

# 温度胁迫对罂粟种子萌发影响及其活力变化规律的研究

李彦荣, 常 瑛, 魏玉杰, 臧广鹏

(甘肃省农垦农业研究院, 甘肃 武威 733006)

**摘要:** 为妥善保存罂粟种质资源及防止种子老化, 研究了温度对罂粟种子萌发及种子活力的影响。结果表明: 罂粟为高温敏感低温萌发型种子, 发芽的适宜温度为 10~20 °C, 最适温度为 18 °C 左右, 低于 5 °C 和高于 20 °C 的温度, 种子萌发受到抑制; 在对其进行丸化包衣时, 加热温度应控制在 60 °C 以内, 时间应控制在 60 min 以内; 在常温库存条件下, 罂粟种子活力随贮藏年限的增加而下降, 贮藏时间超过五年后, 发芽率低于 50%, 不宜作种用, 在作为种质资源保存时, 须每隔五年繁殖一次。

**关键词:** 罂粟; 温度; 种子萌发; 种子活力

**中图分类号:** S567.21 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2012)05-0674-05

## Effects of temperature stress on germination and vitality of *Papave somniferum* seeds

LI Yan-Rong, CHANG Ying, WEI Yu-Jie, ZANG Guang-Peng

(Gansu State Farm Academy of Agricultural Research, Wuwei 733006)

**Abstract:** The effects of temperature stress on the germination and vitality of seeds of *Papave somniferum* L. were studied to preserve poppy germplasm resources and prevent seed aging. The results showed that poppy was high temperature sensitive and was able to germinate under low temperature. The favorable temperature for their germination was 10—20 °C, and the optimal temperature was 18 °C, the temperature lower than 5 °C and higher than 20 °C all could affect its germination. The temperature should be controlled within 60 °C and the heating time under 60 minutes when seeds pelleting. Under normal inventory conditions, with storage time increased, the poppy seed vigor dropped, and germination rate declined less than 50% as the storage time over 5 years, and was not suitable for breeding, so as the germplasm resources, it must breed again every 5 years.

**Key words:** *Papave somniferum*; temperature; seed germination; seed vitality

种子是生命的有机体, 是植物生活史中的一个重要环节, 是新生命开始的幼小植物体和进行有性生殖最重要器官之一, 是联系上下代植物体的纽带, 种子发芽和幼苗生长的研究是种子学研究的一项重要基础工作(颜红波, 1998)。一方面, 温度是植物种子发芽与出苗的基本条件之一, 温度在决定种子萌发中起双重作用, 即直接影响种子的萌发或通过间

接调节种子休眠影响萌发, 温度过高或过低均能影响种子活力, 造成发芽和出苗不良(王俊年等, 2012)。种子萌发及萌发后的生长状况受土壤温度条件的影响, 如棉花(许红霞等, 2004)、玉米(王洪刚等, 2008)、西瓜(王聪艳等, 2009)、野罂粟(甄占萱等, 2005)、绒毛番龙眼(文彬等, 2002)、厚朴(舒泉等, 2010)、黄芪(王永林等, 2010)的种子, 由于种皮

\* 收稿日期: 2012-04-03 修回日期: 2012-07-19

基金项目: 甘肃省科技厅项目“特色农作物生物技术育种创新团队”(098TTCH002)[Supported by the Innovation Team of Biotechnology Breeding for Featured Crops(098TTCH002)]

作者简介: 李彦荣(1966-), 男, 甘肃通渭人, 研究员, 主要从事作物栽培的研究工作, (E-mail) gsllyrry@163.com。

角质层含有的蜡质、油脂和果胶质等不同,致使其萌发温度也不同。另一方面,种子在贮藏过程中,随着贮藏时间的延长,种子活力也逐渐降低。但因种子品种的不同和贮藏条件(设施、温度、水分)的改变,不同品种种子因老化而生活力下降的趋势会有所不同(陶梅等,1996;许美玲,2005;刘志敏等,1992;李鑫等,2006;云锦凤等,1998)。一般情况下,贮藏在常温库存条件下的种子,随着贮藏年限延长,种子发芽率(势)、简化活力指数均降低。

罂粟(*Papave somniferum*)属罂粟科罂粟属,一年生草本植物。由于罂粟含有吗啡、可待因、那可丁等 20 多种生物碱,是重要的药源植物(Hari 等,1999;魏玉杰等,2012)。但罂粟也是提取毒品海洛因的主要毒品源植物(王鑫等,2011),对其种植和研发有着严格的限制,一般情况下,仅作为种质资源加以保存。安全、长期、有效地保持种子活力,保护作物遗传资源对人类的生存与发展,以及农业生产和种质资源保存具有重要意义。虽然不同植物种子萌发温度及常温储藏条件下的种子活力变化规律已有较多研究,而有关罂粟种子的萌发适宜温度及种子活力变化规律的研究鲜见报道。本文对已保存在常温储藏条件下 1~13 a 的 7 份罂粟种子进行发芽势、发芽率和简化活力指数等指标测定,旨在为快速

测定罂粟种子的发芽率和资源保存提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以不同年份采集并贮藏 in 常温库存条件下的罂粟 2 号种子种样作为不同的种批(表 1),种子呈肾形,黑褐色,开花后花瓣除基部有一紫色斑点外,其余均为白色。

1.2 试验设计

温度处理选择两组变温(0~30 ℃及 50~80 ℃)条件,种子采用当年采收的种子。前者是罂粟种子的最适发芽试验条件,设 0、5、10、18(CK)、20、25、30 ℃等 7 个温度处理,在设定温度的恒温光照培养箱内进行发芽试验;后者用电热恒温鼓风干燥箱控制高温胁迫处理条件,设 50、60、70、80 ℃等 4 个温度处理,加热时间设 0(CK)、30、60、90 和 120 min 等 5 个梯度,按其设计处理(共 20 份,每份种子 200 g)后,在 18 ℃的恒温光照培养箱内进行发芽试验。

另选取在常温库存条件下贮藏年限为 1、2、3、5、8、10 和 13 年的罂粟种子(表 1),在 18 ℃的恒温光照培养箱内进行发芽试验,用于研究罂粟种子活力随贮藏时间的变化规律。

表 1 参试罂粟种子及其种子活力  
Table 1 Seed vitality of *Papave somniferum* seeds

| 年份<br>Year | 贮藏年限<br>Storage<br>time (a) | 种子活力 Seed vitality                       |                                     |                                          |                                                      |                                                 |
|------------|-----------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|            |                             | 发芽势 (%)<br>Germination<br>potential (GE) | 发芽率 (%)<br>Germination<br>rate (GP) | 简化活力指数<br>simplified vigor<br>index (GI) | 相对发芽势 (%)<br>Relative germination<br>potential (RGE) | 相对发芽率 (%)<br>Relative germination<br>rate (RGP) |
| 2007       | 1                           | 56.3                                     | 90.6 aA                             | 10.0                                     | 100.0                                                | 100.0                                           |
| 2006       | 2                           | 62.5                                     | 79.7 bB                             | 8.8                                      | 111.1                                                | 87.9                                            |
| 2005       | 3                           | 71.9                                     | 78.1 bB                             | 8.6                                      | 127.8                                                | 86.2                                            |
| 2003       | 5                           | 79.7                                     | 88.3 aA                             | 9.7                                      | 141.7                                                | 97.4                                            |
| 2000       | 8                           | 23.4                                     | 42.2 dD                             | 4.6                                      | 41.7                                                 | 46.6                                            |
| 1998       | 10                          | 45.3                                     | 55.5 cC                             | 6.1                                      | 80.6                                                 | 61.2                                            |
| 1995       | 13                          | 24.2                                     | 35.2 eE                             | 3.9                                      | 43.1                                                 | 38.8                                            |

1.3 试验方法

在直径为 12 cm 的培养皿中以脱脂棉垫底,上覆盖一层滤纸,用蒸馏水浸湿后作为发芽床,分别从不同种批中各随机抽取 100 粒,均匀摆放于培养皿中,然后置于设定温度的恒温光照培养箱内培养,定期等量加水保持湿度,3 次重复。

以芽萌发出白嫩尖为起始发芽标准;点播后第 5 天,调查发芽势(GE);第 9 天调查发芽率(GP),测定生长幼苗根长,统计简化活力指数(GI)

(吴晓珍等,1997),并以不同温度处理下的发芽势或发芽率占对照中的百分数作为相对发芽势(RGE)或相对发芽率(RGP)。

各指标计算公式如下:GE(%)=5 d 内正常发芽数/发芽种子总数×100;GP(%)=9 d 内正常发芽数/发芽种子总数×100;RGE(%)=发芽势/对照发芽势×100;RGP(%)=发芽率/对照发芽率×100;GI=发芽率(%)×幼苗根长度(mm)。

数据采用 DPS 软件统计分析。

1.4 试验仪器

光照培养箱:LRH-250-G 型(广东医疗器械厂生产),两侧共 8 根 40W 日光灯管,光强为 1228LX。电热恒温鼓风干燥箱:DHG-9240A 型(上海齐欣科学仪器有限公司生产)。

2 结果与分析

2.1 温度胁迫对罂粟种子萌发的影响

2.1.1 罂粟种子的最适发芽温度

2.1.1.1 温度对罂粟种子起始发芽时间的影响 种子的发芽时间与当时、当地的地温、气温有直接的关系,温度过低或过高则抑制发芽,甚至不发芽。由图 1 可知,发芽温度从 0℃升高到 5、10、18℃时,罂粟种子的萌发时间由 28 d 分别下降到 13、8、3 d;而温度从 18℃升高到 20℃和 25℃时,种子萌发时间反而逐渐延长,又从 3 d 增加到 4 d 和 6 d,且在 25℃时出现死苗现象,为高温敏感型种子。到 30℃时出现只生根而不发芽,且随着生长期变长,根变黑死亡。因此,在 10~20℃范围内,罂粟种子的发芽时间短,为最适发芽温度区域,18℃为最适发芽温度;低于 5℃的低温和高于 20℃的高温造成萌发生理障碍,形成逆境,罂粟种子萌发受到抑制。

2.1.1.2 温度对罂粟种子发芽势和发芽率的影响 种子 *GE* 和 *GP* 反映某一品种的播种品质,*GE* 表示种子发芽能力的强弱和种子发芽的整齐度,*GE* 高则出苗整齐;*GP* 是种子播种品质优劣的重要指标。罂粟种子在温度胁迫下,发芽均受影响,不同温度处理间存在明显差异。

*GE* 随着发芽温度从 0℃增加到 5、10、18、20、25 和 30℃时,*GE* 呈抛物线变化趋势,升高后又降低(图 2)。罂粟种子的发芽温度在 18℃时,其种子 *GE* 最高。温度在 0~5℃的低温胁迫和 20~30℃的高温胁迫下,则明显下降。0、5、20、25 和 30℃的 *GE* 仅分别为 25%、81.3%、15.6%、6.3%和 0,而 10℃和 18℃的发芽势分别为 93.8%和 95.3%。

*GP* 在温度 0~20℃的范围内,均在 90%以上,18℃时罂粟种子的 *GP* 达到最高,为 95.3%;而温度达到 25℃时 *GP* 仅为 29.7%,30℃时为 0(图 2)。以 18℃为对照,*RGE* 和 *RGP* 与图 2 中 *GE* 和 *GP* 的变化趋势一致。0、5、20、25 和 30℃的 *RGE* 较 18℃降低了 73.8%、14.8%、83.6%、93.4%和 100.0%,而 *RGP* 则降低了 2.1%、9.8%、4.9%、

68.9%和 100.0%。即使 10℃时,其 *RGE* 和 *RGP* 也都下降了 1.6%。

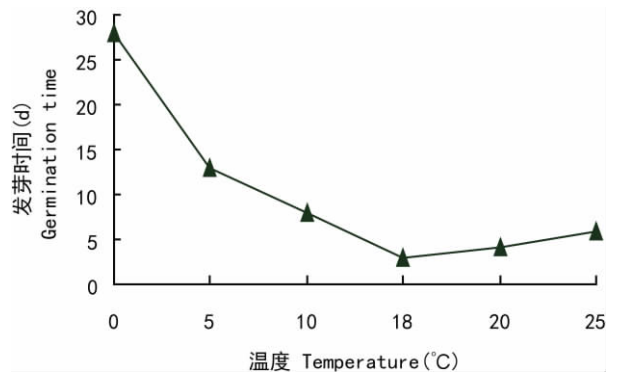


图 1 温度对罂粟种子起始发芽时间的影响  
Fig. 1 The effect of temperature on germination time for *P. somniferum* seeds

2.1.2 高温胁迫对罂粟种子活力的影响

2.1.2.1 高温对罂粟种子发芽的影响 不同高温对罂粟种子进行胁迫处理后,罂粟种子的 *GP* 随加热温度增加而降低(图 3);加热温度在 70℃以上,特别是在 80℃时对罂粟种子发芽影响更明显;加热温度在 50℃和 60℃时对罂粟种子的发芽影响不大,和对照(不加热)的发芽率几乎一致(约为 86%)。

2.1.2.2 高温持续时间对罂粟种子发芽的影响 在 4 个高温胁迫处理下(图 3),当加热温度为 50℃和 60℃时,其加热时间在 120 min 以内,对种子发芽的影响不明显,能够确保种子的安全,种子发芽率与对照(不加热)基本持平,均在 80%以上;当加热温度超过 70℃时,随着加热时间的延长,其种子的发芽能力呈降低趋势。特别是加热温度达到 80℃时,影响更大:加热时间为 30 min 时,*GP* 为 46%,*RGP* 仅为 56.5%,而当加热时间达到 90 min 和 120 min 时,*GP* 分别为 23%和 18%。

2.2 常温库存贮藏条件下罂粟种子活力变化规律

如表 1 和图 4 所示,常温库存贮藏条件下贮藏 1~5 a 内,罂粟种子的 *GE* 和 *RGE* 随着贮藏年限的增多而增加;贮藏年限由 1 a 增加至 2、3 和 5 a 时,*GE* 则由 56.3%提高至 62.5%、71.9%和 79.7%,*RGE* 分别提高了 11.1%、27.8%和 41.7%;但当贮藏年限超过 5 a 后,*GE* 快速降低,贮藏 8、10 和 13 a 时,*GE* 分别降至 23.4%、45.3%和 24.2%,*RGE* 则降低了 50%以上。

表 1 和图 4 的结果还表明,常温库存贮藏条件

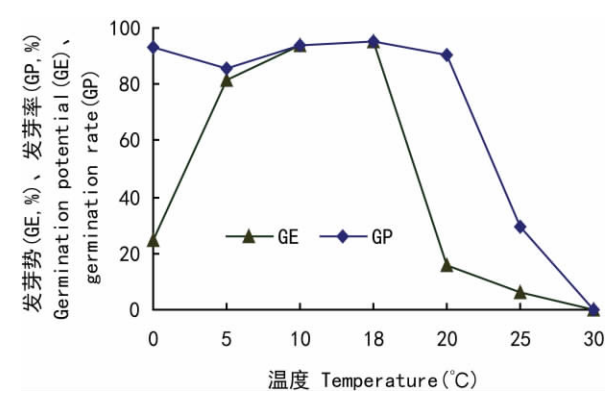


图 2 不同温度对罂粟种子发芽能力的影响  
Fig. 2 The effects of temperature on germination capacity for *P. somniferum* seeds

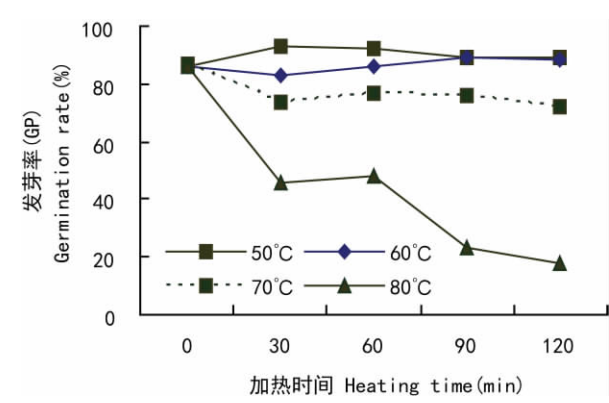


图 3 高温胁迫对罂粟种子发芽能力的影响  
Fig. 3 The effects of high temperature stress on germination capacity for *P. somniferum* seeds

下罂粟种子的 *GP* 和 *RGP* 均随着贮藏年限的增加而呈线性降低,*GP* 与贮藏年限(*X*)的关系为  $GP = -4.5182x + 94.185 (R^2 = 0.801)$ 。但贮藏 5 a 以内种子的 *GP* 和 *RGP* 较高,接近或高于 80.0%;贮藏年限超过 5 a 后,其 *GP* 和 *RGP* 均较低,低于 50.0%,故不宜作为播种用,或作为种子资源保存时,每隔 5 a 须得繁殖 1 次,以保持种子活力。

种子 *GI* 是种子发芽率与根长的乘积,它能更进一步反映种子活力指标的增长量。罂粟种子的 *GI* 具有与 *GP* 一样的变化趋势,随贮藏年限的增加而降低(表 1),*GI* 与贮藏年限(*X*)的关系式为: $GI = 10.36 - 0.497X, (R^2 = 0.80)$ 。

3 结论与讨论

种子的发芽需要有适当的环境条件,氧气、水分和温度都是种子萌发必不可少的条件。种子萌发时

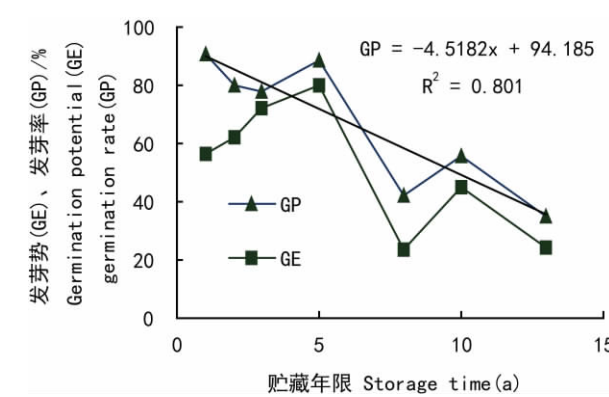


图 4 贮藏年限对罂粟种子发芽能力的影响  
Fig. 4 The effects of germination capacity for *P. somniferum* seeds after different storage time

内部进行的物质和能量转化均为复杂的生化过程,是一个由许多相互依赖步骤组成的酶促反应过程,需多种生化酶参与催化,而酶的活性又与一定的温度相关,因此种子在获得充足的氧气和水分后,适宜的温度便成了决定种子发芽率高低的关键因素之一。温度过高,会影响种子生活力甚至使种子丧失发芽力,温度过低,会造成种子发芽迟缓或冷冻伤害。了解种子萌发适温对确定播种期和快速检测种子的活力非常重要。本试验中从各恒温条件下种子的最终发芽率和发芽势来看,不同温度对罂粟种子发芽的影响存在很大差异。总体来说,罂粟种子发芽的适宜温度为 10~20 °C,为高温敏感低温萌发型,在此温度范围内,发芽速度快,发芽率也高(陈瑛等,1991)。最适温度为 18 °C 左右。低于 5 °C 的低温和高于 20 °C 的高温,其种子萌发受到温度胁迫抑制,造成萌发生理障碍。

超低温可以延缓种子的寿命,种子能够更长时间保持活力(许美玲等,1999)。高温则加速种子老化,降低种子的生活力。但本试验结果显示高温对种子活力的影响与承受时间有很大的关系,温度越高所能承受的时间越短,比较低的高温所能承受的时间相对较长。加热温度不高于 60 °C 时,加热时间 2 h 内,罂粟种子的发芽能力不受影响;加热温度超过 70 °C 时,加热时间应控制在 60 min 以内,否则影响其发芽能力。在种子丸化包衣时,为了加速丸化包衣种子干燥,通常增加一定的烘烤设备,以提高温度。因此,考虑到种子的安全性,在罂粟种子丸化包衣时加热温度应控制在 60 °C 以内,最高不超过 70 °C,加热时间应控制在 60 min 以内。

种子是一个活的有机体,生命力从旺盛时期经

历老化,逐渐衰老到最后死亡,是一个复杂的从量变到质变的连续过程。种子寿命的长短,决定于种子的采收加工条件、贮藏环境等诸多因素。在常温库中保存后,随着自然贮藏时间的延长,罂粟种子的活力水平有所降低,这与新麦草等种子活力的变化规律基本一致(云锦凤等,1998)。罂粟种子的发芽率(GP)与贮藏年限(X)的关系为  $GP = -4.5182X + 94.185 (R^2 = 0.801)$ ,贮藏年限超过 5 a 后,其发芽率低于 50.0%,不宜作种用,在作为种子资源保存时,须每隔 5 a 繁殖 1 次,以保持种子活力。

## 参考文献:

- Chen Y(陈瑛), Li XE(李先恩), Zhang J(张军), *et al.* 1991. Germination temperature of seeds of medicinal plants(药用植物种子的萌发温度)[J]. *Chin J Chin Mat Med*(中国中药杂志), **16**(3):142—145
- Hari SA, Vimals. 2009. Molecular characterization of opium poppy(*Papaver somniferum*) germplasm[J]. *Am J Infect Diseases*, **5**(2):155—160
- Li X(李鑫), Wang Q(王倩). 2006. The changes of the seed vigor of welsh onion under ultra-dry storage(超干贮藏大葱种子活力的变化)[J]. *Chin Veget*(中国蔬菜), (8):10—13
- Liu ZM(刘志敏), He JK(何建坤), Luo ZY(罗志云). 1992. Effect of storage life on *Cucumis melon* seed vitality(贮藏时间对甜瓜种子活力的影响)[J]. *J Hunan Agric Univ*(湖南农业大学学报), **18**(增刊):782—787
- Shu X(舒泉), Yang ZL(杨志玲), Duan HP(段红平), *et al.* 2010. Seed germinating characteristics of endangered plant *Magnolia officinalis*(濒危植物厚朴种子萌发特性研究)[J]. *Chin J Chin Mat Med*(中国中药杂志), **35**(4):419—422
- Tao M(陶梅), Xin PP(辛萍萍), Zhang ZL(张之兰). 1996. Research on ultradry storage of wheat(*Triticum aestivum*) seeds(小麦种子超干燥储藏研究)[J]. *Seed*(种子), (5):10—14
- Wang CY(王聪艳), Wang B(王彬), Zhang X(张肖), *et al.* 2009. Effect of different temperatures on watermelon seed germination(温度对西瓜种子发芽的影响)[J]. *J Anhui Agric Sci*(安徽农业科学), **37**(23):10 953—10 954
- Wang HG(王洪刚), Li D(李丹), Li Y(李杨). 2008. Effect of temperature on germination and seedling growth of Maize(温度对玉米种子发芽及苗期生长的影响)[J]. *Heilongjiang Agric Sci*(黑龙江农业科学), (1):37—39
- Wang JN(王俊年), Li DL(李得禄). 2012. Seed germination responses of four *Limonium* species to temperature(4 种补血草属植物种子发芽对温度的响应)[J]. *Pratac Sci*(草业科学), **29**(2):249—254
- Wang YL(王永林), Chen YQ(陈艺齐), Zhang D(张栋). 2010. Effect of different temperatures on *Astragalus membranaceus* seed germination(不同温度处理对黄芪种子发芽率的影响)[J]. *Chin Horticult Abstracts*(中国园艺文摘), (12):53
- Wei YJ(魏玉杰), He QX(何庆祥), Zhang JW(张金文), *et al.* 2012. Karyotype comparison of poppy(*Papaver somniferum*) isoform collected from different areas in China(中国不同地区罂粟的核型比较)[J]. *Acta Pratac Sin*(草业学报), **21**(2):171—179
- Wen B(文彬), Yin ShH(殷寿华), Lan QY(兰芹英), *et al.* 2002. Ecological characteristics of seed germination of *Pometia tomentosa*(绒毛番龙眼种子萌发生态特性的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), **22**(5):408—412
- Wang X(王鑫), Guo PY(郭平毅), Yuan XY(原向阳), *et al.* 2011. Effect of MCPA on activities of SOD and POD and lipid peroxidation in *Papaver somniferum* L. (2 甲 4 氯对罂粟 SOD、POD 酶活性及膜脂过氧化作用的影响)[J]. *J Southern Agric*(南方农业学报), **42**(3):257—260
- Wu XZ(吴晓珍), Fu JR(傅家瑞). 1997. Priming effects of matrix conditioning on brassica parachinensis(衬质渗调对等种子的引发效果)[J]. *Acta Univ Sunyatseni; Sci Nat Edit*(中山大学学报·自然科学版), **36**(1):69—73
- Xu HX(许红霞), Yang WH(杨伟华), Wang YQ(王延琴), *et al.* 2004. Effect of different temperatures on cotton seed vitality(温度对棉花种子活力的影响)[J]. *Chin Cotton*(中国棉花), **31**(2):15—16
- Xu ML(许美玲). 2005. Ultra-dry preservation of tobacco seeds and its correlative technology(烟草种子超干燥贮藏及相关技术研究)[J]. *Trans Chin Soc Agric Engin*(农业工程学报), **21**(12):156—162
- Xu ML(许美玲), LU XP(卢秀萍), Wang ShH(王树会). 1999. Research on preservation technique for ultra-dried tobacco seeds in low temperature(超干燥烟草种子在低温下保存技术研究)[J]. *Seed*(种子), **15**(4):14—17
- Yan HB(颜红波). 1998. Effect of various temperatures on germination of perennial grass specieses(不同温度对多年生禾草种子发芽的影响)[J]. *Pratac Sci*(草业科学), **15**(4):22—26
- Yun JF(云锦凤), Yu Zh(于卓), Hao XM(郝新民), *et al.* 1998. A preliminary report on the study of different storage time of psathyrostachys juncea seed vitality(不同贮藏年限新麦草种子活力研究初报)[J]. *Inner Mongolian J Anim Sci Prod*(内蒙古畜牧科学), (2):22—23
- Zhen ZX(甄占萱), Li YX(李云祥), Na SZ(那淑芝), *et al.* 2005. Studies on the germination temperature of *Papaver nudicaule*'s seed(野罂粟种子萌发温度的研究)[J]. *Seed*(种子), **24**(7):32—33