



低温贮藏年限对小粒大豆种子活力及幼苗质量的影响

刘玉兰¹, 马天¹, 王宇¹, 赵鑫怡¹, 姚子森², 陈殿元¹

(1. 吉林农业科技学院 农学院, 吉林 吉林 132101; 2. 吉林省气象信息网络中心, 吉林 长春 130062)

摘要:为了探究低温贮藏年限对小粒大豆种子活力及幼苗质量的影响,以3种不同熟期的小粒大豆品种为试验材料,设置5个贮藏年限处理,研究低温贮藏条件下小粒大豆种子活力及幼苗质量的变化规律。结果表明:随着贮藏年限的增加,不同小粒大豆品种的种子活力和幼苗质量相关指标变化规律基本相同,种子发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数、正常苗率及幼苗质量相关指标均随贮藏年限的增加呈降低趋势,种子浸提液电导率呈上升趋势。不同品种耐贮藏能力有较大差异,东农690和吉林小粒6号种子的安全贮藏期为1年;九芽豆1号耐贮藏性较好,安全贮藏期为2年。

关键词:小粒大豆;低温贮藏年限;种子活力;幼苗质量

Effects of Low Temperature Storage Years on Seed Vigor and Seedling Quality of *Glycine gracilis*

LIU Yu-lan¹, MA Tian¹, WANG Yu¹, ZHAO Xin-yi¹, YAO Zi-sen², CHEN Dian-yuan¹

(1. Agricultural College, Jilin Agricultural Science and Technology University, Jilin 132101, China; 2. Jilin Provincial Meteorological Information Network Center, Changchun 130062, China)

Abstract: In order to explore the influence of low temperature storage years on seed vigor and seedling quality of *Glycine gracilis*, three varieties with different mature stages growth processes were used as experimental materials, and five sowing dates were set up for researching into the change regularities of the seed vigor and seedling quality of *Glycine gracilis* under the low temperature storage condition. The results indicated that, with the increase of storage life, quality related indicators of different varieties of *Glycine gracilis* changed in an approximately same regulation. The germination potential, germination rate, germination index, vigor index, normal seedling rate and seedling quality showed a decreasing trend with the increase of the storage life and the electrical conductivity of the seed extracts showed an increasing trend. It was different on storability among three different varieties. Dongnong 690 and Jilinxiaoli 6 had a safe storage period of one year, while Jiuyadou 1 had a better storability with a storage period of two years.

Keywords: *Glycine gracilis*; Low temperature storage years; Seed vigor; Seedling quality

种子活力是国际种子检验协会提出的评价种子质量的一个综合指标,直接影响到作物的产量和品质,高活力种子具有明显的生长优势和生产潜力^[1]。种子活力除了受遗传因素的影响,还受环境因素的影响^[2-4]。大豆作为高脂肪、高蛋白作物,种子活力较淀粉类种子下降较快,贮藏期间对环境条件较敏感,在自然条件下不耐贮藏,寿命较短。谢皓等^[5]研究表明,大豆种子贮藏时间超过2年以上,发芽率降到85%以下,将失去种用价值。于广文等^[6]研究表明,无论同年度或年际间大粒种的发芽率或出苗率均显著低于小粒种和中粒种,另外,不同品种之间种子活力的遗传性存在较大差异。

小粒大豆(*Glycine gracilis*)一般指百粒重为6~12g的大豆^[7],具有营养成分丰富、蛋白质含量高、籽粒小等特点^[8]。吉林省是我国小粒大豆主产区,在适应地区,小粒大豆的产量不低于普通大豆,而且具有

耐瘠薄、抗病虫、稳产、外观和化学品质优良等特点^[9]。贮藏时间对大豆种子活力的影响已有大量报道^[10-12],但以往的研究对象多是普通常规大豆,在小粒大豆上的研究报道较少,对小粒大豆生产地的指导作用不够明确。因此,针对吉林省小粒大豆生产的需求,本研究以低温贮藏条件下不同贮藏年限小粒大豆种子为研究对象,探讨低温贮藏年限对小粒大豆种子活力及幼苗质量的影响,为吉林省小粒大豆种子科学贮藏及高效利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

东农690,属早熟类型,由东北农业大学大豆研究所提供;吉林小粒6号,属中早熟类型,由吉林省农业科学院提供;九芽豆1号,属中熟类型,由吉林市农业科学院大豆所提供。

收稿日期:2021-03-29

基金项目:吉林省优势特色学科(作物学)建设资助项目。

第一作者:刘玉兰(1971—),女,硕士,高级实验师,主要从事大豆良种繁育研究。E-mail:jilly2006@163.com。

通讯作者:陈殿元(1964—),男,硕士,教授,主要从事作物栽培与育种研究。E-mail:jlcdy@sina.com。

1.2 试验设计

试验于2019年在吉林农业科技学院农学院作物栽培实验室进行,分别对贮藏年限为0~4年的小粒大豆种子进行浸出液相对电导率测定和发芽试验,测定幼苗发芽指标,比较不同贮藏年限对小粒大豆种子活力和幼苗质量的影响,所有材料均在5℃贮藏柜中保存^[13]。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 种子活力 参照ISTA种子检验规程(2013)^[14],采用砂培法进行发芽试验,每处理50粒种子,3次重复;20℃全光照,第5天开始每天统计种子发芽数,至第8天统计结束。

种子发芽率(%) = 发芽试验终期正常幼苗数/供试种子粒数 × 100

$$\text{种子发芽指数}(GI) = \sum(Gt/Dt)$$

$$\text{种子活力指数}(VI) = GI \times S$$

式中:Gt为每天的发芽的种子数;Dt为相应的发芽日数;S为发芽第8天幼苗的干重(g)。

1.3.2 正常苗率及幼苗质量 发芽试验结束后,调查每个处理正常苗数量,计算正常苗率,从每个重复中取有代表性的正常幼苗10株,测量其苗高、主根长、苗鲜重、苗干重。

正常苗率(%) = 正常幼苗数/全部出土幼苗数 × 100

1.3.3 种子浸出液相对电导率 参照郝楠等^[15]的方法,分别从不同贮藏年份及品种中选取种皮完整的种子50粒称重,分别置于500 mL烧杯中,加入250 mL去离子水,用DDS-11型电导仪测定初始电导率;用保鲜膜将烧杯封口,室温下静置24 h,测量种子浸出液电导率,2次重复取平均值。

1.4 数据分析

使用Excel 2007整理试验数据,使用DPS v9.50进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 贮藏年限对小粒大豆种子活力及浸出液相对电导率的影响

2.1.1 发芽率 利用种子的发芽率判断种子活力是目前广泛适用于各种植物种子活力测定的方法。根据国标GB4404.4-2010,大豆籽粒发芽率≥85%可作为种子使用。从表1可以看出,3个小粒大豆种子的发芽率均随贮藏年限的增加呈降低趋势,发芽率下降幅度随着贮藏年限逐年加大。不同贮藏年限的东农690种子发芽率之间差异极显著

($P < 0.01$),且贮藏时间达到3年时,种子的发芽率下降到68.23%;吉林小粒6号种子发芽率变化也呈现此规律;九芽豆1号种子贮藏1年发芽率有所降低,但与CK种子发芽率并无显著差异,当贮藏年限达到2年时与CK相比极显著($P < 0.01$)下降。3个品种收获当年平均发芽率为97.31%,贮藏4年后,平均发芽率为53.50%,3个小粒大豆品种中,九芽豆1号的发芽率在贮藏过程中降幅最小,吉林小粒6号次之,东农690降幅最大。通过相关性分析可知,贮藏年限与3个小粒大豆种子发芽率均呈极显著负相关(表2)。

2.1.2 发芽指数 发芽指数是种子萌发综合指标的体现,能够决定种子萌发的速率,可衡量种子活力高低。由表1可知,随着贮藏年限的增加,小粒大豆种子发芽指数呈下降趋势,与发芽率的变化趋势表现相同。3个小粒大豆种子贮藏1年后的发芽指数均与CK差异不显著,贮藏2年后开始显著($P < 0.05$)下降,贮藏4年后,表现为极显著下降($P < 0.01$)。3个小粒大豆品种中,九芽豆1号的发芽指数在贮藏过程中降幅最小,吉林小粒6号次之,东农690降幅最大。通过相关性分析可知,贮藏年限与3个小粒大豆种子发芽指数均呈显著负相关(表2)。

2.1.3 活力指数 活力指数是检测种子活力变化的重要指标之一,反映了种子发芽能力和幼苗生长潜势。从表1可以看出,小粒大豆种子的活力指数随贮藏年限的增加而降低。3个小粒大豆种子贮藏1年活力指数均有所降低,但与CK差异不显著;贮藏2年开始显著($P < 0.05$)或极显著($P < 0.01$)下降;贮藏3~4年,均与对照差异极显著($P < 0.01$)。3个品种中,九芽豆1号的活力指数在贮藏过程中降幅最小,吉林小粒6号次之,东农690降幅最大。通过相关性分析可知,贮藏年限与3个小粒大豆种子活力指数均呈极显著负相关(表2)。

2.1.4 相对电导率 种子浸泡液的相对电导率,作为检验种子活力高低的指标已成为种子检验中的常规标准^[16]。从表1可以看出,小粒大豆各品种收获当年(CK)种子的电导率均为最低,随着贮藏年限的增加,电导率呈现极显著增加趋势($P < 0.01$)。通过相关性分析可知,贮藏年限与种子浸出液相对电导率呈极显著正相关(表2)。3个小粒大豆品种中,九芽豆1号种子浸出液相对电导率在贮藏过程中增加最慢,吉林小粒6号次之,东农690增加最快,由此可以看出,种子贮藏年限越长浸泡液的相对电导率越高,同时也进一步说明种子贮藏年限越

长活力越低,从本试验种子浸出液相对电导率来看,参试品种耐贮能力表现为九芽豆 1 号 > 吉林小粒 6 号 > 东农 690。

通过分析以上贮藏年限对小粒大豆种子发芽率、发芽指数、活力指数和相对电导率的影响可知,

小粒大豆种子活力随着贮藏年限的增加而变化,但不同品种变化幅度不同,说明不同品种耐贮能力不同,3 个小粒大豆品种耐贮能力表现为:九芽豆 1 号 > 吉林小粒 6 号 > 东农 690。

表 1 贮藏年限对小粒大豆种子活力和浸出液相对电导率的影响

Table 1 The effects of storage years on seed vigor and electrical conductivity of extracts

品种 Cultivar	贮藏年限 Storage year	发芽率 Germination rate/%	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	浸出液相对电导率 The relative conductivity of extracts
东农 690 Dongnong 690	0(CK)	97.47 ± 0.80 aA	7.42 ± 0.36 aA	9.12 ± 0.03 aA	7.18 ± 0.20 eE
	1	90.10 ± 0.97 bB	7.23 ± 0.31 aA	8.59 ± 0.07 aA	9.97 ± 0.41 dD
	2	81.03 ± 1.31 cC	6.57 ± 0.24 bA	7.51 ± 0.05 bB	13.82 ± 0.37 cC
	3	68.23 ± 1.58 dD	5.62 ± 0.28 cB	5.44 ± 0.03 cC	17.28 ± 0.31 bB
	4	44.07 ± 1.64 eE	3.19 ± 0.22 dC	2.57 ± 0.07 dD	21.01 ± 0.38 aA
吉林小粒 6 号 Jilinxiaoli 6	0(CK)	96.27 ± 0.95 aA	7.39 ± 0.32 aA	10.73 ± 0.07 aA	6.81 ± 0.35 eE
	1	91.43 ± 0.83 bB	7.27 ± 0.23 aA	10.22 ± 0.05 aA	8.96 ± 0.26 dD
	2	84.47 ± 1.31 cC	6.80 ± 0.30 bA	8.77 ± 0.06 bB	12.46 ± 0.37 cC
	3	73.43 ± 1.30 dD	5.83 ± 0.15 cB	7.19 ± 0.02 cC	16.15 ± 0.38 bB
	4	55.27 ± 1.55 eE	4.53 ± 0.16 dC	4.30 ± 0.02 dD	17.97 ± 0.49 aA
九芽豆 1 号 Jiuyadou 1	0(CK)	98.20 ± 1.29 aA	7.50 ± 0.14 aA	14.95 ± 0.01 aA	6.55 ± 0.37 eE
	1	93.70 ± 0.86 aAB	7.31 ± 0.22 abA	14.09 ± 0.05 abA	8.96 ± 0.35 dD
	2	86.77 ± 1.51 bBC	6.94 ± 0.37 bAB	12.51 ± 0.03 bcAB	10.65 ± 0.30 cC
	3	78.93 ± 1.94 cC	6.04 ± 0.42 cB	10.71 ± 0.04 cBC	15.38 ± 0.33 bB
	4	61.17 ± 1.20 dD	4.87 ± 0.34 dC	7.97 ± 0.07 dC	17.27 ± 0.49 aA

不同大小写字母分别表示在 0.01 水平和 0.05 水平差异显著。下同。

Different uppercase and lowercase indicates significant difference at 0.01 and 0.05 level respectively. The same below.

表 2 贮藏年限与种子发芽率、发芽指数、活力指数与浸出液电导率之间的相关性分析

Table 2 The correlation analysis between storage years with germination rate, germination index, vigor index of seeds and electrical conductivity of seed extracts

品种 Cultivar	发芽率 Germination rate	发芽指数 Germination index	活力指数 Vigor index	浸出液电导率 Electrical conductivity of seed extract
东农 690 Dongnong 690	-0.9686 **	-0.9233 *	-0.9590 **	0.9988 **
吉林小粒 6 号 Jilinxiaoli6	-0.9667 **	-0.9474 *	-0.9665 **	0.9939 **
九芽豆 1 号 Jiuyadou 1	-0.9635 **	-0.9516 *	-0.9813 **	0.9870 **

* 表示在 0.05 水平显著相关, ** 表示在 0.01 水平显著相关。

* represent the value is significant correlated at the 0.05 level, and ** represent the values is significant correlated at the 0.01 level.

2.2 贮藏年限对小粒大豆正常苗率的影响

由表3可以看出,3个小粒大豆种子正常苗率均随着贮藏年限的增加而降低,东农690和吉林小粒6号两个品种不同贮藏年限种子的正常苗率之间存在极显著差异($P < 0.01$),九芽豆1号贮藏1年种子正常苗率与CK差异不显著,贮藏2~4年种子正常苗率与CK相比极显著($P < 0.01$)下降。3个

小粒大豆品种中,九芽豆1号种子正常苗率在贮藏过程中降幅最小,吉林小粒6号次之,东农690降幅最大。通过相关性分析可知,贮藏年限与东农690和吉林小粒6号种子正常苗率均呈极显著负相关,与九芽豆1号种子正常苗率呈显著负相关(表4)。以上分析说明,贮藏年限对正常苗率的影响与对种子活力影响基本相同,高活力的种子正常苗率较高。

表3 贮藏年限对小粒大豆正常苗率的影响

Table 3 The effects of storage years on normal seedling rate of *Glycine gracilis*

贮藏年限 Storage year	东农690 Dongnong 690	吉林小粒6号 Jilinxiaoli 6	九芽豆1号 Jiuyadou 1
0(CK)	94.00 ± 1.86 aA	94.43 ± 1.59 aA	96.94 ± 1.63 aA
1	84.57 ± 1.36 bB	88.37 ± 1.42 bB	91.70 ± 1.87 aAB
2	70.23 ± 0.77 cC	76.43 ± 1.85 cC	85.23 ± 1.86 bBC
3	57.83 ± 1.87 dD	62.83 ± 1.35 dD	79.37 ± 2.43 bC
4	38.87 ± 1.98 eE	50.93 ± 1.69 eE	60.27 ± 2.16 cD

表4 贮藏年限与正常苗率、幼苗质量相关指标的相关性分析

Table 4 The correlation analysis between storage life with normal seedling rate and related indexes of seedling quality

品种 Cultivar	正常苗率 Normal seedling rate	苗高 Plant height	根长 Root length	苗鲜重 Fresh weight of seedling	苗干重 Dry weight of seedling
东农690 Dongnong 690	-0.9935 **	-0.9898 **	-0.9539 *	-0.9739 **	-0.9463 *
吉林小粒6号 Jilinxiaoli 6	-0.9928 **	-0.9729 **	-0.9382 *	-0.9342 *	-0.9438 *
九芽豆1号 Jiuyadou 1	-0.9552 *	-0.9849 **	-0.9952 **	-0.9862 **	-0.9946 **

2.3 贮藏年限对小粒大豆幼苗质量的影响

由表5可以看出,小粒大豆幼苗的苗高、根长、苗鲜重和苗干重均随种子贮藏年限的增加呈降低趋势。与CK相比,东农690在3年贮藏期育成的

幼苗的苗高和根长未发生显著变化,但贮藏4年的显著缩短($P < 0.05$),在2年贮藏期内育成的幼苗的鲜重、干重均未发生显著变化,但贮藏3~4年的极显著降低($P < 0.01$)。

表5 贮藏年限对小粒大豆发芽种子幼苗质量相关指标的影响

Table 5 The effects of storage years on quality related indexes of sprouted seeds in *Glycine gracilis*

品种 Cultivar	贮藏年限 Storage year	苗高 Plant height/cm	根长 Root length/cm	幼苗鲜重 Fresh weight of seedling/g	幼苗干重 Dry weight of seedling/g
东农690 Dongnong 690	0(CK)	11.33 ± 0.40 aA	11.24 ± 0.56 aA	17.90 ± 0.08 aA	1.23 ± 0.01 aA
	1	11.06 ± 0.48 aA	10.91 ± 0.72 aA	16.86 ± 0.09 aA	1.19 ± 0.01 aA
	2	10.72 ± 0.36 abA	10.76 ± 0.78 abA	15.85 ± 0.07 aAB	1.14 ± 0.01 aA
	3	10.29 ± 0.25 abA	10.05 ± 0.72 abA	12.91 ± 0.06 bBC	0.97 ± 0.01 bB
	4	9.73 ± 0.64 bA	9.11 ± 0.84 bA	10.43 ± 0.11 cC	0.76 ± 0.01 cC
吉林小粒6号 Jilinxiaoli 6	0(CK)	10.88 ± 0.23 aA	8.22 ± 0.14 aA	18.37 ± 0.11 aA	1.45 ± 0.02 aA
	1	10.59 ± 0.51 aA	7.96 ± 0.10 aA	17.95 ± 0.17 aAB	1.41 ± 0.02 aA
	2	10.28 ± 0.51 aAB	7.89 ± 0.35 abA	16.92 ± 0.09 aAB	1.29 ± 0.01 bAB
	3	9.34 ± 0.59 bB	7.77 ± 0.09 abA	14.67 ± 0.17 bBC	1.23 ± 0.02 bB
	4	9.13 ± 0.61 bB	7.23 ± 0.06 bA	10.71 ± 0.16 cC	0.95 ± 0.01 cC

续表 5

品种	贮藏年限	苗高	根长	幼苗鲜重	幼苗干重
Cultivar	Storage year	Plant height/cm	Root length/cm	Fresh weight of seedling/g	Dry weight of seedling/g
九芽豆 1 号	0 (CK)	13.20 ± 0.66 aA	9.82 ± 0.45 aA	24.30 ± 0.53 aA	1.99 ± 0.02 a
Jiuyadou 1	1	12.67 ± 0.47 abA	9.33 ± 0.32 abA	23.63 ± 0.45 aA	1.93 ± 0.02 a
	2	12.48 ± 0.52 abA	8.99 ± 0.24 bA	20.37 ± 0.38 bAB	1.80 ± 0.02 ab
	3	12.17 ± 0.61 abA	8.49 ± 0.38 bA	18.85 ± 0.41 bcB	1.73 ± 0.05 ab
	4	11.93 ± 0.86 bA	7.87 ± 0.45 cA	16.57 ± 0.54 cB	1.64 ± 0.05 b

吉林小粒 6 号在 2 年贮藏期内的种子发育成的幼苗,其苗高、鲜重均未发生显著变化,但贮藏 3 ~ 4 年极显著降低 ($P < 0.01$); 在 3 年贮藏期内的种子发育成的幼苗,其根长均未发生显著变化,但贮藏 4 年后显著缩短 ($P < 0.05$); 在 1 年贮藏期内的种子发育成的幼苗,其苗干重未发生显著变化,但贮藏 2 ~ 4 年后显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 降低。

九芽豆 1 号在 3 年贮藏期内的种子发育成的幼苗,其苗高、苗干重均未发生显著变化,但贮藏 4 年后显著降低 ($P < 0.05$), 在 1 年贮藏期内的种子发育成的幼苗的根长、苗鲜重均未发生显著变化,但贮藏 2 ~ 4 年后幼苗根长显著降低 ($P < 0.05$), 苗鲜重显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 降低 (表 5)。通过相关性分析可知,3 个小粒大豆的苗高、根长、幼苗鲜重、幼苗干重与贮藏年限均呈显著 ($P < 0.05$) 或极显著 ($P < 0.01$) 负相关,但不同品种、不同性状相关程度不同 (表 4)。由此可说明,随着贮藏年限的增加,小粒大豆种子活力的降低直接导致了幼苗质量的降低,同时进一步说明了不同品种耐贮藏能力存在较大差异。

3 讨论

一般在贮藏期间种子呼吸强度大,种子活力下降,生产性能降低,并且随着贮藏时间的延长,活力会越来越低,直至失去种用价值^[12]。种子的发芽率、发芽指数、活力指数是反映种子活力的可靠指标^[17],可判断种子活力的高低,是采用室内检测种子活力的普遍方法,适用于各种作物种子^[18]。本研究结果表明,随着贮藏年限的增加,3 个小粒大豆种子发芽率、发芽指数和活力指数均呈降低趋势,这与王凯伦等^[19]的报道相符,不同品种之间,种子的发芽率、发芽指数、活力指数等指标的降低幅度存在较大差异,这与于广文等^[6]的报道相符。贮藏 4 年后,3 个小粒大豆种子的发芽率降至 44.07% ~ 61.17%,种子发芽指数降至 3.19 ~ 4.87,种子活力指数降至 2.16 ~

5.41,完全丧失了种用价值,可见贮藏时间对种子寿命的影响很大。九芽豆 1 号种子的发芽率、发芽指数、种子活力指数在贮藏过程中降幅最小,吉林小粒 6 号次之,东农 690 降幅最大,这可能是不同品种耐贮藏能力不同所致,也有可能因为小粒大豆熟期越长,耐贮藏能力越好。

种子长时间贮藏会导致老化,细胞膜完整性降低,造成种子活力下降^[20]。种子电导率的变化能够反映种子细胞膜结构的完整性,测定种子电导率可以作为鉴定种子活力的快速方法^[21]。本研究结果表明,小粒大豆种子浸出液相对电导率随着贮藏年限的增加而极显著增加,与汪自强等^[22]的研究结果相吻合。贮藏 4 年后,3 个小粒大豆种子电导率增加至 17.27 ~ 21.01 $\mu\text{S} \cdot \text{cm} \cdot \text{g}^{-1}$ 。不同品种增加幅度不同,东农 690 增幅最大,吉林小粒 6 号次之,九芽豆 1 号增幅最小,进一步说明九芽豆 1 号耐贮藏能力最强,其次是吉林小粒 6 号,东农 690 最弱,与种子的发芽率、发芽指数、活力指数及发芽种子正常苗率反映的种子耐贮藏能力一致。

贮藏多年的种子在室内发芽试验时可以发芽,而田间条件下很难出苗,或出苗不正常,这类种子虽然有生命力,但其活力较低,逆境条件下不能成为正常苗,在农业生产上失去了种用价值^[5]。本研究结果表明,贮藏年限较长的种子,不仅种子活力会降低,种子正常苗率也会极显著降低 ($P < 0.01$),此结论与闫慧芳等^[23]的研究结果基本相同。随着贮藏年限的增加,九芽豆 1 号种子正常苗率最高,其次是吉林小粒 6 号,东农 690 最低。研究结果还表明,不同贮藏年限种子即使能够正常发芽,其幼苗的苗高、根长、苗鲜重和苗干重均随贮藏年限的增加呈降低趋势,不同品种受影响程度不同,综合分析各生长指标数据可知,随着贮藏年限的增加,九芽豆 1 号幼苗长势最好,其次是吉林小粒 6 号,东农 690 幼苗长势最弱。

4 结论

综上,低温贮藏年限对小粒大豆种子活力及幼苗质量影响显著。在 0 ~ 4 年的贮藏期内,小粒大豆

种子发芽率、发芽指数、活力指数、正常苗率和幼苗质量均随贮藏年限的增加而下降或减弱,种子浸出液相对电导率随贮藏年限的增加而增加。按照国标 GB4404.4-2010 中大豆种子质量标准发芽率不低于 85% 的要求,东农 690、吉林小粒 6 号贮藏 1 年、九芽豆 1 号贮藏 2 年以内的种子仍都可以正常种植使用,由此而得出,东农 690 和吉林小粒 6 号种子的安全贮藏期为 1 年;九芽豆 1 号耐贮性较好,安全贮藏期为 2 年。

参考文献

- [1] 王玺. 种子检验[M]. 北京:中国农业出版社,2007. (Wang X. Seed inspection[M]. Beijing:China Agricultural Press,2007.)
- [2] Niu L J, Li J L, Chen M S, et al. Determination of oil contents in Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) seeds at different developmental stages by two methods: Soxhlet extraction and time-domain nuclear magnetic resonance[J]. *Industrial Crops and Products*, 2014, 56: 187-190.
- [3] Keigo F J, Cerrone C, Kenji T, et al. Differential expression and elution behavior of basic 7S globulin among cultivars under hot water treatment of soybean seeds[J]. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2014, 117(6): 742-748.
- [4] 华国栋, 李冠喜, 浦汉春, 等. 小麦种子活力的影响因素与控制及种子贮藏技术[J]. *作物杂志*, 2009(6): 89-91. (Hua G D, Li G X, Pu H C, et al. Influencing factors and control techniques on wheat seed vitality and its storage technique[J]. *Crops*, 2009(6): 89-91.)
- [5] 谢皓, 陈学珍, 钱宝玉, 等. 贮藏年份对大豆种子活力及农艺性状的影响[J]. *北京农学院学报*, 2003, 18(4): 281-284. (Xie H, Chen X Z, Qian B Y, et al. Effect of storing-year on seed vigor and agronomic characters in soybean [J]. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2003, 18(4): 281-284.)
- [6] 于广文, 李砚, 赵美玲. 贮藏时间对不同类型大豆种子发芽率及出苗率影响的研究[J]. *辽宁农业职业技术学院学报*, 2007, 9(1): 6-7. (Yu G W, Li Y, Zhao M L. Effect of storage time on germination rate and emergence rate of different soybean seeds [J]. *Journal of Liaoning Agricultural College*, 2007, 9(1): 6-7.)
- [7] 吉林省农业科学院. 中国大豆育种与栽培[M]. 北京: 农业出版社, 1987: 173-180. (Jilin Academy of Agricultural Sciences. *Soybean breeding and cultivation in China* [M]. Beijing: Agricultural Press, 1987: 173-180.)
- [8] 郑淑波, 赵洪锟, 刘晓冬, 等. 不同小粒大豆品种豆芽特性比较[J]. *吉林农业科学*, 2013, 38(5): 81-85. (Zheng S B, Zhao H K, Liu X D, et al. Comparison on the sprout characteristics of different small seed soybean varieties [J]. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 2013, 38(5): 81-85.)
- [9] 王洋, 杨光宇, 马晓萍, 等. 突出区域优势发展小粒大豆生产[J]. *吉林农业科学*, 2004, 29(3): 51-52. (Wang Y, Yang G Y, Ma X P, et al. High light regional advantages develop small soybean production [J]. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 2004, 29(3): 51-52.)
- [10] 张凤, 刘美, 杨翠翠, 等. 贮藏温度和种子含水量对大豆种子活力的影响[J]. *山东农业科学*, 2014, 46(8): 37-41. (Zhang F, Liu M, Yang C C, et al. Effects of storage temperature and seed moisture content on soybean seed vigor[J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2014, 46(8): 37-41.)
- [11] 吴聚兰, 周小梅, 范玲娟, 等. 人工老化对大豆种子活力和生理生化特性的影响[J]. *中国油料作物学报*, 2011, 33(6): 582-587. (Wu J L, Zhou X M, Fan L J, et al. Effects of artificial aging on seed vigor, physiological and biochemical characteristics of soybean seeds[J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2011, 33(6): 582-587.)
- [12] 李灵芝, 王丽娜, 刘志强, 等. 贮藏时间对大豆种子活力和若干性状的影响[J]. *中国油料作物学报*, 2003, 25(2): 25-28. (Li L Z, Wang L N, Liu Z Q, et al. Effect of storage period on seed vigor and some characters of soybean [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2003, 25(2): 25-28.)
- [13] 胡晋. 种子贮藏加工[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001: 227-231. (Hu J. *Seed storage and processing* [M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2001: 227-231.)
- [14] ISTA. International rules for seed testing [M]. Bassers-dorf: Zurich, 2013.
- [15] 郝楠, 王建华, 李宏飞, 等. 种子活力的发展及评价方法[J]. *种子*, 2015, 34(5): 44-45. (Hao N, Wang J H, Li H F, et al. The development and evaluation method of seed vigor[J]. *Seed*, 2015, 34(5): 44-45.)
- [16] 斯琴巴特尔, 满良. 蒙古扁桃种子萌发生理研究[J]. *广西植物*, 2002, 22(6): 564-566. (Si Q B T E, Man L. Study on seed germination's physiology of *Prunus mongolica* Maxim [J]. *Guihaia*, 2002, 22(6): 564-566.)
- [17] 徐本美. 国际种子检验协会 (ISTA): 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: 53-56. (Xu B M. *ISTA: Manual of seedling assessment and seed vigor determination methods* [M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1993: 53-56.)
- [18] Goel A, Sheoran I S. Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing [J]. *Biologia Plantarum*, 2003, 46(3): 429-434.
- [19] 王凯伦, 陈立军, 谢皓. 7 个大豆品种种子活力持续力比较[J]. *北京农学院学报*, 2017, 32(1): 15-17. (Wang K L, Chen L J, Xie H. Comparison of seed vigor sustainability between seven soybean cultivars [J]. *Journal of Beijing University of Agriculture*, 2017, 32(1): 15-17.)
- [20] McDonald M B. Seed deterioration: Physiology, repair and assessment [J]. *Seed Science & Technology*, 1999, 27(1): 177-237.
- [21] 廖文燕, 高捍东. 金钱松种子贮藏过程中的生理生化特征研究[J]. *南京林业大学学报 (自然科学版)*, 2012, 36(2): 52-58. (Liao W Y, Gao H D. Study on the physiological and biochemical properties of *Pseudolarix kaempferi* (Lindl.) seeds under seed preservation [J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Science Edition)*, 2012, 36(2): 52-58.)
- [22] 汪自强, 俞法明. 不同收获期春大豆种子储藏后的活力研究[J]. *大豆科学*, 2000, 19(2): 31-34. (Wang Z Q, Yu F M. Study on seed vigor of spring soybean in various ripening stage after four year low temperature storage [J]. *Soybean Science*, 2000, 19(2): 31-34.)
- [23] 闫慧芳, 夏方山, 毛培胜. 种子老化及活力修复研究进展[J]. *中国农学通报*, 2014, 30(3): 20-26. (Yan H F, Xia F S, Mao P S. Research progress of seed aging and vigor repair [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2014, 30(3): 20-26.)