Figure 1 Dynamic changes of *Amomum villosum* Lour. seed germination from different populations

3.6 种子发芽率的测定 自然干燥的种子起初基本不萌发。置 4℃贮藏 1 个月样品种子能够萌发，但发芽率很低，均在 8% 以下。贮藏 3 个月的种子发芽率明显提高，其中 LTJK、YNML、BT、ODGK、JZK 等 5 个居群种子的发芽率此时达峰值，随后下降，9 个月时基本不萌发，而 SZJC、YNSD、CCPL 和 YNXP 等 4 个居群种子的发芽率于 6 个月时达峰值，随后下降，9 个月时尚能保持较高的发芽率，见表 10。由此可见，阳春砂种子置 4℃贮藏，其发芽率随着

贮藏时间的延长,呈先升后降的趋势;不同居群间种子的发芽率差异有统计学意义($P < 0.05$),其中LTJK和YNXP居群的种子于4℃贮藏,其发芽率峰值均比较高,分别为59.78%和53.48%,而其他7个居群的种子发芽率峰值则在50%以下,最低只有20%。

表 10 9个不同居群阳春砂种子不同贮藏时间点的发芽率($\bar{x} \pm s$, $n=4$)

Table 10 Germination rate of *Amomum villosum* Lour. seed from 9 different populations at different storage time

编号	发芽率/%				
	自然干燥	1个月	3个月	6个月	9个月
1(JZK)	0	2.36±0.33 e	20.44±1.44 b	6.32±0.51 f	1.03±0.04 a
2(SZJC)	0	1.56±0.01 a	10.00±1.00 a	32.33±2.17 c	17.05±1.89 d
3(BT)	0	3.12±2.22 d	29.22±2.22 b	16.73±1.75 a	4.15±0.25 b
4(LTJK)	0	7.86±0.01 c	59.78±5.78 e	44.12±3.77 d	3.12±0.04 b
5(YNSD)	0	4.06±0.03 b	34.78±2.78 c	41.36±2.18 d	13.29±1.12 d
6(ODGK)	0	3.93±0.31 b	25.44±2.44 b	18.54±0.24 a	3.41±0.33 b
7(YNML)	0	6.45±0.20 c	45.78±4.78 d	27.18±1.78 b	8.82±0.93 c
8(C CPL)	0	5.03±0.01 d	22.78±2.78 b	48.17±2.66 e	29.78±1.19 c
9(YNXP)	0	4.96±0.01 d	20.56±2.56 b	53.48±3.15 e	32.12±3.17 f

注:1,3,6,9个月的试验样品均置4℃贮藏;同一列不相同字母组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。

4 讨论

阳春砂种子的种皮比较坚硬,存在轻度的种皮障碍休眠。因此,种子引发处理时采用浓硫酸浸泡,塑制筛网反复搓揉,以增强种子的透气、透水性。

本试验结果显示,9个不同居群自然干燥的阳春砂种子的生活力均在85%以上,但此时的种子基本上不萌发。置4℃贮藏72 d后,大部分种子的生活力保持在60%以上;于4℃贮藏90 d的阳春砂种子用赤霉素常温浸种后,发芽率为25%~40%,而经低温浸种后,发芽率为42%~53%,明显高于室温浸种的种子。由此表明,阳春砂种子不仅具生理后熟现象,种子的萌发还可能需要一定的低温春化作用。

道地产区阳春砂果实的成熟期通常在每年8月中、下旬,由于不同居群生长环境的异质性及栽培管理上的不同,试验所采集果实的成熟度并不完全一致。9个不同居群间自然干燥的阳春砂种子的水分、千粒重、生活力和发芽率等均有一定的差异性,这种差异性有可能是由于种子的成熟度不完全一致造成的,也有可能与其种质本身或外环境有关。进

而说明,道地产区阳春砂种子的质量参差不齐,不利于药材生产上的种子育苗。因此,研究制订相关的阳春砂种子、种苗质量标准及制种规程,是确保砂仁药材规范化生产迫切需要解决的关键问题之一。预实验过程尚中发现,自然干燥的种子装密封袋中,室温放置期间,其生活力会逐渐丧失,70 d左右种子的发芽率几乎为零,表明其为短命种子。笔者进一步对阳春砂种子的贮藏特性进行初步的摸索,湿砂室温层积一段时间后,阳春砂种子会萌发,表明湿砂层积可打破其种子的休眠,促进种子的萌发,但不利于种子的贮藏;4℃贮藏的种子,在一定时期内(3~6个月左右),可保持较高的生活力且不萌动。进一步对4℃贮藏种子的萌发特性深入研究发现,其发芽率呈先升后降的变化趋势,其中部分居群种子的发芽率在贮藏3个月后达峰值,部分居群种子的发芽率则在贮藏6个月后达峰值,9个月后大部分居群种子的发芽率降至13%以下。由此表明,阳春砂种子于4℃贮藏3~6个月,可促进种子后熟,种子发芽率得到明显提高,但随着贮藏时间的延长,种子萌发初期不仅会后延,且发芽率也随之下降,显示4℃有利于促进阳春砂种子的后熟和种子的短期保存,但并不能长久保存其种子的生活力。因此,今后有必要对其内在的生理调控机制作相关研究,以期找出能促进其种子后熟,加速其种子萌发的适宜条件,并有必要对延长其种子寿命的贮藏条件进行优选,为阳春砂种子保存与种子质量标准的研究与制订奠定基础。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中国药典(1部)[M]. 中国医药科技出版社, 2010: 236.

[2] 张丽霞, 李学兰, 唐德英, 等. 阳春砂仁种子质量检验方法的研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(22): 3086-3090.

[3] 刘艳, 杨锦芬, 何瑞, 等. 不同发芽条件对阳春砂种子发芽的影响[J]. 广州中医药大学学报, 2010, 27(4): 399-401.

[4] GB/T3543.2-3-1995, 农作物种子检验规程[S].

[5] 于福来, 王文全, 方玉强, 等. 甘草种子质量检验方法研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(6): 746-750

[6] 国际种子检验协会. 种苗评定与种子活力测定方法手册[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1993: 53.

[7] 张丹雁, 欧阳霄妮, 徐志东, 等. 不同浸种处理对阳春砂种子发芽的影响[J]. 广州中医药大学报, 2010, 27(1): 62-64.

(编辑: 梁进权)