

陈 昱,管安琴,卢昱宇,等. 盐胁迫对不同基因型芦笋萌发的影响及盐碱地育苗技术[J]. 江苏农业科学,2014,42(8):136-138.

# 盐胁迫对不同基因型芦笋萌发的影响及盐碱地育苗技术

陈 昱,管安琴,卢昱宇,冯伟民,樊平声,万云龙,韩庆余

(江苏省农业科学院蔬菜研究所,江苏南京 210014)

**摘要:**以 9 种基因型芦笋种子为试材,研究盐胁迫对其发芽率的影响。以筛选出的芦笋品种 Altas 为试材,研究育苗方法、移栽苗龄对盐碱地芦笋育苗及移栽后植株生长的影响。结果表明:不同芦笋品种耐盐能力差异显著,Apollo、Altas、井冈 701 能耐受 0.3% 或更高浓度的 NaCl 胁迫,可作为江苏省滨海滩涂盐碱地区发展芦笋产业的优先选择品种;采用基质浇灌 NaCl 育苗、移栽苗龄 100 ~ 120 d 等措施,可提高芦笋幼苗对盐碱地的适应能力,幼苗成活率达 85% 以上,且移栽后缓苗期短,生长旺盛。

**关键词:**芦笋;发芽率;盐胁迫;耐盐性;育苗技术

**中图分类号:**S644.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)08-0136-03

江苏省滩涂资源十分丰富,滩涂总面积达  $6.9 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,占全国滩涂面积的 1/4,位居全国沿海省市之首,滩涂资源是江苏省最大的一块土地后备资源。开发沿海滩涂,发展滩涂经济,对于缓解江苏省人多地少的矛盾,保证耕地总量动态平衡,全面推进沿海区域共同发展,具有十分重要的意义<sup>[1]</sup>。芦笋(*Asparagus officinalis* Linn.) 别称石刁柏,属百合科天门冬属多年生草本植物,可食部分为新鲜的嫩茎,是一种深受消费者喜爱的营养保健型高档蔬菜,享有“蔬菜之王”的美誉<sup>[2]</sup>。芦笋含有丰富的组蛋白、硒、皂苷类化合物等成分<sup>[3]</sup>。截至 2008 年,我国芦笋种植面积达 10 万  $\text{hm}^2$ ,已经成为世界上芦笋种植面积最大、出口量最多的国家,芦笋也成为我国加入 WTO 后农业领域最具竞争力的农产品之一<sup>[4]</sup>。芦笋原产于地中海沿岸,耐盐碱能力较强,可在含盐量  $\leq 0.3\%$  的土壤中正常生长<sup>[5-6]</sup>。利用芦笋耐盐碱能力强的特点开展盐碱地芦笋种植,为我国滨海盐碱地的开发利用开辟了新途径<sup>[7]</sup>。目前,国内外关于芦笋耐盐性的报道主要包括耐盐芦笋品种筛选试验,芦笋适应盐碱地区生理生化机制、不同种质芦笋耐盐性差异等<sup>[8-10]</sup>。有学者认为,施用 NaCl 可以防治芦笋病害并能够提高产量<sup>[11-12]</sup>。盐渍环境下芦笋种子的萌发期与幼苗期是植株生长的关键与敏感阶段<sup>[13]</sup>。芦笋苗期耐盐性较差,盐渍环境下芦笋移栽后叶片变黄、生长势弱,幼苗枯死现象发生严重。因此,选用适宜的育苗方法以减轻该阶段盐胁迫对幼苗的伤害、提高壮苗比例是盐碱地芦笋种植成功的关键因素之一。本研究评价不同品种芦笋在 NaCl 胁迫下的耐盐性,筛选出适应江苏省滨海滩涂地区生态条件的芦笋品种,同时,比较不同育苗方法、不同苗龄对盐碱地芦笋育苗及移栽后植株生长的影响,确定适宜的育苗方法,旨在为滨海盐

碱地区发展芦笋产业提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

UC157、Purple passion、DePaoli、Altas、New Jersey、Grande、Apollo 等 7 个芦笋品种均购自北京益农高科农业科技有限公司;井冈 701 由江西省农业科学院罗绍春研究员提供;冠军品种由山东省潍坊市农业科学院李书华研究员提供。NaCl 为国产分析纯。

### 1.2 方法

**1.2.1 NaCl 胁迫对芦笋种子萌发的影响** 试验分别于 2012 年 11—12 月、2013 年 2—8 月在江苏省南京市六合区竹山镇江苏省循环农业试验基地、江苏省大丰市金海农场滩涂实验基地进行。NaCl 浓度设 0 (CK)、0.1%、0.2%、0.3%、0.5%、0.7% 共计 6 个处理,每处理重复 3 次。每个芦笋品种分别选取 100 粒饱满的种子,置于铺有 2 层滤纸、内径为 10 cm 的培养皿内,分别加入 10 mL 上述不同浓度的 NaCl 溶液,置于 DNP-9022 型电热恒温培养箱(上海精宏实验设备有限公司)中( $25 \pm 1$ ) °C 下催芽,每日定时定量补充蒸馏水以保持滤纸湿润。以胚根长 0.2 cm 作为萌芽标志,7 d 后统计处理发芽率、对照发芽率,并计算相对发芽率<sup>[10]</sup>,计算公式如下:

发芽率 = 规定日期内发芽种子数/供试种子数  $\times 100\%$ ; (1)

相对发芽率 = 处理发芽率/对照发芽率  $\times 100\%$ 。 (2)

### 1.2.2 不同育苗方法对芦笋幼苗生长及移栽后生长的影响

将 Altas 芦笋种子于 ( $25 \pm 1$ ) °C 下催芽后,播种于营养钵中,每钵 1 粒,出苗后进行常规栽培管理。设基质育苗、基质浇灌 NaCl 育苗 2 种育苗方法,均采用规格 8 cm  $\times$  8 cm 的营养钵育苗。基质为丹麦品式® 蔬菜育苗基质(上海而然贸易有限公司),装入营养钵;基质浇灌 NaCl 育苗方法以基质育苗方法为基础,在幼苗移栽前 30 d 进行 NaCl 处理。将 NaCl 溶于 1/4 浓度日本园试营养液中<sup>[14]</sup>,均匀浇入基质,每隔 6 d 浇 1 次营养液,起始 NaCl 浓度为 0.05%,以后每次浇营养液时递增 0.05% 至终浓度为 0.2%。播种后 100 d,对每个处理调查 10 株幼苗的株高、茎数、茎粗,以各指标平均值计算生育指数。用米尺测量株高(最高母茎高度);茎数为所有地上可

收稿日期:2014-04-09

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)3069]。

作者简介:陈 昱(1982—),男,安徽颍上人,博士,助理研究员,主要从事蔬菜无公害栽培技术研究。E-mail:chengang2891@163.com。

通信作者:冯伟民,研究员,主要从事蔬菜无公害栽培技术研究。

Tel: (025)84390270; E-mail: fweimin@126.com。

见茎秆;用游标卡尺测量茎粗(嫩茎距地 10 cm 处直径)<sup>[15]</sup>。每个处理随机选择 60 株移栽于含盐量 0.3% 的当地盐碱地中,每处理 3 次重复。移栽后 40 d,调查幼苗成活率、株高、茎数、茎粗,计算生育指数(参考曹岩坡等的方法<sup>[6]</sup>,略作改动)。

生育指数 =  $\sum$  株高  $\times$  茎数  $\times$  茎粗。

1.2.3 不同苗龄移栽对芦笋移栽后生长的影响 供试芦笋品种为 Altas。采用基质浇灌 NaCl 育苗方法,分别在苗龄 80、100、120、140 d 时,每处理随机选择 60 株苗移栽于当地含盐量为 0.3% 的盐碱地中,3 次重复。移栽后 40 d 调查幼苗成活率、株高、茎数、茎粗,计算生育指数。

1.3 数据统计分析

采用 SPSS 17.0 软件对数据进行单因素方差分析,并用

Duncan’s 新复极差法对平均值进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对不同芦笋品种种子萌发的影响

从表 1 可以看出,在 0.3% NaCl 胁迫处理下,Apollo、Altas、井冈 701 种子发芽率分别为 81.0%、68.0%、59.3%,相对发芽率均超过 0.50;在 0.5% NaCl 胁迫处理下,Apollo、Altas、井冈 701 种子发芽率分别为 42.3%、26.3%、15.7%。不同芦笋品种的耐盐性不同,耐盐能力强的芦笋品种在较低的 NaCl 浓度下种子萌发良好,在较高的 NaCl 浓度下种子发芽受抑制程度较轻。Apollo、Altas、井冈 701 能耐 0.3% 或更高浓度的 NaCl 胁迫,可作为江苏省滨海滩涂盐碱地区发展芦笋产业的优先选择品种。

表 1 盐胁迫对不同芦笋品种种子发芽率的影响

品种	发芽率(%)						相对发芽率(%)				
	对照	0.1% NaCl	0.2% NaCl	0.3% NaCl	0.5% NaCl	0.7% NaCl	0.1% NaCl	0.2% NaCl	0.3% NaCl	0.5% NaCl	0.7% NaCl
UC157	87.7	48.0	12.7	2.0	0.0	0.0	0.55	0.14	0.02	0	0
Purple passion	88.3	43.7	35.0	19.3	2.0	0.0	0.49	0.39	0.22	0.02	0
DePaoli	76.7	54.3	14.3	4.0	0	0	0.71	0.19	0.05	0	0
Altas	92.0	88.3	83.0	68.0	26.3	2.3	0.96	0.90	0.74	0.29	0.03
New Jersey	67.7	53.7	22.3	15.0	3.7	0	0.79	0.33	0.22	0.05	0
Grande	84.0	68.7	57.7	42.3	4.0	0	0.82	0.69	0.50	0.05	0
Apollo	81.0	82.7	83.3	81.0	42.3	5.7	1.02	1.02	1.00	0.52	0.07
井冈 701	83.7	72.0	62.7	59.3	15.7	0	0.86	0.75	0.71	0.19	0
冠军	53.7	60.7	59.3	45.0	24.7	0	1.13	1.10	0.84	0.46	0.0

2.2 不同育苗方法对芦笋幼苗生长及移栽后生长的影响

从表 2 可以看出,2 种育苗方法下芦笋幼苗生长无显著性差异。移栽 40 d 后,采用基质浇灌 NaCl 育苗处理的幼苗移栽后成活率、株高、茎数、茎粗、生育指数均高于基质育苗处理,且 2 种育苗处理的幼苗生长指标差异显著。移栽 40 d 后,基质育苗处理幼苗的成活率、株高、茎数、茎粗、生育指数

均下降,表明幼苗移栽后由于受到盐胁迫伤害,生长发育受阻,缓苗期长,长势弱,枯死苗现象严重;基质浇灌 NaCl 育苗处理幼苗的株高、茎粗、生育指数均呈上升趋势,表明由于在苗期经历了短时间的盐胁迫逆境锻炼,幼苗在一定程度上能较快适应盐碱地环境,从而减轻盐胁迫对移栽后幼苗的伤害,移栽于盐碱地后幼苗长势较好。

表 2 不同育苗方法对芦笋幼苗生长及移栽后生长的影响

处理	时间	成活率 (%)	株高 (cm)	茎数 (个)	茎粗 (cm)	生育指数
基质育苗	播种后 100 d	95a	35.6a	5.9a	0.15a	31.50
	移栽后 40 d	62b	34.6b	3.0b	0.13b	13.49
基质浇灌 NaCl 育苗	播种后 100 d	95a	33.8a	5.6a	0.13a	24.60
	移栽后 40 d	87a	42.8a	4.8a	0.17a	34.92

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下表同。

2.3 不同苗龄移栽对芦笋定植后生长的影响

由表 3 可知,随着移栽幼苗苗龄的增大,芦笋移栽后幼苗成活率、株高、茎数、茎粗、生育指数均呈逐渐增加趋势。100 d 以上龄苗,鳞茎盘增大,地上茎数多,苗齐、苗壮,移栽后成活率显著提高,100、120、140 d 苗龄移栽后成活率分别比对照(80 d 龄苗)高 14.1%、15.4%、15.4%,移栽后对盐碱地适应能力增强。120、140 d 苗龄移栽处理的幼苗成活率、株高、茎数、茎粗、生育指数差异均不显著。随着移栽苗龄的增大,幼苗的耐盐碱能力增强,移栽后植株缓苗期短,营养生长旺盛,通过地上茎的光合作用及营养输送,促进鳞茎盘的生长。然而,

育苗苗龄越长,育苗地占地时间越长,管理相对费工,成本大幅度提高。因此,滩涂盐碱地芦笋较适宜的移栽苗龄为 100 ~ 120 d。

表 3 不同苗龄移栽对芦笋定植后生长的影响

定植苗龄 (d)	成活率 (%)	株高 (cm)	茎数 (个)	茎粗 (cm)	生育指数
80	78b	39.6c	4.1b	0.15b	24.35
100	89a	44.9b	4.8a	0.19a	40.95
120	90a	49.1a	5.0a	0.20a	49.10
140	90a	49.3a	5.1a	0.21a	52.80

### 3 结论与讨论

#### 3.1 盐胁迫对不同芦笋品种种子萌发的影响

盐胁迫对芦笋种子萌发具有明显影响,低浓度盐胁迫能够促进芦笋种子萌发;高浓度盐胁迫抑制种子萌发,且发芽率随着盐浓度升高而逐渐下降。高浓度盐胁迫下植物种子发芽率低甚至不发芽的主要原因是渗透胁迫效应,盐溶液水势低于种子内细胞水势,抑制了种子对水分的吸收;在中浓度、低浓度盐胁迫下,盐生植物种子能够吸收一定量的无机离子以降低细胞内水势,增加种子吸水能力,表现出一定的耐盐性<sup>[15-16]</sup>。低浓度盐胁迫能够提高芦笋种子的萌发率,可能是因为种子吸收的无机离子打破了种子休眠,最终刺激种子萌发。张国伟等对棉花萌发期、苗期耐盐性进行评价,结果表明,发芽率可以作为棉花萌发期耐盐性鉴定指标<sup>[17]</sup>。小麦种子发芽率、发芽指数等指标可以反映不同小麦品种种子萌发期耐盐性的强弱,因此通过测定小麦萌发期各形态指标,评价不同品种抗盐胁迫的能力,可为小麦耐盐育种提供依据。可见,种子发芽率可以作为芦笋耐盐性评价的重要指标。本研究以芦笋种子相对发芽率作为耐盐性指标,对 9 个芦笋品种的耐盐性进行了评价,结果表明,大多数芦笋品种种子萌发均受到不同程度抑制,且 NaCl 浓度越高,发芽率越低,这与张国伟等对不同品种棉花萌发期的耐盐能力研究结果<sup>[17]</sup>一致。不同芦笋品种耐盐性不同,耐盐能力强的品种在较低 NaCl 浓度下种子萌发良好,在较高 NaCl 浓度下种子发芽受抑制程度较轻。依据种子相对发芽率, Apollo、Altas、井冈 701 能耐 0.3% 或更高浓度的 NaCl 胁迫,可作为江苏省滨海滩涂盐碱地区发展芦笋产业的优先选择品种。

#### 3.2 不同育苗方法对芦笋幼苗生长及移栽后生长的影响

幼苗期是作物耐盐性较弱的时期之一<sup>[18-21]</sup>。培育移栽后能迅速适应盐碱环境的壮苗是决定盐碱地芦笋种植能否成功的关键。壮苗是芦笋丰产的基础。育苗过程中对幼苗进行一段时间的抗性锻炼有利于移栽后幼苗适应不利生长环境,促进植株生长发育<sup>[22]</sup>。生育指数是反映芦笋生长势的综合指标,本研究结果表明,生育指数与芦笋产量呈显著正相关。生育指数越高,芦笋生物学产量越高,积累养分也越多,芦笋产量越高。李凤玲等对 4 个耐盐芦笋品种进行筛选试验,将生育指数作为一项重要耐盐性鉴定指标,生育指数越高,生长势越好,植株耐盐性越强。可见,幼苗生育指数可以作为芦笋耐盐性评价的重要指标<sup>[8]</sup>。本研究结果表明,采用基质浇灌 0.2% NaCl 溶液育苗的方法可提高幼苗对盐碱的适应能力,移栽到盐碱地后幼苗成活率达 85% 以上,且缓苗期短,植株生长旺盛,生育指数高,可达到促早发笋、丰产的目的。

#### 3.3 不同苗龄移栽对芦笋定植后生长的影响

芦笋幼苗在适宜苗龄移栽有利于提高芦笋的耐盐碱能力,提高盐碱地移栽成活率,壮苗比例高,春季促早发笋,有利于提高产量。本研究结果表明,苗龄为 100 ~ 120 d 为盐碱地芦笋最适宜移栽时期,该时期芦笋植株达到壮苗标准,移栽后幼苗成活率高。

### 参考文献:

- [1] 刘阳春,何文寿,何进智,等. 盐碱地改良利用研究进展[J]. 农业科学研究,2007,28(2):68-71.
- [2] 陈光宇. 芦笋无公害生产技术[M]. 北京:中国农业出版社,2005:1-3.
- [3] Shao Y, Poobrasert O, Kennelly E J, et al. Steroidal saponins from *Asparagus officinalis* and their cytotoxic activity[J]. *Planta Medica*, 1997,63(3):258-262.
- [4] 陈光宇. 中国芦笋研究与产业发展[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2010:3-9.
- [5] 张国新,王秀萍,鲁雪林. 芦笋盐碱地原土育苗与移栽指标试验研究[J]. 现代农业科技,2008(17):15-16.
- [6] 曹岩坡,戴鹏,戴素英. 盐碱地芦笋育苗技术研究[J]. 河北农业科学,2012,16(7):36-38.
- [7] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报,2008,45(5):837-845.
- [8] 李凤玲,李鹏. 耐盐芦笋引进品种筛选试验[J]. 中国种业,2005(6):38-39.
- [9] 谭巍巍,李凤山,张玉霞,等. 氯化钠和碳酸钠对芦笋的胁迫效应比较[J]. 中国农学通报,2006,22(7):322-325.
- [10] 胡淑明,乜兰春,陈海媛,等. 11 份芦笋种质材料耐盐性评价[J]. 中国农学通报,2012,28(13):167-170.
- [11] Reid T C, Hausbeck M K, Kizilkaya K. Effects of sodium chloride on commercial *Asparagus* and of alternative forms of chloride salt on *Fusarium* crown and root rot[J]. *Plant Disease*, 2001,85(12):1271-1275.
- [12] van Kruistum G, Poll J T, Meijer J, et al. Effect of NaCl on asparagus quality, production and mineral leaching[J]. *Acta Horticulturae*, 2008(776):87-90.
- [13] 张万钧,王斗天,范海,等. 盐生植物种子萌发的特点及其生理基础[J]. 应用与环境生物学报,2001,7(2):117-121.
- [14] 王聪,朱月林,杨立飞,等. 菜用大豆耐盐品种的筛选及其耐盐生理特性的研究[J]. 江苏农业学报,2009,25(3):621-627.
- [15] 徐宏,史学明,黄志勇,等. 土壤保水剂在芦笋上的应用效果[J]. 江西农业学报,2011,23(8):14-16.
- [16] 李士磊,霍鹏,高欢欢,等. 复合盐胁迫对小麦萌发的影响及耐盐阈值的筛选[J]. 麦类作物学报,2012,32(2):260-264.
- [17] 张国伟,路海玲,张雷,等. 棉花萌发期和苗期耐盐性评价及耐盐指标筛选[J]. 应用生态学报,2011,22(8):2045-2053.
- [18] 汤日圣,童红玉,唐现洪,等. 脱落酸提高水稻秧苗耐盐性的效果[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):910-911.
- [19] 严蓓,孙锦,郭世荣,等. 钙对盐胁迫下黄瓜幼苗生长及可溶性蛋白质表达的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):841-845.
- [20] 董会忠. 滨海盐碱地棉花成苗的原理与技术[J]. 应用生态学报,2012,23(2):566-572.
- [21] 袁颖辉,束胜,袁凌云,等. 外源精胺对盐胁迫下黄瓜幼苗生长和光合作用的影响[J]. 江苏农业学报,2012,28(4):835-840.
- [22] 武占会. 现代蔬菜育苗[M]. 北京:金盾出版社,2009:352-398.