

# 小麦种子活力的研究进展

刘自刚, 张雁\*, 杨亚丽 (商洛学院生物医药工程系, 陕西商洛 726000)

**摘要** 探讨了小麦种子活力形成的影响因素、活力测定的适宜方法、活力保持和提高的有效途径、生物包衣剂对小麦种子活力的作用及安全储藏方法, 展望了小麦种子活力研究的前景。

**关键词** 小麦; 种子; 活力

中图分类号 S330.3+1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)01-0086-03

## Research Progress of Wheat Seed Vitality

LIU Zi-gang et al (Department of Biological Medicine Engineering, Shangluo College, Shangluo, Shaanxi 726000)

**Abstract** The factors influencing the formation of wheat seed vitality, the suitable methods of vitality determination, the effective approaches of maintaining and enhancing vitality, the effects of biological coating agents on wheat seed vitality and the method of safe store were discussed. The prospect of research on wheat seed vitality was looked forward to.

**Key words** Wheat; Seed; Vitality

种子活力是小麦种子质量的一项重要指标, 指在田间条件下, 影响种子迅速出苗的全部潜在能力。它影响种子的发芽力、田间成苗率、生长状况以及最终产量。高活力种子可以提高生物产量10%<sup>[1]</sup>。小麦种子活力的研究在近十几年有了较大的进展。研究目的在于明确种子活力的影响因素和活力的变化规律, 探讨提高小麦种子活力的有效途径, 以指导科学制种、用种。

### 1 小麦种子活力形成的影响因素

小麦种子活力水平在籽粒间和群体间普遍存在差异, 由遗传因子决定, 并受种子生长发育的环境、贮藏条件及种子加工处理等因素的影响<sup>[2]</sup>。

**1.1 遗传因素** 不同遗传背景的小麦种子在发芽势、发芽率、千粒重和饱满度等活力相关性状间存在显著差异<sup>[3]</sup>。研究还表明, 糯性小麦品系种子具有较高的活力<sup>[4]</sup>。电导率、发芽势、幼苗干重、种子干重、发芽指数、种子贮藏物质消耗比率6个活力相关性状的遗传力较高、遗传变异系数较大<sup>[5]</sup>。因此, 通过遗传育种手段可以使得这些性状得到有效改良。

**1.2 环境因素** 卵细胞受精、合子的形成标志着新生命的起步, 从此开始, 胚就受到来自母株所处的周围环境条件的影响。从受精卵到种子成熟, 要经历一系列生理生化变化。这种变化或多或少地受到其生存环境的影响<sup>[6]</sup>。在不同环境条件下形成的籽粒活力就会存在一定差异<sup>[7]</sup>。随着小麦种子发育成熟, 其活力不断增强, 到生理充分成熟时种胚活力达到最高<sup>[8]</sup>, 小麦生理成熟(最大种子干重)出现在开花后40 d, 干种子最高发芽势出现在花后36 d<sup>[9]</sup>, 此时其细胞膜结构完整性最好, 质膜渗透性最小。之后, 随着小麦种子的逐渐衰老及气候、土壤、病虫害等外界因素的影响, 活力不断下降<sup>[1]</sup>。一般在完熟期收获, 过早、过迟收获的青种或过熟种, 其种子活力都大大降低<sup>[7]</sup>。因此, 适时收获是保持种子高活力的有效措施。

粒位对小麦种子活力具有明显影响, 位于下部小穗上的籽粒具有较高的种子活力。粒位主要是通过影响粒重来影

响种子活力<sup>[10]</sup>。

### 2 小麦种子活力的测定方法

大量的研究、实际应用已积累了丰富的资料, 已报道的活力测定方法近100种。目前对于小麦种子活力的评价主要使用的指标仍是发芽法和加速老化结合电导法。发芽法是评价种子活力最为可靠的方法。电导法是一种快捷有效的方法<sup>[11]</sup>。

**2.1 发芽法** 取待测小麦种子100粒, 培养皿垫双层滤纸作为发芽床, 滤纸保持充分湿润, 但尚未形成一层水膜, 在25℃光培养, 3 d开始发芽, 7 d达到发芽高峰, 重复4次<sup>[8]</sup>。

$$\text{发芽率}(\%) = \frac{10 \text{ d 发芽种子数}}{\text{种子总数}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{发芽势}(\%) = \frac{7 \text{ d 发芽种子数}}{\text{种子总数}} \times 100\% \quad (2)$$

**2.2 加速老化法** 种子在调温调湿箱内用(40±1)℃、100%相对湿度条件处理72 h, 然后进行发芽种子的生理测定。

**2.3 电导法** 测定种子浸泡液的电导率始于Hbbard等提出测定电导率能给种子活力提供一个满意的指标。继而国内外许多学者报道, 种子浸泡液电导率与种子的衰老呈正相关与生活力和活力呈显著负相关。所以, 种子浸泡液电导率可作为种子活力的一个有效指标<sup>[12]</sup>。

取种子1 g, 在40 ml无离子水中浸泡24 h后, 测定浸泡液的电导率, 再将浸泡液在水浴中煮10 min, 冷却后测定电导率<sup>[8]</sup>。

$$\text{相对电导率}(\%) = \frac{\text{种子浸泡液的电导率}}{\text{绝对电导率}} \quad (3)$$

**2.4 非破坏性方法** 可溶性糖含量与种子活力高度相关, 因此浸泡液可溶性糖含量可作为估计种子活力高低的指标。方法是: 将100粒小麦干种子, 在20℃恒温、100%相对湿度下平衡过夜后, 用无离子水冲洗种子表面2次, 吸干种子表面水分后, 在10 ml无离子水25℃下浸种2 h, 得到种子浸泡液, 采用蒽酮法在波长630 nm下比色, 测定可溶性糖含量, 重复3次。将浸泡后的种子用滤纸吸干表面水分, 然后在室温下吹干至原含水量(11%), 此种子还可长期保存<sup>[13]</sup>。

### 3 小麦种子贮藏方法

贮藏条件对种子活力影响较大, 其中以种子含水量、温度和气体最为关键<sup>[11]</sup>。低温、低湿、低氧对种子活力的保持是有利的。但种子含水量并非越低越好, 极度干燥会对种子

产生不同程度的危害。这是由于过度脱水使得种子细胞质膜构造损伤严重,到播种前浸种催芽时,质膜修复发生困难,生理代谢功能失调,而对发芽产生不利的影响<sup>[14]</sup>。

在种子贮藏过程中,活力逐渐降低<sup>[15]</sup>。适宜的贮藏条件能有效延缓活力的下降速度。种子收获后必须进行一定的干燥,才可长期贮藏。干燥种子的目的在于降低种子含水量,以免在贮藏中发热、变质甚至霉烂<sup>[14]</sup>。就低温贮藏而言,必须首先将种子适度干燥后进库。过度干燥对种子有害,种子过快的脱水会给种胚细胞造成无形或有形的伤害。所以,无论晒种还是人工干燥,都必须注意掌握干燥程度。种子含水量保持在中等水平(12.5%~12.7%)时,线粒体、质膜和核膜对温度反应敏感,常温贮藏1年后,细胞膜系统超微结构出现部分损伤,造成种子活力下降;进一步的损伤会引起细胞膜结构解体,细胞器自溶,活力完全丧失。温度对种子膜系统的影响,可能是造成种子活力下降的直接原因。在低温条件下,种子分子运动降低,细胞膜的脂类分子被氧化的几率下降,细胞膜易保持完整性<sup>[17]</sup>。小麦种子安全储藏条件是含水量在12%以下,温度低于25℃<sup>[16]</sup>。储藏温度和种子含水量关系的研究表明,最适含水量随着贮藏温度的升高而降低。低含水量小麦种子耐高温老化,含水量在10%左右,有利于种子的常温贮藏。杨列亮等对小麦种子超干储藏的研究认为,小麦安全贮藏的下限种子含水量为5%,即小麦种子不宜超干贮藏<sup>[18]</sup>。

氧气可以促进种子内氧化。质膜的生物氧化不管酶催化还是自然发生,都可产生对质膜有毒害作用的超氧自由基( $O_2^-$ )。它可以与过氧化物作用产生单线态氧和羟基自由基(OH·)等高能量的氧化剂,可进一步引起生物大分子如酶、核酸及生物膜系统的损伤<sup>[19-20]</sup>。

#### 4 小麦种子处理

经典论点认为种子达到生理成熟时,其活力达到最高值,以后随着种子的老化,活力逐渐降低,其产生的代谢变化是不可逆的。然而随着现代种子处理技术的发展,各种处理能在一定范围有效提高种子活力水平,因而可以认为种子活力具有可逆性<sup>[21]</sup>。

**4.1 浸种** 浸种处理对低活力种子更为敏感,对高活力种子发芽影响较小。小麦种子播种前浸种12、24 h可明显提高种子的发芽率,以浸种24 h的效果最佳,可提高发芽率7.3%~10.3%<sup>[22]</sup>。浸种时间太短,种子膜系统得不到充分修复,而且种子中抑制物质也没有充分浸出,因此发芽率提高不明显;浸种时间太长,种子无氧呼吸产生的乙醇在种内大量积累而造成种子损伤,反而使发芽率降低<sup>[17]</sup>。

预湿浸种是指种子先在极短时间里遇水后晾晒保湿一段时间再进行短时浸种。浸种3~6 h、晾种3 h的间隙浸种法对提高低活力种子的发芽率效果较好。这种处理延缓了种子吸水速度,使得活力在一定范围内得到恢复。

**4.2 化学试剂处理** 适当的化学试剂处理小麦种子,可在一定程度上恢复或提高已衰老种子的活力<sup>[19]</sup>。化学药剂影响植物体生理生化过程、激素等效应物水平,还可参与基因表达调控等复杂过程,从而引起植物细胞内激素水平及物质的变化,调节植株生长状态和代谢活性,使种子活力在一定

程度上得到恢复。

目前有多种化学试剂处理可以提高小麦种子活力,如0.2%低聚壳糖<sup>[23]</sup>、20%~25% PEG<sup>[24]</sup>、0.025%  $KH_2PO_4$ 和100 ng/L青霉素<sup>[25]</sup>、低浓度(10.0 g/kg)矮壮素<sup>[26]</sup>、800 ng/L氨基青霉素<sup>[27]</sup>、骆驼蓬提取液<sup>[28]</sup>、黄腐酸(FA)和水杨酸(SA)溶液浸种,均可明显提高小麦种子活力;此外,还有某些金属离子如5 mmol/L  $Ca^{2+}$ 以及稀土元素如适量浓度的Se( $< 0.5$  ng/L)<sup>[29]</sup>、0.45%  $Ce(NO)_3$ 和0.05%  $ZnSO_4$ <sup>[30]</sup>、3~10 ng/L  $G^{6+}$ <sup>[31]</sup>处理也可提高小麦种子活力。也有一些试剂处理可抑制小麦种子发芽,降低活力,如DDT( $> 1000$  g/kg)、多菌灵( $> 50000$  ng/kg)<sup>[32]</sup>、50~200 mmol/L  $Na^{2+}$ <sup>[33-34]</sup>、0~100 ng/L  $Cu^{2+}$ <sup>[35]</sup>等。

**4.3 电磁场处理** 一定强度的电磁场处理可以调节种子的生理活性,使发芽指数提高,电导率下降,活力提高。在1~10 min内,随着处理时间的延长,活力提高愈明显<sup>[36]</sup>。电磁场可能对膜具有修复作用。电导率降低就是这种修复作用的结果。处理时间越长,电导率越低,说明越有利于细胞膜的修复<sup>[37]</sup>。

**4.4 点能离子注入** 将能量为25 keV、剂量为 $2 \times 10^{16}$ 个/cm<sup>2</sup>的 $N^+$ 注入小麦种子,可以提高小麦种子活力,促进种子萌发和幼苗生长<sup>[38]</sup>。离子束注入小麦种子后,使得CAT和POD保护酶系统活性提高,种子内MDA积累减少,吸水萌发时种子膜系统得到很好的保护<sup>[39]</sup>。

**4.5 小麦种子引发** Heydecker等首次使用“引发”,用于描述控制下的种子吸水作用。种子引发也称为渗透调节,是一项控制种子缓慢吸水和逐步回干的种子处理技术。引发的原理是控制种子的吸水作用至一定水平,即允许预发芽的代谢作用进行,但防止胚根伸长,使种子在发芽前进行一定的自我修复。小麦种子引发的一般过程:将种子放入盛有引发溶液的容器内,于恒温下(通常10~30℃)放置一定时间,通风干燥种子,引发后的种子用于播种或贮藏。根据引发种子情况的不同,处理条件会有所改变,如渗透溶液、渗透溶液的浓度、处理的时间、温度、光强、通气情况、盛放种子的容器类型、处理后种子的干燥方式和程度等,均要视待引发种子的具体情况加以调整。25%PEG浸种24 h,可以明显降低贮藏2年的小麦老化种子浸出液电导率,使老化种子在浸种的过程中得到较好的修复<sup>[40]</sup>。

**4.6 小麦种子包衣剂** 种衣剂是一类根据作物或其他植物种子、种苗的生理特性,以农药、肥料、激素等为活性成分,以成膜剂、乳化剂等为非活性成分加工而成的种子处理剂。主要特点是具有成膜性能,即当种子被包衣后能立即固化成膜为种衣,在土中遇水几乎不被溶解。包衣的种子透水、透气,能保证种子正常发芽生长和药肥缓慢释放。种衣剂用于种子包衣,不仅使种子活力得到很好的保持,而且使种子标准化、商品化。目前,种子包衣技术广泛应用于农业生产,可提高种子发芽率和田间成苗率,促进作物生长发育,防治病虫害,提高作物产量等。

目前小麦包衣剂较多,主要有18.5%适·甲柳、2.5%适乐时悬浮种衣剂、35%甲基异柳磷乳油、17%克·福·酮<sup>[41]</sup>和腐植酸<sup>[42]</sup>等。

## 5 展望

小麦种子活力的研究已经取得一定的成就,目前应加强对小麦种子活力测定方法和遗传机制的研究,特别是在分子水平研究桔梗种子活力的遗传决定因素,从理论上提供种子活力保持的可能途径及活力提高的有效措施。种子活力是种子生理学的一个新领域,应把种子生理学与植物发育学、植物分子生物学及植物生理生化上较前沿的理论-胞间信号传导联系起来。从纵横2个方面拓宽种子生理研究内容,必将大大推动种子活力的理论研究和实际应用。

## 参考文献

- [1] YAMANE Y, MUNOZ B C, WARWICK S I, et al. Effects of high temperatures on the photosynthetic systems in spinach: oxygen evolving activities, fluorescence characteristics and the denaturation process[J]. *Photosynth Res*, 1998, 57: 51-59.
- [2] ROBERIS E H. Predicting the storage life of seeds[J]. *Seed Sci Tech*, 1973 (1): 499-514.
- [3] 李有春, 刘仲齐. 遗传背景对小麦T型杂种种子活力的影响[J]. 1995, 8 (1): 13-19.
- [4] 姚大年, 徐秀红, 钱森和, 等. 糯小麦种子活力的初步研究[J]. *安徽农业科学*, 2002, 30(5): 690-691.
- [5] 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.
- [6] DAVIDSON K G V, SAVA S, MOORE F D, et al. Maize seed response to successive inhibition/dryback cycles: viability and vigor[J]. *Seed Science Research*, 1994, (4): 431-437.
- [7] EMLJ M, CLERKS H, VRIES B D, et al. Characterization of green seed, an enhancer of *ali3-1* in *Aralidopsis* that affects seed longevity[J]. *Hart Physiology*, 2003, 132: 1077-1084.
- [8] CHURCHILL G A, DOERGE R W. Empirical threshold values for quantitative trait mapping[J]. *Genetics*, 1994, 138: 963-971.
- [9] 长清海, 刘广华. 小麦新品种穗发芽抗性差异的研究[J]. *中国农学通报*, 1999, 15(6): 5-8.
- [10] 李孟良, 时侠清. 小麦不同粒位、粒重及其种子活力研究[J]. *中国农学通报*, 2001, 17(1): 14-16.
- [11] RATHORE K S. Peroxidase activity and lipid peroxidation in roots of cucumber seedlings influenced by derivatives of citranic and benzoic acids[J]. *Acta Physiologica Hartarum*, 1996, 18(4): 365-370.
- [12] SANCHEZ J A, MUNOZ B C, FRESNEDA J. Combined effects of hardening hydration-dehydration and heat shock treatments on the germination of tomato, pepper and cucumber[J]. *Seed Sci & Technol*, 2001, 29: 691-697.
- [13] 李灵芝, 陈叔平, 卢新雄, 等. 非破坏性方法测定小麦种子活力研究[J]. *华北农学报*, 2002, 17(2): 75-81.
- [14] BLANKMAN S A, CHOWDHURY V K. Maturation proteins associated with desiccation tolerance in soybean[J]. *Hart Physiol*, 1991, 96: 868-874.
- [15] 胡晋. 种子引发及其效应[J]. *种子*, 1998, 94(2): 33-35.
- [16] 陈莉, 徐明霞, 卢俊春. 小麦种子储藏技术[J]. *上海农业科技*, 2004 (5): 89-90.
- [17] ZHUYL, WUT, FANZ M. Explant culture and regeneration plant of *Haty-codon grandiflorum*[J]. *Journal of Anhui Agricultural Science*, 2000, 28(1): 93-94.
- [18] 杨列亮, 马廷惠. 小麦种子超干储藏的研究[J]. *枣庄师专学报*, 2001 (2): 123-124.
- [19] 朱世东. 自由基清除剂处理蔬菜衰老种子的生理效应[J]. *安徽农业大学学报*, 2001, 28(4): 390-394.
- [20] 黄祥富, 蒋明兰, 廖军. PEG 渗透对苦瓜种子活力和膜脂过氧化的影响[J]. *种子*, 1999(2): 7-9.
- [21] 吴才军, 范淑英, 罗赣丰. 辣椒种子活力保持和提高的研究[J]. *江西农业大学学报*, 1999, 21(4): 505-508.
- [22] 左广成. 电解水对种子萌发和生长的影响[J]. *辽宁农业职业技术学院学报*, 2005, 7(2): 9-10.
- [23] 陈云, 梁建生, 刘立军, 等. 低聚壳聚糖对小麦种子萌发以及幼苗生理生化特性的影响[J]. *耕作与栽培*, 2003(3): 28-29.
- [24] 张晓艳, 李宇歌. PEG 渗透处理对老化种子活力的影响[J]. *吉林师范大学学报: 自然科学版*, 2005(2): 50-52.
- [25] 汤菊香, 冯艳芳.  $K_2HPO_4$  和青霉素对小麦老化种子发芽及幼苗生长的影响[J]. *种子*, 2001, 116(4): 19-25.
- [26] 汤海军, 周建斌, 王春阳. 矮壮素浸种对不同小麦品种萌发生长及水分利用效率的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2005, 23(5): 29-34.
- [27] 刘萍, 齐付国, 丁义峰, 等. 青霉素和氨基青霉素对小麦种子萌发及幼苗生理生化的影响[J]. *华北农学报*, 2004, 19(3): 66-68.
- [28] 刘建新, 赵国林. 骆驼蓬提取物浸种对小麦幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. *西北植物学报*, 2005, 25(9): 175-176.
- [29] 林匡飞, 徐小清, 郑利, 等. Se 对小麦种子发芽与根伸长抑制的生态毒理效应[J]. *农业环境科学学报*, 2004, 23(5): 885-889.
- [30] 李广领, 汤菊香. 钼元素和  $Zn^{2+}$  对小麦老化种子发芽及幼苗生长的影响[J]. *种子*, 2005, 24(4): 21-25.
- [31] 马丽苹, 张敏, 康怀.  $G^{6+}$  对小麦种子萌发及生长的影响[J]. *安徽农学通报*, 2004, 10(6): 27-28.
- [32] 乔奇, 张振臣, 靳秀兰, 等. DDT 和多菌灵对小麦种子生活力以及小麦生长的影响[J]. *河南农业科学*, 2005(6): 101-103.
- [33] 张慧丽, 曲力涛, 李景文, 等.  $NaHCO_3$  对小麦种子萌发特性的影响[J]. *塔里木农垦大学学报*, 2001, 13(2): 8-11.
- [34] 赵旭, 王林权, 周春菊, 等. 盐胁迫对不同基因型冬小麦发芽和出苗的影响[J]. *干旱地区农业研究*, 2005, 23(4): 108-112.
- [35] 邵云, 姜丽娜, 李春喜, 等.  $Cu^{2+}$  对小麦种子萌发和幼苗生长的影响[J]. *河南农业科学*, 2005(1): 13-16.
- [36] 夏丽华, 依艳丽, 刘孝义. 磁场处理对几种种子活力的影响[J]. *松辽学刊: 自然科学版*, 2000(1): 11-13.
- [37] 乔春林, 刘滨疆. 空间电场对小麦种子发育的影响[J]. *种子*, 2002 (12): 39-40.
- [38] 周小云, 计巧灵, 刘亚萍. 低能离子注入对小麦种子发芽及幼苗生理生化的影响[J]. *生物技术*, 2005, 15(2): 69-72.
- [39] 周小云, 刘亚萍, 计巧灵. 离子束注入对小麦幼苗保护酶活性及脂质过氧化作用的影响[J]. *新疆大学学报: 自然科学版*, 2005, 22(2): 194-196.
- [40] 张晓艳, 李宇歌. PEG 渗透处理对老化种子活力的影响[J]. *吉林师范大学学报: 自然科学版*, 2005, 2: 50-52.
- [41] 程水明, 夏国军, 王化岑. 适·甲柳种衣剂在小麦上的应用效果[J]. *安徽农业科学*, 2005, 33(6): 979.
- [42] 张建平, 孙芳, 李玉中. 腐植酸对冬小麦种子的生理调节作用[J]. *中国农业气象*, 2005, 26(3): 174-176.
- [7] 查果, 曾群辉, 索朗斯珠. 山茱萸凝集素的测定及其提取方法的比较[J]. *中国兽药杂志*, 2004, 38(8): 17-18.
- [8] WONG J H, NG T B. Isolation and characterization of glucose/nannose/rhamnose specific lectin from the knife bean *Canavalia gladiata*[J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 2005, 439: 91-98.
- [9] 王幸, 马秋枝, 刘强. 大豆凝集素的分离纯化和血凝活性研究[J]. *家畜生态学报*, 2006, 27(6): 57-60.

(上接第82页)

机械, 2002(3): 52-53.

- [4] 单良, 姚惠源. 麦胚凝集素红细胞凝集活性检测方法的改进[J]. *无锡轻工大学学报*, 2004, 23(1): 49-53.
- [5] LAVELLE E C, GRANT G, PUSZTA A, et al. Mucosal immunogenicity of plant lectins in mice[J]. *Immunology*, 2000, 99(1): 30-37.
- [6] KISHNEVSKY B D, LAWI J. Detection of lectin in milled peanut and soy-

bean plants[J]. *Harta*, 1988, 176: 10-18.