

科技创新与安全 高效农业发展



——第三届辽宁现代农业发展论坛论文集

辽宁省科学技术协会 编



辽宁科学技术出版社

LIAONING SCIENCE AND TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

科技创新与安全高效农业发展

——第三届辽宁现代农业发展论坛论文集

辽宁省科学技术协会 编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

主 编 康 捷

副 主 编 王元立

评审专家 (按姓名首字笔画为序)

马宏达 王 伟 王元立 王奉安

王铁良 王新宇 尹 进 白元俊

冯玉沈 朱沈功 刘 冰 刘 泉

孙 毅 孙富余 张 云 张东风

张国徽 何 明 何建明 范俊岗

康 捷 曹 伟 潘卫东

统 稿 冯玉沈 潘卫东

编 辑 陈 阳 周 航 董丽敏

图书在版编目(CIP)数据

科技创新与安全高效农业发展: 第三届辽宁现代农业发展论坛论文集 / 辽宁省科学技术协会编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2011.6

ISBN 978-7-5381-7492-2

I. ①科… II. ①辽… III. ①现代农业—农业发展—辽宁省—学术会议—文集 IV. ①F327.31-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第094632号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路29号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

幅面尺寸: 210mm × 285mm

印 张: 12.5

字 数: 360千字

印 数: 1~1000

出版时间: 2012年6月第1版

印刷时间: 2012年6月第1次印刷

责任编辑: 李伟民

特邀编辑: 王奉安

封面设计: 姿 兰

责任校对: 王春茹

书 号: ISBN 978-7-5381-7492-2

定 价: 80.00元

前 言

辽宁现代农业发展论坛是2010年由辽宁省科学技术协会联合省发展和改革委员会、省财政厅、省农委、省农业科学院和沈阳农业大学等单位共同发起建立的，是汇集国内院士、专家等高端智力，围绕辽宁现代农业发展中的热点和重大关键问题开展学术交流和研讨，为省委、省政府科学决策提供咨询建议的平台。论坛每年举办一次，是辽宁省科学技术协会认真贯彻落实科学发展观，紧紧围绕省委、省政府中心工作，服务“三农”，服务辽宁经济社会发展和全面振兴大局的重要切入点。论坛一经建立就受到省领导的高度重视和省委、省政府有关部门的大力支持。2012年5月在辽宁省农业科学院举办第三届辽宁现代农业发展论坛，主题是“科技创新与安全高效农业发展”，旨在通过论坛，更好地贯彻落实2012年《中共中央、国务院关于加快推进农业科技创新持续增强农产品供给保障能力的若干意见》和辽宁省委《关于贯彻〈中共中央、国务院关于加快推进农业科技创新持续增强农产品供给保障能力的若干意见〉的实施意见》文件精神，围绕辽宁农业产业发展，充分发挥科协组织科技思想库的重要作用，为辽宁省农业科技创新与安全高效农业发展作出贡献。

为提高本届论坛的针对性和实效性，辽宁省科学技术协会组织相关省级学会，围绕主题，面向全省相关领域和学科的广大科技工作者征集研究论文、调研成果和高质量的对策建议。现将经过专家筛选的43篇论文编辑出版，以作为工作参考和研究借鉴之用。由于时间有限，论文撰写和编辑仓促，难免存在一些不足，敬请读者谅解和多提宝贵意见。

论文出版是在辽宁省科学技术协会学会学术部同志的辛苦努力工作下取得的，也得到各有关省级学会和辽宁科学技术出版社的大力支持，谨在此一并表示衷心的感谢。

编者
2012年5月

目 录

发展可持续农业的几个问题	张连翔 张文臣 / 001
果实软化相关PG基因的进化分析和基因组定位	魏 潇 刘威生 刘 宁等 / 006
日光温室大棚农用天气预报及气象调控技术研究推广	孙立德 马成芝 梁志兵等 / 011
景天属植物形态及栽培利用研究进展	苏 丹 于强波 周 际 / 019
辽宁蔬菜品种管理现状分析与对策研究	郭晓雷 / 023
贮藏温度和干燥方式对中国南瓜花粉生活力的影响	赵丽丽 刘爱群 李国强等 / 026
番茄晚疫病抗性遗传规律研究	张子君 邹庆道 李海涛等 / 030
黄瓜新品种绿园4号的选育	宋铁峰 冯 辉 刘永丽等 / 033
保护地黄瓜常见生理性病害的诊断及防治	王润珍 侯慧锋 王海荣 / 035
黄瓜果实数量性状的遗传与相关分析	张文新 / 038
苹果抗寒新品种“金苹”的选育	高 丹 / 040
南果梨果实中糖、酸变化规律	于年文 李俊才 郭修武等 / 043
采前钙和钾处理对“红灯”樱桃果实采后生理的影响	徐 凌 郝 义 郝树池等 / 047
温室葡萄光照分布与果实品质	翟秋喜 魏丽红 杜玉虎 / 052
中国李种质资源形态性状和农艺性状的遗传多样性分析	郁香荷 章秋平 刘威生等 / 056
田间喷施生长调节剂对冬枣胚发育及坐果的影响	梁春莉 赵 锦 刘孟军 / 063
转基因农作物的食用安全问题	赵季秋 赵彤华 / 067
辽宁省番茄细菌性斑疹病的病原鉴定、药剂筛选及品种 抗病性评价研究	苗则彦 白元俊 李 颖等 / 070
桃小食心虫ISSR反应体系的建立及优化	王小奇 / 075
沈阳地区葡萄霜霉病流行动态预警模式初探	刘长远 赵奎华 梁春浩等 / 080
西瓜新病害——枯萎病研究	徐秀德 李慧斌 王丽娟等 / 084
辽宁省美洲斑潜蝇发生规律及综合控制对策	李学军 / 089
利用性信息素诱捕系统监测和防治甜菜夜蛾	许国庆 / 094
果园喷雾模型	周继中 / 100
东北旱田现代农业的耕作方式发展浅谈	蒋正德 陈 辉 樊月玲等 / 105
辽宁省耕地土壤现存问题与对策	孙 毅 杨 明 蒋正德等 / 110
加强农业无害化生产、修复辽河流域生态环境	赵季秋 / 115
辽河保护区生态恢复效果综合评价研究	王笑影 张玉书 / 119
1961—2009年辽河流域水文气象要素基本变化特征	孙凤华 李丽光 袁 健 / 122
辽河流域坡耕地土壤侵蚀及防控技术研究	林素兰 / 128

辽河流域发展草产业的思考与建议	杜桂娟 郑家明 / 132
凌河流域水源地保护与经济协调发展的问题探讨	李学森 赵小龙 李果峰 / 136
水土保持监测中土壤流失量的分析探讨	刘冠军 / 142
浑河上游水源涵养林可持续经营的技术与途径	韩友志 范俊岗 顾宇书等 / 146
辽东山区水源涵养林建设的问题与对策	顾宇书 范俊岗 周志权等 / 149
关于集体林区生态经济发展规划的探讨	徐军廷 姚凯 / 153
辽宁省设施园艺小区规模发展问题与对策	李忠旭 / 158
辽宁省园艺产业发展战略研究	戚佳妮 张森 朱琳 / 162
白蜡窄吉丁对辽河流域生态环境危险性分析	栾庆书 吴海山 张昕祎 / 167
柳枝稷的特征特性及其在生态治理中的应用前景	马凤江 郑家明 杜桂娟 / 171
聚丙烯酰胺促进沙化退化草场植被恢复效果研究	褚丽妹 葛岩 吕子超等 / 175
畜禽粪便无害化处理生产生物有机肥、生物有机无机复混肥的 研究与应用	江志阳 尹微 何随成 / 182
辽宁省2012年汛期水情趋势分析与预测	王保泽 孙宝杰 高世斌等 / 188
草莓连作障碍发生机理及防治措施	于立杰 梁春莉 于强波 / 191

发展可持续农业的几个问题

张连翔 张文臣

(辽宁省干旱地区造林研究所, 辽宁朝阳 122000)

摘要:就发展可持续农业中的几个问题进行了讨论。提出发展可持续农业要以系统科学理论为指导, 必须落实到区域, 应切实抓好人口控制这一基础性工作; 特别强调了林业的天然屏障作用和技术创新的意义; 给出了有关指标体系和规划办法等。这对创建和发展可持续农业大有裨益。

关键词:可持续农业; 系统科学理论; 区域经济; 人口问题; 环境效应; 技术创新; 规划办法

人类社会从18世纪进入工业文明以来, 随着科学技术和商品经济的飞速发展, 使社会生产力得到了极大提高, 创造出的巨大财富比人类有史以来的社会财富总和还要大得多。机器人、化石能源和社会化大生产, 使人类的生产和生活方式发生了根本性变革, 工业革命也因此被誉为人类历史发展的奇迹。然而, 正当人类大刀阔斧地给大自然“旧貌换新颜”并为之沾沾自喜时, 也受到了大自然的无情报复, 诸如温室效应、臭氧层空洞、酸雨、物种灭绝、水土流失以及土壤的沙化、碱化、酸化等全球性环境问题。工业文明非但没有改善生态环境逐渐恶化的局面, 而且由于人口激增, 经济的无限增长, 反而使全球环境日趋恶化。进入20世纪, 特别是“二战”以来, 人类在宁静的社会环境中享受着科学技术所创造的巨大财富的同时, 又在宁静的生态环境中度日, 并日益感受到环境问题的严重性, 这是一个直接关系到人类自身能否持续延续的问题。

环境与经济间的突出矛盾, 迫使政治家和科学家同时思考这样一个问题: 究竟如何发展才能保证经济、人口和资源环境协调统一? 1972年联合国在斯德哥尔摩召开了标志着人类进入环境时代的“人类环境会议”; 1980年国际自然保护联盟等3个国际组织共同发表了《世界自然保护大纲》, 首先提出了可持续发展的概念; 1987年联合国环境与发展委员会在《我们共同的未来》的报告中把可持续发展定义为: “既满足当代人的需要, 又不对后代人满足其需求能力构成威胁的发展。”该定义一经提出, 便引起了国际社会的热烈讨论, 特别是1992年6月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会, 成为可持续发展思想被广泛接受的标志, 表明可持续发展在全球范围内开始从理论走向实践。

尽管对可持续发展的确切定义尚未达成共识, 在国际学术界存在很多争论, 但是, 从传统的把经济和社会发展与环境保护割裂开来, 最终导致环境污染和生态退化这一严酷现实中逐渐觉醒的人类, 不得不重新审视自己的社会经济行为和所走过的历程, 设法找到兼顾经济发展和生态平衡的人类生存和发展的道路。现在, 可持续发展已成为世界上许多不同政治制度国家共同选择的发展模式。

我国自古以来就是一个农业大国, 农业人口约占全国总人口的70%强, 因此农业问题始终处于国民经济发展的基础地位, 受到党和政府的高度重视。纵观农业的发展历史, 大致可划分为如下三个阶段: 亦即传统农业(经验农业)、集约农业(工业农业)和生态农业(合理农业)。目前正处于后两个阶段的过渡时期, 这是一个非常时期。因过分利用、掠夺性开发等严重违背经济规律和生态规律的行为所酿成的一系列生态性灾难, 使人类饱尝了大自然报复的苦果, 直接对农业的发展构成威胁, 形势十分严峻。因此, 创建可持续农业已成为摆在全国人民面前的一项艰巨任务。本文拟就发展可持续农业中的有关问题展开必要的讨论^[1-4]。

1 发展可持续农业要以系统科学理论为指导

系统论、信息论、控制论（统称系统科学理论）是20世纪40年代几乎同时诞生的综合性横断学科。有人认为，系统科学理论是继相对论和量子力学之后，又一次“彻底改变了世界的科学图景和当代科学家的思维方式。”发展可持续农业实际上是社会—经济—自然复合生态系统中的一个问题，解决系统问题，离不开系统理论的指导，它要求人们树立大效益的观念，恪守整体最优的原则。既注重宏观系统结构的优化，又要有微观领域的协调配合；既考虑眼前和局部的利益，又不背离长远的和整体的利益优化的原则；既承认经济系统的绝对性和独立性，又要注意到它的广延性、相对性和相互联系、相互作用、相互制约的特点；既要看到人的特殊性，尊重人权，又不能忽视人的自然属性，不危害自然权和动物权；既治标，又治本；既要展示规模和数量的先进，也不放弃追求利用风格和质量的特色；既满足当代人的需要，又不能对子孙的生存构成威胁。亦即在生产上考虑环境后果，经济上不忘长远利益，哲学上强调“天人合一”，社会上注重生态意识，目标上追求供需平衡。值得注意的是，为达到整体最优的目标，难免有时会给局部利益带来损失，这是处理系统问题较常见的现象。

可持续农业追求的是生态文明，即人与自然的和谐相处，协调发展。然而近些年来，国内频频发生的旱、涝、风、沙、虫等自然灾害，给农业发展和人民生活带来了灾难性影响。据有关资料显示，全国每年因各种自然灾害造成的直接经济损失达2 000亿元，因洪涝灾害减产粮食100多亿kg。这是人类在“征服自然”过程中的短视行为的直接后果，暗示出系统问题的严重性，前景不容乐观。系统性障碍只有通过修复系统才能解决，即应用系统工程的原理进行治理，此为发展可持续农业首先需要解决的指导思想和理论基础问题，因为系统工程学是一种对所有系统都具有普遍意义的科学方法。只有这样，才能避免决策失误，才能确保农业发展不偏离可持续的正确轨道。特别是我国正处于从计划经济到市场经济的过渡时期，掌握和运用好系统科学理论显得尤为重要。

2 实现可持续发展必须落实到区域^[5-7]

“全球关注，局部行动”，这是实现人类社会可持续发展的关键所在。无论是部门的持续发展，还是整个社会经济的持续发展，其落脚点必然是具体的区域、具体的空间。而任一区域的客观世界，都是一个相互依存的整体，任何一方的健康存在和兴旺都依赖于其他方面的健康存在和兴旺。实现区域的持续发展，要依靠各行各业、全社会的协调一致。实践证明，在任一区域，若无全区可持续发展体制和社会经济运行机制的建立，单一部门的可持续发展是无法实现的。而区域可持续发展的实现，不仅是经济实力、经济水平的发展，更应是区域内经济发展与环境的合理保护、资源的有效利用、社会的完善管理以及生活质量的逐步提高等的和谐和统一。这就要求一个自然—社会大系统的优化组合与建设。

区域农业的可持续经营与管理，就是要重新构建农业机制，最终培育出一种生态上健全、经济上合理、技术上适用的结构—功能—效用一体化的农业新机制，这是促使我国农业走向可持续发展的政策关键。

3 切实抓好人口控制这一基础性工作

农业的可持续经营与管理，也包括人口管理，必须把人纳入系统组分范畴。人作为一种特殊动物，具有噬食性和异养性，位于复杂生物链的末端，既是生态系统的操纵者，又是栖居者。随着人口的增长，人类为了满足自己的直接需要，总是以操纵者的身份向自然界索取他想要的一切，甚至忘却了自身也是环境链条上某一环节的成员，最终成为生物圈的寄生者，并对“寄主”构成越来越大的威胁。正在增加的证据表明，几乎所有的生态性灾难都是人类自编、自导、自演和自观的悲剧。因此有理由认为，人类要想安然地管理一切事物，必须应用系统生态学原理首先管理好自己的人口，充分认

识到人口问题的严重性和解决人口问题的紧迫性。

事实上, 社会—经济—自然复合生态系统理论亦表明, 社会系统、经济系统和自然系统这3个性质、结构、功能各异的系统, 是通过人这一“耦合器”耦合成复合生态系统的。区域内各子系统在纵剖面作用机制的演进也是由人所驱动的。因此, 必须在生态系统的经营管理中涉及人的行为问题, 在可持续农业的技术保障体系中把人的行为规范作为重要组成部分就成为必然。人是非完全理性的, 要通过法律、伦理、政治、资源等控制方式来实现农业生产管理组织的社会化, 以生态合理性来规范人的行为。只有这样, 使人类的利用和干扰限定在环境容忍阈值幅度之内, 区域的持续发展才有可能。

在做好数量控制的同时, 还要注意到人口的质量、结构和分布等也都与环境有着密切的联系。生态文明的新时代要求把生态伦理道德水准纳入衡量人口质量的指标体系。当代人在追求今世的发展时, 应当努力做到自己的机会与留给后代人的机会相平等, 消费亦然。现在看来, 要真正实现控制人口数量、提高人口素质的总目标, 确保吃祖宗饭、造子孙孽的现象不再重演绝非易事, 需要全体国民的长期不懈努力。

4 充分认识林业的天然屏障作用^[8-13]

在世界环境与发展问题中, 森林和林业扮演着至关重要的角色。森林生态系统作为陆地生态系统的主体和基础, 作为具有产业属性的社会公益事业, 直接关系到国家生态安全和人类生存。森林自身所具有的环境资源 and 经济资源的双重特性, 赋予它在社会经济发展中占据特殊的地位。21世纪将是一个绿色的世纪。历史的经验告诉我们, 每一个发达的国家, 都有一个发达的林业, 没有林业的现代化, 就谈不上农业和整个国家的现代化。应当看到, 当代林业已不再是以木材生产为单一目标的粗放产业, 森林生态效益和社会效益远远超过其本身的经济效益, 据有关专家估算, 森林的全部环境效益价值约为立木价值的6~20倍。

然而令人遗憾的是, 森林的真正价值长期得不到人类社会的认可和重视, 人们对森林非木材效用认识的缺乏, 曾一度把林业引向了纯经济主义的歧途, 致使我国森林的价值量呈现“赤字”现象愈演愈烈, 森林资源“空心化”问题日趋严重, 所有这些都增加了实现可持续发展的困难程度。据统计, 我国目前的森林覆被率仅为13.92% (按郁闭度大于0.3计算, 若按国际通行的郁闭度大于0.2计算, 则为15.25%, 列世界第120位), 这对一个多山的国家来说, 是无法保障山区的土壤和水源的。而一个国家全面发展的林业物质基础是森林覆被率在30%以上。这是我国生态环境问题的核心所在, 也是水旱灾害不断加剧的总根源, 这种因果关系和差距不容忽视。可以说很多与农业和水利有关的发展计划的失败, 都是由于对更宏观的森林问题没有给予足够的重视而致。

我们还应特别强调的是, 林业的天然屏障作用的发挥, 系以其自身的可持续发展为基础的, 很难设想一个不具备发展可持续性的林业的环境服务功能会是怎样的。可持续森林业应从景观生态系统的和谐稳定程度上来衡量。鉴于此, 必须走适合经济发展和林业特点的分类经营之路, 把森林资源划分为工业人工林、环境资源林和山地综合林, 并分类进行指导和经营, 实现地域分工、分类经营、总体协调、效益最佳的目标。要依靠科技进步, 借助人智慧和无限的自然力, 建设和保护好林业生态系统, 使之更健康 and 富有活力。另外, 解决林业持续发展问题, 最终还将涉及森林生态效益无偿使用和税费负担过重问题。必须承认, 森林生态功能也是产品, 也有价值, 农业是环境资源林受益最大的部门之一。那种把林业与农业及其他相关产业割裂开来进行管理的行为是错误的, 是与可持续发展不相容的。

5 技术创新是发展可持续农业的不竭动力

就目前而言, 总体说来我国的农业生产还处在粗放经营的落后状态, 土地的产出率、资源的利用率、劳动生产率和科技贡献率都不很高, 农业生产的发展很大程度上还以消耗资源、破坏生态、牺牲

环境为代价。这种高耗、低效的农业生产现状与可持续发展要求的条件不相符合，必须变革。要实现这一转变，离不开科学技术的强有力支撑和技术创新。农业新科技革命作为推动农业生产力发展的强大动力，是实现21世纪农业跨越式发展的根本途径和希望所在。历史上，农业科技每出现一次新的重大突破，无不给农业发展带来革命性影响。可以预言，新世纪的农业将是生物技术的一场革命。因此，有必要把生物技术列为农业技术创新的重中之重，切实抓紧抓好，谁在这一高科技领域走在了前面，谁就掌握了农业科技革命的主动权。现在，用基因转移的方法在不同物种间拆卸和装配已成现实，其主要目标是选育高产、优质、多抗的作物新品种，开发病虫害检疫和防治的新技术以及提高生物资源利用率的新方法等。相信有朝一日，在生物技术的强大攻势之下，非豆科植物固氮技术等迟早会被攻破，生物产量可望获得大幅度提高。除此之外，还有离子束育种、诱变育种、太空育种等，其有效作用也初见端倪，所有这些都将成为发展可持续农业奠定坚实的基础。与此同时，亦要注意研究开发作物轻简栽培技术和接近自然的全生态农业新技术，这是另一领域中的技术创新，同样具有非凡的现实意义，特别是在农产品市场对外开放的新形势下，对于提高出口产品的市场竞争力，消除非关税贸易壁垒，显得尤为重要。除技术创新外，尚有体制创新、机制创新、理论创新、思路创新等“软件创新”也应引起重视。总之，唯有创新才能为发展可持续农业提供不竭的动力，使我国这样一个农业大国变成农业强国。

6 指标体系与规划办法

可持续发展概念提出的同时，测度问题也就成了可持续发展研究关注的焦点之一。从可持续发展的实践来讲，重要的是如何规划和管理发展可持续性，因此必须找到规划管理的最适尺度。Forman认为，一个区域内，景观对规划可持续的环境是最有希望的空间尺度。因为景观有明显的边界，在其范围内生态过程有共同性，特别是景观的空间构型在任何景观或景观的主要部分，存在一种最佳的生态系统和土地利用的空间构型，以支持生态完整性和人的愿望的实现。发展可持续性的状态特征表现为人类发展水平和生态环境质量。因此可用协调度(DH)的取值检定区域是否可持续发展，其临界值为0.70。此外，尚有分室模型、生态位适宜度模型、大陆度—干燥度方法及计算机系统仿真和地理信息技术(GIS)等可行的方法。通过规划的实施，信息反馈，再经不断调整，逐步趋向可持续发展的目标。必须指出，我国地域辽阔，各地条件差异悬殊，绝非一种发展模式可以概括的，因此还应遵循因地制宜和实事求是原则。

7 结语

我们现在面临的是一个大转变的时代，这是巨大无比的人类文明史的全球性大转变。转变的突出标志是生态意识增强和环境意识觉醒。可持续发展战略思想正是这大转变时代的产物，它指出了现代人类经营活动的方向和行动准则。时代呼唤我们必须扬弃18世纪以来的物质生产体系，满足人类包括对优良生态环境的需要在内的全面发展需要，使人类社会由农业文明和工业文明走向生态文明的新时代，即实现生态化。应当看到，一个环境意识淡化的民族，是没有希望的民族，一个丧失生态伦理道德的民族，是走向衰落的民族。像我国这样一个泱泱大国，巨大的人口压力、脆弱超负荷的生态环境和落后的经济条件，经受着经济增长和改善环境质量的双重挑战，倘若不采取有效措施在创建可持续发展新文明方面有所作为的话，就很难摆脱生态冲击和贫穷的困扰，凡是从过分利用中获得的利益，都将从付出的代价中失去，这不是什么危言耸听，而是不可抗拒的客观规律。因此，实施可持续发展对策，特别是发展可持续农业，具有理论和实践上的双重意义。农业可持续发展最终是一个环境问题，保护环境就是保护生产力，改善环境就是发展生产力。

在我国，发展可持续农业不能脱离中国的国情，要以系统科学理论为指导，在科学规划的基础上，加强宏观调控。要以人为本，促进人口与资源环境的协调发展，建立“天人合一”的生态伦理

观。必须从维护国家生态安全的高度来认识植树种草和环境保护的非凡意义。依靠技术创新和科技进步,构建农业可持续发展技术体系,使农业由“资源依赖型”向“科技主导型”发展。冷静面对“入世”后的机遇与挑战,调整好产业结构和产品结构,大力推广轻简栽培技术和全生态经营新模式,实现低耗、高效的农业发展目标。要加快农业体制改革,制定和完善可持续发展的政策法规体系。这是我国农业可持续发展的正确途径。

参考文献

- [1] 李天生. 林业可持续发展与森林病虫害防治 [J]. 林业科学研究, 1995 (8): 94-98.
- [2] 魏宏森. 系统理论中的科学方法与哲学问题 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1984: 1-3.
- [3] 杨继平. 试论森林生态系统在经济发展中的重要作用 [J]. 林业经济, 1999 (4): 1-5.
- [4] 张瑛山. 生态系统可持续经营的探讨 [J]. 北京林业大学学报, 1995, 17 (3): 1-8.
- [5] 张连翔. 分室种群管理 (CPM) —— 一种新的害虫管理对策 [J]. 辽宁林业科技, 1996 (5): 29-31.
- [6] 赖根明. 林业的持续发展与明溪经济 [J]. 北京林业大学学报, 1995, 17 (3): 29-35.
- [7] 关景芬. 中国林业可持续发展宏观机制框架构想 [J]. 北京林业大学学报, 1995, 17 (3): 60-66.
- [8] 张熠星. 试论可持续林业经营 [J]. 北京林业大学学报, 1995, 17 (3): 9-13.
- [9] 潘存德. 森林永续收获与可持续林业的比较 [J]. 北京林业大学学报, 1995, 17 (3): 67-71.
- [10] 潘存德. 测度区域可持续发展的理论与指标体系 [J]. 北京林业大学学报, 1995, 17 (3): 36-44.
- [11] 欧阳志云. 生态位适宜度模型及其在土地利用适宜性评价中的应用 [J]. 生态学报, 1996, 16 (2): 113-120.
- [12] 王业遽. 高级生态学 [M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1990: 59-103.
- [13] 王海扣. 地理信息系统及其在害虫治理中的应用 [J]. 昆虫知识, 1997, 34 (6): 366-370.

果实软化相关PG基因的进化分析和基因组定位

魏 潇 刘威生 刘 宁 章秋平 张玉萍 刘 硕 刘有春

(辽宁省果树科学研究所, 辽宁营口 115009)

摘 要: 对48个果实PG基因进行系统进化分析, 结果表明3个进化支中都包含与果实软化相关的PG基因, 属于A支和属于B支的PG基因有明显的功能差异。氨基酸序列分析显示, 3个进化支中的PG基因存在多个差异位点, A支和C支PG基因的N端比B支短60~70个氨基酸。PG基因结构(包括启动子、内含子和编码区)的变异对其功能差异有重要影响。对苹果和桃的PG基因进行了基因组精确定位, 其附近存在果实软化相关性状标记。

关键词: 多聚半乳糖醛酸酶基因; 果实软化; 系统进化分析; 基因组定位

果实质地软化主要是由果肉细胞壁的结构降解和成分变化造成的, 涉及多种细胞壁降解酶和调控因子, 其中多聚半乳糖醛酸酶能够引起细胞壁主要成分果胶的降解, 在果实成熟软化过程中起着重要作用。PG是一种水解酶, 按照作用方式分为内切PG和外切PG。早在1988年, Bird等就从番茄克隆了果实特异表达的PG基因。Smith等将反义PG基因转入番茄中, 显著抑制了PG基因的表达, 而番茄果实仍能正常软化, 表明PG基因并不是引起果实软化的唯一必要因素。1994年, 美国Calgene公司将反义PG cDNA导入番茄育成FLAVR SAVR转基因延迟成熟品种, 并于同年批准上市, 这是PG基因应用最成功的例子。

目前, 已经从番茄、桃、苹果、梨、香蕉、李、杏、葡萄、草莓、鳄梨、柿、橙、番木瓜等果实中分离出了大量与果实成熟软化相关的PG基因(NCBI数据), 对PG基因在各种果实中的表达模式也有较多报道。不同物种的果实成熟后硬度差异很大, 而桃、草莓、葡萄、梨和苹果等很多物种均有软质品种和硬质品种, 细胞壁降解酶基因的表达及其调控的差异可能是产生不同质地果实的原因。PG由多基因家族编码, 不同的PG基因在果实软化过程中的表达模式不同, 如桃的PG基因(X76735和DQ340809)在溶质桃果实软化过程中表达量显著增加, 而另一些PG基因(AB231902和X77231)在溶质桃和硬肉桃中表达量都很少, 西洋梨的3个PG基因(AB066350、AB067641和AB067642)表达模式也不相同。PG基因功能的差异是在长期进化中形成的, 与其结构有密切关系。目前对于PG基因的研究通常以某一种果实为材料分析其表达模式, 而对数据库中大量果实软化相关PG基因的结构和进化关系的综合性分析很少。Hadfield和Bennett及Park等对植物和真菌的PG基因家族进行系统进化分析得到了不同的聚类结果, 但针对果实成熟软化相关PG基因的系统进化分析未见报道。

果实软化相关的一些性状已经被定位到遗传图谱上, 桃的粘/离核性状(F)定位于第4条染色体, 辣椒的软质果肉和果实脱落性状(S)定位于第10条染色体。番茄的PG基因(A24194)定位于第10条染色体, 苹果的PG基因(L27743)定位于第10条染色体。然而这些工作都是基于遗传图谱的初步定位, 随着全基因组测序工作的开展, 可以实现对PG基因的精确定位。

作者利用NCBI数据库和蔷薇科基因组数据库中的数据对来自不同物种的果实成熟软化相关PG基因进行了序列分析、系统进化分析和基因组定位, 以期定位为定位克隆, 分子标记辅助选择和探究PG基因在果实软化中的功能差异提供依据。

1 数据的获取与分析

从NCBI数据库中,以物种名检索果实的PG基因序列,搜索番茄、苹果、梨、葡萄、草莓、桃的PG基因序列,然后用BLASTn分别搜索与之同源性高的PG基因序列,将 $E \leq 10^{-10}$ 的序列认为是PG基因。共搜索得到128个PG基因的mRNA序列、DNA序列和启动子序列,得到61个与PG基因相对应的氨基酸序列。通过NCBI数据库中对基因来源组织的描述及相应的参考文献来判断搜索到的PG基因是否与果实软化相关。苹果基因组序列、桃基因组序列、李属T × E图谱和李属SSR标记等信息来自蔷薇科基因组数据库。

采用Bioedit 7.0软件对PG基因序列和氨基酸序列进行比对,分析保守区和变异位点。信号肽预测采用在线工具SignalP。启动子序列分析工具采用Plant CARE,用MEGA 4.0软件构建PG基因的系统进化树,选择邻接法,模型采用泊松校正,Bootstrap检验使用1 000次重复。利用GDR网站的BLAST功能将PG基因序列与基因组序列比对进行定位。根据李属T × E图谱上的SSR标记信息和PG基因座的物理位置,采用Map chart 2.0软件绘制物理图谱。

2 结果

2.1 PG基因的分子进化

用不同来源的PG基因氨基酸序列构建系统进化树,其中48个来源于果实,11个来自非果实,2个来源于微生物。进化树主要分为A, B, C共3个进化支,来自微生物的PG基因作为外类群。PG基因按照作用方式分为外切(C支)和内切两大类,内切PG基因又分为2个亚类(A支和B支)。果实中大部分PG基因是内切PG基因,A支包括来自桃、梨、李、杏、番茄、橄榄、番木瓜和甜瓜的PG基因,B支包括来自苹果、梨、桃、葡萄、番茄、柿、猕猴桃、鳄梨、覆盆子、橙和香蕉的PG基因,而属于C支的草莓PG基因是外切PG基因。因此,3个进化支均包含与果实成熟软化相关的PG基因。3个进化支分歧很明显,说明它们由不同的祖先基因进化而来,存在较大的功能差异,果实软化相关PG基因至少存在3个祖先基因。

进化树的树枝长度代表进化距离,一个进化支中来自同属植物的PG基因进化关系较近,其次与同科植物关系近。A支中来自李属桃的6个内切PG基因与李和杏的PG基因进化关系非常近,其次是与同属于蔷薇科的梨,而与茄科的番茄、葫芦科的甜瓜及番木瓜科关系较远,与拟南芥关系最远。B支中的PG基因也呈现相同的规律。A支和B支分别包括来自相同物种(如桃、梨、番茄)的内切PG基因。A支中的PG基因都来自软质果实,而B支PG基因的来源包括软质果实和硬质果实。C支则包括来自草莓的3个PG基因及其他物种的外切PG基因。

2.2 PG基因的结构

经过序列比对发现来自不同物种的PG基因的氨基酸序列同源性较高,含有4个保守性极强的基序:S294PNTDGIH301, G318DDC321, C338GPGHG343和R376IK378。大多数半胱氨酸(Cys, C)位点具有较强的保守性,然而3个进化支中的PG蛋白还有各自的保守区域和各自保守的半胱氨酸。为了研究不同进化支中PG蛋白的结构差异,分别选取三大进化支中来自桃、梨、苹果和草莓的PG基因的氨基酸序列进行多序列比对,A支和C支PG基因在N端比B支缺失一段60~70个氨基酸的肽段,A支和B支还有多处各自保守的氨基酸,如Y141-V141, L211-W211, T249-A249, M304-N304, R382-G382, S385-G385, T386-S386, F388-S388, H396-N396和G426-A426。信号肽预测结果显示,3个进化支中PG基因的信号肽长度均为20~30个氨基酸残基。

对果实PG基因的核苷酸序列进行序列比对,发现不同进化支中PG基因在编码区、内含子和非翻译区都存在明显差异。对PG基因的mRNA序列进行比对后,发现PG基因的两端为变异区,中间为保守区,编码区约为1 200 bp,保守区约为1 000 bp,保守区较长。3个进化支的PG基因保守区比较一

致, 5' 和 3' 端变异比较明显。PG 基因在编码区存在许多核苷酸变异位点 (单核苷酸多态性, SNP)。同一进化支中同一个物种的 PG 基因的 SNP 非常少, 如 A 支中距离较近的桃的 6 个 PG 基因在编码区 (1 182 bp) 总共仅有 23 个 SNP (变异率为 1.94%)。同属植物桃、李、杏 PG 基因之间也仅有 42 个 SNP (变异率为 3.39%)。而不同进化支中同一物种的 PG 基因编码区差异较大, 如桃的 EF568784 和 AB231902 编码区长度不同, 变异率达到 51.23%。

通过比对 PG 基因的 mRNA 序列和相对应的 DNA 序列得知 PG 基因含有多个内含子。不同物种的 PG 基因所含内含子数、长度和位置各不相同, 不同进化支中同一物种 PG 基因的内含子数、长度和位置也不相同。B 支的 PG 基因比 A 支含有较多内含子。A 支中桃的 PG 基因 (DQ340809、DQ340810、AY262753 和 AY262754) 均含有 3 个内含子, 而 B 支的 PG 基因 (X77231) 则含有 7 个内含子。同一进化支中 PG 基因内含子的数量、长度和位置相对保守, 位置相对应的内含子序列有较高的同源性。

对桃 (FJ940722)、梨 (AY728259) 和番茄 (FJ465170) PG 基因的启动子和 5' 非翻译区序列进行比对, 发现虽然没有同源性, 但有一些特征区域, 如 CA 重复、GA 重复、TA 重复或连续的 T 或 A。启动子顺式作用元件预测结果表明, 3 个启动子序列中都包含核心启动子序列 “TATA-box”, 增强子序列 “CAAT-box”, 多个光响应元件, 如 “G-Box”, “GT1” 和 “GA”, MYB 转录因子结合位点 “MBS”, 脱落酸应答元件 “ABRE”。梨的 PG 基因启动子中包含乙烯应答元件 “ERE”, 序列为 “ATTTCAA”, 桃和番茄的 PG 基因启动子则未包含乙烯应答元件。

2.3 PG 基因的基因组定位

利用桃和苹果的基因组数据对 PG 基因进行精确定位。苹果的 PG 基因 (L27743) 位于第 10 条染色体 18.13 Mb 处 (总长 33.49 Mb), 所在的重叠群为 MDC004966.443, 对应的预测编码区为 MDP0000326734。

桃的 PG 基因 AB231902 (ppa018113 m) 位于第 3 条染色体 20.57 Mb 处, X77231 (ppa019563 m) 位于第 8 条染色体 17.41 Mb 处, AY262755 (ppa022427m) 位于第 7 条染色体 9.87 Mb 处, 其余 7 个 PG 基因 (DQ340809、DQ340810、X76735、EF568784、AF095577、AY262753 和 AY262754) 集中分布在第 4 条染色体上 60 kb (22.62~22.68 Mb) 的区域内。这一区段存在 4 个预测的 PG 基因编码区, 分别对应 4 个基因座 a, b, c 和 d (表 1)。4 个 PG 基因 (DQ340809、X76735、EF568784 和 AF095577) 位于同一个基因座 d, 属于等位基因, X76735 和 AY262754 位于同一个基因座 c, 而 AY262753 位于另一个基因座 a。根据预测的 PG 基因编码区在染色体上的位置和 T × E 图谱中 SSR 标记的物理位置绘制了物理图谱。

表 1 桃第 4 条染色体上的 PG 基因座

基因座	编码区	长度/m	起止位置	等位基因
a	ppa021953 m	1 396	22626056 ~ 22627451	AY262753
b	ppa025787 m	1 771	22631190 ~ 22632960	未克隆
c	ppa006839 m	3 099	22649519 ~ 22652617	X76735, AY262754
d	ppa006857 m	2 660	22684500 ~ 22687159	DQ340809, X76735, EF568784, AF095577

3 讨论

3.1 果实 PG 基因的系统进化关系

基因家族是由一个祖先基因经过多次重复和变异产生的, 来自同一物种的 PG 基因家族成员处于进化树的不同分支中, 如在内切 PG 基因的两个亚类 (A 支和 B 支) 中均含有桃、梨和番茄的 PG 基因, 表明 A 支和 B 支 PG 蛋白结构的分歧出现在物种分化之前。PG 基因在功能上表现为趋异进化, 不

同的PG基因家族成员在植物不同组织中进化出了不同的功能，并且具有组织特异性。

Hadfield 等对20个PG基因进行了系统进化分析，分成A, B, C共3个进化支，A支包括在果实和脱落区表达的PG基因，B支包括在果实和裂开区表达的PG基因，C支的PG基因大多在外切PG丰富的花粉、花药或其他组织中表达，但未对不同来源的果实软化相关PG基因具体分析。Park 等将植物的PG基因分成5个进化支。本研究对48个来自果实的PG基因进行了系统进化分析，聚类结果与Hadfield等的3个进化支相对应，除A支和B支包含果实软化相关的内切PG基因外，C支的外切PG基因中也包含与果实软化相关的草莓PG基因，这与本研究选取了较多果实PG基因有关。将PG基因从进化关系上进行分类，对研究其功能差异有重要作用。进化关系较近的基因具有相似的功能，属于A支的PG基因在果实软化过程中起重要作用，而属于B支的PG基因在软质果实软化中则没有明显作用，说明两个进化支中的PG基因在结构上存在明显差异，从而导致其功能产生差异。Kim等认为，PG基因家族通过串联重复和染色体复制两种机制在基因组中产生了众多成员，PG基因的表达模式在复制后发生了分歧，来源于染色体复制的PG基因比来源于串联重复的PG基因倾向于有更多相似的表达类型，原因可能是串联重复复制不完整，未包含启动子及5'非翻译区。由于PG基因的启动子及5'非翻译区可能包含乙烯应答元件，所以对其表达模式非常重要，是研究PG基因作用机制的重要切入点。

3.2 PG基因的结构差异

PG是一种分泌蛋白，因此在其初生肽（前体）N端都有一段信号肽来决定成熟PG蛋白在细胞质中的定位。信号肽预测分析显示3个进化支中的信号肽长度没有明显差异。序列比对发现A支和C支PG基因在N端比B支缺失一段60~70个氨基酸的肽段，因此，B支PG基因在信号肽之后还有一段40~50个氨基酸的额外肽段。Hadfield 和Bennett认为B支PG基因有一段功能不明的前序列，而A支则没有。Degan 等认为B支PG基因N端结构域不像一般的前导肽参与前体蛋白的折叠或是与维持蛋白非活性形式有关，而是通过一种新的受激素调节的分泌途径来进行PG蛋白的胞内运输。另外，用PG基因的氨基酸序列片段来构建系统进化树，与用全长得到的结果一致，说明N端结构域并不是3个进化支唯一重要的区别，成熟肽中的氨基酸变异也是构成结构差异的重要因素。B支PG基因N端额外肽段的功能还有待于进一步研究。

A支和B支PG基因在编码区存在一些氨基酸变异位点，这些变异可能与PG蛋白的结构和功能有关，还有待于进一步验证。软质果实和硬质果实的PG等位基因间仅存在少量的SNP位点。‘Mondial Gala’（软绵）与‘Fuji’（硬脆）的PG基因序列仅存在1个SNP位点（G突变为T），导致缬氨酸突变为苯丙氨酸。Morgutti 等发现在溶质桃和不溶质桃的PG基因开放阅读框之间仅存在5个SNP位点，其中只有1个是非同义突变。这些SNP标记可用于果肉质地的分子标记辅助选择育种。

内含子不同程度的插入和缺失构成了基因结构的多样性，内含子的进化历程也反映了基因结构的进化。番茄中与果实成熟相关的PG基因（M37304）含有8个内含子，而器官脱落相关的PG基因（AF000999, AF001001）则含有3个内含子。桃的A支PG基因与B支PG基因所含内含子数也不相同。由此可见，内含子数和插入位置可能与基因的起源和进化有关。

3.3 PG基因的基因组定位

苹果的MdPG1（L27743）定位于第10条染色体67.7 cm处（总长105.1 cm），乙烯合成相关基因MdACO1也定位于这条染色体，另外，第10条染色体上还存在多个控制果实硬度的数量性状基因座QTL。桃果实软化与溶质性状相关，粘/离核性状（F）定位在第4连锁群44 cm处（总长48 cm）。根据T × E图谱信息，F性状定位于第4条染色体约52 cm处（总长62.5 cm），位于BPPCT035（50.9 cm, SSR标记）和MC024A（53.8 cm, RFLP标记）之间。Peace等认为，溶质/不溶质性状（M）与粘/离核性状（F）紧密连锁，F和M可能是同一个位点，而这个位点至少包含1个内切PG基因。本研究中被定位的7个PG基因都位于这个区段，SSR标记BPPCT035与PG基因座的距离仅有3.5 Mb，表明这几个PG基因极有可能是控制桃F和M性状的基因。苹果的第10条染色体与桃的第4条染色体上有3个共同

的RFLP标记：MC028a，MC030b和MC024a，2条染色体可能存在同线性片段。这说明苹果的第10条染色体和桃的第4条染色体可能与果实软化过程有着十分密切的关系。番茄的PG基因（A24194）定位于第10条染色体，与果实软化相关性状的连锁关系还有待于进一步验证。

本研究的结果表明PG基因结构（包括启动子及5'非翻译区、内含子和编码区）的变异和进化对其功能差异有重要影响，而不同果实PG基因中引起功能差异的关键位点还有待于进一步证明。对PG基因在苹果和桃中的精确定位为定位克隆提供了极大便利，从而为更好地利用PG基因，进行果实质地的分子标记辅助选择奠定基础。由于PG基因并非引起果实软化的唯一重要因素，对其表达调控及其与乙烯合成相关基因的相互作用位点还有待于进一步研究。

日光温室大棚农用天气预报及气象调控技术研究推广

孙立德 马成芝 梁志兵 高 鹏

(喀左县气象局, 辽宁喀左 122300)

摘 要: 根据12 a来喀左县日光温室栽培蔬菜小气候观测资料分析, 找出了棚内小气候与外界观测场大气候的定量关系, 还找出了棚内黄瓜、西瓜、青椒、香瓜、辣椒、番茄等生育期气象指标; 采用多元回归方法建立了温室大棚最低气温、平均气温、最高气温、相对湿度等预报模式; 逐日在气象预警接收机、电子显示屏、手机短信、电台、电视台等发布, 并建立日光温室大棚灾害性天气预报及农用天气预报平台, 实现了进村入户; 通过推广综合气象调控技术, 改善了棚内微气候条件, 促进蔬菜生长及免疫力增强, 达到了高产优质高效安全。

关键词: 日光温室; 栽培蔬菜; 小气候; 农用天气预报; 气象调控

1 引言

设施农业已成为辽宁抗灾避灾、农业增效和农民增收的优势主导产业, 成为辽宁现代农业的重要标志。我省属于温带大陆性季风气候, 冬季寒冷干燥, 大风暴雪冻害; 春季连阴寡照, 掀棚大风日数较多; 秋季高温热浪及棚内的病虫害对温室栽培蔬菜都造成不同程度的影响, 有的年份损失非常严重。设施农业的迅速发展和气象科技的不断进步催生了设施农业气象服务这一农业气象服务的新领域。

目前, 国内外都很重视农用天气预报研发及服务工作。我国目前开展的主要是针对农事季节的天气预报, 而针对农田小气候要素预报较少。同时气象部门针对设施农业发布的气象要素单一, 即使有相关的多要素发布, 仍缺少大气候环境与小气候环境的紧密联系, 缺乏针对性的监测预警指标的创新。现有的农业气象预报服务已不能满足越来越精细化的设施农业生产管理的需求和目标。所以, 做好日光温室大棚精细化农用天气预报技术研究推广, 对推动我国设施农业建设意义十分重大。通过推广综合气象调控技术, 使温室大棚生产逐步实现“看天管理”, 因灾害性天气发生事后被动调控变为提前主动调控, 可显著提升气象为设施农业防灾减灾服务的能力和水平, 同时改善棚内微气候条件, 达到高产稳产优质安全的目的, 促进设施蔬菜可持续发展^[1-2]。

2 日光温室小气候特性分析

喀左县气象局从2001年1月开始对日光温室大棚进行温度、湿度、地温等项目观测, 每天观测3次, 分别是08, 14, 20时。2003年1月在全国县级首家成立了大棚生态气象监测站, 对大棚温室内黄瓜、西瓜生长的气象因素、作物各生育期生育指标、病虫害、土壤温度传导等进行不同层次全方位立体观测。

2004年在前期观测的基础上, 对温室大棚青椒、辣椒、西瓜、黄瓜、香瓜等主要棚内蔬菜开展小气候系统监测, 研究温度、湿度、光照度及地温变化规律, 冬季(11月一次年2月)进行30 d 24 h对比观测, 每1 h观测1次, 观测的项目有气温、地温、相对湿度等, 棚内前中后设9个观测点; 针对大棚蔬菜生长及病虫害发生情况, 研究综合防灾气象调控技术; 发布日光温室大棚气象预报和灾害性天气警报。