

温汤浸种技术在中国推广和改进的历史分析

李菁博^{1, 2}

(1. 中国科学院自然科学史研究所, 北京 100190

2. 北京市植物园, 北京 100093)

【摘要】温汤浸种作为一项简便、实用的种子处理技术,可以有效防治多种种传病害,曾在欧、美多国广泛推广。20世纪初此项技术被引入中国,并不断改进、优化,使之更适合我国国情,对防治种传病害发挥了重要作用。其中朱凤美等学者为温汤浸种技术的推广和改进做出突出贡献,而“三开一凉”法成功地用于棉籽防病、催芽处理则是温汤浸种技术推广和改进成熟的标志,是新中国农业技术推广体系中理论联系实际,走群众路线的成功典范。

关键词: Jensen; 麦类黑穗病; 种传病害; 三开一凉

温汤浸种技术产生于19世纪末的丹麦,是一项简便、实用、高效的种子处理技术,利用较高的水温杀死种子携带的病原菌,但是不伤害种子萌发能力,可以有效预防种传病害。在化学合成农药尚未广泛应用之前,此项技术在欧、美各国农作物病害防治中发挥过重要作用。20世纪初温汤浸种技术被引入我国,经我国植物病理学前辈们努力改进、优化、推广,成为民国时期至新中国建立初期农作物栽培中最重要的病害防治技术之一,特别是在麦作和棉作病害防治中的作用最为突出。

笔者作为植物病理学工作者,查阅了自清代、民国至新中国建立后的大量文献资料和一些外文资料,以科学技术史研究方法回顾了温汤浸种技术在中国的推广和改进的历史。由于资料准备较充足翔实,清晰地阐明了温汤浸种技术推广和改进的历史脉络,并评述了其中做出重要贡献的我国早期植物病理学家。希望为中国植物病理学发展史研究做一份贡献,并为现代农业中与种子防病处

理相关研究提供参考借鉴资料。

一、温汤浸种技术的产生及改进

(一) 现代温汤浸种技术的产生

虽然在18世纪的中国和同时期的欧洲都有用温水处理种子的传统,例如清乾隆三十年(1765年),方观承所绘制的《御题棉花图》就有沸水处理棉花种子的记载,但是国际公认近代温汤浸种技术产生于1888年丹麦。在俞大綬译著《植物保健》中记述:“十九世纪的末年颜生^①发明一个防除这种病害的种子处理方法,他把麦种浸在温水里面,水温恰够杀死病菌而不损害种子萌芽力。”^{[1][p92]} 1887—1894年Jensen陆续发表了17篇关于麦类(包括小麦、大麦、燕麦)黑穗病的论文或小册子。^{[2][p435]} 他的多数论文使用丹麦文写作而成,所以流传不广,只有1888年在*Journal of the Royal Agricultural Society of England*上发表的一篇名

为 The propagation and prevention of smut in oats and barley 是用英文写作而成的, 此篇文章流传甚广, 影响很大。文中介绍了不同温度、不同时间长度的温汤浸种对麦类黑穗病防治效果。其结论是用 132—133 (55.5°C—56°C) 温水浸泡种子 10 分钟, 可以有效防治麦类黑穗病。所以 J. L. Jensen 被公认在 1888 年首先成功研发温汤浸种技术。^{[3][p11-14]}

用这种方法处理的大麦、燕麦、小麦种子可以有效防治腥黑穗病, 同时不明显降低种子萌发能力, 但是对种胚被侵染的小麦散黑穗病防治效果不好。^{[3][p8]}而后 Jensen 本人及多位学者多年不断试验优化此法, 最终由美国的 Freeman 和 Johnson 优化成功温汤浸种改进法 (Modified Hot-water Treatment), 方法是先用冷水浸种 5 小时, 再用温水浸种 (52°C 水温处理大麦种子 15 分钟; 54°C 水温处理小麦种子 10 分钟), 就可以有效的防治大麦、小麦散黑穗病。^{[4][p40]}后人也将此法称为冷渍温浸法 (Cold-and-hot-water Treatment), 而 1888 年 Jensen 的方法又被称为寻常温浸法或简单温浸法 (Short Hot-Water Treatment)。^[5]

(二) 温汤浸种技术在美国的推广

这项种子处理技术诞生后引起了欧、美农业界重视, 特别是美国的农业技术人员在之后二十多年中, 不断优化温汤浸种的温度、时间等技术细节, 并将此法效果与当时常用的消毒剂例如硫酸铜、石灰水、波尔多液、福尔马林、升汞、硫化钾、硫化钠—苛性碱—松脂溶液等相比较。笔者检索 JSTOR 数据库, 自 1889 年至 1915 年的 26 年间, 共检索到 13 篇学术论文或简讯涉及温汤浸种, 其中 4 篇发表在 *The Journal of Mycology*, 7 篇发表在 *Science*。可见现在看似简单的温汤浸种技术, 在当时也能跻身科学技术研究的前沿领域。鉴于温汤浸种技

术具有防病效果好、成本低、无毒、对种子和操作人员伤害小等优点, 在 19 世纪末至 20 世纪初的美国麦类作物生产中得到大力推广, 收获效益很大。但是自 20 世纪 20 年代开始碳酸铜的粉制剂开始大规模用于干拌种, 而后以“西力生”为代表有机汞制剂和以六氯苯为代表的多氯苯制剂大量应用于种子处理, 以及 20 世纪 40 年代开始福美类和代森类等可湿性粉剂的研发成功与推广应用,^{[6][p425]}使温汤浸种技术在种子处理中应用比例逐年下降。但是由于上述药剂对于小麦散黑穗的防治效果都不甚理想, 所以欧、美防治小麦散黑穗病仍然主要依靠温汤浸种, 直至 20 世纪 60 年代内吸性杀菌剂的研发与推广, 才逐渐取代温汤浸种技术。

二、清末民初温汤浸种技术的引进及植物病理学的萌芽

与大多数生物、农业领域的现代自然科学学科在我国传播的历史相似, 植物病理学的理论知识也大多是在清代末年由来华的日本籍学者或留日回国的留学生依照相关的日文教科书、论文翻译成汉语在我国开始广泛传播的。在 19 世纪末 20 世纪初以传播农业科技知识闻名的《农学报》上零星有涉及植物病害的文章, 作者均为日籍学者, 所介绍的内容较肤浅, 例如 1899 年第 62 期上有一篇介绍椰菜花新病害的文章, 文中较细致地介绍了这种病害的腐烂症状、在美国多个州的流行状况, 以及以清除病残体为主的防治方法, 但是对发病原因的认识还停留在“此病系腐朽之气相互侵袭”,^[7]并没有对病原微生物有所认识, 作者似乎不具备植物病理学知识基础, 其对病害认识水平似乎并不比中国古代强。而在 1903 年有文章介绍日本农业教育, 其中介绍东京大学农科^②及札幌农学校^③的课程设置中, 均开设有植物病理学

和植物病理学实验课程。^[8]而中国植物病理学教育的开端当以 1910 年京师大学堂农科聘请日本人三宅市郎^④讲授植物病理学为标志。“温汤浸种”的名字留有深刻的日文烙印，日语沿用中国古汉语习惯将洗浴或洗浴用水称为“汤”，而近代中文所称的“汤”多指餐饮中的“汤汁”，由于在“Hot-water Treatment”相关的英文文献中有将种子“bath in hot water”的描述，所以日本学者将此技术形象地称为“温汤浸种”，而中文译者又直接引用此名称，并一直沿用至今。

近代中国关于温汤浸种最早报道刊载在清末 1906 年《东方杂志》第 10 期的实业栏目：

四川。川省农业总局近因考得预防麦类病害之法，特通札各属略谓：麦田中常杂有一种坏麦。穗色变黑，略振动之即有无数微细黑色粉末飞散。倘不预行防治，则潜染种子即足贻害来年。盖此粉末即是使麦发主是病之霉色菌孢子。若种子染有此种粉末，发芽之时粉即寄生其上，随麦茎长成渐次繁殖，及其蔓延至麦穗地位，结成无数孢子，遂感受空气而变黑色，农家名为黑穗病，俗名麦瘟。若不设法豫防，任其循环传染，遗害何可胜言云云。兹将其豫防之法列左。

(一) 播种之先须用澄清木灰水将麦种浸二昼夜，然后取出播种。

(二) 不用前法，但浸麦种于华氏寒暑表一百二十七度之温汤中约五分，然后取出播种。

(三) 用食盐和入水内，将麦种放下，视其浮沉，以为去取沉者，取之浮者去之，亦可不患黑穗病，此法简而易行均宜照办。

(四) 留种之麦须择地另种，倘遇有黑穗病发生，于黑色粉末未飞散之前拔取燃烧，后自少此病。^[9]

这篇报道简要阐明了小麦黑穗病的症状与成因，从所描述的症状看，可以判定为小

麦散黑穗病，但文章并未指明是此“黑穗病”是“散黑穗病”而非“腥黑穗病”。文中简介的温汤浸种法使用 127 浸种 5 分钟，恰是 Jensen 在 1889 年最初尝试用温汤浸种防小麦散黑穗病的条件，^{[10][p20]}但是作者遗漏了冷水预处理数小时这个关键步骤。若按照此法操作，防治散黑穗病的效果会不尽如人意。可见日籍学者对当时属前沿研究的温汤浸种法相关的植物病理学知识掌握得并不十分透彻。

民国成立后社会风气更新，其中教育发展与科技传播速度较快。大批日籍学者和留日归国的留学生在农业学校中授课、编写教材，传播先进的农业技术，推动了中国农学由传统的经验性农学向实验性农学的转变。在这一阶段中国植物病理学得以萌芽，植物病理学研究方法和温汤浸种这类植物病害防治技术得以传播推广。

据《中国真菌学和植物病理学文献》记载，最早进行温汤浸种科学实验的是国立北京农业专门学校的钱穉孙^⑤。他于 1916 年开始开展实验，验证 Jensen 1888 年的温汤浸种方法可以有效防治大、小麦坚黑穗病，并建议使用“改良温汤浸种法”（冷渍温浸法）来防治小麦散黑穗病。^[11]他对温汤浸种技术的理解和对国外文献的了解程度大大超越了 1906 年《东方杂志》的相关内容，特别是他在实验设计中遵循重复、对照等原则，显示其作为留日学生所具备的现代科学素养。他所做的研究水平已经达到美国农业技术推广性研究在 20 世纪初的水平，但是遗憾的是在他的实验中没有使用显微镜进行微观观察研究。

三、民国时期温汤浸种技术的推广

1916 年中国植物病理学教育的先驱邹

秉文自美国回国任教，打开中国植物病理学发展的新局面。此后陆续有大批中国学者赴美学习植物病理学并回国任教，自此中国植物病理学开始由中国人自主开展教育、研究及技术推广。邹秉文在1916年回国当年在《科学》发表了“植物病理学概要”，此篇为国人撰写的最早的植物病理学学术论文，^{[12] [p66]}其中深入浅出地介绍了植物病理学理论与相关知识和研究方法，同时也介绍了1888年Jensen温汤浸种法及在1909年Freeman与Johnson的冷渍温浸法，^[13]促进了温汤浸种技术在我国农业上的推广。

随着植物病理学知识在中国的传播，相关的实验研究成果开始涌现，由于温汤浸种研究对试验条件要求不高，所以成为一个技术创新突破口。1917年时为金陵大学农科学学生的李积新^⑥，由于受教会学校的美式教育，能够阅读到大量代表当时最新科技水平的英文教材与文献资料，研发成功用于温汤浸种的热汤浸种机。这项研究成果申请获得专利，并受到当时的农商部和江苏省的嘉奖。相关研究论文发表在1917年《科学》，^[14]其中引用1906年W. T. Swingle所著的U. S. D. A. Farmers' Bulletin No. 250，这篇资料可能是邹秉文1916年自美国回国任教所携带回国的，因为1917年邹秉文发表了介绍他所推崇的美国农业部(U. S. D. A.)农业技术推广体系的文章。^[15]李积新所设计热水浸种机，由自动添水机、保险温度表、电池、浸种锅四个组件构成具有可通过自动加水保持浸种水温恒定的功能，^[14]从现在眼光看这台热水浸种机很简易，只能用于实验室内试验性研究，尚不能用于生产实践，技术水平与现在中学生物理实验作品相当。但是这台热水浸种机产生于近一百年前，作者充分理解了生物学原理，应用物理学的机电技术，试图便利、高效地解决农业实际问题。这项研究成果是属

于中国植物病理学研究早期的成果，是中国农业科技由经验性农学领域转入实验性农学领域的范例，可视为由服务一家一户的小农经济转向服务集约化、机械化大规模农业生产的信号。

从20世纪20年代初开始，留美(日)的戴芳澜、朱凤美、俞大綬、邓叔群等中国第一辈植物病理学家陆续回国任教，极大地推动了中国植物病理学的发展。温汤浸种法作为一项简单、实用的植物病害预防措施是他们重点研究与推广的病害防治技术。通过检索《民国时期期刊全文数据库(1911—1949)》发现民国期间关于温汤浸种技术的报道和研究论文共计28篇，其中属于技术应用性质的报道与介绍共有20篇，属于实验研究性论文或简报共8篇(其中朱凤美3篇)。上述论文多集中在30年代，这恰恰是民国时期我国经济、科技迅速发展的所谓“黄金十年”(从1928年—1937年)。温汤浸种技术属于当时少有的具有广泛应用潜力的病害防治措施，在一定时期内由政府主导技术推广。例如1932年《农林新报》报道：

江苏省立麦作试验场派员赴各推广区，代民举行蜀黍^⑦温汤浸种，并对该场推广区范围内之忠实农民，在生产方面，确有需贷款必要者，予以贷款，以资救济云。^[16]

积极推广和研究温汤浸种技术的地域集中在以南京为中心的江浙地区和以北京(北平)为中心的华北、山东地区，这两个区域是民国时期经济最发达的地区，戴芳澜、朱凤美、俞大綬、邓叔群等也都集中在两地农业高校任教。

戴芳澜、俞大綬、陈鸿逵在金陵大学任教期间开展种子处理防治麦类黑穗病的相关研究，并发表多篇研究论文。邓叔群在1935年借鉴《御题棉花图》^⑧等古籍中有关“沃以沸汤”记载，并吸取我国农民沸水烫种的经验，改良成功简便实用的烫种法，兼

具催芽、防病两种功效。^{[17] [p54-56]}

在这几位中国植物病理学的奠基人中，朱凤美对温汤浸种技术的推广、改进贡献最大。朱凤美在 20 年代至 40 年代末曾在在北京、南京等多地工作，对华北地区及华东地区的病害发生情况十分了解，温汤浸种技术防治植物病害一直是他的重点研究项目，并一直改进、推广相关技术。即使在抗战期间中央农业实验所迁往西南地区，他也在贵州等地坚持相关的研究与推广。朱凤美在 20 世纪初两度留学日本，对温汤浸种技术在日本的推广和改进很了解，向国内介绍了在日本的对麦类、水稻、豆类、棉花等多种作物种子通用的长期温浸法（Long Hot-water Treatment），即浸种于 115—126℃ 之恒温的热水中 6—10 小时。^[18]并将长期温浸法与简单温汤浸种法、冷渍温浸法等汤浸种技术类型对不同作物病害的防治效果和对种子的伤害做对比，从中筛选最适合我国病害种类及发病程度等基本国情的最佳方法。^[19]

面对我国农业为一家一户小农生产，鲜有配备温度计和手表、时钟等计量工具的落后条件，朱凤美等在抗战期间，利用熔点不同的油蜡制做成简易水温测定器，在川、陕、黔试行大规模推广温汤浸种技术防治大、小麦黑穗病。自 1939—1942 年间，用此法防治大、小麦五十九万余亩。^[20]

抗战期间我国植物病理学学者克服困难，坚持植物病理学基础研究和病害防治技术推广，还发明了有中国特色的温汤浸种新方法“两开兑一凉”，以应对农业技术推广的条件简陋，缺少计时、测温等设备的严峻现实。“两开兑一凉”即用两份开水兑一份凉水（井水或河水），配成大约 50—60℃ 的温汤用于温汤浸种，而浸种时间则以唱歌若干遍，或是一柱香点燃完的时间为标准。^{[17] [p54-56]}但这个方法太粗放，天气、海拔高度、凉水的来源、浸种容器及种子量与

温汤的比例等诸多因素都会影响温汤的温度，进而影响浸种效果，此外“两开兑一凉”所配置的温汤温度对种皮坚硬的豆类和棉籽太低，不足以软化种皮并杀死种子内部病菌，而对小麦、水稻种子又可能过高容易烫伤种子。所以此方法虽然曾一度推广，但是效果不尽如人意。

抗战胜利后，接踵而来的内战使国统区经济崩溃、民生凋敝、科教停滞，农业科技研究与推广得不到发展。温汤浸种技术也未能有所进步。

四、新中国建立后温汤浸种技术的推广

新中国成立后，国民经济恢复，国家高度重视发展农业，在毛泽东提出“以粮为纲，全面发展”的农业生产方针指导下，大力推广先进农业技术。温汤浸种技术作为适合我国国情的病害防治技术，得到大力推广，从 50 年代至 70 年代的 20 余年里为我国的农业生产做出了巨大贡献。

那段时期，众多新老植物病理学工作者都积极地投入到此项农业技术的研究与推广中。在南方朱凤美教授又开始小麦黑穗病和水稻白叶枯病的防治研究，其中温汤浸种、石灰水浸种、“西力生”或“赛力散”拌种等技术相结合的种子消毒技术体系是这类麦、稻病害防治的核心。

北京的尹莘耘在戴芳澜、邓叔群等老前辈的鼓励下，开展了温汤浸种技术防治棉花病害的研究，通过精密的试验设计，确定一般情况下用 55℃—60℃ 温水处理棉籽半小时可有效杀死种子携带的病原菌。为适合农村操作，参考历史资料并结合群众经验，改良温水浸种催芽的土办法，优化了“三开一凉”烫种法：

在 4 月中、下旬的气候条件下，使用民

间常用的锅、桶、齿耙、瓦缸等工具。将三份开水和一份凉水（约 12—18℃）兑成温水，温度恰好在 70℃ 左右。一次处理种子在 15 斤以上，控制温水重量是棉子重量的 2.5 倍，将棉子全部投入温水并搅拌 1—2 分钟，水温立即降至 60℃ 左右，以后慢慢地、不停地上下翻拌直至手能忍受时约需半个小时。^[21]

“三开一凉”烫种法的研发使原来民间流行模糊粗糙的经验性技术转变为标准化技术，是科学家的勤奋与劳动人民的智慧相结合的优秀典范。不再单纯依靠少数科学家的聪明才智和个人努力，而是充分发挥劳动人民的宝贵经验和创造性，将科学研究与生产实践紧密结合是新中国建立后农业科技的显著特点。

建国初期的棉病防治策略是以种子处理为核心，而种子处理又以温汤浸种为主，以药剂处理为辅。其中棉籽温汤浸种又遵循“定温定时，三开一凉”的原则，即在有温度计条件下使用 55℃—60℃ 温汤浸种半小时，没有测温条件就是用“三开一凉”烫种法。温汤浸种处理棉籽不但可以预防种传的角斑病、炭疽病、立枯病、猝倒病等传统棉作病害，^{[22][p13-14]}对于新中国成立后日益蔓延猖獗的黄萎病也有预防效果，^{[23][p91-99]}还能在杀死在棉籽内越冬的红铃虫，^{[24][p216]}此项技术为我国的棉花生产做出了巨大贡献，据资料显示 1949 年至 1952 年间我国棉花单位面积产量增长由亩产皮棉 21.39 斤增加到 31.2 斤，增长 47.5%，这样的速度在我国植棉史上是空前的，成功的基本经验就是各级政府大力加强农业技术推广，而当时广泛传授的棉花病虫害防治技术包括“三开一凉”温汤浸种结合草木灰拌种，用棉油皂、烟叶和鱼藤等制的农药防治棉虫等适合当时国情的防治技术。^[25]直到 70 年代内吸性有机杀菌剂广泛用于棉籽拌种，才逐渐代替了此项

技术。时至今日市场所售棉籽基本上都使用较先进的种子包衣技术，温汤浸种技术已基本不在棉作中使用。

新中国建立后，温汤浸种技术得到大力推广。参考《中国真菌学和植物病理学文献》在 1949 年—1955 年，共有与“温汤浸种”或“种子消毒”相关的文献共计 40 篇，超过民国三十余年的相关文献总量。此外 50—70 年代的出版的农业实用技术图书，如《农业知识问答》、《种子的处理》、《棉花丰产技术措施》都会介绍到温汤浸种技术。在温汤浸种技术的推广中林传光的贡献值得一提，早在 1952 年他编著了《植物种苗防病处理》一书，系统性介绍了植物种苗防病处理，其中重点介绍的温汤浸种技术的由来，及应用类型与方法，这本书流传很广，影响很大。同时作为植物病理学教育家的林传光于 50—60 年代讲授植物病理学课程，在编著多套《普通植物病理学》教材时，他都着重强调温汤浸种技术的在植物病害防治中作用。^{[26][p256]}

温汤浸种技术的广泛影响，还可在当时的美术创作中看出。1955 年的河南省第一届美术展览会曾展出一幅名为“温汤浸种”的木雕作品，描绘了一家三口人用木桶、瓦盆、开水壶等简单工具进行温汤浸种操作的场景（参见图 1），可见在 50 年代中期此项技术的推广已深入我国麦作和棉作的核心区农民日常生活。

随着我国农用化学工业的发展，在 50 年代中期开始有机汞制剂和多氯苯制剂逐渐推广、应用于种子处理，开始部分代替了温汤浸种技术。例如 1958 年编的《全国小麦病虫害工作会议资料汇编》中记载，河南省永城县一地小麦播种面积 140 万亩，需储备用于拌种的六氯苯（60%）240 万斤。^{[27][p73]}从 1958 年永城县例子来看，这样巨大的农药使用量是十分惊人的，对环境的影响是非常大的，而温汤浸种技术遭弃用是十分可惜

的，试想如能恰当的坚持推广温汤浸种技术可以大量节省化学农药的使用，同时减少对环境的污染。

五、温汤浸种及其改进技术在现代农业中应用前景

种子包衣技术可以有效防治种传病虫害，控制苗期病虫害，并具备提升种子抗逆性等多种功效，可以完全替代温汤浸种技术，因此种子包衣技术是国家“种子工程”的重要组成和关键突破口，也是可持续发展的重要手段，种子包衣率是衡量各地种子工程实施进展的主要考核指标。^{[28][p310]}但是由于成本等原因，种子包衣技术的应用还是有限的。笔者对种子市场初步调查发现，目前在经济效益高的棉花、玉米种子包衣率很高，而由于小麦栽培的经济收益相对较小，所以目前在小麦栽培中种子包衣率和种子拌药率都相对较低，但是以小麦黑穗病为首的麦类多种种传病害的发生形势依然严峻。

鉴于目前小麦主产区如黄淮海麦区和长江中下游麦区主要采取“机种、机收”的机械化生产，建议在播种前如没有条件种子包衣，可以考虑恢复温汤浸种的传统。实施温汤浸种的方法不应仍然停留在20世纪50年代“温汤浸种”木雕（参见图1）所表现的“木桶、瓦盆、开水壶”小农经济水平，而应当由精准控温、定时的高通量温汤浸种机完成。试想在近一百年前金陵大学的本科生李积新能研制出简易的温汤浸种机，依当今的技术水平，开发出能够与播种机连接的精密数控温汤浸种机，应当没有困难，最终实现从温汤浸种到机械播种一条龙自动化操作。

进入21世纪食品安全成为国计民生的大事，不使用化学农药的有机农产品成为经济效益高的高端农产品，深受市场追捧。虽然种子包衣和种子拌药技术具有隐蔽施药、

用药量少、对环境影响小等优点，但是仍然因不符合有机农业的原则而不能使用，需要替代技术。温汤浸种技术则当仁不让地成为主要的替代技术，担负起种子消毒，预防种传病虫害的任务。在笔者查阅到有限的关于有机农业种子处理技术的国外资料中，都强调了温汤浸种技术是重要的种子防病处理技术，可以应用到粮食、蔬菜等几乎所有的作物。在一份欧盟的资料中介绍 ThermoSeed[®] 技术，这项技术应用温汤浸种的原理，采用大型自动化机械用热力法处理种子，克服了温汤浸种技术的缺点和实施难点，具有高精准、高通量、成本低、防治谱广的优点。此技术的种子处理效率高，一套 ThermoSeed[®] 设备单日处理种子能力在200吨以上，防治病害效果可以与种子包衣技术媲美，且符合欧盟有机农业标准，成为有机农业中替代化学杀菌剂完成种子处理任务的重要技术。^[29]

六、讨论

温汤浸种技术自1888年产生于丹麦，在20世纪初传入我国，在我国推广、应用的历史已经超过一百年。而这一百年的技术推广史恰与中国植物病理学的发展史紧密联系。几乎近代中国早期的植物病理学学者都不同程度参与了温汤浸种技术的引进、改进、应用、推广，其中包括中国植物病理学的先驱邹炳文，中国植物病理学的四位主要奠基人戴芳澜、朱凤美、俞大綬、邓叔群，以及陈鸿逵、林传光、尹莘耘等，和以三宅市郎为代表的外籍学者，还有因种种原因已被当代学界忘记的李积新、钱穰孙等。

从对这段历史的回顾中，笔者有三点重要的启示。其一，中国植物病理学的产生和发展的最直接动力就是解决我国农业生产中的农作物病害问题，以期控制病害，减少损

失，增加经济效益。而温汤浸种技术恰恰是当时少有的适合中国国情的简便、有效的病害防治技术。其二，植物病理学前辈艰苦奋斗的光荣需要继承和发扬。20 世纪初胸怀“科学救国”理想的植物病理学前辈们引进以温汤浸种为代表的先进病害防治技术，并不懈地研究、改进、优化技术使之更加适合我国国情，推广新技术服务我国农业。即使在条件最艰苦的抗战时期，朱凤美等学者依然坚持不懈地研究，克服农村缺少温度计等困难，研制成功简易水温测定器以推广温汤浸种技术。其三，植物病理学研究，特别是应用性研究，一定要坚持理论联系实际的学风，坚持走群众路线，坚持“洋为中用，古为今用”的方针，如邓叔群、尹莘耘等借鉴《御题棉花图》等古籍中有关“沃以沸汤”记载和生产实践中农民烫种操作的传统经验，研发成功烫种法和“三开一凉”法，大大提高了温汤浸种技术的可操作性，为技术的成功推广做出了重大贡献。希望当代的植物病理学工作者，继承老前辈们科学报国的崇高理想和艰苦奋斗的优秀传统，坚持走群众路线，在生产实践中发现问题、研究问题、解决问题，为服务“三农”和国家粮食安全战略做更大的贡献。

附图



图 1 温汤浸种（木雕）*

注：木雕作者为高从理，图片选自《河南省第一届美术展览会纪念集》，河南人民出版社，1955 年，第 34 页。

注释：

①颜生为 Jensen 的旧译，全名为 Jens Ludwig Jensen（1836—1904），在文献中常简写作 J. L. Jensen。Jensen 为丹麦种子商人、植物病理学家，主要研究低温、高温处理种薯防治马铃薯病害，以及温汤浸种法防治麦类作物黑穗病。他本人长期坚持编辑和发行农业期刊，并将其研究成果在期刊上发表。

②今东京大学农学部的前身，该校早在明治 13 年（1880 年）就设立植物病理学实验场。

③今北海道大学的前身，东京大学和札幌农学校是明治初年日本大学教育的两个中心。

④三宅市郎（Ichiro Miyake, 1881—1964）日本植物病理学家，明治 39 年（1906 年）毕业于东京帝国大学农科大学农学科专业，明治 43 年（1910 年）至大正 3 年（1914 年）在京师大学堂农科大学讲授植物病理学。归国后主要在东京农业大学任植物病理学教授。在中国任教时曾研究中国植物病原菌，发表 10 个新种。

⑤钱穉孙（约 1890—1936）民国早期农学家，为晚晴、民国著名外交官、学者钱恂次子，钱玄同为其叔父，钱三强为其堂弟。其早年随父留学日本，札幌农学校预科、东北帝国大学农科大学毕业，回国后在农商部任职，辛亥革命后在北京、沈阳等地任教。

⑥李积新（约 1892—？）字铭侯，浙江杭县人（今属杭州市），1918 年与陈桢、叶元鼎、徐澄、潘健卿、赵叔愚等共六人为金陵大学农科首届毕业生。曾任教于金陵大学农艺系、江苏省立教育学院农事教育学系、复旦大学农学院等院校及实业部中央农业实验所，1947 年至 1949 年任国民政府农林部垦殖司司长，1949 年后在台湾工作。主要研究领域包括植物病虫害、农业史、农业经济等，曾编著过中国最早的《遗传学》、《肥料学》、《垦殖学》等教材。

⑦蜀黍即高粱。

⑧（清）方观承：御题棉花图。华北棉产改进会 1941 拓本。

参考文献:

- [1] Dillon Weston, Taylor 原著, 俞大綏译. 植物保健 [M]. 上海: 中国科学图书仪器公司, 1951.
- [2] 费歇, 何顿著, 刘锡璠, 郑儒永, 余庆年等译. 黑粉菌生物学及其防治 [M]. 北京: 科学出版社, 1963.
- [3] Swingle Walter T. The Grain smuts; how they are caused and how to prevent them. [M] // U. S. Department of Agriculture Farmers' Bulletin No. 75. Washington: Government Printing Office, 1889.
- [4] Freeman E. M., Johnson Edward C. The loose smuts of barley and wheat. [M] // U. S. Department of Agriculture Bureau of plant industry—bulletin No. 152. Washington: Government Printing Office, 1909.
- [5] 朱凤美. 植病防治上之种子处理 [J]. 农报, 1936, (29): 1509—1524.
- [6] (丹) 尼尔高 P. 著, 荻原渤, 李学书, 朱之培等译. 种子病理学 [M]. 北京: 农业出版社, 1981 年.
- [7] 藤田丰八. 菜之新病 [N]. 农学报, 1899, (62): 3—4.
- [8] 新渡户稻造. 农业本论 [N]. 农学报, 1903, (220): 17—18.
- [9] 各省农桑汇志 [J]. 东方杂志, 1906, (10): 191.
- [10] Freeman E. M., Johnson Edward C. The loose smuts of barley and wheat. [M] // U. S. Department of Agriculture Bureau of plant industry—bulletin No. 152. Washington: Government Printing Office, 1909.
- [11] 钱穉孙. 北京农业专门学校第一回预防黑穗病之温汤浸种试验报告 [N]. 教育公报, 1918, (1): 19—22.
- [12] 相望年. 中国真菌学与植物病理学文献 [M]. 科学出版社, 1957.
- [13] 邹秉文. 植物病理学概要 [J]. 科学, 1916, (5): 559—573.
- [14] 李积新. 热水浸种机 [J]. 科学, 1917, (8): 869—874.
- [15] 邹秉文. 美国农业推广部 [J]. 东方杂志, 1917, (9): 160—163.
- [16] 农林消息 [N]. 农林新报, 1932, (10): 249.
- [17] 林传光. 植物种苗防病处理 [M]. 北京: 中华书局股份有限公司, 1952.
- [18] 朱凤美. 植病防治上之种子处理 [N]. 农报, 1936, (29): 1509—1524.
- [19] 朱凤美. 防治麦类黑穗病所用各种温浸处理方式之效果比较 [N]. 农报, 1937, (16): 806—810.
- [20] 朱凤美, 严锦澜, 吴清士. 温汤浸种用简易水温测定器 [J]. 农业科学与技术, 1951, (3): 43—46.
- [21] 尹莘耘, 陈吉棣, 杨开宇等. 棉苗病害防除试验 [J]. 植物病理学报, 1955, (1): 115—126.
- [22] 沈其益. 中国棉作病害 [M]. 南京: 全国经济委员会棉业统制委员会中央棉产改进所, 1936.
- [23] 尹莘耘. 棉花黄萎病 [M]. 北京: 科学出版社, 1954.
- [24] 万胜印. 红铃虫 [M]. 南昌: 江西人民出版社, 1982.
- [25] 陈廷煊. 1949—1952 年农业生产迅速恢复发展的基本经验 [J]. 中国经济史研究, 1992, (4): 32—34.
- [26] 林传光. 普通植物病理学 [M]. 北京: 农业出版社, 1959.
- [27] 中国农科院植物保护研究所编. 全国小麦病虫工作会议资料汇编 [M]. 北京: 科学出版社, 1958.
- [28] 刘西莉, 吴学宏, 李建强. 种衣剂及良种包衣技术 // 农业发展新技术与农业结构调整 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2001.
- [29] ThermoSeed — New Innovative way to treat seed [EB/OL] [2014—09—05]. <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/>

Historical Research on the Spread and Modification of Hot Water Treatment for Seeds in Modern China

Li Jingbo^{1,2}

(1. Institute for History of Natural Sciences, CAS, Beijing, 100190;

2. Beijing Botanical Garden, Beijing, 100093)

Abstract: As a simple, convenient and efficient technique to prevent seedling diseases, hot water treatment for seeds was invented and widely spread in Europe and America since the end of the 19th century, and was introduced into China at the beginning of the 20th century. Through the persistently modification and optimization, the technique became more and more adapted to Chinese national conditions; hence it had played a vital role in preventing and controlling seedling diseases of crop in the period of the Republic of China and the early establishment of the New China. A lot of Chinese early plant pathologists, such as Zhu Fengmei, made great contribution to the spread and modification of the technique. A practical method of the technique, adding 3 pieces of boiling water (100°C) to 1 piece of cold water (12°C—18°C), successfully promoted to treat cotton seeds, was a sign of maturity in the spread for the technique, also a successful model of agricultural technology extension in the New China.

Key Words: Jensen, Smuts of Grains, Seedling Disease, Adding 3 pieces of Boiling Water to 1 piece of Cold Water

[作者简介] 李菁博 (1980—), 男, 北京市植物园高级工程师, 中国科学院自然科学史在读博士研究生, 主要从事生物学史和农史研究。