



上海乾菲诺农业科技有限公司
Zealquest AgriPheno Co., Ltd.

AgriPhenoTM
Phenotyping Future

2020年6月 | 第13卷 | 第2期

快讯
NEWSLETTER
AgriPheno

AgriPhenoTM
Phenotyping Future

泽泉快讯 ZEALQUEST NEWSLETTER

2020年 第13卷 第2期

AgriPheno 泽泉 AGRIPHENO NEWSLETTER

泽泉
Zealquest

泽泉快讯

ZEALQUEST NEWSLETTER

2020年6月 | 第13卷 | 第2期

泽泉
Zealquest

上海泽泉科技股份有限公司
Zealquest Scientific Technology Co., Ltd.



泽泉快讯

ZEALQUEST NEWSLETTER

2020年6月 | 第13卷 | 第2期

《泽泉快讯》编委会

主 编：徐静萍

责任编辑：王吉生

编 委 会：甘宇宏 苟水燕 郭 峰 何红梅

黄亚东 吕中贤 马 霞 潘 婕

史建国 沈天跃 王 强 王阳阳

储一青 郑宝刚 赵志鸿 王玉杰

电 话：021-32555118

传 真：021-32555117

地 址：上海金沙江路1038号华东师大科技园2号楼8楼

E-Mail: newsletter@zealquest.com



《泽泉快讯》版权声明

《泽泉快讯》由上海泽泉科技股份有限公司印制，属于上海泽泉科技股份有限公司内部刊物

版权所有：©上海泽泉科技股份有限公司，并保留所有权利

本刊物内之所有数据均为上海泽泉科技股份有限公司全权所有，并受版权及拥有权条款所保障

未经版权持有人上海泽泉科技股份有限公司的书面许可，任何人或机构一律不得复印、分发及编辑本刊物内之所有数据。

上海泽泉科技股份有限公司已尽力确保本刊物之内所有数据或其数据之来源均为可靠。所有数据并不存有任何形式的授权、代理、引申及认可。上海泽泉科技股份有限公司对任何人士采用或依靠此等方式，一概不会承担任何法律责任。

注：本期刊为公司内部刊物，不做任何商业用途

03

企业新闻 CORPORATE NEWS

03 LemnaTec赞助EMPHASIS植物表型摄影大赛

08 Felix公司最新推出F-751系列品质检测仪与FruitMap应用程序

11 泽泉科技叶绿素荧光仪实验指南网络研讨会成功举行

13

企业文化 CORPORATE CULTURE

13 把初心落在行动上
把使命担在肩膀上
—泽泉科技党支部主题党日活动

15 泽泉科技网络研讨会首秀—叶绿素荧光仪实验指南网络研讨会的台前幕后

18 到武夷山脉安装植物生理生态系统

20

行业动态 INDUSTRY DYNAMICS

20 种子呼吸分析仪-SRA

24 Ampha™ Z32花粉活力分析仪应用实例：花粉活性对番茄座果率的影响

26 CytoSense 助力Geestmerambacht娱乐公园浮丝藻水华分析

29 CytoSense快速在线分析酿酒酵母生理特性

35 果实贮藏期延长和成熟度控制中乙烯浓度检测与调控的研究进展

39

技术文章 TECHNICAL ARTICLE

39 关于光合作用测量仪器，您必须知道的使用要点

47 利用EasyClus软件和CytoSense流式细胞仪建立藻类监测数据库

LemnaTec赞助 EMPHASIS植物表型摄影大赛

文/郑宝刚

对摄影感兴趣吗？

对植物表型感兴趣吗？

对植物表型摄影感兴趣吗？

欧啦！展示摄影才华的机会到了！

闲话少叙，直奔主题！

先说奖品

2500欧元（约2万人民币）的高端相机，哇~欧~

作品范畴

包括（但不限于）研究图像，研究人员的照片，植物，表型设施，设备

作品要求

格式jpg, bmp, gif, tif, png, 小于1.95MB

友情提示

记得附加对作品主题的创造性和艺术性解释

出版展示

所有入围的照片将由EMPHASIS及其合作伙伴出版，并在各种场合展出

指定通道

https://www.plant-phenotyping.org/EMPHASIS_Photo_Submission

谁可参赛

看到大赛新闻的
人都可以提交照
片参赛

截止日期

2020年8月31日



LemnaTec赞助EMPHASIS植物表型摄影大赛IPPN（国际植物表型网络）合作参与！

作品提交及作者信息

First name: *

Last name: *

Email: *

Position:

Institution/Company/Association*:

Street: *

ZIP: *

City: *

Country: *

Picture title: *

Location where picture was taken: *

Date when picture was taken:

Picture description: *

Upload file (jpg/bmp/gif/tif/png)

Images_PhotoCompetition


max. File size: 1.95MB

更多信息（版权，责任，数据保护，作者信息）详见摄影大赛网站页面：
https://www.plant-phenotyping.org/EMPHASIS_Photo_Submission

EMPHASIS网站链接

https://emphasis.plant-phenotyping.eu/Photo_Competition

The EMPHASIS Photo Competition supported by LemnaTec




Interested in photography?
 We are looking for the best photograph portraying plant phenotyping.
 The winning photographer will receive a high-end camera worth 2500 Euro.
 Submissions may include (but are not restricted to) research images, photographs of researchers, plants, phenotyping facilities, equipment and also creative and artistic interpretations of the topic.
 All short-listed photographs will be published by EMPHASIS and its partners and exhibited at various occasions.


Submission is now open
 Everyone is welcome to participate! The deadline for submission is 31 August 2020.

[Picture Submission Form](#)

In collaboration with **IPPN e.V.**

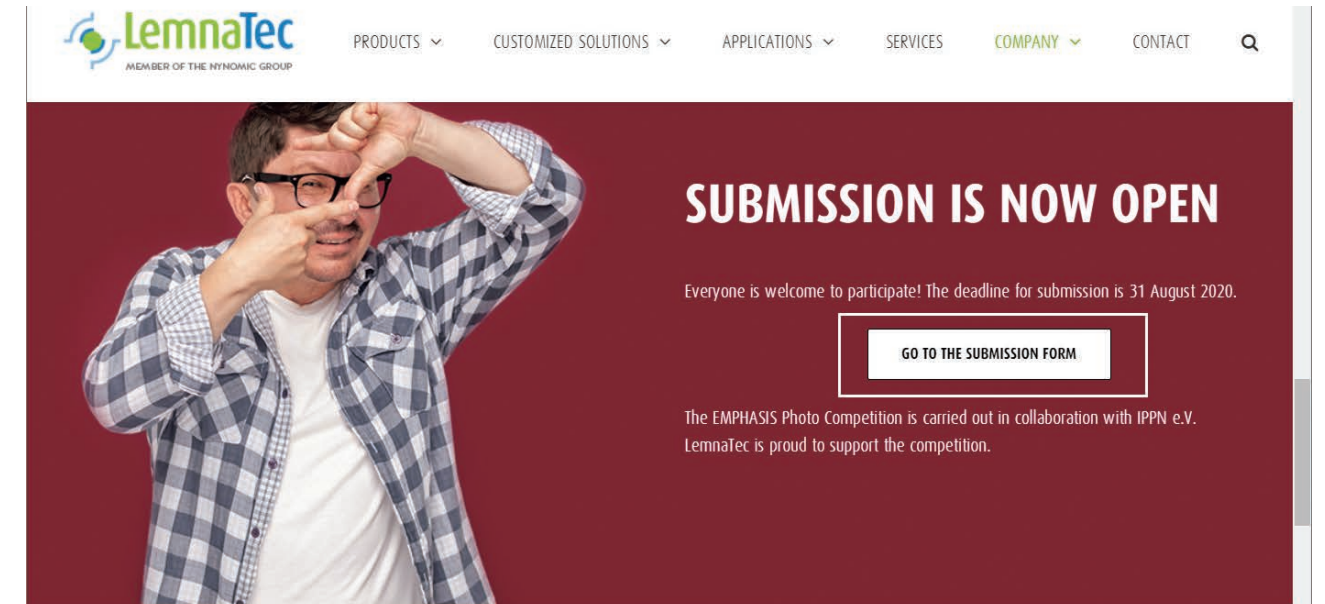


The EMPHASIS Photo Competition is supported by LemnaTec.



LemnaTec官网链接

<https://www.lemnatec.com/emphasis-photo-competition-sponsored-by-lemnatec/>



LemnaTec
MEMBER OF THE HYDROMIC GROUP

PRODUCTS CUSTOMIZED SOLUTIONS APPLICATIONS SERVICES COMPANY CONTACT

SUBMISSION IS NOW OPEN

Everyone is welcome to participate! The deadline for submission is 31 August 2020.

[GO TO THE SUBMISSION FORM](#)

The EMPHASIS Photo Competition is carried out in collaboration with IPPN e.V. LemnaTec is proud to support the competition.

抛砖引玉的作品

（图片来源LemnaTec官网，部分裁剪）





关于LemnaTec

LemnaTec是世界领先的植物表型和高通量筛选领域的硬件和软件系统专家，其表型技术在科学研究、生物经济以及农产品的开发和质量控制方面，引起了科研工作者、育种公司等不同领域用户的极大兴趣。LemnaTec为Corteva, BASF、杜邦先锋和拜耳作物科学等工业企业以及例如法国农科院、英国洛桑研究所、德国IPK、澳大利亚植物功能基因组中心等众多国际研究机构和大学提供定制解决方案。LemnaTec现为国际光电子行业巨头Nynomic AG的子公司，作为第七支柱整合到该集团中，使得LemnaTec的业务运营进入一个新的高增长时期。

LemnaTec国内代理商及战略合作伙伴——上海泽泉科技股份有限公司，在国内已经建立了良好的用户基础，已有用户包括中科院遗传与发育生物学研究所、中国农业科学院生物技术研究所、北大荒垦丰种业公司、中科院上海植物逆境生物学研究中心、广西农科院甘蔗研究所、南京农业大学、四川大学等众多科研院所、高校等单位。上海泽泉科技股份有限公司将一如既往地保持与LemnaTec公司良好的合作伙伴关系，维持并持续增加未来的业务往来。

Felix公司最新推出F-751系列品质检测仪与FruitMap应用程序

文/陈彦昌

F-750系列F-751牛油果、猕猴桃和芒果品质检测仪，F-751基于F-750的基础上进行开发针对单一水果进行快速无损评判的一款便携式仪器。基本的原理是一样的，基于近红外技术，通过光谱的吸收特性测量果实的糖度、干物质量等评判风味指标。

为了便于客户测量，Felix公司建立了标准测量模型（猕猴桃、芒果和牛油果），客户无需自己建立模型。快速无损测量猕猴桃、芒果或牛油果的糖度或干物质量，同时可以通过Felix公司开发FruitMap地图，帮助科研人员进行高效的研究、农场管理者或经营者进行快捷的管理，建立采摘序列，分配采摘时期。

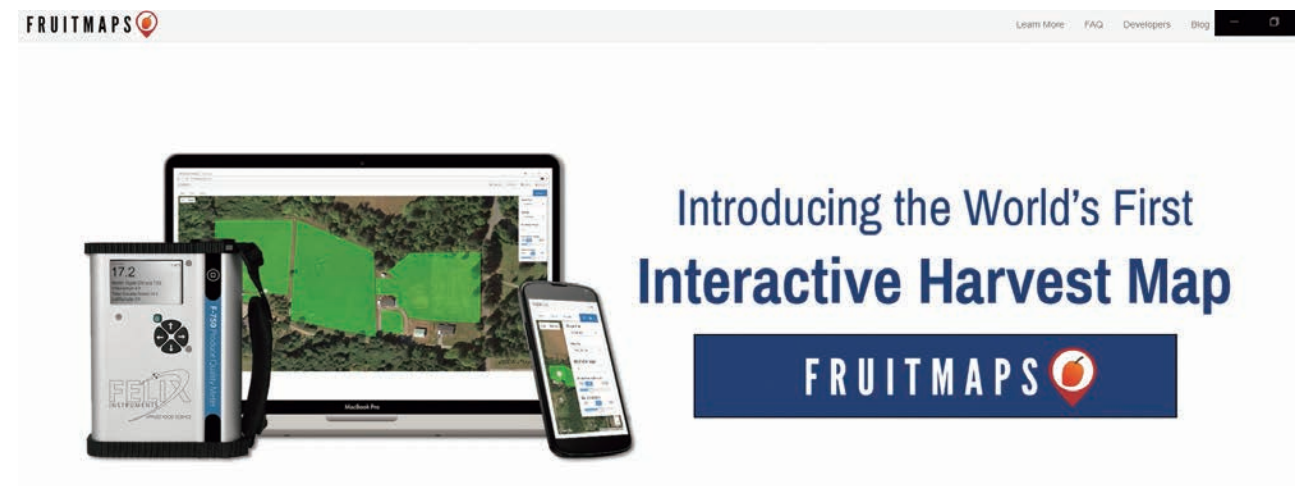
虽然多年来，种植者已经根据自己的总结的一些方法来决定什么时候收割他们的作物。他们从经验判断到用传统的电子表格跟踪数据的方法，但是都不可能做到精确的掌控最佳的合适时间，这对于种植者来说这是无奈的。如果知道最佳的采摘时间，以达到最高的质量和减少浪费，而不是操之过急或等待太久，牺牲了利润。

现在对种植者来说幸运的。Felix仪器的工程师与澳大利亚中央昆士兰大学合作，几年前合作开发了F-750产品质量测量仪，随后又开发了F-751产品系列。该仪器允许种植者使用光谱和特定模型来测量诸如干物质和总可溶性固形物(Brix)特性，从而无损的测量水果的成熟度。为选择采摘的时间提供了依据，去年Felix公司又将设备的应



用向前推进了一步，舍去传统的数据表格，转而形成可视化格式，利用GPS数据信息绘制远程地图。Felix公司与中央昆士兰大学教授克里·沃尔什及其研究团队合作，利用看似无边无际的卡里普索芒果田地，开发了世界上第一款免费水果成熟应用：水果地图。该程序将提供给任何和拥有F-750及F-751品质检测仪的用户并帮助获取仪器上生成的数据，将其转换为可视格式，便于访问与管理。

FruitMap界面



创建账号、用户名和密码

Login / Sign Up

Existing Account Create New Account

Need an account? Sign up below to get started.

Email demo@fruitmaps.com

Password

Confirm Password

Close Create Account

建立第一个位置，输入名称和地址，建立样品测量点、导入数据、建立库文件

Welcome to FruitMaps!

To get started please enter a name for your first location, as well as its address.

Name

CID Bioscience

Address

1554 NE 3rd AVE Camas WA

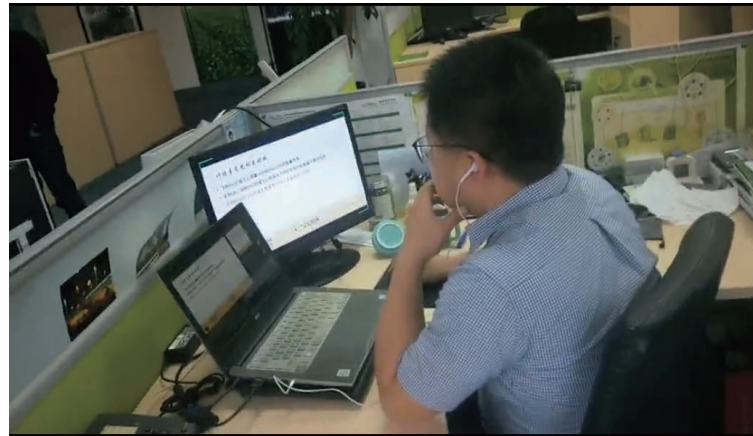
Add New Location



泽泉科技 叶绿素荧光仪实验指南网络研讨会 成功举行

文/郑宝刚 图/马霞

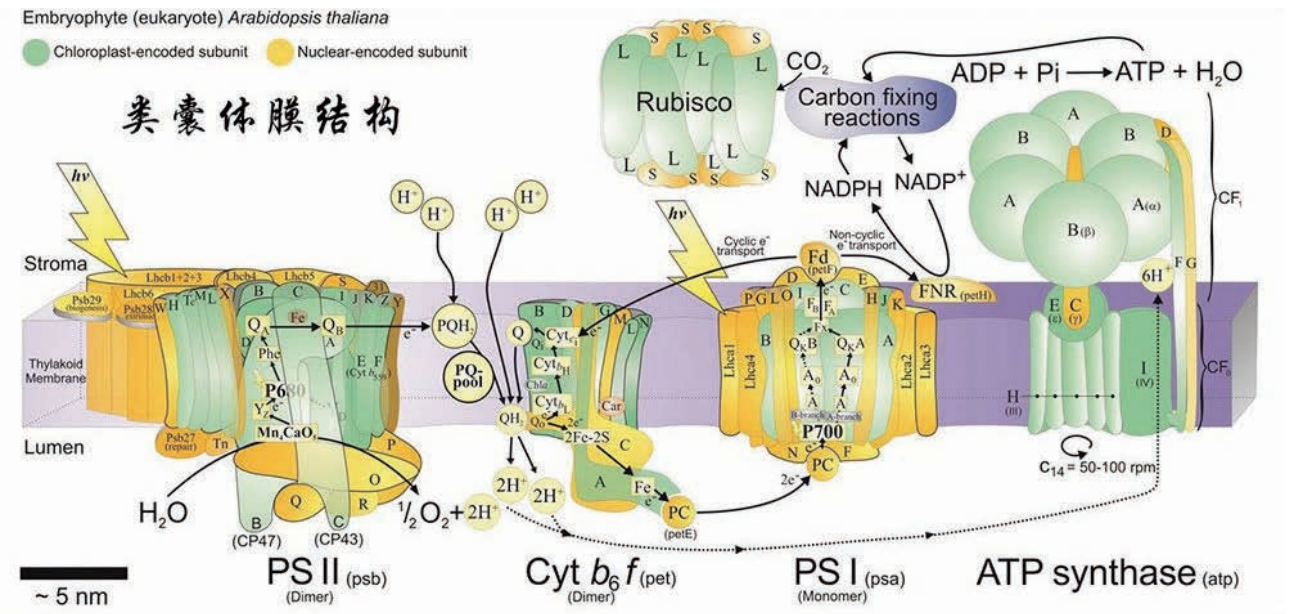
光合作用分为光反应和暗反应，叶绿素荧光产生在光反应阶段，主要与吸收光能的转换效率有关。叶绿素荧光仪是目前研究光合作用光反应最常用的工具之一，可以测量叶绿素荧光，用于研究光合作用能量转换。《叶绿素荧光与光合作用能量转换-叶绿素荧光仪入门指南》第一版由PAM荧光仪发明人Ulrich Schreiber教授于1997年编写。在后续的二十多年里得到广泛引用和参考。2020年5月，由德国WALZ



应用科学家Gert Schansker 博士编写的第二版《叶绿素荧光与光合作用能量转换-叶绿素荧光仪入门指南》发布。为了让大家更好地理解和应用新版叶绿素荧光仪入门指南，泽泉科技于2020年5月26日成功举办了叶绿素荧光仪实验指南网络研讨会。近300位光合作用研究领域的专家和学者应邀参会，与泽泉科技的技术专家进行了充分的沟通与交流。

新版《叶绿素荧光与光合作用能量转换-叶绿素荧光仪入门指南》主要包含4个部分：光合机构与叶绿素荧光研究背景、PAM叶绿素荧光仪原理、不同类型叶绿素荧光仪的应用、18个实验设计的实践操作。

18个实验操作包含了荧光信号标度设置，测量光强度(Int.)、频率(Freq)、增益(Gain) 的设置，饱和脉冲强度(Int.)、持续时间(Width)的选择，远红光(Int.)的作用等仪器设置的要求；Fo'计算方式，Fv/Fm测量等荧光信号的意义解释；强光/弱光，原位/离体，记忆/长期效应，叶绿体运动，状态转换等叶片状态相关的影响因素；PSI受体侧，Fo以下的Fv淬灭，叶片上下表面，阴生/阳生等叶片结构差异相关信息；光抑制，热胁迫等非生物胁迫的作用效果探究。最后，着重强调了野外实验无法回避的林木冠层内外差异、禾本科冠层差异及干旱胁迫等叶绿素荧光测量影响因素。



实验章节通过实验设计目的，实验时间安排，实验材料选择，预期结果分析与讨论的顺序呈现给读者。如果您手边有PAM荧光仪，您可以尝试完成《叶绿素荧光与光合作用能量转换-叶绿素荧光仪入门指南》内的所有实验。我们相信，从此以后，您将会对PAM叶绿素荧光仪有一个全新的认识。

如需本次叶绿素荧光仪实验指南网络研讨会资料，请识别二维码提交资料索取
谢谢！



把初心落在行动上 把使命担在肩膀上

——泽泉科技党支部主题党日活动

文/王阳阳



“不忘初心，方得始终”出自《华严经》，意思是只有坚守本心信条，才能德行圆满。靡不有初，鲜克有终。对于我们基层党员来说，把初心落在实际行动上，就是敬业守责，心无旁骛，就是始终把主要精力放在工作上，开拓进取，有所作为，才算不辱使命。正如习近平主席在2020年的新年贺词中说的：“初心和使命是我们走好新时代长征路的不竭动力。”

何为“初心”？为政者“居之不倦，行之以忠”，为官者“先天下之忧而忧，后天下之乐而乐”，开国者“埋骨何须桑梓地，人生无处不青山”，“为中华之崛起而读书”是周总理的宏大理想，也是我们年少时写在笔记本扉页的人生理想。如此纯洁、热烈、美好、向善，坚定刚毅，是为初心。每个人都有自己的初心。党员干部的

初心，就是党旗下的铮铮誓言，就是融入血脉的全心全意为人民服务的不变宗旨。在向真向善向美的追寻中，在升迁进退的守候里，我们找到人生起点的希冀与梦想，事业开端的承诺与信念，我们不忘迷途困境中的责任与担当，铅华尽染时的恪守与坚持。

突如其来的疫情，打乱了本该举国欢庆的新春佳节，整个春天也沉重而寂静。这是一场危机，更是一场大考。然而，正如习主席所言：

“中华民族历史上经历过很多磨难，但从来没有被压垮过，而是愈挫愈勇”。在抗击新冠肺炎疫情的严峻斗争中，全国人民在党中央坚强领导下众志成城、齐心协力，凝聚起共同抗击疫情的磅礴力量。从武汉、湖北到每一个地方每一个战场，各级党组织和广大党员、干部冲锋在前、英勇奋战，全国医务工作者、援鄂医疗队员舍家为国、逆行出征，人民解放军指战员闻令即动、勇挑重担，广大社区工作者、公安干警、基层干部、志愿者不惧风雨、坚守一线，广大群众众志成城、踊跃参与……“春风杨柳万千条，六亿神州尽舜尧”。十四亿人民用自己的实际行动，展现了中国力量、中国精神，彰显了中华民族同舟共济、守望相助的家国情怀。

近期，我司党员同志共同学习了习近平总书记考察湖北重要讲话精神、习近平总书记在统筹推进新冠肺炎疫情防控和经济社会发展工作部署会议上的讲话、在决战决胜脱贫攻坚座谈会上的讲话以及《求是》杂志2020年第4期、第5期、第6期发表的习近平总书记重要文章等内容，感想颇多。正如书记张艳所说：“抗击疫情体现了党中央坚强的领导力，把人民群众的健康放在第一位，看到了广大医务人员积极抗疫，不怕牺牲，勇于奉献，看到了广大人民群众万众一心的执行力，行动力，作为一名党员我们更要坚决拥护党中央的决策，积极投身于抗击疫情的行动中去，奉献自己的一份力量，在今后的工作更要扎扎实实，积极复工复产，为社会稳定和经济发展贡献自己的一份力。”

作家王蒙在《人生即燃烧》中写道：“人生就是生命的一次燃烧，它可能发出美轮美奂的光彩，可能发出巨大的热能，温暖无数人的心，它也可能光热有限，却也有一分热发一分光发一分电，哪怕只是点亮一两个灯泡，也还照亮了自己的与邻居的房屋，燃烧充分，不留遗憾。”疫情防控期间，有深入前线牺牲自我的医护人员，有维护秩

序，保证民生的基层工作者，有守护社区、村庄的隔离志愿者，还有各机场口岸严防境外输入的工作人员，以及每一个配合防疫的广大群众，每个都为此付出努力，同时也为身边的人送去了温暖，每个人的生命都在为保护人类的生命奉献着能量。

毕淑敏在2020年2月9日写下，“春天已经来了，夏天还会远吗？沼泽处，你的心智要成为纤夫，精神明朗坚定，情绪安稳平和，助国家度过危厄！”。

3月17日，航班号：“胜利号”，登机口：“凯旋门”，目的地：“美丽的故乡”。当援鄂医务人员开始分批撤离，我们知道，生活终会慢慢恢复，并越来越好。

这个庚子年，注定会在14亿中国人的共同记忆里留下深刻的一笔，而作为党员的我们，更应时刻将初心落在行动上，把使命担在肩膀上！

泽泉科技网络研讨会首秀

——叶绿素荧光仪实验指南网络研讨会的台前幕后

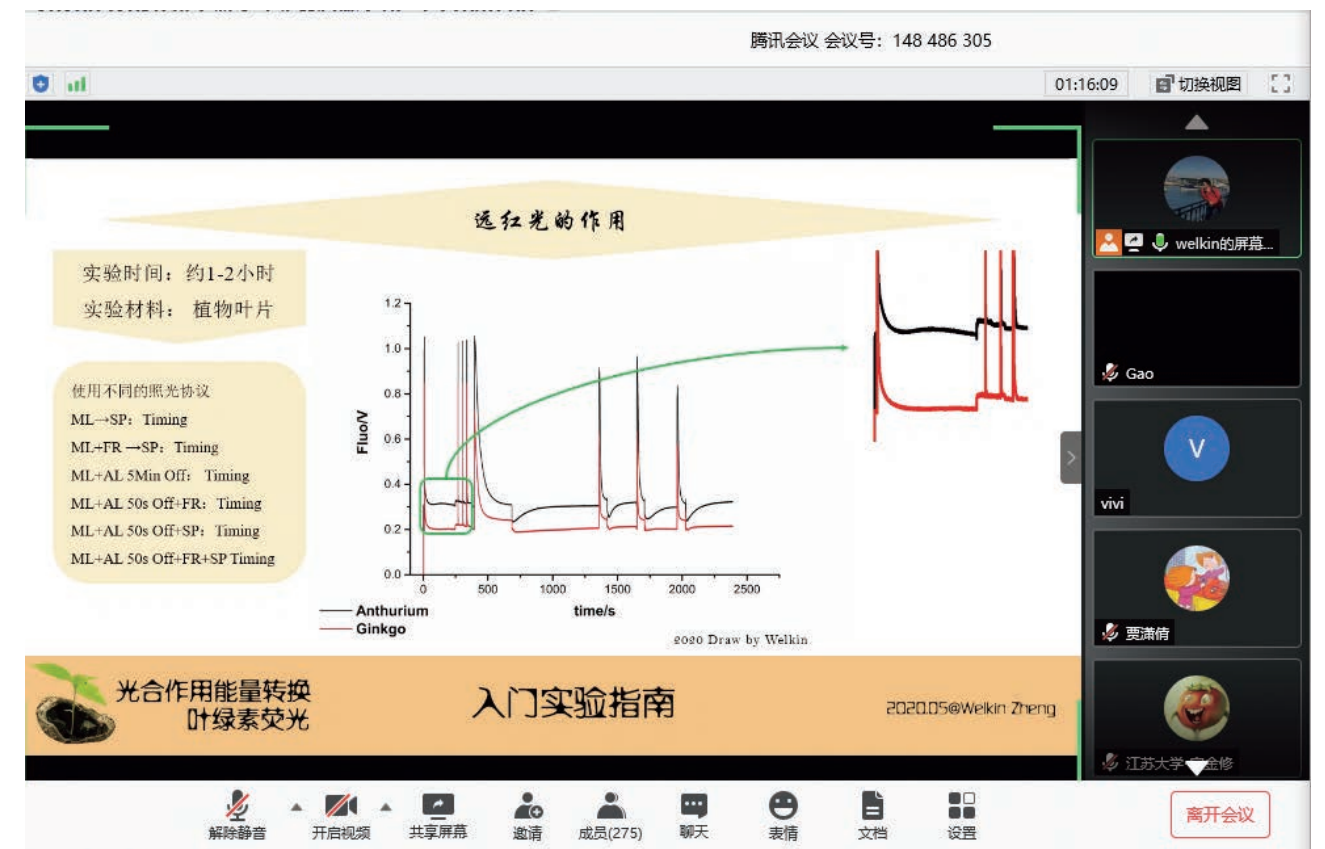
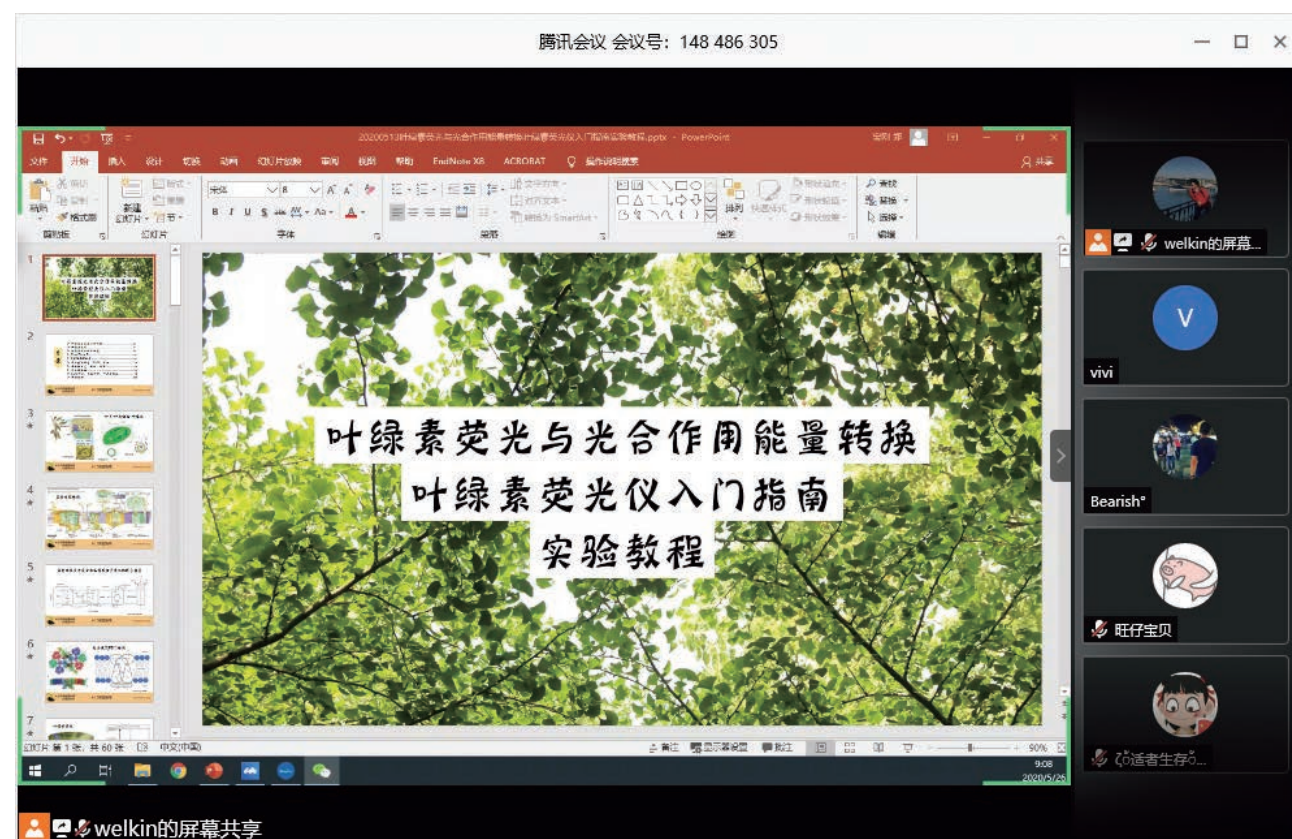
文/马霞

一日不见如隔三秋，本来是形容热恋中的男女，但是我们对客户的感情也丝毫不比这个情谊浅，疫情期间不能和大家见面，真是心急如焚，寝食难安，坐立不安，衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。下次见面的场景在脑海里演练了一遍又一遍，但却不能如愿，于是开始另辟蹊径---网络研讨会！

是的！2020年5月26日，泽泉科技网络研讨会首秀来了，我们一起来一探究竟吧！

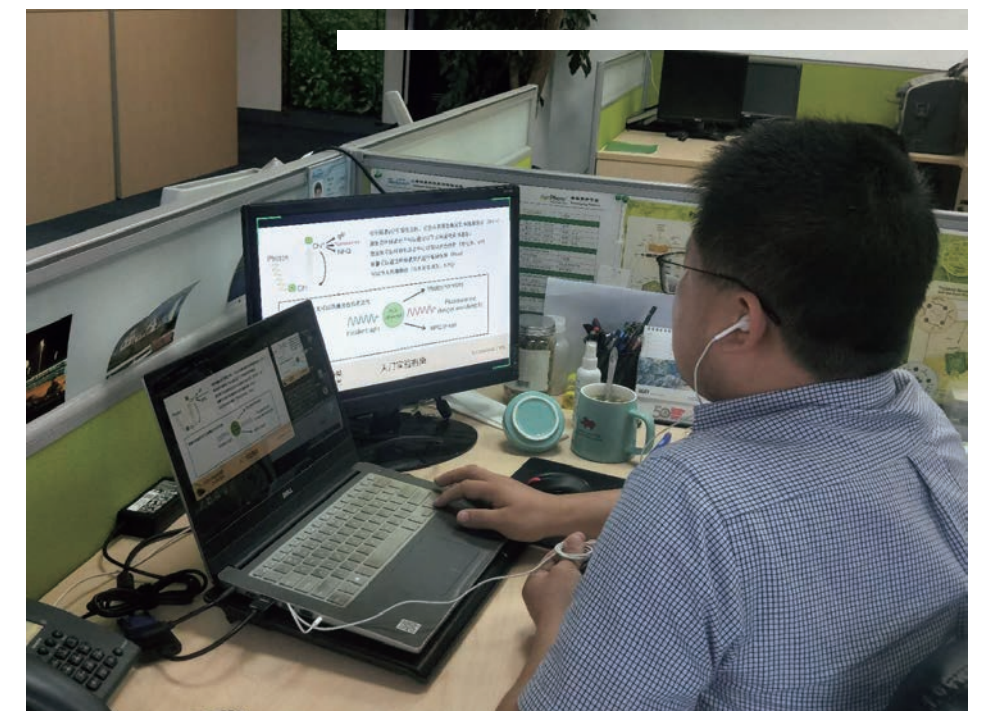
台前-胸有成竹 行云流水

主题——叶绿素荧光与光合作用能量转换-叶绿素荧光仪实验指南



泽泉科技-郑宝刚

就是右图这位敦实的山东小伙了，是不是亲和又专业呢，重要的是还有内容呢，顺便也介绍一下自媒体抖音号吧，欢迎大家关注交流，小编本人也是粉丝啦~





植物生理生态监测系统的投入使用是为了加快推进武夷山生态定位站的森林生态监测平台建设，从而进一步推动武夷山国家公园科研监测工作进程，促进武夷山国家公园科教事业和保护工作的科学发展。武夷山生态定位站在1998年底批准建立，是福建省第一个国家级森林生态定位站，建设单位为武夷山国家公园管理局，省林科院为技术支撑单位，引进南京林业大学生态学专家。目前正在建立区域定位观测网，以现有的生态定位站为中心，由点及面，建立一个基于森林生态系统的定位观测网。其主要研究方向包括森林碳氮循环、生物多样性、森林水文循环及森林对气候变化响应的影响等。预计到2025年，中亚热带原生性森林生态系统的完整性得到增强，核心保护面积得以扩大，生态环境质量进一步提升，山水林田湖草生态系统良性循环，生态价值得以发挥；智慧武夷山国家公园建设具备一定的规模，科研监测体系较为完善，在保护的前提下，为公众提供更多优质的生态产品；初步建成“布局合理、规模适度、减量聚居、环境友好”的武夷山国家公园居民点体系，生态产业体系更加稳定。

武夷山脉在地质上形成的最早时间目前可追溯到8亿年前。站在亿万年的大山，感觉时间仿佛变慢了。武夷山之体验到了以前未曾体验过的经历，在高山之上的气温变化和下面明显不同，在正午之时，车里的一根香蕉外皮会变黑，内部也会融化成了液体。有一些金属零部件在太阳底下直射10分钟，就会烫手，无法拿住。在这个海拔，如果不穿长袖戴帽子，皮肤会被紫外线灼伤，后面一周，灼伤的地方会开始蜕皮。高山草甸位于山顶海拔最高的区域，到了下午6点，太阳落山会导致气温骤降，如果没有穿足衣服，人体会迅速失去温度。在回去的路上，武夷山给打着喷嚏的我们展示了美丽的晚霞，她像所有大山之美一样，令人震撼。

种子呼吸分析仪-SRA

单粒种子萌发过程氧气消耗精确测量的强大工具
可在种质资源实验室，育种公司，种子生产车间使用的种子质量分析仪

文/郑宝刚

种子呼吸分析仪(Seed Respiration Analyser, SRA)评估单粒种子呼吸。单粒种子呼吸测量可以提供种子生理过程相关的重要信息。可以用于种子批次均匀性和种子加工处理工艺优化等方面的研究。

种子呼吸分析仪-SRA为单粒种子萌发过程中的呼吸代谢提供了一种快速、准确的测量方法。根据物种的不同，一次分析（循环多次测量）需要10到100个小时。测量结果可以清晰的展示死亡、休眠和发芽的种子的耗氧曲线差异。SRA还可以为种子同质性和种子处理后变化提供快速判断依据。因此，SRA是比较试验中确定(单个)种子和种子批次之间差异的有效、强大工具。



系统优势

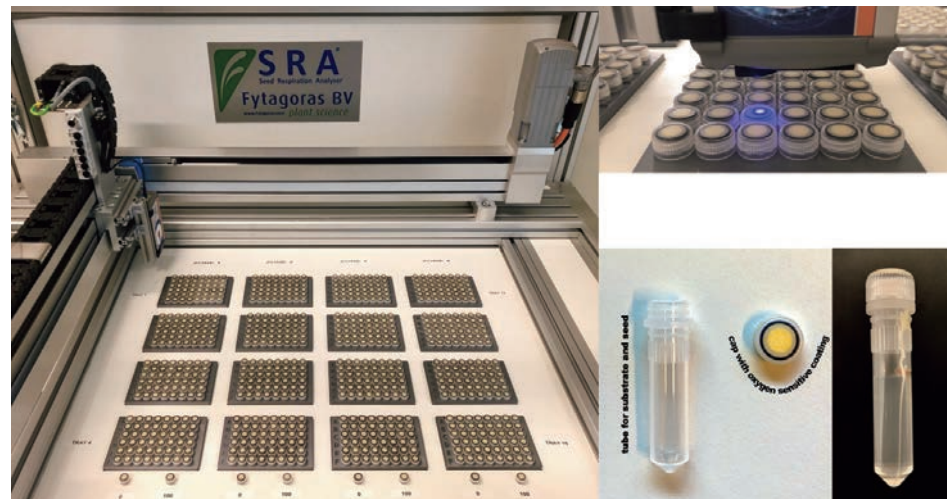
- 测量单种子呼吸耗氧曲线：全新的数据形式，全新的种子质量评估策略
- 快速，可靠和自动的收集数据：高效的数据收集，以便及时做出决策，测试取代劳动密集型发芽率测试并大幅缩短数据收集时间
- 量化的活力数据：事实的种子呼吸测定，最敏感的种子生活力指标，实际农学性状的具体表现。
- 选择性接受种子批：种质资源库存控制和管理
- 改善种子批均匀性：改善种植者的种植面积，提高种子的品牌价值
- 水，盐和温度胁迫下，种子处理和性能评估：种子性能的高分辨率筛选，胁迫条件下，尽可能地增加种植面积，产品性能可预测性
- 种子质量保质期预测：提高老化库存的管理能力，改善商品成本。

应用领域

一般种子发芽和活力测试	深入了解种子批次的品质特性	发芽速度分析
种子质量和活力分析	种子水分胁迫萌发分析	种子温度萌发分析
种子储存寿命分析	种子处理分析	种子质量控制, 仓库管理, 育种和研究

系统组成

主机：包含机械框架，动力系统，控制系统，温度控制系统，传感器，交互界面，密封罩。样品管：2ml和5ml 样品管及带荧光涂层的螺帽

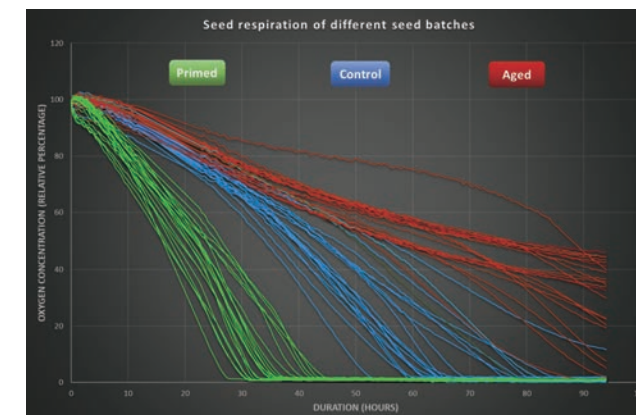
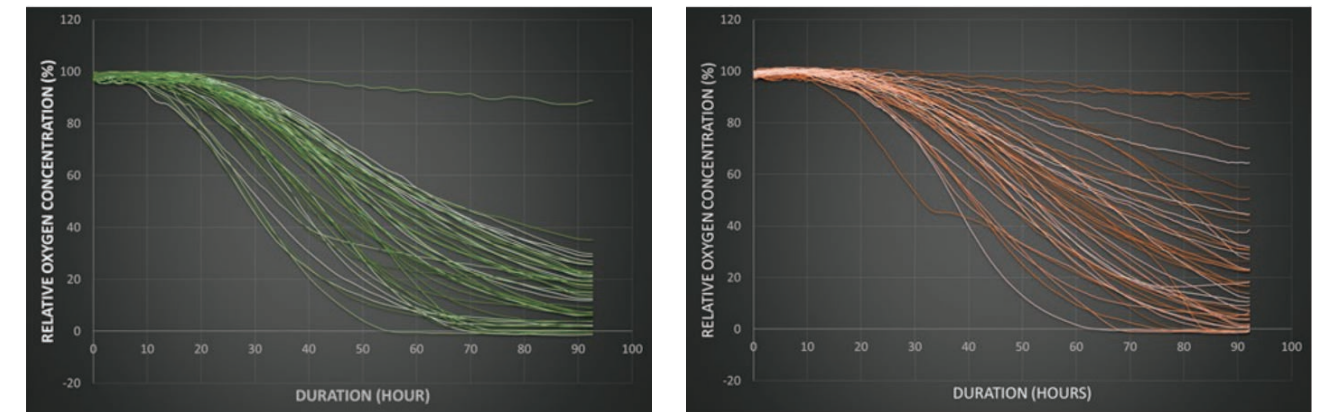


系统设计

SRA测量的是单粒种子呼吸。为了做到这一点，将每粒种子放置在一个装有水和基质(例如琼脂或滤纸)样品管中，样品管用螺帽密封。螺帽的内部包含一层氧敏感的荧光涂层。种子在密封的样品管内呼吸代谢会导致样品管里的氧气浓度降低。因此，我们可以借助螺帽内的荧光涂层，使用光学测量从瓶的外部测量种子的呼吸。循环重复测量可以统计种子萌发过程样品管内的氧气的动态变化。SRA一次最多可以放置(16*48=768个样品)，SRA可以以固定的时间间隔对样品管内的种子进行循环重复测量，生成的耗氧曲线。

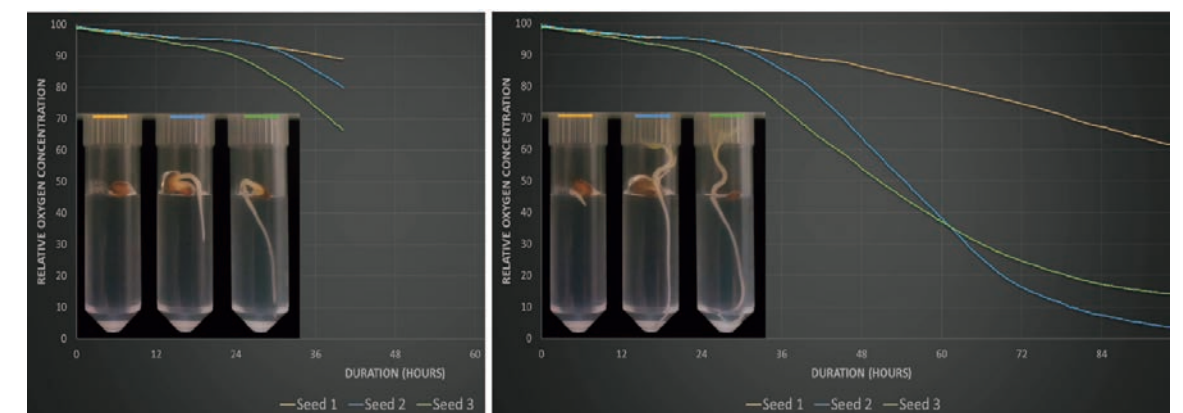
应用案例

单粒种子呼吸测量可以用于评估种子批次之间同质性差异相关的信息。在下面这个例子中，显示了来自不同批次的两组种子的耗氧曲线。结果指示左边的种子批次比右边的种子批次异质性更复杂。

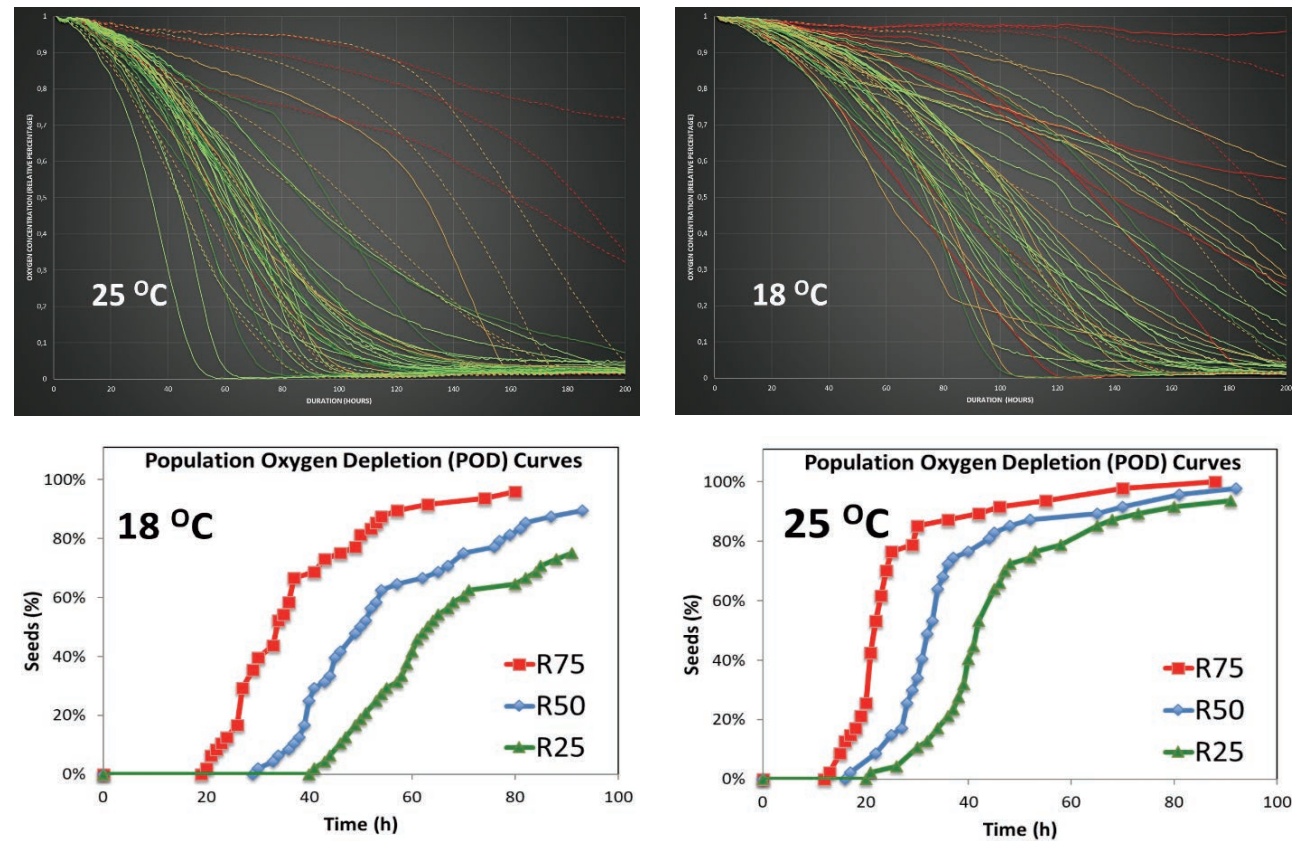


单粒种子呼吸测量可以用于研究种子加工处理(如引发和加速老化)后种子样本之间的差异信息。从下面的示例我们可以清楚的看到，与对照种子(蓝线)相比，引发(绿线)会导致更均匀(单个种子曲线接近)和更快(更陡峭的线条)的耗氧曲线。老化种子(红线)与对照种子(蓝线)相比，耗氧更慢，更延迟。

单粒种子呼吸测量可以用于样本中种子之间差异信息的研究。在下面这个例子中，可以看到SRA测量瓶中三个种子的发芽情况以及它们的耗氧量动态变化。活力最强的种子(绿线)耗氧量最快，而活力最弱的种子(黄线)在萌发和耗氧动态方面都表现更差。



SRA可以提供4个不同的温度测量区域。这些区域可以独立地设置为不同的温度，以测试种子性能的温度依赖性。下面的例子显示了大麻种子在18°C和25°C下的耗氧动态曲线。较高的温度下种子耗氧的速度大约是低温下的两倍，并且表现出更多的均匀性。通过对这些数据进行更高级的分析，例如种群耗氧曲线(Pedro Bello和Kent J.Bradford, Seed Science Research(2016)26, 199-221)在18°C和25°C下的表现差异是显而易见的(下图)。



制造商简介

Fytaboras拥有20多年的种子研究历史，为形成种子科学和技术中的创新和应用提供了强大的知识基础。通过与产业界和学术界的不同合作伙伴合作，所获得的知识不仅产生了大量的科学出版物(>40份)，而且还产生了创新的种子技术设备、实用程序和专利。

Ampha™ Z32花粉活力分析仪应用实例 花粉活性对番茄座果率的影响

文/郭爱娟



荷兰瑞克斯旺种苗集团公司 (Rijk Zwaan) 育种团队利用Ampha™ Z32花粉活力分析仪对同一生长条件下 (500平温室) 的12个番茄品种, 800多株番茄的花粉活性进行了持续监测, 分析了不同品种、不同活性状态下番茄的座果率, 并将所有测试结果与体外萌发法进行了对比分析。

实验结果表明: 花粉活性会随着收获时间的变化而显著变化, 持续监测花粉活性有助于高活性花粉的采集。

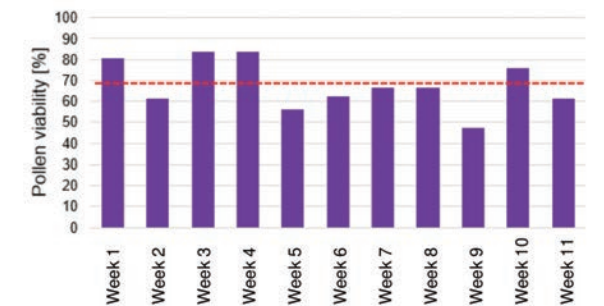


图1. 花粉活性随时间的变化

12个番茄品种的花粉活性对座果率影响的实验结果表明: ①座果率与花粉活力显著相关; ②不同番茄品种达到最佳座果率的花粉活力阈值不同, 但花粉活性至少达到70%, 才能获得好的座果率, 因此授粉前需要剔除活性 < 70%的花粉, 或将其与高活性花粉混合后使用。

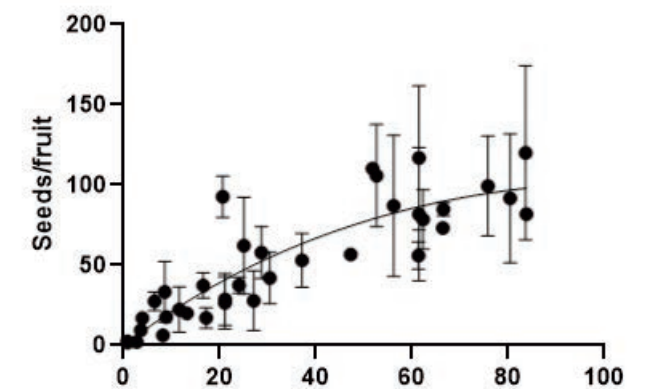


图2. 花粉活力对番茄座果率的影响



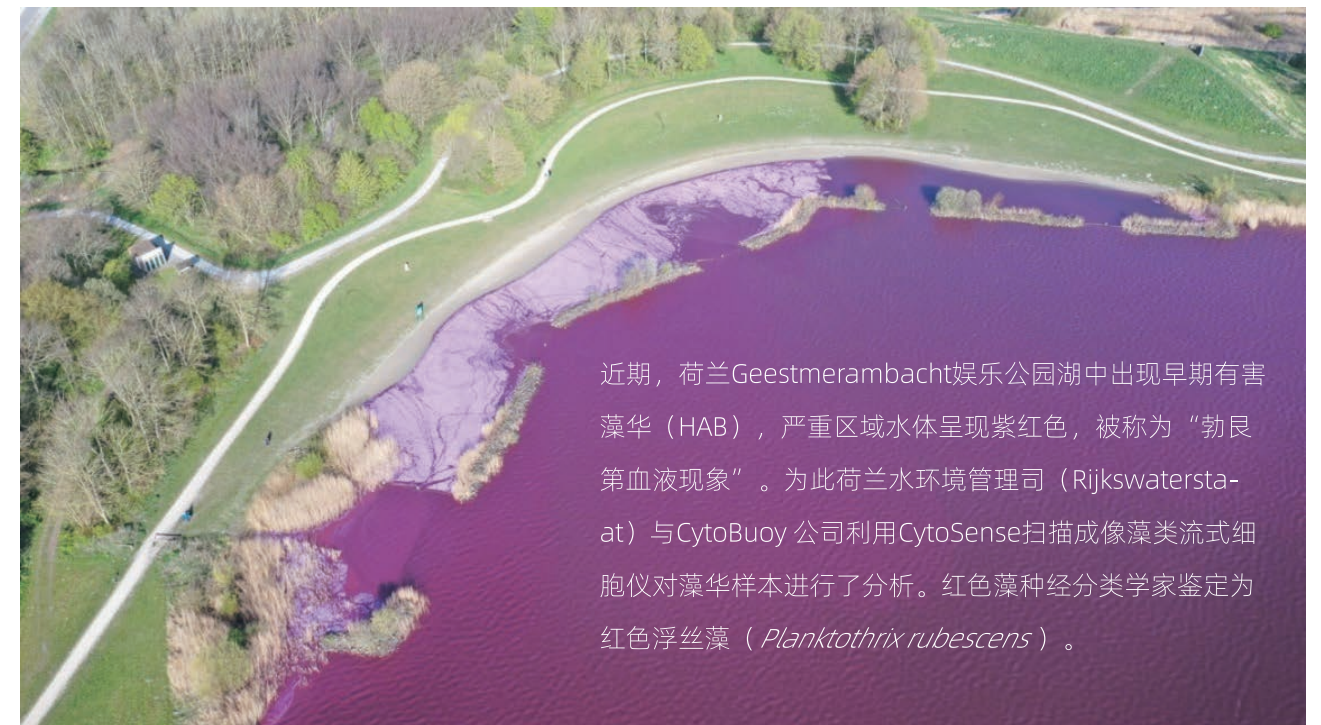
本次花粉活性测量全过程同步应用Ampha™ Z32花粉活力分析仪和体外萌发法两种测量方法，两种测量方法的对比结果表明，Ampha™ Z32花粉活力分析仪测量更为精准、快速且不易受人为因素影响，除分析花粉活性外，它还能够定性表征花粉的生理状态（如如萎蔫的花粉，花粉碎片）。因此，Ampha™ Z32花粉活力分析仪是分析花粉活性的可靠工具。

Ampha™ Z32与体外萌发法对比

	Ampha™ Z32	体外萌发法
测试时间	1-2min	120min
样品数量	> 10,000个cells	100个cells
准确性	< 1% SD	3-9% SD
误差	无	有，人为误差

CytoSense 助力Geestmerambacht 娱乐公园浮丝藻水华分析

文/王阳阳

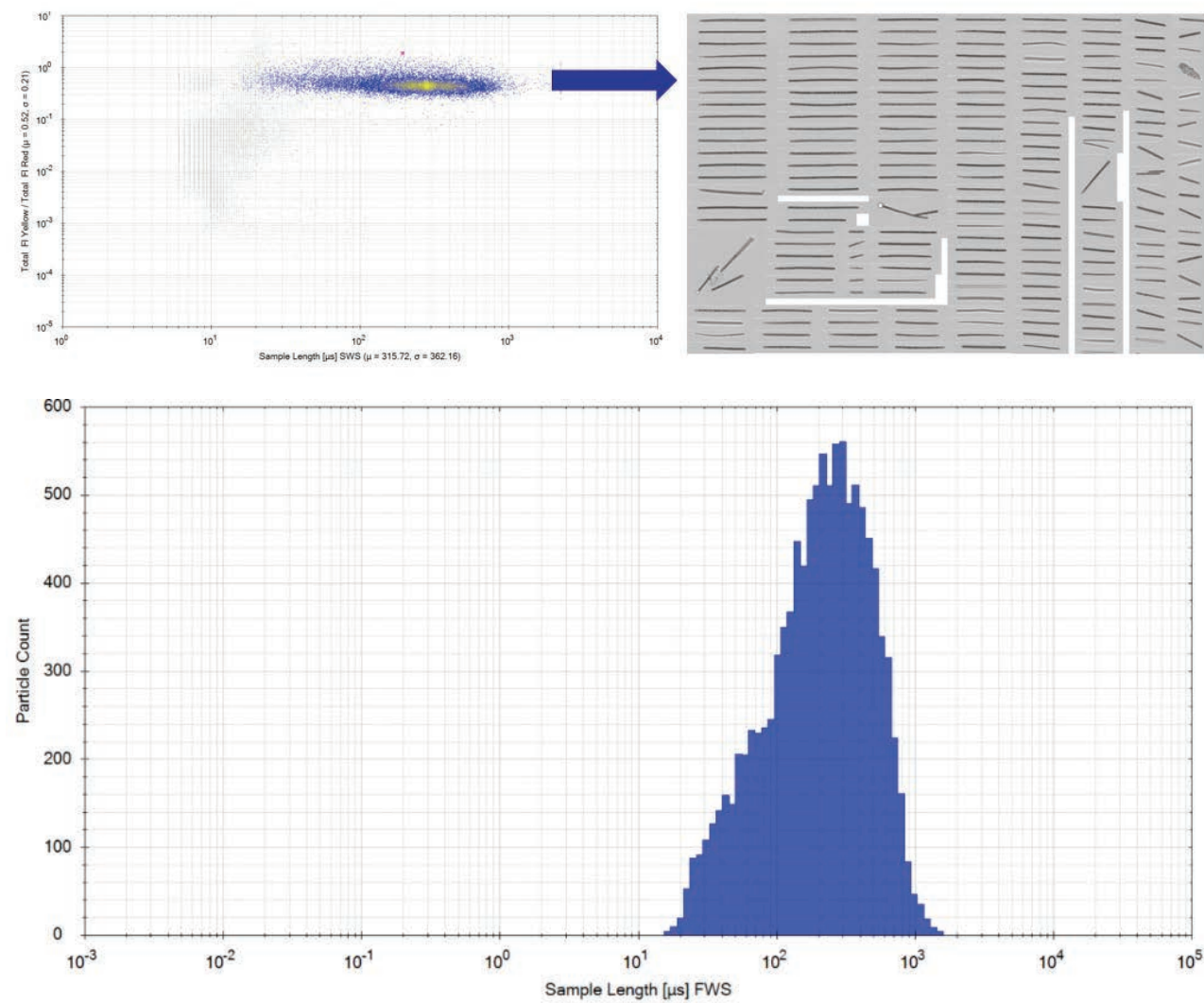


近期，荷兰Geestmerambacht娱乐公园湖中出现早期有害藻华（HAB），严重区域水体呈现紫红色，被称为“勃艮第血液现象”。为此荷兰水环境管理司（Rijkswaterstaat）与CytoBuoy公司利用CytoSense扫描成像藻类流式细胞仪对藻华样本进行了分析。红色藻种经分类学家鉴定为红色浮丝藻（*Planktothrix rubescens*）。



注：*Planktothrix rubescens*：浮丝蓝藻是丝状蓝藻（通常称为蓝绿藻）的一个属。单生藻丝浮游生活，从中部到两端渐细。细胞内常含有大量伪空胞

CytoSense分析显示大量藻华细胞为丝状体，在散点图形成一个簇。经检测样品浓度为 6.5×10^4 /ml，平均长度为 $315 \mu\text{m}$ 。

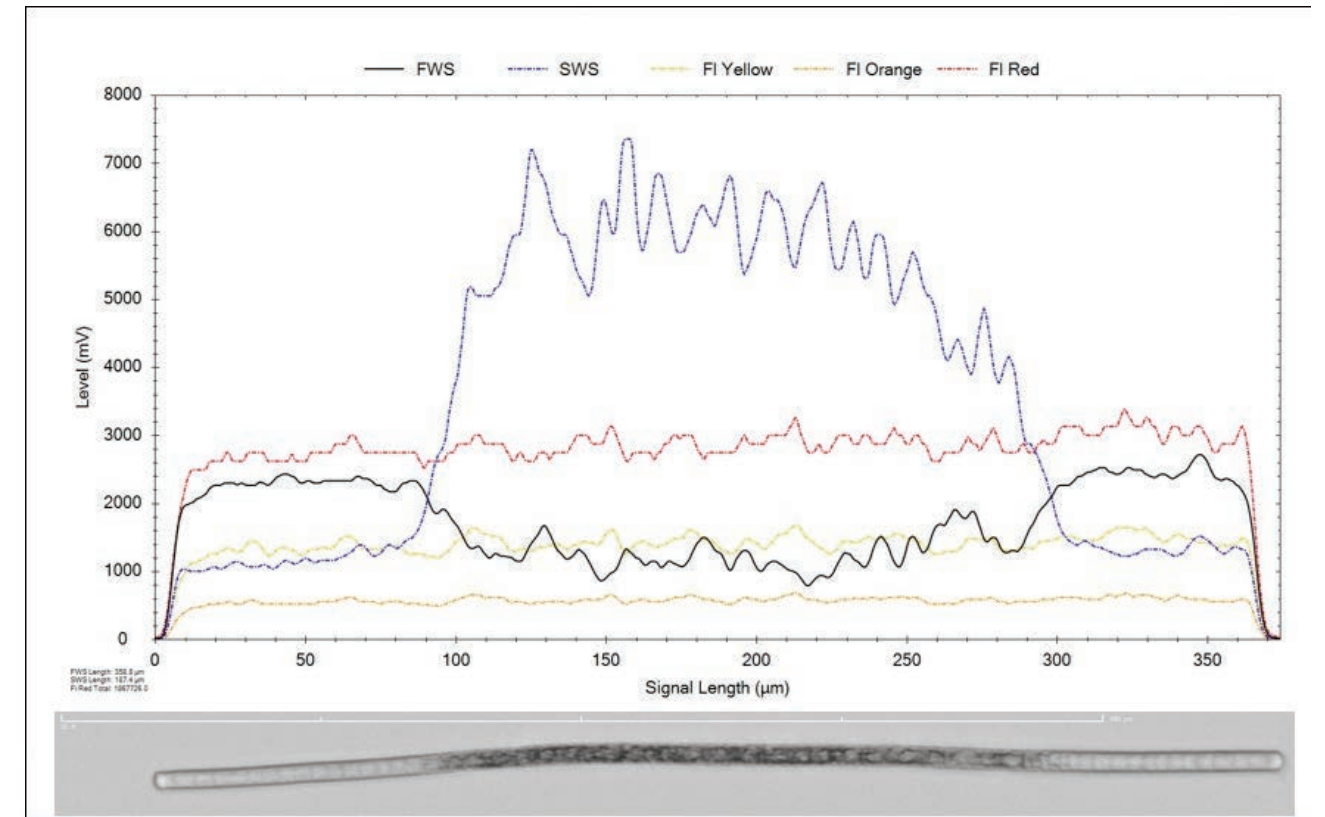


除了图像和藻华藻数量，CytoSense对每个粒子进行光学扫描。

扫描图显示在相应照片上方，下图显示了沿每个粒子长度方向测量的光散射和荧光散射信号。在这种情况下，丝状体都有大量相似的黄色荧光和橙色荧光，分别与藻红蛋白（PE）和藻蓝蛋白（PC）相关。研究表明，一些浮丝藻的种类可以根据图中PE:PC比率（Komarek&Komarkova，2004年）或数值进行分类。

浮丝藻没有异形胞和厚壁孢子，却由于具有浮游能力、单丝状体和空泡而形成独特性。大多数丝状体在其整个

长度上都有空泡。在下图中，我们展示了一个特殊的细胞，可以清楚地看到细胞内部分区域有内部空泡（中间部分）。空泡产生强烈的侧向光散射（SWS代表细胞结构）。粒子扫描还显示，色素在丝状体的长度方向上均匀分布，不受空泡的影响。这张照片清楚地显示了细胞内存在的伪空泡：黑色有气体，白色没有气体。



由于这些藻类会产生毒素，因此前期对该水域的监测非常重要。CytoSense可提供分析藻类的所有信息，可作为很好的水域监测工具。此外，它还具有自主运行、分析样本和提供藻类群落变化在线预警的强大功能。

藻华季即将来临，CytoSense将为您提供完备的预警方案。

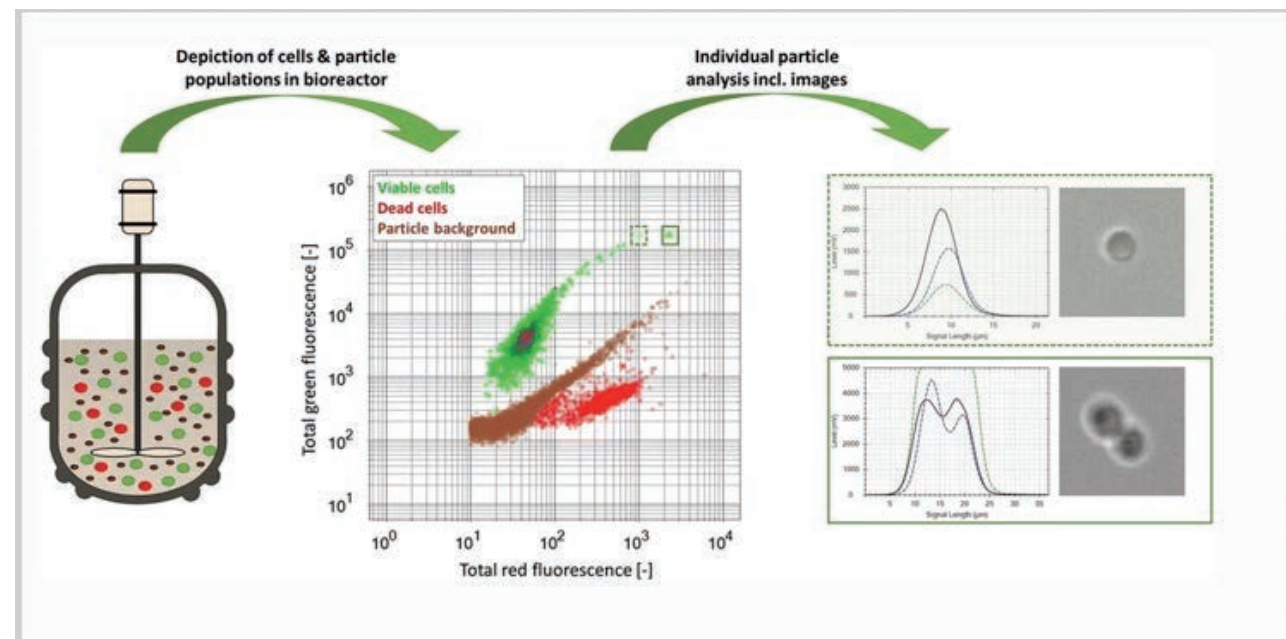


CytoSense快速在线分析 酿酒酵母生理特性

文/王阳阳

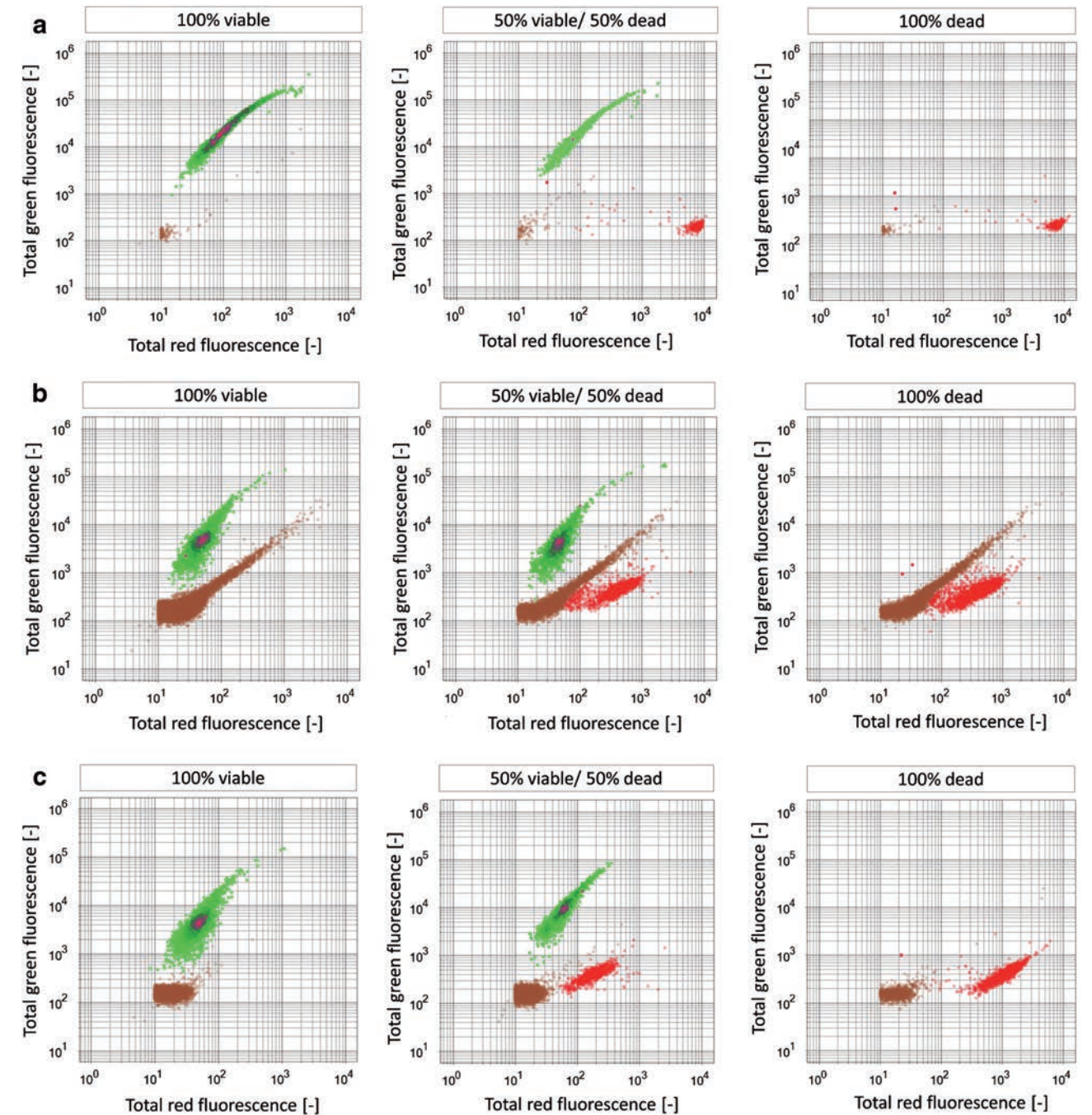
摘要：近年来，亚硫酸盐废液（SSL）作为基因工程面包酵母生产第二代生物乙醇的诱人原料受到了广泛关注。通过废水再利用，生产可持续的生物燃料。它不与第一代原料食品生产等竞争，采用零废物转化技术，将成为未来循环经济技术的关键组成部分。在具有不同生物量和培养基颗粒群的复杂培养基中，生物过程中的活体生物量评估是一个挑战。在这种情况下，生物量监测通常需要精确的离线方法或精密的在线传感器。可靠的在线监测工具是一种很有前途的替代方案，但迄今为止仍然很少。本研究以亚硫酸盐废液为原料，利用酵母生产第二代生物乙醇，建立了一种基于CytoSense流式细胞仪的生物量监测方法。该方法能够：

1. 在培养基背景下对酵母细胞进行定量；
2. 测定酵母活力；
3. 通过出芽分裂过程的形态学分析评估酵母生理学特征。对常见的在线和离线生物量监测方法无法获得的生理学特征和形态学特征深入了解



为了验证该方法的有效性，分别对过滤和未过滤的SSL培养基中酿酒酵母（*Saccharomyces cerevisiae*）的乙醇连续发酵工艺过程进行了分析。随后，对retentostat培养的存活率进行了在线监测。所获得的信息用于简单控制添

加与活力相关的必需营养素。进而可以阐明营养供应、生理状态和工艺设计所必需的特定乙醇生产率之间的相互依赖性。



CytoSense散点图:在培养基背景（棕色）下鉴定的活细胞（绿色）和死细胞（红色）。从左到右：活细胞与微波处理死细胞的比率：100%活细胞（左），50%活细胞与50%死细胞（中），100%死细胞（右）。从上到下：a.无粒子介质；b. SSL介质c.过滤的SSL介质。

关键词：可持续生物处理液；酵母形态；活性/非活性生物量种群；颗粒背景，复合培养基，保留细胞的连续生物处理对于连续产生大量亚硫酸盐废液的经济和生态生物处理而言，通过连续发酵进行生物处理是必不可少的，它可以提高乙醇生产的生产率和产量。SSL工艺中的抑制条件导致生长速度、活力和发酵性能恶化。因此，保持稳定的细胞活力和高生物量浓度是生产稳定的主要挑战。尽管对废亚硫酸盐溶液进行了预过滤，但在细胞保留过程中仍有固体颗粒积聚。颗粒含量的增加会导致生物量测量不准确，从而妨碍对基本变量如生长速率、基质吸收速率和生物量产量的测量。因此，在细胞的连续保存过程中，活体生物量和细胞数的原位测定是系统优化培养参数的关键。

流式细胞术结合荧光活性染色，在处理含有颗粒和乳化液的复杂介质时是一种很有前途的选择。可以量化的方式描述整个粒子群，包括在介质背景下的活细胞和死细胞生物量。此外，可以对生物量进行形态学评估或对介质颗粒进行分析。近年来，CytoSense在线模式下的应用已经取得成功。而涉及稀释、荧光染色和孵育的自动化样品处理仍然是一个相当大的瓶颈；为此目的，最近开发了自动化取样和样品处理系统。本研究建立了一种基于CytoSense的高颗粒背景SSL复合培养基中酵母细胞的分析方法。该方法成功地应用于SSL中酿酒酵母发酵过程的监测。

流式细胞术结合荧光活性染色，可避免对作为介质颗粒进行生物量假阳性检测。我们使用了两种荧光染料：

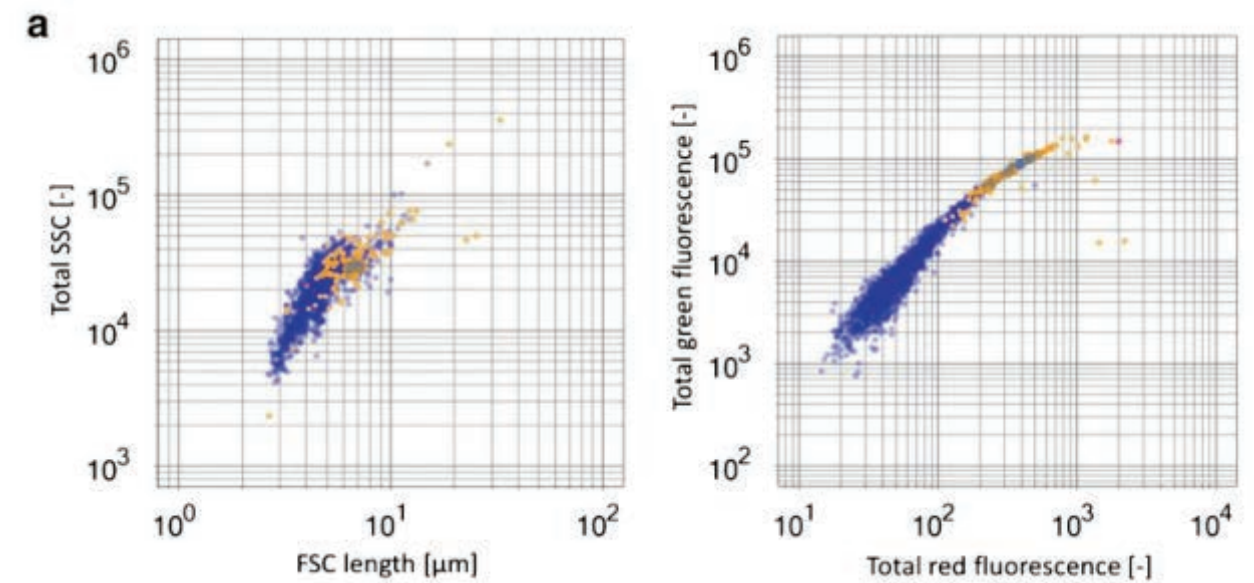
- (a) 荧光素二乙酸酯 (FDA) 通过酯酶活性产生绿色荧光，来检测活生物的代谢活性；
- (b) 碘化丙啶 (PI) 只能通过受损细胞膜而使DNA产生红色荧光，来检测死细胞。

在方法开发中，测量了不同培养基背景下活细胞和死细胞的特定体积混合物。(i) 有无亚硫酸盐废液和 (ii) 有无细胞，可以区分酵母细胞与培养基背景。下图提供了不同培养基背景下识别的集群。红色和绿色总荧光信号的散点图清楚地显示了三个簇：活细胞、死细胞和介质背景。随后，在这三个集群周围设门进行分类。

注：根据荧光强度的不同，红色荧光检测器也可以将绿色荧光注册为误导性伪影。本研究使用的CytoBuoy分析软件CytoClus,没有任何荧光光谱重叠补偿。此外，还可以观察到由于粒子与PI相互作用而产生的红色荧光的偏差。因此，生物量鉴定不仅基于荧光，还基于大小 (FSC长度信号) 和形状 (SSC信号)，以消除假阳性结果。这种方法不能处理无限的颗粒浓度。因此，样品中的颗粒浓度必须保持在 1×10^6 Par/mL以下，并在初步测量中进行验证，以避免数据过载和结果不准确。

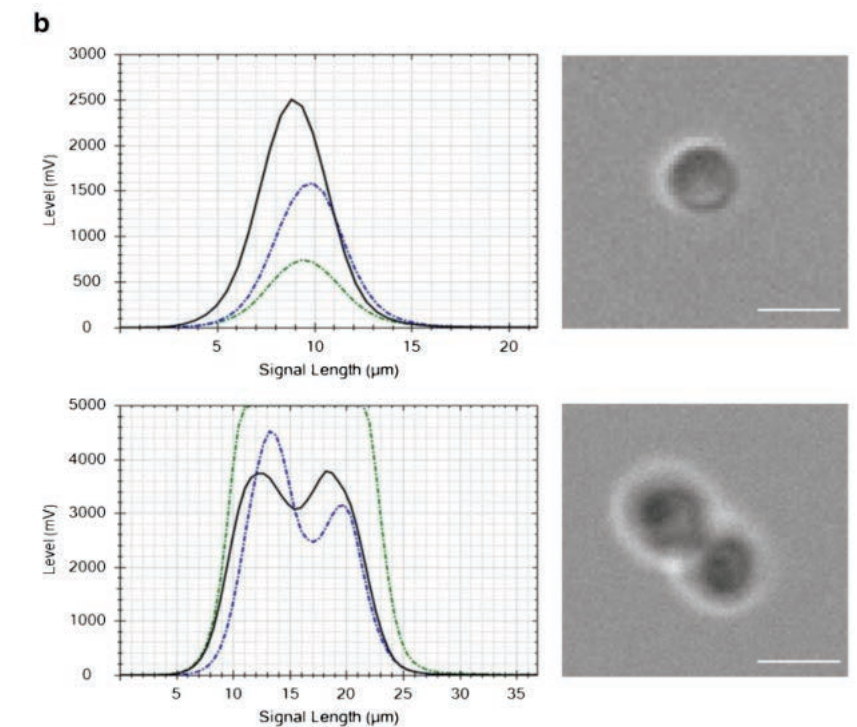
为了进一步表征生物量，可以利用各种检测信号的信号曲线特性来区分形态特征。其中前向散射 (FSC) 和侧向散射 (SSC) 信号代表被测元素的大小、形状和整体形态。利用CytoSense，可以区分单个细胞和以芽接细胞为特征的团块，从而进一步在生理方面进行分析。单细胞和芽接细胞的形态分类总结如下图所示。基于事先为酵

母分析建立的形态学分类，首先，检测到所有活酵母细胞，其次，可区分单个或芽接酵母细胞。



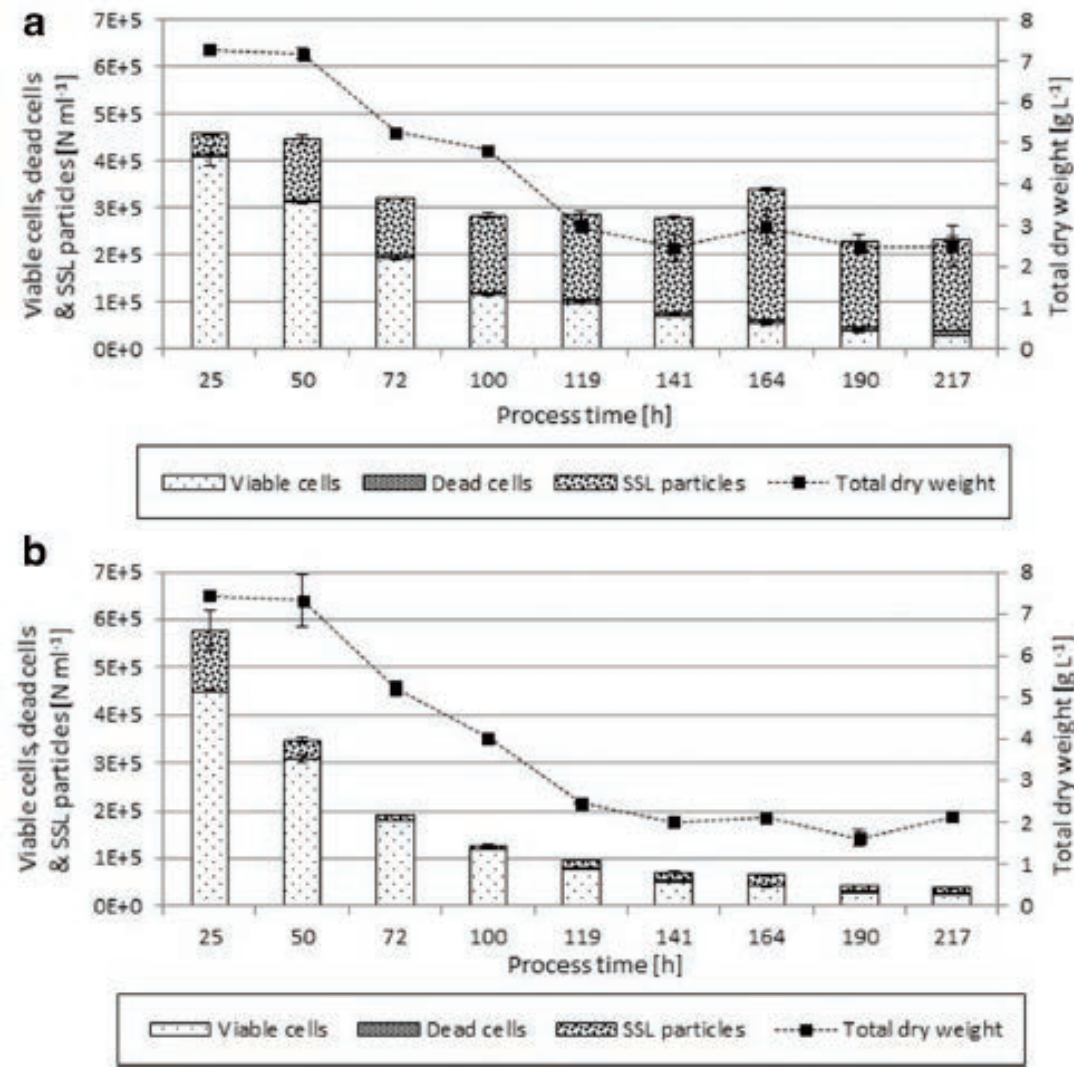
活酵母细胞的形态学分类。根据样本长度和总SSC信号进行分类，以区分单个细胞 (蓝色) 和芽接细胞 (橙色)

单细胞和芽接细胞的信号形态图如图所示，对应的图像由CytoSense的成像模块拍摄。由于芽接细胞聚集产生的高荧光，可以观察到绿色荧光信号的饱和。



单个细胞和芽接细胞的信号形态：FSC信号 (黑色)、SSC信号 (蓝色) 和绿色荧光信号 (绿色)。流式细胞仪摄像机拍摄的流式图像中的相应图像。白线为比例尺10μm。

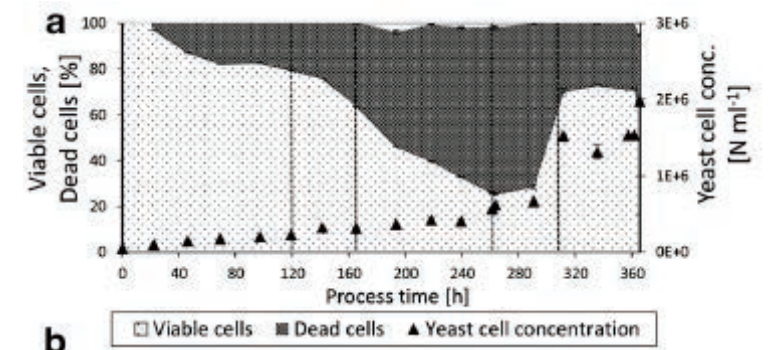
下图显示连续恒化器培养中活细胞和死细胞的浓度以及未过滤或过滤SSL培养基的颗粒含量。



CytoSense 监测的整个过程时间内的颗粒数量，包括未过滤 (a) 和过滤 (b) SSL介质的总干重 (g/L)、活细胞、死细胞和 SSL颗粒背景。颗粒和细胞浓度以N/mL为单位。

SSL中细胞活力的测定传统方法主要是通过碱性亚甲基蓝法和琼脂平板上菌落形成单位计数 (CFU) 来实现的。这种方法费时费力，受高颗粒背景的影响，无法描述不同生物量群体的生理状态。在工业环境中，最好采用能够实时测量的物理技术，现场测量活性生物量的常用方法包括介电光谱、红外光谱和荧光光谱、近红外光谱和拉曼光谱以及显微镜和图像分析。然而，在线传感器容易受到高测量噪声的影响，需要掌握化学计量学知识才能建立有意义的测量技术或在其他领域显示出局限性。例如，浊度探针在复杂介质中的高颗粒背景下是不可行的；商用介电谱探针可以区分活细胞和其他固体颗粒，但不能量化死细胞和颗粒背景的数量。当介质电导率较高时，这些技术也表现出极化问题。在无颗粒介质中，近红外光谱 (NIR) 和拉曼光谱是快速、无创地测定基质浓度、产物形成和生物量有效浓度的有力工具。在含有高颗粒负荷的复杂介质中，如木质纤维素水解液或

SSL溶液，用近红外光谱和拉曼光谱无法区分活细胞和固体介质颗粒。对于具有细胞保留的连续培养的工艺设计，细胞的生理学特性观测是必不可少的。因此，CytoSense可被用作监测工具。



CytoSense记录的活细胞和死细胞之间的比率，酵母细胞浓度 (N/mL)

综上，CytoSense可作为复杂介质生物过程在线表征的有力工具。如果实现了在线适用性，该方法还可以用于日常监控任务。活细胞/死细胞活性测定也可以使用。但其应用取决于活性染料的荧光发射波长和相应的荧光检测器规格。结合自动化取样和样品处理，可能实现潜在的在线适用性。为此，荧光染料的取样、稀释和添加需要在带有连接流式细胞仪的模块化过程分析 (PAT) 系统中进行。但应注意的是，为了在过程控制中得到可靠的应用，必须首先实现在线适用性。该方法可用于亚硫酸盐废液的复杂生物处理时固体颗粒含量高的情况，在使用流式细胞仪以外的其他技术时会干扰测量。将该方法应用于一个简单的恒化过程和一个复杂的细胞保留过程中，可以更深入地了解酵母细胞的生理和固体颗粒的积累。附加信息可用于工艺设计，以生理特性优化为目标，从而提高工艺的生产率和性能。例如，当已知可行生物量的实际价值时，对具体生产力的评估就更加准确。

CytoSense “细菌染色模块”，可以自动调节鞘液。“染色模块”可以实现自动染色。适用于水中微生物的在线自动监测。
使用方法：与正常细胞检测一样，冲洗、启动和分析操作是自动化的，所有程序都在软件中编写。荧光染料有时需要在瓶子空了之后重新填充，定期更换氦和过滤器-取决于使用情况等，可自动运行几个月。



参考文献

Vees C A, Veiter L, Sax F, et al. A robust flow cytometry-based biomass monitoring tool enables rapid at-line characterization of *S. cerevisiae* physiology during continuous bioprocessing of spent sulfite liquor. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2020, 412(9): 2137.

果实贮藏期延长和成熟度控制中 乙烯浓度检测与调控的研究进展

文/苟水燕

新鲜水果对健康饮食很重要，但是，由于乙烯（一种与成熟过程相关的关键植物激素）的存在，它们的保质期可能会缩短。因此，从微量水平检测乙烯浓度，并通过安全有效的途径调控乙烯的活性，对延长果实采收后贮藏期和控制果实成熟度具有重要意义。

本文综述了乙烯检测技术和乙烯调节策略，旨在开发出更具创新性和有效性的方法。作者介绍了乙烯对果实品质和贮藏期的影响以及现有的乙烯检测和监测技术，如气相色谱法、电化学法、光学法、化学法等，特别是基于比色法、发光法、金属有机框架、有机场效应晶体管和表面增强拉曼光谱等的新方法。此外，本文还综述了抑制乙烯合成、清除或氧化或吸附乙烯、阻断乙烯受体等乙烯控制、去除或抑制的贮藏期延长技术。最后展望了乙烯监测中同时满足灵敏度、快速和在线测定要求的新产品开发策略。

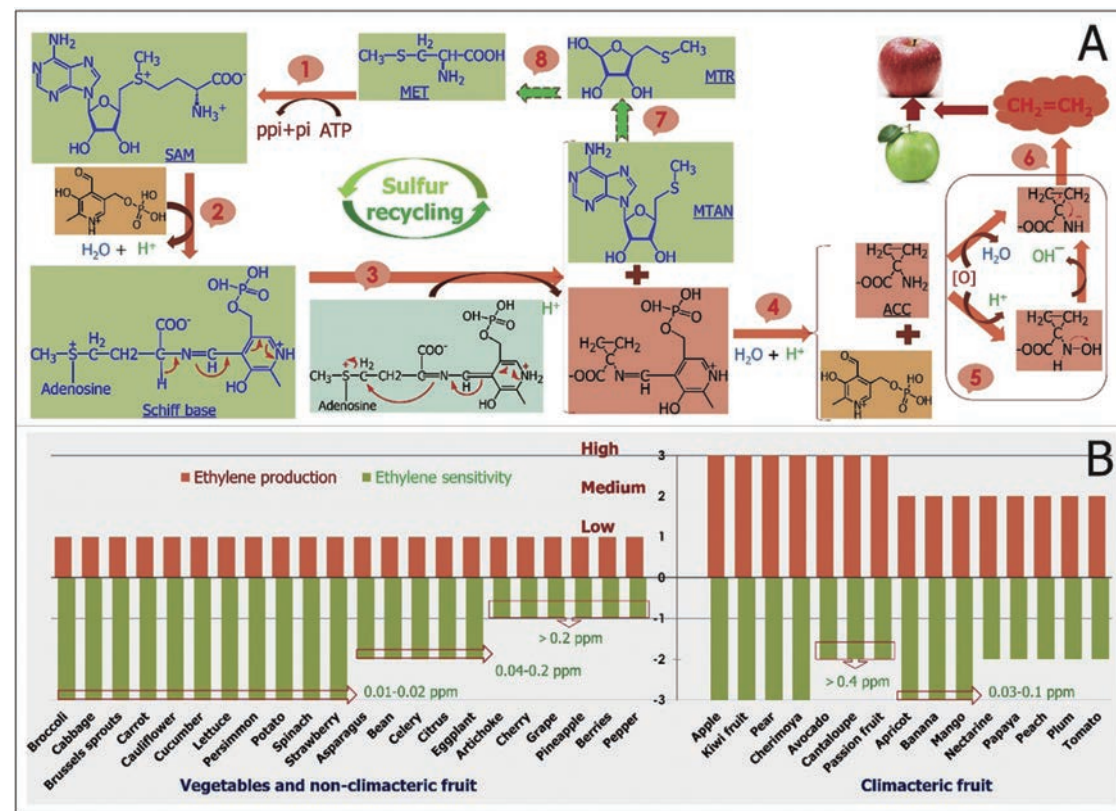


图1 A) 蛋氨酸生物合成乙烯的机理，B) 几种水果和蔬菜的乙烯生产和敏感性

Category	Methods	Characteristics	Samples	LOD/Sensitivity	References	
GC	GC	Mercuric oxide-based reduction gas detector	Tomatoes, grapes, apples	-10 ppb	Lin et al. (2015)	
	GC	Headspace vials were used	Arabidopsis seedlings	-1 ppb	Yoon and Chen (2017)	
	GC	GC-MS system with in-situ headspace collection chambers	Melon	0.41 ppb	Pereira et al. (2017)	
	GC	FID and HP-Plot Q GC column were employed	Banana	0-10 ppm	Saraiva et al. (2018)	
	uGC	μPC filled with CS-II	Fruit logistic	6 ppm	Sklorz et al. (2012a)	
	uGC	Silicon based μGC column packed with Carboxen 1000	Gas mixture	1 ppm	Sklorz et al. (2013)	
	uGC	Using a large-capacity on-chip pre-concentrator, CSH as stationary phase, (α €1000)	Ambient air	< 50 ppb	Janssen et al. (2014b)	
	uGC	Field test on the transport	Banana	ppb	Jedermann et al. (2014)	
	uGC	3D μ-column packed with CS-II, with integrated connectors	Synthetic air	35 ppb	Lucklum et al. (2015)	
	uGC	3D printed GC column, SnO ₂ gas sensor	Banana	12 ppb	Zaidi et al. (2016)	
Electro chemical	Amperometric	Using ambient air as carrier gas, electrochemical ethylene sensor	Synthetic air	2.3 ppb	Zaidi, Tahir, Vellekoop, and Lang (2017)	
	Amperometric	Ionic-liquid as electrolytes layer	Apple, pear, kiwifruit	760 ppb (1-10 ppm)	Zevenbergen et al. (2011)	
	Amperometric	A high-resolution current produced by a bias potential applied to the electrodes	Ma et al. (2016)	0.413 ppm	Ma et al. (2016)	
	Electrocatalytic	Nanoporous gold anode used as electrocatalyst	Banana, apple	10 ppb	Shekariz et al. (2008)	
	Electrocatalytic	Various parameters can displayed concomitantly, portable, rechargeable, nanoporous gold	Apple, avocado	1 ppb (0-50 ppm)	Bianke and Shekariz (2012)	
	Chemoresistive	Using TiO ₂ -WO ₃ composite material, continuous detection	Banana, papaya, mango	8 ppm	Kathirvelan et al. (2017b)	
	Chemoresistive	A WO ₃ one (MiCS-5914) and a SnO ₂ one (MQ-3)	synthetic air	10 ppm (10-40 ppm)	Matic et al. (2015)	
	Chemoresistive	Single-wall CNTs are functionalized with Cu (I) complex	Banana, avocado, orange, pear, apple	0.5-50 ppm	Esser et al. (2012)	
	Chemoresistive	Multilayer Polyaniline/Multiwall CNT/SnO ₂ composite sensor	C ₂ H ₄ in N ₂	10 ppm (10-200 ppm)	Pattananuwat et al. (2013)	
	Optical	Capacitive	SnO ₂ nanoparticles introduce Pd/Pt layer		1-nl0 ³ ppm	Agarwal et al. (2012)
NDIR		Four-element themophile array, dual detector array		5 ppm	Janssen et al. (2014a)	
NDIR		SmartGAS system, two-channel for ethylene and CO ₂ detection (α €1500)		20 ppm	Janssen et al. (2014a)	
NDIR		Using a pre-concentrator		1 ppm	Sklorz et al. (2012b)	
NDIR		Using a compact hollow waveguide, measures at 10.54 μm	In air	20 ppm	Biasio et al. (2017)	
Infrared thermal emission		Infrared thermal source tuned to 10.6 μm was linked to a silicon temperature detector	Banana, mango	5 ppm	Kathirvelan and Vijayaraghavar (2017a)	
Photoacoustic		CO ₂ waveguide laser	Purified air	6 ppt	Harren et al. (1990)	
Photoacoustic		Sensor Sense ETD-300, €30 000, portable		0.3 ppb	Janssen et al. (2014a)	
Photoacoustic		Gasera F10, €20 000, portable		800 ppb	Janssen et al. (2014a)	
Photoacoustic		Laser photoacoustic spectroscopy	Non-organic bananas	sub-ppm	Popa, Dumitras, Patachia, and Banita (2015)	
Chemical	Photoacoustic	Sensor Sense ETD-300, with time resolution 5 s	Apple, kiwifruit	0.3 ppb	Pathak et al. (2017b)	
	QCL	Pulsed distributed-feedback QCL combine with off-axis integrated cavity output spectroscopy		2.5 ppb	Centeno et al. (2014)	
	QEPAS	Distributed-feedback quantum wells diode laser operating at 3.32 μm	Apple	ppm	Nguyen, Triki, Desbrosses, and Vicet (2015)	
	QEPAS	Distributed-feedback QCL	Apple	50 ppb	Wang et al. (2016)	
	QEPAS	Distributed-feedback QCL	Apple	8 ppb	Wang et al. (2017)	
	Inter-band cascade laser	A hollow waveguide as gas cell, integration time of 24 s		53 ppb	Li, Du, et al. (2017)	
	Raman spectroscopy	Cavity-enhanced Raman spectroscopy	Plum, peach, apple	261 ppm	Sandfort et al. (2018)	
	Raman spectroscopy	Surface-enhanced Raman spectroscopy		1.7 ppm	Zhang et al. (2017c)	
	Chemical	Gravimetric	AgBF ₄ /PVP coated quartz crystal microbalance	C ₂ H ₄ in N ₂	420 ppb (1-7 ppm)	Tolentino et al. (2018)
	Chemical	Colorimetric	Color change upon the partial reduction of Mo(VI) to Mo(V)	Apple	600-1500 ppm	Lang et al. (2012)
Others	Colorimetric	Cumulative colorimetric sensor arrays based on Pd (II)-silica porous microsphere sensors	Banana	0.2 ppm (0.5-50 ppm)	Li and Sulisik (2019)	
	Cataluminescence	Mn(II)-doped SiO ₂ paper-based low-temperature plasma assisted cataluminescence		10 ppm (33-6667 ppm)	Luo et al. (2017)	
	Photoluminescence	Fluorescence of conjugated polymer quenches and recovery		1000 ppm	Esser and Swager (2010)	
	Photoluminescence	Reversible fluorescence quenches and enhancement of luminescent MOF RPME	C ₂ H ₄ in N ₂	< 100 ppm	Marti et al. (2013)	
	Photoluminescence	Fluorophore-tagged Grubbs catalysts as turn-on fluorescent probes	Passion fruit, avocado, banana, and apple	0.9 ppm	Sun et al. (2019)	
	GC-FID + MOF	Moisture resistant MOF-199/Multiwall CNTs hybridization for C ₂ H ₄ enrichment	Spiked grape, wampee, blueberry, durian husk	0.016 μg/L	Zhang et al. (2014)	
	OFET	Deposit uniform ultrathin polymer film (< 2 nm)		1000 ppm	Khim et al. (2016)	
	OFET	P3HT as active semiconductor, palladium particles (< 1 μm) as ethylene receptor		25 ppm	Besar et al. (2017)	

表1 乙烯检测技术综述

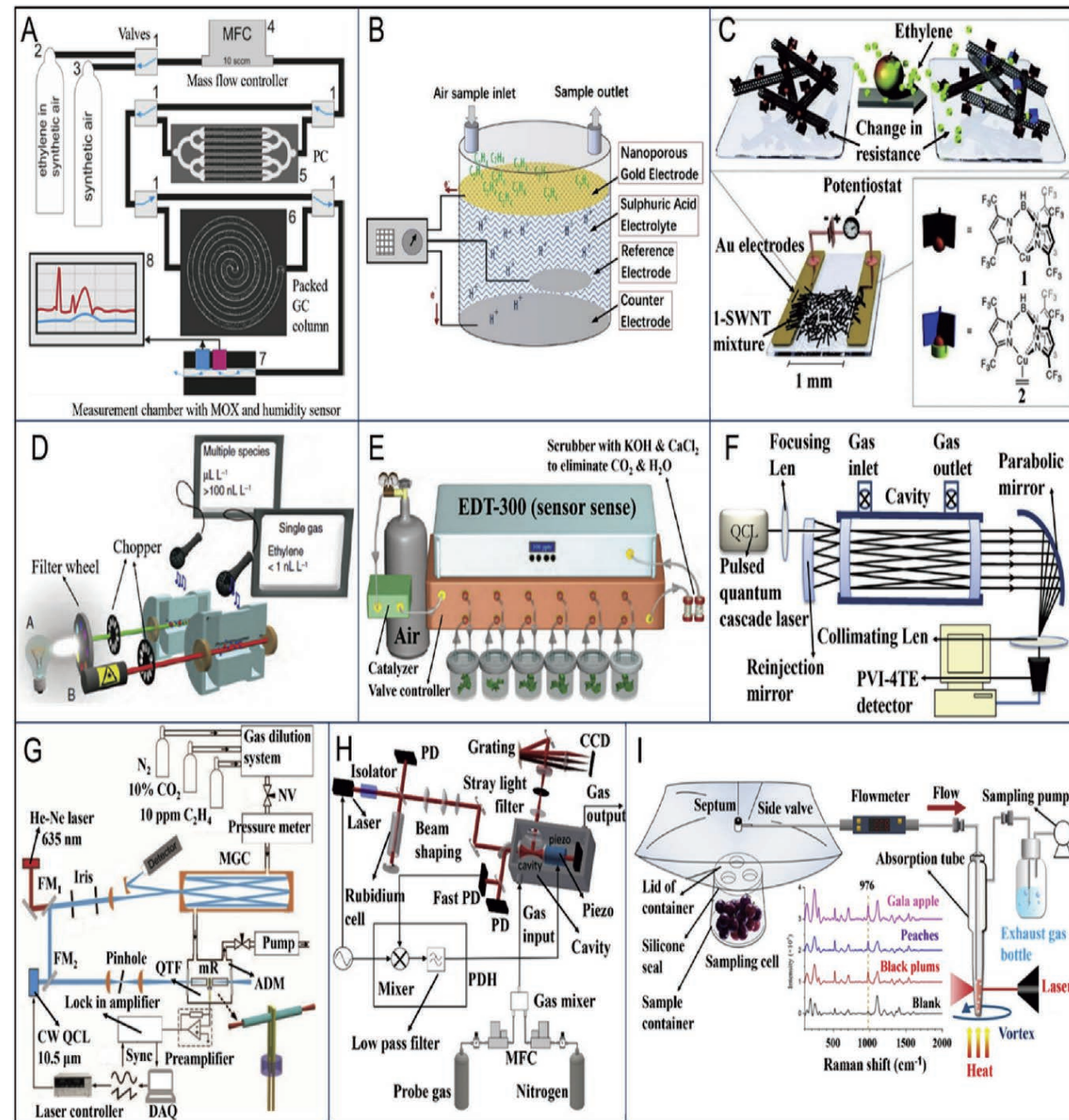


图2 基于GC、电化学和光学技术的乙烯检测方法举例A) 含微柱预浓集的微型气相色谱系统 (Janssen et al., 2014b); B) 催化乙烯传感器的测量过程 (Blanke & Shekariz, 2012); C) 铜配合物修饰碳纳米管化学电阻传感器检测乙烯 (Esser et al., 2012); D) 基于声光谱的非色散与激光传感器 (Cristescu et al., 2013); E) EDT-300激光声检测器在线监测乙烯 (Cristescu et al., 2013); F) 基于量子级联激光器 (QCL) 的实验装置 (Centeno et al., 2014); G) 石英增强声光谱 (QEPAS) 装置 (Wang et al., 2017); H) 腔增强拉曼光谱装置 (Sandfort et al., 2018); I) LVCC采样技术与乙烯的SERS检测 (Zhang et al., 2017c).

Criterion	GC systems	Electrochemical sensors	Laser-based sensors	Chemical methods
Sensitivity	Requires pre-concentration for better sensitivity	Good (ppm-ppb)	Highest (sub-ppb)	Varies (sub-ppm to 1000 ppm)
Selectivity	High	Scarce	High	High
Measuring time	Fast (in minutes)	Relatively fast (in minutes)	Fastest (in seconds)	Fast
Power consumption	High	Low	High	Low
Long-term stability	Good	Limited shelf-life	Good	Varies
Portable version	Available	Available	Available	Promising
Analysis of other gases	Excellent	Multiple channel need	Single gas detection	-
Price	Low for uGC	Low	Expensive	Low
Others	Small sample requirements, fully automated	Specific ethylene range & temperature range	Real-time monitoring; compact	In developing
Key advantages	Good at separating complex mixtures	Portable and easy to operate in field	Best resolution	Rapid, in-situ, disposable
Limitations	High price for high performance	Sensitive to interfering gases, temperature & humidity changes	Expensive	Not ready for industry use

表2 三种乙烯检测技术与新型化学方法的比较

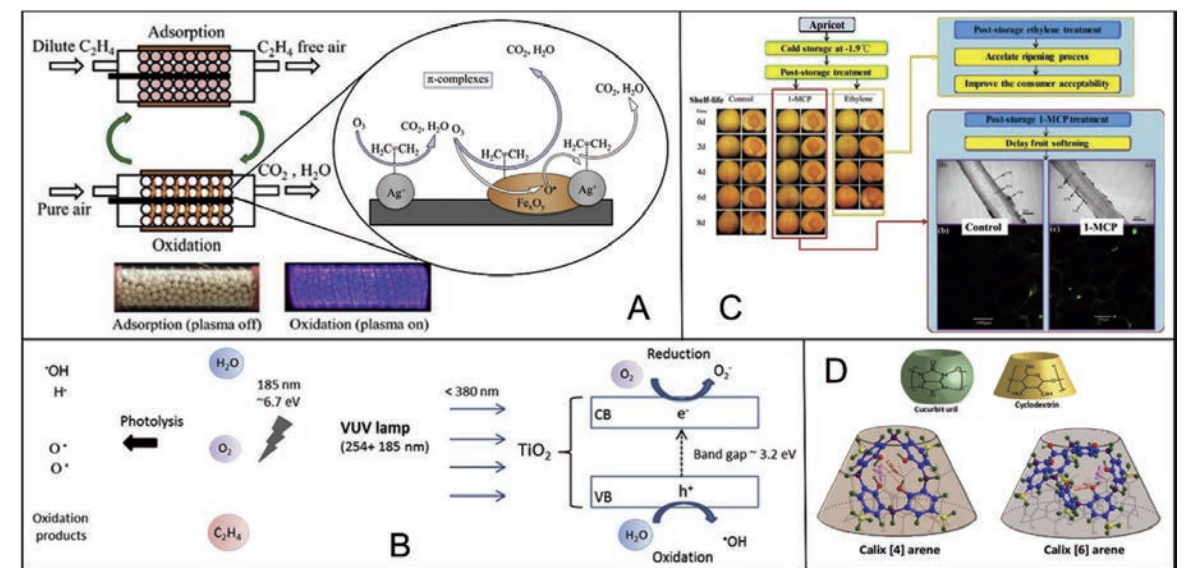


图3 乙烯控制方法A) 吸附等离子体催化氧化脱除气流中乙烯 (Trinh et al., 2015); B) 乙烯的光催化和光化学氧化 (Pathaket et al., 2017a); C) 乙烯和1-MCP处理对杏成熟软化过程的调控 (Fan et al., 2018a,b); D) 瓜环、环糊精、杯芳烃的结构 (Zhang et al., 2017a)

本文的讨论说明小型化、灵敏的乙烯检测技术与可行的乙烯控制方法相结合，有望成为水果品质维持和贮藏期延长的有效解决方案。然而，目前各种乙烯传感器和乙烯控制策略都有各自的优点和局限性。因此，应尝试开发更有效的乙烯检测和控制技术。

全文阅读

Bingxue Hu, Da-Wen Sun, Hongbin Pu, Qingyi Wei. Recent advances in detecting and regulating ethylene concentrations for shelf-life extension and maturity control of fruit: A review. Trends in Food Science & Technology, 2019, 91: 66-82.

关于光合作用测量仪器 您必须知道的使用要点

文/郑宝刚

提起光合作用测量仪器，
可能很多人都会抢答，
这个我知道，光合仪和荧光仪嘛！
那我再问，光合仪和荧光仪具体都测什么？
如何选择？哪个更好用？
突然好多概念，参数浮现在脑海，
我们好像在哪见过！



OK! 坐好，手背后边，
睁大眼睛，竖起耳朵，
听小编来给你们“瞎扯”一番。

光合作用的光&合

Photosynthesis=Photon(光)+Synthesis(合)，光合作用可分为光反应和暗反应。

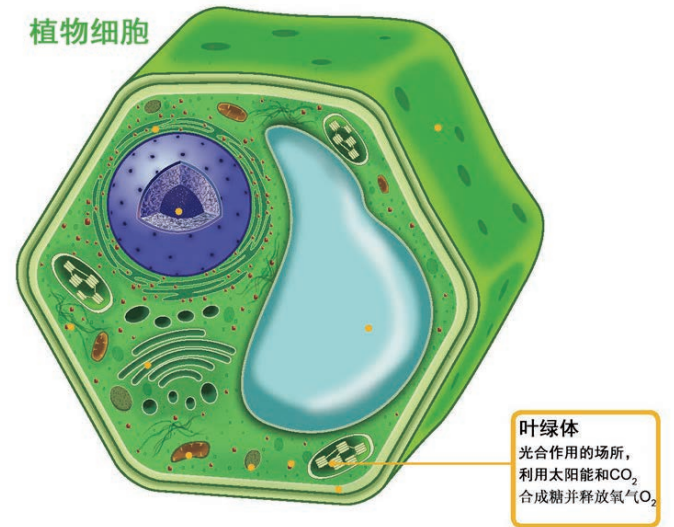
光反应：发生叶绿体的类囊体膜上，以光能捕获传递转化为基础的光能利用，氧气释放和电子传递。

暗反应：发生在叶绿体基质内，以CO₂吸收同化合成为基础的酶促反应，羧化，还原，再生。

总结

光反应：反应相对快，光子转化成电子实现太阳能的初级利用。涉及到光能转换效率，激发能耗散途径，电子传递速率，NADPH和ATP合成。

暗反应：反应相对慢，吸收CO₂，通过酶促反应利用光反应产生的还原剂，合成糖类，淀粉，实现活跃化学能到稳定化学能的转化。涉及气孔导度，叶肉导度，蒸腾速率，羧化效率。



光反应和暗反应的测量仪器

光合仪：气体交换原理，利用红外气体分析器（InfraRed Gas Analyzer IRGA）测量流经叶片前后CO₂和H₂O的浓度变化，分析叶片与环境发生的气体交换，用固定了多少CO₂来表征光合作用的能力。常用的参数是净光合速率，蒸腾速率，气孔导度，胞间二氧化碳浓度等。气体交换是非常经典的光合作用测量方法，光合仪是常被用来测量气体交换的仪器。

荧光仪：叶绿素荧光原理，通过检测光合作用光能利用过程中叶绿素荧光的产量(F)，来分析光合作用光能吸收，转化和分配。用叶绿素荧光参数来表征不同途径能量分配的多少。常用的参数有光系统的最大光能转换效率(Fv/Fm)，实际光能转换效率(Yield)，光化学淬灭(qP)，非光化学淬灭(NPQ)，电子传递速率（ETR）等。叶绿素荧光法具有无损，原位测量等优势，可以作为光合作用的有效探针，叶绿素荧光仪广泛应用于实验室和野外光合作用研究。

总结

光合作用和蒸腾作用相伴发生，光合仪测量叶片和环境的气体交换。交换的气体是H₂O和CO₂，交换的门户是气孔，交换的结果是水分从叶片中蒸腾散失，CO₂进入叶片被同化。光合仪测量光合作用极易受到环境湿度，CO₂浓度，光照，温度的影响，测量过程中应尽量保持环境条件稳定。

光能的吸收与耗散平衡，荧光仪测量吸收光能中用于发射荧光的部分，根据模型计算转化为光合电子传递和热耗散的部分。荧光仪测量的叶绿素荧光通常指的是室温（25℃）叶绿素荧光，荧光仪测量光合作用主要受光照强度（PAR）和温度的影响。

如何选择或哪个更好用？

任何一种仪器的选择，都要服从科研内容对工具的需求！

举个例子，一个种质资源管理中心，如果要收集200个水稻品种的田间光合特性数据，可以尝试使用荧光仪测量实际光能转化效率即可，荧光仪可以在短时间内测量大量样品。换一个角度，如果是评估改良的新品种和亲本之间的光合差异，则建议使用光合仪来测量，毕竟固定CO₂生成糖和淀粉才是作物产量的保证。你品，你细品！

光合仪和荧光仪可以独立存在，但是光反应和暗反应不会独立运行。所以，两者没有绝对意义上的高下，因为光反应和暗反应同样重要。如果想全面的分析光合作用，光合仪和荧光仪都需要用到，最佳的使用方案是联用，同步测量气体交换和叶绿素荧光。



使用光合仪和荧光仪要注意什么？

光合仪

1、预热！预热！预热！所有IRGA原理的光合仪都需要预热！不同品牌的光合仪预热时间不同，实际应用中预热的时间约为30-60分钟。

2、分析器调零，调零的目的是为了消除光合仪的检测误差。不同品牌，不同型号的光合仪，根据IRGA类型的不同，调零模式有差异。目前比较常见的是双通道四分析器光合仪，双通道是Reference和Sample两股气路通道，四分析器分别是H₂O Reference分析器和CO₂ Reference分析器，H₂O Sample分析器和CO₂ Sample分析器。在测量叶片前先测量分析器的读数差异并将其固定即视为调零，之后才可以进行气体交换的测量。

3、精确控制环境因子（光、温、水、气），光合仪主要采用开放式气路系统，即光合仪从环境中吸取空气，测量流经叶片前后CO₂和H₂O的浓度变化，测量后的气体从出气口流走。环境空气的温度，湿度，CO₂浓度及环境的光强剧烈波动会严重影响光合仪的使用。因此建议在使用过程中精确控制环境因子。

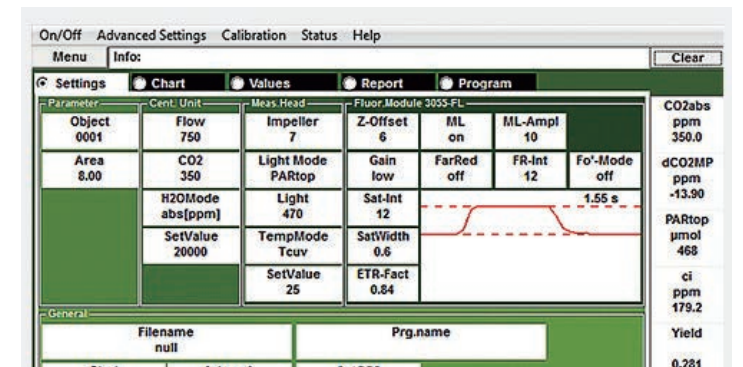
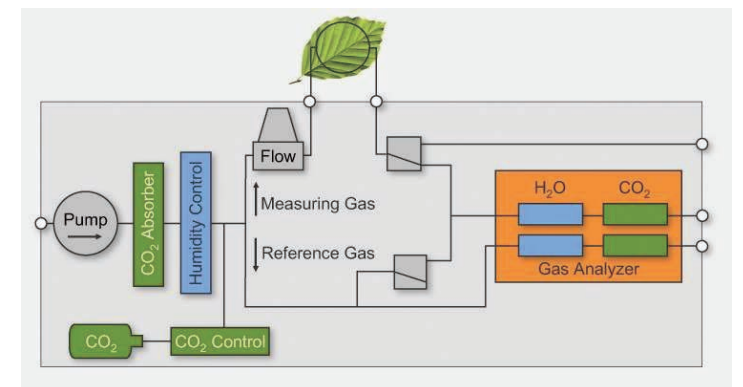
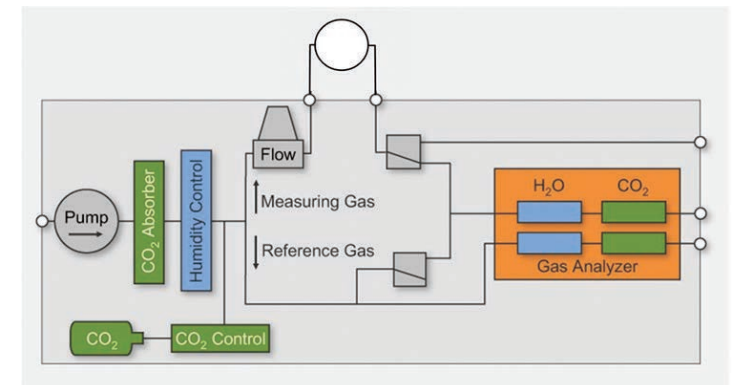
4、原位测量，严禁离体，因为离体叶片生理状态会发生变化，最明显的就是气孔关闭。除了离体损伤之外，可能会导致气孔关闭的还有手上的汗液或化妆品残留等，所以不要直接用手擦拭叶片。

5、叶片面积（或重量），光合仪计算的光合速率是单位面积（或重量），单位时间内的CO₂同化率，测量时需要已知的测量面积（或重量）。现在有些品牌的光合仪允许测量完成后修正测量面积（或重量），重新计算光合速率，如德国WALZ的GFS-3000。

6、叶片温度，叶片温度是计算光合参数和控制气体交换温度的重要依据。因为光合仪的测量原理默认叶肉细胞内为100%相对湿度。

7、叶室气流流速，流经叶室的气流流速，与气体交换参数计算有关。光合能力弱的阴生植物可以尝试低流速测量。

8、日常维护，光合仪属于精密的气体分析仪器，为保证测量的准确性，应该定时做标定，标定程序分为CO₂和H₂O分析器零点标定和CO₂和H₂O分析器跨度标定。光合仪在环境因子控制过程中会消耗一些药品，如干燥剂和碱石灰等，使用前要注意检查。光合仪作为野外便携式测量设备，时常会被带到野外去实验，使用中务必留意电池电量状况，及时保存数据，使用前及时给电池充电。特别提醒，远离水源！



荧光仪

1、荧光仪的种类，目前常用的叶绿素荧光仪有两种，脉冲调制式的和连续激发式的。脉冲调制式的可以在有环境光为背景的情况下使用，连续激发式的不可以。但是连续激发式的时间分辨率比脉冲调制式的高。脉冲调制式的叶绿素荧光仪通常用来测量淬灭分析，快速光曲线等。连续激发式的通常用来做快相分析。



2、暗适应，为了更好的对叶绿素荧光测量进行合理的解释，如何定义光合机构在测量开始时的状态非常重要。所以在大多数实验中，无论脉冲调制式还是连续激发式叶绿素荧光仪，测量前一般需要首先进行暗适应。叶片的暗适应状态是光合机构的基本状态。暗适应的方式有很多种，整株植物置于暗室，单个叶片放入暗适应夹，夜间测量。暗适应的时间长短取决于我们希望从叶绿素荧光中得到什么信息。例如，大田作物叶片光合能力评价，暗适应时间一般只需要30分钟。而实验室内拟南芥叶片跨膜质子梯度 ΔpH 的测量则需要几个小时甚至更长。

3、荧光仪光源，在荧光参数测量前对荧光仪光源有明确的认识是非常有必要的。以调制式的叶绿素荧光仪为例，通常会配置四种光，测量光ML，光化光AL，饱和脉冲光SP，远红光FR。测量光，光强比较弱（ $< 1 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ），具有调制频率，用于信号检测，测量前需要调整测量光强度(Int.)和频率(Freq.)使荧光信号达到基本检测要求。测量光强度高， F_m 测定时可能会因为过饱和被低估，如果测量光强度太低，则不会使用满量程，误差增大。光化光，是诱导植物发生光合作用的光，又叫作用光。常见的荧光仪光化光光源有两种，460nm左右的蓝光或630nm左右的红光。光化光的强度通常也是可以调节的，以适应不同的实验需求。但是请注意，光源出口与样品的距离会改变样品表面的光强。所以测量前务必明确到达样品表面的光强具体是多少。

很多设备的出厂设置都是预设的，安装调试时最好执行光强校准，确保软件或者报告里的PAR值与样品水平的实际光强值一致。饱和脉冲，脉冲调制式荧光仪除了上述两种光还有一种饱和脉冲光，而连续激发式荧光仪通常只有饱和脉冲光。饱和脉冲在荧光仪中通常是用来计算数据的，光强比较强，一般都要大于 $3000 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 。为适应不同样品类型和实验要求，饱和脉冲的强度和持续时间通常也是可以调节的。远红光，有些品牌或型号的荧光仪还会搭载用于激发光系统 I 的远红光，远红光可以用来测量 F_o' ，暗弛豫，状态转换。

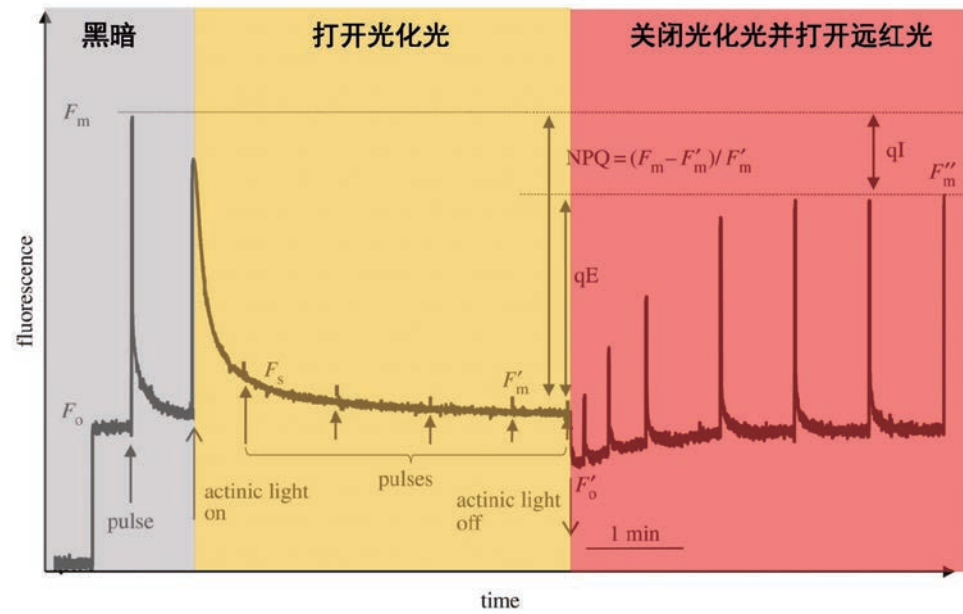
4、 F_v/F_m , $(F_m - F_o)/F_m$, 最大光能转换效率，反应植物潜在的最大光合能力。通过测量暗适应之后的最小荧光 F_o 和最大荧光 F_m 计算而来。该参数相对独立，可以单独使用，来评估胁迫条件下植物的光合特性变化或用来筛选突变体。大多数荧光仪都可以测。

5、 Φ_{PSII} , $(F_m' - F)/F_m'$, 实际光能转换效率，反应植物在稳态下的实际光合能力，通过测量稳定环境（光温水汽）状态下的最小荧光 F 和最大荧光 F_m' 计算而来。可以在晴朗的天气，快速测量大量植物的光合特性。测量过程要同时采集环境参数，如光强，温度等。

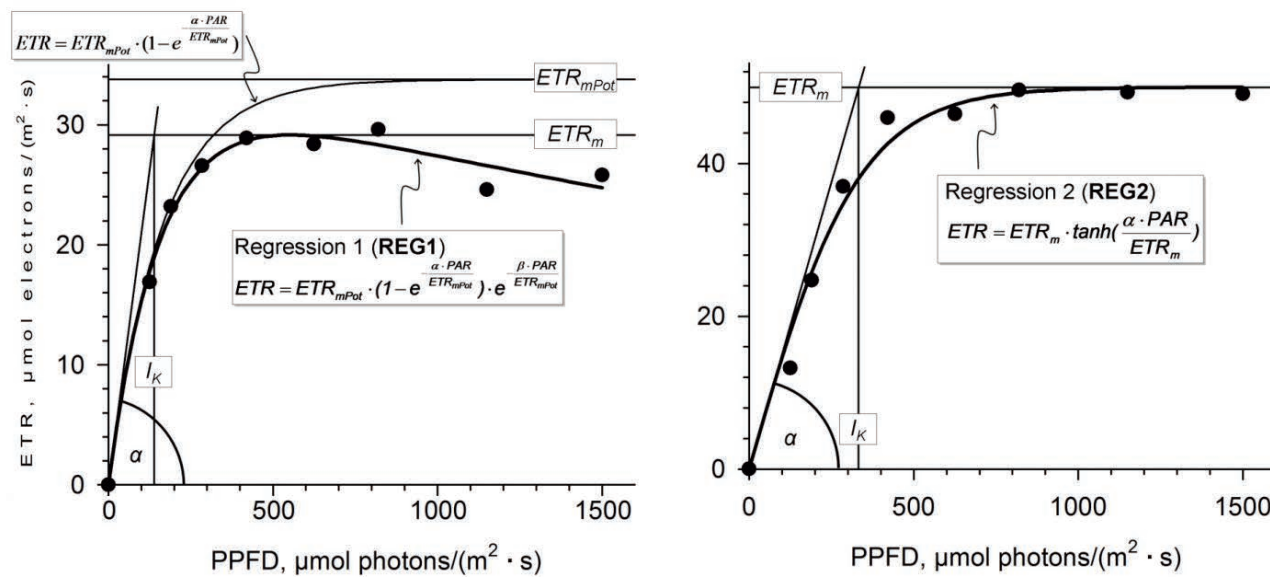
参数来源	方程式	样品状态	范围 (理论/实验)
PS II 最大光化学量子产量 (Kitajima and Butler, 1975)	$\frac{F_v}{F_m} = \frac{F_m - F_o}{F_m}$	暗	[0, 1] [0, ~0.84]
PS II 实际光化学量子产量 (Genty et al., 1989)	$Y(II) = \frac{F_m' - F}{F_m'}$	光	[0, 1] [0, ~0.84]
光诱导依赖 ΔpH 和玉米黄质的 非光化学荧光淬灭的量子产量 (Genty et al. 1996)*	$Y(NPQ) = \frac{F}{F_m'} - \frac{F}{F_m}$	光和暗	[0, 1] [0, ~0.9]
非调节性热耗散及荧光发射量子产量: 这种能量散失不包括跨膜 ΔpH 和玉米黄质的作用 (Genty et al. 1996)*	$Y(NO) = \frac{F}{F_m}$	光和暗	[0, 1] [0, ~0.9]
Stern-Volmer 非光化学荧光淬灭 (Bilger and Björkman, 1990)	$NPQ = \frac{F_m}{F_m'} - 1$	光和暗	[0, ∞] [0, ~4]
光化学淬灭系数 (Schreiber et al. 1986 as formulated by van Kooten and Snel, 1990)	$q_p = \frac{F_m' - F}{F_m' - F_o}$	光 若要计算 F_o' 则需要光和暗	[0, 1] [0, 1]
光化学淬灭系数 假定PS II 天线相互连接 (Kramer et al. 2004)	$q_L = q_p \cdot \frac{F_o'}{F}$	同上	[0, 1] [0, 1]
非光化学荧光淬灭系数 (Schreiber et al. 1986 as formulated by van Kooten and Snel, 1990)	$q_N = 1 - \frac{F_m' - F_o'}{F_m' - F_o}$	光和暗	[0, 1] [0, ~0.95]

6、诱导曲线，Induction Curve，慢速荧光诱导动力学（Slow Kinetics）的一种。测量诱导曲线可以获得淬灭分析（Quenching Analysis）的参数，光化学淬灭(q_p)，非光化学淬灭(NPQ)。实际应用中，诱导曲线后可以增加暗弛豫的测量，进一步分析植物非光化学淬灭的能力。完整操作如下，先通过光化光诱导植物叶片达到稳态，测

量光化学淬灭和非光化学淬灭。然后关闭光化光，打开远红光，继续测量，直到植物在暗处再次达到稳态，测量暗稳态下的荧光淬灭。谨记，诱导曲线的测量需要暗适应。

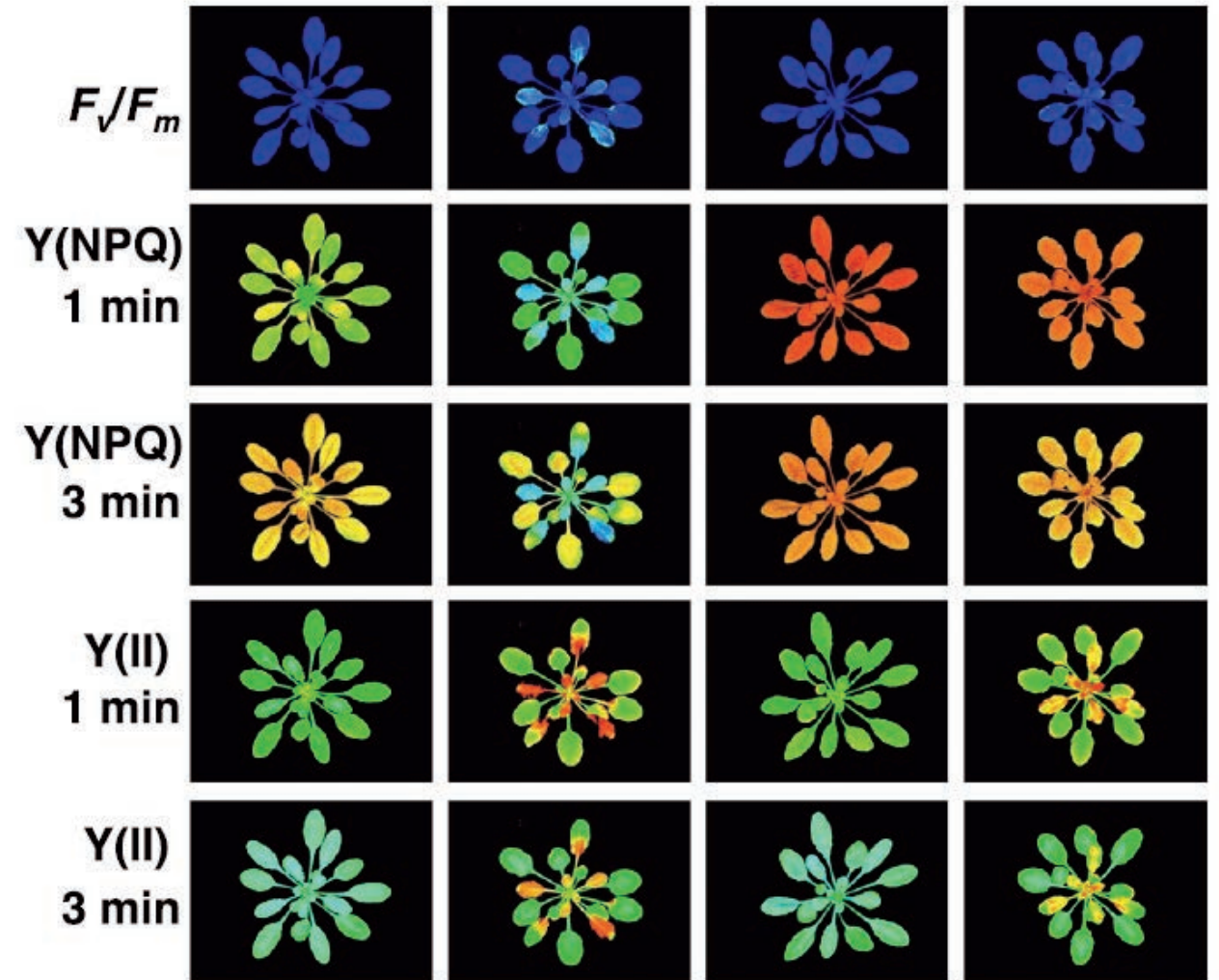


7、光曲线，Light Curve，测量不同光强下的量子产量，计算电子传递速率ETR（ $ETR = PAR \cdot Yield \cdot \text{吸光系数} \cdot 0.5$ ）。光曲线是光响应曲线的一种表征方式，相对于光合仪测气体交换的A/Q曲线，荧光仪测量light Curve的时间可以短得多，所以又被称为快速光曲线(RLC)。光曲线可以拟合得到光能利用效率 α ，最大电子传递速率ETRmax，半饱和光强 I_k ，实现不同样品光合特性的对比。



8、荧光成像，普通的荧光仪通常以数据报告的形式呈现测量结果，而荧光成像则可以将数据图像化，直观的展现样品间的光合特性差异，极大地扩展了叶绿素荧光技术的应用。如今，荧光成像早已经成为光合生理研究，

遗传育种，突变体筛选，病虫害早期检测的常用工具。相比于普通的荧光仪，荧光成像的测量面积大，全叶片成像有助于分析叶片的横向异质性。荧光成像并不是面积越大越好，比面积更重要的是成像区域光场的均匀性。均匀的广场保证了叶片每一个部位的照光条件一致，实验结果才更可靠。所以荧光成像的光源布局要经过精心的设计，就像手术台的无影灯，照亮每一个看得见的角落。



荧光参数图像 (Belén Naranjo, et al. 2016)

再次声明，光合作用研究仪器没有好坏之分，DIY或Custom-Made的测量系统照样可以发好文章。正所谓光合仪器测量的数据千篇一律，有趣的idea万里挑一。再次祝各位老师，用好仪器，做好实验，讲好故事，发好文章！

利用EasyClus软件和CytoSense流式细胞仪建立藻类监测数据库

文/王阳阳

CytoBuoy公司的CytoSense浮游植物扫描成像流式细胞仪是专门为测量浮游植物颗粒而设计的，它的动态范围大（微微型颗粒到大颗粒），可存储整个形状相关的颗粒剖面信号，在对样品进行（快速）分析的过程中可生成粒子图像，并可在野外现场独立配置使用。

CytoSense的特点是测量荧光和散射光的时间分辨脉冲，使高通量浮游植物的形态和色素量化。将单个细胞和群落水平上变异量化可以提高我们理解自然群落动态的能，对于一些生态问题，例如短期环境变化对藻类数量和群落造成的影响等问题，是目前非常可行的测量工具。

CytoSense几何形态参数	含义
Total	每个脉冲下的积分面积
Maximum	每个脉冲记录的最大强度（峰值）
Minimum	每个脉冲记录的最小强度
Range	最大值- 最小值
Average	每个脉冲完整长度下的平均强度
First	每个脉冲的第一个测量值
Last	每个脉冲的最后一个测量值
Gradient	第一个和最后一个+ 0.1之间的绝对差值(添加以启用后续日志转换)
Length	脉冲最大值50%之间的宽度（半宽度）,μm
Number of cells	群体细胞数量的连续测量，通过脉冲的傅里叶变换产生

Fill factor	脉冲的面积与相同长度的矩形的面积的比值，其高度等于脉冲的最大值
Inertia	一种用于捕获脉冲过程中信号高度变化的参数
Center of gravity	指示脉冲区域信号最集中的区域的参数
Asymmetry	连续测量脉冲的对称性
Curvature	FWS是通过平均两个独立探测器之间的信号来测量的。曲率脉冲表示两个FWS脉冲之间的偏差

根据以上相关参数，2018年，瑞士联邦水产科学技术研究所Mridul K. Thomas等人提出了利用扫描流式细胞仪、机器学习和无监督集群等方法对浮游植物群落和功能群体的细胞密度和生物量进行定量分析。(原文：<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196225>)



Thomas Rutten Projects，是一家致力于EasyClus和LIVE软件开发的。与CytoBuoy公司合作多年，Thomas Rutten是流式细胞术和软件方面的专家。主要帮助用户处理大量流式细胞仪数据，并从数据中获取他们感兴趣的信息。（EasyClus软件是在Matlab环境下开发的，但是用户不需要了解Matlab本身。）本文以伊莎贝尔运河水样为例，对EasyClus藻类监测数据库的构建流程做了简介。

样本采集

使用CytoSense分析水样。并由Thomas Rutten Projects：处理样品分析后的两个数据文件

-样品1：测量体积215 uL；颗粒数:370173个，照片：1002张

-样品2：测量体积680 uL；颗粒数:117574个，照片：1000张

从样本中提取信息：例如，颗粒数或叶绿素随粒级的分布、蓝藻的计数或生物量（叶绿素），通过建立数据库或藻种库来识别样本中特定物种，并使用此数据库来估计其他样本中粒子的计数、生物量或其他光学特征。在本例中，我们选择构建一个数据库，并基于该数据库对两个样本进行分类。

性能检查

通常首先检查CytoSense数据的分析性能（EasyClus中的Check analysis按钮），然后自动生成警告图示（Easy-

Clus中的recommendation按钮)。结果表明(图1和图2)分析进行得很好。

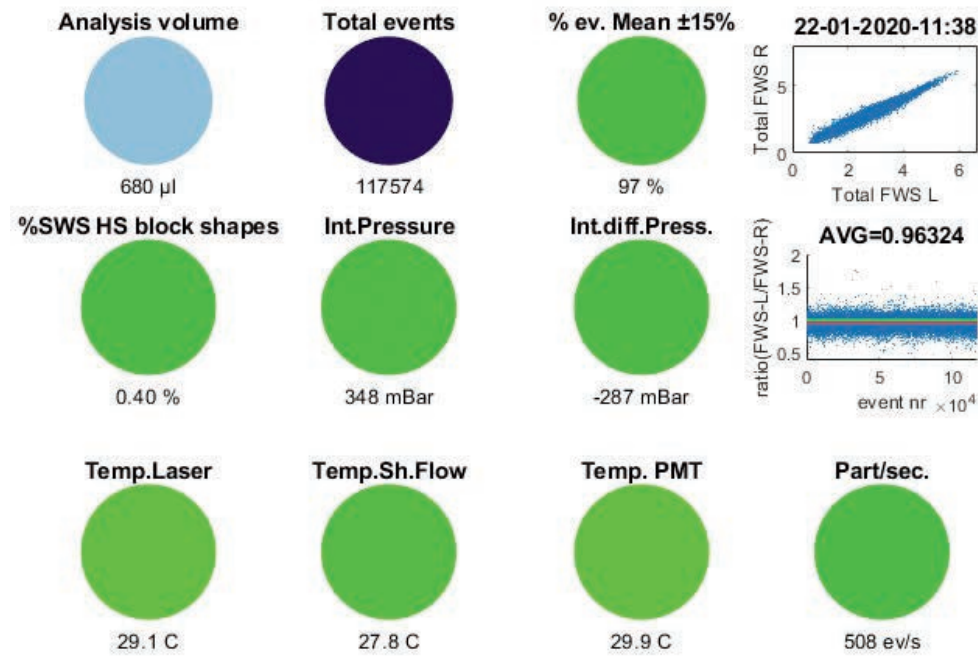


图1 分析检查, 交通灯是绿色的, 表明正常!

例如在红绿灯的右下方显示: 仪器每秒测量508个粒子 (ev=事件/颗粒)

对于经验不足的用户, EasyClus提供推荐按钮 (recommendation), 结果如图2所示。

```

1.04 Warning: Your flush time (50 seconds) is quite small
1.04.1 Solution - Flush longer e.g. 80 sec.
1.09 Warning: This (default) low block size of 4kB in CytoUSB will decrease the effective analysis volume
1.09.1 Solution - Increase block size memory if the total particle rate is high enough (but prevent time outs)
1.11 Warning: This threshold level is quite high
1.11 Warning: Take care you don't miss smaller particles, because they will not be triggered at this level
1.11.1 Solution - Set lower threshold trigger level
1.11.2 Solution - If you need to put the level that high to measure something, it might be caused by increased
1.11.3 Solution - Increased noise is usually caused by dirty cuvette (inner) walls/tubing/sheath fluid - So, cl
1.17 Warning: Last calibration of sample pump towards analysis date was more than 90 days. (01-Jan-1990)
1.17.1 Solution - Check if the pumped analysis volume is the real volume by weighing

```

图2 基于一个测量样本的建议, 帮助用户改进设置

从样本中提取图像

EasyClus从CytoSense文件中提取出图像 (.jpg)。用于识别物种和建立数据库。

使用样本1创建数据库

有几种方法可以在EasyClus软件中构建数据库。我们选择了最简单的方法:

- 选择被测粒子的CytoSense图像, 并将它们放在特定分类的文件夹中 (每个分类专家都可以在EasyClus之外完成这个过程)
- 在文件夹中填满图像后, EasyClus开始工作。我们只需按“Make a new database”按钮, 将包含图像的文件夹放入数据库图像文件夹, 然后按“Update database”按钮。在后台, 软件将查看数据库文件夹并从图像中 (自动) 提取信息。这一信息包括图像本身和流式测定的粒子光学信息, 这一点非常重要, 例如五个检测器信号, 它们是光学上与粒子形状相关的轮廓及其导出的特征数据。所以我们的数据库包含粒子数量, 粒子图像和每个粒子的光学信息, 这是一个相当独特的信息组合!
- 通过选择一种或三种监督聚类技术和新创建的数据库, 可以立即对每个分析样本进行分类或聚类。监督的意思是使用先验信息 (=数据库) 进行分类。

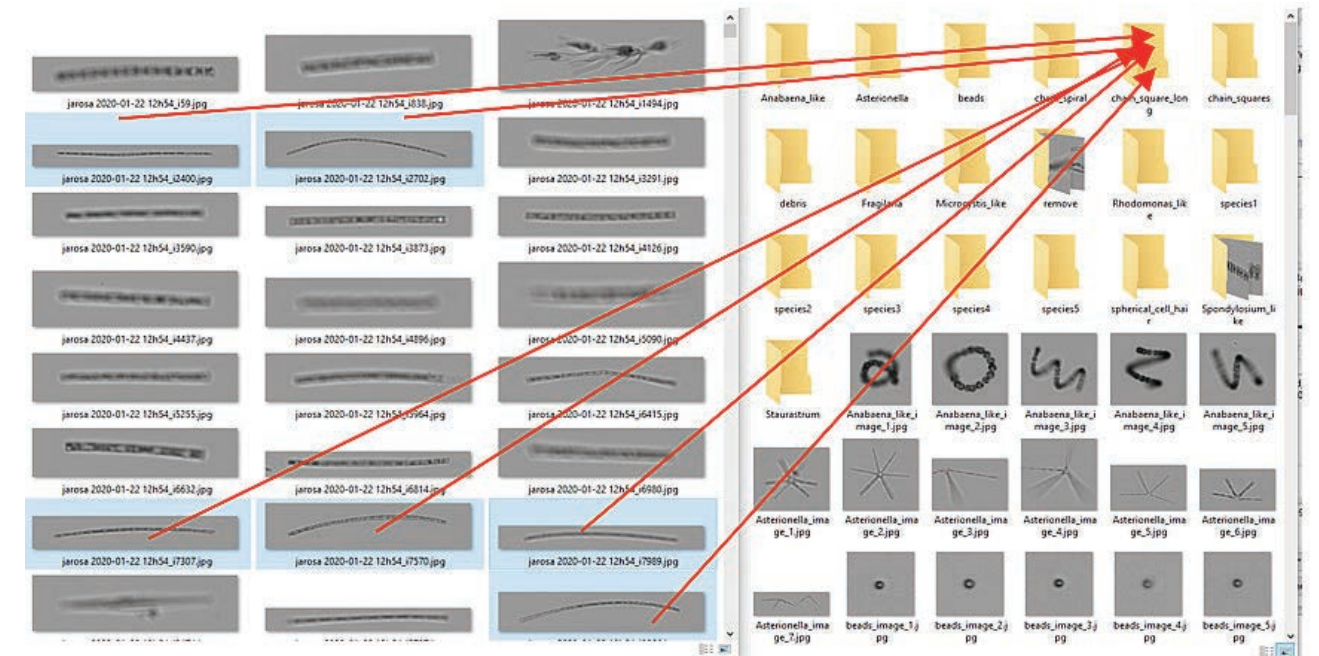


图3 构建数据库最简单的方法: 通过复制粘贴将相似的图像添加到单独的文件夹

在本例中, 我们将相对少量的信息放入数据库 (231幅图像和FCM数据) 中, 数据量约占样本中测量的所有粒子 (370173) 的0.06%。我们可以将更多的图像和FCM数据放到数据库中 (也包括来自其他样本的图像和数据), 以优化分类过程, 但这里只是一个示例所以并没有这样做。

基于该数据库对样本1进行分类

采用EasyClus的两种监督聚类/分类方法。一种叫做套索 (LASSO)，另一种叫做规则 (RULES)。第一种方法对每个数据库组在多个维度上使用套索或选择集，第二种方法在后台根据数据库中的物种建立分类规则。结果显示了有趣的集群。

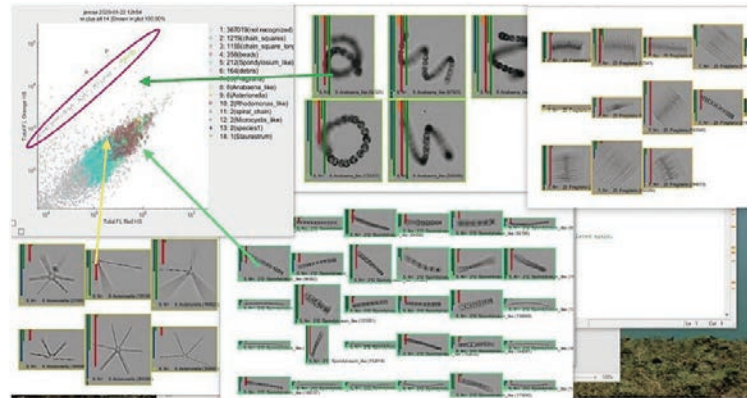


图4 紫色椭圆内为蓝藻区，有鱼腥藻和微囊藻，以及几个藻类群

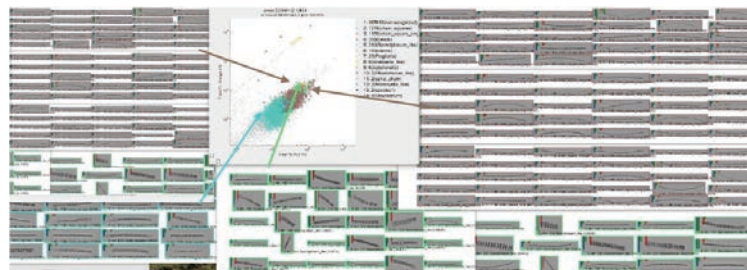


图5 发现不同类型的长链细胞

利用231个粒子的数据库，对分类后的组分进行了套索 (LASSO) 聚类 (表1) 和规则(RULES)聚类 (表2)。

- 1. Conc.: 964501 not recognized particles/ml
- 2. Conc.: 736799 beads particles/ml
- 3. Conc.: 7526 debris particles/ml
- 4. Conc.: 6021 chain_squares particles/ml
- 5. Conc.: 5317 chain_square_long particles/ml
- 6. Conc.: 1692 species5 particles/ml
- 7. Conc.: 1221 Spondylosium_like particles/ml
- 8. Conc.: 727 spherical_cell_hair particles/ml
- 9. Conc.: 601 Staurostrum particles/ml
- 10. Conc.: 252 species1 particles/ml
- 11. Conc.: 130 Asterionella particles/ml
- 12. Conc.: 98 Fragilaria particles/ml
- 13. Conc.: 75 Anabaena_like particles/ml
- 14. Conc.: 61 Rhodomonas_like particles/ml
- 15. Conc.: 9 spiral_chain particles/ml
- 16. Conc.: 5 Microcystis_like particles/ml
- 17. Conc.: 5 chain_spiral particles/ml
- 18. Conc.: 5 species2 particles/ml

表1 套索: 样本1

- 1. Conc.: 1710345 not recognized particles/ml
- 2. Conc.: 5681 chain_squares particles/ml
- 3. Conc.: 5382 chain_square_long particles/ml
- 4. Conc.: 1668 beads particles/ml
- 5. Conc.: 988 Spondylosium_like particles/ml
- 6. Conc.: 764 debris particles/ml
- 7. Conc.: 107 Fragilaria particles/ml
- 8. Conc.: 37 Anabaena_like particles/ml
- 9. Conc.: 28 Asterionella particles/ml
- 10. Conc.: 9 Rhodomonas_like particles/ml
- 11. Conc.: 9 spiral_chain particles/ml
- 12. Conc.: 9 Microcystis_like particles/ml
- 13. Conc.: 9 species1 particles/ml
- 14. Conc.: 5 Staurostrum particles/ml

表2 规则: 100-2:样本1

使用样本2创建数据库

让我们看一下如果用另一种方式构建数据库会发生什么情况。对于第二个样本，开发了另一个数据库生成策略。这里以流式细胞仪数据和图像的结合为例进行说明。我们首先根据相似的光学特性对EasyClus中的流式细胞仪数据进行分组。所以，不使用图像。该分组过程称为基于光信号信息的无监督聚类 (即没有先验信息因而没有数据库基础上的聚类)。第二个样本的集群如图6所示。

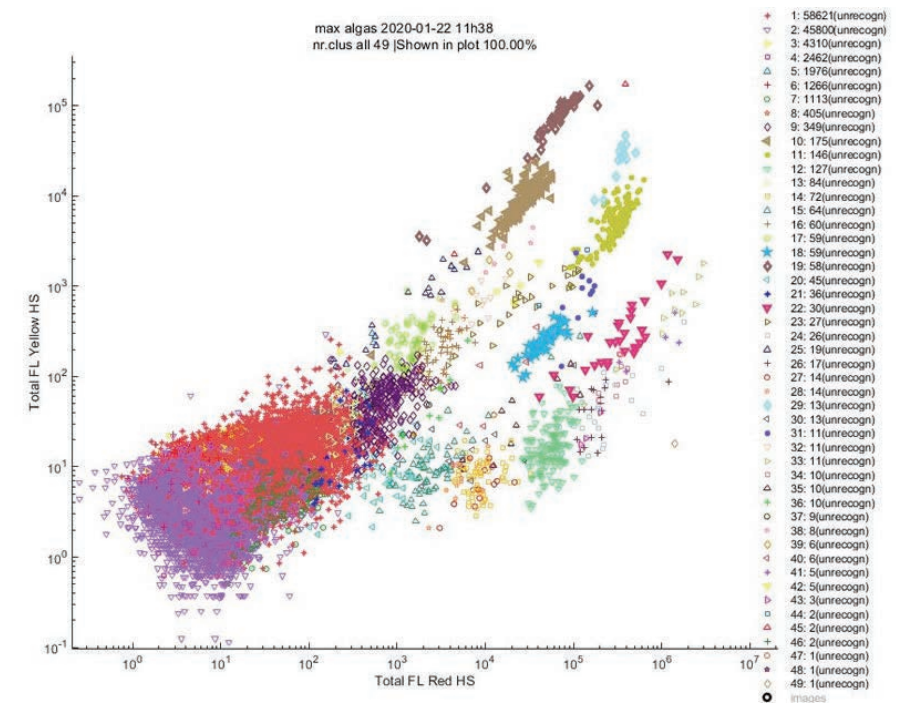
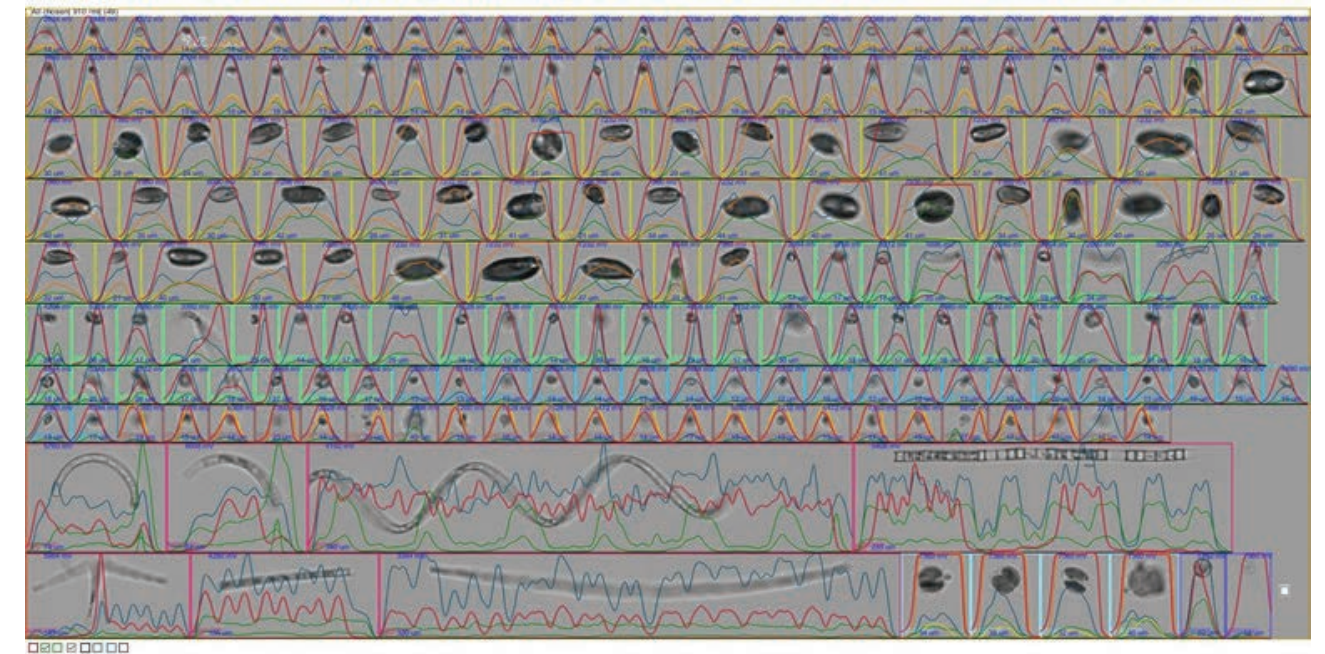
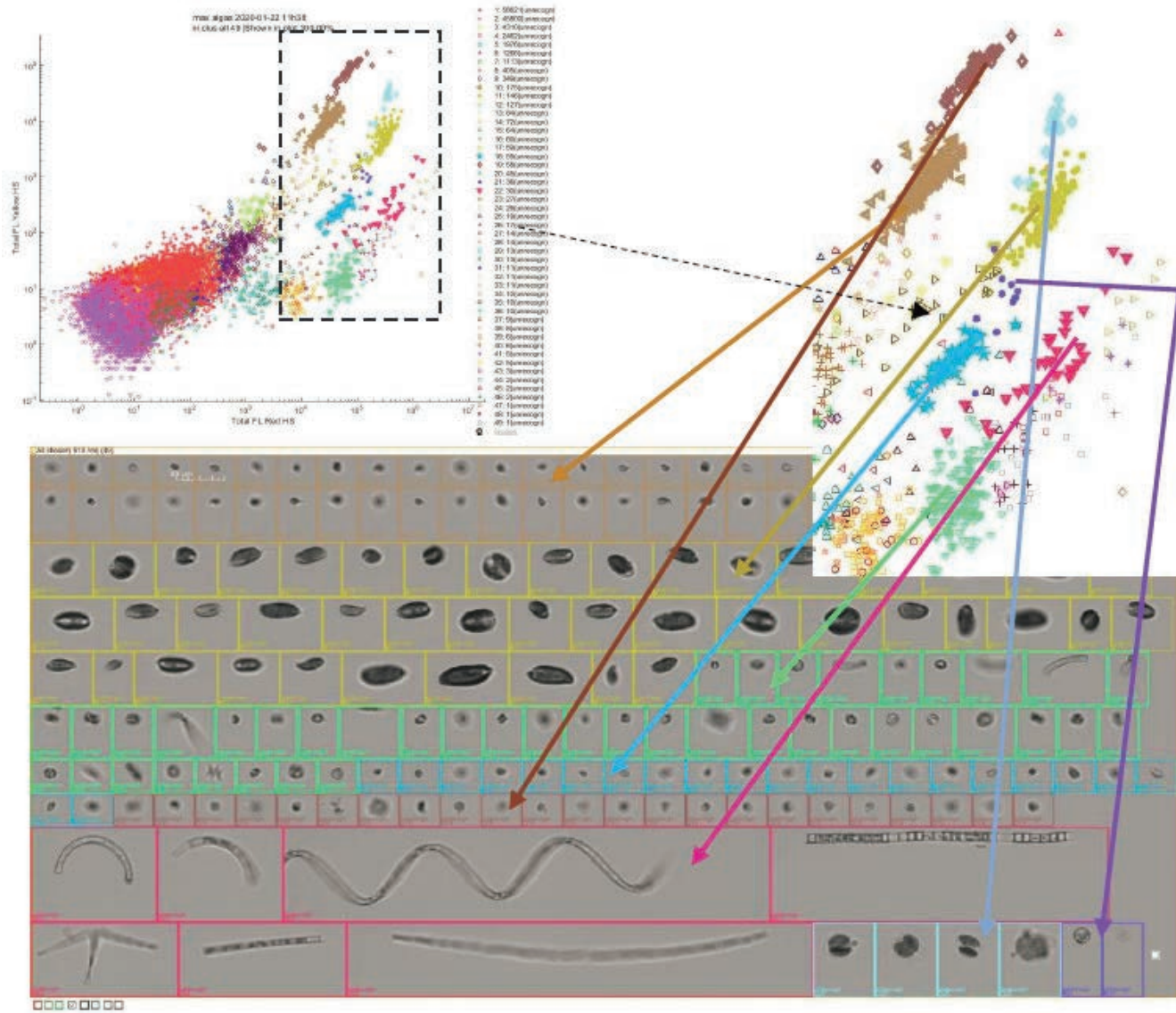


图6 具有几乎相似光学特性的粒子通过EasyClus软件DESIGN2方法 (不带数据库) 分组 (群集) 在一起

图7 集群内发现的物种图像。下图: 相同的图像和投射在图像上的细胞信号: 红色=叶绿素荧光, 橙色=异藻蓝蛋白荧光, 黄色荧光, 蓝色=正向散射 (体积信息), 绿色=侧向散射 (形态信息)





我们可以很容易地将所有找到的带有图像的集群放在一个新数据库中（一键按下“make temporary database”），并且从这里我们可以进一步清理数据库（如果需要）。我们把所有1000张图片和流式细胞仪信息根据这些发现的聚类放在数据库中。在数据库中，集群1称为CI-01，集群2称为CI-02等。现在我们有了一个数据库，可以使用EasyClus的监督聚类方法对粒子进行分类。在理想的情况下，我们希望能找到相同的组，但我们也知道，数据库中只有1000个事件，而整个样本中的117574个被测粒子，占比不到所有粒子的1%。数据库的聚类是在EasyClus（套索、规则和混合方法）中执行的，如图8所示。表3给出了三种方法对原始聚类的分类计数，突出显示的聚类和表4中发现的所有聚类的浓度。

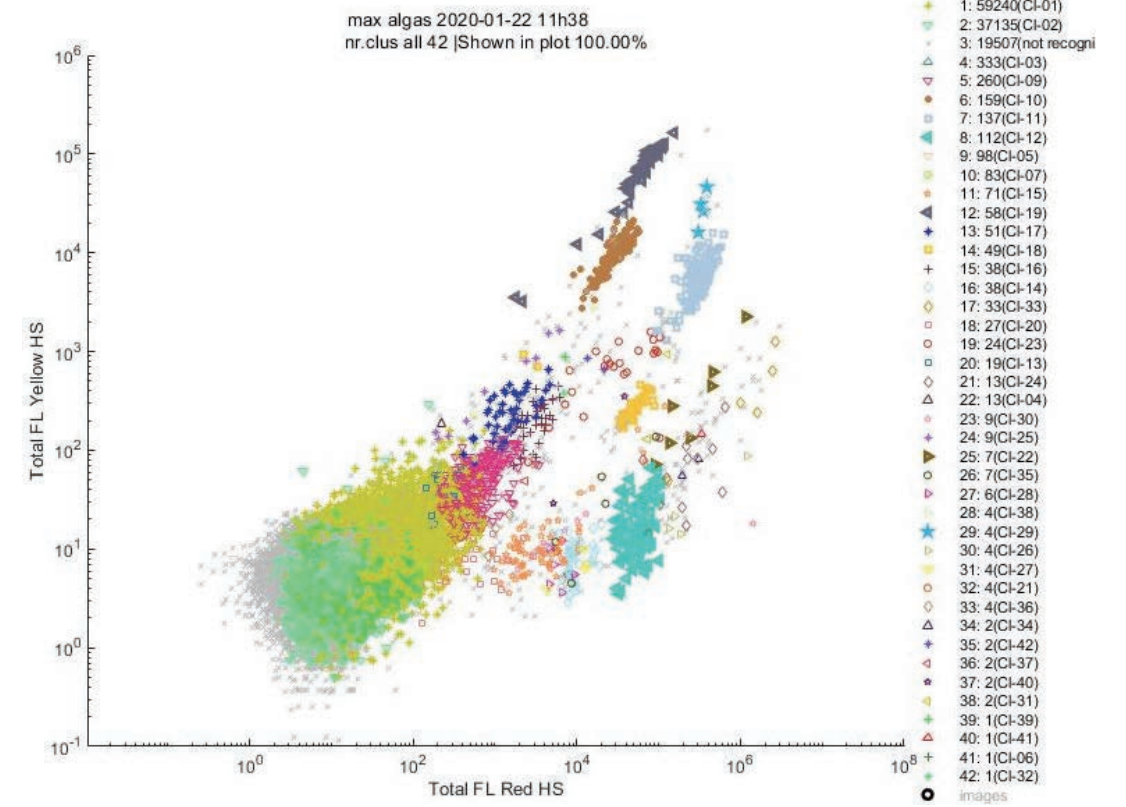


图8 基于数据库的样本2聚类（套索）

Original counts	RULES & database	LASSO & database	HYBRID & database
CI-10 : 175	159 (0.91)	162 (0.93)	160 (0.91)
CI-11 : 146	137 (0.94)	143 (0.98)	147 (1.01)
CI-12 : 127	112 (0.88) DDDDDD	123 (0.97)	126 (0.99)
CI-18 : 59	49 (0.83)	49 (0.83)	49 (0.83)
CI-19 : 58	58 (1.00)	54 (0.93)	68 (1.17)68 (1.17)
CI-22 : 30	7 (0.23*)	8 (0.27*)	26 (0.87*)
CI-29 : 13	4 (0.31*)	6 (0.46*)	4 (0.31*)
CI-31 : 11	2 (0.18*)	2 (0.18*)	11 (1.00*)
only a few species in database			

表3 为每个分类过程找到的聚类计数

1. Conc.: 6 not recognized particles/ml	22. Conc.: 9 Cl-28 particles/ml
2. Conc.: 16 Cl-30 particles/ml	23. Conc.: 3 Cl-34 particles/ml
3. Conc.: 26 Cl-26 particles/ml	24. Conc.: 94 Cl-17 particles/ml
4. Conc.: 65 Cl-33 particles/ml	25. Conc.: 1 Cl-39 particles/ml
5. Conc.: 16 Cl-31 particles/ml	26. Conc.: 429 Cl-09 particles/ml
6. Conc.: 47 Cl-23 particles/ml	27. Conc.: 6 Cl-36 particles/ml
7. Conc.: 90 Cl-18 particles/ml	28. Conc.: 66 Cl-14 particles/ml
8. Conc.: 56 Cl-20 particles/ml	29. Conc.: 100 Cl-19 particles/ml
9. Conc.: 216 Cl-11 particles/ml	30. Conc.: 6 Cl-38 particles/ml
10. Conc.: 169 Cl-15 particles/ml	31. Conc.: 122 Cl-07 particles/ml
11. Conc.: 10 Cl-35 particles/ml	32. Conc.: 6 Cl-29 particles/ml
12. Conc.: 10 Cl-40 particles/ml	33. Conc.: 6 Cl-27 particles/ml
13. Conc.: 99020 Cl-01 particles/ml	34. Conc.: 60 Cl-16 particles/ml
14. Conc.: 71050 Cl-02 particles/ml	35. Conc.: 4 Cl-42 particles/ml
15. Conc.: 490 Cl-03 particles/ml	36. Conc.: 1 Cl-32 particles/ml
16. Conc.: 6 Cl-37 particles/ml	37. Conc.: 19 Cl-04 particles/ml
17. Conc.: 47 Cl-24 particles/ml	38. Conc.: 144 Cl-05 particles/ml
18. Conc.: 185 Cl-12 particles/ml	39. Conc.: 1 Cl-06 particles/ml
19. Conc.: 38 Cl-22 particles/ml	40. Conc.: 235 Cl-10 particles/ml
20. Conc.: 1 Cl-41 particles/ml	41. Conc.: 28 Cl-13 particles/ml
21. Conc.: 13 Cl-25 particles/ml	42. Conc.: 6 Cl-21 particles/ml

表4 混合分类法的所有组的浓度数据。突出显示的集群也显示在表X中

编辑和改进我们的数据库

我们可以“编辑”我们的数据库，这意味着我们可以给我们的数据库提供真实的物种名称，并检查如果不改进数据库自动添加的物种是否属于一个物种类型。

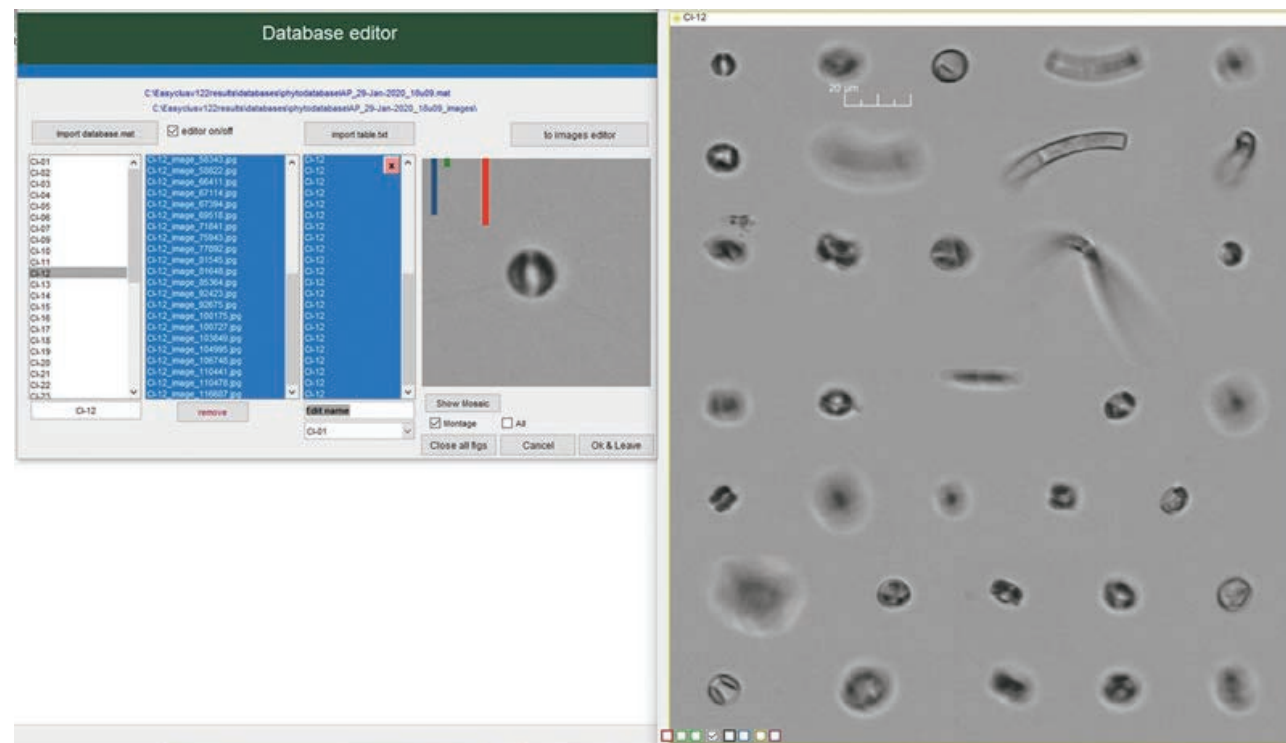


图9 编辑数据库、重命名物种和/或将物种类型移动到另一个（分类）名称

Cl-12示例（另请参见图9）：示例中的集群12显示了一组具有几乎相似光学特性的粒子，但从数据库中的图像中我们可以看到一些图像（红色圆圈）属于另一组。在这里，我们可以改进我们的数据库，这将使以后的集群更优化。建立和优化数据库的过程在开始时需要一些时间，因为您希望数据库中有尽可能多的物种。当然，这个数据库也可以用于其他水样。

讨论

浮游植物细胞含有不同的色素和叶绿素类型、具有不同的形状和形态结构、不同的长度和体积以及不同的“表皮”。在流式细胞术中，这些细胞特性会产生不同的光信号，并利用光散射和三种荧光波长来区分细胞种类。这里的一个重要方面是，细胞的测量是在“活的”样本中进行的，而不是用化学或冷冻固定剂制备来保存的，因为这将导致细胞损失和荧光转移到其他波长。建议尽可能分析新鲜样品。直接测量，或者在4°C黑暗中保存，并在24-48小时内测量，不建议化学固定。

一些浮游植物细胞具有几乎相似的光学特性。在这种情况下，很难区分它们，因为不存在区别信息。我们正致力于将图像分析信息作为额外的鉴别信息添加到流式细胞仪的光学数据中。基于数据库的分类过程使用来自粒子检测器信号的衍生变量，如信号的长度、最大高度和面积等。每个粒子至少有50个特征，作为每种物种的指纹。

文档中显示的结果不是进一步优化的结果。例如，数据库的清理（图9）还没有执行。但是，清理将改善分类过程，因为数据库中一个物种组中只有一个“错误”粒子已经可以通过增加数据的变化来影响该组的分类结果。

建立一个数据库并进行分类需要多长时间？

整个过程大约花了两个小时。

CytoSense可以现场操作（从靠近水的平台）进行水样分析和物种分类，且已有案例。将结果转发到一个网站上，这样你就可以在分析后5分钟内获得浮游植物的信息，比如每天24次。

结论

运用CytoSense分析和EasyClus软件对伊萨贝尔运河样本进行了分析，结果表明，利用数据库可对许多种类进行识别和分类。这种大动态范围的流式细胞信息和图像的结合在浮游植物检测和计数领域是独一无二的。

AgriPheno™ 快讯

AGRIPHENO NEWSLETTER

2020年6月 | 第13卷 | **第2期**

《AgriPheno 快讯》编委会

主 编：徐静萍

责任编辑：王吉生

编 委 会：甘宇宏 苟水燕 郭 峰 何红梅

黄亚东 吕中贤 马 霞 潘 婕

史建国 沈天跃 王 强 王阳阳

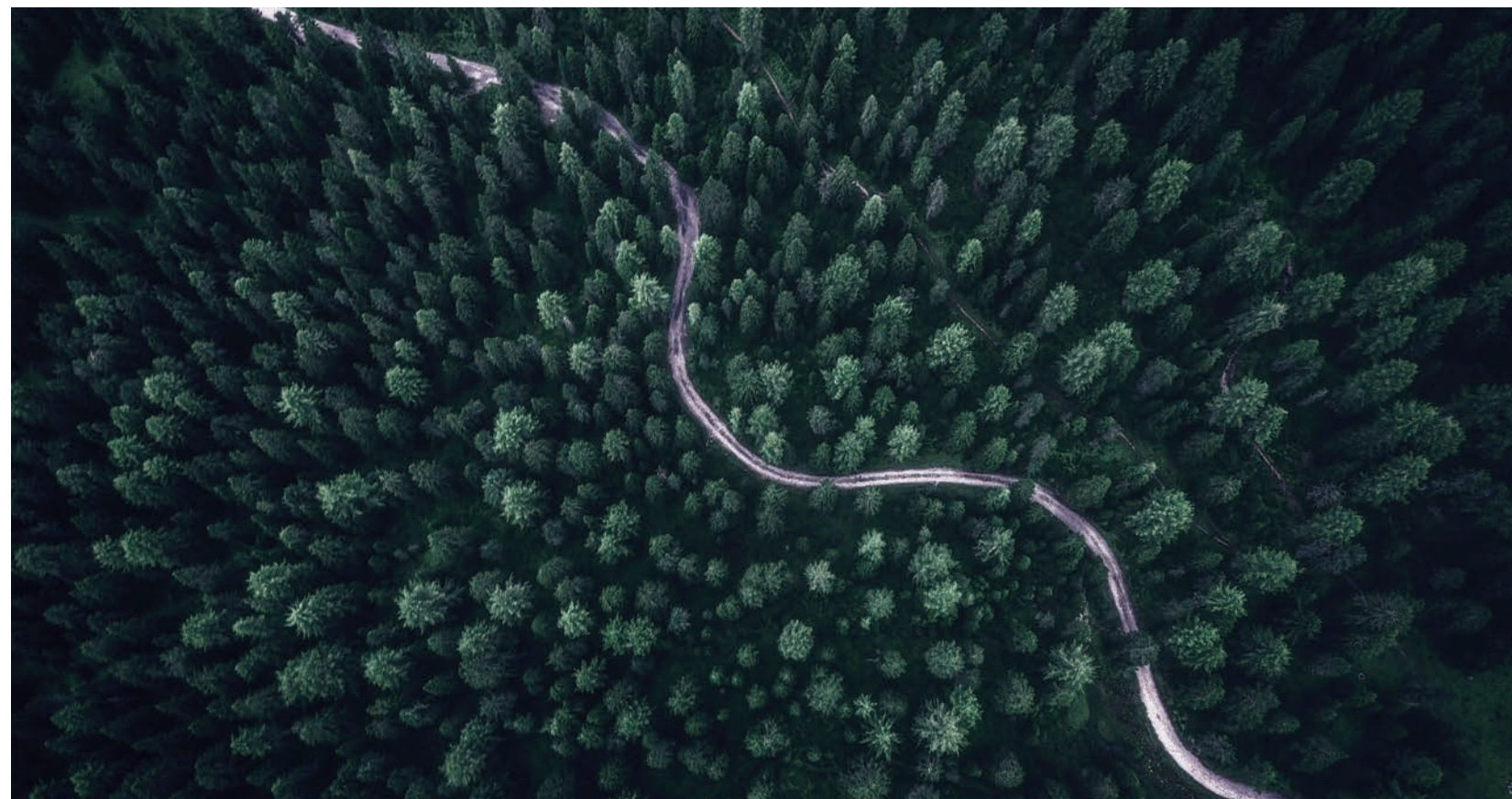
储一青 郑宝刚 赵志鸿 王玉杰

电 话：021-32555118

传 真：021-32555117

地 址：上海金沙江路1038号华东师大科技园2号楼8楼

E-Mail: newsletter@zealquest.com



《AgriPheno™ 快讯》版权声明

《AgriPheno™ 快讯》由上海泽泉科技股份有限公司印制，属于上海泽泉科技股份有限公司内部刊物

版权所有：©上海泽泉科技股份有限公司，并保留所有权利

本刊物内之所有数据均为上海泽泉科技股份有限公司全权所有，并受版权及拥有权条款所保障

未经版权持有人上海泽泉科技股份有限公司的书面许可，任何人或机构一律不得复印、分发及编辑本刊物内之所有数据。

上海泽泉科技股份有限公司已尽力确保本刊物之内所有数据或其数据之来源均为可靠。所有数据并不存有任何形式的授权、代理、引申及认可。上海泽泉科技股份有限公司对任何人士采用或依靠此等方式，一概不会承担任何法律责任。

注：本期刊为公司内部刊物，不做任何商业用途

03

企业新闻 CORPORATE NEWS

03 上海乾菲诺农业科技有限公司与南京农业大学合作的江苏省研究生工作站在沪正式挂牌

05 AgeiPheno订阅号推送文章汇编 (2020年4月-2020年6月)

09

科研动态 RESEARCH TRENDS

09 根系表型为作物改良提供了新的机会

23 多任务深度学习技术与激光雷达在玉米表型研究中的应用

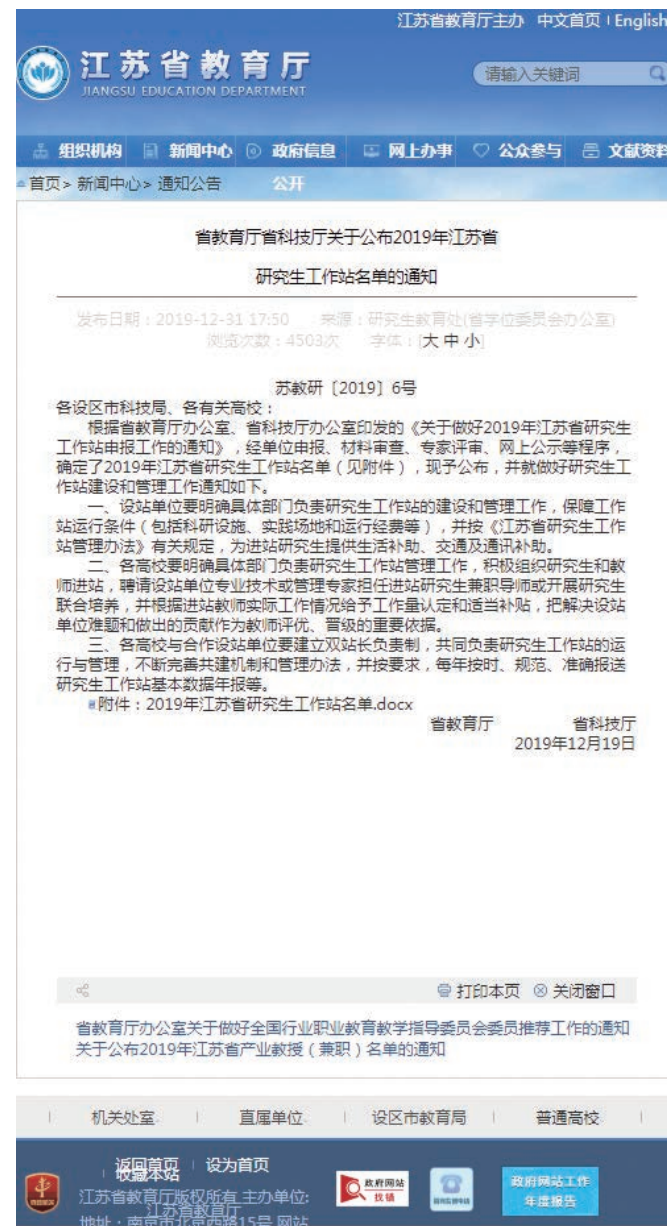
14 无人机遥感技术在农田土壤盐分分析中的应用

16 LemnaTec应用笔记——不结球白菜生长发育过程中表型变化

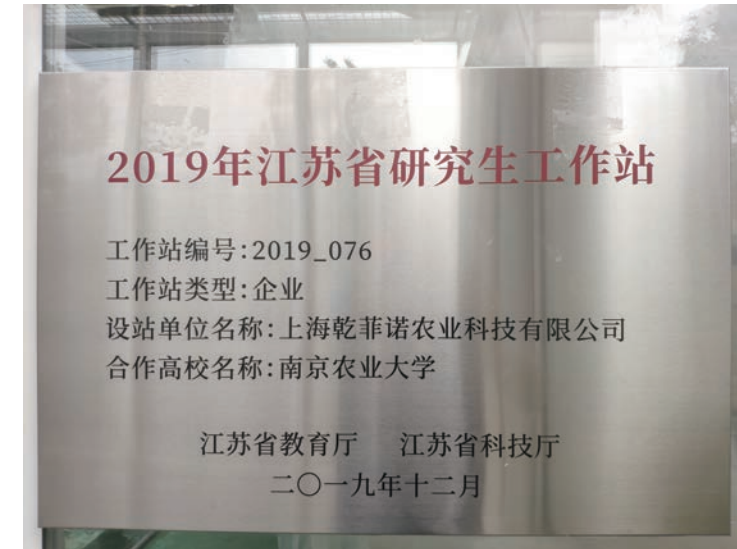
上海乾菲诺农业科技有限公司与南京农业大学合作的江苏省研究生工作站于沪正式挂牌

文/甘宇宏

2019年9月，上海乾菲诺农业科技有限公司（以下简称乾菲诺）与南京农业大学（以下简称南农）合作，申报了2019年江苏省研究生工作站，经材料审查、专家评审、网上公示等程序，已于同年12月入选由江苏省教育厅、江苏省科技厅确定的2019年江苏省研究生工作站名单。



日前，在南京农业大学作物表型组学交叉研究中心周济教授关心下，该研究生工作站于乾菲诺公司AgriPheno™平台正式挂牌。



乾菲诺与南农虽然分处不同省市，但近年来一直保持者良好的合作关系，特别是随着南农作物表型组学交叉研究中心的成立，双方的合作范围更为广泛和频繁，其中包括了作物表型检测软、硬件的开发与推广、表型科研服务项目、植物表型科研人才交流等。

乾菲诺公司将根据江苏省教育厅、省科技厅的有关要求，做好研究生工作站建设和管理工作，明确具体部门负责研究生工作站的建设管理工作，保障工作站运行条件，与校方共同负责研究生工作站的运行与管理，不断完善共建机制和管理办法。基于此，工作站也制定了相应的培养目标：（1）设站双方形成紧密和稳定的产学研合作，在联合科技攻关、成果转化、社会服务等方面取得显著成效，具有高质量的产学研结合成果；（2）明的研究生联合培养机制，凸显人才培养成效显著，突出职业岗位锻炼效果，突出就业竞争优势；（3）进站研究生的项目、论文、专利、标准、案例、政策建议等成果数量及水平突出，或成果产生重要的经济社会效益。

乾菲诺公司的愿景是成为亚洲领先的商业化育种技术创新与孵化平台，同时以为中国种业发展培养亚洲第一流的育种研发人员，建立专业的智能化育种科研体系为使命。研究生工作站，是双方共同培养农业人员的又一基地，也是乾菲诺与南农进行产学研常态化合作的平台；工作站的建立，标志着乾菲诺公司在实现愿景、完成使命的道路上又向前迈出了坚实的一步。

AgriPheno订阅号推送文章汇编 (2020年4月-2020年6月)

文/王吉生

AgriPheno订阅号专注于持续更新植物生理生态、植物表型组学和基因组学、基因分型、智能化育种及应用、激光雷达探测技术及数据分析等领域，国内外最新资讯、战略与政策导读。本文节选了2020年4月-2020年6月推送的代表性文章，以供大家参阅。

植物逆境研究

- **基于图像的葡萄抗旱性评价**
本文进行了基于3D图像的植物表型分析对干旱胁迫
- **下叶片角度响应的系统表征研究。**
- **高光谱成像和化学计量学技术在甜椒冷害早期检测**

中的应用

本研究使用VIS-NIR（400-1000nm）和SWIR（100-2500nm）两个波段的高光谱成像系统，结合化学计量工具，对甜椒的冷害进行早期检测。

- **基于多光谱传感器的叶片灰霉病症状前早期检测**
本文利用多光谱传感器对接种灰霉菌和模拟接种的离体番茄叶片进行时程实验，记录了绿、蓝、红、近红外（NIR, 840 nm）、红边（RE, 720 nm）等谱带的光谱反射率，目的是评估多光谱成像技术能否比视觉检测更早地识别番茄叶片灰霉病。

植物根系研究

- **基于X射线CT的水稻根系构型高通量三维可视化**
本研究利用X射线CT技术开发了水稻根系构型三维可视化的高通量处理流程。
- **Shovelomics：田间高通量根系表型研究方法**
Shovelomics技术是一种简单、廉价的作物田间高通量根系表型研究方法，可用于评价根系系统及其对环境变化的响应。
- **菌根真菌及其相关因子对植物种群和群落生物学的影响**
本文认为菌根真菌通常是决定植物种群和群落动态的关键因子。菌根真菌对植物种群和群落生物学有很强的影响，菌根类型对种子散布、幼苗建立、土壤生态位分化、种间和种内竞争以及植物多样性都有影响。
- **土层深度对吸收根和运输根功能属性塑性影响不同**
本文测量了表层土壤（0-10 cm）和亚表层土壤（20-30 cm）前五级细根各根序级的生物量、解剖结构、形态、化学和生理功能属性，以期揭示上述功能属性和生物量分配对与土层深度增加相关的资源可利用性变化的响应。

植物表型研究方法/方案

- **DiSCount：自动定量独角金种子萌发的计算机视觉工具**
本文介绍了一种计算机视觉工具——DiSCount，用于标准玻璃纤维过滤器中的独角金种子总数和萌发种子数的自动量化。
- **事半功倍：植物表型研究的多任务深度学习模型**
本文提出了一个多任务植物表型深度学习模型，能够从植物图像中同时提取不同的表型特征。
- **不同水稻基因型的图像表型分析**
本文通过高通量植物表型平台进行了耐旱和干旱敏感水稻基因型的评估。
- **BELT和phenoSEED：便携式种子表型分析平台**
本文开发了由图像采集和分析软件phenoSEED支持的便携式表型分析系统BELT，可以轻松、快速地对种子的视觉信息进行评估。
- **用于植物环境动态响应实时生理筛选的高通量称重表型分析平台**
本文介绍了一种直接进行生理表型分析的无损研究平台，并利用该平台研究了干旱处理后水稻相关生理性状的变化。
- **基于作物表型信息的实时变量施肥技术研究进展**
本文结合目前国际上基于作物表型信息的变量施肥技术的研究进展，对我国目前正在进行的变量施肥技术的研究进行了综述。

光谱技术

- **基于无人机系统的能源甘蔗产量及木质纤维素含量预测**
本文对基于无人机RGB图像和多光谱图像的能源甘蔗产量和总纤维素含量预测进行了评估。
- **森林衰退背景下基于Sentinel-2A和高光谱成像的针叶林叶绿素含量评估**
本项研究中在两个不同物候期（夏季和冬季），利

用Sentinel-2A卫星图像评估了正在衰退的稀疏松林针叶叶绿素的含量。

• 无人机遥感技术在农田土壤盐分分析中的应用

本文使用无人机平台结合三种不同的传感器（热成像相机WIRIS、高光谱相机机和激光雷达）对藜麦盐胁迫的潜力进行了研究，分析了植被指数、冠层温度、激光雷达测量的株高与盐分处理、气孔导度、实际株高等地面测量参数的关系。

• 利用分类热成像和可见光成像表征小麦水分胁迫的归一化照光阴影指数

本研究使用近红外和可见光成像系统，在不同水分胁迫处理下，利用支持向量机的有监督图像分类方法分离出小麦的四个不同组分，开发归一化照光阴影指数，以表征在水分胁迫条件下不同生长阶段生长的小麦作物的状况。

新观点/新技术

• 智慧农业技术趋势：经济 and 环境影响、劳动力影响以及采用意愿

本文从研究（科学论文）、创新（研究项目）和市场（商业产品）的角度对智慧农业技术进行了全面的评估和比较，以更好地理解智慧农业技术的演变，以及这种演变如何影响采用意愿和相关经济、环境和劳动力方面的因素。

• 植物种子寿命快速灵敏的评估方法：基于加速老化测试

本研究的目的是确定一种快速而敏感的方法，通过加速老化来评估世界范围内分布的入侵植物莫邪菊的种子寿命和活力，为生物多样性管理者评估入侵物种入侵潜力和制定有效的根除计划提供工具。

• 提高栽培品种遗传增益的小扁豆野生种质评价与鉴定

本研究的主要目的是对小扁豆野生种进行评价与鉴定。

• 利用定制生长室制备¹³C和¹⁵N高度富集均匀标记的植物

本文提出了一种利用封闭生长室和水培技术制备¹³C和¹⁵N全局均匀标记植物的方法。

• 利用X射线计算机断层扫描筛选小麦耐旱耐热性

本文开发了一个快速、准确的小麦X射线计算机断层扫描分析方法，通过对种子和穗部形态的详细分析来评估不同胁迫条件下不同品种小麦种子的性状。

植物生理生态研究

• 海洋被子植物*Zostera marina*的PSII中依赖于NDH高效的环式电子通路

本文通过多重叶绿素荧光技术和Western blot分析，研究了大叶藻PSII环式电子传递对高光辐照的响应。

• 光系统 I 及其类囊体腔内电子供体活性测量新方法

在光合作用研究中，原位活体光谱分析技术是研究电子传递的实用工具。本文利用DUAL-KLAS-NIR四通道光谱仪评估了植物叶片和蓝藻悬浮液中P700、质体蓝蛋白(Pcy)和铁氧还蛋白(Fd)的氧化还原状态和数量。

天然生境中含叶绿素f的蓝藻在大量近红外辐射驱动下的光合作用

本文创新性的结合了高光谱成像、共聚焦激光扫描显微镜和基于纳米颗粒的氧成像技术，展示了广泛分布于（亚）热带海岸线的天然海滩岩生物膜中的石内含Chl f蓝藻在大量近红外驱动下的产氧光合作用。

土壤盐分诱导番茄对干旱胁迫交叉耐受的光合响应

• 机制

本文通过对番茄叶片光合作用相关光谱的综合分析，揭示土壤盐分诱导番茄叶片抵抗干旱胁迫的光合机制。

人工智能/机器学习T

• SpikeSegNet：基于计算机视觉的麦穗分割和计数深度学习的方法

本文提出了一种基于计算机视觉的麦穗识别与计数方法。

• ROSE-X：一个用于评价3D植物器官分割方法的带注释数据集

本文介绍了一个包含11种带注释的蔷薇植物3D模型的数据集——ROSE-X，用于训练和评估器官分割方法。

其他

• EMPHASIS植物表型摄影大赛开赛 靠才华挣装备的机会来了

对摄影感兴趣吗？对植物表型感兴趣吗？对植物表型摄影感兴趣吗？展示摄影才华的机会到了！由LemnaTec赞助的EMPHASIS植物表型摄影大赛开赛，所有入围的照片将由EMPHASIS及其合作伙伴出版，并在各种场合展出。

• 专家和公众对基因编辑作物的看法：与科学知识有关的态度变化

本文实证论证了专家和公众对于将基因编辑应用于农作物的态度，以及对其他基因修饰和常规育种技术的态度。

• 果实贮藏期延长和成熟度控制中乙烯浓度检测与调控的研究进展

本文综述了乙烯检测技术和乙烯调节策略，介绍了

乙烯对果实品质和贮藏期的影响以及现有的乙烯检测和监测技术，如气相色谱法、电化学法、光学法、化学法等，特别是基于比色法、发光法、金属有机框架、有机场效应晶体管和表面增强拉曼光谱等的新方法。

• 关于光合作用测量仪器，您必须知道的使用要点

提起光合作用测量仪器，可能很多人都会抢答，这个我知道，光合仪和荧光仪嘛！关于光合作用测量仪器，您必须知道的使用要点。

感谢各位老师、同学的关注、推荐与积极转发，AgriPheno将不忘初心，坚持把国内外最新资讯、战略与政策导读分享给大家，以支持到大家的研究工作。作为开放公众平台，我们欢迎大家撰写各自已发表文章的介绍投稿，分享最新研究成果。此外，如您有最新的业内信息需要推送，我们也乐意效劳。



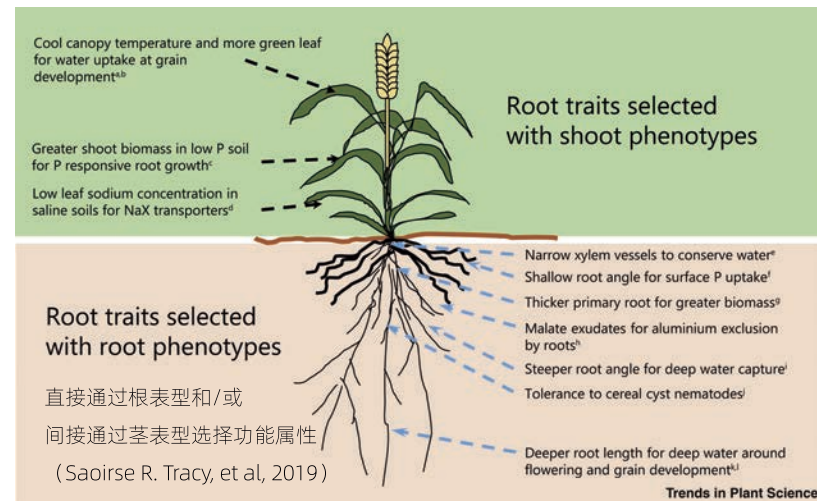
扫描二维码 即可阅读以上推文

根系表型为作物改良提供了新的机会

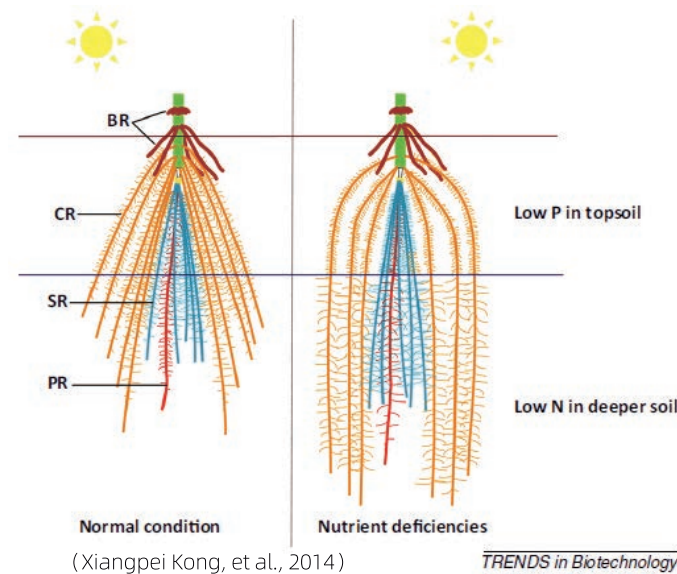
文/高巧

现代植物育种以直接优化作物地上部分作为着力点，产量方面已有显著提高。根系作为植物重要的资源获取器官，其时空分布（根系构型），决定着吸收用于光合作用和收获产物的水分和养分的多少，进而影响农业生产；作为支撑器官，对于增加粮食产量，也非常重要；在气候波动背景下，特别是边缘种植区，根系对于提高作物产量稳定性是至关重要的。但根系的诸多重要功能，在现代作物研究和育种中很大程度被忽视了。

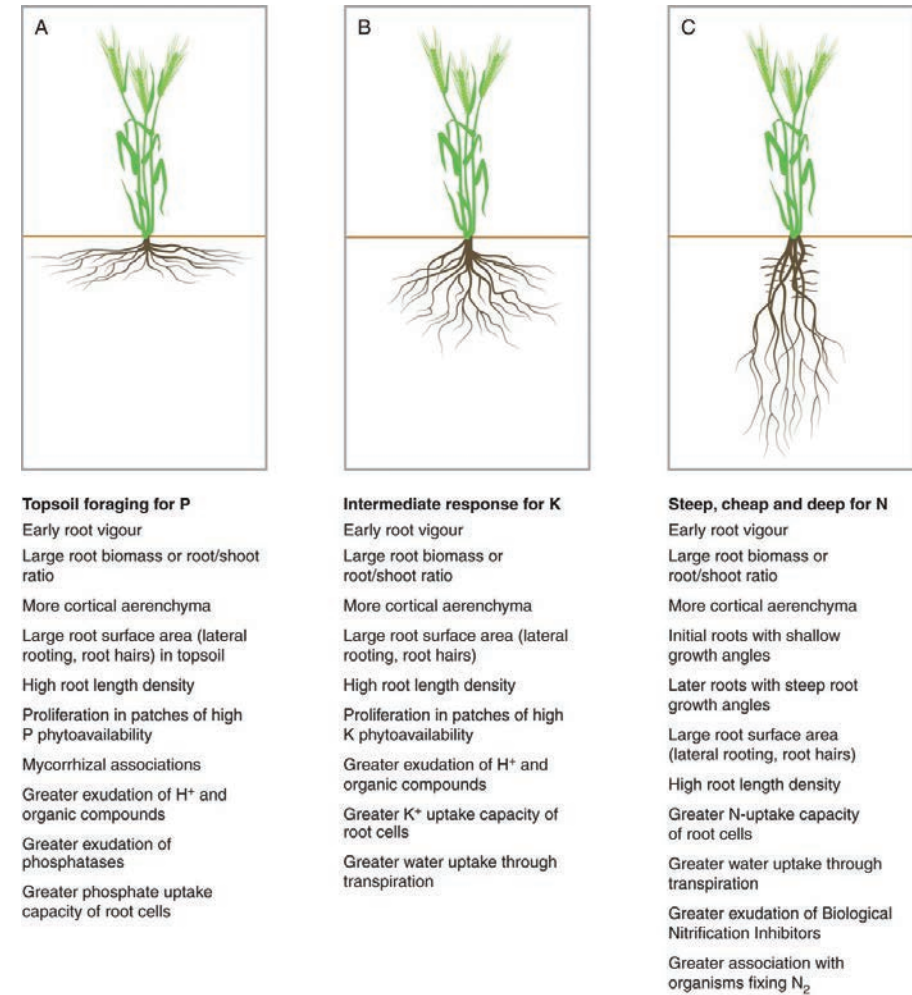
爱尔兰都柏林大学Saoirse R. Tracy与德国余利希研究所中子科学中心Michelle Watt等（Saoirse R. Tracy, et al., 2019）合作，从根系表型视角综述了作物改良的机会。他们认为为了改良作物，根系功能属性应该成为研究者和育种学家长期关注的重点目标；利用表型方法研究根系旨在发现对作物有益的根系功能属性，然后利用育种技术将其整合到新品种中，是实现精准农业的关键。



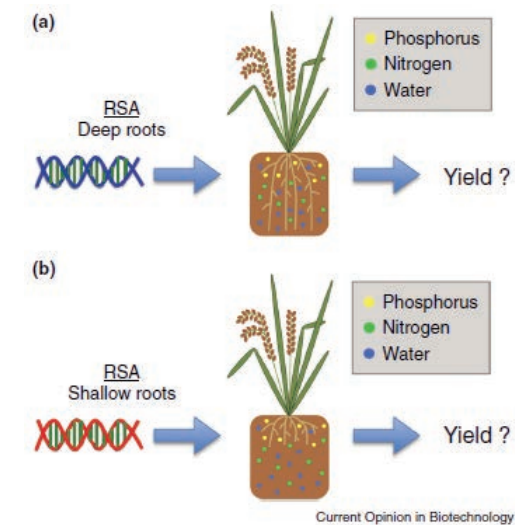
注：例子仅限于非生物土壤限制因子；用于获取深层地下水的根系表型是更深、更广、倾角更大的根系构型；解剖结构中木质部狭窄的品种可保持籽粒发育过程中的水分供应；干旱易发区，选择较粗的根系和最优的叶宽可以提高产量；选择对表层土壤磷高效吸收的根系构型等。



正常养分和养分亏缺条件下理想的玉米根系表型



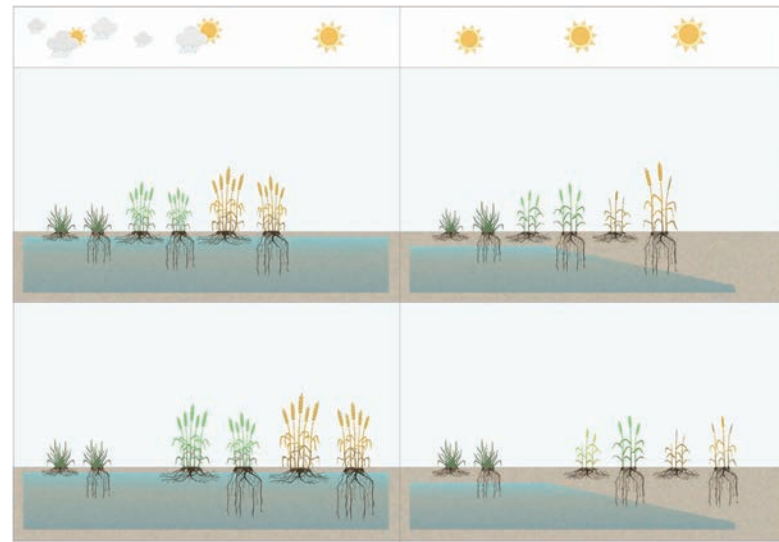
有效获取(A)磷、(B)钾和(C)氮的理想根构型 (Philip J. White1, et al., 2013)



根系构型与产量和环境异质性的关系，a深根系构型植物；b浅根系构型植物（Eric D Rogers and Philip N Benfey, 2015）注：由于土壤存在异质性，根系构型与产量之间的相关性非常复杂。没有一个在任意环境都高产的根系构型。大多数情况下，磷富集在土壤表面，氮和水存在于土壤深层。

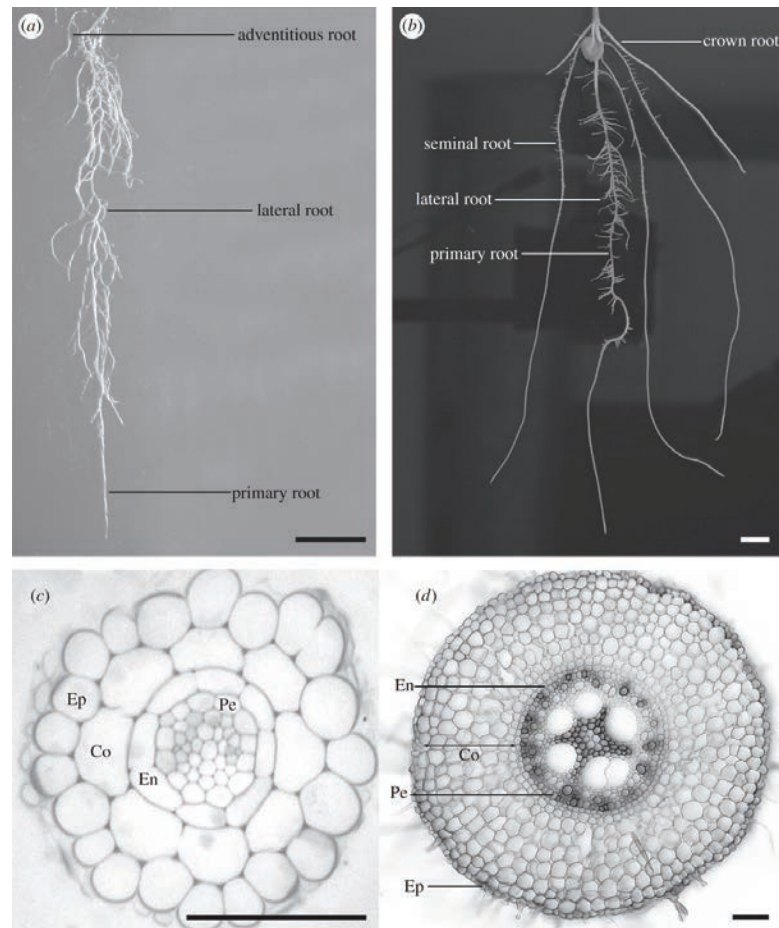
从根系功能角度，通常选择增加水分获取和水分利用效率（WUE）、耐旱性、增加磷吸收、耐高铝、钠、谷类囊线虫的根系功能属性，用于改善根系。塞缪尔·罗伯茨诺贝尔基金会的Ana Paez-Garcia等（2015）以“Root Traits and Phenotyping Strategies for Plant Improvement”为题，从根系功能属性角度综述了植物改良的表型策略，系统地整理了根系表型与环境因子之间的相关性。当然，值得关注的根系功能属性很多，在此仅起抛砖引玉的作用。

根系的功能属性很多，建议基于构型将根系分成两类，然后按照不同类型考虑重点关注的根系功能属性。通常单子叶植物（谷类作物，如小麦、水稻）的根系由种子根和茎生根组成，根的形成层没有增厚；双子叶植物（豆科作物，如大豆）的根系由主根和次生根组成，根的形成层增厚。



根系构型对产量的影响 (Kai P. Voss-Fels, et al., 2018)

注：最有益的根系和开花表型高度依赖于环境，根据作物需水规律，优化土壤剖面中水分供应时间节律，可使产量最大化。

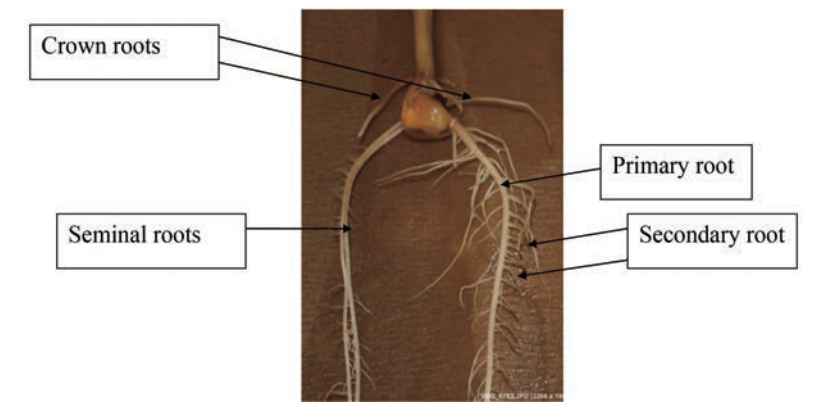


拟南芥和玉米（10日龄）根系构型和横截面 (StephanieSmith, et al., 2012)

为了繁育出优良的环境稳定的品种，未来的植物育种计划需将地上和地下功能属性耦合起来，组合成能够更好地匹配目标环境和作物管理措施品种。上海泽泉科技在植物生理生态技术服务领域有着20年的实践积累，在提供调制叶绿素荧光仪、光合仪、叶面积仪、冠层分析系等植物地上表型产品的同时，还提供根系分析系统WinRHIZO和根系生长监测系统CI-600/602等产品用于开展植物地下根系表型研究。根系分析系统WinRHIZO Pro适用于研究根系形态、根系构型等，根系生长监测系统CI-600/602适用于研究根系物候（根系生长、死亡动态）和根系物候等。

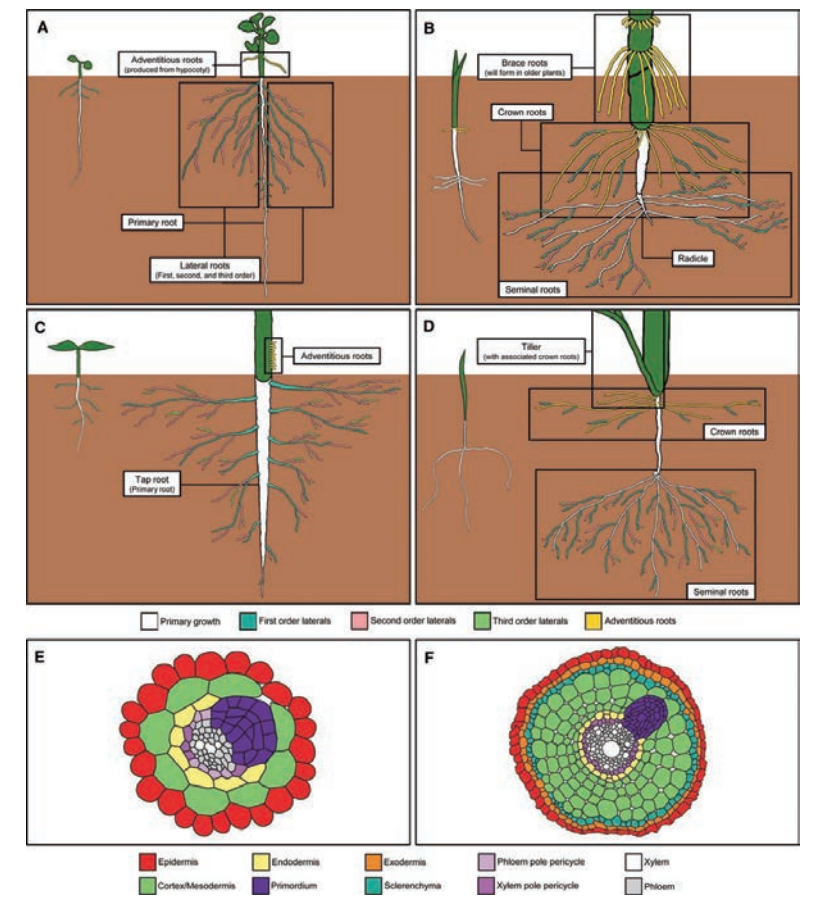
根系分析系统WinRHIZO Pro除可获取根长、根表面积、投影面积、体积、根尖数、根平均直径、分叉数、交叉数外，还可区分主根、种子根、冠根、侧根后，分别获取这些参数，得到更多的作物根系表型参数。关于根系生长监测系统CI-600/602的应用，可参见2018年的推文“Plant Soil: 树木细根物候和寿命研究方法”，该推文推荐的原文详细描述了根系生长、死亡速率的计算方法以及细根寿命（细根周转）的计算方法。

改善根系构型，从时间或空间上提高作物对水分和养分的利用能力，可提高粮食产量，也被认为是未来粮食产量最具增长潜力的影响因素之一。



玉米根系：胚根（主根和种子根）和胚后根（冠根和侧根） (Eric D Rogers and Philip N Benfey, 2015)

注：原文图注中提到冠根是玉米根系负责水分和养分吸收的主要部位。



根系构型多样性模式图

注：左侧为幼根，右侧为成熟根系；A拟南芥根系、C番茄根系为双子叶植物，B玉米根系、D小麦根系为单子叶植物；E为拟南芥根系侧根的横截面，F为水稻根系的侧根横截面

参考文献

- 1.Saoirse R.Tracy, Kerstin A. Nagel, Johannes A. Postma, Heike Fassbender, Anton Wasson, MichelleWatt (2019). Crop Improvement from Phenotyping Roots: Highlights RevealExpanding Opportunities. Trends in Plant Science, 1-14.
2. XiangpeiKong, Maolin Zhang, Ive De Smet, Zhaojun Ding (2014). Designer crops: optimalroot system architecture for nutrient acquisition. Trends in Biotechnology,1-2.
3. Kai P.Voss-Fels, Rod J. Snowdon, Lee T. Hickey (2018). Designer Roots for FutureCrops. Trends in Plant Science, 1-3.
4. Eric D Rogers,Philip N Benfey (2015). Regulation of plant root system architecture: implications for crop advancement. Current Opinion in Biotechnology, 32, 93-98.
5. Jonathan A.Atkinson, Amanda Rasmussen, Richard Traini, Ute Voß, Craig Sturrock, Sacha J.Mooney, Darren M. Wells, Malcolm J. Bennett (2014). Branching Out in Roots:Uncovering Form, Function, and Regulation. Plant physiology, 166, 538-550.
6. Philip J.White¹, Timothy S. George¹, Peter J. Gregory, A. Glyn Bengough, Paul D.Hallett¹, Blair M. McKenzie (2013). Matching roots to their environment. Annalsof Botany, 112, 207-222.
7. StephanieSmith, Ive De Smet (2012). Root system architecture: insights from Arabidopsisand cereal crops. Philosophical Transactions of The Royal Society, 367,1441-1452.
8. AnaPaez-Garcia, Christy M. Motes, Wolf-Rüdiger Scheible, Rujin Chen, Elison B.Blancaflor, Maria J. Monteros (2015). Root Traits and Phenotyping Strategiesfor Plant Improvement. Plants, 4, 334-355.

无人机遥感技术在农田土壤盐分分析中的应用

文/马伯威

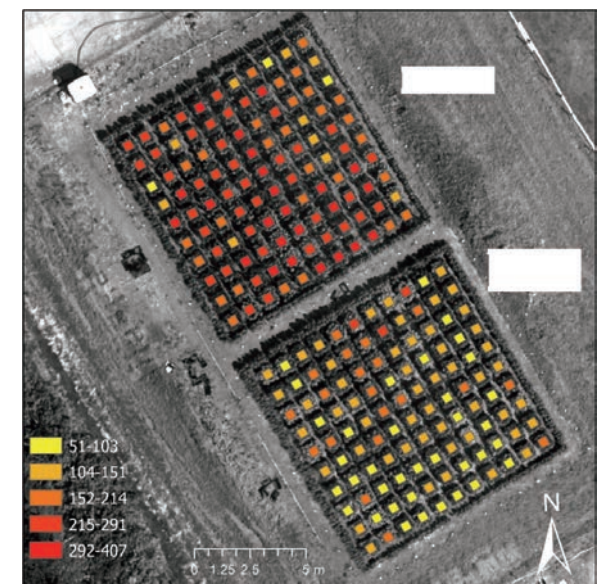
土壤盐分增加是一个严重的农业问题，会降低普通农作物的产量。同时，土壤盐分也是一种动态现象，及时获取土壤盐分数据对受影响地区农业管理至关重要。

遥感可以提供必要的时空分辨率，但目前还没有广泛认可的利用遥感监测农田土壤盐分的方法和技术。农业产业中的无人机运营服务商越来越多，许多农民已经拥有自己的无人机机队，这使得无人机的遥感平台具有广泛的应用前景，包括土壤盐分监测。

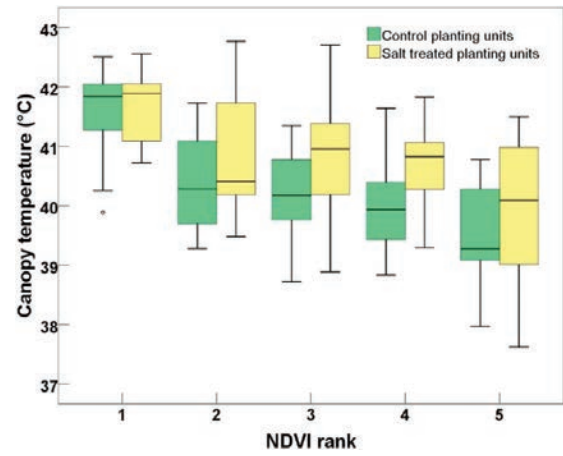
一些研究讨论了无人机遥感技术在土壤盐分和水分亏缺胁迫下的应用潜力，其中大部分建议使用植被指数，以归一化差异植被指数(NDVI)最为常见。其他植物参数，如遥感冠层温度，已被用作土壤盐分的替代指标。Romero等调查了缺水条件下不同盐胁迫下的柑橘物种，发现红色和近红外光谱带与叶绿素含量、气孔导度和净光合速率显著相关，得出了无人机图像可以用于评估水和盐胁迫下柑橘生理和结构特性的结论。Quebrajo等使用无人机热成像检测甜菜植株的水分胁迫状况，肯定了无人机遥感系统在检测植物盐分和水分胁迫的潜力。但是，无人机在盐胁迫方面的具体应用仅在其中一个系统中进行了调查，其研究重点还是水分胁迫的研究，关于盐胁迫的研究还未见报道。基于以上原因本研究提出了两个核心问题：1. 在小区规模上UAV感测盐处理过的植株的变量是否显著改变？2. 不同变量的组合是否具有附加值？



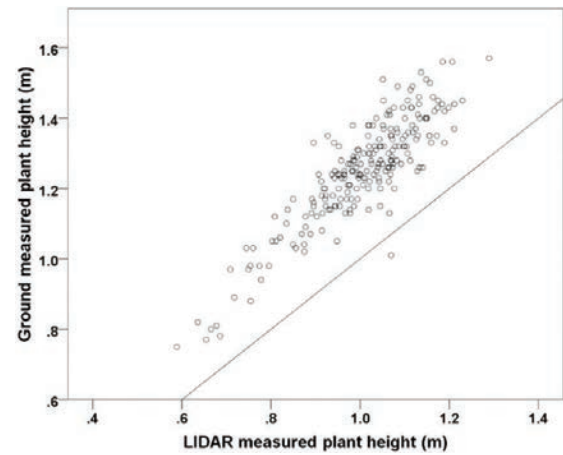
实验的空间布局图



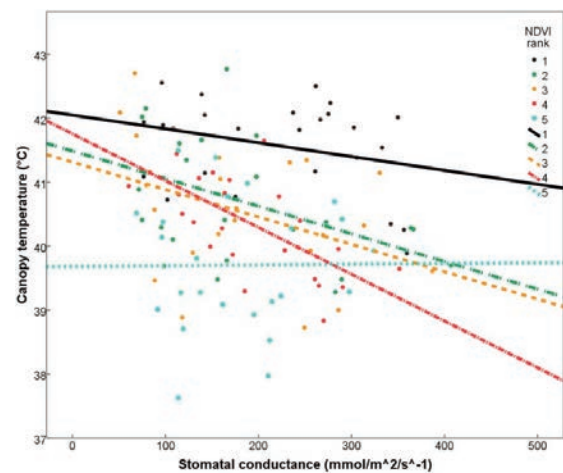
气孔导度图，显示每个种植单位的平均气孔导度
气孔导度的单位为mmol / m² / s



NDVI聚类分析盐胁迫和冠层温度的箱形图



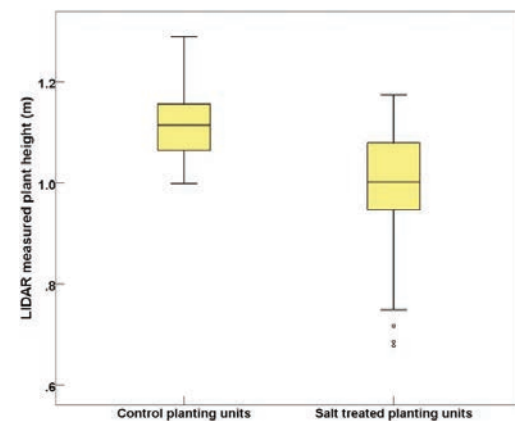
激光雷达和手工测量植株高度的相关性



气孔导度和冠层温度的散点图

为了解决这些问题，本文使用无人机平台结合三种不同的传感器（热成像相机WIRIS、高光谱相机机和激光雷达）对藜麦盐胁迫的潜力进行了研究。从遥感数据中提取了几种植被指数、冠层温度和激光雷达测量的株高，分析了它们与盐分处理、气孔导度和实际株高等地面测量参数的关系。

结果表明，广泛应用的多光谱植被指数不能有效地判别盐分处理植株和对照植株。高光谱生理反射指数（PRI）表现最好，能显著区别盐分处理植株和对照植株。这种区别在激光雷达测量的植株高度上也很显著，盐分处理的植株高度平均比对照植株矮10厘米。冠层温度会随盐胁迫增加而升高，通过额外的分析步骤-归一化差异植被指数（NDVI）聚类法可以检测冠层温度的显著性。多元线性回归模型中多个遥感变量的组合提高了R2值，整个数据集的R2达到0.46，一些子组的R2达到0.64。因此，采用多元遥感测量技术对农田土壤盐分的监测具有很大的潜力。无人机遥感有助于测量植物的盐胁迫，为了提高测量精度，建议采用多种遥感测量技术。



不同盐胁迫下激光雷达测量植株高度的箱形图

参考文献

Ivushkin K, Bartholomeus H, Bregt A K, et al. UAV based soil salinity assessment of cropland. Geoderma, 2019, 338: 502-512.

LemnaTec应用笔记—— 不结球白菜生长发育过程中表型变化

文/何红梅

不结球白菜（*Brassica campestris* ssp. *Chinensis* Makino）为十字花科芸薹属白菜亚种，富含营养，复种指数高，供应周期长，在全国各地均有栽培，深受消费者喜爱，是我国栽培和消费的主要蔬菜之一。我国作为不结球白菜起源中心和遗传多样性中心，拥有极为丰富的种质资源和地方品种，为了更好地利用这些种质资源，对不结球白菜生长发育过程中表型性状和特征规律变化的研究至关重要。

表型是由基因和环境共同作用的结果，随着基因组、转录组及蛋白质组学的高速发展，也加速了作物表型组学的研究，而表型性状作为研究作物逆境胁迫、产量和品质的关键指标更是被关注。近年来，我国逐渐对不结球白菜表型性状进行研究，但研究主要集中在农艺性状遗传分析、种质资源评价与品种选育、栽培条件或胁迫对不结球白菜某一时期表型性状的影响，很少在整个生长期内快速、准确、无损的测量不结球白菜的表型性状。设施栽培可以为不结球白菜周年生产提供良好的环境，设施栽培下不结球白菜整个繁育过程中表型变化对不结球白菜的栽培、生产与育种有很好的指导意义。因此，该研究针对设施不结球白菜生长发育过程中相关表型指标变化问题，利用表型成像技术获取不结球白菜整个生长发育过程中表型图片与数据，探讨不同品种不结球白菜整个生长期内的投影面积、开展度、紧密度、株高、株幅、荚果表型变化趋势，旨在为不结球白菜种质资源的利用和繁育提供科学依据。

1材料与方法

1.1试材材料与处理方法

供试材料为不结球白菜品种“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”“南通马耳朵”“紫菜薹”，种子使用5%的NaClO溶液消毒5 min，去离子水冲洗5次，并用去离子水浸泡30 min后，播种于50孔穴盘中，育苗基质体积比为2:1:1的草炭、蛭石和珍珠岩的混合物，播种10 d后将选取长势基本一致的不结球白菜幼苗移栽到白色花盆中，花盆尺寸为上口径22 cm，下口径18 cm，高23 cm，栽培基质为体积比为2:1:1的草炭、蛭石和珍珠岩的混合物，定植后10 d，选取长势基本一致的5株进行可见光成像，约每周成像1次，直至荚果成熟。

1.2图像采集与数据分析

使用德国LemnaTec公司的Scanalyzer 3D的可见光顶部和侧面镜头对正常培养的不结球白菜植株进行无损成像，分别获得1张植株顶部、1张植株侧面0°和1张植株侧面90°的RGB图像。获得的原始图像，通过Scanalyzer 3D的LemnaGrid 软件建立分析流程（IAC），将原始图像从RGB Image转化为

Grey Image, 通过阈值调节从灰度图中提取植株, 生成二值图像, 将植株的二值图像与原始图像结合, 获取完整的去掉背景的RGB图像, 通过功能键选择目的区域以及想要获取参数, 通过此IAC进行批量分析, 获得的像素数据通过Scanalyzer 3D的LemnaMiner软件进行像素与实际长度的转换后以CSV格式导出, 使用Excel进行数据整理, 每组数据去掉最大值和最小值后求均值和标准偏差并做图, 莢果数据通过SPSS 20.0分析软件, 使用 $P < 0.05$ 的差异水平, 分析组间数据的差异性。

2结果与分析

2.1 不结球白菜生长发育过程中植株表型变化

2.1.1 表型图片观察植株生长发育各时期

不结球白菜生长发育过程中进行表型成像(图1), 观察表型图片获取植株抽薹和开花时间等信息, “紫菜薹”定植后74 d现薹, 80 d开花, 140 d莢果完全成熟; “苏州青”“南通马耳朵”“高梗白”和“抗热605”定植后87 d现薹, 95和100 d开花, 147和155 d莢果成熟; “紫罗兰”和“黑心乌”现薹较晚为95和100 d, 109 d开花, 147和155 d莢果成熟。“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”“南通马耳朵”底部叶片在定植后100 d完全枯黄, “紫菜薹”叶片在定植后95 d完全枯黄。

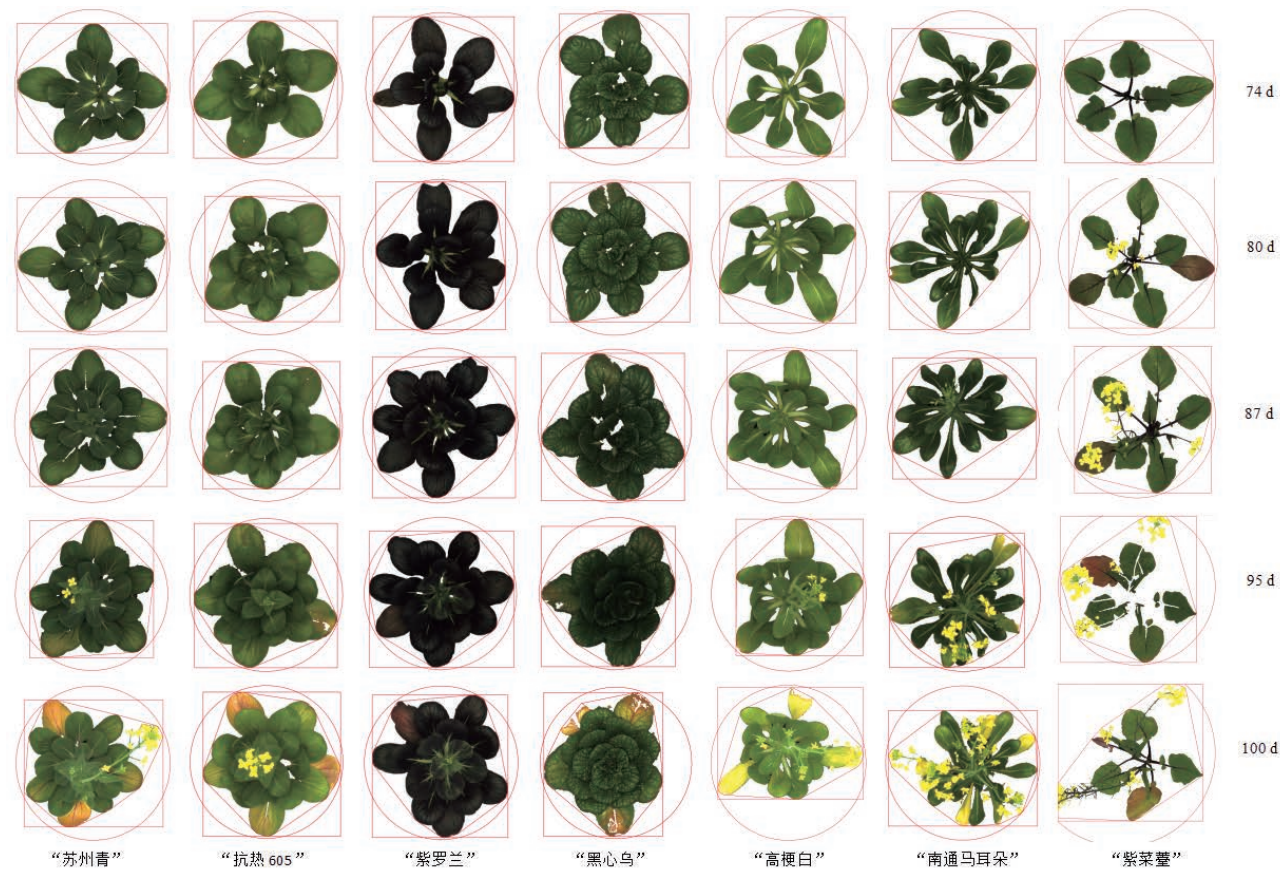


图1 不结球白菜生长发育过程中顶部图片获取

注: 各个时期均以成像阶段获得图片中50%以上出现性状为标准日期。

2.1.2 植株顶部投影面积变化

由图2可以看出, 在不结球白菜生长周期内, 顶部投影面积从定植后10 d开始增大, 60 d出现明显差异, “紫菜薹”顶部投影面积达到最大值后降低, 其余6个品种均先达到小峰值后降低再增大达到最大值后降低。“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”

“黑心乌”“高梗白”和“南通

马耳朵”顶部投影面积在74~95、74~95、87~109、80~115、80~95和74~87 d有一段平缓增减期, 增减期小峰值出现在87、87、95、87、87和80 d, 为412.32、354.94、372.08、319.27、497.62和284.21 cm^2 , 之后增加, 在115、115、115、125、115和100 d达到最大值为517.48、466.96、394.70、323.49、546.30和326.14 cm^2 。“紫菜薹”顶部投影面积在95 d达到最大值为505.91 cm^2 , 之后降低。由此可知, “苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”和“南通马耳朵”顶部投影面积变化规律一致, 营养生长期和生殖生长期均出现最大值, 而紫菜薹不同于其他品种, 可能原因是供食器官为花薹而不是叶片, 营养主要提供花薹生长。

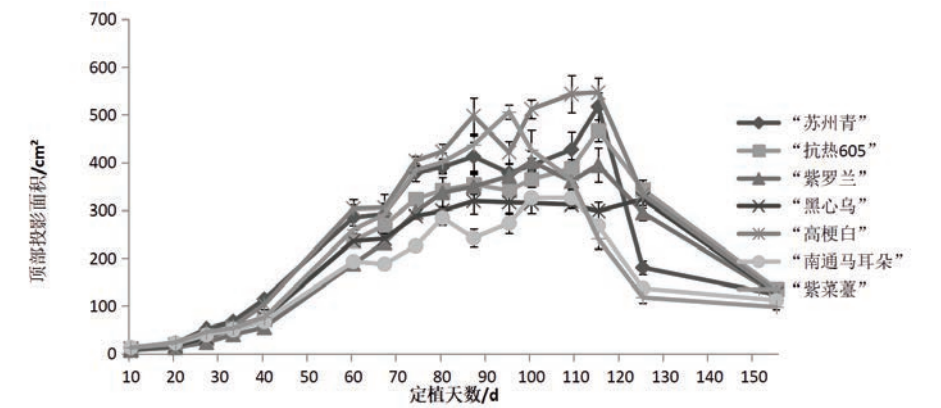


图2 不结球白菜生长发育过程中顶部投影面积变化

2.1.3 植株顶部开展度

由图3可以看出, 在不结球白菜生长周期内, 7个不结球白菜顶部开展度从定植后10 d开始增大, 60 d后差异明显, “紫菜薹”达到最大开展度后降低, 其余6个品种达到小峰值后降低再增大达到最大值后降低。“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”和“南通马耳朵”顶部开

展度在60~95、60~95、60~95、60~115、60~95和60~95 d有一段平缓增减期, 增减期小峰值出现在74、87、87、87、80和80 d, 为28.04、27.00、25.50、26.13、37.99和29.12 cm, 之后增加, 在155、155、125、155、155和155 d达到最大值为80.53、73.03、52.24、51.33、73.32和55.34 cm, “紫菜薹”顶部开展度在115 d达到最大值为69.68 cm, 之后降低。由此可知, “苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”和“南通马耳朵”顶部开展度变化规律一致, 营养生长阶段和生殖生长阶段均出现最大顶部开展度, 而“紫菜薹”出现差异的原因可能是菜薹迅速生长, 分枝、开花, 增大顶部开展度。

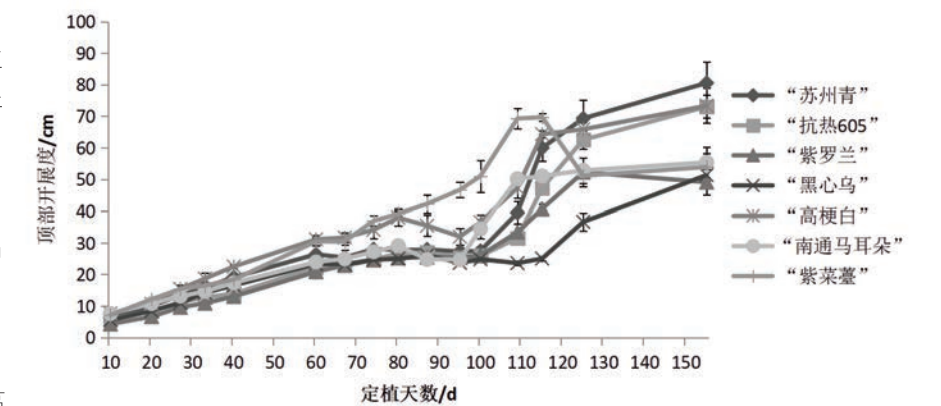


图3 不结球白菜生长发育过程中顶部开展度变化

2.1.4 植株顶部冠层紧密度

由图4可以看出，在不结球白菜生长周期内，7个不结球白菜品种顶部紧密度从定植后10 d开始增加，60 d后出现明显差异，达到最大值后降低。“苏州青”

“黑心乌”“南通马耳朵”顶部最大紧密度出现在95 d，分别为0.87、0.87、0.70；“抗热

605”“紫罗兰”顶部最大紧密度出现在100 d为0.87和0.88；“高梗白”顶部最大紧密度出现在87 d为0.71；“紫菜薹”顶部最大紧密度出现在67 d为0.58。由此可知，“苏州青”“黑心乌”“南通马耳朵”“抗热605”“紫罗兰”“高梗白”和“紫菜薹”顶部紧密度变化规律一致，最大紧密度出现在生殖生长期。

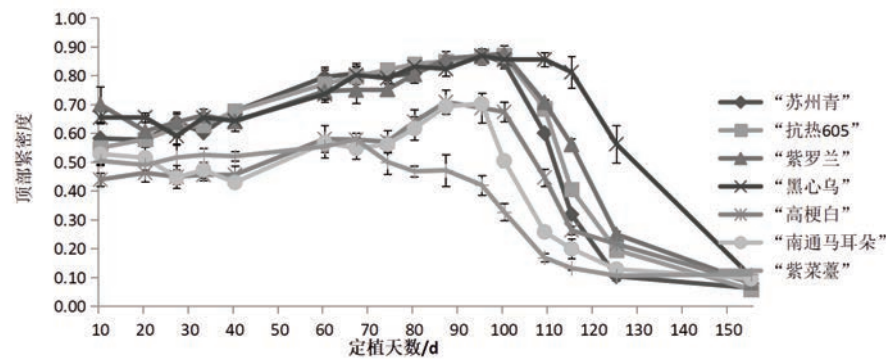


图4 不结球白菜生长发育过程中顶部紧密度变化

2.1.5 株高

由图5可以看出，在不结球白菜生长周期内，7个不结球白菜品种的株高从定植后10 d开始升高，60 d后出现明显差异，经缓慢增减后迅速升高达到最大。

“苏州青”“抗热605”“高梗白”株高在60 d出现一个小峰值，为12.89、11.46、18.34 cm，“黑心乌”“南通马耳朵”和“紫菜薹”在67 d出现小峰值，为10.45、13.67和22.19

cm，“紫罗兰”在80 d出现小峰值为12.94 cm，之后缓慢降低再升高，“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”株高最大值出现在125 d，为111.97、105.54、98.01 cm，“高梗白”株高最大值出现在115 d，为106.94 cm。

“南通马耳朵”和“紫菜薹”株高最大值出现在109 d为89.05和113.35 cm。“黑心乌”株高最大值出现在155 d为117.58 cm。由此可知，“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”“南通马耳朵”和“紫菜薹”株高生长规律一致，营养生长期和生殖生长期均出现株高最大值。

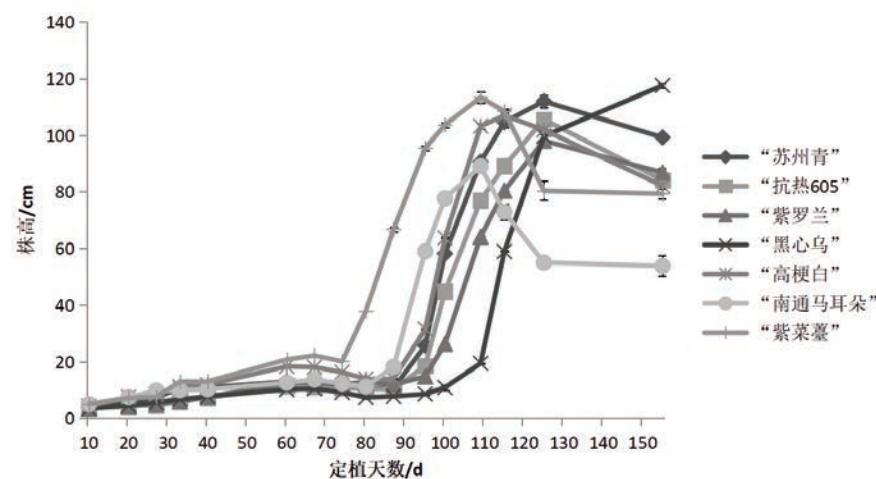


图5 不结球白菜生长发育过程中株高变化

2.1.6 株幅

由图6可以看出，在不结球白菜生长周期内，7个不结球白菜品种的株幅从定植后10 d开始增加，60 d出现明显差异，经过一段平缓期增减期后迅速增加达到最大。“苏州青”“紫罗兰”“抗热605”“高梗白”“黑心乌”

和“紫菜薹”株幅在60~109、60~109、60~95、60~95、60~115、67~95、60~67 d出现平缓增减期，平缓增减期“苏州青”和“紫罗兰”小峰值出现在74和87 d，分别为23.50和22.17 cm，“抗热605”“高梗白”“南通马耳朵”小峰值出现在80 d，为22.03、29.15、23.31 cm，“黑心乌”小峰值出现在100 d为21.67 cm，“紫菜薹”

出现在60 d为24.19 cm，之后迅速增加，“苏州青”“紫罗兰”“抗热605”“高梗白”“黑心乌”最大值出现在155 d，为65.60、50.69、66.98、70.88、34.23 cm，“南通马耳朵”株幅最大值出现在125 d，为44.40 cm，“紫菜薹”株幅最大值出现在115 d，为66.55 cm。由此可知，“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”“南通马耳朵”和“紫菜薹”株幅变化规律一致，营养生长期和生殖生长期均出现株幅最大值。

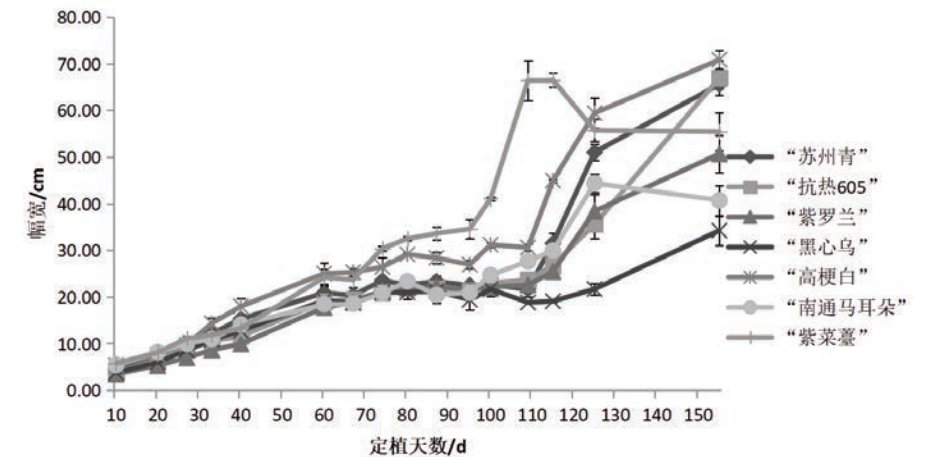


图6 不结球白菜生长发育过程中株幅变化

2.2 叶片表型研究

由图7可以看出，在不结球白菜生长周期内，7个不结球白菜品种的叶片长、宽、周长和面积从定植后10 d开始增加，60 d后变化缓慢，达到最大值后减小。“苏州青”“紫罗兰”“高梗白”“紫菜薹”和“抗热605”“南通马耳朵”叶长在74和80 d达到最大值，分别为15.78、15.39、21.37、24.89、和15.20、16.23 cm，之后平缓降低；“黑心乌”叶长在67 d达到最大值，为15.72 cm，之后降低。“苏州青”“抗热605”“高梗白”“南通马耳朵”叶宽最大值出现在87 d，分别为7.36、7.00、6.46和4.13 cm；“紫罗兰”“黑心乌”和“紫菜薹”叶宽最大值出现在80、74和60 d，分别为6.44、6.97和8.33 cm，之后减小。“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“南通马耳朵”叶周长在87 d达到最大值，分别为27.47、25.60、23.52、23.15 cm，之后缓慢减小；“高梗白”“黑心乌”和“紫菜薹”叶周长在80、74和60 d达到最大值，为31.59、24.20和33.84 cm，之后减小。

“苏州青”“南通马耳朵”和“紫罗兰”“黑心乌”“高梗白”叶面积在74和80 d达到最大值，分别为56.46、28.88和44.68、45.00和59.81 cm²，之后缓慢降低，“抗热605”和“紫菜薹”在87和60 d达到最大值，为49.91和73.05 cm²，之后迅速减小。由此可知“苏州青”“抗热605”“紫罗兰”“高梗白”“南通马耳朵”叶片在定植后87 d出现枯黄萎蔫，“黑心乌”和“紫菜薹”叶片定植后80和74 d出现萎蔫。

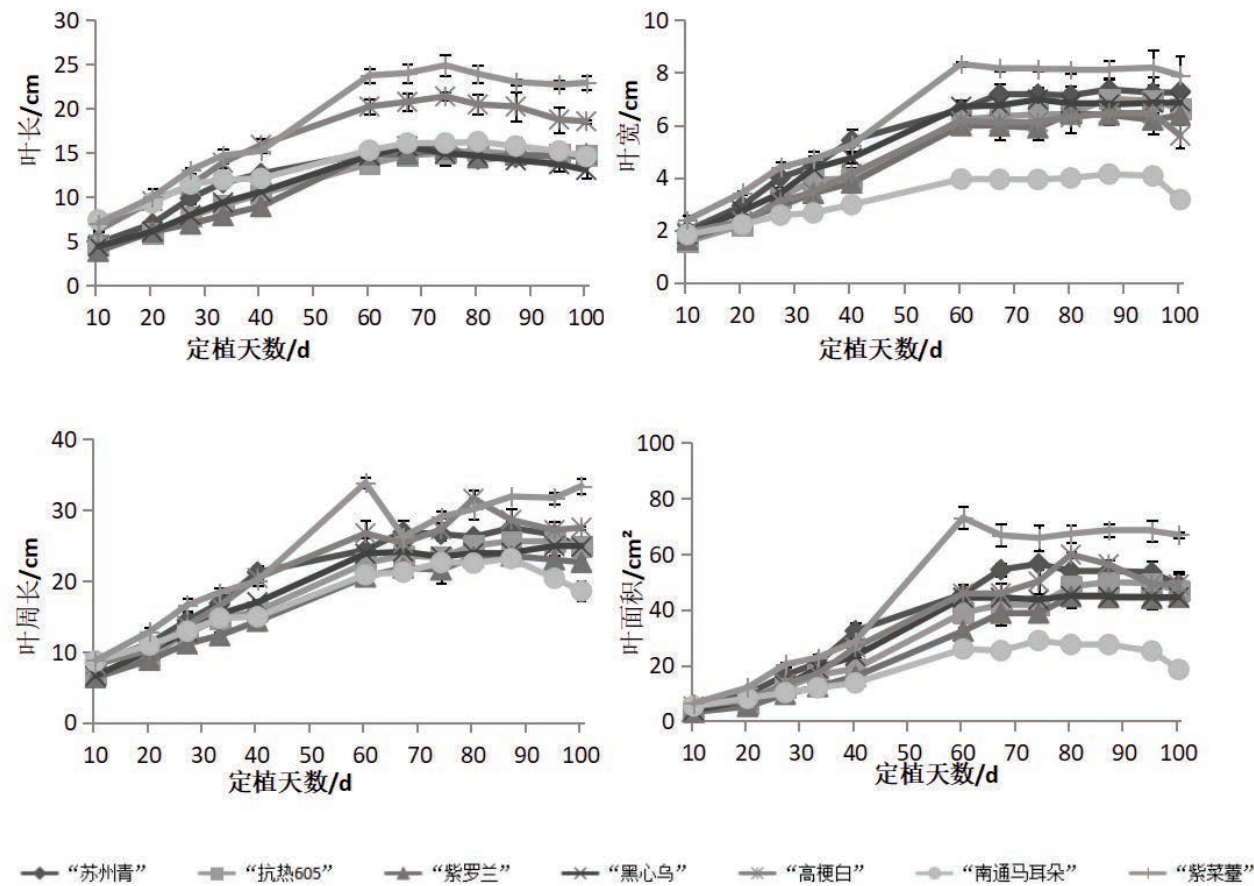


图7 青菜生长发育过程中叶片表型变化

2.3 荚果成熟期表型研究

由图8可以看出，在荚果成熟后，“抗热605”和“南通马耳朵”的荚果长度最长为4.24和4.01 cm，与其他品种差异极显著；其次为“紫罗兰”和“苏州青”，荚果长度为3.13和3.06 cm，与“高梗白”差异不显著，与“紫菜薹”和“黑心乌”差异显著；“高梗白”“黑心乌”和“紫菜薹”的荚果

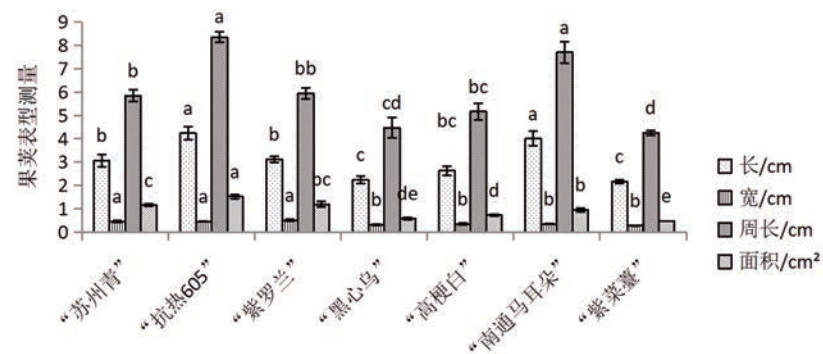


图8 不结球白菜荚果表型分析

长度为2.63、2.25和2.16 cm，差异不显著。“紫罗兰”“苏州青”和“抗热605”荚果宽度为0.51、0.46和0.46 cm，与“南通马耳朵”“高梗白”“黑心乌”和“紫菜薹”荚果宽0.36、0.35、0.31、0.28 cm差异显著。“抗热605”和“南通马耳朵”荚果周长最长为8.35和7.70 cm，与其他品种差异极显著，其次为“紫罗兰”和“苏州青”，周长为5.94和5.85 cm，与“高梗白”差异不显著，与“黑心乌”和“紫菜薹”差异显著；“高梗白”的周长为5.17 cm，与“黑心乌”差异不显著，“紫菜薹”差异显著；“黑心乌”和“紫菜薹”的荚果周长为4.48

和4.26 cm，差异不显著。“抗热605”荚果投影面积最大为1.52 cm²，与其他品种差异极显著，其次为“紫罗兰”荚果投影面积为1.19 cm²，与“苏州青”差异不显著，与“南通马耳朵”“高梗白”“黑心乌”“紫菜薹”差异显著；“苏州青”与“南通马耳朵”的荚果投影面积为1.15和0.96 cm²，与“高梗白”“黑心乌”和“紫菜薹”差异显著；“高梗白”荚果投影面积为0.73 cm²，与“黑心乌”差异不显著与“紫菜薹”差异显著；“黑心乌”和“紫菜薹”荚果投影面积为0.58和0.48 cm²，差异不显著。由此可知，“紫菜薹”和“黑心乌”荚果短窄，“南通马耳朵”荚果长窄，“抗热605”荚果长宽，“高梗白”荚果中长窄，“苏州青”和“紫罗兰”荚果中长宽。

3 结论与讨论

表型性状是由基因型和环境共同作用的结果，在一定基因型和环境条件下，不结球白菜的农艺性状表现好、生长势强，则经济产量高。直观、快速、简便、易行地鉴定农艺性状是研究种质资源最基本的方法和途径，高通量、全自动表型成像技术提供了一种准确、快速、标准化的表型研究方法，在植物育种以及农业上逐渐被应用，基于光学成像和图像分析技术的表型平台很好的克服了传统的人工测量植物表型的缺点，能在稳定的环境下，以定量的方式，客观、准确、快速、无损、连续获取批量植物表型参数，为系统的研究不结球白菜生长发育过程中表型变化提供可能。该试验结果表明7个不结球白菜的生育期较长，从定植到荚果完全成熟约155 d，而不同品种抽薹、开花和荚果完全成熟时期不同，这可能是由于品种基因型与环境互作导致。

植株形态、叶片、荚果大小是不结球白菜种植资源评价的重要指标，也是研究胁迫对不结球白菜影响的直观指标。投影面积、叶片大小、荚果长度可预估产量指导生产，开展度、株高、株幅可评价株形，指导栽培，该研究表明，不同品种不结球白菜由于品种特性导致各指标存在不同程度的差异变化，且在定植后60 d出现明显差异，但株高、株幅、紧密度、叶片的变化规律一致，只有顶部投影面积和开展度的变化规律存在差异，各指标最大值均出现在生殖生长阶段。

“紫菜薹”顶部投影面积和开展度的变化趋势与其余品种不同可能是由于食用器官不同，生长发育所需，也可能由于成像周期较长错过生长发育时期，需要加大样品量和缩短成像周期进行进一步验证；另外，这7个不结球白菜在分类上属于不同类别[2]，其变化规律是否代表各大类不结球白菜的生长发育变化，需要加大样品数量，进行进一步验证；7个不结球白菜荚果类型不同，荚果与籽粒产量相关性需要进一步验证。

多任务深度学习技术与激光雷达在玉米表型研究中的应用

文/吴芳芳 中国科学院植物研究所

- 研究首次展示了深度学习技术和激光雷达数据在玉米作物三维茎叶分离和实例分割中的可行性;
- 本研究的方法综合吸收了多任务神经网络, 条件随机场代价函数, 残差连接等优势, 以多任务联合训练的方式实现了端到端的目标提取;
- 在实例水平, 平均的茎叶分离精度 (Overall accuracy) 和分割精度 (F-score) 分别为1.00和0.96;
- 在点水平, 平均的茎叶分离精度 (Overall accuracy) 和分割精度 (F-score) 分别为0.91和0.89;
- 本研究方法的各项精度优于所选取的传统启发式方法; 同时, 与PointNet和PointNet++相比, 本研究方法的分类精度相当, 分割精度更好。

1. 背景和方法

精确、高效和无损的作物结构的分离和提取是实现作物表型结构参数提取的关键, 对于精准农业和作物育种发展具有重要意义。传统的参数提取方法主要基于图像进行分析, 这类方法受光线条件和叶片遮挡等因素影响较大, 且不能获取目标完整的三维信息。近年来, 激光雷达技术的出现给植物三维结构信息获取带来了新的手段, 但从获取到的三维数据中自动提取目标信息是该技术应用的主要瓶颈。过去已有少量研究开展了在群体尺度的单株玉米提取和参数计算, 对于更加精细的茎叶尺度的研究还十分缺乏, 其主要难点在于自动高效的茎叶提取算法。

传统的茎叶分离算法主要有基于阈值 (如, 强度、多波段和波形阈值)、几何信息和机器学习的方法。这些方法均存在阈值难以确定或者特征难以定义的方法。

卷积神经网络是目前最常用的一种深度学习结构, 该方法在目标提取上取得了一系列突破。当前对三维点云数据进行处理神经网络主要有基于多视角、多表面、体素、八叉树和直接基于点的方式。其中, 基于体素的方式在精细目标分割上兼具了效率与精度的问题。但结合激光雷达与深度学习技术进行作物茎叶分割依然存在诸多难题, 如: 1) 缺乏大型的公开训练数据集; 2) 无序和非结构化点云特征的提取; 3) 点云本身包含的信息有限 (主要是坐标信息)。

本研究提出了一种基于体素的玉米茎叶分类和分割的多任务算法 (voxel-based convolutional neural network, VCNN)。通过编码解码和残差连接等方式提取多层次点云特征, 这些特征被用于同时完成点云的茎叶分类和分割。茎叶分类和分割分别使用Weighted Cross-Entropy (公式1) 和Discriminative loss作为损失函数 (公式2-5), 将两者加和得到网络的总误差 (公式6)。本方法的主要创新点有: 1) 引入了新的分割损失函数 (discriminative loss)能够在有效的减少类内差异增大类间差异; 2) 分类任务和分割任务通过损失函数的方式结

合实现同时训练, 多任务网络减少(共享)了网络参数又促进了分任务的性能; 3) 使用全卷积连接的方式进行端到端的训练, 有效解决不同样本点数不一致问题, 实现体素水平的目标输出; 4) 使用编码解码和残差结构, 有效连接深层浅层的特征, 同时加速模型收敛。模型结构如图1所示。

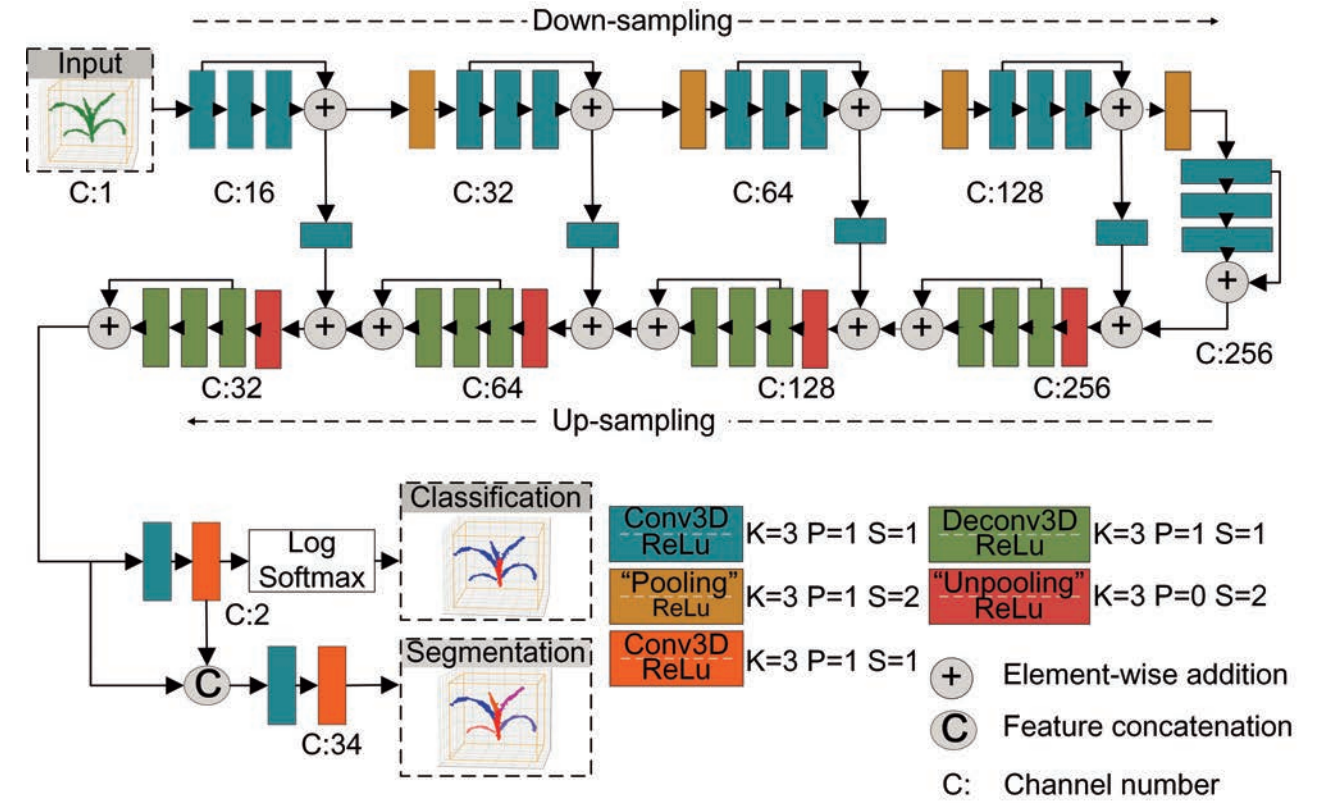


图1. 基于体素的多任务卷积神经网络结构. 输入层是归一化和体素化的规则网格数据。隐藏层包含下采样的编码(上部分)和上采样的解码 (中间部分)。每层使用三维卷积核完成卷积操作, 卷积后的特征图经过ReLu激活和池化传入下一层。输出层包含分类和分割两个任务, 分类任务输出玉米茎 (红色) 和叶 (蓝色), 分割任务输出茎 (红色) 和每一片叶 (不同颜色)。

• 分类的损失函数Weighted Cross-Entropy (Lc) (公式1) :

$$L_c = - \sum_i w_i y_i' \log y_i$$

其中, i表示分类任务中不同的预测值; w_i 是类别i的权重, 可以通过1减去这一类别占总数的比例得到; y_i' 是预测的概率值, 是经过one-hot编码的目标值。

• 分割的损失函数discriminative loss (Lr)使用两组竞争的力量实现分割误差最小化, 公式2-5如下:

$$L_{var} = \frac{1}{C} \sum_{c=1}^C \frac{1}{N_c} \sum_{i=1}^{N_c} [\|x_i - \mu_c\|_2 - \delta_v]_+^2$$

其中, L_{var} 是单个分割实例内部差异的损失; C是分割实例的数量; N_c 是实例c包含的

$$L_{dist} = \left\{ \frac{1}{C(C-1)} \sum_{C_A=1}^C \sum_{C_B=1}^C [2\delta_d - \|\mu_{C_A} - \mu_{C_B}\|_2]^2, C_A \neq C_B \right\} +$$

点的数量; U_c 是实例c的中心点的坐标, X_i 是实例c中的某一个点; δ_v 是给定的类内差异的阈值; $\| \cdot \|_1$ 是L1 范数距离; $\| \cdot \|_2$ 是L2 范数距离; $[x]^+$ 表示取0和x之间的最大值; L_{dist} 是实例之间的损失; U_{cA} 是实例CA 的中心; U_{cB} 是实例CB的中心; δ d是给定的实例; CA是实例CB中心的距离; L_{reg} 是正则项; α, β, γ 是给定的初始参数, 本研究中 $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 0.001, \delta_v = 1, \delta = 3$ 。

$$L_{reg} = \frac{1}{C} \sum_{c=1}^C \| \mu_c \|_1$$

$$L_r = \alpha \cdot L_{vat} + \beta \cdot L_{dist} + \gamma \cdot L_{reg}$$

最终的Loss函数由分类损失和分割损失加和得到,如右公式6:

$$L = L_c + L_r$$

II. 数据和结果

本研究的具体方法是在3000株玉米 (包含22004 叶片和3000 茎)的数据集上经过2天的训练时间最终实现了模型收敛(数据详情和训练详情请见后续原文)。在103株不同时期、不同结构和不同点密度的测试样本中进行了实例水平和点水平的精度评价。结果表明, 在实例水平的平均分类精度为100%, 点水平的平均分类精度为91%的情况下, 部分分类结果如图2所示。对于分割任务, 在实例水平的召回率 (recall, r), 准确率 (precision, p)和F值 (F-score, F)的平均值分别为0.97,0.96和0.97, 点水平的r、p和F的平均值分别为0.89, 0.93, 和0.89, 部分分割的情况下, 结果如图3所示。

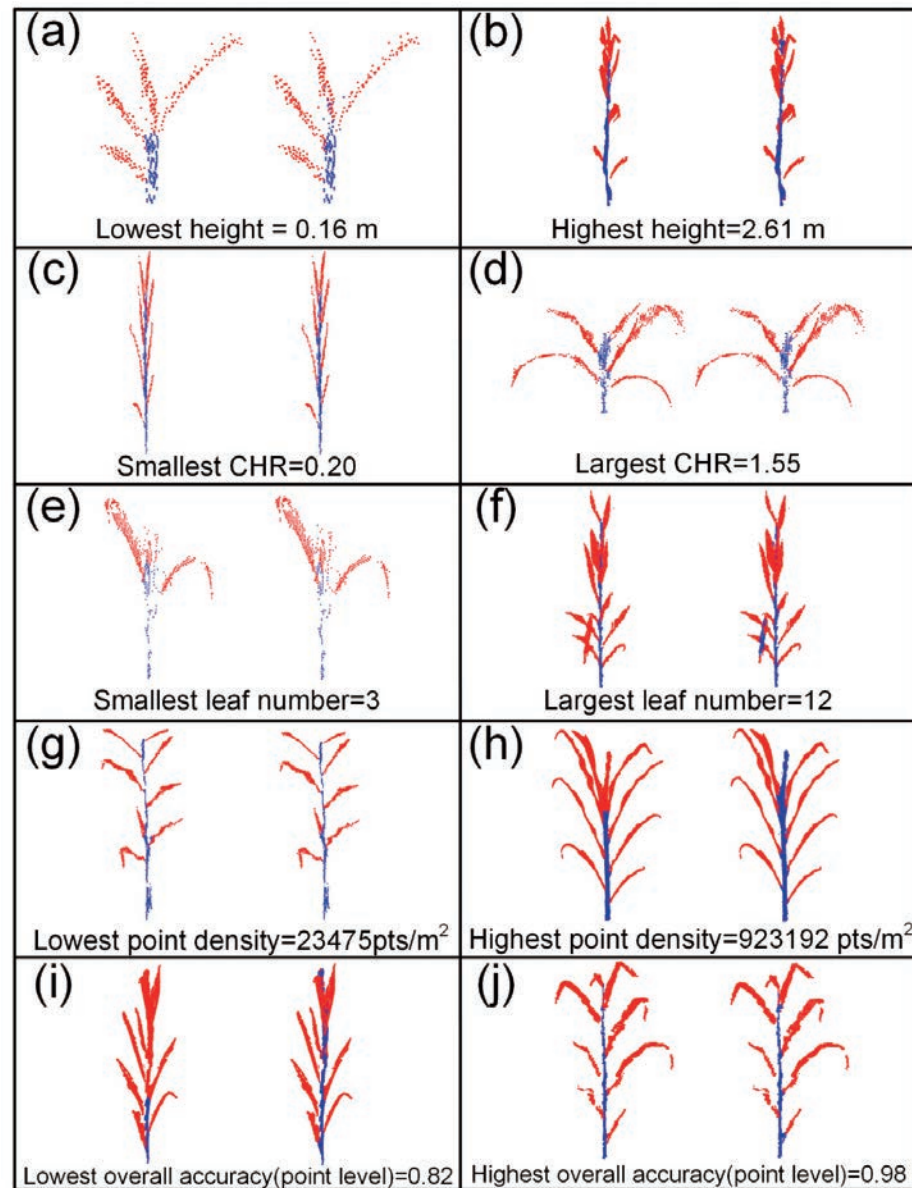


图2. 分类结果的部分示意图。每张子图中的左边为真值, 右边为预测值。茎秆和叶片分别用蓝色和红色显示。(a)-(j)是选择的不同代表情况下的结果, 如各子图底部文字标注。

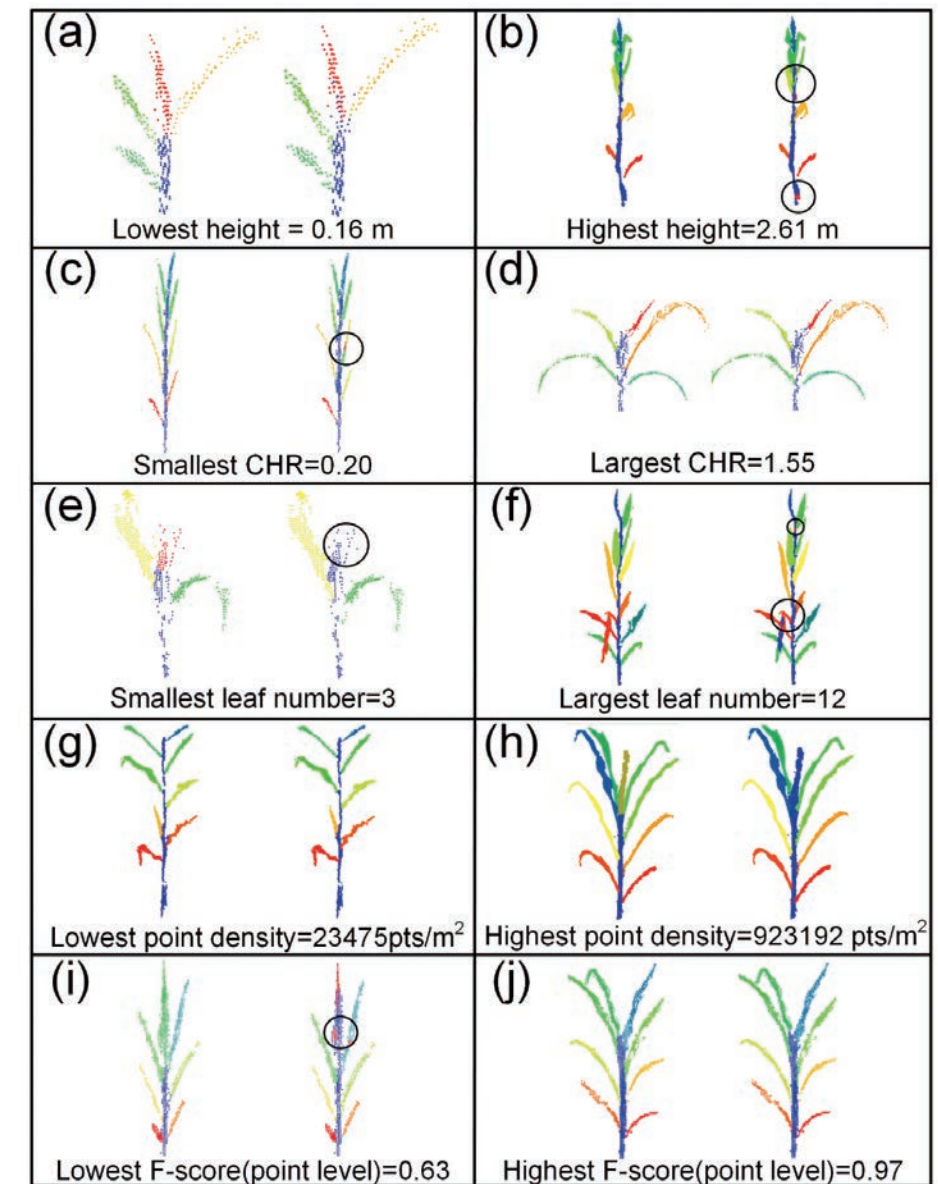


图3. 分割结果的部分示意图。每张子图中的左边为真值, 右边为预测值。茎秆用蓝色显示, 不同叶片用不同颜色显示。(a)-(j)是选择的不同代表情况下的结果, 如各子图底部文字标注。

通过对比本实验方法 (VCNN) 与常用的启发式算法 (density-based spatial clustering of applications with noise/DBSCAN, K-Means, median normalized-vector growth/MNVG)和目前最先进的基于点云的深度学习算法 (PointNet, PointNet++) 可得, VCNN在分类任务上优于所有启发式算法, 与PointNet和PointNet++性能相当。在分割任务上, VCNN精度远超上述算法 (图4)。

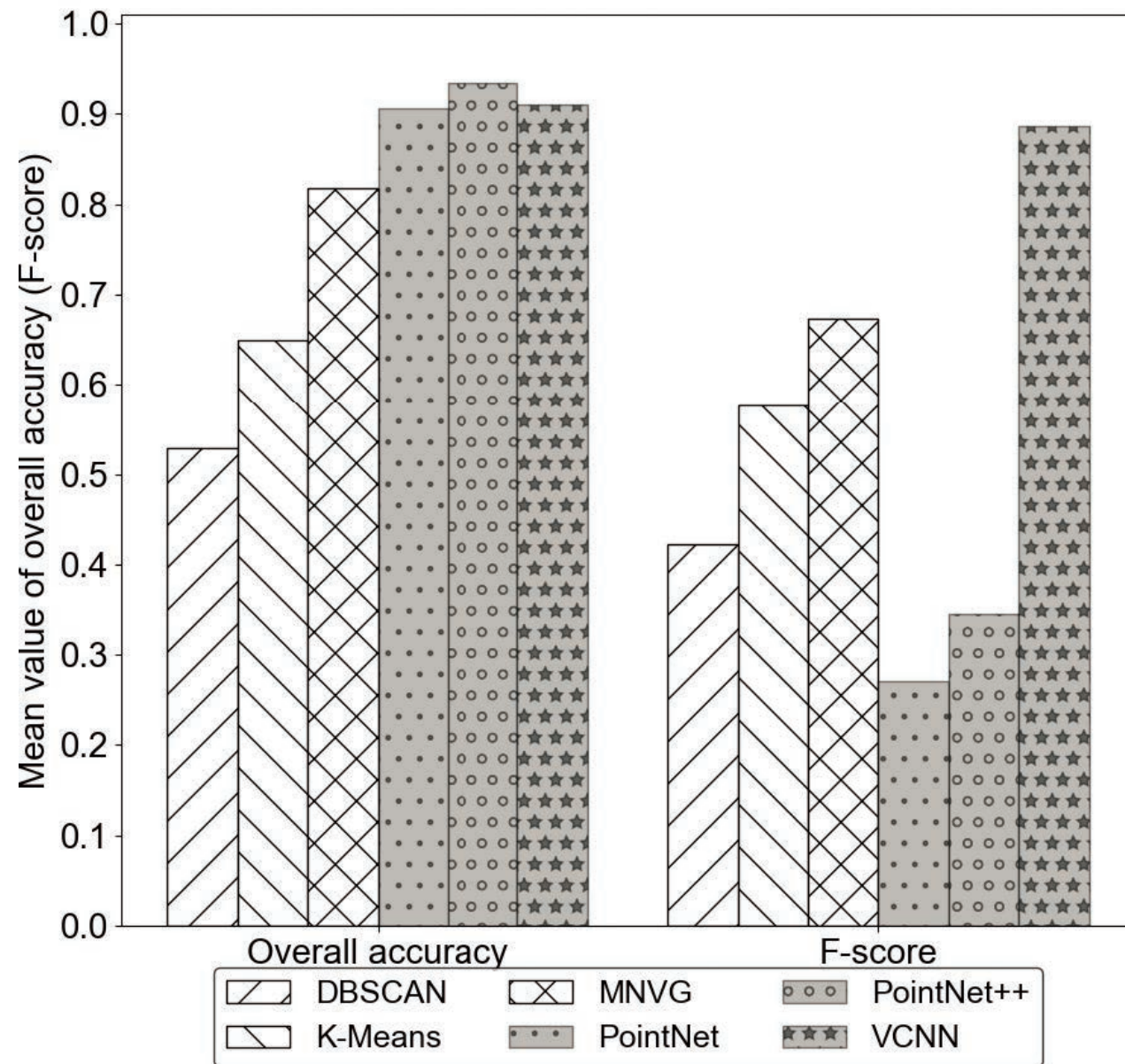


图4.VCNN方法与启发式算法(density-based spatial clustering of applications with noise/DBSCAN, K-Means, median normalized-vector growth/MNVG)和主流点深度学习算法 (PointNet和PointNet++) 在分类精度(overall accuracy)和分割精度(F-score)的比较。

此外，本研究组还分析了VCNN在不同时期数据上精度的差异，以及受数据质量的影响，详情请参见后续在线版文章[1]，相应的测试数据集和模型也会在<https://github.com/Shichaojin/VCNN> 上公布。

相关文章

[1] S. Jin, Y. Su, S. Gao et al., "Separating the structural components of maize for field phenotyping using terrestrial lidar data and deep convolutional neural networks," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, accepted, 2019.

[2] S. Jin, Y. Su, S. Gao et al., "Deep Learning: Individual Maize Segmentation From Terrestrial Lidar Data Using Faster R-CNN and Regional Growth Algorithms," Frontiers in Plant Science, vol. 9, pp. 866-875, 2018.

[3] S. Jin, Y. Su, F. Wu et al., "Stem-Leaf Segmentation and Phenotypic Trait Extraction of Individual Maize Using Terrestrial LiDAR Data," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 57, no. 3, pp. 1336-1346, 2018.

[4] Q. Guo, F. Wu, S. Pang et al., "Crop 3D—a LiDAR based platform for 3D high-throughput crop phenotyping," Science China Life Sciences, pp. 1-12, 2017.

[5] Su, Y., Wu, F., Ao, Z., Jin, S., Qin, F., Liu, B., Pang, S., Liu, L., Guo, Q., 2019. Evaluating maize phenotype dynamics under drought stress using terrestrial lidar. Plant methods 15, 11-26.

[6] 郭庆华, 杨维才, 吴芳芳, 庞树鑫, 金时超, 陈凡, 王秀杰, 2018. 高通量作物表型监测: 育种和精准农业发展的加速器. 中国科学院院刊 33, 940-946.

泽泉科技致力于激光雷达技术在作物表型领域的应用和推广，旗下的PhenoWatch系列温室-田间表型分析系统，可测量玉米等作物的激光雷达数据，借助配套的点云分析软件进行表型数据提取和分析。更多详情请参阅 <http://zealquest.com/index.php?a=shows&catid=88&id=585>

