

内蒙古乌兰察布地区蒿属植物对狼毒的化感作用

徐松鹤 党玉蕾

集宁师范学院, 内蒙古 乌兰察布 012000

摘要: 本文主要是探究内蒙古乌兰察布地区蒿属植物对于狼毒所产生的化感作用, 实验中通过野外调查配合室内实验, 获得乌兰察布地区相对比较常见的一些蒿属植物的植株组织, 并用专业的实验方法制备浸提液, 处理狼毒种子和幼苗, 测定相关的数据指标, 结合实际情况以及测得的数据来分析评估蒿属植物对于狼毒在种子萌发以及幼苗生长还有生理特性等多个方面所产生的具体影响, 进一步展示其化感作用的基本机制。该项研究成效可作为针对于草原地区的生态体系进行修复以及狼毒治理的重要参考和依据。

关键词: 内蒙古乌兰察布; 蒿属植物; 狼毒; 化感作用

Allelopathy of *Artemisia* to *Stellera Chamaejasme* in Wulanchabu, Inner Mongolia

Xu, Songhe Dang, Yulei

Jining Normal College, Ulanqab, Inner Mongolia, 012000, China

Abstract: In the context of quality education, physical education training delves into the value of track and field sports, following principles such as differentiated treatment, integration of general and specialized training, and continuous vs. cyclical training. It involves scientifically designing theories and training plans, optimizing training volumes, and guiding the coordinated development of students' specialized skills and sports ethics. The aim is to enrich the forms of physical training activities, strengthen students' ideological, psychological, and physical qualities, and enable the scientific design and implementation of physical education training. This paper will discuss and analyze the value and application strategies of track and field in physical education training, with the aim of better innovating the development of physical education training.

Keywords: Wulanchabu, Inner Mongolia; *Artemisia* plants; *Stellera Chamaejasme*; Allelopathy

DOI: 10.62639/sspis01.20250201

引言

在我国, 内蒙古草原是非常重要的生态屏障, 但是近年来由于草原地区存在着过度放牧的问题, 再加上气候变化所带来的影响, 产生了越来越明显的草原退化的现象, 在这样的背景下, 狼毒等一些有毒有害植物就实现了大量的滋生和蔓延。我们发现狼毒的扩张让草原直播的多样性不断的下降, 牧草的质量也受到了极其严重的影响, 更关键的是导致整个草原生态系统的结构和功能造成了严重的破坏, 这对于整体生态结构都会产生影响^[1]。而化感作用实际上是植物之间相互作用的方式, 它在植物群落的演替还有生态系统的平衡维持方面意义重大, 蒿属植物在我国内蒙古乌兰察布地区的分布非常之广泛, 针对于蒿属植物在狼毒方面的化感作用进行的研究和探索, 有助于我们对草原植物群落的相互关系进行深层次的掌握和了解, 同样也可后续针对狼毒寻找行之有效的治理方法提供重要的理论参考和支持。

一、研究区域概况

内蒙古乌兰察布地区的位置在内蒙古自治区的中部, 这里是温带大陆性季风气候, 这个地区的冬季相对来说更加寒冷, 时间更长, 而夏季则

较为温热, 时间较短, 每年的降水情况相对比较集中。内蒙古乌兰察布地区主要以高原地形为主, 而土壤类型上主要是栗钙土和棕钙土等。草原植被有着丰富多样的类型, 涉及到典型草原和荒漠草原等, 其中蒿属植物种类繁多, 譬如冷蒿、铁杆蒿, 就是常见的伴生植物, 在退化区域狼毒的分布则较为广泛。

二、材料与方法

(一) 实验材料

内蒙古乌兰察布的典型草原样地中选择蒿属植物的地上部分植株, 可以采集冷蒿、铁杆蒿等, 与此同时采集狼毒的成熟种子以及生长情况相对来说比较一致的幼苗, 作为实验的植物材料。

准备好无水乙醇、蒸馏水以及琼脂、蔗糖等, 用于制备培养基和浸提液的专用试剂, 还有用于测定生理生化指标的试剂盒, 例如测定抗氧化酶活性的试剂盒以及测定丙二醛含量的试剂盒等^[2]。

(二) 实验方法

1. 浸提液制备

首先将采集好的蒿属植物的地上部分进行简单的清洗晾干, 之后用剪刀将其剪成小段, 并称取一定量的植物材料, 加入适当的蒸馏水, 放在

(稿件编号: IS-25-1-1017)

作者简介: 徐松鹤 (1981-), 男, 汉族, 籍贯: 河北沧州, 硕士, 副教授, 研究方向: 生态学。

党玉蕾 (1992-), 女, 汉族, 籍贯: 山西朔州, 硕士, 讲师, 研究方向: 生态学及植物生理。

基金项目: 内蒙古教育厅自然科学基金项目: “乌兰察布地区几种蒿属植物 BVOCs 对狼毒的化感作用及临界计量” (NJZY22309)。

室温之下, 对其浸泡 24~48 个小时, 再用滤纸进行过滤, 获得不同浓度的蒿属植物浸提液, 将获得的浸提液放在 4℃ 的冰箱中做好保存。

2. 种子萌发实验

要选择颗粒较为饱满、大小较为均匀的狼毒种子, 用含量为 0.1% 的 HgCl_2 消毒 10 分钟时间, 再用蒸馏水冲洗 3~5 次。铺有双层滤纸的培养皿中可以分别加入不同浓度的蒿属植物浸提液 5ml, 用蒸馏水作为对照组, 每各处理设置三个重复, 每个重复则放置 50 粒狼毒种子, 再将培养皿放在 25℃ 的恒温培养箱中进行黑箱培养。每天对种子的萌发情况进行观察, 做好相应的记录, 并根据记录的情况做好种子萌发率和发芽势等相关指标的计算工作, 其中种子萌发率 (%) = (萌发种子数 / 供试种子数) × 100; 发芽势 (%) = (规定天数内萌发种子数 / 供试种子数) × 100。

3. 幼苗生长实验

把狼毒幼苗移栽到装有蛭石和营养土的混合比例为 1:1 的花盆中, 等到狼毒幼苗的生长逐渐变得稳定之后, 用不同浓度的蒿属植物浸提液对幼苗进行灌根处理, 每隔两天处理一次, 将蒸馏水灌根作为对照, 每个处理设置 5 个重复, 在处理两周之后, 则测定狼毒幼苗的株高、根长以及地上地下部分分别鲜重的各项参考的生长指标, 并获得根冠比数据。其中根冠比 = 地下鲜重 / 地上鲜重。

4. 生理指标测定

经过浸提液处理之后的狼毒幼苗叶片用分光光度法测定其中的超氧化物歧化酶 (SOD) 活性以及过氧化物酶 (POD) 活性, 还有过氧化氢酶 (CAT) 活性、丙二醛 (MDA) 含量的相应的生理指标, 按照对应的试剂和说明书来进行操作, 完成测定的任务和处理。

(三) 数据统计与分析

本实验中对数据进行处理用 SPSS 软件获得分析结果, 首先是对获得的数据做方差齐性检验, 若满足方差齐性, 则用单因素分析 One-way ANOVA 对不同组间的差异显著性进行比较, 如果发现差异显著, 则进一步用邓肯氏新复极差检验 (Duncan's multiple range test) 做多重比较, 最终确定不同浓度蒿属植物浸提液对于狼毒种子的萌发以及幼苗的生长还有各项生理指标影响的显著性水平, $P < 0.05$ 表示差异显著。

三、结果与分析

(一) 蒿属植物浸提液对狼毒种子萌发的影响

实验发现不同浓度的蒿属植物浸提液对于狼毒种子的萌发都表现出了较为显著的抑制性作用, 并且伴随着浸提液浓度的逐渐上升, 狼毒种子的萌发率以及发芽率逐渐下降, 例如冷蒿浸提液是在 0.05g/ml 时, 相应的狼毒种子萌发率大约为 65%, 而发芽势则为 40%, 当冷蒿浸提液的浓度上升到 0.2g/ml 时, 其萌发率则会下降到 30%, 同时发芽势也下降到 15%。和冷蒿浸提液相似, 铁杆蒿也表现出了随着浸提液浓度增长, 狼毒种子萌发率和发芽势下降的趋势, 但是在相同的浓度之下, 铁杆蒿对于狼毒种子的萌发抑制

程度和冷蒿还是存在一定的差异性。其原因可能是由于这两种植物蒿属植物所含的化感物质种类以及含量有所差异, 从微观层面分析, 化感物质可能会和狼毒种子的细胞膜上的部分受体进行结合, 从而有效地改变细胞膜的通透性以及其流动性, 这在阻碍种子吸收水分和氧气方面有重要的作用, 能够抑制其新陈代谢活动, 最终更会导致种子萌发的整个过程受到阻碍。

(二) 蒿属植物浸提液对狼毒幼苗生长的影响

1. 株高与根长

狼毒幼苗的株高和根长的生长在其接受蒿属植物浸提液的处理之后, 受到了较为显著的抑制性作用。和对照相比较, 较高浓度浸提液的处理下, 狼毒幼苗的株高生长速度明显得到了减缓, 其根的生长也受到了极大程度的阻碍, 譬如冷蒿浸提液的浓度在 0.1g/ml 时, 相对应的狼毒幼苗株高就比对照组降低 20%, 而根长则降低了 25%; 铁杆蒿浸提液的浓度在 0.5g/ml 时, 相应的狼毒幼苗株高则降低 20%, 根长降低 28%。分析认为这样的抑制作用呈现可能是由于化感物质的存在干扰到了狼毒幼苗细胞内的生长素等一些植物激素的合成、运输以及信号的传导, 如果是正常情况下, 生长素完全能够促进细胞的生长和分裂, 但是化感物质的介入可能会对这一平衡状态进行打破, 因此而导致细胞的生长和分裂无法有效且顺利的开展, 也会导致幼苗的株高和根长的生长受到极大的抑制。

2. 鲜重

由于蒿属植物浸提液的处理, 狼毒幼苗的地上先种以及地下鲜重显著降低, 表现是: 随着浸提液浓度的增长, 鲜重的下降幅度逐渐增大。具体而言, 冷蒿浸提液的浓度是 0.2g/ml 时, 狼毒幼苗的地上鲜重就要比对照减少 35%, 而地下鲜重则减少 40%, 对于铁杆蒿浸提液而言, 在相同的浓度之下, 其地上鲜重减少 38%, 地下鲜重则减少 40%, 与此同时狼毒幼苗的根冠比也发生了相应的变化, 主要是伴随着浸提液浓度的增长, 根冠比有一定程度的增加。其原因可能是由于狼毒幼苗的根系生长受抑制程度相对于地上部分来说更加严重, 地下部分的生物量在总体生物量中所占的比例会上升, 化感物质有可能会影响到狼毒幼苗根系对于土壤中矿质营养元素的吸收和有效运输, 限制地上部分光合作用所需要的原料供应, 进而导致地上的鲜重减少, 而对于根系来说, 它自身受到了化感作用的胁迫, 生长发育受损, 鲜重也会随之而降低。对比之下, 根系在总生物量中的占比要比地上部分受抑制的作用更加明显而有所上升。

(三) 蒿属植物浸提液对狼毒幼苗生理特性的影响

1. 抗氧化酶活性

蒿属植物浸提液处理之后, 狼毒幼苗叶片中的 SOD、POD 和 CAT 活性发生了较为复杂的显著变化, 其中较低浓度的浸提液处理下狼毒幼苗叶片中的抗氧化酶活性获得了升高, 可能是狼毒幼苗对于化感胁迫所发生的一种应激反应, 想

要通过提高抗氧化酶活性来清除自身体内过量的活性氧自由基, 减少对细胞造成的损伤。例如冷蒿浸提液的浓度为 0.05g/ml 时, 狼毒幼苗叶片 SOD 活性相对于对照而言升高了 15%, POD 活性则升高了 12%, CAT 活性升高了 10%。但随着浸提液浓度的进一步上升, 抗氧化酶的活性逐渐下降, 可能是高浓度的化感物质对于狼毒幼苗造成了较为严重的氧化损伤, 甚至超出了其自身所具备的抗氧化防御应对能力。实验数据中冷蒿浸提液浓度在 0.2g/ml 时, SOD、POD 和 CAT 活性分别下降 25%, 30% 和 35%。在低浓度化感物质的胁迫作用下, 狼毒幼苗细胞中的信号传导途径可能会被激活, 促进和诱导抗氧化酶基因的表达上调, 进而合成更多抗氧化酶来对自由基的威胁进行处理和应对; 但到了高浓度状态下, 化感物质就会直接破坏抗氧化酶本身的结构以及活性, 甚至会干扰其及合成过程中的代谢途径, 让抗氧化酶的活性降低, 细胞内氧化还原平衡已经被打破, 细胞本身受到了较为严重的损害。

2. 丙二醛含量

丙二醛 (MDA) 是膜脂过氧化的产物, 其含量反映出的是细胞膜受损伤的程度。在对狼毒幼苗经过蒿属植物浸提液处理之后, 其叶片中 MDA 的含量能够体现出细胞膜受损伤的程度。实验得知低浓度浸提液对狼毒幼苗进行处理时, MDA 含量增加幅度相对来说比较小, 如冷蒿浸提液的浓度为 0.05g/ml 时, MDA 的含量仅增加 8%, 但是到了高浓度浸提液处理环境下, MDA 的含量明显上升。在冷蒿浸提液到达 0.2g/ml 时, MDA 的含量仅增加 50%, 这就表明高浓度的蒿属植物化感物质导致狼毒幼苗细胞膜脂质过氧化进一步加剧, 膜自身的结构和功能都受到了严重的破坏, 化学物质引发狼毒幼苗细胞内产生了大量的活性氧自由基, 它们对细胞膜中的不饱和脂肪酸进行了攻击, 进而引发了链式过氧化反应, 产生了 MDA。而伴随着化感物质浓度的升高, 自由基的产生速率会加快, 过氧化反应会加剧, MDA 的积累量自然也就大幅度增长, 细胞膜的完整性遭受到了严重的破坏。这样细胞内膜细胞内的一些物质会泄露, 导致细胞正常的生理功能无法正常进行, 限制狼毒幼苗的生长和发育。

四、讨论分析

(一) 蒿属植物对狼毒化感作用的机制

蒿属植物对于狼毒的化感作用可能是通过释放化感物质来实现的, 其中包括酚类、黄酮类和挥发油等化合物, 在狼毒种子萌发阶段, 蒿属植物中的化感物质影响到狼毒种子的细胞膜通透性, 限制种子对于水分和养分的吸收, 因此种子^[3-5]的萌发率降低, 比如说某些酚类物质和狼毒种子细胞膜上的蛋白质或脂质相互作用, 促进膜的结构功能改变, 致使水分和养分的跨膜运输受阻。而在幼苗的生长过程中化感物质可能会干扰狼毒幼苗激素的平衡状态, 限制细胞分裂和生长, 抑制幼苗的株高和根长, 一部分化感物质可能会模拟植物激素作用影响狼毒幼苗的生长素、细胞

分裂等激素的正常生理功能, 带来细胞生长异常的问题。同时, 化感物质还会诱导狼毒幼苗体内活性氧自由基的产生, 如果自由基积累太多就会攻击细胞膜蛋白质以及核酸等生物大分子, 导致细胞膜脂质过氧化, 蛋白质变性和 DNA 损伤的问题出现, 狼毒幼苗面对攻击会启动抗氧化防御系统, 让抗氧化酶活性提升, 从而清除自由基, 但是面对高浓度的化感物质胁迫, 该系统仍旧会失衡, 最终带来的就是狼毒幼苗生长抑制以及生理功能紊乱。此外, 化感物质还可能会影响到狼毒幼苗基因表达, 特别是调控和生长发育以及抗逆性相关基因的表达水平, 从分子角度对狼毒生长特性进行改变。

(二) 化感作用在草原生态系统中的意义

蒿属植物对于狼毒的化感作用在整个草原生态系统中意义重大。草原退化往往伴随着蒿属植物以及狼毒分布格局的变化, 蒿属植物通过化感作用来抑制狼毒的生长, 有助于调节整个草原植物群落的构成, 避免狼毒在草原系统中过度的扩张, 实现草原植被多样性和丰富性。对于一些轻度退化的草原区域, 蒿属植物的化感作用有效抑制住了狼毒的蔓延, 让其他的优质牧草有良好的生长空间, 实现草原植被的恢复。但如果草原退化严重, 蒿属植物就会过度生长, 它所带来的化感作用不仅影响到了狼毒的生长, 也会抑制其他的优质牧草, 这对于草原生态系统的构建和形成同样不利。因此, 针对于蒿属植物和狼毒以及其他草原植物之间的化感关系进行的研究, 利用化感机制来对草原生态系统进行修复和管理有重要的意义, 可以结合蒿属植物和狼毒花感作用的特点, 采取控制好属植物生长密度、促进优良牧草和蒿属植物狼毒之间稳定的群落结构形成的措施, 实现精准调控目的, 促使草原生态系统的稳定性和生产力增长。

五、结语

针对于内蒙古乌兰察布地区蒿属植物对狼毒的化感作用进行的分析研究发现, 蒿属植物化感作用的机制可能和化感物质对于狼毒的生理生化过程干扰相关, 主要包括影响种子萌发、破坏幼苗生长激素平衡以及诱导氧化应激等, 研究结果可为后续正确处理内蒙古乌兰察布地区蒿属植物和狼毒的关系提供理论依据, 通过调控化感作用来实现草原生态系统的有效构建任务。

参考文献:

- [1] 牛琼梅, 杨欣, 等. 大狼毒根浸提液对 3 种优良牧草的化感作用研究 [J]. 中国草地学报, 2024, 46 (01): 135-142.
- [2] 马祖艳. 基于生理生化及代谢组学的大狼毒化感作用机制研究 [D]. 云南农业大学, 2023.
- [3] 邱丹, 李宁, 刚存武. 四种植物源农药对南美斑潜蝇的生物活性测定 [J]. 青海大学学报 (自然科学版), 2005, (03): 59-62.
- [4] 骆望龙, 张勃, 等. 狼毒的种群生态与繁殖生物学研究进展 [J]. 浙江农林大学学报, 2021, 38 (01): 193-204.
- [5] 刘冠志, 刘利红, 等. 狼毒水浸液对山韭种子发芽及幼苗生长的化感作用 [J]. 草地学报, 2022, 30 (09): 2391-2398.