

不同预处理对红豆草种子萌发和幼苗生长的影响

陈彦珠,米敏,贺善睦,高永权,彭刚,鱼小军

(甘肃农业大学 草业学院/草业生态系统教育部重点实验室/甘肃省草业工程实验室/中-美草地畜牧业可持续发展研究中心,甘肃 兰州 730070)

摘要:为减轻红豆草种子萌发过程中的发霉,提高种子发芽率,研究了不同预处理方式(剥皮+晒种、晒种、剥皮、烫种+剥皮、烫种)对红豆草种子萌发及幼苗生长情况的影响。结果表明:剥皮+晒种、剥皮和剥皮+烫种处理均提高红豆草种子的发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数;与对照相比,各处理均能显著抑制种子发霉,以剥皮和烫种处理效果最佳。烫种、剥皮和剥皮+晒种处理可显著提高红豆草幼苗株高,根长较对照差异不显著,晒种处理对地上生物量有增加效应,剥皮+晒种处理可增加地下生物量,但两种处理较对照均差异不显著。剥皮+晒种处理可显著提高根系平均直径,根系表面积和根系体积。综合而言,剥皮+晒种处理对红豆草种子的萌发和幼苗生长的促进效果均最好。

关键词:萌发;幼苗生长;剥种;晒种;红豆草种子

中图分类号:S541 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2020)06-0065-06

DOI: 10.13817/j.cnki.cyycp.2020.06.010

红豆草(*Onobrychis viciaefolia*)是一种优良的多年生豆科植物,茎叶茂盛,草质细腻,营养丰富,有“牧草皇后”之美誉,且作为绿色存储饲料被牲畜摄入时不会发生臃胀病,因而各种动物均喜采食。红豆草适宜在气候凉爽干燥的环境生长,而且对于旱、寒冷、早霜、缺乏肥力等恶劣的土壤环境条件具有很强的抵抗力。然而,红豆草种子往往携带病原菌,当它与荚皮一起播种或未经预处理进行发芽试验,会导致种子发芽率降低、发霉率升高^[1-3]。聂红霞等^[4],陈林^[5]对红豆草病害和种带菌的研究均表明带菌的红豆草种子能够不同程度地影响种子的品质,幼苗的生长,最终影响草地建植。因此,降低红豆草种子发芽过程中的发霉率和提

高发芽率显得非常重要。

研究表明,适宜的牧草种子预处理可以提高种子发芽率^[6-7],例如,通过过氧化氢和浓硫酸溶液浸种,百菌清、高锰酸钾和甲醛等化学试剂对种子的消毒。虽然这些处理方法对提高种子发芽率有一定的效果,但抑制发霉效果较差,且在大规模生产上应用不便。董文科等^[8]研究发现,通过浸种和 HgCl₂ 的消毒处理可以提高红豆草种子发芽率,张建文等^[9]对红豆草种子进行剥皮和晒种后,种子发霉率显著降低。此外,史毅和马晖玲^[10]的研究表明剥皮处理可以杀死种子表面的病原体,从而降低发霉率。目前,探究红豆草种子发芽适宜处理方式的研究集中于化学药剂和浸种,物理处理方式虽有报道,但仅限于剥皮和晒种。因此,本试验在现有物理处理方式的基础上,增加了烫种和烫种与剥皮相结合的处理方式,研究不同预处理方式(晒种、剥皮、烫种、剥皮+晒种、烫种+剥皮)对盆栽红豆草种子萌发和幼苗生长的影响,以期筛选出适宜红豆草种子萌发和生长的最佳处理方式,并且为红豆草及其他牧草种子预处理提供理论依据。

收稿日期:2020-11-10; 修回日期:2020-11-17

基金项目:甘肃农业大学“大学生科研训练计划(SRTP)项目”(201902040)

作者简介:陈彦珠(1997-),女,甘肃庄浪人。

E-mail:2756308623@qq.com

鱼小军为通讯作者。

E-mail:yuxj@gsau.edu.cn

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试红豆草种子为甘肃红豆草,于2014年采收于甘肃武威。

1.2 试验方法

1.2.1 种子处理 选择完整、大小均一的甘肃红豆草种子,于2019年4月,在连续晴朗天气,手工剥除果皮,晒种处理为将去掉果皮的种子和未去掉果皮的种子(荚果)同时日晒3d,种子堆积厚度为3cm;烫种处

理为热水烫种,温度90℃,烫种时间3s^[11]。

1.2.2 试验方法 (1) 发芽试验 在洗净灭菌的培养皿(直径:9cm)中铺两层滤纸并用蒸馏水润湿,直至两层滤纸饱和,每个培养皿置100粒经不同方式处理的红豆草种子(表1),以未剥皮、未晾晒和未烫种的种子为对照(CK),每个处理各设4次重复。在20℃恒温光照培养箱培养10d,光照时间为12h/d,以红豆草胚芽的长度达到种子发芽长度的一半作为种子发芽处理标准,每天仔细观察红豆草种子萌发的情况,并记录发芽数^[12]。

表1 不同处理方式

Table 1 Effect of different treatment methods

对照	剥皮+晒种	剥皮	晒种	烫种+剥皮	烫种
CK	bs	bw	sw	tb	tw

(2) 发霉率试验 滤纸培养检验(真菌检验)^[13-14]。处理方式与(1)中一致,每培养皿25粒种子,每处理重复4次。在20℃光照培养箱中培养7d,光照时间为12h/d,每日统计发霉种子数并及时清理^[15-16]。

(3) 盆栽试验 将经过剥皮+晒种(bs)、剥皮(bw)、晒种(sw)、烫种+剥皮(tb)、烫种(tw)处理后的红豆草种子种于塑料盆(口径23cm,底径16cm,高20cm)育苗,每盆装土3kg,前3d每天浇水3次,每盆每次浇水20mL,后期每天1次,每盆每次浇水40mL,在20℃恒温光照培养箱栽培1个月后观察幼苗生长情况,以未剥皮、未晾晒和未烫种的种子植株为对照(CK),每种处理种植4盆,每盆30株。幼苗生长试验结束后测定植株株高、根长、根平均直径、地上部分的生物量、地下部分的生物量、根体积及表面积等相关指标^[17-18]。

1.3 测量指标与方法

1.3.1 种子发芽试验测定指标 发芽试验开始后,第4d测定种子发芽势,发芽结束后统计发芽率、发芽指数和活力指数。

发芽势(GE)=(发芽试验第4d发芽种子数/供试种子数)×100%;

发芽率(GP)=(发芽试验第10d发芽种子数/供试种子数)×100%;

发芽指数 GI= $\sum Gt/Dt$;

活力指数 VI=GI×S。

其中Dt为发芽时间(d),Gt为与Dt相对应的发芽种子数,S为一定时期内正常幼苗的单株高度^[19]。

1.3.2 发霉试验相关计算

发霉率计算公式为:

发霉率=(发霉试验第7d发霉种子数/供试种子数)×100%。

1.3.3 盆栽试验测定指标 于幼苗生长试验结束,每处理随机选取10株幼苗,使用游标卡尺测定株高,根长,采用WinRHIZO根系分析系统软件(Regent Instruments, Inc, Quebec, Canada)对根系的图像进行分析,测定根系总表面积、根系平均直径、根体积,每个处理6次重复。

于幼苗生长试验结束,每盆选取10株测定地上和地下部分生物量,每处理重复3次。

1.4 数据处理与分析

数据计算利用Excel 2010完成,采用SPSS 19.0软件进行数据统计分析,采用Duncan法进行方差分析和差异显著性检验($P<0.05$),采用Excel 2010作图。

2 结果与分析

2.1 不同预处理对红豆草种子萌发的影响

剥皮+晒种(bs)、剥皮(bw)和剥皮+烫种(tb)处理可提高红豆草种子的发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数(表2)。晒种(sw)处理下,发芽势、发芽率和发芽指数较对照(CK)均有所降低,活力指数较CK提高了27.23%,但差异不显著($P>0.05$)。剥皮+晒种

表 2 不同预处理对红豆草种子发芽指标的影响

Table 2 Effect of different pretreatment on germination index of *O. viciaefolia* seed

处理	发芽势/%	发芽率/%	发芽指数	活力指数
CK	20.0±5.0 ^c	29.0±8.0 ^c	7.9±2.2 ^c	41.5±11.8 ^c
bs	80.0±3.0 ^a	87.0±2.0 ^a	40.9±1.7 ^a	251.0±40.7 ^a
bw	77.0±3.0 ^a	81.0±3.0 ^a	37.7±1.6 ^a	200.3±15.9 ^a
sw	17.0±3.0 ^c	25.0±5.0 ^c	7.2±1.7 ^c	52.8±18.4 ^c
tb	42.0±3.0 ^b	54.0±3.0 ^b	21.2±1.0 ^b	138.9±8.7 ^b
tw	23.0±2.0 ^c	36.0±1.0 ^c	12.0±0.5 ^c	48.9±7.3 ^c

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同

(bs)处理下,红豆草种子发芽势、发芽率、发芽指数和活力指数最大,与对照相比分别提高了 2.01%、3.00%、4.18%、5.04%,差异显著($P < 0.05$)。

2.2 不同预处理对红豆草种子霉变的影响

各处理较对照均有抑制红豆草种子霉变的效果,发霉率显著降低($P < 0.05$)(图 1)。剥皮(bw)和烫种(tw)为抑制红豆草种子发霉的最佳处理,较对照发霉率都降低了 83.08%。

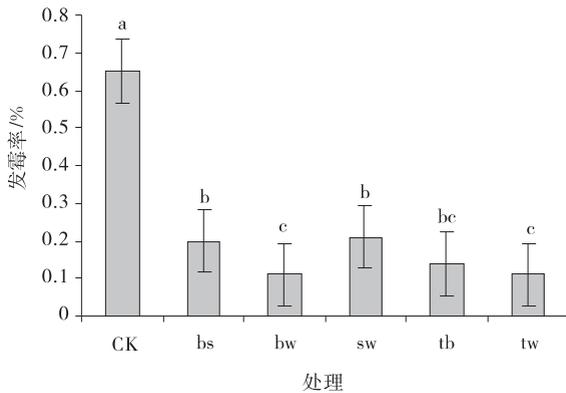


图 1 不同预处理下红豆草种子的发霉率

Fig. 1 Moldy rate of *O. viciaefolia* seed under different pretreatments

注:不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$),下同

2.3 不同预处理红豆草幼苗生长的影响

2.3.1 不同预处理对红豆草株高、根长的影响 剥皮+晒种(bs)、晒种(sw)和烫种(tw)处理均显著提高红豆草幼苗的株高,较对照分别提高了 64.02%、63.45%和 59.41%,差异显著($P < 0.05$)。剥皮+晒种(bs)和剥皮+烫种(tb)可促进幼苗根的生长,根长较对照分别提高了 2.75%和 3.64%,但差异不显著($P > 0.05$)(图 2)。

2.3.2 不同预处理对红豆草地上生物量、地下生物量的影响 晒种(sw)处理可提高红豆草幼苗地上部分生物量,剥皮+烫种(tb)和烫种(tw)有抑制作用。剥皮+晒种(bs)处理对地下部分生物量有显著提高作用,较对照增加了 54.3%,差异显著($P < 0.05$)(图 3)。

2.3.3 不同预处理对红豆草种子根平均直径的影响

剥皮+晒种(bs)和晒种(sw)处理相比于对照根平均直径增加了 11.71%和 3.24%,差异显著($P < 0.05$),其余处理较对照差异不显著(图 4)。

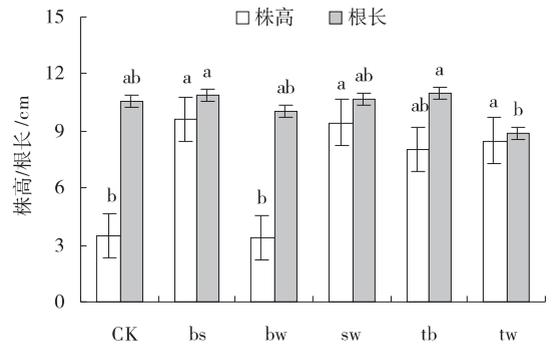


图 2 不同预处理下红豆草种子的株高、根长

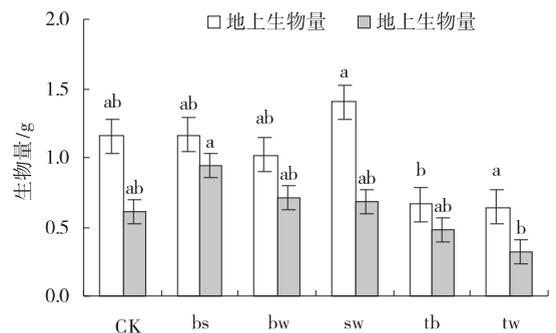
Fig. 2 Seedling height and root length of *O. viciaefolia* under different pretreatments

图 3 不同预处理下红豆草种子单株地上和地下生物量

Fig. 3 Aboveground and underground biomass of *O. viciaefolia* under different pretreatments

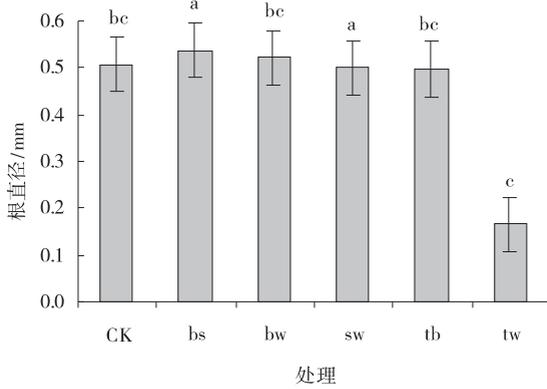


图4 不同预处理下红豆草种子单株根平均直径

Fig. 4 Average root diameter of *O. viciaefolia* under different pretreatments

2.3.4 不同预处理对红豆草种子根系表面积的影响

不同处理下红豆草单株根系表面积相比对照均有所增加,剥皮+晒种(bs)、剥皮(bw)、晒种(sw)、烫种+剥皮(tb)、烫种(tw)处理较对照分别增加了31.60%、10.00%、6.10%、22.63%,以剥皮+晒种(bs)处理的根系表面积最大,且与对照差异显著($P < 0.05$) (图5)。

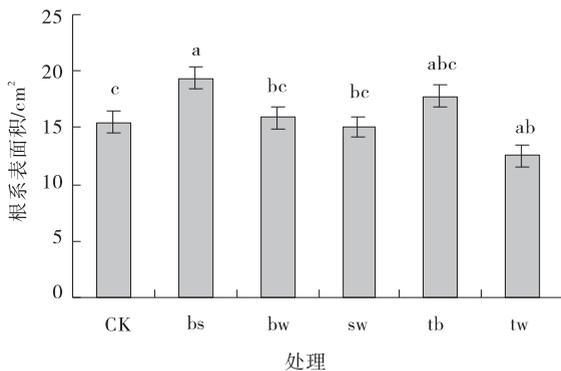


图5 不同预处理下红豆草种子单株根系表面积

Fig. 5 Root surface area of *O. viciaefolia* under different pretreatments

2.3.5 不同预处理对红豆草种子根系体积的影响

不同处理下红豆草种子根系体积均有所增加,与对照相比,剥皮+晒种(bs)、剥皮(bw)、晒种(sw)、烫种+剥皮(tb)、烫种(tw)处理分别增加了1.38%、0.55%、0.71%、0.29%,以剥皮+晒种(bs)处理的根系体积最大,且与对照差异显著($P < 0.05$) (图6)。

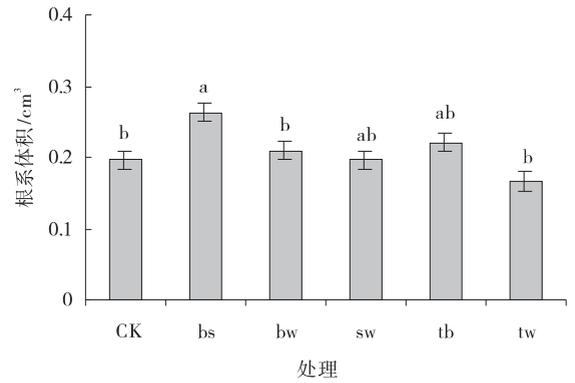


图6 不同预处理下红豆草种子单株根系体积

Fig. 6 Root volume of *O. viciaefolia* under different pretreatments

种子的活力,活力指数表示种子萌发速度和均匀度。种子萌发期和幼苗生长期是植物整个生长期最重要的两个阶段,其中种子萌发期是最关键时期。种子萌发情况可以反应植物是否可以正常生长以及植物产量的高低^[20]。本研究发现,晒种+剥皮(bs)处理对红豆草种子萌发有促进作用,显著提高了红豆草种子发芽率(GP)、发芽势(GE)、发芽指数(GI)和活力指数(VI)。与对照相比,GP、GE、GI、VI分别提高了2.01%、3.00%、4.18%、5.04%,是提高种子萌发特性的最佳处理,原因可能是剥皮可以提高种胚的破皮率,从而提高种子发芽率,也可能是剥皮可以软化种皮,从而改善种子透气性,促进萌发^[21]。此外,剥皮后晒种形成了变温处理,此过程促进种子的后熟,进而促进发芽。剥皮(bw)和烫种(tw)处理是降低种子发霉率的最佳处理,可能是红豆草种子种皮带有各种菌类,通过剥皮的方式去除种皮所带菌,烫种(tw)处理是利用热水杀菌除去种子表面的霉菌,从而降低种子发霉率^[22]。晒种(sw)处理显著提高活力指数(VI),但发芽势(GE)、发芽率(GP)和发芽指数(GI)均低于对照,原因可能是晒种(sw)促进萌发的酶活性有所降低,但对幼苗的伸长效果显著,具体原因有待进一步研究^[23]。

3.2 不同预处理对红豆草幼苗生长特性的影响

本研究中剥皮+晒种(bs)处理显著促进单株根系平均直径、根表面积、根体积、株高的增加,相比于对照处理,剥皮+晒种(bs)处理,株高提高了1.78%,单株根系体积及平均表面积分别提高了1.38%和31.60%,原因可能是剥皮首先打破了红豆草种子的休眠,破除了种皮中存在的诸如ABA等萌发抑制物质或种皮的机械阻碍作用^[24],晒种过程形成一种变温效

3 讨论

3.1 不同预处理对红豆草种子发芽特性的影响

反映种子萌发整齐度的决定性指标是种子发芽势,而发芽率是反映种子质量的指标,发芽指数代表了

应,从而促进红豆草种子的快速萌发,对于早期的幼苗生长有提高作用。剥皮+晒种(bs)处理对根长有提高作用,但效果不显著,可显著促进株高,可能是植株的不同器官差异所致,剥皮+晒种(bs)对根系的增粗,株高伸长效果更好。本研究中烫种+剥皮(tb)和烫种(tw)处理显著抑制地上和地下部分生物量的增加,但在温树荣等^[25]的研究中烫种处理增加种子发芽特性,可能是两种植物的自身遗传特性不同,烫种所需适宜温度和时间有差异,本研究可能是烫种温度过高,且剥皮+烫种共同作用导致种子腐烂,出苗率和后期幼苗的生长均受到影响,导致生物量降低。剥皮(bw)和晒种(sw)处理相比,剥皮处理对于种子萌发和抑制发霉的效应更显著,可能是剥皮对破除种子休眠,去除种皮霉菌效果更好,在种子发芽阶段能够快速萌发,晒种在种子萌发阶段促进效果不显著,但对于后期幼苗植株的生长,根系变粗,体积增大效果显著,这与张建文等^[9]未剥皮+晒种3 d的根长和芽长高于剥皮+晒种0 d的研究结果一致。另外,有研究发现,病菌通常以两种方式随种子传带,侵入种子组织内部或混杂于种子表皮,这些病原菌会抑制红豆草的种子发芽,而这些病原菌是由红豆草荚皮携带的,会导致种子发芽率降低和种子活力降低,从而阻碍幼苗生长^[26],这与本试验剥皮+晒种处理提高了种子发芽率、降低了种子发霉率的结果相一致。最后,综合考虑红豆草种子萌发和幼苗生长,本研究中的剥皮+晒种(bs)为可应用于生产中提高红豆草种子萌发和幼苗生长,且同时降低发霉率的最佳物理处理方式。

4 结论

剥皮+晒种(bs)处理与对照显相比,著提高了红豆草种子的发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数,降低了发霉率,提高了红豆草种子株高,根长,地上和地下生物量,增加了根系平均直径,根系表面积和根体积。剥皮+晒种(bs)的种子预处理,其次是剥皮(bw)处理,晒种处理在促进幼苗根系生长方面作用良好。

参考文献:

[1] 张建文,徐长林,鱼小军,等.九份扁蓊豆种子萌发期耐盐性研究[J].中国草地学报,2014,36(5):83-88.

[2] 陈宝书.红豆草是优良的豆科牧草和水土保持植物[J].中国水土保持,1984(8):16-19+64.

[3] 李旭谦.红豆草的特性和栽培技术[J].青海草业,2001,

10(4):41-42.

- [4] 聂红霞,高峰,段廷玉,等.红豆草病害研究进展[J].草业学报,2014,23(3):302-312.
- [5] 陈林.红豆草(*Onobrychis viciaefolia*)种带真菌研究[D].兰州:兰州大学,2010.
- [6] 马悦,王荣华,朱腾翔,等.过氧化氢、硼酸、PEG对甜菜种子萌发的影响[J].中国农学通报,2020,36(6):19-23.
- [7] 肖红,王芳,徐长林,等.扁蓊豆种子发芽试验方法的研究[J].中国草地学报,2015,37(1):58-64.
- [8] 董文科,马晖玲,陈春艳.不同消毒剂对甘肃红豆草种子消毒效果及萌发的影响[J].草原与草坪,2015,35(4):80-83.
- [9] 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.
- [10] 史毅,马晖玲.不同预处理及发芽床对红豆草种子萌发的影响[J].草原与草坪,2013,33(4):66-70.
- [11] Liu G Z, Lane P F, Davies W P. Establishment and production of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the UK. 1. Effects of sowing date and autumn management on establishment and yield[J]. Grass and Forage Science, 2008, 63(2):78-84.
- [12] 雷海清,蒋招林,郑小玲,等.不同处理方法对种子带菌及发芽的影响[J].中国水土保持,2009(5):20-21.
- [13] 吴友三.种子带病与种子检疫[M].北京:科学出版社,1956.
- [14] Wu G Q, Liu H L, Feng R J, et al. Silicon ameliorates the adverse effects of salt stress on sainfoin (*Onobrychis viciaefolia*) seedlings[J]. Plant Soil and Environment, 2017, 63. 10.17221/665/2017-PSE.
- [15] Eken C, Demiri E, Dane E. Species of Fusarium on sainfoin in Erzurum, Turkey[J]. New Zealand Journal of Agricultural Research, 2004, 47(2):261-263.
- [16] 吉罗利.植物病理学方法[M].北京:科学出版社,1976.
- [17] 郭玉霞,南志标,王成章,等.苜蓿根部入侵真菌研究进展[J].草业学报,2009,18(5):243-249.
- [18] 赵美清,王运琦,白原生.红豆草种荚抑制作用的研究[J].中国草地学报,1992(4):20-22.
- [19] 何龙生.水稻种子活力测定方法的初步研究[D].杭州:浙江农林大学,2018:8-9.
- [20] 朱瑞芬,张榕,师尚礼,等.高寒地区红豆草根瘤菌抗性研究[J].甘肃农业大学学报,2009,44(4):107-113.
- [21] 闫兴富,仇智虎,杜茜,等.种皮和环境温度对辽东柞种子萌发的影响[J].西北林学院学报,2014,29(3):119-

- 124.
- [22] 朱秀梅,赵永卫. 红豆草种子发芽试验中防止种子霉烂的探讨[J]. 新疆畜牧业,2007(6):28-29.
- [23] 李春杰,南志标. 苜蓿种蒂真菌及其致病性测定[J]. 草业学报,2000,9(1):27-36.
- [24] 杨军,徐凯,杨明祥,等. 中国李种子休眠与萌发的研究[J]. 安徽农业大学学报,1998,25(2):187-190.
- [25] 温树荣,许东先,唐敏聪,等. 不同处理对4种金合欢种子萌发的影响[J]. 林业与环境科学,2019,35(2):75-79.

Effects of different pretreatments on seed germination and seedling growth of *Onobrychis viciaefolia*

CHEN Yan-zhu, MI Min, HE Shan-mu, GAO Yong-quan,
PENG Gang, YU Xiao-jun

(College of Grassland Science, Gansu Agricultural University/Key Laboratory of Grassland Ecosystem, Ministry of Education/Sino-U. S. Center for Grassland Ecosystem Sustainability /Pratacultural Engineering Laboratory of Gansu Province, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: In order to reduce the mildew during seed germination and improve the germination rate, the effects of different seed pretreatments (removing peel + solarization, solarization, removing peel, scalding + removing peel, and scalding) on seed germination and seedling growth of *Onobrychis viciaefolia* were studied in this paper. The results showed that the germination potential, germination rate, germination index and vigor index of *O. viciaefolia* seeds were improved by the treatments of removing peel + solarization, removing peel, scalding + removing peel. Compared with the control, all treatments could significantly inhibit the seed mildew, and the effects of removing peel and scalding were the best. Scalding, removing peel, and removing peel + solarization treatments could significantly increase plant height, the aboveground biomass was increased by solarization treatment, and the underground biomass could be increased by removing peel + solarization treatment, but these two treatments were not significant compared with control. The average root diameter, root surface area, and root volume were significantly increased by removing peel + solarization treatment. In conclusion, removing peel + solarization treatment had the best promoting effect on seed germination and seedling growth of *O. viciaefolia*.

Key words: germination; seedling growth; removing peel; solarization; the seed of *Onobrychis viciaefolia*