

7种激素对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响

刘建利

(北方民族大学生命科学与工程学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 本实验旨在研究蒺藜状苜蓿种子发芽对外源激素的响应。使用6-BA、GA₃、ABA、NAA、乙烯利、IAA和IBA共7种激素,每一激素各设0.1、1.0、1.5、2.0、5、10、20、1000 μmol/L共8种浓度梯度,浸湿滤纸发芽床,置50粒蒺藜状苜蓿种子进行发芽试验,以蒸馏水处理为对照,设3个重复,统计发芽率、发芽势、发芽指数和发芽天数。结果显示:外源激素20 μmol/L 6-BA、GA₃、乙烯利和5 μmol/L IAA、IBA促进蒺藜状苜蓿种子发芽,NAA和ABA抑制蒺藜状苜蓿种子发芽,ABA抑制能力较强。

关键词: 蒺藜状苜蓿; 种子发芽; 激素

中图分类号: S143.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2010)02-0113-05

植物激素是植物体内合成的对植物生长发育有显著作用的几类微量有机物质。在个体发育中,不论是种子发芽、营养生长、繁殖器官形成以至整个成熟过程,主要由激素控制^[1]。

蒺藜状苜蓿(*Medicago truncatula*)为豆科苜蓿属一年生植物,因其种子荚果螺旋紧密具有硬刺,所以称为蒺藜状苜蓿,也有译为截形苜蓿或截叶苜蓿。蒺藜状苜蓿原产地为地中海地区,在澳大利亚南部许多较为干旱、年降水量在300~700 mm之间的地区种植蒺藜苜蓿已非常普遍,我国主产区为河南、河北、山东、安徽、江苏、四川、山西、陕西等省。蒺藜状苜蓿具有再生时间短、遗传转化效率高、有大量的突变体和多种生态型、自花授粉、基因组小(染色体组为 $2 \times 8(2n = 16)$,基因组为454~526 Mb)等优点^[2,3],并和大部分豆科植物[如紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)、大豆(*Glycine max* Merr.)、豌豆(*Pisum sativum* L.)、红三叶草(*Trifolium pratense*)等]有遗传上的相似性,是紫花苜蓿最近的亲缘种。因此,从蒺藜状苜蓿获得的信息可以用于其它豆科植物。近年来,改用蒺藜苜蓿设立国际豆科模式植物基因组研究计划,利用反、正向遗传学途径开展豆科植物遗传育种研究,因此,蒺藜状苜蓿替代百脉根(*Lotus japonicus* L.)成为新的豆科生物学和基因组学研究的模式植物,是继拟南芥(*Arabidopsis thaliana* L.)和水稻(*Oryza Sativa* L.)之后又一个进行全基因组测序的植物^[4,5]。

种子休眠现象在植物中普遍存在,是植物长期自然选择的结果,种子的休眠有利于种子的收获和

贮藏,以增加种子的寿命^[6,7]。生产中经常需要破除休眠。为此,本研究利用不同浓度的7种外源激素6-苄氨基嘌呤(6-BA)、赤霉素(GA₃)、脱落酸(ABA)、萘乙酸(NAA)、乙烯利、吲哚乙酸(IAA)和吲哚丁酸(IBA)处理蒺藜状苜蓿种子,分析蒺藜状苜蓿种子发芽对外源激素的响应,旨在为阐明蒺藜状苜蓿种子休眠发芽与激素调控的关系提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料

蒺藜状苜蓿品种为MOGUL,于2005年购自百绿集团(中国)公司。在北方民族大学生物科学与工程学院实验基地种植后采集,常温贮存于纸袋中。恒温光照培养箱为哈尔滨东联电子技术开发有限公司HPG—280H型培养箱;滤纸为普通滤纸,玻璃培养皿直径为90 mm。

1.2 方法

发芽试验按照国家标准《农作物种子检验规程》的方法进行^[8]。选取饱满、成熟的种子50粒,在培养皿中放入3层滤纸为发芽床,分别加入14 mL 0.1、1.0、1.5、2.0、5、10、20、1000 μmol/L 6-BA、GA₃、ABA、NAA、乙烯利、IAA和IBA溶液浸湿,然后将种子均匀摆放入,加盖,放置用0.1、1.0、1.5、2.0 μmol/L激素处理的种子的培养皿用parafilm膜密封培养皿;放置用5、10、20、1000 μmol/L激素处理的种子的培养皿不密封。以加入相同量蒸馏水为对照,置于恒温光照培养箱内,培养条件为:温度 28 ± 0.5 ℃,相对湿度80%,暗培养进行发芽试验。每天

收稿日期:2009-10-09

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金项目(NZ0690)

作者简介:刘建利(1973—),男,讲师,硕士,主要从事植物和微生物分子生物学研究。E-mail:lj7523@126.com。

将种子转移至加入 14 mL 相同浓度激素溶液的发芽床,以胚根突破种皮 2 mm 以上作为发芽标准,逐日统计发芽种子粒数,直至发芽种子数目不变化为止,重复 3 次。

1.3 数据统计与处理

发芽率(%) = 第 7 天发芽种子总数/供试种子总粒数 $\times 100\%$ [8]。

发芽势(%) = 第 3 天发芽种子粒数/供试种子总粒数 $\times 100\%$ [8]。

发芽指数 = $\sum (G_i/D_i)$, 式中, G_i 为在不同时间的发芽数; D_i 为发芽日数 [8]。

平均发芽天数 = $\sum (G_i \times D_i) / \sum G_i$, 式中, G_i 、 D_i 与发芽指数公式中相同 [8]。

数据用 DPS3.01 专业版统计分析软件, 0.1、1.0、1.5、2.0 $\mu\text{mol/L}$ 激素处理数据反正弦转换进行单因素方差分析, 多重比较用 Duncan 新复极差法, 用 Excel 2003 绘图。

2 结果与分析

2.1 0.5、1.0、1.5 及 2.0 $\mu\text{mol/L}$ 激素处理对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响

从图 1 可看出, 与对照发芽率 35.55% 相比较, 6

-BA、GA3 和乙烯利处理相似, 在 0.5、1.0 及 1.5 $\mu\text{mol/L}$ 浓度时, 3 种激素处理的发芽率为 33% ~ 38%, 与对照相当, 但当激素处理浓度达到 2.0 $\mu\text{mol/L}$ 时, 3 种激素处理的发芽率为 40% ~ 43%, 比对照高, 呈现促进种子发芽效应。因此, 6-BA、GA3 和乙烯利可以促进蒺藜状苜蓿种子的发芽, 但在一定浓度范围内。在 0.5、1.0 及 1.5 $\mu\text{mol/L}$ IBA 处理时, 发芽率为 22.22% ~ 23.33%, 均比对照低, 但当激素浓度达到 2.0 $\mu\text{mol/L}$ 时, IBA 处理发芽率达到 42.22%, 出现促进种子发芽效应。因此, IBA 可促进蒺藜状苜蓿种子的发芽, 低于一定浓度, 反而抑制蒺藜状苜蓿种子发芽。IAA 的 4 种浓度处理发芽率分别为 25.56%、26.67%、27.78%、30.00%, 虽然均比对照低, 但可看出, 随处理激素浓度的增加, 发芽率在增加。因此, IAA 可能抑制蒺藜状苜蓿种子发芽, 但抑制作用随处理浓度升高而减小。在 0.5 $\mu\text{mol/L}$ NAA 处理时, 发芽率为 28.89%, 在 1.0、1.5 和 2.0 $\mu\text{mol/L}$ 浓度时, 发芽率为 35.56% ~ 37.78%, 随处理激素浓度的增加, 发芽率增加。因此, NAA 在极低浓度时可抑制蒺藜状苜蓿种子发芽, 但抑制作用可能随处理浓度升高解除。ABA 处理发芽率在 14.45% ~ 25.56% 之间, 明显低于对照, 因此, ABA 抑制蒺藜状苜蓿种子发芽。

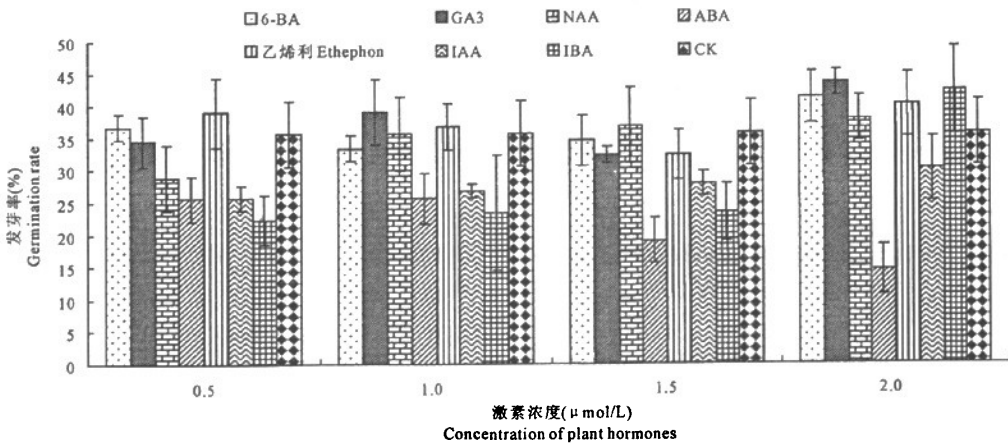


图 1 0.5、1.0、1.5 及 2.0 $\mu\text{mol/L}$ 激素处理对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响

Fig.1 Effects of 0.5、1.0、1.5 and 2.0 $\mu\text{mol/L}$ hormones on germination of *Medicago truncatula*

2.2 5、10、20 及 1000 $\mu\text{mol/L}$ 激素处理对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响

在 6-BA 和 GA3 处理中, 5、10 $\mu\text{mol/L}$ 处理发芽率, 与对照相比差异不显著 (表 1), 只有 20 $\mu\text{mol/L}$ 处理发芽率有显著增高, 1000 $\mu\text{mol/L}$ 处理发芽率却下降, 发芽势、发芽指数与对照无差异, 发芽天数增大。结合图 1 结果, 外源激素 6-BA 和 GA3 可以

促进蒺藜状苜蓿种子发芽, 处理浓度以 20 $\mu\text{mol/L}$ 为最佳, 低于此浓度, 对蒺藜状苜蓿种子发芽无影响, 当浓度大大高于此浓度时, 可能抑制蒺藜状苜蓿种子发芽。

IAA 与 IBA 处理相似, 5 $\mu\text{mol/L}$ 处理时, 发芽率比对照明显增高, 但随浓度的升高, 10、20 $\mu\text{mol/L}$ 处理, 发芽率与对照无差异, 1000 $\mu\text{mol/L}$ 处理, 则完全

抑制种子发芽。结合图 1 结果,外源激素 IAA 和 $\mu\text{mol/L}$ 为最佳,低于或高于此浓度,可能抑制蒺藜状苜蓿种子发芽。

表 1 5、10、20 及 1000 $\mu\text{mol/L}$ 激素处理对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响
Table 1 Effects of 5, 10, 20 and 1000 $\mu\text{mol/L}$ hormones on germination of *Medicago truncatula*

激素 Hormone	浓度($\mu\text{mol/L}$) Concentration	发芽率(%) Germination rate	发芽势(%) Germination potential	发芽指数 Germination index	发芽天数(d) Germination days
6-BA	5	25.56 $\pm$ 8.39 bB	21.11 $\pm$ 10.18 abA	8.97 $\pm$ 4.73 bA	4.94 $\pm$ 0.25 bA
	10	23.34 $\pm$ 5.77 bB	18.89 $\pm$ 5.09 bA	7.59 $\pm$ 1.92 bA	4.95 $\pm$ 0.08 bA
	20	34.44 $\pm$ 11.71 aA	26.67 $\pm$ 13.34 aA	11.65 $\pm$ 5.15 aA	4.06 $\pm$ 0.23 bA
	1000	12.22 $\pm$ 11.71 cC	4.44 $\pm$ 7.70 cB	3.12 $\pm$ 3.83 cB	5.95 $\pm$ 0.99 aA
	CK	20.00 $\pm$ 3.33 bB	7.78 $\pm$ 5.09 cB	4.51 $\pm$ 1.71 cB	5.34 $\pm$ 0.22 aA
GA3	5	26.38 $\pm$ 4.74 bB	22.37 $\pm$ 4.76 aA	8.37 $\pm$ 2.48 aA	5.17 $\pm$ 0.29 bA
	10	23.68 $\pm$ 4.28 bB	20.40 $\pm$ 7.45 aA	8.06 $\pm$ 3.59 aA	5.12 $\pm$ 0.05 bA
	20	34.45 $\pm$ 16.78 aA	23.33 $\pm$ 10.00 aA	10.43 $\pm$ 5.58 aA	5.06 $\pm$ 0.08 bA
	1000	13.57 $\pm$ 8.51 cC	5.92 $\pm$ 4.38 bB	4.12 $\pm$ 5.05 cB	5.53 $\pm$ 0.06 aA
	CK	20.00 $\pm$ 3.33 bB	7.78 $\pm$ 5.09 bB	4.51 $\pm$ 1.71 cB	5.34 $\pm$ 0.22 aA
NAA	5	17.78 $\pm$ 1.92 aA	1.11 $\pm$ 1.92 bB	4.01 $\pm$ 0.48 aA	5.49 $\pm$ 0.02 cB
	10	15.16 $\pm$ 5.37 aA	1.08 $\pm$ 5.76 bB	3.91 $\pm$ 3.56 aA	5.72 $\pm$ 0.05 bcB
	20	13.43 $\pm$ 9.32 aA	0.92 $\pm$ 2.56 bB	2.23 $\pm$ 1.33 aAB	6.04 $\pm$ 0.47 bB
	1000	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	7.00 $\pm$ 0.00 aA
	CK	20.00 $\pm$ 3.33 aA	7.78 $\pm$ 5.09 aA	4.51 $\pm$ 1.71 aA	5.34 $\pm$ 0.22 cB
ABA	5	1.11 $\pm$ 1.92 bB	1.11 $\pm$ 1.92 bB	0.53 $\pm$ 0.92 bB	6.17 $\pm$ 1.44 abA
	10	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	7.00 $\pm$ 0.00 aA
	20	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	7.00 $\pm$ 0.00 aA
	1000	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	0.00 $\pm$ 0.00 bB	7.00 $\pm$ 0.00 aA
	CK	20.00 $\pm$ 3.33 aA	7.78 $\pm$ 5.09 aA	4.51 $\pm$ 1.71 aA	5.34 $\pm$ 0.22 bA
Etihophon	5	38.89 $\pm$ 7.71 aA	27.78 $\pm$ 9.62 aA	13.86 $\pm$ 3.51 aA	4.82 $\pm$ 0.10 bB
	10	35.43 $\pm$ 8.54 aA	25.45 $\pm$ 5.29 aA	14.02 $\pm$ 6.68 aA	4.92 $\pm$ 0.18 bB
	20	42.22 $\pm$ 3.85 aA	28.35 $\pm$ 5.67 aA	18.15 $\pm$ 1.02 aA	4.63 $\pm$ 0.06 bcB
	1000	42.52 $\pm$ 3.67aA	29.57 $\pm$ 9.35 aA	19.65 $\pm$ 2.45 aA	4.59 $\pm$ 0.11 cB
	CK	20.00 $\pm$ 3.33 bB	7.78 $\pm$ 5.09 bB	4.51 $\pm$ 1.71 bB	5.34 $\pm$ 0.22 aA
IAA	5	33.26 $\pm$ 8.32 aA	19.03 $\pm$ 7.44 aA	8.54 $\pm$ 1.02 aA	4.88 $\pm$ 0.28 bB
	10	21.23 $\pm$ 5.46 bB	12.8 $\pm$ 3.72 aA	7.37 $\pm$ 2.96 aA	5.21 $\pm$ 0.38 bB
	20	8.61 $\pm$ 3.44 cC	5.20 $\pm$ 5.72 bB	4.56 $\pm$ 1.00 cC	6.03 $\pm$ 0.38 bB
	1000	0.00 $\pm$ 0.00 dD	0.00 $\pm$ 0.00 cC	0.00 $\pm$ 0.00 dC	7.00 $\pm$ 0.00 aA
	CK	20.00 $\pm$ 3.33 bB	7.78 $\pm$ 5.09 bB	4.51 $\pm$ 1.71 bB	5.34 $\pm$ 0.22 bB
IBA	5	31.20 $\pm$ 9.05 aA	20.34 $\pm$ 6.06 aA	11.11 $\pm$ 3.00 aA	4.92 $\pm$ 0.73 cB
	10	23.15 $\pm$ 3.29 bB	18.08 $\pm$ 5.82 bA	8.45 $\pm$ 6.09 bB	5.25 $\pm$ 0.78 cB
	20	18.47 $\pm$ 9.39 bB	8.35 $\pm$ 5.87 bA	6.79 $\pm$ 7.94 bB	5.68 $\pm$ 0.26 cB
	1000	0.00 $\pm$ 0.00 cC	0.00 $\pm$ 0.00 cC	0.00 $\pm$ 0.00 dC	7.00 $\pm$ 0.00 aA
	CK	20.00 $\pm$ 3.33 bB	7.78 $\pm$ 5.09 bB	4.51 $\pm$ 1.71 cB	5.34 $\pm$ 0.22 bB

注: 1. 数字为 3 个重复平均值 $\pm$ SD; 2. 不同字母表示处理间差异显著(小写字母 $P < 0.05$, 大写字母 $P < 0.01$)。
Note: 1. Data are Mean $\pm$ SD; 2. Different capital letters refer to significance level respectively. (Small letters: $P < 0.05$; Captain letters: $P < 0.01$).

5、10、20 及 1 000 $\mu\text{mol/L}$ 乙烯利处理均呈现促进种子发芽,发芽率、发芽势及发芽指数均比对照高,发芽天数下降,20 $\mu\text{mol/L}$ 处理效果最佳。结合图 1 结果,外源激素乙烯利可以促进蒺藜状苜蓿种

子发芽,处理浓度以 20 $\mu\text{mol/L}$ 为最佳。
NAA 处理下,发芽率、发芽势及发芽指数均随浓度增大呈现下降趋势,相应的发芽天数出现增大,1 000 $\mu\text{mol/L}$ NAA 处理,完全抑制种子发芽。与

NAA 相似,ABA 处理呈抑制种子发芽的效应,甚至比 NAA 处理抑制种子发芽能力强,在试验中最小浓度 $5 \mu\text{mol/L}$ 处理中就出现显著抑制种子发芽效果。结合图 1 结果,外源激素 NAA 和 ABA 抑制蒺藜状苜蓿种子发芽,ABA 抑制能力较强。

2.3 密封培养皿对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响

在以上 2 个系列浓度激素的处理中,分别采用了用封口膜密封培养皿或不密封,蒺藜状苜蓿发芽情况有差异,用蒸馏水浸泡种子,试验封口膜密封培养皿或不密封对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响,结果如图 2。培养皿用封口膜密封,从发芽第 2 天起直到第 7 天发芽种子数目不再变化为止,密封培养皿中的种子发芽百分比均高于不密封培养皿中的种子发芽百分比,发芽率达到 1.78 倍,发芽势达 2.58 倍,发芽第 4 天时,二者发芽百分比差距最大,达 2.8 倍,因此,密封培养皿对蒺藜状苜蓿种子发芽有影响,其原因有待于进一步研究。

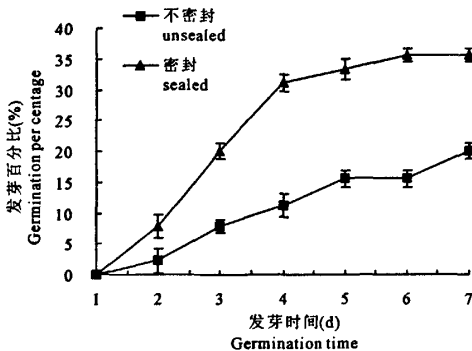


图 2 密封对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响

Fig. 2 Effects of sealing culture plate on germination of *Medicago truncatula*

3 讨 论

造成种子休眠的因素有多种,有内因、有外因,且根据植物种类不同而不同。常见的原因主要有:种皮障碍、胚未发育完全、种子未完成成熟、含有抑制物等^[6,7]。激素是植物体内的微量信号分子,其浓度以及不同组织对激素的敏感性控制了植物的整个发育进程^[9-14]。本研究结果表明,外源激素 $20 \mu\text{mol/L}$ 6-BA、GA₃、乙烯利和 $5 \mu\text{mol/L}$ IAA、IBA 促进蒺藜状苜蓿种子发芽,NAA 和 ABA 抑制蒺藜状苜蓿种子发芽,ABA 抑制能力较强。马红媛等^[15]羊草种子发芽研究表明,GA₃、IAA 和 6-BA 对羊草种子最终发芽率的影响均表现为低浓度促进,高浓度抑制的趋势。当 GA₃ 和 IAA 浓度大于 $400 \mu\text{g/g}$ 或 6-

BA 浓度大于 $50 \mu\text{g/g}$ 时对羊草种子的最终发芽率均表现为不同程度的抑制;与本研究结果相似,但抑制浓度却远高于本研究的 $20 \mu\text{mol/L}$ 6-BA、GA₃ 和 $5 \mu\text{mol/L}$ IAA;同时其研究还表明 $25 \sim 100 \mu\text{g/g}$ 的外源激素 ABA 对羊草种子发芽没有抑制作用,但在本研究中,ABA 极小浓度就表现出极强抑制作用。丁映^[16]在非葱种子发芽试验中结果显示,除 100 mg/L 的 NAA 处理没有提高外,其余几个浓度 NAA、IAA、GA₃ 的处理对非葱种子的发芽势和发芽率均有一定的促进作用,其中以 GA₃ 处理的效果最好, 50 mg/L 的 GA₃ 处理,非葱种子的发芽势和发芽率均高于对照及其它几个处理。除 GA₃ 处理结果与本研究相似外,所有浓度 IAA 处理及低于 100 mg/L NAA 处理表现促进种子萌发的结果与本研究相反。崔辉梅^[17]通过 3 种激素处理胡萝卜种子,结果表明:低浓度 GA₃ $150 \text{ mg/L} \sim 250 \text{ mg/L}$ 极显著地提高种子的发芽势、发芽率;高浓度的 GA₃ 500 mg/L 浸种却抑制种子的发芽,NAA 对胡萝卜种子发芽有抑制作用,并且浓度越大其抑制作用越强。与本研究结果相似,IAA 对胡萝卜种子发芽影响不大,与本研究结果不同。可能由于不同物种,种子所含的内源激素种类、分布及浓度均不同,在种子发芽过程中,外源激素和内源激素相互配合、共同作用,影响种子的发芽,造成同一浓度激素在不同植物种子发芽过程中表现不同。另外,本研究中采用的激素浓度从 $20 \mu\text{mol/L}$ 直接到 $1000 \mu\text{mol/L}$,中间激素浓度对蒺藜状苜蓿种子发芽的影响,需进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] 布坎南 B B, 格鲁依森姆 W, 琼斯 R L. 植物生物化学与分子生物学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 690.
- [2] 陈爱民, 连瑞丽, 孙 杰, 等. 豆科模式植物——蒺藜苜蓿[J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(5): 997—1003.
- [3] 魏臻武, 盖钧镒. 豆科模式植物蒺藜苜蓿基因组研究进展[J]. 中国草地学报, 2006, 26(8): 83—90.
- [4] Barker D G, Bianchi S, Blondin F, et al. *Medicago truncatula*, a model plant for studying the molecular genetics of the Rhizobium-legume symbiosis[J]. Plant Mol Biol Rep, 1990, 8: 40—49.
- [5] 魏臻武, 盖钧镒. 豆科模式植物——蒺藜苜蓿[J]. 草业学报, 2008, 17(1): 114—120.
- [6] 韩建国. 牧草种子学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2000: 378.
- [7] 杨期和, 叶万辉, 宋孙泉, 等. 植物种子休眠的原因及休眠多形性[J]. 西北植物学报, 2003, 23(5): 850—856.
- [8] 张春庆, 王建华. 种子检验学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 134—157.
- [9] Duan C R, Wang B C, Liu W Q, et al. Effect of chemical and physiological factors to improve the germination rate of *Echinacea Angustifolia*

- seeds[J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2004, 37: 101—105.
- [10] Ehiaganare J E, Onyibe H I. Effect of pre-sowing treatments on seed germination and seedling growth of *Tetracarpidium conophorum* Mull [J]. African Journal of Biotechnology, 2007, 6: 697—698.
- [11] Kermode A R. Role of abscisic acid in seed dormancy[J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2005, 24: 319—344.
- [12] Grappin P, Bouinot D, Sotta B, et al. Control of seed dormancy in *Nicotiana plumbaginifolia*: post-imbibition abscisic acid synthesis imposes[J]. Planta, 2000, 210: 279—285.
- [13] 王 进, 王泽基, 陈 叶, 等. 苦豆子种子发芽特性研究[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(4): 202—206.
- [14] 王广印, 韩世栋, 赵一鹏, 等. 叶甜菜种子发芽特性的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(4): 138—142.
- [15] 马红媛, 梁正伟, 黄立华, 等. 4种外源激素处理对羊草种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(2): 69—73.
- [16] 丁 映. 几种外源激素对韭葱种子发芽的影响[J]. 种子, 2004, 23(12): 50—51.
- [17] 崔辉梅, 樊新民, 张永先. 几种外源激素浸种对胡萝卜种子发芽的影响[J]. 中国种业, 2006, 11: 31—32.

Effects of 7 plant growth regulators on seed germination of *Medicago truncatula*

LIU Jian-li

(College of Life Sciences and Engineering, North University for Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021, China)

Abstract: The study was made to discuss the effects of plant growth regulators on seed germination of *Medicago truncatula*. Taking water as CK, germination experiments were conducted with 50 *Medicago truncatula* seeds on filter papers soaked with different concentrations like 0.1, 1.0, 1.5, 2.0, 5, 10, 20 and 1000 $\mu\text{mol/L}$ of 6-BA, GA3, ABA, NAA, Ethephon, IAA and IBA. The germination rate, germination potential, germination index and germination days were investigated. The results showed that 20 $\mu\text{mol/L}$ 6-BA, GA3 and Ethephon, 5 $\mu\text{mol/L}$ IAA and IBA could promote germination significantly. NAA and ABA showed inhibitory effect on the germination of *Medicago truncatula*, and ABA inhibited more than NAA. So it is concluded that 7 plant growth regulators could affect the seed germination of *Medicago truncatula*.

Keywords: *Medicago truncatula*; seed germination; growth regulator