



车野,郭丽,王明泽,等. NaHCO_3 胁迫对工业大麻种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 黑龙江农业科学,2022(7):32-36.

NaHCO_3 胁迫对工业大麻种子萌发和幼苗生长的影响

车 野,郭 丽,王明泽,李泽宇,张 玲,姜泽宇,接思源

(黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316)

摘要:长期以来,盐胁迫一直是影响工业大麻产业发展的主要非生物胁迫。为探究工业大麻品种对盐胁迫的耐受性,利用梯度浓度试验研究了不同浓度的 NaHCO_3 单盐胁迫对工业大麻品种庆大麻 1 号种子萌发和幼苗生长等生理性状的影响。结果表明,盐浓度对工业大麻生长状况的抑制作用显著,随着 NaHCO_3 浓度的提高,种子的发芽率、发芽势、萌发指数和活力指数以及胚根长、胚轴长、幼苗干质量呈明显下降趋势; NaHCO_3 盐溶液对工业大麻根冠比有明显的阻碍作用。

关键词:工业大麻; NaHCO_3 胁迫;种子萌发;幼苗生长

土壤盐碱化是我国农业生产面临的最主要的生态问题之一,也是使得全球适耕土地面积不断缩减的重要环境影响因子,对世界农、林、牧、渔产业危害巨大。截至目前全世界范围内的盐碱化土地面积约有 $9.5 \times 10^9 \text{ hm}^2$,而我国就占据了 $9.9 \times 10^7 \text{ hm}^2$,耕地中盐渍化面积高达 920.9 万 hm^2 ,占全国耕地面积的 6.62%^[1]。在两广地区、中部地区和东北地区广泛分布,而其中东北地区的土壤盐碱化以黑龙江省尤为严重^[2]。基于广泛分布的平原地形和传统的耕作方式等问题,黑龙江省的盐碱土地面积有逐步扩大趋势,严重威胁保护性耕地面积和粮食生产安全。

大麻(*Cannabis sativa* L.)又称汉麻,属于大麻科(Cannabinaceae)大麻属(*Cannabis*)一年生草本植物^[3]。国际上将四氢大麻酚(Tetrahydrocannabinol,THC)含量低于 0.3%的品种称为工业大麻^[4]。盐碱胁迫对于大麻生产而言是最为严重的非生物胁迫之一,它损害全球至少 20%灌溉土地的大麻生产。与其他作物相比,目前对大麻耐盐性的相关研究不多,阻碍了大麻在盐碱地的推广种植^[5-6]。相关研究表明盐碱胁迫对大麻幼苗生长发育产生影响的作用机制主要是通过对植株细胞的渗透胁迫、特定离子影响植株代谢过程中

产生毒性物质和影响植株对土壤矿质元素的吸收失衡等途径抑制大麻生长发育^[7-9]。卢瑞克等^[10]通过人为创造不同浓度梯度的盐胁迫条件,研究得到不同黄麻品种耐盐度的生理响应差异巨大,且对于高耐盐黄麻品种在盐胁迫条件下其叶片内可溶性糖和游离脯氨酸含量与可溶性蛋白含量呈负相关变化趋势。郭瑞等^[11]研究发现,同一亚麻品种在相同浓度的盐碱胁迫下对于碱胁迫的敏感度要显著高于盐胁迫。其主要原因是由于碱胁迫使植株体内 Na^+/K^+ 交换通道作用失调引起植物细胞内 Na^+ 过度积累,直接影响了根系对矿物元素吸收和离子平衡。胡华冉等^[12]通过对盐碱胁迫下大麻种子萌发与幼苗生长影响的研究发现,种子和幼苗对不同浓度盐碱胁迫的生理响应表现不同,且大麻种子和幼苗对低浓度中性盐胁迫有一定的适应性。众多研究表明,工业大麻对于盐碱胁迫的耐受性是复杂的且随生产和气候条件的变化表现不同^[13-15]。

种子萌发及幼苗生长是植物生长发育的关键阶段,对盐碱胁迫表现较为敏感,也是植物能否在盐碱环境下生长发育的决定性条件,生产上常以种子萌发期的耐盐性作为该品种的耐盐性评价标准^[16]。因此,探究盐碱条件对工业大麻幼苗生长发育的影响对于提高盐碱化土地利用效率和培育耐盐碱优质工业大麻新品种及进一步探索工业大麻对盐碱土壤的改良价值均具有重要意义,也是推动工业大麻产业进一步发展的关键^[17-18]。

收稿日期:2022-04-30

基金项目:国家麻类产业技术体系(CARS-16-S04);2020年度黑龙江省农业科学院院级课题(2020FJZX021)。

第一作者:车野(1980—),女,硕士,助理研究员,从事工业大麻育种及栽培技术研究。E-mail:cheye12345@sina.com。

本试验研究不同浓度 NaHCO₃ 盐溶液对工业大麻品种庆大麻 1 号种子萌发及幼苗生长的影响,探讨了大麻种子在萌发期的耐盐性,以期为工业大麻耐盐碱性的研究提供基础研究数据,同时为工业大麻向盐碱地的改良栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试工业大麻品种庆大麻 1 号由黑龙江省农业科学院大庆分院提供,该品种是 2016 年通过黑龙江省农作物品种审定委员会审核登记的工业大麻新品种。

1.2 方法

1.2.1 种子期胁迫试验 于 2021 年 5—8 月,在黑龙江省农业科学院大庆分院安达育种基地进行试验。于超净工作台内处理种子萌发及胁迫试验。供试材料选取 20 粒发育饱满的种子,用温水浸泡过的纱布将种子包裹好,置于 55 ℃ 的温水中浸泡 4~6 h 后放到培养皿中进行培养。用蒸馏水将 NaHCO₃ 配制浓度为 0 (CK), 50, 100, 150, 200, 300, 400 和 600 mmol·L⁻¹ 的 8 个浓度梯度处理液。把经过高温灭菌后的细沙按等量平均放入直径 100 mm 的玻璃培养皿(灭菌)中,分别加入 16 mL 上述浓度梯度的盐溶液。在每个培养皿中均匀摆放饱满、大小一致并已结束休眠的种子 30 粒,每处理均设 3 次重复。置于温度 25 ℃、光照时间 12 h 人工气候培养箱中,以 4 000 lx 光照强度培养。萌发损失的水分用称重法补充。应注意尽量减少培养皿的开合次数,避免杂菌进入。

1.2.2 幼苗期胁迫试验 选取 20 粒发育饱满的种子, 55 ℃ 的温水中浸泡 4~6 h 后放到培养箱中 32 ℃ 进行催芽,待多数种子出芽后,栽种到营养钵中,覆一层 1 cm 左右细沙土。将营养钵放于温室朝阳处,可在营养钵托盘下方铺设地热线或盖一层薄膜调节局部温度。种子总数的 1/3 出芽后,撤去保温膜。大部分幼苗出土后,可适当通风。定植之前严格控温控水,以防止植株徒长。出苗 7 d 后间苗,使每个种植盆均具有长势一致的幼苗 15 株。待幼苗高度约 20 cm(出芽后 7 d)

时,往定植盆内浇入上述各处理不同浓度的 NaHCO₃ 溶液 350 mL,进行盐胁迫处理,每 7 d 添加 1 次处理液,直至试验结束(28 d)共添加 4 次。

1.2.3 测定项目及方法 胁迫处理 3 d 后统计发芽势(GE),7 d 后统计萌发率(GP),并计算萌发指数(GI)和活力指数(VI),同时用卷尺测量胚根和胚轴长度,幼苗株高每 8 d 用卷尺测量 1 次。28 d 后用电子天平分别称量各种植盆内所有植株的地上部和地下部的鲜质量,然后烘干至恒重,称量各种植盆内植株地上部和地下部的干质量,同时计算根冠比。统一取不同浓度盐胁迫处理后 28 d 的大麻叶片作为植物材料,用叶绿素计(Minolta SPAD-502 Chlorophyll Meter)测定 SPAD 值,每处理检测 10 片叶,数据取平均值。

发芽势(%)=(第 3 天发芽种子数/供试种子数)×100

萌发率(%)=(发芽种子数/供试种子数)×100

萌发指数 = $\sum Gt / Dt$

式中, Gt 为萌发 7 d 时的发芽种子数; Dt 为发芽时间,即 7 d。

活力指数=萌发指数× S

式中, S 为萌发 7 d 时发芽种子的胚根与胚轴长度之和。

幼苗根冠比=地下部干质量/地上部干质量

1.2.4 数据分析 采用 Excel 2003 软件进行列表、统计和作图,运用 SPSS 13.0 软件进行分析,采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 NaHCO₃ 胁迫对工业大麻种子萌发的影响

2.1.1 萌发指标 由表 1 可知,当 NaHCO₃ 浓度为 50 mmol·L⁻¹ 时,种子发芽势、发芽率及萌发指数与对照差异不显著。随盐溶液浓度的增大,种子的发芽效果显著下降,且各处理间的差异显著。大麻种子对 NaHCO₃ 单盐浓度耐受的临界值为 400 mmol·L⁻¹,此时种子发芽率已大幅降低,仅为 4.67%。当浓度达到 600 mmol·L⁻¹ 时种子发芽率为零。

2.1.2 胚根胚轴 不同浓度盐溶液处理下的胚根和胚轴长度显著小于对照组。盐浓度为150~400 mmol·L⁻¹范围内时胚根长差异不显著,但胚根和胚轴长度总体随处理液浓度提高而下降。

2.1.3 活力指数 不同浓度盐胁迫对种子活力指数的影响效果显著。随 NaHCO₃单盐浓度提高,种子活力迅速下降,说明中性盐溶液对种子的活力影响效果显著,在生产上应及时通过灌排洗盐降低土壤盐浓度,维持种子最大活力。

表 1 不同浓度 NaHCO₃胁迫对工业大麻品种庆大麻 1 号种子萌发的影响

浓度/(mmol·L ⁻¹)	发芽势/%	发芽率/%	胚根长/mm	胚轴长/mm	萌发指数	活力指数
0	82.33±1.53 a	96.78±0.60 a	47.23±0.15 a	40.33±0.36 a	41.48±0.03 a	3631.66±0.89 a
50	83.11±1.91 a	97.56±1.47 a	10.16±0.23 b	15.66±0.56 b	41.81±0.06 a	1079.52±0.57 b
100	76.56±1.36 b	92.11±1.61 b	4.66±0.15 c	6.82±0.33 c	39.48±0.07 b	453.19±0.75 c
150	43.33±0.86 c	85.67±1.53 c	2.65±0.28 d	5.23±0.53 c	36.71±0.07 c	289.31±0.36 d
200	40.56±1.24 c	72.22±1.57 d	2.55±0.22 d	4.66±0.25 d	30.95±0.07 d	223.17±0.22 e
300	4.44±1.57 d	15.67±1.53 e	2.12±0.45 d	4.12±0.47 d	6.76±0.06 e	42.19±0.18 f
400	0 e	4.67±1.85 f	2.11±0.37 d	3.33±0.22 e	2.00±0.08 f	10.88±0.32 g
600	0 e	0 g	0 e	0 e	0 g	0 h

注:同列中不同小写字母表示 $P<0.05$ 水平差异显著。

2.2 不同浓度 NaHCO₃胁迫对工业大麻幼苗萌发的影响

2.2.1 株高 由图 1 可以看出,处理前期,各胁迫条件下株高没有显著差异。处理 14 d 后,各处理间的幼苗株高均显著小于对照。随着处理时间延长,在不同浓度的 NaHCO₃盐溶液处理下,幼

苗株高均有增长。对照的株高增幅最为明显,随着 NaHCO₃盐溶液的增加,幼苗株高增幅减缓,在 100 mmol·L⁻¹低浓度胁迫条件下,幼苗株高的增幅小于对照,在 400 mmol·L⁻¹胁迫条件下,处理 14~28 d 内,幼苗株高几乎没有增加。这说明 NaHCO₃盐溶液胁迫对大麻幼苗生长有明显的抑制作用。

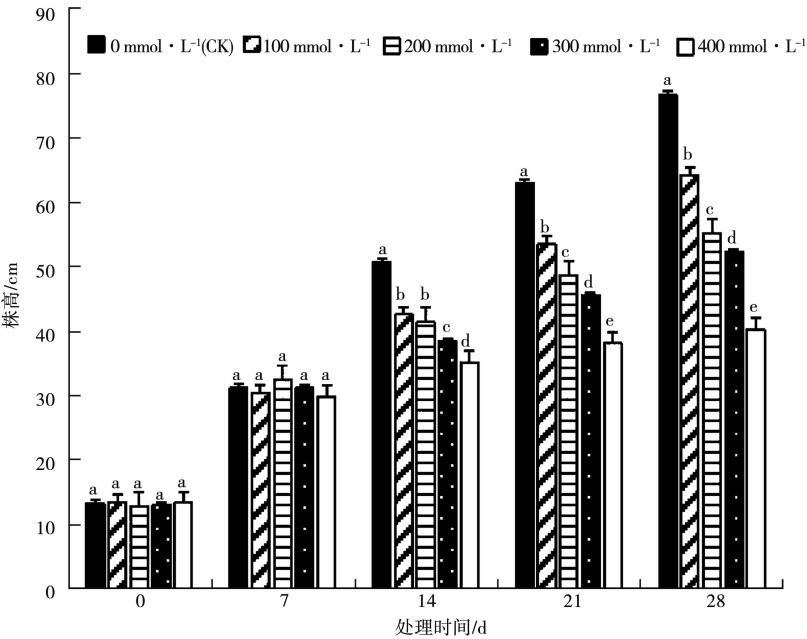


图 1 不同浓度 NaHCO₃胁迫对工业大麻品种庆大麻 1 号幼苗株高的影响

注:不同小写字母表示相同时间不同浓度处理间在 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.2.2 根冠比 由图2可以看出,NaHCO₃单盐浓度对根冠比影响较为显著,盐浓度越高根冠比越小。试验通过观察发现,根冠比数值的减小主要是由于盐环境极大地影响了植株根系的正常发育,而对地上部分影响效果较弱。通过对全试验周期进行数据统计发现,同时期高浓度盐胁迫处理下的大麻根系生长缓慢且呈萎蔫状,而随时间推移,地上部分才表现出受胁迫的迹象。

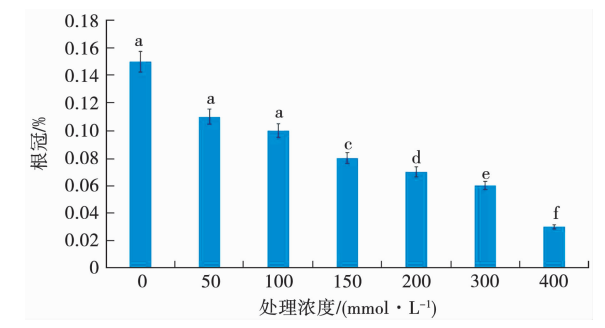


图2 不同浓度NaHCO₃胁迫对工业大麻品种庆大麻1号根冠比的影响

2.2.3 叶绿素含量 由图3可以看出,盐浓度低于100 mmol·L⁻¹时对叶绿素含量影响不显著。而当浓度超过150 mmol·L⁻¹时叶片叶绿素含量显著下降。

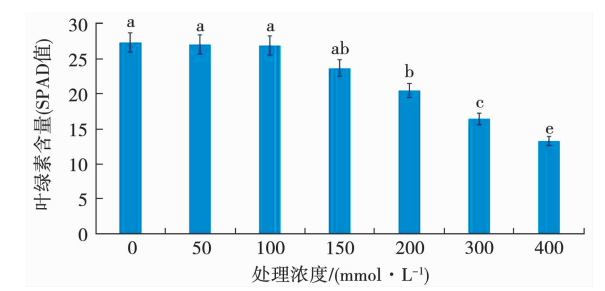


图3 不同浓度NaHCO₃胁迫对工业大麻品种庆大麻1号叶绿素含量的影响

3 讨论

通过对上述试验结果分析可知,NaHCO₃单盐胁迫对工业大麻生长过程具有较强的抑制作用。该抑制作用主要表现在盐浓度越高,幼苗长势越差,且盐胁迫对幼苗胚根的影响要大于胚轴。当处理浓度达到600 mmol·L⁻¹浓度时,幼苗完全停止生长。

本试验针对盐环境对工业大麻种子萌发率的影响推测,高盐环境通过影响种子渗透作用,抑制

种皮对水分的吸收甚至使种子内部的水分浓度梯度向外渗透。这种现象就导致了工业大麻种子在萌发之前就始终处于休眠状态,或即使出芽也会迅速失水而亡。在高盐碱浓度土壤中种植工业大麻会打破植物根系吸水平衡,使植物体缺水,并影响根系的正常代谢功能使根系产生具有一定离子毒害的次生代谢产物,致使植株死亡。通过对盐胁迫下植物细胞叶绿素含量变化的研究发现,植物叶片叶绿素含量是衡量植物抗逆能力的重要指标,而高浓度盐胁迫条件对植株叶绿素含量的影响是多方面的。首先,盐胁迫导致植株吸水能力锐减以及叶片细胞自由基氧化受损严重,这就导致光合原料减少,叶绿素加速分解;其次,盐胁迫又会导致植物叶片叶绿体色素合成酶活性降低,叶绿体功能紊乱,进一步使得叶片内的叶绿素含量降低。

但是,适当的盐分条件也能够通过调节土壤中的水盐平衡促进种皮吸水从而提高萌发率。同时,微量的土壤盐分也能为种子萌发提供必要的矿质养分。因此,在生产中通过对浸种时水中的含盐率或种植过程中土壤盐分含量进行人为调控,可在很大程度上提高工业大麻种子的出芽效果。但是盐环境对工业大麻幼苗生长状况的影响研究发现,幼苗根系脆弱对盐环境较为敏感。高渗透压环境会损伤细胞膜,影响根细胞细胞膜的透性,膜脂过氧化作用增强导致幼苗根系对土壤水分“不进反失”。且高盐环境影响植株内酶的活性,使酶活系统失调,主要表现为高盐环境打破了植物体内活性氧分解合成的动态平衡,使植株体内的活性氧含量提高,从而引发自由基损伤。因此在苗期管理过程中要严格控制土壤盐分。利用现代化技术手段调节田间水的灌排,谨防地下水上返导致的表层土壤盐含量增加。

4 结论

当NaHCO₃浓度为50 mmol·L⁻¹时,种子发芽势、发芽率及萌发指数与对照差异不显著,略高于对照。工业大麻品种庆大麻1号种子对NaHCO₃单盐浓度耐受的临界值为400 mmol·L⁻¹,此时种

子发芽率已大幅降低,仅为 4.67%。当浓度达到 600 mmol·L⁻¹时种子发芽率为零。随着 NaHCO₃ 单盐浓度提高,种子活力显著下降。高浓度处理下的胚根和胚轴长度显著小于对照组。NaHCO₃ 单盐浓度对根冠比影响显著,与根冠比呈负相关。盐浓度低于 100 mmol·L⁻¹时对叶绿素含量影响不明显,浓度超过 150 mmol·L⁻¹时叶片叶绿素含量显著下降。

参考文献:

[1] 云雪雪. 国际盐碱地开发动态及其对我国的启示[J]. 国土与自然资源研究, 2020(1): 84-87.

[2] KHAN M A, GUHAR S. Germination responses of *Sporobolous ioclados*: A saline desert grass[J]. Journal of Arid Environments, 2003, 53: 387-394.

[3] SINGH J, SASTRY E V, SINGH V. Effent of salinity on tomato during seed germination stage[J]. Physiology and Molecular Biology of Plants, 2012, 18(1): 45-50.

[4] 代明龙. 盐碱胁迫对植物种子萌发的影响及生理生化机制研究进展[J]. 北方园艺, 2015(10): 176-179.

[5] 尹明. 原花青素缓解工业大麻镉胁迫机理分析[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.

[6] 金蕊, 杨明攀. 回接内生真菌对工业大麻生理及农艺性状的影响[J]. 植物分类与资源学报, 2014, 36(10): 65-69.

[7] 孙晨, 姜盈盈, 陈森森, 等. 盐胁迫对红花种子萌发的影响[J]. 吉林农业, 2018(17): 54.

[8] 赵颖, 魏小红, 赫亚龙, 等. 混合盐碱胁迫对藜麦种子萌发

和幼苗抗氧化特性的影响[J]. 草业学报, 2019, 28(2): 156-167.

[9] 景宇鹏, 李跃进, 蒯亚莉, 等. 玉米耐 Na₂CO₃ 胁迫的生理响应及耐盐碱性综合评价[J]. 中国土壤与肥料, 2019(5): 14-18.

[10] 卢瑞克, 杨泽茂, 戴志刚, 等. 黄麻耐盐性评价及盐胁迫下的生理响应[J]. 中国麻业科学, 2017, 39(4): 195-203.

[11] 郭瑞, 李峰, 周际, 等. 亚麻响应盐、碱胁迫的生理特征[J]. 植物生态学报, 2016, 40(1): 69-79.

[12] 胡华冉, 刘浩. 不同盐碱胁迫对大麻种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2015, 24(4): 61-68.

[13] 郑丽娜, 梁海芸, 于崧, 等. 盐碱胁迫对芸豆种子萌发特性的影响[J]. 种子, 2018, 37(11): 73-78.

[14] 严青青, 张巨松, 李星星, 等. 盐碱胁迫对海岛棉种子萌发及幼苗根系生长的影响[J]. 作物学报, 2019, 45(1): 100-110.

[15] 郭文婷, 王国华, 缙倩倩. 钠盐胁迫对藜科一年生草本植物生长和生物量分配的影响[J]. 生态学报, 2021, 41(16): 6633-6643.

[16] 杨宏伟, 刘文瑜, 沈宝云, 等. NaCl 胁迫对藜麦种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 草业学报, 2017, 26(8): 146-153.

[17] 徐宁, 曹娜, 王闯, 等. NaCl 胁迫对野生和栽培品种高粱种子萌发和幼苗生理特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(18): 55-57.

[18] HANDIQUE G, HANDIQUE A. Proline accumulation in lemongrass(*Cymbopogon flexuosus* Stapf.) due to heavy metal stress[J]. Journal of Environmental Biology, 2009, 30(2): 299-302.

Effects of NaHCO₃ Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Industrial Hemp

CHE Ye, GUO Li, WANG Ming-ze, LI Ze-yu, ZHANG Ling, JIANG Ze-yu, JIE Si-yuan

(Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China)

Abstract: Salt stress has become the main abiotic stress affecting the development of industrial hemp industry for a long time. In order to explore the tolerance of industrial hemp varieties to salt stress, the effects of different concentrations of NaHCO₃ single salt stress on seed germination and seedling growth of industrial hemp cultivar Qingdama 1 were investigated by gradient concentration test. The results showed that salt concentration inhibited the growth of industrial hemp significantly. With the increase of NaHCO₃ concentration, the germination rate, germination potential, germination index, vigor index, radicle length, cotyl length and seedling dry weight of industrial hemp seeds decreased significantly. NaHCO₃ salt solution had obvious hindrance effect on the ratio of root to shoot of industrial hemp.

Keywords: industrial hemp; NaHCO₃ stress; seed germination; seedling growth