

种子活力研究进展及展望

蒋敏明

(袁隆平农业高科技股份有限公司,长沙 410000)

摘要:种子是重要的农业生产资料,高质量的种子对农作物生长和粮食生产至关重要。对种子活力进行了综述,介绍了种子活力形成的物质基础及其与种子活力的相关性、种子活力的影响因素以及种子活力的测定方法。指出了种子活力研究中存在的一些问题,并展望了今后种子活力研究的方向。

关键词:种子活力;贮藏蛋白;非结构性碳水化合物;影响因素;测定方法

种子质量的好坏主要由种子活力来体现。种子活力是指种子在各种环境条件下具有发芽与出苗的能力,以及幼苗形状、贮藏性能和种子的抗逆性等特征的综合表现,较标准发芽率更能说明种子质量的优劣^[1]。

种子活力主要是受遗传因素的影响,同时在种子发育过程中的田间管理、种子成熟后的采收及贮藏环境条件等因素同样对种子活力产生重要影响。种子活力可影响作物的一生及最终产量,高活力种子表现出抗逆性强,提高种子活力能显著缩短种子的出苗时间,提高种子发芽率及整齐度,从而可以使种子播种后实现高产和优质;反之,低活力种子抗逆性差,出苗时间长,遇到不良环境条件容易发生烂种、死苗的现象。在农业生产中常因种子活力低给农业生产造成了极大损失,如作物减产。尤其是杂交水稻生产,由于水稻生产具有时效性,如果发生烂种,在超过一定时期后补种,将对水稻产量产生很大影响。在生产上常因种子收获不当、种子成熟度把握不当而导致种子活力不高。

1 种子及种子活力

种子有广义与狭义之分。一般来说只要是可以用于农业生产的材料都称得上是种子;狭义的种子指的是植物经过传粉受精形成植物学种子。植物学种子是生产上运用历史最悠久、最广泛、最基本的生产材料,其地位是其他种子不可替代的,因此对种子活力的研究主要集中在狭义种子范围。

种子的用途即播种生产,只有具有活力的种子才具有生产潜力。种子活力于1950年在国际种子协会(ISTA)上第1次被提出后,此概念不断被了解

并运用。种子活力是衡量种子质量的重要标准,不同的学者或研究机构对其有不同定义。

1977年国际种子检验协会把种子活力的概念定义为:“是决定种子或种子批在发芽和出苗期间活动度和表现的潜在水平的那些种子特征的总和。”凡是属性表现优者为高活力种子,反之则为低活力种子。郑光华^[2]将种子活力定义为“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”,在国内得到普遍接受。高活力种子的意义在于其具有更高的生产能力,能够更好地抵御外界不良因素的干扰,即具有产量高、抗性强等特点。

2 种子活力形成的物质基础及相关性

种子活力随着种子的发育而逐渐形成,其根本原因是随着种子的成熟贮藏物质不断积累,为种子活力的形成打下基础。种子胚是活力的本体,即种子活力实际上就是胚萌发生长的活力。种子在萌发初期是一个异养过程,所需养分全部来源于种子发育过程中的光合物质积累。种子萌发时,贮藏的营养物质被分解为氨基酸、葡萄糖等,并被运输到胚根和胚芽中为种子萌发及幼苗生长提供能量及营养元素。种子萌发过程中如果养分供应不足,胚就会营养不良。因此种子中物质积累量多少以及在种子萌发过程中养分供应速率快慢都会对种子活力造成重要的影响。研究认为大粒种子活力较小粒种子活力高,萌发更整齐迅速,贮藏物质的多少对种子活力有制约作用^[3-4]。不过也有学者得出不同的结论,这可能与作物类型有关。不同的种子光合积累物积累模式不同,成分差异也较大。一般种子中含有的贮藏物质主要有蛋白质、脂肪、淀粉等,另外种子中还含

有少量与种子生理活性相关的酶和激素等。

2.1 贮藏蛋白与活力的关系 蛋白质是种子重要的贮藏物质,他们为种子提供最初的氮素养料。种子萌发过程中贮藏蛋白水解为氨基酸,供幼苗生长需要。蛋白质与种子活力高度相关。傅家瑞等^[5]研究结果表明,花生种子随着贮藏蛋白的合成与积累活力迅速提高。对大豆、大葱和油菜的研究发现,种子发生裂变时,贮藏蛋白含量也随之下降^[6-8],这从反面证明了活力与贮藏蛋白含量的正相关性。而姜文^[9]在对小麦种子蛋白质含量与活力的关系研究中则得出相反的结论。郑文寅等^[10]研究亦认为,种子中贮藏蛋白含量与种子活力相关性不显著,而与种子萌发时蛋白质的转化及利用率相关。各种研究结果不尽相同,这可能是由于种子类型及品种差异造成的。

2.2 非结构性碳水化合物与活力的关系 非结构性碳水化合物(淀粉、可溶性糖等)是种子中主要的能量物质,在禾谷类作物种子中非结构性碳水化合物含量在70%以上。非结构性碳水化合物的积累量及种子萌发时的利用效率对种子的活力有重要影响。种子中的低聚糖可作为种子萌发早期的呼吸底物,多聚糖则会被相应的酶水解为葡萄糖以供种子萌发后期及幼苗生长所需能量。陈绍宁^[11]研究发现老化处理后的玉米种子可溶性糖含量增加。对大麦的老化处理也发现相同的现象^[12]。张桂莲等^[13]研究发现,伴随种子成熟度增加,种子可溶性糖呈下降趋势。一般认为种子活力与可溶性糖呈负相关性,关于活力与其他非结构性碳水化合物的关系鲜见报道。

3 种子活力的影响因素

种子活力受内因和外因的影响。内因即种子自身的遗传基因以及种子本身的发育成熟度;外因则包括植株的栽培管理技术、外界气候条件、种子的收获时期、种子的加工方式以及种子的贮藏条件等。通过对种子内因的研究,可以发掘出更具有优良基因的品种,而对外因的研究则可以保护好种子的优良性状,更好地发掘出种子的活力潜力,并运用于农业生产。

3.1 内因对活力的影响

3.1.1 种子活力的基因控制 种子活力具有高度的遗传性,余四斌等^[14]、马守才等^[15]分别在水稻和小

麦上的研究也证实了基因对活力有显著的影响。程春明等^[16]用多种方法对不同类型的大豆活力进行测定,结果均表现为极显著的差异。王俊娟等^[17]、孙彩霞等^[18]、李君明等^[19]研究表明不同基因型棉花、玉米、番茄等种子活力同样体现出基因型差异。张文明等^[20]对杂交水稻种子活力研究表明,遗传因素在种子活力上起主导作用。

种子活力表现在种子发芽率高低、抵御不良环境条件能力大小以及植株产量的高低等多方面总和,而这些性状均是多基因控制的数量性状。章志宏^[21]利用分子标记技术对水稻种子活力的遗传基础进行剖析,同样表明种子活力是多基因控制的数量性状。J.M.Emile等^[22]通过对拟南芥的遗传分析发现,所有活力性状都有一个或多个共同的QTL位点。陈利华等^[23]对不同温度条件下水稻种子活力QTL的定位分析表明种子活力QTL具有显著的基因型与环境温度之间的互作,且这种互作具有明显的QTL特异性。M.Betty等^[24]对大量的双倍体自交系甘蓝的遗传基因进行分析,标记了一系列的种子活力的QTL位点,并认为种子活力的遗传力在10%~15%之间。

3.1.2 种子发育成熟度对活力的影响 自胚珠完成受精后,种子发育便开始进行,并随着时间的推移种子逐渐发育成熟。种子发育过程中种子活力也随着成熟度的不同而不相同。从外观方面来讲,可以把种子成熟定义为形态成熟,而从种子含水量方面来讲,则可以把种子成熟定义为生理成熟。形态成熟后种子的外观性状如形状、大小等不再发生改变;生理成熟则是种子含水量下降、有机物积累等基因引起和控制器官的形成、机能的展开过程。种子形态成熟与生理成熟既一致又不完全相同,一般种子生理成熟先于形态成熟。这就是为什么要对成熟度与种子活力关系进行探讨的原因。

在种子生产与收获的过程中,人们所需要的是种子的生理成熟。种子生理完熟后种子库容量积累达到最大,种子发芽率高、活力强。研究表明,在一定的范围内,随着种子成熟度的增加,种子活力指数显著增加。值得指出的是,并不是成熟度越高的种子活力越高。种子完熟后如不及时采收给予妥善保管,田间高温、高湿及降雨都能导致种子在植株上变质,同时种子自身的呼吸消耗以及酶和激素水平的

变化、蛋白质破损、RNA合成损伤、细胞膜的生理和物理损伤以及有毒代谢物质的积累等一系列种子衰败过程也是导致种子活力下降的原因。因此适时采收,是获得高活力种子的关键条件之一。

3.2 外因对种子活力的影响

3.2.1 制种环境对活力的影响 制种环境包括田间小环境和气候大环境。田间环境受栽培密度、水肥管理等影响,而气候环境则由制种季节以及制种地区所决定。研究表明种植密度的增加会导致大豆种子活力的下降^[25-26],高密度环境下植株间通风透光性差,影响作物光合物质积累。合理的肥料用量有利于种子产量和质量。对高山茅采用不同的氮磷使用量,种子活力差异显著^[27]。毛培胜等^[28]通过对种植2年和3年的老芒麦进行施肥处理,结果表明在施肥的作用下,第3年的种子活力有显著提高。耿智广等^[29]试验显示,苜蓿采用不同的磷钾施肥模式对种子发芽率、发芽势及硬实度均有影响。作物对生态环境具有适应性,相同作物在不同的生态环境下生长发育不同。对红菜薹^[30]、水稻^[31]、大豆^[32]、油菜^[33]等作物的研究上发现,不同制种季节及不同的种植地点种子产量和质量存在差异。由于栽培措施及生态条件可以影响种子活力,因此,合理密植,合理施肥,因地因时制宜,对生产高质量种子至关重要。

3.2.2 贮藏条件对种子活力的影响 贮藏条件及时间均会影响种子活力,如何保存种子在生产上至关重要,种子保存不当容易发生劣变,导致活力的降低。一般种子活力随种子贮藏时间的延长而降低,而活力降低的快慢则与种子含水量及贮藏温度等有关。种子贮藏应尽可能地减弱种子呼吸消耗,一般采用低温、低湿和低氧环境条件保存可以做到这一点。在相同温度条件下,贮藏相同时间,低含水量种子活力高于高含水量种子^[34]。同样,在相同含水量条件下,贮藏温度越高,种子活力下降的速度则越快。种子存储温度对种子贮藏的最佳含水量有重要影响,贮藏温度越高,相对要求最佳含水量越低。因此在种子保存中要控制好贮藏环境的温度及水分,以此延长种子的寿命,保证种子长期具有较高的活力。

4 种子活力的测定方法

为了更好地测定及比较种子活力,人们探究了很多种子活力的测定方法^[35],常见的活力测定方法

有加速老化法、电导率法、抗冷测定、低温发芽测定、控制劣变测定、复合逆境活力测定、种苗生长鉴定、希尔特测定以及四唑测定等。随着科技的进步发展,负电测定法、软X射线测定法等^[35]也逐渐被运用于种子活力的检测中来。

种子活力的测定方法所测定出种子活力的结果最关键的一点是要与广泛田间条件下的发芽状况显著相关,否则就失去了意义。而目前对于种子活力测定还没有一个通用的方法。研究表明,低温发芽试验、简易活力指数、标准发芽试验及电导率测定适合普通玉米的活力测定,而高油玉米的活力测定采用标准发芽试验、电导率测定试验则比较适宜^[36-40];小麦种子活力的检测时,采用脱氢酶活性测定法是较为准确的方法之一;大豆种子活力适合用电导率法;番茄种子活力指数的测定可以通过测定种子萌发初期的CAT活性。张文明等^[20]研究指出生理测定与加速老化相结合能很好的体现水稻种子活力。

5 问题及展望

国以民为本,民以食为天。中国是一个农业大国,人们的生活离不开粮食,而随着城市建设的扩大,1.2亿hm²耕地红线亦是岌岌可危。要满足人民的粮食需求,就必须寻求一条高产高效的道路,因此,深入研究影响种子活力的机制具有重要意义。

目前关于种子活力与生理指标相关性的报道较为鲜见,而已有的有关种子活力与生理指标关系的报道且多集中在比较不同品种的成熟种子。关于种子发育过程中种子生理变化以及生理变化、形态变化与种子活力相关性的报道更是少见。针对这些问题,笔者认为应着力从以下两方面开展进一步研究:(1)研究种子发育过程中内含物变化与种子活力的相关性。种子内含物具有相对的稳定性。研究种子内含物与种子活力之间的关系,并以此作为依据,可以较好地寻找到判定种子活力的重要指标。(2)研究种子形态变化与种子活力的相关性。种子的形态主要包括粒长、粒宽及颜色等方面,种子发育过程种子外观也随之发生变化。以往种子活力的比较主要集中在种子横向方面的研究,而种子发育过程中的纵向比较研究较少。因此纵向测量种子形态变化及其与活力之间的相关性,可以确定种子最佳收获形态,有利于把握种子最佳收获时期。

参考文献

- [1] Sun Q, Wang J H, Sun B Q. Advances on seed vigor physiological and genetic mechanisms[J]. Agric Sci China, 2007, 6 (9): 1060-1066
- [2] 郑光华. 我国种子生理研究工作概况 [J]. 植物学通报, 1983 (1): 12-16
- [3] Sasahara T, Ikarashi H, Kambayashi M. Genetic variations in embryo and endosperm weights, seedling growth parameters and α -amylase activity of the germinated grains in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Jpn J Breed, 1986, 36: 248-261
- [4] Cui K H, Peng S B, Xing Y Z, et al. Molecular dissection of Seedling-vigor and associated physiological traits in rice[J]. Theor Appl Genet, 2002, 105: 745-753
- [5] 傅家瑞, 黄上志, 李黄金, 等. 花生种子活力与贮藏蛋白和 rRNA 完整性关系 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2000, 39 (4): 80-84
- [6] 吴淑君, 王爱国. 种子自然老化时蛋白质类型的变化 [J]. 种子, 1990 (2): 8-11
- [7] 钱秀珍, 伍晓明, 胡琼, 等. 贮藏时间对油菜种子生理生化性状的影响 [J]. 中国油料, 1993 (3): 32-34
- [8] 董海洲, 高荣岐, 尹燕桦, 等. 不同贮藏和包装条件下大葱种子生理生化特性的研究 [J]. 中国农业科学, 1998, 31 (4): 59-64
- [9] 姜文. 小麦种子活力及其与酶和贮藏蛋白关系的研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2006
- [10] 郑文寅, 张文明, 姚大年. 大豆种子活力与贮藏蛋白关系的研究 [J]. 种子, 2009 (5): 39-42
- [11] 陈绍宁. 玉米种子活力的生理学和蛋白质组学研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2009
- [12] 李淑梅, 王付娟, 董丽平, 等. 人工老化处理大麦种子的活力和生理生化特性 [J]. 贵州农业科学, 2014, 42 (11): 66-69
- [13] 张桂莲, 杨定照, 张顺堂, 等. 不同成熟度对水稻种子萌发及其生理特性的影响 [J]. 植物生理学报, 2012 (3): 272-276
- [14] 余四斌, 陈晚贞, 徐才国. 水稻种子活力的基因型差异 [J]. 种子, 1999 (2): 24-26
- [15] 马守才, 张改生, 王军卫, 等. 小麦种子活力性状的遗传变异和相关研究 [J]. 西北植物学报, 2004, 24 (9): 1674-1679
- [16] 程春明, 王瑞珍, 吴问胜. 大豆种子活力基因型差异的研究 [J]. 江西农业学报, 2003, 15 (1): 8-12
- [17] 王俊娟, 叶武威, 樊伟莉, 等. 不同基因型棉花种子活力的研究 [J]. 种子科技, 2009, 27 (9): 19-20
- [18] 孙彩霞, 沈秀瑛, 谷铁实. 不同基因型玉米种子萌发特性与芽、苗期抗旱性的关系 [J]. 种子, 2001 (5): 32-33
- [19] 李君明, 周永健, 徐和金, 等. 不同基因型番茄种子发芽率及发芽势初步研究 [J]. 北方园艺, 2002 (2): 34-35
- [20] 张文明, 倪安丽, 王昌初. 杂交水稻种子活力的研究 [J]. 种子, 1998 (3): 27-28
- [21] 章志宏. 利用 DNA 分子标记剖析水稻种子活力的遗传基础 [D]. 武汉: 武汉大学, 2004
- [22] Emile J M, Hetty B V, Gerda J R, et al. Genetic differences in seed longevity of various Arabidopsis mutants[J]. Physiologia Plantarum, 2004, 121: 448-461
- [23] 陈利华, 万杉. 不同温度条件下水稻种子活力 QTL 的定位分析 [J]. 武汉植物学研究, 2005, 23 (2): 125-130
- [24] Bettey M, Finch-Savage W E, King G J, et al. Quantitative genetic analysis of seed vigor and preemergence seedling growth traits in Brassica oleracea[J]. New Phytologist, 2000, 148: 227-286
- [25] Dornbos D L, Mullen Jr R E. Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination, and seedling growth rate[J]. Can J Plant Sci, 1991, 71: 373-383
- [26] Burton M G, Lauer M J, McDonald M B. Calcium effects on soybean seed production, element and concentration, and seed quality[J]. Crop Sci, 2000, 40 (2): 476-482
- [27] 高朋. 施肥对禾本科牧草种子产量及其产量构成因子和种子活力的影响 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009
- [28] 毛培胜, 韩建国, 周禾. 施肥对老芒麦种子活力的影响 [C]// 中国农学会, 中国草原学会. 21 世纪草业科学展望: 国际草业(草地) 学术大会论文集. 北京: 中国农学会, 中国草原学会, 2001
- [29] 耿智广, 韩建国, 王显国, 等. 施钾和磷钾肥混施对紫花苜蓿种子质量的影响 [J]. 中国草地学报, 2009, 31 (3): 72-76
- [30] 王明. 不同制种季节及制种方式对红菜薹种子产量、质量及其后代的影响 [D]. 武汉: 华中农业大学, 2005
- [31] 邓芳萍, 姚克敏, 苏高利. 两系杂交稻制种的气候适应性研究 [J]. 应用气象学报, 2003, 14 (2): 236-244
- [32] 唐桂香. 不同播期和成熟度对南方菜用大豆种子活力的影响 [J]. 种子, 2001 (4): 14-16
- [33] 徐亚丽. 不同生态区条件下播期和密度对直播油菜农艺性状、产量及品质的影响 [D]. 成都: 四川农业大学, 2012
- [34] 张凤. 低温贮藏对不同含水量种子活力的影响 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2014
- [35] 张本华, 郝晓莉, 李永奎, 等. 种子活力及其测定方法研究 [J]. 农机化研究, 2006 (6): 86-87
- [36] 孙显明, 汤国民, 于立芝, 等. 高油玉米种子活力检测适宜方法初探 [J]. 中国农学通报, 2007, 23 (11): 197-201
- [37] 杜清福, 贾希海, 律保春, 等. 不同类型玉米种子活力检测适宜方法的研究 [J]. 玉米科学, 2007, 15 (6): 122-126
- [38] 郑文寅, 姚大年, 张文明. 大豆种子活力评定指标的研究 [J]. 种子, 2007 (12): 70-73
- [39] 薛刚, 张文明, 姚大年. 小麦种子活力及其与脱氢酶活性的相关性研究 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37 (9): 3905-3908
- [40] 谷建田, 范双喜, 宋学锋, 等. 番茄种子衰老过程中过氧化氢酶 (CAT) 活性变化 [J]. 华北农学报, 1998, 13 (2): 113-117

(收稿日期: 2018-03-27)