

张笛,袁明,韩冬伟,等.松嫩平原耐盐碱大豆品种筛选与利用[J].黑龙江农业科学,2024(4):25-30.

松嫩平原耐盐碱大豆品种筛选与利用

张笛,袁明,韩冬伟,王振,孙浩月,朱治佳,王俊强,韩业辉

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院,黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要:为了对不同品种大豆资源的耐盐碱性进行挖掘和鉴定,本研究采用盆栽法,以 $\text{NaCl}:\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{NaHCO}_3:\text{Na}_2\text{SO}_4$ 摩尔比为 1:1:9:9 的 $100\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 混合盐碱溶液于 3 叶 1 心期对 18 份不同大豆品种进行胁迫处理,清水处理作为对照,通过相关性分析和主成分分析对参试大豆耐盐碱性进行综合评价。结果表明,盐碱胁迫导致大豆的株高降低、节数减少,有效分枝、单株荚数、粒数和单株粒重变少,无效荚变多,从而影响产量,9 个产量相关性状中总共提取了 3 个主成分,累计贡献率为 70.86%,与第 1 主成分相关的性状为株高、有效荚数、单株粒数和单株粒重;与第 2 主成分相关的性状为底荚高度和主茎节数;与第 3 主成分相关的性状为有效分枝、无效荚数和百粒重。18 份大豆的耐盐碱性存在不同差异,通过相对盐害率对 18 份大豆资源进行分类,共得到高耐盐碱材料 4 份,耐盐碱材料 2 份,中耐材料 9 份,敏感材料 3 份,其中齐农 5 号耐盐碱性最好,适宜作为优异耐盐碱资源进行利用。

关键词:大豆;耐盐碱;品种筛选

由于全球范围内气候持续高温干旱^[1-3],以及人为灌溉方式不当、过度使用化肥等原因^[4-5],使得土壤盐碱化变成目前普遍存在的环境问题,世界盐碱地约 9.5 亿 hm^2 ,相当于全球陆地总面积的 7.23%^[6-8]。我国的盐碱地主要分布在华北、东北和西北的内陆干旱、半干旱地区,耕地面积逐年减少^[9-11],而土壤盐碱化的趋势逐年增加,严重制约了作物的正常生长发育、抑制植株组织与器官生长分化,最终影响产量及品质^[12-13],是限制干旱、半干旱地区农业发展的一个重要因素,对生态环境存在严重的威胁^[14]。

大豆是重要的经济、粮食和饲料兼用作物,栽培历史悠久,蛋白质、脂肪含量丰富。齐齐哈尔地处松嫩平原西部地区,土壤类型主要为苏打盐碱土,干旱盐碱情况发生严重。盐碱胁迫影响作物从出苗到成熟的整个阶段^[15],植物生长发育过程中受到盐碱胁迫,主要影响种子的吸胀吸水,延缓种子萌发并降低萌发率,导致植株的生物量减少、株高下降,且随着盐碱浓度的升高,生物量和干重、株高下降的幅度也不断增大;苗期盐碱胁迫会引起幼苗畸形,阻碍叶绿素合成,物质积累减少,生长缓慢,甚至死苗;在生殖生长阶段盐碱胁迫,会导致植株整体的干物质积累降低、荚数、粒重、百粒重下降,从而造成减产^[16]。栽培大豆属于中

度耐盐作物,因此研究盐碱胁迫对不同品种大豆的影响,比较不同品种间对耐盐碱胁迫响应的差异^[17],对耐盐碱资源进行挖掘和鉴定,了解耐盐碱机制,明确耐盐碱机理^[18],是提高大豆生产效益最为经济有效的手段。筛选适宜本地区种植的高产、抗逆性强、综合性状优异的大豆品种,合理种植耐盐碱资源,提高土地利用效率,达到增产、增收的目的,从而促进盐碱地区农业和经济的可持续发展。

1 材料与与方法

1.1 材料

供试大豆材料共 18 份,由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院大豆研究所提供(表 1)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2022 年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验基地盆栽场进行,采用盆栽法,自然光照,盆栽规格为上直径:下直径:高=25 cm:25 cm:20 cm,底部含排水孔,内部铺设一层细纱网,在盆下垫有直径 28 cm 的托盘。试验用土为过筛栽培土,每盆等量装土 5 kg,土壤有机质 $15.47\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$,碱解氮 $99.44\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,有效磷 $33.31\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$,速效钾 $169.00\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。播种前挑选籽粒成熟且饱满、大小均匀一致、无损伤、健康无病虫害的种子,用 1% 次氯酸钠溶液浸

收稿日期:2023-12-19

基金项目:国家重点研发计划“耐盐碱大豆种植模式与产能提升关键技术”(2023YFD2300100);齐齐哈尔市科技计划创新激励项目(CNYGG-2022030,CNYGG-2022037);财政部和农业农村部国家现代农业产业技术体系(CARS-04);国家重点研发计划战略性新兴产业科技创新合作专项(2022YFE0203300)。

第一作者:张笛(1994-),女,硕士,助理研究员,从事大豆遗传育种研究。E-mail:zd8789769@163.com。

通信作者:袁明(1982-),男,硕士,副研究员,从事大豆遗传育种研究。E-mail:55677909@163.com。

泡 10 min 后,蒸馏水清洗种子 5 次,将种子晾干用于播种,每盆等距播 5 穴每穴 1 粒,3 叶期定苗,每盆 3 株。培养至 3 叶 1 心期开始进行胁迫处理,本试验根据前人研究大豆耐盐碱度范围^[19]及齐齐哈尔地区盐碱地的主成分,共设置 0(CK)和 100 mmol·L⁻¹ 的混合盐碱溶液(SL),混合盐碱溶液(SL)为 NaCl:Na₂CO₃:NaHCO₃:Na₂SO₄ 摩尔比=1:1:9:9,pH8.9,每盆加入溶液 2 L,CK 加入等量清水,为防止盐碱溶液流失,将底部托盘中的水重新倒入盆中。设有防雨棚,试验期间定期进行除虫除草,每个处理 3 次重复。

表 1 供试大豆材料名称及具体选育单位

编号	名称	选育单位
1	农庆豆 32	黑龙江省农业科学院大庆分院
2	吉育 641	吉林省农业科学院
3	黑农 531	黑龙江省农业科学院大豆研究所
4	东生 130	中国科学院东北地理与农业生态研究所
5	东达 1 号	东北农业大学生命科学学院
6	白农 13	吉林省白城市农业科学院
7	齐农 30	黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院
8	长农 203	吉林省长春市农业科学院
9	东农豆 252	东北农业大学
10	吉农 169	吉林农业大学
11	星农 1 号	哈尔滨明星农业科技开发有限公司
12	吉大豆 30	吉林大学植物科学学院
13	东生 17	中国科学院东北地理与农业生态研究所农业技术中心
14	同豆 5 号	山西农业大学高寒区作物研究所
15	齐农 5 号	黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院
16	吉育 303	吉林省农业科学院
17	齐农 7 号	黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院
18	白农 6 号	吉林省白城市农业科学院

1.2.2 测定项目及方法 成熟后每个处理取 3 株,测定株高、底荚高度、主茎节数、有效分枝数、有效荚数、无效荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重。用单株粒重作为大豆单株的产量,计算相对盐害率^[20],表示大豆的耐盐碱性,相对盐害率(%)=

(对照—处理)/对照×100。

耐盐碱分级标准详见表 2。

表 2 大豆耐盐碱分级标准

级别	相对盐害率/%	耐盐级别
1	0~20.0	高耐
2	20.1~40.0	耐
3	40.1~60.0	中耐
4	60.1~80.0	敏感
5	80.1~100.0	高敏

1.2.3 数据分析 数据统计与分析采用 Excel 2017 和 SPSS 22.0 软件进行相关性分析与主成分分析。

2 结果与分析

2.1 盐碱胁迫下大豆产量相关性状统计

由表 3 可知,对照处理下,18 份大豆材料的平均株高为 87.76 cm,底荚高度为 19.95 cm,主茎节数 16.33 个,有效分枝 1.87 个,有效荚数 47.89 个,无效荚数 2.06 个,单株粒数 108.22 个,单株粒重 18.00 g,百粒重 17.10 g。盐碱胁迫下,18 份大豆材料的平均株高为 85.70 cm,底荚高度为 19.46 cm,主茎节数 14.94 个,有效分枝 1.70 个,有效荚数 28.33 个,无效荚数 2.28 个,单株粒数 65.57 个,单株粒重为 10.33 g,百粒重为 16.39 g。其中,盐碱胁迫条件下,株高、底荚高度、主茎节数、有效分枝、有效荚数、单株粒数、单株粒重和百粒重均与对照相比有不同程度的减少,其中有效荚数、单株粒数和单株粒重在处理之间均呈现极显著差异,而无效荚数大于对照。说明盐碱胁迫会导致植株的株高降低、节数减少,有效分枝、单株荚数、粒数和单株粒重变少,无效荚变多,从而影响大豆的产量,其中影响最大的性状是有效荚数、单株粒数和单株粒重。CK 处理下,变异系数的变化范围在 0.14%~0.84%之间,SL 处理下,变异系数的变化范围在 0.10%~0.57%之间,CK 处理下变异系数的范围比 SL 更大,说明品种间的变异程度更加广泛。

表 3 盐碱胁迫条件下大豆产量相关性状描述性统计

性状	处理	总和	均值	最大值	最小值	中位数	极差	方差	标准差	标准误	变异系数/%
株高/cm	CK	1579.67	87.76 aA	126.00	52.33	90.00	73.67	362.50	19.04	4.49	0.22
	SL	1542.60	85.70 aA	112.33	54.67	82.83	57.67	242.27	15.57	3.67	0.18
底荚高度/cm	CK	359.02	19.95 aA	34.33	10.67	18.33	23.66	38.10	6.17	1.45	0.31
	SL	350.33	19.46 aA	28.33	13.33	17.33	15.00	27.27	5.22	1.23	0.27
主茎节数/个	CK	294.00	16.33 aA	22.67	12.67	16.00	10.00	6.12	2.47	0.58	0.15
	SL	269.00	14.94 aA	22.33	10.00	14.67	12.33	13.65	3.69	0.87	0.25
有效分枝/个	CK	33.67	1.87 aA	6.67	0.33	1.50	6.33	2.47	1.57	0.37	0.84
	SL	30.67	1.70 aA	4.33	0.67	1.67	3.67	0.93	0.96	0.23	0.57

表 3 (续)

性状	处理	总和	均值	最大值	最小值	中位数	极差	方差	标准差	标准误	变异系数/%
有效荚数/个	CK	862.01	47.89 aA	72.00	25.67	54.00	46.33	251.67	15.86	3.74	0.33
	SL	510.00	28.33 abA	61.33	6.67	26.00	54.67	192.85	13.89	3.27	0.49
无效荚数/个	CK	37.02	2.06 aA	5.67	0.67	1.17	5.00	3.01	1.73	0.41	0.84
	SL	41.00	2.28 aA	4.33	0.67	2.17	3.67	1.38	1.17	0.28	0.52
单株粒数/个	CK	1948.01	108.22 aA	177.33	59.33	117.34	118.00	1449.13	38.07	8.97	0.35
	SL	1180.33	65.57 abA	156.00	17.00	59.67	139.00	1195.98	34.58	8.15	0.53
单株粒重/g	CK	324.01	18.00 aA	30.70	10.01	18.23	20.69	34.08	5.84	1.38	0.32
	SL	185.91	10.33 abA	25.55	4.61	8.94	20.94	27.90	5.28	1.24	0.51
百粒重/g	CK	307.79	17.10 aA	21.38	13.03	17.59	8.35	5.67	2.38	0.56	0.14
	SL	294.97	16.39 aA	19.79	13.24	16.13	6.55	2.68	1.64	0.39	0.10

注:不同大小写字母分别表示在 $P<0.01$ 和 $P<0.05$ 水平差异显著。

2.2 盐碱胁迫下大豆产量相关性状方差分析

由表 4 可知,18 份大豆材料的株高、底荚高度、主茎节数、有效分枝数、单株荚数、单株粒数、百粒重、单株粒重和小区产量等产量相关性状的

F 测验比较分析可以看出,盐碱胁迫条件下,品种间的株高和有效分枝达到极显著差异,单株有效荚数、单株粒数、单株粒重在品种和处理间均达到极显著相关。

表 4 18 份大豆材料产量相关性状方差分析

性状	差异源	SS	df	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
株高	品种	9153.13	17	538.42	8.11**	2.27	3.24
	处理	38.03	1	38.03	0.57	4.45	8.40
	误差	1128.58	17	66.39			
	总计	10319.74	35				
底荚高度	品种	717.17	17	42.19	1.82	2.27	3.24
	处理	2.09	1	2.09	0.09	4.45	8.40
	误差	394.25	17	23.19			
	总计	1113.51	35				
主茎节数	品种	221.69	17	13.04	1.94	2.27	3.24
	处理	17.36	1	17.36	2.58	4.45	8.40
	误差	114.36	17	6.73			
	总计	353.42	35				
有效分枝	品种	49.09	17	2.89	5.65**	2.27	3.24
	处理	0.25	1	0.25	0.49	4.45	8.40
	误差	8.69	17	0.51			
	总计	58.03	35				
有效荚数	品种	6023.44	17	354.32	3.93**	2.27	3.24
	处理	3441.78	1	3441.78	38.15**	4.45	8.40
	误差	1533.89	17	90.23			
	总计	10999.11	35				
无效荚数	品种	42.67	17	2.51	1.34	2.27	3.24
	处理	0.44	1	0.44	0.24	4.45	8.40
	误差	31.89	17	1.88			
	总计	75.00	35				
单株粒数	品种	36089.68	17	2122.92	4.07**	2.27	3.24
	处理	16369.78	1	16369.78	31.35**	4.45	8.40
	误差	8877.61	17	522.21			
	总计	61337.07	35				

表4(续)

性状	差异源	SS	df	MS	F	F _{0.05}	F _{0.01}
单株粒重	品种	892.88	17	52.52	5.56**	2.27	3.24
	处理	529.81	1	529.81	56.11**	4.45	8.40
	误差	160.52	17	9.44			
	总计	1583.21	35				
百粒重	品种	88.95	17	5.23	1.68	2.27	3.24
	处理	4.57	1	4.57	1.46	4.45	8.40
	误差	53.07	17	3.12			
	总计	146.60	35				

注:*表示在 $\alpha=0.05$ 水平显著相关;**表示在 $\alpha=0.01$ 水平极显著相关。下同。

2.3 盐碱胁迫下大豆产量性状相关分析

由表5可知,主茎节数和单株粒重呈显著正相关($r=0.40$),株高和主茎节数、有效荚数、单株粒数、单株粒重均呈极显著正相关(r 值分别为0.61,0.46,0.45和0.43),主茎节数和有效荚数、单株粒数均呈极显著正相关(r 值分别为0.43和

0.44),和单株粒重呈显著正相关(r 值为0.40),有效荚数和单株粒数、单株粒重均呈极显著正相关(r 值分别为0.98和0.96),单株粒数和单株粒重呈极显著正相关(r 值为0.96)。说明盐碱胁迫条件下,株高、节数、有效荚数和单株粒数会影响大豆产量。

表5 盐碱胁迫条件下大豆产量性状相关分析

相关系数	株高	底荚高度	主茎节数	有效分枝	有效荚数	无效荚数	单株粒数	单株粒重	百粒重
株高	1								
底荚高度	0.24	1							
主茎节数	0.61**	0.14	1						
有效分枝	0.16	-0.15	-0.10	1					
有效荚数	0.46**	-0.17	0.43**	0.11	1				
无效荚数	0.01	0.04	0.15	0.10	-0.10	1			
单株粒数	0.45**	-0.19	0.44**	0.09	0.98**	-0.09	1		
单株粒重	0.43**	-0.21	0.40*	0.05	0.96**	-0.14	0.96**	1	
百粒重	0.18	-0.14	0.10	-0.05	0.16	-0.27	0.10	0.32	1

2.4 盐碱胁迫下大豆产量相关性状主成分分析

对18份品种的农艺性状进行主成分分析,根据特征值大于1的原则,总共提取了3个主成分,每个主成分的贡献率分别为40.20%、16.80%和13.86%,累积贡献率为70.86%,能够较为全面地代表盐碱胁迫条件下不同大豆品种的特征(表6)。

表6 大豆盐碱胁迫条件下主成分分析

主成分	特征值	百分率/%	累积百分率/%
1	3.62	40.20	40.20
2	1.51	16.80	57.00
3	1.25	13.86	70.86
4	0.96	10.62	81.48
5	0.82	9.13	90.61
6	0.52	5.81	96.42
7	0.29	3.23	99.65
8	0.02	0.26	99.91
9	0.01	0.09	100.00

由因子载荷矩阵可以看出,与第1主成分相关的性状为株高、有效荚数、单株粒数和单株粒重,株高越高、有效荚数、单株粒数越多,产量越高,耐盐碱性越强;与第2主成分相关的性状为底荚高度和主茎节数;与第3主成分相关的性状为有效分枝、无效荚数和百粒重(表7)。

表7 大豆盐碱胁迫条件下因子载荷矩阵

性状	因子1	因子2	因子3
株高	0.64	0.51	-0.11
底荚高度	-0.14	0.72	-0.35
主茎节数	0.56	0.60	-0.13
有效分枝	0.11	-0.10	0.64
有效荚数	0.95	-0.12	0.12
无效荚数	-0.11	0.49	0.59
单株粒数	0.95	-0.11	0.15
单株粒重	0.95	-0.20	0.01
百粒重	0.30	-0.34	-0.55

2.5 盐碱胁迫下不同大豆品种耐盐碱分类

通过单株粒重计算出 18 份大豆材料的相对盐害率,共得到 4 份高耐材料,占供试材料的 22.22%,分别为齐农 5 号、东生 130、齐农 7 号和吉育 303,其中齐农 5 号的相对盐害率最小,为 16.79%,耐盐碱性最好,适宜作为优异耐盐碱资源进行利用;耐盐碱材料 2 份,占供试材料的 11.11%,分别为同豆 5 号和黑农 531;中耐材料 9 份,占供试材料的 50.00%,分别为白农 6 号、东农豆 252、吉农 169、东达 1 号、星农 1 号、吉大豆 30、东生 17、农庆豆 32 和齐农 30;敏感材料 3 份,占供试材料的 16.67%,分别为长农 203、吉育 641 和白农 13,其中白农 13 的相对盐害率最大,为 79.99%,耐盐碱性最差(表 8)。

表 8 18 份大豆材料耐盐碱分类情况

编号	名称	相对盐害率/%	耐盐级别
1	农庆豆 32	52.79	中耐
2	吉育 641	65.60	敏感
3	黑农 531	37.30	耐
4	东生 130	16.84	高耐
5	东达 1 号	43.63	中耐
6	白农 13	79.99	敏感
7	齐农 30	53.42	中耐
8	长农 203	62.10	敏感
9	东农豆 252	40.27	中耐
10	吉农 169	41.17	中耐
11	星农 1 号	47.38	中耐
12	吉大豆 30	49.63	中耐
13	东生 17	51.38	中耐
14	同豆 5 号	34.22	耐
15	齐农 5 号	16.79	高耐
16	吉育 303	19.94	高耐
17	齐农 7 号	17.24	高耐
18	白农 6 号	40.09	中耐

3 讨论

目前我国土壤盐碱化趋势日益严重,对耐盐碱大豆资源进行挖掘和鉴定,是最为经济有效的手段^[19]。齐齐哈尔地处松嫩平原西部,主要土壤类型为苏打盐碱土,盐化与碱化往往相伴发生^[20],因此本研究采用混合盐碱进行胁迫试验,用来模拟复杂的盐碱胁迫环境。耐盐碱性是指作物在盐碱胁迫时所表现出的忍耐能力,相关研究表明,盐碱胁迫会影响植物的生物量和物质累积,阻碍叶绿素合成^[21-22]。韩毅强等^[18]研究发现大豆在不同发育时期的耐盐碱机制不同,植物在生

长发育过程中受到盐碱胁迫,延缓种子萌发并降低萌发率,导致植株的生物量减少、株高下降^[23],在生殖生长阶段受到影响时,会导致植株整体的干物质积累降低、荚数、粒重、百粒重等下降,严重时会造成减产甚至是绝收^[24]。林海波^[25]研究发现盐碱胁迫会影响大豆植株的株高、主茎节数、分枝数、单株荚数、单株粒数和单株粒重。季平等^[26]研究发现,耐盐碱大豆品种的单株荚数、单株粒数、产量、株高显著高于盐碱敏感品种。本研究中发现,盐碱胁迫会导致植株的株高降低、节数减少,有效分枝、单株荚数、粒数和单株粒重变少,无效荚变多,从而影响大豆的产量。其中影响最大的性状是有效荚数、单株粒数和单株粒重,这与前人的研究结果保持一致,说明有效荚数、单株粒数和单株粒重可以作为大豆成熟期耐盐碱性划分的重要指标。本试验中使用混合盐碱溶液来进行胁迫处理,更加贴近本地地区的实际土壤环境,通过分析不同大豆品种之间耐盐碱胁迫的差异,对耐盐碱资源的挖掘和鉴定,比较耐盐碱品种和敏感品种之间存在的差异,针对松嫩平原西部地区盐碱地的利用和改良具有一定的实际应用价值,筛选出适宜本地区种植的高产、抗逆性强、综合性状优异的大豆品种齐农 5 号,合理种植耐盐碱资源,提高土地利用率,达到增产、增收的目的,从而促进盐碱地区农业和经济的可持续发展。

4 结论

盐碱胁迫条件下,大豆的株高、有效分枝、单株有效荚数、单株粒数、单株粒重均达到极显著差异。盐碱胁迫会导致大豆植株的株高降低、节数减少,有效分枝、单株荚数、粒数和单株粒重变少,无效荚变多,从而影响产量。通过对 9 个农艺性状进行主成分分析,总共提取了 3 个主成分,累积贡献率为 70.86%,与第 1 主成分相关的性状为株高、有效荚数、单株粒数和单株粒重,贡献率分别 40.20%;与第 2 主成分相关的性状为底荚高度和主茎节数,贡献率为 16.80%;与第 3 主成分相关的性状为有效分枝、无效荚数和百粒重,贡献率为 13.86%。18 份大豆品种中筛选出高耐盐碱材料 4 份,耐盐碱材料 2 份,中耐材料 9 份,敏感材料 3 份。其中齐农 5 号耐盐碱性最强,适宜作为高产、抗逆性强、综合性状优异的大豆品种进行应用。

参考文献:

- [1] 宋秋来,王麒,孙羽,等.松嫩平原盐碱稻田耕整地方法研究进展[J].黑龙江农业科学,2022(8):79-82.
- [2] 朱治佳,袁明,韩冬伟,等.黑龙江省松嫩平原西部大豆品种耐盐碱适应性试验[J].农业科技通讯,2023(4):93-96.

- [3] 刘睿敏,马学军,刘文瑜,等. 盐碱胁迫下藜麦种质幼苗生理特性及耐盐碱性评价[J]. 干旱地区农业研究,2023,41(6):17-26.
- [4] 周伟,余忠浩,孙思思,等. 耐盐碱高粱亲缘关系分析及农艺性状评价[J]. 种子,2023,42(9):73-79.
- [5] 王晓春,杨天辉,王川,等. 复合盐碱胁迫对苜蓿种子萌发的影响及耐盐碱性评价[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2023,44(3):112-119.
- [6] 王慧敏,李明昊,李云,等. 谷子品种(系)萌发期耐盐碱性鉴定及评价[J]. 作物杂志,2023(2):57-66.
- [7] 张静,高文博,晏林,等. 燕麦种质资源耐盐碱性鉴定评价及耐盐碱种质筛选[J]. 作物学报,2023,49(6):1551-1561.
- [8] 李祥祥,王艳丽,章红运,等. 冀东地区野生大豆幼苗期耐盐碱特性鉴定[J]. 河北科技师范学院学报,2022,36(2):1-9.
- [9] 朱治佳,袁明,韩冬伟,等. 大豆耐盐碱研究进展[J]. 现代化农业,2023(7):2-5.
- [10] 任鹏飞,尚丽霞,蔡勤安,等. 植物耐碱性研究进展及其在大豆中的应用展望[J]. 大豆科学,2019,38(6):977-985.
- [11] 曹帅,杜仲阳,向殿军,等. 18份大豆品种耐盐碱性筛选与综合鉴定[J]. 大豆科学,2019,38(3):344-352.
- [12] WANG T Y, XUN H W, WANG W, et al. Mutation of *GmA1TR* genes by CRISPR/Cas9 genome editing results in enhanced salinity stress tolerance in soybean[J]. *Frontiers in Plant Science*, 2021, 12: 779598.
- [13] YU Z J, NIU L, CAI Q N, et al. Improved salt-tolerance of transgenic soybean by stable over-expression of *AhBADH* gene from *Atriplex hortensis* [J]. *Plant Cell Reports*, 2023, 42(8): 1291-1310.
- [14] 李晓婷,胡畅丽,李鑫,等. 花生萌发期耐盐性鉴定及耐盐种质筛选[J]. 花生学报,2022,51(4):35-43.
- [15] 韩笑,马文东,王桂玲,等. 水稻耐盐碱生理与遗传机制研究进展[J]. 黑龙江农业科学,2022(8):62-67.
- [16] 曹良子,孙世臣,刘凯,等. 黑龙江省耐盐碱水稻种质资源鉴定及筛选[J]. 黑龙江农业科学,2022(8):10-13.
- [17] 黄雅婕,任丹,李生梅,等. 陆地棉苗期的耐盐碱性评价及鉴定指标筛选[J]. 中国农业科技导报,2022,24(5):46-55.
- [18] 韩毅强,高亚梅,杜艳丽,等. 大豆耐盐碱种质资源鉴定[J]. 中国油料作物学报,2021,43(6):1016-1024.
- [19] 牛远,杨修艳,戴存凤,等. 大豆芽期和苗期耐盐性评价指标筛选[J]. 大豆科学,2018,37(2):215-223.
- [20] 汪波,文静,张凤华,等. 耐盐碱油菜品种选育及修复利用盐碱地研究进展[J]. 科技导报,2021,39(23):59-64.
- [21] 杨娅坤,赵飞,刘建,等. 盐碱胁迫对水稻的影响及其相关机制的研究进展[J]. 分子植物育种,2022,20(15):5150-5157.
- [22] 张庆听,张玉霞,陈卫东,等. 饲用高粱品种种子萌发期耐盐碱指标筛选及耐盐碱性综合评价[J]. 安徽农业科学,2022,50(1):40-42,62.
- [23] 张美珍,王丽娜,刘权,等. 耐盐碱溶磷菌的筛选鉴定及其在大豆生长中的功能验证[J]. 河南农业科学,2022,51(5):34-44.
- [24] 魏志园,杨杰,王宇,等. 野生大豆耐盐碱种质鉴定及其机制研究进展[J]. 河北科技师范学院学报,2020,34(3):26-32.
- [25] 林海波. 大豆品种耐盐碱鉴定与筛选研究[J]. 安徽农业科学,2023,51(16):22-25.
- [26] 季平,张鹏,徐克章,等. 不同类型盐碱胁迫对大豆植株生长性状和产量的影响[J]. 大豆科学,2013,32(4):477-481.

Selection and Utilization of Saline-Tolerant Soybean Varieties in Songnen Plain

ZHANG Di, YUAN Ming, HAN Dongwei, WANG Zhen, SUN Haoyue, ZHU Zhijia, WANG Junqiang, HAN Yehui

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to explore and identified the saline-alkali tolerance of soybean resources of different varieties, the potted pot method was adopted in this study, and 100 mmol·L⁻¹ salt and alkali solution (The molar ratio of NaCl:Na₂CO₃:NaHCO₃:Na₂SO₄ was 1:1:9:9), 18 soybean varieties were subjected to stress treatment at 3 leaves and 1 heart stage, and water treatment was used as the control. The salt and alkali tolerance was evaluated by correlation analysis and principal component analysis. The results showed that salt-alkali stress resulted in the decrease of plant height and node number, the decrease of effective branch, pod number per plant, kernel number and grain weight per plant, and the increase of ineffective pod, thus affecting the yield of soybean. A total of 3 principal components were extracted from 9 yield-related traits, the traits related to the first principal component were plant height, effective pod number, seed number per plant and seed weight per plant; The traits associated with the second principal component were pod height and number of main stem segments; The traits associated with the third principal component were effective branching, ineffective pod number and 100 grain weight. There were different differences in salt and alkali tolerance of 18 soybeans, according to the relative salt damage rate, 18 soybean resources were classified into 4 high-resistant materials, 2 saline-alkali resistant materials, 9 medium-resistant materials and 3 sensitive materials. Among them Qinong 5 has the best salt-alkali resistance and is suitable for use as an excellent salt-alkali resistance resource.

Keywords: soybean; saline-alkaline tolerance; variety selection