

不同种源银柴胡种子质量及幼苗 抗逆性综合评价

马玲芳¹, 叶旭波², 张亮², 代晓华²

(1. 宁夏农垦事业管理局农林牧技术推广服务中心, 宁夏 银川 750000; 2. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 为研究不同种源银柴胡种子质量及抗逆性, 为道地产区银柴胡规模化种植提供优质种源材料。测定来自不同种源地的 13 份银柴胡种子材料的千粒重、种子活力、不同温度下的发芽率等种子质量指标, 以及大田试验植株幼苗的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、丙二醛(MDA)、膜透性、脯氨酸(Pro)、可溶性蛋白等抗逆生理指标, 对种子质量指标和幼苗抗逆生理指标进行主成分综合评价。结果表明, 13 份银柴胡种源材料中 85% 的种子生活力在 95% 以上, 62% 的种子千粒重在 1.45~1.65 g, 种子最适发芽温度为 20~25 °C。13 份银柴胡种源材料综合排名依次为 3 号、1 号、5 号、2 号、9 号、11 号、7 号、10 号、4 号、8 号、13 号、6 号、12 号。综合排名靠前的有种源 3 号、1 号、5 号、2 号, 说明这 4 个种源银柴胡种子质量较好、抗逆性强。

关键词: 银柴胡; 种子质量; 抗逆性; 综合评价

中图分类号: S567.79

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2022)02-0175-07

doi:10.3969/j.issn.2097-2172.2022.02.016

Comprehensive Evaluation of Seed Quality and Seedling Stress Resistance of *Stellaria dichotoma* L. var. *lanceolata* Bge. from Different Provenances

MA Lingfang¹, YE Xubo², ZHANG Liang², DAI Xiaohua²

(1. Agriculture, Forestry and Animal Husbandry Technology Extension Service Centre of Ningxia Agricultural Reclamation Administration, Yinchuan Ningxia 750000, China; 2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan Ningxia 750021, China)

Abstract: To study the seed quality and stress resistance of *Stellaria dichotoma* L. var. *lanceolata* Bge. from different provenances and to provide high-quality provenance materials for large-scale cultivation of *Stellaria dichotoma* in genuine producing area, this study measured seed quality indicators such as thousand-seed weight, seed viability, and germination rate at different temperatures on 13 samples of *Stellaria dichotoma* seed material collected from different provenances, as well as field tests to determine plant physiological indicators of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD), catalase (CAT), malondialdehyde (MDA), membrane permeability, proline (Pro) and soluble proteins. Principal component comprehensive evaluation was performed on the seed quality indexes and physiological stress indexes of seedling of *Stellaria dichotoma*. Results showed that among the 13 materials of *Stellaria dichotoma*, 85% of the seeds had a viability of more than 95%, 62% of the seeds had thousand-seed weights of 1.45 to 1.65 g, and the optimal germination temperature of the seeds was 20 to 25 °C. 13 *Stellaria dichotoma* materials were ranked comprehensively as No. 3 > No. 1 > No. 5 > No. 2 > No. 9 > No. 11 > No. 7 > No. 10 > No. 4 > No. 8 > No. 13 > No. 6 > No. 12. Top rankings were provenances No. 3, No. 1, No. 5, and No. 2, indicating that these four provenances have good seed quality and strong resistance.

Key words: *Stellaria dichotoma* L. var. *lanceolata* Bge.; Seed quality; Stress resistance; Comprehensive evaluation

银柴胡为石竹科繁缕属多年生草本植物银柴胡(*Stellariadichotoma* L. var. *lanceolata* Bge.)的干燥

根, 据历版中国药典记载, 大约有 400 多年的药用历史, 是制作传统中成药乌鸡白凤丸的主要原

收稿日期: 2022-03-29

基金项目: 宁夏回族自治区育种专项(2014-327)。

作者简介: 马玲芳(1993—), 女, 宁夏彭阳人, 助理农艺师, 硕士, 主要从事农业技术推广工作。Email: 1437512444@qq.com。

通信作者: 代晓华(1968—), 女, 宁夏银川人, 教授, 主要从事作物高产优质栽培研究工作。Email: 1204623750@qq.com。

料之一^[1]。其性微寒，味甘，有大毒；归肝、胃经；具有清虚热，除疳热之功效，用于阴虚发热、骨蒸劳热、小儿疳热及癌症引起的虚热等症^[2]。银柴胡多生长于干旱少雨的荒漠、半荒漠草原区，极耐干旱、耐贫瘠、耐寒，忌涝。我国野生银柴胡主要分布在宁夏、内蒙古、陕西以及甘肃等省（自治区）毗邻的干旱少雨的荒漠草原区域^[3]。近年来，随着中药材种植行业的快速发展，人工种植得以广泛推广，种子需求量越来越大，但市场上的银柴胡种子质量参差不齐，严重影响银柴胡的质量与产量。目前就不同种源银柴胡种子质量及抗逆性综合评价研究未见报道。本文旨在通过分析不同种源银柴胡种子质量指标和幼苗抗逆生理指标，为适生地区银柴胡规模化种植提供优质种源材料。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验设在宁夏吴忠市同心县王团镇旱作节水示范科技园区，该地处于东经 105° 59′，北纬 36° 51′，年均温 8.6℃，年均降水量 273 mm，年均蒸发量 2 325 mm，属中温带干旱、半干旱大陆性气候。

1.2 供试材料

共选用采自不同种源地的 13 份人工栽培银柴胡(编号 1~13)种质资源，于 2017 年秋从不同种植地收集种子，于 2018 年春种植于宁夏同心县王团镇旱作节水示范园区。抗逆生理指标测定所用叶片于 2018 年 7 月 22 日采自田间。所有植株经

宁夏大学农学院李晓伟教授鉴定均为石竹科植物银柴胡(*Sterllariadichotoma* L. var. *Lanceolate* Bge.)。其来源地和编号见表 1。

1.3 试验方法

试验采用单因素随机区组设计，13 份种源材料随机排列。小区宽 2.5 m，长 3.0 m，面积为 7.5 m²，行距 50 cm，株距 6 cm，播深 2 cm，田间管理项目水平与一般大田生产水平相同，3 次重复。2019 年秋收获后测定以下种子质量指标。

1.3.1 种子千粒重测定 依据《GB/T 3543.7 农作物种子检验规程》。种子经过净度分析后，随机取 1 000 粒称重，重复 3 次，取平均值。当任意 2 份种子千粒重的差数与平均数之比不应超过 5%，如果超过，则需重新测定，直至达到要求。

1.3.2 种子生活力测定 采用 TTC 染色法^[4]。从充分混匀的银柴胡净种子中随机取 150 粒，每 50 粒为 1 个重复。将待测种子在室温条件下预湿处理 30 min，然后用刀片将种子沿中轴纵切(两部分均含胚及胚芽)，置于装有 0.2% TTC 溶液的培养皿中染色，置 40℃ 恒温箱，1 h 后取出，观察种子胚及子叶的着色情况，2/3 着色和全着色的种子为有生活力的种子，其余为无活力种子，统计计数。

1.3.3 种子发芽率测定 在光照培养箱内进行，全光照，采用滤纸床发芽法^[5]。将种子放置在铺有 3 层滤纸的 9 cm 培养皿中，每皿 50 粒种子，分别在 20℃、25℃、30℃ 条件下培养，3 次重复。试验开始后第 3、7 天记数发芽数(以胚根突

表 1 银柴胡编号及其种源地

| 种源编号 | 采样地 | 经纬度 |
|------|---------------|---------------------------------|
| 1 | 宁夏同心县下马关乡五星墩村 | 106° 26′ 21.87″, 37° 03′ 50.34″ |
| 2 | 宁夏同心县马高庄乡赵家树村 | 106° 22′ 52.87″, 36° 54′ 47.59″ |
| 3 | 宁夏同心县王团镇大沟沿村 | 106° 01′ 46.34″, 36° 52′ 53.70″ |
| 4 | 宁夏红寺堡大河乡碱井村 | 105° 57′ 51.24″, 37° 24′ 1.03″ |
| 5 | 宁夏同心县豫旺镇郭阳洼村 | 106° 15′ 52.87″, 36° 55′ 13.28″ |
| 6 | 宁夏同心县豫旺镇南关村 | 106° 26′ 49.59″, 37° 06′ 22.96″ |
| 7 | 宁夏同心县豫旺镇贺家塬村 | 106° 19′ 36.55″, 36° 47′ 7.40″ |
| 8 | 宁夏同心县王团镇科技园区 | 105° 59′ 40.76″, 36° 51′ 58.05″ |
| 9 | 宁夏同心县王团镇北村 | 105° 54′ 37.75″, 36° 58′ 49.96″ |
| 10 | 宁夏彭阳县城阳乡沟圈村 | 106° 54′ 25.20″, 35° 47′ 41.48″ |
| 11 | 宁夏彭阳县城阳乡涝池村 | 106° 49′ 15.51″, 35° 50′ 5.27″ |
| 12 | 宁夏同心县预旺镇 | 106° 22′ 18.70″, 36° 49′ 47.04″ |
| 13 | 甘肃省陇西县 | 104° 37′ 55.64″, 35° 00′ 17.85″ |

破种皮大于1 mm为发芽标准)。

发芽势=(第3天发芽种子数/供试种子数)×100%

发芽率=(第7天发芽种子数/供试种子数)×100%

1.3.4 抗逆性生理指标测定 取各种源长势一致植株的健康叶片装入密封袋,低温冷藏带回实验室,称取适量叶片用于生理指标的测定,每个指标3次重复。超氧化物歧化酶(Superoxidedismutase, SOD)活性测定采用NBT还原法^[6],过氧化氢酶(Catalase, CAT)活性测定采用紫外吸收法^[7],膜透性测定采用相对电导率(REC)法^[7],过氧化物酶(Peroxidase, POD)活性测定采用愈创木酚法^[6],丙二醛(Malondialdehyde, MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[6],脯氨酸(Proline, Pro)含量测定采用酸性茚三酮法^[8],可溶性蛋白(Soluble protein content, SP)含量测定采用考马斯亮蓝法^[7]。

1.4 数据分析

采用SAS 9.4对试验数据进行分析,Microsoft Excel 2010绘制图表,Origin 2018作图,DPS 7.05作主成分分析。

2 结果与分析

2.1 银柴胡种子质量结果分析

2.1.1 种子千粒重 千粒重是种子饱满程度和成熟度的反映。如图1所示,不同种源银柴胡种子千粒重有显著差异,13份种源材料的种子千粒重为1.32%~1.97%,平均1.56 g。种源12号千粒重最大,为1.97 g,高于平均值26.28%,与其他种源差异性显著;其次是种源7号,为1.69 g,高于

平均值8.33%,与其他种源有显著差异;种源11号千粒重最小,为1.32 g,低于平均值15.38%。千粒重在1.45~1.65 g的种子供试种源材料的62%,说明银柴胡种子千粒重主要集中在该范围内。

2.1.2 种子生活力 如图2所示,不同种源银柴胡种子活力有显著差异,13份种源材料中,种子活力为62%~100%,活力平均值为94%。种源12号种子活力仅为62%,低于平均活力34.04%,与其他种源差异显著;12份种源材料种子活力在90%以上,11份种源材料种子活力在95%以上。种源9号种子活力达到100%,与种源8号、12号差异显著;种源8号低于平均值1.42%。13份种源银柴胡中,除种源8号、9号、12号,其他种源种子活力无显著差异。

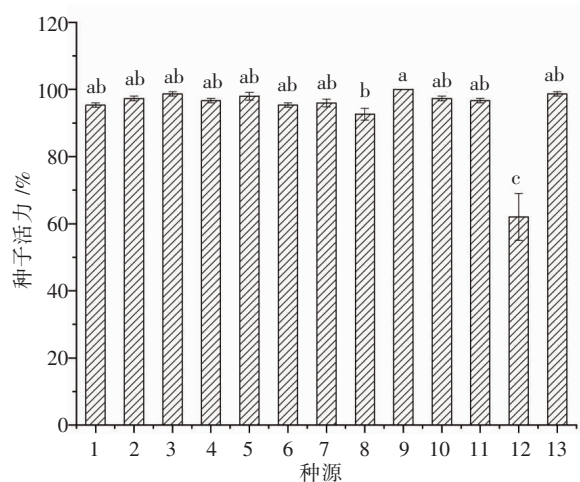


图2 不同种源银柴胡种子活力

2.1.3 不同温度下种子发芽率 如图3所示,不同种源银柴胡种子在不同温度下发芽率表现不一

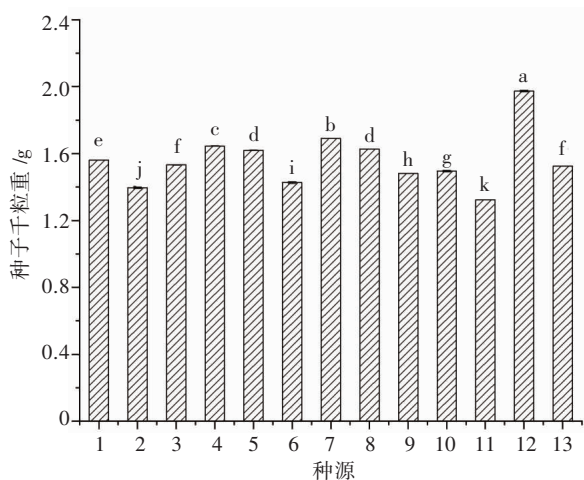


图1 不同种源银柴胡种子千粒重

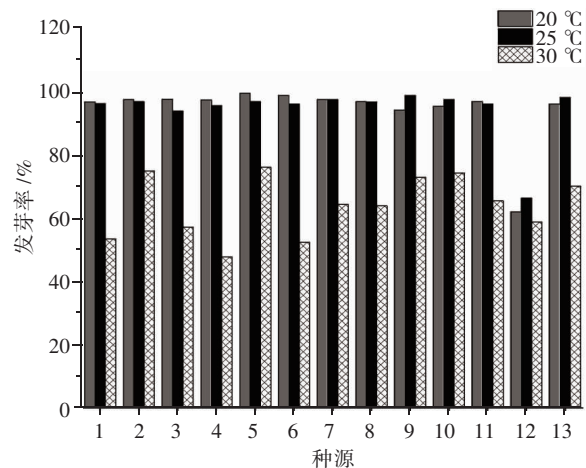


图3 不同温度下不同种源银柴胡种子发芽率

致, 整体表现为 20 ℃ > 25 ℃ > 30 ℃, 且在 30 ℃ 时的发芽率明显低于 20 ℃ 和 25 ℃, 说明不同种源银柴胡种子发芽率对温度的响应不同。

2.2 幼苗抗逆性

2.2.1 膜脂过氧化丙二醛(MDA) 是植物脂质过氧化的产物, 植物受到干旱胁迫时丙二醛含量增加, 影响植物细胞膜透性, 进而影响细胞对离子的吸收和积累, 打破活性氧代谢系统的平衡。丙二醛含量一般与植物抗逆性呈负相关, 其含量高低可以反映植物膜伤害的程度。13 个不同种源银柴胡叶片的抗逆生理指标测定结果如图 4 所示。13 个种源叶片的 MDA 含量差异性较大, 平均值为 18.46 μmol/g, 其中 6 号 MDA 含量最低, 为 13.30 μmol/g, 与其他种源差异性显著; 2 号 MDA 含量最高, 为 22.14 μmol/g, 与 3 号、10 号差异不显著, 与其他种源差异显著。最高值与最低值之间相差 60.07%, 差异显著。

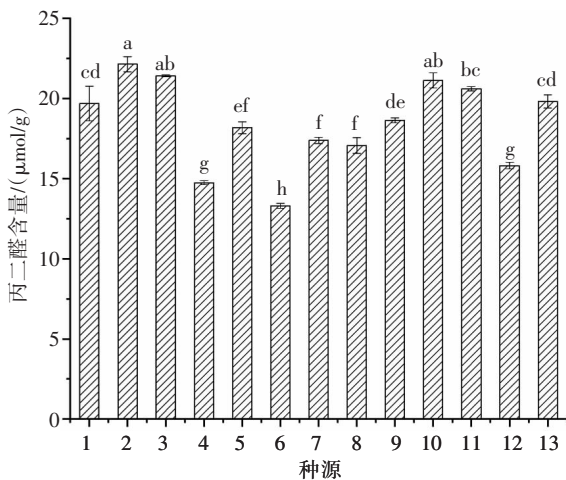


图 4 不同种源银柴胡 MDA 含量

在逆境环境下, 植物膜相对透性会增大, 且膜相对透性与抗逆性呈反比, 在相同环境下, 膜相对透性越小的种源材料抗逆性越强。13 个不同种质资源银柴胡叶片膜透性测定结果如图 5 所示。13 个种源叶片膜透性差异较大, 平均值为 75.01%, 其中 3 号膜透性最小, 为 65.11%, 3 号与 1 号膜透性差异不显著, 与其他种质资源膜透性差异显著; 其次是 1 号和 9 号; 6 号膜透性最大, 为 83.79%。最大值与最小值之间相差 18.68 百分点, 差异显著。

2.2.2 抗氧化酶(CAT) CAT 酶是植物体内的主要保护酶之一, 其活性的大小与植物抗逆性呈正

相关。13 个不同种质资源银柴胡叶片的 CAT 酶活性测定结果如图 6 所示。13 个种源叶片 CAT 酶活性差异性较大, 平均值为 130.98 U/(g·min), 其中 3 号 CAT 酶活性最高, 为 173.62 U/(g·min), 与其他种源差异显著; 其次是 8 号、1 号和 5 号; 4 号 CAT 酶活性最低, 为 77.83 U/(g·min)。最高值与最低值之间相差 55.17%, 差异显著。

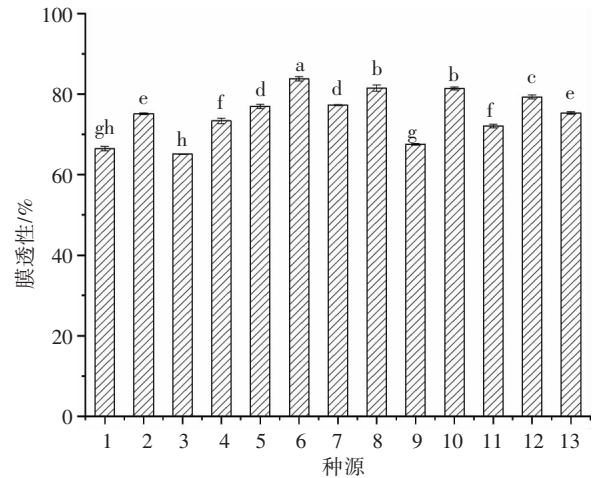


图 5 不同种质资源银柴胡膜透性

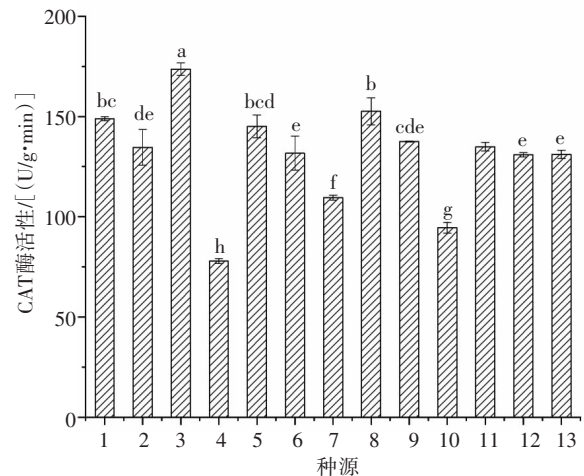


图 6 不同种质资源银柴胡 CAT 酶活性

当植物遭遇干旱环境时, 可通过超氧化物歧化酶(SOD)活性的增强清除积累的超氧化物自由基, 以维持活性氧代谢平衡, 减缓自由基对细胞膜系统的损伤, 使植物在一定程度上抵御干旱, 抗逆性强的植物 SOD 活性越高。13 个不同种质资源银柴胡叶片的 SOD 酶活性测定, 结果如图 7 所示。13 个种源叶片 CAT 酶活性差异性较大, SOD 酶活性的平均值为 289.48 U/g, 其中 2 号 SOD 酶活性最高, 为 397.60 U/g, 2 号与 9 号差异不显著, 与

其他种质资源差异显著;其次是9号和12号;11号SOD酶活性最低,为182.20 U/g。最高值与最低值之间相差54.18%,差异显著。

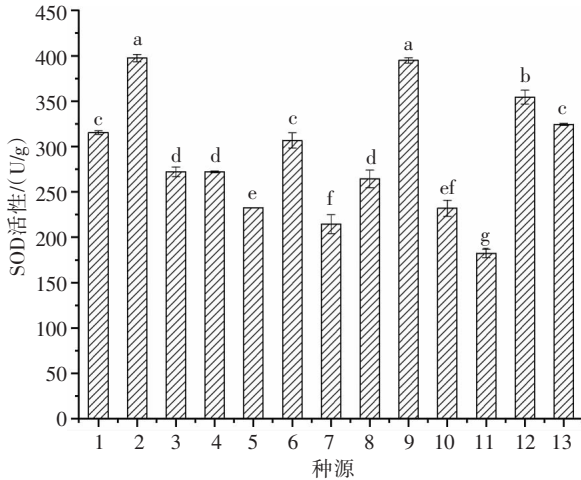


图7 不同种质资源银柴胡SOD酶活性

过氧化物酶(POD)是植物体内一种重要的保护酶,在植物遇到逆境时会产生过氧化物酶来保护植物免受伤害,抗逆性强的植物体内的POD活性也高。13个不同种质资源银柴胡叶片的POD酶活性测定,结果如图8所示。POD酶活性的平均值为1249.81 U/g,其中2号POD酶活性最高,为1840.29 U/g,与其他种质资源差异显著;其次是4号和8号;1号POD酶活性最低,为919.89 U/g。最高值与最低值之间相差50.01%,差异显著。

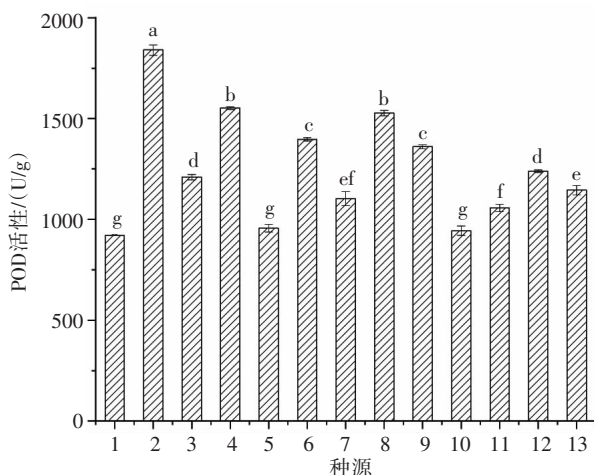


图8 不同种质资源银柴胡POD酶活性

2.2.3 渗透调节物质 脯氨酸(Pro)是植物体内的渗透调节物质,大部分以游离状态出现在植物细胞中,其大量的积累可以降低细胞的渗透压,来维持植物体内的水分平衡,保证生物的正常生长

植物。抗逆性越强,脯氨酸含量积累量越多。13个不同种质资源银柴胡叶片的脯氨酸含量测定结果如图9所示。13个种源叶片Pro含量差异性较大,平均为2.03 $\mu\text{g/g}$,其中3号Pro含量最高,为3.61 $\mu\text{g/g}$,与12号差异不显著,与其他种质资源差异显著;其次是12号和9号;1号Pro含量最低,为0.06 $\mu\text{g/g}$ 。最高值与最低值之间相差98.34%,差异性显著。

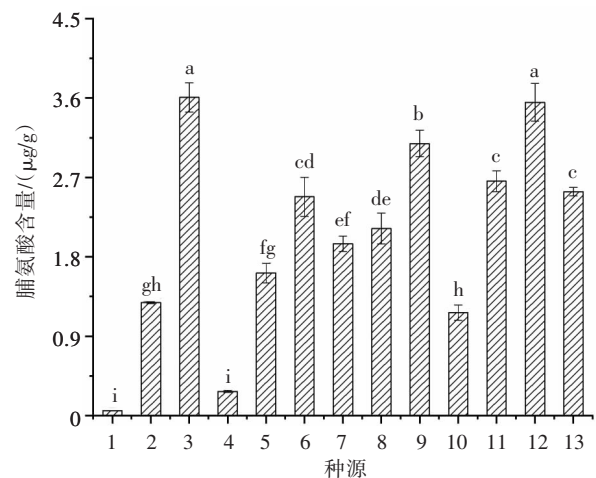


图9 不同种质资源银柴胡脯氨酸含量

植物体内的可溶性蛋白含量的多少可反映植物体内的代谢状况,高含量的可溶性蛋白能使植物细胞保持较低的渗透势,其增加和积累能提高细胞的保水能力,抵御干旱带来的伤害,抗逆性强的品种在受到干旱胁迫时蛋白质合成比较稳定。13个不同种源银柴胡叶片的可溶性蛋白含量测定结果如图10所示。13个种源叶片可溶性蛋白含量差异性较大,平均值为16.72 mg/g,其中7号可溶性蛋白含量最高,为17.62 mg/g,与其他种源差异

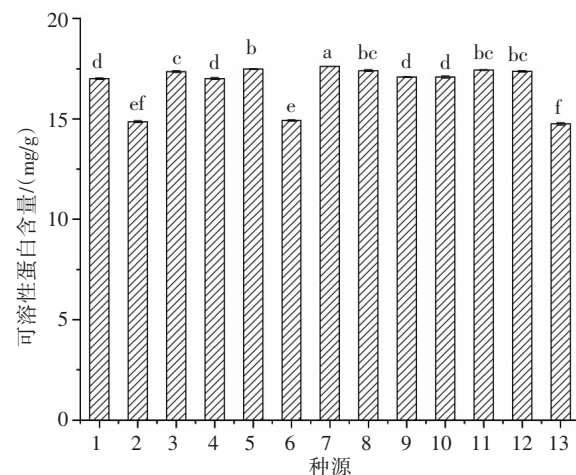


图10 不同种质资源银柴胡可溶性蛋白含量

显著; 13 号可溶性蛋白含量最低, 为 14.75 mg/g, 与种源 2 号无显著差异, 与其他种源差异显著。最高值和最低值之间相差 16.29%, 差异显著。

2.3 主成分分析综合评价

主成分分析是一种多元统计分析方法, 它利用降维(线性变换)的思维, 在信息丢失较少的前提下, 通过线性组合将多个指标转化为几个无关综合指标。在多信息共存的情况下, 对数据进行压缩以消除重叠信息, 简化后的指标应尽可能反映原始指标的主要信息而不丢失信息。对 13 份不同种源银柴胡种子质量指标(千粒重、生活力、发芽率)、抗逆指标(MDA、膜透性、CAT、SOD、POD、Pro、可溶性蛋白)进行主成分分析, 计算其特征值、方差贡献率、累计贡献率, 并根据特征值>1 提取主成分数。从计算结果中提取 4 个主成分 1、2、3、4 的方差贡献率分别为 32.609%、20.416%、16.246%、10.831%, 累计贡献率为 80.102%(表 2), 基本包含了银柴胡质量指标的大部分信息。

表 2 银柴胡综合评价因子的特征值及贡献率

| 主成分 | 特征值 | 方差贡献率 /% | 累计方差贡献率 /% |
|-----|-------|-------------|---------------|
| 1 | 3.261 | 32.609 | 32.609 |
| 2 | 2.042 | 20.416 | 53.025 |
| 3 | 1.625 | 16.246 | 69.271 |
| 4 | 1.083 | 10.831 | 80.102 |
| 5 | 0.757 | 7.571 | 87.673 |
| 6 | 0.503 | 5.029 | 92.703 |
| 7 | 0.312 | 3.119 | 95.822 |
| 8 | 0.272 | 2.718 | 98.540 |
| 9 | 0.132 | 1.318 | 99.858 |
| 10 | 0.014 | 0.143 | 100.001 |

成分特征向量表示各个主成分与各原变量之间的关系, 系数越大对主成分的贡献率越大。由表 3 可得, 主成分 1 反映了发芽率、生活力成分指标, 主成分 2 反映了 CAT 成分指标, 主成分 3 反映了可溶性蛋白成分指标, 主成分 4 反映了 POD、SOD 成分指标。

利用上述 4 个主成分, 对 13 份不同种源银柴胡进行综合质量评价, 各个主成分因子得分、综合得分(公式计算)、排序见表 4。各个种源综合得

分从高到低依次为排序为 3 号、1 号、5 号、2 号、9 号、11 号、7 号、10 号、4 号、8 号、13 号、6 号、12 号, 综合排名靠前的有种源 3 号、1 号、5 号、2 号, 说明这 4 个种源银柴胡种子质量较好、抗逆性强。

表 3 成分得分系数矩阵

| 综合评价 指标 | 主成分 | | | |
|------------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 千粒重 | -0.483 | 0.026 | 0.223 | 0.035 |
| 生活力 | 0.526 | -0.053 | 0.117 | -0.006 |
| 发芽率 | 0.506 | -0.107 | 0.139 | 0.042 |
| CAT | 0.057 | 0.520 | -0.298 | 0.290 |
| MDA | 0.282 | 0.385 | -0.086 | -0.174 |
| POD | 0.029 | -0.304 | -0.276 | 0.682 |
| SOD | 0.014 | 0.124 | 0.492 | 0.633 |
| 膜透性 | -0.237 | -0.472 | -0.054 | -0.069 |
| Pro | -0.246 | 0.351 | -0.437 | 0.092 |
| 可溶性蛋白 | -0.184 | 0.336 | 0.556 | -0.050 |

表 4 银柴胡主成分因子得分及排序

| 种源 编号 | 主成分 | | | | 综合 得分 | 排序 |
|----------|--------|--------|--------|--------|----------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 0.878 | 1.091 | 0.633 | -1.088 | 0.490 | 2 |
| 2 | 1.873 | -0.828 | -1.222 | 1.705 | 0.445 | 4 |
| 3 | 1.041 | 2.989 | 0.097 | 1.192 | 1.088 | 1 |
| 4 | -0.016 | -2.576 | 1.763 | 0.305 | -0.205 | 9 |
| 5 | 0.151 | 0.619 | 1.606 | 0.141 | 0.446 | 3 |
| 6 | -0.045 | -2.204 | -1.434 | 0.702 | -0.608 | 12 |
| 7 | -0.459 | -0.094 | 1.826 | 0.093 | 0.132 | 7 |
| 8 | -0.586 | -0.325 | -0.493 | 0.694 | -0.261 | 10 |
| 9 | 0.594 | 0.794 | -0.049 | 0.740 | 0.428 | 5 |
| 10 | 0.482 | -1.053 | 1.026 | -1.670 | -0.071 | 8 |
| 11 | 1.094 | 1.198 | -0.602 | -1.122 | 0.381 | 6 |
| 12 | -5.830 | 0.688 | -0.705 | 0.005 | -1.899 | 13 |
| 13 | 0.823 | -0.299 | -2.447 | -1.696 | -0.366 | 11 |

3 讨论与结论

种子是作物生产的关键要素之一, 种子质量对农作物的经济效益起决定性作用。本研究发现, 不同种源银柴胡种子千粒重有差异, 这与陈克克等^[9]对苍术种子的研究一致。13 份不同种源材料中, 11 份种子生活力在 95%以上, 种源 9 号种子活力达到 100%, 说明 12 份银柴胡种质资源在贮存过程中能保持较高的活力。种源 12 号种子活力

为 62%, 说明种源 12 号在贮存过程中容易失去活力, 可能与种子自身含水量有关, 也可能与贮存温度有关。不同种源银柴胡最适发芽温度为 20 ℃ ~ 25 ℃, 这与彭励等^[10]、马玲芳等^[11]的研究一致。

丙二醛(MDA)是具有细胞毒性的物质, 能与膜结构上的蛋白质和酶结合、交联而使之失去活性, 从而破坏膜结构。本研究中, 13 个不同种源银柴胡丙二醛(MDA)累积量和膜透性在 2 年中均表现出显著差异, 种源 6 号、4 号、12 号丙二醛(MDA)含量较低, 种源 3 号、1 号、9 号膜透性较低, 即种源 1 号、3 号、4 号、6 号、9 号、12 号抗逆性相对较强, 与郎多勇等^[12]研究一致。在适度干旱胁迫下, 银柴胡保持一定的抗渗透胁迫能力, 保护膜的稳定。

超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)相互协同作用防御植物细胞膜脂过氧化, 从而使细胞膜免受其伤害, 进而增强植物的抗逆性。本研究结果显示。13 个不同种源银柴胡叶片 CAT 酶活性、SOD 酶活性、POD 酶活性有显著差异。种源 3 号、8 号、1 号、5 号 CAT 酶活性较高, 种源 2 号、9 号、12 号 SOD 酶活性较高, 种源 2 号、4 号、8 号 POD 酶活性较高, 即种源 1 号、2 号、3 号、4 号、5 号、8 号、9 号、12 号抗逆性相对较强, 与周丽等^[13]、马玲芳^[14]的研究结果一致, 银柴胡在适度逆境环境中保持一定清除活性氧的能力, 表现出一定的抗逆境性能。

植物体内渗透调节物质的积累是植物响应干旱最直接的方式之一。本研究结果显示 13 个不同种源银柴胡叶片脯氨酸(Pro)、可溶性蛋白含量有显著差异, 种源 3 号、12 号、9 号脯氨酸含量较高, 种源 7 号、5 号、11 号、8 号、12 号可溶性蛋白含量较高, 即种源 3 号、5 号、7 号、8 号、9 号、11 号、12 号抗逆性相对较强, 这与郎多勇等^[12]研究一致, 在逆境环境下, 银柴胡通过脯氨酸与可溶性蛋白累积保护自身免受。

宁夏是中药银柴胡的道地产区, 高质量及抗逆性强的种质资源有利于生产高质量的药材, 进而提高经济效益以及生态效益。本研究中, 不同种源银柴胡种子质量指标、幼苗抗逆性均有差异, 13 份银柴胡种源材料中 85% 的种子生活力在 95%

以上, 62% 的种子千粒重在 1.45 ~ 1.65 g, 种子最适发芽温度为 20 ~ 25 ℃。13 份银柴胡种源材料综合排名从高到低依次为 3 号、1 号、5 号、2 号、9 号、11 号、7 号、10 号、4 号、8 号、13 号、6 号、12 号。综合排名靠前的有种源 3 号、1 号、5 号、2 号, 说明这 4 个种源银柴胡种子质量较好、抗逆性强。可认为是初步筛选出的优质种源材料, 可供适生区银柴胡规模化种植提供参考。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
- [2] 于凯强, 焦连魁, 任树勇, 等. 中药银柴胡的研究进展[J]. 中国现代中药, 2015, 17(11): 1223-1229.
- [3] 马伟宝, 谢彩香, 陈君, 等. 基于野生银柴胡的产地适宜性分析[J]. 中国现代中药, 2017, 19(5): 684-687.
- [4] 彭云霞, 张东佳, 武伟国, 等. 四唑染色法快速测定小叶黑柴胡种子生活力研究[J]. 甘肃农业科技, 2017(12): 1-4.
- [5] 于凯强, 焦连魁, 彭励, 等. 银柴胡种子质量分级标准研究[J]. 中药材, 2016, 39(4): 720-723.
- [6] 瞿伟菁, 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [8] 赵世杰. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [9] 陈克克, 呼伟, 黄紫彤, 等. 三种不同产地苍术种子的质量评价研究[J]. 陕西农业科学, 2019, 65(11): 21-23.
- [10] 彭励, 吴晓玲, 鲍瑞, 等. 银柴胡种子形态结构与发芽的研究[J]. 世界科学技术, 2006(1): 121-123; 5.
- [11] 马玲芳, 张亮, 叶旭波, 等. 银柴胡不同种源抗旱性及主要药效成分比较研究[J]. 中国野生植物资源, 2020, 39(4): 23-31.
- [12] 郎多勇, 崔佳佳, 周达, 等. 干旱胁迫对银柴胡生长及生理生化特性的影响[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(11): 1995-1999.
- [13] 周丽, 王永明, 周达, 等. 干旱胁迫对银柴胡药材活性成分含量的影响研究[J]. 时珍国医国药, 2015, 26(6): 1463-1465.
- [14] 马玲芳. 不同种源银柴胡质量综合评价研究[D]. 银川: 宁夏大学, 2020.