

观赏草资源驯化选育 及应用技术研究

Germplasm Collection, Breeding and Demonstration for Ornamental Grasses

武菊英
北京草业与环境研究发展中心
2019.11 香港

主要内容

- 一、观赏草的定义及特点
- 二、观赏草关键技术研究
- 三、观赏草在园林景观中的示范应用
- 四、已通过审定（认定）的观赏草品种

什么是观赏草

What are ornamental grasses

观赏草是一类形态优美、色彩丰富，以茎秆、叶丛和花序为主要观赏部位的**单子叶草本植物**的统称。以**禾本科**为主，还包括一些莎草科、灯心草科、花蔺科、百合科、香蒲科等植物种类。



观赏草定义

Definition of OG

观赏草是园林应用上的分类概念

Lois B(1989)认为，观赏草**不是用于践踏的**，而更多地是被当作**灌木的形式**来应用，可以作主景、绿篱及地被等。

美国人John Greenlee(1992)将观赏草的概念阐述为：通常是指主要用于**观赏的禾草和类似于禾草的植物统称**，是一个分布和栽培范围较广的复杂的**植物大群体**。

Nancy J.Ondra(2003)对观赏草的定义给予了进一步明确，认为观赏草是可广泛用于各种生境造园的**以禾本科植物为主的植物统称**。它包括部分莎草科、灯心草科、花蔺科等植物。

国内将观赏草定义为：是具有**观赏价值的草本植物**，以禾本科为主，也包含莎草科、灯心草科、花蔺科等。

观赏草简介

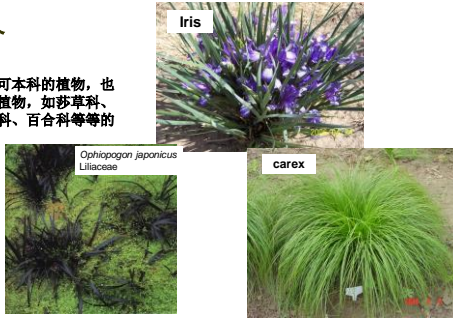
Brief introduction of OG

- ◆ 观赏草是一个很大的家族，其观赏性表现在许多方面，包括**形状、颜色、质地以及体型**等等。同时，观赏草还有独特的**动感美和声音美**。
- ◆ 其突出优点是**管护成本低**，适宜在可持续、低维护园林建设中应用。



观赏草简介

观赏草不仅包括可本科的植物，也包括其他相近的植物，如莎草科、灯心草科、鸢尾科、百合科等等的植物



为什么选观赏草

近几年，观赏草在中国许多城市迅速发展，其原因主要是：

1. 水资源短缺；
2. 维护成本需要降低；



为什么开展观赏草研究

欧美：随着**节约型、可持续**园林建设需求，近十几年观赏草发展迅速，应用面积和种植范围不断扩大，形成新兴产业。

我国：水资源短缺、劳动力成本高和农药污染是园林建设面临的问题，迫切需要**节水、低维护**和**病虫害轻**的园林植物。

观赏草是能满足这些需求的理想选择
因此开展观赏草研究意义重大



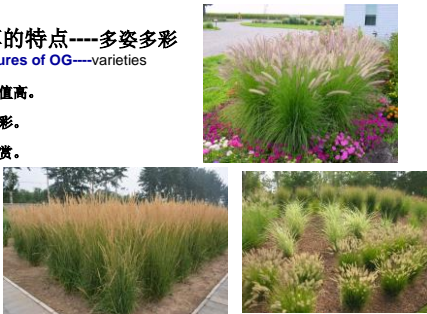
观赏草的特点 Features of OG

- **观赏草**是一类新型的园林植物，具有**观赏价值高**，**抗逆性强**，**适应性广**，**管护成本低**，**质补自然**的显著特点
- 非常适合在快节奏、高压力的**现代都市**中应用，缓解压力，节约成本，**回归自然**。



观赏草的特点----多姿多彩 Features of OG---varieties

- 美丽多姿，观赏价值高。
- 种类众多，丰富多彩。
- 季相变化，四季观赏。



观赏草的特点----适应性广 Features of OG-adaptable

观赏草适应性广，大部分观赏草都是从本土草种中驯化选育出来的，因而适应性强，可以在**多种土质**条件下生长，对**水肥条件**要求较低，一旦定植很少需要浇水和施肥。

在条件恶劣的岩石缝隙中
仍能够良好的生长



观赏草的特点---低维护

Features of OG--low maintenance

- 只在春季平茬一次，其它管理需要很少。
- 只在春季一次返青水，冬前一次越冬水。
- 很少病虫害。
- 世上没有不用管护的观赏植物，但观赏草非常接近这一点。

There is no "maintenance free" ornamental plant but ornamental grasses come pretty close.

在劳动力昂贵的现代社会，这个优势很得用户喜爱。



观赏草的特点---四季的变化美

Features of OG--More than one season of interest

- 春季观嫩绿的幼苗；
- 夏季枝繁叶茂，清新勃勃；
- 秋季花絮柔美，色彩斑斓；
- 冬季欣赏金黄的茎秆，植株古朴自然，随风舞动。



观赏草的特点---生长迅速

Features of OG--fast growth

栽植当年就能达到成熟的株高，三年内冠幅达到最大。
能快速满足绿化效果，对绿地建植者非常有利。



观赏草的特点---随风舞动

Features of OG--Movement with the wind



观赏草随风舞动，具有动感美和声音美，可与竹子媲美。

观赏草的特点---病虫害少

Features of OG--unaffected by disease and pests



当栽培密度太高，通透性差，且湿度高时，容易发生锈病，白粉



如果施用底肥没有完全腐熟的话，容易招引地下害虫，食根：蛴螬，金针虫，蝼蛄

观赏草研究要解决的关键技术

Key Technologies to Study

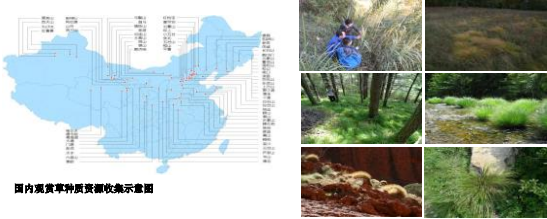
- **草种质资源**—收集，保存，分析和评价；
- **育种技术及新品种**—培育适合本土观赏草品种；
- **繁育和栽培技术**—标准化、规模化高效育苗。

目标：资源—品种—产品—产业化—行业发展

观赏草资源收集、筛选与评价

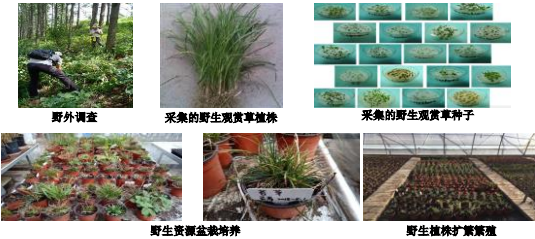
(一) 种质资源收集、评价

1. 种质资源收集：历时多年系统开展了观赏草种质资源收集工作，覆盖各种典型生境类型(林下、山坡、沙地、湿地等)的具有潜在观赏价值的主要草种。



国内观赏草种质资源收集示意图

2. 种质资源的保存、扩繁：将采集的野生观赏草资源种子和植株带回实验室培养、扩繁，再栽植到种质资源圃中进行保存



3. 国外优良观赏草品种资源收集

通过引智项目或国际合作项目，与国外科研单位、园艺苗圃建立合作关系，从国外通过购买、交换等方式引进优良观赏草品种。



4. 观赏草种质资源圃：建立了300亩种质资源圃，鉴定保存了5科25属165种3519份观赏草资源，涵盖了我国北方具备观赏草开发潜质的80%草种，成为国内外重要观赏草研究基地。



不同角度，不同季节的资源圃景观

5. 观赏草种质资源的筛选与评价：在当地气候、生态条件下，系统评价了观赏草的生物学特性、观赏性和抗逆性，建立评价指标体系，筛选出适合当地种植的观赏草优良种质，为新品种培育奠定了基

评价指标
Evaluation criteria

- ◆ 生物学特性 (Biological characteristics)
物候期 (Phenological phase)、绿期 (Green period)、结实 (Seed setting) 等
- ◆ 观赏性 (Ornamental traits)
株高 (Plant height)、叶色 (Leaf color)、冠幅 (Crown width) 等
- ◆ 抗逆性 (Stress tolerance)
耐寒性 (Cold tolerance)、耐旱性 (Drought tolerance)、耐盐性 (Salt tolerance)、耐阴性 (Shade tolerance) 等

层次分析法
Analytic Hierarchy Process

定义

1	表示两个指标具有同等重要性
3	表示一个指标比另一个指标稍微重要
5	表示一个指标比另一个指标明显重要
7	表示一个指标比另一个指标强烈重要
9	表示一个指标比另一个指标极端重要
2, 4, 6, 8	介于上述两两判断的中间

标度的取值 如果标度为奇数(1,3,5,7,9)时,则1/3,1/5,1/7,1/9

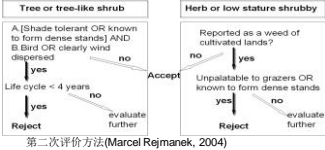
两两比较	判断矩阵	权重	一致性检验
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9

适于北方地区的优异资源
Excellent resources for Northern China

 细丛菵草 C. bamusa	 披针叶菵草 C. lanceolata
 香菵草 C. girardiniana	 披针叶菵草 C. lanceolata

5. 生物入侵风险评价, 利用 杂草入侵风险评价方法WRA对资源圃的所有观赏草资源进行了入侵风险评价, 明确不同草种的入侵风险值

问题号	问题	答案 得分
1.01	该物种是否高度驯化? 如果答案为“否”, 请跳到问题2.01	
2.01	该物种是否适应华北地区气候(0—低, 1—中, 2—高)	
3.01	在自然范围以外是否已经被归化?	
6.01	是否有充足的证据证明在栖息地繁殖失败?	
7.01	繁殖体是否可能无目的传播扩散?	
8.01	是否产生大量种子?	



第二次评价方法(Marcel Rejmanek, 2004)

对引进的品种要注意: 生态适应性, 风险入侵性、观赏性及繁殖特性等等。期间要严格限制其扩散, 对**强茎型**繁殖的要地下隔离, 对**产生种子**的要限制种子扩散, 并及时清除周边的自繁苗。至少三年的观察, 才开始下一步的研究。

6. 明确了狼尾草属、芒属、苔草属的遗传背景、亲缘关系, 建立了人工品种鉴别图

- 鉴定出不同狼尾草种质的倍性 (**二、三、四和五倍体**) ;
- 筛选出稳定性好、特异性高的SSR引物 (**狼尾草26对、芒草47对、苔草42对**) ,
- 分别建立了**狼尾草、芒草、苔草**的人工品种鉴别图。



SCI/HORTIC, 2015; PLANT MOL BIOL REP, 2016

7. 创建了草种质资源管理信息系统, 提高了科技资源利用率

- **资源类型:** 野生资源、自育品种、引进品种;
- **数据种类:** 来源、生物学特征、适应性、观赏性、照片等;
- **信息数量:** 5科25属4018份资源120, 000多条。



http://www.agridata.ac.cn/orgrass

实时更新和共享, 成为北京及周边地区园林建设的重要资源信息支撑



软件著作权

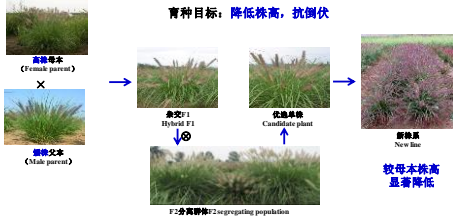
新品种选育

新品种选育

观赏草资源丰富、种类繁多, 品种培育方面除了常用的**引种驯化、选择育种**外, 其它育种方式如杂交育种、诱变育种、现代生物技术育种也广泛应用。

创立了适于**苔草属、狼尾草属、芒属、画眉草属、柳枝稷属**等的育种技术, 培育出**新品系79个**, 其中**25个品种**通过国家或北京市审定。

狼尾草杂交育种
Hybrid breeding of *Pennisetum*



‘紫叶’狼尾草多倍体育种 Chromosome doubling breeding of *Pennisetum × advena*

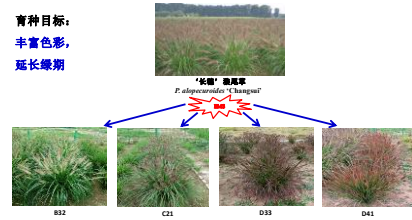
育种目标：降低株高，抗倒伏



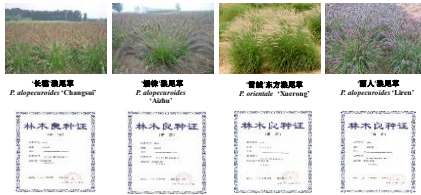
六倍体较三倍体母本，株高降低，分蘖减少，叶面积减少，抗倒伏增强

狼尾草诱变育种 Mutation breeding of *Palopecuroides*

育种目标：
丰富色彩，
延长花期



已审定观赏狼尾草品种 Ornamental *Pennisetum* cultivars have been registered



适应性广，全国均可种植；观赏期长；用途广，可用于盆栽、花境、片植

建立了苜蓿引种驯化和选择育种技术，培育新品种4个，其中国审3个，北京市审1个

‘秀发’披针叶苜蓿（国S-SV-CL-014-2012）（金奖）
‘四季’青绿苜蓿（国S-SV-CL-006-2010）
‘绿秀’矮丛苜蓿（京S-SV-CH-006-2012）
‘绿秀’横果苜蓿（国R-SV-CT-004-2014）

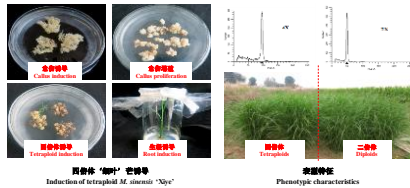
- 耐荫：在75%荫蔽条件下生长良好；
- 节水：年耗水330 mm，自然降水生长良好；
- 绿期长达220-245天；
- 建植迅速，种植当年盖度达90%以上；
- 维护成本低，不用修剪，无需防治病虫害。



‘秀发’披针叶苜蓿

芒草多倍体育种 Chromosome doubling breeding of *Miscanthus sinensis*

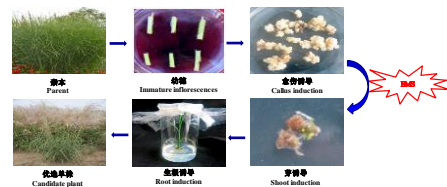
育种目标：降低株高，抗倒伏



四倍体较二倍体母本，分蘖减少，茎秆增粗，抗倒伏增强

芒草诱变育种 Mutation breeding of *M. sinensis*

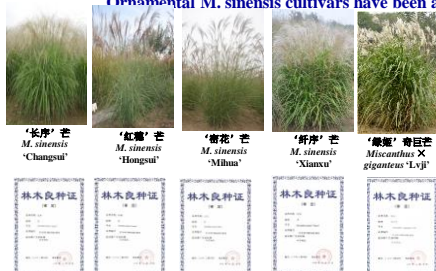
育种目标：降低株高，抗倒伏



较母本材料，株高降低，茎秆增粗，抗倒伏增强

已审定观赏芒品种

Ornamental *M. sinensis* cultivars have been approved

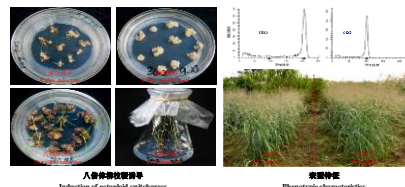


- 花期持续时间长，始花期从8月-11月；
- 花序颜色丰富，包括银色、白色、粉色、黄色；
- 适宜大尺度造景，为北京园林景观增彩添绿。

柳枝稷多倍体育种

Chromosome doubling breeding of switchgrass

育种目标：降低株高



八倍体柳枝稷诱导

表型特征

八倍体较四倍体母本，株高降低，分蘖减少，茎秆增粗，抗倒伏增强

已审定其它观赏草品种

Ornamental grass cultivars have been registered



观赏草育种的特点

与其他园林植物相比，观赏草育种工作开展得较晚，目前还没有系统全面的开展起来。其特点主要有：

- 资源收集的多，资源创新的少；
- 引种多，育种少；
- 自然杂交变异的多，定向育种的少；
- 生物技术如转基因技术基本没有在该领域应用。

观赏草育种的发展趋势

1. 追求新奇，特别是在色彩方面，从原来的绿色，向着红色、蓝色、黄色甚至黑色等更加奇特的颜色发展；
2. 一年生观赏草越来越受到青睐，这类草种无论是观赏性还是经济效益都更加突出，以穴盘苗的形式方便产业化发展。
3. 抗旱目标的追求有所降低，因为与草坪地被花卉等一起种植，综合考虑灌溉方式，观赏草的需水量可以增加。
4. 本土草种开发和应用越来越重视，以避免入侵风险，降低育苗和管护成本。

观赏草的适应性研究

1. 观赏草品种区域适应性评价: 选择有代表性的地区进行区域试验, 以明确不同品种的适应性

1. 时间与地点: 3年4地田间试验;
2. 试验设计: 随机区组, 重复4次
3. 小区面积: 20m²以上;
4. 调查指标: 适应性 (越冬、越夏等); 生物学特性 (株高、分蘖、冠幅、叶宽、叶长、花序长度、物候期等); 观赏性 (专家评分);



明确了选育品种的适宜区域, 为推广应用奠定基础。



2. 观赏草耐旱性评价: 通过盆栽试验研究了100余份观赏草资源的耐旱性

分析了干旱胁迫对不同观赏草生长和生理特性的影响, 筛选出综合评价指标, 建立了耐旱性评价方法, 明确了不同观赏草的耐旱能力。



耐旱性评价盆栽试验

筛选出一批耐旱性强, 年蒸散量低于400mm, 在北京地区雨养条件下也能生长良好的品种

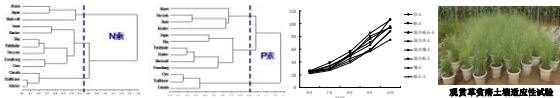
3. 观赏草耐贫瘠性评价

针对园林绿地中贫瘠、沙化等多种困难立地类型, 开展了不同观赏草耐贫瘠评价。

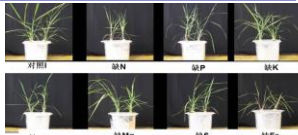
试验方法: 水培缺乏试验, 贫瘠土壤盆栽试验

调查指标:

表型指标 (株高、分蘖、叶面积、生物量等); 生理指标 (光合速率、叶绿素含量、丙二醛等)

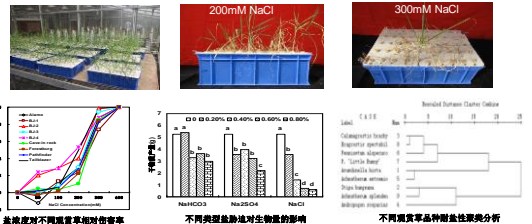


明确了不同植物的缺乏症状, 筛选出适合在贫瘠土壤中应用的优良观赏草品种



4. 观赏草耐盐性评价

系统研究了单盐、混合盐、海水等盐胁迫对观赏草生长、生理、观赏性的影响, 建立了观赏草耐盐性评价方法, 筛选出耐0.6‰盐渍化的芨芨草和画眉草, 可用于北方盐碱地绿化。



5. 观赏草耐荫性评价

研究了不同遮荫条件对苔草、芒、狼尾草等生长和观赏性的影响, 筛选出一批耐荫性较好的观赏草品种。

试验方法: 遮荫两盆栽试验

试验处理:

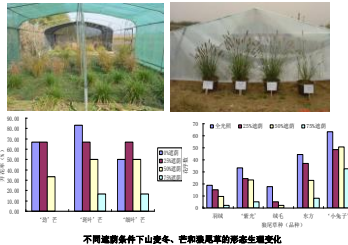
4个遮荫度 (75%、50%、25%、全光照)

调查指标:

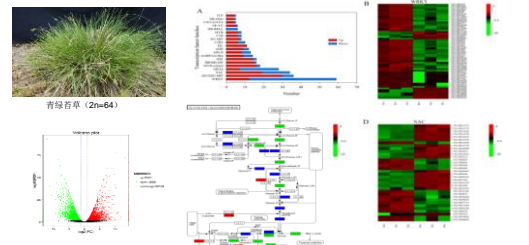
表型指标 (株高、分蘖、叶面积、生物量等);

生理指标 (光合速率、叶绿素含量、丙二醛等)

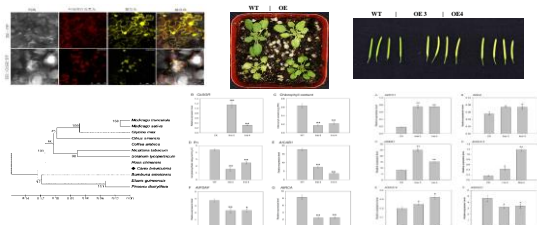
筛选出耐75%重度遮荫的苔草3种, 筛选出耐中度遮荫 (50%) 的拂子茅、狼尾草等观赏草12种。



6. 苔草耐荫、抗旱机制研究: 对4种苔草全长转录组进行测序, 建立转录组数据库, 挖掘耐荫、抗旱基因, 探讨耐荫、抗旱机制。



7. 青绿苔草延绿的分子机制研究：初步分析了CbSGR基因调控叶绿素降解的分子机制



借助全长转录组数据，克隆到青绿苔草降解基因CbSGR。生物信息学分析表明CbSGR属于STAYGREEN超家族，亚细胞定位于叶绿体。通过转基因发现CbSGR超表达可导致转基因植株叶片黄化、叶绿素含量降低、光合速率受到抑制，并且加速衰老。

观赏草繁殖与生产

观赏草繁殖与生产

建立了种子繁殖、扦插育苗、分株育苗以及组培育苗技术，为实现观赏草种苗规模化、标准化生产提供技术支持。

制定标准3项，该领域首个行业标准

林业行业标准：LY/T 2069-2012
北京地方标准：DB11/T 1302-2015
DB11/T 1097-2014



播种育苗 Seeding or Sowing

大多数一年生观赏草可以通过种子育苗繁殖，只是有些种子价格很高。Most of **annual grasses** could be seeding, like Purple Majesty Millet (*Pennisetum glaucum*), Purple Moor Grass (*Phalaris arundinacea* var.), Foxtail Barley (*Hordeum jubatum*) Great Quaking Grass (*Briza Maxima*). The prices are reasonable high, some are very expensive.



1、观赏草有性繁殖技术研究 Seeding or Sowing

能产生有繁殖力的种子，且种子育苗的后代不出现杂化、退化的品种采用播种繁殖技术。

- **矮丛苔草、披针叶苔草、青绿苔草**：发芽适温，贮藏条件，温室育苗适宜时期
- **青绿苔草**：选种技术，硫酸浸泡、层积催芽技术
- **长芒草**：发芽适温、播种基质、播种密度
- **丽色画眉**：种子类型（裸粒、稃粒）、播种基质、播种密度

试验研究——种子休眠、发芽特性研究

- 人工气候箱种子发芽试验

研究栽培观赏草在不同温度处理下的**发芽势**和**发芽率**，为生产繁殖提供指导；试验观赏草种子具有**休眠特性**，以及冷藏和 KNO_3 溶液处理对打破休眠的作用。采用培养皿滤纸法。

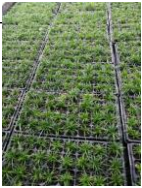
5种观赏草在人工气候箱中发芽指标差异显著性分析					
植物种类	20/15℃	25/15℃	30/15℃	35/15℃	4℃预冷 30/15℃
野生大油芒	发芽势(%)	66.3b	56.3c	57.8bc	38.0d
	发芽率(%)	91ab	83bc	87bc	80.5c
栽培大油芒	发芽势(%)	88.0a	74.5b	68.8b	40.8c
	发芽率(%)	98.8a	95.8ab	97.5ab	94.5b
狼尾草	发芽势(%)	91.8a	84.5a	64.8b	59.5b
	发芽率(%)	96.0a	93.25a	79.0b	77.0b
细茎针茅	发芽势(%)	72.5ab	65.3bc	52.3c	15.3d
	发芽率(%)	89.5ab	93.5a	91.0b	22.3c
野古草	发芽势(%)	57.8c	62.5bc	71.5ab	76.5a
	发芽率(%)	75.0b	82.5a	85.5a	82.0a

◆野生大油芒：4℃预冷处理的发芽势和发芽率均最高；具有轻度休眠，4℃预冷和KNO₃处理可以打破休眠。
◆栽培大油芒：20/15℃处理的发芽势和发芽率均最高；不存在休眠现象。
◆狼尾草：20/15℃处理的发芽势和发芽率均最高；存在休眠现象。
◆细茎针茅：预冷与非预冷处理发芽势差异显著，但发芽率差异不显著；预冷能加快其发芽速度。
◆野古草：预冷处理对野古草种子发芽无影响，不存在休眠现象；适宜在较高温度（30~35℃）发芽。

试验研究--温室盆播试验

温室盆播条件下观赏草种子的发芽状况具有更实际的生产指导意义。

观赏草温室盆播的出苗率				
试验材料	野生大油芒	栽培大油芒	狼尾草	细茎针茅
出苗率	74.0	80.3	83.8	91.5



- ◆细茎针茅的出苗率最高；
- ◆野古草的出苗率最低；
- ◆野生大油芒的出苗率低于栽培大油芒。



播种技术——长芒草

- **播种基质**：在不同基质条件下长芒草出苗的研究中发现。1) 园土:草炭=1:1, 2) 园土:蛭石=1:1, 3) 园土。
- 三种基质对长芒草的出苗没有显著影响，出苗率为47.2%~60.5%。因此**可以采取其中任何一种基质进行播种繁殖。**
- **播种密度**：500粒/穴盘、1000粒/穴盘、1500粒/穴盘（穴盘规格为60cm×25cm×5cm）。出苗率随播种密度增加而降低。1500粒/穴盘的根数、叶数与500粒/穴盘差异显著，而1000粒/穴盘的幼苗生长指标均与500粒/穴盘无显著差异。
- 从兼顾出苗数量、降低育苗成本考虑，**1000粒/穴盘的播种密度较为适宜。**

种子繁殖要注意

- **种子繁殖**
 - 不是纯合的，是杂合的，所以后代分离
 - 最好不要产生种子，以避免环境入侵风险



2、分株繁殖技术

许多观赏草是杂合的，因此为了保持品种特性需要分株繁殖，同时分株繁殖成苗速度快。

影响分株繁殖的因素：

- 分株时间；
- 分株茎数；
- 栽培基质；

矮丛苔草、青绿苔草、披针叶苔草、涝峪苔草 柳枝稷 蓝滨麦等品种都适合分株繁殖。

2、分株繁殖技术

- **分株时期**：自5月第一周开始分株，每两周进行一次，以明确分株时期对观赏草分株成活的影响。
- 结果表明：分株时间对苔草的分株成活率具有显著影响，**4月**不适于涝峪苔草分株，**7月**不适于青绿苔草分株。



2、分株繁殖技术

- **分株大小**
- **涝峪苔草**的分株成活率均最高，**10-20个分蘖**下成活率达100%。
- **矮丛苔草、披针叶苔草和青绿苔草****10—20个分蘖**的成活率都在**75%以上**，适宜的最小分株数**应为10个**。

分株繁殖，有的品种可以分的很小，甚至一个茎干就能成为一株苗，但并不是所有的品种都能这样。



“蓝姬”柳枝稷母体



“蓝姬”柳枝稷按不同地下芽数分株



- 品种：‘蓝姬’柳枝稷，两年生苗；
- 时间：2019年6月2日；
- 容器：12cm*12cm花盆，内装草炭基质；
- 处理：芽数1个，芽数3个，芽数5个；
- 每个处理20盆；
- 三个处理的成活率分别为：**80%、93%和100%**。
- 结果：比较经济有效的分株茎数**以3~6个为宜**，繁殖系数可以达到30以上。

分株扩繁Division

地栽苗在春季直接分株，可以快速成大苗，但繁殖系数较低。



3、扦插繁殖技术

Propagation by cutting

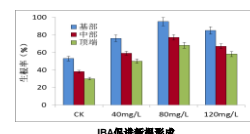
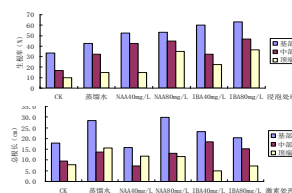
- 对不适宜分株或播种繁殖的观赏草进行扦插繁殖技术研究。**奇岗** (*Miscanthus × giganteus*)、**‘悍’芒** (*M. sinensis* ‘Malepartus’)、**‘细叶’芒** (*M. sinensis* ‘Gracillimus’) 和 **‘紫叶’狼尾草** (*Pennisetum setaceum* ‘Rubra’) 等品种。



3、扦插繁殖技术

- **影响扦插的因素**：取材时期、取材部位、扦插适宜温度、扦插基质、生长调节剂对扦插生根的影响

奇岗—取材部位和激素处理对生根的影响



基部的生根率，生根数量和总根长都高于顶端。

- 80 mg/L IBA处理显著提高生根率，达**95.6%**，比对照提高**1倍**；
- 扦插育苗成活率达**83.8%**；
- 繁殖系数提高**15-20倍**。



扦插繁殖

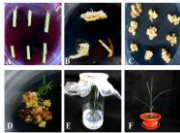
为保证扦插成活率应该考虑下面几方面

- 1: 扦插时间, 不能早也不能完老化的茎杆发芽率低
- 2: 扦插部位, 顶部、中部或底部
- 3: 植物调节剂应用IBA, NAA茎杆处理, 水、调节剂等
等。

4、组织培养技术

Propagation by tissue culture

- 针对那些不产生**繁殖力**的种子的品种,或者对那些繁殖速度很慢但需求量大很大的品种可以采用此方法。有些观赏草如“**花叶 拂子茅**”、“**卡尔吉 拂子茅**”、“**花叶 拂子茅**”和“**晨光 芒**”等品种不能有性繁殖。而分析其苗速问题,并搞清苗难度的问题,开展了组培技术研究。
- For some varieties that can not produce **fertile seeds** and **division rate is low**, then tissue culture is chose --- *Miscanthus 'Giganteus'*, *Arund donax*.
- Also for some special varieties that a **huge amount of seedling** is needed in a short time

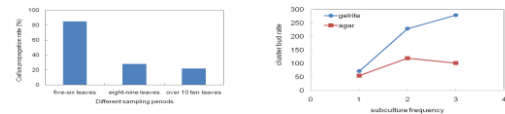


- ◆成本相对其它方法还是较高;
- ◆需要一定的技术和方法,要先开展实验;
- ◆数量越大价格越低。

取样时间和培养基的准备

取样时间和培养基成分对芽分化的影响

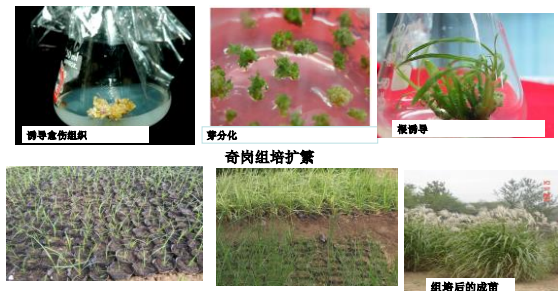
Effects of the different sampling periods and ingredient of MS medium



Taking the gelrite as coagulant in MS medium **rather than agar**, the rate of inducing callus propagation and cluster bud is the **highest** in *Giganteus* using **the five-six leaves** as explant.

4、组织培养技术

- 建立了“花叶”芦竹、“卡尔登”拂子茅、“花叶”芒的**组织培养再生体系**，利用该技术繁殖各种品种达**5000余株/组**。
- 以**茎尖**为外植体，用**75%乙醇**消毒30s，再用**0.1%氯化汞**灭菌2min，灭菌效果达到**90%**以上。
- 适宜的**愈伤组织诱导培养基**为**MS+2.4-D 4mg/L+6-BA 0.2mg/L+蔗糖30g/L+琼脂7g/L**，**pH5.8**，**脱分化愈伤组织诱导率最高**，达到**30%以上**。
- 诱导胚性愈伤组织分化培养基**为**MS+2.4-D 2.0mg/L+6-BA 2.0mg/L+蔗糖30g/L+琼脂7g/L**，**pH5.5**，**分化率达到65%**。
- 丛生芽培养培养基**为**MS+6-BA 0.3mg/L+蔗糖30g/L+琼脂7g/L**，**pH6.5**，**分化率达到77%**；**丛生芽培养**中**不含任何激素**的**洗净培养基**，**生根率95%以上**。
- 再生植株转移到**温室**中**开叶2周后**，**换至**培养基，**繁殖于营养钵中**，**基质**为**草炭:珍珠岩:蛭石1:1:1**（体积比），**遮光约50%**，**保持基质含水量60%-80%**，**4周后**可进行**大田移栽**，**成活率达99.0%**。

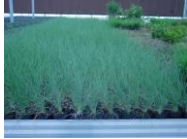


观赏草生产—温室盆栽

◆温室规模化盆栽生产



北方地区生季较短的地区适宜在温室内繁殖，延长生长时间，春季早供苗。



观赏草生产--露地盆栽

标准化生产，整齐一致，运输方便，但保存时间短。



观赏草生产--大田地栽

成本较低，苗健壮，保存时间长，但起苗运输不方便。

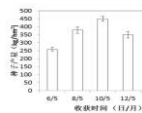


苔草生态产品--草毯、纤维毯

满足特殊立地条件的需求

1. 针对苔草种子产量低、价格高，市场竞争力弱等关键问题，建立了苔草种子高产栽培技术体系

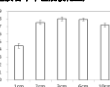
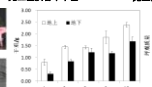
- 种植密度：10-12株/m²
- 株行距配置：20 cm*40 cm
- 收获时间：乳熟期后3-5天
- 施肥技术：测土施肥，底肥追肥相结合（一般1吨有机肥，100 kg 复合肥，30 kg 尿素）
- 灌溉技术：冻水，返青水关键



产量大幅度增加：每亩10 kg增至30-50 kg，提高了3-5倍
价格显著降低：每 kg由1000元降至200元，具备商业化开发条件

2. 建立了苔草无土基质草毯生产技术体系，解决了苔草坪用的技术难题

- 基质配方：有机肥+草炭+复合肥等
- 种子用量：10g
- 基质厚度：3-6cm
- 出圃时间：3-4个月
- 草毯重量：3 kg/m²（园土草坪30 kg/m²）
- 成活率：98%



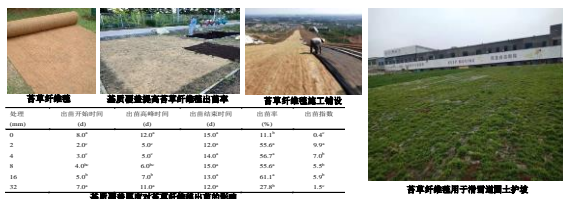
基质厚度对苔草草毯生长和坪用质量的影响



3. 建立了苔草纤维毯生产技术体系，实现了困难立地苔草快速建植覆盖

- 纤维毯类型：椰丝纤维毯
- 纤维毯结构：5层，镶嵌种子
- 种子用量：10-15g
- 齐苗时间：15-20天
- 出苗率：60%
- 适用范围：边坡、沙地等困难立地条件

观赏草在园林景观中的示范应用



应用案例



应用案例



应用案例



应用案例



已通过审定（认定）的观赏草品种

‘京西’远东茭草 (*Achnatherum extremiorientale* ‘Jingxi’)

- **品种特性：**多年生，丛生。株高1.5~1.8 m，叶片翠绿色。圆锥花序开展，花期8-9月。喜光照，稍耐荫蔽，耐旱，不择土壤。
- **园林应用：**3月中旬返青，6月底开花，是暖季型观赏草中少见的早花品种。主要作为园林景观中的点缀植物，以单株或几株丛栽种植观赏效果最好。建议种植密度：4株/m²。
- **中国草品种审定委员会，编号：358。**



‘翠峰’大油芒 (*Spodiopogon sibiricus* ‘Cuifeng’)

- **品种特性：**暖季型，丛生。株高1.2~1.8m，叶片翠绿色，秋天变为紫色。圆锥花序，亮紫色，初花期7月上旬。喜光，喜疏松肥沃土壤，耐轻度遮荫，耐寒性强。
- **园林应用：**株型周正，其翠绿色叶片尤其引人入胜。可孤植、列植或成片种植。建议种植密度：4株/m²。
- **国家林业局林木品种审定委员会，图R-SV-SS-004-2007。**



‘紫光’狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides* ‘Ziguang’)

- **品种特性：**穗状圆锥花序初为淡紫色，后变为棕红色，长12~26cm。株高80~140cm。花期7~10月。喜光、耐旱、耐寒，不耐荫蔽。
- **园林应用：**花序突出叶片以上，如喷泉状，具有极佳的观赏价值；其发达的根系固土能力强，可用于坡地、荒滩地等生态环境恢复。可孤植、列植或片植。建议种植密度：4~6株/m²。
- **国家林业局林木品种审定委员会，图R-SV-PA-005-2007。**



‘长青’矮丛苔草 (*Carex humilis* ‘Changqing’)

- **品种特性：**冷季型，密簇丛生。株高30cm，冠幅40cm。叶片狭长，绿色。3月中旬返青，11月初枯黄。适宜中性或弱酸性疏松土壤，全日照至75%郁闭长势良好。
- **园林应用：**叶片细腻柔美，成片种植或花坛镶边效果非常突出，也是很好的地被植物。建议种植密度：16~25株/m²。
- **北京市林木品种审定委员会，京R-SV-SS-006-2007。**



‘花叶’芒 (*Miscanthus sinensis* ‘Variegatus’)

- **性状特征：**叶片具奶白色条纹，条纹与叶片等长。圆锥花序，花序深粉色，花序高于植株30~50cm，花期9~10月。喜光，耐轻度遮荫，不择土壤，耐寒，耐旱。
- **园林应用：**绿白相间条纹的叶片观赏性极佳，整个生长期均为其观赏期。可孤植、片植或条带种植，是盆栽、岩石园的理想材料。建议种植密度：4~6株/m²。
- **国家林业局林木品种审定委员会，图R-SV-MS-011-2008。**



‘春逸’长芒草 (*Stipa bungeana* ‘Chunyi’)

- **品种特性：**冷季型。叶片亮绿色。穗状花序，长20~30cm，芒长10cm，花期4月底~5月底。喜光，稍耐荫，耐寒性、耐贫瘠性、耐旱性强。
- **园林应用：**花序轻柔飘逸，基生叶密簇丛生。适宜在公路、公园坡地等土壤贫瘠的地方栽植，也可作为地被植物应用。建议种植密度：6~9株/m²。
- **国家林业局林木品种审定委员会，国R-SV-SB-010-2008。**



‘京西’野古草 (*Arundinella hirta* ‘Jingxi’)

- **品种特性：**暖季型。株高80~130cm，圆锥花序紧缩，长15~26cm，花果期7~10月。喜光，不耐荫蔽，耐热性好，耐贫瘠。
- **园林应用：**叶片亮绿色，秋天霜冻后变为红紫色。夏季观花，秋季观叶。主要作为园林景观中的点缀植物，以单株或几株丛栽种植观赏效果最好。建议种植密度：4株/m²。
- **中国草品种审定委员会，编号：384。**



‘韩国涟川’短毛野青茅 (*Calamagrostis brachytricha* ‘Hanguolianshuan’)

- **品种特性：**多年生，株高达140cm。圆锥花序长30cm，宽8cm，冠幅达85cm。耐干旱、耐贫瘠，全年无明显病虫害发生。
- **园林应用：**3月中旬返青，绿期230天。淡紫色花序雍容华贵，尤其秋冬季节效果非常突出。匍匐、片植或盆栽种植，与宿根花卉配置花境观赏效果更为突出。建议种植密度：6~9株/m²。
- **中国草品种审定委员会审定，编号：436。**



‘四季’青绿苔草 (*Carex leucochlora* ‘Siji’)

- **品种特性：**冷季型，丛生。株高25cm，叶片细长，深绿色，花期4~5月。全光照至中度荫蔽条件下长势良好，适应性强，耐旱，喜疏松肥沃土壤。耐寒，耐贫瘠土壤，夏季不休眠，在全日照至50%遮荫条件下均生长旺盛。
- **园林应用：**绿色期240余天。主要作为园林中的地被植物，也可片植或色块。建议种植密度：16~25株/m²。
- **国家林业局林木品种审定委员会，国S-SV-CH-006-2012。**



‘秀发’披针叶苔草 (*Carex lanceolata* ‘Xiufa’)

- **性状特征：**冷季型，密簇丛生。株高30cm，冠幅40cm。叶片绿色，狭长。花期3月底至4月初。不择土壤，但中性或弱酸性疏松土壤长势更好，耐荫蔽。
- **园林应用：**绿色期230天左右。叶片细腻柔美，成片种植或花坛镶边效果非常突出，也是良好的地被植物。建议种植密度：16~25株/m²。
- **国家林业局林木品种审定委员会，国R-SV-CL-014-2012。**



‘绿秀’横果苔草 (*Carex transversa* ‘Lvxiu’)

- **品种特性：**冷季型，丛生。株高40cm，冠幅40cm。叶片深绿色，花期5~6月，枯黄期长至11月底。适宜中性或弱酸性土壤。耐霜冻，耐荫，全日照至75%郁闭长势良好。
- **园林应用：**绿期长是其显著特点。可片植或列植，是一种良好的地被植物。建议种植密度：12~16株/m²。
- **国家林业局林木品种审定委员会，国R-SV-CT-004-2014。**



‘纤序’ 芒 (*Miscanthus sinensis* ‘Xianxu’)

- **品种特征:** 株高1.65-1.75m, 冠幅105-120cm, 叶片翠绿, 细长。圆锥花序, 长38-45cm, 花期8-10月。生长强健, 对土壤没有特殊要求。全日照至轻度荫蔽生长良好, 耐旱、耐寒。
- **园林应用:** 可应用于绿地、花坛和花境, 还可以花篱的形式作为隔离屏障, 或者作为盆栽装饰与观赏; 对于荒坡、盐碱滩地等需要进行生态恢复和治理的地段也可以尝试建植。适宜孤植、丛植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度: 4株/m²。
- **北京市林木品种审定委员会, 京SV-MS-024-2014。**



‘红穗’ 芒 (*Miscanthus sinensis* ‘Hongsui’)

- **品种特性:** 株高165-190cm, 冠幅115-135cm。圆锥花序红褐色, 长28-35cm。叶色翠绿具有少量黄色的斑纹。最佳观赏期9-10月。
- **园林应用:** 花序柔美且呈现时间上色泽的动态变化, 初花期黄绿色、盛花期红褐色, 衬托碧绿色的叶片呈现鲜明的视觉对比效果; 观赏期长, 可持续至11月。适宜孤植、丛植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度: 3-5株/m²。

‘长序’ 芒 (*Miscanthus sinensis* ‘Changxu’)

- **品种特性:** 多年生, 丛生。株高145-155 cm, 冠幅115-125 cm。花序细长, 长35-45 cm; 叶色碧绿而细长, 叶长55-65 cm, 叶宽9-12 mm。花果期9-11月。
- **园林应用:** 株型优美、花序纤长。适宜应用于观赏园区、公园、城市绿地、花坛和花境, 还可以尝试作为盆栽装饰与观赏。适宜孤植、丛植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度: 3-5株/m²。

‘密花’ 芒 (*Miscanthus sinensis* ‘Mihua’)

- **品种特性:** 密丛型。株高195-220 cm, 冠幅100-115 cm; 花序密集而植株挺拔, 花序数65-73个。耐荫性较好, 在50%以下遮荫条件下生长良好。
- **园林应用:** 应用于绿地、花坛和花境, 还可以花篱的形式作为隔离屏障。适宜丛植、孤植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度: 2-4株/m²。

‘长穗’ 狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides* ‘Changsui’)

- **品种特性:** 密丛型。株高95-115 cm, 冠幅110-125 cm。叶片绿色, 叶长75-90 cm。穗状花序粗壮, 小穗具刚毛, 紫褐色。绿期200天左右, 最佳观赏期为9-10月。
- **园林应用:** 花期其花序粗壮、颜色艳丽并随生长长期的变化而改变 (初花期为粉紫色、后转为紫褐色)、观赏持续时间长。适宜作为园林配景植物和其他植物搭配应用于园林绿化, 也可用于花坛和花境, 适宜孤植、丛植或片植。建议种植密度: 4-6株/m²。

‘矮株’ 狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides* ‘Aizhu’)

- **品种特性:** 植株低矮, 叶色碧绿。株高75-95 cm, 冠幅105-125 cm。花序密集, 不高于叶层。初花期较晚, 9月中下旬初花。
- **园林应用:** 植株矮小、花序密集于叶层之下, 是狼尾草各品种中较为低矮小巧的种类型。主要作为园林配景植物应用于展示园、公园、城市绿地、花坛和花境, 也可尝试作为盆栽观赏, 适宜批片植、条植、孤植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度: 4-6株/m²。

17



‘雪绒’东方狼尾草 (*Pennisetum orientale* ‘Xuerong’)

- **品种特性：**株高100-110 cm，较母本高出40 cm左右，花序长21-25 cm；花序色泽艳丽，初为淡粉色、后转为白色；6月上旬开花，可持续至9月，长达120天。
- **园林应用：**植株丛生，株高等。主要作为园林配景植物应用于展示园、公园、城市绿地、花坛和花境。适宜批片植、条植、孤植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度：4-6株/m²。



‘粉黛’毛芒乱子草 (*Muhlenbergia capillaris* ‘Fendai’)

- **品种特性：**株高100-110 cm，叶片线形，单株花序数26-30个，长40-55 cm；花序开展，突出于叶丛之上，呈粉紫色，如云雾状；8月底初花，花期可持续至11月，80-90天。
- **园林应用：**作为园林配景植物应用于绿地、花坛和花境，也可以作为盆栽装饰与观赏，或作为干花材料应用。适宜片植、孤植、丛植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度：6-9株/m²。



‘绿姬’奇巨芒 (*Miscanthus X giganteus* ‘Lvji’)

- **品种特性：**株高268-312 cm，3年生植株的冠幅达220 cm，花序数82-93个，花序长35-45 cm；叶色翠绿，花序银白色，富有光泽；花期较晚，最佳期为10月。
- **园林应用：**植株高大，叶色翠绿，是芒属品种中最高大的种类。主要作为园林配景植物应用于展示园、公园、城市绿地、花坛和花境，可作为绿篱应用于观光园区。适宜批片植、条植、孤植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度：2株/m²。



‘盈逸’知风草 (*Eragrostis ferruginea* ‘Yingyi’)

- **品种特性：**株高105-110 cm，冠幅110-120 cm，单株花序数60-80个；花序密集，棕红色圆锥花序大而开展，**花序轻盈飘逸**；花期较晚，9月中上旬初花。
- **园林应用：**植株低矮，叶色翠绿。可应用于观光园区、郊野公园、道旁、庭院或城市绿地等地的绿化，适宜片植、条植、列植、丛植，或与其他植物配置应用，也可尝试盆栽或将花序作为插花材料应用于室内装饰和观赏。建议种植密度：4株/m²。



‘丽人’狼尾草 (*Pennisetum alopecuroides* ‘Liren’)

- **品种特性：**株高135-140 cm，冠幅120-140 cm；单株花序数180-200个。9月初初花，花期较长，可持续至深秋；圆锥花序紫红色，色泽靓丽独特。
- **园林应用：**植株高大，花序多而密集。主要作为园林配景植物应用于公园、城市绿地、郊野公园、花坛和花境等。适宜批片植、条植、孤植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度：2-4株/m²。



‘蓝姬’柳枝稷 (*Panicum virgatum* ‘Lanji’)

- **品种特性：**株型紧凑，叶片呈灰蓝色；株高168-175 cm，冠幅105-110 cm；花期7-8月，圆锥花序黄绿色，单株花序数60-70个。
- **园林应用：**植株中等，叶色灰蓝。适宜孤植、片植、条植或者与其他植物组合搭配应用于休闲观光园区、城市绿地、花坛和花境以及坡地。建议种植密度：2-4株/m²。





‘映霜红’帚状须芒草（*Andropogon scoparius* ‘Yingshuanghong’）

- **品种特性：**株高123-128 cm，冠幅80-90 cm；单株花序数90-105个；茎秆和叶片颜色多变而绚丽，夏季呈灰绿色，秋季呈至紫红色；最佳观赏期10-11月。
- **园林应用：**植株丛生，株高中等。主要作为园林配景植物应用于展示园、公园、城市绿地、花坛和花境。适宜批片植、条植、孤植或者与其他植物组合搭配应用。建议种植密度：4-6株/m²。



谢 谢