

乔海龙,陈 和,陈 健,等. 盐胁迫对不同大麦品种产量及品质的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):83-86.

盐胁迫对不同大麦品种产量及品质的影响

乔海龙^{1,2}, 陈 和², 陈 健², 沈会权², 陶 红², 臧 慧², 栾海业², 张英虎²

(1. 江苏省盐土生物资源研究重点实验室, 江苏盐城 224002; 2. 江苏沿海地区农业科学研究所, 江苏盐城 224002)

摘要:通过对盐胁迫下 16 个大麦品种产量及品质的比较试验,结果表明,盐土下大麦幼苗叶绿素含量及鲜叶产量低于脱盐土,美 97-1338、Morrison 在盐土胁迫下的叶绿素含量及鲜叶产量均高于其他品种。盐土胁迫下大麦的穗数、穗粒数低于脱盐土,籽粒千粒质量则表现为盐土下高于脱盐土;不同大麦品种的籽粒产量均表现为脱盐土高于盐土,海盐大麦在盐土胁迫下获得 4 344 kg/hm² 的最高产量。土壤盐分不仅造成了大麦产量的下降,同时也降低了大麦籽粒蛋白质的积累,盐土下籽粒平均氮含量比脱盐土下降了 0.15 百分点。

关键词:盐胁迫;大麦;叶绿素;鲜叶产量;籽粒产量;品质

中图分类号: Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)09-0083-03

土壤盐渍化是植物生长的一大障碍。随着土地利用方式的转变,大量化学肥料的施用,以及盐渍化区土壤的非循环性使用,加重了土壤次生盐渍化的程度^[1],导致农作物减产。应用生物措施改良和利用盐碱地是预防盐害的有效措施之一^[2]。在我国沿海地区,开发利用含盐量较高的海涂荒地时,种植大麦防止返盐曾取得了良好的效果^[3]。大麦是世界上栽培历史最悠久的作物之一,具有生育期短、早熟高产、适应性强等特点,是禾本科中较为耐盐的作物^[4],主要用作饲料、粮食、啤酒工业原料以及近年来引起关注的医药工业原料和保健食品。大麦对盐分胁迫的主要敏感期为发芽期、返青拔节期、开花灌浆期,几个敏感期中返青期最为关键,种子是大麦重要的繁殖材料,它在发芽阶段的耐盐状况在一定程度上反映了该大麦品种的耐盐程度^[5]。种子耐盐性研究是耐盐碱植物筛选与早期鉴定的主要依据之一^[6],目前相关研究也较多。大麦整个生长过程中,生长最快、对盐分最敏感的是返青拔节期,有关大麦在自然盐土条件下整个生长期的耐盐

性研究较少。通过自然盐土与脱盐土的比较试验,研究大麦苗期土壤盐胁迫对叶绿素及鲜叶产量的影响,以及土壤盐分对籽粒产量及品质的影响,以期为自然盐土下耐盐大麦专用品种选育奠定理论基础,也为耐盐大麦品种筛选及栽培提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验实施

试验于 2011—2012 年在江苏沿海地区农业科学研究所试验场及江苏沿海现代农业示范园(金海农场)进行。江苏沿海地区农业科学研究所试验场土壤为壤性脱盐潮土,土壤速效 N、P、K 含量分别为 73.5、39.7、36.4 mg/kg,土壤 pH 值 7.8,土壤含盐量 0.052%;江苏沿海现代农业示范园土壤为含盐沙壤土,速效 N、P、K 含量分别为 58.3、35.8、89.3 mg/kg,土壤 pH 值 8.5,土壤含盐量 0.392%。试验田土壤盐离子含量见表 1。

表 1 试验点土壤养分及盐离子含量

试验点	土壤养分(mg/kg)			盐离子含量(%)						
	有效氮	有效磷	有效钾	K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
试验农场	73.5	39.7	36.4	0.005	0.008	0.002	0.007	0.013	0.011	0.006
金海农场	58.3	35.8	89.3	0.021	0.125	0.026	0.011	0.137	0.053	0.019

1.2 试验设计

试验材料为江苏沿海地区农业科学研究所品种资源库中的 16 份大麦材料,试验材料名称、来源及特征见表 2。试验小区长 6 m、宽 2 m、行距 30 cm,重复 3 次。2 个试验点播种密度相同,均以成苗 270 万/hm² 为基础。

1.3 分析与测定

苗期(2012 年 2 月 28 日)测定各品种植株叶片叶绿素含量,在苗高 30 cm 左右时(2012 年 2 月 28 日至 3 月 5 日)刈割测定幼苗鲜叶产量,刈割高度离地面 5 cm 左右。成熟收获后测定籽粒产量、籽粒蛋白质含量,测定方法为半微量凯氏定氮法。

试验数据应用 Excel 和 SPSS 13.0 统计软件进行整理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对大麦幼苗叶绿素含量的影响

在盐胁迫条件下,叶细胞超微结构变化主要表现在细胞膜系统和叶绿体等细胞器上,对盐分最敏感的是叶绿体。从

收稿日期:2014-02-13

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)3067];江苏省盐土生物资源研究重点实验室开放性课题(编号:JKLBS2012016);江苏省盐城市科技创新专项引导资金(编号:YK2013016)。

作者简介:乔海龙(1980—),男,陕西铜川人,硕士,副研究员,主要从事大麦遗传育种及生理生态研究。E-mail:hlqiao80@163.com。

表 2 参试大麦品种名称及特性

品种名称	来源	稜型
缟检-4	日本	2
苏农 6472	江苏	2
盐 99218	江苏	2
C2118	美国	6
美 97-1338	美国	6
沪 01-135	上海	2
盐 94017	江苏	2
泰兴 9425	江苏	2
Morrison	美国	6
扬饲麦 1 号	江苏	6
B2-29	日本	2
单二	江苏	2
沪 01-2946	上海	2
盐 95221	江苏	2
Numar	美国	6
海盐大麦	江苏	4

表 3 可以看出,供试的大麦品种在盐土及脱盐土条件下的幼苗叶绿素含量有一定的差别,大麦幼苗叶绿素含量在脱盐土下高于盐土。在相同土壤条件下,不同品种间也存在一定的差异,6 棱大麦品种如美 97-1338、Morrison、C2118 的叶绿素含量高于其他供试品种。从脱盐土到盐土下叶绿素含量的比较发现,美 97-1338、Morrison、C2118 的叶绿素含量降幅较小,均在 0.1 g/kg 以内。叶绿素含量的高低直接影响着光合作用进行和生物量积累,说明盐胁迫对叶绿素的形成造成了破坏。叶绿素是重要的光合作用物质,盐分胁迫对叶绿素的合成与分解之间的平衡产生影响。

表 3 不同土壤条件下大麦苗叶绿素含量比较

品种	叶绿素含量(g/kg)	
	脱盐土	盐土
缟检-4	1.885±0.065	1.736±0.029
苏农 6472	1.847±0.043	1.698±0.023
盐 99218	1.906±0.071	1.738±0.037
C2118	2.004±0.069	1.921±0.041
美 97-1338	2.216±0.054	2.142±0.046
沪 01-135	1.985±0.032	1.856±0.035
盐 94017	1.907±0.014	1.796±0.051
泰兴 9425	2.015±0.025	1.832±0.043
Morrison	2.143±0.038	1.964±0.026
扬饲麦 1 号	2.067±0.041	1.836±0.033
B2-29	1.987±0.067	1.861±0.039
单二	1.894±0.029	1.768±0.047
沪 01-2946	1.939±0.038	1.846±0.045
盐 95221	2.013±0.019	1.867±0.031
Numar	2.086±0.027	1.872±0.029
海盐大麦	2.064±0.029	1.806±0.034

2.2 盐胁迫对大麦幼苗鲜叶生物量的影响

大麦幼苗生长期对土壤盐分胁迫较为敏感,这个时期也是耐盐鉴定筛选的关键时期之一。从表 4 看出,盐土下大麦幼苗鲜叶生物产量较脱盐土下低 3 000 kg/hm² 左右,表明土壤盐分对大麦苗期的生长造成了一定的影响,降低了大麦幼

苗鲜叶的生物产量。在脱盐土及盐土条件下,美 97-1338 鲜叶产量在供试品种中最高,在盐土条件下的鲜叶产量达到了 15 356.4 kg/hm²,与脱盐土下低产品种的鲜叶生物产量相当。

表 4 不同土壤条件下大麦苗鲜叶生物产量

品种	鲜叶生物产量(kg/hm ²)	
	脱盐土	盐土
缟检-4	15 256.4e	13 012.6de
苏农 6472	15 842.3e	12 892.5e
盐 99218	16 341.7de	13 241.9cd
C2118	17 869.5bc	13 952.7ab
美 97-1338	19 681.6a	15 356.4a
沪 01-135	16 915.3cd	13 521.3bc
盐 94017	16 561.8de	130 32.5d
泰兴 9425	16 614.9de	13 421.3bc
Morrison	19 015.4a	15 023.8ab
扬饲麦 1 号	18 807.1ab	14 287.2ab
B2-29	16 478.2de	13 123.6cd
单二	15 964.5de	12 657.9e
沪 01-2946	16 168.7de	13 086.2de
盐 95221	16 612.9de	12 871.5e
Numar	16 982.6cd	13 125.6cd
海盐大麦	16 365.1de	13 095.8de

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。

2.3 盐胁迫对大麦籽粒产量及其构成的影响

从表 5 可以看出,不同品种大麦的穗数、穗粒数、千粒质量存在很大差异,主要受品种遗传特性影响。相同大麦品种在盐土下的穗数、穗粒数明显低于脱盐土,同品种在盐土下的千粒质量则比脱盐土高。在盐土下海盐大麦、沪 01-2946、苏农 6472 的穗数均在 450 万/hm² 以上,而耐盐性相对较弱品种的穗数只有 300 万/hm² 左右。这 3 个品种的穗粒数受盐胁迫的影响较脱盐土低 5%~10%。大麦要获得较高的产量,就必须保证有一定数量的有效穗,在有效穗的基础上,要进行穗粒数和千粒质量的有效控制^[7]。外部生长环境对大麦有效穗、穗粒数和千粒质量均有较大的影响。在脱盐土下,不同大麦品种产量均在 4 000.0 kg/hm² 以上,产量最高的品种沪 01-135 达 6 771.2 kg/hm²。在土壤含盐量 0.392% 的盐土条件下,海盐大麦产量最高,为 4 344 kg/hm²,其次为沪 01-2946。盐土下各个大麦品种的产量均较脱盐土低,表明 0.392% 的土壤盐含量对大麦生长造成了一定的影响。

2.4 盐胁迫对大麦籽粒蛋白质含量的影响

从表 6 可以看出,盐土下不同品种籽粒蛋白质含量均低于脱盐土,差异最大的是大麦品种 B2-29,盐土条件下较脱盐土下籽粒蛋白质含量降低了 16.8%。在脱盐土条件下不同品种间也存在一定的差异,盐 94017 籽粒蛋白质含量最高,为 2.197%,最低的是沪 01-135,为 1.675%;在盐土条件下蛋白质含量最高的品种是海盐大麦,最低的是沪 01-135,两者之间相差 0.44 百分点,品种间差异在脱盐土和盐土上都表现比较明显。不同品种在盐土下的平均籽粒蛋白质含量较脱盐土低了 0.15 百分点,表明土壤盐分在一定程度上降低了大麦籽粒蛋白质的积累。

表 5 不同大麦品种产量构成要素比较

品种	脱盐土				盐土			
	千粒质量(g)	穗数(万/hm ²)	穗粒数(粒)	产量(kg/hm ²)	千粒质量(g)	穗数(万/hm ²)	穗粒数(粒)	产量(kg/hm ²)
缙检-4	30.6	654.0	32	6 556.5	35.2	420.3	26	3 364.5
苏农 6472	27.3	606.0	34	4 930.5	32.6	534.3	28	4 282.5
盐 99218	31.2	556.5	34	4 776.0	37.2	492.3	28	3 714.0
C2118	28.7	457.5	54	6 180.0	32.3	336.3	42	4 048.5
美 97-1338	27.4	271.5	78	4 860.0	34.2	253.5	60	3 999.0
沪 01-135	36.3	577.5	32	6 771.2	38.0	471.3	28	3 525.0
盐 94017	31.0	513.0	34	5 740.5	34.5	480.3	30	2 911.5
泰兴 9425	28.8	606.0	28	5 347.5	36.0	510.3	24	3 576.0
Morrison	27.2	541.5	30	4 663.5	34.3	534.3	26	3 124.5
扬饲麦 1 号	22.5	480.0	54	5 232.0	25.6	414.3	54	3 451.5
B2-29	28.1	381.0	36	4 019.5	33.5	453.3	30	2 649.0
单二	32.3	583.5	32	4 959.0	35.4	405.3	26	2 442.0
沪 01-2946	35.3	604.5	32	6 069.0	37.0	450.3	28	4 311.0
盐 95221	31.0	597.0	34	5 769.0	34.0	459.3	28	3 187.5
Numar	28.5	403.5	54	4 383.0	30.3	351.3	50	3 106.5
海盐大麦	24.5	622.5	36	5 974.5	26.3	510.3	34	4 344.0

表 6 不同大麦品种籽粒蛋白质含量比较

品种	蛋白质含量(%)	
	脱盐土	盐土
缙检-4	1.823 ± 0.036	1.737 ± 0.029
苏农 6472	1.724 ± 0.019	1.698 ± 0.032
盐 99218	1.994 ± 0.027	1.796 ± 0.017
C2118	1.982 ± 0.022	1.722 ± 0.026
美 97-1338	1.917 ± 0.039	1.783 ± 0.027
沪 01-135	1.675 ± 0.031	1.546 ± 0.033
盐 94017	2.197 ± 0.040	1.958 ± 0.038
泰兴 9425	1.996 ± 0.034	1.815 ± 0.028
Morrison	1.912 ± 0.031	1.720 ± 0.026
扬饲麦 1 号	1.883 ± 0.029	1.834 ± 0.027
B2-29	1.954 ± 0.037	1.626 ± 0.024
单二	1.910 ± 0.032	1.856 ± 0.026
沪 01-2946	2.033 ± 0.031	1.820 ± 0.042
盐 95221	2.044 ± 0.042	1.819 ± 0.037
Numar	1.958 ± 0.032	1.904 ± 0.045
海盐大麦	2.019 ± 0.036	1.988 ± 0.029

3 讨论

在盐分胁迫下,大麦的生长受到不同程度的影响,不仅种子发芽受盐分胁迫影响使其速率和发芽率降低,苗期对盐分也较为敏感。大麦苗叶细胞超微结构变化主要表现在细胞膜系统和叶绿体等细胞器上,其中对盐分最敏感的是叶绿体。叶绿素是重要的光合作用物质,叶绿素含量在一定程度上能反映植株的光合强度、营养水平及健康状况^[7-8]。在比较试验中,供试大麦品种幼苗叶绿素含量在脱盐土条件下明显高于盐土,说明盐胁迫对叶绿素的形成造成了一定影响。在相同条件下,不同品种间也存在一定差异,供试品种中的 6 棱大麦品种的平均叶绿素含量高于 2 棱大麦品种。在盐土条件下,美 97-1338、Morrison 的叶绿素含量高于脱盐土下的其他品种,说明这 2 个品种苗期对盐分胁迫有一定的抵抗和调节作用,降低了盐分对叶绿体的毒害,从而保持较高水平的叶绿

素含量,保证正常的光合作用的进行。

盐分胁迫对叶绿素合成与分解的平衡产生影响,进而影响到植物的光合作用强度和生长^[9],在大麦苗期表现比较明显。本试验中盐土下大麦幼苗鲜叶生物产量较脱盐土下降低 3 000 kg/hm² 左右,土壤盐分对大麦苗期的生长造成了一定影响,降低了大麦幼苗鲜叶的生物产量。土壤盐分胁迫不仅表现在对大麦幼苗叶绿素合成的影响,当土壤盐分浓度过高,主要是其中的 Na⁺ 和 Cl⁻ 过多时,植株细胞过多吸收 Na⁺ 和 Cl⁻,造成离子毒害,诱导细胞死亡^[10]。盐分浓度过高也会导致 Ca²⁺ 的亏缺,营养元素活性降低^[11]。另外,当土壤溶液浓度过高时,在外界高渗透压下,引起细胞膨压下降,抑制了根细胞对水分的吸收,植株无法从土壤溶液中获取正常生长所需要的水分。在大麦生长过程中,当遇到持续高浓度的土壤盐分胁迫时,植株会出现叶尖发黄、叶片枯萎,严重的将导致死苗。苗期大麦品种耐盐性的强弱最为关键,在 0.392% 以下土壤盐含量的土壤上,大麦若能安全度过拔节期,就能确保获得一定的籽粒产量。大麦在盐土条件下的穗数、穗粒数明显低于脱盐土,而盐土条件下的千粒质量则比脱盐土高。耐盐性强的大麦品种,如海盐大麦、沪 01-2946、苏农 6472 的穗数均在 450 万/hm² 以上,对获得一定的籽粒产量起到了有效保障。本试验中在土壤含盐量 0.392% 的盐土条件下,海盐大麦产量最高,为 4 344 kg/hm²,其次为沪 01-2946,在盐土条件下能够获得 4 000 kg/hm² 以上的籽粒产量,耐盐性较强。

在大麦生长过程中,保证一定的籽粒产量是前提,但大麦籽粒品质也不容忽略。大麦籽粒蛋白质含量控制一直以来是提高啤酒大麦品质的关键。研究认为大麦花前氮素的积累量和积累率均大于花后^[12],而小麦籽粒蛋白质中的氮素来自开花后同化的氮素约占 20%,来自营养器官再运转的氮素约为 80%^[13],也就是说籽粒的氮素绝大部分是由开花前植株储存的氮素运转而来,只有少部分是开花后吸收的。本试验中盐土条件下的平均籽粒蛋白质含量较脱盐土低了 0.15 百分点,表明土壤盐分在一定程度上抑制和降低了大麦籽粒氮的积累。与相关研究结果基本一致,认为在相同施氮水平下,大麦

李 强,马代夫,李秀英,等. 鲜食及紫薯淀粉加工甘薯新品种徐紫薯 4 号的选育与栽培要点[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):86-87.

鲜食及紫薯淀粉加工甘薯新品种 徐紫薯 4 号的选育与栽培要点

李 强¹, 马代夫¹, 李秀英¹, 王 欣¹, 李洪民¹, 谢逸萍¹, 后 猛¹, 张允刚¹, 唐 维¹, 曹清河¹,
唐忠厚¹, 刘亚菊¹, 闫加启², 陈宗光², 芦金生², 赵娇娜²

(1. 江苏徐淮地区徐州农业科学研究所/江苏徐州甘薯研究中心, 江苏徐州 221131; 2. 北京市大兴区农业技术推广站, 北京 102600)

摘要:徐紫薯 4 号系江苏徐州甘薯研究中心利用亲缘关系较远的 2 个亲本凌紫与徐薯 18 杂交选育而成的紫肉品种。该品种鲜薯、薯干产量较高, 蒸煮后黏香, 富含蛋白质, 花青苷含量高, 商品性好, 抗根腐病, 耐旱耐贮, 适合食用及紫薯淀粉加工用, 适合在沙土上种植, 密植增钾、前促后控、适期收获。

关键词:紫薯; 徐紫薯 4 号; 品种选育; 栽培要点

中图分类号:S531.04 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)09-0086-02

甘薯以其广泛的适应性及营养全面的特点, 受到生产者、加工企业、消费者的重视, 特别是富含花青苷的紫肉甘薯, 具有防癌、抗癌、护肝、降糖、减缓大脑老化等功效^[1-4]。江苏省最早从 20 世纪 90 年代开始进行紫肉甘薯新品种的选育工作, 育成了食用紫肉甘薯品种徐紫薯 1 号, 随后通过引进日本等国家的紫肉甘薯品种, 全国开始进行食用及色素用紫肉甘

薯品种的选育工作^[5]。近年来, 我国学者利用高花青苷含量的日本紫薯品种凌紫(Ayamurasaki)作为亲本, 育成了徐紫薯 3 号、宁紫薯 2 号等新品种^[6-7]。徐紫薯 4 号系江苏徐州甘薯研究中心利用亲缘关系较远的 2 个亲本凌紫与徐薯 18 杂交选育而成的紫肉品种^[8-9]。该品种薯皮及薯肉均呈紫色, 薯形长纺锤形, 大中薯率高, 鲜薯、薯干产量较高, 花青苷含量高, 适合食用或淀粉加工用。

收稿日期:2013-12-02

基金项目: 国家高技术研究发展计划(“863”计划)(编号: 2012AA101204); 中国农业科学院与北京市大兴区合作项目; HarvestPlus 基金(编号: HP8272); 江苏省科技支撑计划(编号: BE2013437)。

作者简介: 李 强(1971—), 男, 江苏徐州人, 博士, 研究员, 主要从事甘薯遗传育种研究。Tel: (0516) 82189203; E-mail: instrong@163.com。

1 选育经过

徐紫薯 4 号是用凌紫作为母本, 徐薯 18 作为父本, 通过嫁接诱导开花、有性杂交、加速繁殖、多点综合鉴定选育而成, 原系谱号为徐 2003-80-08。2002 年配制杂交组合并收获实生种子。2003 年播种进行第一代实生苗筛选, 薯形美观, 紫肉色深紫。2004—2005 年参加复选圃鉴定。2006 年参加

幼苗地上部分含氮量因 NaCl 胁迫而下降, NaCl 胁迫使根系的含氮量略有增加, 而向上运输减少^[14]。在盐土条件下, 土壤盐分降低大麦籽粒氮素积累量和速率, 在一定程度上对籽粒品质是有利的。某些耐盐性强的大麦品种, 在盐渍化地区种植, 不仅能获得一定的籽粒产量, 品质也能得到保证, 为盐渍化区发展耐盐啤酒大麦奠定了基础, 并为盐渍化区发展耐盐大麦提供了保证。

参考文献:

- [1] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 250-311.
- [2] 王春娜, 宫伟光. 盐碱地改良的研究进展[J]. 防护林科技, 2004(5): 38-41.
- [3] 朱睦元, 黄培忠. 大麦育种与生物工程[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 202-210.
- [4] 卢良恕. 中国大麦科学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996: 2-10.
- [5] Gupta G N. Salt tolerance in dome tree spscies at seedling stage[J]. Indian Forest, 1987, 12: 101-112.
- [6] 阎顺国, 沈禹颖. 生态因子对碱茅种子萌发期耐盐性影响的数量分析[J]. 植物生态学报, 1996, 20(5): 414-422.

- [7] 段显德. 小麦耐盐机理及盐碱地高产栽培技术研究进展[J]. 松辽学刊: 自然科学版, 2001(1): 17-19.
- [8] 华水金, 杨宇虹, 赵菊英, 等. 氮肥对水田与旱地烤烟叶绿素动态、生长及产量的影响[J]. 土壤肥料, 2005(6): 31-35.
- [9] 张衍华, 毕建杰, 王 琦, 等. 施肥对不同品种小麦光合速率及叶绿素含量的影响[J]. 山东农业科学, 2007(1): 77-78.
- [10] Sherif M A, El-Beshbesy T R, Richter C. Response of some Egyptian varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) to salt stress through potassium application[J]. University of Cairo, 1998, 49: 129-151.
- [11] Mano Y, Takahashi H, Sato K, et al. Mapping genes for callus growth and shoot regeneration in barley (*Hordeum vulgare* L.) [J]. Breeding Science, 1996, 46(2): 137-142.
- [12] 徐寿军, 包海柱, 张凤英, 等. 施肥水平对冬大麦干物质和氮素积累与转运的影响[J]. 核农学报, 2012, 26(8): 1183-1189, 1203.
- [13] 许为纲, 曹广才, 魏 湜, 等. 中国专用小麦育种与栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 86-90.
- [14] 沈振国, 沈其荣, 管红英, 等. NaCl 胁迫下氮素营养与大麦幼苗生长和离子平衡的关系[J]. 南京农业大学学报, 1994, 17(1): 22-26.