

种子活力

陶嘉龄 郑光华 著



科学出版社

44.59

内 容 简 介

本书比较全面而深入地论述种子活力的原理及其应用,系统介绍国际上常用的种子活力测定方法,并对活力形成的机制及活力控制进行深入探讨。全书共分八章,包括:种子活力问题的由来及其发展、种子活力的概念与含义、种子活力的重要性、影响种子活力的因素、种子活力的生理生化基础、测定种子活力的方法、种子活力的人工控制以及种子活力的利用。

本书由国内外种子生理学专家合作编写。书中汇总了作者们多年从事种子生理研究成果并收集了国内外大量资料,实为我国首次出版的此类专著。本书可作为种子科学与技术工作者常用之书,也可供高等院校农林、生物专业师生参考。

种 子 活 力

陶嘉龄 郑光华 著

责任编辑 梁淑文

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1991年4月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1991年4月第一次印刷 印张: 8 3/8

印数: 0001-6000 字数: 220 000

ISBN 7-03-002121-5/Q·293

定价: 5.90元

序

种子活力是种子学的一个新兴领域，是以植物生理学、生物化学和遗传学为基础的种子生理学的前沿，与农、林、园艺生产关系十分密切。人们在种子生产、贮藏和播种等系列实践中，因忽视种子活力而造成的无形损失是不可估量的。国际种子检验协会和许多发达国家的种子专业机构，如美国和加拿大的官方种子分析者协会均设有种子活力委员会，并发行《种子活力手册》，而我国迄今尚无种子活力专著，本书的出版可弥补坊间之空缺。

本书二位作者均系著名种子生理学家，长期分别在美国（陶嘉龄）和国内（郑光华）从事种子生理工作，积有丰富的经验，造诣很深。他们将各自学术思想和经验彼此结合，引进国外先进技术，汇总大量科学资料而撰写成此书。本书的出版既有本门学科的重要学术意义，也体现中美学者间学术交流和合作的精神。本书内容新颖、丰富、实用，当有助于推动我国种子事业的发展。

汤 佩 松

1988年9月1日于北京

目 录

序

第一章 种子活力问题的由来及其发展	1
一、历史回顾	1
二、目前状况	7
三、瞻望发展	15
第二章 种子活力的概念及定义	24
一、目前的认识水平	24
二、种子活力与种子生活力的区分及联系	25
三、种子活力的组分	26
四、种子活力的生物学概念	27
五、种子活力的农学概念	30
六、高活力水平种子应具备的条件	31
第三章 种子活力的重要性	32
一、种子活力对产量的影响	33
二、种子活力与出苗整齐度的关系	42
三、种子活力与早播的关系	47
四、种子活力与节省播种及耕作费用的关系	52
五、种子活力与植株性能的关系	54
六、种子活力与种子贮藏性能的关系	57
第四章 影响种子活力的因素	60
一、种子活力取决于母体(亲本)的基因	60
二、环境因素对种子活力的影响	64
第五章 种子活力的生理生化基础	74
一、种子老化与劣变的概念	74
二、种子老化与劣变的实质	83
第六章 种子活力的测定	107

一、概述·····	107
二、测定种子活力的方法·····	108
三、国际上推荐应用的活力测定法·····	138
四、测定种子活力应掌握的要点·····	163
第七章 种子活力的人工控制 ·····	166
一、获得高活力种子的途径与措施·····	166
二、种子活力的保持·····	206
三、种子活力的恢复与提高·····	214
第八章 种子活力的利用 ·····	225
一、应用活力测定，保证种子检验质量·····	225
二、种子库长期保存种质的监测·····	226
三、植物育种工作的应用·····	227
四、有效选用种源，加速植物成功引种的进程·····	227
五、强化种子质量，增加生产效益·····	22
参考文献 ·····	232
索引 ·····	251

第一章 种子活力问题的 由来及其发展

一、历史回顾

播种成苗系事关生产成败的首要环节,长久以来,人们总是希望能在播种之前预知种子品质的好坏,从而避免在播种后有出苗少或甚至不出苗的状况。因此,种子在出售之前都要进行“标准发芽试验”(standard germination test)。根据发芽率的高低来判断种子的好坏,并希望发芽率高的种子田间出苗率也高。但在实际播种生产过程中,往往事与愿违。田间出苗率与发芽率可能相差极大,发芽率很高出苗率很低,有时甚至是发芽率低的这批种子,其出苗率反而高。其原因主要在于“标准发芽试验”是在最适宜发芽的环境下进行的,而田间的发芽条件往往不是最适宜的条件。而且,往往同一发芽率标记的种子,并不代表所有批号的种子品质都是一样的,因为有些销售者为了使出售的种子达到种子法规的标准,而将发芽率高的种子及发芽率低的种子混合后出售。假如,该批号系高发芽率的种子,其品质特优,则其抗逆性当必特强,在较差的环境下仍能出苗,因而有较高的出苗率。反之,另批号属劣质种子,虽有高发芽率,但因其抗逆力弱,在田间条件下出苗差。由于“标准发芽试验”的缺点,导致新的概念——种子活力(seed vigor)的形成与发展。

种子活力概念的出现,对种子检验及农业生产都起到深远而重要的影响。但它的出现与成长,并不是一朝一夕的事,它的发展过程,可以分为“萌芽”与“发展”两个阶段。

(一) 种子活力的萌芽阶段

种子活力虽然是在本世纪 70 年代成为一热门题目而为人们所熟知,但种子活力这一概念的“萌芽”,可以源溯到一个世纪之前。德国人 Nobbe(1876)在其巨著《种子学手册》一书中,已述及在同一批种子中的种子个体之间存在着发芽及幼苗生长速度上的差异性,这也同样反映在不同批种子的平均数之间上。这种差别系来自种子本身所具有的一种“生长力”即 Triebkraft。过了近半个世纪,德国科学家们对谷类作物的发芽作了研究,发现带有镰刀菌 (*Fusarium*) 的谷类种子虽然仍能发芽,但是这些种子长成幼苗时其穿透土层的能力却大减。假如,在种子上放置一层碎砖粒,则只有不带病菌的种子才能成苗。其他带病种子的幼芽不能穿过砖粒层。德国科学家们确定以“生长力”一词描述这一现象 (Hiltner 和 Ihssen, 1911 a, b), 其原意是“幼芽生长强度”及“推动力”的意思。

继此之后,不少与“活力”相近的名词也就相继产生。例如,发芽势能(germination energy),即发芽势,生命力(vitality),发芽量(力)(germination capacity)及砖粒值(Ziegelgrus value)等 (Fraser, 1916; Darsie 等, 1914; Stone, 1915; Lindenbein 和 Bulat, 1955)。这些名词多半是源于某一特定的试验。例如发芽势能是表示发芽速度的一种指标,是将大量发芽的当天发芽率(通常是三分之二已发芽)除以发芽的天数。换言之,是在一定期限内的平均发芽率。一般常用的发芽势是指发芽试验初期的特定期限内的发芽率,有别于发芽试验终期的发芽率,以示发芽水平。砖粒值则是砖粒测定试验中幼苗长出的百分率。这些名词除生命力一词外,均未被广泛接受过。1950年随着“幼苗活力”(seedling vigor)的出现,后来 Triebkraft 一词被译成英文的 vigour, 或 vigor 和法文的 vigueur (Heydecker, 1972), 为避免混乱,目前国际间通用的只有活力一词。

在 1931—1936 年间,种子活力的概念已在孕育之中, Stahl

(1936)通过一系列的田间实验与实验室发芽试验的比较之后,发现实验室内所进行的发芽试验,结果往往较田间实验的结果低,因而提出发芽的速率或速度应该是一个值得注意的指标。他提倡使用第一次幼苗数即所谓“发芽首次记录”作为活力的指标。这一见解受到了当时种子学界的重视,并将“发芽第一次读数”列入国际种子检验规程之中。Woodstock(1973)曾指出“多年以来,发芽的第一次读数,曾被用作活力的指标”。虽然,早在1942年Lakon就提倡用红四唑测定法作为种子检验时快速测定发芽力的生化方法,但它被作为活力的测定方法,则是60年代以后的事(Moore和Goodsell, 1965; Moore, 1972)。

1950年在美国首都华盛顿举行的国际种子检验协会年会上,首次讨论了种子活力测定这一概念,它起着里程碑的作用。在第二次世界大战以前,欧洲的种子事业较美国先进。不少农民已开始采用商业种子,以摆脱各自留种的习惯。由于种子的商业化,遂强调各实验室的检定结果有可重复性及一致性。当时在不少欧洲国家中,已制定了“种子法”。“种子法”要求商售种子须由种子实验室加以检验。由于不同种子实验室检定结果需要彼此一致,因而种子发芽的发芽床已逐渐改用砂及纸巾。然而,美国当时强调种子检验目的是要对农民种植用的种子提供种用价值的可靠依据,这样,就要求实验室检验的结果与田间出苗率越接近越好。要达到这一目的,一般认为最好是将种子播在土中作发芽检验(Welington, 1965)。可是,由于在概念上的分歧,欧洲国家与美国在种子检验上遂有争论。1950年的国际种子检验协会年会刚好在美国召开,一场热烈的讨论势在必然。但科学性的辩论往往成为进步的动力。该届国际种子协会主席 Franck(1950)在大会指出,欧洲的种子发芽检验是在最佳的发芽条件及高度的可重复性条件下进行的,而特殊的检验,例如砖粒法,则是测定种子的“幼苗活力”。他进一步指出,美国使用土壤做发芽检验,与欧洲的特殊检验——“活力”测定相近似。Franck呼吁寻求统一的测定方法及术语,就以后的发展看来,他的呼吁已产生了深远的影响。

响。尤其值得注意的是“幼苗活力”一词的提出，为后来“活力”一词的广泛应用打开了通道。这次会议的召开，明确了幼苗活力检验及标准发芽的区分，开始把种苗活力当成一种特殊的种子检验方法。在这次大会中，另一更重要的发展是决定成立“生物化学及幼苗活力测定委员会”。这一委员会的使命是要确立幼苗活力的定义及找出幼苗活力的测定方法，并将此法标准化。这一委员会即是现代国际种子检验协会的活力检验委员会的前身。还应指出，当时美国的 Isely (1950)提出“抗冷测定法”(cold test)测定玉米种子的活力，迄今还列为公认最常用的种子活力测定法之一。

(二) 种子活力的发展阶段

1965 年以前，种子活力的研究是较为有限的。但 1965 年以后，对种子活力的研究，包括种子活力的测定，生理生化基础的探索及与田间作物表现的相关性等均作了大量的研究。活力的重要性及概念，获得了确认和发展。

不少主要的种子活力测定方法，均是在 1965 年以后发展而成的。在国际种子检验协会所印发的《种子活力测定方法手册》(ISTA, 1981)及北美洲的官方种子分析家联合会所印发的《种子活力测定手册》(AOSA, 1983)中所推荐的各种方法，绝大多数是在 1965 年以后发展起来的。其中例外的只有砖砾冷冻测定法(Hiltner test)及抗冷测定法。这两种方法基本相近，只是发芽床不同，前者使用砖粒，后者使用沙及泥土作发芽床。此两种方法是在 1965 年以前即已发展起来的。虽然，红四唑染色法很早已被提出可以用于测定种子的发芽率，但将其应用于种子活力，则是在 R. P. Moore 教授及其他学者在 1965 年以后的积极研究及推动下，才被接受作为活力测定的一种方法。其他未在《种子活力测定方法手册》中获得推荐的方法，也都是在 1965 年以后才被提出并发展起来的。因此，自 1965 年以后的十多年间可以说是种子活力研究飞跃发展的时期。

70年代期间,种子活力已成为极为重要的种子科技研究课题。1971年及1976年对种子活力的科技研究起着历史性的里程碑作用。

1971年,由美国农业部发起并资助,与ISTA(国际种子检验协会)联合举办了有史以来的第一次“种子品质研究讨论会”(Seed Quality Research Symposium),其中专题讨论了种子活力。这一讨论会原本的计划是不与ISTA发生关联,而是完全由美国农业部负责。后来ISTA决定将1971年的年会由新西兰改在美国华盛顿,于是美国农业部决定与ISTA合办,因而成为ISTA成立47年以来的第一次种子品质研究讨论会。

在上述讨论会中,对下列有关种子活力的研究专题作了综合性的探讨:1)遗传因子对种子活力的影响;2)种子萌发初期的控制;3)种子活力的生化基础;4)活力下降时细胞膜及细胞器的变化;5)种子活力的生理及生化测定方法。

上述的综合性论文,总结了多年来的研究,结果提示了一些新的研究方向。这些论文汇集成册,成为《种子科技》第一卷(Seed Science & Technol. Vol.1, 1973)的重要组成部分。但必须指出,这次讨论是偏重学术性的,缺乏种子活力测定的主要应用者——种子公司及种子检验执法人员的论文。假如要将种子活力检验推移至实际应用阶段,要了解种子公司对活力检验的意见及种子法规管理及制定的人士的观点则是十分重要的。

1976年对种子活力的发展来说,也是有其特殊历史意义的。自第二次世界大战后,美国已成为西方世界科技界的领导者。跨国性的种子公司,不少是美国公司。在1976年,美国发生了与种子活力有关的下列重要事件:1)美国的AOSA(官方种子分析家联合会)举办了“种子活力及种子老化研讨会”(AOSA Symposium on Seed Vigor and Deterioration)以纪念美国建国200周年;2)AOSA的种子活力委员会发表了《种子活力测定手册的进展报告》;3)美国农业部的国家种子标准化署增设了专门人员,主持种子活力测定的标准化研究。

在 AOSA 的种子活力研讨会中, 包括下列各方面的论文:
1) 什么是种子活力; 2) 种子商对种子活力的观点; 3) 官方法规人员对种子活力的观点; 4) 种子活力的测定; 5) 保持种子活力及提高种苗田间表现的新方法; 6) 种子及幼苗活力与作物的田间表现; 7) 种子活力检验的标准化; 8) 种子活力与遗传。

这个研究讨论会是比较着重于实际应用的。在研究会上, 美国种子商联合会表明了以下的意见: 第一, 种子活力和种子品质问题代表种子商的信誉, 而且, 是他们保持旧顾客及招揽新顾客的重要“法宝”; 第二, 高品质包括高活力的种子售价高。种子活力的检验当成为达到这一目的的重要手段; 第三, 种子活力检验有助于决定选择哪些批号的种子来贮藏、备售; 第四, 优质种子可以减少农民的投诉及欠收。换言之, 当时的美国种子商会界对种子活力检验是全力支持的。

官方法规人员的代表在会上表示, 根据调查问卷, 50个州中有 37 个州寄回问卷, 其中 33 个州(89%)表示强烈支持 AOSA 加强种子活力检验的议案, 27 个州(72%)表示支持志愿在标签上标示种子活力检验的结果, 25 个州(66%)则支持要求标签上必须标有活力检验的结果。其中 3 个州给予否定的答案, 只是觉得活力检验的方法尚未确立, 并非在概念上加以反对。其代表认为, 假如他被询及下列问题: “你是否认为在 1977 年的某些种子标签上注明种子活力是最重要的资料?” 肯定说: “是的。”

由此可见, 活力检验的概念及可行性已为各有关方面所接受。所需要解决的只是技术性问题。那就是用哪些方法测定, 以及如何将测定方法标准化, 使得各种种子检验实验室的测定结果相一致。AOSA 的种子活力委员会又发表了进展性的报告, 提出了可供讨论的暂行种子活力的定义及不同的种子活力测定方法。尔后, 美国农业部的种子标准化署又配备了人手。看来, 种子活力检验已将普遍应用在种子业上。但是, 发展的道路往往是曲折的。以后的发展情况在下节加以论述。

二、目前状况

自从 ISTA 及 AOSA 分别举行了种子活力的专题学术讨论会以后,一般人都了解到,种子活力是有其科学理论基础的,种子活力检验是对农民及种子公司均是有利而且重要的,立法及执法人员均认为在种子标签上加上种子活力资料是可行而有用的。需待解决的是如何将活力测定的方法加以标准化及找出哪一种方法对哪一种作物最合适。围绕着这一主题,科学家们展开了研究工作。而 ISTA 及 AOSA 两个主要的种子检验联会的“种子活力委员会”均致力于展开仲裁实验,确立“种子活力”的定义及“活力测定”的方法。

在科学家们及两个“活力委员会”,尤其是在 AOSA 的“种子活力委员会”的努力下,种子活力标准化及若干种子活力测定方法的确立进展很快(详情见本节稍后的叙述)。种子活力的检验通过立法程序而列入种子法规之中,看来已是为期不远。然而,在1980年前后,发生了数件与种子活力有关的诉讼案,其中有两个案件是种子公司败诉,要向农民赔偿,因而种子公司大为震动,认为种子活力检验尚未纳入种子法规,已需负责赔偿,一旦纳入法律,则更不堪设想,致使其改变原设想,极力反对种子活力测定方法标准化及纳入种子检验法规,向美国农业部施加压力,迫使美国农业部在1980年取消种子活力检验方法标准化的研究项目。因此,在美国种子活力检验计划纳入种子法规的努力即到此为止。

种子公司的代表,种子商联会虽然反对种子活力检验纳入种子法规,但是,他们均认为确实有做种子活力测定的需要,至少应是在种子公司内部进行(其理由已在上节予以阐述)。同时,ISTA 及 AOSA 的活动亦非种子商联会可以完全操纵的,因而,在这以后,上述两个联会的种子活力委员会仍在进行与种子活力有关的工作。而且种子活力的科研工作仍在大量进行。据1987年美国

农学家协会的新闻通讯所列的 1987 年取得硕士学位及博士学位的论文题目来看，有 1/4 是与种子活力或种子质量的研究有关的。

(一) ISTA 活力委员会及《种子活力测定手册》

ISTA 是由各国政府的种子检验实验室或由政府认可的实验室联合组成的协会，每一国家不论有多少人出席该会的会员大会，只能有一个正式的代表，每一会员国只有一票的选举权。其大会通常每三年举行一次。ISTA 设立数个不同领域的委员会，以解决特定问题。例如法规委员会、种子贮藏委员会、种子发芽委员会、活力测定委员会等等。活力测定委员会(Vigour Test Committee)通常简称为活力委员会。委员会通常设有主席、副主席各一人，委员人数并无一定，通常约十来人。委员及主席均由 ISTA 的行政委员会(Executive Committee)聘任，通常是每个国家一人，只有美国因地大，而且做活力测定的科学家众多，有两个名额。按惯例，AOSA 的活力委员会主席是其中一人，另一人则由活力委员会向其行政委员会提名聘任。担任委员的不一定是政府种子检验实验室的人员，例如本届(1986—1989)的委员会的美国委员均不是美国国家种子实验室的人员。

种子活力委员会主要是向 ISTA 就种子活力的问题提供意见及推荐提案。种子活力概念的萌芽及其发展历史虽已近百年，同时本委员会也有数十年历史(前身系成立于 1950 年的技术委员会)，但种子活力的定义，一直未能决定下来，直至 1977 年的 ISTA 会员大会才在活力委员会的倡议下，接受并通过了种子活力的定义。

ISTA 活力委员会的另一贡献是在 1981 年出版了《种子活力测定方法手册》(Handbook of Vigour Test Methods)。这一手册阐述了种子活力的概念，确定了种子活力的定义。更重要的是详细论述了下列 8 种子活力的测定方法：1) 幼苗生长和评价测定法；2) 砖砾测定法；3) 冷冻测定法；4) 导电度测定

法； 5) 加速衰老测定法； 6) 控制衰老测定法； 7) 红四唑染色测定法； 8) 红四唑糊粉层染色法。

上述每一种测定方法，在“手册”中均对该方法的历史、所需仪器或设备、操作方法、如何记录测定结果及应用潜能等作了详细的描述。

ISTA 的活力委员会除了推荐种子活力测定方法以外，尚进行种子活力测定方法的仲裁试验(referee test)。活力委员选定应做试验的作物及测定方法，然后推选一委员负责其事。由委员撰写进行试验的详细说明，并选定不同批号的种子。各批号的种子应在活力上有所差异（但有时不很理想），每一批号的种子再分成小包，分别连同试验说明书寄往愿意参加的实验室、科技人员及委员会委员。前二者属于所谓工作组(working group)。参加活力工作组的人都按说明进行活力测定及田间试验，然后将结果寄回给负责人，由其作统计分析，以决定某一活力测定方法与田间出苗的速度及相关百分率。另一方面则决定各实验室的实验结果是否一致。

现以 1977—1980 年的仲裁实验作一例子。在这次仲裁实验中对下列作物及活力测定作了实验： 1) 小麦（10 个不同批号的种子）：标准发芽、砖砾法、幼苗生长； 2) 大豆(10 个不同批号的种子)：标准发芽、加速老化、导电性； 3) 豌豆(7 个不同批号的种子)：发芽率、空心测定法、幼苗评价、导电性； 4) 玉米(6 个不同批号的种子)：发芽率、抗冷测定、加速衰老。

这次仲裁实验的结果显示，所有的活力测定法，在各实验室中均未能获得一致性的结果。其差异性远大于发芽检验的结果。就小麦而言，砖砾法与田间出苗率的相关性最高。就大豆来说，三个方法与田间出苗率的相关性均高，但以加速衰老法最好。至于豌豆，则以导电度最佳，其余二者亦优于发芽率的测定。就玉米而言，抗冷测定及加速老化等活力测定法并不优于发芽测定法。

自《种子活力测定方法手册》发表以后，ISTA 仍继续在 1981—1983 年间进行仲裁实验，但在测定方法标准化方面进展不大。这

主要是仲裁试验的方法要三年修改一次。同时,每次的农作物也多有变动,因而在标准化方面的成效不如AOSA活力委员会的显著。

(二) AOSA活力委员会及《种子活力测定方法手册》

AOSA在它的研究委员会中,设有种子活力委员会。严格地说,它只是一个分支委员会(subcommittee)。其委员的聘任通常不如ISTA活力委员会严谨,只是由其委员会主席作出决定。其成员包括来自官方种子实验室、种子商及各大学。

在70年代后期,AOSA的种子活力委员会为其制订下列四项任务:1)确立种子活力的定义;2)发展能测定种子活力不同组分的活力测定法;3)将活力测定法标准化,以便各种种子实验室应用;4)•出版《种子活力测定方法手册》。

1977年活力委员会制定了“种子活力”一词的定义,并征询AOSA机构,种子签证机构联合会(AOSCA),美国种子商联合会(ASTA),商业种子技术员协会(SCST)等机构的意见。结果在1978年确定了“种子活力”的定义。此定义在文字上虽与ISTA所定的不同,但在基本含义上是吻合的。

在委员会的努力下,1983年出版了《种子活力测定方法手册》,此手册包括下列各部分:

- 谢言——对编者、撰稿人及阅稿人致谢
- 序言
- 摘要
- 导言

第一部分 种子活力的概念及应用

- 概念的演化
- 测定活力的方法——包括一般性的策略及各种不同测定法的探讨
- 种子活力标准化的步骤
- 种子活力测定结果的应用

第二部分 建议推广的活力测定方法及其步骤

- 加速衰老法
- 抗冷测定法
- 低温发芽法
- 导电度
- 幼苗生长速率
- 幼苗活力分类（幼苗分级法）
- 红四唑染色法

AOSA 的活力测定手册的第二部分与 ISTA 的手册相似，详细讨论了各种测定法。唯鉴于砖砾法与抗冷测定法相似，控制衰老法与加速衰老法相近，以及糊粉层红四唑染色法等均未包括在 AOSA 手册之中。至于幼苗活力分级法及幼苗生长速率法则可以说是由幼苗生长及评价法分而为二。低温发芽法则是 ISTA 手册所没有的。各种测定方法的细节，AOSA 及 ISTA 的手册均不尽相同。至于 AOSA 手册的第一部分，则是 ISTA 手册所欠缺的。

AOSA 活力委员会，在种子活力测定标准化方面取得了辉煌的成绩。其主要原因可能与下列几方面的工作和努力分不开：

- 1) 当时笔者之一曾在美国农业部主持种子活力标准化的研究，同时亦受委员会所托主持仲裁实验。通过系列仲裁实验而获得最新的测定活力的研究结果；
- 2) 仲裁试验的机会较多，每年进行一次；
- 3) 众多的美国种子科学家在进行有关种子活力的研究；
- 4) 仲裁实验获得种子公司的支持（至少在 1976—1981 年是如此），由种子公司提供适当的活力等级种子作仲裁实验。

在 1978—1980 年期间，笔者之一主持了三次仲裁实验。1978 年对大豆及玉米进行了在上述 AOSA 手册建议的 7 个活力测定方法的仲裁实验，其结果是所有的测定方法在不同实验室之间未能获得一致性的结果。AOSA 委员会总结了经验，决定下一次的仲裁实验集中于人工加速衰老、冷冻发芽及导电度三种测定方法。同时应先作若干试验，确定不同批号的种子适合于仲裁实验时再分发应试。

1979 年的仲裁实验包括了玉米（6 个批号种子、每批号两个

重复样本) 及大豆 (3 个批号种子, 每批号两个重复样本), 共有 21 及 20 个实验室分别为玉米及大豆提供了实验结果。表 1-1 是经过统计分析的概括简要表, 表中大豆的实验结果显示, 标准发芽率在实验室及种子批号间均无显著性差异。换言之, 各实验室的标准发芽率是一致的, 但各批号的种子其发芽率均相似。因而不能显示出种子活力的差别。而事实上各批号的种子活力肯定是有差别的。各种活力测定方法均显示出种子间的活力差异, 其测定结果与田间的早期出苗率显著相关。玉米亦有相似的情况。这次实验结果是种子活力测定的典范例子——标准发芽不能辨别种子活力的优劣, 而必须依赖活力测定的结果, 而所表列的三种方法均在这次实验中能正确显示各批号种子的活力。

表1-1 1979年AOSA种子仲裁实验的统计分析
(Tao, 1980)

作物	测定方法	分 析 结 果 ¹⁾		
		实验室	种子	出苗率相关性
大豆	标准发芽	NS	NS	0
	加速衰老	NS	* *	0.973**
	抗冷测定	* *	* *	0.969**
	导电度	NS	* *	-0.918**
玉米	标准发芽	NS	* *	0.466NS
	加速衰老	* *	* *	0.886**
	抗冷测定	* *	* *	0.897**
	导电度	NS	*	-0.961**

1) NS——无显著性差异。
* ——显著性差异在0.05水平。
* * ——显著性差异在0.01水平。

值得指出的是这次仲裁实验的结果, 显示了各实验室间对下列测定结果一致: 1) 大豆——加速衰老、导电度; 2) 玉米——导电度。

在1980年所进行的仲裁实验 (Tao, 1980a) 也获得了相似的结果。AOSA 仲裁实验之所以获得较 ISTA 一致的结果其原因有