

玉米种子活力研究综述

连彩云¹, 马忠明²

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 综述了遗传因素和环境因素对玉米种子活力的影响, 对种子活力的测定方法进行阐述, 展望了玉米种子活力研究的方向。

关键词: 玉米; 种子活力; 环境因素; 遗传因素; 研究

中图分类号: S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)05-0064-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2019.05.015](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.05.015)

Research Summary on Seed Vigor of Corn

LIAN Caiyun¹, MA Zhongming²

(1. Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In this paper, the influence of genetic factors and environmental factors on seed vigor of corn were summarized. The determination methods of seed vigor of corn were expounded. The research direction of seed vigor of corn was also forecasted.

Key words: Corn; Seed vigor; Environmental factors; Genetic factors; Research

玉米在我国粮食生产中占有十分重要的地位, 不仅是重要的饲料作物, 又是其他行

收稿日期: 2019-03-25

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0400207)、甘肃省农业科学院学科团队(2017GAAS25)资助。

作者简介: 连彩云(1977—), 女, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事作物节水栽培与生态环境监测工作。联系电话: (0931)7614846。

通信作者: 马忠明(1964—), 男, 甘肃民勤人, 研究员, 博士, 主要从事作物栽培与生态环境效应研究工作。联系电话: (0931)7617566。

源利用及其改良研究进展[J]. 西北农业学报, 2005, 14(5): 101-109.

[3] 张素梅, 王宗胜. 中国荞麦资源品质区划初探[J]. 甘肃农业科技, 2018(8): 81-84.

[4] ZHOU MEILIANG, KREFTIVAN, WOO SUN-HEE, et al. Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat[M]. London: Academic Press, 2016. 482.

[5] 马宁, 刘彦明, 魏立平, 等. 荞麦新品种定苦荞1号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2016

(9): 1-4.

[6] 任长忠, 崔林, 何峰, 等. 我国燕麦荞麦产业技术体系建设与发展[J]. 吉林农业大学学报, 2018, 40(4): 524-532.

[7] 段毅. 论天水市荞麦资源的开发利用[J]. 甘肃科技, 2004, 20(8): 13-15.

[8] 任玉瑞, 何继红, 董孔军, 等. 甘肃省小杂粮产业竞争力分析及对策建议[J]. 中国农业资源与区划, 2014, 35(4): 141-144.

(本文责编: 陈伟)

业(如食品、医药、化工等)的重要原料作物。玉米种植面积在我国粮食生产中位居第一,主要分布在东北至西南地区的“玉米生长带”,北方春玉米区和黄淮海夏玉米区占种植总面积的70%以上。玉米种植对促进粮食增产、农民增收起着重要的影响,对保障我国粮食安全发挥了巨大的作用。近年来,在供给侧结构性改革背景下,玉米的种植面积在不断调减,这说明我国玉米生产凭无限扩张的投入要素来发展是不可能的。要保障粮食安全,保证农民增收,不仅要求优质、高产的品种,而且要有高活力的种子,高活力种子对提高玉米质量和产量是十分必要的。

种子质量的好坏直接影响作物的产量,种子活力是评价种子质量的重要指标之一。许多学者和组织对种子活力进行了不同的定义,难以统一。目前,较公认的种子活力是由国际种子检验协会和官方种子分析家协会所定义的。与种子活力相关的特性为:种子萌发速度和整齐度;发芽能力的保持;田间出苗率、生长速度和生长发育状况;产量和品质^[1]。高活力种子其发芽率较高,可以提高田间的出苗率,同时可以很好的抵抗不良环境,抗病虫害,进而提高作物的产量。因此,种子活力问题日益引起国际、国内种子工作者的重视和关注。自2012年以来,国内外学者从多个角度阐述了种子活力的生理学和分子方面的研究进展^[2-5]。我们从玉米种子活力的影响因素、测定方法等方面进行综述。

1 遗传因素对种子活力的影响

种子活力一般会受到遗传因素和环境因素的影响,而遗传因子在很大程度上决定种子的活力,种子活力有较高的遗传性,活力高的种子在杂交后代中具有较高的活力。许多学者对种子活力的遗传特性进行了大量研究。成广雷等^[6]选用不同基因型玉米种子为试验材料,研究了在临界胁迫贮藏条件下

种子活力的变化规律,结果表明,基因型是影响种子活力的决定性因素。王青峰等^[7]选用13个超甜玉米作为供试种子,采用人工老化的方法对其活力的遗传性进行了分析,结果显示,种子活力指数的遗传力达99.48%。余宁安等^[8]测定了35个玉米杂交组合的种子发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数等,发现其遗传力都超过50%,种子活力在基因类型上差异明显。这些研究表明种子活力具有很高的遗传性。

随着分子标记技术和分子标记连锁图谱技术的发展,种子活力的数量性状位点定位的遗传剖析研究取得了一定的进展。Han等^[9]在人工老化条件下对2个玉米重组近交系群的种子活力相关性状的QTLs进行了分析,23个候选基因主要在种子发芽势、发芽率、糖代谢途径和蛋白质代谢中起着重要作用。Ku等^[10]对人工老化条件下的2个玉米重组近交系群体种子活力的遗传规律进行了分析,22个候选基因分别位于14个mQTLs对应的分布区间内。目前,有关分子标记和遗传图谱上所做的研究主要集中在水稻上^[11-12],对其它作物也有一定的研究,如欧洲油菜^[13]。

2 环境因素对种子活力的影响

种子活力是一个综合性状,不仅受遗传因素的影响,环境因素也是影响其活力的因素之一。在种子从播种到收获的整个生育周期中,不可避免的和其所处的环境发生着联系。种子生长发育过程中所处区域的气候特征、栽培技术的应用、土壤中营养元素的含量、水肥资源供应、田间管理措施、采收期和成熟度、种子水分等均与种子质量相关。

近年来国内外学者在不同环境条件下对影响种子活力的因素开展了许多研究。有研究表明,种子发育过程中植株及种子性状易受光强度、温度、硝酸盐和磷酸盐的影响^[14]。低温低氮对成熟种子中氮代谢相关物减少显著^[15]。种子活力的大小还受老化

时间的影响,随着老化时间的延长,种子的各相关活力指标均表现为先平缓减小后急剧降低的趋势^[16]。由于气象因子的影响,不同生态区与收获期的同一杂交组合的种子活力指标差异明显^[17-18]。还有学者通过使用不同的调节剂来提高种子活力。魏晓梅^[19]用植物生长调节剂对玉米种子萌发的生理特性进行研究,发现玉米对脱落酸表现出较高的耐受性,10 mg/L 脱落酸可显著提高玉米种子活力。油菜素内酯浸种可通过促进低温胁迫下玉米种胚渗透调节物质含量的积累,促进玉米种子萌发,进而提高种子活力^[20]。经生物质炭-木醋液包衣处理的玉米种子活力指数较常规包衣和未包衣显著提高,但对种子发芽势、发芽率影响不显著^[21]。

水分和养分是农业生产中最主要的影响因子。在作物生长过程中水肥相互影响,相互制约。合理的土壤水分有利于作物对氮素的吸收利用,土壤水分含量增加,土壤中矿化氮的含量增加;氮素的施用对水分有协同促进的作用,有利于土壤水分的吸收,提高水分利用效率^[22]。种子生产过程中水肥等资源的充分供应是保证高质量种子的前提。宋勤璟等^[23]的研究表明,施磷量对春小麦种子活力指标均有极显著的影响,施磷量在一定范围内能够提高种子发芽势、发芽率、发芽指数、活力指数,过量施磷不利于小麦产量的进一步提高。而郝楠等^[24]的研究结果表明,制种玉米的产量随氮素水平增加而增加,而种子活力指标及发芽相关指标不存在显著差异。土壤水分不同,作物对 N、P、K 的吸收和利用存在明显差异^[25],不同的 N、P、K 比例对玉米的产量、品质会造成不同的影响^[26]。有些研究通过微肥来提高作物的生理特性及发芽能力。赵娟等^[27]研究发现,适宜浓度的外源钙(5~15 mmol/L)能明显缓解低温胁迫对玉米幼苗生长的抑制作用,使玉米种子萌发能力增强。经 75 μ mol/L 硒酸钠引发处理的玉米种子低温胁迫

期间种子内过氧化物酶(POD)活性、可溶性糖(WSC)、脯氨酸(Pro)和种子浸出液核苷酸含量均有所提高,同时也显著提高了种子的发芽率^[28]。在小麦生长基质和叶面施用适量镁可以改善小麦种子发芽^[29]。施用适量硼肥有效地提高油菜种子活力^[30]。通过微量元素 Zn、B 处理玉米亲本种子后,其种子的活力指标明显升高^[31]。在种子生产过程中,优化的水氮供应是提高种子产量的前提,使种子保持较高的活力水平,而土壤中营养元素含量的多少是影响种子活力大小的重要因素。有研究证实,在田间持水量为 75%、施 N 为 650 kg/hm² 时,玉米的生理指标、光合速率最高,经济性状最优^[32]。刘啸笑等^[33]以玉米种子先玉 335 为试验材料研究了土壤质量含水率(20%、25%、30%、35%)和不同温度(15、20、25 $^{\circ}$ C)对玉米种子活力的影响,表明当温度为 25 $^{\circ}$ C、土壤质量含水率为 25%时种子活力达最大值,持续低温、高土壤水分条件不利于玉米种子的正常萌发和生长。在灌浆期控水和施用控释肥条件下,选择收获期可以保证种子的高活力^[34]。

3 种子活力的测定方法

种子活力可以采用许多方法进行测定。张皖秋等^[35]采用伸长胚根计数法、幼苗生长法、加速老化试验、模拟田间出苗试验及实际田间出苗试验等 5 种方法测定了 12 个杂交玉米的种子活力,认为 20 $^{\circ}$ C 66 h 伸长胚根数可作为杂交玉米种子活力的评定指标。采用人工老化的方法处理种子后对种子活力及酶活性检测的结果显示,随老化时间的增加,活力指数、DHA 和 POD 活性逐渐降低,而 REC 和 MDA 含量则逐渐升高^[36]。通过 TMT 标记定量蛋白质组学技术,对高活力和低活力玉米自交系进行淹水胁迫 72 h 处理后,比较蛋白质表达的差异,由此推断出,高活力种子具有更好抗性的分子机制,蛋白质含量可作为高活力种子选择的

依据^[37]。陈蕾太等^[38]通过分析 4 个不同基因型小麦品种在逆境萌发过程中相关酶活性与种子活力的关系,明确干旱、人工老化和冷浸胁迫 3 种逆境对种子活力都有一定影响。这些研究表明,以上方法可作为种子活力的评定指标。

4 结束语

从已发表文献来看,目前的研究都是在田间水分与营养元素不受限制的情况下获得的种子为材料,研究内容以种子活力的影响因素为主,并已取得了一定的进展。而这种优越环境下获得的种子的质量与田间复杂环境条件下相比有着天壤之别,不能将田间实际情况真实地反映出来。农业生产常会受到许多环境因素的制约,在生产过程中田间水肥是影响种子活力的重要因素。很多地区为了获得高产,仍投入大量的水、肥等资源,不合理灌溉、施肥导致品质低下并对环境造成了影响,制约了农业可持续发展和农民增收。而且,种子活力易受环境因素的影响,环境条件以直接或间接的方式影响着种子活力的变化,进而造成了种子活力的差异,在一个区域得到的结果很难直接用于另一个区域。因此,在种子生产过程中,首先要研究在田间实际条件下种子活力的形成机制,明确种子活力形成机理。

参考文献:

- [1] FINCH-SAVAGE W E, BASSEL G W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation[J]. *J. Exp. Bot.*, 2016, 67(3): 567-591.
- [2] RAJJOU L, DUVAL M, GALLARDO K, et al. Seed germination and vigor[J]. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 2012, 63(1): 507-533.
- [3] VENTURA L, DONÀM, MACOVEI A, et al. Understanding the molecular pathways associated with seed vigor[J]. *Plant Physiol. Bioch.*, 2012, 60: 196-206.
- [4] 李振华, 王建华. 种子活力与萌发的生理与分子机制研究进展[J]. *中国农业科学*, 2015, 48(4): 646-660.
- [5] WANG W, LIU S, SONG S, et al. Proteomics of seed development, desiccation tolerance, germination and vigor[J]. *Plant Physiol. Bioch.*, 2015, 86: 1-15.
- [6] 成广雷, 张海娇, 赵久然, 等. 临界胁迫贮藏条件下不同基因型玉米种子活力及生理变化[J]. *中国农业科学*, 2015, 48(1): 33-42.
- [7] 王青峰, 官庆友, 沈凌云, 等. 超甜玉米种子活力研究[J]. *种子*, 2007(6): 4-7.
- [8] 余宁安, 王铁固, 陈士林. 玉米种子活力田间测定及其遗传分析[J]. *玉米科学*, 2010, 18(4): 18-22.
- [9] HAN Z, KU L, ZHANG Z, et al. QTLs for seed vigor-related traits identified in maize seeds germinated under artificial aging conditions[J]. *Plos One*, 2014, 9(3): e92535.
- [10] KU L, CUI X, CHENG F, et al. Genetic dissection of seed vigour under artificial ageing conditions using two joined maize recombinant inbred line populations [J]. *Plant Breeding*, 2015, 133(6): 728-737.
- [11] XIE L, TAN Z, ZHOU Y, et al. Identification and fine mapping of quantitative trait loci for seed vigor in germination and seedling establishment in rice[J]. *Journal of Integrative Plant Biology*, 2014, 56(8): 749-759.
- [12] LAI Y, CHENG J, HE Y, et al. Identification of QTLs with additive, epistatic, and QTL × seed maturity interaction effects for seed vigor in rice[J]. *Plant Molecular Biology Reporter*, 2016, 34(1): 160-171.
- [13] TAN M, LIAO F, HOU L, et al. Genome-wide association analysis of seed germination percentage and germination index in *Brassica napus*, L. under salt and drought stresses[J]. *Euphytica*, 2017, 213(2): 40.
- [14] HE H, VIDIGAL D D S, SNOEK L B, et al. Interaction between parental environment and genotype affects plant and seed performance in *Arabidopsis*[J]. *Journal of Experimental Botany*, 2014, 65(22): 6603-6615.
- [15] HE H, WILLEMS L A J, BATUSHANSKY

- A, et al. Effects of parental temperature and nitrate on seed performance are reflected by partly overlapping genetic and metabolic pathways[J]. *Plant Cell Physiol.*, 2016, 57(3): 473-487.
- [16] 冯 魁, 李 琼, 贾永红, 等. 不同成熟度和老化时间对春小麦种子萌发及幼苗生长特性的影响[J]. *新疆农业科学*, 2017(10): 55-63.
- [17] 郝 楠, 王建华, 李月明, 等. 不同生态区域玉米种子收获期与种子活力关系研究[J]. *玉米科学*, 2016(6): 61-66.
- [18] 樊廷录, 王淑英, 王建华, 等. 河西制种基地玉米杂交种种子成熟期与种子活力的关系[J]. *中国农业科学*, 2014, 47(15): 2960-2970.
- [19] 魏晓梅, 吴丽芳, 张龄丹, 等. 植物生长调节剂对玉米及水稻种子活力的影响[J]. *作物研究*, 2017(6): 653-658.
- [20] 马金虎. 油菜素内酯调控低温胁迫下玉米种子萌发的生理机制[D]. 晋中: 山西农业大学, 2015.
- [21] 董 娟, 付潘潘, 刘晓雨, 等. 生物质炭-木醋液包衣剂对玉米幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. *土壤通报*, 2014, 45(5): 1207-1212.
- [22] 郭丙玉, 高 慧, 唐 诚, 等. 水肥互作对滴灌玉米氮素吸收、水氮利用效率及产量的影响[J]. *应用生态学报*, 2015, 26(12): 3679-3686.
- [23] 宋勤璟, 贾永红, 刘孝成, 等. 施磷量对春小麦产量及种子活力的影响[J]. *中国农学通报*, 2017, 33(4): 8-14.
- [24] 郝 楠, 毕文博, 李月明, 等. 氮素水平对玉米制种产量及质量的影响[J]. *辽宁农业科学*, 2017(1): 46-49.
- [25] 孙文涛, 孙占祥, 王聪翔, 等. 滴灌施肥条件下玉米水肥耦合效应的研究[J]. *中国农业科学*, 2006, 39(3): 563-568.
- [26] 褚清河, 潘根兴, 王成己. 最佳施肥比例对烟草产量和品质的影响[J]. *土壤通报*, 2009, 40(1): 137-139.
- [27] 赵 娟, 王 芳, 李永生, 等. 钙对低温胁迫下玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J]. *甘肃农大学学报*, 2016, 51(6): 30-35.
- [28] 许兴泽, 赵桂琴, 杜 锦. 硒对玉米种子吸胀期间生理特性和种子发芽能力的影响[J]. *甘肃农大学学报*, 2017, 52(1): 63-67.
- [29] CEYLAN Y, KUTMAN U B, MENGUTAY M, et al. Magnesium applications to growth medium and foliage affect the starch distribution, increase the grain size and improve the seed germination in wheat[J]. *Plant Soil*, 2016, 406: 145-156.
- [30] EGGERT K, NICOLAUS VON WIRÈN. The role of boron nutrition in seed vigour of oilseed rape (*Brassica napus* L.)[J]. *Plant & Soil*, 2016, 402(1-2): 63-76.
- [31] 张东昱, 宋学林, 陈修斌, 等. 微量元素对玉米亲本种子活力及光合特性影响[J]. *种子世界*, 2016(4): 39-41.
- [32] 张东昱, 宋学林, 陈修斌, 等. 河西走廊水肥耦合对杂交玉米叶片光合特性及产量影响[J]. *现代化农业*, 2016(5): 21-23.
- [33] 刘啸笑, 何 章, 夏冬冬, 等. 温度与土壤水分对玉米种子活力和贮藏物质转运的影响[J]. *灌溉排水学报*, 2017, 36(6): 18-21.
- [34] 任利沙, 顾日良, 贾光耀, 等. 灌浆期控水和施用控释肥对杂交玉米制种产量和种子质量的影响[J]. *中国农业科学*, 2016, 49(16): 3108-3118.
- [35] 张皖秋, 龚动庭, 张文明, 等. 伸长胚根计数测定杂交玉米种子活力的研究[J]. *种子*, 2017, 36(1): 90-93.
- [36] 祝煜中, 夏黎明, 竺思仪, 等. 人工老化的甜玉米种子活力、生理特性和遗传多样性的变化[J]. *华南农业大学学报*, 2018, 39(1): 25-30.
- [37] 张 玮, 左晓龙, 张 欣, 等. 淹水胁迫下不同活力玉米种子定量蛋白质组研究[J]. *玉米科学*, 2017, 25(3): 48-53.
- [38] 陈蕾太, 孙爱清, 杨 敏, 等. 逆境条件下小麦种子活力与种子萌发相关酶活性及其基因表达的关系[J]. *应用生态学报*, 2017, 28(2): 609-619.

(本文责编: 陈 珩)