

# 向日葵种质资源的耐盐性评价

李玉晓<sup>1</sup>, 汪磊<sup>1</sup>, 汪魏<sup>1</sup>, 李军<sup>2</sup>, 鄢雪瑞<sup>2</sup>, 朱梓榕<sup>1</sup>, 王玲<sup>1</sup>, 吴佳俊<sup>1</sup>, 谭美莲<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国农业科学院油料作物研究所/农业农村部油料作物生物学与遗传育种重点实验室, 武汉 430062;

<sup>2</sup>巴彦淖尔市农牧业科学研究院, 内蒙古巴彦淖尔 015000)

**摘要:** 为了解向日葵种质资源的耐盐性, 鉴定发掘向日葵耐盐优异种质, 对444份种质资源分别进行了芽期(250 mmol/L NaCl)、苗期(250 mmol/L NaCl)耐盐鉴定和盐碱地全生育期种植观察, 通过测定芽期发芽率、苗期存活率、叶面积、株高、SPAD值等6个苗期指标和全生育期株高、葵盘直径、结实率、相关产量等7个指标的相对值(各指标与对照处理的相应比值)进行耐盐性分析评价。相关性分析结果表明苗期两两指标间均呈极显著正相关, 相关系数在0.518-0.790之间; 全生育期7个指标中多数指标间的相关性都达到了显著或极显著水平。基于指标相对值进行主成分分析、隶属函数值计算、耐盐性综合评价和聚类分析, 筛选出芽期耐盐及以上种质132份、苗期耐盐及以上种质9份、全生育期耐盐及以上种质41份, 其中6份种质(ZX0365、ZX0389、ZX1391、ZX1394、ZX3089、ZX3094)在3个时期均表现为耐盐及以上等级, 综合耐盐性好, 可作为耐盐基因挖掘和耐盐品种选育等后续利用的种质材料。对其中124份种质3个时期(芽期、苗期、全生育期)的耐盐等级进行相关性分析, 结果表明各时期的耐盐性鉴定结果极显著相关, 芽期和苗期的耐盐鉴定结果可为盐碱地种植向日葵选择耐盐材料提供有效参考。本研究为向日葵耐盐品种选育提供了方法和材料基础。

**关键词:** 向日葵; 芽期; 苗期; 全生育期; 耐盐性鉴定

## Salt Tolerance Evaluation of Sunflower Germplasm Resources

LI Yuxiao<sup>1</sup>, WANG Lei<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>1</sup>, LI Jun<sup>2</sup>, WU Xuerui<sup>2</sup>, ZHU Zirong<sup>1</sup>,  
WANG Lin<sup>1</sup>, WU Jiajun<sup>1</sup>, TAN Meilian<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences/Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Oil Crops, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Wuhan 430062;

<sup>2</sup>Bayannur Institute of Agriculture and Animal Husbandry, Bayannur 015000, Inner Mongolia)

**Abstract:** In order to evaluate salt tolerance in sunflower germplasm resources and identify elite accessions, the salt tolerance of 444 sunflower germplasm resources was evaluated under 250 mmol/L NaCl stress at germination and seedling stage, and also assessed under saline-alkali soil condition at the whole growth period. The salt tolerance analysis and evaluation was performed by observing a number of traits including the relative values (ratio of each indicator compared to the control treatment) of germination rate at germination stage, six indexes at seedling stage (survival rate, leaf area, plant height, SPAD value, etc.) and seven indexes at the whole growth period (plant height, sunflower diameter, seed setting rate, yield related traits, etc.) The correlation analysis results indicate that there was a highly significant positive correlation between each two indexes at seedling stage, with correlation coefficients ranging from 0.518-0.790. The correlation between most of the seven indicators in the whole growth period reached a significant or extremely significant level. The analysis of principal component, membership function value, cluster and comprehensive salt tolerance

收稿日期: 2023-11-30 网络出版日期: 2024-01-12

URL: <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>

第一作者研究方向为特色油料种质资源与遗传育种, E-mail: h4hercules@163.com; 汪磊为共同第一作者

通信作者: 谭美莲, 研究方向为特色油料作物种质资源、育种及栽培技术, E-mail: meiliantan@126.com

基金项目: 农业种质资源普查收集、保护鉴定服务; 财政部和农业农村部国家特色油料产业技术体系(CARS-14-1-17)

**Foundation projects:** The Project of Agricultural Germplasm Resources Survey, Collection, Protection, and Identification Services; China Agriculture Research System of MOF and MARA (CARS-14-1-17)

evaluation were performed based on these relative indicator values, then 132 salt resistant materials at germination stage, 9 at seedling stage, and 41 at whole growth stage were identified. Six germplasm resources (ZX0365, ZX0389, ZX1391, ZX1394, ZX3089, ZX3094), which showed salt tolerance in the three periods, can be utilized for subsequent salt-tolerant gene mining and breeding. Correlation analysis of salt tolerance levels for 124 accessions at three stages (germination, seedling, and the whole growth period) indicated a highly significant correlation among the salt tolerance assessments at each stage. The salt tolerance assessments of the germination and seedling stages can provide effective references for selecting salt-tolerant materials when planting sunflower in saline-alkali soil. This study provided method and material basis for the selection of salt-tolerant sunflower varieties.

**Key words:** sunflower; germination stage; seedling stage; whole growth period; salt tolerance identification

向日葵(*Helianthus annuus* L.)是世界第四大油料作物,也是我国重要的油料作物之一。据统计,2021 年我国向日葵播种面积 70.36 万  $\text{hm}^2$ ,总产量 215.39 万 t,其中内蒙古自治区播种面积为 48.40 万  $\text{hm}^2$ ,占全国播种面积的 68% 以上(<http://www.moa.gov.cn/>),种植向日葵带来的收入占到了当地农民收入的 1/3 以上<sup>[1]</sup>。但内蒙古地区土壤盐渍化问题突出,仅河套灌区盐渍化面积就达 33.33 万  $\text{hm}^2$ ,占自治区总耕地面积的 63.8%<sup>[2]</sup>。向日葵具有耐盐碱、耐干旱、耐瘠薄、适应性强的特点,是“盐碱地先锋作物”,具有较强的耐盐性<sup>[3]</sup>,但土壤盐渍化仍使向日葵生长和产量受到抑制,制约了当地向日葵产业发展。选育耐盐品种是提高向日葵盐碱地适应能力的重要途径,其中筛选耐盐资源是基础。但不同向日葵品种资源的耐盐性存在显著差异,并且不同生育阶段的耐盐性和耐盐机理也有差别<sup>[4-6]</sup>。因此,对向日葵品种资源进行不同生育期的耐盐性综合评价,挖掘筛选一批综合耐盐能力强的优异种质,对充分利用盐渍地、扩大向日葵生产面积、提高盐渍地向日葵产量以及当地农民增产增收具有重要的意义。

近年来,国内外学者利用不同的鉴定方法对多种农作物种质资源进行了不同时期的耐盐性鉴定评价,取得了一定的进展。马帅国等<sup>[7]</sup>利用 125 mmol/L NaCl 对 165 份粳稻种质资源进行了苗期水培耐盐性鉴定评价,筛选出耐盐种质 18 份、高度耐盐种质 5 份。孙现军等<sup>[8]</sup>对 21 份小麦种质资源在 1.2% NaCl 处理下(蛭石为培养基质)进行苗期耐盐性评价,筛选出 2 份高耐盐小麦资源。其他学者在绿豆<sup>[9]</sup>、水稻<sup>[10]</sup>、大麦<sup>[11]</sup>等作物种质资源耐盐性鉴定方面也有相关研究报道。在向日葵种质资源耐盐性评价方面,Li 等<sup>[12]</sup>对 552 份向日葵种质进行芽期的耐盐性评价,发掘出芽期高耐盐种质 30 份。马

荣<sup>[13]</sup>在中度盐碱地对 59 份食葵品系和 24 份油葵材料进行农艺性状、产量和品质性状观察比较和耐盐性综合评价,获得强耐盐食葵和油葵品种(系)分别为 18 份和 12 份。王伟<sup>[14]</sup>对 12 份向日葵育种材料在不同浓度复合盐胁迫下的形态、农艺及生理生化等指标的响应和变化进行分析,得出 585A、内葵杂 3 号和内葵杂 4 号极为耐盐,并认为游离脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白含量均随着复合盐浓度的增大而增加的渗透调节机制是向日葵耐盐的原因之一。

尽管目前国内外已有关于向日葵耐盐性方面的研究报道,但鉴定评价的材料较少或材料较多时只以单个时期或几个单独指标进行评价,缺乏利用综合性耐盐指标进行大批量种质资源多个时期的耐盐性鉴定评价,结合盐碱地开展向日葵种质资源耐盐性评价的报道更是鲜有。本研究以来源于不同地区的 444 份向日葵种质资源为材料,采用盐胁迫发芽实验(250 mmol/L NaCl)进行芽期耐盐性的初步鉴定;在此基础上,挑选 124 份材料进行苗期(250 mmol/L NaCl)耐盐鉴定和盐碱地全生育期种植观察,通过调查苗期相关生长指标、全生育期基本农艺性状和产量指标,综合分析向日葵种质的耐盐性,发掘各时期耐盐性好的优异材料,为向日葵抗逆育种和耐盐研究提供材料,同时为盐碱地向日葵种植提供材料及种植参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

本研究所用的 444 份向日葵种质资源(国内种质 369 份;国外种质 75 份,分别来自 18 个国家或组织),由国家油料作物种质资源中期库(武汉)提供,其中油葵 182 份、食葵 244 份、中间型 17 份、观赏葵 1 份,种质编号和来源详见 <https://doi.org/10.13430/j>.

cnki.jpgr.20231130002,附表1。在芽期开展耐盐性初步鉴定的基础上,挑选芽期不同耐盐等级(高耐盐24份,耐盐44份,中等耐盐37份,盐敏感14份,高敏感5份)的代表性材料124份进行苗期耐盐性鉴定和盐碱地全生育期的种植观察。

## 1.2 试验方法

**1.2.1 芽期耐盐性初步鉴定** 参照Li等<sup>[12]</sup>的方法,采用250 mmol/L NaCl对444份种质资源进行芽期盐胁迫处理:挑选大小一致、籽粒饱满的种子,将种子放置在垫有双层滤纸的培养皿(直径为9 cm)上发芽,每份种质每皿50粒,3次重复,处理组每皿分别加入10 mL 250 mmol/L NaCl溶液,对照组加入相同体积蒸馏水。将培养皿置于温度为25℃±1℃的人工气候箱中培养。之后每2 d更换一次加有10 mL相应胁迫浓度的溶液或蒸馏水的双层滤纸,以保持盐分恒定,并在第7天统计发芽数。以胚根突破种皮2 mm作为发芽标准,在第7天测定发芽率,计算相对发芽率,并根据相对发芽率确定耐盐等级<sup>[12]</sup>,高耐盐、耐盐、中等耐盐、盐敏感和高敏感分别对应的相对发芽率为≥0.800、0.600~0.799、0.400~0.599、0.200~0.399和<0.200)。发芽率、相对发芽率公式如下。

发芽率(%)=第7天发芽种子总数/供试种子数×100%

相对发芽率=处理组发芽率/对照组发芽率

**1.2.2 苗期耐盐性鉴定** 基于芽期耐盐性初步鉴定结果,挑选出芽期不同耐盐等级材料124份用于苗期的耐盐性鉴定。挑选大小一致、籽粒饱满的种子,用培养皿在人工气候培养箱进行种子催芽,待种子萌发露白后,选取露白的健壮种子播种到吸水膨胀的一次性基质块(成分为50%椰糠、50%泥炭,35 mm规格,吸水5~10 min完全膨胀,膨胀后35 mm(直径)×40 mm(高度)),每基质块播种1粒,深度约1 cm。将播有种子的基质块放入育苗盘的孔穴中,每穴1个基质块,放置于温度25℃±1℃,昼夜光照周期为16 h/8 h,湿度60%,光照强度5000~7000 lx的生长间进行生长预培养。播后每2 d将1 L蒸馏水倒入托盘中浸泡基质块2 h,待基质块完全浸透湿润后倒出。

幼苗长出两片真叶时(大约播种后一周),挑选长势一致的幼苗,每份种质每处理3个重复,每个重复16株。250 mmol/L的NaCl盐溶液处理:首先将基质块在NaCl溶液中反复浸泡数次后,再将1 L 250 mmol/L的NaCl溶液倒入育苗盘托盘中,以保

证基质块中盐浓度恒定,充分浸泡2 h后将盐溶液倒出。对照组以等量蒸馏水进行处理。每2 d处理一次。盐胁迫处理第14天记录各处理的存活株数,每处理每个重复分别随机挑取5株测量株高、叶面积、地上部分鲜重、地下部分鲜重、SPAD值,取平均值。叶面积测定时先对植株进行俯拍照相,再用ImageJ软件计算叶面积;SPAD值采用便捷式叶绿素仪(SPAD-502PLUS,日本)通过夹取第1对真叶中间部位进行测定。计算相对存活率、相对株高、相对叶面积、相对地上部分鲜重、相对地下部分鲜重和相对SPAD值,各指标的相对值=处理组测定值/对照组测定值。

**1.2.3 盐碱地耐盐性鉴定** 将用于苗期耐盐性鉴定的124份材料于2022年5月底播种在内蒙古自治区巴彦淖尔市农牧业科学研究所试验田(内蒙古自治区巴彦淖尔市临河区干召庙镇),土壤肥力中等,中度盐碱地(pH 8.8,含盐量0.5%),选择盐渍分布尽量均一的地块种植,前茬向日葵,旋耕机耙地,条磙镇压,覆膜机覆膜(70 cm),施种肥磷酸二铵20 kg/667 m<sup>2</sup>,5月中旬浇水保墒待播。

采用随机区组排列,2次重复,4行区,每小区60株,大小行种植,大行距80 cm,小行距40 cm,株距25~30 cm,以相对稳定的耐盐品系ZX3097为对照,田间管理同大田,苗期至现蕾开花前中耕除草2次,现蕾开花灌浆期滴水灌溉施肥2次,共追施复合肥15 kg/667 m<sup>2</sup>,9月中旬收获。取中间行株进行观察记载,播种后及时记录出苗数、出苗率和物候期,在成熟期参考《向日葵种质资源描述规范和数据标准》方法<sup>[15]</sup>进行结实率、株高、葵盘直径、籽仁率、百粒重、单株粒重、亩产等指标的测定,每份种质每个重复测量10株,取平均值,计算各指标相对值<sup>[16]</sup>,各指标的相对值=处理组测定值/对照组测定值。相对值大于1即认为该品种该性状优于对照。少部分材料因出苗、病害或适应性等原因未达实验观测要求而剔除,即最后实际调查分析了112份材料。

## 1.3 统计分析

用Microsoft Excel 2016进行数据整理、统计分析、多项式计算和隶属函数分析,利用SPSS 26.0进行描述性统计分析、相关性分析和主成分分析,基于耐盐性综合评价D值用Origin 2022进行耐盐性聚类分析,隶属函数值、各综合指标的权重、综合耐盐D值的计算方法参照文献[17-18],公式如下。



$$A: \mu(X_{ij}) = \frac{x_{ij} - x_{jmin}}{x_{jmax} - x_{jmin}} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$B: \mu(X_{ij}) = 1 - \frac{x_{ij} - x_{jmin}}{x_{jmax} - x_{jmin}} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$C: w_j = \frac{p_j}{\sum_{j=1}^n p_j} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$D: D = \sum_{j=1}^n [\mu(X_j) \times w_j] \quad j = 1, 2, \dots, n$$

其中,  $\mu(X_{ij})$  表示  $i$  品种  $j$  指标的耐盐隶属函数值,  $x_{ij}$  表示  $i$  品种  $j$  指标的数值,  $x_{min}$  和  $x_{max}$  分别表示各品种指标的最小和最大测定值, 如果耐盐性指标测定值与耐盐性呈正相关用 A 式计算隶属函数值, 反之用 B 式。C 式中  $w_j$  表示第  $j$  个综合指标在所有综合指标中的重要程度即权重;  $p_j$  代表经主成分分析所得各向日葵品种第  $j$  个综合指标的贡献率。D 式中  $D$  值为各向日葵种质在盐胁迫条件下由综合指标评价所得的耐盐性综合评价值,  $D$  值越大说明耐盐性越强。

## 2 结果与分析

### 2.1 芽期耐盐性鉴定

在 250 mmol/L 的 NaCl 胁迫下, 444 份向日葵种质资源的相对发芽率平均值为 0.413, 变异系数平均值 0.694, 说明这些种质在 250 mmol/L NaCl 处理下相对发芽率差异非常明显 (图 1, 表 1, <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>, 附表 1)。其中 ZX0919、WX0221、ZX2110、ZX0877、ZX0296、ZX2771 等 6 份材料的相对发芽率大于 1, 说明其芽期耐盐性强, 而 WX0063、WX0164 等 36 份材料的相对发芽率为 0, 在 250 mmol/L NaCl 胁迫下已经无法萌发, 芽期耐盐能力弱。

444 份向日葵种质资源的芽期耐盐性鉴定结果表明, 芽期高耐盐种质 48 份、耐盐种质 84 份、中等耐盐种质 94 份、盐敏感种质 92 份、高敏感种质 126 份 (详见 <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>, 附表 1), 分别占鉴定总数的 10.81%、18.92%、21.17%、20.72%、28.38%。

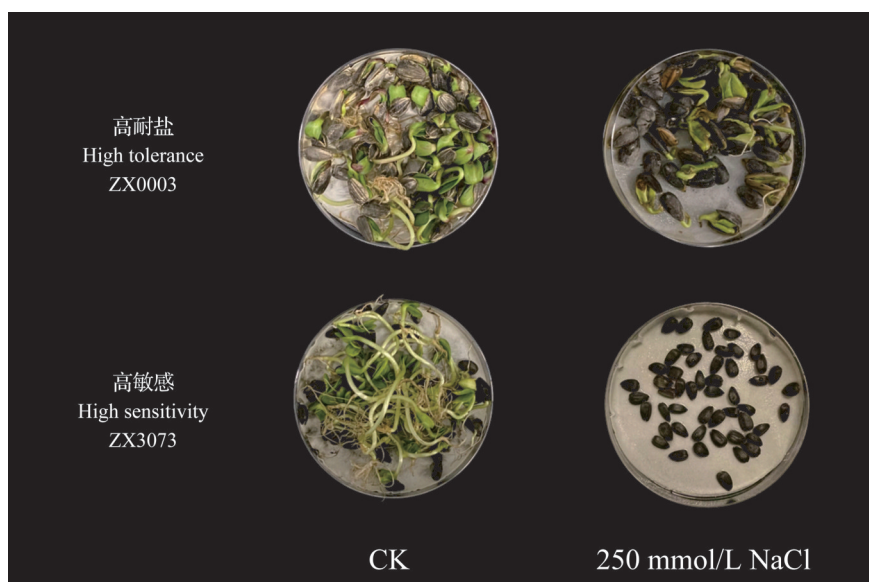


图1 250 mmol/L NaCl胁迫下向日葵种质的发芽情况

Fig.1 Germination of sunflower accessions under 250 mmol/L NaCl salt stress

### 2.2 苗期耐盐性鉴定

**2.2.1 向日葵种质各生长指标变化及相关性分析**  
在 250 mmol/L NaCl 处理下, 124 份向日葵种质资源苗期鉴定结果表明 (表 1), 相对叶面积的最大值和平均值均为最低, 说明 250 mmol/L NaCl 处理下叶面积受到的抑制作用最明显 (图 2), 相对地下部分鲜重的变异系数最高, 表明 250 mmol/L NaCl 处理下根部的变异程度最高。ZX1328 相对株高为

0.864, 在 124 份种质中最高, 且其他各项相对指标也均较高, 其相对 SPAD 值、相对叶面积、相对地上部分鲜重和相对地下部分鲜重分别为 1.533、0.539、0.585 和 0.581, 表现出较好的苗期耐盐性, 而 WX0100 各项指标的相对值均接近最小值, 苗期耐盐能力差 (详见 <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>, 附表 2)。

表 1 250 mmol/L NaCl处理下芽期、苗期各耐盐指标的描述性统计

Table 1 Descriptive statistics of each salt tolerance indexes at germination stage and seedling stage under 250 mmol/L NaCl treatment

时期 Period	指标 Index	最小值 Min.	最大值 Max.	平均值 Average	标准差 SD	变异系数 CV
芽期 Germination stage	相对发芽率	0	1.275	0.413	0.287	0.694
苗期 Seedling stage	相对株高	0.094	0.864	0.454	0.148	0.326
	相对 SPAD 值	0.121	1.956	1.111	0.419	0.377
	相对地上部分鲜重	0.089	0.649	0.407	0.127	0.311
	相对地下部分鲜重	0.040	0.602	0.267	0.136	0.509
	相对叶面积	0.020	0.545	0.257	0.120	0.466
	相对存活率	0.200	1.167	0.852	0.219	0.257

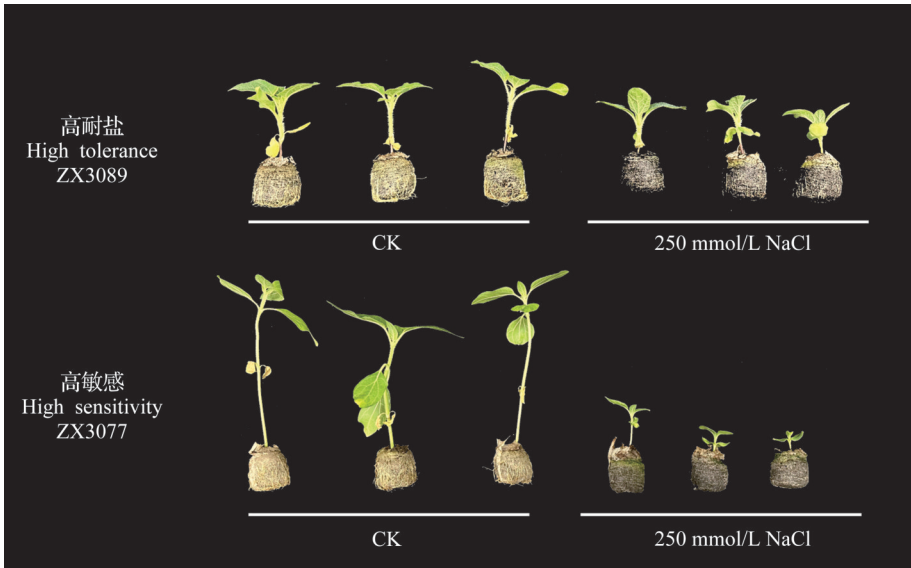


图 2 苗期 250 mmol/L NaCl胁迫下向日葵种质植株生长情况

Fig.2 Plant growth of sunflower accession under 250 mmol/L NaCl stress at seedling stage

124 份种质苗期盐胁迫下 6 个指标的相关性分析结果表明,苗期两两指标间均呈极显著正相关,相关系数在 0.518~0.790 之间,其中相对地上部分鲜重和相对叶面积之间相关性最高(表 2)。

**2.2.2 各指标的主成分分析** 由于苗期各指标间存在显著的相关性,为减少信息的重叠,进行主成分分析,以贡献率大于 90% 为原则,提取出 4 个主成分,贡献率分别为 70.158%、8.904%、7.443%、6.482%,累计贡献率达 92.986%,有效反映了苗期 6 个指标的绝大部分信息(表 3)。因此,苗期耐盐性鉴定评价指标可由原来的 6 个独立指标转化成 4 个综合指标。由表 3 可知,相对地上部分鲜重、相对叶面积、相对株高是苗期第 1 主成分的主要指标,主要反映了向日葵苗期地上部分的生长情况,载荷值分别为 0.902、0.859、0.838,为地上部分生长因子;第 2

主成分载荷值最大的是相对地下部分鲜重,主要反映了地下部分的生长情况;第 3 主成分中相对存活率载荷值为-0.552,对该主成分贡献程度最大,主要反映的是向日葵幼苗的存活情况;第 4 主成分中相对 SPAD 值载荷值的绝对值最大,为 0.435,主要反映了向日葵叶片叶绿素含量,为光合因子。

**2.2.3 苗期耐盐性综合评价** 根据主成分分析中每个原始变量对应主成分的载荷值与其相对应的每个主成分的特征值开方根的比值,可得到每个指标的成分得分系数,据此得出苗期 4 个主成分得分公式如下。

$$F_{1\text{苗期}}=0.409X_1+0.413X_2+0.440X_3+0.374X_4+0.419X_5+0.392X_6$$
$$F_{2\text{苗期}}=-0.458X_1+0.220X_2-0.162X_3+0.725X_4-0.403X_5+0.166X_6$$

表2 向日葵种质苗期盐胁迫各耐盐指标的相关性分析

Table 2 Correlation analysis of each salt tolerance indexes for sunflower accessions under salt stress at seedling stage

指标 Index	相对株高 Relative plant hight	相对 SPAD 值 Relative SPAD value	相对地上 部分鲜重 Relative fresh weight of above- ground part	相对地下 部分鲜重 Relative fresh weight of under- ground part	相对叶面积 Relative leaf area	相对存活率 Relative survival rate
相对株高 Relative plant hight	1					
相对 SPAD 值 Relative SPAD value	0.685**	1				
相对地上部分鲜重 Relative fresh weight of above-ground part	0.702**	0.701**	1			
相对地下部分鲜重 Relative fresh weight of under-ground part	0.518**	0.636**	0.612**	1		
相对叶面积 Relative leaf area	0.728**	0.599**	0.790**	0.576**	1	
相对存活率 Relative survival rate	0.564**	0.636**	0.702**	0.548**	0.602**	1

\*\*表示在  $P < 0.01$  水平下差异显著,下同

\*\* mean significant difference at  $P < 0.01$  level, the same as below

表3 向日葵苗期各耐盐指标主成分系数、贡献率及主成分载荷矩阵

Table 3 Principal component coefficient, contribution rate and loading matrix of each salt tolerance indexes at sunflower seedlings

指标 Index	主成分 1 PC1	主成分 2 PC2	主成分 3 PC3	主成分 4 PC4
相对株高 Relative plant hight	0.838	-0.335	0.202	-0.222
相对 SPAD 值 Relative SPAD value	0.848	0.161	0.044	-0.435
相对地上部分鲜重 Relative fresh weight of above-ground part	0.902	-0.119	-0.083	0.142
相对地下部分鲜重 Relative fresh weight of under-ground part	0.767	0.530	0.284	0.190
相对叶面积 Relative leaf area	0.859	-0.295	0.110	0.307
相对存活率 Relative survival rate	0.805	0.121	-0.552	0.022
特征值 Eigen values	4.209	0.534	0.447	0.389
贡献率(%) Contributive ratio	70.158	8.904	7.443	6.482
累积贡献率(%) Accumulating contributive ratio	70.158	79.062	86.504	92.986

$$F_{3\text{苗期}} = 0.302X_1 + 0.065X_2 - 0.124X_3 + 0.424X_4 + 0.165X_5 - 0.826X_6$$

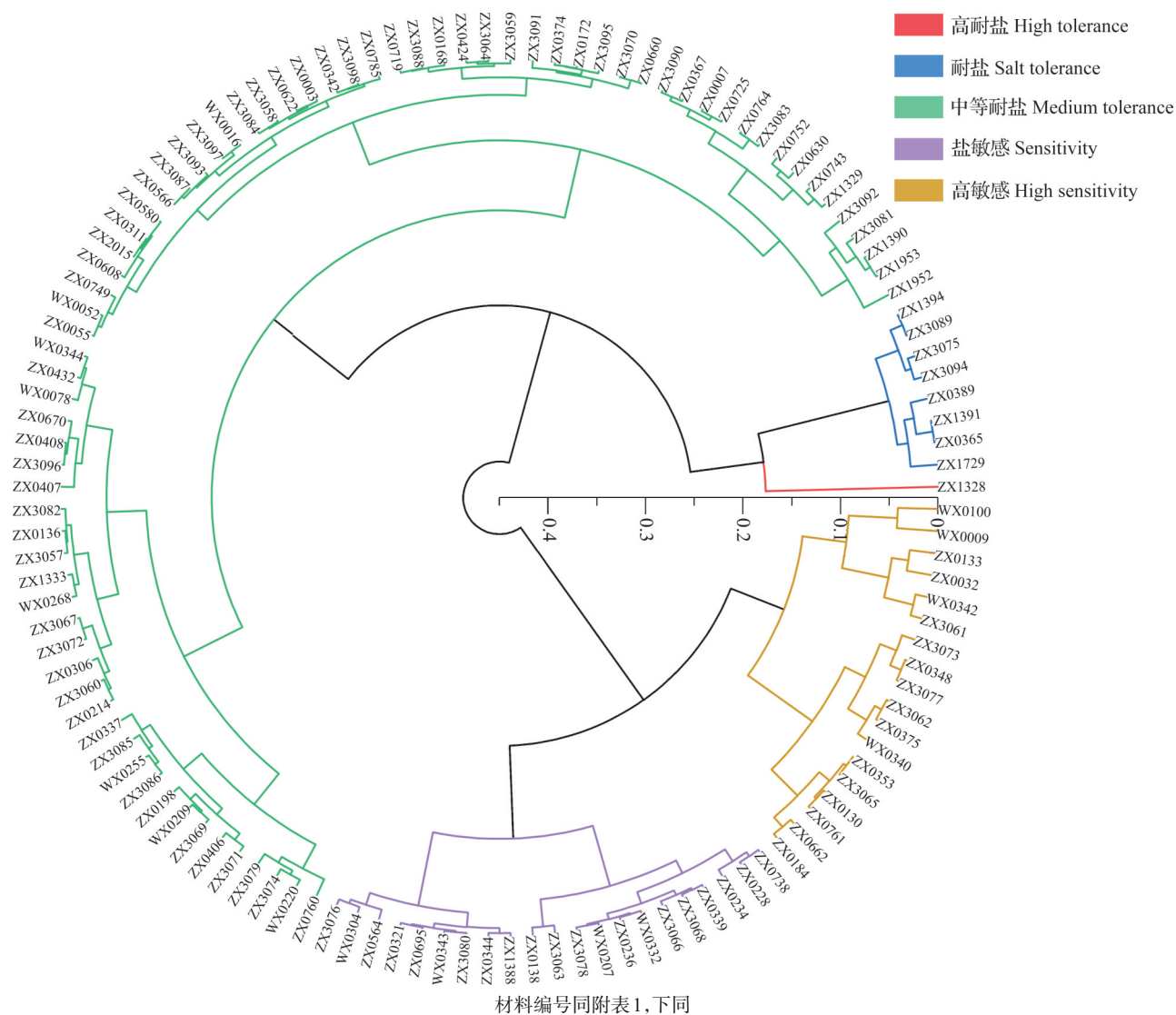
$$F_{4\text{苗期}} = -0.356X_1 - 0.697X_2 + 0.228X_3 + 0.304X_4 + 0.492X_5 + 0.035X_6$$

其中  $X_1$  代表相对株高,  $X_2$  代表相对 SPAD 值,  $X_3$  代表相对地上部分鲜重,  $X_4$  代表相对地下部分鲜重,  $X_5$  代表相对叶面积,  $X_6$  代表相对存活率。根据得分系数的值,通过公式 A 或 B,计算苗期 4 个主成

分得分公式的隶属函数值,根据主成分因子的贡献率大小,利用公式 C 计算各综合指标的权重,各综合指标的权重分别为 0.755、0.096、0.080、0.070,并计算综合评价  $D$  值(详见 <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>,附表 3)。根据  $D$  值大小排序,苗期耐盐性综合评价  $D$  值最大的材料是 ZX1328,为 0.916,说明其苗期耐盐性最强,WX0100 的  $D$  值最小,苗期耐盐性最差。

根据综合评价 $D$ 值对苗期124份向日葵种质资源进行聚类分析(图3),可分为高耐盐( $D$ 值 $\geq 0.900$ )、耐盐( $0.900 > D$ 值 $\geq 0.760$ )、中等耐盐( $0.760 > D$ 值 $\geq 0.480$ )、盐敏感( $0.480 > D$ 值 $\geq 0.370$ )和高敏感

( $D$ 值 $< 0.370$ )5个类群,其中高耐盐种质1份(0.81%)、耐盐种质8份(占6.45%)、中等耐盐种质76份(61.29%)、盐敏感种质21份(16.94%)和高敏感种质18份(14.52%)。



材料编号同附表1,下同

The material numbers are the same as in appendix 1, the same as below

图3 向日葵种质资源苗期耐盐性聚类分析

Fig.3 Cluster analysis of salt tolerance at seedling stage of sunflower germplasm resources

## 2.3 盐碱地向日葵种质生长情况

**2.3.1 各农艺性状的变化及相关性分析** 在盐碱地中,112份材料各生长指标平均值和变化范围见表4,其中相对亩产的变异系数最高,说明在盐碱地中各种质间产量差异非常明显,盐碱条件对产量的影响较大,而相对结实率和相对籽仁率两个指标变异系数较小,变异程度较低。其中ZX0365的所有指标均大于1,表现出了很好的全生育期耐盐能力;而ZX0032、ZX3068各项相对指标都较低,耐盐表现极

差(详见 <https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>,附表2)。

盐碱地112份向日葵种质的7个指标相关性分析表明(表5),7个指标中多数指标间的相关性都达到了显著或极显著水平,其中相对结实率和相对单株粒重之间相关性最高,相关系数为0.724,相对结实率和相对百粒重的相关性也较高(-0.653),但是相对结实率和相对株高、相对葵盘直径之间相关性不显著。



表4 112份向日葵种质在盐碱地中各耐盐指标相对值的描述性统计

Table 4 Descriptive statistics of relative values of each salt tolerance indexes of 112 sunflower accessions in saline and alkaline land

指标 Index	最小值 Min.	最大值 Max.	平均值 Average	标准差 SD	变异系数 CV
相对结实率 Relative percentage of seed setting	0.463	1.072	0.917	0.125	0.136
相对株高 Relative plant hight	0.759	2.276	1.280	0.271	0.211
相对葵盘直径 Relative disc diameter	0.323	1.304	0.900	0.186	0.207
相对籽仁率 Relative kernel percentage	0.481	1.180	0.879	0.151	0.172
相对百粒重 Relative 100-seed weight	0.448	1.939	1.262	0.380	0.301
相对单株粒重 Relative grain weight per plant	0.146	1.478	0.815	0.291	0.357
相对亩产 Relative yield per Mu	0.087	1.870	0.836	0.368	0.441

表5 盐碱地向日葵全生育期各耐盐指标的相关性分析

Table 5 Correlation analysis of each salt tolerance indexes during the whole growth period of sunflower in the saline and alkaline land

指标 Index	相对结实率 Relative percentage of seed setting	相对株高 Relative plant hight	相对葵盘直 径 Relative disc diameter	相对籽仁率 Relative kernel percentage	相对百粒重 Relative 100- seed weight	相对单株粒 重 Relative grain weight per plant	相对亩产 Relative yield per Mu
相对结实率 Relative fertile percentage	1						
相对株高 Relative plant hight	-0.101	1					
相对葵盘直径 Relative disc diameter	-0.116	0.354**	1				
相对籽仁率 Relative kernel percentage	0.504**	-0.342**	-0.038	1			
相对百粒重 Relative 100-seed weight	-0.653**	0.336**	0.247**	-0.511**	1		
相对单株粒重 Relative grain weight per plant	0.724**	-0.103	-0.026	0.453**	-0.507**	1	
相对亩产 Relative yield per Mu	0.193*	0.285**	0.313**	-0.016	0.195*	0.278**	1

\*表示在  $P < 0.05$  水平下差异显著  
\* mean significant difference at  $P < 0.05$  level

**2.3.2 向日葵种质在盐碱地中各生长指标主成分分析** 对实际盐碱地全生育期各性状指标进行主成分分析,以贡献率大于90%为原则,提取出5个主成分,贡献率分别为40.557%、24.501%、11.227%、9.749%、6.190%,累计贡献率达92.224%,有效反映了7个耐盐指标的绝大部分信息(表6),原来的7个指标转化成5个综合指标。其中第1主成分主要反映的是单株产量构成情况,相对结实率和相对百粒重载荷值分别为0.847、-0.838;第2主成分主要反映的是产量,相对亩产是该主成分的主要作用因子,它的载荷值为0.806。第3主成分的主要指标是相对葵盘直径,主要反映了向日葵葵盘生长情况,载

荷值为0.633;第4主成分载荷值最大的是相对株高,主要反映了株高的生长情况;第5主成分中相对籽仁率载荷值为0.472,反映向日葵籽仁饱满程度。

**2.3.3 全生育期耐盐性综合评价** 根据主成分分析中每个原始变量对应主成分的载荷值与其相对应的每个主成分的特征值开方根的比值,可得到每个全生育期指标的成分得分系数,据此得出全生育期5个主成分得分公式如下。

$$F_{1\text{全生育期}} = 0.503X_1 - 0.258X_2 - 0.164X_3 + 0.441X_4 - 0.497X_5 + 0.460X_6 - 0.002X_7$$
$$F_{2\text{全生育期}} = 0.230X_1 + 0.465X_2 + 0.492X_3 + 0.010X_4 + 0.121X_5 + 0.309X_6 + 0.616X_7$$



表6 盐碱地向日葵种植各耐盐指标的主成分系数、贡献率和载荷矩阵

Table 6 Principal component coefficient, contribution rate and loading matrix of each salt tolerance indexes of sunflower germplasms in the saline and alkaline land

指标 Index	主成分1 PC1	主成分2 PC2	主成分3 PC3	主成分4 PC4	主成分5 PC5
相对结实率 Relative percentage of seed setting	0.847	0.301	-0.197	-0.124	-0.034
相对株高 Relative plant hight	-0.435	0.608	-0.282	-0.521	0.290
相对葵盘直径 Relative disc diameter	-0.276	0.645	0.633	-0.191	-0.262
相对籽仁率 Relative kernel percentage	0.743	0.013	0.469	0.064	0.472
相对百粒重 Relative 100-seed weight	-0.838	0.158	0.015	0.302	0.175
相对单株粒重 Relative grain weight per plant	0.776	0.404	-0.152	0.043	-0.156
相对亩产 Relative yield per Mu	-0.004	0.806	-0.154	0.511	0.040
特征值 Eigen values	2.839	1.715	0.786	0.682	0.433
贡献率(%) Contributive ratio	40.557	24.501	11.227	9.749	6.190
累积贡献率(%) Accumulating contributive ratio	40.557	65.058	76.285	86.033	92.224

$$F_{3\text{全生育期}} = -0.222X_1 - 0.319X_2 + 0.714X_3 + 0.529X_4 + 0.017X_5 - 0.171X_6 - 0.174X_7$$

$$F_{4\text{全生育期}} = -0.150X_1 - 0.631X_2 - 0.232X_3 + 0.078X_4 + 0.366X_5 + 0.052X_6 + 0.619X_7$$

$$F_{5\text{全生育期}} = -0.051X_1 + 0.441X_2 - 0.399X_3 + 0.716X_4 + 0.265X_5 - 0.238X_6 + 0.061X_7$$

其中 $X_1$ 代表相对结实率, $X_2$ 代表相对株高, $X_3$ 代表相对葵盘直径, $X_4$ 代表相对籽仁率, $X_5$ 代表相对百粒重, $X_6$ 代表相对单株粒重, $X_7$ 代表相对亩产。根据得分系数的值,通过公式A或B,计算出全生育期5个主成分得分公式的隶属函数值,根据主成分因子的贡献率,利用公式C计算各主成分的权重,各主成分的权重分别为0.440、0.266、0.122、0.106、0.067,进一步计算综合评价 $D$ 值(详见<https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>,附表4),并根据 $D$ 值大小排序和聚类分析,发现全生育期耐盐性综合评价 $D$ 值最大的是ZX3092,在盐碱地中耐盐性表现最好,ZX0032的 $D$ 值最小,耐盐性综合表现最差。

根据综合评价 $D$ 值对盐碱地全生育期112份向日葵种质资源进行耐盐性聚类分析,分为高耐盐( $D$ 值 $\geq 0.740$ )、耐盐( $0.740 > D$ 值 $\geq 0.630$ )、中等耐盐( $0.630 > D$ 值 $\geq 0.480$ )、盐敏感( $0.480 > D$ 值 $\geq 0.390$ )和盐高敏感( $D$ 值 $< 0.390$ )5个类群(图4,<https://doi.org/10.13430/j.cnki.jpgr.20231130002>,附表4),其中高耐盐种质5份,占供试材料的4.46%;耐盐种质36份,占32.14%;中等耐盐种质49份,占43.75%;盐敏感种质15份(13.39%)和高敏感种质7份(6.25%)。

## 2.4 不同时期向日葵种质资源耐盐性鉴定结果比较及相关性分析

本研究从444份芽期、124份苗期和112份盐碱地全生育期的向日葵耐盐性鉴定种质中分别筛选出芽期耐盐及以上(含高耐盐、耐盐)种质132份、苗期耐盐及以上种质9份和全生育期耐盐及以上种质41份,其中在芽期、苗期和全生育期均表现为耐盐及以上等级的种质有6份(表7),分别为ZX0365、ZX0389、ZX1391、ZX1394、ZX3089和ZX3094。这6份材料,除ZX1391为中间型类型外,其他均为油葵。ZX0228、ZX3062、ZX3065、ZX3077、ZX3080等5份种质在3个时期都表现为盐敏感及以下等级,综合耐盐性表现最差,均为食葵。

3个时期的耐盐性鉴定结果相关性分析表明,芽期耐盐性鉴定结果与苗期耐盐鉴定结果呈极显著正相关,相关系数为0.300;苗期鉴定结果与全生育期耐盐鉴定结果呈极显著正相关,相关系数为0.254;芽期鉴定结果与全生育期耐盐鉴定结果相关系数为0.411,表现为极显著正相关(表8),说明3个时期鉴定的耐盐等级之间均存在极显著相关性,芽期和苗期的耐盐性鉴定结果可为全生育期耐盐性评价提供实用有效的参考。但有个别品种在不同时期鉴定的耐盐性表现差异较大,比如WX0100、WX0342在苗期均表现为高敏感,但在盐碱地全生育期观察鉴定中却表现为耐盐,ZX1729在芽期和苗期表现为耐盐,但在盐碱地全生育期观察鉴定中却表现为盐敏感,这可能与实际盐碱地土壤盐分含量分布较为复杂多变有关。

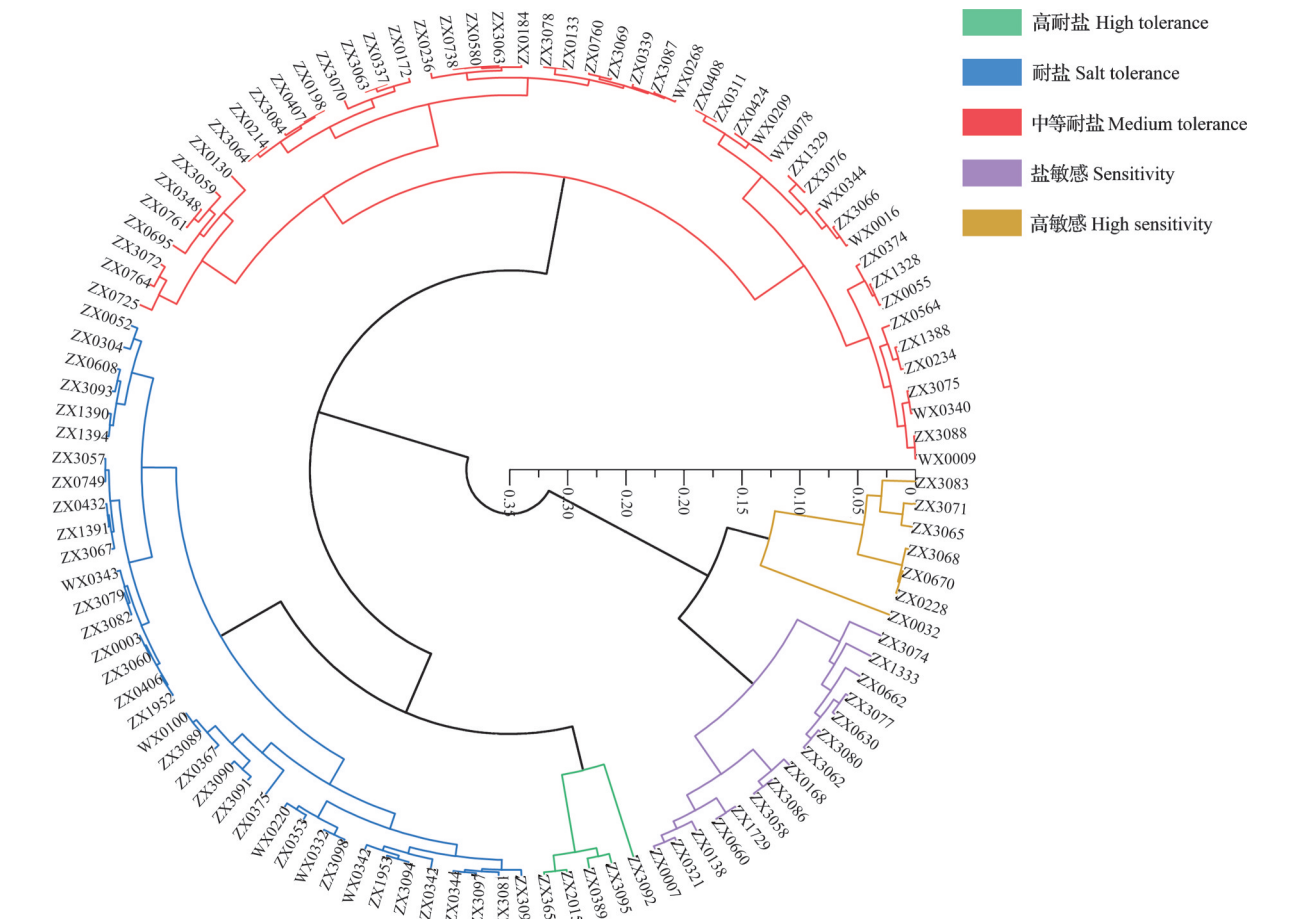


图4 盐碱地向向日葵全生育期耐盐性聚类分析

Fig.4 Cluster analysis of salt tolerance for sunflower germplasm resources in the the saline and alkaline land throughout the whole growth period

表7 124份材料中各时期耐盐及以上等级的向日葵种质

Table 7 Sunflower accessions of 124 samples with salt tolerance or above grade in each period

耐盐等级 Salt tolerance grades	芽期耐盐种质 Salt-tolerant germplasm during the germination stage	苗期耐盐种质 Salt-tolerant germplasm during the seedling stage	全生育期耐盐种质 Salt-tolerant germplasm during the whole growth period
高耐盐 High tolerance	ZX0311, ZX3088, ZX3075, WX0052, ZX0342, ZX1329, ZX0408, ZX0344, WX0016, ZX0003, ZX3057, WX0304, WX0207, ZX0007, ZX0367, ZX1328, ZX0725, ZX0406, ZX0752, ZX0374, ZX3091, <b>ZX3089</b> , ZX1952, ZX3081	ZX1328	ZX3092, ZX2015, <b>ZX0365</b> , <b>ZX0389</b> , ZX3095
耐盐 Salt tolerance	WX0009, WX0078, WX0209, WX0220, WX0255, WX0340, WX0344, ZX0055, ZX0130, ZX0136, ZX0168, ZX0172, ZX0184, ZX0198, ZX3059, ZX0234, ZX0337, ZX0339, ZX0348, ZX3060, <b>ZX0365</b> , ZX0375, <b>ZX0389</b> , ZX0407, ZX0424, ZX3064, ZX3066, ZX0564, ZX0580, ZX3068, ZX0630, ZX3079, ZX1388, ZX1390, <b>ZX1391</b> , <b>ZX1394</b> , ZX1729, ZX3085, ZX3086, ZX1953, ZX2015, ZX3090, ZX3092, <b>ZX3094</b>	<b>ZX0365</b> , <b>ZX0389</b> , ZX3075, <b>ZX1391</b> , <b>ZX1394</b> , ZX1729, <b>ZX3089</b> , <b>ZX3094</b>	ZX0375, ZX3090, ZX3091, WX0100, <b>ZX3089</b> , ZX0367, ZX0344, ZX3097, ZX3081, ZX3096, WX0342, <b>ZX3094</b> , ZX1953, ZX0342, WX0220, ZX0353, WX0332, ZX3098, WX0343, ZX3082, ZX3079, ZX0003, ZX3060, ZX1952, ZX0406, ZX3067, ZX0432, <b>ZX1391</b> , ZX0749, ZX3057, <b>ZX1394</b> , ZX1390, ZX0608, ZX3093, WX0304, WX0052

加粗材料在芽期、苗期、全生育期均表现耐盐及以上等级

The bolded materials exhibit salt tolerance levels or above during the sprouting, seedling and full growth stages

表8 三个时期耐盐等级相关性分析  
Table 8 Correlation analysis of salt tolerance grades in three periods

时期 Period	芽期 Germination stage	苗期 Seedling stage	全生育期 The whole growth period
芽期 Germination stage	1		
苗期 Seedling stage	0.300**	1	
全生育期 The whole growth period	0.411**	0.254**	1

### 3 讨论

本研究筛选出向日葵芽期、苗期和全生育期耐盐及以上等级(含耐盐和高耐盐)的种质分别为132份、9份和41份,大部分种质在芽期、苗期和全生育期鉴定的耐盐结果较为一致,各时期鉴定评价的耐盐等级显著相关,这说明采用适宜浓度的NaCl进行大批量的芽期耐盐初筛、结合苗期进一步耐盐鉴定,所得的鉴定结果和筛选出的耐盐材料可较好的反应材料在各个生育阶段的耐盐性,因此可有效地缩短向日葵品种资源耐盐性鉴定的时间,节省鉴定成本。有6份种质(ZX0365、ZX0389、ZX1391、ZX1394、ZX3089、ZX3094)在3个时期均表现为耐盐以上等级的材料,可为向日葵抗逆育种和耐盐研究提供材料来源。这6份种质,除ZX1391为油食兼用的中间类型外,其余均为油葵。而5份(ZX0228、ZX3062、ZX3065、ZX3077、ZX3080)在3个时期均表现盐敏感及以下等级、耐盐性差的种质则都是食葵,说明油葵可能比食葵相对更耐盐碱,这与其他学者的结论相一致<sup>[19-21]</sup>,但其具体的作用机制仍待探究。但也有部分种质在不同阶段的耐盐能力有差异,如有的材料在苗期均表现为高敏感,但在盐碱地中却表现为耐盐(WX0100、WX0342),或在芽期和苗期表现为耐盐,但在盐碱地中却表现为盐敏感(ZX1729)。同一品种不同时期会出现耐盐性不同的现象在其他作物中也同样存在,宝力格等<sup>[17]</sup>研究认为高粱芽期和苗期的耐盐能力没有明显的相关性,彭智等<sup>[22]</sup>在小麦中也发现芽期耐盐的材料在苗期不一定具有耐盐性,在大豆的耐盐研究也有如此发现<sup>[16]</sup>。这种耐盐性的差异可能与不同生育时期的耐盐机制不同有关,发芽期种子的耐盐性主要在于种子吸水膨胀的能力,种子的发芽速度取决于种子的吸水速度,种子萌发通过自身渗透调节机制抵御盐胁迫,使得细胞不会失水过多而死亡,种子活力越强,吸水膨胀的能力越强,抵御盐胁迫的能力也就越强;而苗期和全生育生长期主要通过离子平衡调解,将吸收的Na<sup>+</sup>贮存在根、茎基部、叶鞘等

薄壁细胞的中央液泡中,阻止Na<sup>+</sup>向叶片中运输,或者是根部对Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>的选择性吸收<sup>[3-4]</sup>。本研究中只在某个生育时期表现出耐盐性好的品种,可为深入探究不同时期耐盐机理提供重要的材料。同时也说明了作物种质资源的耐盐性不能仅凭单一时期进行鉴定评价,需要对多个生育阶段进行鉴定,才能较为全面地评价其耐盐性。

在不同作物的不同生育阶段,由于作物生长特性、鉴定数量的不同,耐盐性鉴定评价所适用的方法和选择的指标也各不相同。向日葵耐盐机制复杂,受到生理生化多方面的影响,能通过渗透调节、离子平衡调节、离子区域化等方式保证在受到盐胁迫时细胞不易失水死亡<sup>[3-4]</sup>,这也导致了对向日葵耐盐性鉴定评价时需要根据不同阶段的特点制定适合不同生育时期的耐盐鉴定方法。前人对向日葵芽期耐盐性鉴定的方法主要是采用室内培养皿萌发法<sup>[12]</sup>,虽然操作简单,但筛选结果与实际耐盐性存在一定的差异,更适合于作为初步鉴定耐盐性的方法。在苗期和全生育期主要通过温室盆栽法<sup>[21]</sup>进行耐盐性鉴定,虽在一定程度上可以避免环境因素的干扰,但成本高、周期长,且温室容积有限,难以一次性大批量地进行鉴定。向日葵以往的耐盐性鉴定研究中,大多数仅针对某一时期进行鉴定,难以很好的反映出作物在实际盐渍环境下不同生育阶段的耐盐情况。本研究采用芽期萌发盐胁迫初步鉴定,在此基础上,结合苗期室内盐胁迫进一步鉴定,以一次性基质块作为培养基质,操作简单、处理方便、条件均一(基质块成分相同且吸液迅速,盐浓度相对稳定)、指标测量便捷,不仅可提高鉴定结果的准确性和可靠性,还能显著缩短鉴定周期,比以往温室营养土盆栽或水培鉴定方法效率更高;并且苗期耐盐性鉴定选择的6个指标都能充分反映出材料的耐盐性,综合考虑了生理、生化和形态学多个方面,且相互之间呈极显著正相关,各指标之间存在紧密的关联,各个指标之间的变化是高度协同的,能有效地反应幼苗在NaCl胁迫下的变化。进一步采用实际盐碱地种植观察来评价验证其在实



际盐碱地中全生育期的耐盐表现和生长状况, 不仅实际检验了芽期和苗期筛选得到的耐盐材料, 又反过来验证比较芽期和苗期耐盐鉴定结果的相关性和可靠性。本研究各个时期耐盐等级之间的极显著相关性表明本研究建立的耐盐鉴定体系浓度适宜、评价指标有效, 能准确高效地在不同生长发育时期进行耐盐性综合评价。在今后更大规模的筛选中, 可以先通过采用芽期和苗期相结合的耐盐性鉴定方法, 筛选出耐盐材料后, 再将耐盐品种投入实际盐碱地大田中进行验证, 能有效的降低成本、缩短鉴定周期。

## 4 结论

本研究采用的向日葵室内芽期耐盐性鉴定、苗期基质块盐胁迫鉴定和实际盐碱地全生育期种植观察所得出的耐盐鉴定结果相互间极显著正相关; 从444份种质资源材料中筛选出在3个时期均表现为耐盐以上等级的耐盐材料6份, 分别为ZX0365、ZX0389、ZX1391、ZX1394、ZX3089、ZX3094, 这些优异种质可为耐盐基因挖掘和耐盐品种选育提供材料基础。

## 参考文献

- [1] 郭树春, 李素萍, 孙瑞芬, 于海峰, 聂惠, 温馨雨, 王海霞, 李丽君, 牟英男, 乔慧蕾, 梁晨, 张勇, 张晓蒙, 苗红梅, 张艳芳. 世界及我国向日葵产业发展总体情况分析. 中国种业, 2021(7):10-13  
Guo S C, Li S P, Sun R F, Yu H F, Nie H, Wen X Y, Wang H X, Li L J, Mou Y N, Qiao H L, Liang C, Zhang Y, Zhang X M, Miao H M, Zhang Y F. Analysis of the overall development of sunflower industry in the world and China. China Seed Industry, 2021(7):10-13
- [2] 孙亚楠. 盐渍化灌区土壤盐分遥感反演及对节水改造的响应. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2023  
Sun Y N. Soil salinity inversion based on remote sensing and its response to water-saving reform in salinized irrigation district. Huhhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2023
- [3] 都润, 张思琦, 张海文, 陈涛. 逆境胁迫下向日葵的耐受机制. 生物技术进展, 2022, 12(2):205-212  
Du R, Zhang S Q, Zhang H W, Chen T. The tolerance mechanism of sunflower under abiotic stress. Current Biotechnology, 2022, 12(2):205-212
- [4] 聂惠, 于海峰, 刘浩明. 向日葵对盐胁迫的反应及其抗盐机理的研究进展. 内蒙古农业科技, 2008(6):17-19  
Nie H, Yu H F, Liu H M. Response of sunflower to salt stress and its salt resistance mechanism. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology, 2008(6):17-19
- [5] 崔云玲, 王生录, 陈炳东, 杨思存, 吕晓东. 不同品种油菜对盐胁迫响应研究. 土壤学报, 2011, 48(5):1051-1058  
Cui Y L, Wang S L, Chen B D, Yang S C, Lv X D. Responses of different varieties of oil sunflower to salt stress. Acta Pedologica Sinica, 2011, 48(5):1051-1058
- [6] 刘杰, 张美丽, 张义, 石德成. 人工模拟盐、碱环境对向日葵种子萌发及幼苗生长的影响. 作物学报, 2008(10):1818-1825  
Liu J, Zhang M L, Zhang Y, Shi D C. Effects of simulated salt and alkali condition as on seed germination and seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Acta Agronomica Sinica, 2008(10):1818-1825
- [7] 马帅国, 田蓉蓉, 胡慧, 吕建东, 田蕾, 罗成科, 张银霞, 李培富. 粳稻种质资源苗期耐盐性综合评价与筛选. 植物遗传资源学报, 2020, 21(5):1089-1101  
Ma S G, Tian R R, Hu H, Lv J D, Tian L, Luo C K, Zhang Y X, Li P F. Comprehensive evaluation and selection of rice (*Oryza sativa japonica*) germplasm for saline tolerance at seedling stage. Journal of Plant Genetic Resources, 2020, 21(5):1089-1101
- [8] 孙现军, 姜奇彦, 胡正, 李宏博, 庞斌双, 张凤廷, 张胜全, 张辉. 小麦种质资源苗期耐盐性鉴定评价. 作物学报, 2023, 49(4):1132-1139  
Sun X J, Jiang Q Y, Hu Z, Li H B, Pang B S, Zhang F T, Zhang S Q, Zhang H. Identification and evaluation of wheat germplasm resources at seedling stage. Acta Agronomica Sinica, 2023, 49(4):1132-1139
- [9] 胡亮亮, 王素华, 王丽侠, 程须珍, 陈红霖. 绿豆种质资源苗期耐盐性鉴定及耐盐种质筛选. 作物学报, 2022, 48(2):367-379  
Hu L L, Wang S H, Wang L X, Cheng X Z, Chen H L. Identification of salt tolerance and screening of salt tolerant germplasm of mungbean (*Vigna radiata* L.) at seedling stage. Acta Agronomica Sinica, 2022, 48(2):367-379
- [10] Kakar N, Jumaa S H, Redoña E D, Warburton M L, Reddy K R. Evaluating rice for salinity using pot-culture provides a systematic tolerance assessment at the seedling stage. Rice, 2019, 12(1):57
- [11] Allel D, BenAmar A, Badri M, Abdelly C. Evaluation of salinity tolerance indices in North African barley accessions at reproductive stage. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 2019, 55(2):61-69
- [12] Li W H, Zhang H Z, Zeng Y L, Xiang L J, Lei Z H, Huang Q X, Li T Y, Shen F, Cheng Q. A salt tolerance evaluation method for sunflower (*Helianthus annuus* L.) at the seed germination stage. Scientific Reports, 2020, 10(1):10626
- [13] 马荣. 内蒙古河套灌区向日葵耐盐性种质资源筛选与评价. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017  
Ma R. Identification and evaluation of salinity tolerant genotypes of the sunflowers in Hetao irrigation area of Inner Mongolia. Huhhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2017
- [14] 王伟. 向日葵(*Helianthus annuus* L.)苗期耐盐性的研究. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012



- Wang W. Studies on salt tolerance in the seedling stage of oil sunflower (*Helianthus annuus* L.). Huhhot: Inner Mongolia Agricultural University, 2012
- [15] 严兴初, 张义. 向日葵种质资源描述规范和数据标准. 北京: 中国农业出版社, 2006
- Yan X C, Zhang Y. Descriptors and data standard for sunflower (*Helianthus annuus* L.). Beijing: China Agriculture Press, 2006
- [16] 姜奇彦, 胡正, 张辉, 王萌萌, 唐俊源, 倪志勇, 姜锋. 大豆种质资源耐盐性鉴定与研究. 植物遗传资源学报, 2012, 13(5): 726-732
- Jiang Q Y, Hu Z, Zhang H, Wang M M, Tang J Y, Ni Z Y, Jiang F. Evaluation for salt tolerance in soybean cultivars (*Glycine max* L. Merrill). Journal of Plant Genetic Resources, 2012, 13(5): 726-732
- [17] 宝力格, 陆平, 史梦莎, 许月, 刘敏轩. 中国高粱地方种质芽期苗期耐盐性筛选及鉴定. 作物学报, 2020, 46(5): 734-753
- Bao L G, Lu P, Shi M S, Xu Y, Liu M X. Screening and identification of Chinese sorghum landraces for salt tolerance at germination and seedling stages. Acta Agronomica Sinica, 2020, 46(5): 734-753
- [18] 戴海芳, 武辉, 阿曼古丽·买买提阿力, 王立红, 麦麦提·阿皮孜, 张巨松. 不同基因型棉花苗期耐盐性分析及其鉴定指标筛选. 中国农业科学, 2014, 47(7): 1290-1300
- Dai H F, Wu H, Amanguli M, Wang L H, Maimaiti A, Zhang J S. Analysis of salt-tolerance and determination of salt-tolerant evaluation indicators in cotton seedlings of different genotypes. Scientia Agricultura Sinica, 2014, 47(7): 1290-1300
- [19] 安玉麟, 侯建华, 于海峰, 陈泽彬, 李素萍, 聂惠, 郭树春. 耐盐碱向日葵杂交种鉴定筛选及机理研究. 华北农学报, 2012, 27(5): 127-133
- An Y L, Hou J H, Yu H F, Chen Z B, Li S P, Nie H, Guo S C. Identification and screening of hybrid of salinity sunflower and mechanism studying of salt tolerance. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2012, 27(5): 127-133
- [20] 寇伟锋, 刘兆普, 陈铭达, 郑青松, 赵耕毛, 郑宏伟. 不同浓度海水对油葵幼苗光合作用和叶绿素荧光特性的影响. 西北植物学报, 2006(1): 73-77
- Kou W F, Liu Z P, Chen M D, Zheng Q S, Zhao G M, Zheng H W. Effects of sea water at different concentrations on the photosynthesis and chlorophyll-fluorescence properties of oil sunflower seedlings. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2006(1): 73-77
- [21] 张俊莲, 张国斌, 王蒂. 向日葵耐盐性比较及耐盐生理指标选择. 中国油料作物学报, 2006(2): 176-179
- Zhang J L, Zhang G B, Wang D. Comparison and physiological index selection of salt tolerance on sunflower. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2006(2): 176-179
- [22] 彭智, 李龙, 柳玉平, 刘惠民, 景蕊莲. 小麦芽期和苗期耐盐性综合评价. 植物遗传资源学报, 2017, 18(4): 638-645
- Peng Z, Li L, Liu Y P, Liu H M, Jing R L. Evaluation of salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum*) genotypes at germination and seedling stages. Journal of Plant Genetic Resources, 2017, 18(4): 638-645

附表 1 444 份向日葵种质资源芽期耐盐性评价

Table S1 Evaluation of for 444 Sunflower Germplasm Resources at the Germination Stage

品种编号 Variety number	来源 Region	类型 Type	相对发芽率 The relative value of germination rate	芽期耐盐性评价 Evaluation
ZX0919	中国山西	油葵	1.275	高耐
WX0221	中国台湾	油葵	1.118	高耐
ZX2110	中国贵州	食葵	1.118	高耐
ZX0877	中国山西	油葵	1.082	高耐
ZX0296	中国上海	食葵	1.053	高耐
ZX2771	中国湖北	油葵	1.033	高耐
ZX0570	中国辽宁	中间型	1.010	高耐
ZX0550	中国辽宁	中间型	0.933	高耐
WX0316	加拿大	油葵	0.925	高耐
WX0232	美国	油葵	0.916	高耐
ZX1997	中国湖北	油葵	0.911	高耐
ZX2185	中国贵州	食葵	0.909	高耐
WX0193	阿根廷	油葵	0.900	高耐
ZX0421	中国吉林	油葵	0.895	高耐
ZX0430	中国吉林	油葵	0.895	高耐
ZX0183	中国吉林	食葵	0.889	高耐
WX0084	南斯拉夫	油葵	0.888	高耐
WX0266	美国	油葵	0.882	高耐
ZX0851	中国山西	食葵	0.875	高耐
WX0315	德国	油葵	0.860	高耐
ZX0684	中国内蒙古	食葵	0.846	高耐
WX0324	加拿大	油葵	0.842	高耐
ZX0556	中国辽宁	油葵	0.840	高耐
ZX0962	中国河北	食葵	0.818	高耐
ZX2625	中国贵州	食葵	0.762	耐盐
WX0313	德国	油葵	0.760	耐盐
ZX0324	中国山东	食葵	0.750	耐盐
ZX2778	中国湖北	油葵	0.750	耐盐
ZX2009	中国湖北	油葵	0.735	耐盐
ZX0517	中国辽宁	油葵	0.733	耐盐
ZX2114	中国贵州	食葵	0.733	耐盐
WX0005	前苏联	油葵	0.733	耐盐
WX0326	加拿大	油葵	0.733	耐盐
ZX2186	中国贵州	食葵	0.727	耐盐
ZX2136	中国贵州	食葵	0.726	耐盐
ZX0074	中国吉林	食葵	0.722	耐盐
ZX2595	中国贵州	食葵	0.721	耐盐
ZX2777	中国湖北	食葵	0.717	耐盐
ZX0512	中国辽宁	食葵	0.714	耐盐
ZX2148	中国贵州	食葵	0.697	耐盐
ZX2017	中国湖北	油葵	0.688	耐盐
ZX2779	中国湖北	食葵	0.682	耐盐
ZX2421	中国四川	食葵	0.680	耐盐

ZX0542	中国辽宁	食葵	0.679	耐盐
ZX2228	中国贵州	食葵	0.675	耐盐
ZX0291	中国上海	食葵	0.667	耐盐
ZX2404	中国湖北	食葵	0.667	耐盐
ZX0682	中国内蒙古	食葵	0.655	耐盐
ZX2029	中国湖北	油葵	0.652	耐盐
ZX2609	中国贵州	食葵	0.652	耐盐
ZX1215	中国吉林	食葵	0.638	耐盐
ZX1931	中国内蒙古	食葵	0.638	耐盐
ZX0583	中国辽宁	中间型	0.632	耐盐
WX0235	美国	油葵	0.627	耐盐
ZX2013	中国湖北	油葵	0.627	耐盐
ZX2151	中国贵州	食葵	0.625	耐盐
WX0341	前苏联	中间型	0.620	耐盐
ZX2056	中国甘肃	食葵	0.619	耐盐
ZX2062	中国甘肃	食葵	0.613	耐盐
WX0177	阿根廷	油葵	0.606	耐盐
WX0322	法国	油葵	0.600	耐盐
ZX0559	中国辽宁	油葵	0.600	耐盐
ZX2054	中国甘肃	食葵	0.600	耐盐
ZX0552	中国辽宁	中间型	0.600	耐盐
ZX0908	中国山西	食葵	0.589	中耐
WX0327	奥地利	油葵	0.577	中耐
ZX2034	中国湖北	油葵	0.571	中耐
WX0259	澳大利亚	油葵	0.570	中耐
ZX2155	中国贵州	食葵	0.565	中耐
ZX0535	中国辽宁	中间型	0.563	中耐
ZX0054	中国吉林	食葵	0.563	中耐
ZX0489	中国辽宁	食葵	0.563	中耐
ZX0679	中国内蒙古	食葵	0.563	中耐
ZX1754	中国内蒙古	食葵	0.560	中耐
WX0330	加拿大	油葵	0.557	中耐
ZX1265	中国吉林	食葵	0.554	中耐
WX0230	加拿大	食葵	0.548	中耐
WX0325	加拿大	油葵	0.543	中耐
WX0227	加拿大	食葵	0.538	中耐
ZX0891	中国山西	食葵	0.537	中耐
WX0294	加拿大	中间型	0.529	中耐
ZX2021	中国湖北	油葵	0.528	中耐
ZX2231	中国贵州	食葵	0.526	中耐
ZX2007	中国湖北	油葵	0.523	中耐
ZX0602	中国辽宁	油葵	0.520	中耐
WX0381	南斯拉夫	油葵	0.518	中耐
ZX2190	中国贵州	食葵	0.516	中耐
ZX2053	中国甘肃	食葵	0.507	中耐
ZX0598	中国辽宁	油葵	0.500	中耐
ZX2677	中国云南	油葵	0.500	中耐
ZX2061	中国甘肃	食葵	0.494	中耐

ZX1371	中国黑龙江	油葵	0.485	中耐
ZX2045	中国湖北	油葵	0.484	中耐
ZX0846	中国山西	食葵	0.482	中耐
ZX1994	中国湖北	油葵	0.482	中耐
WX0320	美国	油葵	0.480	中耐
ZX0920	中国山西	观赏葵	0.480	中耐
ZX0202	中国吉林	食葵	0.474	中耐
WX0228	加拿大	食葵	0.471	中耐
ZX0280	中国上海	食葵	0.466	中耐
ZX0436	中国辽宁	食葵	0.460	中耐
ZX2394	中国贵州	食葵	0.455	中耐
ZX1983	中国湖北	油葵	0.452	中耐
ZX1484	中国山西	食葵	0.452	中耐
ZX2055	中国甘肃	食葵	0.452	中耐
ZX2031	中国湖北	油葵	0.448	中耐
WX0004	前苏联	油葵	0.442	中耐
WX0271	美国	油葵	0.442	中耐
ZX0576	中国辽宁	油葵	0.438	中耐
ZX0350	中国吉林	油葵	0.438	中耐
ZX0586	中国辽宁	油葵	0.438	中耐
ZX1378	中国辽宁	油葵	0.436	中耐
WX0092	南斯拉夫	油葵	0.435	中耐
ZX1889	中国内蒙古	食葵	0.422	中耐
ZX1890	中国内蒙古	食葵	0.422	中耐
ZX1750	中国内蒙古	食葵	0.421	中耐
ZX0774	中国内蒙古	食葵	0.421	中耐
WX0198	阿根廷	中间型	0.420	中耐
WX0106	南斯拉夫	油葵	0.417	中耐
WX0133	英国	油葵	0.415	中耐
WX0369	联合国粮农组织	油葵	0.412	中耐
WX0129	阿尔及利亚	油葵	0.398	敏感
ZX2654	中国河南	食葵	0.395	敏感
ZX1746	中国内蒙古	食葵	0.393	敏感
ZX2046	中国甘肃	食葵	0.392	敏感
ZX0547	中国辽宁	中间型	0.386	敏感
ZX0575	中国辽宁	油葵	0.384	敏感
ZX0990	中国甘肃	食葵	0.383	敏感
WX0226	加拿大	油葵	0.375	敏感
WX0301	德国	油葵	0.375	敏感
ZX0283	中国上海	食葵	0.375	敏感
ZX0777	中国内蒙古	食葵	0.375	敏感
WX0093	南斯拉夫	油葵	0.375	敏感
ZX0571	中国辽宁	食葵	0.374	敏感
ZX0027	中国吉林	食葵	0.368	敏感
ZX2040	中国湖北	油葵	0.361	敏感
ZX2567	中国内蒙古	食葵	0.360	敏感
ZX0641	中国内蒙古	食葵	0.354	敏感
ZX0147	中国吉林	食葵	0.353	敏感



ZX0415	中国吉林	油葵	0.350	敏感
ZX0581	中国辽宁	油葵	0.350	敏感
WX0095	南斯拉夫	油葵	0.339	敏感
WX0254	澳大利亚	油葵	0.338	敏感
ZX1097	中国新疆	食葵	0.336	敏感
ZX0416	中国吉林	油葵	0.333	敏感
ZX0541	中国辽宁	油葵	0.333	敏感
ZX0513	中国辽宁	食葵	0.331	敏感
WX0014	前苏联	油葵	0.327	敏感
ZX2265	中国湖北	油葵	0.324	敏感
ZX2726	中国四川	油葵	0.323	敏感
ZX0467	中国辽宁	食葵	0.315	敏感
WX0329	德国	油葵	0.313	敏感
ZX0601	中国辽宁	油葵	0.313	敏感
ZX1296	中国吉林	食葵	0.300	敏感
ZX0669	中国内蒙古	食葵	0.298	敏感
ZX2057	中国甘肃	食葵	0.296	敏感
ZX2203	中国贵州	食葵	0.286	敏感
ZX0690	中国内蒙古	食葵	0.282	敏感
ZX2063	中国甘肃	食葵	0.277	敏感
ZX0567	中国辽宁	油葵	0.273	敏感
ZX1273	中国吉林	食葵	0.271	敏感
ZX0167	中国吉林	食葵	0.269	敏感
ZX1300	中国吉林	食葵	0.268	敏感
ZX2413	中国湖北	食葵	0.267	敏感
WX0351	联合国粮农组织	油葵	0.267	敏感
ZX0357	中国吉林	油葵	0.267	敏感
ZX0166	中国吉林	食葵	0.264	敏感
ZX0520	中国辽宁	中间型	0.263	敏感
ZX2238	中国吉林	食葵	0.262	敏感
ZX1492	中国山西	食葵	0.261	敏感
ZX1528	中国山西	食葵	0.261	敏感
ZX1108	中国新疆	食葵	0.258	敏感
ZX1984	中国湖北	油葵	0.258	敏感
ZX1839	中国内蒙古	食葵	0.258	敏感
ZX1360	中国黑龙江	食葵	0.256	敏感
ZX1290	中国吉林	食葵	0.253	敏感
WX0199	阿根廷	食葵	0.250	敏感
WX0249	美国	油葵	0.245	敏感
ZX1050	中国黑龙江	食葵	0.245	敏感
ZX0988	中国甘肃	食葵	0.240	敏感
ZX0553	中国辽宁	油葵	0.240	敏感
ZX0328	中国山东	食葵	0.238	敏感
ZX0464	中国辽宁	食葵	0.235	敏感
ZX0680	中国内蒙古	食葵	0.235	敏感
ZX1397	中国辽宁	油葵	0.231	敏感
ZX1791	中国内蒙古	食葵	0.228	敏感
ZX1637	中国湖北	食葵	0.227	敏感

ZX0157	中国吉林	食葵	0.225	敏感
ZX0213	中国吉林	食葵	0.222	敏感
ZX1383	中国辽宁	油葵	0.220	敏感
ZX0186	中国吉林	食葵	0.216	敏感
WX0282	中国农业部种子管理局	油葵	0.210	敏感
WX0044	加拿大	油葵	0.202	敏感
ZX0174	中国吉林	食葵	0.200	敏感
ZX0256	中国新疆	食葵	0.200	敏感
ZX0391	中国吉林	油葵	0.200	敏感
ZX0658	中国内蒙古	食葵	0.200	敏感
ZX2043	中国湖北	油葵	0.200	敏感
ZX0536	中国辽宁	中间型	0.200	敏感
WX0051	加拿大	油葵	0.197	高敏
ZX2192	中国贵州	食葵	0.196	高敏
ZX2372	中国贵州	食葵	0.182	高敏
ZX0128	中国吉林	食葵	0.174	高敏
ZX0530	中国辽宁	食葵	0.167	高敏
ZX2081	中国青海	食葵	0.166	高敏
WX0296	美国	油葵	0.164	高敏
ZX1087	中国新疆	食葵	0.163	高敏
ZX1285	中国吉林	食葵	0.158	高敏
ZX0225	中国吉林	食葵	0.157	高敏
ZX1207	中国吉林	食葵	0.154	高敏
ZX2020	中国湖北	油葵	0.152	高敏
ZX0251	中国甘肃	食葵	0.150	高敏
ZX0482	中国辽宁	食葵	0.150	高敏
ZX1336	中国吉林	油葵	0.150	高敏
WX0321	法国	油葵	0.150	高敏
ZX2395	中国贵州	食葵	0.150	高敏
ZX1935	中国内蒙古	食葵	0.149	高敏
ZX0560	中国辽宁	中间型	0.144	高敏
ZX0475	中国辽宁	食葵	0.137	高敏
ZX1278	中国吉林	食葵	0.136	高敏
ZX1365	中国黑龙江	油葵	0.135	高敏
ZX0017	中国吉林	食葵	0.133	高敏
ZX0340	中国吉林	油葵	0.133	高敏
ZX1652	中国湖北	食葵	0.131	高敏
ZX1399	中国辽宁	食葵	0.130	高敏
ZX2128	中国贵州	食葵	0.126	高敏
ZX0568	中国辽宁	食葵	0.125	高敏
ZX1230	中国吉林	食葵	0.125	高敏
WX0314	罗马尼亚	油葵	0.124	高敏
ZX2349	中国贵州	食葵	0.120	高敏
ZX2409	中国四川	食葵	0.120	高敏
WX0163	阿根廷	油葵	0.120	高敏
ZX1395	中国辽宁	油葵	0.119	高敏
ZX0071	中国吉林	食葵	0.118	高敏
ZX1254	中国吉林	食葵	0.118	高敏

ZX2320	中国贵州	食葵	0.116	高敏
WX0128	阿尔及利亚	油葵	0.114	高敏
ZX1733	中国内蒙古	食葵	0.112	高敏
ZX0031	中国吉林	食葵	0.111	高敏
ZX1633	中国湖北	食葵	0.107	高敏
ZX1309	中国吉林	食葵	0.106	高敏
ZX0664	中国内蒙古	食葵	0.105	高敏
ZX1366	中国黑龙江	油葵	0.105	高敏
ZX2351	中国贵州	食葵	0.103	高敏
ZX2350	中国贵州	食葵	0.100	高敏
ZX1752	中国内蒙古	食葵	0.097	高敏
ZX2344	中国贵州	食葵	0.092	高敏
ZX0295	中国上海	食葵	0.089	高敏
ZX0246	中国黑龙江	食葵	0.084	高敏
ZX2430	中国湖北	食葵	0.075	高敏
ZX1497	中国山西	食葵	0.074	高敏
ZX1038	中国黑龙江	食葵	0.071	高敏
ZX0011	中国吉林	食葵	0.067	高敏
ZX0457	中国辽宁	食葵	0.067	高敏
ZX2393	中国贵州	食葵	0.067	高敏
ZX1229	中国吉林	食葵	0.063	高敏
ZX0187	中国吉林	食葵	0.062	高敏
WX0137	澳大利亚	油葵	0.061	高敏
ZX0040	中国吉林	食葵	0.061	高敏
ZX2355	中国贵州	食葵	0.060	高敏
ZX1734	中国内蒙古	食葵	0.060	高敏
ZX0008	中国吉林	食葵	0.059	高敏
ZX0242	中国吉林	食葵	0.056	高敏
ZX0325	中国山东	食葵	0.056	高敏
ZX0401	中国吉林	油葵	0.055	高敏
WX0335	匈牙利	油葵	0.053	高敏
ZX0244	中国黑龙江	食葵	0.053	高敏
WX0205	阿根廷	食葵	0.050	高敏
ZX0104	中国吉林	食葵	0.048	高敏
ZX1291	中国吉林	食葵	0.048	高敏
ZX0180	中国吉林	食葵	0.046	高敏
ZX1737	中国内蒙古	食葵	0.045	高敏
ZX2051	中国甘肃	食葵	0.044	高敏
ZX1387	中国辽宁	油葵	0.042	高敏
ZX0989	中国甘肃	食葵	0.042	高敏
ZX1685	中国四川	食葵	0.040	高敏
ZX1257	中国吉林	食葵	0.038	高敏
ZX1757	中国内蒙古	食葵	0.037	高敏
ZX0763	中国内蒙古	食葵	0.033	高敏
ZX1304	中国吉林	食葵	0.033	高敏
ZX1311	中国吉林	食葵	0.033	高敏
WX0182	阿根廷	油葵	0.029	高敏
ZX1227	中国吉林	食葵	0.022	高敏

ZX1234	中国吉林	食葵	0.021	高敏
WX0063	保加利亚	油葵	0.000	高敏
WX0164	美国	油葵	0.000	高敏
WX0194	阿根廷	油葵	0.000	高敏
WX0328	德国	油葵	0.000	高敏
WX0354	联合国粮农组织	油葵	0.000	高敏
ZX0010	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0078	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0119	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0192	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0200	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0208	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0209	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0220	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0252	中国甘肃	食葵	0.000	高敏
ZX0302	中国陕西	食葵	0.000	高敏
ZX0361	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX0371	中国吉林	油葵	0.000	高敏
ZX0379	中国吉林	油葵	0.000	高敏
ZX0404	中国吉林	油葵	0.000	高敏
ZX0458	中国辽宁	食葵	0.000	高敏
ZX0661	中国内蒙古	食葵	0.000	高敏
ZX0678	中国内蒙古	食葵	0.000	高敏
ZX1109	中国新疆	食葵	0.000	高敏
ZX1252	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX1258	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX1260	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX1263	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX1264	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX1271	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX1299	中国吉林	食葵	0.000	高敏
ZX1795	中国内蒙古	食葵	0.000	高敏
ZX1838	中国内蒙古	食葵	0.000	高敏
ZX2065	中国甘肃	食葵	0.000	高敏
ZX2131	中国贵州	食葵	0.000	高敏
ZX2696	中国四川	食葵	0.000	高敏
ZX2709	中国四川	食葵	0.000	高敏
<b>ZX0311</b>	<b>中国江苏</b>	<b>食葵</b>	<b>0.982</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX3088</b>	<b>中国内蒙古</b>	<b>油葵</b>	<b>0.972</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX3075</b>	<b>中国内蒙古</b>	<b>油葵</b>	<b>0.921</b>	<b>高耐</b>
<b>WX0052</b>	<b>加拿大</b>	<b>油葵</b>	<b>0.907</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX0342</b>	<b>中国吉林</b>	<b>油葵</b>	<b>0.903</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX1329</b>	<b>中国吉林</b>	<b>油葵</b>	<b>0.903</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX0408</b>	<b>中国吉林</b>	<b>油葵</b>	<b>0.884</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX0344</b>	<b>中国吉林</b>	<b>油葵</b>	<b>0.882</b>	<b>高耐</b>
<b>WX0016</b>	<b>罗马尼亚</b>	<b>油葵</b>	<b>0.878</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX0003</b>	<b>中国吉林</b>	<b>食葵</b>	<b>0.867</b>	<b>高耐</b>
<b>ZX3057</b>	<b>中国新疆</b>	<b>油葵</b>	<b>0.845</b>	<b>高耐</b>



WX0304	德国	油葵	0.844	高耐
WX0207	阿根廷	油葵	0.839	高耐
ZX0007	中国吉林	食葵	0.833	高耐
ZX0367	中国吉林	油葵	0.828	高耐
ZX1328	中国吉林	油葵	0.826	高耐
ZX0725	中国内蒙古	食葵	0.821	高耐
ZX0406	中国吉林	油葵	0.819	高耐
ZX0752	中国内蒙古	食葵	0.816	高耐
ZX0374	中国吉林	油葵	0.810	高耐
ZX3091	中国湖北	油葵	0.809	高耐
ZX3089	中国湖北	油葵	0.803	高耐
ZX1952	中国湖北	油葵	0.801	高耐
ZX3081	中国内蒙古	油葵	0.800	高耐
ZX0407	中国吉林	油葵	0.796	耐盐
WX0344	墨西哥	中间型	0.795	耐盐
ZX3092	中国湖北	油葵	0.795	耐盐
WX0078	墨西哥	油葵	0.789	耐盐
ZX0389	中国吉林	油葵	0.789	耐盐
ZX1388	中国辽宁	食葵	0.789	耐盐
ZX0365	中国吉林	油葵	0.787	耐盐
ZX3059	中国新疆	油葵	0.782	耐盐
ZX0055	中国吉林	食葵	0.778	耐盐
ZX3060	中国新疆	油葵	0.778	耐盐
WX0255	澳大利亚	油葵	0.756	耐盐
ZX3064	中国新疆	油葵	0.746	耐盐
ZX1953	中国湖北	油葵	0.735	耐盐
ZX0424	中国吉林	油葵	0.722	耐盐
WX0220	前苏联	油葵	0.722	耐盐
ZX0337	中国吉林	油葵	0.717	耐盐
ZX1390	中国辽宁	油葵	0.716	耐盐
ZX1391	中国辽宁	中间型	0.714	耐盐
WX0209	墨西哥	油葵	0.707	耐盐
ZX1729	中国内蒙古	食葵	0.702	耐盐
ZX3085	中国新疆	油葵	0.702	耐盐
ZX0580	中国辽宁	油葵	0.701	耐盐
ZX3090	中国湖北	油葵	0.694	耐盐
ZX0348	中国吉林	油葵	0.688	耐盐
ZX0172	中国吉林	食葵	0.681	耐盐
ZX3086	中国内蒙古	油葵	0.681	耐盐
ZX0630	中国内蒙古	食葵	0.680	耐盐
ZX0184	中国吉林	食葵	0.674	耐盐
ZX0564	中国辽宁	油葵	0.674	耐盐
ZX0168	中国吉林	食葵	0.658	耐盐
ZX1394	中国辽宁	油葵	0.646	耐盐
ZX0130	中国吉林	食葵	0.645	耐盐
WX0340	前苏联	中间型	0.640	耐盐
ZX3094	中国湖北	油葵	0.639	耐盐
ZX3066	中国内蒙古	油葵	0.639	耐盐

ZX0339	中国吉林	油葵	0.628	耐盐
ZX3079	中国新疆	油葵	0.624	耐盐
ZX0234	中国吉林	食葵	0.624	耐盐
ZX0375	中国吉林	油葵	0.619	耐盐
WX0009	前苏联	油葵	0.619	耐盐
ZX0136	中国吉林	食葵	0.618	耐盐
ZX0198	中国吉林	食葵	0.610	耐盐
ZX3068	中国山西	食葵	0.604	耐盐
ZX2015	中国湖北	油葵	0.600	耐盐
ZX3069	中国内蒙古	油葵	0.596	中耐
ZX3067	中国新疆	油葵	0.593	中耐
ZX3087	中国新疆	油葵	0.582	中耐
WX0332	奥地利	油葵	0.574	中耐
ZX3084	中国内蒙古	油葵	0.568	中耐
ZX0321	中国山东	食葵	0.562	中耐
ZX3082	中国新疆	油葵	0.559	中耐
WX0342	前苏联	中间型	0.553	中耐
ZX0432	中国吉林	食葵	0.552	中耐
ZX1333	中国吉林	油葵	0.546	中耐
WX0343	前苏联	中间型	0.544	中耐
ZX0353	中国吉林	油葵	0.542	中耐
ZX0749	中国内蒙古	食葵	0.540	中耐
ZX3097	中国湖北	油葵	0.539	中耐
ZX3093	中国湖北	油葵	0.532	中耐
ZX3061	中国新疆	油葵	0.529	中耐
ZX0133	中国吉林	食葵	0.518	中耐
ZX3098	中国湖北	油葵	0.510	中耐
ZX0306	中国陕西	食葵	0.504	中耐
ZX0761	中国内蒙古	食葵	0.500	中耐
ZX3078	中国内蒙古	油葵	0.496	中耐
ZX0236	中国吉林	食葵	0.489	中耐
ZX0608	中国山东	油葵	0.484	中耐
ZX0785	中国内蒙古	食葵	0.483	中耐
ZX3095	中国湖北	油葵	0.480	中耐
ZX3096	中国湖北	油葵	0.480	中耐
WX0100	南斯拉夫	油葵	0.477	中耐
WX0268	美国	油葵	0.473	中耐
ZX0662	中国内蒙古	食葵	0.465	中耐
ZX0032	中国吉林	食葵	0.463	中耐
ZX0138	中国吉林	食葵	0.444	中耐
ZX0738	中国内蒙古	食葵	0.444	中耐
ZX0660	中国内蒙古	食葵	0.442	中耐
ZX0214	中国吉林	食葵	0.434	中耐
ZX0764	中国内蒙古	食葵	0.428	中耐
ZX3058	中国新疆	油葵	0.424	中耐
ZX0695	中国内蒙古	食葵	0.402	中耐
ZX3070	中国新疆	油葵	0.387	敏感
ZX0760	中国内蒙古	食葵	0.383	敏感

ZX0566	中国辽宁	油葵	0.337	敏感
ZX0622	中国内蒙古	食葵	0.325	敏感
ZX0228	中国吉林	食葵	0.314	敏感
ZX3077	中国山西	食葵	0.303	敏感
ZX3076	中国新疆	油葵	0.282	敏感
ZX3071	中国山西	食葵	0.242	敏感
ZX3072	中国内蒙古	油葵	0.241	敏感
ZX0743	中国内蒙古	食葵	0.236	敏感
ZX3063	中国内蒙古	油葵	0.233	敏感
ZX0670	中国内蒙古	食葵	0.225	敏感
ZX0719	中国内蒙古	食葵	0.210	敏感
ZX3062	中国山西	食葵	0.207	敏感
ZX3074	中国山西	食葵	0.146	高敏
ZX3073	中国新疆	油葵	0.125	高敏
ZX3065	中国山西	食葵	0.077	高敏
ZX3080	中国山西	食葵	0.067	高敏
ZX3083	中国山西	食葵	0.050	高敏

加粗部分为苗期鉴定、全生育期种植的 124 份材料

The bolded section refers to 124 materials identified during the seedling assessment and planted throughout the full growth period

附表 2 124 份向日葵种质资源苗期和全生育期各性状的相对值

Table S2 Relative values of various traits during the seedling and full growth stages of 124 sunflower germplasm accessions

品种编号 Variety number	相对株高 Relative plant height	相对 SPAD 值 Relative SPAD value	相对地上部分 鲜重 Relative aboveground fresh weight	相对地下部分 鲜重 Relative underground fresh weight	相对叶面积 Relative leaf area	相对存活率 Relative survival rate	相对结实率 Relative seed setting rate	相对株高 Relative plant height	相对葵盘直径 Relative sunflower diameter	相对籽仁率 Relative kernel rate	相对百粒重 Relative hundred-gr ain weight	相对单株粒重 Relative single plant grain weight	相对亩产 Relative yield per acre
WX0009	0.106	0.146	0.089	0.047	0.047	0.500	0.985	1.069	0.783	1.062	1.189	0.826	0.356
WX0016	0.548	1.089	0.488	0.269	0.414	1.000	0.964	1.138	0.968	0.970	1.202	0.767	0.765
WX0052	0.481	1.136	0.478	0.329	0.293	1.000	0.963	1.690	1.138	0.928	1.415	0.865	1.203
WX0078	0.464	1.129	0.554	0.305	0.217	1.000	1.011	1.828	0.922	0.988	1.204	1.001	0.851
WX0100	0.094	0.121	0.113	0.040	0.029	0.250	0.992	1.793	1.060	1.180	1.176	1.178	0.895
WX0207	0.260	0.801	0.310	0.174	0.142	0.625							
WX0209	0.368	1.031	0.449	0.271	0.186	0.875	0.973	1.483	1.212	1.040	1.186	0.879	0.586
WX0220	0.415	0.879	0.418	0.261	0.130	0.875	0.986	1.069	1.276	0.952	1.131	1.152	0.746
WX0255	0.296	1.368	0.379	0.277	0.234	0.875							
WX0268	0.456	1.237	0.406	0.280	0.283	0.857	1.009	2.034	1.000	0.481	0.533	1.032	1.003
ZX3057	0.418	1.076	0.433	0.330	0.253	0.875	1.014	1.103	0.737	0.979	1.064	1.140	0.736
WX0304	0.335	0.890	0.330	0.314	0.093	0.750	0.986	1.069	0.954	0.939	1.079	0.865	0.853
WX0332	0.310	0.666	0.241	0.223	0.104	0.714	0.998	1.103	1.138	0.865	1.115	1.101	1.013
WX0340	0.196	0.511	0.207	0.129	0.085	0.625	0.977	1.138	0.862	0.966	1.221	0.966	0.467
WX0342	0.160	0.299	0.171	0.083	0.088	0.500	0.932	1.345	1.014	1.035	1.277	1.138	1.064
WX0343	0.394	1.243	0.378	0.151	0.135	0.833	1.014	1.138	0.889	1.023	0.984	0.964	0.825
WX0344	0.465	1.323	0.448	0.365	0.191	1.000	0.993	1.276	1.046	0.915	1.705	0.914	0.949
ZX0003	0.426	1.571	0.419	0.411	0.233	1.000	0.957	1.655	1.138	0.841	1.595	1.108	1.492
ZX0007	0.448	1.392	0.489	0.434	0.289	1.000	0.721	1.793	1.230	0.623	1.656	0.507	1.185
ZX0032	0.206	0.505	0.120	0.054	0.062	0.500	0.782	1.759	0.876	0.515	1.799	0.295	0.175
ZX0055	0.496	1.316	0.488	0.352	0.200	1.000	0.934	1.310	1.074	0.775	1.755	0.728	1.308
ZX3058	0.419	1.000	0.620	0.243	0.400	1.143	1.042	1.345	0.475	0.546	0.847	1.208	0.229
ZX0130	0.216	0.375	0.236	0.094	0.118	1.000	0.992	2.276	1.304	0.717	1.552	0.754	0.791
ZX0133	0.105	0.266	0.169	0.120	0.020	0.200	0.838	1.241	1.230	0.755	1.841	0.686	1.172
ZX0136	0.508	1.079	0.554	0.249	0.207	1.000							
ZX0138	0.549	1.236	0.297	0.127	0.141	0.333	0.722	1.172	1.166	0.813	1.565	0.496	0.442

ZX0168	0.554	1.001	0.443	0.262	0.545	1.000	0.872	2.034	1.152	0.751	1.771	0.606	0.944
ZX0172	0.631	0.935	0.531	0.330	0.367	1.000	0.931	1.586	0.876	0.792	1.661	0.853	1.226
ZX0184	0.268	0.542	0.224	0.097	0.114	1.000	0.818	1.241	0.783	0.742	1.360	0.925	0.884
ZX0198	0.637	0.843	0.470	0.137	0.304	0.875	0.858	1.276	0.954	0.689	1.658	1.026	1.080
ZX0214	0.461	0.671	0.453	0.216	0.361	1.000	0.855	1.276	0.982	0.784	1.622	0.903	0.949
ZX0228	0.377	0.649	0.308	0.077	0.163	0.750	0.463	1.414	1.074	0.745	1.916	0.146	0.523
ZX3059	0.543	1.588	0.483	0.384	0.223	1.000	1.021	1.034	0.323	0.567	1.044	0.634	1.038
ZX0234	0.370	0.345	0.257	0.190	0.133	0.667	0.838	1.310	1.304	0.747	1.693	0.948	1.216
ZX0236	0.359	0.456	0.356	0.122	0.211	0.571	0.858	1.310	0.843	0.794	1.809	0.682	1.195
ZX0306	0.431	0.996	0.526	0.164	0.352	1.000							
ZX0311	0.476	1.456	0.366	0.378	0.271	1.000	0.847	1.586	1.060	0.852	1.367	1.205	1.030
ZX0321	0.373	0.659	0.335	0.182	0.254	0.857	0.784	1.862	1.060	0.623	1.624	0.458	1.272
ZX0337	0.422	1.234	0.326	0.306	0.227	0.875	0.972	1.138	0.843	0.733	1.143	0.726	1.029
ZX0339	0.264	0.648	0.306	0.136	0.190	0.625	0.798	0.759	1.028	0.817	1.112	0.757	0.519
ZX0342	0.720	1.956	0.484	0.147	0.375	1.000	1.018	1.172	0.954	0.891	1.207	1.141	1.159
ZX0344	0.512	1.305	0.350	0.089	0.189	0.750	1.022	1.138	0.876	0.859	0.958	1.470	0.896
ZX0348	0.283	0.627	0.195	0.059	0.088	0.571	0.687	1.276	1.138	0.761	1.672	0.590	1.002
ZX3060	0.665	1.800	0.307	0.193	0.224	1.000	0.928	0.828	0.908	0.955	0.949	1.057	0.768
ZX0353	0.267	0.381	0.276	0.098	0.093	0.800	0.988	1.138	0.908	1.054	1.160	0.782	1.149
ZX0365	0.735	1.364	0.488	0.554	0.383	1.000	1.014	1.552	1.092	1.008	1.010	1.045	1.560
ZX0367	0.555	1.318	0.539	0.364	0.306	1.000	0.985	1.241	0.705	0.957	1.071	1.137	1.325
ZX0374	0.540	1.315	0.507	0.278	0.430	1.000	0.987	1.172	0.876	0.842	1.114	0.864	0.701
ZX0375	0.263	0.449	0.208	0.101	0.108	0.600	1.064	1.483	0.935	1.059	1.041	0.754	1.578
ZX3061	0.265	0.358	0.132	0.113	0.082	0.375							
ZX3062	0.305	0.427	0.181	0.054	0.093	1.000	0.808	1.103	0.613	0.676	1.668	0.223	0.910
ZX3063	0.252	0.777	0.299	0.228	0.126	0.571	0.841	1.276	0.783	0.847	0.581	0.855	0.337
ZX0389	0.510	1.364	0.540	0.549	0.400	1.000	1.032	1.103	0.691	1.055	0.875	1.110	1.272
ZX0406	0.358	0.932	0.318	0.381	0.161	0.750	0.964	1.103	0.631	1.096	1.051	1.082	0.714
ZX0407	0.542	1.536	0.454	0.274	0.215	0.875	1.005	1.138	0.645	0.874	1.266	0.773	0.707
ZX0408	0.427	1.692	0.401	0.331	0.191	1.000	0.930	1.138	0.816	1.002	1.121	0.906	0.758
ZX0424	0.467	1.728	0.449	0.359	0.267	1.000	0.910	1.138	0.585	0.961	0.798	1.027	0.672
ZX3064	0.547	1.569	0.518	0.306	0.316	0.875	0.963	1.241	0.935	0.845	0.846	0.988	0.231
ZX3065	0.271	0.697	0.219	0.116	0.148	0.400	0.548	1.172	0.954	0.739	1.905	0.149	0.558
ZX3066	0.343	0.886	0.288	0.129	0.141	0.667	0.915	1.241	1.060	1.036	0.859	0.612	0.661

ZX0432	0.800	1.173	0.472	0.165	0.367	1.000	0.932	1.138	0.783	1.091	1.096	0.892	0.867
ZX0564	0.478	0.637	0.434	0.107	0.219	1.000	0.916	1.172	0.843	1.011	1.176	1.067	0.407
ZX0566	0.679	1.235	0.610	0.205	0.353	0.857							
ZX0580	0.516	1.585	0.441	0.341	0.231	1.000	0.988	1.138	0.631	0.957	0.834	0.851	0.100
ZX0608	0.803	1.412	0.472	0.225	0.306	0.857	1.033	1.138	0.567	1.014	1.033	1.119	0.645
ZX3067	0.417	1.293	0.404	0.298	0.214	1.000	1.016	1.138	0.705	1.035	0.978	0.845	0.949
ZX3068	0.442	0.464	0.246	0.133	0.267	0.429	0.673	0.966	0.415	0.719	1.735	0.333	0.242
ZX3069	0.402	0.692	0.375	0.229	0.432	0.600	0.953	1.414	0.724	1.176	0.857	0.547	0.087
ZX0622	0.503	0.998	0.487	0.374	0.313	1.000							
ZX0630	0.477	1.014	0.487	0.417	0.435	1.000	0.910	1.414	0.889	0.719	1.495	0.392	0.461
ZX0660	0.526	1.103	0.510	0.399	0.305	1.000	0.865	1.310	0.829	0.720	1.719	0.544	0.725
ZX0662	0.330	0.173	0.224	0.238	0.079	0.400	0.836	1.310	0.751	0.753	1.934	0.381	0.786
ZX0670	0.429	1.117	0.401	0.453	0.246	0.500	0.652	1.241	0.382	0.707	1.725	0.460	0.299
ZX3070	0.520	1.407	0.649	0.208	0.426	1.000	0.980	1.241	0.829	1.100	0.515	0.435	0.203
ZX3071	0.438	1.446	0.440	0.172	0.171	1.000	0.670	1.241	0.724	0.613	1.779	0.282	0.716
ZX3072	0.495	1.542	0.339	0.242	0.275	1.000	1.015	1.379	1.014	0.874	0.448	0.477	0.167
ZX0695	0.356	0.911	0.362	0.109	0.250	1.000	0.842	1.552	0.968	0.740	1.654	0.886	0.839
ZX0719	0.558	1.204	0.520	0.332	0.311	1.000							
ZX0725	0.529	1.575	0.486	0.382	0.301	1.000	0.892	1.345	1.028	0.839	1.879	0.612	0.985
ZX0738	0.306	0.837	0.385	0.107	0.106	0.500	0.876	1.517	0.843	0.656	1.739	0.777	1.463
ZX0743	0.637	1.346	0.462	0.482	0.245	1.000							
ZX3073	0.250	0.359	0.170	0.131	0.081	0.400							
ZX3074	0.207	1.046	0.303	0.327	0.166	1.000	0.740	1.207	0.922	0.670	1.726	0.511	0.760
ZX3075	0.489	1.711	0.483	0.602	0.274	1.000	0.919	1.034	0.862	0.968	1.218	0.908	0.534
ZX0749	0.343	1.118	0.514	0.337	0.411	0.667	0.916	1.793	0.968	0.846	1.595	1.108	1.608
ZX0752	0.419	1.703	0.450	0.462	0.244	1.143	0.852	1.621	1.028	0.968	1.492	0.863	0.770
ZX0764	0.535	1.249	0.488	0.409	0.332	1.000	0.854	1.724	1.014	0.747	1.646	0.477	1.348
ZX0760	0.559	1.003	0.398	0.191	0.237	0.500	0.947	2.034	0.908	0.787	1.479	0.941	1.018
ZX0761	0.323	0.681	0.225	0.044	0.115	1.000	0.842	1.448	0.751	0.830	1.796	0.684	0.942
ZX3076	0.416	1.084	0.338	0.129	0.268	0.857	0.936	1.241	0.553	1.069	1.156	1.036	0.596
ZX3077	0.343	0.808	0.188	0.095	0.055	0.250	0.723	1.207	1.028	0.779	1.553	0.420	0.342
ZX3078	0.231	1.392	0.325	0.085	0.165	0.625	1.051	1.138	0.935	0.675	0.645	0.684	0.647
ZX0785	0.492	1.182	0.568	0.312	0.322	1.000							
ZX1328	0.864	1.533	0.585	0.581	0.539	1.000	1.023	1.241	0.968	0.880	1.361	0.969	0.550



ZX1329	0.761	1.362	0.495	0.340	0.383	1.000	1.009	1.069	1.014	0.813	1.004	0.830	0.892
ZX3079	0.554	1.235	0.484	0.118	0.238	0.750	1.072	1.207	0.770	1.117	0.763	0.985	0.505
ZX3080	0.425	1.219	0.356	0.152	0.151	0.750	0.705	1.414	0.876	0.722	1.825	0.313	0.873
ZX3081	0.720	1.591	0.457	0.383	0.393	1.000	1.035	1.000	0.889	0.995	0.821	1.062	0.869
ZX1333	0.515	1.139	0.576	0.153	0.305	1.000	0.494	1.103	0.876	0.777	1.180	0.265	0.463
ZX1388	0.429	0.751	0.254	0.279	0.184	0.500	0.898	1.000	0.862	1.028	1.390	0.717	0.756
ZX1390	0.701	1.351	0.436	0.374	0.498	1.000	1.035	1.103	0.816	0.974	1.211	0.902	0.914
ZX3082	0.604	1.011	0.369	0.274	0.315	1.000	1.065	1.034	0.816	0.930	0.790	1.148	0.666
ZX3083	0.484	1.374	0.535	0.403	0.318	1.000	0.630	1.172	1.000	0.758	1.910	0.163	0.586
ZX3084	0.472	1.418	0.568	0.261	0.342	1.000	0.898	1.069	0.908	0.895	0.757	0.654	0.473
ZX1391	0.469	1.797	0.524	0.446	0.514	1.143	1.027	1.034	0.843	0.931	1.191	1.120	0.844
ZX1394	0.554	1.676	0.566	0.350	0.545	1.000	1.015	1.103	0.862	1.000	1.010	1.012	0.645
ZX1729	0.684	1.649	0.521	0.521	0.416	1.000	0.830	1.552	1.000	0.725	1.939	0.331	1.097
ZX3085	0.546	1.526	0.321	0.213	0.283	0.800							
ZX3086	0.506	1.351	0.414	0.167	0.312	0.750	0.871	1.034	1.014	0.871	1.659	0.572	0.340
ZX1952	0.626	1.610	0.522	0.389	0.432	1.000	1.018	1.000	0.889	1.156	1.058	0.858	0.578
ZX1953	0.563	1.458	0.422	0.531	0.305	1.000	1.034	1.069	0.922	0.977	1.262	1.043	1.096
ZX2015	0.553	1.607	0.432	0.314	0.233	1.143	1.031	1.138	0.862	1.053	0.996	1.478	0.934
ZX3087	0.504	1.519	0.565	0.293	0.295	0.750	1.061	1.103	0.461	0.874	0.534	0.895	0.143
ZX3088	0.490	1.246	0.620	0.291	0.306	1.000	0.790	1.069	1.074	0.996	0.968	0.530	0.737
ZX3089	0.571	1.322	0.489	0.506	0.419	1.000	0.998	1.103	0.931	1.045	0.885	0.823	1.192
ZX3090	0.433	1.238	0.451	0.444	0.293	1.167	1.024	1.241	0.908	1.000	1.000	0.967	1.321
ZX3091	0.572	1.453	0.445	0.385	0.278	1.000	0.991	1.345	0.908	0.948	1.057	0.825	1.676
ZX3092	0.512	1.567	0.536	0.409	0.335	1.000	1.046	1.345	0.876	0.964	0.968	1.237	1.870
ZX3093	0.397	1.357	0.436	0.443	0.226	0.857	0.956	1.207	0.862	1.073	1.089	0.653	0.967
ZX3094	0.544	1.359	0.525	0.545	0.371	1.000	1.032	1.034	0.889	0.967	0.745	1.220	0.670
ZX3095	0.480	1.365	0.512	0.383	0.299	1.000	1.025	1.034	0.889	0.980	0.854	1.328	1.012
ZX3096	0.399	1.328	0.508	0.279	0.290	0.857	0.991	1.207	0.954	0.856	1.035	0.998	1.433
ZX3097	0.434	1.141	0.587	0.245	0.400	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ZX3098	0.513	1.490	0.463	0.272	0.438	0.857	0.987	0.931	1.074	1.007	1.115	0.791	1.003

附表 3 124 份向日葵种质资源苗期的综合耐盐性评价

Table S3 Comprehensive evaluation of 124 germplasm accessions of sunflower at the seedling stage

品种编号 Variety number	F1	F2	F3	F4	$\mu$ (X1)	$\mu$ (X2)	$\mu$ (X3)	$\mu$ (X4)	D 值 D value	苗期综合评价 Comprehensive evaluation
ZX1328	4.293	-0.444	1.531	0.397	1.000	0.388	0.909	0.738	0.916	高耐
ZX1729	3.084	0.350	0.898	-0.061	0.877	0.591	0.733	0.602	0.819	耐盐
ZX0365	2.802	0.345	1.043	0.147	0.848	0.589	0.773	0.664	0.804	耐盐
ZX1391	3.025	0.508	-0.131	0.384	0.871	0.631	0.445	0.734	0.804	耐盐
ZX0389	2.410	0.926	0.552	0.863	0.808	0.738	0.636	0.876	0.792	耐盐
ZX3094	2.353	0.947	0.582	0.665	0.802	0.743	0.644	0.817	0.785	耐盐
ZX3075	2.174	1.954	0.601	-0.135	0.784	1.000	0.650	0.580	0.780	耐盐
ZX3089	2.323	0.502	0.620	0.677	0.799	0.629	0.655	0.821	0.773	耐盐
ZX1394	2.880	-0.608	0.223	0.342	0.856	0.346	0.544	0.722	0.773	耐盐
ZX1952	2.583	-0.244	0.397	-0.129	0.826	0.439	0.593	0.582	0.753	中耐
ZX1953	1.860	1.174	0.600	-0.008	0.752	0.801	0.649	0.618	0.739	中耐
ZX1390	2.433	-0.839	0.612	0.198	0.810	0.287	0.653	0.679	0.738	中耐
ZX3081	2.437	-0.376	0.550	-0.586	0.811	0.405	0.635	0.447	0.733	中耐
ZX3092	2.021	0.491	0.064	-0.016	0.768	0.627	0.500	0.616	0.723	中耐
ZX1329	2.314	-0.851	0.418	-0.353	0.798	0.284	0.599	0.516	0.713	中耐
ZX0743	1.728	0.786	0.455	-0.309	0.738	0.702	0.609	0.529	0.710	中耐
ZX0630	1.555	0.103	0.121	1.244	0.721	0.528	0.516	0.988	0.705	中耐
ZX0752	1.626	1.664	-0.521	-0.402	0.728	0.926	0.336	0.501	0.700	中耐
ZX3083	1.608	0.506	-0.077	0.277	0.726	0.631	0.460	0.702	0.694	中耐
ZX0764	1.580	0.327	0.111	0.319	0.723	0.585	0.513	0.715	0.693	中耐
ZX0725	1.680	0.468	0.005	-0.365	0.734	0.621	0.483	0.512	0.687	中耐
ZX0007	1.384	0.922	-0.044	0.204	0.703	0.737	0.470	0.681	0.686	中耐
ZX0367	1.670	0.039	-0.070	0.060	0.733	0.511	0.462	0.638	0.683	中耐
ZX3090	1.374	1.138	-0.679	0.479	0.702	0.792	0.292	0.762	0.682	中耐
ZX0660	1.376	0.268	-0.011	0.534	0.703	0.570	0.479	0.778	0.677	中耐
ZX3070	2.037	-1.137	-0.548	0.299	0.770	0.211	0.329	0.709	0.677	中耐
ZX3095	1.404	0.486	-0.149	0.141	0.705	0.625	0.440	0.662	0.673	中耐
ZX0172	1.581	-0.728	0.013	0.655	0.723	0.316	0.485	0.814	0.672	中耐
ZX0374	1.710	-0.693	-0.166	0.306	0.737	0.325	0.435	0.711	0.671	中耐
ZX3091	1.428	0.412	0.089	-0.423	0.708	0.607	0.507	0.495	0.667	中耐
ZX3059	1.412	0.730	-0.072	-0.727	0.706	0.688	0.462	0.405	0.664	中耐
ZX3064	1.502	-0.165	0.278	-0.463	0.715	0.459	0.559	0.483	0.662	中耐
ZX0424	1.373	0.783	-0.157	-0.711	0.702	0.701	0.438	0.410	0.661	中耐
ZX0168	1.510	-1.281	-0.037	1.039	0.716	0.175	0.472	0.928	0.659	中耐
ZX3088	1.491	-0.257	-0.521	0.332	0.714	0.436	0.336	0.719	0.658	中耐
ZX0719	1.399	-0.159	-0.163	0.157	0.705	0.461	0.436	0.667	0.657	中耐
ZX0785	1.339	-0.157	-0.406	0.440	0.699	0.461	0.368	0.751	0.653	中耐
ZX3098	1.378	-0.640	0.359	-0.004	0.703	0.338	0.582	0.619	0.652	中耐
ZX0342	2.202	-1.402	-0.145	-1.718	0.787	0.144	0.441	0.112	0.651	中耐
ZX0003	0.998	1.263	-0.134	-0.434	0.664	0.824	0.444	0.492	0.650	中耐
ZX0622	1.042	0.174	-0.162	0.670	0.668	0.546	0.437	0.819	0.649	中耐
ZX3058	1.480	-0.636	-1.263	1.151	0.713	0.339	0.129	0.961	0.648	中耐
ZX3084	1.453	-0.304	-0.539	0.048	0.710	0.424	0.331	0.635	0.647	中耐

WX0016	1.344	-0.805	-0.220	0.535	0.699	0.296	0.420	0.779	0.644	中耐
ZX3097	1.318	-0.608	-0.632	0.840	0.697	0.346	0.305	0.869	0.644	中耐
ZX3093	0.609	1.274	0.375	0.069	0.624	0.826	0.587	0.641	0.642	中耐
ZX3087	1.129	-0.238	0.520	-0.307	0.677	0.441	0.627	0.530	0.640	中耐
ZX0566	1.614	-1.560	0.178	-0.207	0.727	0.103	0.532	0.559	0.640	中耐
ZX0580	1.143	0.595	-0.185	-0.805	0.679	0.653	0.430	0.382	0.636	中耐
ZX0311	0.911	0.819	-0.038	-0.385	0.655	0.710	0.471	0.507	0.635	中耐
ZX2015	1.379	0.472	-0.733	-0.973	0.703	0.622	0.277	0.333	0.635	中耐
ZX0608	1.570	-1.369	0.625	-1.107	0.722	0.152	0.656	0.293	0.633	中耐
ZX0749	0.464	-0.041	0.800	1.130	0.610	0.491	0.705	0.955	0.630	中耐
WX0052	0.910	0.176	-0.324	0.306	0.655	0.546	0.391	0.711	0.627	中耐
ZX0055	0.917	0.606	-0.327	-0.303	0.656	0.656	0.391	0.531	0.626	中耐
WX0344	0.687	0.922	-0.321	-0.269	0.632	0.737	0.392	0.541	0.617	中耐
ZX0432	1.602	-1.965	-0.077	-0.626	0.726	0.000	0.460	0.435	0.615	中耐
WX0078	0.787	0.272	-0.594	0.200	0.642	0.571	0.316	0.680	0.612	中耐
ZX0670	-0.231	0.819	1.855	0.361	0.539	0.710	1.000	0.727	0.605	中耐
ZX0408	0.686	1.059	-0.401	-0.993	0.632	0.772	0.370	0.327	0.603	中耐
ZX3096	0.591	0.112	-0.115	0.101	0.622	0.530	0.450	0.650	0.602	中耐
ZX0407	0.741	0.063	0.059	-0.964	0.638	0.517	0.498	0.335	0.594	中耐
ZX3082	0.636	-0.512	-0.151	-0.027	0.627	0.371	0.440	0.612	0.587	中耐
ZX0136	0.675	-0.196	-0.701	-0.007	0.631	0.451	0.286	0.618	0.585	中耐
ZX3057	0.156	0.438	-0.009	0.297	0.578	0.613	0.479	0.708	0.583	中耐
ZX1333	0.914	-1.074	-0.895	0.082	0.655	0.227	0.232	0.645	0.580	中耐
WX0268	0.287	0.040	0.077	-0.109	0.591	0.512	0.503	0.588	0.577	中耐
ZX3067	0.251	0.652	-0.549	-0.298	0.588	0.668	0.328	0.532	0.571	中耐
ZX3072	0.528	0.121	-0.413	-0.910	0.616	0.532	0.366	0.351	0.570	中耐
ZX0306	0.549	-0.917	-0.945	0.584	0.618	0.267	0.218	0.793	0.565	中耐
ZX3060	0.838	-0.330	-0.222	-2.097	0.648	0.417	0.420	0.000	0.562	中耐
ZX0214	0.229	-0.795	-0.656	1.087	0.586	0.299	0.299	0.942	0.560	中耐
ZX0337	-0.168	0.605	0.022	-0.249	0.545	0.656	0.488	0.547	0.551	中耐
ZX3085	0.209	-0.391	0.402	-1.137	0.584	0.402	0.594	0.284	0.546	中耐
WX0255	-0.271	0.826	-0.344	-0.170	0.535	0.712	0.386	0.570	0.542	中耐
ZX3086	0.138	-0.829	0.309	-0.569	0.576	0.290	0.568	0.452	0.540	中耐
ZX0198	0.318	-1.605	-0.161	-0.007	0.595	0.092	0.437	0.618	0.536	中耐
WX0209	-0.338	0.423	-0.409	0.187	0.528	0.609	0.368	0.676	0.533	中耐
ZX3069	-0.604	-0.995	0.931	1.283	0.501	0.248	0.742	1.000	0.530	中耐
ZX0406	-0.950	1.157	0.475	0.262	0.465	0.797	0.615	0.698	0.525	中耐
ZX3071	0.104	0.064	-0.984	-0.975	0.573	0.518	0.207	0.332	0.521	中耐
ZX3079	-0.010	-1.137	0.051	-0.703	0.561	0.211	0.496	0.412	0.512	中耐
ZX3074	-0.971	1.599	-0.879	0.351	0.463	0.909	0.236	0.724	0.506	中耐
WX0220	-0.690	0.376	-0.415	0.025	0.492	0.597	0.366	0.628	0.501	中耐
ZX0760	-0.741	-1.002	1.276	-0.371	0.487	0.246	0.838	0.511	0.493	中耐
ZX3076	-0.673	-0.598	-0.443	-0.244	0.494	0.349	0.358	0.548	0.473	敏感
WX0304	-1.476	1.079	0.082	0.011	0.412	0.777	0.505	0.624	0.469	敏感
ZX0564	-0.609	-0.962	-1.137	0.304	0.500	0.256	0.164	0.710	0.464	敏感
ZX0321	-1.193	-0.317	-0.472	0.598	0.441	0.421	0.350	0.797	0.456	敏感
ZX0695	-0.812	-0.461	-1.230	0.125	0.479	0.384	0.138	0.657	0.455	敏感
WX0343	-0.949	0.084	-0.536	-0.829	0.465	0.523	0.332	0.375	0.454	敏感

ZX3080	-1.001	-0.153	-0.109	-0.869	0.460	0.462	0.451	0.363	0.453	敏感
ZX0344	-0.760	-0.802	-0.055	-1.203	0.485	0.297	0.466	0.264	0.450	敏感
ZX1388	-1.830	0.144	1.317	0.075	0.376	0.538	0.850	0.643	0.448	敏感
ZX0138	-1.700	-0.829	1.707	-1.447	0.389	0.290	0.959	0.192	0.411	敏感
ZX3063	-2.313	0.608	0.415	0.268	0.326	0.657	0.598	0.700	0.406	敏感
ZX3078	-1.870	0.162	-0.173	-0.860	0.372	0.543	0.434	0.366	0.392	敏感
WX0207	-2.254	0.266	0.029	0.140	0.332	0.569	0.490	0.662	0.391	敏感
ZX0236	-2.139	-0.835	0.299	0.685	0.344	0.288	0.565	0.823	0.390	敏感
WX0332	-2.346	0.595	-0.021	0.091	0.323	0.653	0.476	0.647	0.389	敏感
ZX3066	-2.052	-0.092	-0.050	-0.322	0.353	0.478	0.468	0.525	0.386	敏感
ZX3068	-2.312	-1.197	1.212	0.510	0.326	0.196	0.820	0.771	0.384	敏感
ZX0339	-2.309	-0.142	-0.019	0.502	0.327	0.465	0.477	0.769	0.383	敏感
ZX0234	-2.475	-0.076	0.131	0.550	0.310	0.482	0.518	0.783	0.376	敏感
ZX0228	-2.033	-0.642	-0.455	-0.010	0.355	0.338	0.355	0.617	0.372	敏感
ZX0738	-2.336	-0.275	0.331	-0.184	0.324	0.431	0.574	0.566	0.371	敏感
ZX0184	-2.430	0.221	-1.559	0.182	0.314	0.558	0.046	0.674	0.341	高敏
ZX0662	-3.423	0.235	1.166	0.763	0.213	0.561	0.808	0.846	0.338	高敏
ZX0761	-2.319	-0.181	-1.623	-0.306	0.326	0.455	0.028	0.530	0.329	高敏
ZX0130	-2.660	0.174	-1.725	0.635	0.291	0.546	0.000	0.808	0.328	高敏
ZX3065	-3.152	-0.178	0.848	0.008	0.241	0.456	0.719	0.623	0.326	高敏
ZX0353	-2.808	-0.024	-0.915	0.452	0.276	0.495	0.226	0.754	0.326	高敏
WX0340	-3.338	0.382	-0.235	0.318	0.222	0.599	0.416	0.714	0.308	高敏
ZX0375	-3.298	-0.086	-0.074	0.274	0.226	0.479	0.461	0.701	0.302	高敏
ZX3062	-2.775	-0.109	-1.639	0.013	0.279	0.474	0.024	0.624	0.301	高敏
ZX3077	-3.628	-0.182	1.402	-0.826	0.192	0.455	0.873	0.376	0.285	高敏
ZX0348	-3.368	-0.196	-0.025	-0.276	0.219	0.451	0.475	0.539	0.284	高敏
ZX3073	-3.934	0.059	0.737	0.303	0.161	0.516	0.688	0.710	0.275	高敏
ZX3061	-4.136	-0.043	0.810	0.159	0.140	0.490	0.708	0.667	0.256	高敏
WX0342	-4.166	0.081	0.024	0.560	0.137	0.522	0.489	0.786	0.248	高敏
ZX0032	-4.191	0.036	0.071	-0.159	0.135	0.511	0.502	0.573	0.231	高敏
ZX0133	-5.034	0.473	1.058	0.544	0.049	0.622	0.777	0.781	0.213	高敏
WX0009	-4.952	0.234	-0.172	0.575	0.057	0.561	0.434	0.791	0.187	高敏
WX0100	-5.513	0.079	0.648	0.575	0.000	0.522	0.663	0.791	0.158	高敏

F1~F4 为苗期 4 个主成分得分,  $\mu(X1) \sim \mu(X4)$  为苗期 4 个主成分得分对应的隶属函数值

F1-F4 are the scores of the four principal components during the seedling stage, and  $\mu(X1)\sim\mu(X4)$  are the membership function values corresponding to the scores of these four principal components during the seedling stage

附表 4 112 份向日葵种质资源全生育期的综合耐盐性评价

Table S4 Comprehensive evaluation of 112 sunflower accessions throughout the entire growth periods

品种编号 Variety number	F1	F2	F3	F4	F5	$\mu$ (X1)	$\mu$ (X2)	$\mu$ (X3)	$\mu$ (X4)	$\mu$ (X5)	D 值 D value	综合评价 Comprehensive evaluation
ZX3092	0.545	2.958	-0.046	0.443	0.957	0.884	0.945	0.282	1.000	0.496	0.813	高耐
ZX2015	0.731	2.353	0.182	0.029	0.828	1.000	0.605	0.538	0.691	0.314	0.760	高耐
ZX0365	0.351	2.908	0.160	0.084	1.033	0.762	0.917	0.513	0.732	0.604	0.759	高耐
ZX0389	0.660	2.333	0.074	0.237	0.959	0.956	0.594	0.417	0.846	0.499	0.752	高耐
ZX3095	0.720	2.301	0.207	0.072	0.723	0.993	0.576	0.566	0.723	0.165	0.746	高耐
ZX0375	0.293	2.736	0.133	0.167	1.178	0.726	0.821	0.483	0.794	0.809	0.734	耐盐
ZX3090	0.432	2.503	0.176	0.165	0.964	0.813	0.690	0.531	0.793	0.506	0.723	耐盐
ZX3091	0.271	2.725	0.086	0.333	1.045	0.712	0.814	0.430	0.918	0.621	0.721	耐盐
WX0100	0.339	2.653	0.252	-0.388	1.248	0.755	0.774	0.617	0.380	0.908	0.714	耐盐
ZX3089	0.462	2.307	0.311	0.124	0.924	0.832	0.579	0.683	0.762	0.450	0.713	耐盐
ZX0367	0.470	2.457	-0.012	0.252	0.995	0.837	0.664	0.320	0.857	0.550	0.711	耐盐
ZX0344	0.654	2.326	0.099	-0.026	0.674	0.952	0.590	0.445	0.650	0.096	0.705	耐盐
ZX3097	0.483	2.243	0.374	0.102	0.795	0.845	0.543	0.754	0.746	0.267	0.704	耐盐
ZX3081	0.634	2.113	0.293	-0.021	0.764	0.939	0.470	0.663	0.654	0.223	0.703	耐盐
ZX3096	0.350	2.583	0.127	0.253	0.838	0.761	0.735	0.476	0.858	0.328	0.701	耐盐
WX0342	0.299	2.511	0.278	0.042	1.015	0.729	0.694	0.646	0.701	0.579	0.697	耐盐
ZX3094	0.723	2.045	0.275	-0.187	0.689	0.995	0.432	0.643	0.530	0.117	0.694	耐盐
ZX1953	0.374	2.348	0.257	0.227	0.903	0.776	0.602	0.622	0.839	0.420	0.694	耐盐
ZX0342	0.369	2.470	0.176	0.174	0.841	0.773	0.671	0.531	0.799	0.332	0.690	耐盐
WX0220	0.397	2.314	0.547	-0.109	0.665	0.791	0.583	0.948	0.588	0.083	0.686	耐盐
ZX0353	0.300	2.303	0.310	0.182	1.035	0.730	0.577	0.682	0.805	0.607	0.683	耐盐
WX0332	0.363	2.410	0.351	0.050	0.696	0.770	0.637	0.728	0.707	0.127	0.680	耐盐
ZX3098	0.332	2.196	0.493	0.164	0.821	0.750	0.517	0.888	0.792	0.304	0.679	耐盐
WX0343	0.475	2.135	0.296	-0.076	0.910	0.840	0.483	0.666	0.613	0.430	0.672	耐盐
ZX3082	0.679	1.997	0.210	-0.168	0.719	0.967	0.405	0.570	0.544	0.160	0.671	耐盐
ZX3079	0.667	1.906	0.274	-0.371	0.969	0.960	0.354	0.642	0.393	0.513	0.670	耐盐
ZX0003	-0.047	3.012	0.095	0.179	1.079	0.513	0.976	0.440	0.803	0.669	0.668	耐盐
ZX3060	0.538	1.969	0.385	0.080	0.686	0.879	0.389	0.766	0.729	0.113	0.668	耐盐
ZX1952	0.486	1.897	0.472	-0.110	0.973	0.847	0.349	0.864	0.587	0.519	0.667	耐盐
ZX0406	0.554	1.957	0.173	-0.019	1.035	0.889	0.382	0.528	0.655	0.607	0.667	耐盐
ZX3067	0.459	2.084	0.169	0.036	1.026	0.830	0.454	0.524	0.696	0.594	0.663	耐盐
ZX0432	0.392	2.082	0.282	0.030	1.054	0.788	0.453	0.651	0.692	0.634	0.662	耐盐
ZX1391	0.444	2.151	0.218	0.087	0.834	0.820	0.492	0.579	0.734	0.322	0.661	耐盐
ZX0749	-0.074	3.055	-0.079	0.209	1.221	0.496	1.000	0.245	0.825	0.870	0.659	耐盐
ZX3057	0.530	2.053	0.162	-0.038	0.897	0.874	0.436	0.516	0.641	0.412	0.659	耐盐
ZX1394	0.488	2.013	0.299	-0.149	0.873	0.848	0.414	0.670	0.558	0.378	0.649	耐盐
ZX1390	0.343	2.150	0.224	0.091	0.967	0.757	0.491	0.585	0.737	0.511	0.647	耐盐
ZX0608	0.580	1.924	0.063	-0.090	0.996	0.905	0.364	0.404	0.602	0.552	0.645	耐盐
ZX3093	0.259	2.145	0.324	0.010	1.100	0.704	0.488	0.698	0.677	0.699	0.643	耐盐
WX0304	0.338	2.126	0.340	-0.003	0.845	0.754	0.478	0.716	0.667	0.338	0.639	耐盐

WX0052	-0.037	2.756	0.217	-0.095	1.149	0.519	0.832	0.578	0.599	0.768	0.634	耐盐
ZX0408	0.340	2.037	0.275	-0.042	0.974	0.755	0.427	0.643	0.638	0.521	0.626	中耐
ZX0311	0.092	2.635	0.152	-0.107	0.982	0.600	0.764	0.504	0.590	0.532	0.626	中耐
WX0209	0.180	2.296	0.494	-0.439	1.006	0.655	0.573	0.889	0.342	0.566	0.623	中耐
WX0078	0.182	2.525	0.075	-0.422	1.227	0.656	0.702	0.418	0.354	0.878	0.622	中耐
ZX0424	0.566	1.864	0.082	-0.154	0.918	0.897	0.330	0.426	0.554	0.441	0.622	中耐
ZX1329	0.305	2.164	0.309	-0.035	0.720	0.733	0.499	0.681	0.643	0.161	0.617	中耐
ZX3076	0.432	1.902	0.095	-0.122	1.140	0.813	0.352	0.440	0.578	0.755	0.616	中耐
ZX3066	0.276	2.020	0.501	-0.330	0.942	0.715	0.418	0.897	0.423	0.475	0.611	中耐
WX0016	0.214	2.091	0.383	-0.058	0.944	0.676	0.458	0.764	0.626	0.478	0.610	中耐
WX0344	-0.027	2.419	0.311	0.134	1.042	0.525	0.642	0.683	0.769	0.617	0.608	中耐
ZX0564	0.372	1.903	0.326	-0.256	0.940	0.775	0.352	0.700	0.478	0.472	0.602	中耐
ZX1388	0.143	1.961	0.410	0.128	1.031	0.632	0.385	0.794	0.765	0.601	0.598	中耐
ZX0234	-0.209	2.698	0.377	0.225	0.847	0.411	0.799	0.757	0.837	0.341	0.597	中耐
WX0340	0.319	1.922	0.321	-0.203	0.922	0.742	0.363	0.694	0.518	0.447	0.592	中耐
ZX3075	0.292	1.883	0.366	-0.091	0.898	0.725	0.341	0.745	0.601	0.413	0.591	中耐
WX0009	0.348	1.738	0.378	-0.223	1.009	0.760	0.259	0.758	0.503	0.570	0.587	中耐
ZX3088	0.146	1.952	0.575	-0.126	0.891	0.634	0.380	0.980	0.575	0.403	0.587	中耐
ZX0374	0.264	2.045	0.227	-0.139	0.852	0.708	0.432	0.589	0.566	0.348	0.581	中耐
ZX0055	-0.243	2.603	0.229	0.334	1.028	0.390	0.746	0.591	0.919	0.597	0.579	中耐
ZX1328	0.192	2.100	0.295	-0.203	0.903	0.662	0.463	0.665	0.518	0.420	0.578	中耐
ZX0752	-0.077	2.387	0.284	-0.246	1.191	0.494	0.624	0.653	0.486	0.827	0.569	中耐
ZX0337	0.144	2.171	0.127	0.091	0.834	0.632	0.503	0.476	0.737	0.322	0.569	中耐
ZX0172	-0.171	2.610	0.001	0.129	1.181	0.435	0.750	0.335	0.766	0.813	0.567	中耐
ZX3070	0.466	1.543	0.459	-0.700	0.999	0.834	0.150	0.849	0.147	0.556	0.563	中耐
ZX3084	0.345	1.744	0.400	-0.346	0.778	0.758	0.263	0.783	0.411	0.243	0.558	中耐
ZX0198	-0.104	2.450	0.113	0.227	0.893	0.477	0.660	0.461	0.839	0.406	0.557	中耐
ZX0407	0.217	1.914	0.103	-0.009	1.014	0.678	0.358	0.449	0.663	0.577	0.557	中耐
ZX3064	0.417	1.817	0.310	-0.575	0.733	0.803	0.304	0.682	0.240	0.180	0.554	中耐
ZX0214	-0.107	2.341	0.227	0.128	0.961	0.475	0.598	0.589	0.765	0.502	0.554	中耐
ZX3078	0.372	1.926	0.210	-0.368	0.606	0.775	0.365	0.570	0.395	0.000	0.549	中耐
ZX0133	-0.369	2.539	0.406	0.300	0.950	0.311	0.710	0.790	0.893	0.487	0.549	中耐
ZX0339	0.192	1.739	0.546	-0.006	0.615	0.662	0.260	0.947	0.665	0.013	0.547	中耐
ZX3087	0.705	1.422	0.035	-0.563	0.811	0.984	0.082	0.373	0.249	0.290	0.545	中耐
WX0268	0.239	2.676	-0.246	-0.760	0.748	0.692	0.787	0.057	0.102	0.201	0.545	中耐
ZX0760	-0.155	2.715	-0.107	-0.354	1.280	0.445	0.809	0.213	0.405	0.953	0.543	中耐
ZX3069	0.340	1.571	0.382	-0.715	1.230	0.755	0.165	0.763	0.136	0.883	0.542	中耐
ZX3063	0.443	1.723	0.218	-0.581	0.785	0.820	0.251	0.579	0.236	0.253	0.539	中耐
ZX0580	0.499	1.502	0.226	-0.527	0.909	0.855	0.127	0.588	0.276	0.429	0.539	中耐
ZX0738	-0.310	2.680	-0.087	0.349	1.123	0.348	0.789	0.236	0.930	0.731	0.539	中耐
ZX0184	0.038	2.153	0.085	0.064	0.919	0.566	0.493	0.429	0.717	0.443	0.538	中耐
ZX0236	-0.282	2.395	0.120	0.348	1.156	0.366	0.629	0.469	0.929	0.778	0.535	中耐
ZX0725	-0.351	2.368	0.307	0.174	1.151	0.322	0.614	0.679	0.799	0.771	0.524	中耐
ZX3072	0.370	1.687	0.418	-0.897	0.793	0.774	0.231	0.803	0.000	0.264	0.517	中耐
ZX0764	-0.453	2.681	0.091	0.069	1.252	0.259	0.790	0.436	0.721	0.914	0.514	中耐



ZX0695	-0.225	2.390	0.131	-0.102	1.064	0.401	0.626	0.481	0.593	0.648	0.508	中耐
ZX0348	-0.396	2.321	0.409	0.150	0.982	0.294	0.587	0.793	0.781	0.532	0.500	中耐
ZX0761	-0.287	2.254	0.076	0.127	1.261	0.363	0.549	0.419	0.764	0.926	0.499	中耐
ZX3059	0.215	1.842	-0.297	0.221	0.870	0.677	0.318	0.000	0.834	0.373	0.495	中耐
ZX0130	-0.412	2.843	0.124	-0.735	1.226	0.284	0.881	0.473	0.121	0.877	0.488	中耐
ZX3058	0.474	1.721	-0.264	-0.558	0.692	0.839	0.250	0.037	0.253	0.122	0.475	敏感
ZX3086	-0.173	1.776	0.533	-0.103	0.955	0.434	0.281	0.933	0.593	0.494	0.475	敏感
ZX0168	-0.547	2.704	0.140	-0.359	1.313	0.200	0.803	0.491	0.401	1.000	0.470	敏感
ZX0007	-0.619	2.698	0.211	-0.110	1.100	0.155	0.799	0.571	0.587	0.699	0.459	敏感
ZX0321	-0.584	2.695	0.046	-0.084	1.203	0.177	0.798	0.385	0.607	0.844	0.457	敏感
ZX0138	-0.322	1.908	0.593	-0.183	0.921	0.341	0.355	1.000	0.533	0.446	0.452	敏感
ZX0660	-0.327	2.046	0.173	0.014	1.089	0.338	0.433	0.528	0.680	0.683	0.445	敏感
ZX1729	-0.641	2.424	0.204	0.127	1.264	0.141	0.645	0.563	0.764	0.931	0.445	敏感
ZX3074	-0.419	2.027	0.273	0.094	0.989	0.280	0.422	0.640	0.740	0.542	0.428	敏感
ZX0662	-0.496	2.014	0.162	0.147	1.244	0.232	0.415	0.516	0.779	0.902	0.418	敏感
ZX0630	-0.299	1.897	0.240	-0.326	1.068	0.355	0.349	0.603	0.426	0.653	0.411	敏感
ZX3077	-0.352	1.769	0.496	-0.246	0.975	0.322	0.277	0.891	0.486	0.522	0.410	敏感
ZX3062	-0.409	1.838	0.096	0.279	1.129	0.286	0.316	0.442	0.878	0.740	0.406	敏感
ZX3080	-0.600	2.113	0.225	0.080	1.217	0.167	0.470	0.587	0.729	0.864	0.405	敏感
ZX1333	-0.303	1.575	0.469	-0.180	0.946	0.353	0.168	0.861	0.535	0.481	0.393	敏感
ZX3083	-0.691	1.832	0.504	0.063	1.132	0.110	0.312	0.900	0.716	0.744	0.366	高敏
ZX3071	-0.587	1.837	0.154	0.105	1.111	0.175	0.315	0.507	0.748	0.714	0.349	高敏
ZX3065	-0.737	1.768	0.486	0.065	1.141	0.081	0.276	0.880	0.718	0.757	0.343	高敏
ZX0670	-0.389	1.457	0.005	-0.074	1.234	0.299	0.101	0.339	0.614	0.888	0.324	高敏
ZX0228	-0.866	1.899	0.524	-0.120	1.210	0.000	0.350	0.922	0.580	0.854	0.324	高敏
ZX3068	-0.371	1.277	0.150	0.051	1.136	0.310	0.000	0.502	0.707	0.750	0.323	高敏
ZX0032	-0.736	1.851	0.113	-0.608	1.172	0.081	0.323	0.461	0.216	0.801	0.254	高敏

注：少部分材料因出苗、病害或适应性等原因未达实验观测要求而剔除，全生育期最后实际调查分析了 112 份材料。F1-F5 为全生育期 5 个主成分得分， $\mu(X1) - \mu(X5)$  为全生育期 5 个主成分得分对应的隶属函数值

Note: A small number of materials were excluded due to the emergence of seedlings, diseases or adaptability that did not meet the requirements of experimental observation, and 112 materials were investigated and analyzed during the whole growth period..F1-F5 are the scores of the four principal components during the full growth stage, and  $\mu(X1) - \mu(X5)$  are the membership function values corresponding to the scores of these five principal components during the full growth stage