

大花胡麻草种子萌发特性研究

雷发林, 倪 军, 靳 松, 牛燕芬, 张瑜瑜, 徐胜光, 李育川*

昆明学院农学与生命科学学院, 云南 昆明

收稿日期: 2023年3月5日; 录用日期: 2023年3月24日; 发布日期: 2023年3月31日

摘 要

大花胡麻草(*Centrothera grandiflora*)是云南省滇东南地区珍稀民族药材红根野蚕豆最主要的基源植物, 该物种属根部半寄生植物, 其对生长环境要求严苛, 自然环境的种子萌发率低于0.3%, 种子萌发条件极为苛刻, 种子成苗率极低, 种子萌发及幼苗建成障碍明显。为了克服其种子萌发障碍, 本论文对大花胡麻草种实性状进行了测定, 并研究了温度、光照、水分、基质等因素对种子萌发的影响。结果表明: 1) 大花胡麻草果实平均宽 0.56 ± 0.13 cm, 平均长 0.99 ± 0.21 cm, 单果均重 0.0566 ± 0.0216 g, 种子千粒重 0.024 ± 0.002 g, 属小粒种子, 种子顶土能力弱, 出苗期间易腐烂; 2) 种子自身不产生抑制萌发的物质, 随着贮存时间的延长, 种子生活力逐年下降, 发生休眠。通过一定处理可以提高发芽率, 其中以30 mg/L 赤霉素处理表现最好, 在16.4 d开始萌发, 萌发率78.66%; 3) 大花胡麻草适宜的萌发环境为温度23°C、12 h/d、一天浇水一次, 腐殖营养土 + 红壤土添加适量沙土作为基质育苗最好。

关键词

大花胡麻草, 种子特性, 种子萌发障碍, 萌发环境

Study on Seed Germination Characteristics of *Centrothera grandiflora*

Falin Lei, Jun Ni, Song Jin, Yanfen Niu, Yuyu Zhang, Shengguang Xu, Yuchuan Li*

Faculty of Agronomy and Life Science, Kunming University, Kunming Yunnan

Received: Mar. 5th, 2023; accepted: Mar. 24th, 2023; published: Mar. 31st, 2023

Abstract

Centrothera grandiflora is the most important basic source plant of the rare ethnic medicine *Vicia faba* in southeastern Yunnan Province. This species belongs to the root semi-parasitic plant, which

*通讯作者。

文章引用: 雷发林, 倪军, 靳松, 牛燕芬, 张瑜瑜, 徐胜光, 李育川. 大花胡麻草种子萌发特性研究[J]. 植物学研究, 2023, 12(2): 125-132. DOI: 10.12677/BR.2023.122017

has strict requirements on the growth environment. The seed germination rate in the natural environment is lower than 0.3%, the germination conditions are extremely harsh, the seedling rate of seeds is extremely low, and the barriers to seed germination and seedling formation are obvious. In order to overcome the obstacle of seed germination, this paper measured the seed and fruit characteristics of *Centrothera grandiflora*, and studied the effects of temperature, light, water, substrate, and so on. The results of *Centrothera grandiflora* showed that: 1) The average width of the fruit was 0.56 ± 0.13 cm, the average length was 0.99 ± 0.21 cm, the average weight of a single fruit was 0.0566 ± 0.0216 g, and the weight of a thousand seeds was 0.024 ± 0.002 g. It was a small seed, the ability of topsoil was weak, and it was easy to rot during seedling emergence; 2) The seed itself does not produce substances that inhibit germination. With the extension of storage time, the viability of the seed decreases year by year and dormancy occurs. Through certain treatments, the germination rate can be improved. Among them, 30 mg/L gibberellin treatment is the best, and the germination rate is 78.66% after 16.4 d; 3) The suitable germination environment for flax grass is 23°C, 12 h/d, and watered once a day. Humus nutrient soil + red soil plus an appropriate amount of sand soil is the best substrate for seedling cultivation.

Keywords

Centrothera grandiflora, Seed Characteristics, Seed Germination Obstacle, Germination Environment

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

大花胡麻草(*Centranthera grandiflora* Benth.)又名野蚕豆根、化血胆,属一年生草本植物,生长周期中有自养向寄生的过渡现象[1],其根部产生吸器吸附在其他植物上建立寄生关系,是典型的根部半寄生植物。现代药理研究表明,其具活血调经、散瘀止痛的功效[2],且用药安全无不良反应,在2017年时,市价就已突破寻常农作物的价格,是理想的经济作物。

种子具有传递和携带遗传信息[3]的使命,优良种子是植物种群得以延续和繁衍的基础,也直接关系到植物的产量和品质[4]。种子萌发与否受到内在生理特性的调控和外界环境因素的影响,外界环境因子占较大权重[3],目前大花胡麻草面临着野外种群更新慢、幼苗繁育困难的困境,对种子开展萌发特性的研究,可探寻其萌发的限制因素,也可为其保护和利用提供科学依据和数据参考。

2. 材料与amp;方法

2.1. 供试材料

大花胡麻草球果于每年12月中旬采自云南昆明市宜良县人工栽培与种子繁育基地,球果装在培养皿中,避免球果因挤压开裂种子遗落,带回实验室后自然阴干1周,剥开球果将种子拨出,选取完整饱满的种子备用。白菜种子购于云南省昆明市小板桥种质资源市场。

2.2. 球果及种子形态特征的测定方法

处理后去除杂质的果实,采用四分法随机抽取48个样本,借助放大镜目测法观测果实及种子的外观形态,果实的长宽及种子的重量使用游标卡尺和电子分析天平测量,由于种子籽粒较小,故使用百粒法

测定种子千粒重，重复 8 次。

2.3. 种子萌发抑制物检测

以繁育基地贮藏一年采收的大花胡麻草种子为实验材料，白菜种子为受体。分别称量 3 份大花胡麻草种子，加入蒸馏水，浓度分别为 0.02 g/ml、0.04 g/ml、0.08 g/ml，静置浸泡 24 小时，以蒸馏水为空白对照，在各培养皿中放入白菜种子 50 颗，注入种子浸泡液 5 ml，置于正常光照室温 $22 \pm 3^\circ\text{C}$ 的条件下培养，每隔 12 h 添加一次相对应的浸泡液，以展出两片子叶为萌发标准，培养 30 d 后记录数据。

2.4. 种子生活力检测

以不同年份采收的大花胡麻草种子为实验对象开展萌发试验，测定当年采收、贮存一年、贮存两年的种子发芽率，水培法处理，各培养皿中铺两层滤纸，加入没过滤纸的蒸馏水，将种子均匀撒在皿中置于室温 $22 \pm 3^\circ\text{C}$ 的条件下自然光照培养 30 d，三次重复，各处理 50 粒种子。

2.5. 种子休眠检测

以贮存一年的大花胡麻草种子为实验材料，室内自然温度光照下，培养皿水培种子，共设 55°C 温水、赤霉素 30 mg/L、赤霉素 40 mg/L、赤霉素 50 mg/L 浸种 4 个处理，冷蒸馏水处理为 CK，各处理 50 粒种子，三次重复，培养 30 d 后测定并记录。

2.6. 适宜萌发环境筛选

选用当年采收，籽粒饱满、无霉变虫害的大花胡麻草种子，清水洗净之后自然晾干。使用规格 90 mm 的玻璃培养皿，铺 1.5 cm 厚的基质(1/3 细沙土 + 1/3 红壤土 + 1/3 腐殖营养土等体积混合，高温消毒后过筛至 2 mm 孔径)，基质浇透水之后将种子撒播在基质上，置于光照培养箱中培养。各处理 50 粒种子，三次重复，记录最早萌芽天数和生长情况，种子萌发以展出两片子叶为标准，培养 30 d 后统计发芽率。

2.6.1. 温度对种子萌发的影响

培养条件：光照 2000 lx，12 h/d，共设置五个温度梯度： 23°C 、 25°C 、 27°C 、 29°C 、 31°C ，细沙培养。

2.6.2. 光照对种子萌发的影响

培养条件：温度 25°C ，光照 2000 lx，共 24 h/d、12 h/d、0 h/d 三个光照处理，过筛细沙土为育苗基质，研究种子萌发对光的需求情况。

2.6.3. 土壤湿度对种子萌发的影响

培养条件：温度 25°C ，光照 2000 lx，12 h/d，三个浇水处理 1/1 d、1/2 d、1/3 d，为避免缺水失活，萌发基质除沙土外等比例添加红壤土，培养 30 d 观察不同土壤湿度条件对萌发的影响。

Table 1. Table of combination of different matrices
表 1. 不同基质组合表

组合	配比	基质
1	1	细河沙
2	1	腐殖营养土
3	1	过筛红壤
4	1:1	细河沙 + 过筛红壤
5	1:1	过筛红壤 + 腐殖营养土
6	1:1	细河沙 + 腐殖营养土

2.6.4. 不同基质对种子萌发的影响

培养条件：温度 25℃，光照 2000 lx，12 h/d，以细河沙、过筛粘红壤、腐殖营养土的不同组合为萌发基质(见表 1)，研究不同基质类型对种子萌发的影响。

2.7. 数据统计与分析

记录种子起始萌发时间(从播种到第一粒种子萌发)、萌发数量总数、持续萌发时间、萌芽率，根据实验结果，分析不同因子对萌发的影响效率，计算萌芽率，计算方法如下：

$$\text{萌芽率} = \text{萌发种子总数} / \text{播种种子总数} \times 100\%$$

实验结果运用 Excel 软件统计分析，SPSS 25.0 软件检验不同处理间的差异显著性。

3. 结果与分析

3.1. 球果及种子形态特征

开花后果实为绿色(图 1(a))，成熟后慢慢变为青绿色或黄褐色，成熟后果实黑褐色，长椭圆形，表面光滑，顶部有尖刺状凸起，外有花托包被(图 1(b))，成熟后干燥开裂，内里种子容易随果实的破裂随风飘落，如遇雨天果实包裹着种子极易产生霉变，需及时采收。果实平均宽度 0.56 ± 0.13 cm、平均长度 0.99 ± 0.21 cm、单果均重 0.0566 ± 0.0216 g；大花胡麻草开花结果较多，但结实率低，空壳率较高，产生的种子较小，千粒重为 0.024 ± 0.002 g，属小粒种子，种子形状近似水滴形或子弹形(图 1(c))，稍扁平，有光泽，具纹理，颜色随贮存时间逐渐从淡黄色和黄褐色向深褐色、黑色转变，且大花胡麻草种子出土能力弱，生产中不宜播种过深，最好是种子拌过筛细土撒播或基质浇水湿透后均匀撒于基质表面。



Figure 1. (a) Flower branch with fruit; (b) Dry fruit; (c) Seed

图 1. (a) 带果花枝；(b) 阴干果实；(c) 种子

3.2. 不同浓度浸提液作用下白菜种子发芽率

Table 2. Effect of *Centrothera grandiflora* seed soaking solution on the germination of Chinese cabbage seeds

表 2. 大花胡麻草种子浸泡液对白菜种子发芽的影响

处理	初萌期(d)	萌发率(%)
2 mg/L	$2.67 \pm 0.18b$	$80.00 \pm 2.39a$
4 mg/L	$3.67 \pm 0.18a$	$64.00 \pm 1.63b$
6 mg/L	$2.67 \pm 0.23b$	$80.00 \pm 2.39a$
清水	$3.93 \pm 0.26a$	$51.33 \pm 2.36c$

注：CK 表示空白对照，表中平均值后字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

取贮存一年采收的种子配制不同浓度培养液培养白菜种子，30 d 后测定萌发率，结果见表 2。

结果表明：大花胡麻草种子不含抑制萌发物质，且浸泡液对白菜种子萌发有积极影响，对照清水 CK

组, 表现为 $6 \text{ mg/L} > 2 \text{ mg/L} > 4 \text{ mg/L} > \text{清水}$ 。

3.3. 不同年份种子生活力检测

分别取 2019 年、2020 年、2021 年采收的种子进行萌发试验, 从第 3 天开始统计最早萌发天数, 30 d 时统计萌发率, 结果见表 3。

结果表明: 不同年份种子生活力具有显著差异($P < 0.05$), 贮存时间越长, 种子萌发率越低。2021 年当年采收播种的种子萌发率可达 $71.73\% \pm 3.28\%$, 而贮存两年后生活力骤降, 发芽率不足 3%, 在 $17.10 \pm 0.73 \text{ d}$ 时才开始萌发, 且萌发的幼苗瘦弱徒长, 并且子叶较小。试验表明同一环境条件下, 贮存时间越短的种子生活力越高, 萌芽能力及萌发质量越好。

Table 3. Effect of storage time on seed viability
表 3. 贮存时长对种子生活力的影响

种子年份	2019 年	2020 年	2021 年
初萌期(d)	$17.10 \pm 0.73\text{a}$	$16.80 \pm 0.77\text{a}$	$12.26 \pm 0.59\text{b}$
萌发率(%)	$2.93 \pm 2.91\text{c}$	$61.46 \pm 6.25\text{b}$	$71.73 \pm 3.28\text{a}$

3.4. 种子休眠检测情况

经测定贮存一年的种子存在休眠现象, 结果见表 4: 较之 CK, 大花胡麻草种子经处理可以有效提升发芽率及幼苗质量, 其中赤霉素 30 mg/L 处理组无论是初始萌发天数, 还是萌发速率, 均显著优于其他处理组, 赤霉素处理组中表现为高抑低促。

Table 4. Determination of seed dormancy
表 4. 种子休眠情况测定

处理	初萌期(d)	萌发率(%)
温水浸种	$19.00 \pm 0.85\text{ab}$	$39.60 \pm 4.91\text{c}$
赤霉素 30 mg/L	$16.40 \pm 0.73\text{c}$	$78.66 \pm 5.98\text{a}$
赤霉素 40 mg/L	$16.66 \pm 0.72\text{c}$	$62.26 \pm 5.17\text{b}$
赤霉素 50 mg/L	$18.73 \pm 0.88\text{b}$	$40.80 \pm 2.36\text{c}$
CK	$19.60 \pm 0.82\text{a}$	$29.06 \pm 3.45\text{d}$

3.5. 最适萌发条件检验

3.5.1. 不同温度对萌发的影响

Table 5. Table of germination under different temperature treatments
表 5. 不同温度处理萌发情况表

处理	23°C	25°C	27°C	29°C	31°C
初萌期(d)	$9.80 \pm 0.83\text{c}$	$11.20 \pm 0.83\text{bc}$	$12.00 \pm 0.70\text{b}$	$12.20 \pm 1.30\text{b}$	$15.00 \pm 0.70\text{a}$
萌发率(%)	$99.20 \pm 1.09\text{a}$	$86.00 \pm 1.41\text{b}$	$49.60 \pm 1.67\text{c}$	$44.40 \pm 1.67\text{d}$	$44.00 \pm 1.41\text{d}$

不同温度处理下发芽率及最早萌发天数见表 5, 结果表明, 各处理有显著差异($P < 0.05$), 呈温度越低萌发率越高的趋势, 23°C 条件下, 萌发率最高, 达到了 99.2 ± 0.97 , 最早萌发天数为 11.2 ± 0.74 。大花

胡麻草种子萌发对温度有严格的要求，温度过高时不利于种子萌发。

3.5.2. 不同光照对萌发的影响

不同的光照周期对种子萌发差异显著($P < 0.05$)，结果见表 6。光照时间越短，萌发天数最早，光照时间越长萌发率越低，持续性黑暗时幼苗成苗困难，不长根，持续光照时容易造成幼苗徒长，阶段性光照最适宜种子萌发和幼苗生长。

Table 6. Effect of light duration on germination

表 6. 光照时长对萌发的影响

处理	0 h/d	12 h/d	24 h/d
初萌期(d)	11.60 ± 0.54c	14.00 ± 0.70b	22.00 ± 1.58a
萌发率(%)	46.40 ± 4.77b	78.80 ± 5.93a	38.00 ± 3.45c

3.5.3. 不同湿度条件对萌发的影响

在同一温度光照环境培养下，萌发情况见表 7。不同的湿度条件下种子均能正常萌发，1/1 d 浇水处理其种子萌发速度及萌发率要快于 1/2 d 及 1/3 d，呈湿度越高萌发速率越快，萌发率越高的趋势，但 1/3 d 处理组中一定的干旱，可使根系迅速发生，且幼苗较为粗壮。这表明其对水分的要求并不严格，且能适应一定的干旱。

Table 7. Effect of different soil humidity on germination

表 7. 不同土壤湿度对萌发的影响

处理	1/1 d	1/2 d	1/3 d
初萌期(d)	9.00 ± 0.70c	10.40 ± 0.54b	12.00 ± 0.70a
萌发率(%)	97.20 ± 1.09a	82.80 ± 5.76b	75.20 ± 3.03c

3.5.4. 不同基质条件对萌发的影响

不同基质对大花胡麻草种子的萌发有显著影响($P < 0.05$)，结果见表(表 8)。萌发天数表现得较好的是 2、5、6 号处理，其中 2 号腐殖营养土处理萌发天数最早，地上部生长旺盛但较瘦弱且根系较短，腐殖营养土作为育苗基质可为幼苗提供一定的养分，促进地上部分生长，但保水能力较差；同上，2、5、6 号处理在萌发率上也表现较好，最好的是 5 号过筛红壤 + 腐殖营养土处理，萌发率可达 80%。综合来说，沙土表现最差，萌发率显著低于其他处理，不适宜作为萌发基质，但沙土根系伸长生长表现最好，建议生产中将红壤 + 腐殖营养土添加部分沙土作为育苗基质最好。

Table 8. Table of germination of different substrate

表 8. 不同基质萌发情况表

处理	1	2	3	4	5	6
初萌期(d)	20.40 ± 0.54bc	18.40 ± 0.54e	19.60 ± 0.54cd	21.2 ± 0.44ab	19.00 ± 0.70de	21.80 ± 0.83a
萌发率(%)	50.8 ± 2.28d	73.6 ± 2.96b	61.6 ± 2.60c	64.4 ± 2.19c	80.0 ± 3.74a	74.4 ± 2.60b

4. 结论与讨论

农业生产自种子的萌发生长开始，种子在植物资源保存和生物遗传多样性中扮演着重要的角色[5] [6]，是一切植物开展后续研究的基础，种子能萌发与否取决于环境能否达到其最低萌发条件，温度、光照、

水分任一因素对其生长的影响都是至关重要的, 作为植物生活史的薄弱一环, 对于种子萌发特性的研究是必要, 也是基础必需。本研究采用单因素试验设计, 探究大花胡麻草的萌发特性及其最适萌发环境。单因素试验表明: 1) 大花胡麻草果实均宽 0.56 ± 0.13 cm、均长 0.99 ± 0.21 cm、单果均重 0.0566 ± 0.0216 g, 千粒重为 0.024 ± 0.002 g, 属小粒种子。2) 种子采收或贮藏一段时间后不会产生抑制萌发的物质, 而随着贮存时间的延长, 种子生活力逐年下降, 发生休眠导致的萌发率下降, 可以通过一定的处理打破休眠, 提高发芽率, 其中以浓度 30 mg/L 赤霉素处理表现最好, 在 16.4 d 开始萌发, 萌发率 78.66%, 能显著提升萌芽率, 缩短了萌发时间; 3) 大花胡麻草适宜的萌发环境为温度 23℃、光照 12 h/d、萌芽前保持较高的土壤湿度、萌发后适当干旱, 并将腐殖营养土 + 红壤土添加适量沙土作为基质育苗最好, 在这些条件下, 其发芽率初萌期显著优于其他处理。

从种子自身来看, 休眠[7]、抑制物[8]都是造成自然条件下萌发率低的原因, 外部环境因子对种子产生直接影响, 例如萌发大环境温度过低或过高, 能量转换和气体交换受阻, 则影响种子萌发[9] [10], 植物种子早期的萌发能力的高低决定了它的竞争能力, 为明确大花胡麻草种子限制萌发的因子, 解决常规生产中萌发率低的问题, 本研究从种子的萌发特性入手, 研究提高种子萌发率的方法。种子发芽率、发芽势等作为直观体现种子活力和质量的关键参数, 通过实验数据发现, 除种子处理及播种深度[11]外, 萌发温度、光照、种子质量也是影响萌发的关键因素, 其作为细小种子, 本就萌发率及逆境适应力较弱[12] [13], 在本研究中, 当萌发温度超过 25℃时, 萌发天数、萌发率、幼苗生长情况等指标显著降低, 适温下种子内部酶的活性[14]较高, 发芽率有效提升, 在超过 25℃时, 大环境水分快速挥发, 造成湿度降低, 可能形成了高温干旱胁迫, 造成植物代谢异常。植物的遗传性和环境条件共同决定种子萌发的需光与否, 有些植物暗处理生长受限, 有些则对光照无显著响应[15], 本实验大花胡麻草在 0 h/d 培养下能萌发, 但根和叶都生长缓慢, 24 h/d 则表现为徒长、萌发率降低, 且与 12 h/d 处理组差异显著, 因此大花胡麻草的种子萌发需要阶段性光照, 且不宜长时间黑暗或光照。

基金项目

基金项目: 云南省地方高校联合专项 - 面上项目(2019FH001(-055)); 云南省教育厅研究生项目(2020Y0477); 云南省科技计划重大科技专项(202202AE090015); 昆明市产业技术领军人才项目。

参考文献

- [1] 王国强. 全国中草药汇编[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 410.
- [2] 高荣岐, 张春庆. 种子生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009: 1-4.
- [3] 马小卫. 长柄扁桃(*Amygdalus pedunculata* Pall.)抗旱机制研究[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2006.
- [4] 闫蓉, 高志朋, 袁亚茹, 等. 山东药用植物一新纪录属种——胡麻草属胡麻草[J]. 中国现代中药, 2021, 23(12): 2051-2054.
- [5] Koornneef, M., Bentsink, L. and Hilhorst, H. (2002) Seed Dormancy and Germination. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 33-36. [https://doi.org/10.1016/S1369-5266\(01\)00219-9](https://doi.org/10.1016/S1369-5266(01)00219-9)
- [6] Zhang, K.L., Ji, Y.S., Fu, G.X., et al. (2021) Dormancy Cycles in *Aquilegia oxysepala* Trautv. et Mey. (Ranunculaceae), a Species with Non-Deep Simple Morphophysiological Dormancy. *Plant and Soil*, 464, 223-235. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04951-8>
- [7] 李婉茹. 紫斑牡丹种子休眠与萌发研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2020.
- [8] 张艳杰, 高捍东, 鲁顺保. 南方红豆杉种子中发芽抑制物的研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2007, 31(4): 51-56.
- [9] 宋兆伟, 郝丽珍, 黄振英, 等. 光照和温度对沙芥和斧翅沙芥植物种子萌发的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2562-2568.

- [10] 张佳宁, 刘坤. 植物调节萌发时间和萌发地点的机制[J]. 草业学报, 2014, 23(1): 328-338.
- [11] 韩俊, 沈雪梅, 余珊, 等. 珍稀药用植物黑蒴育苗试验[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(9): 168-169+185.
- [12] 张小彦, 焦菊英, 王宁, 等. 种子形态特征对植被恢复演替的影响[J]. 种子, 2009, 28(7): 67-72.
- [13] 武高林, 杜国祯, 尚占环. 种子大小及其命运对植被更新贡献研究进展[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1969-1972.
- [14] 刘世晗, 梁建, 方姝懿, 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.
- [15] 文彬, 何惠英. 西南紫薇种子贮藏与萌发特性的研究[J]. 种子, 2002, 21(2): 11-12+15.