

种子活力测定的原理和方法

Principles and Methods of Seed Vigour Test

颜启传 胡伟民 宋文坚 主编



 中国农业出版社

种子活力测定的原理和方法

Principles and Methods of Seed Vigour Test

颜启传 胡伟民 宋文坚 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

种子活力测定的原理和方法/颜启传, 胡伟民, 宋文坚
主编. —北京: 中国农业出版社, 2006. 8
ISBN 7-109-11100-8

I. 种... II. ①颜...②胡...③宋... III. 种子—活力—
测定 IV. S330.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 081420 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)
出版人: 傅玉祥
责任编辑 徐建华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 12.25

字数: 275 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 50.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

编 委 成 员

主 编: 颜启传 胡伟民 宋文坚
副 主 编: 戈加欣 陈小央 彭锁堂 蔡克峰
廖礼芬 周淋龙 班秀丽
参编人员: 颜启传 胡伟民 宋文坚 戈加欣
陈小央 彭锁堂 蔡克峰 廖礼芬
周淋龙 张丽华 侯红利 阎富英
吴洪涛 王 烨 班秀丽

各章节编写人员:

第一章 颜启传 胡伟民 彭锁堂
第二章 胡伟民 蔡克峰 周淋龙
第三章 宋文坚 陈小央 廖礼芬
第四章 彭锁堂 戈加欣 蔡克峰
第五章 戈加欣 张丽华 廖礼芬
第六章 陈小央 吴洪涛 阎富英
第七章 蔡克峰 王 烨 吴洪涛
第八章 廖礼芬 班秀丽 王 烨
第九章 班秀丽 侯红利 颜启传
第十章 周淋龙 阎富英 颜启传

序

言

种子活力 (Seed Vigour) 是指种子的健壮程度, 表示种子生产潜力的重要质量指标。早在 100 多年前就已引起种子科学家的注意。直到 1950 年引起 ISTA (国际种子检验协会) 和 AOSA (北美官方种子分析协会) 的重视, 分别成立了 ISTA 种子活力委员会和 AOSA 活力委员会, 开始总结全世界种子活力测定的研究成果, 并于 1981 年 ISTA 编辑出版了《种子活力测定方法手册》和 1980 年 AOSA 也编辑出版了《种子活力测定手册》。其后, 随着种子活力测定方法在各国种子检验室的成功试用和研究成果的积累, 种子活力测定方法已日趋成熟和标准化, 已于 2003 年正式将豌豆种子浸出液电导率测定和大豆种子加速老化测定的标准化种子活力测定程序列入 2003 国际种子检验规程第十五章种子活力测定。并正在着手发展小麦和玉米种子加速老化测定以及控制劣变测定和玉米种子四唑染色测定以及大豆种子浸出液电导率测定等种子活力测定的标准化程序引入规程。我国农业部种子检验处已计划 2005 年将种子活力测定列入国家标准《农作物种子检验规程》, 2006 年正式实施。由此可见, 种子活力测定已正式成为种子质量的新检测项目。

为了便于我国种子检验技术人员更为全面和系统地了解种子活力测定的原理和方法, 更加理性和正确掌握种子活力测定技术, 我们收集国内外有关种子活力测定手册和研究资料, 以及实践经验, 特编成《种子活力测定的原理和方法》一书。全书内容分为种子活力的概念和测定技术的发展, 种子活力测定原理和依据, 种子活力的表示指标和测定方法分类, 种子活力的物理测定法、种子活力的生理测定法、种子活力的生化测定法、种子活力的逆境测定法、ISTA 种子活力测定的标准化规程, 种子活力测定方法新发展, 种子活力预测田间生长性能的研究方法和进展共 10 章。该书内容全面系统、先进

新颖、技术实用、查阅方便，是一本非常有用的种子活力测定的参考书，可供全国种子检验技术人员使用参考，以及高等农业院校师生参考和作为培训教材。

本书的编写出版得到农业部种子检验处支巨振处长提供的许多 ISTA 最新种子活力测定的宝贵资料和浙江大学农业与生物技术学院作物遗传育种学科的资助，谨此表示衷心感谢。

由于水平所限，错误和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正和谅解。

作 者

2006 年 5 月

目 录

序言

第一章 种子活力的概念和测定技术的发展	1
第一节 种子活力认识的发展	1
第二节 种子活力的新概念	2
第三节 种子活力、生活力和发芽力含义的差异及其相互关系	6
第四节 种子活力定义的发展	7
第五节 种子活力的生产意义和测定的重要性	9
第六节 种子活力测定技术的发展趋向	11
第七节 加强种子活力测定质量和健康安全的管理	13
参考文献	14
第二章 种子活力测定的原理和依据	17
第一节 种子活力与种子劣变的关系	17
第二节 种子老化劣变的生理生化实质	19
第三节 种子老化劣变和活力降低顺序	28
参考文献	29
第三章 种子活力的表示指标和测定方法分类	31
第一节 种子活力的表示指标	31
第二节 种子活力测定方法的分类	32
第三节 选用种子活力测定方法的要求	35
参考文献	35
第四章 种子活力的物理测定法	37
第一节 种子大小和重量测定	37
第二节 种子负电性测定	39
第三节 软 X-射线造影测定	39
第四节 机械损伤测定	51
第五节 种子自由基测定	52
第六节 种子出苗力量测定	52

第七节 种子荧光圈测定	53
第八节 种子游离离子根测定	54
参考文献	54
第五章 种子活力的生理测定法	55
第一节 种子浸出液电导率测定	55
第二节 种子浸出液 ASA - 610 型种子自动分析仪测定	61
第三节 种子浸出液光密度 (OD) 测定	68
第四节 种子浸出液糖分测定	70
第五节 种子乙烯量测定	71
第六节 种子醛产生量测定	73
第七节 种子发芽势测定	75
第八节 幼苗生长测定 (ISTA 手册)	76
第九节 幼苗分级测定 (ISTA 手册)	79
第十节 发芽指数测定	81
第十一节 活力指数测定	82
第十二节 日平均发芽率、平均发芽天数、发芽系数、发芽峰值 和发芽值测定	82
第十三节 贮藏养分转运效率、物质效率、发芽生长指数、养分耗尽测定	84
第十四节 呼吸水平测定	86
第十五节 种子吸水速率测定	87
参考文献	87
第六章 种子活力的生化测定法	89
第一节 种子局部解剖图形的四唑染色测定 (ISTA 手册)	89
第二节 糊粉层四唑测定 (ISTA 手册)	91
第三节 TTCH 定量法	92
第四节 种子四唑染色解剖学图形分析和活力测定	94
第五节 线粒体含量和活性测定	101
第六节 ATP 含量测定	102
第七节 脱氢酶活性测定	103
第八节 谷氨酸脱羧酶活性测定	104
第九节 延胡索酸酶活性测定	105
第十节 细胞色素氧化酶活性测定	106
第十一节 过氧化氢酶和过氧化物酶活性测定	107
第十二节 超氧歧化酶 (SOD) 活性测定	109
第十三节 α -淀粉酶活性测定	111
第十四节 酸性磷酸 (脂) 酶活性测定	113

第十五节	蛋白酶(肽酶)活性测定	114
第十六节	脂肪氧化酶活性测定	116
第十七节	蛋白质合成量测定	118
第十八节	种子浸出液的氨基酸测定	118
第十九节	脱落酸含量测定	120
第二十节	自由脂肪酸测定	121
参考文献		122
第七章	种子活力的逆境测定法	124
第一节	种子活力逆境测定概述	124
第二节	加速老化测定 (ISTA 手册)	124
第三节	控制劣变测定 (ISTA 手册)	126
第四节	冷冻测定 (ISTA 手册)	130
第五节	低温发芽测定	135
第六节	冷浸测定	136
第七节	高温浸种测定	136
第八节	砖粒(希尔特纳、生长力)测定	137
第九节	盐水 (NaCl) 浸种测定	141
第十节	氯化铵 (NH ₄ Cl)、氢氧化钠 (NaOH) 和甲醇 (CH ₃ OH) 浸种测定	142
第十一节	高渗发芽测定	143
第十二节	重水处理测定	144
第十三节	真空测定	144
第十四节	复合逆境测定	145
参考文献		146
第八章	ISTA 种子活力测定规程	147
第一节	前言	147
第二节	ISTA (第 15 章) 种子活力测定 (规程正文)	147
第三节	ISTA (第 15 章) 种子活力测定 (规程附件)	149
参考文献		159
第九章	种子活力测定方法的新发展	160
第一节	种子活力测定技术新发展概述	160
第二节	莴苣种子活力的自动化检测系统	160
第三节	大豆种子 3 天幼苗活力测定的自动化系统	162
第四节	利用计算机数码图像分析凤仙花幼苗大小和生长速率 测定种子活力	167

第十章 种子活力预测种子批田间性能和耐藏潜力的研究方法和进展	170
第一节 利用实验室种子活力测定预测田间性能和耐藏性的研究概述	170
第二节 实验室种子活力测定与田间出苗性能之间关系的研究方法	171
第三节 杂交水稻种子活力与田间生产性能之间关系的研究 (李稳香、颜启传, 1992)	173
第四节 油菜和豌豆种子活力对田间性能的影响和控制劣变活力测定应用 价值的鉴定研究 (S. U. Larsen 等, 1998)	176
第五节 实验室活力测定用于预测辣椒幼苗田间出苗性能的研究 (S. E. Trawatha 等, 1990)	178
第六节 胡萝卜种子实验室发芽和活力测定与田间生产性能的关系 (官城耕治, 1982)	180
第七节 雀麦种子实验室活力测定与田间性能之间的相关研究 (R. D. Hall 等, 1990)	182
第八节 玉米亲本品系种子在自然老化和加速老化条件下耐藏性的研究 (S. Basu 等, 2004)	184

第一章 种子活力的概念和测定技术的发展

第一节 种子活力认识的发展

在长期种子播种育苗的实践中,世界种子科学家早就发现,播下土地中的种子有的发芽出苗快速、幼苗长得健壮,而有的种子则发芽缓慢、幼苗细弱,甚至出现畸形的现象。1876年德国的F. Nobbe博士用德文“Triebkraft”(生长力、推动力)名词来表示种子发芽出苗的强壮程度。19世纪的德国种子检查(验)方法中已列入发芽速度(Keimschnelligkeit)、发芽速力(Keimgeschwindigkeit)、发芽力(Keimkraft)、生长力(Triebkraft)、种子大小(Ssenverhalt Misses)等表示种子活力强弱的测定项目。在原苏联国定全苏标准ГОСТ-5055-49种子品质检验法中已列入表示种子活力的种子生长力测定(определение Силы роста семян)项目。随后,引起世界各国种子科学家的浓厚兴趣,开展了大量的研究。从研究结果中发现愈来愈多的证据表明,种子中确实存在一种使种子生长健壮的力量。

1950年随着“幼苗活力”(Seedling Vigour)的出现,将德文Triebkraft一词译为英文的Vigour或(Vigor),法文的Vigueur。为了避免混乱,目前国际上统一使用Vigour(活力)一词,以Seed Vigour来表示种子内在生命力的强弱的属性。

直到1950年,引起了ISTA和AOSA组织的高度重视,分别成立ISTA活力测定委员会和AOSA活力委员会,开始着手总结世界各国,特别是美国的种子活力测定的研究成果,ISTA于1981年由该委员主席D. A. Perry主编的“Handbook of Vigour Test Methods”(《种子活力测定方法手册》)出版。AOSA也在1980年出版了“Handbook on Seed Vigour Test”(《种子活力测定手册》)。在ISTA种子活力测定方法手册中介绍了幼苗生长和幼苗评定测定、希尔特纳(砖砾)测定、低温测定、电导率测定、加速老化测定、人工变质测定、局部解剖四唑测定、糊粉层四唑测定等8类种子活力测定方法。AOSA种子活力测定手册内容包括两个部分。第一部分为种子活力的概念及应用。具体内容为概念的演变,测定方法——包括一般性策略及各种不同测定方法的探讨,种子活力标准化的步骤和种子活力测定结果的应用。第二部分为建议推广的活力测定方法及其步骤。具体方法包括加速老化测定、抗冷测定、低温发芽测定、电导率测定、幼苗生长速率测定、幼苗活力分级测定、四唑染色测定等种子活力测定方法。

ISTA和AOSA种子活力测定手册出版发行后,各种活力测定方法在世界各地的ISTA实验室和AOSA实验室广泛试用,开展了大量仲裁实验以及有关标准技术的研究,使有些种子活力测定方法逐步完善和标准化。1986年AOSA种子活力委员会认为,大豆种子加速老化测定方法已在不同实验室中获得一致性结果,并已达到标准化,建议列入

AOSA 种子检验规程。ISTA 种子活力测定委员会根据 ISTA 实验室的仲裁实验和许多合作研究,已发展了有些方法的标准化程序,于 1998 年建议将已完善和标准化的活力测定方法列入 2001 国际种子检验规程。2001 年 ISTA 成员已正式接受建议,决定将豌豆种子浸出液电导率测定和大豆种子加速老化测定的标准化程序列入 2003 国际种子检验规程第十五章种子活力测定。并正在着手发展小麦和玉米加速老化测定,控制劣变测定以及玉米种子四唑染色测定以及大豆种子浸出液电导率测定等种子活力测定的标准化程序。由此可见,种子活力已成为种子质量的新指标,种子活力测定已成为种子质量的新检测项目。

第二节 种子活力的新概念

一、种子活力的形成

在健壮母株上和适宜条件下,经正常授粉和受精后,卵子正常分化、发育、成熟,形成正常的种子,养分积累达到最高水平,显现种子的典型特征,形态结构和生理状态达到生理成熟阶段时期,种子活力已达到最高水平。随后又会因过度枯熟和不良环境影响而降低。据张建成(2005)对不同成熟度花生种子活力的研究认为,正常成熟、种子饱满、百粒重大的花生种子,其发芽指数、活力指数、幼苗鲜重要比中等成熟或不完全成熟、百粒重低的种子较高,种子活力强。又据聂小兰等(2004)对不同采收期(开花后(20~40天)黄瓜种子质量的研究也表明,以开花后 40 天采收充分成熟的种子发芽势和发芽率为最高。由此可见,正常授粉、受精,分化发育,形态成熟,生理成熟,充实饱满,无损伤健康的种子活力最高。

二、种子活力的影响因素

种子活力会受到其遗传、母株健壮和营养,授粉、受精、分化、发育和成熟过程营养、干旱、低温等环境,喷药和栽培措施、采收时期、收获和脱粒损伤,干燥、清选、处理、包装、贮藏等各个环节的影响。可将上述诸因素分解为内因(遗传)和外因(环境和人为措施)。

(一) 遗传特性的影响

根据陶嘉龄等(1991)综述,种子活力受到其本身基因的制约,并且在后代中遗传力高,杂种一代的种子活力具有超亲优势。目前广泛种植的超甜玉米种子活力就比普通玉米种子低。但应注意,种子活力受到外因的影响可能要比内因遗传的影响大得多和复杂得多。因此,既要选育和选用高活力遗传的品种,更要注意,外因的影响和采用科学合理技术,确保生产和保持高活力种子。

(二) 母株营养和健壮状况的影响

据陶嘉龄等(1991)综述,卵细胞的受精,合子的形成意味着新生命的开始。实际上早已受到母株健壮状况和环境条件的影响。这种影响早已在抽穗、开花授粉之际已发生。例如,不同时期抽穗或同一穗上不同部位上着生的小花,其所形成和发育的种子在活力水平上表现不同程度的差异。其原因主要是由于各自所处的环境条件不一样。这可直接影响

到大、小孢子的发育，合子的形成和发育，同时又有通过母株营养和健壮状况的影响。一般认为，母株营养合理，植株健壮，受精所结种子，充实饱满，色泽正常，活力强盛。

（三）授粉、受精、分化和发育过程环境和栽培技术的影响

上述已有提及。一般认为，在适宜气候和合理的栽培管理条件下，种子的形成发育过程能顺利正常进行，形成高活力种子，但当遇到高温、霜冻、干旱、洪涝、缺肥、药害等不利条件，均会影响或伤害种子活力，而导致种子活力不同程度的降低。这种不利条件对种子活力影响的严重程度取决于其影响的恶劣程度。这可在种子活力测定中显现出来、加以判定。

（四）种子成熟度和采收期的影响

已有许多研究表明，种子分化发育和物质积累完成，达到形态和生理成熟时期，种子活力为最高水平。因此，适期采收是关系到获得高活力优质种子的重要环节之一。据 Hans Olvang (2004) 最新报道，适期早收可获得健康少病的种子。根据他对春大麦和春小麦种子带病菌与收获期之间关系的研究发现，比正常收获期早 13 天（瑞士气候）收获，可减少叶斑病 (*Biplaris sorokiniana*) 的感染，而改善种子健康状况。当然，一个穗或花序上不同部位的种子，特别是无限花序上不同时间成熟的种子，其成熟度必然有差异。因此，适时收获期应考虑和掌握在大多数种子生理成熟期采收。并且还应注意，即使已这样适时收获的种子群体中，仍有可能混有未充分成熟的低活力种子。据 P. C. Steven 等人 (2004) 最新研究，有机农业生产需选用高活力种子，但在种子群体中混有低活力的成熟种子。一般未成熟种子叶绿素 (Chlorophyll) 未完全分解而呈有绿色。如当叶绿素分子暴露在适宜波长的荧光下就显现出瞬间荧光。根据叶绿素的荧光特性 (CF) 就可建立荧光分选方法，以剔除未成熟的低活力种子。

（五）脱粒、清选、干燥、包衣、引发、包装、贮藏和运输等各个环节不利因素的影响

种子在收获后的堆放、脱粒、清选、干燥、处理、贮藏和运输等各个环节的不利因素均会影响到种子活力。在种子收获时，如种子水分高，种子硬度低，则容易遭受脱粒机械损伤；在脱粒暂时堆放时，如果种子水分高，堆大，通气差，则容易使旺盛呼吸作用释放的热能积聚起来，引起种子发热，而受热伤；在清选时，如机械调节不当，也会受到机械损伤；在干燥时，如干燥温度过度，受高温持续时间过长，脱水速率太快也会使种子受到热伤；在包衣和处理时，如果药剂使用不当，也会引起药害；在种子包装时，如果种子水分过高和包装材料不适合，也会因缺氧死亡和腐烂；在贮藏和运输过程，如果仓库和运输设施不好，种子水分高，环境高温和严寒潮湿，以及管理不善，则会引起种子发热、冻害、发霉、虫害和腐烂而伤害种子活力。

（六）播种前后操作技术和环境因素的影响

如果种子播种需进行种子处理和催芽时，有可能由于种子处理不当，而引起药害损伤；催芽时温度过高，水分过多，种堆过大，缺氧发酵，产生酒精，伤害种子，降低耐寒性和活力。

如果播种后，土床过粗，过湿，种子发芽环境不良；或遭遇暴雨，引起土壤板结而缺氧，导致种子窒息死亡，或遇到干旱等伤害；以及土壤中病虫的侵袭等不利因素的影响，

均会降低种子幼苗活力。

综上所述，种子活力会受到上述众多内外因素的影响。我们了解这些因素对种子活力的影响，这对种子活力测定结果的分析和评价是很有帮助的。同时，对指导高活力种子生产、加工、贮藏等技术管理也是很重要的。

三、种子活力的潜在生产性能和持续效力特性

种子活力是种子内在的潜在生产能力。在适宜的环境和科学合理的栽培管理下，可发挥出最大的生产潜力，而获得最高的产量和最优良的产品质量。据日本宫城耕治（1982）对胡萝卜种子发芽与活力的研究认为，发芽率高（95%）种子，平均发芽日数短（1.5天），发芽快、活力强，而发芽率低（28%）种子，平均发芽日数长（3天），发芽慢，活力低。这种趋势与正常幼苗和幼苗鲜重相一致。发芽率高（97%），平均发芽日数短（1.3天），正常幼苗多（91%），无不正常幼苗，幼苗鲜重高（109mg）、而发芽率低（93%），平均发芽日数长（2.8天），正常幼苗少（86%）、不正常幼苗多（2%），幼苗鲜重降低（61mg）。并且从种子活力与产量和品质的关系研究中发现，高活力发芽率高（82%），平均发芽日数短（4.1天），直根产量大（53.4g），歧根率低（3.1%），商品品质好；而活力低种子发芽率低（48%），平均发芽日数长（6.4天），直根产量低（29.8g），歧根率高（9.5%），商品质量差。

上述宫城耕治（1982）和颜启传、李稳香（1995）对杂交水稻种子活力与田间生产性能之间的关系研究均表明，种子活力具有持续发挥作用的效力，可持续影响到作物的产量和产品质量。据颜启传和李稳香（1991）对杂交水稻自然老化的1年，2年，3年低温（15℃）贮藏的汕优6号陈种子、3年常温贮藏汕优6号陈种子和新种子活力与田间生产性能的研究结果清楚地表明，种子活力强的新种子发芽率高（93.3%）、出苗率高（78.3%），发苗速度快（每天平均出苗种子数13.6），分蘖能力强（16.2个/株），成穗率高（86.8%）、产量高（6 237.8kg/hm²），而种子活力低的3年冷藏陈种子，发芽率低（78.0%）、出苗率低（39.0%），出苗数量少（5.3株/天）、分蘖能力弱（12.6个/株），成穗率低（84.6%）、产量低（5 901.0kg/hm²）。另外据R. D. Hall等（1990）对Regar草地雀麦草种子活力与田间性能之间关系的研究结果表明，种子活力高的种子批，标准发芽率高（94%），加速老化发芽率高（38%），则其出苗指数也高（5.77）、总出苗率高（36%），牧草产量高（1 534kg/hm²）、而活力低的种子批，标准发芽率低（84%），加速老化发芽率低（20%），则其出苗指数也低（3.63），总出苗率低（27%），牧草产量下降（99.7kg/hm²）。以及傅家瑞（1985）对花生种子活力和田间生产性能的研究也都表明，种子活力是具有持续发挥作用的效力，可持续影响种子的田间生产性能。

四、种子活力的表达特性

种子活力是种子内在生命力强弱的属性，可从种子的外观，物理、生理、生化，生长、产量和品质等多方面表达出来。

（一）外观特征

一般认为，充分成熟，色泽正常、充实饱满，无损伤，无病虫感染的种子活力强，耐

藏性好。据王广印等(1994) 薤菜种子颜色对种子活力的影响研究表明, 薤菜种子种皮颜色对种子活力有显著影响。随着种皮颜色的加深, 其种子千粒重、发芽率、发芽指数, 活力指数和田间出苗率随之提高, 而电导率值降低。亦即说明种皮颜色越深, 种子成熟度提高, 种子活力增强。

(二) 物理特性

大量研究都认为, 种子体积较大, 重量较重, 没有受到机械损伤, 种子完整, 外被保护层完好, 并且没有劣变, 一般种子不带负电荷, 带负电荷少的种子均为高活力种子。

(三) 生理特性

一般认为, 种子发芽迅速, 整齐一致, 物质转化效率高, 抗逆性强, 幼苗健壮, 幼芽穿透力强, 出苗率高, 成苗率高的种子活力强。特别活力高种子耐寒力强, 低温发芽率高, 可以早播成苗。

(四) 生化特性

一般认为活力高的种子, 具有细胞结构与功能完整, 种子生化代谢正常。如各类酶的活性正常旺盛, 呼吸作用正常强盛, 能量代谢效率高, ATP 含量高, 合成能力强, 吸水修复快, 线粒体代谢正常, 膜的透性完整, 外渗物质少等特性。

(五) 田间生产性能

从许多研究都表明, 高活力种子抗逆性强, 田间生长强盛, 生产性能旺盛, 正常发育成熟, 整齐度好, 能表现出最高的产量和最优的商品质量。

五、自然老化与人工老化种子活力的本质差异

自然老化是指种子在自然环境条件下, 随着时间的延长而逐渐衰老, 活力降低的现象。而人工老化是指利用对种子保持寿命不利的高温高湿的人为控制的环境, 在短时间加速种子老化, 降低其活力的方法。据颜启传、李稳香(1995) 对不同老化方法产生的不同活力种子在田间整个生育过程的生产性能进行了全面的研究, 从各个田间生产性能的比较分析可以发现, 具有相近发芽率的自然老化和人工老化种子, 其田间出苗率、出苗速度和分蘖能力均是人工老化种子强于自然老化种子。但自然老化种子随着老化时间延长而株高变矮、生育期缩短、产量随之降低。一年陈种子减产 0.9%, 二年陈种子减产 8.0%。可是人工老化种子则没有这种明显的差异。这就表明自然老化和人工老化种子活力在田间生产性能上存在本质的差异。这种差异的原因是由于种子在自然老化过程中细胞膜和细胞器发生的损害在缓慢深度积累。虽然人工老化种子渗漏物质, 如电导率、糖分含量和氨基酸含量等高于自然老种子, 表明其膜受到暂时的较大损伤, 但从呼吸强度、淀粉酶活性、脱氢酶活性、SOD 活性等指标看, 人工老化种子仍高于自然老化种子, 这就足以表明, 人工老化种子的细胞器和酶系统所受到的损伤较轻。邹德曼(T. M. Ching 1973) 认为, 当种子因不良的贮藏条件而出现衰老劣变时, 表现在酶、蛋白质、线粒体、核糖体等结构与功能上的缺陷或障碍而造成活力下降, 并将影响延续到幼苗, 致使生长衰弱。因此可以推理, 自然老化种子当种子重新吸水时, 由于老化时间长, 损害大, 其修复速度和修复能力均较低, 不能在田间生育过程完全修复, 所以生长减退, 产量降低。而人工老化种子在老化过程中, 由于老化时间短, 细胞膜系统所受到的损害不致于进一步伤及细胞器和酶系

统。当种子重新吸水时，虽然细胞膜系统修复较慢，但其细胞器和酶系统修复迅速，因此对其田间生产性能影响小。

由上可知，自然老化与人工老化在劣变阶段和深度上存在本质的差异，推究造成这种差异的原因，S. Gangvi 等（1990）认为，这两种劣变的差异是由于老化的条件和方法不同所造成的。我们认为，这种差异固然是由于两种老化的条件和方法不同所造成的。但自然老化是在种子干燥条件下进行的，种子在干燥情况下，因缺少水分，其生理生化代谢作用不能进行。虽然其老化作用缓慢，但其受损程度因无法自行修补而导致深度损伤，所以其种子活力指标与田间生产性能具有较好的相关。而人工老化种子在老化时，虽然处在高温高湿的逆境条件下，但其种子是处在高湿吸胀情况下，种子可进行自行的修补，使细胞器及脱氧核糖核酸的受损程度减轻。也就是说，种子在受高温伤害的同时又在自行修补，因而不致使细胞器、酶系统和 DNA 受到严重的伤害。所以人工老化种子指标只与田间苗期生长性能具有较好的相关，而与田间后期生产性能（如产量等）的相关就较差。

第三节 种子活力、生活力和发芽力含义的差异及其相互关系

种子生活力（Viability）是指种子的发芽潜在能力和种胚所具有的生命力，通常是指一批种子中具有生命力（即活的）种子数占种子总数的百分率。种子发芽力是指种子在适宜条件下（实验室可控制的条件下）发芽并长成正常幼苗的能力，通常用发芽势和发芽率表示。种子活力通常指田间条件下的出苗能力及与此有关的生产性能和生理生化指标。

关于活力与发芽力之间的关系，Isely 已于 1957 年以图解表示（图 1-1）。图中那条最长的横粗黑线是区别种子有无发芽力的界线，也是活力测定的分界线。在此线以上，表明种子具有发芽能力，即属于发芽试验的正常幼苗。在此括弧范围内，可以适用活力测定，即将这些具有发芽力的种子划分成为高活力和低活力种子。在此横线以下是属于无发芽力的种子，其中部分种子虽能发芽，但发芽试验时属不正常幼苗，在计算种子发芽率时，将它们列入不发芽种子，当然也是缺乏活力的种子，至于那些种子检验时的死种子则更无活力可言了。

种子活力与种子发芽力（生活

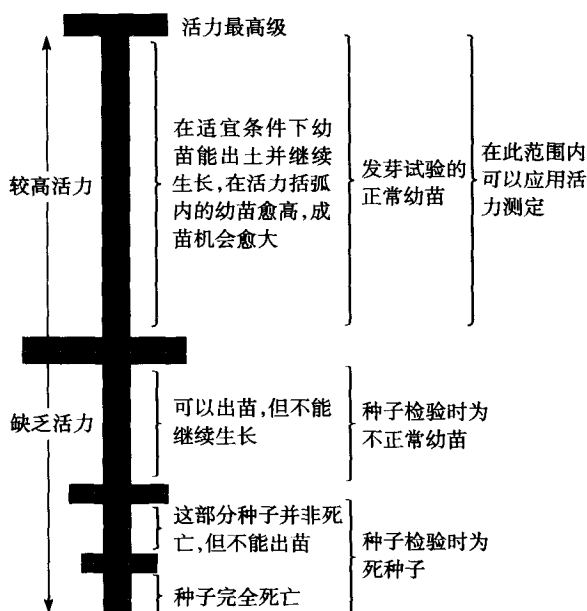


图 1-1 活力与发芽力相互关系的图解
(Isely, 1957)

力)对种子劣变的敏感性有很大的差异(图 1-2)。当种子劣变达 X 水平时,种子发芽力并不下降,而活力已有下降。当劣变发展到 Y 水平时,发芽力开始下降,而活力则已表现严重下降。当劣变至最后一根纵线时,其发芽力尚有 50%,而活力仅为 10%,此时种子已没有实际应用价值。

Woodstock (1966, 1969) 在大量生态生理方面可重复性的严格控制的试验条件下,并在标准实验技术为手段测定活力的试验研究基础上,对活力概念作以下进一步的概括:即“活力系指健壮种子播种后可在较广的环境因子范围内迅速萌发,并出苗整齐”。其着眼点是放在籽粒个体在有利的环境条件下,其萌发、成苗差异性的分析上,Woodstock 从中推导出一个有关种子活力的双向量二维数学分析图解(图 1-3),其纵坐标表示发芽率或幼苗生长速率,横坐标表示环境因子,曲线(A)指高活力种子能在较广的环境因子范围内迅速萌发;(B)指低活力种子只能在较窄的范围内萌发;(C)低活力种子虽然也能在较广的环境因子范围内萌发,但发芽率和幼苗生长速率有下降趋势。这一模式示意图既表明在合适、有利的条件下种子本身的潜能是主要限制因子,又体现在逆境胁迫条件下种子的适应程度,因而将活力的概念推进了一步。

第四节 种子活力定义的发展

一、种子活力定义的发展

早在 1876 年种子学的创始人德国的 Nobbe 就指出在同一批种子内存在个体间发芽和幼苗生长速度的差异,并且不同种子批的平均值通常也不同。他将这种现象称为生长力(Triebkraft),意为推动力(Driving Force)。这一现象后来有不同名称,如发芽势(Germination Energy)、生命力(Vitality)和幼苗活力(Seedling Vigour)。为避免混乱,目前已普遍采用种子活力(Seed Vigour)一词。1950 年在国际种子协会(ISTA)的年会上首次讨论了种子活力测定这一概念。会议对发芽试验和幼苗活力取得了一致意见:发芽试

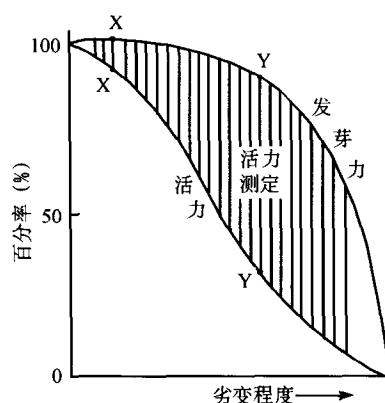


图 1-2 在种子劣变过程中种子发芽力(生活力)与活力的相互关系
(Delouche Caldwell, 1960)

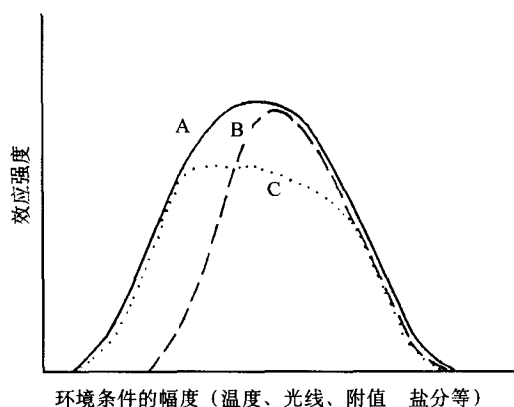


图 1-3 种子活力双向量分析的理论曲线
效应强度可用幼苗生长速率
或发芽总数×发芽率的乘积来表示
A—活力最强者; B—活力弱、适应范围较小;
C—活力较弱, 效应强度降低
(Woodstock, 1973)