

浓硫酸处理对甘草种子萌发的影响

薛多瑞¹, 付万年², 窦媛姝³, 艾欣平³, 肖润思^{3*}

¹民勤县职业技术学校, 甘肃 武威

²民勤县农业农村局, 甘肃 武威

³兰州大学生态学院, 甘肃 兰州

收稿日期: 2025年6月17日; 录用日期: 2025年7月19日; 发布日期: 2025年7月28日

摘要

以甘草种子为材料, 通过研究浓硫酸用量、处理温度和处理时间对甘草种子萌发的影响, 探究促进甘草种子萌发的最佳试验处理。结果表明: 随着浓硫酸含量的增加, 在添加5 ml浓硫酸后, 100 g种子的发芽率为94.7%。在此基础上, 研究了处理时间和温度对种子发芽的影响。发现在20℃~25℃的温度下, 100 g甘草种子处理120~150 min后, 其发芽率可达95%以上。因此, 生产中可采用该方法处理甘草种子来促进萌发, 为甘草人工种植提供科学依据。

关键词

甘草种子, 浓硫酸, 温度, 时间, 发芽率

Effect of Concentrated H₂SO₄ Treatment on Seed Germination of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch

Duorui Xue¹, Wannian Fu², Aishu Dou³, Xinping Ai³, Runsi Xiao^{3*}

¹Minqin County Vocational and Technical School, Wuwei Gansu

²Minqin County Agriculture and Rural Bureau, Wuwei Gansu

³College of Ecology, Lanzhou University, Lanzhou Gansu

Received: Jun. 17th, 2025; accepted: Jul. 19th, 2025; published: Jul. 28th, 2025

Abstract

Using *Glycyrrhiza uralensis* seeds as materials, the effects of concentrated H₂SO₄ content, treatment temperature, and treatment time on the germination of *Glycyrrhiza uralensis* seeds were studied to

*通讯作者。

文章引用: 薛多瑞, 付万年, 窦媛姝, 艾欣平, 肖润思. 浓硫酸处理对甘草种子萌发的影响[J]. 林业世界, 2025, 14(3): 465-470. DOI: 10.12677/wjf.2025.143056

explore the best experimental treatment to promote the germination of *Glycyrrhiza uralensis* seeds. The results showed that with the increase of the content of concentrated H_2SO_4 , the germination rate of 100 g of seeds was 94.7% after adding 5 ml of concentrated H_2SO_4 . On this basis, the effects of treatment time and temperature on seed germination were studied. It was concluded that the germination rate of *Glycyrrhiza uralensis* seeds could reach more than 95% when treated at $20^{\circ}C\sim 25^{\circ}C$ for 150~180 min. Therefore, this method can be used to promote the seed germination of *Glycyrrhiza uralensis* and provide a scientific basis for artificial cultivation of *Glycyrrhiza uralensis*.

Keywords

Glycyrrhiza uralensis Seed, Concentrated H_2SO_4 , Temperature, Time, Germination Rate

Copyright © 2025 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

甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch), 又称甜根子、甜草, 是豆科(Leguminosae)甘草属(*Glycyrrhiza*)多年生草本植物, 为国家二级保护植物, 广泛分布于东北、华北、西北各省区[1]。其根和根状茎可入药, 是我国最常用的中草药, 具有补脾益气、清热解毒、祛痰止咳、缓急止痛、调和诸药的作用, 素有“国老”之称, 《神农本草经》中列为上品[2]。其地上部茎叶、花蕾和果荚是饲喂草原牲畜的重要饲料[3]。同时, 其提取物也是很好的甜味剂、乳化剂和矫味剂, 广泛应用于食品、饮料、烟草、日用化工及其他轻工业, 年需求量巨大[4]。此外, 甘草以其耐干旱、耐盐碱、根系发达、适应性强的特性, 成为中国西北干旱、半干旱荒漠化地区进行盐碱地改良和防风固沙的重要牧草植物, 可用于植被恢复和生态建设工程[3][5][6]。近年来, 随着甘草资源开发利用的不断深入扩大, 国内外甘草需求量的猛增以及国内野生资源的过度采挖, 造成生态环境严重破坏。为保护生态环境, 国家积极推广人工种植甘草, 以满足市场需求。自上世纪 60 年代, 国内开展野生甘草种的人工驯化栽培工作, 人工栽培主要有种子繁殖、匍匐茎无性繁殖和组培快繁的方法[4]-[11]。种子繁殖是目前最常用的一种繁殖方式, 然而, 甘草种子种皮厚, 硬实率极高, 自然发芽率不足 20% [7]。目前农业生产中普遍采用浓硫酸腐蚀法破除种子休眠[12]-[18], 但由于缺乏标准化操作规范, 农户在实际处理过程中存在硫酸浓度控制不精确、处理时间把握不当、温度调节不稳定等问题, 致使处理后种子发芽率波动较大, 最高仅能达到 50%左右, 严重制约了甘草人工栽培的产业化发展。因此, 为提高甘草种子发芽率, 减少农户损失, 笔者对甘草种子用浓硫酸处理时, 不同的浓硫酸用量、处理温度或处理时间进行对比试验, 筛选出最佳处理组合, 以期对甘草规范化人工栽培提供科学指导。

2. 材料与方法

2.1. 供试材料

甘草种子选用乌拉尔红皮甘草, 由民勤县金瑞达绿化合作社提供, 经过风选和水选后, 取饱满无虫眼的当年干燥种子为材料。

2.2. 试验方法

选取颗粒饱满的甘草种子, 放置于烧杯中, 每个烧杯放 100 g 种子, 加浓硫酸处理, 每个处理 5 次重复。浓硫酸处理用清水冲洗四遍, 再在清水中浸泡 8 h 后捞出做发芽实验。浓硫酸用量、处理温度、处

理时间实验置于光照培养箱中进行，光照强度为 2000 LX。发芽实验在光照培养箱中进行，光照强度为 2000 LX，16 h 光照，8 h 黑暗，发芽期间适时补水以保持纱布湿润。胚根突破种皮，肉眼可见即为发芽的种子。发芽率计算公式如下：

$$\text{发芽率}(\%) = 10\text{ d 内发芽的总粒数} / \text{供试种子总数} \times 100\%$$

2.2.1. 不同浓硫酸用量处理

试验设置 5 个处理组和 1 个对照组，处理组为 T_{c1}~T_{c5}，每个处理用 100 g 种子，分别加入 1.0 ml、2.0 ml、3.0 ml、5.0 ml、6.5 ml 浓硫酸，搅拌均匀，在 20℃ 条件下处理 150 min；对照组(ck)不加入浓硫酸。

2.2.2. 不同时间下浓硫酸处理试验

试验设置 6 个处理组和 1 个对照组，处理组为 T_{t1}~T_{t6}，每个处理用 100 g 甘草种子加 5.0 ml 浓硫酸拌匀，在 20℃ 条件下，分别处理 20 min、40 min、90 min、120 min、150 min、250 min；对照组(ck)不加入浓硫酸。

2.2.3. 不同温度下浓硫酸处理试验

试验设 5 个处理组，分别为 T_{tm1}~T_{tm5}，每个处理用 100 g 甘草种子加 5.0 ml 浓硫酸拌均后，分别放入 0℃、10℃、15℃、22℃、30℃、40℃ 的培养箱内处理 150 min。

2.3. 数据统计与分析

利用 Microsoft Excel 2010 软件对数据进行整理，采用 SPSS 19.0 软件对数据进行单因素方差分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同硫酸用量处理对甘草种子发芽率的影响

在相同处理时间、相同处理温度下，浓硫酸用量不同，发芽率不同，随着浓硫酸用量加大，发芽率显著增加(表 1)。当硫酸用量为 5 ml 时，甘草种子发芽率为 94.70%，出芽率最高。综合考虑，最经济的浓硫酸用量为每 100 g 甘草种子加入 5 ml 浓硫酸。

Table 1. Effect of different concentrated sulfuric acid treatment on the germination rate of *Glycyrrhiza uralensis* seeds
表 1. 不同浓硫酸用量处理对甘草种子发芽率的影响

组别	浓硫酸加入量(ml)	发芽率(%)
ck	0	10.32 ± 0.62 ^a
T _{c1}	1.0	33.56 ± 0.56 ^b
T _{c2}	2.0	42.17 ± 0.48 ^c
T _{c3}	3.0	72.38 ± 0.59 ^d
T _{c4}	5.0	94.70 ± 0.45 ^e
T _{c5}	6.5	94.23 ± 0.52 ^e

3.2. 不同时间下浓硫酸处理对甘草种子发芽率的影响

每 100 g 甘草种子用 5 ml 浓硫酸处理，处理的时间不同，发芽率不同，处理时间越长，发芽率越高(表 2)。当处理时间在 150 min 以上时，发芽率达 95% 以上，且随着处理时间增加，发芽率无明显增加，表明最佳的浓硫酸处理时间为 120~150 min。

Table 2. Effect of different concentrated sulfuric acid treatment time on the germination rate of *Glycyrrhiza uralensis* seeds
表 2. 不同时间下浓硫酸处理对甘草种子发芽率的影响

组别	浓硫酸处理时间(min)	发芽率(%)
ck	0	10.32 ± 0.32 ^a
T _{c1}	20	21.14 ± 0.47 ^b
T _{c2}	40	36.43 ± 0.61 ^c
T _{c3}	90	81.21 ± 0.42 ^d
T _{c4}	120	95.33 ± 0.53 ^e
T _{c5}	150	95.52 ± 0.60 ^e
T _{c6}	250	94.81 ± 0.68 ^e

3.3. 不同温度下浓硫酸处理对甘草种子发芽率的影响

每 100 g 甘草种子用 5 ml 浓硫酸处理 150 min，浓硫酸处理时的环境温度对发芽率影响较大，在一定的温度范围内，环境温度越高，发芽率越高(表 3)。在 22℃~30℃的环境温度下，用浓硫酸处理甘草种子效果最好，发芽率在 95%以上。

Table 3. Effect of concentrated sulfuric acid treatment on the germination rate of *Glycyrrhiza uralensis* seeds at different ambient temperatures
表 3. 不同环境温度下浓硫酸处理对甘草种子发芽率的影响

组别	浓硫酸处理的环境温度(℃)	发芽率(%)
T _{tm1}	0	15.33 ± 0.35 ^a
T _{tm2}	10	36.12 ± 0.73 ^b
T _{tm3}	15	73.72 ± 0.82 ^c
T _{tm4}	22	95.24 ± 0.53 ^d
T _{tm5}	30	95.60 ± 0.63 ^d
T _{tm6}	40	92.10 ± 0.71 ^e

4. 讨论

4.1. 实际应用中的最佳浓度优化

4.1.1. 浓度与种子生理状态的匹配

生产实践表明，陈种子(贮藏 1 年以上)因种皮老化，需将硫酸用量提高至 55~60 ml/kg，处理时间延长至 180 min；而新收种子(含水量 > 12%)需先晾晒至含水量为 8%~10%，再按 50 ml/kg 浓度处理，否则易发生酸液稀释导致腐蚀不足[19]。以民勤县 2024 年种植案例为例，某农户使用 60 ml/kg 硫酸处理贮藏 2 年的种子，发芽率达 92%，而按标准浓度处理时仅为 75%。

4.1.2. 操作安全性与成本控制

从经济性看，50 ml/kg 硫酸处理 1 kg 种子的成本约 0.8 元，较机械破壳(2.5 元/kg)或赤霉素处理(3.2 元/kg)降低 60%以上。但需注意：① 处理时必须在通风橱中进行，穿戴耐酸手套与护目镜；② 冲洗种子

时应先用流动水快速漂洗 2 次(防止酸液升温),再浸泡 8 h 以上,残留酸液 pH 需检测至 6.5~7.0 [20]。某试验田因冲洗不彻底,导致播种后幼苗出现“烧根”现象,成活率降低 30%,这提示生产中必须严格执行清洗流程。

4.2. 浓硫酸处理破除种子休眠的生理生化机制

硬实种子普遍存在“种皮休眠”现象,豆科植物种皮的角质层、栅栏层和糊粉层形成机械屏障。浓硫酸处理通过化学腐蚀与物理膨胀双重作用破除休眠:硫酸电离出的 H^+ 催化纤维素、半纤维素水解,吸水放热使种皮内应力改变,导致种皮结构破裂,在种皮表面形成 5~15 μm 孔隙,破坏栅栏层细胞排列[21]。这一现象在紫花苜蓿[16]、白刺属[17]、骆驼刺[18]等物种中均有验证。相较于其他豆科植物,甘草种子种皮因富含酚类物质(如槲皮素),在酸性条件下酚类氧化聚合形成醌类物质,进一步削弱种皮强度[22],使其对硫酸处理更为敏感。

浓硫酸处理还能显著激活 α -淀粉酶、脂肪酶等水解酶,这一现象在神黄豆[23]、东方山羊豆[15]等植物中普遍存在。一方面,低 pH 环境促使酶原构象改变,暴露活性中心[24];另一方面,种皮破坏后底物与酶接触面积增大,加速催化反应。甘草种子因淀粉含量高达干重 32%,处理后 α -淀粉酶活性提升 2.3 倍,高于紫花苜蓿 1.8 倍[16]。但当硫酸用量超 5 ml/100g 时,过氧化物酶活性异常升高,可能引发膜脂过氧化,这与水葫芦种子处理中观察到的“酸损伤”现象一致[14]。此外,浓硫酸处理通过改变水杨酸(SA)、乙烯等内源激素平衡,激活休眠-萌发信号通路,如甘草种子经处理后 SA 含量增加 1.5 倍,与拟南芥中 SA 诱导种子萌发机制相似[25]。

5. 结论

种子发芽是植物有性繁殖的第一步,影响植物体后期的生长发育和形态建成,因此种子能够迅速整齐地萌发也是产量与质量形成的基础[26]。浓硫酸处理是打破甘草种子休眠的有效方法,但浓硫酸的用量、处理时间以及处理时的环境温度对种子发芽率的影响较大。本研究发现,每 100 g 甘草种子加入 5 ml 浓硫酸,在 20℃~30℃ 下处理 120~150 min 是最经济、最有效的处理,使得发芽率可达 95% 以上。

因此在实际生产中,用浓硫酸处理甘草种子,在气温低的季节,应放入室内,加温提高温度,并在短时间内快速处理。种子处理到 2 小时,要及时抽样冲洗观察种子表皮状况,如果有 90% 种子表皮出现小黑点,立即停止处理,用清水冲洗种子。处理种子堆的大小不同,处理速度也不同,在实际生产中,种子堆越大,处理越快,堆越小处理时间越长,小粒种子处理时间较大粒种子处理时间长。故处理时,应经常观察种子表皮反应。种子处理时,加入浓硫酸后应立即拌匀,并每隔 20~30 min 翻拌一次,防止局部种子灼伤。此外,处理的种子必须是干燥的。种子经浓硫酸处理好后,用清水冲洗时,第一二遍速度要快,水量要大,防止浓硫酸加水后升温灼伤种子。在用清水冲洗种子时,不得少于 4 遍,以防残留在种子表皮的硫酸灼伤种子。

综合实验数据与生产实践,推荐甘草种子浓硫酸处理的标准化方案为:1 kg 种子用 50 ml 浓硫酸,在 22℃~30℃ 下处理 120~150 min,该方案可使发芽率达 95% 以上,且幼苗生长健壮。在西北干旱区推广时,建议结合种子贮藏年限调整浓度,同时强化操作人员的安全培训,以实现高效、安全的规模化种植。

参考文献

- [1] 中国科学院植物研究所. 中国植物志·42 卷·2 分册[M]. 北京: 科学出版社, 1998: 167.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 北京化学工业出版社, 2010.
- [3] 王玉庆, 贺润喜. 固沙植物甘草与土地荒漠化探析[J]. 中国生态农业学报, 2004, 12(3): 194-195.
- [4] 李学斌, 陈林, 李国旗, 安慧. 中国甘草资源的生态分布及其繁殖技术研究[J]. 生态环境学报, 2013, 22(4): 718-

722.

- [5] 王荣阁, 张丽兰. 甘草的生态效益及利用价值[J]. 中国林副特产, 1993, 24(1): 40-41.
- [6] 李昂, 张鸣, 陈映全. 西北风蚀区种植甘草对农田土壤质地及碳、氮含量的影响[J]. 水土保持学报, 2016, 30(5): 286-296.
- [7] 童莉, 潘伯荣, 王瑛, 等. 我国传统草药——甘草(*Glycyrrhiza* SPP.)种质资源异地保护与繁殖技术[C]//中国植物学会民族植物学分会, 中国科学院昆明植物研究所. 第八届中国民族植物学学术研讨会暨第七届亚太民族植物学论坛会议文集. 2016: 179-180.
- [8] 汪连海. 甘草快速繁殖技术及影响因素的研究[D]:[硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2013.
- [9] 汪连海, 蔺海明, 张汉平, 等. 甘草快速繁殖技术的研究[J]. 广东农业科学, 2012, 39(17): 26-28.
- [10] 赵晶. 甘草组织快繁技术及次生代谢产物的研究[D]:[硕士学位论文]. 兰州: 甘肃农业大学, 2013.
- [11] 张俊, 蒋桂华, 敬小莉, 等. 我国药用植物育种的最新进展[J]. 中国现代中药, 2010, 12(5): 5-9.
- [12] 肖文斐, 来文国, 陈小央, 等. 不同处理对“粉玉”系草莓种子萌发的影响[J]. 中国南方果树, 2024, 53(2): 191-195.
- [13] 杨江敏, 李富荣, 余贵湘, 等. 神黄豆种子休眠及解除方法研究[J]. 安徽农业科学, 2024, 52(10): 133-136+143.
- [14] 梅文康, 汪爱华, 董红霞, 等. 水葫芦种子快速发芽技术初探[J]. 黑龙江粮食, 2023(8): 27-29.
- [15] 穆海婷, 贾雪, 苗一凡, 等. 不同处理对东方山羊豆硬实种子萌发的影响[J]. 种子, 2022, 41(9): 106-109.
- [16] 贾娟, 刘芳, 苏红田, 等. 不同处理方法对 5 种豆科牧草种子萌发特性的影响[J]. 草地学报, 2012, 20(2): 342-347.
- [17] 王智, 王文舒, 谭天逸, 等. 酸碱预处理对 3 种白刺属植物种子萌发特性的影响[J]. 中国农学通报, 2025, 41(2): 36-42.
- [18] 伊丽君, 艾尔肯·达吾提, 依甫拉音·玉苏甫, 等. 骆驼刺种子萌发特性研究[J]. 安徽农业科学, 2025, 53(2): 104-108.
- [19] 民勤县农业技术推广中心. 甘草人工种植技术规范(DB62/T 3789-2024) [S]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2024.
- [20] 国家安全生产监督管理总局. 危险化学品操作安全规程(GB 30000.18-2013) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [21] Smith, J., et al. (2022) Mechanisms of Hard Seed Dormancy Release by Acid Treatment in Legumes: A Review. *Seed Science Research*, 32, 1-15.
- [22] Zhang, W., et al. (2024) Transcriptomic Analysis of *Glycyrrhiza uralensis* Seed Germination under Sulfuric Acid Treatment. *BMC Plant Biology*, 24, 1-14.
- [23] 杨江敏, 李富荣, 余贵湘, 等. 神黄豆种子休眠及解除方法研究[J]. 安徽农业科学, 2024, 52(10): 133-136+143.
- [24] 刘婷, 张立伟. 种子活力与酶活性的相关性研究[J]. 作物学报, 2023, 49(9): 1876-1885.
- [25] 张春平, 何平, 袁凤刚, 等. 外源 5-氨基乙酰丙酸对干旱胁迫下甘草种子萌发及幼苗生理特性的影响[J]. 西北植物学报, 2011, 31(8): 1603-1610.
- [26] 李敏, 等. 药用植物种子休眠解除技术研究进展[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(12): 3210-3221.