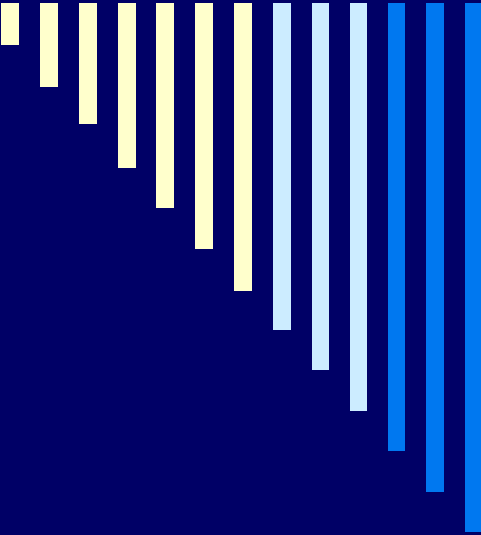



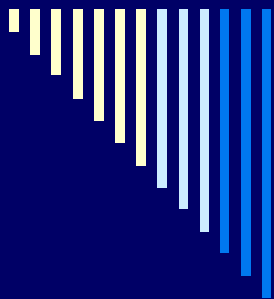
植物生理生态学

Plant Physiological Ecology



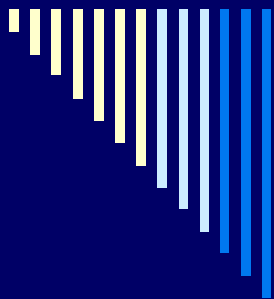
浙江大学农业与生物技术学院

张国平，陈进红



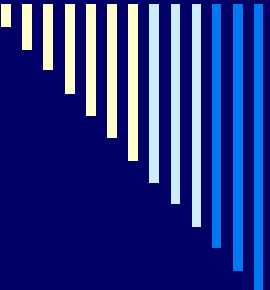
课程讲授主要内容

讲授主要内容	主讲教师
1 绪论	陈进红
2 同化物长距离运输	陈进红
3 生长与分配	陈进红
4 植物水分关系	张国平
5 矿质营养	张国平
6 生命周期：环境影响和适应性	张国平



主要参考书

- Hans Lambers等著,张国平,周伟军译. **植物生理生态学**,浙江大学出版社, 2005.7
- Hans Lambers, F.Stuart Chapin III, Thijs L.Pons. **Plant Physiological Ecology**. Springer-Verlag New York Inc.,1998
- 蒋高明主编.**植物生理生态学**.高等教育出版社,2004.12

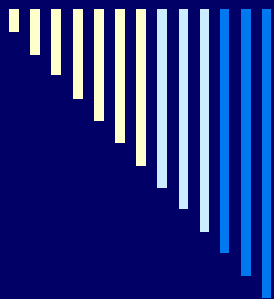


Plant Physiological Ecology



Contents:

1. Assumptions and Approaches
2. Photosynthesis, Respiration, and Long-Distance Transport
3. Plant Water Relations
4. Leaf Energy Budgets: Effects of Radiation and Temperature
5. Scaling-Up Gas Exchange and Energy Balance from the Leaf to Canopy
6. Mineral Nutrition
7. Growth and Allocation
8. Life Cycles: Environmental Influences and Adaptations
9. Biotic Influences
10. Role in Ecosystem and Global Processes



第1章 绪论

- 1 植物生理生态学的特点
- 2 植物生理生态学的起源与发展阶段
- 3 植物生理生态学在国内的发展

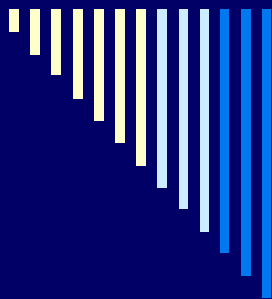
第一节 植物生理生态学的特点





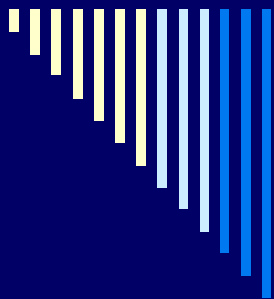
1 植物生理生态学的概念

- 生理生态学是一门力求阐明各种生态现象、生理机制的实验科学。是植物生态学的一个分支，用生理学的观点和方法来分析生态学现象，研究生态因子与植物生理现象之间的关系，是生理学与生态学的结合。
- 植物生理生态学（**Physiological Ecology, Physiological Plant Ecology, Plant Physioecology**）：研究植物的生理特性、生理功能对生态条件的要求、适应与改变，侧重于植物生理反应、生理特性在不同生态条件下的应用。
- 植物生态生理学（**Environmental Plant Physiology, Stress Physiology, Plant Ecophysiology**）：从生态学的观点研究作物的某个功能。如不同生态环境条件下，不同作物或不同群体的光合、呼吸、水分、养分以及生长、生殖特性、生理特征等。



植物生理生态学的研究内容

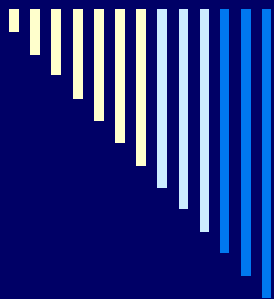
- 植物与环境的相互作用和基本机制
- 植物的生命过程
- 环境因素影响下的植物代谢作用和能量转换
- 有机体适应环境因子变化的能力



学科定位



- 研究种群、群落和生态系统功能的学科
- 宏观与微观生物学研究的结合点
- 个体水平以下研究结果的证明和理解



研究新动向

□ 当前:

- **研究层次:** 在细胞到生态系统各组织层次放大的同时, 重新将重点集中到个体水平
- **研究对象:** 从过去的作物与常见种为主转向生物多样性与全球变化的关键种类

□ 研究方向:

- 植物在温室气体浓度上升造成的全球变暖和由它带来的各种全球变化中的生理生态响应
- 植物适应和进化的机理, 对有限资源的合理利用
- 光、温、水、气、养分等多种环境因子对植物影响的及相互作用
- 环境因子对植物生长发育的影响
- 植物的抗逆性潜能和植物生长过程的自动监测、动态模拟
- 特殊生境下植物的生态适应机制



当前的研究热点

- 区域或全球碳循环
- 植物或生态系统对CO₂浓度升高的生理生态响应
- 逆境胁迫下的植物生理生态响应
 - 高温与低温
 - 强光
 - 紫外辐射
 - 盐胁迫

第二节

植物生理生态学的起源与发展阶段



思辨方法和准实验方法阶段 (公元前---1750)



□ 中国：产生了一些朴素的植物生理生态学思想：

- 《尚书·洪范》(公元前2000-公元前600)：五行说
- 《尚书·周礼》：“阳木生山南者，阴木生山北者”
- 刘恂《岭表录异》：“广州地熟，种麦则苗而不实”
- (中国古代的思想家大多是从自然界认知了一些基本规律，包括生命的起源与演化，但后来这些知识大多被引申为做人和做官的道理，很少像文艺复兴以后的西方那样沿着认知自然的道路走下去，这可能是我们祖先很早的发现不能演变成近代自然科学的主要原因)

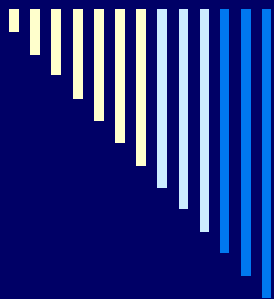
□ 西方：植物与环境关系的准实验研究

- 17初van Helmont的柳树实验，寻找光合作用的物质来源；
- Woodward(1699)液体培养技术寻找出植物所需要的一些营养物质；
- Hales(1727)指出空气是植物体的组成部分，认识到了光合作用主要物质的来源问题

观察与描述方法的开创阶段 (1750-1900)



- 植物生理生态学仍未脱离其双亲学科的研究方法：生态学的描述阶段与生理学的室内研究
- 代表性成果：
 - 植物生理学：Liebig(1862)的最小因子定律；
 - 植物生态学：Haekel(1866)的生态学概念；
 - Haberlandt(1884)、Schimper(1898)、Warming(1891)等分别从植物解剖学、植物地理学和植物生态学角度，通过观察研究，提出植物对环境的适应性及一系列重要的猜测和假说。观察成为植物生理生态学研究的一种重要方法
 - Pfeffer(1900)等在植物与环境观察与描述的基础上，出版了第一部《植物生理学》，内容涉及植物的光合作用、呼吸作用、同化物质的分配、水分关系、矿质营养、氮同化、植物与环境关系等。有些观点影响至今。
- 观察法的缺陷：
 - 只能得到事物的表面现象，而对时过境迁的现象无法自发重现
 - 只能得到事物综合的表现现象，无法了解原因



实验方法阶段 (1900-1950)



- 实验研究了：
 - 植物叶片能量平衡(Clements, 1907) ;
 - 环境因子对植物气孔开张(Briggs等, 1920);
 - 光饱和点、光补偿点(Bates和Roeser,1928);
 - CO_2 饱和点、 CO_2 补偿点及温度(Blackman和Matthaei1905)、矿物质(Briggs, 1922)对光合作用的影响
- 问题：
 - 室内进行，且大多为单因子影响研究
- 20世纪50年代，W.D.Bllings最早倡议将植物生理生态学作为一门独立的学科

理论方法与综合方法阶段 (1950-1980)



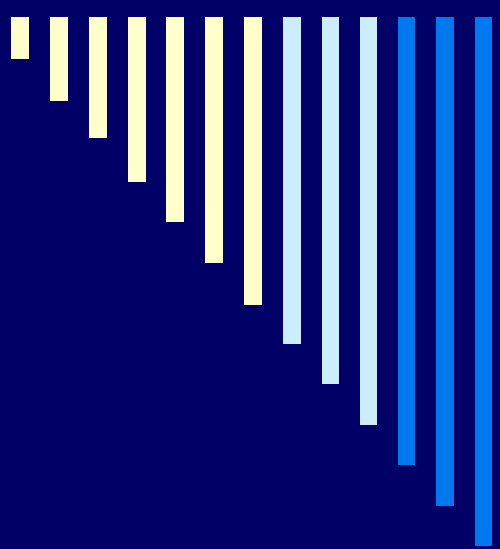
- 开始得到长足的发展
- 野外测定手段的不断改进和计算机的广泛应用使：
 - 精确测定植物代谢与其微环境变化成为可能；
 - 人工气候室使室内模拟自然环境成为可能；
 - 模型方法得到广泛的应用；
- Ludlow和Wilson对气体进出叶片阻力的研究，Cates对叶片能量平衡的研究，Monteith的植物干物质生产----气候模型等，奠定了**定量研究**环境对植物代谢影响的理论基础。
- 20世纪60年代末以后，植物**生长模型研究**进入繁荣时期。农作物同化、呼吸以及蒸腾作用的系统性模拟模型，作物生长与生产的模拟模型；80年代又发展了建立在生物化学反应基础上的光合作用及气孔调节模型
- 1975年Larcher(奥)《Physiological Plant Ecology》出版，宣告了这门**学科**的正式**形成**。

现代植物生理生态学阶段 (1980-现今)



□ 生态环境问题的不断出现与技术的进步(便携式快速而精确的测定仪使野外自然状态下测定分析成为可能,室内稳定性同位素技术及元素分析技术的应用许多生态学现象和野外观测结果以机理性解释)促使植物生理生态学得到迅速发展:

- 个体生理生态学: 以农作物、经济林木、牧草和资源植物为研究对象,研究个体的光合生产、水分循环和抗性生理。
- 群落生理生态学: 以植物群落结构与功能的研究为核心。



第三节 植物生理生态学在国内的发展





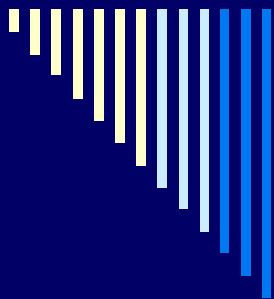
1920-1960

□ 始于20世纪20年代:

涉及植物生长发育与土壤理化性状、水分、养分的关系

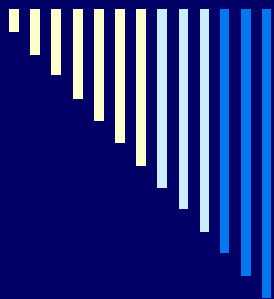
□ 代表性工作:

- 钱崇澍(1883-1965): 钡、锶及铈对水绵的特殊作用(Chien & Osterhout, 1917)
- 李继侗(1897-1961): 光对光合速率变化的瞬时效应(Li, 1929)
- 汤佩松: 发现水稻EMP无氧呼吸酶系统(1956)
- 罗宗洛: 不同浓度的氢离子对植物的影响(Luo, 1927)
- 汤佩松, 王竹溪: 用热力学原理分析单细胞和水分的关系(渗透压、吸水压及膨压)(Tang & Wang 1941)
- 崔徵(1954), 汤玉玮(1955): 微量元素对植物的影响
- 罗宗洛(为首): 20世纪50年代开始干旱、盐碱、寒害和涝害等方面的研究。



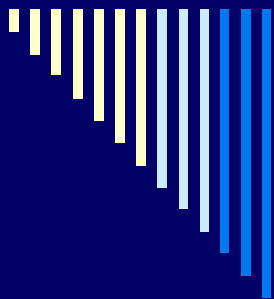
1960-1980

- 从生理生态学角度开展大田作物光合生理研究，修订了传统的群落光合模型；
- 20世纪70年代开始，围绕大气和水质污染开展植物与环境污染物质关系的研究，分别就 SO_2 、 NO_x 、 HCl 、 Hg 、 Cu 、 Pb 、 Cd 等重金属的吸收积累与分配及植物的净化功能进行了研究，为大气和污水排放标准的制订污灌对作物质量的影响以及建立生物净化带等提供了依据



1980-1990

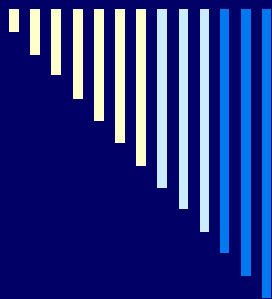
- 植物生理生态学研究零星分散，实验观测仪器设备落后陈旧，开展的植物生理生态学研究几近空白。
- 李博：翻译Larcher编著的《Physiological Plant Ecology》《植物生理生态学》，为该学科在以后中国的迅速发展奠定了基础；
- 李继侗：《植物气候组合论》，全面介绍Lundegardh等人的理论，并结合实际对我国全境的植物群落和气候组合作了比较深入的探讨，同时开展了一些光、温、水对植物生长发育的影响的研究



1990--

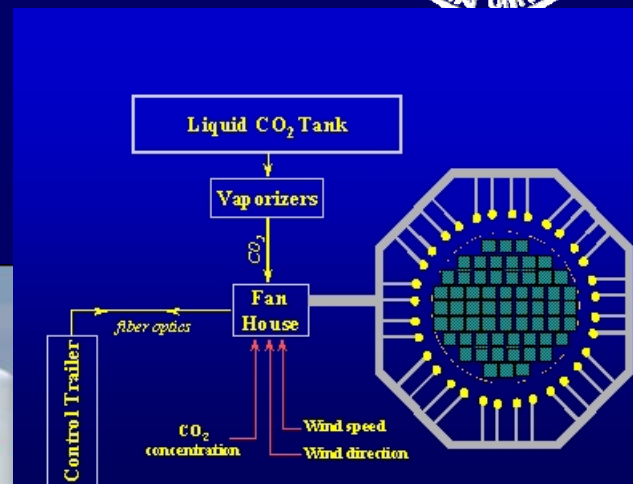
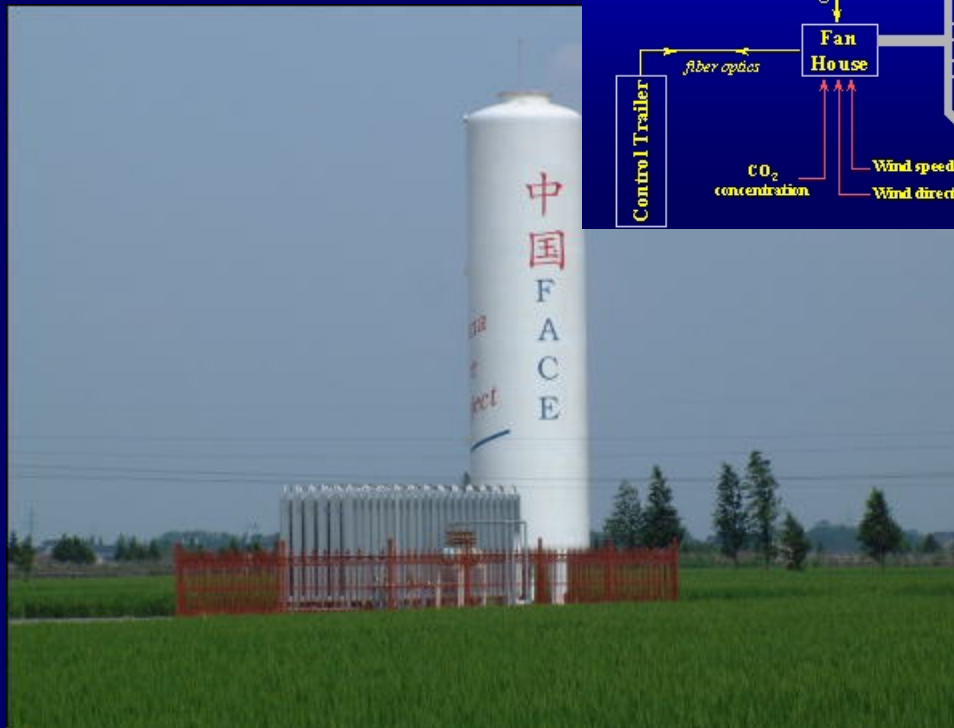


- 仪器的更新，尤其是CERN(中国生态系统研究网络)和中国生物多样性项目的实施，国内各研究单位购置了大量的植物生态生理仪器，开展了大量的研究，在不同野生植物或大田作物的光合生理、水分生理、抗性生理等方面取得很大的进展



中国FACE

2001年6月初建成，无锡市安镇年余农场。FACE (Free-Air CO₂ Enrichment) 是指在自由空气中增加CO₂浓度。创造一个模拟未来CO₂增加的微域生态环境进行CO₂增加的模拟试验。试验尺度相对较大，系统内部通风、光照、温度、湿度等条件十分接近自然生态环境，获得的数据更接近于真实情况。实验的成功很大程度上依赖于系统中CO₂的目标浓度在时间和空间上的保证。用于水稻-小麦轮作系统



FACE(Free Air CO₂ Enrichment)



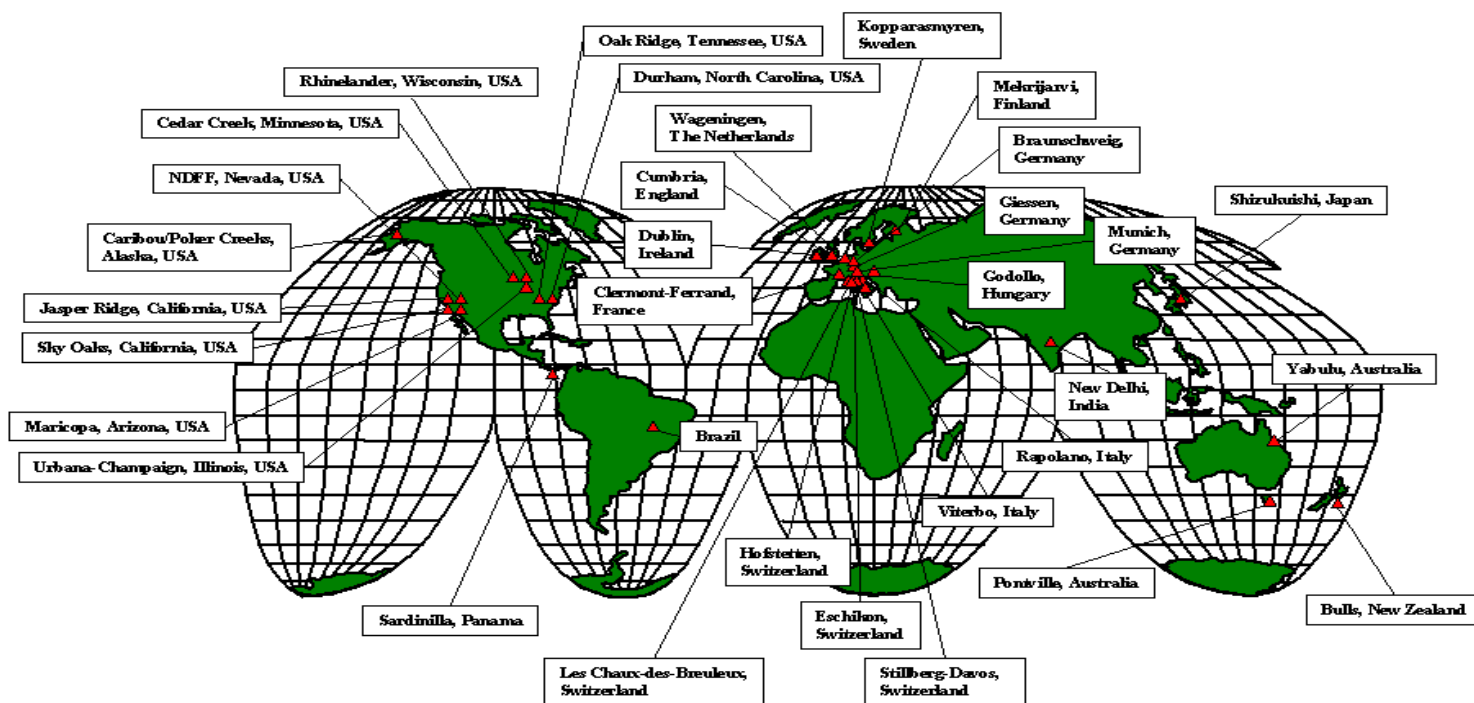
- 该系统现建有3个CO₂浓度升高的FACE圈，5个作为对照的控制圈。8个圈的直径均为12.5M。通过监控系统，自动调节FACE圈CO₂浓度，保持FACE圈CO₂浓度高于对照圈浓度200ppmv。

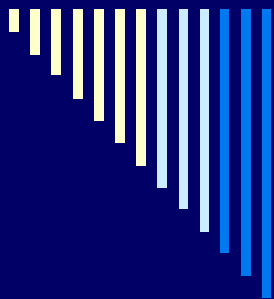


全球FACE项目分布



FACE技术
涉及的生态
系统类型主
要有森林、
草地、农田
等,研究的
作物有小麦
、棉花、高
粱、玉米、
水稻等。





总结



- 植物生理生态学具有植物生态学与植物生理学双亲起源的特点，是一门明显的交叉学科；
- 在学科成熟过程中，Schimper、Billings、Larcher等的贡献不可磨灭；李继侗、李博的工作促进了在中国的传播与发展；
- 植物生理生态学能对一些生态学现象以及资源的可持续利用给予机理上的解释，越来越受到国内外学者的重视；
- 虽然有时难以区分研究工作属于生理学还是生态学，但重要的一点是：包括了生理学的严谨实验与生态学的宏观思维的研究在一定程度上为研究的开展提供了新思路。
- 中国的植物生理生态学研究要紧紧抓住中国自己的生态问题，同时要保证研究手段的不断更新，在高水平国际学术期刊上发表高质量的论文，在国际上占一席之地；
- 在国际学术竞争中，依然唱“配角”还是争唱“主角”，取决于我们一代，更取决于在坐各位的努力！