

不同浓度 PP₃₃₃ 和 GGR₆ 对紫花苜蓿种子发芽的影响刘宗奇¹, 高永¹, 汪季¹, 陈士超¹, 党晓宏¹, 张红²

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗自然保护区管理局, 内蒙古 鄂尔多斯 017400)

摘要:以紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)种子为试材,分别用浓度为 50、100、150、200 mg/L 的多效唑(PP₃₃₃)和生根粉(GGR₆)溶液浸泡苜蓿种子(2 h),以蒸馏水浸种为对照(CK),在人工气候箱内进行种子发芽试验,以探讨 2 种植物生长调节剂对紫花苜蓿种子发芽的影响。结果表明:50 mg/L PP₃₃₃ 处理的苜蓿种子发芽最好,发芽率为 80.67%,显著性高于对照组($P=0.0033$),PP₃₃₃ 浓度大于 150 mg/L 时,对苜蓿种子的萌发抑制作用明显。GGR₆ 浓度高于 100 mg/L 时,对苜蓿种子的萌发具有明显抑制作用。由此得出,50 mg/L PP₃₃₃ 最有利于苜蓿种子的萌发,而 GGR₆ 对苜蓿种子的萌发没有明显促进作用。

关键词:多效唑;生根粉;发芽率;发芽势;紫花苜蓿

中图分类号:S 551+.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)20-0061-04

紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.) (简称“苜蓿”)作为西北地区常见的豆科优质牧草、绿肥作物、优良的水土保持植物种^[1-3],被誉为“牧草之王”,既能保持水土,又能发展经济^[4],对西北地区的经济效应和生态效应发挥着极其重要的作用^[5-8]。近些年,对苜蓿种子的研究主要集中在对苜蓿的盐碱胁迫^[2-3,9]、金属离子胁迫^[10]、种子形态特征分析^[11]等。

种子是种子植物所特有的延存器官^[12-13],种子发芽期和幼苗生长期是植物生长过程中最重要的 2 个阶段,其中种子发芽期是种子发育过程中最敏感的时期,直接影响植物的繁衍能力和产量^[14-17]。种子发芽力常用发芽势和发芽率表示^[18],发芽势体现种子的生活力,发芽出苗整齐状况,发芽率表示有生命种子的多少,发芽试验是衡量种子质量的主要指标之一^[19]。

PP₃₃₃ 又称多效唑或氯丁唑,其分子式为 C₁₅H₂₀N₃OCl,是一种较新的植物生长调节剂,具有延缓植物生长^[20-22]、抑制茎秆伸长、缩短节间^[21-22]、促进植物分蘖、促进花芽分化、增强光合速率^[21-22]、提高植株的抗寒、抗旱、抗倒伏及耐盐的能力^[20,22]。同时具有稳定性

强、低毒、不易造成土壤污染等特点^[23]。GGR₆ 即双吉尔 6 号,是一种较新的高效复合型植物生长调节剂,具有诱导植物不定根的形态建成,增加根群量,调节植株代谢作用强度,延长保绿期,促进籽粒饱满,达到提高产量的作用^[24-25],对不良环境胁迫作出有利于植物正常生长的积极回应,减轻或避免逆境对植物的伤害^[26]。运用 PP₃₃₃ 和 GGR₆ 调节剂对苜蓿的研究仅在叶面喷洒和土壤施入及种子产量方面^[20,22,27],直接对种子的处理有什么作用还不确定。为此,该研究拟用不同浓度 PP₃₃₃ 和 GGR₆ 2 种植物生长调节剂对苜蓿种子萌发进行初步研究,以期完善 2 种生长调节剂对苜蓿生活史的影响作用,为后期苜蓿的生产实践及科学研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用苜蓿种子为鄂尔多斯市国营纳林河林场(38°3'38.30"N, 108°54'12.40"E)提供,选取当年无病虫害、饱满的种子,并测其千粒重为 2.17±0.004 g。

PP₃₃₃ 由四川国光农化股份有限公司提供。GGR₆ 由北京艾比蒂生物科技有限公司提供。

1.2 试验方法

种子萌发试验时间为 2014 年 10 月 6 日至 10 月 23 日。

1.2.1 种子筛选 用手选法选取均匀饱满无病虫害的种子备用。

1.2.2 人工气候箱消毒 先用 75% 酒精擦拭箱体内壁,通风 10 min,再打开紫光灯照射 30 min。

第一作者简介:刘宗奇(1991-),男,宁夏吴忠人,硕士研究生,研究方向为荒漠化防治。E-mail: nndlzq@163.com.

责任作者:汪季(1957-),男,山东济南人,博士,教授,博士生导师,研究方向为荒漠化防治。E-mail: wangji1957@163.com.

基金项目:内蒙古自治区自然科学基金资助项目(2014ZD03);国家林业公益性行业科研资助项目(201204205)。

收稿日期:2015-05-19

1.2.3 种子处理 用0.5%高锰酸钾溶液对种子消毒1 h,并用蒸馏水冲洗干净。在人工气候箱7℃条件下做7 d预冷处理。对种子的处理方式分为3类,蒸馏水浸种、PP₃₃₃和GGR₆溶液浸种,共计9个处理,每个处理重复3次,每个重复100粒种子,共2700粒种子^[3,10]。具

体处理方式见表1。种子处理后放在铺有双层滤纸的90 mm玻璃培养皿内,接种完之后,将培养皿放入培养箱中,接入加湿器,保持气候箱内所需湿度,观察记录种子的发芽情况。以露白作为种子发芽的标准,每天及时对培养皿内补水,以无明水为准。

表1

对苜蓿种子的不同处理方式

Table 1

Different treatments of *Medicago sativa* on seed germination

处理编号 Treatment number	浸种方式(2 h) Seed soaking way(2 hours)	发芽温度(光照12 h+黑暗12 h)/℃ Germination temperature (12 hours light+12 hours dark)	发芽湿度 Germination humidity/%
CK	蒸馏水浸种 Distilled water represents seed	20	80
P ₅₀	PP ₃₃₃ 溶液浸种 PP ₃₃₃ solution soaking seed	50 mg/L	20
P ₁₀₀		100 mg/L	20
P ₁₅₀		150 mg/L	20
P ₂₀₀		200 mg/L	20
G ₅₀	GGR ₆ 溶液浸种 GGR ₆ solution soaking seed	50 mg/L	20
G ₁₀₀		100 mg/L	20
G ₁₅₀		150 mg/L	20
G ₂₀₀		200 mg/L	20

注:P₅₀、P₁₀₀、P₁₅₀、P₂₀₀分别表示用浓度为50、100、150、200 mg/L的PP₃₃₃溶液浸种2 h的苜蓿种子,G₅₀、G₁₀₀、G₁₅₀、G₂₀₀分别表示用浓度为50、100、150、200 mg/L的GGR₆溶液浸种2 h的苜蓿种子,CK表示用蒸馏水浸种2 h的苜蓿种子。

Note:P₅₀、P₁₀₀、P₁₅₀、P₂₀₀, respectively, with a concentration of 50, 100, 150, 200 mg/L PP₃₃₃ solution soaking 2 hours of *Medicago sativa* seed, G₅₀、G₁₀₀、G₁₅₀、G₂₀₀, respectively, with a concentration of 50, 100, 150, 200 mg/L GGR₆ solution soaking 2 hours of *Medicago sativa* seed, CK with distilled water represents 2 hours of *Medicago sativa* seed.

1.3 项目测定

发芽率(%)=n/N×100;发芽势(%)=发芽前3 d发芽种子数/供试种子数×100;发芽指数=Σ(Gt/Dt);式中,n为种子发芽数,N为供试种子数,Gt为t日发芽数,Dt为对应的发芽天数。

1.4 数据分析

采用Excel 2003和SAS 9.0进行整理、计算和统计分析,对组间数据进行单因素方差分析(One-Way, ANOVA),显著性水平为0.05。

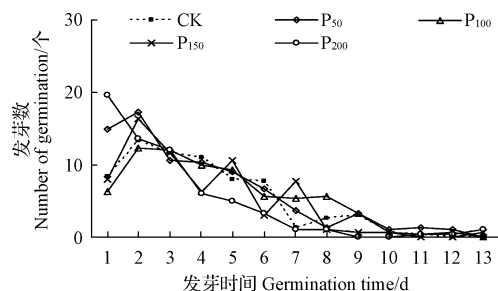
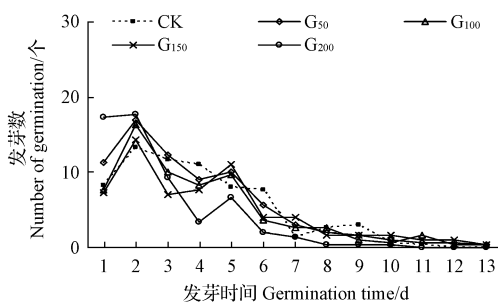
2 结果与分析

为观察种子日发芽数的变化,发芽个数从第1天记录到第13天。

2.1 不同浓度PP₃₃₃处理下苜蓿种子发芽动态和日发芽数的变化

不同浓度PP₃₃₃处理下的苜蓿种子日发芽动态曲线如图1所示,日发芽数整体呈现出先增加后减少的趋势(P₂₀₀即200 mg/L的PP₃₃₃除外)。日发芽数从第2天开始呈现下降趋势,到第10天以后趋于零,说明用PP₃₃₃处理的种子发芽趋势与对照组一致,而且这种变化趋势符合牧草种子检验规程。除P₂₀₀处理外的苜蓿种子发芽数在第2天均达到最大值(P₂₀₀在第1天就达到了日发芽数最大值)。

苜蓿种子日发芽数随不同浓度GGR₆的处理变化规律如图2所示,发芽数随发芽天数的增加呈先上升后下降的趋势,第7天以后下降幅度减小;第2天,所有处理的苜蓿种子发芽数分别达到高峰值,且G₂₀₀的发芽数最

图1 不同浓度PP₃₃₃处理下苜蓿种子日发芽动态曲线Fig. 1 The effect of different concentrations of PP₃₃₃ on day seed germination dynamic curve of *Medicago sativa*图2 不同浓度GGR₆处理下苜蓿种子日发芽动态曲线Fig. 2 The effect of different concentrations of GGR₆ on day seed germination dynamic curve of *Medicago sativa*

大,为17.67个,占其总发芽数的30.11%。

2.2 不同浓度PP₃₃₃处理对种子累积发芽率的影响

如图3所示,PP₃₃₃不但影响苜蓿种子的发芽率,而且

在发芽初始的前6 d降低萌发速度。浓度为50 mg/L PP₃₃₃处理的苜蓿种子发芽率显著性高于CK($P=0.0033$); 100 mg/L PP₃₃₃处理的苜蓿种子发芽率与CK不显著($P=0.3131$); 当PP₃₃₃浓度大于150 mg/L时,开始抑制种子的萌发,说明适当浓度的PP₃₃₃可以促进种子的萌发。由图4可知,GGR₆在影响苜蓿种子发芽率的同时还延缓种子的萌发速度。一定浓度的GGR₆对苜蓿种子的萌发具有抑制作用,当GGR₆溶液浓度大于100 mg/L时,发芽率、发芽势及发芽指数均明显低于CK。

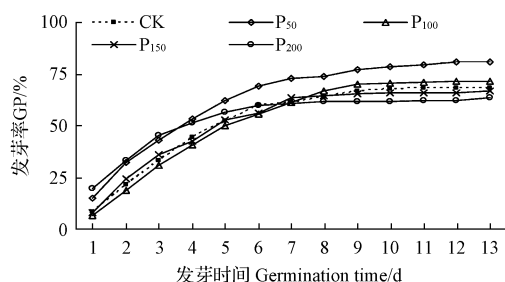


图3 不同浓度PP₃₃₃处理下苜蓿种子累积发芽率的变化
Fig. 3 The change under different treatments of PP₃₃₃ on accumulation seed germination of *Medicago sativa*

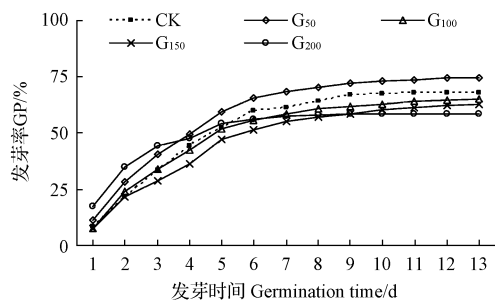


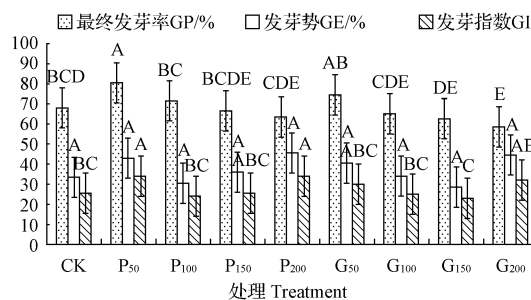
图4 不同浓度GGR₆处理下苜蓿种子累积发芽率的变化
Fig. 4 The change under different treatments of GGR₆ on accumulation seed germination of *Medicago sativa*

2.3 不同浓度PP₃₃₃和GGR₆处理下苜蓿各项发芽指标的影响

由图5可知,2种溶液处理的苜蓿种子发芽率随处理浓度的增加逐渐减小,而发芽势和发芽指数却呈现出先降低后升高的趋势。所有处理中P₅₀的发芽率最高,为80.67%,显著性高于其它处理(G₅₀除外);同时发芽指数也最高,为34.08。所有的处理中只有P₅₀、P₁₀₀和G₅₀3组的发芽率比对照组高,分别较对照组高出12.67%、3.67%和6.67%。所有处理中,G₁₅₀的发芽势最低,为28.67%,同时发芽指数也为最低,为22.95。

3 讨论与结论

种子的发芽率反映了种子的发芽能力,不同浓度PP₃₃₃和GGR₆处理的种子在一定程度上抑制了种子的萌发,主要表现是延缓种子初始萌发速度和降低初始发芽



注:图中同一指标不同字母表示差异性显著。

Note: Different letters in same index indicate significant differences in the figure.

图5 不同浓度处理对苜蓿种子各项发芽指标的影响

Fig. 5 The effect of different treatments on the seed germination index of *Medicago sativa*

率,这与许多胁迫试验的结果相一致^[28-29]。该研究中,不同浓度PP₃₃₃和GGR₆处理苜蓿种子,结果都呈现出低浓度促进种子萌发,而高浓度抑制萌发。这与其它外源物质处理种子的结果相一致^[3-4,10],说明任何外源物质对种子的萌发都呈现出低浓度促进萌发,而高浓度抑制萌发^[25,28-29]。种子的发芽率和发芽势同时反映了种子的萌发能力,但发芽率和发芽势的变化趋势却不一定相同,这与韩润燕等^[5]通过NaCl胁迫对草木樨种子萌发和哈拉木吉等^[2]运用Na₂CO₃胁迫下紫花苜蓿种子萌发的研究结果相似。该试验中发芽势和发芽指数的变化趋势相同,这与韩润燕等^[5]通过NaCl胁迫对草木樨种子萌发的研究结果不一致,这可能与物种本身的特性、处理浓度及处理时间有关^[3]。PP₃₃₃影响着苜蓿种子的萌发,而且随浓度的增大,对苜蓿种子萌发的抑制作用越大。结果表明,50 mg/L PP₃₃₃浸种2 h为最佳处理方式,这与周建民等^[26]用PP₃₃₃对油松播种育苗的研究结果中最适浓度有一定差异,一方面可能是由于物种本身特性而引起的不同^[30-31],另一方面可能是PP₃₃₃处理苜蓿种子还有更适的浓度,这有待于进一步研究^[21,32]。PP₃₃₃通过对植物根施或叶面喷洒矮化作用明显^[21,33],对种子处理之后其幼苗的生长状况如何还不确定,有待于进一步研究。

2种不同溶液处理种子时都表现出低浓度促进种子萌发,高浓度抑制种子萌发。当PP₃₃₃浓度大于150 mg/L时,对苜蓿种子的萌发抑制作用明显。GGR₆对苜蓿种子的萌发没有显著性促进作用,且GGR₆浓度高于100 mg/L时,对苜蓿种子的萌发具有明显抑制作用。结合分析得出50 mg/L PP₃₃₃可以明显促进苜蓿种子的萌发,其发芽率为80.67%,比对照组高出12.67%。

参考文献

[1] 王健胜,侯桂玲,佟伟霜,等.不同苜蓿品种种子的发芽特性[J].江苏农业科学,2014,42(6):158-160.

- [2] 哈拉木吉,夏盛楠,崔连军,等. 6种含氮化合物对 Na_2CO_3 胁迫下紫花苜蓿种子萌发特性的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(14):1-5.
- [3] 蔺吉祥,高战武,王颖,等. 盐碱胁迫对紫花苜蓿种子发芽的协同影响[J]. 草地学报,2014,22(2):312-318.
- [4] 王斯琴花. 苜蓿种子萌发期耐盐性及遗传多样性研究[D]. 呼和浩特:内蒙古师范大学,2012:9-35.
- [5] 韩润燕,陈彦云,周志红,等. NaCl 胁迫对草木樨种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 干旱区农业研究,2014,32(5):78-83.
- [6] 高峻,张劲松,孟平,等. 中阳黄土丘陵沟壑区林草复合模式的气候生态效应[J]. 中国农业气象,2006,27(3):167-170,174.
- [7] 胡守林,贾志宽,万素梅. 陇东黄土高原苜蓿草地土壤水分消耗及水分生态效应[J]. 农业工程学报,2009,25(8):48-53.
- [8] 姚伦芳,滕应,刘方,等. 多环芳烃污染土壤的微生物-紫花苜蓿联合修复效应[J]. 生态环境学报,2014,23(5):890-896.
- [9] 王健胜,牛磊,侯桂玲,等. 盐胁迫对不同品种苜蓿种子发芽性状的影响[J]. 河南农业科学,2014,43(6):39-43.
- [10] 尹国丽,师尚礼,寇江涛,等. Cd 胁迫对紫花苜蓿种子发芽及幼苗生理生化特性的影响[J]. 西北植物学报,2013,33(8):1638-1644.
- [11] 曲善民,冯乃杰,郑殿峰,等. 苜蓿与草木樨种子生物学特征特性比较研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2011,23(2):5-7.
- [12] 董晓红,万清林,徐娜. 胡萝卜种子萌发过程中生理生化变化的研究[J]. 生物技术,2005,15(6):55-57.
- [13] 陈丽培,沈永宝. 油松种子萌发初始阶段物质代谢的研究[J]. 北京林业大学学报,2010,32(2):69-73.
- [14] 李陡,张晓君,赵云,等. NaCl 胁迫对兰1号紫花苜蓿种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 黑龙江畜牧兽医,2014(13):105-107.
- [15] 马红媛,梁正伟,孔祥军,等. 盐分、温度及其互作对羊草种子发芽率和幼苗生长的影响[J]. 生态学报,2008,28(10):4710-4717.
- [16] 渠晓霞,黄振英. 盐生植物种子萌发对环境的适应对策[J]. 生态学报,2005,25(9):2389-2398.
- [17] 张巧仙. 种子发芽生理研究进展[J]. 生物学教学,2005,30(4):4-5.
- [18] 刘碧荣,董宽虎,李刚. 不同处理对鸡峰黄芪种子萌发的影响[J]. 草业科学,2014,31(8):1493-1497.
- [19] 负玲. 种子发芽试验技术[J]. 农村科技,2009(4):17.
- [20] 王赞文,韩建国,秦歌菊,等. 行内疏枝和生长延缓剂对紫花苜蓿种子产量与发芽率的影响[J]. 草地学报,2004,12(1):40-44,50.
- [21] 朱霞,胡勇,王晓丽,等. 多效唑浸种对决明子种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学,2010,38(17):8980-8981.
- [22] 彭海龙. 3种施用方式下 PP_{333} 对核桃生长发育的影响[D]. 雅安:四川农业大学,2013:4-7.
- [23] 王志杰,郑均宝,张月娟. PP_{333} 对香椿种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 河北林学院学报,1995,10(3):221-225.
- [24] 董学,张勤,高立起,等. 生根粉双吉尔-GGR-6对向日葵的增产效果[J]. 黑龙江农业科学,2010(9):62-63.
- [25] 李以康,冉飞,韩发,等. 绿色植物生长调节剂(GGR)对高寒草甸矮嵩草抗氧化生理指标的影响[J]. 草地学报,2010,18(1):56-60.
- [26] 周建民,张金荣. GGR6-植物生长调节剂在油松播种育苗上的应用研究[J]. 太原师范学院学报(自然科学版),2003,12(1):85-88.
- [27] 杨德志,阳德华,陈超,等. 植物激素对紫花苜蓿生长速度和鲜干比的影响[J]. 草业与畜牧,2012(5):24-27.
- [28] 秦峰梅,张红香,武祎,等. 盐胁迫对黄花苜蓿发芽及幼苗生长的影响[J]. 草业学报,2010,19(4):71-78.
- [29] 何佳亮,董开茂,郑健,等. NaCl 和PEG胁迫对金露梅种子萌发及幼苗的影响[J]. 西北林学院学报,2014,29(4):123-126.
- [30] 楼坚锋,解秀娟,胡晋,等. 不同引发处理对紫花苜蓿种子在盐逆境下发芽及幼苗生理生化变化的影响[J]. 上海农业学报,2004,20(3):86-89.
- [31] 李文尧,张岁岐,山仑. 水分胁迫下紫花苜蓿和高粱种子萌发特性及幼苗耐旱性[J]. 生态学报,2009,29(6):3066-3074.
- [32] 王孟龙. PP_{333} 浸种对伊丽莎白甜瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 辽宁农业职业技术学院学报,2002,4(3):61-64.
- [33] 曹正和. PP_{333} 的矮化作用初探[J]. 现代园艺,2011,3(9):9-10.

Effect of Different Concentrations of PP_{333} and GGR_6 on Seed Germination of *Medicago sativa*

LIU Zongqi¹, GAO Yong¹, WANG Ji¹, CHEN Shichao¹, DANG Xiaohong¹, ZHANG Hong²

(1. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018; 2. The Natural Reserve Bureau of Hangjin County, Ordos, Inner Mongolia 017400)

Abstract: In order to investigate the effect of the two plant growth regulators on seed germination of *Medicago sativa*, *Medicago sativa* seed materials were used at a concentration of 0, 50, 100, 150, 200 mg/L of PP_{333} and GGR_6 solution soaking (2 hours) *Medicago sativa* seed, distilled water soaking seeds as CK, in artificial climate chamber for seed germination test. The results showed that the concentration of 50 mg/L solution treated under PP_{333} *Medicago sativa* seed had the best germination rate of 80.67%, significantly higher than the control ($P=0.0033$), PP_{333} concentration greater than 150 mg/L, it affected the germination rate obviously. GGR_6 concentration higher than 100 mg/L, the *Medicago sativa* seed germination was significantly constrained. It concluded that concentration of 50 mg/L PP_{333} solution was the most conducive to *Medicago sativa* seed germination, and *Medicago sativa* seed germination under treatment of GGR_6 had no significant role in promoting the germination.

Keywords: PP_{333} ; GGR_6 ; germination rate; germination potential; *Medicago sativa*