



吴帅男,陆婷,周睿,等.扁叶刺芹种子萌发及在迁地条件下开花结实特性[J].黑龙江农业科学,2023(5):52-56.

扁叶刺芹种子萌发及在迁地条件下开花结实特性

吴帅男,陆婷,周睿,顾元江

(新疆农业大学 林学与风景园林学院,新疆 乌鲁木齐 830052)

摘要:扁叶刺芹(*Erygium planum* L.)是一种野生观赏植物,在我国仅分布在新疆。为促进野生扁叶刺芹的引种栽培,以扁叶刺芹种子及迁地条件下的实生苗为试验材料,通过田间及实验室试验的方法对其种子萌发与开花结实特性进行研究。结果表明,扁叶刺芹的果实为双悬果,果皮厚有棘刺,其种子没有休眠,去果皮能显著提高扁叶刺芹的发芽势,清水浸种 24 h 能显著提高发芽率和发芽势。在乌鲁木齐市露地栽培的扁叶刺芹 2022 年 5 月 22 日开始抽苔,始花期 5 月 27 日,6 月 15 日进入盛花期,7 月 9 日进入末花期,6 月 29 日已经开始结实,7 月 10 日为果初熟期,7 月 20 日为果全熟期。在引种地,可以正常完成生活史,安全越冬。可以通过人工去果皮,清水浸种 24 h 来提高其发芽能力。

关键词:扁叶刺芹;种子萌发;发芽能力;开花;结实特性

扁叶刺芹(*Erygium planum* L.)是伞形科(Apiaceae)刺芹属(*Erygium*)的多年生草本植物,在欧洲中部、南部和前苏联的高加索、西伯利亚西部及天山、阿勒泰山脉等地区分布,在我国仅产于新疆阿勒泰地区^[1]。扁叶刺芹花序具有亮蓝色金属光泽,干燥后其光泽依然能够长久保存,是一种优秀的鲜切花和干燥花材料,还可以食用和药用,有滋补和消炎等功效^[2-4]。

扁叶刺芹在欧洲很早就作为花卉进行栽培了,在美国也很受欢迎,育种学家们育出扁叶刺芹多个专利品种,如“Fluela”“Jade Frose”“Calypso”等^[5-6]。但在我国有关扁叶刺芹的研究报道很少,靳文东^[7]用小段文字介绍了新品种扁叶刺芹“蓝精灵”,王意成^[8]简单介绍了扁叶刺芹栽培要点,但两篇文章均未介绍其具体植物材料来源^[7-8]。刘东焕等^[9]对引种到北京植物园的扁叶刺芹的耐荫性进行了研究。刘启新等^[10]使用扁叶刺芹作为试验材料,研究中国伞形科变豆菜亚科果实解剖特征及系统学意义。现有研究水平下,关于扁叶刺芹的基础研究工作明显不足。

这种具有多种价值的野生植物资源目前还作为野草无人问津,其价值尚未得到有效开发利用。扁叶刺芹在我国仅天然分布于新疆,具有作为当

地特色观赏植物的先决条件。研究扁叶刺芹的引种栽培同时能够响应国务院办公厅关于科学绿化的指导意见,科学选择绿化树种草种、积极采用乡土树种草种、审慎使用外来树种草种^[11]。本研究以新疆野生的扁叶刺芹为研究对象,通过室外定点定株观察、标准发芽法及发芽率测定等方法,对其种子萌发特性和开花结实进行了研究,以期为该物种在新疆的引种驯化和开发利用提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料

2019 年 7 月在新疆阿勒泰哈巴河县河岸边(47°53'N,86°12'E)采集到扁叶刺芹种子,属大陆性北温带寒冷气候区,年降水量 205.6 mm^[12]。

同年 12 月于温室播种育苗,2020 年 5 月定植在乌鲁木齐市三坪新疆农业大学教学实习基地(43°56'N,87°21'E),年降水量 195 mm。

2020 年 5 月定植的实生苗进入抽薹期,本研究以在迁地条件下的扁叶刺芹开花结实及种子萌发特性进行观察。关于种子的定义有不同的划分,在植物学上种子是胚受精后发育而成的植物原始体,而农业上的种子指可直接作为播种材料的个体、植物器官和组织^[13]。因此便于描述,本文所讨论的种子采取的是农业上的定义,扁叶刺芹把果实作为播种材料,因此将其果实称为种子。

1.2 方法

1.2.1 果实形态特性观察 在体视显微镜下观察种子形态并拍照,随机取 2021 年采集的成熟饱

收稿日期:2023-01-07

基金项目:新疆维吾尔自治区重点研发任务专项计划(2022-B02003)。

第一作者:吴帅男(1993—),男,硕士研究生,从事园艺作物种质资源研究。E-mail:307966466@qq.com。

通信作者:陆婷(1970—),女,博士,副教授,从事园艺植物繁殖生物学研究。E-mail:luting0909@126.com。

满端正的扁叶刺芹种子 100 粒,测量其长度、宽度、厚度,计算长宽比。参考江黎明等^[14]的方法,用百粒法测量扁叶刺芹种子千粒重,从供试种子中随机数出 100 粒果实为单位进行称重(g),5 次重复,计算平均值。

1.2.2 果皮对扁叶刺芹种子萌发的影响 随机选取 2020 年采集的成熟饱满的扁叶刺芹种子 300 粒,分为 2 组,每组 3 次重复。参考周兵等^[15]的方法,先将种子浸泡 2 h,使果皮软化便于去掉,浸泡结束后用镊子在培养皿中剥去果皮,一组为 CK,一组采用去掉果皮。将 2 组种子用纸培法在室温下进行发芽试验。

1.2.3 浸种催芽试验 随机选取 2020 年采集的成熟饱满的扁叶刺芹种子 750 粒,分为 5 组,每组 3 次重复。参考屈燕等^[16]的方法,室温下清水浸泡 12,24,36 和 48 h,以不浸泡作为对照(CK),将 5 组种子用纸培法在室温下进行发芽试验。

1.2.4 开花结实特性观察 花期参考 Dafni^[17]的方法,抽苔期,初花期(5%植株开花),盛花期(50%以上植株开花),末花期(95%植株开花结束),初果期(植株上有果实出现),果初熟期(植株上有少数果实成熟变色),果全熟期(50%以上的植株果实成熟变色),每天观察一次。

2022 年 5 月—7 月于试验地随机选取 30 株进行编号标记,作为定点观测对象。从抽苔至果实成熟期间实地调查扁叶刺芹株高、茎粗、花期、

花序着生位置、花序排列方式、花序数、花序上单花数、花部形态、开花顺序等形态指标。

待果实完全成熟,分级采收种子,采集后将所有相同分级花序上的种子均匀混合,从每一分级花序的种子中随机选取 100 粒,测量不同分级的种子大小和质量,并进行萌发试验。

1.2.5 测定项目及方法 参考张敏等^[18]的方法,从第一粒种子萌发开始,每 24 h 观察记录种子发芽数,发芽时间以连续 5 d 种子不萌发视为发芽结束。根据统计结果计算发芽率(GP)、发芽势(GE)、发芽指数(GI)。启动日为试验开始到第一粒种子萌发所需要的天数^[19]。

$$\text{发芽率}(\%) = G_t / NT \times 100$$

$$\text{发芽势}(\%) = G_6 / NT \times 100$$

其中, G_t 表示在 t 日时的萌发数, NT 表示种子总数, G_6 为种子发芽第 6 天的种子萌发数。

1.2.6 数据分析 试验数据通过 Excel 2010 统计数据、计算并制图,采用 SPSS 19.0 软件并利用 Duncan's 法进行显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 扁叶刺芹果实形态特性与千粒重

成熟后的扁叶刺芹果实如图 1 所示,果实类型为双悬果,腹面平,背面凸起,呈黄褐色、外面被白色窄长的鳞片,头部有 2~3 枚直刺。果实长 2.52~4.42 mm,果实宽 1.58~3.06 mm,果实厚 0.62~1.37 mm,果实千粒重为 1.50 g。



A



B

图 1 扁叶刺芹果实背面(A)和腹面(B)形态

2.2 果皮对扁叶刺芹种子萌发的影响

扁叶刺芹种子被果皮包裹,果皮可能产生萌发抑制物或对种子萌发产生机械阻碍^[20]。因此对扁叶刺芹进行了去果皮处理试验。由图 2 和表 1 可知,扁叶刺芹种子均在试验 5 d 后开始萌发。去果皮处理组在试验 6~7 d 种子发芽率快速增

长至接近 40%,且在试验 6~22 d 的种子发芽率始终高于 CK。但是最终两者的发芽率趋于相同,去果皮处理的发芽势更高,为 46.00%,说明在去果皮处理后,扁叶刺芹种子的发芽更整齐。综合来看,去果皮处理可以影响扁叶刺芹种子的发芽势,但不影响最终的发芽率。

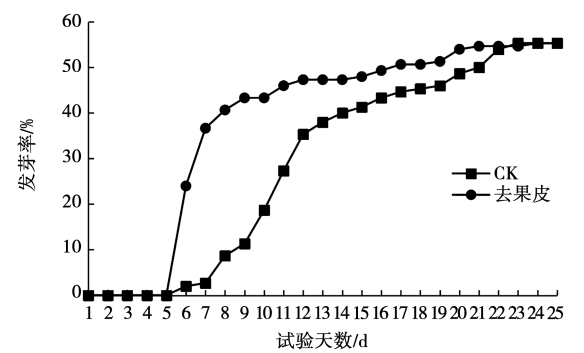


图 2 去果皮处理下扁叶刺芹种子萌发动态

表 1 去果皮处理对扁叶刺芹种子萌发的影响

处理	启动日/d	发芽率/%	发芽势/%
CK	5	55.33±2.31 a	27.33±9.45 b
去果皮	5	55.33±11.01 a	46.00±13.11 a

注:不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。下同。

2.3 清水浸种对扁叶刺芹种子萌发的影响

扁叶刺芹的种子没有休眠特点,但萌发试验表明种子发芽势低,发芽历程长且不整齐。清水浸种是生产上常用的催芽技术措施,由表 2 可知,随着浸种时间的增加,扁叶刺芹的发芽率、发芽势呈先上升后下降的趋势。清水浸种可以缩短种子萌发启动日,提高发芽率和发芽势。并且清水浸种后,扁叶刺芹种子发芽率均在 70% 以上,发芽势在 45% 以上,显著高于对照处理(浸种 0 h)。在浸种 24 h 时,其发芽率、发芽势最高,分别为 85.33% 和 66.00%。因此,扁叶刺芹种子最适浸种时间为 24 h。

表 2 清水浸种时间对扁叶刺芹种子萌发的影响

浸种时间/h	启动日/d	发芽率/%	发芽势/%
0	5	59.33±6.11 c	24.67±8.33 c
12	3	70.67±6.11 b	45.33±13.11 b
24	3	85.33±4.16 a	66.00±10.58 a
36	3	71.33±3.06 b	58.00±8.72 a
48	3	71.33±1.15 b	59.33±1.15 a

2.4 迁地条件下扁叶刺芹开花结实特性观察

2.4.1 形态特征 迁地条件下扁叶刺芹株高(101.06±14.64)cm、冠幅(40.62±4.00)cm。上部 3 歧 1~5 回叉状分枝,头状花序着生于每 1 个叉状分枝的最顶部。扁叶刺芹的一级花序着生在主茎顶端,其他等级花序都着生上一级别花序的侧枝上。植株各级花序着生部位如图 3 所示。

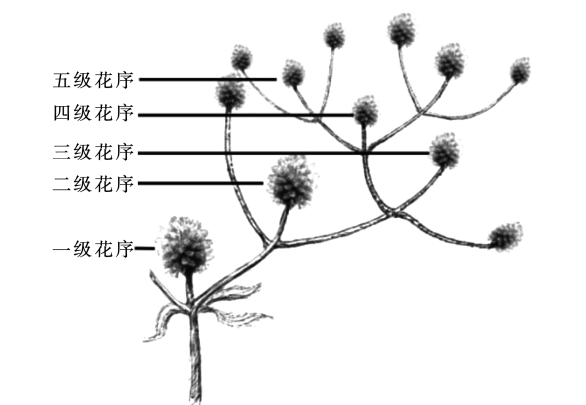


图 3 扁叶刺芹花序着生位置及分级示意图

花序呈卵圆形,长(1.61±0.49)cm、宽(1.62±0.36)cm,平均单株可形成花序(68±22)个。花序蓝紫色,花丝浅蓝色,花丝宿存,萼齿卵形,花瓣与萼片互生,膜质透明,向内弯曲,在弯曲处两侧呈耳形并有不明显的睫毛。单株开花顺序为沿主茎至末级侧枝逐级开放,单个花序中小花开放顺序为由边缘向中心逐渐开放。

2.4.2 物候特征 在乌鲁木齐市扁叶刺芹 2022 年 5 月 22 日开始抽薹,5 月 27 日已经有 5% 的小花开始开花,进入始花期,6 月 15 日有一半的小花开始开花,进入盛花期,7 月 9 日已有 95% 的植株开花结束进入末花期,群体花期持续时间为 50 d。6 月 29 日有一株的一级花序上的果实变为黄褐色,开始进入果熟期,7 月 10 日 5% 的果实成熟,进入果实初熟期,7 月 20 日一半的植株上果实成熟,进入果实全熟期,果实呈深褐色。

2.4.3 结实特性 通过观察发现花序在植株不同着生位置的成熟度不同,果实成熟度对果实的质量、贮藏、萌发等都有影响,在同一时间一级花序的果实发育最早,发育时间长于二级、三级花序的果实。由表 3 可知,果实大小随着扁叶刺芹果实发育时间的延长呈上升趋势,一级花序果实的长度、厚度显著高于二级、三级花序果实,但一级花序果实的宽度与二级花序果实的宽没有显著差异。

表 3 不同着生位置的扁叶刺芹果实大小

处理	长度/mm	宽度/mm	厚度/mm
一级	3.79±0.30 a	2.52±0.26 a	1.00±0.18 a
二级	3.62±0.31 b	2.40±0.25 a	0.94±0.12 b
三级	3.08±0.28 c	2.07±0.20 b	0.92±0.10 c

由表 4 可知,不同分级花序的果实发芽能力不同,均在第 5 天开始萌发,发芽率在 3 个不同分

级的果实间呈显著水平,一级花序的果实有更高的发芽率和发芽势。一级花序的果实与二级、三级花序果实的发芽势呈显著水平,但二级、三级花序果实间差异不显著。

表 4 不同着生位置的扁叶刺芹果实萌发情况

处理	启动日/d	发芽率/%	发芽势/%
一级	5	79.33±5.03 a	17.00±1.00 a
二级	5	71.00±1.00 b	13.00±1.00 b
三级	5	63.00±1.73 c	12.33±2.08 b

3 讨论

扁叶刺芹在我国自然分布于哈巴河地区,该地区气候恶劣,生态系统退化^[21]。扁叶刺芹的种子不具有休眠现象,通过试验发现其具有萌花时间长,出苗不整齐的现象。扁叶刺芹种子外包装着厚厚的带刺果皮阻碍了其萌发,可能是野生扁叶刺芹为了适应原生境的气候条件的表现,但是这对大规模人工种植产生了阻碍。白柯君等^[20]研究发现种皮或果皮对种子萌发具有抑制作用,原因是种皮或果皮具有较大的机械阻力。去果皮和浸种都是常见的催芽方法,去除果皮可以直接打破果皮对种子萌发的阻碍,浸种可以软化果皮,同时促进萌发^[22-23]。本试验发现扁叶刺芹去果皮后其发芽率没有显著差异,但发芽势显著高于对照。张建文等^[24]的研究表明,去除果皮后使红豆草种子发芽提前,并明显提高了发芽率、发芽指数,减少了霉坏度,这与本研究结果相似。扁叶刺芹去种皮处理条件下的发芽势更高,与闫兴富等^[25]研究的结果相同。说明扁叶刺芹的萌发整齐性不高可能受到了果皮的机械障碍,具体原因还需要进行下一步研究。

浸种可以提高种子内部酶活力,从而提高其发芽率。适当时间浸种不但可以促进其萌发,还可以帮助筛出无生物活性的种子。本研究结果显示,浸种可以使扁叶刺芹提前萌发,浸种后显著提高了扁叶刺芹的发芽率、发芽势,其中 24 h 浸种效果最佳。葛淑俊等^[26]研究发现,清水浸种既可以使柴胡种子提前萌发,又可以提高发芽率,这与本研究结论一致。在浸种 36 和 48 h 时,发芽率、发芽势又逐步降低,可能是因为浸种时间过长,导致种子由于氧气供应不足无法进行呼吸,进而影响其萌发^[27]。因此建议在实际生产中先浸种 24 h 后再进行播种。

引种能否成功,取决于引进植物能否在迁地

条件完成生活史^[28]。野生扁叶刺芹的种子在迁地条件下正常生长,开花、结实。引种后的扁叶刺芹花色美观,拥有直立的茎秆,在阳光底下会反射蓝色金属光泽,漂亮的头状蓝紫色花序生长于每一分枝的顶端。其开花顺序在单株水平上主茎先开花,侧枝开花比主茎稍晚,开花与结实的顺序都与花序的着生位置有关,不同分级的花序之间存在差异,这与张振春^[29]的研究结果相同。主茎的花序最早开花,果实最大、观赏性也最高。

有大量的科学研究已经证实,种子活力和种子成熟度有关,种子质量会随着种子的成熟不断上升直至生理成熟期,此时种子的鲜重最大,种子发芽率及种子活力也达到最大^[30-31]。不同着生部位扁叶刺芹种子的发芽率差异显著,一级花序的果实发芽势显著高于其他分级,这与许海涛等^[32]的研究结果一致。本研究中造成扁叶刺芹果实萌发不整齐的原因可能是在采收时的发育程度和成熟度不同所致,在今后生产中应注意采收时期,并进行筛选,以保证种子质量。

4 结论

扁叶刺芹的果实类型为双悬果,果实长 2.52~4.42 mm,果实宽 1.58~3.06 mm,果实厚 0.62~1.37 mm,千粒重为 1.50 g。扁叶刺芹的种子没有休眠特点,通过人工去果皮的方式可以使发芽更整齐。清水浸种可以缩短扁叶刺芹种子萌发启动日,提高发芽率和发芽势,最适浸种时间为 24 h。

引种后的扁叶刺芹对迁地条件有很好的适应性,不需要采取特殊的保护措施,粗放管理植株就能正常完成生活史。在迁地条件下扁叶刺芹不同着生部位的花序开花时间、果实大小、种子的发芽率差异显著。引种后扁叶刺芹的最佳观赏期为 6 月至 7 月。引种后的扁叶刺芹能够适应乌鲁木齐地区的生长环境,可以作为乌鲁木齐宿根花卉发展,逐步扩大种植面积。

参考文献:

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1979.

[2] THIEM B, KIKOWSKA M, KUROWSKA A, et al. Essential oil composition of the different parts and *in vitro* shoot culture of *Eryngium planum* L. [J]. *Molecules*, 2011, 16 (8): 7115-7124.

[3] 玲亮, 庞玉新, 张影波, 等. 中国特色民族药刺芫蒹研究进展 [J]. *热带农业科学*, 2013, 33(3): 23-26.

[4] 李丽, 李晓娇, 黄金金, 等. 刺芹总黄酮的微波辅助提取及抑菌性研究 [J]. *云南化工*, 2015, 42(3): 9-13.

- [5] TSANG S N. United states patent and trademark office[J]. Journal of Business & Finance Librarianship, 2002, 8(1):47-54.
- [6] ELISEEVA L M, SCHERBAKOVA E A, KONOVALOV D A, et al. Active parts and seed efficiency of *Eryngium planum* from Apiaceae family[J]. Pharmacy & Pharmacology, 2015, 3(1):14-16.
- [7] 靳文东. 宿根花卉新品种——中层材料[J]. 中国花卉园艺, 2010(6):48-49.
- [8] 王意成. 扁叶刺芹[J]. 花木盆景(花卉园艺), 2016(8):27.
- [9] 刘东焕, 赵世伟, 宋金艳. 北京 10 种乡土地被植物的耐阴性评价及应用[J]. 中国园林, 2009, 25(12):88-92.
- [10] 刘启新, 惠红, 李碧媛, 等. 中国伞形科变豆菜亚科的果实解剖特征及其系统学意义[J]. 植物资源与环境学报, 2002(4):1-8.
- [11] 绿文. 贯彻新发展理念 构建新发展格局 走科学生态节俭的绿化发展之路——国务院办公厅印发《关于科学绿化的指导意见》[J]. 国土绿化, 2021(6):4.
- [12] 徐大伟, 仲江兵. 平欧杂交榛子在阿勒泰市引种栽培试验初报[J]. 新疆林业, 2019(2):14-15.
- [13] 叶创兴, 朱念德, 廖文波, 等. 植物学[M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2014.
- [14] 江黎明, 孙宗玖, 汤丽斯, 等. 收获期对伊犁绢蒿种子含水率、千粒重及萌发行为的影响[J]. 中国草地学报, 2019, 41(5):7-16.
- [15] 周兵, 闫小红, 杨芳珍, 等. 果皮对不同甜芥和苦芥品种种子萌发特性的影响[J]. 井冈山大学学报(自然科学版), 2016, 37(6):42-47.
- [16] 屈燕, 区智, 夏樱, 等. 不同前处理对总状绿绒蒿种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2018, 37(2):5-9, 13.
- [17] DAFNI A. Pollination ecology: a practical approach[M]. New York: Oxford University Press, 1992:1-57.
- [18] 张敏, NIPAPAN K, 李铷, 等. 环境因子对云南扁德雀麦种子萌发和出苗的影响[J]. 草业学报, 2021, 30(12):143-151.
- [19] 谭洪秀, 聂琴, 陈文年. 药用植物白芷种子萌发特性研究[J]. 安徽农学通报, 2016, 22(14):34-36.
- [20] 白柯君, 郭素娟, 石青莲. 燕山红栗种子休眠与种胚形态、种皮及内含物的关系[J]. 西南林学院学报, 2005(4):106-109.
- [21] 刘岩. 新疆阿勒泰哈巴河县湿地保护和恢复工程[J]. 湿地科学与管理, 2022, 18(2):47-50.
- [22] 徐永宏, 万强, 余裕龙, 等. 保留果皮对莖叶紫金牛种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 福建农业科技, 2022, 53(5):23-27.
- [23] 刘世哈, 梁建, 方妹懿, 等. 大花紫薇果实特征和种子萌发特性[J]. 种子, 2022, 41(11):85-90, 94, 149.
- [24] 张建文, 王芳, 陈燕, 等. 去除果皮和晒种处理对红豆草种子萌发特性的影响[J]. 草原与草坪, 2016, 36(5):115-120.
- [25] 闫兴富, 仇智虎, 杜茜, 等. 种皮和环境温度对辽东栎种子萌发的影响[J]. 西北林学院学报, 2014, 29(3):119-124.
- [26] 葛淑俊, 孟义江, 甄瑞, 等. 不同处理方法对柴胡种子萌发的影响[J]. 中国农学通报, 2006(4):178-180.
- [27] 芦燕. 不同浸种时间对小扁豆芽菜生长的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2017, 48(4):487-490.
- [28] 张日清, 何方. 植物引种驯化理论与实践述评[J]. 广西林业科学, 2001(1):1-6.
- [29] 张振春. 两种伞形科植物雄全同株性系统的生态适应对策[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2009.
- [30] 钟灶发, 李俭, 朱莉莉, 等. 不同成熟度枳和枳橙种子发芽率影响机理初探[J]. 中国果树, 2019(2):30-36, 118.
- [31] 程汉亭, 刘景坤, 严廷良, 等. 不同采收期对药用植物——益智种子质量的影响研究[J]. 热带作物学报, 2017, 38(10):1840-1845.
- [32] 许海涛, 王文文, 王友华, 等. 玉米种子活力及幼苗生长特性对其成熟度的响应[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(19):113-117.

Seed Germination and Flowering and Fruiting Characteristics of *Eryngium planum* L. Under Ex-situ Conditions

WU Shuainan, LU Ting, ZHOU Rui, GU Yuanjiang

(College of Forestry and Landscape Architecture, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: *Eryngium planum* L. is a wild ornamental plant only distributed in Xinjiang, China. In order to promote the introduction and cultivation of *E. planum*, *E. planum* seeds and seedlings under ex-situ conditions were used as experimental materials, and their seed germination characteristics, flowering and fruiting were studied through field and laboratory tests. The results showed that the *E. planum* fruit was a double hanging fruit with thick peel and thorns, and its seeds were not dormant. Removing the peel significantly improved the germination potential of the *E. planum*, and soaking in water for 24 hours significantly improved the germination rate and germination potential. The *E. planum* cultivated in the open air begun to sprout moss on May 22, 2022 in Urumqi. The initial flowering period was May 27, the full flowering period was June 15, the final flowering period was July 9, and the fruit will started to bear fruit on June 29. The initial fruit ripening period was July 10, the full fruit ripening period was July 20. In the introduction site, life history can be completed normally and wintering can be safe. Therefore, the germination ability can be improved by removing the peel manually and soaking the seeds in water for 24 h.

Keywords: *Eryngium planum*; seed germination; germinating ability; flowering; fruiting characteristic