

文章编号: 1003-8701(2015)02-0011-05

玉米种子对高温高湿老化的响应研究

赵欣欣, 刘继权, 王 奇, 孙明春

(吉林农业大学农学院, 长春 130118)

摘 要:以玉米品种吉农大 578 和新白单 31 当年收获种子为试材, 通过高温(45±1)℃、高湿(相对湿度 95%)老化处理, 研究老化种子的发芽特性、活力特性及化学成分的变化及各性状间的相关性。结果表明: 随着老化处理时间的延长, 两品种种子发芽势、发芽率均表现为降低趋势; 两品种种子活力指标则从 24h 开始即下降; 萌发后的幼苗表现为老化时间越长苗高越矮、根系越短, 且对根系的影响更加显著; 不同老化时间的玉米种子主要化学成分(蛋白质、脂肪、淀粉)百分含量无显著性差异。另外种子发芽指标、活力指标同子粒的淀粉和脂肪含量表现为不同程度的显著相关关系($P < 0.05$)。

关键词: 玉米; 种子活力特性; 化学成分; 人工老化

中图分类号: S513.041

文献标识码: A

DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.02.004

Studies on Response of Maize Seed to Aging of High Temperature and High Humidity

ZHAO Xin-xin, LIU Ji-quan, WANG Qi, SUN Ming-chun

(College of Agronomy, Jilin Agricultural university, Changchun 130118, China)

Abstract: Two maize seeds of varieties Jinongda 578 and Xinbaidan 31 were selected as experiment materials and they were artificial aged by high temperature ($45 \pm 1^\circ \text{C}$) and high humidity (95% relative humidity). The germination characteristics, vigor characteristics and seed chemical composition and the possible correlation between each characters were studied. The results showed that along with the extending of aging treatment time, the germination energy and germination percentage of two varieties of seeds decreased. The vigor index of the two varieties decreased from 24 hours after treatment. The longer the aging time, the lower the seedling heights and the shorter the root length, and the more significant effect on root. The chemical composition percentage of seeds were not affected by length of artificial aging time. The germination index and vigor index had significant correlation with the content of starch and oil of seeds ($P < 0.05$) to some extent.

Key words: Maize; Seed vigor characteristics; Chemical composition; Artificial aging

每年我国玉米用种量在 10 亿 ~ 11 亿 kg。近几年玉米制种面积持续增长, 种子质量不断提升, 各地种子呈现库存增多需种量递减的情况^[1]。种子积压势必会带来种子的隔年甚至是多年的贮藏, 同时也不可避免地发生种子衰老和劣变即种子老化。另外从种质资源角度来看, 种子一旦老化, 将带来种质资源遗传上的改变, 最终导致基因丢失。

由于种子常规贮藏时发生的老化时间较长不易控制环境条件、结果不易重演^[2], 在试验中很难形成“唯一差异性”的老化条件, 因此也给种子老化研究带来制约。因此需要采取可控性强, 结果能够重演的老化方法, 比如高温高湿处理种子, 导致种子在短期内迅速失去活力, 继而研究种子对老化条件的反应^[3-6]。

本研究采用高温高湿老化方法对玉米杂交种进行处理, 研究种子的发芽、活力、生长特性的变化和对子粒化学成分的反应, 为探索种子老化机理提供依据, 为种子贮藏后的有效利用奠定基础。

1 材料与方 法

收稿日期: 2014-10-26

基金项目: 吉林省教育厅项目(200953); 吉林省科技厅自然科学基金项目(201215185); 国家自然科学基金青年基金项目(31200231)

作者简介: 赵欣欣(1974-), 女, 副教授, 博士, 主要从事种子生物学及表观遗传学研究。

1.1 供试材料

玉米杂交种品种吉农大578和新白单31,均为当年收获种子。

1.2 方法

1.2.1 老化方法

采用高温(45±1)℃、高湿(相对湿度95%)的加速老化处理,将种子置于砂网袋中,平铺在种子老化箱(LH-150S)中,保证种子能够充分接触潮湿水蒸气,处理时间分别为24 h、48 h、72 h、96 h、120 h、144 h、168 h,取出种子后,室内自然干燥4~5 d,以未老化处理种子(0 h)为对照。

1.2.2 发芽试验及相关指标测定

将老化后种子进行发芽试验,3次重复,每重复50粒,以消毒纱布作为发芽床,光照培养箱中变温22~26℃培养7 d。每日记载种子发芽数量,发芽终期测定全部幼苗鲜重、取10株测定苗高、根长等。计算发芽势、发芽率、发芽指数(GI)、活力指数(VI)等^[7]。GI=∑G_t/D_t, D_t:发芽日数, G_t:与D_t对应的每天发芽种子数 VI=GI×S, S:一定时期内正常幼苗单株平均重(g)。

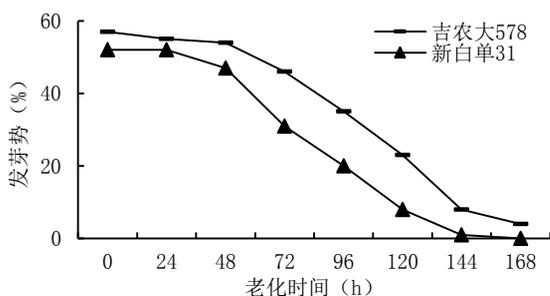


图1 不同老化时间玉米种子的发芽势

发芽率作为种子质量的评价指标之一,是种子发芽并长成正常幼苗的能力。图2表明吉农大578在老化24 h和48 h时发芽率均几乎没有改变,而新白单31则从老化24 h发芽率就开始降低,这表明两品种种子对短期的高温高湿耐受能力存在差异。当老化时间从72 h开始,二者均表现为发芽率下降的趋势,到达96 h时,种子的发芽率均已下降到50%以下,到168 h时种子近乎完全丧失发芽能力,失去种用价值。

2.2 玉米发芽指数和活力指数

发芽指数衡量每天发芽的种子数目,是对日平均发芽情况的综合考量。图3表明吉农大578的发芽指数在24 h和48 h的老化时间发芽指数和对照相比没有变化,从72 h开始发芽指数发生急剧变化。而新白单31在24 h和对照基本相同,而

1.2.3 子粒化学成分测定

采用近红外光谱仪(N500)测定高温高湿老化种子子粒的蛋白质、脂肪、淀粉等主要化学成分含量^[8],重复3次,结果取平均值。

1.2.4 数据统计分析

采用DPS 9.50数据处理系统进行统计。样本间的差异显著性用Duncan's检验,不同因子间关系采用Pearson线性相关性分析。用Microsoft Excel 2003软件制图。

2 结果与分析

2.1 玉米种子发芽特性

发芽势是指发芽试验初期发芽种子数占供试种子的百分率。它衡量了种子发芽速度和发芽能力,即在短时间内发芽种子数越高,则发芽速度越快。从图1可以看出经老化处理吉农大578和新白单31均表现出老化时间越长,发芽势越低。但在老化时间为24 h和48 h时两个品种的发芽势变化较小,而从72 h开始两品种的发芽势均明显下降。

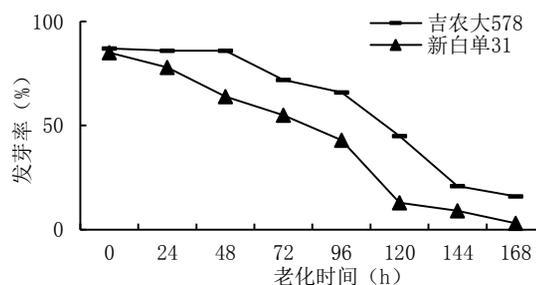


图2 不同老化时间玉米种子的发芽率

从老化48 h开始则发生较大的改变。

种子活力指数是种子活力的反应指标,不仅表明了种子的发芽能力,同时也说明了种子萌发后的幼苗健壮程度,种子出苗越全、幼苗越健壮则活力指数越高。通过图4可以看出,吉农大578的种子活力从老化24 h即开始下降,老化时间越长,活力指数则越低。新白单31也表现同样的趋势,到达168 h时,新白单31的活力指数接近0,吉农大578也仅有5左右,这表明种子高温高湿老化168 h时,全部种子已基本死亡。

2.3 玉米幼苗长势

从图5可以看出,老化时间不同幼苗高度存在显著或极显著差异。在老化时间为24 h和48 h时和对照相比均无显著的差异,而从72 h开始到以后的各老化时间的处理,两品种的苗高均极显

著地低于对照,而且96 h极显著地低于72 h、120 h极显著地低于96 h,144 h处理极显著地低于120 h、168 h极显著地低于144 h,两个品种的

幼苗高度表现相同的趋势。这表明短时间内(48 h)高温高湿老化对幼苗的影响较小,但超过一定时间幼苗的长势就会受到严重影响。

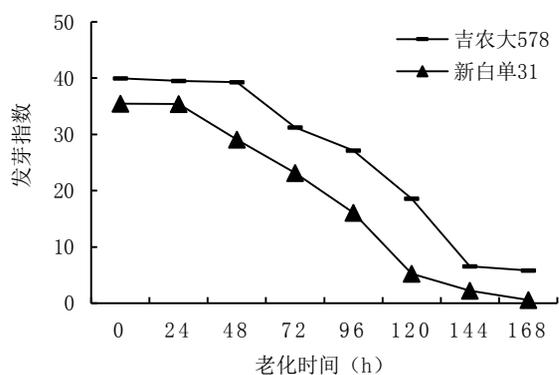


图3 不同老化时间玉米种子的发芽指数

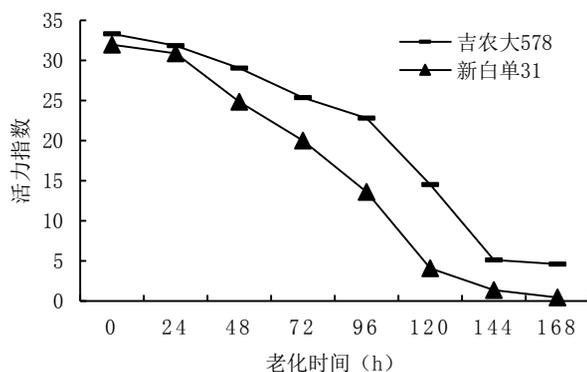


图4 不同老化时间玉米种子活力指数

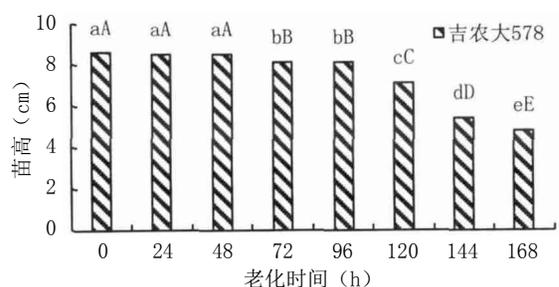


图5 不同老化时间对玉米幼苗苗高的影响

图6中,两品种的幼苗根系从老化24 h开始就和对照存在极显著的差异,吉农大578只有在72 h和96 h时二者根系没有差异显著性,其余的各段老化时间均存在极显著的差异。新白单31只有在老化144 h和168 h时的根长没有差异显

著性,其余老化时间均存在极显著的降低。通过根系对高温高湿老化的反应可以看出根系对高温高湿更加敏感,即使是短时间的高温高湿也会引起根系长度发生显著性的降低。

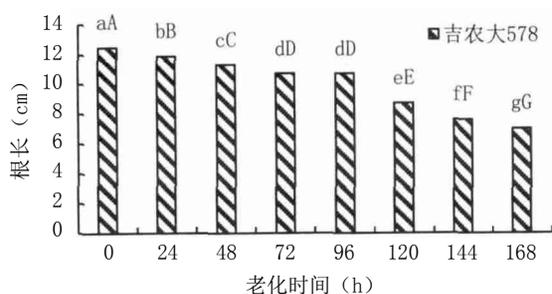


图6 不同老化时间对玉米幼苗根长的影响

2.4 种子化学成分

为了探究高温高湿的人工老化处理对子粒主要化学成分的影响,对种子进行了蛋白质、脂肪和淀粉的百分含量测定。结果表明不同时间老化的两个品种的蛋白质含量均有所变化,但无差异显著性,而且含量的改变没有明显的规律性,即同老化处理的时间无关,吉农大578的蛋白质含量最少的是处理24 h,为8.8%,最大的为处理144 h的,为9.4%,而新白单31的蛋白质含量最

少的是处理144 h,最多的是处理72 h。不同老化处理时间淀粉含量也未出现差异显著性。不同老化时间的脂肪含量均没有差异显著性。这表明短期的高温高湿人工老化并不能导致种子子粒的主要化学成分发生改变。

2.5 种子的发芽、生长及活力特性同化学成分的相关关系研究

将种子各项发芽指标及活力指标同种子的蛋白质、淀粉和脂肪含量分别进行了相关分析,计

算相关系数,寻求在高温高湿的人工老化条件下发芽及活力特性同化学成分的相关关系。结果表明(表2)发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数及根长均同淀粉百分含量存在显著的正相关关系,

发芽率、发芽指数、活力指数、幼苗高度、根长同种子的脂肪含量存在显著的负相关关系,而同发芽势没有相关显著性。种子的蛋白质含量同发芽及活力指标没有显著的相关性。

表1 不同老化时间两个玉米品种的主要化学成分百分含量

老化时间(h)	品种	蛋白质(%)	淀粉(%)	脂肪(%)	品种	蛋白质(%)	淀粉(%)	脂肪(%)
0	吉农大578	9.0a	72.8a	4.4a	新白单31	9.9a	68.2a	4.2a
24		8.8a	72.6a	4.4a		10.1a	68.2a	4.5a
48		9.2a	72.6a	4.4a		10.0a	66.1a	4.3a
72		9.0a	70.8a	4.4a		10.3a	66.8a	4.2a
96		9.3a	70.6a	4.5a		9.8a	67.2a	4.2a
120		8.9a	71.2a	4.7a		9.7a	66.8a	4.3a
144		9.4a	70.9a	4.6a		10.0a	66.6a	4.4a

表2 人工老化条件下种子发芽及活力指标同主要化学成分的相关性分析

组别	发芽势	发芽率	发芽指数	活力指数	幼苗高度	根长
淀粉	0.772*	0.768*	0.772*	0.787*	0.659	0.732*
脂肪	-0.707	-0.751*	-0.722*	-0.722*	-0.820*	-0.790*
蛋白质	0.229	0.279	0.235	0.232	0.326	0.322

注: $r_{0.05}=0.707$, $r_{0.01}=0.834$

3 讨论

发芽势和发芽率是反应种子发芽能力的指标,本研究结果表明,短时间24 h和48 h的处理,发芽势和发芽率几乎没有降低,但从72 h开始二者下降趋势明显,老化168 h时,种子已基本丧失发芽能力。该结果与他人研究的玉米种子老化96 h前的结果基本一致^[9]。高温高湿的人工老化对种子发芽能力的影响是不可逆的,且随着老化时间的延长而发芽能力下降加剧。

种子活力在刚刚收获达到成熟时为最高,随着种子的劣变和衰老会逐渐降低,从而影响作物产量。种子活力是指种子的健壮度,包括迅速、整齐萌发的发芽潜力及生长潜势和生产潜力^[10]。种子活力是衡量种子老化程度的综合指标^[11]。通常种子活力对于高温高湿更加敏感,本结果表明人工老化对种子活力指数影响大,24 h的老化足以导致两品种种子活力指数下降,这说明种子活力相对于发芽率更加敏感,短时间的高温高湿老化也可导致种子活力的急剧下降,从而导致生长能力的降低,最终必然影响到作物产量^[12-14]。

作为一个植株的原始体,通常胚根发育成幼苗的根系,玉米的胚芽和上胚轴形成植物的地上部分,高温高湿老化处理种子必然伤害到种子的胚部组织。根据试验测定结果,老化种子萌发后

的幼苗根系和地上部位生长能力敏感程度存在差异,老化24 h和48 h幼苗高度同对照间没有显著性差异,而幼苗根系从老化24 h同对照间存在极显著的差异性,这表明幼苗根系更不耐高温高湿老化,短时间的高温高湿即可造成根系损害,而这种伤害必然会影响地下部分的营养供应,延误幼苗的持续生长,最终影响子粒的产量。

种子收获后种子老化对子粒化学成分上的影响研究较少,已有的研究多着重于老化种子所含蛋白质的结构和分子变化^[15-18],但对于子粒的化学成分含量上的变化则鲜有数据资料。本研究通过红外线技术直接测定老化种子的子粒主要化学成分百分含量,结果表明,24 h至168 h的人工高温高湿不会造成玉米杂交种子粒主要化学成分百分含量的显著性改变,分析原因:首先不能排除主要化学成分在结构及功能上的变化,这种影响有待于进一步深入研究;另外种子老化后的蛋白质可能发生分解转化成多肽或者氨基酸分子,但是蛋白总量并没有发生变化,因此在测定结果中未出现显著性差异,另外脂肪和淀粉两大类营养成分在短期老化内分解较少,相对比较稳定,因此从老化的机理上看仍需更加深入的测定和探索。

本试验中,可以推断种子快速老化所带来发芽、生长能力及活力变化,同主要化学成分含量

的变化没有相同的变化趋势。但通过相关性分析,发现玉米子粒中的淀粉、脂肪含量和上述发芽、活力等指标存在显著的相关关系,分析可能原因是淀粉作为玉米种子萌发时主要营养物质来源,为种子萌发提供了能源和动力,对幼苗的生长提供了“食物”,因而和幼苗的发芽及活力密切相关,而种子中的蛋白质作为种子的结构物质并非玉米类粉质种子的主要营养贮藏物质,主要作为结构成分参与幼苗的形成,因此未能构成显著的相关关系。

参考文献:

- [1] 佟屏亚. 2013年中国种业要事点评[J]. 中国种业, 2014(1):15-17.
- [2] 胡国玉, 张磊, 黄志平, 等. 大豆种子抗老化鉴定的方法研究[J]. 大豆科学, 2012, 31(3):389-394.
- [3] 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.
- [4] 孙春青, 杨伟, 戴忠良, 等. 人工老化处理对结球甘蓝种子生理生化特性的影响[J]. 西北植物学报, 2012, 32(8):1615-1620.
- [5] 李颜, 王倩. 大葱种子人工老化与膜脂过氧化的研究[J]. 种子, 2007, 26(3):27-30.
- [6] Xia Xin, Qian Tiana b, Guangkun Yina, et al. Reduced mitochondrial and ascorbate - glutathione activity after artificial ageing in soybean seed[J]. Journal of Plant Physiology, 2014(171):140 - 147.
- [7] 刘子凡. 种子学实验指南[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010:57-59, 141.
- [8] 魏良明, 严衍禄, 戴景瑞. 近红外反射光谱测定玉米完整子粒蛋白质和淀粉含量的研究[J]. 中国农业科学, 2004, 37(5):630-633.
- [9] 渠云芳, 马金虎, 贺润平, 等. 高温老化对两个玉米品种种子活力发芽指标影响的研究[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2):156-159.
- [10] 陶嘉龄, 郑光华. 种子活力[M]. 北京: 科学出版社, 1991:74.
- [11] 周建萍, 乔燕祥. 大豆种子老化过程中活力指标的研究[J]. 山西农业科学, 2007, 35(3):33-35.
- [12] 刘明久, 王铁国, 陈世林, 等. 玉米种子人工老化过程中生理特性与种子活力的变化[J]. 核农学报, 2008, 22(4):510-513.
- [13] 欧阳西荣, 徐辉, 李丽. 种子老化对玉米幼苗生长和植株发育的影响[J]. 中国农学通报, 2002, 18(6):31-35.
- [14] 张洁, 郭数进, 马金虎. 两个大豆品种在人工加速老化过程中种子发芽和活力的变化[J]. 山西农业大学学报, 2009, 29(3):198-201.
- [15] Jonathan M Escandon, Bárbara C F Silva, Silvia R S Silva, et al. Germination responses of *Jatropha curcas* L. seeds to storage and aging[J]. Industrial Crops and Products, 2013 (44): 684-690.
- [16] 张晗, 卢新雄, 张志娥, 等. 种子老化对玉米种质资源遗传完整性变化的影响[J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(3):271-275.
- [17] 王继红, 陈绍宁, 白冰, 等. 人工老化对玉米种子蛋白质组的影响[J]. 河南农业大学学报, 2009, 43(3):232-235.
- [18] Ill-Min Chung, Su H Seo, Joung K Ahn, et al. Effect of processing, fermentation, and aging treatment to content and profile of phenolic compounds in soybean seed, soy curd and soy paste[J]. Food Chemistry, 2011 (127): 960-967.

(上接第10页)

- [2] 董锋. 2013年玉米市场回顾与2014展望[J]. 饲料广角, 2014(3):14-17.
- [3] 张颖. 黑龙江省玉米主要栽培模式概况[J]. 现代化农业, 2014(2):22-23.
- [4] 武向良, 胡有林, 马超, 等. 内蒙古自治区玉米“十二五”增产潜力分析[J]. 农业展望, 2011(4):32-35.
- [5] 宫秀杰, 钱春荣, 于洋, 等. 玉米密植高产高效栽培技术模式及效益分析[J]. 黑龙江农业科学, 2011(12):27-30.
- [6] 肖继兵, 孙占祥, 杨久廷, 等. 半干旱区中耕深松对土壤水分和作物产量的影响[J]. 土壤通报, 2011(6):710-714.
- [7] 曹彩云, 李伟, 党红凯, 等. 不同种植密度对夏玉米产量、产量性状及群体光合特性的影响研究[J]. 华北农学报, 2013(28):161-166.
- [8] 盛耀辉, 王庆祥, 齐华, 等. 种植密度和氮肥水平对春玉米产量及氮素效率的影响[J]. 作物杂志, 2010(6):58-61.
- [9] 刘英, 王允青, 孙秀伦. 玉米对钾、氮的吸收特性与施肥效应研究[J]. 土壤肥料, 2005(6):36-38.