



孟凡娟,张秀丽,王爱芝,等.模式生物拟南芥在遗传学实验模块教学中的应用[J].黑龙江农业科学,2019(6):163-166,167.

# 模式生物拟南芥在遗传学实验模块教学中的应用

孟凡娟<sup>1</sup>,张秀丽<sup>1</sup>,王爱芝<sup>1,2</sup>,王冠<sup>3</sup>,刘建新<sup>3</sup>

(1.东北林业大学 生命科学学院,黑龙江 哈尔滨 150040;2.黑龙江省伊春林业科学院,黑龙江 伊春 153000;3.黑龙江省农业科学院 黑龙江农业科技杂志社,黑龙江 哈尔滨 150086;4.黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150040)

**摘要:**为提高普通遗传学实验课程的教学质量,选择适宜的材料尤为重要,尤其是对以植物为主要研究材料的高等院校来说,普通遗传学实验更应该设置以植物为材料的实验内容。拟南芥具有体积小、繁殖速度快、培养方式简单等特征,是培养学生快速掌握普通遗传学实验技能的较为适宜的植物材料。因此本研究从普通遗传学实验的六大模块着手,从细胞染色体遗传学、经典遗传学、分子遗传学、微生物遗传学、群体遗传学、其它遗传学角度,详细分析了如何利用拟南芥为材料,开展普通遗传学实验的教学工作。不仅可以促进普通遗传学实验教学的改革发展,也可以在实践中不断地提高普通遗传学实验教学质量。

**关键词:**拟南芥;遗传学实验;六大模块

拟南芥(*Arabidopsis thaliana* L.)作为一种草本植物广泛分布于世界多地,在遗传学发展过程中具有重要的研究价值,堪称植物界的“果蝇”<sup>[1-5]</sup>。具有体积小、繁殖快、结实多等优点,拟南芥形态特征明显,在遗传研究多领域中得到应用(图1)。因此,作为模式生物的拟南芥,是植物生命科学研究领域研究中最为常用的物种,被长期且反复的利用,尤其在遗传学研究领域的具有极其重要和特殊的作用<sup>[6-8]</sup>。但在普通遗传学实验的材料应用与实验设计方面往往忽视了该材料的优势性和重要性,因此,在发展遗传学实验教学改革和过程中,应该亟待挖掘和应用这种材料,以发挥其自身的优势,使遗传学实验教学更为丰富多彩,进而调高教学质量。

拟南芥在生物类本科生阶段开展的《普通遗传学实验》教学过程中,较为适于作为植物研究材料加以应用<sup>[4-5]</sup>。然而在以植物为主要研究对象的许多高校,在针对本科生遗传学教学中的内容设置方面还不够全面,尤其是在利用拟南芥为材料开展的本科教学内容还较为有限,亟待发展,从

而使全球应用最为广泛的、做出诸多贡献的模式植物-拟南芥成为本科教学中的重要“助手”,现以普通遗传学实验内容中主要的6个教学板块为例,说明如何利用拟南芥为材料,发挥其在普通遗传学实验中的积极作用(图2)。本文从拟南芥在各种遗传学实验中的应用入手,介绍其应用实例,从而扩大优秀的植物材料在课程设置中的应用,进而提高教学质量。

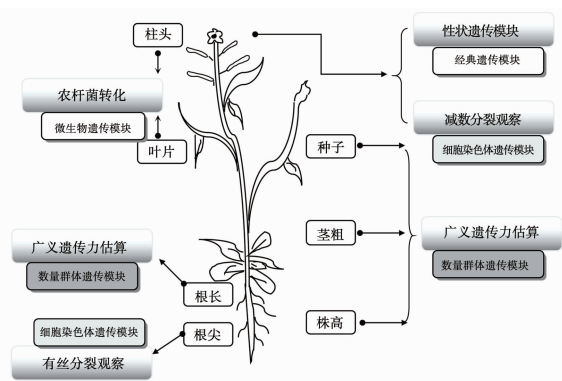


图1 拟南芥模式图及在普通遗传学实验中的应用图示  
Fig.1 Patterns of *Arabidopsis* and its application in general genetic experiments

## 1 拟南芥在细胞染色体遗传学实验中的应用

在进行本模块实验设计过程中,可以以拟南芥(*Columbia*生态型)二倍体为对照材料,利用秋水仙素进行多倍体诱导处理,从而获得拟南芥同源的多倍体类型<sup>[1]</sup>。在此过程中,不仅可以观察

收稿日期:2019-01-03

基金项目:东北林业大学在线开放课程建设项目;黑龙江省伊春林业科学院博士后专项资金(2016);东北林业大学校级教育教学项目(DGY2016-05)。

第一作者简介:孟凡娟(1975-),女,博士,教授,从事植物遗传资源学研究。E-mail:mengfan2015@nefu.edu.cn。

通讯作者:刘建新(1976-),女,博士,助理研究员,从事分子生物学研究。E-mail:Wendyliujx@163.com。

到与二倍体相比不同的拟南芥类型,也可以通过观察诱导后植株的果荚长度、结实率、气孔密度和孔径来分析经诱导后的多倍体的表型特征,同时也可以通过对拟南芥多倍体减数分裂过程中的染色体分裂特征观察,明确多倍体分裂中染色体联会及重排的混乱特征,这与传统的针对植物根尖进行减数分裂观察相比,更能了解减数分裂的不

确定性以及遗传变异发生的随机性。在这一过程中,需要注意的是花序的选择,即:针对拟南芥花粉减数分裂的观察需要选择生长旺盛的拟南芥幼苗,同时选取较好的刚好漏白的花序,放入卡诺固定液,经适当处理后释放花粉母细胞,并进行观察照相。此实验的主要特点是实现了诱导及染色体分裂观察的实验一体化,方法简单而且有效。

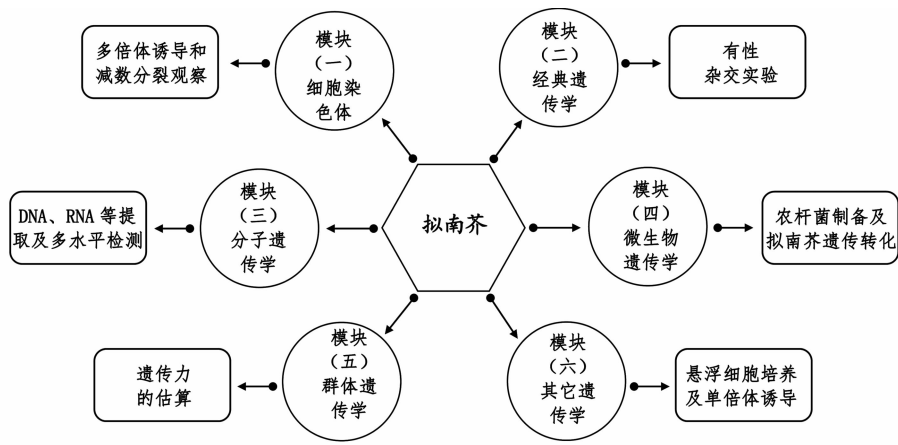


图 2 拟南芥在普通遗传学各模块中的应用

Fig. 2 The application on *Arabidopsis* in the modules of General Genetics

2 拟南芥在经典遗传学实验中的应用

通过有性杂交试验可以创造新品种,产生与亲本不同的性状,从而获得新的植物基因型。在遗传学试验中通常以果蝇为研究对象进行遗传性状的验证和分析,很少利用拟南芥进行遗传现象的研究,因此具有一定局限性。而拟南芥目前的突变体类型较多,获得较为容易,且杂交方便的材料。因为在长期的果蝇杂交实验检测中,我们发现:由于果蝇的生长、杂交等实验需要有经验工作人员才能完成,并获得较好的实验结果,因此,在以学生为主体的实验过程中,往往难以获得后代,从而造成实验的失败。但是拟南芥不存在以上问题,往往管理种植都相对方便。而且利用拟南芥为研究材料,不仅可以获得比果蝇更多的后代材料,而且可以通过学生的亲自动手实验,可以更了解植物的杂交过程,从而增强学生对性状分离及自由组合定律的理解和掌握能力。

根据整个实验过程,主要包括父母本性状的选择、去雄、授粉和观察记录 4 个过程,实验完整性好,可行性强。此实验还需要向学生强调授粉时间以及花粉采集方法(表 1)。此外,由于拟南

芥杂交后代的表现型区分为较为容易,如长茎、分枝少、叶大而平展的野生型都有相对应的突变型存在,因此极易形成性状分离的杂交后代<sup>[2]</sup>。使得遗传性状的观察更已于观察和操作,同时不仅可以锻炼学生的观察能力,也使学生对植物杂交育种过程有更深入的了解和体会。

表 1 拟南芥植株的杂交注意事项

Table 1 The notes on hybridization of *Arabidopsis*

选择及操作 Selection and operations	注意事项 Notes
母本的选择	通常选择刚刚能看见一点白色花瓣的花
父本的选择	选择呈十字状完全展开的颜色较黄的花
授粉的时间	一般选择上午十点前最为适宜授粉时间
操作的事项	镊子需要消毒,且不要伤及柱头。

3 分子遗传学实验的分析验证

随着分子生物学技术的发展,对于生物类的本科生而言,掌握一些必要的分子生物学检测手段是必须的也是必要的。普通遗传学是分子生物学的一门基础学科,因此,在遗传学实验中有必要设置一部分有关分子遗传学实验的内容。但是普

通遗传学有别于分子遗传学,所以在实验设计上应该更注重基础教学,即从培养学生一些基本的分子生物学操作技能着手,从而加深学生从分子水平加强对遗传学的认识,同时也可以为今后有关分子遗传学的学习奠定基础。例如:可以从最基本的提取拟南芥 DNA、RNA 和蛋白质入手,同时对相应的提取产物进行检测,在这些试验中,也可以利用不同基因型拟南芥为研究材料,分析不同材料之间的遗传差异。

此外,在此部分实验设计过程中也可以利用多倍体诱导和未经诱导的材料为对照,同时分析

遗传变异的程度(图 3)。一方面从 DNA 水平,利用分子标记技术分析两种材料的遗传差异;另一方面也可以从 RNA 水平,分析不同基因的表达差异,或者从蛋白水平,了解蛋白的表达差异。从而与基本的提取实验形成一个完整的实验系统,目的明确且思路清晰,避免了以往实验在系统教学过程中缺少相互比较、验证的弊端,也避免了以往实验割裂式教学的不连贯性。目前针对拟南芥利用激光共聚焦技术以及 CRISPR/Cas9 技术也结合到拟南芥材料中以用于教学实验,激发了学生的兴趣,提高了教学质量<sup>[6-8]</sup>。

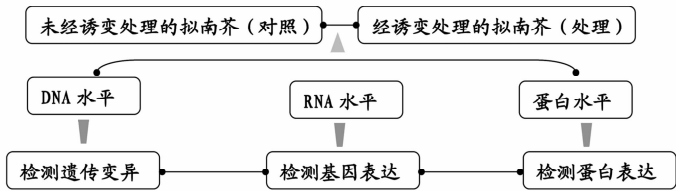


图 3 拟南芥在普通遗传学分子部分实验中的应用

Fig. 3 The application on *Arabidopsis* in the partial experiments of General Genetics

4 拟南芥在微生物遗传综合实验中的体现

农杆菌为革兰氏阴性细菌,普遍存在于土壤中,可以感染多数植物的受伤部位,从而诱导产生冠瘿瘤或发状根。通过农杆菌细胞的 T-DNA,可以将 T-DNA 插入植物基因,从而实现农杆菌介导的植物遗传转化。在此过程中需要制备农杆菌的感受态,所以在遗传学实验中一方面可以通过制备农杆菌的感受态,来完成微生物遗传的设计内容,同时也可以利用农杆菌将目的基因向拟南芥细胞进行转移和整合,并可以对再生出的转基

因植株进行分子生物学检测(图 4)。在这个过程中不仅有微生物遗传实验内容,也有效地利用拟南芥为材料进行了分子生物学中遗传转化的系统实验操作,因此实验完整性和系统性均较强(图 3)。目前,该方法在实验室条件下均可完成,因此方法可靠且可操作性强,且应用范围广。但是此实验也存在一定的弊端,主要表现为实验时间长,而且在很大程度上由于实验操作者的原因导致最后实验的失败,因此为了克服以上弊端,该实验流程一定做好预备实验,保证一套实验的成功,增加学生实验成功的成就感和自信心。



图 4 农杆菌转基因拟南芥实验流程

Fig. 4 Experimental flow of genetically modified *Arabidopsis* in Agri-Bacillus

5 拟南芥在群体遗传学实验中的应用

在遗传实验中广义遗传率的估算,主要针对数量性状而言,由于数量性状容易受到环境条件的影响,需要通过统计学方法估算遗传变异的大小,而估算遗传变异的大学需要一定数量的个体,从而可以提供大量的数据,进而增加实验的准确度。拟南芥对栽培条件不严格,栽培方法简单、个

体小、占地面积小、突变类型多,较易获得大量数据,所以在普通遗传学实验中可以利用拟南芥为材料,以其种子结实数、株高、茎粗等多种数量性状为研究对象,进行数据的测量和统计分析,从而进行遗传力的估算,进而分析该遗传力在生物群体数量性状遗传中的作用。

## 6 拟南芥在其它遗传学实验中的应用

由于拟南芥的诸多优良特性,且可以利用组培获得大量悬浮细胞<sup>[9-10]</sup>。通常,植物悬浮细胞因具有均一、细量大、增殖快、易于控制等特点。因此,在普通遗传学实验设置的时间和内容,可以相应的填加此部分实验,而如何获得大量均一的悬浮细胞是后期实验的保障,其中接种量、填加蔗糖量、转速等因素是悬浮培养的关键因素。通过此实验的操作可以为研究寄主植物与病原互作提供良好的实验材料。随着单倍体技术的不断发展以及改进,单倍体已经作为重要的遗传研究材料加以应用,也是植物研究领域的一个热点,而且单倍体也可用于突变体筛选、基因功能鉴定、遗传群体构建、细胞学等研究。因此鉴于拟南芥的花粉数量较多,因此可以在普通遗传学试验中,利用拟南芥花粉为研究材料,获得大量的单倍体材料<sup>[10]</sup>。

尽管拟南芥在遗传学实验中应用有诸多优点,但是我們也需要主要它的栽培以及养护,同时结合现代分子生物学技术,把拟南芥材料更好的应用到遗传学实验教学中去<sup>[11-12]</sup>。同时设计课程中更多的以学生为主体的设计性实验和开放性实验,从而在完成基本实验模块的基础上,由学生自主设计实验,真正做到全过程的科学设计、探索、发现,从而真正激发学生对遗传学实验的热情和兴趣。也可以实现遗传学实验教学质量的全局提高和保障。

## 7 结语

拟南芥是生命科学研究的重要材料,在遗传学实验教学中占有重要地位。而目前如何将拟南

芥材料全面融合到遗传学实验教学中,发挥其自身的优势,还没有很好的研究和探索,本论文综合阐述和分析了将拟南芥材料与遗传学六大模块相结合的教学模式,为提高遗传学实验教学教学质量,促进遗传学实验教学改革发展提高了新的思路和探索模式。

### 参考文献:

- [1] 李云玲,田保明,杨妍.拟南芥同源四倍体减数分裂过程的分子细胞学分析[J].植物研究,2016,36(3):354-359.
- [2] 徐平丽,张传坤,孙万刚等.模式植物拟南芥基因组研究进展[J].山东农业科学,2006(6):100-102.
- [3] 王萌,易涛,门淑珍.拟南芥突变体表型分析在本科实验教学中的应用[J].生物学通报,2017,52(11):28-31.
- [4] 陈琳.植物遗传实验的好材料-拟南芥简介[J].教学仪器与实验,2002,18(11):30.
- [5] 黄勇,陈东红,阮颖.以拟南芥为材料的发育生物学实验实践技术教改研究[J].现代农业科技,2016(10):326-327.
- [6] 王绍杰,周素.盐胁迫下G蛋白在拟南芥种子萌发和根生长发育中的作用[J].乡村科技,2016(33):82-85.
- [7] 薛秀花,车敏画,赵孟瑶.CRISPR/Cas9技术在发育生物学创新性实验教学中的应用[J].高校生物学教学研究(电子版)2018,8(2):47-51.
- [8] 冯金林,王津,韩榕.活体染色显微技术和绿色荧光蛋白在本科实验教学中的应用[J].中国细胞生物学报,2017,39(7):926-930.
- [9] 孔琼,张燕,张华茗,等.拟南芥悬浮细胞系的构建研究[J].西部林业科学,2011,40(4):12-16.
- [10] 殷丽琴,付绍红,杨进,等.植物单倍体的产生、鉴定、形成机理及应用[J].遗传,2016,38(11):979-991.
- [11] 宋宏涛,李万杰,向本琼,等.植物转基因技术在高校本科生实验课程中的应用及方案设计[J].中国细胞生物学报,2016,38(2):193-201.
- [12] 张庆友,孙新月,兰伟,等.拟南芥实验室种植栽培要领[J].生物学通报,2015,50(7):53-56.

# Application of *Arabidopsis* in Modules on General Genetics Experiment

MENG Fan-juan<sup>1</sup>, ZHANG Xiu-li<sup>1</sup>, WANG Ai-zhi<sup>1,2</sup>, WANG Guan<sup>3</sup>, LIU Jian-xin<sup>3</sup>

(1. Collage of Life Science, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 2. Academy of Forestry of Heilongjiang Yichun, Yichun 153000, China; 3. Heilongjiang Journal Press of Agricultural Science and Technology, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 4. Institute of Farm and Cultivation, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150040, China)



刘平,王玉涛.沈阳农业大学林学品牌专业建设与改革研究[J].黑龙江农业科学,2019(6):167-169.

# 沈阳农业大学林学品牌专业建设与改革研究

刘平,王玉涛

(沈阳农业大学 林学院,辽宁 沈阳 110866)

**摘要:**本科教育是高等院校的立校之本,专业建设是本科教育的核心和灵魂,通过品牌专业的建设与改革,必将提升高等院校的办学水平和人才培养质量。为提升教育教学质量,推进专业综合改革,本文以沈阳农业大学林学品牌专业建设为例,从人才培养模式、课程体系设计、师资力量提升、教学资源优化等方面探索了品牌专业建设与改革的思路 and 措施,以期 为林学品牌专业的建设与发展提供参考。

**关键词:**林学;品牌专业;改革探索

专业建设是高等院校最重要的教学基本建设,它决定着人才培养质量与办学水平,对学校的改革与发展具有深远的影响<sup>[1]</sup>。中国共产党第十九次全国代表大会报告中提出了“建设教育强国,加快教育现代化”的战略目标。2018 年教育部出台了《关于加快建设高水平本科教育,全面提高人才培养能力的意见》,进一步阐述了坚持“以本为本”,推进“四个回归”,坚持正确的教育方向,引导教师教书育人、潜心问道,加强内涵建设的重要意义。这些政策的发布,为高等院校重视本科教育,重视专业建设提供了坚强的后盾。品牌专业建设是地方高校生存发展的必然选择<sup>[2]</sup>,沈阳农业大学为进一步提升专业建设质量,增强办学实力和发展后劲,2017 年启动了校十大品牌专业建设,林学专业被遴选为其中之一。2018 年辽宁省教育厅启动了首批一流本科教育示范专业的遴选,林学专业也顺利入围。本文以沈阳农业大学林学

专业品牌专业建设为例,探索了在品牌专业建设中的一 些思路 and 做法,以期 为高等院校林学品牌专业的建设和改革提供一定的参考。

## 1 创新林学专业人才培养模式

林学是研究森林的生长发育规律和结构功能,以及对森林进行培育、管理、保护与利用的科学<sup>[3]</sup>。林业是一项重要的公益事业和基础产业,承担着生态建设和促进社会经济可持续发展的双重任务,是生态环境建设最根本的措施。高等院校林学专业的教育就是要树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,坚持人与自然和谐共生,培养服务“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”的卓越农林人才<sup>[4]</sup>。沈阳农业大学林学品牌专业的人才培养目标紧紧围绕国家林业人才战略需求,不断优化人才培养模式,修订人才培养目标,探索符合自身特点的人才培养模式,坚持协同育人,推进与行业、企业、部门的全面合作,联合培养具有创新精神和创业能力的高素质应用型人才。针对林学专业实践性强、地域性差异大、生产全链条长等的特殊性,构建了“顶岗锻炼,分段培养”的创新型人才培养模式。顶岗锻炼就是与林业生产单位、林业科技企业和林业科研院所合

收稿日期:2018-12-12

基金项目:沈阳农业大学品牌专业建设项目;沈阳农业大学教学研究项目(2016-145)。

第一作者简介:刘平(1979-),男,博士,副教授,从事森林培育研究。E-mail:lp\_79@163.com。

**Abstract:** In order to improve the teaching quality of experimental courses on genetics, it is particularly important to select suitable materials. Especially, the plants was used as the main research material for colleges or universities. Accordingly, the experimental content on plants as materials should set up in ordinary genetic experiments. *Arabidopsis thaliana* L. is a ‘fruit fly’ in the plant world. It has the characteristics including small size, fast propagation speed, and simple cultivation methods. Therefore, this material should be used to quickly master ordinary genetic experimental skills. In this study, we analyzed in detail how to use *Arabidopsis* as a material for general genetics experiments, according to six modules including to cyto-genetics, classical genetics, molecular genetics, microbial genetics, population genetics, and other genetics. The results can not only promote the reform and development of general genetic experiment teaching, but also improve the quality of general genetic experiment teaching.

**Keywords:** *Arabidopsis thaliana* L.; genetic experiment; six modules