

潘 威, 杨晓东, 乔 雨, 等. 抗冷测定法评价烟草种子活力[J]. 江苏农业学报, 2020, 36(2): 312-317.

doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2020.02.009

抗冷测定法评价烟草种子活力

潘 威¹, 杨晓东¹, 乔 雨¹, 罗 秀¹, 杜景诚¹, 张 轲², 顾建龙², 马文广¹

(1. 玉溪中烟种子有限责任公司, 云南 玉溪 653100; 2. 云南省烟草质量监督检测站, 云南 昆明 650106)

摘要: 为了探索抗冷测定法评价烟草种子活力的可行性, 以中国主栽的 15 份不同品种、年份的烟草种子作为材料, 研究吸胀温度、时间等因素对抗冷测定法评价烟草种子活力结果的影响。结果表明, 于 5 ℃ 低温吸胀 4 d 后, 在 25 ℃ 标准发芽第 7 d 时, 以子叶展开、幼苗正常为计数标准统计发芽率, 可以评价烟草种子的活力, 该发芽率与种子实际出苗率的线性回归方程的决定系数(R^2) 达到 0.947 6, 高于标准发芽条件下发芽指标与出苗率回归方程的 R^2 , 可以准确反映烟草种子在田间的实际出苗表现, 并且该方法的重复性良好。

关键词: 抗冷; 烟草; 种子活力; 出苗率

中图分类号: S722.1⁺3

文献标识码: A

文章编号: 1000-4440(2020)02-0312-06

Research on tobacco seeds vigor by cold resistance measurement

PAN Wei¹, YANG Xiao-dong¹, QIAO Yu¹, LUO Xiu¹, DU Jing-cheng¹, ZHANG Ke², GU Jian-long², MA Wen-guang¹

(1. Yuxi Zhongyan Tobacco Seed Co., Ltd., Yuxi 653100, China; 2. Yunnan Tobacco Quality Supervision and Inspection Station, Kunming 650106, China)

Abstract: In order to explore the feasibility of cold resistance measurement (CRM) in detecting tobacco seeds vigor, 15 kinds of domestic major tobacco seeds with different varieties and producing time were used as materials to study the effects of factors such as imbibition temperature and time on evaluation results of tobacco seeds vigor by CRM. The results showed that the germination rate of tobacco seeds was counted on the 7th day of standard germination at 25 ℃ after four days of imbibition at 5 ℃, all the seeds with spreading cotyledon and normal seedlings met the counting standard. The determination coefficient(R^2) of the linear regression equation of germination rate under this condition and actual seedling emergence rate was 0.947 6, which was higher than that of the linear regression equation of germination rate under standard germination condition and actual seedling emergence rate. The CRM results can reflect the field performance of tobacco seeds accurately, and the method shows good repeatability.

Key words: cold resistance; tobacco; seeds vigor; emergence rate

烟草行业在中国经济中扮演着举足轻重的角色^[1-2], 在中国经济走向高质量发展的背景下^[3-4], 推进烟草农业高质量发展^[5-7]是贯彻国家新发展理念的

重要举措。烟草种子是烟草农业的基础性生产资料^[8-10], 提高烟草种子质量、降低育苗成本、增加烟农收入对于烟草农业的高质量发展具有重要意义。种子活力^[11-12]是指在广泛的田间条件下, 决定种子迅速整齐出苗以及幼苗正常生长的潜力, 是衡量种子质量极为重要的指标, 能够体现种子质量的全面状态。因此可见, 提高种子活力是进一步提高种子质量的重要方法。高活力的种子^[13-14]健康饱满、完整无损, 在各类环境甚至是逆境胁迫下, 仍能快速整齐出苗, 且生

收稿日期: 2019-09-19

基金项目: 中国烟草总公司云南省公司科技计划重点项目
(2018530000241035)

作者简介: 潘 威(1985-), 男, 湖北襄阳人, 博士, 高级农艺师, 主要从事烟草种子科学研究。(E-mail) panwei_@126.com

通讯作者: 马文广, (E-mail) mwg@tobacco-seed.com

长健壮、正常发育,能够达到优质高产的目的。目前,烟草主要采用集约化、标准化漂浮育苗的方式育苗^[15],但仍常有低温、高湿等逆境发生,从而影响种子的正常出苗。采用高活力的烟草种子是解决这类问题的重要手段,但是烟草种子质量目前主要通过发芽率来检测,发芽率仅能反映种子是否具有生活力、能否在理想环境下萌发,不能准确反映种子在复杂田间环境中的实际出苗表现,因而不能用于评价种子的活力。因此,探索并建立烟草种子活力检测的准确方法^[16-17],并由此提升烟草种子质量,对于烟草农业的高质量发展具有重要意义。在国外,抗冷测定法^[17]在玉米种子上的应用广泛,在国内也有该方法在玉米^[18]、甜瓜^[19]种子上的报道。该方法模拟早春田间温度低、土壤含水量高的环境,检测种子在逆境下的萌发表现,具有快速、简单易行以及与出苗率相关性高等特点。目前,国内关于烟草种子活力检测方法的报道较少,也没有关于抗冷测定法评价烟草种子活力的系统研究报道。本研究将结合烟草种子现有的置种、种子发芽率检测设备及方法,探索利用抗冷测定法评价烟草种子活力的可行性。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本试验所用烟草种子来自玉溪中烟种子有限责任公司,共包括5个品种(系)15个批号的种子:云烟85[批号:2003-0144、2001-0164(云烟85雄性不育系)、2008-0927(云烟85雄性不育系)]、云烟105(批号:2015-0030、2007-0010、2015-0059)、云烟97(批号:2005-0228、2005-0178、2012-0971)、云烟87[批号:2001-0064、2002-0138、2014-2882(云烟87雄性不育系)]、K326(雄性不育系)(批号:2004-0402、2004-0387、2013-0229)。这些品种每年在全国的种植面积合计超过80%,具有较高的代表性。

1.2 试验方法

1.2.1 标准发芽处理 在培养皿中垫置1层海绵、2层滤纸,加水至滤纸湿润,分别取上述烟草种子各100粒均匀置于滤纸上,每份设3次重复,盖上培养皿盖,放入培养箱内进行萌发培养,保持箱内温度为 $(25\pm 1)^{\circ}\text{C}$,每天光照12 h,发芽期间保持滤纸湿润。从第5 d开始,每天记录种子的发芽数量,以胚根正常、胚轴顶端见绿为种子发芽的计数标准,统计至第14 d。第7 d记录种子发芽势(GP),第14 d记

录种子发芽率(GR),并计算发芽指数(GI), GI 的计算公式: $GI=\Sigma(G_t/T_t)$ 。式中, G_t 表示 t 时间的发芽数; T_t 表示发芽时间(d)。

1.2.2 种子的抗冷测定 分别取15份不同批号的烟草种子,均匀置于垫有海绵、滤纸的培养皿中,每皿放置100粒,在培养皿底部加入自来水,确保种子萌发期间的水分充足。先分别于 10°C 、 8°C 和 5°C 低温吸涨2 d、4 d和8 d,然后于 25°C 进行标准发芽试验,每个批号的种子设3次重复。在第5 d以胚根正常、胚轴顶端见绿为计数标准,在第7 d、14 d以幼苗2张子叶展开和幼苗正常、健壮为计数标准,分别计算种子在第5 d、7 d和14 d的发芽情况。

1.2.3 漂浮育苗种子出苗率检测 将育苗温度划分为4个时间阶段:00:00–06:00, 8°C ; 06:00–12:00, 20°C ; 12:00–18:00, 25°C ; 18:00–24:00, 12°C 。育苗基质采购于玉溪果木林场,采用595孔漂盘,按1粒/孔的密度播种,育苗过程严格依照公司内部烤烟漂浮育苗技术规程进行,在第22 d,以2张子叶展开和幼苗正常、健壮为判断依据统计出苗率。

1.2.4 差异显著性分析与回归分析 用SPSS 17.0软件进行同一品种不同批号种子间标准发芽指标、出苗率、种子活力(抗冷测定法)的差异显著性分析;用Excel 2013进行标准发芽指标、抗冷测定结果与出苗率的线性回归分析。

2 结果与分析

2.1 标准发芽结果与出苗率

漂浮育苗的出苗率是衡量烟草种子活力高低的最终依据,标准发芽结果、抗冷测定结果都应与之进行比较。为了保证试验结果具有较高代表性,本试验统计分析了全国烟区约180份育苗温度数据,在人工气候室内进行模拟,白天12 h的温度设定为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$,晚上12 h的温度设定为 $8\sim 12^{\circ}\text{C}$ 。由表1可以看出,每个品种(系)3个批号种子的出苗率均不相同,其中云烟85、云烟87、云烟97的3个批号间均有显著差异,说明这3个品种的3个批号种子间活力差异显著;而K326(雄性不育系)、云烟105则是生产年份最早的第1个批号种子的出苗率较低,与后2个批号间差异明显,但后2个批号间的出苗率接近,无显著差异。

烟草种子的发芽势、发芽率、发芽指数均在温度

为 25 ℃、水分充足但不淹没种子的理想环境下测定。由表 1 还可以看出,同一烟草品种 3 个不同批号种子的发芽指标均不相同,总体变化趋势与出苗率一致,说明它们与出苗率呈正相关;但是发芽势、发芽率均高于实际出苗率,如批号为 2001-0164 的云烟 85(雄性不育系)的发芽率为 83.33%,实际出苗率仅为 52.37%,批号为 2003-0144 的云烟 85 的发芽率为 95.00%,出苗率仅为 71.90%,批号为 2008-0927 的云烟 85(雄性不育系)的发芽率为 97.67%,出苗率为 90.52%。这说明发芽指标很难

有效代表种子的实际出苗情况,尤其是活力较低的种子,即发芽结果与出苗情况不符。对于发芽指数仅相差 0.83 个百分点、发芽率仅相差 2.67 个百分点且无显著差异的云烟 85(批号:2003-0144)与云烟 85(雄性不育系)(批号:2008-0927)而言,两者漂浮育苗的出苗率相差 18.62 个百分点,表现出显著差异;对于云烟 87、云烟 97 而言,结果与云烟 85 类似。总体分析可知,发芽势、发芽率、发芽指数等发芽指标难以准确反映种子活力。

表 1 不同烟草种子的标准发芽结果及出苗率

Table 1 Standard germination results and emergence rate of different tobacco seeds

品种(系)	批号	发芽势(%)	发芽率(%)	发芽指数	出苗率(%)
云烟 85(MS)	2001-0164	79.00±4.95b	83.33±0.58b	15.18±0.44b	52.37±8.86c
云烟 85	2003-0144	92.67±2.82a	95.00±2.65a	18.33±0.55a	71.90±3.17b
云烟 85(MS)	2008-0927	96.33±0.71a	97.67±1.53a	19.16±0.26a	90.52±1.50a
云烟 87	2001-0064	88.00±0.71b	89.00±2.00b	17.10±0.21b	75.33±7.14c
云烟 87	2002-0138	91.67±1.41b	93.00±3.00ab	17.80±0.40b	80.72±4.08b
云烟 87(MS)	2014-2882	98.33±1.41a	98.67±1.52a	19.61±0.26a	90.85±2.04a
K326(MS)	2004-0402	69.00±2.12b	73.00±3.00b	13.66±0.38b	53.59±4.66b
K326(MS)	2004-0387	96.00±2.12a	97.33±0.58a	18.99±0.24a	82.03±3.96a
K326(MS)	2013-0229	96.00±2.83a	97.33±2.52a	19.21±0.64a	88.24±3.53a
云烟 97	2005-0228	78.00±2.12b	82.67±4.04b	15.29±0.75b	64.54±5.40c
云烟 97	2005-0178	88.67±7.78ab	91.00±4.58ab	17.57±1.26ab	80.72±0.57b
云烟 97	2012-0971	97.67±0.71a	99.33±1.15a	19.43±0.34a	88.89±2.83a
云烟 105	2015-0030	93.33±0.71b	94.00±1.73b	18.42±0.17b	82.68±4.55b
云烟 105	2007-0010	94.67±0.71ab	96.33±0.58ab	18.73±0.10ab	87.91±1.50ab
云烟 105	2015-0059	98.00±1.41a	98.33±1.53a	19.37±0.25a	90.85±2.04a

MS:雄性不育系。同一列相同品种不同批号数据后标有不同小写字母者表示差异显著($P<0.05$)。

2.2 抗冷测定法烟草种子活力检测结果

2.2.1 温度对抗冷测定结果的影响

中国烟区的育苗时间一般在 12 月至次年 2 月之间,常遭遇低温逆境,从而影响种子出苗。抗冷测定试验在烟草种子快速吸水膨胀与平稳吸水阶段^[20]给予低温逆境,然后用种子发芽指标判断种子活力。在逆境影响下,种子酶活性降低,代谢减弱,膜系统修复能力受损,吸涨过程会发生损伤,且萌发、幼苗生长也会受到抑制,高活力种子经逆境后恢复至理想环境仍会正常萌发生长,而低活力种子则无法萌发或造成幼苗弱小甚至畸变。本试验采用容易实现且能稳定保持的 10 ℃、8 ℃和 5 ℃低温环境,让种子吸涨 4 d 后再进行标准发芽处理,15 个批号的种子在不同萌发时间的发芽结果见

表 2。比较不同温度逆境对种子发芽的影响发现,温度越低,种子前期(第 5 d、第 7 d)发芽率受到的影响越大;生产年份越早、活力越低的种子,受低温的影响越大,发芽率降低明显,如批号为 2001-0164 的云烟 85(雄性不育系)在 10 ℃、8 ℃、5 ℃低温处理后,第 5 d 的发芽率分别为 46.67%、37.67%、2.00%;生产年份较晚、活力较高的种子,受低温的影响较小。但萌发第 14 d 时,这种由于不同低温处理引起的发芽率差异缩小,不同低温处理的同一批号种子的发芽率基本接近,这说明种子发芽前期(第 5 d、第 7 d)的结果更能体现种子间活力的差异。在统计第 5 d 的结果时发现,烟草种子的子叶一般尚未完全从种皮中脱离,只能以见到绿色作为计数标准,但在实际出现绿

色的子叶中,子叶生长后期畸形、弱小的情况时有发生,且该计数标准由人为引起误差的可能性较高,重复性不好。综合分析后,采用处理第 7 d 的结果评价烟草种子活力更加适宜。

分析可知,在 10 ℃、8 ℃ 条件下,多数烟草品种(系)的后 2 个批号间第 7 d 的发芽率未表现出显著差异,如批号为 2014-2882 的云烟 87(雄性不育系)在 10 ℃ 吸涨处理后,第 7 d 的发芽率为 96.00%,批号为 2002-0138 的云烟 87 的发芽率为 90.33%,二者差异不大;而在 5 ℃ 低温吸涨后,对同一品种(系)3 个批号的种子第 7 d 的发芽率进行两两比较

的结果显示,除云烟 105 外,不同批号的种子间在 0.05 水平均表现出显著差异,如批号为 2014-2882(云烟 87 雄性不育系)的发芽率为 93.00%,而批号为 2002-0138(云烟 87)的发芽率降为 85.00%,二者之间差异显著。由此得出,5 ℃ 的抗冷测定结果相比 10 ℃、8 ℃ 的更能体现烟草种子活力的差异,更能反映其田间的实际表现。由于温度低于 5 ℃ 后,控制温度并保持高稳定性的难度较大,结果重复性会受到影响,因此本研究并未进一步探讨更低温度对种子活力测定结果的影响。

表 2 10 ℃、8 ℃ 和 5 ℃ 吸涨 4 d 后烟草种子的抗冷测定结果

Table 2 Cold resistance measurement results of tobacco seeds after four days of imbibition at 10 ℃, 8 ℃ and 5 ℃

品种(系)	批号	10 ℃ 吸涨处理的发芽率(%)			8 ℃ 吸涨处理的发芽率(%)			5 ℃ 吸涨处理的发芽率(%)		
		第 5 d	第 7 d	第 14 d	第 5 d	第 7 d	第 14 d	第 5 d	第 7 d	第 14 d
云烟 85(MS)	2001-0164	46.67±7.77b	66.67±6.81b	70.33±7.37b	37.67±1.53c	53.67±4.73c	62.00±6.24c	2.00±2.00c	56.60±7.37c	79.00±9.00b
云烟 85	2003-0144	85.33±1.53a	90.67±1.53a	91.33±1.53a	79.00±2.65b	83.33±1.15b	88.00±1.00b	68.00±3.61b	81.67±3.79b	92.67±4.36ab
云烟 85(MS)	2008-0927	90.33±1.53a	95.00±2.65a	94.00±1.00a	94.67±1.53a	95.67±1.53a	98.33±1.15a	87.67±3.79a	91.33±4.93a	96.33±2.65a
云烟 87	2001-0064	70.67±7.37b	84.33±5.69b	85.33±4.51b	69.00±5.57b	77.00±4.58b	84.00±3.61b	55.67±6.03c	75.33±4.73c	88.00±3.51b
云烟 87	2002-0138	86.33±2.08a	90.33±2.31ab	91.00±1.73ab	86.67±2.52a	90.67±2.08a	94.00±1.00a	76.67±0.58b	85.00±2.00b	91.67±2.52b
云烟 87(MS)	2014-2882	95.60±1.53a	96.00±2.00a	96.33±1.53a	94.33±2.52a	96.67±2.52a	97.33±1.53a	93.67±5.51a	93.00±2.00a	98.33±0.58a
K326(MS)	2004-0402	63.00±4.36c	68.33±2.31c	69.67±4.93b	53.00±4.36b	59.33±3.06b	63.33±2.08b	49.67±7.09c	55.67±5.69c	69.00±6.08b
K326(MS)	2004-0387	83.33±3.21b	89.00±2.65b	89.67±3.06a	89.00±3.46a	92.00±3.00a	92.33±3.51a	71.00±3.61b	84.33±0.58b	96.00±3.61a
K326(MS)	2013-0229	95.33±3.06a	96.67±1.15a	95.67±2.08a	94.00±2.65a	96.67±0.58a	96.33±2.08a	92.00±1.73a	94.67±1.53a	96.00±3.21a
云烟 97	2005-0228	55.00±3.00c	71.33±9.71b	72.67±9.61b	64.00±8.72c	75.33±3.79b	84.67±2.52b	47.00±8.66c	69.67±2.89c	78.00±4.04c
云烟 97	2005-0178	77.00±3.00b	85.00±3.61b	86.67±3.21ab	79.00±3.46b	83.33±4.51b	86.67±2.89b	71.33±8.33b	84.67±6.11b	88.67±2.65b
云烟 97	2012-0971	95.00±1.73a	98.67±1.15a	94.67±3.51a	97.33±1.53a	98.33±1.15a	98.33±1.53a	94.67±3.21a	99.00±1.00a	97.67±1.00a
云烟 105	2015-0030	89.67±7.09a	91.33±6.43a	92.33±4.51a	87.00±2.65b	89.00±4.58b	92.33±3.21b	86.00±7.00a	88.67±4.04a	93.33±4.04a
云烟 105	2007-0010	87.33±1.53a	94.00±1.00a	94.67±2.52a	92.00±3.61ab	94.67±2.08ab	96.00±1.00a	66.67±3.21b	90.00±1.00a	94.67±1.53ab
云烟 105	2015-0059	95.33±1.53a	98.00±2.00a	97.00±2.65a	98.33±1.15a	98.67±2.31a	98.67±2.31a	87.33±5.03a	95.67±3.06a	98.00±1.53a

MS: 雄性不育系。同一列相同品种不同批号数据后标有不同小写字母者表示差异显著($P < 0.05$)。

2.2.2 低温吸涨时间对抗冷测定结果的影响 在确定低温吸涨适宜温度为 5 ℃ 后,本研究探索了低温吸涨时间对抗冷测定结果的影响。如表 3 所示,整体上看,在 4 d、8 d 这 2 个低温吸涨时间处理下,15 个批号烟草种子在第 7 d 时的发芽率差异不大,基本保持稳定;而在低温吸涨 2 d 处理下,生产年份较早的个别批号种子的发芽率偏高,如批号为 2001-0064 的云烟 87 发芽率为 83.00%,高于低温吸涨 4 d 的 75.33%,批号为 2004-0402 的 K326(雄性不育系)的发芽率为 63.00%,高于低温吸涨 4 d 的 55.67%。另外,在实际检测过程中发现,低温吸涨 2 d 后,生产年份较早的种子 3 个

重复间的发芽率误差较大,重复性不好。综上所述可知,2 d 的低温吸涨处理对种子萌发有一定的逆境胁迫作用,但是效果并不理想。

从差异显著性角度分析可知,于 5 ℃ 低温吸涨 2 d 后,同一品种中生产年份较晚的 2 个批号种子间抗冷测定结果在 0.05 水平差异均不显著,与出苗率分析结果不一致;而低温吸涨 4 d、8 d 的抗冷测定结果差异显著性分析结果与田间出苗情况相似,表现为大部分生产年份较晚的 2 个批号种子间有显著差异,但是由于吸涨 4 d 相对于吸涨 8 d 可以明显节约时间,因此选取 5 ℃ 低温吸涨 4 d 的抗冷测定结果评价烟草种子活力。

表 3 5 ℃吸涨 2 d、4 d 和 8 d 后于 25 ℃萌发处理第 7 d 的烟草种子抗冷测定结果

Table 3 Cold resistance measurement results of tobacco seeds on the 7th day of germination at 25 ℃ after two days, four days and eight days of imbibition at 5 ℃

品种(系)	批号	发芽率 (%)		
		吸涨 2 d	吸涨 4 d	吸涨 8 d
云烟 85 (MS)	2001-0164	59.00±5.57b	56.60±7.37c	60.00±5.57b
云烟 85	2003-0144	85.33±6.11a	81.67±3.79b	86.67±2.52b
云烟 85 (MS)	2008-0927	96.00±2.00a	91.33±4.93a	94.67±3.51a
云烟 87	2001-0064	83.00±4.58b	75.33±4.73c	80.00±8.00b
云烟 87	2002-0138	87.67±5.13a	85.00±2.00b	87.33±1.15ab
云烟 87 (MS)	2014-2882	94.00±2.65a	93.00±2.00a	96.67±2.52a
K326 (MS)	2004-0402	63.00±2.00b	55.67±5.69c	54.00±9.64b
K326 (MS)	2004-0387	93.67±2.52a	84.33±0.58b	90.33±2.08a
K326 (MS)	2013-0229	95.67±1.15a	94.67±1.53a	94.67±0.58a
云烟 97	2005-0228	71.33±3.79b	69.67±2.89c	72.00±2.00c
云烟 97	2005-0178	91.00±1.41a	84.67±6.11b	84.00±4.00b
云烟 97	2012-0971	98.67±0.58a	99.00±1.00a	99.00±0.00a
云烟 105	2015-0030	90.67±1.53a	88.67±4.04a	89.00±2.65b
云烟 105	2007-0010	92.67±5.86a	90.00±1.00a	90.67±2.52b
云烟 105	2015-0059	99.33±0.58a	95.67±3.06a	98.00±1.00a

MS: 雄性不育系。同一列相同品种不同批号数据后标有不同小写字母者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

2.2.3 抗冷测定结果与出苗率的回归分析 活力检测方法不同活力评价指标的优劣需要通过其与种子实际出苗表现的回归分析来进一步验证^[21]。分别利用 15 个批号烟草种子的标准发芽指标和 10 ℃、8 ℃低温吸涨 4 d 后第 7 d 的发芽结果, 5 ℃低温吸涨 2 d、4 d、8 d 后第 7 d 的发芽结果与漂浮育苗处理的出苗率进行线性回归分析。如表 4 所示, 标

表 4 不同指标与出苗率的回归分析结果

Table 4 Regression analysis results of different indices and emergence rate

类别	标准发芽法			抗冷测定法				
	发芽势	发芽率	发芽指数	10 ℃低温吸涨处理 4 d 后第 7 d 的发芽率	8 ℃低温吸涨处理 4 d 后第 7 d 的发芽率	5 ℃低温吸涨处理后第 7 d 的发芽率		
						吸涨 2 d	吸涨 4 d	吸涨 8 d
与出苗率的回归方程	$Y = 1.34x_1 - 42.28$	$Y = 1.53x_2 - 61.97$	$Y = 6.49x_3 - 36.79$	$Y = 1.10x_4 - 17.52$	$Y = 0.85x_5 + 6.06$	$Y = 0.952x_6 - 3.58$	$Y = 0.90x_7 + 4.18$	$Y = 0.89x_8 + 3.57$
R^2	0.888 0	0.862 2	0.905 7	0.910 0	0.931 2	0.944 1	0.947 6	0.939 1

x_1 : 标准发芽法测定的发芽势, x_2 : 标准发芽法测定的发芽率, x_3 : 标准发芽法测定的发芽指数, x_4 : 10 ℃低温吸涨处理 4 d 后第 7 d 的发芽率, x_5 : 8 ℃低温吸涨处理 4 d 后第 7 d 的发芽率, x_6 : 5 ℃低温吸涨处理 2 d 后第 7 d 的发芽率, x_7 : 5 ℃低温吸涨处理 4 d 后第 7 d 的发芽率, x_8 : 5 ℃低温吸涨处理 8 d 后第 7 d 的发芽率, Y : 出苗率。

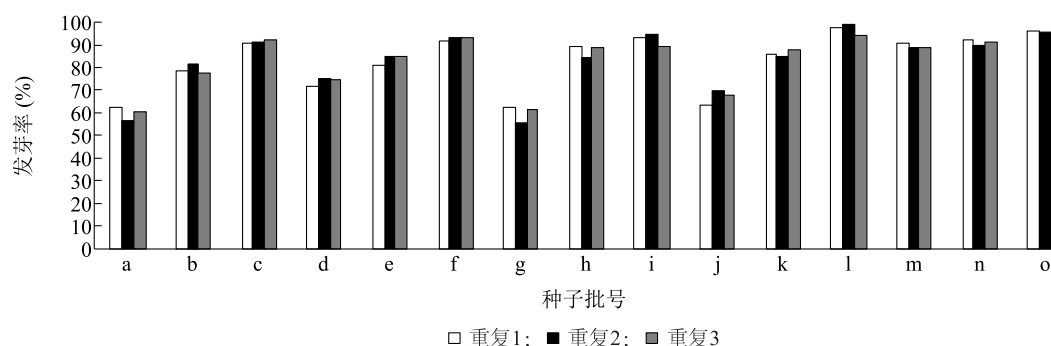
3 结论

探索适宜的烟草种子活力检测方法并加以推广应用, 对于烟草用种质量的进一步提升至关重要, 对

准发芽法测定的发芽势、发芽率、发芽指数与出苗率均呈正相关, 决定系数 (R^2) 为 0.862 2~0.905 7, 均低于抗冷测定法测定的发芽率与出苗率的决定系数, 说明抗冷测定法测定的结果比标准发芽法测定的结果更能有效代表种子活力。比较不同低温处理抗冷测定结果与出苗率间的决定系数可知, 5 ℃比 10 ℃、8 ℃的线性回归效果更好, 相关性最高, R^2 达到 0.947 6 (吸涨 4 d); 而比较 5 ℃条件下不同吸涨时间的决定系数可知, 吸涨 4 d 的结果要略高于其他时间。以上分析结果都与差异显著性分析得出的最优条件一致。总体看出, 5 ℃低温吸涨 4 d 再 25 ℃标准发芽, 第 7 d 的发芽结果与出苗率的相关性较高, 可有效代表其种子活力。

2.2.4 抗冷测定结果的重复性验证 种子活力检测方法能应用的另一个重要因素是其可重复性。在不同时间段, 利用上述试验筛选出抗冷测定法的最优条件, 即先 5 ℃低温吸涨 4 d, 然后于 25 ℃进行标准发芽处理, 统计第 7 d 的萌发结果, 采用相同批次的烟草种子再进行 3 次重复试验, 比较 3 次结果间的差距。由图 1 可以看出, 对于生产年份较早、活力较低的种子, 3 次重复间有一定差距, 但最大差距仍在 7% 以内, 如批号为 2004-0402 的 K326 (雄性不育系) 种子; 而对于活力较高的种子, 3 次重复间的差距均较小, 最大差距为 5.34%, 如批号为 2012-0971 的云烟 97 种子。总体来说, 所有批号的种子 3 次抗冷测定结果间重复性均较好, 对照《农作物种子检验规程》^[22] 中种子发芽率的允许差距范围, 本研究结果均未超出该范围, 说明本方法的可重复性良好。

于推动烟草农业的高质量发展也具有积极的促进作用。本研究采用国内 5 个主栽烟草品种的 15 份种子作为试验材料, 通过模拟烟草种子苗期常遇逆境, 在烟草种子吸水萌发初期给予低温吸涨处理然后恢



a; 2001-0164; b; 2003-0144; c; 2008-0927; d; 2001-0064; e; 2002-0138; f; 2014-2882; g; 2004-0402; h; 2004-0387; i; 2013-0229; j; 2005-0228; k; 2005-0178; l; 2012-0971; m; 2015-0030; n; 2007-0010; o; 2015-0059。

图1 抗冷测定法不同重复间的结果比较

Fig.1 Comparison of results among different repetitions by cold resistance measurement

复到理想萌发条件的方式,研究抗冷测定法评价烟草种子活力的可行性。不同低温处理的结果显示,5℃低温吸涨4 d后第7 d的萌发结果比10℃、8℃低温吸涨处理的结果更准确地反映了烟草种子的活力;在低温吸涨时间上,低温吸涨2 d的作用不稳定,低温吸涨8 d的时间过长,低温吸涨4 d是适宜的时间;标准发芽法的发芽势、发芽率、发芽指数不能有效区分质量接近的烟草种子间的活力差异,不能准确代表烟草种子活力,而抗冷测定法于5℃低温吸涨4 d后,在25℃理想环境下萌发第7 d的发芽率与出苗率回归方程的 R^2 比标准发芽法的发芽指标与出苗率回归方程的 R^2 高,达到0.947 6,可以准确反映种子的出苗情况,有效代表种子活力;抗冷测定法评价烟草种子活力具有较高的可重复性,3次重复间的误差均在允许范围内。说明用抗冷测定法评价烟草种子活力具有实际应用的可行性。

参考文献:

- [1] 张俊峰. 政府规制下烟草产业对地方经济的影响探析[J]. 中国市场, 2016(50): 68-70.
- [2] 王 静, 杨博文, 李婷婷. 云南省地方经济与烟草产业的关系研究[J]. 昆明学院学报, 2015, 37(3): 21-24.
- [3] 秦劲草. 新时代中国经济高质量发展的必然性与对策[J]. 中国市场, 2019(25): 1-3.
- [4] 陈 杰, 范晓亚. 以生态环境高水平保护实现经济高质量发展[J]. 资源节约与环保, 2019(8): 21.
- [5] 夏 磊, 杜传印, 熊娅维, 等. 烟草商业企业以科技创新驱动高质量发展策略[J]. 管理观察, 2019(3): 46-47.
- [6] 童文杰. 激发第一动力, 加快烟草农业高质量发展[N/OL]. 东方烟草报, 2018-09-20[2019-09-10]. http://www.eastobacco.com/tjlm/jylc/201809/t20180920_503156.html.
- [7] 陆中山. 以科技创新助推湖南烟草商业高质量发展[J]. 湖南

烟草, 2018(6): 20-21.

- [8] 王国防, 索文龙, 周东洁, 等. 烟草种子技术研究进展[J]. 种子, 2017, 36(10): 50-58.
- [9] 马文广, 周义和, 刘相甫, 等. 我国烤烟品种的发展现状及对策展望[J]. 中国烟草学报, 2018, 24(1): 116-122.
- [10] 朱明东, 魏祥进, 谢红军, 等. 种子加工、检验理论与技术现状及思考[J]. 中国水稻科学, 2019, 33(5): 401-406.
- [11] 李孝凡, 王 成, 宋 鹏, 等. 种子活力无损检测方法研究进展[J]. 种子, 2019, 38(6): 61-65.
- [12] 徐四静, 徐丽媛, 周桂林, 等. 高活力农作物种子培育和保持的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(7): 6-8, 11.
- [13] 崔 婷, 唐启源. 种子活力保持与提高技术研究进展[J]. 作物研究, 2014, 28(4): 435-439.
- [14] 张建业, 肖 勇, 余祥文, 等. 烟草漂浮育苗不同规格苗盘的育苗效果比较[J]. 作物研究, 2018, 32(3): 208-212.
- [15] 潘 威, 杨晓东, 杜景诚, 等. 氧传感技术在测定烟草种子活力上的应用[J]. 种子, 2019, 38(3): 81-84.
- [16] 潘 威, 杜景诚, 乔 雨, 等. 基于氧传感技术测定烟草种子活力的初步研究[J]. 种子, 2018, 37(6): 72-75.
- [17] 李 励, 张 新. 玉米种子的低温活力测定[J]. 现代农业科技, 2018(11): 3-4.
- [18] 王金丽. 玉米种子活力测定方法比较[J]. 农业科技与装备, 2015(7): 11-12.
- [19] 成 刚. 甜瓜种子活力测定方法研究[J]. 现代农业科技, 2010(4): 23-25.
- [20] 李振华, 龙明锦, 刘一灵, 等. 水引发对烟草品种活力和萌发特性的影响[J]. 中国烟草科学, 2013, 34(5): 67-71.
- [21] 傅丹桂, 孙 雁, 黄正仙, 等. 水稻种子不同活力测定方法的比较[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2018, 33(5): 811-817.
- [22] 全国农作物种子标准化技术委员会. 农作物种子检验规程 发芽试验: GB/T3543.4-1995[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995: 66-67.

(责任编辑: 徐 艳)