



翁昊宇,陆海博,刘儒宏基,等.齿叶风毛菊种子萌发特性研究[J].黑龙江农业科学,2022(7):85-89.

齿叶风毛菊种子萌发特性研究

翁昊宇,陆海博,刘儒宏基,唐昊宇,李琪,孙 阎

(黑龙江大学 现代农业与生态环境学院,黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要:为促进齿叶风毛菊的人工栽培,以齿叶风毛菊为试验材料,研究不同温度、光照、赤霉素、酸碱度等因子对其种子萌发的影响。结果表明,种子脱离母体时的胚体发育程度高,种子的长度、宽度分别为4.60和1.28 mm,千粒重为1.61 g。齿叶风毛菊种子萌发需要光照,25℃是其最适的萌发温度,过低或过高的温度均会影响种子正常萌发;其种子存在休眠特性,经一定浓度的赤霉素处理后种子发芽率有所提高,并以150 mg·L⁻¹赤霉素溶液处理的种子各项萌发指标最高,发芽率可达50%以上;其酸碱适应范围较广,且对碱性环境的耐受能力更强。因此,齿叶风毛菊种子为光敏感型种子,具有良好的抗酸碱胁迫能力,可利用100~200 mg·L⁻¹的赤霉素处理来提高其种子发芽活力。

关键词:齿叶风毛菊;种子萌发;形态;生物学特性

风毛菊属(*Saussurea*)为菊科(Compositae)的一个大属,在我国分布较为广泛,种类繁多,生活型多样,大多数种类生于山坡草地、岩石地及林下等。该属植物大多富含多种氨基酸、黄酮类化合物和生物碱,具有驱寒、通风活络、止血等功效^[1],民族方剂中也多有记载。同时,该属的部分种类兼具药食同源的作用,通常食用其嫩茎叶,食味淡薄朴素,如长梗风毛菊^[2]和卵叶风毛菊^[3]等。学者们对于风毛菊属的研究主要集中于植物分类学^[4-5]、化学成分^[6-7]、药理药效^[8-9]、生态适应性及繁殖策略^[10-11]等方面,这些工作进一步丰富了风毛菊属植物的研究资料。

齿叶风毛菊(*Saussurea neoserrata*)为风毛菊属多年生草本,又称燕尾风毛菊,分布于我国黑龙江、吉林和内蒙古等省区,常生于林缘及林下^[12]。齿叶风毛菊是一种极具开发价值的药食同源植物,兼具蜜源作用^[13],通常采其幼嫩茎叶作为部分地区早春时节的菜叶类食品或制成干制品^[14]。此外,齿叶风毛菊分泌物富含天然解毒物质,其成熟植株对大气中的硫化物和氢氧化物具有一定吸附作用^[15],足见其价值之高,应该对其种质资源进行合理开发利用。然而,目前有关齿叶风毛菊

的相关研究资料较少,仅有的资料主要以资源调查和野菜资源开发等方面为主,基础生物学研究工作明显不足,尤其是种子生物学研究。因此,本试验以齿叶风毛菊为试验材料,着重研究环境因子温度、光照、赤霉素处理以及酸碱胁迫对其种子萌发的影响,以期为这一种质资源的人工栽培提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

供试种子于2021年9月采自哈尔滨市金龙山国家森林公园附近(45°30'36.68"N,127°22'6.48"E),海拔高度为320 m。经哈尔滨师范大学王臣教授鉴定为菊科植物齿叶风毛菊(*S. neoserrata* Nakai)。种子室温自然风干后,及时放于冰箱中(4℃)保存备用。试验时,将种子提前用75%的无水乙醇消毒处理,并用蒸馏水反复冲洗5~6次,直至冲洗干净,放在阴凉干燥处备用。

1.2 方法

1.2.1 种子性状观察 借助解剖镜,观察齿叶风毛菊种子的形状、颜色及表面纹理等特征。随机挑选相对饱满的种子100粒,用测微尺测量其长度和宽度。3次重复,取平均值。

随机选取齿叶风毛菊正常发育的种子100粒,用CP224S电子天平(精度为0.0001 g)称量其质量,8次重复,取平均值,然后换算成千粒重。

1.2.2 温度处理 温度梯度设定6个,即5,10,15,20,25和35℃。每个温度条件均取种子50粒,播于培养皿内(直径90 mm,带2层滤纸),

收稿日期:2022-04-10

基金项目:黑龙江大学省级大学生创新创业训练计划项目(202110212070);黑龙江省省属高等学校基本科研业务费项目(2020-KYYWF-1029);国家中医药管理局全国中药资源普查项目(GZY-KJS-2018-004)。

第一作者:翁昊宇(2002—),男,本科生,专业方向为种子科学与工程。E-mail:2689482982@qq.com。

通信作者:孙阎(1981—),男,博士,教授,从事结构植物学研究。E-mail:sy81518@sohu.com。

加入适量的蒸馏水,每个处理设3次重复。以种子的胚根伸出种子2 mm左右视为发芽。每天观察、记录,并及时补充水分。

1.2.3 光照处理 设定黑暗和光照两种条件,分别取种子50粒置于附有双层滤纸的培养皿内,于25℃下萌发,每个处理3次重复。每天观察、记录,并及时补充水分。

1.2.4 赤霉素处理 配置不同浓度的赤霉素溶液,即0(CK),50,100,150,200,300,400和500 mg·L⁻¹。用上述浓度的赤霉素溶液分别浸种24 h后,及时用蒸馏水反复冲洗浸种后的种子。分别取不同浓度赤霉素浸种的种子50粒置于培养皿内,25℃条件下萌发。每天观察、记录,并及时补充水分。

1.2.5 pH溶液对种子萌发的影响 设定不同pH梯度,即3,5,6,7,8,9,10,11和12,共9个处理,酸碱度以1 mol·L⁻¹ HCl和1 mol·L⁻¹ NaOH作为滴定物质,对蒸馏水进行pH调定。分别取种子50粒播于培养皿内,于25℃下萌发。每天观察、记录,并及时补充对应的pH溶液。统计分析齿叶风毛菊种子的发芽率和发芽势。

1.2.6 数据分析 利用Excel 2010进行数据整理和作图,采用SPSS 25.0对数据进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 齿叶风毛菊种子性状

由图1可知,齿叶风毛菊的种子为瘦果型,长圆柱形,褐色。种子离开母体时胚体高度发育,明显可见两片肥厚的子叶、下胚轴和胚根,属于无胚乳种子。种子长度约4.60 mm,宽度约1.28 mm,长宽比约3.59,千粒重约1.61 g(表1)。

表2 温度对齿叶风毛菊种子萌发的影响

温度/℃	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	首次萌发时间/d
5	0 dD	0 bB	0 dC	-
10	4.00±3.46 cCD	0 bB	0.14±0.12 cdC	14
15	7.33±1.15 bBC	0 bB	0.29±0.03 cC	11
20	10.00±2.00 bB	5.33±3.06 aA	0.80±0.20 bB	4
25	29.33±1.15 aA	6.00±0.00 aA	1.93±0.09 aA	4
35	1.33±1.15 cdD	1.33±1.15 bB	0.15±0.13 cdC	4

注:不同大小写字母表示处理间在P<0.01或P<0.05水平差异显著。下同。

2.3 光照对齿叶风毛菊种子萌发的影响

光照条件的改变能够显著影响齿叶风毛菊种子的萌发,在黑暗偶见光条件下,其种子萌发受到显著抑制,首次萌发时间也延迟,且最终发芽率仅



c.子叶; h.下胚轴; r.胚根。

图1 齿叶风毛菊种子的外形(A)及纵切面(B)形态

表1 齿叶风毛菊种子大小和千粒重

长度/mm	宽度/mm	长宽比	千粒重/g
4.60±0.40	1.28±0.12	3.59	1.61±0.15

2.2 温度对齿叶风毛菊种子萌发的影响

低温会影响齿叶风毛菊种子萌发历程,10和15℃条件下其首次萌发时间分别为14和11 d,其余温度条件下的种子均于4 d开始萌发,11 d后基本无新增萌发种子。而5~10℃的低温和35℃高温条件下种子发芽率均不足5%,可见温度过低或过高对齿叶风毛菊种子的萌发均具有显著抑制作用(表2)。25℃条件下其种子各项发芽指标最高,发芽率、发芽势、发芽指数分别为29.33%、6.00%和1.93,说明该温度条件下更有利于其种子萌发。

为6.67%(表3);而光照条件下其种子发芽率(30.00%)、发芽势(9.33%)、发芽指数(1.94)显著高于黑暗条件,说明齿叶风毛菊种子对光照较为敏感,为光敏感型种子。

表 3 光照对齿叶风毛菊种子萌发的影响

处理方式	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	首次萌发时间/d
光照	30.00±2.00 aA	9.33±1.15 aA	1.94±0.06 aA	4
黑暗	6.67±4.16 bB	2.67±1.15 bA	0.46±0.24 bB	5

2.4 赤霉素对齿叶风毛菊种子萌发的影响

齿叶风毛菊的种子经适当赤霉素处理后各项指标显著提高,且种子首次萌发时间提前。与对照相比,50 mg·L⁻¹赤霉素处理即可显著提高种子的发芽率,发芽率为 37.33%;而 100~200 mg·L⁻¹赤霉素处理相比对照来说,种子萌发各项指标显著提高,且 150 mg·L⁻¹赤霉素对种子萌发的促进

作用最佳,其种子发芽率可达 50.67%,发芽势和发芽指数分别为 39.33%和 5.24;而当浓度高于 150 mg·L⁻¹后各项萌发指标有所下降。经 500 mg·L⁻¹赤霉素溶液处理的种子发芽率、发芽势及发芽指数与自然萌发相比显著下降,发芽率仅为 20.00%(表 4)。可见适当浓度的赤霉素处理可以促进齿叶风毛菊种子萌发。

表 4 赤霉素对齿叶风毛菊种子萌发的影响

赤霉素/(mg·L ⁻¹)	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	首次萌发时间/d
CK	28.00±2.00 cC	8.67±1.15 eD	1.84±0.13 cD	4
50	37.33±2.31 bB	26.67±3.06 dBC	3.76±0.52 bC	3
100	47.33±8.08 aA	33.33±5.03 bcAB	4.90±0.69 aAB	3
150	50.67±1.15 aA	39.33±1.15 aA	5.24±1.15 aA	3
200	46.00±2.00 aA	36.67±6.43 abA	4.98±0.71 aA	3
300	34.67±1.15 bBC	28.00±2.00 cdBC	3.92±0.08 bBC	3
400	34.00±2.00 bBC	24.67±1.15 dC	3.45±0.26 bC	3
500	20.00±2.00 dD	10.67±1.15 eD	1.76±0.20 cD	3

2.5 pH 对齿叶风毛菊种子萌发的影响

齿叶风毛菊种子在一定的酸碱环境下均具备发芽能力,说明其种子的适应范围较广。种子在碱性环境下的首次萌发时间也比中性至酸性环境提前1 d;随着 pH 的升高,种子发芽各项指标逐渐提升,至 pH 为 9 时达到最高,其发芽率

(40.67%)、发芽势(16.00%)和发芽指数(3.08)达到最高水平,此后其各项指标随 pH 升高而呈递减趋势,即使 pH 为 12 时,其萌发率依然高达 30.67%(表 5)。由此可见,适当碱处理可以提高齿叶风毛菊种子活力,其种子对碱性环境的适应能力也更强。

表 5 pH 对齿叶风毛菊种子萌发的影响

pH	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数	首次萌发时间/d
3	3.33±0.58 eD	1.33±1.15 fF	0.24±0.07 gE	4
5	8.67±1.15 dCD	5.33±1.15 eE	0.69±0.12 fD	4
6	11.33±3.06 dC	8.00±0.00 dDE	1.01±0.15 eD	4
7	24.67±1.15 cB	12.67±1.15 bcBC	2.01±0.12 dC	4
8	29.33±4.16 bcB	14.00±0.00 abAB	2.23±0.21 bcdBC	3
9	40.67±1.15 aA	16.00±2.00 aA	3.08±0.13 aA	3
10	32.00±5.29 bB	15.33±1.15 aAB	2.52±0.20 bB	3
11	32.00±3.46 bB	12.67±2.31 bcBC	2.37±0.35 bcBC	3
12	30.67±2.31 bB	10.67±1.15 cCD	2.08±0.12 cdBC	3

3 讨论

种子传播是植物空间传播和拓殖的主要方式,其中风媒传播是种子长距离传播的方式之一,以风为传播媒介的种子大多具有种翅、冠毛等形

态特征^[16]。齿叶风毛菊的种子长度和宽度分别是 4.6 和 1.2 mm,种子质量较轻,因此其利用本身的伞状冠毛可以达到随风传播的目的,这与菊科诸多属其他植物的种子类似^[17-18],应该也是多

数菊科植物为适应野生环境而演化出的繁殖适应机制,也包括种子大小和数量的权衡,这与资源条件密切相关^[19]。

种子萌发的最适温度与植物的生长环境息息相关,较低或较高的温度均会抑制种子萌发。齿叶风毛菊种子较为适宜的萌发温度为 25℃,其他温度条件下不能萌发或萌发率极低,与同科的雪菊^[20]、蒲公英^[21]种子的萌发规律基本一致,这可能与低温时种子萌发所需积温不足,而高温时其内部酶变性有关^[22]。试验表明,齿叶风毛菊种子自然萌发率接近 30% 左右,说明其自然成熟的种子具有休眠特性。但其脱离母体的成熟种子胚高度发育,并不存在形态休眠,因此其休眠特性应该是由种子内源抑制物质所引发的生理休眠。

光照是影响种子萌发的关键因素之一,在黑暗条件下不能萌发或极少萌发,而在光照条件下大量萌发的种子称光敏型种子,如菊科的胜红蓟种子^[23]就是典型的光敏型种子。研究表明,充足的光照可以显著促进齿叶风毛菊种子的萌发,黑暗环境中其种子仅维持极低的发芽活力(发芽率 6.67%),是典型的光敏型种子,对光照存在依赖性,因此人工种植时需以少覆土或不覆土为宜。

赤霉素可以钝化种子内的抑制物质,对 ABA 的抑制效应产生拮抗作用,使相应的酶类发生水解作用^[24],进而提高种子的发芽率;但当其浓度过高时将抑制种子萌发起到抑制作用^[25]。本研究中,齿叶风毛菊种子经 100~200 mg·L⁻¹ 的赤霉素处理后种子萌发各项指标显著提高,并以 150 mg·L⁻¹ 处理后种子活力最高,进一步说明其种子具有生理休眠,该休眠特性通常以寒带和温带的植物种类更为明显,是一种有效的生存适应策略^[26-27]。为打破齿叶风毛菊种子的生理休眠,生产上育苗时建议采用 100~200 mg·L⁻¹ 的赤霉素溶液提前浸种处理为宜。

种子萌发阶段是对环境胁迫最敏感的阶段^[28],土壤酸碱化是影响种子萌发的重要因素之一,齿叶风毛菊的种子对土壤酸碱性具有较好的耐受力。酸性条件下齿叶风毛菊种子的发芽指标随 pH 的降低而减小,说明过低的土壤 pH 会限制种子代谢速率,造成种子萌发障碍。碱性环境能够不同程度地提高种子发芽活力,说明碱性成分能够抵消齿叶风毛菊种子内部的一部分抑制物质,但具体的反应机制和关系仍需进一步验证。

4 结论

综上所述,齿叶风毛菊的成熟种子胚体发育程度较高,不存在形态休眠。种子长度约为 4.60 mm,宽度约为 1.28 mm,千粒重约为 1.61 g。其种子较为适宜的发芽温度为 25℃,宜光照培养。以 100~200 mg·L⁻¹ 的 GA₃ 处理可显著提高齿叶风毛菊种子发芽率,过高的 GA₃ 浓度会抑制种子的萌发。齿叶风毛菊的种子对酸碱环境具有较宽的适应范围,适当的碱处理可提高其种子发芽活力。

参考文献:

- [1] 王俊龙. 甘肃风毛菊化学成分及风毛菊属植物化学系统学研究[D]. 兰州:西北师范大学,2007.
- [2] 尹志强,黄华梨. 山珍野菜——长梗风毛菊[J]. 植物杂志, 1990(4):23.
- [3] 钟世良,姜玉乙,袁永孝,等. 丹东地区山野菜资源及其分布[J]. 中国林副特产,2007(6):65-69.
- [4] 曹家豪. 甘肃风毛菊属植物系统分类与区系地理[D]. 兰州:西北师范大学,2016.
- [5] 衡腊梅. 风毛菊属(菊科)若干代表种的种内多样性及形成机制研究[D]. 兰州:兰州大学,2019.
- [6] 刘明珠,李清,卢永昌. 星状风毛菊总黄酮提取工艺优化[J]. 甘肃医药,2019,38(6):552-555.
- [7] 詹兰兰,温泉,黄文平,等. HPLC 法测定长毛风毛菊中 10 个成分的含量[J]. 中药材,2021(11):2640-2645.
- [8] 饶雅琪,张丽,曾金祥,等. 禾叶风毛菊醇提取物对四氯化碳致小鼠肝损伤的保护作用[J]. 中国临床药理学杂志,2017,33(20):2058-2061.
- [9] 叶中天,李乐,付书正,等. 美花风毛菊的抗肝癌活性研究[J]. 特产研究,2021,43(4):10-14.
- [10] 李群,赵成章,王继伟,等. 甘肃小苏打湖盐沼湿地盐地风毛菊叶形态-光合生理特征对淹水的响应[J]. 植物生态学报,2019,43(8):685-696.
- [11] 毛婉嫒,王一峰,杨励龙,等. 重齿风毛菊繁殖分配及花部特征与海拔的相关性[J]. 生态学杂志,2019,38(1):60-66.
- [12] 李冀云. 东北草本植物志. 第九卷[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [13] 张金刚,张绪成,葛宝福,等. 集安市蜜源植物名录[J]. 中国园艺文摘,2011,27(10):59-63.
- [14] 张娜,哈斯巴根. 黑龙江省绥棱汉族民间野菜的初探[J]. 中国野生植物资源,2015,34(2):60-62.
- [15] CHOI G E, LEE G H, HYUN K Y. Anti-oxidant and anti-pollution composition containing the extract of *Nypa fruticans* Wurmb, *Saussurea neoserrata*, *Codium fragile* and *Enteromorpha compressa* [J]. Biomedical Science Letters, 2020, 26(3): 157-163.
- [16] 郑景明,桑卫国,马克平. 种子的长距离风传播模型研究进展[J]. 植物生态学报,2004,28(3):414-425.
- [17] 彭晓昶,潘燕,朱晓媛,等. 云南 7 种常见菊科杂草植物具冠毛种子形态与风传播特征[J]. 云南大学学报(自然科学

- 版),2018,40(5):1024-1033.
- [18] 杨逢建,张衷华,王文杰,等. 八种菊科外来植物种子形态与生理生化特征的差异[J]. 生态学报,2007(2):442-449.
- [19] 汪洋,杜国祯,郭淑青,等. 风毛菊花序、种子大小和数量之间的权衡:资源条件的影响[J]. 植物生态学报,2009,33(4):681-688.
- [20] 叶尔根·夏依木拉提,秦勇,唐建卓,等. 雪菊种子的萌发特性研究[J]. 新疆农业科学,2015,52(1):167-171.
- [21] 宋双,孙嘉欣,张怡. 不同处理方法对蒲公英种子萌发的影响[J]. 宁夏农林科技,2016,57(9):5-6,11.
- [22] 秦爱丽,郭泉水,马凡强,等. 温度、光照和水分对珍稀濒危树种崖柏种子萌发的影响[J]. 种子,2020,39(2):15-20.
- [23] 钟军弟,周贤熙,李晓琳,等. 不同埋藏深度对白花鬼针草、假臭草和胜红蓟种子出苗及生长的影响[J]. 热带农业科学,2017,37(1):1-6.
- [24] 王忆涵. 种子休眠和萌发的调控[J]. 河北农机,2018(4):43.
- [25] 戢小梅,陈法志,李秀丽,等. 不同处理对凤丹牡丹种子萌发的影响[J]. 湖北农业科学,2017,56(13):2489-2494.
- [26] VERA M L. Effect of altitude and seed size on germination and seedling survival of heathland plants in north Spain [J]. Plant Ecology,1997,133(1):101-106.
- [27] 康建军,赵明,马和,等. 粗壮嵩草种子生物学及萌发特性研究[J]. 中国农学通报,2016,32(18):89-95.
- [28] 王建丽,牟林林,申忠宝,等. NaCl 胁迫对籽粒苋种子萌发的影响[J]. 黑龙江农业科学,2022(1):14-19.

Seed Germination Characteristics of *Saussurea neoserrata* Nakai

WENG Hao-yu, LU Hai-bo, LIU Ru-hong-ji, TANG Hao-yu, LI Qi, SUN Yan

(Institute of Modern Agriculture and Ecological Environment, Heilongjiang University, Harbin 150080, China)

Abstract: In order to promote the artificial cultivation of *Saussurea neoserrata* Nakai, the effects of different temperature, light, gibberellin, pH and other factors on seed germination were studied in this experiment. The results showed that the embryo body was highly developed when the seed separated from the parent. And the seeds were smaller, with a length of 4.60 mm, a width of 1.28 mm, and a weight of only about 1.61 g. The seeds of the *S. neoserrata* needed light to germinate, and its most suitable germination rate was 25 °C, which too high or too low would hinder its seed germination. The seeds of *S. neoserrata* had dormancy characteristics. The germination rate of its seeds treated with a certain concentration of Gibberellin was improved and the seeds treated with 150 mg·L⁻¹ gibberellin solution had the highest indicators, which could reach more than 50%. The acid-base adaptability of the *S. neoserrata* seeds was wider, and the tolerance to the alkaline environment was stronger. Therefore, the seeds of *S. neoserrata* are light sensitive seeds with good resistance to acid and alkali stress, and 100-200 mg·L⁻¹ gibberellin can be used to improve their germination vigor.

Keywords: *Saussurea neoserrata*; seed germination; form; biological properties

(上接第 84 页)

Effects of Different Temperatures on the Germination of Seabuckthorn (*Hippophae thibetana* Schlechtend.) Seeds

XU Di, FANG Jiang-ping, CAO Yu-peng, GUAN Li-xue, WANG Yuan-yuan

(Institute of Tibet Plateau Ecology/National Forest Ecosystem Observation & Research Station of Nyingchi Tibet/Key Laboratory of Forest Ecology in Tibet Plateau, Ministry of Education/Key Laboratory of Alpine Vegetation Ecological Security in Tibet, Nyingchi 860000, China)

Abstract: *Hippophae thibetana* Schlechtend. is an important windbreak and sand-fixing plant in Tibet. In order to promote the protection and utilization of germplasm resources of *H. thibetana*, this study took the seeds of *H. thibetana* in Nyingchi, Tibet as the object to study the effects of different temperatures on their seeds germination rate. The results showed that the seeds of seabuckthorn could achieve a germination rate higher than 90% at 10, 15, 20 and 25 °C, and the seeds had a wide germination temperature range. At the same time, the germination potential of the seeds was greater than 50% under the four temperature gradients, the germination peak was reached within 3 days after the initial germination time, and the germination time was short. The seeds of seabuckthorn belonged to the "fast germination type". And the seeds of seabuckthorn had the highest vigor at 20 °C. Seabuckthorn seeds had higher sensitivity to temperature, and the seed vigor decreases faster at 25 °C. Below 20 °C, seabuckthorn seeds had relatively low sensitivity to temperature, and the seed vigor decreases slowly. It still has high seed vigor and germination rate at 10 °C, which proved that the germination stage of seabuckthorn seeds has strong ecological adaptability to the alpine environment of the Qinghai-Tibet Plateau.

Keywords: seabuckthorn (*Hippophae thibetana* Schlechtend.); seed germination; germination temperature