

# 牲畜粪便浸提液对牧草种子萌发特性的影响

周晓鑫, 苗丽宏, 李硕, 万里强\*, 李向林\*\*

(中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100193)

**摘要:**【目的】探究不同牲畜粪便浸提液对牧草种子萌发特性的影响。【方法】以4种牧草种子为试验材料,在3种浸提液(鹿粪、牛粪、羊粪)及其不同浓度(0、25%、50%、75%、100%)处理下进行种子萌发试验,并测定种子萌发和幼苗生长的相关指标。【结果】受试的4种牧草种子萌发和幼苗生长特性因牲畜粪便浸提液浓度不同而异。3种浸提液均促进紫花苜蓿(*Medicago sativa*)种子萌发生长,随着浸提液浓度的增加,促进效果下降;3种浸提液均抑制胡枝子(*Lespedeza bicolor*)种子的萌发,低浓度浸提液处理促进其幼苗生长;多年生黑麦草(*Poaceae lolium*)的发芽势、根长受3种浸提液影响升高,垂穗披碱草(*Elymus nutans*)在鹿粪粪便浸提液影响下,发芽率显著降低,3种粪便浸提液均抑制供试牧草幼苗生长。【结论】牛粪浸提液促进4种牧草种子萌发的效果最佳,羊粪次之,鹿粪最差。

**关键词:**牲畜粪便;浸提液;牧草;发芽特性;幼苗生长

**中图分类号:**S541;S543 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2023)02-0133-10

**DOI:**10.13817/j.cnki.cycp.2023.02.016



畜牧生产系统本身是一个经济、自然和社会系统的有机复合体,它从农田获得生产资料,然后不断的转化为产品供给人类消费<sup>[1]</sup>。近年来,牧草不仅是我国重要的饲草料资源,更是生产、工业行业的廉价材料<sup>[2]</sup>。我国大力支持草业发展,并出台相关政策给草业的发展带来前所未有的机遇<sup>[3]</sup>。

草地是陆地生态系统中最大的组成部分,放牧则是最直接利用草地的方式<sup>[4]</sup>。大型食草动物,包括牛、羊、鹿和马等,广泛分布在我国农区、牧区和农牧交错区<sup>[5]</sup>。这些动物的粪便在外观和组成上具有明显的差异,并且可能在化学组成成分上也有所不同,粪便组成的差异可能来自季节性变化,以及牧场环境和日

粮的改变<sup>[6]</sup>。有学者指出牲畜排泄物对牧草种子的迁移、萌发和生长有极大影响,是牧草自然更新的有效途径之一<sup>[7]</sup>。草地生态系统中,牲畜排放的粪便会滞留草地,粪便在田间的沉积通过一定淋溶作用后能有效促进田间种子的萌发和幼苗生长,粪便能够直接在草地生态系统中提供水分和营养物质<sup>[8,9]</sup>。也有研究表明,动物的排泄物会影响土壤和植物的化学成分<sup>[10]</sup>,例如在草地生态系统中,磷的含量普遍缺乏,动物粪便在磷含量和其他矿物质元素的增加中起着重要作用。有研究表明,在草地生态系统中,粪便堆积产生的高浓度溶液对植物种子的萌发和幼苗生长有一定抑制作用<sup>[11-12]</sup>。种子萌发对饲草产量、草地建设尤为重要,是维持良好“草—畜”关系的首要环节,种子萌发的相关环境直接决定草地能量的循环,例如不同放牧强度通过改变牲畜的践踏频率和排泄物积累量从而对草地种子萌发做出调控<sup>[13]</sup>。现代生产集约化程度的加重、生产规模的扩大,粪便、污水等养殖废弃物的积累和扩增会对生态系统造成严重的环境污染<sup>[14]</sup>。利用好牲畜粪便不但可以减少化学肥料的用量,还能增加土壤有机质,实现减肥增效和农田的可持续利用<sup>[15]</sup>。

收稿日期:2021-05-15; 修回日期:2021-07-06

基金项目:国家牧草产业技术体系(CARS-34);国家重点研发计划(2016YFC0500608-2)

作者简介:周晓鑫(1996-),云南丽江人,硕士研究生。

E-mail: TonyChou96@foxmail.com;

苗丽宏(1965-),北京人,助理研究员。

E-mail: 13269028746@163.com

\*通信作者。E-mail: wanliqiang@caas.cn

\*\*通信作者。E-mail: lxl@caas.com

关于浸提液与植物种子萌发、幼苗生长的关系已有大量报道。有学者指出,猪粪及其堆肥浸提液对种子萌发的影响因种子不同而不一致<sup>[16]</sup>。史威威等<sup>[17]</sup>指出,羊粪浸提液的升高会降低燕麦种子的发芽势,高浓度的羊粪浸提液显著降低燕麦种子的发芽指数。周永胜等<sup>[18]</sup>选取4种畜禽粪便堆肥,采用不同浓度的浸提液对青钱柳种子进行育苗,指出不同浓度不同种类的粪便浸提液对青钱柳种子育苗作用不同,低浓度促进种子萌发,高浓度则显著抑制。徐长林等<sup>[11]</sup>对牦牛和藏羊粪浸提液对高寒草甸牧草种子萌发的影响做出研究,指出多种牧草种子的萌发受到家畜粪浸提液浓度影响。罗诚彬等<sup>[19]</sup>通过研究杨树根系浸提液对3种牧草种子的萌发和幼苗生长的影响指出,部分根系浸提液对牧草种子萌发产生一定抑制作用,浸提液浓度较高时,抑制作用尤为强烈。张为红等<sup>[20]</sup>指出,大豆浸提液对黑麦草、苜蓿的株高和叶绿素B含量有显著抑制作用。但关于草原上常见的几种牲畜粪便浸提液对牧草种子萌发的影响却未有系统研究。

草原上野生物种丰富,饲草种类繁多。如紫花苜蓿蛋白质含量丰富,在业界被誉为“牧草之王”<sup>[21]</sup>,胡枝子具有优良的饲用特性<sup>[22]</sup>,多年生黑麦草常作为建坪的优先草种,是畜牧业优质饲草<sup>[23]</sup>,垂穗披碱草营养丰富,属于优质牧草<sup>[24]</sup>。选取以上4种常见牧草作为此次研究材料,旨在通过研究不同类别、不同浓度的牲畜粪便浸提液对不同牧草萌发特性的影响,探索禾本科和豆科牧草对牲畜粪便浸提液的响应程度,以期对牲畜粪便还田施用量及牧草栽培管理提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

供试材料为2种豆科牧草和2种禾本科牧草(表1),均由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所草地生态实验室提供。牲畜粪便在河北省廊坊市中国农业科学院(万庄)国际农业高新技术产业园基地实验站收集。

### 1.2 牲畜粪便浸提液的制备

从试验基地拾取奶牛、绵羊和梅花鹿的粪便各1 000 g,以下简称牛粪、羊粪、鹿粪。将新鲜牛粪、羊粪和鹿粪各称取1 000 g分别放入3个1 500 mL的烧杯中,加入800 mL蒸馏水。在4℃摇床以200 r/min

表1 供试的4种草种

Table 1 List of four grass species for test

植物名称	科属	种子类型
多年生黑麦草 <i>Poaceae Lolium</i>	早熟禾科黑麦草属	颖果
紫花苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	豆科苜蓿属	荚果
垂穗披碱草 <i>Elymus nutans</i>	禾本科披碱草属	颖果
胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	豆科胡枝子属	荚果

速度往复摇动24 h,用玻璃棒搅拌均匀,置振荡器上振荡24 h,待粪混合液沉淀,取上清液,过滤、冲洗定容至1 000 mL,制取牛粪、羊粪和鹿粪3类100%的母液。将母液配制成0%、25%、50%、75%和100%的浸提液置入4℃的冰箱备用,3类母液,5个浓度梯度,15种浸提液。

### 1.3 供试材料指标测定

1.3.1 牧草种子发芽率、发芽势和发芽指数的测定 采用纸上法对4种植物种子(表1)进行发芽试验。试验之前,选取大小一致、籽粒饱满的牧草种子放置在1%的次氯酸溶液中灭菌30 min,然后用去离子水冲洗4次,在直径10 cm的培养皿中铺双层滤纸,每个培养皿中均放置50粒种子,3 mL蒸馏水作为对照组,每个培养皿中加入不同浓度的浸提液3 mL(100%, 75%, 50%和25%),每组处理重复3次。在25℃,12 h光照的培养箱中培养,每隔24 h记录种子的发芽数,发芽以胚根突破种皮为标准,直到连续2 d不再继续发芽作为试验结束的标准<sup>[25-26]</sup>。发芽率、发芽势和发芽指数的计算公式如下:

$$\text{发芽率(GR)} = (n/50) \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{发芽势(GE)} = (np/50) \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{发芽指数(GV)} = \sum G_i / D_i \quad (3)$$

式中: $n$ 为试验末期种子的发芽总数, $np$ 为发芽的种子数达到最大时的个数, $G_i$ 为每天种子的发芽个数(在 $D_1, D_2, D_3, \dots$ 种子的发芽数), $D_i$ 为相应的发芽天数( $i=1, 2, 3, \dots$ )。

1.3.2 根芽重、芽长和根长的测定 随机取发芽种子幼苗10株,测定根长和芽长,再放入65℃的烘箱中24 h,称取10株幼苗的干重。

### 1.4 统计分析

采用SPSS 26.0统计分析软件进行数据统计分析,采用一般性方差分析法进行均值比较<sup>[27]</sup>。用Excel 2016软件处理测定数据,并制作图表。统计软件

对 4 种牧草种子发芽率、发芽势、发芽指数、根长、芽长、根重和芽重数据利用单因素方差分析进行显著性检验<sup>[28]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 3 种牲畜粪便浸提液对牧草种子发芽率的影响

3 种粪便浸提液对 4 种牧草种子的发芽率均有影响。和对照相比,当浸提液浓度为 25%、50% 和 75% 时,3 种粪便浸提液对紫花苜蓿种子发芽率均有显著促进作用( $P < 0.05$ )。紫花苜蓿在 50% 浓度的羊粪、牛粪和 75% 的鹿粪浸提液影响下,种子发芽率最大,分别为 78%、78% 和 84.5%。当浓度为 100% 时,羊粪、牛粪浸提液对紫花苜蓿种子发芽仍有促进作用,高浓度鹿粪浸提液抑制紫花苜蓿的发芽。不同牧草

品种之间胡枝子的发芽率最低,为 44.5%。在 0%、25%、50%、75% 浓度各粪便浸提液的影响下,胡枝子的发芽率无显著变化,100% 浓度的 3 种粪便浸提液均显著抑制胡枝子的发芽率( $P < 0.05$ )。0%、25% 和 50% 浓度的鹿粪和牛粪浸提液影响下,多年生黑麦草种子发芽率均无显著影响,75%、100% 浓度时,发芽率显著降低( $P < 0.05$ );25% 浓度的羊粪浸提液显著升高发芽率( $P < 0.05$ ),100% 浓度的羊粪显著降低( $P < 0.05$ )发芽率。垂穗披碱草在 25%、50%、75% 鹿粪浸提液的影响下,发芽率显著降低( $P < 0.05$ ),25% 羊粪浸提液种子发芽率最高,为 80.5%,50.0%、100.0% 浓度均无显著影响( $P > 0.05$ ),100% 鹿粪浸提液显著( $P < 0.05$ )降低发芽率(表 2)。

表 2 不同浓度的 3 种粪便浸提液处理下 4 种牧草的发芽率

Table 2 Effect of three kinds of manure extracts with different concentrations on the germination rate of four kinds of forage

浓度 / %	发芽率			
	紫花苜蓿	胡枝子	多年生黑麦草	垂穗披碱草
0(CK)	64.0±1.9 <sup>a</sup>	47.5±1.9 <sup>b</sup>	80.5±2.5 <sup>c</sup>	76.5±1.9 <sup>d</sup>
	64.0±0 <sup>a</sup>	47.5±1.9 <sup>c</sup>	80.5±2.5 <sup>b</sup>	76.5±1.9 <sup>ab</sup>
	64.0±0 <sup>a</sup>	47.5±1.9 <sup>bc</sup>	80.5±2.5 <sup>cd</sup>	76.5±1.9 <sup>bc</sup>
25	69.0±3.8 <sup>b</sup>	47.5±1.0 <sup>b</sup>	80.0±1.6 <sup>bc</sup>	72.5±1.9 <sup>c</sup>
	74.5±1.0 <sup>c</sup>	43.5±1.0 <sup>b</sup>	83.0±1.2 <sup>c</sup>	80.5±1.0 <sup>c</sup>
	73.5±2.4 <sup>b</sup>	49.0±2.0 <sup>c</sup>	81.0±1.2 <sup>d</sup>	80.0±0.0 <sup>c</sup>
50	76.5±1.0 <sup>c</sup>	48.5±1.0 <sup>b</sup>	79.5±3.0 <sup>bc</sup>	69.5±1.9 <sup>b</sup>
	78.0±2.8 <sup>d</sup>	39.5±1.0 <sup>a</sup>	79.0±1.2 <sup>b</sup>	75.5±1.0 <sup>a</sup>
	79.5±1.9 <sup>d</sup>	47.5±1.9 <sup>bc</sup>	78.0±1.6 <sup>bc</sup>	76.0±2.8 <sup>b</sup>
75	84.5±2.5 <sup>d</sup>	48.0±1.4 <sup>b</sup>	76.0±4.0 <sup>b</sup>	63.5±1.0 <sup>a</sup>
	71.0±1.2 <sup>b</sup>	39.5±1.9 <sup>a</sup>	79.5±1.0 <sup>b</sup>	78.5±1.9 <sup>bc</sup>
	79.0±1.2 <sup>cd</sup>	44.5±2.5 <sup>b</sup>	77.5±1.9 <sup>b</sup>	79.0±2.6 <sup>bc</sup>
100	62.0±2.3 <sup>a</sup>	39.0±1.2 <sup>a</sup>	69.5±1.0 <sup>a</sup>	64.5±1.7 <sup>a</sup>
	71.0±3.5 <sup>b</sup>	38.5±1.0 <sup>a</sup>	75.0±1.2 <sup>a</sup>	75.0±2.0 <sup>a</sup>
	76.0±3.7 <sup>bc</sup>	40.5±2.5 <sup>a</sup>	74.5±1.0 <sup>a</sup>	71.5±3.0 <sup>a</sup>

注:同行不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ ),下同

### 2.2 3 种牲畜粪便浸提液对牧草种子发芽势的影响

与对照相比,100% 浓度鹿粪浸提液处理紫花苜蓿的发芽势最低,无显著影响( $P > 0.05$ )。除 25% 浓度下的牛粪浸提液对胡枝子的发芽势无显著影响,其余粪便浸提液均显著降低胡枝子的发芽势( $P < 0.05$ )。25% 浓度下的鹿粪浸提液对多年生黑麦草的发芽势有显著抑制作用( $P < 0.05$ ),其余浓度的 3 种粪便浸提液均显著增加多年生黑麦草的发芽势( $P <$

0.05),随着浸提液浓度的增加,促进效果下降。25%~50% 浓度羊粪浸提液、100% 浓度鹿粪浸提液和 100% 浓度牛粪浸提液对垂穗披碱草的发芽势均无显著影响( $P > 0.05$ ),其余浓度的牲畜浸提液均显著增高其发芽势( $P < 0.05$ )(表 3)。

### 2.3 3 种牲畜粪便浸提液对牧草种子发芽指数的影响

50%、75% 浓度的鹿粪浸提液显著提高紫花苜蓿

的发芽指数( $P<0.05$ ),其余浓度的浸提液对紫花苜蓿的发芽指数无显著影响( $P>0.05$ ),随着3种浸提液浓度的上升,紫花苜蓿的发芽指数与对照相比略有增高,但在浓度到75%以上,紫花苜蓿的发芽指数低于对照组。50%、75%、100%羊粪浸提液、100%浓度鹿粪和100%浓度牛粪浸提液显著降低胡枝子的发芽指数( $P<0.05$ ),其余浓度浸提液对胡枝子的发芽指数均无显著影响( $P>0.05$ )。在3种浸提液影响下,胡枝子的发芽指数均低于对照组。任一浓度的牛粪浸提

液、25%、50%浓度的鹿粪浸提液和羊粪浸提液对多年生黑麦草的发芽指数均无显著影响( $P>0.05$ ),75%、100%的鹿粪和羊粪浸提液均显著降低多年生黑麦草的发芽指数( $P<0.05$ )。所有浓度羊粪浸提液、25%浓度鹿粪浸提液和75%~100%牛粪浸提液对垂穗披碱草的发芽指数无显著影响( $P>0.05$ ),任一浓度鹿粪浸提液显著降低垂穗披碱草的发芽指数( $P<0.05$ ),25%~50%牛粪浸提液显著增加垂穗披碱草的发芽指数( $P<0.05$ )(表4)。

表3 不同浓度的3种粪便浸提液处理下4种牧草发芽势

Table 3 Effects of three kinds of manure extracts with different concentrations on the germination potential of four kinds of forages

浓度/%	发芽势			
	紫花苜蓿	胡枝子	多年生黑麦草	垂穗披碱草
0(CK)	63.0±3.5 <sup>a</sup>	26.0±1.6 <sup>d</sup>	41.5±3.0 <sup>b</sup>	60.5±1.0 <sup>b</sup>
	63.0±3.5 <sup>a</sup>	26.0±1.6 <sup>c</sup>	41.5±3.0 <sup>a</sup>	60.5±1.0 <sup>ab</sup>
	63.0±3.5 <sup>a</sup>	26.0±1.6 <sup>c</sup>	41.5±3.0 <sup>a</sup>	60.5±1.0 <sup>a</sup>
25	68.5±3.0 <sup>b</sup>	23.5±1.0 <sup>c</sup>	34.0±2.8 <sup>a</sup>	66.0±1.4 <sup>c</sup>
	71.5±3.0 <sup>bc</sup>	22.0±1.6 <sup>b</sup>	79.0±1.2 <sup>d</sup>	63.5±3.3 <sup>bc</sup>
	73.0±2.6 <sup>b</sup>	24.0±1.6 <sup>c</sup>	74.0±1.6 <sup>c</sup>	63.5±1.0 <sup>b</sup>
50	71.0±2.0 <sup>b</sup>	17.5±1.0 <sup>b</sup>	71.5±1.9 <sup>d</sup>	54.5±0.6 <sup>a</sup>
	75.5±1.9 <sup>c</sup>	22.5±1.9 <sup>b</sup>	66.0±2.8 <sup>bc</sup>	59.0±1.2 <sup>a</sup>
	79.5±1.9 <sup>c</sup>	15.0±0.8 <sup>a</sup>	72.5±5.3 <sup>c</sup>	70.0±1.6 <sup>c</sup>
75	82.5±1.0 <sup>c</sup>	13.0±0.8 <sup>a</sup>	64.5±2.5 <sup>c</sup>	54.5±1.3 <sup>a</sup>
	69.0±1.2 <sup>b</sup>	16.0±1.6 <sup>a</sup>	70.0±1.6 <sup>c</sup>	72.0±2.8 <sup>d</sup>
	78.5±1.9 <sup>c</sup>	20.25±1.3 <sup>b</sup>	67.5±1.9 <sup>b</sup>	65.5±1.7 <sup>b</sup>
100	60.5±1.0 <sup>a</sup>	14.5±1.7 <sup>a</sup>	67.5±1.9 <sup>c</sup>	60.0±0.0 <sup>b</sup>
	69.0±3.4 <sup>b</sup>	15.5±0.6 <sup>a</sup>	63.0±3.8 <sup>b</sup>	65.0±1.2 <sup>c</sup>
	76.0±1.8 <sup>bc</sup>	15.0±2.2 <sup>a</sup>	66.0±1.4 <sup>b</sup>	58.5±1.9 <sup>a</sup>

#### 2.4 牲畜粪便浸提液对牧草根重和芽重的影响

紫花苜蓿在3种浸提液影响下,根重与对照组相比无显著差异,25%鹿粪浸提液略微增加紫花苜蓿幼苗的根重,与对照差异不显著,随浓度的升高,根重降低。在25%、50%浓度牛粪浸提液影响下,胡枝子的根重显著增加( $P<0.05$ ),其余浓度浸提液均无显著影响。50%、100%浓度牛粪浸提液的处理,多年生黑麦草的根重显著降低( $P<0.05$ ),其余浸提液对其根重无显著影响。除50%鹿粪浸提液对垂穗披碱草的根重无显著影响外,其余浓度的鹿粪浸提液均显著降低垂穗披碱草的根重( $P<0.05$ )。25%和100%浓度羊粪浸提液显著降低垂穗披碱草的根重( $P<0.05$ ),

25%牛粪浸提液显著增加垂穗披碱草的根重( $P<0.05$ ),其余浓度的浸提液无显著影响(表5)。

#### 2.5 3种牲畜粪便浸提液对牧草芽重、芽长和根长的影响

牲畜粪便浸提液对紫花苜蓿的芽重无显著影响。胡枝子的芽重在低浓度鹿粪和羊粪浸提液处理下略有降低。25%浓度羊粪浸提液显著减少多年生黑麦草的芽重( $P<0.05$ ),其余浓度无显著影响。鹿粪浸提液显著减少垂穗披碱草的芽重( $P<0.05$ ),其余2种浸提液无显著影响(表6)。

25%、50%、75%和100%浓度的鹿粪浸提液显著促进紫花苜蓿根生长( $P<0.05$ ),25%、50%、75%

表 4 不同浓度的 3 种粪便浸提液处理下 4 种牧草发芽指数

Table 4 Effects of three kinds of manure extracts with different concentrations on germination index of four kinds of forages

浓度/%	发芽指数			
	紫花苜蓿	胡枝子	多年生黑麦草	垂穗披碱草
0(CK)	15.7±0.9 <sup>ab</sup>	5.6±0.3 <sup>b</sup>	9.1±0.6 <sup>c</sup>	7.0±0.6 <sup>b</sup>
	15.7±0.9 <sup>ab</sup>	5.6±0.3 <sup>b</sup>	9.1±0.6 <sup>b</sup>	7.0±0.6 <sup>a</sup>
	15.7±0.9 <sup>ab</sup>	5.6±0.3 <sup>b</sup>	9.1±0.6 <sup>a</sup>	7.0±0.6 <sup>ab</sup>
25	16.6±1.8 <sup>bc</sup>	5.3±0.5 <sup>b</sup>	8.8±0.5 <sup>c</sup>	6.8±0.5 <sup>b</sup>
	17.9±1.0 <sup>b</sup>	5.1±0.4 <sup>b</sup>	9.4±0.5 <sup>b</sup>	7.2±0.3 <sup>a</sup>
	17.8±1.6 <sup>b</sup>	5.6±0.8 <sup>b</sup>	8.8±0.5 <sup>a</sup>	7.7±0.4 <sup>c</sup>
50	18.1±1.7 <sup>cd</sup>	4.9±0.2 <sup>ab</sup>	8.5±0.4 <sup>bc</sup>	5.9±0.3 <sup>a</sup>
	18.6±1.5 <sup>b</sup>	4.5±0.3 <sup>a</sup>	8.7±0.4 <sup>ab</sup>	6.9±0.4 <sup>a</sup>
	18.8±1.1 <sup>b</sup>	4.7±1.1 <sup>ab</sup>	8.4±0.6 <sup>a</sup>	7.6±0.2 <sup>bc</sup>
75	20.1±0.9 <sup>d</sup>	4.8±0.8 <sup>ab</sup>	7.9±0.5 <sup>ab</sup>	5.7±0.2 <sup>a</sup>
	16.8±0.5 <sup>ab</sup>	4.4±0.5 <sup>a</sup>	8.2±0.6 <sup>a</sup>	7.4±0.6 <sup>a</sup>
	18.6±2.0 <sup>b</sup>	4.6±0.8 <sup>ab</sup>	8.7±0.3 <sup>a</sup>	7.4±0.2 <sup>abc</sup>
100	14.3±1.1 <sup>a</sup>	4.2±0.8 <sup>a</sup>	7.5±0.6 <sup>a</sup>	5.5±0.5 <sup>a</sup>
	16.8±2.3 <sup>ab</sup>	4.2±0.3 <sup>a</sup>	7.9±0.8 <sup>a</sup>	7.0±0.7 <sup>a</sup>
	18.3±0.8 <sup>b</sup>	4.2±0.4 <sup>a</sup>	8.4±0.1 <sup>a</sup>	6.9±0.3 <sup>a</sup>

表 5 不同浓度的 3 种粪便浸提液处理下 4 种牧草苗期根重

Table 4 Effects of three extracts of different concentrations on the root dryweight of different forages at seedling stage

牧草/%	根重			
	紫花苜蓿	胡枝子	多年生黑麦草	垂穗披碱草
0(CK)	0.46±0.07 <sup>a</sup>	0.33±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.11 <sup>ab</sup>	0.69±0.09 <sup>c</sup>
	0.46±0.07 <sup>a</sup>	0.33±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.11 <sup>a</sup>	0.69±0.09 <sup>b</sup>
	0.46±0.07 <sup>a</sup>	0.33±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.11 <sup>b</sup>	0.69±0.09 <sup>bc</sup>
25	0.41±0.06 <sup>a</sup>	0.45±0.14 <sup>a</sup>	0.59±0.13 <sup>b</sup>	0.52±0.07 <sup>b</sup>
	0.37±0.05 <sup>a</sup>	0.35±0.04 <sup>a</sup>	0.52±0.04 <sup>a</sup>	0.51±0.02 <sup>a</sup>
	0.47±0.14 <sup>a</sup>	0.5±0.07 <sup>b</sup>	0.48±0.01 <sup>ab</sup>	0.89±0.11 <sup>d</sup>
50	0.40±0.04 <sup>a</sup>	0.48±0.14 <sup>a</sup>	0.47±0.16 <sup>ab</sup>	0.66±0.09 <sup>c</sup>
	0.42±0.1 <sup>a</sup>	0.29±0.10 <sup>a</sup>	0.47±0.08 <sup>a</sup>	0.61±0.03 <sup>b</sup>
	0.38±0.06 <sup>a</sup>	0.57±0.05 <sup>b</sup>	0.42±0.09 <sup>a</sup>	0.75±0.10 <sup>c</sup>
75	0.48±0.04 <sup>a</sup>	0.38±0.11 <sup>a</sup>	0.48±0.1 <sup>ab</sup>	0.39±0.05 <sup>a</sup>
	0.39±0.04 <sup>a</sup>	0.29±0.03 <sup>a</sup>	0.48±0.15 <sup>a</sup>	0.63±0.06 <sup>b</sup>
	0.38±0.05 <sup>a</sup>	0.34±0.04 <sup>a</sup>	0.41±0.03 <sup>a</sup>	0.58±0.05 <sup>ab</sup>
100	0.39±0.04 <sup>a</sup>	0.47±0.12 <sup>a</sup>	0.38±0.05 <sup>a</sup>	0.50±0.03 <sup>ab</sup>
	0.43±0.07 <sup>a</sup>	0.35±0.03 <sup>a</sup>	0.41±0.09 <sup>a</sup>	0.44±0.07 <sup>a</sup>
	0.39±0.04 <sup>a</sup>	0.38±0.04 <sup>a</sup>	0.40±0.10 <sup>a</sup>	0.54±0.04 <sup>a</sup>

浓度羊粪浸提液促进紫花苜蓿根长生长,不同浓度牛粪浸提液对紫花苜蓿的根长无显著影响( $P>0.05$ )。鹿粪浸提液对胡枝子根长的影响表现为低浓度(25%)促进,其余浓度无显著影响,羊粪浸提液在全浓度下均显著促进胡枝子的根长生长( $P<0.05$ )。牛

粪浸提液在 25% 浓度下显著促进胡枝子的根长生长。25% 浓度的鹿粪浸提液显著促进多年生黑麦草根长生长( $P<0.05$ ),100% 浓度鹿粪浸提液和 100% 浓度羊粪浸提液显著抑制多年生黑麦草根长生长( $P<0.05$ )。除 25% 和 75% 浓度的牛粪浸提液对垂穗披

碱草的根长无显著影响之外,其余浓度的浸提液均显著抑制垂穗披碱草的根长生长( $P<0.05$ )(表7)。

在浸提液浓度较低时,4种牧草幼苗的根长生长受到促进,浓度较高时受到抑制;当浓度为25%时,4种牧草幼苗的平均根长最长,为40.2 mm,浓度为

100%时,4种牧草幼苗的平均根长最小,为32.0 mm。不同牧草之间多年生黑麦草的根长最长,为58.3 mm,胡枝子最短,为19.9 mm。不同粪便浸提液之间鹿粪浸提液有助于幼苗的根长生长,羊粪次之,牛粪最差(图1)。

表6 不同浓度的3种粪便浸提液处理下不同牧草的草芽重

Table 6 Effects of three extracts of different concentrations on the bud dryweight of different forages

mg

浓度/%	芽重			
	紫花苜蓿	胡枝子	多年生黑麦草	垂穗披碱草
0(CK)	1.08±0.07 <sup>a</sup>	1.57±0.05 <sup>a</sup>	0.78±0.11 <sup>a</sup>	1.02±0.08 <sup>b</sup>
	1.08±0.07 <sup>ab</sup>	1.57±0.05 <sup>a</sup>	0.78±0.11 <sup>b</sup>	1.02±0.08 <sup>a</sup>
	1.08±0.07 <sup>a</sup>	1.57±0.05 <sup>a</sup>	0.78±0.11 <sup>a</sup>	1.02±0.08 <sup>ab</sup>
25	1.13±0.09 <sup>a</sup>	1.39±0.09 <sup>a</sup>	0.75±0.05 <sup>a</sup>	0.87±0.13 <sup>a</sup>
	0.99±0.04 <sup>a</sup>	1.51±0.19 <sup>a</sup>	0.68±0.05 <sup>a</sup>	0.99±0.11 <sup>a</sup>
	1.10±0.04 <sup>a</sup>	1.57±0.24 <sup>a</sup>	0.71±0.10 <sup>a</sup>	0.97±0.16 <sup>a</sup>
50	1.11±0.08 <sup>a</sup>	1.55±0.16 <sup>a</sup>	0.70±0.05 <sup>a</sup>	0.85±0.17 <sup>a</sup>
	1.01±0.08 <sup>a</sup>	1.44±0.14 <sup>a</sup>	0.75±0.05 <sup>ab</sup>	1.08±0.17 <sup>a</sup>
	1.05±0.16 <sup>a</sup>	1.64±0.06 <sup>a</sup>	0.80±0.07 <sup>a</sup>	1.01±0.14 <sup>ab</sup>
75	1.12±0.15 <sup>a</sup>	1.44±0.13 <sup>a</sup>	0.69±0.05 <sup>a</sup>	0.84±0.04 <sup>a</sup>
	1.10±0.12 <sup>ab</sup>	1.52±0.11 <sup>a</sup>	0.73±0.06 <sup>ab</sup>	0.94±0.05 <sup>a</sup>
	1.01±0.15 <sup>a</sup>	1.51±0.01 <sup>a</sup>	0.68±0.03 <sup>a</sup>	1.14±0.12 <sup>ab</sup>
100	1.05±0.05 <sup>a</sup>	1.51±0.1 <sup>a</sup>	0.67±0.14 <sup>a</sup>	0.82±0.05 <sup>a</sup>
	1.16±0.05 <sup>ab</sup>	1.50±0.05 <sup>a</sup>	0.74±0.07 <sup>ab</sup>	1.09±0.14 <sup>a</sup>
	1.15±0.08 <sup>a</sup>	1.62±0.11 <sup>a</sup>	0.81±0.14 <sup>a</sup>	1.12±0.05 <sup>b</sup>

表7 不同浓度的3种粪便浸提液处理下4种牧草苗期根长

Table 7 Effects of three extracts of different concentrations on the root length of forage seedlings

mm

浓度/%	根长			
	紫花苜蓿	胡枝子	多年生黑麦草	垂穗披碱草
0(CK)	37.50±3.00 <sup>a</sup>	15.98±1.79 <sup>a</sup>	58.28±5.12 <sup>b</sup>	26.23±0.88 <sup>d</sup>
	37.50±3.00 <sup>a</sup>	15.98±1.79 <sup>a</sup>	58.28±5.12 <sup>b</sup>	26.23±0.88 <sup>d</sup>
	37.50±3.00 <sup>a</sup>	15.98±1.79 <sup>a</sup>	58.28±5.12 <sup>ab</sup>	26.23±0.88 <sup>b</sup>
25	48.00±2.70 <sup>b</sup>	27.90±8.81 <sup>b</sup>	70.53±2.78 <sup>c</sup>	26.33±1.04 <sup>d</sup>
	53.40±3.60 <sup>b</sup>	22.18±3.06 <sup>c</sup>	60.85±4.29 <sup>b</sup>	21.03±1.10 <sup>b</sup>
	39.60±7.90 <sup>a</sup>	24.63±6.44 <sup>b</sup>	63.83±3.44 <sup>b</sup>	24.45±1.77 <sup>b</sup>
50	48.40±3.60 <sup>b</sup>	19.88±2.28 <sup>a</sup>	56.88±4.78 <sup>b</sup>	20.90±0.95 <sup>c</sup>
	47.40±3.00 <sup>b</sup>	19.53±1.61 <sup>bc</sup>	59.3±3.35 <sup>b</sup>	23.13±0.47 <sup>c</sup>
	37.10±2.30 <sup>a</sup>	19.23±1.98 <sup>ab</sup>	61.78±4.56 <sup>ab</sup>	20.98±0.81 <sup>a</sup>
75	46.00±4.50 <sup>b</sup>	21.75±5.2 <sup>ab</sup>	53.10±3.49 <sup>ab</sup>	18.90±2.02 <sup>b</sup>
	50.70±5.10 <sup>b</sup>	19.00±0.73 <sup>b</sup>	57.68±1.21 <sup>b</sup>	19.33±0.60 <sup>a</sup>
	35.50±1.70 <sup>a</sup>	19.88±0.99 <sup>ab</sup>	59.65±3.65 <sup>ab</sup>	24.88±4.34 <sup>b</sup>
100%	46.40±1.00 <sup>b</sup>	20.95±2.63 <sup>ab</sup>	49.75±2.78 <sup>a</sup>	12.90±0.70 <sup>a</sup>
	34.60±6.30 <sup>a</sup>	18.90±0.62 <sup>b</sup>	51.35±1.20 <sup>a</sup>	20.38±0.75 <sup>ab</sup>
	36.70±3.20 <sup>a</sup>	17.00±4.39 <sup>a</sup>	55.28±4.31 <sup>a</sup>	19.78±1.53 <sup>a</sup>

各浓度的鹿粪浸提液处理均显著抑制紫花苜蓿芽长生长( $P<0.05$ ),各浓度的羊粪浸提液也显著抑制( $P<0.05$ )紫花苜蓿的芽长生长,与对照组相比,牛粪浸提液对紫花苜蓿的芽长生长有促进作用。鹿粪

浸提液对胡枝子芽长无显著影响( $P>0.05$ ),羊粪浸提液在全浓度下均显著促进胡枝子的芽长生长( $P<0.05$ ),在牛粪浸提液的影响下,胡枝子的芽长显著增加( $P<0.05$ )。100%浓度的羊粪浸提液和100%浓

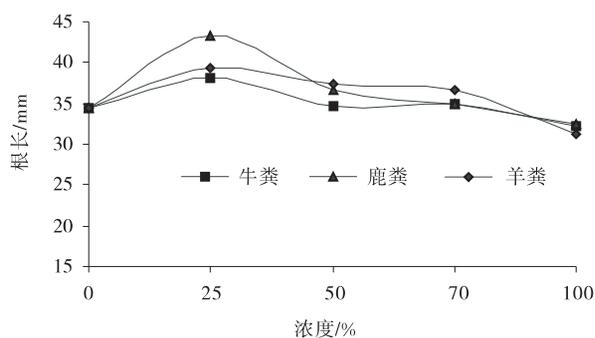


图 1 3 种粪便浸提液处理下牧草苗期根长

Fig. 1 Effects of three extracts on the root length of forage seedlings

度的牛粪浸提液显著促进多年生黑麦草芽长生长 ( $P < 0.05$ ), 其余浓度的浸提液均无显著影响 ( $P > 0.05$ )。全浓度的鹿粪浸提液显著抑制垂穗披碱草芽长生长 ( $P < 0.05$ ), 25% 浓度的羊粪浸提液和 25% 浓度的牛粪浸提液、75% 浓度的羊粪浸提液和对照相比显著抑制垂穗披碱草芽长生长 ( $P < 0.05$ ), 其余浓度无显著影响 ( $P > 0.05$ ) (表 8)。不同粪便浸提液之间牛粪有助于幼苗的地上部分生长, 羊粪次之, 鹿粪最差 (图 2)。

### 3 讨论

种子萌发是植物生长的重要阶段, 此阶段对外界环境的刺激反应敏感<sup>[29]</sup>。牧草萌发阶段的生长状况可以反映牧草在实际生产中的抗逆性, 参考相关指标, 可作为鉴定和筛选放牧地优质草种的依据。在种

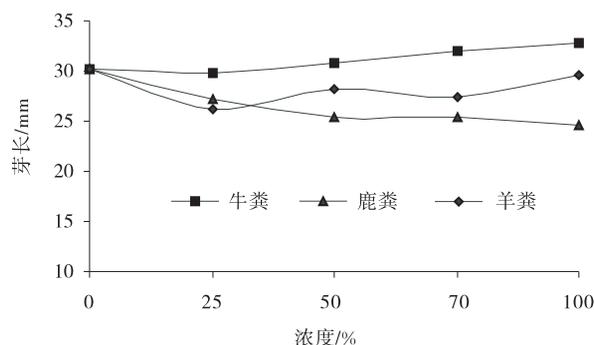


图 2 3 种粪便浸提液处理下牧草芽长

Fig. 2 Effects of three kinds of extracts on forage bud length

子萌发和生长的试验中, 发芽率可以间接反应种子质量并指导农业生产, 发芽势反应了种子发芽的快慢以及整齐程度, 发芽势高的种子生活力强, 具有一定的抵抗自然灾害的能力, 同时也是指导田间生产的重要指标; 发芽指数可以灵敏的反应牧草种子活力和发芽能力<sup>[30]</sup>; 根重、根长、芽重、芽长则可以反应种子发芽初期的生长状况和生长势头, 可以作为植物未来发育情况的参考标准。本试验研究表明, 紫花苜蓿在 3 种牲畜粪便浸提液的影响下, 均呈现低浓度促进种子萌发, 高浓度抑制种子萌发的趋势, 与陶茸等<sup>[31]</sup>报道的低浓度香豆素和咖啡酸促进紫花苜蓿生长, 高浓度呈现抑制作用的结果相似; 3 种浸提液浓度为 50% 时, 紫花苜蓿的萌发生长状态最佳。牲畜浸提液抑制胡枝子萌发, 随着浸提液浓度的升高, 抑制作用增强, 表明胡枝子的耐受阈值较低, 这与张静等<sup>[32]</sup>的研究结果相

表 8 不同浓度的 3 种粪便浸提液处理下 4 种牧草的芽长

Table 8 Effect of three kinds of extracts of different concentrations on forage bud length

mm

浓度/%	芽长			
	紫花苜蓿	胡枝子	多年生黑麦草	垂穗披碱草
0(CK)	12.73±0.39 <sup>c</sup>	7.45±0.33 <sup>a</sup>	51.95±0.96 <sup>a</sup>	49.08±0.41 <sup>d</sup>
	12.73±0.39 <sup>c</sup>	7.45±0.33 <sup>a</sup>	51.95±0.96 <sup>a</sup>	49.08±0.41 <sup>c</sup>
	12.73±0.39 <sup>a</sup>	7.45±0.33 <sup>a</sup>	51.95±0.96 <sup>ab</sup>	49.08±0.41 <sup>b</sup>
25	5.53±0.35 <sup>b</sup>	7.85±0.41 <sup>a</sup>	51.40±1.51 <sup>a</sup>	44.05±0.78 <sup>c</sup>
	5.65±0.21 <sup>b</sup>	9.55±0.47 <sup>c</sup>	48.45±1.14 <sup>a</sup>	41.10±0.94 <sup>a</sup>
	13.8±0.29 <sup>b</sup>	9.00±0.35 <sup>b</sup>	51.30±1.45 <sup>a</sup>	44.95±2.77 <sup>a</sup>
50	5.58±0.29 <sup>b</sup>	7.75±0.70 <sup>a</sup>	50.23±1.95 <sup>a</sup>	38.23±1.19 <sup>b</sup>
	5.83±0.17 <sup>b</sup>	9.35±0.40 <sup>bc</sup>	49.30±4.02 <sup>a</sup>	48.43±3.29 <sup>c</sup>
	14.48±0.93 <sup>bc</sup>	8.63±0.780 <sup>b</sup>	51.50±1.97 <sup>a</sup>	48.75±3.75 <sup>b</sup>
75	5.03±0.05 <sup>a</sup>	7.78±0.22 <sup>a</sup>	49.53±1.07 <sup>a</sup>	39.43±1.44 <sup>b</sup>
	5.05±0.10 <sup>a</sup>	10.45±0.17 <sup>d</sup>	49.98±2.68 <sup>a</sup>	44.08±1.66 <sup>ab</sup>
	14.98±0.29 <sup>cd</sup>	8.38±0.41 <sup>b</sup>	54.28±2.09 <sup>bc</sup>	50.15±1.11 <sup>b</sup>
100	5.73±0.25 <sup>b</sup>	8.15±0.39 <sup>a</sup>	50.90±2.18 <sup>a</sup>	33.88±1.34 <sup>a</sup>
	4.83±0.13 <sup>a</sup>	8.85±0.24 <sup>b</sup>	57.75±3.90 <sup>b</sup>	47.28±3.31 <sup>bc</sup>
	15.8±0.79 <sup>d</sup>	8.28±0.40 <sup>b</sup>	55.28±1.45 <sup>c</sup>	51.50±2.26 <sup>b</sup>

似,低浓度的牛粪浸提液显著促进胡枝子苗期根长和芽长的生长,粪便浸提液对胡枝子种子萌发影响较大,因此,为了促进胡枝子种子的萌发,种子萌发阶段应该减少牲畜粪便在草地的积累,人为降低胡枝子草地的粪便浓度。多年生黑麦草在3种牲畜粪便浸提液的影响下,种子发芽势显著增加,发芽率、发芽指数均低于对照组,种子萌发受到浸提液的抑制,在低浓度粪便浸提液的影响下,幼苗根重、芽重、根长、芽长略高于对照组,这与余雨泽等<sup>[33]</sup>报道的粪便堆肥对多年生黑麦草种子萌发生长影响的研究结果不同,这可能是由于使用的粪便种类不同所致。垂穗披碱草在低浓度的牛粪和羊粪处理下,各项萌发指标均显著增加,随着2种粪便浸提液浓度的增加,促进效果下降,和徐长林<sup>[11]</sup>等报道的粪便浸提液对植物种子萌发的影响结果相似。但在鹿粪浸提液处理下,垂穗披碱草的各项萌发指标均显著低于对照组,说明垂穗披碱草不适合在鹿粪环境下萌发。

不同牲畜粪便浸提液所含有的营养物质、微量元素、有毒物质不相同,对不同牧草种子萌发生长的影响存在较大差异。本试验结果表明,综合4种牧草种子萌发和幼苗生长的情况,适宜浓度的牛粪浸提液对4种牧草种子萌发均有积极作用。萨日娜<sup>[34]</sup>等在不同牲畜对番茄生产的研究中指出,牛、马、羊粪堆肥可起到提高番茄产量、品质和调节土壤养分及酶活性的作用,其中牛粪堆肥效果最明显,这与本试验的研究结果相同。在草地生态系统中,不同动物粪便有不同含量的N、P、K等元素,为植物生长提供营养,促进植物萌发生长,有研究指出使用牲畜粪便会改变土壤的理化性质,施用牛粪更有利于AN、NO<sub>3</sub>-N和DOC含量的提高<sup>[35]</sup>。3种牲畜粪便在高浓度下均抑制牧草种子的萌发,有关报道指出牲畜粪便含有的重金属物质、有毒物质和产生的物理压实对植物的萌发和生长极不友好,种子萌发的初期对环境的耐受性不同<sup>[36-37]</sup>,部分动物粪便中P含量远远大于植物所需含量,极易造成环境污染和磷风险<sup>[38-39]</sup>。

本试验4种牧草在受粪便浸提液的影响时,对环境产生的响应不同,据此推论,不同牧草的抗逆性和吸收营养物质的能力不同。合理使用牲畜粪便是环境友好协调和可持续性发展的关键,在实际的放牧草

地建植中,当地的自然条件、土壤状况都会影响到牧草的生产,故为了维持草地生态平衡,需协调牧草品种、当地环境、放牧动物种类、土壤微生物等一系列条件。

## 4 结论

牛粪、羊粪和鹿粪的粪便浸提液对紫花苜蓿种子的萌发和幼苗生长都有促进作用,胡枝子、多年生黑麦草种子不适宜在牲畜粪便积累较多的地方萌发,因此在胡枝子、多年生黑麦草萌发期避免放牧产生的粪便积累,垂穗披碱草不适宜在养鹿的地方萌发,因此垂穗披碱草的栽培初期要远离鹿粪。牲畜在草地上活动时间较长,浓度过高的粪便就会抑制牧草种子的萌发生长,因此对牲畜粪便种类和数量的调控对牧草的生长和草地生态环境的保护具有重大意义。牛粪相对于其他种类的粪便更有利于牧草种子的萌发,利用牛粪还田作为多数牧草栽培生长的肥料,可以有效利用牲畜粪便,提高牧草产量,增加草地生态的循环发展利用。

### 参考文献:

- [1] 柏兆海. 我国主要畜禽养殖体系资源需求、氮磷利用和损失研究[D]. 北京:中国农业大学,2015.
- [2] 徐春波,王勇,赵来喜,等. 我国牧草种质资源创新研究进展[J]. 植物遗传资源学报,2013,14(5):809-815.
- [3] 杨青川,康俊梅,张铁军,等. 苜蓿种质资源的分布、育种与利用[J]. 科学通报,2016,061(2):261-270.
- [4] 李书田,刘荣乐,陕红. 我国主要畜禽粪便养分含量及变化分析[J]. 农业环境科学学报,2009,28(1):179-184.
- [5] 吴恩岐. 蒙古高原中蒙典型草原放牧生态学比较研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2017.
- [6] GREENHAM P M. The Effects of the Variability of Cattle Dung on the Multiplication of the Bushfly (*Musca vetustissima* Walk)[J]. Journal of Animal Ecology, 1972, 41(1):153-165.
- [7] 张静,陈先江,侯扶江. 家畜排泄物对牧草种子传播和萌发的作用[J]. 草业科学,2017,34(10):2070-2079.
- [8] TRAVESET A, ROBERTSON A W, RODRIGUEZ PÉREZ J, et al. A review on the role of endozoochory in seed germination[J]. Seed Dispersal Theory & Its Application in A Changing World, 2007, 78-102.
- [9] TRAVESET A, BERMEJO T, WILLSON M. Effect of

- manure composition on seedling emergence and growth of two common shrub species of Southeast Alaska[J]. *Plant Ecology*, 2001, 155(1):29-34.
- [10] 张蒙, 李晓兵. 放牧对土壤有机碳的影响及相关过程研究进展[J]. *草地学报*, 2018, 26(2):267-276.
- [11] 徐长林, 鱼小军, 景媛媛, 等. 牦牛粪和藏羊粪浸提液对高寒草甸六种植物种子萌发特性的影响[J]. *生态学杂志*, 2014, 33(11):2988-2994.
- [12] BROWN J R, ARCHER S. Woody plant invasion of grasslands: establishment of honey mesquite (*Prosopis glandulosavar. glandulosa*) on sites differing in herbaceous biomass and grazing history[J]. *Oecologia*, 1989, 80(1):19-26.
- [13] HIRATA M, HASEGAWA N, NOMURA M, *et al.* Deposition and decomposition of cattle dung in forest grazing in southern Kyushu, Japan [J]. *Ecological Research*, 2009, 24(1):119-125.
- [14] 郭冬生, 彭小兰, 龚群辉, 等. 畜禽粪便污染与治理利用方法研究进展[J]. *浙江农业学报*, 2012, 24(6):1164-1170.
- [15] 贾伟. 我国粪肥养分资源现状及其合理利用分析[D]. 北京:中国农业大学, 2014.
- [16] 王定美, 武丹, 李季, 等. 猪粪及其堆肥不同水浸提比对种子发芽特性指标的影响[J]. *农业环境科学学报*, 2011, 30(3):579-584.
- [17] 史威威, 张佩. 羊粪浸提液对燕麦种子萌发特性的影响[J]. *草地学报*, 2018, 26(4):172-176.
- [18] 周永胜, 谢桃香, 禹华芳. 不同畜禽粪便浸出液对青钱柳种子发芽特性的影响研究[J]. *中国野生植物资源*, 2020, 39(1):27-30.
- [19] 罗诚彬, 方升佐, 田野. 杨树根系浸提液对3种牧草种子萌发及幼苗生长的影响[J]. *植物资源与环境学报*, 2003, 12(4):27-30.
- [20] Zhang W, Liu D, Sun S, *et al.* Research of Allelopathic Effect on 4 Forage Grass in the Glycine soja Water Extract[J]. *Environmental Science & Technology*, 2018, 41(6):39-44.
- [21] 周玉雷, 成启明, 都帅, 等. 不同处理方法对紫花苜蓿种子萌发的影响[J]. *中国饲料*, 2020(14):16-23.
- [22] 田宏, 王志勇, 张鹤山, 等. 胡枝子属植物花叶器官形态结构研究[J]. *西南农业学报*, 2020, 33(10):227-233.
- [23] 石永红, 万里强, 刘建宁, 等. 干旱胁迫对6个坪用多年生黑麦草品种抗旱性的影响[J]. *草地学报*, 2009, 17(1):52-57.
- [24] 顾锡玲, 万志强. 紫花苜蓿和垂穗披碱草功能性状对水分的响应研究[J]. *内蒙古师范大学学报(自然科学版)*, 2021, 50(1):53-58.
- [25] 葛俊彦, 蔡亚非. 不同处理方法对几种牧草种子发芽率的影响[J]. *资源开发与市场*, 2009, 25(1):4-6.
- [26] 李玉清, 张洁, 郭彤, 等. 5种豆科牧草种子的发芽试验[J]. *山东畜牧兽医*, 2020, 41(11):12-5.
- [27] 李硕, 聂中南, 陈伟, 等. 干旱和盐胁迫对鸭茅叶绿素荧光动力学参数的影响[J]. *草原与草坪*, 2015, 35(5):23-27.
- [28] 李硕. 不同混播比例下鸭茅与伴生种竞争的研究[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2016.
- [29] 徐曼, 王茜, 王奕骁, 等. 不同盐胁迫对长穗偃麦草种子萌发及幼苗生长的影响[J]. *中国草地学报*, 2020, 42(1):15-20.
- [30] 范丽花, 汪鹏斌, 王玉霞, 等. 猪毛蒿枯落物水浸提液对5种草地植物种子萌发的化感作用[J]. *中国草地学报*, 2021, 43(1):96-103.
- [31] 陶茸, 师尚礼, 张翠梅, 等. 外源香豆素和咖啡酸对紫花苜蓿根系形态建成与解剖结构的影响[J]. *草地学报*, 2019, 27(2):404-412.
- [32] 张静. 滩羊放牧对陇东典型草原牧草生长和繁殖的作用[D]. 兰州:兰州大学, 2017.
- [33] 余雨泽. 作物废弃物与禽畜粪便堆肥效果的研究[D]. 北京:北京林业大学, 2017.
- [34] 萨日娜, 陈立新, 王娟, 等. 不同有机堆肥对番茄产量、品质和土壤性状的影响[J]. *北方园艺*, 2020(22):42-47.
- [35] 席北斗, 王燕, 檀文炳, 等. 土壤中溶解性有机质对不同类型堆肥的响应差异[J]. *环境科学*, 2021, 42(7):1-14.
- [36] 孙长虹, 凌文翠, 陈大地, 等. 畜禽粪便还田后对土壤污染影响分析:以猪粪为例[C]//中国环境科学学会2019年科学技术年会——环境工程技术创新与应用分论坛论文集(二). 西安:环境工程编辑部, 2019:4.
- [37] 刘一明. 促进畜禽粪污还田实现经济与环境双赢[J]. *中国食品*, 2020(2):92-97.
- [38] 严正娟. 施用粪肥对设施菜田土壤磷素形态与移动性的影响[D]. 北京:中国农业大学, 2015.
- [39] 宗可光. 新形势下畜禽养殖环境污染与防治[J]. *畜牧兽医科技信息*, 2020(3):37.

# Effects of livestock manure extracts on germination characteristics of forage seeds

ZHOU Xiao-xin, MIAO Li-hong, LI Shuo, WAN Li-qiang<sup>\*</sup>, LI Xiang-lin<sup>\*\*</sup>

(*Institute of Animal Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China*)

**Abstract:** In order to explore the effects of different livestock manure extracts on the germination characteristics of forage seeds. **【Method】** four forage seeds were used as test materials, and the three extracts (deer dung, cow dung, sheep dung) and their different concentrations (0, 25%, 50%, 75%, 100%) treatments were used for seed germination experiments. **【Result】** The results showed that the seed germination and seedling growth of the 4 tested forage grasses varied with the concentration of the livestock manure extract. All three extracts promoted the germination and growth of *Medicago sativa*, and the promotion effect decreased with the increase of extract concentration. All three extracts inhibited the germination of *Lespedeza bicolor* seeds, and extracting at low concentration liquid treatment promoted the growth of its seedlings growing. The germination potential and root length of *Lolium perenne* were increased by the three extracts, and the growth of the above-ground part of its seedlings was reduced compared with the control group. The germination rate of *Elymus nutans* was significantly reduced under the influence of deer manure extract, and all three extracts inhibited the growth of its seedlings. **【Conclusion】** The germination characteristics of 4 kinds of forage grass affected by livestock manure extract. It is found showed that cow manure extract had the best effect on promoting forage germination, followed by sheep manure and deer manure.

**Key words:** livestock manure; extract; forage; germination characteristics; seedling growth