

贮藏时间对2种肉苁蓉寄主植物种子质量的影响

安芳芳¹, 郭晔红^{1*}, 马桃桃¹, 吕霞¹, 贾存勤², 王清波³

¹甘肃农业大学农学院, 干旱生境作物学国家重点实验室, 甘肃 兰州

²甘肃汇勤生物科技有限公司, 甘肃 白银

³黑龙江双鸭山中医院药剂科, 黑龙江 双鸭山

收稿日期: 2024年3月1日; 录用日期: 2024年6月14日; 发布日期: 2024年6月26日

摘要

目的: 通过对不同贮藏时间的梭梭和四翅滨藜的种子质量研究, 为肉苁蓉种植产业规模化、规范化生产提供优质的寄主种子种苗来源。方法: 以贮藏1年和2年的梭梭、四翅滨藜的种子为材料, 测定种子净度、千粒重、含水量、吸水规律等指标并进行分析。结果: 结果表明, 贮藏1年的梭梭和四翅滨藜的种子千粒重、含水量均高于贮藏2年的, 但种子净度和种子形态大小不受贮藏时间的影响; 贮藏1年的梭梭种子吸水量和吸水速率低于贮藏2年, 四翅滨藜则相反; 不同的萌发温度处理下(10°C、15°C、20°C、25°C、30°C), 梭梭种子在15°C时发芽速率最快, 且贮藏1年的发芽速率大于贮藏2年的; 四翅滨藜种子在25°C沙培条件下, 贮藏2年的种子发芽率、发芽势、发芽指数均高于贮藏1年的, 发芽表现较好。结论: 贮藏1年的梭梭种子质量较优, 发芽适宜温度为15°C; 贮藏2年的四翅滨藜种子质量优于贮藏1年的, 四翅滨藜种子存在后熟现象, 贮藏后的种子质量更佳。

关键词

梭梭, 四翅滨藜, 种子萌发, 种子质量, 储藏时间

Effect of Different Storage Time on the Seed Quality of Two Host Plants of *Cistanche deserticola*

Fangfang An¹, Yehong Guo^{1*}, Taotao Ma¹, Xia Lv¹, Cunqin Jia², Qingbo Wang³

¹State Key Laboratory of Aridland Crop Science, Agronomy College, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu

²Gansu Huiqin Biological Technology Co, Ltd., Baiyin Gansu

*通讯作者。

文章引用: 安芳芳, 郭晔红, 马桃桃, 吕霞, 贾存勤, 王清波. 贮藏时间对 2 种肉苁蓉寄主植物种子质量的影响[J]. 有机化学研究, 2024, 12(2): 272-282. DOI: 10.12677/jocr.2024.122024

³Pharmacy Department, Heilongjiang Shuangyashan Traditional Chinese Medicine Hospital, Shuangyashan Heilongjiang

Received: Apr. 1st, 2024; accepted: Jun. 14th, 2024; published: Jun. 26th, 2024

Abstract

Objective: To provide a high-quality source of host seedlings for the large-scale and standardised production of *Cistanche deserticola* plantation industry by studying the seed quality of two host plants (*Haloxylon ammodendron* and *Atriplex canescens*) with different storage times. **Methods:** Seeds of *Haloxylon ammodendron* and *Atriplex canescens* stored for 1 and 2 years were used as materials, and the indexes of seed clarity, thousand-seed weight, water content, and water absorption pattern were determined and analyzed. **Results:** The results showed that the thousand-seed weight and water content of the seeds of *Haloxylon ammodendron* and *Atriplex canescens* stored for 1 year were higher than that of those stored for 2 years, but the seed clarity and seed morphology and size were not affected by the storage time; the water absorption and rate of water uptake of the seeds of *Haloxylon ammodendron* stored for 1 year were lower than that of those stored for 2 years, while the opposite was true for *Atriplex canescens*; under the treatment of different germination temperatures (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C), the fastest germination rate of the *Haloxylon ammodendron* seeds was at 15°C, and the germination rate of 1 year storage was greater than that of 2 years storage; *Atriplex canescens* seeds were stored for 2 years at 25°C under the condition of sand cultivation, and the germination rate, germination potential and germination index of 2 years' storage were higher than that of 1 year's storage, and the germination performance was better. **Conclusion:** The quality of *Haloxylon ammodendron* seeds stored for 1 year was better, and the suitable temperature for germination was 15°C; the quality of *Atriplex canescens* seeds stored for 2 years was better than that of those stored for 1 year, and there was the phenomenon of after-ripening of *Atriplex canescens* seeds, and the quality of the seeds after storage was better.

Keywords

Haloxylon ammodendron, *Atriplex canescens*, Seed Germination, Seed Quality, Storage Time

Copyright © 2024 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

肉苁蓉 [*Cistanche deserticola*] 为列当科多年生全寄生草本植物, 常寄生于藜科植物梭梭 [*Haloxylon ammodendron* (C.A.Mey.) Bunge] 和白梭梭 [*Haloxylon Persicum* Bunge ex Boiss. Et Buhse] 的根部 [1], 以干燥带鳞叶的肉质茎为入药部位, 是我国药食同源的补益药材之一。近年来研究人员发现除梭梭之外, 四翅滨藜根部也可寄生肉苁蓉, 并表现出良好的产量和质量 [2] [3]。四翅滨藜 [*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.] 为藜科滨藜属常绿或半常绿灌木, 是美国经过多年培育出的具有较强抗旱性、耐寒性且对牧场改良极有价值的木本饲料树种, 还具有改良盐碱地的作用, 具有“生物脱盐器”之称 [4]。自 1989 年引入我国新疆、内蒙、甘肃等地, 四翅滨藜已成为西北地区防风固沙的特色经济植物兼生态树种, 逐渐成为肉苁蓉产业发展的优势寄主和我国优良畜牧饲料的来源 [5]。

寄主植物栽培是种植优良肉苁蓉的基础，在自然条件下梭梭生长缓慢，小于 4 年植龄的梭梭接种肉苁蓉会使寄主植物生长不良，甚至死亡[6]，近年来四翅滨藜的栽培已成为干旱区生态修复和扶贫致富的焦点。播种育苗是培育寄主植物种苗的主要方式，种子繁殖是梭梭种群更新扩大的唯一途径，相关研究主要是温度、盐碱度、含水量等对种子活力的影响[7] [8] [9] [10] [11]；四翅滨藜相关研究则集中在饲料价值的挖掘和盐碱地的改善等方面[12]，由于四翅滨藜种子发芽受到温度、土壤条件等因素的明显限制[13] [14] [15] [16]，大田育苗常用方法则在播种前对四翅滨藜种子进行湿沙催芽处理或温水浸种，种子“露白”后才进行播种[17]，但目前四翅滨藜种子室内发芽的条件缺少统一性和规范性。在肉苁蓉种植产业发展中肉苁蓉种子质量研究较为全面[18]-[23]，但对其寄主植物的种子质量研究却鲜见报道。本研究以不同贮藏时间的肉苁蓉寄主植物 - 梭梭和四翅滨藜的种子为研究对象，对四翅滨藜和梭梭种子质量进行探讨，为肉苁蓉产业链规范化、规模化发展提供优良种质种苗，同时也为沙区生态修复培育优质苗木和供应优良饲草提供理论基础。

2. 材料与方法

2.1. 试验材料

供试梭梭和四翅滨藜种子分别于 2021 年、2022 年采收于甘肃省武威市，在室温下分别贮藏 2 年和 1 年。筛选出无病虫害、颗粒饱满，大小一致的种子，储藏在干燥阴凉的地方备用，四翅滨藜供试种子已除去种翅。贮藏 1 年的梭梭种子，Hf 表示；贮藏 2 年的梭梭种子，Ho 表示；贮藏 1 年的四翅滨藜的种子，Af 表示；贮藏 2 年的四翅滨藜种子，Ao 表示。

2.2. 试验方法

2.2.1. 种子净度

净度分析和计算方法参照 GB/T2930.2-2017《草种子检验规程 - 净度分析》。将收集的种子混合均匀，按照四分法随机取种，使用镊子将种子和其他植物种子挑出，其余部分则为杂质，将以上分离的各部分称重，计算各部分占比(%)。

2.2.2. 种子千粒重

去除杂质后，从净种子中随机数取 100 粒、500 粒、1000 粒进行重量检查(四翅滨藜为除去种翅后的净种子)，使用万分之一电子天平测定重量，精确度为 0.0001 g，重复 4 次，计算平均粒重(g)、标准差(SD)和变异系数(CV)，计算千粒重。

2.2.3. 种子含水量

参照 GB/T2930.4-2017《草种子检验规程 - 水分测定》中整粒高温烘干法($130^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)，水分测定时间依次为：1 h、2 h、3 h，重复测定 2 次，每个重复称取 5.0 ± 0.5 g。将铝盒预热至恒重并计重，再将种子放入称重，记录重量，再放置于烘箱中烘干。计时结束时，迅速取出样品放入干燥器中密封冷却，称重后计算种子含水量。种子水分(%) = $[(\text{烘干前重量} - \text{烘干后重量}) / \text{烘干前重量}] \times 100\%$ 。

2.2.4. 种子真实性

从净种子中随机选取 100 粒梭梭、四翅滨藜种子，逐粒观察种子大小、颜色等，在体视显微镜下观察种子形态，并用游标卡尺测定梭梭种子的长、宽、厚，四翅滨藜种子的长、宽。

2.2.5. 种子吸水特性

于供试样品中各取 100 粒梭梭种子，称重后分别放入培养皿中，加入蒸馏水浸没种子，置于 25°C 恒温培养箱中，每组重复 3 次，在吸水 2、4、6、8、10、12、14 h 时取出种子用滤纸吸干表面浮水，称重

并记录, 计算种子吸胀过程中的吸水量和吸水速率, 并绘制种子吸水变化图。于供试样品中各取 50 粒四翅滨藜种子, 称重后分别放入培养皿中, 加入蒸馏水浸没种子, 置于 25℃ 恒温培养箱。每组重复 3 次, 在吸水 2、4、6、8、10、12、14、24 h 取出种子用滤纸吸干表面浮水, 称湿重并记录, 绘制种子吸水变化图, 计算方法相同。计算方法: 吸水速率($\text{g}\cdot\text{H}^{-1}$) = 吸水量/时间。

2.2.6. 种子发芽率

梭梭种子发芽率测定: 梭梭种子发芽较快, 试验发芽床选用双层滤纸, 温度因素选择 5 个水平, 即 10℃, 15℃、20℃、25℃、30℃。将梭梭种子浸泡冲洗, 用 0.3% 的 K_2MnO_4 溶液消毒 15 min 后, 蒸馏水反复冲洗至干净, 放置在 90 mm 培养皿中进行发芽试验。每个培养皿中放置 25 粒种子, 重复 3 次(以胚芽冲破种皮为发芽开始, 共计数 7 d), 计算种子发芽率、发芽势和发芽指数。

发芽率(%) = (第 7 d 种子发芽数/供试种子数) × 100%

发芽势(GI %) = (第 2 d 发芽种子数/供试种子数) × 100%

发芽指数 = $\sum Gt/Dt$ (Gt 为时间 t 内的发芽数, Dt 为相应的发芽时间) × 100%

四翅滨藜种子发芽率测定: 选用砂砾进行, 温度选择 25℃, 将四翅滨藜的种子播种在盛有大小均匀砂粒的花盆, 砂砾粒径为 0.05 mm~0.08 mm, 每个花盆放置 25 粒种子, 播种后覆沙 1 cm, 重复 3 次, 将其放置在 25℃ 恒温培养箱中进行发芽, 每天早晚喷水, 保持花盆处于湿润状态。播种后每日观察种子发芽情况, 从第一粒种子发芽时开始计数, 连续记录 7 d; 出苗结束后, 将花盆中的沙壤土全部倒出, 检查并统计种子发芽情况, 计算种子发芽率、发芽势和发芽指数, 计算方法同梭梭种子。

2.3. 数据分析

采用 Excel2016 软件整理数据, 并通过 SPSS22.0 统计软件进行方差分析。

3. 结果与分析

3.1. 梭梭与四翅滨藜种子形态特征

3.1.1. 种子净度分析

对不同贮藏年限的梭梭和四翅滨藜种子分别进行净度分析, 由表 1 可知, Hf、Ho 净度分别为 69.33%、86.13%, 增失比为 2.69%、0.68%; Hf 所含杂质较多, 净度小于 Ho。Af、Ao 净度分别为 93.03%、87.02%, 增失比为 3.55%、3.76%; Ao 所含杂质较多, 净度小于 Af, 梭梭和四翅滨藜种子净度增失比均小于 5%。

Table 1. Analysis of seed clarity in *H. ammodendron*, *A. canescens*

表 1. 梭梭、四翅滨藜种子净度分析

样品 Samples	样品重量(g) Original weight (g)	净种子重量(g) Net seed weight (g)	其他杂质重量(g) Weight of other impurities (g)	净度(%) Clarity (%)	增失比例(%) Gain/loss ratio (%)
Hf	5.1310 ± 0.042	3.5388 ± 0.052	1.5652 ± 0.026	69.33 ± 0.005	2.69 ± 0.006
Ho	5.0494 ± 0.011	4.3430 ± 0.013	0.6996 ± 0.0180	86.13 ± 0.00	0.68 ± 0.004
Af	5.4475 ± 0.034	5.0348 ± 0.023	0.3772 ± 0.024	93.03 ± 0.005	3.55 ± 0.003
Ao	5.0618 ± 0.003	4.3709 ± 0.106	0.6533 ± 0.1218	87.02 ± 0.020	3.76 ± 0.036

3.1.2. 种子粒重分析

采用百粒法、五百粒法和千粒重法对不同贮藏时间的梭梭和四翅滨藜种子进行粒重测定(四翅滨藜在

去翅后进行重量分析), 由表 2 可知, 在五百粒法中, Hf、Ho 变异系数最小, 分别为 3.41%、2.27%; 千粒法中, Af、Ao 的变异系数最小, 分别为 1.86%和 7.81%。3 种方法测定种子粒重, Af、Hf 粒重均大于 Ao、Ho, 差异显著($P < 0.05$)。

Table 2. Grain weight analysis of *H. ammodendron*, *A. canescens*

表 2. 梭梭、四翅滨藜种子粒重分析

样品 Samples	百粒法/g One hundred grain method(g)	变异系数/% Coefficient of variation(%)	五百粒法/g Five Hundred Grain Method(g)	变异系数/% coefficient of variation(%)	千粒法/g Millipede method(g)	变异系数/% coefficient of variation(%)
Hf	0.2850c	9.21	1.4615c	3.41	2.9780c	7.42
Ho	0.2620c	2.92	1.3021c	2.27	2.6520c	3.51
Af	0.9375a	4.76	4.7635a	2.97	9.5578a	1.86
Ao	0.9104b	12.83	4.0765b	11.01	8.1394b	7.81

注: 同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

3.1.3. 种子含水量分析

梭梭、四翅滨藜种子含水量测定采用整粒高温烘干法($130^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)。如表 3 所示, 4 份种子含水量在第 1 h 内均发生明显变化, 继续烘干 2 h、3 h 后, 种子含水量变化较小 4 份种子烘干第 1 h、2 h 含水量: Hf > Ho, Af > Ao; 随着烘干时间的增加, 第 3 h 含水量: Hf < Ho, Af < Ao; Hf、Af 含水量变化: 1 h > 2 h > 3 h; Ho、Ao 含水量变化: 1 h > 3 h > 2 h。Hf、Ho、Af、Ao 总含水量分别为 7.123%、6.031%、8.033%、6.313%。结果表明, 贮藏 1 年的种子含水量较高, Af、Hf 含水量始终高于 Ao、Ho。

Table 3. Changes in water content of *H. ammodendron*, *A. canescens*

表 3. 梭梭、四翅滨藜种子含水量变化

时间/含水量(%) Time/Moisture content (%)	Hf	Ho	Af	Ao
1 h	6.842 ± 0.0005ab	5.085 ± 0.0015b	7.776 ± 0.0002ab	5.994 ± 0.0027a
2 h	0.235 ± 0.0002a	0.210 ± 0.0030a	0.232 ± 0.0018b	0.106 ± 0.0015ab
3 h	0.045 ± 0.0002b	0.737 ± 0.0015a	0.025 ± 0.0003c	0.213 ± 0.0000c
总含水量(%)	7.123	6.031	8.033	6.313

注: 同行不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

3.1.4. 种子形态分析

随机选取 100 粒不同储藏时间的梭梭、四翅滨藜的种子, 对其形状、颜色、大小进行观察测定。种子形态见图 1。梭梭种子形状大多呈圆形或椭圆形, 颜色呈黄褐色或深褐色; 种皮较薄, 易吸水膨胀、种胚呈螺旋状, 种皮包被。Ho 粒径为 2.11 ± 0.21 mm, 厚度为 0.79 ± 0.13 mm, 两者均大于 Hf; Hf 粒径则为 2.06 ± 0.11 mm, 厚度为 0.66 ± 0.56 mm。

四翅滨藜种子胞果具 4 翅, 形状规则, 但少数具有 3 翅或不规则种翅, 去翅后的种子种皮坚硬, 大多呈椭圆形或倒卵形, 少数种子较小, 呈不规则形状; 颜色呈黄绿色或深褐色。Ao 长为 5.01 ± 1.29 mm, 宽为 2.45 ± 0.92 mm, 长宽比为 2.27 ± 0.80 mm, 两者均大于 Af; Af 长为 4.26 ± 1.00 mm, 宽为 2.78 ± 0.55 mm, 长宽比为 1.92 ± 0.48 mm; 长宽比越大, 表明种子长度与种子宽度差异越大。

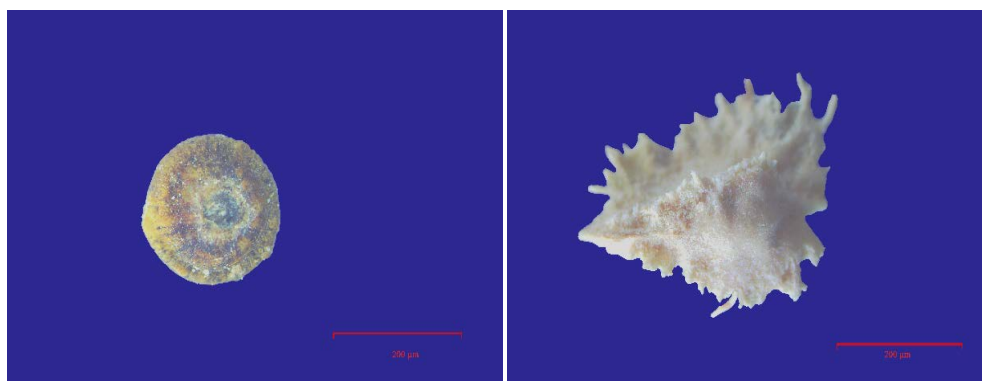


Figure 1. Seed morphology of *H. ammodendron*, *A. canescens*
图 1. 梭梭种子、四翅滨藜胞果形态

3.2. 梭梭与四翅滨藜种子吸水特性

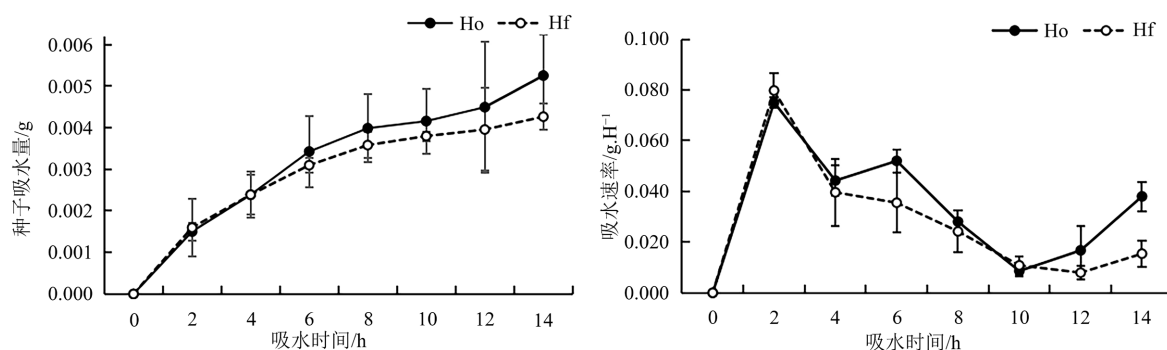


Figure 2. Changes in water absorption and water absorption rate of *H. ammodendron*
图 2. 梭梭种子吸水量、吸水速率变化

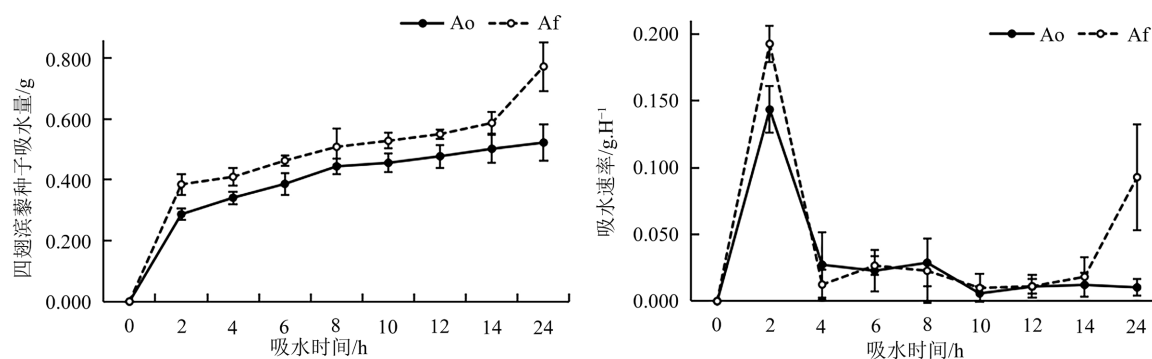


Figure 3. Changes in water absorption and water absorption rate of *A. canescens*
图 3. 四翅滨藜种子吸水量、吸水速率变化

如图 2 所示, Ho、Hf 在 0~4 h 时的吸水量变化规律一致, 处于快速吸水期; 2~12 h 处于低速吸水期, 吸水量缓慢升高, 但 Ho 吸水量明显高于 Hf。Ho 在 0~4 h、4~10 h 两个阶段内吸水速率变化呈“之”字形曲线, 呈先升高后下降趋势, 分别在 2 h、6 h 吸水速率达到相对应阶段的最大值, 但 6 h 吸水速率小于 2 h, 10~14 h 吸水速率再次上升; Hf 整个时间段内吸水速率呈先升高后降低再升高的趋势, 2 h 时吸水速率最快, 之后呈缓慢吸水状态。梭梭为短命种子, 种子形状较小, 长时间室温储藏易失水, 在水分

充足的条件下,梭梭会快速吸水膨胀,2 h时吸水速率达到最大,Hf在6 h时吸水速率再次升高,可能是种皮较厚,种胚为冲破种皮限制再次加速吸水。Hf吸水量和吸水速率均低于Ho,且在2 h后胀破的种子数量逐渐增加。

如图3所示,Ao、Af吸水量整体变化趋势相同,且Af吸水量始终大于Ao。Ao、Af吸水速率整体变化规律一致,两者在0~2 h为快速吸水期,4~24 h时进入到缓慢吸水状态,但Ao在14 h后几乎处于停止吸水,Af仍在持续缓慢吸水;0~4 h时Af吸水速率基本大于Ao,4~14 h两者处于不稳定吸水状态,吸水速率较小,变化不明显;14 h后,Af吸水速率大于Ao。四翅滨藜种皮较硬,在快速吸水后,种皮逐渐软化,种子处于持续缓慢吸水状态可能是为破除种子休眠,催动种子发芽。

3.3. 梭梭与四翅滨藜种子萌发特性

3.3.1. 种子发芽率分析

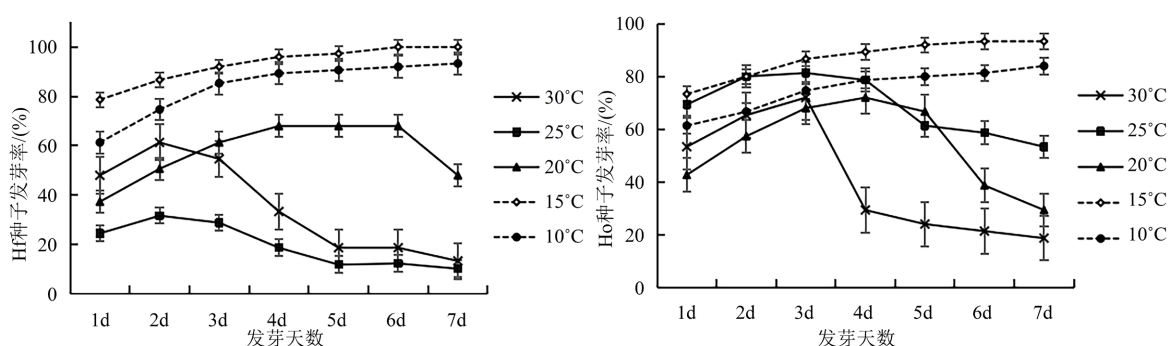


Figure 4. Seeds daily variation of germination rate of *H. ammodendron*

图4. 梭梭种子发芽率日变化

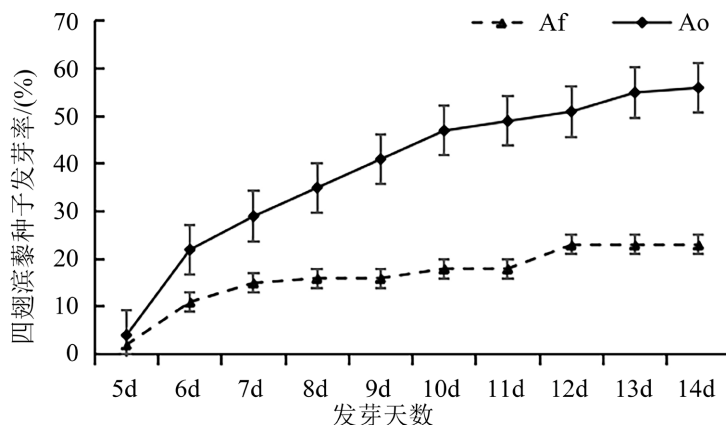


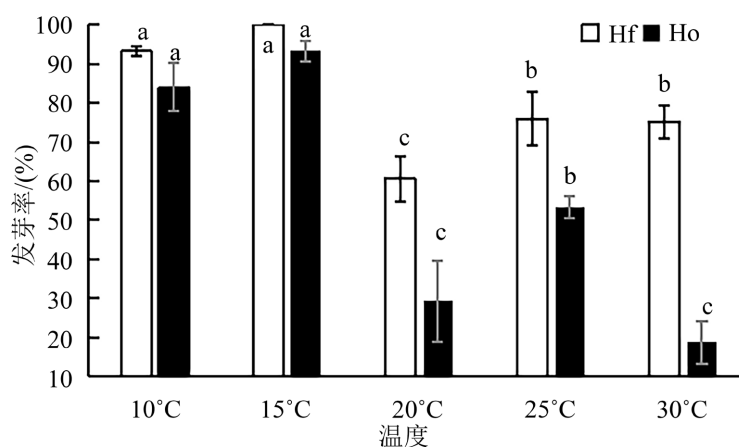
Figure 5. Seeds daily variation of germination rate of *A. canescens* at 25°C

图5. 25°C四翅滨藜种子发芽率日变化

如图4所示,Ho发芽率日变化:10°C、15°C整体呈上升趋势,第7d达到80%~100%;20°C、25°C、30°C发芽率先升高后下降,第3d达到最高值。Hf发芽率日变化:随着发芽天数的增加,10°C、15°C发芽率逐渐上升,在计数结束时发芽率达到90%~100%;25°C、30°C的发芽率呈升高后下降的趋势,在第2d达到最高值;20°C变化趋势与15°C、10°C一致,但最终的成活率偏低。Ho、Hf发芽率日变化随温度的升高,均呈降低趋势。如图5所示,四翅滨藜种子发芽滞后期为5d,Ao与Af发芽率日变化规律基本

相同; Ao 在 5~12 d 发芽率逐渐增加, 13d 时保持稳定, 达到 50% 以上; Af 在 5~11 d 发芽率缓慢增加, 12d 时保持基本稳定。

如图 6 所示, Ho 发芽率由高到低依次为: $15^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > 30^{\circ}\text{C}$, 10°C 、 15°C 发芽率分别为 84.0%、93.3%, 高于其他温度, 差异显著 ($P < 0.05$)。Hf 发芽率: $15^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C} > 30^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C}$, 15°C 发芽率最高, 达到 100%, 10°C 发芽率为 93.3%, 两者与其它温度下发芽率差异显著 ($P < 0.05$)。随温度的升高, Hf 发芽率始终高于 Ho, 差异显著 ($P < 0.05$)。由表 4 可知, Af 发芽率为 23%, Ao 发芽率为 56%, Ao 发芽率高于 Af。Ho、Hf 在 15°C 发芽率最高, 达到 90% 以上, 10°C 次之, 达到 80%-90%; Ao、Af 在 25°C 发芽率较低, 但 Ao 始终大于 Af。



注: 不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

Figure 6. Comparison of germination rate of *H. ammodendron* seeds
图 6. 梭梭种子发芽率比较

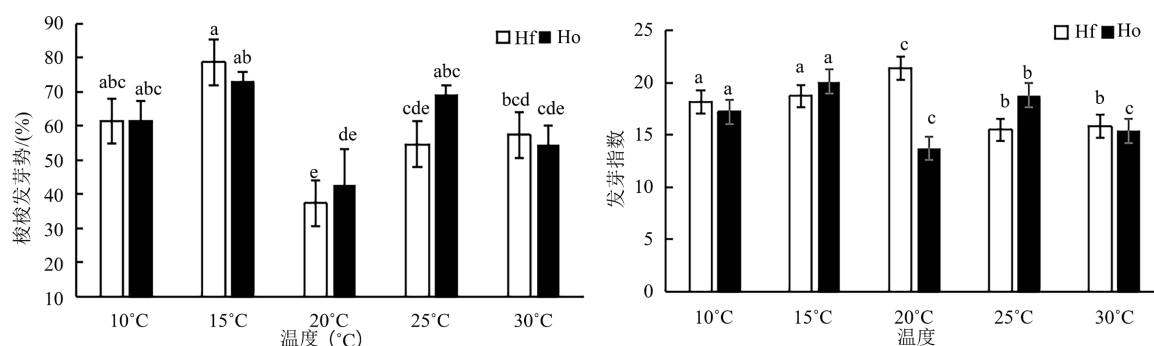
Table 4. Comparison of germination rate and germination potential, germination index of *A. canescens* seeds at 25°C
表 4. 25°C 四翅滨藜种子发芽率、发芽势、发芽指数比较

样品 Samples	发芽率 (%) Germination rate (%)	发芽势 (%) Germination potential (%)	发芽指数 Germination index
Af	23.00 ± 1.91	9.00 ± 3.42	0.80 ± 0.13
Ao	56.00 ± 4.90	18.00 ± 7.75	1.89 ± 0.05

3.3.2. 种子发芽势、发芽指数分析

如图 7 所示, Ho、Hf 整体发芽势均为 $15^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C} > 30^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$, 与发芽率变化趋势相同, Hf、Ho 在 15°C 时发芽势最高; 10°C 时 Hf 等于 Ho, 20°C 、 25°C , Hf 小于 Ho, 差异显著 ($P < 0.05$)。结果说明在 10°C 、 15°C 下贮藏 2 年和 1 年的梭梭种子发芽速度均较快, 参照 GB/T2930.2-2017《草种子检验规程》可知, 10°C 为梭梭种子发芽的最佳温度; 随着温度升高, 种子内含物的代谢增多, 种子发芽率降低种子发芽整齐度受到影响。

Hf 发芽指数变化依次为: $20^{\circ}\text{C} > 15^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C} > 30^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C}$, 10°C 、 15°C 发芽指数高于 25°C 、 20°C ; Ho 发芽指数变化: $15^{\circ}\text{C} > 25^{\circ}\text{C} > 10^{\circ}\text{C} > 30^{\circ}\text{C} > 20^{\circ}\text{C}$; 20°C 时 Hf 发芽指数大于 Ho, 差异显著 ($P < 0.05$)。通过分析比较发现 Hf 在 20°C 时活力最强, 15°C 次之; Ho 在 15°C 时种子活力最强, 25°C 次之。由表 4 可知, Ao 发芽指数与发芽势、发芽率均高于 Af, 说明 Ao 的种子活力强于 Af。



注：不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。

Figure 7. Germination potential and germination index of *H. ammodendron* seeds

图 7. 梭梭种子发芽势、发芽指数

4. 讨论

种子净度是评价播种质量的一个重要指标，杂质会影响种子储藏安全和种子活力，降低种子使用价值[24]，常温条件下，梭梭种子会受到外部环境的影响，使种子净度降低，产生虫蛀、种翅挤压等产生杂质，所以需对种子规范化保存。通过对种子粒重、含水量进行测定分析，贮藏 1 年的种子粒重、含水量均高于贮藏 2 年的种子，随着贮藏时间延长，种子内水分流失。从吸水特性来看，梭梭种子短时间内均快速吸水吸胀，贮藏 2 年的梭梭种子前期加速吸水，种子吸水速率较快，吸水量较多；贮藏 1 年的四翅滨藜种子吸水量整体高于贮藏 2 年的种子，前期吸水速率明显较低；由于种子形态存在差异，梭梭遇水易吸胀，四翅滨藜种子种皮坚硬，吸水时间相对会更长，吸水量较大。通过发芽率、发芽势、发芽指数的测定表明，Ho、Hf 在低温 15°C 和 10°C 时发芽率、发芽势、发芽指数均较高，符合种子检验标准中梭梭的最适发芽温度，且贮藏 1 年的种子发芽率高于贮藏 2 年的；四翅滨藜在 25°C 沙培条件下，贮藏 1 年的种子发芽率、发芽势、发芽指数均低于贮藏 2 年的，相同条件下贮藏 2 年的四翅滨藜种子萌发速度较快、发芽整齐，种子活力更强。

梭梭种子较小，无坚硬的种壳，种皮干燥时与种胚合为一体，种皮遇水易吸水膨胀，形成保护膜[25]，发芽时受到温度、水分的影响较大，种胚生活力较强的种子会充分吸收水分，冲破种皮，且个别为复胚种子。由于梭梭、四翅滨藜种子形态存在差异，所以其种子萌发特性也不相同。通过观察发现，梭梭随着温度升高，发芽床上种子内含物代谢增多，且伴随着种子腐烂、坏死和发霉，种子活力下降，影响种子发芽率和成活率。四翅滨藜种皮坚硬，种胚不易冲破，种子萌发所需时间较长，本次试验以砂子为发芽床，2 种不同贮藏时间的种子发芽均存在发芽滞后期，贮藏 1 年的种子发芽率低于贮藏 2 年的种子，由于四翅滨藜种子表皮带有抑制物质，存在后熟特性[26] [27] [28]。通过前期预实验，发现四翅滨藜种子室内发芽试验以砂土为发芽床更佳，更接近自然条件，大大提高了种子发芽速度。

综上所述，梭梭种子可快速吸水萌发并开始幼苗的生长，是沙漠植物的一种优势，避免种子在降水后受干旱胁迫而快速萌发完成生活史[27]。四翅滨藜种子属于缓慢萌发型，通过萌发缓慢、萌发率低的策略适应严酷环境，以应对后期缺水的影响[29]。王泽等研究表明梭梭常温贮藏时间越久，种子发芽率会降低[30]，这与本研究结论相同。胡正荣等[13]等发现四翅滨藜的发芽试验与盆栽试验表现不完全相同，所以室内发芽条件还需进一步研究。四翅滨藜种子发芽过程存在萌发滞后期，为研究室内适宜发芽条件，可借鉴大田育苗方法。

在自然环境中，影响种子质量的因素有地域差异、水分、光照、温度等，西北大部分地区冬季严寒而干燥，夏季高温，降水稀少，在一些地区还常年伴随着较大的风沙，生态环境较差。梭梭和四翅滨藜

的良种繁育不仅可以改善种植地的生态环境,还可作为珍稀药材肉苁蓉的寄主植物,增加当地经济收益。两者虽然生长环境一致,但无论种子形态还是萌发条件均存在差异,对种子质量进行全面研究,选择适宜的发芽条件,有利于提高种子利用率。梭梭目前已有种子质量检验标准;四翅滨藜暂无种子质量检验标准,室内发芽条件不够明确,通过试验种子发芽适宜于砂床上进行。梭梭和四翅滨藜种子质量研究是良种繁育的基础,也是肉苁蓉寄主植物培育的前提,是整个产业链健康发展的基础,因此对种子质量进行系统性研究十分必要。通过控制两种寄主植物的种子质量,最大化利用种子资源,提高种子育苗成功率,为社会经济生态带来无限的发展价值。

5. 结论

梭梭和四翅滨藜种子贮藏 2 年与贮藏 1 年相比较,种子净度、粒重、含水量均降低,且不受种子形态影响。梭梭种子具有遇水易吸胀的吸水特性,且贮藏 2 年的种子吸水量和吸水速率小于贮藏 1 年的;四翅滨藜种子不易吸水膨胀,贮藏 2 年的种子吸水量和吸水速率大于贮藏 1 年的。不同温度条件下,2 种不同贮藏时间的梭梭种子发芽适宜温度为 15℃,其次为 10℃,且贮藏 1 年的种子发芽表现较好;四翅滨藜种子在 25℃沙培条件下,贮藏 1 年的种子发芽率、发芽势和发芽指数小于贮藏 2 年的。贮藏 2 年后对梭梭种子质量产生明显影响,尤其是种子发芽活力,梭梭种子应在采收贮藏短时间内进行育苗;四翅滨藜种子通过贮藏促进种子后熟后再进行播种。

基金项目

国家自然科学基金资助项目(31860349);甘肃省科技计划资助项目(18YF1NA072)。

参考文献

- [1] 国家药典委员. 中国药典[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [2] 王帅, 李得禄, 楼金. 新奇主四翅滨藜接种肉苁蓉技术[J]. 甘肃林业科技, 2021, 46(4): 36-39, 47.
- [3] 冯洁, 郭晔红, 姜侃, 等. 一测多评法测定不同寄主肉苁蓉中 4 种苯乙醇苷类含量[J]. 世界中医药, 2022, 17(13): 1879-1882, 1889.
- [4] 孔东升. 四翅滨藜在国内的引种表现及应用研究综述[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(4): 125-129.
- [5] 潘教文, 王帅, 刘玉玲, 等. 四翅滨藜的抗逆性及其应用研究进展[J]. 山东农业科学, 2021, 53(11): 136-143.
- [6] 安青. 四翅滨藜-肉苁蓉培育技术及品质评价研究[D]: [硕士或博士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2023.
- [7] 彭梦文, 刘晓龙, 郭帅, 等. 不同环境因子对梭梭种子萌发的影响[J]. 安徽农学通报, 2017, 23(7): 33-36, 93.
- [8] 黄振英, 张新时, GUTTERMANY, 等. 光照、温度和盐分对梭梭种子萌发的影响[J]. 植物生理学报, 2001, 27(3): 275-280.
- [9] 何权, 蒋瑞娟, 朱军, 等. 高温处理对肉苁蓉寄主梭梭种子萌发相关性研究[J]. 新疆农业科学, 2018, 55(5): 912-918.
- [10] 王泽, 谷海斌, 梁燕, 等. 北疆荒漠不同种源梭梭种子特性与环境因子关系[J]. 北方园艺, 2020(8): 80-86.
- [11] Xu, T., He, K.N., et al. (2020) Effect of Saline-Alkali and Drought Stress on Seed Germination of *Haloxylon ammodendron*. *Journal of Physics: Conference Series*, **1578**, Article ID: 012209. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1578/1/012209>
- [12] Ma, D.K., He, Z.B., et al. (2022) *Atriplex canescens*, a Valuable Plant in Soil Rehabilitation and Forage Production. A Review. *Science of the Total Environment*, **804**, Article ID: 150287. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150287>
- [13] 胡生荣, 张勇, 汪季, 等. 不同预处理对滨藜种子在逆境中萌发的影响[J]. 种子, 2008, 27(4): 1-6.
- [14] 时学庆. 美国引进树种四翅滨藜的育苗与造林技术[J]. 甘肃科技, 2002, 18(5): 43.
- [15] 徐秀梅, 陈广宏. 四翅滨藜生物学、生态学及繁殖特性探讨[J]. 宁夏农林科技, 2003(4): 1-2.
- [16] 王娟娟, 张文辉, 刘新成. NaCl 胁迫对 3 种不同处理四翅滨藜种子萌发的影响[J]. 西北农业学报, 2010, 19(1):

104-111.

- [17] 郭建军. 四翅滨藜跨区域引种育苗技术[J]. 现代农村科技, 2022(4): 35-36.
- [18] 马旭东, 郭晔红, 朱文娟, 等. 介入授粉对肉苁蓉种子内含物的影响[J]. 热带农业工程, 2020, 44(4): 84-86.
- [19] 崔旭盛, 郑雷, 郭玉海, 等. 肉苁蓉花序长度与种子产量和质量的关系研究[J]. 中国种业, 2011(6): 54-55.
- [20] 郑雷, 王信宏, 谢秋霖, 等. 肉苁蓉寄生数目对肉苁蓉种子产量和质量的影响[J]. 中国农业大学学报, 2015, 20(4): 42-47.
- [21] 杨敏, 徐建平, 王聪聪, 等. 肉苁蓉种子质量标准初探[J]. 种子, 2019, 38(8): 127-131.
- [22] 徐荣, 陈君, 周峰, 等. 肉苁蓉种子生活力快速测定方法研究[J]. 种子, 2011, 30(5): 24-28.
- [23] 朱文娟, 郭晔红, 姜侃, 等. 肉苁蓉和管花肉苁蓉种子萌发及质量研究[J]. 种子, 2023, 42(4): 108-117.
- [24] 阿地力, 段永贵. 牧草种子净度分析技术[J]. 新疆畜牧业, 2004(5): 63-64.
- [25] 鲁延芳, 占玉芳, 滕玉凤, 等. 河西走廊几种荒漠植物种子萌发特性研究[J]. 生态科学, 2022, 41(3): 222-228.
- [26] 丁立群. 2种生态性灌草饲料植物: 美国四翅滨藜和沙打旺[J]. 河南农业, 2016(8): 34-35.
- [27] 努肉艾买提. 四翅滨藜引种及栽培技术[J]. 新疆畜牧业, 2016(2): 53-55.
- [28] 王金贵. 四翅滨藜特性及培育技术要点[J]. 辽宁林业科技, 2012(1): 52-53.
- [29] 敖云娜. 干旱和盐胁迫对华北驼绒藜种子萌发及幼苗生长的影响[D]: [硕士学位论文]. 长春: 东北师范大学, 2019.
- [30] 王泽, 任财, 梁燕, 等. 不同贮藏条件对梭梭种子萌发活力的影响[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(8): 121-125.