

新农科背景下分子生物学课程教学探索

杨洋 侯晓明 林叶 张莉 李剑虹 李杰

东北农业大学 黑龙江哈尔滨 150030

摘要: 新农科建设的提出为高等农林教育赋予了前所未有的重要使命, 如何结合学科专业特色和发展趋势, 建立以目标为导向的课程教学体系, 培养新农科背景下的综合创新型人才是值得探讨的内容。分子生物学作为迅速发展的前沿学科, 对农业发展发挥重要作用。本文首先强调了新农科背景下分子生物学课程建设的重要意义, 分析了农科类院校分子生物学课程的教学现状。然后, 从教学内容、教学模式、教学方法和考核方式等方面, 探讨了分子生物学课程教学改革措施。最后, 结合分子生物学在农业科学中的应用, 探索新农科背景下分子生物学的教学内容和方法的改革, 旨在提高学生的综合素质和创新能力, 助力新农科人才培养。

关键词: 新农科; 分子生物学; 教学内容; 人才培养

高等农林教育是推动农业农村优先发展与教育优先发展的关键交汇点, 高校是人才培养的重要基地。2024 年中央一号文件提出, 加强高等教育新农科建设, 加快培养农林水利类紧缺专业人才^[1]。解决人才培养与农业产业、技术发展相匹配和协调的问题, 真正实现人才培养与创新和产业发展紧密互动。新农科建设提出, 用生物技术、信息技术、工程技术等现代科学技术, 对现有涉农专业进行改造与提升, 推进农业科学与理学、工学及人文学科等的深度交叉融合。

分子生物学 (molecular biology) 是研究核酸等生物大分子的功能、形态结构特征及其重要性和规律性的科学, 是当前生命科学领域发展最快并与其他学科广泛交叉、渗透的重要前沿领域。目前, 分子生物学已不仅是生物、化学及医药等理科专业的重要核心课程, 也逐渐发展为农学、资环和畜牧等的基础课程, 其基本原理和研究技术已经渗入到分子育种、生物能源和病虫害防治等多个领域。然而, 分子生物学课程知识点多、涉及面广、课程内容偏理科, 农林应用案例少, 导致学生学习兴趣不高、目标不明确。同时, 分子生物学的新技术、新应用不断涌现, 尤其是宏基因组学和功能基因组学等领域快速发展, 传统教学内容和教学模式不注重培养学生的思辨能力、科研创新能力, 以及专业知识服务社会的意识, “新农科”人才的培养面临巨大挑战。因此, 如何与时俱进, 结合专业学科特色和发展趋势, 建立以目标为导向的分子生物学课程教学体系,

培养新农科拔尖创新人才, 是值得探讨的重要内容。

1. 新农科背景下分子生物学课程建设的意义

从 1953 年沃森和克里克发现 DNA 双螺旋结构到中心法则的建立, 为探讨遗传的化学基础开辟了一个新纪元, 也标志着分子生物学时代的到来。20 世纪后期, 随着重组 DNA 技术的建立和各种测序技术等相继出现并迅速发展, 人类进入以组学为代表的系统生物学时代; 加之基因编辑技术、纳米技术等突飞猛进, 现代生命科学开启了以高通量数据为基础、多学科交叉融合的时代。分子生物学研究使人类对生命现象本质的认识从宏观到微观, 从结构到功能。如今, 分子生物学已被农科类院校列为必修课程, 分子生物学的相关理论和技术, 已经广泛渗透并应用到食品、农业和医学等各个领域, 是从事科学研究必备的知识体系, 也是新农科人才培养体系中的重要一环。

通过分子生物学课程的学习, 学生掌握生命活动中重要的生物大分子的结构与功能、遗传信息的传递, 基因表达和调控等理论知识, 此外, 分子生物学的研究方法也为现代农业科学技术的发展提供坚实的理论基础和技术支撑。通过引导学生了解分子生物学的学科前沿发展动态, 培养学生的科研思维和创新精神, 更重要的是塑造学生的职业精神与工匠精神, 提升学生对所学专业的认知度和服务社会的责任感、满足学生学以致用自豪感和价值感。分子生物学课程建设应立足专业特色, 从教学内容、教学方法、考核评价体系等方面, 完善教学资源、融入课程思政, 促

进学生的专业技能与职业能力的发展,力争培养基础知识扎实、创新能力强、综合素质高的复合型新农科人才。

2. 农科类院校分子生物学课程教学现状

全面推进乡村振兴,实现农业农村现代化,关键在科技、在人才。高校作为人才培养和输出的主体,需要主动顺应经济社会发展、科学技术进步大趋势,不断优化培养模式。然而,随着高校不断扩大招生规模,就业压力随之增大;各种理论知识和科学技术的迅速发展,导致原有的分子生物学教学体系难以满足当前的育人要求。目前,高等农林院校分子生物学课程教学存在以下几点问题:

2.1 教育方式滞后

分子生物学课程因其内容抽象、知识体系复杂以及理论性较强等特点,给教师的教和学生理解、掌握带来很大挑战。学生在学习过程中常常感到内容杂乱无章、难以理解,且与实际应用脱节,学生普遍存在畏难情绪。有些老师还是照本宣科,教学手段与方法陈旧,采取传统的“灌输式教育”和“反复说教”方式,这使在分子生物学课堂上,许多学生沉迷于手机,课堂参与度和主动性较差,学生的学习兴趣不高,学习内动力越来越少,很多学生是为了考试而学习。此外,许多高等农业院校将分子生物学课程设为专业必修课,通常采取大班授课的方式,加之学时有限,导致课堂教学效率低。

2.2 课程设置无亮点

对于农科院校分子生物学教学中,在开设课程期间教师的教学大纲和教学内容几乎一成不变,教学目的停留在知识的传承和实验的验证,在很大程度上影响了学生的学习兴趣和学习效果。各个专业的分子生物学教学内容以及教学方法基本相同,不能体现出各自专业特色,缺乏与“产学研”相结合的教学设计和实践。教师在教学过程中往往侧重于专业知识点和研究进展的讲解,忽视了其思政育人的功能;学生在学习过程中只知道死记硬背,不知道学什么,为何学,怎么学。这种教学模式不利于培养学生的自主学习能力和创新能力,分析问题和解决问题的能力。

2.3 考核方式单一

目前,大多高校分子生物学课程的评估方式主要依赖于期末闭卷考试,考试成绩占总成绩的 70%。导致有些学生平时不认真学习,而是在考试前临时抱佛脚,通过死记硬背就能轻松通过考试。试卷中的客观题往往都能答得较

好,而像注重细节知识点考察的选择题往往失分较大,像论述题或实验设计之类的主观题,有些学生无从下手,甚至不答。其次,闭卷考试的内容较为局限,通常集中在经典理论知识上,缺乏对学科专业特点的关注,不利于学生及时了解并追踪分子生物学前沿发展动态。这样考核只注重知识点的掌握,缺乏对学生创新能力以及思维能力的考核,很难反映学生的真实学习水平。

3. 新农科背景下分子生物学教学改革措施

党的十八大以来,习近平总书记多次谈及学习问题,强调要学以致用、用以促学、学用相长。“用”是学习的动力源泉和检验标尺,学习不是死记硬背,而是要用以解决实际问题。教师应解决学生要学什么,怎么学,为什么学的问题,以扎实专业基础知识为根基,拓宽知识。在分子生物学课教学过程中,针对新农科人才培养的需求和地方经济的发展,进行教学内容、教学方法和考核方式等方面的改革,为提升学生学习成效,培养高素质生物科学类专业人才奠定扎实的专业知识基础。

3.1 优化教学内容

2024 年度全国高等农林院校教学改革与教材建设研讨会以“深化高等农林教育创新发展,助力人才自主培养质量提升”为主题,围绕新农科建设、耕读教育、数字教材、课程思政、国规教材建设等议题展开交流研讨,共话农业科技教育和人才培养。涉农高校应坚持以问题为导向,着力培养知农、爱农的新型人才,擦亮涉农高校农字招牌。分子生物学课程的知识点千篇一律,而特色的学科招牌万里挑一。在严格执行分子生物学课程教学大纲的基础上,从自身实际情况出发,紧密结合高等农业院校各个专业特点,展开各有特色的分子生物学教学。厚植“三农”情怀,培养学生更好地理解 and 解决农业生产中的实际问题^[2]。在这个过程中教师也由原来的“教书匠”,变成塑造人才的“引路人”。在夯实学科基础的同时,紧盯学科发展前沿,以产学研融合为突破口,把前沿学术研究融入教学内容中以丰富教学资源^[3]。不断推进培养模式、教育方式和学习方式的改革,把新技术、新工艺、新标准、新规范纳入教学内容,建立问题导向、能力导向的实践创新教育体系。激励学生做农业科技创新的领跑者,以更多原创性引领性的科研成果提升农业现代化水平。

3.2 改善教学模式

2024 年 7 月 29 日第八届全国生物化学与分子生物学教育研讨会,以“数智化时代的生化特色育人”为主题,主要研讨生物化学与分子生物学金课建设、教育数字化、教学创新、特色化育人、混合式教学、教学评价与反馈、虚拟仿真实验建设等。农科类院校应立足农业科技进步和产业发展需求,以人才培养目标为导向,优化教学内容和课程体系,及时将农林科技发展前沿成果融入教学内容,打造“两性一度”农林类金课。建立数字化农林教育的新模式,积极推动农林教育与现代信息技术的深度结合,全面开展线上与线下相结合的混合式教学,人工智能(Artificial Intelligence, AI)课程、虚拟仿真课程等多种教学模式,助力学生自主学习,着力提升学生发现问题和解决问题的能力。

随着模块化教学模式(modules of employable skills, MES)在高校诸多课程教学中的应用^[4]。在分子生物学课程方面,将内容划分为“遗传信息的传递、分子生物学实验技术、基因的表达与调控、分子生物学的应用与进展”;同时,将实验内容划分为“基础性、综合性、设计性和创新性”模块。围绕专业培养目标,模块与模块之间层层递进、相互支撑。围绕模块教学目标,有针对性地设置模块内课程,优化教学内容,注重学生综合能力的培养。在教学模式方面,将教师备课模块、线上课程资源模块、线下学习讨论模块和网络平台的测试、答疑讨论模块等联系起来,统领教育模块的融合,助力新农科创新型拔尖人才培养。

3.3 丰富教学方法

善于运用国内外名校网络公开课(MOOCs)慕课资源、网络等各种渠道获取知识。例如,利用科教纪录片展开分子生物学课程介绍,强调分子生物学课程的重要性和现实价值,如亲子鉴定、生物育种、疾病诊断等。利用Flash等有声动画软件,将微观世界所发生的反应,如DNA复制、RNA转录、蛋白质翻译等,通过画面和声音等方式将抽象的知识可视化,极大地提高了课堂学习效率,直观展现分子生物学的魅力。充分利用超星学习通或雨课堂平台,结合大数据、AI课程和新媒体手段,实现教与学资源的获取、开放共享以及学习的交流协作,促进学生利用零散时间学习,能够课前掌握学习内容的重点,并带有目的性的学习,极大地提高大学生学习主动性和积极性。

掌握分子生物学实验技术也是分子生物学教学过程中的必要环节。然而,有些实验太过微观,如PCR技术、核酸杂交、Crisper Cas9基因编辑技术等。通过应用虚拟仿真实验室,学生可以建立一个“试验田”,找到合适的种子、筛选适宜的条件;可以改造特定的基因,观察表型变化等。摆脱现实条件的限制,拓展实验教学的深度和广度,切实解决实验教学项目“不能做、不敢做、不好做”的问题。在确保学生牢固掌握分子生物学实验技术的基础上,提高学生学习兴趣,培养自学和创新意识,提高分子生物学教学质量^[5]。

3.4 完善考核方式

建立多元化的考核评价体系,采用平时作业、课堂展示、团队学习活动、学生互评、综述报告与期中考试相结合等方式。利用形成性评价的考核形式灵活多样和学生参与度高特点,精心设计考核内容,全面考核学生的综合素质和能力。激励学生掌握真才实学,锤炼过硬本领,着力培养学生的自主学习意识和创新能力。夯实专业基础,提升专业技能,不断增强与农业农村现代化要求相适应的素质和能力。指导学生积极开展科学研究,大胆探索未知领域,训练科学思维方法,增强学术创新能力,勇于实现创新突破。

4. 以目标为导向探索新农科背景下分子生物学课程教学

教育部办公厅等四部门《关于加快新农科建设推进高等农林教育创新发展意见》指出,涉农高校结合各自学科优势,体现农林学科行业新知识、新技术、新成果,反映农林教育教学改革新趋势,创新产教融合、完善“一省一校一院”协同育人模式^[6]。结合分子生物学在农业科学中的应用,以目标为导向,挖掘适应“新农科人才”培养的课程内容和教学模式:

4.1 分子生物学发展史——学习大科学家精神

利用学生对“诺贝尔奖”的高度兴趣,以分子生物学领域“诺贝尔奖”获得者的故事为主线,讲述分子生物学发展的历程、未来发展趋势及重要地位,让学生建立起对这门学科的系统认识,了解分子生物学在整个生物学中的地位,提高学生对该门课程的整体认识,促进学习的积极性。通过从分子水平认识生命现象和生物学规律,丰富学生对现代生物技术的理解,为今后从事相关专业的研究工作奠定坚实的基础。科学成就离不开精神支撑,优良学风离不开精神引领。在讲授过程中既要有全面深刻的基础理

论,又要列举国内外科学家在分子生物学领域的贡献,丰富学生的知识背景和专业素养,大力弘扬科学家精神。学习科学家们锲而不舍的探索精神,敢为人先的创新精神,追求真理的求实精神,以及淡泊名利潜心研究的奉献精神,动员学生勇做农业科技高水平自立自强的奋进者、开拓者、奉献者。

4.2 分子生物学研究方法——感悟“三农”发展的技术力量

党的十八大以来,习近平总书记就“三农”工作发表了一系列重要论述,教育引导學生全面系统地掌握“三农”工作的重大意义、主要内容、基本规律和时代要求^[7]。涉农高校要顺应新时代党的“三农”工作的现实要求,把思想引领、价值塑造、素养提升贯穿教育教学全过程,培养更多对“三农”有担当的新型农林人才。

“十三五”规划提出“藏粮于地、藏粮于技”的农业发展战略,凸显农业科技发展的的重要性,而这一目标的实现离不开分子生物学研究方法的支撑。发挥高校基础研究主力军和重大科技突破生力军作用,在生物育种、病虫害防治等领域开展关键核心技术攻关,力争取得重大原始创新突破成果,推动提升农业科技成果转化和产业化水平,实现农业科技高水平自立自强^[8]。目前,基因编辑技术及转基因技术等研究热点,都是以分子生物学为基础。通过基因工程的方法,可以将一些抗病、抗虫、抗逆的基因导入到农作物中,以提高农作物的抗性,减少农药和化肥的使用,提高农产品的质量和安全性;分子标记育种大大地促进动植物育种进展;转基因技术的应用极大地提高农产品的品质,缩短育种周期等^[9]。然而,基因编辑作为人类改变自然生态进程的颠覆性技术,既可以造福人类,使人们免于饥饿、疾病等威胁,也可扰乱生态平衡、威胁人类健康和生存。从基因编辑婴儿诞生到转基因食品安全,基因编辑技术仍面临巨大风险与众多不确定,这激发学生思考分子生物学实验方法作为一种工具对人类生活的影响和改变,讨论技术进步在探索自然界奥秘中的重要作用,培养学生应用前沿技术解决生物学问题的能力,同时在技术研发过程中应遵循必要的伦理准则。

4.3 基因表达的调控——生命奥秘的解锁与重塑

基因表达调控是分子生物学中一个重要领域,其研究旨在探究生物体内基因表达的时空特异性以及外部因素对

基因表达的影响。操纵子作为原核表达调控的基本单位,在工业发酵、生物工程等领域有重要的应用价值。在学习各类操纵子结构和调控机制时,引导学生认识微观生命大分子及其与宏观世界结构组成上的相似性,从分子生物学水平体验大自然的美妙。通过介绍操纵子调控的协同性、多层次性和精准性,培养学生的团结意识和合作精神。真核基因适时适量的表达模式对于生物适应多变的环境条件具有重要意义。举例介绍表观遗传修饰、转录、翻译水平等的调控机制,在动植物的生长发育、逆境响应和代谢调控中的重要作用。基因调控网络研究有助于人们更好地理解复杂生物系统的内部结构和运转方式。通过鉴定因果基因及解析基因调控网络,筛选优良基因,精准调控作物关键基因的表达,培育出具有独特性状和优良品质的新品种,从而改善作物的品质特性,极大提升农作物的市场竞争力。基因表达调控揭示了生物体如何从遗传信息中精确地解码出生命的密码,如何维持生命活动所需的各类蛋白与结构,如何通过基因表达的细微调控实现个体发育、疾病发生与治疗的精妙平衡^[10]。教育引导學生运用所掌握的分子生物学知识和技能解锁生命的奥秘,用科研思维和创新精神对农林相关领域复杂问题进行综合分析和研究,解决该领域的热点问题。

4.4 后基因组时代——善于运用人工智能与信息技术

2003年4月15日,随着人类基因组计划的顺利完成,标志着生命科学的发展,在经历了上世紀的“结构基因组时代”之后,进入了“功能基因组学时代”。功能基因组研究以揭示基因组的功能及调控机制为目标,通过重大应用价值基因的克隆和功能解析、基因编辑技术和全基因组分子育种的发展,促进农作物遗传性状的改良^[11]。我国大数据和信息技术的快速发展,推动传统农业生产模式向高度集约化、智能化、精准化方向发展^[12]。随着科技日新月异的发展,人工智能已从科幻概念逐步成为现实,并深度渗透到人类社会生活的方方面面。利用人工智能和基因组编辑的整合为遗传学、生物医学和医疗保健开辟了新的可能性,基于基因图谱的个性化治疗,实现更高的精度、效率和经济性。引导学生厚植家国精神和三农情怀,为新农村建设贡献智慧力量。以人工智能为代表的新一代信息技术将深刻影响智慧农业发展,带来了前所未有的便利和效率提升,但同时也引发了关于伦理、安全以及就业等方面

的深刻讨论。引导学生剖析人工智能带来的益处及其潜在风险,正确使用它、驾驭它。

在分子生物学教学过程中,还应向学生介绍一些常用文献检索网站、科研常备的常用数据库和生信工具等,培养学生分析、归纳和总结的能力,提高学习兴趣和自主研究能力。在介绍 NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)、UCSC (<https://genome.ucsc.edu/>) 和 UniProt (<https://www.uniprot.org/>) 等国外基因数据库和蛋白质数据库,GO (<https://www.geneontology.org/>) 和 KEGG (<https://www.genome.jp/kegg/>) 等基因功能和信号通路数据库的同时,还要介绍我国建立的数据库,如国家基因组科学数据中心 (<https://ngdc.cncb.ac.cn/?lang=zh>)、中国作物种质资源信息网 (<https://www.cgris.net/>) 和国家水稻数据中心 (<https://www.ricedata.cn/>) 等。数据资源建设促进科学数据开放共享,支撑国家科技创新和经济社会发展,同时为学习提供了自主学习的工具载体。在教学中还要介绍 Origin、SnapGene、MEGA 和 Python 等一些常用的科研软件,为今后学习和工作打下基础。生物信息学的研究使科研平台越来越完整而强大,学生在感悟生物技术给科学研究带来便利的同时,做到学以致用。

5. 总结

随着 20 世纪分子生物学的兴起和快速发展,促进了理论与实验、社会环境与科学环境、各门科学学科之间的交互作用。未来生物学发展的大趋势是对生命现象的研究不断深入和扩大,更加注重对生命过程的整体调控机制的研究,从宏观到微观。同时,随着人工智能和大数据技术的发展,将会有更多的数据被用于分析生命过程的各种复杂机制,分子生物学的研究范围和应用领域将越来越广泛。在农业方面,分子生物学的研究涉及基因工程作物、疾病防控、脱粒机器的研发、农产品质量与安全监测以及遗传育种及品种鉴定等多个方面。分子生物学课程具有知识点多、发展迅速、应用性强等特点,目前高等农业院校分子生物学的课程改革仍处于探索阶段,课程设计应充分考虑学科和专业特点,提高课程的“两性一度”,实现知识、能力、素质的有机融合。高等农林院校应以培养新农科人才目标为导向,教育学生掌握分子生物学重要理论知识和研究技术,实现科技兴农。深入挖掘课程的科技伦理、科学精神、社会责任和家国情怀等思政元素,坚持立德树人、五育并举,培养新农科创新型人才。

参考文献:

- [1] 陈鹏. 新农科建设: 注重交叉融合培养紧缺人才 [N]. 光明日报, 2024-03-12.
- [2] 王永芬, 罗士喜. “根植三农、聚焦融合” 知农爱农新型人才培养体系建设探究 [J]. 高等农业教育, 2024 (2): 38-44.
- [3] 孟祥锋, 刘国栋, 侯进, 等. 学术前沿驱动的分子生物学教学改革探究 [J]. 高校生物学教学研究 (电子版), 2023, 13 (5): 21-26.
- [4] 袁仕善, 张慧慧, 石艳. 医学研究生分子生物学课程模块化教学改革探索 [J]. 西部素质教育, 2023, 9 (7): 175-178.
- [5] 刘四化, 杨纯, 罗婕, 等. 虚拟仿真实验室建设及教学应用初探索 [J]. 当代化工研究, 2022 (7): 144-146.
- [6] 廖允成. 把握好加快新农科建设任务推进高等农林教育创新发展 [J]. 中国民族教育, 2023 (2): 8-11.
- [7] 刘丽红, 蔡斌. 习近平关于“三农”工作重要论述融入农业高校思政课教学的探索 [J]. 青岛农业大学学报 (社会科学版), 2024, 36 (2): 105-111.
- [8] 许先春. 习近平关于藏粮于地、藏粮于技的战略思考 [J]. 中共党史研究, 2023 (4): 5-17.
- [9] 林秀蔚, 韩永胜, 王洪宝, 等. 动物分子育种技术在反刍动物育种中的研究进展 [J]. 现代畜牧科技, 2024 (7): 74-77.
- [10] 陈尚武. 课堂教学随笔: 基因表达背后的艺术——来自 C 肽的启示 [J]. 生命的化学, 2020, 40 (5): 802-805.
- [11] 石英尧, 马赛, 曾威, 等. 后基因组时代基于选择导入系的水稻设计育种策略 [J]. 中国农业科技导报, 2021, 23 (11): 25-35.
- [12] 董婷. 大数据技术在现代农业发展中的应用 [J]. 农业经济问题, 2023, (3): 2.

作者简介:

杨洋 (1992—), 女, 汉族, 黑龙江省哈尔滨市人。东北农业大学生命科学学院, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 家畜乳腺发育与泌乳功能基因表达调控。

基金项目:

新农科背景下生物工程专业“一二三四五”产教融合人才培养模式的研究与实践, 项目号: GJB1423431。