

中学创新实验室的建设与应用研究

——以青浦高级中学校园有机农场为例

杨玲

摘要: 2010年,上海市青浦高级中学创建了上海市首批生物创新实验室,以校园有机农场为特色,培育学生的科学素养。近几年,应对高考新政策所提出的“培养学生创新思维 and 实践能力”新需求,学校对校园有机农场基地进行重新设计和规划,建成了以“现代种植模式+物联网”为技术特色的第三代数字化生物园,在原有课程的基础上,通过开发与实施校园有机农场系列课程,如“芳香植物栽培与应用”“鱼菜共生系统探究”“‘活实验室’导赏”“基于物联网的校园农场远程管理”等,为学生提供更加丰富的实践体验、探究平台。同时引进校外机构、企业、高校和科研院所作为课题研究指导资源,参与各级创新成果展示与评比,提升学生的创新水平。此外总结出实验室建设和课程实施中存在的问题,为进一步改善学习环境创造条件。

关键词: 校园有机农场; 创新实验室; 课程建设; 课题研究; 磨炼书院

创新是民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力,“大众创业,万众创新”已经将创新提高到新时期的战略高位。上海作为国际化大都市,在青少年创新教育上具有最超前的理念和最雄厚的资源,上海市教育委员会提出到2020年实现基础教育阶段所有学校创新实验室全覆盖就是最有力的证明。只有提高青少年的创新能力,才能提高国家的创新能力。

上海市青浦高级中学作为一所老牌的实验性示范性高中,学生的学业基础非常优秀,但很长一段时间在创新思维、责任担当等方面没有表现出优势并且略显薄弱。青浦地处郊区,理念更新相对缓慢,创新资源非常匮乏,但学校积极应对,自2006年开始就尝试在校内建设了一个校园有机农场基地,指导学生开展种植体验、农业科技探究,宣传和推广健康环保的生活理念,并以此形成了学校生态道德教育特色。对接高考新政提出了创新思维 and 综合实践能力评价,学校对校园有机农场基地进行重新设计和建设,建成了以“现代种植模式+物联网”为技术特色的第三代数字化生物园,配合第二代生物创新实验室一起实施与应用,满足学生素质教育的需求。

一、硬件建设

以“现代种植模式+物联网”为技术特色的第三代

数字化生物园的主要硬件是200平方米的玻璃温室,温室内现代农业种植模式一览无余,立柱栽培、管道栽培、廊架栽培、螺旋基质栽培、叠碗式等无土栽培、景观浮板栽培、特色基质种植、植物墙等应有尽有。温室内还设计了遮阳网、百叶窗、喷淋等降温设施及加温装置,以根据植物的需求调节适宜的环境。

温室内设有控制室和学生活动室,控制室地下有2个水槽,分别作为营养液和浇灌水的存储区,大的控制柜和计算机、传感器连接,可以实现实时监测温室内的土壤湿度、土壤温度、空气温湿度、光照强度、二氧化碳浓度等参数,根据前端各类传感器采集的信息反馈,系统对园区设备进行自动控制,实现自动/手动灌溉、自动/手动通风等控制,实现远程客户端控制和观察(如图1~5所示)。活动室供师生上课和研讨使用,弥补了以前无法对实践当中出现的问题即时研讨和解决的缺憾。



图1 玻璃温室外景



图2 玻璃温室控制系统

作者简介: 杨玲, 硕士, 中教高级。上海市青浦高级中学, 201700



图3 螺旋栽培柱体



图4 平架栽培



图5 自动喷管

二、课程开发与建设

玻璃温室和数字化管理模式为学生带来了更丰富的学习资源，在第二代农场和组培课程的基础上，持续开发校园有机农场系列课程，如“芳香植物栽培与应用”“鱼菜共生系统探究”已经实施了一轮，成为成熟课程，“‘活实验室’导赏”正在开发的过程中。

1. 课程目标

建设以现代农业和物联网为主要内容的第三代校园有机农场基地，让学生了解现代农业知识，认识农业发展与科技进步的紧密联系。利用第三代校园有机农场资源建设系列课程，为学生提供具体多样的实践体验，提升学生的综合实践能力。在课程学习的过程中发现问题，开展科学研究，培养学生的问题意识、批判性思维、创新能力。

2. 课程内容与实施过程

(1) 芳香植物栽培与应用

芳香植物是具有特殊香味的植物类型，自古以来就被应用于杀菌、消炎、防腐、膳食佐料、美容养生、园林观赏等生活实践中。20世纪40年代以来，芳香植物更加普遍地应用于医药保健、美容美体、日用化学、食品添加、蔬菜食用以及园林绿化等各个领域，成为与生活密切相关的植物类群。因此，从2017年暑假开始，引入了芳香植物种植的活动，结合学校作为上海市农科

院青少年科技创新实践站、实践点的便利，带领学生先到市农科院参观学习，然后在温室的一个区角和露天地块分别种植了15种芳香植物，如柠檬香茅、九层塔、迷迭香等。同时指导学生进行芳香植物盆栽种植与养护。

不同的种植条件和种植方式下的芳香植物都茁壮成长，师生对芳香植物的应用进行了探究：进行了自制薄荷喷剂的活动，还将香草植物制作成新鲜的茶饮。这些活动为建立“芳香植物”校本课程积累了丰富的案例。学生的成果获得2018年上海市高中生“未来杯”社会实践活动二等奖。



图6 露天栽培香料植物



图7 制作薄荷喷剂

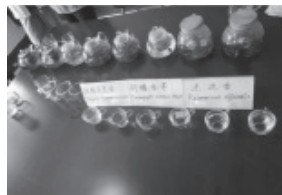


图8 芳香植物鲜茶饮

(2) 鱼菜共生系统探究

玻璃温室的景观浮板栽培区有4层水槽，可以种植一些水生的植物。最初学生通过泡沫浮板种植了水芹菜，但由于营养液浓度把握不当，水芹烂根变腐臭，严重影响了玻璃温室的生态。经过头脑风暴后，学生提出了一个设想，将水培植物和养鱼结合起来，设计一个鱼菜共生系统，此为课程的来源。

随着问题的提出，教师立刻组织学生将问题进行分解，并分组实施和交流：鱼菜共生的原理是什么？市面上是否有鱼菜共生系统的原型？有多少种类？根据生物园的实际，可以设计怎样的鱼菜共生系统？学生分头查阅资料、交流结果，并设计出了各自的鱼菜共生系统模型草图，教师组织学生一起讨论实施的可行性，并购买原材料让学生制作出鱼菜共生系统实物模型，经过了一个寒假的运行，最后确定了有用的模型。

依据该模型，生物园内建成了鱼菜共生景观，选用与水槽长度一致的鱼缸搁置在最上面一个水槽上，利用自来水作为水源，养殖较好管理的锦鲤鱼，鱼代谢产生的粪便等污染水流入水槽中，经过植物生长的吸收并

过滤净化后,再回流到鱼缸。在水培植物的品种上,选择了更具观赏价值的睡莲,改用碎石固定。鱼缸自带紫外杀菌等设施,鱼菜的管理由社团的学生一起承担,定期检测鱼缸和水培池中的营养成分,同时开展不同水培植物对鱼菜共生系统循环效果的研究,为水培植物改良水质提供一个实证。学生的鱼菜共生模型在5月20日的上海市科技节青浦区“水岸市集”上展示并推广。

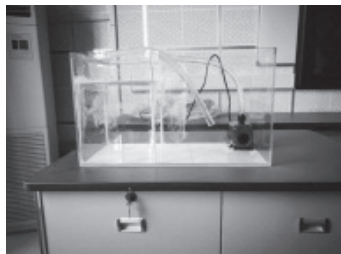


图9 学生设计的
鱼菜共生模型
(3)“活实验室”导赏



图10 生物园内的
鱼菜共生景观

学校“活实验室”建成后,先后接待了国内外多所学校的教师、学生参观与学习,包括教育部各校长团队、英国学校师生和河南深蓝学校师生等。在交流的过程中,发现本校的学生对生物园的熟悉度还不够,多数孩子胆子不够大,表达起来比较拘谨,因此,萌生了开发“‘活实验室’导赏”课程的想法。

“活实验室”导赏属于一门跨学科的课程,在这门课程中,不仅要教给学生植物的分类、种植技术、功用等知识,而且要对学生进行写作、演讲、英语口语表达等语言类的训练和培养,使学生科学与人文并举,素质优秀。

3. 课程评价

第三代校园有机农场基地开发的系列课程,既有拓展型内容,又有研究型课程,对于拓展型课程的评价,以过程性为主,对于研究型课程的评价,采用“过程+结果”的形式进行,评价方式包括学生自评和教师评价(见表1、表2)。

表1 校园有机农场系列课程学生评价表

评价方式	评价 指标											
	学习 兴趣与 参与 态度(出 勤、兴趣、课 题、学习任务的 完成)			认知 与技能 (特长)			学习方法与思 维品质的养成 (自主、探究、 合作学习)			成功体验 (学习成果)		
	优	良	合格	优	良	合格	优	良	合格	优	良	合格
自我评价												
教师评价												

表2 校园有机农场研究课题学生学习能力评价表

指标		目标	达成度					分值
I	II		5	4	3	2	1	
开题 (20分)	意义 (5分)	课题面向实际,注重实用性,留有足够思维空间,有利于培养良好的研究意识、习惯、态度和创造性思维,具有时代特征和本校特色						
	可行性 (5分)	课题要求与自身知识、能力状况及兴趣要求大致相当,力所能及,指导力量强,有物质条件(图书、情报、音像资料、时间、交通等)保证						
	科学性 (5分)	符合科学原理,遵循事物发展规律,研究方法科学,应用知识的综合程度高						
	创新性 (5分)	课题的选题有一定的新发现、新观点、新见解,在应用研究领域有新内容、新途径和新方法						
实施 (40)	文献检索 (10分)	能运用一定的检索工具和手段查阅与研究主题相关的资料和文献,并应用于研究						
	研究方法 (10分)	采用适当的研究方法,如调查研究、文献研究、实验研究或开展小发明创造等						
	过程性 资料(15分)	有原始的数据、图片或研究日志等过程性资料						
	计划履行 (5分)	按照计划开展研究,做好组织安排,如期完成研究内容						
成果 (40分)	格式外观 (15分)	论文:格式规范(题目、作者、摘要、主题内容、参考文献齐全,写作规范) 作品:外观新颖、别致						
	内容质量 (10分)	论文:背景分析到位,研究结果以数据、图片或资料呈现,对结果的分析深入充分,并得出结论或提出建议 作品:实用,工艺达一定水平,附一篇说明文,能说明问题						
	成果展示 及答辩 (10分)	能够流畅地表达和介绍课题研究成果,应对评委提问,能够有理有据						
	获奖或发表 (5分)	获得市一等奖或发表,计达成度为5,其他类推						

玻璃温室的管理和物联网技术对教师来说也是新的挑战,也正在摸索和尝试着开发“基于物联网的校园农场远程管理”和“玻璃温室的种植与养护”等课程,以便尽快适应第三代校园农场的管理。此外,有了玻璃温室的便利条件,将进一步贯通创新实验室内外,启动“试管苗 STEAM 项目”,利用跨学科知识实现生物、数学、工程和艺术的结合,并且将生命科学的成果以艺术作品的形式呈现与展示。

三、运行成效

“活实验室”——校园有机农场 3G 的建设与使用提升了学生的创新意识和实践能力，为学校营造了浓郁的课程建设和课题研究氛围，带动中青年教师投身于研究型课程开发与实施，全面提升了学校的创新教育品质和影响力。

1. 培养了学生的创新意识 提高了学生综合实践能力

“活实验室”建设的初衷就是为了给学生提供更多的实践机会，近两年选修校园有机农场系列课程的学生不仅更新了对现代农业的认识，而且主动参与校内外的活动，推广课程成果。如在区“水岸集市”活动中，学生向市民展示了香草茶成果（如图 11 所示），提供了鱼菜共生课程，向社会宣传生态环保理念和健康生活方式，提高了个人的综合实践能力。



图 11 学生自制的香草茶吸引居民驻足品尝

学生利用生物园资源开展了多项小课题研究，提出了较多的创意设计，并取得了一定的成果，以 2010 届为例，在生物园的种植实践和参观体验中发现问题并提出课题的学生达到 80 余人，提出“现代农业中 3 种灌溉方式的比较研究”“酵素肥料对豆科植物生长的影响”等 40 余个研究课题。在第 32 届和 33 届上海市科技创新大赛中，学校共有 16 个获奖课题来自于生物园的种植实践和深入探究（见表 3）。其中《关于质壁分离材料优化的研究》还发表于《生物学教学》，《鱼菜共生系统设计》还获得了市创客新星评选二等奖，《茭白施用农药调查及农残检测》被评为上海市生物与环境科学小论文一等奖。

表 3 第 32 届、33 届上海市科技创新大赛以生物园资源开展的课题获奖情况

序号	课题名称	学生姓名	获奖等第	获奖门类
1	矿物质对菌丝生长的影响	史张晖	二等奖	创新成果
2	关于质壁分离材料优化的研究	张海、钱紫嫣	二等奖	创新成果
3	鱼菜共生系统设计	凌朱豪	二等奖	创新成果
4	虎刺梅与麒麟掌对甜菜夜蛾的生物活性研究	陆静、顾升伟、钟靖轩	三等奖	创新成果
5	桃胶的抑菌和保水作用实验研究	王蕾、王琳逸、王海杏	三等奖	创新成果
6	由风眼莲和活性炭组成的家用净水装置设计	林晗	三等奖	创意设计
7	薄荷香味试卷且做且清醒	顾陆炜	三等奖	创意设计
8	土豆皮提取液制作及其效用的探究	曹子丰	三等奖	创意设计
9	以光合色素为生物标志物的淀山湖浮游植物多样性研究	付恺文	三等奖	创意设计
10	茭白施用农药调查及农残检测	徐智晔	三等奖	创意设计
11	家用花盆滴灌系统	曾梓年	三等奖	创意设计
12	测量水稻根直径新方法的探索	王子恒、朱笑然、陈通	三等奖	创意设计
14	上海野生大型真菌多样性及资源利用研究	周艳	三等奖	创意设计
15	几种物质净水能力及效果的比较研究	杨帆	三等奖	创意设计
16	“用好每一滴水”——现代栽培中的智能灌溉研究	王馨怡	三等奖	创意设计

充分利用本区的现代农业园区设施资源和上海市农科院等科研院所的专家资源，同时利用学校生物创新实验室平台，对课题研究进行跟踪指导，教导学生实施课题研究的规范，并提高了学生课题研究质量，最终实现学生创新意识和水平的提升。

2. 促进学校课程建设 营造了良好的创新氛围

校园有机农场课程持续实施十余年而不衰，取得了不少的成果，如杨玲老师著《校园有机农场探索与实践》由上海科学技术出版社出版，校园有机农场微课程上线市名高中慕课平台。基于“活实验室”——校园有机农场系列课程的开发与实施，更是该课程面对学生新需求情况下的创新发展，该特色课程建设与实施的经验启发了学校课程建设的整体布局，在学校的支持下，

校园有机农场催生了一批各学科领域特色校本课程的诞生,如龙舟文化和龙舟竞技课程,创客空间系列课程等。校园有机农场系列课程实施过程中善于引导学生发现问题、提出课题,通过研究解决问题,教学模式为学校开展研究型课程开拓了思路,以此为鉴,学校实施了“建设创新学习场所——磨炼书院在行动”项目,通过组织教师团队开发研究型课程,增建化学、物理、数学创新实验室平台,拓展校外机构、科研院所等校外资源,营造了良好的创新氛围,在这样的氛围下,学校搭建了“磨炼杯”校级创新大赛及“磨炼论坛”平台,为学生创新成果的展示与交流提供舞台。



图 12 《校园有机农场探索与实践》由上海科学技术出版社出版

参与创新教育的中青年教师在学校的扶持下,开设课程、指导课题,开辟了学科教学之外的专业发展领域,在教学展示、课题研究、论文发表等方面得到充分锤炼,成长迅速。

四、存在问题

短短的两年时间内,校园有机农场“活实验室”虽然在课程建设和课题孵化、教师发展等方面取得了不少的成果和突破,但总的来说,还存在不少的困难和优化提升的空间,主要表现在以下几方面。

(1) 课程建设以教师的实践为主导,上位的理念指引和经验提炼还比较缺乏,与学术的水平与高度还存在距离。

(2) 创新实验室项目以硬件设施到位为验收指标,极少涉及应用内容的设计与指导建议,造成有些设备与仪器空置。

(3) 投入创新实验室建设的教师团队有待壮大,教师投入的大量时间和精力与较少的工作量之间存在矛

盾,学生实际投入的时间与可提供的时空之间还有差距。

上述问题可能也是当下创新实验室建设中的共性问题,在郊区学校表现得可能更为突出,希望上级部门和学校统一协调,加强创新实验室课程开发的理论指导,增加创新实验室课题研究的内容建设,并且尽可能地在教师的工作量、奖励制度和学生的课时量上予以保障,如此,相信创新实验室项目会收获更好的成效。

参考文献

- [1] 赵建荣. 挖掘地方资源建设农村中小学创新实验室[J]. 中国教育技术装备, 2018(1):46-48.
- [2] 上海市教育委员会教育技术装备中心. 创新实验室: 课程引领下的学习环境重构[J]. 中国现代教育装备, 2016(10):1-4.
- [3] 林健, 周磊, 陈桂. 自动化创新实验室创新内容与运行机制[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(4):192-195.
- [4] 徐显龙, 管珏琪, 张彦, 等. 面向创新能力培养的中小学创新实验室建设与应用[J]. 电化教育研究, 2015, 36(3):70-76, 106.
- [5] 吴强. 对中学创新实验室的定位、发展策略与装备原则的思考[J]. 中国现代教育装备, 2012(14):8-10.
- [6] 李青. 高中创新实验室建设分析与思考[J]. 中国现代教育装备, 2012(6):38-40.
- [7] 田裕康, 罗维平. 创新实验室自主管理和自主学习模式探析[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(2):30-32.