

基于社会性科学议题的论证式教学 ——以“转基因玉米安全性”为例

全莹¹ 王健²

(1北京市第一六六中学 北京 100006 2北京师范大学生命科学院 北京 100875)

摘要 采用基于社会性科学议题的论证式教学模式,设计并实施课堂教学,引导学生围绕转基因玉米安全性的议题展开论证活动。学生分析真实的实验数据,基于证据,通过论证分别讨论转基因玉米的食用安全及环境安全,并从科学、经济、社会等多角度出发,讨论转基因技术推广的必要性,领会社会性科学议题的审辨式思维,提升批判质疑精神和科学论证能力。

关键词 论证式教学 社会性科学议题 转基因 安全性

中国图书分类号:G633.91 文献标识码:A

《普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)》(以下简称《课程标准》)指出,学生应能够运用生物学知识、证据和逻辑对生物学议题进行思考或展开论证^[1]。科学思维和社会责任2个核心素养中都提出了相关要求,学生应能够基于证据运用科学的方法对社会性科学议题进行思考以及作出决策和判断^[2]。在课堂中引入以基于证据的推理为核心的科学论证活动,是提升学生科学论证能力,进而培养学生核心素养的重要途径之一。为了更好地发挥科学论证在帮助学生甄别和处理复杂信息、阐明和解释个人立场等方面的作用,可以借助与生物学相关的社会性议题设置论证环节,促使学生在多方面的争议中理性思考,进而提升科学思维,培养社会责任。

1 社会性科学议题

社会性科学议题(socioscientific issues, SSI)是指由于科技的发展与应用而产生的对社会具有冲击和影响的议题^[3]。社会性科学议题往往存在争议性、综合性、开放性等特点。因此,在社会性科学议题的讨论中,学生往往比较难于进行理性分析和科学判断,更需要教师提供适合的思辨方法指导。

2 论证式教学

论证式教学的实质是引导学生亲历科学家的

论证思考过程进而发展学生的科学思维,它以学生为主体,师生、生生互动对话为中介,是将科学论证活动引入课堂的一类教学活动^[2]。科学论证是以事实资料为基础,借助证据支持自己的主张、反驳他人的观点,通过逻辑推理形成最终结论的科学活动。科学论证常用“主张-证据-推理(claim-evidence-reasoning, CER)”论证模型^[4]作为开展论证活动的脚手架。

3 基于SSI的论证式教学模式

SSI和论证式教学均在发展学生批判性思维、提升基于证据的推理能力方面具有重要价值。SSI与论证式教学的结合,有助于学生在真实的问题情境中,发展推理论证能力,培养科学思维,加深对科学本质的理解,进而形成社会责任。

本研究参照 Wattanasupinyo 等^[5]提出的 SSI 学习模式,结合科学论证进阶过程,制订了如图 1 所示的基于 SSI 的论证式教学模式。SSI 因其复杂性和综合性等特点,不容易得到共识的解决方案。因此在开展论证式教学时,应为学生充分搭建好论证的台阶,论证活动应从简单到复杂,从对单一主张的论证到不同主张双方论辩,再到多角度跨学科论辩,使学生能够循序渐进地利用论证模型开展论证,进而在学会论证的同时理解 SSI 的复杂特点。

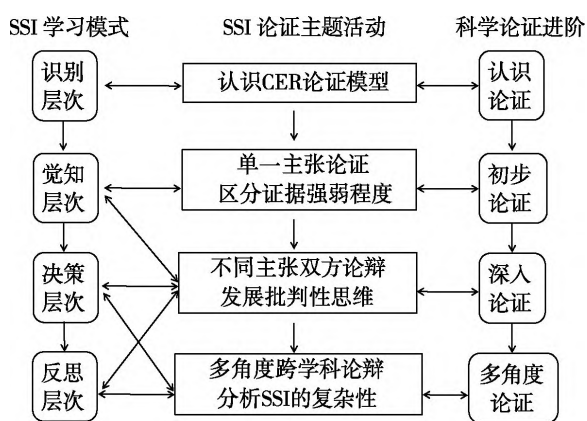


图1 基于SSI的论证式教学模式

4 基于“转基因玉米安全性”议题的论证式教学过程

本研究的教学设计是人教版高中生物学选择性必修3第4章“生物技术的安全性与伦理问题”第1节“转基因产品的安全性”的内容,对应《课程标准》概念6“生物技术在造福人类社会的同时也可能会带来安全与伦理问题”,具体内容为6.1“转基因产品的安全性引发社会的广泛关注”。转基因产品的研发与使用是典型的SSI,具有跨学科的综合性以及解决问题的争议性等特点。因此在论证该议题时,要明确具体待论证的题目,避免论证主题过于宽泛带来的低效论辩。本研究按照基于SSI的论证式教学模式,从论证转基因产品的安全性到论证转基因产品推广的必要性,从食用安全到环境安全,从科学视角到跨学科视角,层层深入,引导学生分析具体的SSI情境问题,进行有效论辩。

4.1 创设论证情境,认识论证模型

识别层次的学习目标为:选择有利于发展核心素养的议题并查找相关资料。在本环节,首先选定生活中关于转基因食品的讨论这一真实议题,教师在课前发放线上问卷对学生关于“转基因玉米是否安全并说明理由”的调查。结果显示,90%左右的学生对于该问题只能提出主张,缺乏证据意识,更不能通过推理来支持主张。例如,学生回答“我认为转基因玉米不安全,因为我父母认为不安全”。基于以上学情,教师首先介绍有助于进行科学论证的CER论证模型,引导学生利用该模型分析课前调查结果中的不足,加深对该模型的认识。然后,教师引导学生思考:假如你是科

研人员,需要获得哪些证据来论证转基因玉米的安全性?教师将学生分享的各类实验指标分成食用安全证据和环境安全证据2类,并分别从2个方面引导学生论证“转基因玉米的安全性”。在真实问题情境中,学生积极调用已学生物学知识并通过科学论证的方法得出解决方案。

4.2 初步论证,区分证据强弱程度

觉知层次的学习目标为:利用论证模型剖析问题。在本环节中,教师组织学生以小组为单位,阅读3则资料,利用CER论证模型进行初步论证。学生展示3个证据。

证据1:与饲喂非转基因玉米相比,饲喂转基因玉米对鸡的生长和繁殖无显著影响。

证据2:与饲喂非转基因玉米相比,饲喂转基因玉米对雄鼠的繁殖能力无显著影响。

证据3:Bt蛋白只能与鳞翅目害虫肠道上皮细胞的特异性受体结合,造成肠道穿孔,导致害虫死亡。人类肠道细胞没有与Bt蛋白结合的部位。模拟胃肠道消化实验电泳结果显示,Bt蛋白会在15 s内被消化分解。

通过3组证据,学生可以提出“转基因玉米具有食用安全性”这一主张,并进行简单推理。然后,请学生从信服力的角度,对3个证据按照由弱至强排序。学生发现证据3是模拟人体的研究结果,更接近真实情况,信服力最强。证据1和2也具有价值,即基于实质等同原则比较了转基因玉米和非转基因玉米,也就是转基因生物与自然存在的传统生物在相同条件下进行性状表现的比较,如果实质相同,应同等对待,视为安全。在此基础上,引导学生了解我国农业转基因生物食用安全标准中的部分指标。

通过初步论证活动的体验,学生将区分证据与推理,并了解证据的信服力是存在差异的。因此,当面对诸多证据时需要选择最具信服力的证据或证据链,才能更有效地进行论证进而支持自己的主张,为后续进行深入论证作铺垫。

4.3 深入论证,发展批判性思维

在初步论证的基础上,进行深入论证。教师组织学生以小组为单位,阅读以下4则证据。

证据4:转基因玉米的花粉可以通过风力转移到近缘的非转基因植物上并与之杂交。研究

人员测定距离转基因玉米田边缘 120 m 以外基因漂移频率为 0^[6]。

证据 5: 研究人员在每片马利筋叶片上放置 5 只同龄大斑蝶, 花粉密度与从转基因玉米田采集的马利筋叶片的花粉密度匹配^[7]。

证据 6: 与转基因玉米田边缘距离不同的马利筋叶片的花粉密度水平的频率分布图^[8]。

证据 7: 分别用含有转基因和非转基因不同花粉量的马利筋叶片饲喂大斑蝶幼虫后测量身体质量变化(花粉量 < 1 600 个/cm² 时 3 组大斑蝶质量平均值差异不显著)^[9]。

基于以上证据, 学生合作讨论: 种植转基因抗虫玉米对环境是否安全? 并依次完成如下任务: 1) 将证据进行分类; 2) 组内明确主张(安全/不安全/未达成共识); 3) 将论证过程展示在白板上。然后, 组织学生分享论证过程。

决策层次的学习目标为: 站在不同角度论辩, 并修正主张。对 SSI 的讨论、决策和判断需要以科学论证作为思辨的手段。科学论证的本质可以概括为: 推理活动、交互式对话、批判性思考。学生在深入论证中的表现如下。

1) 推理活动。科学论证的本质是推理, 是由合理性的理由及其支撑理论, 使证据和观点产生合理联结。推理可以发生在证据与主张之间, 也可以发生在证据与证据之间。例如, 有学生发现证据 6 是证据 7 支持“转基因玉米对环境是安全的”这一主张的重要基础, 根据证据 6 可以判断自然状态下大多数马利筋叶片上的玉米花粉密度仅为 100 个/cm², 根据证据 7 可以判断花粉密度要 > 1 600 个/cm² 才能危害大斑蝶, 进而推理在正常隔离距离内转基因玉米花粉对大斑蝶危害非常小。由此可见, 证据 6 与证据 7 相互支撑, 共同构建起证据与主张间的推理。

2) 交互式对话。论证过程需要学生在认真倾听、思考彼此的想法后进行良性对话。例如, 有学生提出“种植转基因抗虫玉米对环境不安全”的主张, 并利用证据 5 中转基因玉米花粉会降低大斑蝶存活率这一证据, 推理出大斑蝶种群数量下降, 生态平衡破坏。而支持转基因安全的学生则认为证据 5 不够严谨, 实验中没有测量花粉密度。接下来, 支持转基因安全的学生进一步补充证据 4 和 6 进行推理, 论证个人的观点。

3) 批判性思考。论证过程中, 批判性思维起着重要作用, 有助于解决争端达成共识。例如, 支持转基因安全与不安全的 2 组学生均选择了证据 4 和 7, 但推理过程不同, 关键区别在于证据中实验范围的选择, 当超过一定范围后, 证据支持转基因不安全, 但在一定范围内证据指向转基因安全。经过讨论, 2 组学生均同意为主张添加条件限定, 即“在一定管控范围内, 转基因玉米对环境安全”, 从而达成共识。

借助科学论证讨论转基因玉米的安全性, 学生认同了主张的成立往往需要一定的限定条件。基于论证形成的主张更加客观, 学生在证据支持下认同转基因玉米的安全性, 但同时也意识到种植转基因玉米存在的风险, 更加理解种植转基因作物必须有严格的风险评估和风险管控, 认同我国设置专门的转基因安全机构和转基因安全法规体系的意义。这也体现了基于 SSI 的论证式教学对提升学生科学思维和社会责任方面的价值。

4.4 拓宽论证, 体验多角度论辩 反思层次的目标为: 整合多学科优化解决方案。SSI 往往是综合性的问题, 不仅存在科学性, 还包含跨学科的很多方面。在讨论转基因玉米安全性的基础上, 组织学生进一步思考我国为什么要推广转基因技术? 教师组织学生分析资料, 从科学、经济、政治等多个角度谈自己的看法。学生认识到转基因技术不是单纯的科学问题, 还涉及经济、贸易、政治、公众认知、环境保护等, 同时还是一个复杂的社会问题, 并分别选取相关证据支持自己的主张。通过讨论, 学生更加支持和认同我国关于转基因技术的基本政策“大胆研发, 慎重推广”。大胆研发即鼓励科研人员大胆创新, 抢占转基因技术制高点, 慎重推广则是要在严谨的论证中管控转基因产品的风险。

4.5 评价论证能力, 提升科学思维 在基于“转基因玉米安全性”议题的论证式教学中, 重点学习目标为: 通过论证转基因玉米的安全性, 利用证据进行符合逻辑的推理判断, 尝试论证主张, 学会区分谣言与事实、证据与观点, 理性看待转基因产品的安全性, 进而提升推理、论证等科学思维及社会责任素养。为评价目标落实效果, 设计了科学论证能力评价量规, 用于课前调查、

课中论证活动、课后SSI讨论作业中,分别评价学生的论证水平变化。评价结果显示,95%的学生的评价能力在课后有所提升。

5 实施基于SSI的论证式教学的建议

本研究按照基于SSI的论证式教学模式,以SSI为真实情境,以论证为主线,以问题为驱动,进行以教师为主导、学生为主体的论证式教学。基于SSI的论证式教学,可以让学生充分认识证据在科学论证过程中的重要性,有利于社会责任感的提升以及批判性思维和推理能力的发展。为有效开展基于SSI的论证活动,建议做好以下3个方面的工作。

1)组织学生充分收集、筛选合适的证据。论证活动的有效开展离不开恰当的证据资料,在前期应从文献、专业书籍、网络等各渠道收集丰富的资料并从中选择最适合的证据在课堂上呈现,以确保在课堂有限时间内达到论证效果。在收集证据过程中,学生通过对证据来源的记录也可以体会不同证据的信服力。要注意尽可能避免使用他人结论或观点作为证据。

2)鼓励学生质疑与反驳。SSI需要学生利用证据论证各自不同的观点,并对他人的观点进行评价。因此,在课堂上教师需要营造辩论的氛围,避免将教师个人观点灌输给学生,而要鼓励学生自由发表观点,如组织学生分组合作、分享展示、生生互评等,促进学生在相互讨论中逐步发展批判性思维。

3)设计评价系统。论证过程是复杂的思维过程,要及时记录学生的论证表现,并利用评价量规进行自评、生评和师评。评价量规的设计可以围绕论证模型的3个关键环节进行,即评价证据

选择的能力、推理解释的能力以及明确主张的能力等。有效的评价才能促进学生反思论证过程及发展论证能力。

主要参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020:5-6.
- [2] 黄晰慧,李秋石. 论证教学在社会性科学议题教学中的应用:以“疫苗”为例[J]. 中学生物教学,2022(15):14.
- [3] Sadler T D, Barab S A, Scott B M. What do students gain by engaging in socioscientific inquiry?[J] *Research in Science Education*, 2007, 37(4):371.
- [4] 丁晴. 基于SOLO分类理论进行“生物的协同进化”论证式教学[J]. 生物学通报,2021,56(11):12.
- [5] Wattanasupinyo N, Sangpradit T. Enhancing scientific literacy of eighth grade students through the learning model based on project-based learning and socio-scientific issues[J]. *Srinakharinwirot Science Journal*, 2021, 37(2):29.
- [6] 邸宏,刘昭军. 转Bar基因玉米基因漂移的研究[J]. 中国农学通报,2008,24(12):111.
- [7] Losey J E, Rayor L S, Carter M E. Transgenic pollen harms monarch larvae [J]. *Nature*, 1999, 399(6733):214.
- [8] Pleasants J M, Hellmich R L, Dively G P, et al. Corn pollen deposition on milkweeds in and near cornfields [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2001, 98(21):11919.
- [9] Hellmich R L, Siegfried B D, Sears M K, et al. Monarch larvae sensitivity to *Bacillus thuringiensis*-purified proteins and pollen[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2001, 98(21):11925.

(E-mail: qyand29@sina.com)

《纷乱中的秩序2——生命现象的偶然与必然》——《生物学通报》科普文选系列丛书第2册出版发行

由郑光美院士主编的《生物学通报》科普文选系列丛书第2册《纷乱中的秩序2——生命现象的偶然与必然》一书已出版发行。先有鸡还是先有蛋? 动物是如何感受痛觉和痒觉的? 动物是如何产生视觉的? 人体是如何感知时间的? 成功和勤奋有关系吗? 人的智力有极限吗? 诸

多的生命现象,哪些是必然的,哪些又是偶然的? 本书收录了由美国南加州大学医学院朱钦士副教授为我刊“生命探秘”栏目撰写的系列文章,以严谨科学的态度、通俗生动的语言,为我们揭开了生命科学中的种种奥秘。本书适合所有对生命科学感兴趣的读者,特别是青少年阅读。本书由科学出版社出版,读者可在当当网、京东商城等各大网络书店购买,本刊编辑部暂不售书。

(本刊讯)(广告)