

引发对黄芪种子萌发及幼苗抗旱性的影响

何 军¹, 浦 俊², 王渭玲², 高青鸽²

(1. 商洛学院生物医药工程系, 陕西 商洛 726000; 2. 西北农林科技大学生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 本研究目的在于分析种子引发处理后黄芪发芽特性及幼苗抗旱性, 探索提高黄芪种子萌发率的方法, 为人工栽培黄芪提供技术支撑。采用 20% PEG-6000、0.25% KNO₃、100 mg·L⁻¹ GA₃、12.5 mg·L⁻¹ 6-BA 及 H₂O (对照) 5 种化学物质引发处理黄芪种子, 进行萌发试验及干旱胁迫, 测定种子萌发特性及有关抗旱生理指标。结果表明: 各处理发芽势、发芽率的一致顺序为 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA > 100 mg·L⁻¹ GA₃ > 0.25% KNO₃ > 20% PEG-6000 > H₂O。幼苗丙二醛(MDA)含量、可溶性蛋白含量、脯氨酸含量、叶绿素含量、超氧化物歧化酶活性(SOD)、过氧化物酶活性(POD)和过氧化氢酶活性(CAT)与 CK 之间存在显著差异。比较各处理黄芪幼苗的隶属函数平均值可看出, 不同引发处理黄芪种子, 幼苗的抗旱性顺序为 H₂O > 20% PEG-6000 > 0.25% KNO₃ ≈ 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA > CK > 100 mg·L⁻¹ GA₃。结论: 采用 20% PEG-6000 或 0.25% KNO₃ 作为引发剂处理黄芪种子, 可有效促进黄芪种子萌发和提高幼苗抗旱性。

关键词: 黄芪; 引发处理; 萌发; 抗旱性

中图分类号: Q945.34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2013)05-0233-05

Effects of different priming treatments on germination and seedling drought-resistances of *Astragalus membranaceus* (Fisch) Bge.

HE Jun¹, PU Jun², WANG Wei-ling², GAO Qing-ge²

(1. Shangluo University Biological Medicine Engineering Department, Shangluo, Shaanxi 726000, China;
2. College of life science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Objective: Physiological effects of seed priming on drought resistance of *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. seedlings were studied in this paper. Method: After *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. seeds were subject to different priming with H₂O, 20% PEG-6000, 0.25% KNO₃, 100 mg·L⁻¹ GA₃ and 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA respectively for germination experiment, seedlings were under 20% PEG-6000 simulated drought stress to measure drought-related physiological indicators. Results: The sequence of Germination energy and germination percentage was identical: 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA > 100 mg·L⁻¹ GA₃ > 0.25% KNO₃ > 20% PEG-6000 > H₂O > CK; and the sequence of Simplified vigor index was 0.25% KNO₃ > 100 mg·L⁻¹ GA₃ ≈ 20% PEG-6000 > H₂O > 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA > CK. Malondialdehyde (MDA) content, soluble protein content, proline content, chlorophyll content, superoxide dismutase (SOD), peroxidase(POD) and catalase activity (CAT) of seedling have a significant difference between CK. According to comparing the Average value of subordinate function, the rank of drought resistance was H₂O > 20% PEG-6000 > 0.25% KNO₃ ≈ 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA > CK > 100 mg·L⁻¹ GA₃. Conclusion: 20% PEG-6000, or 0.25% KNO₃ can effectively promote seed germination and improve seedling drought-resistance.

Keywords: *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. seed; Priming treatments; Permination; Drought-resistance

许多学者认为引发处理(priming)具有促进种子萌发、提高出苗整齐度的作用。也有研究表明种子引发可提高幼苗的抗性。种子引发处理也称渗透调

节(osmotic regulation), 通常是采用一定方式将种子浸在低水势溶液中使之缓慢吸水, 控制其水合作用, 促进其萌发代谢, 确保胚根不伸出种皮, 再将吸胀种

收稿日期: 2013-05-20
基金项目: “十二五”国家科技支撑计划(2011BAD29B04); 陕西省科技统筹创新工程(2011KTCL02-02)
作者简介: 何 军(1972—), 男, 陕西商南人, 硕士, 讲师, 主要从事中药材 GAP 教学及研究工作。E-mail: hejun3114@yahoo.com.cn。
通信作者: 王渭玲, E-mail: ylwyl@nwsuaf.edu.cn。

子脱水回干至初始状态,引发过程中种子内部会发生形态和各种生理生化变化^[1]。作为促进种子萌发的一种有效技术,已应用于许多农作物^[2-3]、蔬菜^[4]、牧草^[5]、其它植物^[6]种子的研究。药用植物特别是豆科药用植物的种子存在发芽迟缓、发芽不整齐的问题,而且吸胀冷害普遍存在于豆类和其他植物,播种后遇低温,发芽率明显下降,出苗不齐,幼苗活力锐减^[7]。因此,研究引发处理提高药用植物种子发芽率及幼苗抗逆性的机理,解决人工种植药用植物出苗差、保苗难的问题很有必要。

膜荚黄芪 (*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge.) 为中药黄芪来源之一^[8],为我国常用名贵滋补大宗中药材,具有补气升阳、固表止汗、脱毒生肌、利水退肿等功效,被称之为“补气固表之圣药”。随着人民生活的改善和医疗保健水平的提高,黄芪的需求量持续增加,出现了野生资源的过度采挖状况,传统地道黄芪主产区的野生资源几乎被挖光,野生黄芪濒临灭绝,已远远不能满足市场需求。因此自 20 世纪 70 年代中后期,黄芪主要来源于人工栽培。在人工栽培黄芪的过程中,由于黄芪种子外皮坚实而厚,在正常条件下种子发芽率低,幼苗抗性差,这已成为黄芪种植中一个制约因素。本试验研究了不同化学物质进行种子引发对黄芪种子萌发性及模拟胁迫下黄芪幼苗抗旱性的影响,旨在探讨引发处理增强黄芪种子萌发和提高幼苗抗旱性的机理,解决北方早春低温干旱条件下种植黄芪出苗差、保苗难的问题,为种子引发技术在黄芪生产上的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

试验植物为膜荚黄芪 (*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge.) 种子由西安春晖药业有限公司的药源基地提供,室温储藏备用。试验选用引发剂 4 种,包括:聚乙二醇 (PEG-6000, 天津市科密欧化学试剂开发中心,分析纯。); KNO₃ (广东汕头市西陇化工厂,分析纯。); 赤霉素 (GA₃, 国药集团化学试剂有限公司,生物试剂 BR。); 细胞分裂素 (6-BA, 上海东风生化技术有限公司,生物试剂 BR。)

1.2 方法

1.2.1 引发处理 引发剂采用 H₂O、20% PEG-6000、0.25% KNO₃、100 mg·L⁻¹ GA₃、12.5 mg·L⁻¹、6-BA,将黄芪种子浸于一定量液体引发剂之中,密封,20℃恒温培养箱处理 24 h。取出种子,洗净,室温自然回干至原重进行发芽试验^[9],每次引发处理

500 粒种子,3 个重复。

1.2.2 发芽试验 发芽试验参考国家标准 GB/T 3543.4-1995^[10]。分别将各处理种子 100 粒置于铺有双层滤纸的培养皿中,在 25℃ 恒温培养箱内培养,保持滤纸湿润。以不做任何处理的干种子作对照试验。每天统计发芽数,第 5 天计算发芽势;第 10 天计算发芽率;第 6 天测量幼苗胚根长,计算简化活力指数。发芽势 (%) = 规定天数内发芽总粒数 / 试验总粒数 × 100;发芽率 (%) = 发芽总粒数 / 试验总粒数 × 100;简化活力指数 = G × S (G 为发芽率, S 为幼苗胚根长)。

1.2.3 幼苗试验 将上述各处理萌发种子 200 粒,用 1/4 Hoagland 营养液培养。在室内培养间进行培养,温度 22℃ ~ 25℃,自然光照。15 天后,将各处理幼苗分别置于 1/4 Hoagland 营养液配置的 20% PEG-6000 中,干旱胁迫 10 h 后,用清水冲洗干净,测定幼苗叶绿素含量,超氧化物歧化酶 (SOD) 活性、过氧化物酶 (POD) 活性、过氧化氢酶活性 (CAT) 活性、丙二醛 (MDA)、脯氨酸 (Pro) 及可溶性蛋白含量^[11]。

1.2.4 抗旱性综合评价方法 用模糊数学隶属法进行抗旱性综合评价,公式为: $X(\mu) = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$,式中 X 为参试植物某一抗旱指标的测定值, $X_{\max}$ 为该指标中的最大值, $X_{\min}$ 为该指标中的最小值,若某一指标与抗旱性呈负相关,可通过反隶属函数计算其抗旱性隶属函数值,公式为: $X(\mu) = 1 - \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$,求不同引发处理黄芪幼苗的各抗旱指标的隶属均值,比较大小,确定幼苗抗旱性的强弱^[12]。

1.2.5 数据统计分析 将所得数据用 SPSS12.0 进行统计分析, Duncan 方法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同引发处理对黄芪种子萌发的影响

发芽率、发芽势和简化活力指数能从不同侧面反映种子的发芽状况,发芽率反映发芽数量;发芽势反映发芽速度;简化活力指数反映种子发芽速度和幼苗健壮程度。不同引发处理黄芪种子发芽势、发芽率、简化活力指数显著高于 CK (见表 1)。发芽势分别高于 CK 43.08%、73.33%、76.92%、113.85%、137.95%;发芽率分别高于 CK 30.80%、60.90%、68.17%、67.13%、87.54%;简化活力指数分别高于 CK 64.98%、107.14%、161.52%、112.67%、49.31%。这说明不同引发处理都显著提高黄芪种

子发芽率、发芽势、简化活力指数。不同引发处理对发芽势、发芽率的影响顺序为 $12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA} > 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3 > 0.25\% \text{ KNO}_3 > 20\% \text{ PEG-6000} > \text{H}_2\text{O}$;不同引发处理对简化活力指数顺序为 $0.25\% \text{ KNO}_3 > 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3 \approx 20\% \text{ PEG-6000} > \text{H}_2\text{O} \approx 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA}$ 。

表 1 不同引发处理对黄芪种子萌发的影响

Table 1 Effects of different treatments on seed germination of *Astragalus mongholicus*

处理 Treatment	发芽势/% Germinative force	发芽率/% Germinatgion rate	简化活力指数 Simplify vital index
CK	19.5±0.3 e	28.9±0.4 e	0.434±0.004 d
H ₂ O	27.9±0.4 d	37.8±0.7 d	0.716±0.006 c
20% PEG-6000	33.8±0.4 c	46.5±0.5 c	0.899±0.004 b
0.25% KNO ₃	34.5±0.2 c	48.6±0.8b	1.135±0.005 a
100 mg·L ⁻¹ GA ₃	41.7±0.4 b	48.3±0.4 b	0.923±0.011 b
12.5 mg·L ⁻¹ 6-BA	46.4±0.5 a	54.2±0.7 a	0.648±0.0036 c

注:同列数据后标不同字母表示差异显著 ($P<0.05$),下同。

Note: Values followed by different letters in a column are significant among treatments at the 5% level. The same below.

2.2 不同引发处理对黄芪幼苗抗旱性的影响

2.2.1 对黄芪幼苗叶绿素含量的影响 叶绿素是植物进行光合作用的重要色素,干旱胁迫会使植物的叶绿素含量降低,从而减弱光合作用,减少有机物质的合成量。不同引发处理对黄芪幼苗叶绿素含量影响见图 1,结果表明,不同引发处理的黄芪幼苗叶绿素含量与 CK 之间存在显著差异,大小顺序为 $\text{H}_2\text{O} > \text{CK} > 0.25\% \text{ KNO}_3 \approx 20\% \text{ PEG-6000} > 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3 \approx 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA}$ 。CK、20% PEG-6000 和 0.25% KNO₃ 处理三者之间、100 mg·L⁻¹GA₃ 和 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA 处理之间无显著差异。

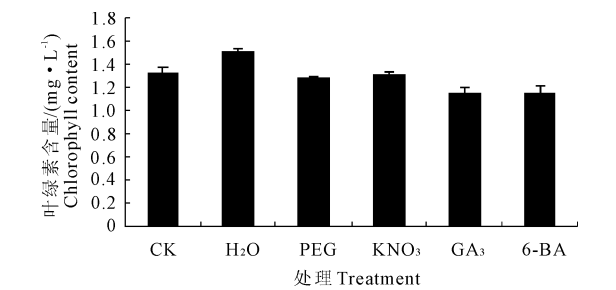


图 1 不同引发处理对黄芪幼苗叶绿素含量的影响

Fig.1 Effects of different treatments on chlorophyll content of *Astragalus mongholicus*

2.2.2 对黄芪幼苗保护酶系统的影响 自由基伤害学说认为,逆境条件下植物细胞内自由基代谢平衡被破坏,引发或加剧膜脂过氧化,造成细胞膜系统

的损伤。SOD、POD、CAT 等能够有效地清除这些自由基,是酶促防御系统(即保护酶系统)的重要组成部分。不同引发处理对黄芪幼苗保护酶系统的影响结果见表 2。结果显示 SOD、POD、CAT 活性与 CK 之间都存在显著差异,SOD 活性大小顺序为 $\text{H}_2\text{O} > 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA} \approx \text{CK} \approx 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3 \approx 20\% \text{ PEG-6000} \approx 0.25\% \text{ KNO}_3$,CK、100 mg·L⁻¹ GA₃、20% PEG-6000、0.25% KNO₃ 处理之间无显著差异;POD 活性大小顺序为 $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3 > \text{H}_2\text{O} > 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA} > 20\% \text{ PEG-6000} \approx \text{CK} \approx 0.25\% \text{ KNO}_3$,其中 20% PEG-6000、CK、0.25% KNO₃ 处理之间无显著差异;CAT 活性大小顺序为 $\text{H}_2\text{O} > 0.25\% \text{ KNO}_3 > 20\% \text{ PEG-6000} \approx 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA} > 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3 > \text{CK}$,0.25% KNO₃ 和 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA 处理之间无显著差异。

MDA 是膜脂氧化的最终产物,通常用于表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件反应的强弱。表 2 结果表明,不同引发处理的幼苗 MDA 含量大小顺序为 $\text{H}_2\text{O} > 20\% \text{ PEG-6000} > \text{CK} > 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3 > 0.25\% \text{ KNO}_3 \approx 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA}$,其中 0.25% KNO₃ 和 12.5 mg·L⁻¹ 6-BA 之间无显著差异。

脯氨酸(Pro)在抗逆中的主要作用有两点:一是作为渗透调节物质;二是与蛋白质相互作用,增加蛋白质可溶性和减少可溶性蛋白的沉淀,从而保持细胞膜结构的完整性。不同引发处理对黄芪幼苗脯氨酸含量的影响见表 2,引发处理脯氨酸含量与 CK 之间存在显著差异,大小顺序为 $0.25\% \text{ KNO}_3 > 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA} \approx \text{H}_2\text{O} \approx 20\% \text{ PEG-6000} > \text{CK} \approx 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3$ 。CK 和 100 mg·L⁻¹ GA₃ 处理、H₂O 和 20% PEG-6000 处理之间无显著差异。

植物细胞的可溶性蛋白,一部分是具特异性作用的调节代谢酶类;另有一些可能起脱水保护剂作用。不同引发处理对黄芪幼苗可溶性蛋白含量的影响见表 2,引发处理可溶性蛋白含量与 CK 之间存在显著差异,大小顺序为 $20\% \text{ PEG-6000} \approx \text{H}_2\text{O} > \text{CK} > 0.25\% \text{ KNO}_3 > 12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ 6-BA} > 100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ GA}_3$,20% PEG-6000 和 H₂O 处理之间无显著差异。

2.3 不同引发处理下黄芪幼苗抗旱性的隶属函数分析

运用隶属函数法,通过综合多个生理指标进行评价可提高判断的准确性。隶属函数分析结果见表 3。由中可看出,不同引发处理黄芪种子,幼苗在 20% PEG-6000 模拟干旱胁迫下,测得各处理幼苗

各生理指标的响应不同,表明不同引发处理下,黄芪幼苗抗旱的内在生理生化机制有差异,根据单一指标很难对抗旱性是否提高做出准确判断。其中MDA 含量与抗旱性呈负相关,采用反隶属函数公式

计算。通过比较各处理幼苗生理指标的隶属函数平均值可看出,不同引发处理黄芪种子和幼苗抗旱性顺序为 $H_2O > 20\% \text{ PEG} - 6000 > 0.25\% \text{ KNO}_3 \approx 12.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} 6 - \text{BA} > \text{CK} > 100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 。

表 2 不同引发处理对黄芪保护酶系统的影响

Table 2 Effects of different treatments on protective enzyme system of Astragalus mongholicus						
处理 Treatment	SOD 活性 SOD activity ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ $\text{FW} \cdot \text{h}^{-1}$)	POD 活性 POD activity ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ $\text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$)	CAT 活性 CAT activity ($\text{U} \cdot \text{g}^{-1}$ $\text{FW} \cdot \text{min}^{-1}$)	MDA 含量 MDA content ($\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$)	脯氨酸含量 Proline content ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	可溶性蛋白 Soluble protein ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)
CK	431.7 ± 22.1c	103.2 ± 6.5d	61.41 ± 3.12e	2.64 ± 0.11c	34.12 ± 1.58d	11.12 ± 0.51b
H ₂ O	674.7 ± 32.3a	177.6 ± 11.4b	187.33 ± 9.23a	4.12 ± 0.23a	48.82 ± 2.56c	11.91 ± 0.23a
20% PEG	385.8 ± 23.5c	113.7 ± 12.1d	93.52 ± 6.55b	2.98 ± 0.14b	47.91 ± 2.18c	12.39 ± 0.86a
0.25% KNO ₃	405.2 ± 27.1c	98.2 ± 11.5d	97.47 ± 5.44c	2.54 ± 0.15e	57.52 ± 3.33a	10.46 ± 0.65c
100 mg·L ⁻¹ GA ₃	419.3 ± 24.5c	212.5 ± 14.8a	78.95 ± 5.43d	2.60 ± 0.14d	32.94 ± 1.37d	8.63 ± 0.37e
12.5 mg·L ⁻¹ 6 - BA	448.1 ± 32.6b	140.0 ± 11.8c	90.53 ± 5.34c	2.51 ± 0.16e	51.93 ± 3.01b	9.49 ± 0.39d

表 3 干旱胁迫下不同引发处理黄芪幼苗生理指标的隶属函数值

Table 3 The membership function value of different treatments on Astragalus mongholicus in drought stress						
处理 Treatment	CK	H ₂ O	20% PEG - 6000	0.25% KNO ₃	100 mg·L ⁻¹ GA ₃	12.5 mg·L ⁻¹ 6 - BA
MDA	0.840	0	0.699	0.989	0.944	1
可溶性蛋白 Soluble protein	0.650	0.871	1	0.481	0	0.226
脯氨酸 Proline	0.056	0.746	0.662	1	0	0.838
叶绿素 Cholophyll	0.598	1	0.420	0.495	0.027	0
SOD 活性 SOD activity	0.098	1	0.003	0	0.053	0.196
POD 活性 POD activity	0.044	0.695	0.136	0	1	0.453
CAT 活性 CAT activity	0	1	0.392	0.282	0.137	0.227
隶属函数平均值 Membership function avetage	0.327	0.759	0.473	0.464	0.309	0.420
抗旱性排序 Dry resistance sort	5	1	2	3	6	4

3 讨论与结论

1) 引发处理对黄芪种子萌发的影响。
种子引发技术是提高种子活力和加快种子萌发的一种有效途径,在一些发达国家的多个生产领域已经被广泛应用,而我国种子引发技术研究起步较晚^[13]。已有研究表明:用 H₂O 和适宜浓度的 6 - BA、GA₃、KNO₃、PEG - 6000 引发处理植物种子都可不同程度地提高其发芽势、发芽率和简化活力指数^[14-15]。周广栋^[16]研究表明:300 mg·L⁻¹ GA₃ 处理甜椒种子活力好于 250 g·L⁻¹ PEG。赵瑜等^[17]研究表明:0.1 mg·L⁻¹ 6 - BA、0.1 mg·L⁻¹ GA₃ 能促进绞股蓝种子萌发,但 GA₃ 的效果不如 6 - BA。本研究结果与上述研究结果相一致,适宜浓度的引发处

理都提高黄芪种子的萌发特性,顺序为 6 - BA > GA₃ > PEG - 6000 > H₂O。
但也有与本研究结果不一致的研究结果,即提高种子萌发特性与 6 - BA > GA₃ > KNO₃ > PEG - 6000 > H₂O 顺序不一致:方玉梅等^[18]研究表明,PEG、GA₃ 处理方法均能极显著提高甘蓝种子活力,PEG 处理的种子活力均值最大。这些说明不同引发处理对不同植物种子的引发效果存在差异,可能与植物自身的生物学特性、引发剂的引发机制不同有关。所以在探索最佳引发方法时要通过具体实际操作来确定。本研究结果说明,制约黄芪种子萌发的因素主要是种子休眠,因此 6 - BA 和 GA₃ 两种激素的引发效应最显著,而 6 - BA 的促进萌发作用强于 GA₃,可能是黄芪内部各种内源激素含量不平衡所

致;其次是受渗透调节的影响,黄芪种子对 KNO_3 无机盐引发效应相应比大分子化合物 PEG 强,而 H_2O 引发只是干湿交错处理,对黄芪种子无特殊活性。

2) 引发处理对黄芪幼苗抗旱性的影响。

关于不同引发处理黄芪种子提高幼苗抗旱性的研究尚未报道,而在农作物等其他植物上的相关研究已颇有成效。刘慧霞^[14]研究表明,水引发紫花苜蓿种子中脯氨酸含量显著高于对照,这与阮松林^[3]对杂交水稻研究的结果一致。楼坚锋^[19]等研究表明:20% PEG 引发处理提高紫花苜蓿种子活力,加快发芽速度,增加幼苗干重,使 POD 和 CAT 活性增强,但对根系活力及 α 、 β -淀粉酶活性的影响不大。水引发处理提高紫花苜蓿种子的发芽势、发芽指数和幼苗干重,但未能提高与植物抗性有关的 POD 和 CAT 活性。欧阳西荣等^[20]研究表明:6-BA、PEG 处理玉米种子都可提高抗逆性,虽然 PEG 对 SOD 酶刺激产生作用不大,但它的逆境反应物可溶性蛋白产生较多,能缓解一定的逆境胁迫。本文研究结果显示 H_2O 、20% PEG-6000、0.25% KNO_3 、100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ GA_3 、12.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA 引发处理黄芪种子,都可不同程度提高发芽势、发芽率、简化活力指数。

综合前人研究结果得出:不同引发处理植物种子对幼苗抗旱性的影响比较复杂,因引发剂种类、作物种类不同而异。同时也发现,并不是每个生理指标都能反映植物的抗旱能力,即使抗旱能力相同,其生理表现也不一定相同,单独某个生理指标的大小并不能用来衡量植株抗旱能力,且种子、幼苗内部的生理生化特性是相互影响,互相作用的,所以采用隶属函数值平均法,既消除了个别指标带来的片面性,又由于平均值是个[0,1]区间上的纯数,使各种抗旱性差异具有可比性,因此采用多个指标进行综合评价更具有可行性和可靠性。本研究采用隶属函数法对幼苗的抗旱生理指标进行综合评价,得出不同引发处理黄芪种子,幼苗抗旱性顺序为 $\text{H}_2\text{O} > 20\% \text{PEG} - 6000 > 0.25\% \text{KNO}_3 \approx 12.5 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1} 6 - \text{BA} > \text{CK} > 100 \text{mg}\cdot\text{L}^{-1} \text{GA}_3$ 。

综上所述, H_2O 、20% PEG-6000、0.25% KNO_3 、12.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 6-BA 引发处理黄芪种子,都可不同程度提高种子萌发特性及幼苗抗旱性,而采用 20% PEG-6000 或 0.25% KNO_3 作为引发剂处理黄芪种子,有最佳效果。同种试剂不同浓度往往对种子萌发和幼苗的生长有较大的影响,因此不同处理的不同浓度梯度对种子萌发和幼苗抗旱性的影响有待于

继续研究。黄芪种子遇水表面有一层粘性物质,如将引发处理与种子丸粒化结合,可提高黄芪播种特别是春播的出苗率,为黄芪高产栽培提供技术依据。

参 考 文 献:

- [1] 杨小环,杨文秀,史雨刚,等. NaCl 和 PEG 引发对甘蓝种子发芽及其质膜透性的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2008, 28(4): 413-416.
- [2] Bailly C, Benamar A, Corbineau F, et al. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed as affected by priming[J]. Seed Science Research, 2000, 10: 35-42.
- [3] 阮松林,薛庆中,王清华. 种子引发对杂交水稻幼苗耐盐性的生理效应[J]. 中国农业科学, 2003, 36(4): 463-468.
- [4] 尚庆茂,张志刚,王一鸣. 不同试剂浸种对黄瓜种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子, 2005, 24(2): 27-31.
- [5] 王彦荣,张建全,刘慧霞,等. PEG 引发紫花苜蓿和沙打旺种子的生理生态效应[J]. 生态学报, 2004, 24(3): 402-408.
- [6] Naseinto W M. Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming[J]. Scientia Agricola, 2003, 60(1): 71-75.
- [7] 李艾莲. 几种常用药用植物种子引发技术的研究[J]. 中国中药杂志, 2000, 25(7): 406.
- [8] 国家药典委员会. 中国药典(2010 年第一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010.
- [9] 刘 娟,杨春荣,姜 博,等. 黑水缬草种子萌发特性研究[J]. 中药材, 2011, (10): 1483-1486.
- [10] 中国标准出版社第一编辑室. 中国农业标准汇编[M]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [11] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [12] 孙景宽,张文辉,张洁明,等. 种子萌发期 4 种植物对干旱胁迫的响应及其抗旱性评价研究[J]. 西北植物学报, 2006, 26(9): 1811-1818.
- [13] 张贤秀,郭巧生,王艳茹. 种子引发对夏枯草种子活力影响的初步研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(5): 493-495.
- [14] 刘慧霞,王彦荣. 水引发对紫花苜蓿种子萌发及其生理活动的影响[J]. 草业学报, 2008, 17(4): 78-84.
- [15] 潘学军,张文娥,樊卫国. 外源激素处理对贵州毛葡萄种子发芽的影响[J]. 种子, 2007, 26(1): 25-27.
- [16] 周广栋. 甜椒种子处理对提高种子活力的效果和机理[D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2005.
- [17] 赵 瑜,肖娅萍. 不同处理对绞股蓝种子萌发的影响[J]. 中草药, 2007, 38(11): 1723-1725.
- [18] 方玉梅,宋 明. PEG 和 GA_3 以及 KH_2PO_4 对甘蓝种子活力的影响[J]. 中国种业, 2006, (11): 33-34.
- [19] 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.
- [20] 欧阳西荣,林影文. 种子处理对玉米幼苗抗低温能力的影响[J]. 种子, 2004, 23(6): 26-29.