

姜立娜,赵一鹏,郑光辉,等. 不同 NaCl 浓度对菜用大黄种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):235-237.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.067

# 不同 NaCl 浓度对菜用大黄种子萌发与幼苗生长的影响

姜立娜,赵一鹏,郑光辉,邵珠田

(河南科技学院园艺园林学院,河南新乡 453003)

**摘要:**以菜用大黄种子为试材,根据国际标准采用纸培法,在培养箱( $25 \pm 1$ ) °C 条件下分析 0 (CK)、50 mmol/L (A1)、100 mmol/L (A2)、150 mmol/L (A3)、200 mmol/L (A4)、250 mmol/L (A5) 等 6 个 NaCl 溶液浓度梯度处理对菜用大黄种子的电导率、发芽率、发芽势、幼苗茎粗、茎高、鲜质量以及幼苗叶片中叶绿素含量和丙二醛含量的影响。结果表明,当 NaCl 溶液浓度为 100 mmol/L 时,菜用大黄种子的发芽率、发芽势最高,说明菜用大黄种子有一定的耐盐特性;随着 NaCl 浓度的升高,菜用大黄种子的电导率、发芽率、发芽势、幼苗茎粗、茎高、幼苗叶片鲜质量、叶绿素含量和丙二醛含量分别呈不同的变化趋势。

**关键词:**NaCl 浓度;菜用大黄;种子萌发;幼苗生长;耐盐性

**中图分类号:**S649.01 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)08-0235-03

菜用大黄 (*Rheum raphaniticum* L.) 是蓼科 (Polygonaceae) 大黄属 (*Rheum*) 的一个种,为多年生草本植物,叶柄粗大多汁,富含营养,是理想的保健类芳香蔬菜。菜用大黄作为一种绿色保健蔬菜,以营养价值高、保健功能强、风味独特而被誉为“新兴特色蔬菜”,发展前景非常广阔<sup>[1-3]</sup>。盐胁迫是影响植物产量及质量的主要非生物因素之一,通过渗透胁迫、离子胁迫以及由此引起的营养不均衡影响植物的生长和发育<sup>[4]</sup>,破坏植物的生理生化功能,最终导致植物死亡。因此,探究盐胁迫对植物的影响以及盐害机理从而提高盐渍土的植物产量及质量具有重要的理论和现实意义<sup>[5]</sup>。目前,有关菜用大黄

的研究主要在核型分析、不定芽增殖能力等方面<sup>[6]</sup>,而对菜用大黄发芽特性、生长生理特性的研究并不多,因此本试验研究不同浓度 NaCl 溶液处理下,菜用大黄种子的发芽特性及生长生理特性,为菜用大黄的栽培育种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验所用菜用大黄种子由河南科技学院园艺园林学院菜用大黄引种课题组提供,于 2014 年 6 月采自河南新乡古固寨试验基地。经测定,试验所用菜用大黄种子净度为 93.81%,千粒质量为 13.5 g。

### 1.2 方法

选择大小均匀一致、健康饱满的菜用大黄种子,置于 50~55 °C 的温水中消毒 15 min,其间不断搅拌,直到温度降

收稿日期:2015-06-30

基金项目:河南省科技厅基础前沿项目(编号:122300410134)。

作者简介:姜立娜(1985—),女,山东淄博人,博士,讲师,主要从事园艺植物遗传育种与生物技术研究。E-mail:linjiang85@163.com。

[41] 刘荣乐,李书田,王秀斌,等. 我国商品有机肥料和有机废弃物中重金属的含量状况与分析[J]. 农业环境科学学报,2005,24(2):392-397.

[42] Nriagu J O, Pacyna J M. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by trace - metals [J]. Nature, 1988,333(6169):134-139.

[43] 许炼烽,郝兴仁,冯显湘. 城市蔬菜的重金属污染及其对策[J]. 生态科学,2000,19(1):80-85.

[44] 刘芳,王书肖,吴清茹,等. 大型炼锌厂周边土壤及蔬菜的汞污染评价及来源分析[J]. 环境科学,2013,34(2):712-717.

[45] 柳开楼,李大明,黄庆海,等. 红壤稻田长期施用猪粪的生态效益及承载力评估[J]. 中国农业科学,2014,47(2):303-313.

[46] 李影,吴景贵,陈猛. 不同有机物料与化肥配施对黑土重金属各形态的影响[J]. 水土保持学报,2013,27(2):178-182.

[47] 张乃明. 大气沉降对土壤重金属累积的影响[J]. 土壤与环境,2001,10(2):91-93.

[48] 李其林,刘光德,魏朝富,等. 重庆市蔬菜区重金属污染现状[J]. 土壤通报,2005,36(1):104-107.

[49] 李波,林玉锁,张孝飞,等. 宁连高速公路两侧土壤和农产品

中重金属污染的研究[J]. 农业环境科学学报,2005,24(2):266-269.

[50] 吴长年,王勇,赵磊,等. 沪宁高速公路(镇江段)重金属污染的形态特征[J]. 环境化学,2004,23(4):465-466.

[51] 郑路,常江. 合肥市菜园蔬菜和土壤的铅污染调查[J]. 环境污染与防治,1989,11(5):33-37.

[52] 边伟,鄂勇,胡振帮,等. 重金属在施污土壤中分布及被大豆植株的吸收[J]. 东北农业大学学报,2009,40(8):37-43.

[53] 李雪芳,王林权,尚浩博,等. 小白菜和小青菜对镉、汞、砷的富集效应及影响因素[J]. 北方园艺,2014,1:16-21.

[54] 龚梦丹,顾燕青,王小雨,等. 杭州市菜地蔬菜重金属污染评价及其健康风险分析[J]. 浙江农业学报,2015,27(6):1024-1031.

[55] 陈玉梅,和苗苗,宁皎莹,等. 蔬菜地重金属镉污染植物修复研究进展[J]. 上海农业学报,2015,31(1):110-117.

[56] 靳辉勇,齐绍武,赵世浩,等. 我国蔬菜重金属污染现状及研究进展[J]. 安徽农业科学,2015,43(6):255-257.

[57] 李雪芳,王文岩,上官宇,等. 西安市郊菜地土壤重金属污染及其与蔬菜重金属质量分数的相关性[J]. 西北农业学报,2014,23(8):173-181.

到 25 ℃ 左右;之后将种子转移至不同浓度 0 (CK)、50 mmol/L (A1)、100 mmol/L (A2)、150 mmol/L (A3)、200 mmol/L (A4)、250 mmol/L (A5) 的 NaCl 溶液中浸泡 24 h,浸种结束后,用蒸馏水反复冲洗 3~5 次,放入铺有 3 层湿润滤纸的培养皿中,摆放整齐,置于恒温培养箱(温度为 21 ℃,光照时间为 10 h/d)培养,以上各处理均重复 3 次,每个重复放 30 粒种子。第 3 天计算发芽势,第 7 天计算发芽率,第 14 天测定幼苗鲜质量、根鲜质量、根粗、茎粗、根长、茎长等形态指标和电导率、叶绿素含量、丙二醛含量等生理指标<sup>[7-9]</sup>。

2 结果与分析

2.1 不同 NaCl 浓度胁迫对菜用大黄种子电导率的影响

种子电导率是预测种子生活力的重要指标之一,在盐胁迫逆境中,细胞膜结构和功能的受损会引起选择性渗透能力的降低,导致在吸胀过程中细胞内含物的外渗,渗出液电导率升高,其后果是使种子本身生理失调<sup>[9]</sup>。由图 1 可以看出,随着盐浓度的升高,种子电导率逐渐升高。

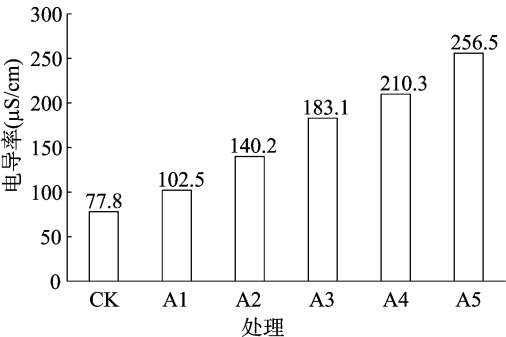


图1 不同 NaCl 浓度处理对菜用大黄种子电导率的影响

2.2 不同 NaCl 浓度对菜用大黄种子发芽率和发芽势的影响

由表 1 可以看出,CK 与 A1 处理之间差异不显著,与处理 A2、A3、A4、A5 差异显著;菜用大黄种子未经盐处理时的发芽率为 75.3%,经过低浓度 NaCl (≤100 mmol/L) 处理后发芽率明显高于对照,说明菜用大黄种子有一定的耐盐性,一定的盐浓度处理会促进菜用大黄种子的萌发。在高浓度 NaCl (>100 mmol/L) 处理时,菜用大黄种子的发芽率开始下降,并且这种下降趋势随着盐浓度的升高越明显,说明在该浓度范围内,菜用大黄种子的发芽率受到抑制。

表 1 不同 NaCl 浓度胁迫对菜用大黄种子发芽率和发芽势的影响

NaCl 处理 (mmol/L)	发芽率 (%)	发芽势 (%)
0 (CK)	75.3Bb	40.1BCb
50 (A1)	77.9Bb	44.5Bb
100 (A2)	81.9Aa	56.7Aa
150 (A3)	57.7Cc	36.1Cbc
200 (A4)	30.7Dd	25.2Dc
250 (A5)	15.5Ee	11.6Ed

注:同列数据后不同小写、大写字母表示在 5%、1% 水平显著。

由表 1 还可以看出,经不同 NaCl 浓度处理后,菜用大黄种子的发芽势随着 NaCl 浓度的增加呈先上升再下降的趋势,其中 CK 与 A1 之间差异不显著,与处理 A2、A3、A4、A5 差异显著。菜用大黄种子未经盐处理时的发芽势为 40.1%,经过低 NaCl 浓度 (≤100 mmol/L) 处理后,菜用大黄种子的发芽势与

CK 相比呈上升趋势,说明适当的盐浓度处理对菜用大黄种子的发芽势有促进作用。在高浓度 NaCl (>100 mmol/L) 处理时,菜用大黄种子的发芽势与 CK 比较差异明显,随着 NaCl 浓度的升高,菜用大黄种子的发芽势下降趋势越明显,说明在这个浓度范围内,NaCl 处理对菜用大黄种子的发芽势有抑制作用。

2.3 不同 NaCl 浓度对菜用大黄幼苗茎粗、茎高、鲜质量的影响

由表 2 可知,对照 CK 与 A1、A2、A4、A5 处理之间差异显著,与 A3 之间差异不显著,菜用大黄未经盐浓度处理幼苗茎粗 1.46 mm,经过低浓度 NaCl (≤100 mmol/L) 处理后明显高于对照,说明菜用大黄种子有一定的耐盐性,一定范围的盐处理会促进菜用大黄幼苗生长。经过高浓度 NaCl (>100 mmol/L) 处理时,菜用大黄种子的茎粗开始下降,并低于对照,随着 NaCl 浓度的升高这种下降趋势明显,说明在该浓度范围内,菜用大黄幼苗的生长受到抑制。由茎高的方差分析结果可知,对照 CK 与 A1、A2 之间差异不显著,与 A3、A4、A5 之间差异显著,茎高随着 NaCl 浓度的增加呈下降趋势。叶片鲜质量也是一种衡量植物长势的生理指标,鲜质量大表明植物长势良好,根系发达,吸水能力强<sup>[10]</sup>。由表 2 可知,对照 CK 与 A1 差异不显著,与 A2、A3、A4、A5 差异显著,随着 NaCl 浓度的升高,菜用大黄幼苗叶片鲜质量呈下降趋势,且 NaCl 浓度越高,下降趋势越明显。

表 2 不同 NaCl 浓度胁迫对菜用大黄幼苗茎粗、茎高、鲜质量的影响

NaCl 处理 (mmol/L)	茎粗 (mm)	茎高 (mm)	鲜质量 (g)
0 (CK)	1.46Cc	49.06Aa	0.115Aa
50 (A1)	1.70Aa	47.56Aa	0.11Aab
100 (A2)	1.62Bb	44.32Aa	0.094Bb
150 (A3)	1.40CDcd	34.92Bb	0.078Cc
200 (A4)	1.34Dcd	25.56Cc	0.061Dd
250 (A5)	1.27Ed	16.23Dd	0.05Ed

注同表 1。

2.4 不同 NaCl 浓度对菜用大黄叶片叶绿素含量的影响

叶绿素是植物进行光合作用的重要组成物质,植物在高盐逆境条件下,其叶绿素随之降解,叶片黄化,光合效率降低,从而抑制植物的生长和发育。盐胁迫可导致植物叶片的叶绿素含量降低,这主要是由于受盐胁迫,植株体内叶绿素降解酶活性增强,从而促进叶绿素的降解<sup>[10]</sup>。不同 NaCl 浓度处理菜用大黄幼苗叶片中的叶绿素含量变化如图 2 所示,随着盐浓度的增加,总叶绿素含量在低盐浓度 (≤100 mmol/L) 下上升,随着盐浓度的进一步上升,总叶绿素含量显著降低。这些数据进一步说明菜用大黄有一定的耐盐性,可在一定范围盐碱地上推广。

2.5 不同 NaCl 浓度对菜用大黄幼苗丙二醛含量的影响

盐胁迫下植物容易产生活性氧,活性氧如果不及清除,就会引发脂质的过氧化和蛋白的交联,进而损害细胞膜结构和功能的完整性<sup>[11]</sup>,对植物细胞产生氧化毒害,丙二醛作为膜质过氧化的主要产物含量增加<sup>[12]</sup>。耐盐品种细胞膜系统遭到破坏程度小,表现在细胞膜透性小,而敏感品种细胞膜系统破坏严重,表现为细胞膜透性大<sup>[13]</sup>。由图 3 可知,在低浓度 NaCl (≤100 mmol/L) 下,丙二醛含量变化平稳,说明菜用大黄幼苗有一定的耐盐性;但在高浓度 NaCl (>100 mmol/L) 下,植物不足以抵抗逆境,膜脂氧化作用加强,丙二醛含量迅速升高。

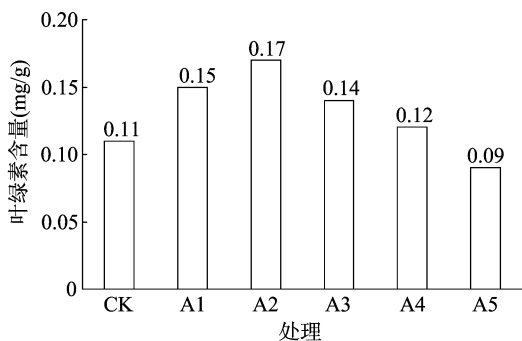


图2 不同 NaCl 浓度对菜用大黄幼苗叶绿素含量的影响

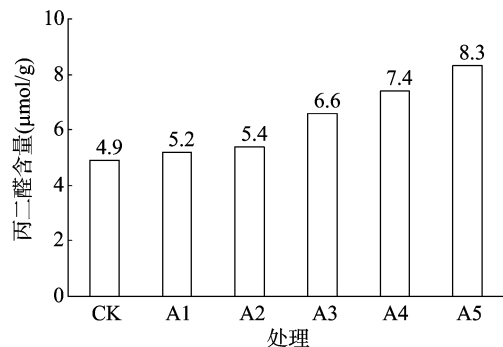


图3 不同 NaCl 浓度对菜用大黄幼苗丙二醛含量的影响

### 3 结论与讨论

本研究表明,低浓度( $\leq 100$  mmol/L)处理下菜用大黄的发芽率、发芽势明显高于对照,说明菜用大黄具有一定的耐盐性。然而,高浓度 NaCl( $> 100$  mmol/L)处理下菜用大黄的发芽率、发芽势明显下降,随着 NaCl 浓度的增大,这种抑制作用更为明显。幼苗的茎粗是衡量幼苗健壮程度的重要指标之一,幼苗茎部过细不利于幼苗的健壮生长。由表 2 可以看出,随着 NaCl 浓度的增大,菜用大黄幼苗的茎粗呈先上升再下降的趋势,这表明低盐浓度处理对菜用大黄幼苗生长有促进作用,高盐浓度处理对菜用大黄幼苗生长有抑制作用。由图 2 可知,菜用大黄幼苗叶片叶绿素含量随着盐浓度的增加先升高后下降,同时由图 3 可知,菜用大黄幼苗叶片丙二醛含量在低盐浓度下与对照相比变化平稳,高盐浓度下明显升高,这些进一步表明低盐浓度胁迫可以明显提高菜用大黄幼苗生长势,高盐浓度胁迫抑制大黄生长势。

盐胁迫对植物个体发育的影响主要是抑制植物组织和器官的生长和分化,加速植物的发育进程<sup>[10]</sup>。菜用大黄种子的茎高、苗鲜质量随着盐溶液浓度的升高呈下降趋势,与本试验菜用大黄种子发芽率、发芽势、茎粗、丙二醛含量呈现的趋势不一致,这反映菜用大黄种子及幼苗各性状对盐处理的应答不同,菜用大黄种子在盐处理下各种生理指标可能均参加响应,但是盐处理对不同性状的影响程度不同,这与甘蓝型油菜<sup>[14]</sup>、高粱<sup>[15]</sup>的研究相似,这既充分反映了菜用大黄种子耐盐的复杂性,也侧面反映了同种品种不同性状耐盐性的差异。

在对植物耐盐性的研究中发现,叶绿素含量是反映植物耐盐特性的重要生理指标之一<sup>[16]</sup>。本试验高浓度 NaCl( $> 100$  mmol/L)处理下菜用大黄幼苗叶片叶绿素含量下降,

可能是由于在高盐处理下,叶绿素酶活性增强,从而促进叶绿素分解<sup>[16]</sup>。也有研究表明,植物细胞活性氧代谢平衡在高盐处理下遭到破坏会导致产生大量自由基,加速叶绿体质膜氧化,导致 MDA 含量增加,而高盐处理下叶绿素与叶绿体蛋白间结合变得松弛使叶绿素遭到破坏,叶绿素含量明显下降<sup>[17]</sup>。因此,高盐处理下植物 MDA 含量与叶绿素含量存在负相关关系,本试验图 2 与图 3 也证明了这一点。

综上所述,菜用大黄种子及幼苗具有一定的盐胁迫适应能力。但是植物对盐胁迫的耐受性是一个复杂的性状,除了植物自身的耐盐性和适应性会有差异以外,还会受环境中其他因素的影响<sup>[18]</sup>,所以关于菜用大黄耐盐性的机理及在盐碱地的栽培问题还有待于更深入的研究。

### 参考文献:

- [1] 卢莉,赵一鹏. 菜用大黄的研究进展[J]. 广东农业科学, 2008(2): 19-21, 27.
- [2] Rubatzky V E, Yamaguchi M. World vegetable: principles, production and nutritive values[M]. 2nd ed. New York: Chapman & Hall, 1997: 692-695.
- [3] Zhao Y P, Grout B, Crisp P. Unexcepected susceptibility of breeding lines of European rhubarb (*Rheum raphonticum* L.) to leaf and petiole spot disease[J]. Acta Hort, 2004, 637: 139-144.
- [4] 朱义,谭贵娥,何池全,等. 盐胁迫对高羊茅(*Festuca arundinacea*)幼苗生长和离子分布的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(12): 5447-5454.
- [5] 李建国,濮励杰,朱明,等. 土壤盐渍化研究现状及未来研究热点[J]. 地理学报, 2012, 67(9): 1233-1245.
- [6] 任文娟,郭小菲,姜立娜,等. 菜用大黄染色体制片优化及核型分析[J]. 华北农学报, 2013, 28(5): 128-132.
- [7] 林紫玉,贾文庆. 盐分胁迫下紫花苜蓿种子发芽特性的研究[J]. 北方园艺, 2008(4): 152-154.
- [8] 李合生,孙辉,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000: 134-137.
- [9] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社, 2006: 210-211.
- [10] 裴丽珍,黄有军,黄坚钦,等. 不同耐盐植物在盐胁迫下的生长与生理特性比较研究[J]. 浙江大学学报, 2006, 32(4): 420-427.
- [11] 宋士清,刘微,郭世荣,等. 化学诱抗剂诱导黄瓜抗盐性及其机理[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1871-1876.
- [12] 尚茂茂,宋士清,张志刚,等. 外源 BR 诱导黄瓜(*Cucumis sativus* L.) 幼苗的抗盐性[J]. 中国农业科学, 2006, 39(9): 1872-1877.
- [13] 侯建华,云锦凤,张东晖. 羊草与灰色赖草及其杂交种的耐盐生理特性比较[J]. 草业学报, 2005, 14(1): 73-77.
- [14] 龙卫华,浦惠明,张洁夫,等. 甘蓝型油菜发芽期的耐盐性筛选[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(3): 271-275.
- [15] 孙璐,周宇飞,汪澈,等. 高粱品种萌发期耐盐性筛选与鉴定[J]. 中国农业科学, 2012, 45(9): 1714-1722.
- [16] 杨淑慎,高俊凤,李学俊. 高等植物叶片的衰老[J]. 西北植物学报, 2001, 21(6): 1271-1277.
- [17] 翁锦周,林江波,林加耕,等. 盐胁迫对桉树幼苗的生长及叶绿素含量的影响[J]. 热带作物学报, 2007, 28(4): 15-20.
- [18] 王文恩,李颖,苏农,等. 盐胁迫对多花木蓝种子萌发的影响[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(2): 321-324.