

# 野生胡麻愈伤组织诱导及其对 NaCl 胁迫的生理响应

刘 风<sup>1</sup>, 赵 玮<sup>2</sup>

(1.甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070; 2.甘肃省农业科学院作物研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 对从国内征集的8份野生胡麻种质资源进行愈伤组织诱导, 筛选最佳诱导培养基。对愈伤组织进行不同浓度 NaCl 胁迫, 测定耐盐型和敏感型野生胡麻愈伤生理指标, 评价其耐盐性, 以探明其对 NaCl 胁迫的生理响应。结果表明, 对野生胡麻愈伤诱导效果最好的培养基为 MS+NAA(0.15 mg/L)+6-BA(1.5 mg/L), 愈伤诱导率从大到小依次为乌兰察布蓝花、张家口蓝花、定西蓝花、平凉蓝花、会宁蓝花、兰州蓝花、临洮蓝花、乌兰察布红花。耐盐性由强到弱依次为乌兰察布蓝花、定西蓝花、会宁蓝花、兰州蓝花、张家口蓝花、平凉蓝花、临洮蓝花、乌兰察布红花。耐盐性野生胡麻愈伤组织在 NaCl 胁迫下 SOD、CAT 和 POD 等酶活性较敏感型种质更高, MDA 质量分数变化幅度较敏感型种质小, 表明耐盐性种质在盐胁迫下膜细胞受盐害程度相对较小, 保护酶修复能力强, 保护性作用能够持续稳定发挥。

**关键词:** 野生胡麻; 愈伤组织诱导; NaCl 胁迫; 生理响应

**中图分类号:** S563.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)06-0001-06

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2018.06.001

## Callus Induction of Wild Flax and Its Physiological Response to NaCl Stress

LIU feng<sup>1</sup>, ZHAO Wei<sup>2</sup>

(1. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Crops, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In this study, 8 materials of wild flax were used to induce callus and screen the perfect culture medium; the salt tolerance of these materials were evaluated by NaCl stress conducted on callus; the physiological response of the haloduric and sensitive wild flax were tested, to investigate its physiological response to NaCl stress. The results show that the optimal culture medium to callus induction of wild flax was MS+NAA(0.15 mg/L)+6-BA(1.5 mg/L). The callus induction rates ranged from high to low in order of Blue Flower in Wulanchabu, Blue Flower in Zhangjiakou, Blue Flower in Dingxi, Blue Flower in Pingliang, Blue Flower in Huining, Blue Flower in Lintao, and Red Flower in Wulanchabu. The salt tolerance ranged from strong to weak in order of Blue Flower in Wulanchabu, Blue Flower in Huining, Blue Flower in Pingliang, Blue Flower in Lintao, and Red Flower in Wulanchabu. The callus under NaCl stress of haloduric wild flax had higher activities of SOD, CAT and POD, and smaller variation in MDA mass fraction than those of sensitive wild flax, which indicated that the salt-tolerant germplasm had relatively small salt damage to the membrane cells under salt stress, strong protective enzyme repair ability and sustained and stable protective effect.

**Key words:** Wild flax; Callus induction; NaCl stress; Physiological trait

胡麻(油用亚麻)属于亚麻科(*Lianaceae*)亚麻属(*Linum*)<sup>[1]</sup>, 主要分布在甘肃、内蒙、宁夏、山西、河北等省区<sup>[2]</sup>。胡麻油富含 $\alpha$ -亚麻酸及各种人体必需的不饱和脂肪酸, 具有促进智力发育、强身健脑、降血脂、预防血栓等作用, 是我国工业用干性植物油和产区群众主要的食用油来源<sup>[3-4]</sup>。此外, 胡麻籽中木酚素质量分数很高, 这种物质被人体吸收后, 可以抑制癌症, 特别是能降低乳

腺癌、结肠癌和前列腺癌的发病率。胡麻籽中还富含可溶性植物纤维素, 具有降低胆固醇的作用, 经常食用胡麻籽, 可以降低便秘、肥胖、心脏病等发病率<sup>[5]</sup>。

野生胡麻主要生长在海拔 1 500 ~ 2 000 m 的高寒山区, 为多年生草本植物, 果小粒小易落粒, 具有抗旱、抗寒、耐瘠薄、分茎多、生育期短的特性, 是良好的抗逆性种质资源。野生胡麻种子

收稿日期: 2018-03-12

基金项目: 国家自然科学基金(31560347); 国家自然科学基金(31660368); 国家现代农业产业技术体系(CARS-14-1-03); 兰州市人才创新创业项目(2017-RC-97); 甘肃省农业科学院科研条件建设及成果转化项目(2017GAAS22)。

作者简介: 刘 风(1986—), 女, 甘肃宁县人, 研究实习员, 主要从事农业科研管理工作。Email: 1985449240@qq.com。

通信作者: 赵 玮(1976—), 男, 甘肃景泰人, 副研究员, 研究方向为作物抗逆栽培生理。Email: 308214921@qq.com。

休眠性强,用常规方法很难繁殖成功,进行种质资源保存颇有难度,不便于育种和遗传利用研究。近年来,有关野生胡麻组织培养技术研究的报道不多,前期的研究多集中在培养基激素配比、外植体取材对栽培胡麻愈伤组织和胚状体诱导以及再生植株分化的影响等方面。赵玮等<sup>[6]</sup>研究优化的栽培胡麻组织培养最佳培养基配方为MS+NAA(0.5 mg/L)+6-BA(1.5 mg/L),最适宜的外植体为下胚轴;颀瑞霞等<sup>[7]</sup>发现KT+2,4-D激素组合对胡麻花药愈伤组织的诱导效果优于KT+NAA;孙上峰等<sup>[8]</sup>通过对胡麻花药的各种预处理的研究,发现不同基因型在同一处理内有不同的出愈率,同一基因型在不同预处理条件下有不同的出愈率;姬妍茹等<sup>[9]</sup>对野生亚麻的茎段进行无性扩繁获得成功,初步确定MS(附加6-BA 0.5 mg/L, NAA 0.05 mg/L)为茎段分化的适宜培养基,1/2MS(附加一定量的激素)培养基为不定芽保存培养基。

了解植物的耐盐机理,研究盐胁迫条件下植物的生理生化变化,对发展盐碱地农业,缓解粮食压力具有重要的实践意义<sup>[10]</sup>。目前抗盐生理在胡麻领域相关研究很少。赵玮等<sup>[11]</sup>分析了不同浓度的NaCl胁迫下不同抗旱性胡麻品种苗期和成株期农艺性状以及SOD、POD、MDA质量分数,结果表明,抗旱性强的胡麻品种同样具有更强的耐盐特性。本研究通过筛选最佳野生胡麻愈伤组织诱导培养基,继而将愈伤进行不同浓度NaCl胁迫,分析愈伤增殖率及其生理特性,从而筛选出优质野生胡麻资源,为抗逆胡麻优良品种选育奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试野生胡麻种质资源共8个,分别为乌兰察布蓝花、乌兰察布红花、张家口蓝花、定西蓝

花、兰州蓝花、平凉蓝花、临洮蓝花、会宁蓝花,均由甘肃省农业科学院作物研究所品种资源研究室提供。

### 1.2 实验方法

1.2.1 培养基配制 愈伤组织诱导培养基:在MS培养基上分别添加NAA质量体积分数为0、0.05、0.10、0.15、0.20 mg/L,6-BA质量体积分数为0、0.5、1.0、1.5、2.0 mg/L,编号为LM1~LM25(表1)。NaCl胁迫愈伤组织培养基:用筛选出的最佳愈伤诱导培养基配方为基础,分别添加NaCl溶液0(CK)、50、100、150、200、250 mmol/L各50 mL于250 mL三角瓶中进行悬浮培养。

1.2.2 材料处理与指标测定 愈伤诱导:将野生胡麻种子分别用70%的酒精表面杀菌30 s,再用0.1%的HgCl<sub>2</sub>消毒5~6 min,用无菌蒸馏水冲洗4次,然后接种于含有40 mL的MS培养基三角瓶中。每瓶20粒,待其萌发5 cm后剪切下胚轴1 cm作为外植体,分别接种于装有不同激素配比浓度培养基的三角瓶中,每瓶接种5个外植体,每组10瓶,3次重复。观察并记录不同激素配比对愈伤组织诱导影响。

NaCl胁迫愈伤组织:筛选出野生胡麻愈伤组织块,分别接种于装有不同NaCl胁迫浓度培养基的三角瓶中,每瓶接种5块愈伤,每组10瓶,3次重复。记录初始重量和愈伤组织状态,培养40 d后观察并记录不同浓度NaCl胁迫对愈伤组织增殖的影响。

生理指标测定:通过不同浓度NaCl胁迫,筛选耐盐型和敏感型野生资源愈伤组织,分别进行SOD、CAT、POD、MDA等生理指标测定,分析野生胡麻愈伤组织对NaCl胁迫的生理响应。

1.2.3 培养条件 愈伤诱导培养为黑暗培养、温

表1 愈伤组织诱导培养基

编号	NAA/6-BA配比 (mg/L)	编号	NAA/6-BA配比 (mg/L)
LM1(CK)	NAA(0)+6-BA(0)	LM14	NAA(0.10)+6-BA(1.5)
LM2	NAA(0)+6-BA(0.5)	LM15	NAA(0.10)+6-BA(2.0)
LM3	NAA(0)+6-BA(1.0)	LM16	NAA(0.15)+6-BA(0)
LM4	NAA(0)+6-BA(1.5)	LM17	NAA(0.15)+6-BA(0.5)
LM5	NAA(0)+6-BA(2.0)	LM18	NAA(0.15)+6-BA(1.0)
LM6	NAA(0.05)+6-BA(0)	LM19	NAA(0.15)+6-BA(1.5)
LM7	NAA(0.05)+6-BA(0.5)	LM20	NAA(0.15)+6-BA(2.0)
LM8	NAA(0.05)+6-BA(1.0)	LM21	NAA(0.20)+6-BA(0)
LM9	NAA(0.05)+6-BA(1.5)	LM22	NAA(0.20)+6-BA(0.5)
LM10	NAA(0.05)+6-BA(2.0)	LM23	NAA(0.20)+6-BA(1.0)
LM11	NAA(0.10)+6-BA(0)	LM24	NAA(0.20)+6-BA(1.5)
LM12	NAA(0.10)+6-BA(0.5)	LM25	NAA(0.20)+6-BA(2.0)
LM13	NAA(0.10)+6-BA(1.0)		

度(23±2)℃。待胚状体长出、进入分化阶段时进行光照培养,光照强度1500~2000 Lx,光照时间16 h/d,温度(23±2)℃。愈伤盐胁迫为液态悬浮培养<sup>[12]</sup>:于120 r/min的恒温旋转摇床上培养,温度27~28℃,全程暗培养7 d后用新鲜液体培养基更换瓶中2/3的培养液,持续培养40 d<sup>[13]</sup>。

### 1.3 测定指标及计算方法

愈伤组织诱导结果通过愈伤诱导率和愈伤组织增殖率体现,计算公式如下。

愈伤诱导率(%)=(产生愈伤组织外植体数/接种外植体数)×100%;

愈伤组织增殖率(%)=[(培养后愈伤总重-培养前愈伤总重)/培养前愈伤]×100%;

相对盐害率=[(对照愈伤增殖率-处理愈伤增殖率)/对照愈伤增殖率]×100%。

SOD酶活力指数=(SOD抑制率/2)×(反应体系稀释倍数/测定样本蛋白浓度)

CAT活力指数=[(对照OD值-测定OD值)×271]/60×取样量/待测样本蛋白浓度

POD活力指数=[(测定OD值-对照OD值)/(12×比色光径)]×反应液总体积/取样量/反应时间/匀浆蛋白浓度×1000

MDA含量=(MDA浓度×提取液体积)/植物组

织鲜重

## 2 结果与分析

### 2.1 野生胡麻愈伤组织诱导培养基筛选

在MS培养基上添加不同激素配比的结果(表2)显示,不同野生胡麻种质愈伤组织的诱导率差别较大。LM19号培养基MS+NAA(0.15 mg/L)+6-BA(1.5 mg/L)对所有供试野生种质平均愈伤诱导率在所有处理中最高,达到39.77%。其中乌兰察布蓝花愈伤诱导率最高,为90.00%;乌兰察布红花愈伤诱导率最低,只有13.50%。不同野生胡麻在LM19号培养基上的愈伤诱导率从大到小依次为乌兰察布蓝花、张家口蓝花、定西蓝花、平凉蓝花、会宁蓝花、兰州蓝花、临洮蓝花、乌兰察布红花。

### 2.2 NaCl胁迫对野生资源愈伤耐盐性评价

不同NaCl浓度胁迫下野生胡麻品种资源愈伤相对盐害率结果(表3)显示,随着胁迫浓度的增加,所有种质的平均盐害率均为增长趋势,NaCl浓度为250 mmol/L时平均盐害率为96.29%,其中乌兰察布红花、定西蓝花、平凉蓝花、临洮蓝花等4份种质盐害率达到100%;乌兰察布蓝花的盐害率为78.42%,在所有供试材料中最低。以NaCl浓度为200 mmol/L时的相对盐害率结果作为野生

表2 不同激素配比愈伤组织诱导率

编号	乌兰察布 蓝花	乌兰察布 红花	张家口 蓝花	定西 蓝花	兰州 蓝花	平凉 蓝花	临洮 蓝花	会宁 蓝花	平均 诱导率
LM1(CK)	0	0	0	0	0	0	0.40	2.00	0.30
LM2	16.70	3.00	8.35	13.41	7.50	25.01	15.01	9.01	12.25
LM3	28.60	3.84	14.30	14.20	8.10	10.73	6.44	11.00	12.15
LM4	42.90	5.82	21.45	20.11	11.26	16.09	9.65	13.51	17.60
LM5	57.10	1.68	28.55	26.76	14.99	21.41	12.85	17.99	22.67
LM6	71.00	3.60	35.50	33.29	18.64	26.63	15.98	22.37	28.38
LM7	86.10	6.48	43.05	38.00	20.47	30.40	18.30	24.56	33.42
LM8	81.30	4.86	40.65	39.05	20.20	31.24	17.74	24.24	32.41
LM9	85.70	5.58	42.85	40.18	22.50	32.14	19.28	27.00	34.40
LM10	80.30	7.02	40.15	40.51	21.12	32.41	16.74	25.34	32.95
LM11	71.40	9.66	35.70	33.48	18.74	26.78	16.07	22.49	29.29
LM12	57.10	7.68	28.55	26.76	14.99	21.41	12.85	17.99	23.42
LM13	33.30	4.50	16.65	15.61	8.74	12.49	7.49	10.49	13.66
LM14	50.00	6.78	25.00	23.44	13.13	18.75	11.25	15.75	20.51
LM15	40.00	5.40	20.00	18.75	10.50	15.00	9.00	12.60	16.41
LM16	12.50	1.68	16.25	15.86	13.28	14.69	12.81	13.94	12.63
LM17	50.00	6.78	25.00	23.44	13.13	18.75	11.25	15.75	20.51
LM18	57.10	7.68	28.55	26.76	14.99	21.41	12.85	17.99	23.42
LM19	90.00	13.50	50.00	46.88	26.25	37.50	22.50	31.50	39.77
LM20	33.30	4.50	16.65	15.61	8.74	12.49	7.49	10.49	13.66
LM21	66.70	9.00	33.35	31.26	17.51	25.01	15.01	21.01	27.36
LM22	83.30	11.22	41.65	39.05	21.87	31.24	18.74	26.24	34.16
LM23	66.70	9.00	33.35	31.26	17.51	25.01	15.01	21.01	27.36
LM24	85.70	11.58	42.85	40.18	22.50	32.14	19.28	27.00	35.15
LM25	60.00	1.35	30.00	28.13	15.75	22.50	13.50	18.90	23.77



表 3 不同 NaCl 浓度胁迫下相对盐害率

NaCl 浓度 / (mmol/L)	乌兰察布 蓝花	乌兰察布 红花	张家口 蓝花	定西 蓝花	兰州 蓝花	平凉 蓝花	临洮 蓝花	会宁 蓝花	平均 增值率 / %
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	9.47	11.64	9.47	-5.09	-1.11	-7.1	-2.34	-3.11	1.48
100	37.49	46.37	49.32	37.56	50.32	32.57	37.37	37.5	41.06
150	60.76	87.36	60.76	63.54	77.55	82.24	89.6	77.55	74.92
200	63.83	100	93.84	76.27	88.78	97.87	99.15	85.78	88.19
250	78.42	100	98.42	100	96.72	100	100	96.72	96.29

胡麻资源耐盐性评价标准, 得出野生胡麻资源耐盐性由大到依次为乌兰察布蓝花、定西蓝花、会宁蓝花、兰州蓝花、张家口蓝花、平凉蓝花、临洮蓝花、乌兰察布红花。对愈伤组织长势的观察结果表明, 耐盐性强的野生胡麻资源愈伤组织长势更强, 愈伤组织致密、颜色深绿、成团性好, 而敏感型资源普遍较疏松, 颜色清淡、玻璃化严重。

### 2.3 NaCl 胁迫对野生胡麻愈伤 SOD 活性的影响

SOD 是生物体内清除自由基的首要物质, 能消除生物体在新陈代谢过程中产生的有害物质, 其活性的高低变化反映了植物对氧化损伤的修复能力<sup>[14]</sup>。将耐盐型野生胡麻种质乌兰察布蓝花和敏感型野生种质乌兰察布红花愈伤组织进行生理指标测定。通过图 1 可以看出, 随着 NaCl 浓度增加, 乌兰察布蓝花和乌兰察布红花 2 种野生胡麻愈伤 SOD 质量分数均呈相同变化趋势, 并且 SOD 活性均在 NaCl 浓度为 250 mmol/L 时达到峰值, 其中敏感型野生胡麻乌兰察布红花最高值为对照的 1.66 倍, 耐盐型胡麻种质乌兰察布蓝花最大值为对照的 1.65 倍。

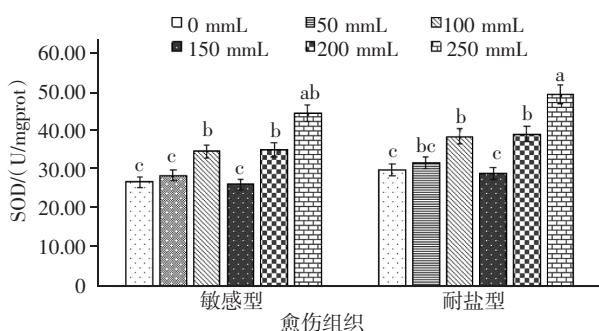


图 1 不同浓度 NaCl 胁迫下野生胡麻愈伤 SOD 活性

### 2.4 NaCl 胁迫对野生胡麻愈伤 CAT 活性的影响

CAT 和 SOD 都能消除生物体在新陈代谢过程中产生的有害物质, 其活性的高低变化同样反映了植物对氧化损伤的修复能力<sup>[15]</sup>。通过图 2 可以看出, 随着 NaCl 胁迫浓度的增加, 耐盐型野生胡麻乌兰察布蓝花平均 CAT 质量分数高于敏感型野生胡麻资源乌兰察布红花 1.73 倍。敏感型野生胡麻 CAT 质量分数在 NaCl 浓度 150 mmol/L 胁迫下达到最高

值, 为对照的 3.35 倍; 耐盐型资源在 NaCl 浓度 200 mmol/L 胁迫下达到最高值, 为对照的 5.21 倍。

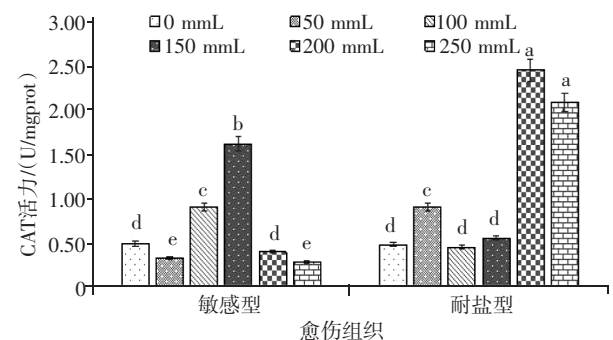


图 2 不同浓度 NaCl 胁迫下野生胡麻愈伤 CAT 活性

### 2.5 NaCl 胁迫对野生胡麻愈伤 POD 活性的变化特征

POD 是以过氧化氢为电子受体催化底物氧化的酶, 可清除植物体内 SOD 催化反应的产物过氧化氢, 从而使需氧生物体免受过氧化氢的毒害<sup>[16]</sup>。从图 3 可以看出, 不同浓度 NaCl 胁迫后, 敏感型野生胡麻乌兰察布红花 POD 质量分数在 NaCl 浓度为 50 mmol/L 时达到最高, 为对照的 2.15 倍; NaCl 浓度为 250 mmol/L 时 POD 质量分数与对照相当。耐盐型种质的 POD 含量总体呈现上升的趋势, 且在 NaCl 浓度为 250 mmol/L 时 POD 含量达到最大值, 为对照的 1.79 倍。

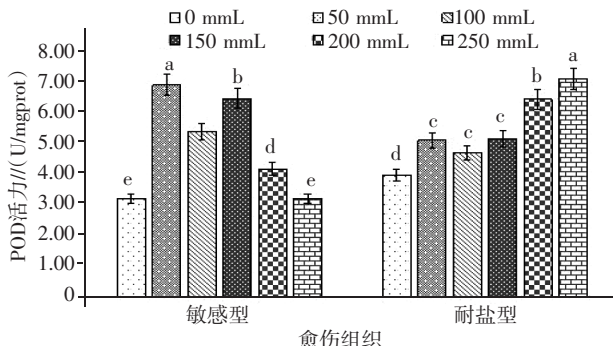


图 3 不同浓度 NaCl 胁迫下野生胡麻愈伤 POD 活性

### 2.6 NaCl 胁迫对野生胡麻愈伤 MDA 含量的变化影响

丙二醛(MDA)的质量分数代表植物膜脂过氧化化的水平, 反映植物受伤害的程度<sup>[17]</sup>。通过图 4 可

以看出,不同浓度 NaCl 胁迫下两类野生胡麻愈伤组织 MDA 质量分数均出现增加的趋势,当 NaCl 胁迫达到 200 mmol/L 时,两类野生种质的愈伤 MDA 质量分数均达到最大值,其中敏感型 MDA 最大含量是对照的 13.00 倍,耐盐型 MDA 最大含量为对照的 2.50 倍。

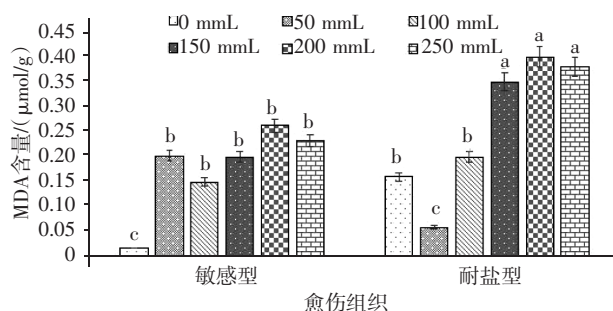


图 4 不同浓度 NaCl 胁迫下野生胡麻愈伤 MDA 活性

### 3 结论与讨论

对野生胡麻培养基配方的优化结果显示,不同激素配比对野生胡麻愈伤的诱导有显著差异,其中乌兰察布蓝花愈伤诱导率最高,乌兰察布红花愈伤诱导最低,其原因一是红花野生胡麻种子萌发率低且作为愈伤诱导外植体材料的下胚轴生长较为细弱,愈伤组织普遍疏松,颜色清淡、玻璃化严重,从而影响愈伤诱导。二是目前大田栽培品种以蓝花为主,赵玮等<sup>[11]</sup>通过对栽培品种陇亚 10 号的组培诱导发现其愈伤诱导较为容易,且最高可达 100%。因此,蓝花野生种质可能具有和栽培品种相似的高愈伤诱导结果。

不同浓度 NaCl 胁迫下各种野生资源愈伤相对盐害率均为增长趋势。在 NaCl 浓度为 250 mmol/L 时平均盐害率为 96.29%,其中有 4 份种质盐害率达到 100%,所以此浓度下的结果已不具有评价各种资源耐盐性意义,故选择 NaCl 浓度为 200 mmol/L 时的相对盐害率结果作为野生胡麻耐盐性评价依据。从观察结果来看,愈伤诱导率高的野生种质长势更强,愈伤更加致密、深绿,相对含水量比疏松、玻璃化的愈伤低,受到盐害时具有更高的防御性,如乌兰察布蓝花愈伤诱导率和耐盐性均为首位,而乌兰察布红花愈伤诱导率和耐盐性均位列最后。

在盐分胁迫条件下,膜系统的变化首先表现为盐分对膜系统的破坏,也反映其对盐分的忍耐程度,然后是植物对膜系统的修复。膜系统的修复与 SOD、CAT 和 POD 酶活性的升高是分不开的<sup>[18]</sup>。本研究显示,当受到不同浓度 NaCl 胁迫下耐盐型野生种质较敏感型种质愈伤组织含有较

高的 SOD 和 CAT 质量分数。敏感型野生胡麻的 CAT 含量在 NaCl 浓度为 150 mmol/L 时达到最高,之后迅速下降;而耐盐型野生资源含量在 NaCl 浓度为 200 mmol/L 时达到最高,且下降幅度明显平缓,表明其 CAT 对膜系统的修复能力和持续性更强。敏感型种质 POD 质量分数变化趋势为先上升后降低,NaCl 浓度为 50 mmol/L 时 POD 质量分数达到最高值,表明敏感型野生胡麻的愈伤组织对于 NaCl 胁迫更为敏感,而随着 NaCl 浓度的增加 POD 自生的保护性酶浓度越来越低,发挥的作用越来越小。耐盐型野生资源 POD 质量分数总体呈现一直上升的趋势,在 NaCl 浓度为 250 mmol/L 时 POD 质量分数达到最大值。说明 POD 保护性酶的作用稳定发挥,提高了其对盐害的耐受性。

MDA 间接反映膜受损状况,并兼有反馈植物受伤害程度的作用<sup>[19]</sup>。本研究中,NaCl 胁迫下两类野生胡麻愈伤组织 MDA 质量分数均明显增加,表明两类野生胡麻种质的愈伤组织均受到了一定的伤害,而且随着浓度的增加受伤害更严重。虽然耐盐型野生种质在 NaCl 胁迫下 MDA 质量分数平均值远高于敏感型野生种质,但是与无胁迫处理相比,MDA 质量分数变化幅度不大,最高值也只有对照的 1.83 倍;而敏感型野生种质在 NaCl 胁迫下 MDA 质量分数发生剧烈变化,最高时为无胁迫处理的 15.90 倍,表明其细胞膜受损更重。

综上所述,不同野生胡麻种质的愈伤增值率、耐盐性差异性显著。耐盐性野生胡麻愈伤组织在 NaCl 胁迫下 SOD、CAT 和 POD 等酶活性较敏感型更高,MDA 含量变化幅度较敏感型小,表明耐盐性种质在盐胁迫下膜细胞受盐害程度相对较小,保护酶修复能力强,保护作用能够更持续稳定发挥。

### 参考文献:

- [1] 赵 玮,党占海,李闻娟.强抗旱胡麻新品种陇亚 11 号组织培养技术优化研究[J].中国沙漠,2012,32(5):1355-1361.
- [2] 党占海,赵蓉英,王 敏,等.国际视野下胡麻研究的可视化分析[J].中国麻业科学,2010,32(6):305-307.
- [3] 王利民,张建平,米 君,等.国外引进油用亚麻品种资源农艺性状分析[J].中国油料作物学报,2011,33(4):356-361.
- [4] 杜彦斌,王立军,张 金,等.胡麻新品种天亚 11 号选育报告[J].甘肃农业科技,2018(2):24-26.
- [5] 赵 利,党占海,李 毅,等.亚麻籽的保健功能和开发利用[J].中国油脂,2006,31(3):71-73.
- [6] 赵 玮,党占海,张建平,等.胡麻胚状体诱导及植

# 7个青贮玉米品种在平川灌区引种试验初报

胡福平<sup>1</sup>, 周德禄<sup>2</sup>, 冯朝成<sup>1</sup>, 梁 婧<sup>1</sup>, 卢军帅<sup>1</sup>, 张 婷<sup>1</sup>

(1. 甘肃省白银市平川区农业技术推广中心, 甘肃 平川 730913; 2. 甘肃省农业技术推广总站, 甘肃兰州 730020)

**摘要:** 在甘肃平川灌区对引进的7个青贮玉米品种进行了品种比较试验。结果表明, 大京九26折合生物量最高, 为142 788 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种金穗1203增产65.06%; 折合生物量为140 598 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种金穗1203增产62.53%, 可作为优势品种推广应用。文玉3号、北农青贮356、郑贮1号综合性状表现良好, 生长势强, 生物产量分别为112 785、111 690、111 471 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种金穗1203分别增产30.38%、29.11%、28.86%, 可进一步试验种植。

**关键词:** 灌区; 青贮玉米; 新品种; 引种试验; 平川区

**中图分类号:** S513

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-1463(2018)06-0006-03

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.06.012

随着畜牧业迅速发展, 对饲料、饲草的供给提出了新要求。青贮玉米作为重要的青贮饲料专用玉米<sup>[1-3]</sup>, 已成为支持畜牧业发展的重要饲料作物<sup>[4-5]</sup>。为筛选出适宜平川灌区自然环境条件、产量高、品质好的青贮饲料玉米品种, 我们引进了7个青贮玉米新品种, 鉴定其丰产性、适应性和抗逆性, 现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

供试青贮玉米品种丰贮1号、丰贮2号, 由甘肃五谷种业有限责任公司提供; 大京九23、大京九26、北农青贮356、郑贮1号, 由河南省大京九种业有限责任公司提供; 文玉3号, 由北京佰青源畜牧业科技发展有限责任公司提供; 当地

**收稿日期:** 2018-03-12

**作者简介:** 胡福平(1971—), 男, 甘肃白银人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广与研究。联系电话: (0)13639306088。Email: 545021539@qq.com。

**通信作者:** 周德禄(1962—), 男, 甘肃秦安人, 高级农艺师, 主要从事农业技术推广与研究。联系电话: (0)13993132058。Email: 610604872@qq.com。

- 株再生的研究[J]. 北方园艺, 2010(21): 174-176.
- [7] 颀瑞霞, 张建平, 党占海, 等. 激素和低温预处理对胡麻花药愈伤组织诱导的影响[J]. 分子植物育种, 2009, 7(6): 1180-1185.
- [8] 孙上峰, 王树彦. 提高胡麻花药培养中愈伤组织诱导率的关键技术研究[J]. 内蒙古农业科技, 2009(3): 36-38.
- [9] 姬妍茹, 田玉杰, 苑志辉, 等. 用组织培养法繁殖野生亚麻的研究[J]. 中国麻业, 2001, 23(4): 8-11.
- [10] 郭建荣, 郑聪聪, 李艳迪, 等. NaCl处理对真盐生植物盐地碱蓬根系特征及活力的影响[J]. 植物生理学报, 2017, 53(1): 63-70.
- [11] 赵 玮, 党占海, 张建平, 等. NaCl胁迫对不同抗旱强度胡麻品种农艺性状和生理指标的影响[J]. 甘肃农业科技, 2016(11): 1-6.
- [12] 高 晶, 那 日, 朝鲁蒙, 等. 电晕电场将大豆Gy3基因导入花棒愈伤组织及植株再生[J]. 中国沙漠, 2011, 31(5): 1202-1207.
- [13] 崔 林, 范银燕. 裸燕麦胚性愈伤组织培养及悬浮系的建立[J]. 生物工程学报, 1998, 14(1): 46-50.
- [14] 武 冲, 尹燕雷, 陶吉寒, 等. 盐胁迫对低温预处理石榴种子萌发及幼苗生理生化的影响[J]. 西北植物学报, 2015, 35(1): 161-167.
- [15] 李志萍, 张文辉, 崔豫川. NaCl和Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫对栓皮栎种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 生态学报, 2015, 35(3): 742-751.
- [16] 葛春晖, 计巧灵, 王雪华, 等. 亚麻耐盐性愈伤组织的生理生化特性[J]. 植物研究, 2008, 9(5): 603-607.
- [17] 张兆英, 于秀俊. 植物抗盐性评价生理指标的分析[J]. 沧州师范专科学校学报, 2006, 22(4): 50-55.
- [18] BOSE J, RODRIGO-MORENO A, SHABALA S. ROS homeostasis in halophytes in the context of salinity stress tolerance[J]. Journal of Experimental Botany, 2014, 65(5): 1241-1257.
- [19] 张金林, 李慧茹, 郭妹媛, 等. 高等植物适应盐逆境研究进展[J]. 草业学报, 2015, 24(12): 220-230.

(本文责编: 陈 伟)