

油莎豆盐土栽培生理初探^①

王子臣^{1,3}, 张兵², 管永祥^{3*}, 吴田乡³, 盛婧¹, 张岳芳¹, 何任红⁴

(1 江苏省农业科学院循环农业研究中心/省部共建国家重点实验室培育基地——江苏省食品质量安全重点实验室, 南京 210014;

2 江苏省睢宁县沙集镇农业技术推广服务中心, 江苏睢宁 221232; 3 江苏省耕地质量与农业环境保护站, 南京 210036; 4 江苏农林职业技术学院, 江苏句容 212400)

摘要:为研究油莎豆在沿海滩涂开发中的种植与利用技术, 通过盆栽模拟试验, 探索了不同土壤和肥料对油莎豆生长及生理的影响。结果表明: ①沙性盐土与常规黏性土壤相比, 更适宜油莎豆种子的出苗, 单株结实个数及果实干重均高于常规黏性土壤处理; ②日最低气温低于 10.0 °C 不利于油莎豆种子的出苗; ③沙性盐土+抗盐立苗基质处理(SSM)能够促进油莎豆种子出苗及分株生长, 并提高经济产量, 播种后 85 d 油莎豆植株分蘖生长群体数量显著高于其他处理($P<0.05$)。根系干重、单株果实数量及果实干重较沙性盐土+化肥处理(SSF)、沙性盐土+有机肥处理(SSOF)均有所增加; ④抗盐立苗基质有助于油莎豆叶片钾的吸收。SSM 处理叶片钾含量高出 SSOF 处理 0.44%, 并显著高出 SSF 处理($P<0.05$), 平均高出 11.65%; ⑤与 SSF 比较, SSM 处理显著增加了叶片可溶性糖含量($P<0.05$), 增加值达 0.08 mmol/g FW, 同时显著降低了叶片相对电导率($P<0.05$), 降低幅度达 35.16%; 与 SSOF 比较, SSM 处理更有利于增加油莎豆叶片可溶性糖含量, 并降低叶片相对电导率和叶片脯氨酸含量。

关键词:油莎豆; 抗盐立苗基质; 可溶性糖; 脯氨酸; 相对电导率

中图分类号: S543 **文献标识码:** A

江苏滩涂总面积居全国首位, 约占全国滩涂总量的四分之一, 主要分布于沿海 3 市的 14 个县(市、区)内^[1-2], 以粉砂淤泥质为主, 现仍以 2 000 ~ 3 000 hm²/a 的速度淤涨。近年来, 江苏集中力量组织实施沿海大开发, 其中滩涂开发利用被列入“六大行动”指南, 摆在了突出位置。据统计^[3], 1980—2011 年的 31 年间, 江苏沿海共围垦 1 382.64 km², 海岸线平均向海推进 943.13 m, 年均向海推进 30.42 m。其中, 2007—2011 年, 江苏沿海围垦 398.19 km², 海岸线年均向海推进 67.90 m。滩涂开发与利用涉及江苏耕地占补平衡, 关系到长远发展。寻找抗盐立苗新途径、筛选适合江苏沿海滩涂种植的植物品种^[4-6]以及形成有针对性的栽培技术体系已成当务之急。

油莎豆(*Cyperus esculentus* L.)又名油莎草、油莎果, 属莎草科(Cyperaceae)莎草属(*Cyperus*)多年生草本植物, 经济生产作为一年生作物种植。原产亚热带的埃及和热带的东印度, 以块茎繁殖为主, 性喜温暖,

适应性强, 易栽培管理。我国先后于 1952 年^[7]和 1960 年^[8]分别从前苏联和保加利亚引进栽培, 现已分布 20 多个省、市、自治区种植。油莎豆含油率 20% ~ 32%, 淀粉 25% ~ 30%, 糖分 12% ~ 20%, 树脂 7%, 纤维素 2.5% ~ 3%, 因此又被称为“地下核桃”^[8]、“油料之王”^[9]。有研究表明油莎豆油脂品质优于菜籽油, 堪比橄榄油, 对心血管疾病、高血脂等疾病有一定的防治功效, 属新型保健油, 且富含植物甾醇, 是优质的非转基因食用油原料^[10-11]; 也有学者认为油脂中含亚油酸 38%、油酸 29%、棕榈油酸 23%、亚麻油酸 2%, 是重要的非粮生物柴油原料^[12-13]。其地上部茎叶可作动物饲料, 地下干果产量是花生 2 倍, 油菜的 3 ~ 4 倍, 将油莎豆在沿海滩涂上种植, 具有广阔的发展前景^[14]。围绕油莎豆耐盐性及提升其耐盐性的产品开发方面的研究报道较少, 杨鹭生等^[15]沙培试验表明在 100 mmol/L NaCl 胁迫下油莎豆的发芽率与对照并无差异, 当 NaCl 浓度高于 200 mmol/L 时表

①基金项目: 江苏省农业三新工程项目(SXGC[2015]291)、省部共建国家重点实验室培育基地项目(4911406)和江苏省“333 工程”项目(BRA2015450)资助。

* 通讯作者(gyx5598@126.com)

作者简介: 王子臣(1986—), 男, 安徽利辛人, 助理研究员, 主要从事农业生态与可持续发展研究。E-mail: 269715807@qq.com

现出显著抑制作用,该研究为油莎豆沿海滩涂种植提供了初步的理论参考。高永生等^[16]水培试验表明外源钼对油莎豆生理代谢具有调节功能,能够缓解 NaCl 胁迫对油莎豆幼苗的生理伤害。而有关油莎豆抗盐立苗方面的实地栽培技术研究尚未见报道。因此,进一步了解油莎豆的耐盐性,寻找耐盐新途径,并形成有针对性的耐盐栽培技术很有必要。本研究基于盆栽模拟试验,探索油莎豆适宜生长土壤、温度条件以及不同肥料对油莎豆生长及生理的影响,以期为油莎豆沿海滩涂种植并形成栽培技术提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试土壤为常规黏性土壤(有机质 17.70 g/kg,全氮 1.08 g/kg,有效磷 214 mg/kg,速效钾 163 mg/kg,含盐量 0.43 g/kg, pH 6.69)和沙性盐土(有机质 6.54 g/kg,全氮 0.18 g/kg,有效磷 6 mg/kg,速效钾

350mg/kg,含盐量 2.98 g/kg, pH 7.35),其中常规黏性土壤取自江苏省农业科学院良种繁育大田,沙性盐土取自东台市弶港镇弶港农场。供试肥料为尿素(N 46%)、复合肥(N-P₂O₅-K₂O:15-15-15)、商品有机肥(总养分≥5%,有机质≥45%)、抗盐立苗基质(体积质量 0.36 g/cm³,总孔隙度 63.2%,有机质 185 g/kg,全氮 1.15 g/kg,有效磷 7.10 mg/kg,速效钾 559 mg/kg,缓效钾 1 660 mg/kg),其中抗盐立苗基质取自江苏省农业废弃物资源化高效利用创新团队生产基地,供试油莎豆品种为河南圆粒。

1.2 试验设计

采用盆栽模拟试验,设置 4 个处理,试验设计详见表 1。盆钵长、宽、高分别为 25、18、6.5 cm,装相应的风干土 2 kg,播种前对油莎豆种子浸种 1.5 d,遮光催芽 1.5 d,挑选大小均匀的种子每盆播 10 粒。每个处理重复 3 次,共计 12 盆。试验时间为 2015 年 3—7 月,试验地点为江苏省农业科学院温室大棚。

表 1 试验处理、肥料施用方式及施用量
Table 1 Methods and amounts of fertilization under different treatments

代号	处理	施用方式	肥料施用量
CSF	常规黏性土壤+化肥	基施	尿素 195 kg/hm ² , 复合肥 600 kg/hm ²
SSF	沙性盐土+化肥	基施	尿素 195 kg/hm ² , 复合肥 600 kg/hm ²
SSOF	沙性盐土+有机肥	基施	商品有机肥 15 t/hm ²
SSM	沙性盐土+抗盐立苗基质	基施	抗盐立苗基质 15 t/hm ²

1.3 测定指标及方法

定期观察并记录种子出苗、分株群体生长情况,采用全自动流动分析仪(SKALAR San++)测定叶片总氮、总磷含量,火焰光度计 FP6410 测定总钾含量。采用硫代巴比妥酸法^[17]测定可溶性糖和丙二醛含量;基于磺基水杨酸提取游离脯氨酸的酸性茚三酮显色法^[18]测定脯氨酸含量;电导率仪 DDS-307A 测定叶片相对电导率^[19]。试验结束时用清水冲洗各处理,选取有代表性的植株拍照对比根系发育情况,并统计结实个数。试验期间用温湿度记录仪 DT-TH23 全程记录温室大棚内温湿度变化,记录时间设置间隔 1 h。

1.4 数据处理

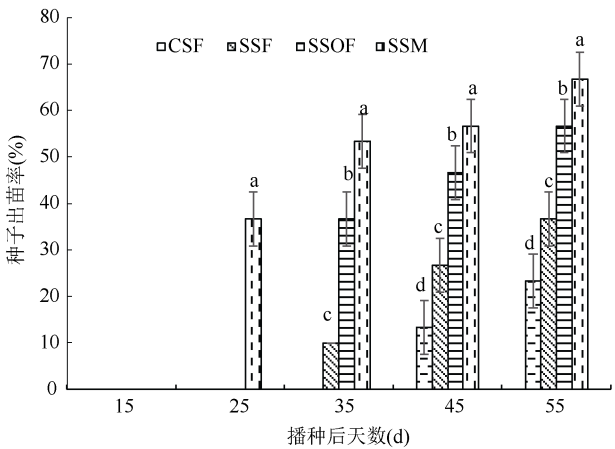
采用 Microsoft Office Excel 2010 软件进行试验数据汇总、作图,采用 IBM Statistics SPSS for windows 13.0 软件进行方差分析。

2 结果与讨论

2.1 盐土栽培对油莎豆种子出苗及分蘖生长的影响

不同土壤和肥料对土壤温度和水分有显著影响,

而种子的萌发出苗与土壤温度、含水量、氧气含量及盐分均密切相关。本研究显示(图 1),在温度和水分保持一致的前提下,播种后 35 d,沙性盐土各处理 10.0% 的种子均已出苗,而常规黏性土壤处理种子



(图中小写字母不同表示同一日期不同处理间差异达
 $P<0.05$ 显著水平)

图 1 盐土栽培油莎豆种子出苗率

Fig. 1 Emergence rate of chufa tubers under different treatments

尚未出苗；播种后 45 d，沙性盐土种子出苗率达 26.7%~56.7%，常规黏性土壤种子出苗率仅 13.3%。说明沙性盐土与常规黏性土壤相比，更适宜油莎豆种子萌发，这与沙性土壤的通透性比黏性土壤大有关，也与有机肥和基质的施用有关。

种子萌发出苗对日最低气温有一定要求，试验于 3 月 3 日播种，至 3 月 15 日，日最低气温低于 10.0 °C，

此间所有处理均未有种子出苗。3 月 16—20 日，连续 5 d 日最低气温高于 10.0 °C，3 月 23 日(播种后 20 d)之后抗盐立苗基质处理开始陆续有种子出苗(图 1、图 2)。说明气温对油莎豆种子出苗产生了影响，日最低气温低于 10.0 °C 不利于油莎豆种子的出苗，油莎豆春季播种日期应该控制在日最低气温稳定 10.0 °C 以上的四月中下旬以后。

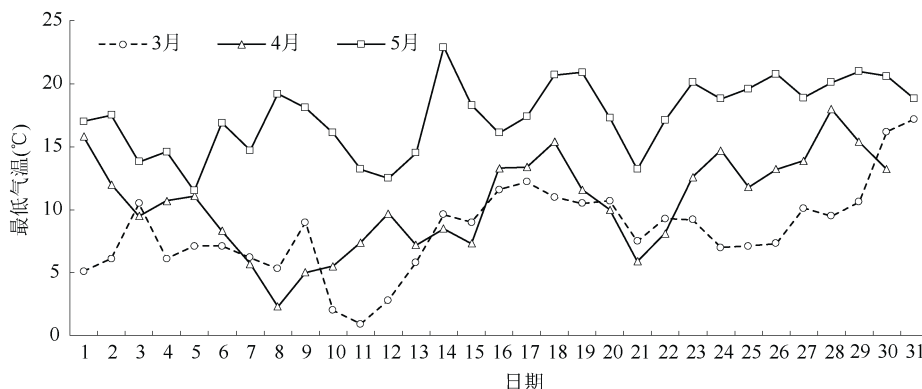


图 2 播种期间日最低气温

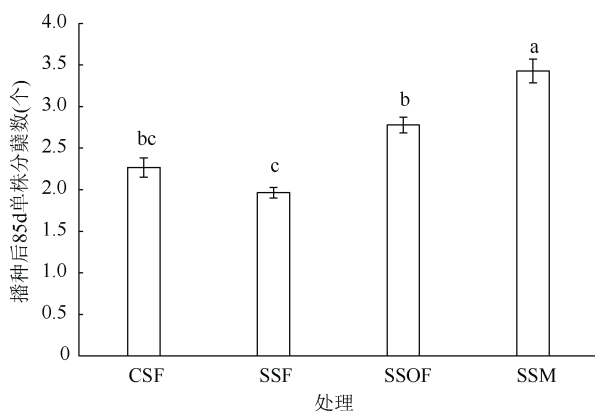
Fig. 2 Lowest temperatures during seeding period

已有研究表明抗盐立苗基质具有增加土壤通透性、保水、保肥等效果^[20-21]，能够促进种子在盐土中的萌发，并增加分株生长速度。播种后 20 d，抗盐立苗基质处理种子率先出苗；播种后 25 d，出苗率达 36.7%；播种后 35 d，沙性盐土+抗盐立苗基质(SSM)、沙性盐土+商品有机肥(SSOF)、沙性盐土+化肥(SSF)出苗率分别达 36.7%、26.7%、10.0%，SSM 处理高出 SSOF 处理 37.45%，高出 SSF 处理 267%，方差分析表明， $P<0.05$ 水平下差异达显著水平(图 1)。说明抗盐立苗基质有利于油莎豆种子在沙性盐土中的萌发。图 3 是播种后 85 d 对各处理单株分蘖情况的统计结果，在沙性盐土中，施用抗盐立苗基质有利于油

莎豆植株分蘖生长，群体数量显著高于其他处理($P<0.05$)。

2.2 盐土栽培对油莎豆叶片养分含量的影响

有研究表明植物叶片中总氮、总磷含量与施肥量之间存在一定的相关关系，在一定的施肥水平范围内随化学肥料投入量的增加，植株体内氮、磷吸收累积量增加^[22]。表 2 是试验进行至 85 d 后叶片总氮、总磷及总钾含量情况。可见，SSF 处理叶片总氮、总磷含量显著高于 SSOF 和 SSM 处理($P<0.05$)，其中，总氮含量平均高出 33.43% 和 24.45%，总磷含量平均高出 6.72% 和 27.64%；而 SSM 和 SSOF 处理叶片总钾含量显著高于 SSF 处理($P<0.05$)，平均高出 11.65% 和 11.16%。与 SSOF 处理相比，SSM 处理增加了叶片总氮、总钾含量，分别高出 7.22% 和 0.44%。说明化学肥料的投入有助于油莎豆植株叶片氮、磷吸收，抗盐立苗基质和商品有机肥的投入有助于植株叶片钾的吸收。这可能与有机肥和抗盐立苗基质处理以基质营养及矿物质原料为主，氮、磷投入量低于常规化肥处理有关。而盐土中施用抗盐立苗基质处理的油莎豆叶片钾含量高于施用有机肥和常规化肥处理，可能是抗盐立苗基质的施用促进了油莎豆植株细胞中 $OsAKT_1$ ^[23-24] 的表达，降低了对 NH_4^+ 的选择性吸收，同时增强了对 K^+ 的选择性吸收，提升了 K^+/Na^+ 比，进而增强了油莎豆的耐盐性，但具体作用机理尚不明确，需作进一步的研究。



(图中小写字母不同表示处理间差异达到 $P<0.05$ 显著水平)

图 3 盐土栽培油莎豆分蘖生长情况

Fig. 3 Tillering of chufa under different treatments

表 2 油莎豆叶片总氮、总磷及总钾含量(g/kg)
Table 2 Contents of total nitrogen, phosphorus and potassium in chufa leaves under different treatments

处理	总氮	总磷	总钾
CSF	8.08 ± 0.31 ab	3.82 ± 0.07 a	69.53 ± 1.67 a
SSF	9.06 ± 0.48 a	2.54 ± 0.02 b	46.95 ± 0.31 c
SSOF	6.79 ± 0.45 b	2.38 ± 0.03 c	52.19 ± 0.61 b
SSM	7.28 ± 1.13 b	1.99 ± 0.02 d	52.42 ± 0.28 b

注：表中同列数据小写字母不同表示处理间差异达到 $P<0.05$ 显著水平，下表同。

2.3 盐土栽培对油莎豆叶片生理指标的影响

叶片可溶性糖含量及相对电导率是衡量植物抗盐胁迫的重要指标^[25-26]，可溶性糖、脯氨酸作为渗透调节物质使得细胞自身水势降低，避免细胞脱水的同时有利于从外界环境中吸收水分，且对其他酶类合成代谢也具有保护和促进作用^[16]，相对电导率可体现叶片中盐分高低，丙二醛是膜质过氧化的产物，能够反映叶片细胞受胁迫的程度。表 3 中，SSF 与 CSF

处理比较可发现，土壤盐分胁迫使得油莎豆叶片可溶性糖含量降低了 0.07 mmol/g FW，脯氨酸含量升高了 0.63 $\mu\text{g/g}$ FW，丙二醛含量增加了 1.09 nmol/g FW，相对电导率增加了 8.43%，可溶性糖、脯氨酸及相对电导率变化差异显著($P<0.05$)。比较 SSF 与 SSM 处理可发现，抗盐立苗基质处理显著增加了叶片可溶性糖含量($P<0.05$)，增加值达 0.08 mmol/g FW；同时降低了叶片相对电导率，降低幅度 35.16%，达显著水平($P<0.05$)；两者叶片中脯氨酸及丙二醛含量均有所增加，但差异不显著($P>0.05$)。比较 SSOF 与 SSM 处理可发现，施用抗盐立苗基质比施用商品有机肥更有利于增加油莎豆叶片可溶性糖含量，并降低叶片相对电导率和叶片脯氨酸含量。可见，抗盐立苗基质的施用，增加了叶片中可溶性糖、脯氨酸等的累积量，进而增强了渗透调节功能，减轻了叶片膜质的过氧化水平，缓解了盐分造成的生理伤害，提升了油莎豆抗盐能力，表现为叶片相对电导率降低，植株群体构建趋于常规黏性土壤处理水平。

表 3 油莎豆叶片可溶性糖、脯氨酸、丙二醛含量及相对电导率
Table 3 Contents of soluble sugar, proline and malondialdehyde and relative conductivity of chufa leaves under different treatments

处理	可溶性糖(mmol/g FW)	脯氨酸($\mu\text{g/g}$ FW)	丙二醛(nmol/g FW)	相对电导率(%)
CSF	0.30 ± 0.00 a	4.83 ± 0.13 c	39.98 ± 0.91 a	8.92 ± 1.15 c
SSF	0.23 ± 0.00 b	5.46 ± 0.12 b	41.07 ± 1.18 a	17.35 ± 1.43 b
SSOF	0.29 ± 0.00 a	6.19 ± 0.10 a	40.35 ± 2.68 a	31.59 ± 0.71 a
SSM	0.31 ± 0.01 a	5.73 ± 0.42 b	41.35 ± 1.44 a	11.25 ± 2.44 c

2.4 盐土栽培对油莎豆根系及结实情况的影响

表 4 是试验进行 85 d 后单株根系及结实情况。常规黏性土壤油莎豆根系生长旺盛，结实数量少，根果比较高，对以经济产量为目的的生产不利。沙性盐土抑制了油莎豆根系的生长，但促进了果实的生长，降低了根果比。与 CSF 处理相比，SSF、SSOF、SSM 处理油莎豆根系干重和根果比均显著降低($P<0.05$)，单株果实数量及果实干重均有所增加。比较 SSF、SSOF、SSM 处理可见，抗盐立苗基质促进了油莎豆

在沙性盐土中根系的生长，提高了结实数量和果实干重。低根果比、高结实量可能与油莎豆出苗后在抗盐立苗基质的作用下降低了根系总的吸收面积，活跃吸收面积相应增加，根系活动得到增强，进而提高了对 K^+ 的吸收能力，维系叶片高的 K^+/Na^+ 比，缓解了由土壤盐分形成的环境压力有关^[27]。受盆钵土壤质量限制，本试验从播种到试验结束仅进行了 85 d，常规土壤常规施肥处理产量显著降低也可能与出苗迟、生长周期不足有关，有待后续进一步研究。

表 4 油莎豆单株根系及结实情况
Table 4 Dry weights of roots, numbers and dry weights of tubers, root/tube ratios of chufa under different treatments

处理	根系干重(g)	果实数(个)	果实干重(g)	根果比(%)
CSF	5.11 ± 0.64 a	5.67 ± 1.53 a	1.12 ± 0.10 c	461.19 ± 81.87 a
SSF	1.44 ± 0.12 b	6.33 ± 1.53 a	2.21 ± 0.10 b	65.36 ± 7.73 b
SSOF	1.54 ± 0.35 b	7.67 ± 1.15 a	2.38 ± 0.05 b	65.07 ± 15.82 b
SSM	1.78 ± 0.13 b	8.33 ± 2.08 a	2.81 ± 0.12 a	63.30 ± 3.57 b

3 结论

综上,沙性盐土较常规黏性土壤更适宜油莎豆种子的出苗,根果比显著低于常规黏性土壤处理($P<0.05$),单株结实个数及果实干重均高于常规黏性土壤处理。日最低气温低于 $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 不利于油莎豆种子的出苗,适宜播期应控制在日最低气温稳定达 $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的四月中下旬以后。沙性盐土与常规黏性土壤相比,影响了油莎豆后续根系生长及分株群体构建,而沙性盐土+抗盐立苗基质处理(SSM)能够促进油莎豆种子出苗及分株生长,并提高经济产量。与沙性盐土+化肥处理(SSF)比较,SSM 处理显著增加了叶片可溶性糖含量($P<0.05$),增加值达 0.08 mmol/g FW ,同时显著降低了叶片相对电导率($P<0.05$),降低幅度达 35.16% ;与沙性盐土+有机肥(SSOF)比较,SSM 处理更有利于增加油莎豆叶片可溶性糖含量,并降低叶片相对电导率和叶片脯氨酸含量。

参考文献:

- [1] 张长宽. 江苏省近海海洋环境资源基本现状[M]. 北京: 海洋出版社, 2012: 1-2
- [2] 孙志国, 刘冉, 吴昊, 等. 保水缓释肥对盐胁迫下水稻生长和光合特性的调控[J]. 土壤学报, 2016, 53(3): 757-767
- [3] 孙伟红. 江苏海岸滩涂资源分布与动态演变[D]. 南京: 南京师范大学, 2012: 61-62
- [4] 姚荣江, 杨劲松, 刘广明. 东北地区盐碱土特征及其农业生物治理[J]. 土壤, 2006, 38(3): 256-262
- [5] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 837-845
- [6] 孔涛, 张德胜, 徐慧, 等. 盐碱地及其改良过程中土壤微生物生态特征研究进展[J]. 土壤, 2014, 46(4): 581-588
- [7] 沈庆雷. 油莎豆高产优质栽培初步研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2010: 10-11
- [8] 周多俊, 廖馥荪. 油莎草的引种栽培及其在园林绿化中的应用[J]. 园艺学报, 1964, 8(1): 83-94
- [9] Umerle S C, Okafor E O, Uka A S. Evaluation of the tubers and oil of *Cyperus esculentus*[J]. Bioresource Technology, 1997, 61(2): 171-173
- [10] 黄明华, 王学华, 庞震宇. 油莎豆的研究现状及展望[J]. 作物研究, 2013, 27(3): 293-295
- [11] Shaker M A, Ahmed M G, Amany M B, et al. Chufa tubers (*Cyperus esculentus* L.): As a new source of food[J]. World Applied Sciences Journal, 2009, 7(2): 151-156
- [12] 黄春荣, 梁文章, 孙祖东. 油莎豆的引种及生产发展策略[J]. 大众科技, 2012, 14(6): 178-181
- [13] Violeta M, Milda G, Anatolii Y, et al. Opportunities for the use of chufa sedge in biodiesel production[J]. Industrial Crops and Products, 2013, 50: 633-637
- [14] 张明, 吴承东, 耿安红, 等. 盐城市盐碱地发展油莎豆产业的可行性分析[J]. 现代农业科技, 2015(11): 333-337
- [15] 杨鹭生, 李国平. NaCl 胁迫对油莎豆块茎萌发与幼苗生长的影响[J]. 资源开发与市场, 2014, 30(7): 771-774
- [16] 高永生, 徐晓丽, 吴俊清, 等. 外源钾对油莎豆幼苗耐盐性的生理调控作用[J]. 中国稀土学报, 2012, 30(5): 605-610
- [17] 赵世杰, 许长成, 邹琦, 等. 植物组织中丙二醛测定方法的改进[J]. 植物生理学通讯, 1991, 30(3): 207-210
- [18] 张殿忠, 汪沛洪, 赵会贤. 测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法[J]. 植物生理学通讯, 1990(4): 62-65
- [19] 陈爱葵, 韩瑞宏, 李东洋, 等. 植物叶片相对电导率测定方法比较研究[J]. 广东教育学院学报, 2010, 30(5): 88-91
- [20] 管永祥, 梁永红, 吴昊, 等. 生态环保营养土生产技术和应用[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(8): 339-340
- [21] 赵怡红, 金白云, 管永祥, 等. 粉状盐碱地保水缓释肥: 中国, ZL201210400569.8[P]. 2014-02-26
- [22] 王伟妮, 鲁剑巍, 何予卿, 等. 氮、磷、钾肥对水稻产量、品质及养分吸收利用的影响[J]. 中国水稻科学, 2011, 25(6): 645-653
- [23] Fuchs I, Stölzle S, Ivashikina N, et al. Rice K^{+} uptake channel OsAKT1 is sensitive to salt stress[J]. Planta, 2005, 221(2): 212-221
- [24] Golldack D, Quigley F, Michalowski C B, et al. Salinity stress-tolerant and -sensitive rice (*Oryza sativa* L.) regulate AKT1-type potassium channel transcripts differently[J]. Plant Molecular Biology, 2003, 51(1): 71-81
- [25] 姚彩艳, 汪晓丽, 盛海君, 等. 等渗 NaCl 和 PEG 胁迫对玉米叶片游离脯氨酸和可溶性糖含量的影响[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2009, 30(1): 90-94
- [26] 张景云, 白雅梅, 缪南生, 等. 盐胁迫对不同耐盐性二倍体马铃薯叶片质膜透性、丙二醛和脯氨酸含量的影响[J]. 作物杂志, 2013(4): 75-79
- [27] 郭伟. 盐碱胁迫对小麦生长的影响及腐植酸调控效应[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2011: 99-101

Study on Physiology of Chufa Cultivation in Solonchak

WANG Zichen^{1,3}, ZHANG Bing², GUAN Yongxiang^{3*}, WU Tianxiang³, SHENG Jing¹,
ZHANG Yuefang¹, HE Renhong⁴

(1 Circular Agriculture Research Center, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences/Key Lab of Food Quality and Safety of Jiangsu Province-State Key Laboratory Breeding Base, Nanjing 210014, China; 2 Shaji Town Agricultural Technology Extension Service Center of Suining County, Suining, Jiangsu 221232, China; 3 Jiangsu Province Station of Farmland Quality and Agricultural Environment Protection, Nanjing 210036, China; 4 Jiangsu Polytechnic College of Agriculture and Forestry, Jurong, Jiangsu 212400, China)

Abstract: The physiology chufa cultivation in solonchak was explored through pot simulation test under soils with different textures and under different fertilizers in order to determine the suitable planting way of chufa in the exploitation of the coastal mud flat. The results showed that solonchak with salt content of 2.98 g/kg was more suitable for the germination of chufa tubers than conventional clayey soil which salt content of 0.43 g/kg, and the number and dry weight of tubers under the treatments of solonchak were also higher than those under the treatments of conventional clayey soil. The daily lowest temperature for the normal germination of chufa tubers should be higher than 10.0 °C. Solonchak under salt-resistant and seeding-grow matrixes treatment (SSM) promoted the germination and tillering of chufa tubers, and increased the economic output of chufa. In sown 85 days, the tillers number under SSM treatment was significantly higher than those of other treatments ($P<0.05$). The root dry weight, number and dry weight of tubers under SSM treatment were higher than solonchak under chemical fertilizer treatment (SSF) and solonchak under commodity organic fertilizer treatment (SSOF). Salt-resistant and seeding-grow matrixes was helpful for the potassium uptake of chufa leaves. Total potassium content in chufa leaves under SSM treatment was 0.44% higher than that under SSOF treatment, and was 11.65% significantly higher than that under SSF treatment ($P<0.05$). Soluble sugar content in chufa leaves under SSM treatment was significantly increased by 0.08 mmol/g FW than SSF treatment, while the relative conductivity of chufa leaves was significantly decreased by 35.16% ($P<0.05$). Compared with SSOF treatment, SSM treatment is more helpful for chufa leaves to accumulate soluble sugar and to decrease relative conductivity and proline content.

Key words: Chufa; Salt-resistant and seeding-grow matrixes; Soluble sugar; Proline; Relative conductivity