

# 苧麻种质资源保存技术研究进展

许英,陈建华,栾明宝,王晓飞,孙志民

(中国农业科学院麻类研究所,长沙 410205)

**摘要:**苧麻是重要的经济作物,本文简要阐述了苧麻种质资源的分布状况,介绍了中国苧麻种质资源的保存现状,总结了苧麻种质资源田间栽培保存技术及室内保存技术的研究进展。并且针对目前单一的保存方法进行了讨论和分析,提出了自己的看法和建议。

**关键词:**苧麻;种质资源;保存技术

## Research Progress on Conservation Techniques for Ramie Germplasm Resources

XU Ying, CHEN Jian-hua, LUAN Ming-bao, WANG Xiao-fei, SUN Zhi-min

(Institute of Bast Fiber Crop, Chinese Academy of Agricultural Science, Changsha 410205)

**Abstract:** Ramie is an important industrial crop. In this paper, we briefly introduced the germplasm distribution in the world, the situation in field genebank for ramie in China and conservation technology for ramie germplasm resources. At the same time, we discussed conservation technologies and put forward some suggestions.

**Key words:** Ramie; Germplasm resources; Conservation techniques

苧麻 (*Boehmeria nivea* (L.) Gaud.) 属于荨麻科 (Urticaceae) 苧麻属 (*Boehmeria*), 素有“中国草”之称。根据瓦维洛夫 (1951 年) 的观点, 苧麻起源于中国的中部和西部<sup>[1]</sup>。中国是世界上苧麻种植历史最久、种植面积最大的国家, 公元前 6 世纪的《诗经》陈风篇中就有“东门之池, 可以沤紵”的诗句, 目前苧麻仍然是我国的重要纺织原料和出口创汇产品。

种质资源是人类赖以生存和发展的战略资源, 是作物新品种选育等科学研究及生产发展的重要物质基础<sup>[2]</sup>。我国政府高度重视作物种质资源的收集、保存和利用工作。苧麻作为中国特有的经济作物, 在种质资源研究方面受到科技工作者的高度关注。目前我国已建成世界面积最大、保存种类最丰富的国家种质长沙苧麻圃。本文拟对苧麻种质资源分布情况、保存现状及技术进行总结和论述, 同时提

出了深化苧麻种质资源研究的建议, 以及对未来苧麻种质资源保存的设想。

### 1 苧麻种质资源的分布状况

苧麻种质资源丰富, 据王文采<sup>[3]</sup>研究苧麻属约有 120 种, 主要分布于热带、亚热带, 少数分布在温带; 从地理分布上看, 亚洲有 75 种, 美洲有 30 种左右, 大洋洲和非洲也有少量分布。中国约有 32 种, 分布自西南、华南到华北、东北等 22 省(区、市), 其中中国特有种在我国分布的种群有 12 个种和 5 个变种, 多数分布于云南、广西、贵州等省区。有 8 种与喜马拉雅山麓诸国共有, 2 种与泰国、越南共有, 另外 8 种与日本共有<sup>[1]</sup>。从《中国植物志》荨麻篇可以发现苧麻属资源自南向北逐渐减少<sup>[4]</sup>, 同时张波等<sup>[5]</sup>经过 10 年的考察收集也总结得出, 只有细野麻和赤麻北达河北北部和辽宁南部, 仅在 1~2 省

收稿日期: 2010-05-10 修回日期: 2010-11-09

基金项目: 湖南省科技计划项目(2009FJ3024); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项(0032007221); 农作物种质资源保种专项(NB09-2130135-6(2))

作者简介: 许英, 助理研究员, 主要从事苧麻种质资源的研究。E-mail: xuying0420@163.com

通讯作者: 陈建华, 副研究员。E-mail: cjhbht@sina.com

(市)分布的稀有种有腋球苧麻等 21 种(变种),在 2~5 省分布的狭布种有滇黔苧麻等 13 种(变种),在 6 省(区)及以上分布的广布种有序叶苧麻等 9 种(变种),广西壮族自治区和云南省的苧麻种质资源分别有 18 种 7 变种和 16 种 6 变种,这两省分布的种和变种数分别占中国苧麻属的 80% 和 70% 以上,我国特有分类种群也有 9 种 3 变种在其境内生长<sup>[6]</sup>。

我国苧麻栽培种主要分布于 19°~35°N, 98°~122°E 之间,根据苧麻的生态适宜性和各地的自然条件,在中国可以划分为五大苧麻栽培区,分别为秦岭淮河南部苧麻栽培区、长江北部苧麻栽培区、长江南部苧麻栽培区、华南苧麻栽培区和云贵高原苧麻栽培区<sup>[1]</sup>。

## 2 苧麻种质资源保存的现状

自 1958 年中国农业科学院麻类研究所建所始,麻类资源工作者就着手进行苧麻资源的收集和保存工作,在“七五”期间建成国家种质沅江苧麻圃,“十五”期间建成了国家种质长沙苧麻圃。从“八五”开始,四川、江西、贵州、湖北等有条件的科研和教学单位也组建了苧麻种质资源保存点<sup>[7]</sup>。目前,形成了以国家种质长沙苧麻圃为主,4 个苧麻种质资源地方圃为补充的种质资源保存体系(表 1)。在国家种质长沙苧麻圃,通过原始地的收集、各个保护点的征集以及从巴西、日本、马来西亚等国家引进资源,至此保存的资源有 19 种 8 变种,2000 多份。国家种质长沙苧麻圃保存的种质来源于 7 个国家及我国 17 个省(区、市),保存的数量和种类居世界之最,具体保存种质资源的来源情况见表 2。在这些保存的资源中包括具有较大经济意义和栽培价值的白叶种苧麻和绿叶种苧麻,以及国家二级保护植物苧麻野生种长圆苧麻和光叶苧麻<sup>[8]</sup>。

表 1 苧麻种质资源保存圃情况

Table 1 Field genebanks for ramie in China

挂靠单位 Unit	种质数量	种	变种
	Total	Species	Variety
中国农业科学院麻类研究所	2046	19	8
江西麻类研究所	417	20	6
四川达州农科所	540	1	0
贵州草业研究所	213	1	0
华中农业大学	308	4	1

表 2 国家种质长沙苧麻圃保存苧麻种质来源情况表

Table 2 The source of ramie germplasm in National Field Genebank for Ramie in Changsha

国家 Nation	省份 Province	种类 Species and variety	数量 Total
中国	安徽	3 种	19
	福建	8 种 1 变种	116
	广东	3 种 1 变种	10
	广西	11 种 4 变种	161
	贵州	9 种 2 变种	345
	海南	1 种	7
	河南	1 种	14
	湖北	1 种 2 变种	317
	湖南	5 种 1 变种	276
	江苏	1 种	3
	江西	11 种 2 变种	160
	陕西	4 种	30
	四川	9 种 2 变种	332
	香港	1 种	2
云南	8 种 3 变种	90	
浙江	2 种	39	
重庆	1 种 1 变种	102	
巴西		1 种	7
古巴		1 种	1
日本		1 种	8
印度		1 种	2
印度尼西亚		1 种	3
马来西亚		1 种	2

## 3 苧麻种质资源田间栽培保存技术

苧麻系多年生宿根性作物,高度杂合体,遗传背景复杂,采用种子繁殖其后代会发生分离变异<sup>[9]</sup>,因此苧麻种质资源保存方式历来都是建圃,以无性繁殖方式田间活体分区栽培保存。据郑长清等<sup>[10]</sup>报道记载,1992 年采用搜集圃、假植圃、保存圃三圃制方法建立国家种质沅江苧麻圃,2001 年按照栽培种质区、核心种质区、野生种质区、性状鉴定区、繁殖更新区、收集假植区等 6 区设计建立了国家种质长沙苧麻圃。圃里面的种质全部采用嫩梢扦插繁殖,保证苧麻圃中种质纯度和旺盛的生活力,田间栽培保存关键环节为圃的设计、繁殖、更新及复壮技术的选择。

### 3.1 苕麻圃的选址和设计

苕麻圃通常建立在背风向阳、土质肥沃疏松、排灌良好、地势平坦、土壤综合条件较好的地方。以国家种质长沙苕麻圃为例,土壤类型为粘土,前作水稻,表土深度30cm左右,土壤肥力较高,有机质含量2%以上,pH值为5.4~5.7,土地条件较好。地势平坦,适宜于机耕作业。圃中设计配备6区,包括栽培种质区、核心种质区、野生种质区、性状鉴定区、繁殖更新区、收集假植区,并且建有喷灌系统、遮荫网棚、晒麻场等配套设施。在栽培种质区、核心种质区、野生种质区中种植的种质都已经赋予全国统一的编号。为了保护每份种质的纯度,在每个区的周围设定4~6行苕麻主栽品种为保护行,保存的种质采用长方形分厢栽培保存。每厢宽1.5~1.6m,两厢间开浅沟,沟宽50cm,基本上每份种质保存6~10莖,行株距为0.6m×0.5m,不同的种质之间用水泥隔板或者挖沟砌小砖墙水泥抹平隔开,地下入土40~50cm,地上保留10~15cm的高度。根据种植种质和种质区的情况,编号、绘制圃位图。国家种质长沙苕麻圃保存苕麻种质资源种类丰富,收集范围广,尤其是野生种有的属于灌木、有的属于草本植物,从南方到北方均有分布,生长发育、生态习性、抗寒性等都不相同,有些种需要生长在特定的环境中,故在野生种质区根据种质特性保存的方法和保存的莖数上有些差异,为了防止太阳的直射温度过高,还搭建了荫棚。在圃中基本上能够完成收集后的种质隔离检疫、保存、田间鉴定、繁殖更新等系列工作,能够保证种质数量及种质的纯度,尽量避免基因漂移和种质混杂。

### 3.2 繁殖更新复壮技术

苕麻种质资源是高度的杂合体,繁殖复壮技术不成熟或者选择不科学就容易造成种质的混杂、退化和裂变。为了保证种质的纯度,苕麻种质资源繁殖、更新及复壮一般都选择无性繁殖。通常情况下苕麻种质繁殖技术分为地下部分无性繁殖和地上部分无性繁殖。

**3.2.1 苕麻地下部分无性繁殖技术** 苕麻种质地下部分无性繁殖包括分莖、细切种根及分株繁殖技术。分莖繁殖是长江流域使用的一种比较古老的繁殖技术,春季和冬季最适合分莖繁殖,一般将挖起来的麻莖,砍去萝卜根、病根、腐枯根,然后砍成15~20g左右进行繁殖<sup>[11]</sup>;细切种根繁殖技术是中国农业科学院麻类研究所洞庭圃于1966-1976年研究整理出来的,以黄壳早为研究材料,将种根切成9g左

右,出苗率为86%,比分莖繁殖方法的繁殖系数增加了10倍以上,并且发现种根砍得越大,地下茎增重愈慢<sup>[11-12]</sup>;分株繁殖技术是在麻莖入土6~10cm处用刀切取跑马根上发出的麻苗或者在麻株成熟时拔取脚麻,连根带土进行移栽,此方法也是一种古老的繁殖方法,667m<sup>2</sup>老麻的分株苗可以移栽667~1334m<sup>2</sup>,并且当年可以收获原麻<sup>[11,13]</sup>;1987年,叶谱钦<sup>[14]</sup>报道苕麻整莖催芽繁殖技术,在挖莖细切种根繁殖的基础上进行了技术更新,提高了繁殖系数3~5倍。

**3.2.2 苕麻地上部分无性繁殖技术** 苕麻地下部分繁殖技术的繁殖系数不高,为了保持苕麻种质的本来优良特性和提高繁殖成活系数,自20世纪80年代以来,许多育种、资源及栽培的专家不断地对苕麻无性繁殖技术主要进行了地上部分的研究。

颜昌敬等<sup>[15]</sup>以黄壳早为研究材料,利用组织培养技术进行苕麻的无性繁殖研究,发现腋芽苗的出苗速度快、数量多、生长快、苗粗壮、出苗整齐、繁殖系数高,但是工作程序繁杂,目前生产上一直未被利用。

罗素玉等<sup>[16]</sup>报道了麻株离体压条繁殖法研究,结果发现管理适当,保持土壤湿润压条繁殖成活率可达90%以上,并且可以克服无性繁殖和性状鉴定的矛盾,操作简单,且减少病虫害传播。

管和等<sup>[17]</sup>切取麻株顶端带叶的长8.26±1.83cm、茎部直径0.30±0.06cm、重1.10±0.40g、叶片数4.66±0.94的嫩枝,插入加有吲哚乙酸、萘乙酸或不加激素的生根培养液100ml锥形瓶内进行生根培养,一周之后将生根的嫩枝转入钵中进行培养,试验结果发现苕麻嫩梢扦插营养液繁殖法具有成本低、成苗快、方法简单、繁殖系数高的特点,如果按照此方法进行,每667m<sup>2</sup>麻田有3万个麻株,两季麻就可以获得5万~6万个扦插材料。

赖占钧等<sup>[18]</sup>用苕麻嫩梢带叶土培扦插繁殖研究,发现8~10cm长的嫩梢适合作为扦插材料,它通过0.1%高锰酸钾溶液消毒5min后,扦插于土壤中,覆盖薄膜,保持地膜内温度在20~35℃之间,湿度为85%~95%,6~7d就可以长出不定根,生根率为80.1%~100%,10~12d就可以移栽,此种方法取材容易,设备简单,费用低,繁殖系数高,可以当年扦插,当年就可以收获原麻。

王国栋等<sup>[19]</sup>及崔国贤等<sup>[20]</sup>分析了影响嫩梢扦插成活率的几个因素,并且提出了防治的措施;杨泽新等<sup>[21]</sup>采用50mg/L的ABT1号生根粉对嫩梢进

行浸泡处理,能够增加它的生根率,提高了嫩梢扦插的成活率,严文淦等<sup>[22]</sup>报道苎麻叶(带芽原基)扦插繁殖技术研究,在二麻生长中期,取自生长点开始往下4~14片叶作为研究材料,采用薄膜覆盖,试验结果发现,茎梢第14节以内的叶插都有生根、出苗的能力,但不同叶龄期叶插,发根能力有很大差异。从生长点往下第4~5片幼叶生根成活数最多,根系发达,生根率80.0%;第8~10片叶生根成活数次之,生根率为64.4%;第12~14片叶生根率为35.5%,生根的叶芽原基分化长苗,通过研究发现它的生活期长,要60~90d之后才可以移栽入大田。该试验相对于其他的无性繁殖技术优点为可提供的扦插材料丰富。

邝秀明等<sup>[13]</sup>对苎麻地上部分营养繁殖研究进行了综述,分析了各种繁殖方法的理论,总结苎麻地上部分营养繁殖的技术为腋芽组织培养,离体压条,嫩梢或者幼苗扦插、带芽原基的叶扦插。

**3.2.3 各种繁殖方法的比较研究** 各种苎麻种质的繁殖技术,都有其优缺点,为了保证种质的纯性和满足苎麻圃建设或者种质的繁殖更新,选择合适的繁殖技术非常的重要。

1992年,郑长清等<sup>[10]</sup>为了建设好国家种质沅江苎麻圃,探索得到大批量快速繁殖不带病种质,进行了种根、小种根、离体压条、嫩梢扦插及叶插等繁殖方法的比较研究,结果发现种根繁殖成活率最高为98%,其次是小种根繁殖系数为92.3%,离体压条的繁殖系数为73.3%,嫩枝扦插成活率为82.9%;在繁殖系数方面,叶插可以在每株麻上削取7片带叶原基的叶,繁殖系数最高达到120~460,为5种繁殖方法中最高,嫩梢扦插繁殖系数其次,为50~200。繁殖后代带病情况鉴定,主要为苎麻常见病根腐线虫病,离体压条、嫩梢扦插及叶插繁殖取地上部分的麻株切断了该病的传播,繁殖后后代不带病;种根和小根都难以根除潜伏病原;一年之后调查还表明种根繁殖比小根繁殖带线虫多。繁殖一年后通过后代形态调查可以明显看到种根、小根和嫩梢扦插繁殖的麻株生长整齐、粗壮,且种莖健壮;离体压条和叶插是由不同的叶原基分化成苗,故后代麻株生长不整齐,麻莖的生长发育程度也不一致。通过繁殖取材、成活率、繁殖系数、带病状况及培管技术等方面权衡,得出结论嫩梢扦插更适合大批量苎麻快速繁殖,适合苎麻圃的繁殖更新。

同样,在苎麻的生产和育种方面,通过30多年的实践检验,一般大面积的繁殖苎麻基本上都是采

用嫩梢扦插繁殖方式<sup>[23]</sup>,细切种根繁殖和离体压条技术也经常应用于小面积苎麻无性繁殖。熊和平等<sup>[12]</sup>对种苗的繁殖方法进行总结和分析,结合目前农民的生产实际情况,初步建立了种苗繁殖技术行业标准(2006年通过农业部审核),该标准中采用的繁殖方法为嫩梢扦插繁殖方法。

## 4 苎麻种质资源的室内保存技术研究

苎麻种质资源历年来采用田间种植集中保存,这种保存方式难以切断各个体间病害的传播,也不能有效地抵御自然灾害。如中国农业科学院麻类研究所的杨家排苎麻种质资源圃1963年发生的苎麻青枯病害,资源全部感染,最后焚烧重新建圃;1996年的沅江洪水灾害,国家种质沅江苎麻圃中900多份种质丢失。并且田间保存种质需要占用大量的土地,花费大量的人力、物力和财力对资源进行监控、繁殖更新、安全性保存等。为了安全而稳定地保存种质,减少自然条件对种质的生长影响,以及种质间病虫害的传播等情况,资源研究者们从未中断过对苎麻资源的保存方式进行改良和创新研究。

李树川<sup>[24]</sup>以圆叶青、黄壳早、湘苎一号、芦竹青、“79-20”、黄壳麻、武岗本地麻等为研究材料进行茎尖低温保存研究。经过1987-1990年4年的试验研究,苎麻茎尖在5~10℃的低温下保存6个月,试管苗茎尖经过诱导不定芽、长苗分化培养、长根培养获得了完整的植株,出苗率仅10%。继续培养低温保存9个月后诱导出苗率为零。

超低温保存能够减少植物间病毒传播,抵御外界自然环境变化的影响,保存效果稳定。自Nag and Street<sup>[25]</sup>首次成功地超低温保存胡萝卜的悬浮细胞以来,在国内外进行过超低温保存的植物材料已达百余种,有豆类、花卉等<sup>[26]</sup>。苎麻种质的超低温保存研究起步比较晚,目前未见成功的报道。本课题组自2008年对苎麻种质的超低温保存进行研究,以野生种微绿苎麻及青叶苎麻和选育品种中苎1号为材料,进行了腋芽和茎尖的超低温玻璃化法保存研究。取腋芽或茎尖在1/2MS+6-BA 0.5~1.0mg/L培养基下预培3~4d,添加改良过的PVS2冷冻剂,通过程序降温盒(每分钟降1℃),在-70℃的超低温冰箱中预冷,再直接放于-196℃的液氮中进行保存,进行了保存1~2d的试验。微绿苎麻超低温保存后腋芽的出苗率为12.8%;六排青叶苎目前还未有成活苗,但是TTC

检测的结果为 50.42% ; 中苎 1 号玻璃化超低温保存正在研究中, 目前取得了最佳培养腋芽和茎尖的组培方法。

## 5 讨论与建议

### 5.1 苎麻种质资源保存技术

在中国, 苎麻种质资源的保存工作非常受到重视, 自 1959 年中国农业科学院麻类研究所就对苎麻种质资源进行建圃保存, “七五”期间, 建成了国家种质沅江苎麻圃, “十五”期间, 为了避免洪水侵犯, 对圃进行了迁移, 建成国家种质长沙苎麻圃。此圃基本上能够满足目前苎麻资源安全保存、及时的繁殖更新, 以及为科研、育种、教学等提供材料。但其保存方式单一, 仍然以田间种植保存, 随着经济的发展, 由于受劳动力成本、土地资源贫乏、环境污染及全球气候变化的影响, 田间栽培保存种质的投入增加, 难度和任务加重, 种质的安全性保存降低。尽管研究者进行了低温和超低温保存等方式方法研究, 但是研究结果和实际应用差距较大。

为了更好地对苎麻种质资源进行安全保存, 且便于以后苎麻资源的评价、鉴定、优异基因的发掘以及资源的共享工作, 资源保护研究者必须在对苎麻圃现有资源安全保存的基础上, 对当前保存方法进行完善和创新, 并且对圃中的资源进行全方位的深入鉴定及评价。本研究针对苎麻无性繁殖的特点, 归纳总结前人研究的实践, 认为超低温保存技术和核心种质的建立研究, 对苎麻种质资源的保存非常有价值和意义。

迄今, 超低温保存被科学家认为是无性繁殖植物长期保存的理想方法, 它的原理是植物材料的代谢和生长活动在液氮液相 ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) 或液氮雾相 ( $-150^{\circ}\text{C}$ ) 的超低温条件下几乎完全停止, 植物材料处于相对稳定的生物学状态, 因此能够有效保持材料的遗传稳定性, 同时又不会丧失其形态发生的潜能, 理论上能够无限期地保存植物材料<sup>[27-32]</sup>。并且它属于室内保存技术, 相对于田间保存需要的空间比较小, 劳动力强度少, 使用方便, 不受外界环境条件的影响, 并且可以隔离各个种之间的病毒传播。如果采用液氮保存, 保存 2000 份左右的种质, 一年的费用大概 1 万元左右, 而田间保存一年的土地租金就要上万, 还要进行冬培、除草、喷药等复杂田间工作。故超低温保存有可能是苎麻种质长期安全高效保存的最佳选择, 有必要继续深入研究, 加大科研

投入。

核心种质是以最小的资源份数和遗传重复最大限度地代表该物种的遗传多样性<sup>[33]</sup>, 建立核心种质库可以有效地克服和缓解庞大的资源种植规模所带来的困难和压力, 有利于种质资源的保存、评价和创新利用。国内外先后在扁豆、大麦、芝麻、水稻、小麦、大豆等作物上进行了核心种质的构建研究工作<sup>[34-35]</sup>, 在苎麻方面还未有成功的案例进行报道。核心种质的研究或应用成功将会极大地简化和方便大量资源的管理工作。其次, 在核心种质的构建过程中, 促进了种质交流、新种质的收集, 资源研究者还可以通过这一过程对苎麻种质资源遗传多样性进行全面详细的考查、分析和评价, 开展更深入的研究, 从而获得对遗传资源更全面的认识。再次, 核心种质的构建有利于提高优异种质的利用率, 有利于育种工作者寻找优异基因<sup>[36-37]</sup>。

### 5.2 苎麻野生种保存方式方法

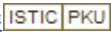
随着时间的迁移, 全球经济的发展, 垦荒、放牧、基础设施的修建, 开发区及旅游点等的建设和规模的扩大, 以及环境的污染等多重因素, 致使苎麻野生资源的自然群落正在迅速的减少, 有些濒临灭绝。目前, 苎麻圃中的野生资源都是异地搜集, 基本上都是按照栽培种的保存方式保存。由于苎麻野生近缘种生长的环境各异, 一些种对异地的环境适应性比较弱, 因此在现有的苎麻圃中, 有必要根据不同种的特性建立模拟原生态环境的异生圃, 以便对其进行安全保存。

苎麻异地保存不失为一项具有前瞻性的科学决策, 但是异地保存不利于遗传进化和多样性的发展, 有可能由于基因漂移和重组等因素, 使得野生苎麻种质潜在的具有利用价值的基因受到破坏或者丢失。同时异地保存只能根据科学家的直观判断选取不同类型的材料, 而生物界本身的复杂性和科学技术水平的局限性, 使得收集的材料无法代表群落丰富的遗传多样性, 而正是这些遗传多样性, 可能蕴藏着许多目前尚未认识的优异基因, 只有在原地完整的保存这些遗传资源, 才能使得科学家在未来的研究中源源不断地发掘其潜在的利用价值<sup>[38-39]</sup>。苎麻野生种的原生境保护在全球都是空白, 因此有必要启动苎麻野生种原生境保护的工作, 制定相应的研究方案, 进行原生境的选点和保护。苎麻起源于中国, 根据学者们对起源中心的研究<sup>[6]</sup>, 可以在长江流域、黄河中下游和云贵高原对野生种分布点进行调查, 根据野生种分布的集中度、面积大小、遗

传多样性的丰富程度等建立原生境保护点,进行长期繁殖保存,这样对于苧麻野生种的保存,不失为一种安全而有效的方法。

#### 参考文献

- [1] 中国农业科学院麻类研究所. 中国苧麻品种志 [M]. 北京: 农业出版社, 1992: 2-3
- [2] 卢新雄, 陈叔平, 刘旭, 等. 农作物种质资源保存技术规程 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 1-2
- [3] 王文采. 中国苧麻属校订 [J]. 云南植物研究, 1981, 3(3): 307-328
- [4] 王文采, 陈家瑞. 中国植物志 (23 卷, 第 2 分册) [M]. 北京: 科学出版社, 1995: 320-355
- [5] 张波, 郑长清, 赵立宁, 等. 中国苧麻近缘野生种的种类、分布与评价 [J]. 作物品种资源, 1998(4): 1-2
- [6] 蒋彦波, 揭雨成. 中国苧麻属植物亲缘关系研究进展 [J]. 植物遗传资源学报, 2005, 6(1): 114-118
- [7] 江用文. 多年生和无性繁殖作物种质资源共享研究 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 258-265
- [8] 国家林业局. 中国植物物种数据库 [EB/OL]. 中国科学院昆明植物研究所, [2010-01-08]. <http://www.plants.csdn.cn/eflora/View/plant/ZXBWSpecies.aspx>
- [9] 李宗道, 张福泉, 郑思乡, 等. 麻类生物工程进展 [M]. 中国农业出版社, 1998: 46
- [10] 郑长清, 林华如, 张波, 等. 苧麻田间保种圃的建设及种质快速繁殖技术研究 [J]. 中国麻作, 1992(3): 1-4
- [11] 中国农业科学院麻类研究所. 中国麻类作物栽培学 [M]. 北京: 农业出版社, 1993: 77-83
- [12] 熊和平. 麻类作物育种学 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 95-99
- [13] 邝秀明, 许振良. 苧麻地上部分营养繁殖研究综述: 麻株离体压条繁殖 [J]. 中国麻作, 1987(1): 20-24
- [14] 叶谱钦. 苧麻整莖催芽繁殖技术 [J]. 中国麻作, 1987(2): 20-20
- [15] 颜昌敬, 赵庆华, 胡继金, 等. 用组织培养法快速繁殖苧麻良种 [J]. 中国麻作, 1981(3): 28-33
- [16] 罗素玉, 叶谱钦, 蒋冬秀. 苧麻良种繁育的新技术: 麻株离体压条繁殖 [J]. 中国麻作, 1982(3): 9-11
- [17] 管和, 李人佳. 苧麻嫩枝的扦插繁殖 [J]. 中国麻作, 1983(2): 23-24
- [18] 赖占钧, 汪剑鸣, 邹星国, 等. 苧麻嫩茎梢带叶土培扦插繁殖研究 [J]. 中国麻作, 1985(4): 27-29
- [19] 王国栋, 龚建. 苧麻嫩梢扦插死苗原因及防治措施 [J]. 中国麻作, 1992(1): 23-25
- [20] 崔国贤, 杨瑞芳, 孙焕良. 影响苧麻嫩梢扦插成活率的因素分析 [J]. 中国麻业科学, 2000, 22(3): 10-12
- [21] 杨泽新, 陈培燕, 邹淑玖, 等. ABT1 号生根粉在苧麻嫩枝扦插繁殖技术上的应用 [J]. 中国麻业科学, 1995, 17(2): 22-24
- [22] 严文溢, 李俊, 臧巩固, 等. 苧麻叶 (带芽原基) 扦插繁殖技术研究 [J]. 中国麻作, 1986(2): 23-27
- [23] 张从勇. “华苧五号”新苧麻速生丰产栽培技术 [J]. 中国麻业科学, 2007, 29(3): 145-146
- [24] 李树川. 苧麻茎尖组织低温保存技术研究 [J]. 中国麻作, 1992(1): 7-11
- [25] Nag K K, Street H E. Carrot embryogenesis from frozen cultured cells [J]. Nature, 1973, 245: 270-272
- [26] 陈勇, 王均晖, 黄纯农. 胡萝卜悬浮培养细胞和原生质体的玻璃化法超低温保存 [J]. 浙江大学学报: 理学版, 2002, 29(1): 94-98
- [27] 卢新雄, 陈叔平, 刘旭, 等. 农作物种质资源保存技术规程 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2008: 56
- [28] 刘丽芳, 陈晓玲, 卢新雄, 等. 甘薯种质超低温保存研究进展 [J]. 植物遗传资源学报, 2009, 10(2): 324-327
- [29] 苗琦, 谷运红, 王卫东, 等. 植物组织培养物的超低温保存 [J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(3): 350-354
- [30] Engelmann F. Plant cryopreservation: progress and prospects. In *Vitro Cellular & Developmental* [J]. Biol Plant, 2004, 49(5): 427-433
- [31] Mitsuteru S, Pramod T, Masaya I, et al. Development of a new vitrification solution, VSL, and its application to the cryopreservation of gentian axillary buds [J]. Plant Biotechnol Rep, 2008, 2: 123-131
- [32] Leena Ryyänen, Tuija Aronen. Verifications, a complementary cryopreservation method for *Betula pendula* Roth [J]. Cryobiology, 2005, 51: 208-219
- [33] 李保印, 周秀梅, 张启翔. 中原牡丹品种初级核心种质构建与代表性检验 [J]. 华北农学报, 2009, 24(5): 217-221
- [34] 刘长友, 王素华, 王丽侠, 等. 中国绿豆种质资源初选核心种质构建 [J]. 作物学报, 2008, 34(4): 700-705
- [35] 邱丽娟, 曹永生, 常汝镇, 等. 中国大豆 (*Glycine max*) 核心种质构建 I. 取样方法研究 [J]. 中国农业科学, 2003, 36(12): 1442-1449
- [36] 张恩来. 燕麦核心种质构建及遗传多样性研究 [D]. 中国农业科学院硕士论文, 2008: 10-14
- [37] 宗绪晓, 关建平, 王述民, 等. 国外栽培豌豆遗传多样性分析及核心种质构建 [J]. 作物学报, 2008, 34(9): 1518-1528
- [38] 刘旭. 作物种质资源与农业科技革命 [J]. 中国农业科技导报, 1999(2): 31-35
- [39] 杨庆文, 张万霞, 贺丹霞, 等. 中国野生稻原生境保护方法研究 [J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(1): 63-67

作者: [许英](#), [陈建华](#), [栾明宝](#), [王晓飞](#), [孙志民](#), [XU Ying](#), [CHEN Jian-hua](#), [LUAN Ming-bao](#), [WANG Xiao-fei](#), [SUN Zhi-min](#)  
作者单位: [中国农业科学院麻类研究所, 长沙, 410205](#)  
刊名: [植物遗传资源学报](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF PLANT GENETIC RESOURCES](#)  
年, 卷(期): 2011, 12(2)

## 参考文献(39条)

1. [李保印;周秀梅;张启翔](#) [中原牡丹品种初级核心种质构建与代表性检验](#) [期刊论文]-[华北农学报](#) 2009(05)
2. [刘旭](#) [作物种质资源与农业科技革命](#) 1999(02)
3. [宗绪晓;关建平;王述民](#) [国外栽培豌豆遗传多样性分析及核心种质构建](#) [期刊论文]-[作物学报](#) 2008(09)
4. [张恩来](#) [燕麦核心种质构建及遗传多样性研究](#) 2008
5. [邱丽娟;曹永生;常汝镇](#) [中国大豆\(Glycine mx\)核心种质构建 I. 取样方法研究](#) [期刊论文]-[中国农业科学](#) 2003(12)
6. [刘长友;王素华;王丽侠](#) [中国绿豆种质资源初选核心种质构建](#) [期刊论文]-[作物学报](#) 2008(04)
7. [颜昌敬;赵庆华;胡继金](#) [用组织培养法快速繁殖苎麻良种](#) 1981(03)
8. [叶谱钦](#) [苎麻整茺催芽繁殖技术](#) 1987(02)
9. [邝秀明;许振良](#) [苎麻地上部分营养繁殖研究综述:麻株离体压条繁殖](#) 1987(01)
10. [熊和平](#) [麻类作物育种学](#) 2008
11. [中国农业科学院麻类研究所](#) [中国麻类作物栽培学](#) 1993
12. [杨庆文;张万霞;贺丹霞](#) [中国野生稻原生境保护方法研究](#) [期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2003(01)
13. [郑长清;林华如;张波](#) [苎麻田间保种圃的建设及种质快速繁殖技术研究](#) 1992(03)
14. [崔国贤;杨瑞芳;孙焕良](#) [影响苎麻嫩梢扦插成活率的因素分析](#) [期刊论文]-[中国麻业科学](#) 2000(03)
15. [王国栋;龚建](#) [苎麻嫩梢扦插死苗原因及防治措施](#) 1992(01)
16. [赖占钧;汪剑鸣;邹星国](#) [苎麻嫩茎梢带叶土培扦插繁殖研究](#) 1985(04)
17. [管和;李人佳](#) [苎麻嫩枝的扦插繁殖](#) 1983(02)
18. [罗素玉;叶谱钦;蒋冬秀](#) [苎麻良种繁育的新技术:麻株离体压条繁殖](#) 1982(03)
19. [Leena Rynn\(a\)nen;Tuija Aronen](#) [Verifications, a complementary cryopreservation method for Betula pendula Roth](#) 2005
20. [Mitsuteru S;Pramod T;Masaya I](#) [Development of a new vitrification solution, VSL, and its application to the cryopreservation of gentian axillary buds](#) 2008
21. [Engelmann F](#) [Plant cryopreservation: progress and prospects. In Vitro Cellular & Developmental](#) 2004(05)
22. [苗琦;谷运红;王卫东](#) [植物组织培养物的超低温保存](#) [期刊论文]-[植物生理学通讯](#) 2005(03)
23. [刘丽芳;陈晓玲;卢新雄](#) [甘薯种质超低温保存研究进展](#) [期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2009(02)
24. [卢新雄;陈叔平;刘旭](#) [农作物种质资源保存技术规程](#) 2008
25. [陈勇;王均晖;黄纯农](#) [胡萝卜悬浮培养细胞和原生质体的玻璃化法超低温保存](#) [期刊论文]-[浙江大学学报\(理学版\)](#) 2002(01)
26. [Nag K K;Street H E](#) [Carrot embryogenesis from frozen cultured cells](#) [外文期刊] 1973

27. [李树川](#) [苧麻茎尖组织低温保存技术研究](#) 1992(01)
28. [张从勇](#) “[华苧五号](#)”[新莞麻速生丰产栽培技术](#)[期刊论文]-[中国麻业科学](#) 2007(03)
29. [严文淦](#); [李俊](#); [臧巩固](#) [苧麻叶\(带芽原基\)扦插繁殖技术研究](#) 1986(02)
30. [杨泽新](#); [陈培燕](#); [邹淑玖](#) [ABT1号生根粉在苧麻嫩枝扦插繁殖技术上的应用](#) 1995(02)
31. [国家林业局](#) [中国植物物种数据库](#) 2010
32. [江用文](#) [多年生和无性繁殖作物种质资源共享研究](#) 2006
33. [蒋彦波](#); [揭雨成](#) [中国苧麻属植物亲缘关系研究进展](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2005(01)
34. [张波](#); [郑长清](#); [赵立宁](#) [中国苧麻近缘野生种的种类、分布与评价](#) 1998(04)
35. [王文采](#); [陈家瑞](#) [中国植物志\(23卷,第2分册\)](#) 1995
36. [卢新雄](#); [陈叔平](#); [刘旭](#) [农作物种质资源保存技术规程](#) 2008
37. [中国农业科学院麻类研究所](#) [中国苧麻品种志](#) 1992
38. [李宗道](#); [张福泉](#); [郑思乡](#) [麻类生物工程进展](#) 1998
39. [王文采](#) [中国苧麻属校订](#) 1981(03)

#### 引证文献(1条)

1. [辛霞](#); [陈晓玲](#); [张金梅](#); [卢新雄](#) [国家库贮藏20年以上种子生活力与田间出苗率监测](#)[期刊论文]-[植物遗传资源学报](#) 2011(6)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zwyczyxb201102003.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zwyczyxb201102003.aspx)