

党参种子萌发期与幼苗期抗旱研究

何志鹏^{1*}, 胡亚刚¹, 邢炎华¹, 郑伶俐²

(1. 陕西国际商贸学院, 陕西 咸阳 712046; 2. 陕西步长制药有限公司, 陕西 咸阳 712000)

摘要:目的 通过党参种子萌发期和幼苗期干旱胁迫试验, 探索党参种子萌发期和幼苗期的抗旱性。
方法 用 PEG 模拟干旱环境, 测定党参种子萌发期生理指标, 通过控制土壤中水分含量模拟干旱环境, 测定党参幼苗期生理指标。**结果** 最终获得最适宜党参种子萌发和幼苗期生长的土壤水分含量。**结论** 当 PEG 浓度为 10% 时, 党参种子的发芽势最大; 当土壤中水分含量为 14.95% 时, 党参种子的发芽势最大。

关键词: 党参种子; 水分含量; 发芽率; 发芽势

中图分类号: R282.2 文献标识码: A 文章编号: 1673-6427(2017)01-08-06

doi: 10.13728/j.1673-6427.2017.01.003

Drought Resistance on Seed Germination Period and Seedling Stage of *Codonopsis*

HE Zhi-peng^{1*}, HU Ya-gang¹, XING Yan-hua¹, ZHEN Ling-li²

(1. Shaanxi institute of international trade & commerce, Xianyang 712046, China; 2. Shaanxi buchang pharmaceutical Co. Ltd, Xianyang 712000, China)

Abstract: Objective Through the drought resistance on seed germination period and seedling stage of *Codonopsis* stress test, to explore the seed germination period and seedling stage of *Codonopsis* drought resistance. **Methods** Use PEG to simulate the drought environment, Measure of *Codonopsis pilosula* seed germination physiological indexes, By controlling the water content in soil to simulate drought environment, Measure of *Codonopsis* seedling stage of physiological indexes. **Results** Finally obtain the most appropriate soil moisture content of *Codonopsis* seed germination and seedling stage. **Conclusion** When the concentration of PEG was at 10%, the *Codonopsis pilosula* seed germination reach the maximum; When the concentration of water was at 10%, the *Codonopsis pilosula* seed germination reach the maximum.

Key words: *Codonopsis* seed; moisture content; germination percentage; germination potential

党参为桔梗科植物党参 (*Codonopsis pilosula* (Franch.) Nannf.)、素花党参 (*Codonopsis pilosula* Nannf. var. *modesta* (Nannf.) L.T.Shen) 或川党参 (*Codonopsis tangshen* Oliv.) 的干燥根^[1]。党参原产于山西省中部地区, 因其根如参, 故名党参^[2]。味甘性平, 归脾肺经, 具有补中益气, 健脾益肺之功能, 并常作为人参的替代品, 有悠久的历史^[3]。党参因分布区域广、产地多, 质量差异较大, 但以甘肃白条党、山西潞党和台党、甘肃纹党、四川晶党、陕西凤党最著名。其它诸如新疆党参、西藏党参、甘孜党等都属于地区和民族药材品种, 在市场上的交易量有限, 故此, 其研究多限于局部和少数地区^[4]。现在药材市场流通的党参主要为纹党参和白条党参。纹党参的基源植物为素花党参 (*Codonopsis pilosula* Nannf.

var. *modesta* (Nannf.) L.T.Shen), 主要产于甘肃陇南文县, 其具有狮子盘头、茎痕凸状点突出、根条粗实、皮松肉甜等特点, 且断面横纹细密, 呈微黄色的菊花等品质, 外观通身有明显的“螺纹”, 故称“纹党参”^[5]。

目前, 对于党参的研究主要集中于党参的种植加工技术、化学成分、药理药化及质量分析方面, 对于苗期抗旱性的研究鲜见^[6]。在苗期抗旱性方面的研究报道较少, 随着全球气候的变暖, 灾害性干旱天气频繁发生, 而党参种子萌发期和幼苗期喜湿润凉爽的气候条件^[7], 生产上常因干旱造成缺苗, 并严重影响其生长发育, 甚至枯死, 产量大幅降低, 对党参的生产及发展造成了严重威胁。而目前对于中药党参的研究主要集中在党参的栽培技术, 化学成分分析, 以及抗衰老, 增强免疫力等方面^[8], 但有关党参品种抗旱

基金项目: 陕西国际商贸学院 2016 年校级课题

通讯作者: 何志鹏, 男, 本科, 理学学士, 助理实验师, 研究方向: 中草药栽培与开发。E-mail: hyf2009012022@163.com

性相关研究及党参种子发芽特性方面的研究报道较少。对于党参品种抗旱性资源的遴选研究较少。因此对现有党参品种种子萌发期和幼苗期抗旱性的鉴定研究对于党参资源抗旱性评价和筛选具有重要意义。药用植物的种子或种苗是中药材优质生产的前提和基础^[9]，本研究通过党参种子在模拟干旱条件下对萌发和幼苗期生长的研究，旨在为党参抗旱性鉴定提供理论依据和技术依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料及试剂

材料：本试验素花党参种子为2015年10月在甘肃省陇南市文县中寨镇收集的三年生植株成熟种子，经陕西国际商贸学院雷国莲教授鉴定，均为素花党参种子。待种子自然阴干后保存于0~5℃冰箱中。新鲜党参叶片、受干旱胁迫的党参叶片。

试剂：0.1%的氯化汞、无菌水、聚乙二醇6000(PEG-6000)、丙酮、乙醇、10%三氯乙酸(TCA)、石英砂、碳酸钙、0.6%硫代巴比妥酸(TBA)、5%双氧水、脱脂棉。

1.2 仪器与设备

紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限公司)、离心机、电子天平(精度为0.0001g)、电子称(精度为0.01g)、高压灭菌锅、水浴锅、研钵、镊子、滤纸、锥形瓶、铝盒、移液管、胶头滴管、10ml试管(若干)、10ml量瓶、比色皿、培养皿(直径为9cm)、培养盆(直径均为20cm的相同规格的塑料花盆)。

1.3 试验方法与设计

1.3.1 试验前处理 于2016年4月中旬取陕西国际商贸学院中药百草园灌淤土做试验用土，在阳光下翻晒至水分低于试验处理的最低含水量水平，即水分含量为8.05%。用四分法取土样20kg左右，测定土壤含水量和持水量，并将已经测得含水量和持水量的土样分别加入12个培养盆中，每个培养盆中用土1500.00g备用，用塑料膜进行包裹以免水分含量有所变化。

于2016年4月22日将所需试验器具等高温高压灭菌处理4h，精选无损伤的党参种子若干置于锥形瓶中，用0.1%的氯化汞消毒1min，用无菌水冲洗4~5次，再用清水浸泡6h后用于萌发期抗旱处理试验。幼发期所需党参种子于5月8日用相同的方法进行处理。

1.3.2 萌发期抗旱处理 于2016年4月22日下午，取750粒饱满无损伤的已处理的党参种子，用

滤纸吸干附着水，分别放入15个R=9cm含有6ml五种不同浓度分别为：0(CK)、10%、15%、20%、25%(w/v)的聚乙二醇6000(PEG-6000)渗透液的培养皿中，用已高温高压灭菌器处理过的双层滤纸做发芽床，每个水平设3次重复，每个重复用50粒种子，共15个处理，常温黑暗条件下萌发。于第3d(2016年4月25日)调查发芽数、胚根数、胚根长，并计算发芽率^[10]、发芽势(见表1、表2)。

表1 不同聚乙二醇浓度配制表

Tab. 1 Different concentration of PEG preparation tables

PEG-6000 浓度	0	10%	15%	20%	25%
PEG 用量(g)	0	10	15	20	25
溶液体积(ml)	100	100	150	200	250

表2 种子萌发期试验处理及培养皿编号

Tab. 2 Seed germination test processing and petri dish serial number

处理	编号	M1	M2	M3	M4	M5
1	0	10%	15%	20%	25%	
重复	2	0	10%	15%	20%	25%
	3	0	10%	15%	20%	25%

1.3.3 幼苗期抗旱处理 试验采用单因素随机区组设计，将已备好的含土样培养盆进行随机编号，因素L为土壤含水量，田间最大持水量为23%，共设置4个因素水平，分别为：(1)过量供水L1：土壤含水量为田间最大持水量的80%；(2)正常供水L2：土壤含水量为田间最大持水量的65%；(3)中度干旱L3：土壤含水量为田间最大持水量的50%；(4)严重干旱L4：土壤含水量为田间最大持水量的35%。每个因素水平重复3次，共12个处理(见表3)。标准如下：

田间最大持水量为23%

土壤含水量 = (烘干前铝盒及土样质量 - 烘干后铝盒及土样质量) / (烘干后铝盒及土样质量 - 烘干空铝盒质量) × 100%

持水量 = (土壤净含水量 / 土壤净重量) × 100%

过量供水L1：土壤含水量为田间最大持水量的80%，即含水量为18.40%

正常供水L2：土壤含水量为田间最大持水量的65%，即含水量为14.95%

中度干旱L3：土壤含水量为田间最大持水量的50%，即含水量为11.50%

严重干旱L4：土壤含水量为田间最大持水量的35%，即含水量为8.05%

于2016年5月14日下午选取已催芽处理(5月8日催芽处理)的露白党参种子均匀撒在各个处理的土壤表面，每个处理50粒种子，用锯末覆盖使其厚

度为 0.5 cm, 将各个处理按照同一个方向依次放置在实验台上, 常温条件下生长, 在试验期间除土壤含水量外其余管理均保持一致。本实验在陕西国际商贸学院实验室进行。于第 4 天(5 月 18 日)起每日早晨(8:00)开始记录试验数据, 待苗齐后定苗(6 月 8 日)并测定各种实验数据, 苗齐后从第 15 天(6 月 23 日)开始测定叶绿素(CHL)含量和丙二醛(MDA)含量。

表 3 实验处理及培养盆编号

Tab. 3 Experimental treatment and cultivating basin serial number				
重复	因素水平: 含水量 (%)			
	L1 (18.40)	L2 (14.95)	L3 (11.50)	L4 (8.05)
1	L1-1	L2-1	L3-1	L4-1
2	L1-2	L2-2	L3-2	L4-2
3	L1-3	L2-3	L3-3	L4-3

1.3.4 萌发期发芽率测定 于第 3 天(4 月 25 日)开始每天上午 8:00 观察统计种子发芽情况并作详细记录, 记录指标有:

发芽数以幼芽长度为种子长度一半作为种子萌发标准记数

$$\text{发芽率 (ER, \%)} = (\text{正常发芽粒数} / \text{供试种子总数}) \times 100\%$$

$$\text{发芽势 (EP, \%)} = (\text{出苗高峰期种子出苗数} / \text{供试种子总数}) \times 100\%$$

1.3.5 幼苗期试验出苗率、出苗指数、活力指数、发芽势测定 种子萌发期每天观察并记载种子出苗数, 苗齐后每个培养盆定株 18 株(以出苗数最少的为定株依据), 定期用游标卡尺测量其苗高、茎粗、单株鲜重、全株全叶面积(长 × 宽 × 0.75)。最后计算发芽率、发芽势、出苗指数^[11-13]、活力指数^[14-15]等指标。

$$\text{出苗率 (ER, \%)} = (\text{正常出苗粒数} / \text{供试种子总数}) \times 100\%$$

$$\text{出苗指数 (EI)} = \sum (G_t/D_t), \text{式中, } G_t \text{ 为第 } t \text{ 天的出苗数, } D_t \text{ 为相应出苗天数}$$

$$\text{活力指数 (VI)} = \text{种苗长度} \times \text{出苗指数}$$

$$\text{发芽势 (EP, \%)} = (\text{出苗高峰期种子出苗数} / \text{供试种子总数}) \times 100\%$$

1.3.6 叶绿素 (CHL) 含量测定 方法: 丙酮乙醇混合液法提取叶绿素将丙酮、无水乙醇按体积 1:1 比例配成混合浸提液。将党参叶片洗净、吸干、去大叶脉, 称取 0.100 0 g, 剪成细丝置于研钵, 加入丙酮乙醇混合液及适当的石英砂和碳酸钙研磨匀浆过滤(用 80% 体积的丙酮洗研钵及残渣, 合并滤液), 滤

液用 80% 丙酮定容至 10 ml, 将浸提液移至加塞试管中于室温(10 ~ 30℃)条件下浸提 48 h, 每隔 8 h 上下轻摇试管。将浸提液稀释 1 000 倍后测 A₆₄₅ 和 A₆₆₃(A₆₆₃ 和 A₆₄₅ 分别为叶绿素溶液在波长 663 nm 和 645 nm 处的光密度)。

$$A_{663} = 82.04C_a + 9.27C_b$$

$$A_{645} = 16.75C_a + 45.60C_b$$

$$C_a = 12.7A_{663} - 2.69A_{645}$$

$$C_b = 22.9A_{645} - 4.68A_{663}$$

$$C_{a+b} = 20.2A_{645} + 8.02A_{663}$$

式中, C_a、C_b 分别为叶绿素 a 和叶绿素 b 的浓度, C_{a+b} 表示总浓度, 单位 mg/L。

叶绿素含量 (mg/L 或 mg/dm) = (C × V) × 1 000/A, A 为取样鲜重 (g), 1 000 为稀释倍数。

按以上方法计算叶绿素含量。

1.3.7 丙二醛 (MDA) 含量测定 MDA 的提取: 称 2.000 0 g 叶片于研钵, 加入 10% 三氯乙酸 (TCA) 2 ml 及少量石英砂, 研磨; 进一步加入 8 ml TCA 充分研磨后将匀浆转入试管中, 接着把匀浆液以 4 000 r/min 离心 10 min, 其上清液即为 MDA 提取液。

MDA 显色反应及测定: 取 2 ml MDA 提取液(对照组取 2 ml 蒸馏水), 再加 2 ml 0.6%TBA 溶液混匀, 在试管上加棉塞, 置于沸水中加热 15 min, 迅速从水浴锅中拿出冷却, 以 4 000 r/min 离心 15 min, 于波长 532 nm 和 450 nm 下测定吸光值 (OD 值)。

$$\text{MDA 浓度 (}\mu\text{mol/L)} = 6.45\text{OD}_{532} - 0.56\text{OD}_{450} \text{ (OD}_{450}\text{、OD}_{532} \text{ 分别代表 450 nm 和 532 nm 下的吸光值)}$$

1.4 统计分析

试验数据采用 Excel 2007 分析和制图。

2 结果与分析

2.1 不同 PEG 浓度对党参种子萌发期发芽率与发芽势的影响

本试验中, 对照组 CK (M1) 为蒸馏水, 故 PEG 浓度为 0, 党参种子的发芽率随时间推移呈增长趋势, 处理后第 11 天(6 月 30 日)增长趋势趋于稳定; 处理 1 (M2) 中党参种子发芽率在处理第 11 天(6 月 30 日)增长趋势趋于稳定; 处理 2 (M3) 中党参种子的发芽率在处理第 11 天(6 月 30 日)增长趋势趋于稳定且生长趋势并不明显; 处理 3 (M4) 和处理 4 (M5) 中党参种子发芽率为 0, 不记入图中(如图 1 所示)。

图 1 表明: 随着 PEG 浓度的增加, 党参种子的发芽率逐渐降低, 当 PEG 浓度达到 20% 时抑制党参种子发芽。

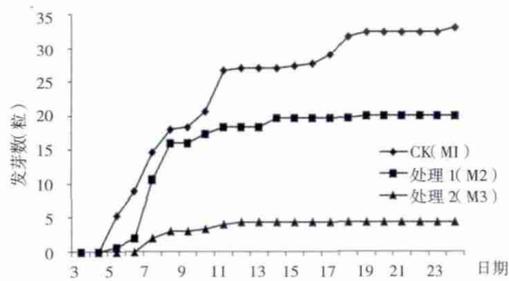


图1 不同PEG浓度下党参种子发芽率动态变化图

Fig. 1 Under different concentrations of PEG *Codonopsis* seed germination rate dynamic variation

在不同PEG浓度下,党参种子在第7天发芽势达到最高。PEG浓度为0时,发芽势为12%;PEG浓度为10%时,发芽势为18%;PEG浓度为15%时,发芽势为4%;PEG浓度在20%~25%时,发芽势均为0。从图2可以得到:当PEG浓度为10%时,党参种子的发芽势最大,有利于党参种子的发芽(如图2所示)。

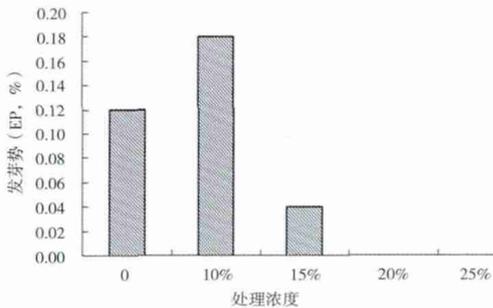


图2 不同PEG浓度下党参种子发芽势柱状图

Fig. 2 Under different concentrations of PEG *Codonopsis* seed germination potential histogram

通过党参种子萌发期试验显示:处理3(M4,PEG含量为20%)和处理4(M5,PEG含量为25%)为高浓度溶液,种子的发芽数为0;随着PEG浓度的增加党参种子的发芽数在逐渐降低,当浓度达到20%时抑制种子的发芽,所以建议在党参种植时不能在与PEG浓度为20%相对应干旱程度的田地中种植。

2.2 不同土壤中水分含量对党参幼苗期出苗率(ER)、出苗指数(EI)、活力指数(VI)、发芽势(EP)、茎粗、苗高、主根长及总叶面积的影响

发芽率、发芽势和发芽指数均可反映种子发芽的速度和整齐度,是衡量种子发芽质量的重要指标^[16],这些指标被广泛应用于种子活力测定中。随着土壤中水分含量的降低,各处理间党参种子的出苗率同样降低;同一处理下,随着时间推移,党参种子的出苗数呈现“慢-快-慢”变化趋势,最终保持不变。(如

图3所示)。

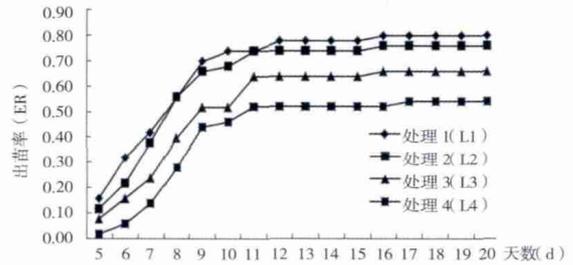


图3 不同土壤水分含量处理下党参种子出苗率

Fig. 3 Under different soil moisture content processing *Codonopsis* seed germination rate

通过幼苗期试验得出:党参种子出苗指数和活力指数随着土壤中水分含量的降低而大幅度降低(见表4、表5)。

表4 不同土壤水分含量处理下党参出苗指数(EI)

Tab. 4 Under different soil moisture content processing *Codonopsis* emergence index(EI)

处理	EI
处理1(L1)	5.7296
处理2(L2)	5.2920
处理3(L3)	4.3127
处理4(L4)	3.3002

表5 不同土壤水分含量处理下党参出苗活力指数(VI)

Tab. 5 Under different soil moisture content processing *Codonopsis* emergence vigor index(VI)

处理	VI
处理1(L1)	13.2353
处理2(L2)	11.2190
处理3(L3)	8.5392
处理4(L4)	3.4322

通过幼苗期试验得出:在不同土壤水分含量处理下,党参种子发芽势在第8天达到最高。当土壤中水分含量为14.95%时,党参种子的发芽势最大,有利于党参种子的发芽(如图4)。

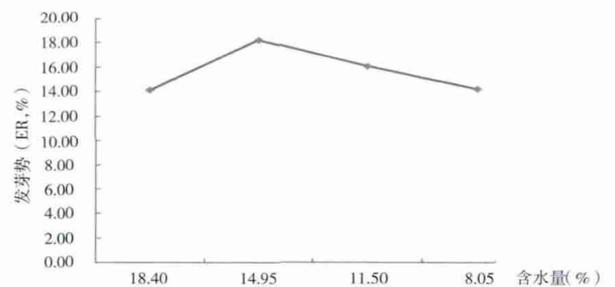


图4 不同土壤水分含量处理下党参种子发芽势

Fig. 4 Under different soil moisture content processing *Codonopsis* seed germination potential

随着土壤中水分含量的降低,党参植株的茎粗、苗高、总叶面积都逐渐降低(如图5、图6、图7)。

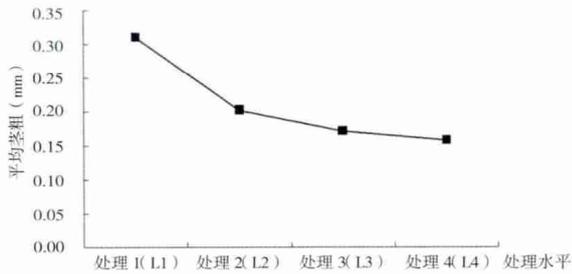


图 5 不同土壤水分含量处理下党参平均茎粗

Fig. 5 Under different soil moisture content processing average *Codonopsis* diameter

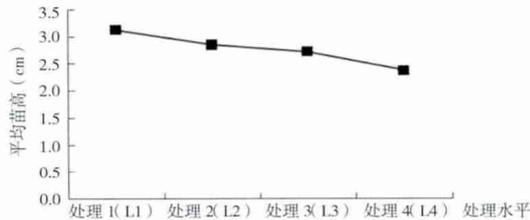


图 6 不同土壤水分含量处理下党参平均苗高

Fig. 6 Under different soil moisture content processing average *Codonopsis* seedling height

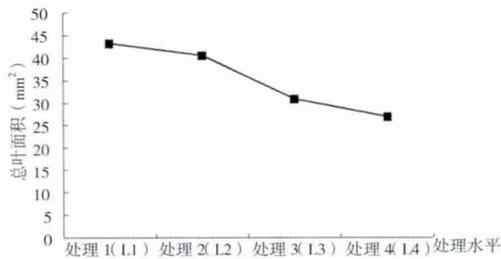


图 7 不同土壤水分含量处理下党参平均总叶面积

Fig. 7 Under different soil moisture content processing average *Codonopsis* total leaf area

根长作为判断壮苗和弱苗的度量衡^[17],使得测定党参主根长显得尤为重要。党参植株的平均主根长随着土壤中水分含量的降低而升高,当土壤中水分含量降低至中度干旱(水分含量为 11.50%)时主根长达到最大;而当土壤中水分含量进一步降低至严重干旱程度(水分含量为 8.05%)时,主根长低于正常供水(水分含量为 14.95%)和中度干旱(水分含量为 11.05%)时的主根长而高于过量供水(水分含量为 18.40%)时的主根长。这一数据表明:随着土壤中水分含量的降低,党参的主根继续向下生长而吸收更多的水分,但当超过某一临界值时,土壤中水分含量不足以使党参主根进一步生长;当水分含量过高时,抑制党参主根有氧呼吸,生长速率缓慢,主根长小于正常供水时的主根长(如图 8)。

2.3 不同土壤中水分含量对党参叶片中叶绿素(CHL)、丙二醛(MDA)含量的影响

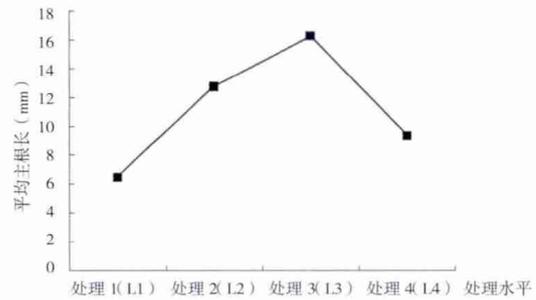


图 8 不同土壤水分含量处理下党参平均主根长

Fig. 8 Under different soil moisture content processing *Codonopsis* length of average taproot per

根据水分对党参叶片中叶绿素含量的影响图可得到:党参叶中叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素 a+b 的含量随着水分含量的降低而降低;各处理中叶绿素的含量都比对照组低,叶绿素含量降低的程度与干旱胁迫程度成正相关(图 9)。

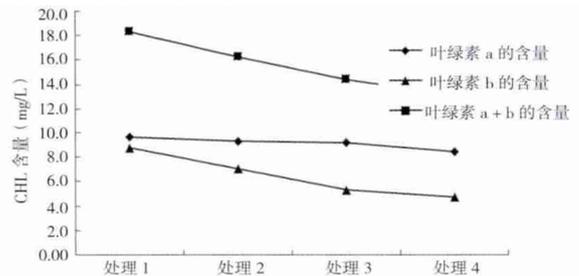


图 9 不同土壤水分含量处理下党参叶片中叶绿素含量

Fig. 9 Under different soil moisture content processing chlorophyll content in *codonopsis* leaves

据图可得:随着土壤水分含量的降低,党参叶片中丙二醛的含量逐渐增加;党参在一定干旱程度下,随着干旱程度的增加,作为植物抗逆性指标之一的丙二醛的含量也在增加(如图 10)。

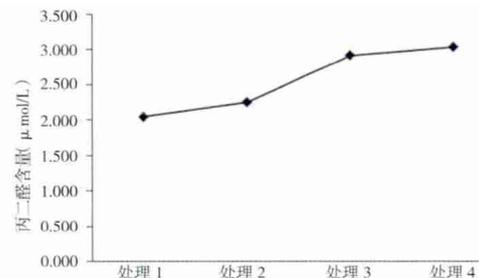


图 10 不同土壤水分含量处理下党参叶片中丙二醛含量

Fig. 10 Under different soil moisture content processing malondialdehyde content in *Codonopsis* leaves

综上所述:随着 PEG 浓度的增加,党参种子的发芽率逐渐降低;当 PEG 浓度为 10% 时,党参种子的发芽势最大,有利于党参种子的发芽;当 PEG 浓度达到 20% 时抑制党参种子发芽。随着土壤中水分 (下转第 27 页)

96孔板。培养24h后换含有受试药物的培养基，并于给药后24h加入MTT，液培养4h，吸去上清，沉淀以DMSO振荡使溶解，测定各孔吸光度(A)值。观察化合物1对于4种癌细胞的影响，设计浓度梯度，在490nm的检测波长下通过软件计算出化合物1的IC₅₀值分别为158.13、159.27、113.51、556.40 μg/ml。化合物1表现出了一定的抗肿瘤活性。

5 讨论

肿瘤已经成为严重威胁人类健康的因素，因此，肿瘤也成为了世界研究的重点。目前，能有效治疗肿瘤的药物依然寥寥无几，并且具有极强的副作用。虽然对肿瘤的作用机制也在研究推进，然而仍然没有寻找到更加直接有效并且相对经济的替代品。本实验对峨参石油醚部成分研究得到了一个新的化合物，丰富了峨参化学成分的研究，并首次对该化合物进行了抗肿瘤活性研究，证明该化合物对肿瘤具有一定的抑

制作用，充实了峨参化学成分对肿瘤抑制作用方面的研究，进一步为峨参的临床应用提供了依据。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局. 中华本草 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999.
- [2] Hendrawati O, Hille J, Woerdenbag H J, et al. In vitro regeneration of wild chervil (*Anthriscus sylvestris* L.) [J]. In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant, 2012, 48: 355-361.
- [3] Jeong G S, Kwon O K, Park B Y, et al. Lignans and coumarins from the roots of *Anthriscus sylvestris* and their increase of caspase-3 activity in HL-60 cells [J]. Biological & Pharmaceutical Bulletin, 2007, 30: 1340-1343.
- [4] Tozaburo K, Masao K, Shigenori S, et al. Studies on the Constituents of *Anthriscus sylvestris* Hoffm. I. On the Components of the Radix [J]. Pharmaceutical Society of Japan, 1978, 98(12): 1586-1591.
- [5] Ryuji I, Tsuneatsu N, Hikarun O, et al. Antiproliferative Constituents in Umbelliferae Plants. III. Constituents in the Root and the Ground Part of *Anthriscus sylvestris* HOFFM [J]. Chem. Pharm. Bull., 1998, 46(5): 871-874.

收稿日期: 2016-03-30

(上接第12页)

含量的降低，党参种子出苗指数、活力指数、党参植株的茎粗、苗高、总叶面积都大幅度降低；当土壤中水分含量为14.95%时，党参种子的发芽势最大，有利于党参种子的发芽。随着土壤中水分含量的降低，党参的主根长度增加，但当土壤中水分含量低于某一临界值时，党参主根长度不再增加；当水分含量过高时，党参主根长度减小。党参叶中叶绿素a、叶绿素b的随着土壤中水分含量的降低而降低；各处理中叶绿素的含量都比对照组低，叶绿素含量降低的程度与干旱胁迫程度成正相关。党参叶片中丙二醛的含量在一定干旱程度下随着土壤中水分含量的降低而逐渐增加。

3 讨论

3.1 PEG浓度梯度的设计不够完善

在党参种子萌发期试验设计中，PEG浓度梯度最大值设计过高，最终导致PEG浓度较高的两个处理未能正常萌发。出现这种现象的原因有可能是高浓度的PEG溶液抑制了党参种子的萌发，也有可能是高浓度PEG溶液使其中毒死亡，具体结论需要进一步研究。

3.2 道地性对党参幼苗期的生理指标测定有重要的意义

对于中药材来说，其道地性极为重要。由于在本次试验并非党参的道地产区，对党参幼苗期生理指标的测定结果具有一定的影响。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部) [S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 264-265.
- [2] 何宝刚. 党参种苗繁育技术 [J]. 甘肃农业科技, 2010(9): 57-58.
- [3] 赵国锋, 张丽萍, 武滨, 等. 山西党参规范化种植技术研究及SOP的制定 [J]. 现代中药研究与实践, 2006, 20(6): 13-16.
- [4] 何春雨, 张延红. 党参栽培技术研究进展 [J]. 中国农学通报, 2005, 21(12): 295-298.
- [5] 马建民. 陇西白条党参栽培技术 [J]. 甘肃农业科技, 2009(6): 64-65.
- [6] 杨扶德, 李成义. 党参历代本草考证 [J]. 中国中医信息杂志, 2007(2): 234-267.
- [7] 何春雨, 张延红, 蒲海明. 甘肃道地党参生长动态研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(4): 285-288.
- [8] Bai C Q, Song Y F, Wang D T, et al. Inhibitory effect of *Astragalus* and *Codonopsis* extraction endothelial cell migration induced by lung cancer cell [J]. Medical Journal of the Chinese People's Armed Police Forces, 2008; 19(6): 505-507.
- [9] Zheng J H, Zhang Z G. Cultivation of rhubarb [J]. J Beijing Medical University, 1993, 25(5): 148.
- [10] Klein J L D, Roberts J D, George M D, et al. Swainsonine protects both murine and human haematopoietic system from chemotherapeutic toxicity [J]. British Journal of Cancer, 1999, 80(12): 87-95.
- [11] 石有太, 陈垣, 郭凤霞, 等. 掌叶大黄种子灌浆动态及其发芽特性研究 [J]. 草业学报, 2009, 18(3): 178-183.
- [12] 石有太, 陈垣, 郭凤霞, 等. 掌叶大黄籽粒营养物质积累动态及其发芽特性研究 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(15): 1979-1983.
- [13] 屠彩芸, 郭凤霞, 李新荣. 种子预处理对唐古特白刺出苗和幼苗生长的影响 [J]. 中国沙漠, 2011, 31(4): 981-986.
- [14] 中国农业科学院作物品种资源研究所. 作物品种资源研究方法 [M]. 北京: 农业出版社, 1985: 171-184.
- [15] 余玲, 王彦荣, 孙建华. 环境胁迫对布顿大麦种子萌发及种苗生长发育的影响 [J]. 草业学报, 2002, 11(2): 79-84.
- [16] 颜启传. 种子检验原理与技术 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2006.
- [17] Shi S M, Zhang Q S, Wang B S. Determination of sennoside A in sennaby HPLC [J]. Chin Pharm Anal, 2002, 22(1): 24-26.

收稿日期: 2016-11-02

(编辑: 张宝成)