

植物细胞有丝分裂实验教学材料的选择和培养

马晓平¹,周杭英²,孟 和¹,徐廷婷³,刘 青³

(1.上海交通大学 农业与生物学院,上海 201101;2.上海七宝中学;

3.上海交通大学 生命科学技术学院,上海 200240)

摘 要: 要满足大量学生实验的需要,与大多数材料相比,大蒜和蚕豆都是比较好的材料;二者相比较大蒜取得更方便,育根快捷且获得量大,根尖大小适合学生切出有效的制片体积;大蒜根尖培养液条件应为在水中加入复合水培养剂或适量氮磷钾营养剂控制电导率在 $0.6\sim 1.8\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$;蚕豆用0.5%的双氧水浸泡涨满后发根,可明显有效抑制霉菌的生长。

关键词: 有丝分裂;实验;教学材料;选择培养

中图分类号:Q944.6

文献标识码:A

Selection and Cultivation of Plant Materials Used for Mitosis Experiment in Teaching

MA Xiao-ping¹,ZHOU Hang-ying²,MENG He¹,XU Ting-ting³,LIU Qing³

(1. School of Agriculture and Biology, Shanghai jiaotong Univ., Shanghai 201101;

2. Shanghai Qibao Middle School, Shanghai 201101;

3. School of Life Science and Biotechnology, Shanghai Jiaotong Univ., Shanghai 200240, China)

Abstract: To satisfy the demand from a great many students' mitosis experiment teaching materials, garlic and broad bean are better materials compared with many other similar materials. Compared with broad bean, it is more convenient to get garlic and quicker to cultivate and harvest its roots. The volume of garlic root is easy for students to cut in accordance with their desired volume. The condition for cultivating garlic root is that EC of nutrition solution should be in $0.6\sim 1.8\text{ mS/cm}$ with suitable concentration of nitrogen, phosphorus and potassium. Mildew can be restrained effectively when broad bean root are immersed in 0.5% H_2O_2 before they swell.

Key words: mitosis experiment; teacher material; selection and cultivation

有丝分裂实验是生物学和普通遗传学实验^[1]中的一个基础实验,从中学到大学的教学实验普遍按照实验指导书去做,效果不太理想。析其原因,主要问题存在于以下三个环节:1 实验指导书中所建议使用的材料一般是洋葱,但洋葱发根难而且数量少,满足不了大量学生对实验材料的需要。2 培养材料的根尖部分分裂不够旺盛,很难找到处于分裂时期的细胞。3 染色效果不佳。在材料选择上一般绝大多数正常生长的植物根尖材料都能用来做有丝分裂观察实验,有不少文献提出用大蒜^[2-4]和蚕豆^[5,6]根尖做有丝分裂实验材料,从选材上是肯定的,这二者都容易获得且能培育大量根尖材料。本实验针对以下二个易引起问题的环节做了进一步探讨:1 大蒜和蚕豆根尖哪一个更适合做有丝分裂观察的实验材料? 2 大蒜根尖培养和蚕豆根尖培养的最适条件是什么? 有什么限制因素? 因为离子强度^[7,8,11]、微生物、酸度^[9]和磁场^[10]等因素对根尖细胞分裂均有影响。

收稿日期:2005-02-28

作者简介:马晓平(1968-),男,高级实验师,从事遗传学实验教学。

1 材料与方

1.1 材料

- 1.1.1 育根植物材料 大蒜 *Allium sativum*;蚕豆 *Vicia faba*
- 1.1.2 水培试剂 蒸馏水(电导率<2 uS·cm⁻¹);自来水(电导率≈650 uS·cm⁻¹);常用无土栽培复合水培营养剂(N 18%,P₂O₅ 18%,K₂O 18%,MgO 3%,其他微量元素);硝酸铵;磷酸二氢钠;氯化钾;磷酸二氢钾;磷酸氢二铵;硝酸钾。
- 1.1.3 消毒剂 双氧水。
- 1.1.4 仪器 DDSJ—308A 型电导率仪;DMB5-2231-5 数码生物显微镜。

1.2 方法

1.2.1 水培养营养液浓度和电导率间的测算 由于主要实验材料大蒜根培养采用水培法,按照农业上无土栽培控制培养液浓度的方法,培养液主要成分是溶解性矿物,浓度大小与电导率成正比,考虑到矿质营养和盐害,农业上水培养适合的培养液电导率都控制在 0.5~2 mS·cm⁻¹ 之间,故采用电导仪测量培养液电导率来代表控制营养液浓度。这种方法的优点是能避免盐害,所以倡导实验老师学习和掌握。除了用常用无土栽培复合水培营养剂配制营养液,也可以利用实验室含 N、P、K 的化学试剂来配制营养液。

为了便于教师配制大蒜根培养液,将适宜的营养液电导率值换算成浓度单位,测试复合水培营养剂、硝酸铵、磷酸二氢钠、氯化钾、磷酸二氢钾、磷酸氢二铵和硝酸钾在不同浓度的电导率,结合电导率和浓度举例说明利用实验室试剂配制含主要营养元素氮磷钾培养液的方法。

1.2.2 根培养条件

- 1.2.2.1 大蒜根培养适合浓度培养液试验 用自来水和复合水培营养剂 (N 18%,P₂O₅ 18%,K₂O 18%,MgO 3%,其他微量元素)配制电导率分别为 0.2、0.6、1、1.4、1.8、2.2、2.6 mS·cm⁻¹ 的培养液在 25 ℃培养箱中培养大蒜根尖,将培养用大蒜瓣整齐地穿在螺端磨尖的自行车钢丝或铅丝竹针上,架在培养盘上,根没入水。连续 5 d 测量根的平均长度和长势。
- 1.2.2.2 蚕豆根培养消毒试验 用常规消毒浓度 0.5%的双氧水浸泡蚕豆 200 粒,对照组清水浸泡蚕豆,饱满后洗净,25 ℃湿润条件下发根,连续 7 d 观察统计蚕豆发根时的发霉百分率,2 次重复。
- 1.2.3 大蒜和蚕豆根有丝分裂观察效果对比实验 用大蒜和蚕豆根尖分别给本院 01 级学生各 2 个班做实验,统计细胞分裂指数(分裂状态细胞占全部细胞的百分率)、学生看到前、中、后、末期分裂相细胞的比率、获得好效果的制片次数并对比二者镜检效果。

2 结果与分析

2.1 水培养营养液浓度和电导率间的测算(见表 1)

大蒜根培养适合浓度培养液电导率值在 0.6~1.8 mS·cm⁻¹ 的范围内,配制合适的营养液可以选有含量配方的复合营养剂,较方便可以根据表 1 利用实验室试剂配制含氮磷钾的营养液。

配制不同浓度培养液要注意:同样的电导率不同试剂的浓度是不一样的,同一试剂电导率和浓度成正相关,不同试剂对电导率增量是加和性的。

用表 1 中需要的电导率一栏的硝酸铵、磷酸二氢钠和氯化钾各三分之一的量和纯水 1 L 可配制需要的含氮磷钾营养液。如果用自来水,自来水电导率在 0.6~0.7 mS·

表 1 电导率对应的不同营养试剂不同的浓度(不同电导率条件下各种培养液的浓度)

Table 1 Concentrations in different culture liquid of different EC conditions							
电导率 EC /(mS·cm ⁻¹)	浓度 Concentration /(g·L ⁻¹)						
	水培营养剂	NH ₄ NO ₃	NaH ₂ PO ₄	KCl	KNO ₃	(NH ₄)HPO ₄	KH ₂ PO ₄
0.6	0.67	0.17	1.1	0.27	0.38	0.33	0.73
1.2	1.33	0.33	2.2	0.53	0.77	0.66	1.45
1.8	2.02	0.51	3.3	0.82	1.15	0.99	2.19

cm⁻¹,应减去这部分的用量。可用电导仪测量控制电导率值。

2.2 根培养条件

2.2.1 大蒜根培养适合浓度培养液试验 从图 1 中可以看到,电导率为 0.6~1.8 mS·cm⁻¹ 的培养液都能培养出 2 cm 的实验根尖材料,在较低浓度 0.2 mS·cm⁻¹ 和较高浓度 2.2 和 2.6 mS·cm⁻¹ 培养液培养不但根长势缓慢,而且根尖发黑发黄,观察不到处于有丝分裂时期的细胞。说明根尖培养液中离子营养不足或盐分过高或单一离子偏高会抑制根尖细胞分裂。

2.2.2 蚕豆根培养消毒试验 由于蚕豆萌发容易受到霉菌的侵染,因此在根培养使用 0.5% 的双氧水处理蚕豆种子。表 2 结果表明:采用 0.5% 双氧水浸泡处理明可以显著降低蚕豆生根时的发霉率,从处理后的第 3 天开始,2 个处理之间的差异就达到显著($P=0.05$),到处理后的第 6 天,差异达到了极显著($P=0.01$)。采用双氧水处理的蚕豆也会出现发霉现象,但零星发霉蚕豆剔除后,扩散不明显,就不会影响根的收获量。而清水浸泡的蚕豆发霉剔除后,随天数增加霉菌扩散明显,严重时所取根尖制片找不到分裂时期的细胞,说明霉菌生长到一定程度抑制了蚕豆根尖细胞的分裂,严重影响实验结果。

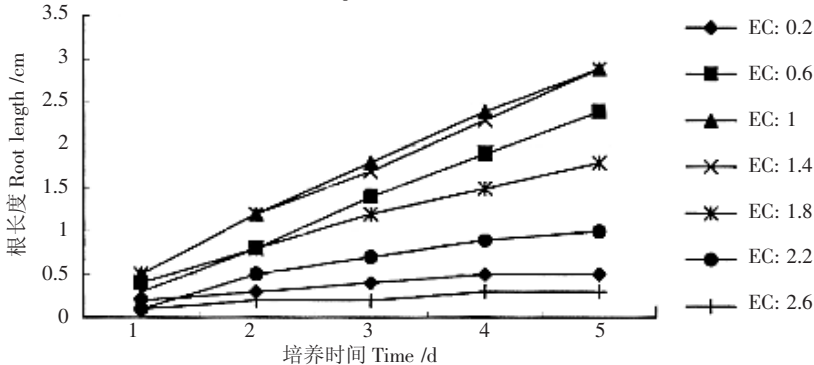


图 1 不同浓度培养液中大蒜根的生长情况
Fig. 1 Root growth in culture liquid with different EC (mS·cm⁻¹)

表 2 蚕豆根培养消毒试验

Table 2 Sterilization effects of broad bean before germination						
处理 Treatment	组别	发霉率 Percentage of moldy seeds after treatment A and B /%				
		1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
A: 清水浸泡	1	/	/	2.0	6.0	11.0
Soaped in water	2	/	/	3.0	7.5	13.0
B: 0.5% 双氧水浸泡	1	/	/	/	1.0	3.0
Soaped in 0.5% H ₂ O ₂	2	/	/	/	2.0	3.5

Note: Treatment A: broad bean was soaped in water and the observations were taken a few days (1-6) days after that.
Treatment B: broad bean was soaped in 0.5% H₂O₂ and the observations were taken as the same as treatment A.

2.3 大蒜和蚕豆根有丝分裂观察效果对比实验

从学生实验结果来看,从表 3 可以看到根尖细胞的分裂指数、学生中观察到细胞分裂各时期的人数所占的比率和做出好效果片子的次数,大蒜均明显好于蚕豆。而从蚕豆根尖细胞中观察到细胞分裂各时期的比例也较高,可以作为实验用材。图 2、3 为学生实验观察中较好的制片图例,细胞分散,分裂相清楚。图 4 和 5 为学生初次制片切取材料较大后制片图例,细胞重叠,分裂相不清楚。从 4 张图比较可以看出大蒜制片的清晰度比蚕豆好。图 5 的现象在学生实验中普遍存在,从中可以确定大的蚕豆根反而让学生容易切出大的体积材料进行染色压片,染色不能深透,细胞也展不开,或切不到生长点都造成重新制片。所以要强调一点,不管什么材料切取分裂区要准,切取体积一定要尽量小,0.5~1 mm,制片效果才好。

表 3 大蒜和蚕豆根尖有丝分裂观察效果的比较

Table 3 Comparison of effects of using garlic and broad bean in mitosis experiment							
材料 Materials	学生数 Numbers of students in each class	分裂指数 Percentage of dividing cells	学生检出各时期分裂相的比率 Percentages of students obtained the different phase in cell division /%				制片次数 Times of every student made products/n
			前 Prophase	中 Metaphase	后 Anaphase	末 Telophase	
大蒜	38	9.6	97.4	97.4	94.7	92.1	1.7
Garlic	34	10.8	94.1	97.1	97.1	91.2	1.5
蚕豆	40	5.8	80	85	75	72.5	2.5
Broad bean	31	6.3	77.4	83.9	80.6	70.9	2.3

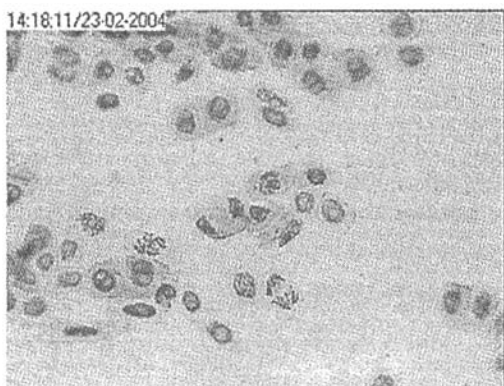


图 2 正常大蒜有丝分裂相

Fig. 2 Mitosis cells of garlic

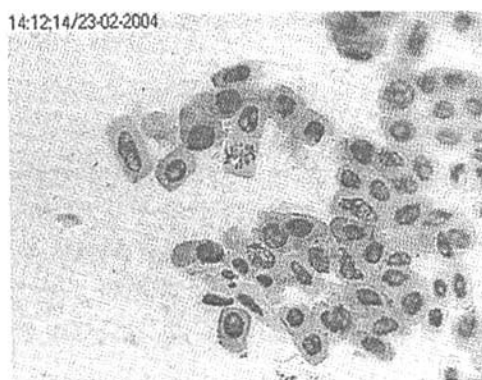


图 3 正常蚕豆有丝分裂相

Fig. 3 Mitosis cells of broad bean

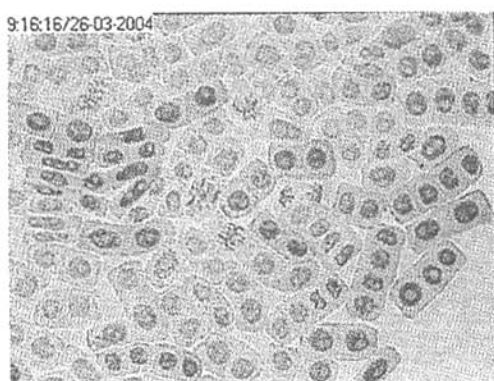


图 4 学生第 1 次制片常见大蒜有丝分裂相

Fig. 4 Mitosis cells of garlic produced by beginner

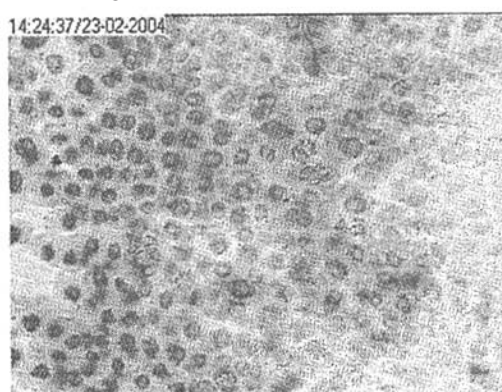


图 5 学生第 1 次制片常见蚕豆有丝分裂相

Fig. 5 Mitosis cells of broad bean produced by beginner

3 结论与讨论

要满足大量学生实验的需要,与大多数材料相比,大蒜和蚕豆都是比较好的材料;二者相比较大蒜取得更方便,育根快捷且获得量大,根尖大小适合学生切出有效的制片体积;大蒜根尖培养液条件应是在水中加入复合水培养剂或适量氮磷钾营养剂控制电导率在 $0.6\sim 1.8\text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$;蚕豆用 0.5% 的双氧水浸泡涨满后发根,可明显有效抑制霉菌的生长。

通过对植物细胞有丝分裂实验材料的选择和制备,基本明确了实验材料制备环节的二个主要因素——营养离子浓度和微生物感染的控制措施。另外,实验教学中结合根尖材料的预处理、解离和染色技术,可以得到满意的制片效果,几乎近 100% 的学生都能够看到根尖细胞有丝分裂前、中、后、末各时期的分裂相。

一般所有正常生长的根都可进行观察,其他实验材料的选择,像水仙、大葱等的根大小适合,形态笔直圆润,效果好,但较难大量取得。小葱、叶菜类的根细长弯曲,难以取材和控制解离条件。

同样的微生物感染也存在于大蒜的水培养,在因微生物污染而变色的培养液中,根尖细胞分裂会受到普遍抑制。而在氮磷钾营养均衡的水培中,大蒜根的抗病性强,微生物不易繁殖侵染。双氧水消毒优点是毒性低、实验室操作方便。

除了营养条件和微生物感染外,也要注意考虑其他抑制根细胞分裂的因素如磁场射线等的影响,虽然这种情况比较少见。

与中学相区别,在综合性大学的有丝分裂实验教学可以改变为观察营养或激素影响的根尖细胞有丝分裂,使验证性实验向研究型实验转变。

(下转第 209 页)

的复杂性,该项目设计在数次现场勘查的基础上经历了多轮修改,确保了图纸的准确性和工程建设的完整有序,并在施工期间结合现场情况增补了部分沿线建筑立面及细部的立体绿化处理,如体育场廊柱处贴墙而上的凌霄等,在原有乔、灌、地被组构的复层人工植物景观群落基础上更拓展了立体绿化的空间概念。

经 2 年来的实际使用情况表明,除部分南方植物外,由于在设计及建设的过程中,始终遵循适地适树和组建复层人工植物群落的科学艺术原则,充分考虑到道路园林的经济实用性,地表覆盖少草坪而多以地被植物为主,不仅丰富了下层植物景观,且部分区域(如竹林)已形成了较为稳定的人工生态植物群落景观,大大降低了日常养护管理成本。道路园林在满足交通与环境功能的基础上,更开拓了周边居民的休憩活动空间,对改善城区生态,美化城市景观,提升道路周边整体环境品质起着不可估量的作用,达到了生态、功能、可持续性发展等兼容的预期目标。

通过该项目的成功建设,对以植物为主的城市道路园林景观设计模式进行了有益的实践,充分体现出植物在生态、功能、城市意象构成等各方面的重要性。在城市道路周边建筑密度高,空间开敞性差,园林用地有限的情况下,结合道路交通与周边环境功能性需求,通过科学合理的植物景观配置艺术手法组织调配道路园林空间,是拓展城市道路空间,提升道路园林景观质量的有效手段,尤其可为城市中心区域范围内的旧城区道路建设所借鉴。

对上海城市道路而言,科学而艺术的植物景观布局是协调城市道路周边环境,改善城市面貌的有力手段,植物本身所具备的生长特性及人文内涵,使城市的地域性及人文意象自然地表现出来,通过把每个路段的植物景观有意识地连成一个整体,就能开展以绿色为轴线的城市规模的园林植物景观设计。在高密度的城市空间,必须提倡以植物为主的道路园林建设,城市道路园林景观设计,明确是将以植物为主,以空间构成手法为目的,展现城市多样性空间的“绿色建筑”。

参考文献:

- [1] (美)凯文·林奇.城市意象[M].北京:华夏出版社,2001.
- [2] 林方明.高速公路的空间环境与景观设计[J].中国园林,2003,(3):65-68.
- [3] 苏雪痕.植物造景[M].北京:中国林业出版社,1994.
- [4] 王浩,谷康,赵岩等.城市道路绿地景观设计[M].南京:东南大学出版社,1999.
- [5] 李金路,张丽平.城市中“以人为本”的交通[J].中国园林,2003,(2):26-29.
- [6] 王洪成.城市园林街景的空间性格[J].中国园林,2000,(2):58-59.
- [7] 郑西平.北京城市道路绿化现状及发展趋势的探讨[J].中国园林,2001,(1):43-45.
- [8] 徐文辉,范义荣,蔡建国.杭州市城市道路绿化的初步研究[J].中国园林,2002,(3):23-25.

(上接第 203 页)

参考文献:

- [1] 季道藩.遗传学实验[M].中国农业出版社,1992.
- [2] 吴均章.用大蒜根尖观察植物细胞有丝分裂[J].植物杂志,2000,(1):41.
- [3] 侯康久.用大蒜根做植物细胞有丝分裂实验[J].教学仪器与实验,2002,18(4):19.
- [4] 肖桂芝.观察植物细胞有丝分裂好材料—大蒜[J].生物学通报,2001,36(3):43.
- [5] 陈孝兰.用蚕豆根做“观察植物细胞有丝分裂”实验[J].生物学通报,2001,36(4):39.
- [6] 刘昌平.植物细胞有丝分裂实验材料选择及其操作[J].皖西学院学报,2002,18(4):49-50.
- [7] 赵博生,莫华.镉对蒜根生长的毒害及抗坏血酸、铁盐的解毒效应[J].武汉植物学研究,1997,15(2):167-172.
- [8] 刘东华,蒋悟生,李海峰,等.镉对大蒜根生长和根尖细胞超微结构的影响[J].华北农学报,2000,15(3):66-71.
- [9] 许泽宏,罗英,王煜,等.模拟酸雨对蚕豆根生长发育影响[J].中国微生态学杂志,2001,13(1):26-29.
- [10] 刘新成,李秋祯,王轶,等.磁场对蚕豆种子根生长和细胞分裂影响[J].天津师范大学学报(自然科学版),2001,21(1):61-63.
- [11] 王志国,赵风云,王元秀,等. Ca^{2+} 离子对蒜根生长和细胞分裂的影响[J].淄博学院学报(自然科学与工程版),2001,3(1):90-92.

万方数据

作者: [马晓平](#), [周杭英](#), [孟和](#), [徐廷婷](#), [刘青](#), [MA Xiao-ping](#), [ZHOU Hang-ying](#), [MENG He](#),
[XU Ting-ting](#), [LIU Qing](#)

作者单位: [马晓平, 孟和, MA Xiao-ping, MENG He\(上海交通大学, 农业与生物学院, 上海, 201101\)](#), [周杭英, ZHOU Hang-ying\(上海七宝中学\)](#), [徐廷婷, 刘青, XU Ting-ting, LIU Qing\(上海交通大学, 生命科学学院, 上海, 200240\)](#)

刊名: [上海交通大学学报\(农业科学版\)](#) 

英文刊名: [JOURNAL OF SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY \(AGRICULTURAL SCIENCE\)](#)

年, 卷(期): 2006, 24(2)

被引用次数: 2次

参考文献(11条)

1. [李道藩](#) [遗传学实验](#) 1992
2. [吴均章](#) [用大蒜根尖观察植物细胞有丝分裂](#) 2000(01)
3. [侯康久](#) [用大蒜根做植物细胞有丝分裂实验](#)[期刊论文]-[教学仪器与实验](#) 2002(04)
4. [肖桂芝](#) [观察植物细胞有丝分裂好材料-大蒜](#)[期刊论文]-[生物学通报](#) 2001(03)
5. [陈孝兰](#) [用蚕豆根做“观察植物细胞有丝分裂”实验](#)[期刊论文]-[生物学通报](#) 2001(04)
6. [刘昌平](#) [植物细胞有丝分裂实验材料选择及其操作](#)[期刊论文]-[皖西学院学报](#) 2002(04)
7. [赵博生](#); [莫华](#) [镉对蒜根生长的毒害及抗坏血酸、铁盐的解毒效应](#)[期刊论文]-[武汉植物学研究](#) 1997(02)
8. [刘东华](#); [蒋悟生](#); [李海峰](#) [镉对大蒜根生长和根尖细胞超微结构的影响](#)[期刊论文]-[华北农学报](#) 2000(03)
9. [许泽宏](#); [罗英](#); [王煜](#) [模拟酸雨对蚕豆根生长发育影响](#)[期刊论文]-[中国微生态学杂志](#) 2001(01)
10. [刘新成](#); [李秋祯](#); [王轶](#) [磁场对蚕豆种子根生长和细胞分裂影响](#)[期刊论文]-[天津师范大学学报\(自然科学版\)](#) 2001(01)
11. [王志国](#); [赵风云](#); [王元秀](#) [Ca²⁺离子对蒜根生长和细胞分裂的影响](#) 2001(01)

本文读者也读过(10条)

1. [李日红](#). [LI Ri-hong](#) [植物细胞有丝分裂实验的探索](#)[期刊论文]-[茂名学院学报](#)2005, 15(4)
2. [刘昌平](#) [植物细胞有丝分裂实验材料的选择及其实验操作](#)[期刊论文]-[皖西学院学报](#)2002, 18(4)
3. [周衍茂](#), [叶澍](#) [观察植物细胞有丝分裂的好材料——蚕豆侧根](#)[期刊论文]-[生物学通报](#)2001, 36(4)
4. [张丽敏](#). [ZHANH Li-min](#) [有丝分裂实验原理解析](#)[期刊论文]-[宁德师专学报\(自然科学版\)](#) 2009, 21(4)
5. [龚慧明](#). [Gong Huiming](#) [利用蚕豆根观察植物有丝分裂](#)[期刊论文]-[生物学通报](#)2009, 44(9)
6. [李爱玲](#), [加建斌](#). [LI Ai-ling. JIA Jian-bin](#) [大蒜根尖细胞有丝分裂周期性研究](#)[期刊论文]-[榆林学院学报](#)2008, 18(4)
7. [蒋恩娟](#) [观察植物细胞有丝分裂实验的几点发现](#)[期刊论文]-[实验教学与仪器](#)2006, 23(6)
8. [陈晓芸](#) [改进观察大蒜根尖细胞有丝分裂的方法](#)[期刊论文]-[中学生物学](#)2006, 22(4)
9. [罗益群](#) [用大蒜替代洋葱观察细胞有丝分裂的方法](#)[期刊论文]-[生物学教学](#)2007, 32(6)
10. [肖桂芝](#) [观察植物细胞有丝分裂的好材料——大蒜](#)[期刊论文]-[生物学通报](#)2001, 36(3)

引证文献(2条)

1. [郭丽红](#), [王淑静](#) [提高细胞有丝分裂实验效果综合分析](#)[期刊论文]-[实验科学与技术](#) 2010(3)
2. [李爱玲](#), [加建斌](#) [大蒜根尖细胞有丝分裂周期性研究](#)[期刊论文]-[榆林学院学报](#) 2008(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_shnxyxb200602018.aspx