

不同油莎豆品种在南疆的适应性

杜艺^{1,2,3,4}, 张玉林^{1,2,3,5}, 张晴晴^{1,2,3,4}, 鲁艳^{1,2,3}, 曾凡江^{1,2,3,4,5*}

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆荒漠植物根系生态与植被修复重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 荒漠与绿洲生态国家重点实验室, 干旱区生态安全与可持续发展重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830011; 3. 新疆策勒荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 新疆 策勒 848300; 4. 中国科学院大学, 北京 100049; 5. 新疆大学生态与环境学院, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要:【目的】对18个油莎豆(*Cyperus esculentus*)引进品种与南疆本地品种的农艺性状和产量进行对比研究。【方法】通过种植19个油莎豆品种[吉油豆(JYD)(8、9、12、13、14、15、18、21、23、24、25、26、38); 吉莎(JS)(12、14); 策勒(CL)(1、2、3); 南疆54团本土品种“丰产2号(FC-2)”], 对农艺性状(株高、分蘖数、叶面积和千粒重等)和产量(地上和地下生物量、根生物量)进行研究。【结果】JYD-23的出苗率显著高于JYD-12、JYD-25、CL-1、CL-2和FC-2。JS-12的千粒重、叶面积和比叶面积显著高于JYD-21、JYD-12和JYD-14。JYD-13的饲草鲜重和干重显著高于FC-2。CL-3的根的鲜重和干重显著高于JYD-23和FC-2。JYD-21的分蘖数显著高于JYD-9、JYD-18、JYD-26、JYD-21、JYD-15、JS-14、JYD-8、JS-12、JYD-25、JYD-24、JYD-12、JYD-14、CL-1、CL-2、JYD-13和FC-2。JYD-9的块茎鲜重和块茎干重均显著高于JYD-18、JYD-21、JYD-15、JYD-8、JYD-25、JYD-24、JYD-12、JYD-14、CL-3、JYD-13和FC-2。采用隶属函数值法对19个油莎豆品种进行综合效应评价发现, 农艺性状表现较好的品种为CL-1、CL-3和JYD-38, 产量表现较好的品种为JS-14、JYD-14和JYD-9, 农艺性状和产量综合评价表现较好的品种为JS-14、JYD-14和JYD-9。【结论】综合考虑, 19个油莎豆品种中CL-1、CL-3、JYD-38、JS-14、JYD-14和JYD-9表现较好, 可在南疆区域示范推广, 但考虑到种植时间较短(仅一年), 仍需继续进行观察。

关键词:油莎豆品种; 农艺性状; 地上和地下生物量; 隶属函数值

中图分类号:S565.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-5500(2024)05-0132-09

DOI:10.13817/j.cnki.cyycp.2024.05.015



油莎豆(*Cyperus esculentus*)是莎草科(Cyperaceae)莎草属(*Cyperus*)一年生草本植物, 是一种综合利用前景广阔的集粮经饲于一体的经济作物^[1]。它不仅出油率高, 单位面积产油量是大豆(*Glycine max*)的

3~4倍, 而且是一种很好的战略性替代油料作物, 已经被列入我国的十四五特色油料作物种植规划^[2-3]。鉴于油莎豆是一种外来物种, 在我国的种植历史较短, 种植规模相对较小, 尚未完全形成健全、规范的育种、种植和生产加工体系。尽管越来越多的省份(如: 黑龙江、辽宁、吉林、内蒙古、河南和湖北等)开始重视油莎豆并进行大面积种植^[4], 并制定相应政策支持, 但仍存在许多因素限制油莎豆产业的发展。

自2018年以来, 新疆图木舒克市第三师五十四团通过种植不同作物(如: 玉米(*Zea mays*)、小麦(*Triti-*

收稿日期:2023-12-03; **修回日期:**2024-01-09

基金资助:新疆维吾尔自治区重点研发计划(2022B02040-1)

作者简介:杜艺(1995-), 女, 山西夏县人, 博士研究生。

E-mail:duyi1996002001@163.com

*通信作者。E-mail:zengfj@ms.xjb.ac.cn

cum aestivum)等),发现油莎豆最适合种植,并正式将油莎豆确定为优势产业,不断扩大种植规模。到目前为止,五十四团油莎豆种植面积近2万亩,是全国单体面积最大的油莎豆示范基地。国内学者侧重对油莎豆的采收时间^[2]、种植模式^[5]、块茎营养品质^[6]和生态效应^[7]等进行研究,对油莎豆的引种却鲜有报道。江苏泰州^[8]、黑龙江哈尔滨^[9]和新疆石河子^[10]陆续开展了一系列油莎豆引种试验,但在新疆南疆区域相关研究还很缺乏。由于五十四团种植的油莎豆品种出现退化现象,没有实现预期目标,故需要研究其适应性,遴选适宜品种。本研究依托五十四团油莎豆示范基地,通过对引进的18个优质油莎豆品种试种,来分析引进品种在农艺性状、产量等方面与本地油莎豆品种的差异;采用隶属函数法对农艺性状及产量等指标进行综合评价,旨在筛选出适宜五十四团干旱风蚀沙化区域的产量高、抗性强的油莎豆品种,也为新疆油莎豆优质品种选育、规模化种植、资源化利用和产业化发展提供科技支撑和模式示范。

1 材料和方法

1.1 研究区概况

研究地区位于新疆建设兵团第三师54团莎车农场(38°38' N, 77° 6' E)。本地区属温带大陆性气候,日照时间长,昼夜温差大,年平均气温11.6℃,年平均降雨量53.3 mm,年平均蒸发量2 246 mm,无霜期225 d^[11]。试验区域土壤基本理化性质的本底值为:土壤pH值为8.87,土壤有机质含量为2.53 g/kg,全氮含量为0.09 g/kg,全磷含量为0.33 g/kg,全钾含量为16.13 g/kg,速效氮含量为18.68 mg/kg,速效磷含量为4.26 mg/kg,速效钾含量为50.87 mg/kg。

1.2 试验设计

本试验于2023年5—9月进行,共引进18个表现优良的油莎豆品种[吉油豆(JYD)(8、9、12、13、14、15、18、21、23、24、25、26、38)、吉莎(JS)(12、14)和策勒(CL)(1、2、3)],以及南疆54团本土品种丰产2号(FC-2),采用随机区组设计,每个品种设3个重复,共57个试验小区,小区面积3 m×5 m,间隔1 m,行株距为45 cm×27 cm。于5月1日进行播种(穴播),每穴2粒,在油莎豆整个生育期共滴水13次,总灌溉量为5 250 m³/hm²,出苗后期追肥,施肥方式为水肥一体

化,每次灌水时将所需肥量准确称量后,溶于水中,通过滴灌管路直接送达油莎豆根系附近,其中尿素111.14 kg/hm²、磷肥57.29 kg/hm²、钾肥89.72 kg/hm²,以保证其正常生长。

1.3 测定指标与方法

在种植后的30天(6月1日)调查油莎豆的出苗率。于9月15日(生物量最大)调查不同油莎豆品种的生长状况,调查不同品种的株高(株高的测量是以地面为准,把叶片全部用手捋起到最高点所达到的高度),并在每个小区(3 m×5 m)收集10个叶片进行叶面积(S)的测定^[12],选取12株进行株高测定。最后,每个小区选取1 m×1 m样方,调查分蘖数和结豆数,并收集样方内所有地上饲草和地下块茎及根系样品,带回实验室,冲洗干净后,采用称重法得到各部分鲜重,并置于65℃烘箱内烘干至恒质量,称量得到地上饲草和地下块茎及根系样品各部分干重。

将收集的10个叶片测定完叶宽和叶长之后,将样品移至温度为65℃的烘箱中放置24 h,以测定其叶片干重。比叶面积由叶面积除以叶片干重,比叶重由叶片干重除以叶面积。

1.4 数据处理

统计分析利用R 4.12完成。采用单因素方差(One-way ANOVA)分析不同品种间油莎豆农艺性状及产量的差异,用Duncan法进行多重比较($\alpha=0.05$)。综合效应评价应用模糊数学中的隶属函数法^[13-14],将19个油莎豆品种的农艺性状及产量进行综合评价。隶属函数值计算公式如下:

$$R(X_{ij}) = (X_{ij} - X_{jmin})(X_{jmax} - X_{jmin})$$

式中: $R(X_{ij})$ 表示第*i*个油莎豆品种的第*j*个指标的农艺性状、地上和地下生物量以及农艺性状和产量隶属值; X_{ij} 表示*i*个油莎豆品种的第*j*个指标的测定值; X_{jmax} 和 X_{jmin} 分别表示所有油莎豆品种中第*j*个指标的最大和最小测定值。如果为负相关,则用反隶属函数进行转换,计算公式为: $R(X_{ij}) = 1 - (X_{ij} - X_{jmin})(X_{jmax} - X_{jmin})$ 。

2 结果与分析

2.1 不同油莎豆品种出苗率的对比研究

JYD-23的出苗率显著高于JYD-12、JYD-25、CL-1、CL-2和FC-2。然而,JYD-8、JYD-9、

JYD-14、JYD-15、JYD-18、JYD-21、JYD-24、JYD-26、JYD-38、JS-12、JYD-13、JS-14 和 CL-3 的出苗率差异不显著(图1)。

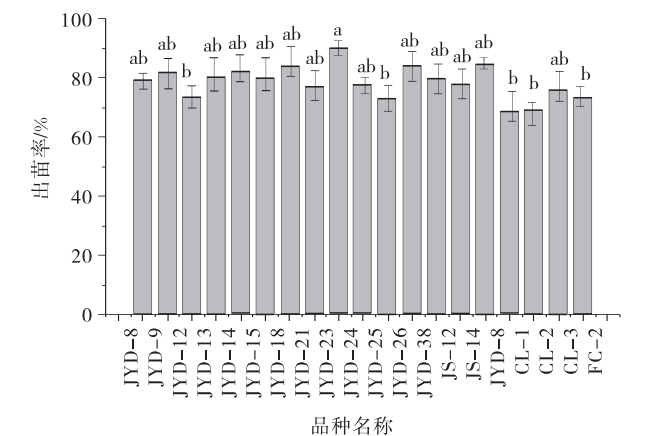


图1 不同油莎豆品种的出苗率

Fig. 1 The emergence rate of different *C. esculentus* varieties

注:不同小写字母表示不同品种出苗率差异显著($P<0.05$)。

2.2 不同油莎豆品种农艺性状的比较研究

比较不同油莎豆品种千粒重,结果表明,JYD-9、JS-12 和 CL-2 的千粒重显著高于 JYD-21、JYD-15、JYD-8、JYD-12 和 JYD-14。比较不同油莎豆品种叶面积,结果表明 JS-12 和 CL-1 的叶面积显著高于 JYD-9、JYD-23、JYD-18、JYD-26、JYD-21、JS-14、JYD-25、JYD-24、JYD-12、JYD-14、JYD-38、CL-3、CL-2、JYD-13 和 FC-2。比较不同油莎豆品种分蘖数,结果表明,JYD-21 的分蘖数显著高于 JYD-9、JYD-18、JYD-26、JYD-21、JYD-15、JS-14、JYD-8、JS-12、JYD-25、JYD-24、JYD-12、JYD-14、CL-1、CL-2、JYD-13 和 FC-2。比较不同油莎豆品种比叶面积和比叶重,结果表明,JS-12 的比叶面积为 $0.28\text{ cm}^2/\text{mg}$,显著高于 JYD-12 和 JYD-14; JYD-12 和 JYD-14 的比叶重显著高于 JS-12(表1)。

表1 不同油莎豆品种的农艺性状特征

Table 1 The agronomic characteristics of different *C. esculentus* varieties

油莎豆品种	千粒重/kg	叶长/cm	叶宽/cm	叶面积/cm ²	株高/cm	叶片干重/ mg	分蘖数	比叶面积/ (cm ² •mg ⁻¹)	比叶重/ (mg•cm ⁻²)
吉油豆8 (JYD-8)	0.91±0.21 ^{de}	89.22±3.03 ^{ab}	0.95±0.02 ^{cdef}	70.46±3.47 ^{ab}	108.26±5.45 ^a	3.06±0.51 ^a	240.15±5.25 ^{gh}	0.24±0.03 ^{ab}	4.30±0.50 ^{ab}
吉油豆9 (JYD-9)	1.81±0.09 ^a	75.62±1.53 ^c	0.87±0.01 ^{ghi}	54.87±0.68 ^{cd}	100.98±2.61 ^{ab}	2.91±0.15 ^a	354.00±4.36 ^{bcd}	0.19±0.01 ^{ab}	5.31±0.34 ^{ab}
吉油豆12 (JYD-12)	0.96±0.11 ^{cde}	76.05±0.26 ^c	0.80±0.03 ⁱ	50.47±1.81 ^d	104.79±5.06 ^{ab}	2.84±0.19 ^a	354.31±11.61 ^{bcd}	0.18±0.02 ^b	5.65±0.51 ^a
吉油豆13 (JYD-13)	1.36±0.35 ^{abcde}	74.16±0.37 ^c	0.93±0.01 ^{def}	57.76±0.29 ^{cd}	94.61±4.79 ^{ab}	3.16±0.43 ^a	348.79±15.11 ^{bcd}	0.19±0.03 ^{ab}	5.46±0.72 ^{ab}
吉油豆14 (JYD-14)	1.01±0.22 ^{bcd}	79.66±2.41 ^{bc}	0.89±0.04 ^{efgh}	58.95±1.95 ^{cd}	96.18±0.53 ^{ab}	3.30±0.25 ^a	341.12±11.32 ^{bcd}	0.18±0.01 ^b	5.60±0.43 ^a
吉油豆15 (JYD-15)	0.78±0.08 ^e	89.36±4.31 ^a	0.97±0.01 ^{bcd}	71.97±2.48 ^{ab}	98.11±4.19 ^{ab}	2.80±0.19 ^a	349.55±21.06 ^{bcd}	0.26±0.02 ^{ab}	3.89±0.23 ^{ab}
吉油豆18 (JYD-18)	1.33±0.22 ^{abcde}	77.71±1.39 ^c	0.91±0.01 ^{efg}	58.86±0.53 ^{cd}	97.83±10.11 ^{ab}	2.42±0.42 ^a	308.30±11.45 ^{def}	0.26±0.05 ^{ab}	4.13±0.75 ^{ab}
吉油豆21 (JYD-21)	0.95±0.15 ^{cde}	82.41±1.11 ^{abc}	0.88±0.03 ^{fgh}	60.57±1.50 ^{cd}	98.46±10.98 ^{ab}	2.39±0.44 ^a	421.37±28.12 ^a	0.27±0.05 ^{ab}	3.94±0.67 ^{ab}
吉油豆23 (JYD-23)	1.34±0.29 ^{abcde}	75.24±5.23 ^c	0.82±0.01 ^{hi}	51.45±3.72 ^d	101.89±8.56 ^{ab}	2.58±0.38 ^a	389.50±3.94 ^{ab}	0.21±0.05 ^{ab}	5.15±1.03 ^{ab}
吉油豆24 (JYD-24)	1.14±0.14 ^{abcde}	75.65±3.45 ^c	0.99±0.03 ^{abcd}	62.44±4.56 ^{bc}	105.39±2.70 ^{ab}	2.79±0.22 ^a	257.15±4.13 ^{fgh}	0.23±0.02 ^{ab}	4.51±0.46 ^{ab}

续表 1

油莎豆品种	千粒重/kg	叶长/cm	叶宽/cm	叶面积/cm ²	株高/cm	叶片干重/ mg	分蘖数	比叶面积/ (cm ² •mg ⁻¹)	比叶重/ (mg•cm ⁻²)
吉油豆 25 (JYD-25)	1.22± 0.25 ^{abcde}	75.03± 3.66 ^c	0.87± 0.02 ^{efghi}	54.32± 1.61 ^{cd}	100.38± 4.43 ^{ab}	2.84± 0.10 ^a	219.85± 2.29 ^h	0.19± 0.01 ^{ab}	5.24± 0.33 ^{ab}
吉油豆 26 (JYD-26)	1.40± 0.12 ^{abcde}	81.96± 1.97 ^{abc}	0.93± 0.01 ^{def}	63.68± 2.46 ^{bc}	91.42± 4.81 ^{ab}	2.69± 0.42 ^a	304.50± 18.39 ^{def}	0.25± 0.04 ^{ab}	4.29± 0.83 ^{ab}
吉油豆 38 (JYD-38)	1.69± 0.22 ^{abc}	75.41± 2.67 ^c	0.90± 0.05 ^{efgh}	56.47± 5.30 ^{cd}	107.77± 6.00 ^a	2.55± 0.39 ^a	385.42± 27.09 ^{abc}	0.23± 0.04 ^{ab}	4.62± 0.96 ^{ab}
吉莎 12 (JS-12)	1.78± 0.17 ^a	87.79± 6.48 ^{ab}	1.03± 0.02 ^{ab}	75.25± 6.85 ^a	100.03± 4.22 ^{ab}	2.73± 0.46 ^a	222.71± 10.43 ^h	0.28± 0.03 ^a	3.59± 0.35 ^b
吉莎 14 (JS-14)	1.56± 0.42 ^{abcd}	76.26± 0.43 ^c	0.94± 0.01 ^{cdef}	59.87± 1.09 ^{cd}	101.15± 5.35 ^{ab}	2.56± 0.26 ^a	219.82± 5.55 ^h	0.24± 0.02 ^{ab}	4.27± 0.40 ^{ab}
策勒 1 (CL-1)	1.73± 0.19 ^{ab}	87.36± 0.44 ^{ab}	1.06± 0.02 ^a	76.81± 1.49 ^a	102.27± 4.23 ^{ab}	3.17± 0.04 ^a	330.37± 33.42 ^{cde}	0.24± 0.01 ^{ab}	4.12± 0.05 ^{ab}
策勒 2 (CL-2)	1.78± 0.24 ^a	74.64± 1.12 ^c	1.01± 0.03 ^{abc}	62.90± 1.13 ^{bc}	96.15± 5.23 ^{ab}	2.46± 0.30 ^a	305.17± 14.63 ^{def}	0.26± 0.03 ^{ab}	3.91± 0.45 ^{ab}
策勒 3 (CL-3)	1.60± 0.34 ^{abcd}	73.75± 1.27 ^c	0.89± 0.01 ^{efgh}	54.66± 1.68 ^{cd}	98.95± 2.54 ^{ab}	2.66± 0.14 ^a	376.68± 28.60 ^{abc}	0.21± 0.01 ^{ab}	4.87± 0.23 ^{ab}
丰产 2 号 (FC-2)	1.40± 0.09 ^{abcde}	73.59± 4.30 ^c	0.83± 0.02 ^{ghi}	51.18± 4.17 ^d	86.35± 0.67 ^b	2.77± 0.22 ^a	289.60± 17.15 ^{efg}	0.19± 0.01 ^{ab}	5.45± 0.44 ^{ab}

注:不同小写字母表示不同品种农艺性状特征差异显著($P<0.05$)。

2.3 不同油莎豆品种产量的比较

JYD-13 的饲草鲜重显著高于 FC-2。JYD-13 和 JYD-14 的饲草干重显著高于 FC-2。JYD-9 的块茎鲜重和块茎干重均显著高于 JYD-18、JYD-21、JYD-15、JYD-8、JYD-25、JYD-24、JYD-12、JYD-14、CL-3、JYD-13 和 FC-2。CL-3 的根的鲜重显著高于 JYD-23、JYD-18、JYD-26、JYD-15、CL-2 和 FC-2。CL-3 的根的干重显著高于 JYD-23 和 FC-2(表 2)。

2.4 不同油莎豆品种农艺性状和产量的隶属函数值及排序

以 19 个油莎豆品种的农艺性状及产量为依据,计算各指标的隶属函数值,进行综合评价,结果表明:19 个油莎豆品种的农艺性状评价排序由大到小排列顺序为:CL-1>CL-3>JYD-38>JYD-21>JYD-15>FC-2>JYD-26>JYD-13>JS-12>JYD-18>CL-2>JYD-12>JYD-14>JYD-23>JYD-8>JYD-24>JS-14>JYD-9>JYD-25。19 个油莎豆品种的地上和地下生物量排序由大到小

排列顺序为:JS-14>JYD-14>JYD-9>CL-3>JYD-8>JYD-18>JYD-23>JYD-38>JYD-25>JYD-13>JYD-15>JYD-21>CL-1>JYD-24>JYD-26>JYD-12>JS-12>FC-2>CL-2。19 个油莎豆品种的农艺性状和产量综合评价排序由大到小排列顺序为:JS-14>JYD-14>JYD-9>CL-3>JYD-8>JYD-18>JYD-23>JYD-38>JYD-25>JYD-13>JYD-15>JYD-21>CL-1>JYD-24>JYD-26>JYD-12>JS-12>FC-2>CL-2(表 3)。

3 讨论

3.1 不同油莎豆品种生长特征的对比研究

油莎豆在全世界各地不同的区域进行种植,变异种较多^[15-16]。在中国不同地方种植后,也出现了不稳定的变异种,无法开花结实,推测可能为三倍体^[17]。在山东、江苏等地种植油莎豆后发现,其叶片长度均能达到 120 cm^[18],本试验中不同油莎豆品种的株高均低于 110 cm,叶片长度也均低于 100 cm。这说明,引

表2 不同油莎豆品种的地上和地下生物量的变化特征

Table 2 The variation characteristics of aboveground and underground biomass of different *C. esculentus* varieties

油莎豆品种	饲草鲜重/ (kg•hm ⁻²)	饲草干重/ (kg•hm ⁻²)	块茎鲜重/ (kg•hm ⁻²)	块茎干重/ (kg•hm ⁻²)	根生物量鲜重/ (kg•hm ⁻²)	根生物量干重 /(kg•ha ⁻¹)
吉油豆8(JYD-8)	9 614.27±	6 722.55±	1 0952.75±	6 304.70±	11 475.18±	3 012.32±
	852.59 ^{ab}	434.08 ^{ab}	997.24 ^{fgh}	615.68 ^{ef}	2 504.93 ^{ab}	92.69 ^{ab}
吉油豆9(JYD-9)	9 716.59±	6 301.09±	19 938.62±	10 866.65±	9 224.10±	2 530.13±
	1 605.84 ^{ab}	854.68 ^{ab}	2 698.24 ^a	469.93 ^a	1 297.13 ^{abcdef}	246.42 ^{ab}
吉油豆12(JYD-12)	9 373.27±	6 700.95±	10 890.15±	6 150.95±	9 250.74±	2 917.08±
	458.60 ^{ab}	279.84 ^{ab}	1 030.54 ^{fgh}	823.96 ^{ef}	659.34 ^{abcdef}	76.80 ^{ab}
吉油豆13(JYD-13)	1 0944.95±	7 301.61±	12 591.28±	7 335.00±	8 731.26±	2 965.70±
	827.12 ^a	471.49 ^a	1 157.47 ^{cdefgh}	697.63 ^{cdef}	1 806.95 ^{abcde}	310.35 ^{ab}
吉油豆14(JYD-14)	1 0462.56±	7 065.84±	10 529.85±	6 150.90±	8 571.42±	2 514.15±
	1353.32 ^{ab}	835.21 ^a	1 684.34 ^{gh}	980.02 ^{ef}	1 640.96 ^{abcdef}	488.55 ^{ab}
吉油豆15(JYD-15)	9 560.16±	6 452.66±	9 621.58±	5 630.90±	5 934.06±	2 689.97±
	1 824.11 ^{ab}	1 004.86 ^{ab}	1 069.66 ^h	634.91 ^f	227.22 ^{cdef}	416.23 ^{ab}
吉油豆18(JYD-18)	9 881.19±	6 674.18±	11 937.80±	6 915.15±	5 434.56±	2 460.87±
	1 204.26 ^{ab}	387.91 ^{ab}	1 258.15 ^{efgh}	654.05 ^{def}	1 895.15 ^{def}	915.64 ^{ab}
吉油豆21(JYD-21)	8 080.02±	5 700.86±	8 644.86±	5 630.90±	8 631.36±	3 326.00±
	781.41 ^{ab}	582.22 ^{ab}	689.54 ^h	515.01 ^f	1 700.41 ^{abcdef}	267.17 ^{ab}
吉油豆23(JYD-23)	9 563.15±	6 649.14±	15 043.14±	8 801.95±	4 313.68±	2 298.37±
	1 183.61 ^{ab}	893.67 ^{ab}	1 209.13 ^{bcd}	1 053.77 ^{abcd}	730.24 ^f	265.09 ^b
吉油豆24(JYD-24)	10 001.31±	6 812.36±	10 675.31±	6 150.95±	10 003.32±	2 730.60±
	756.84 ^{ab}	920.34 ^{ab}	813.49 ^{gh}	697.43 ^{ef}	957.12 ^{abcd}	275.76 ^{ab}
吉油豆25(JYD-25)	8 418.46±	5 975.50±	14 033.34±	8 232.30±	10 955.70±	2 991.67±
	671.52 ^{ab}	391.59 ^{ab}	521.66 ^{bcd}	216.91 ^{bcd}	2 031.33 ^{abc}	216.49 ^{ab}
吉油豆26(JYD-26)	9 040.54±	5 958.66±	14 281.75±	8 972.50±	6 173.82±	2 565.43±
	509.65 ^{ab}	158.94 ^{ab}	145.04 ^{bcd}	220.06 ^{abcd}	1 322.46 ^{cdef}	367.06 ^{ab}
吉油豆38(JYD-38)	9 693.28±	6 364.14±	14 831.62±	8 810.75±	10 389.60±	2 943.05±
	90.40 ^{ab}	354.15 ^{ab}	830.25 ^{bcd}	462.90 ^{abcd}	1 986.01 ^{abcd}	125.04 ^{ab}
吉莎12(JS-12)	9 191.84±	6 195.73±	17 969.79±	10 633.60±	9 630.36±	2 978.35±
	888.60 ^{ab}	331.91 ^{ab}	435.82 ^{ab}	399.66 ^a	381.19 ^{abcde}	171.47 ^{ab}
吉莎14(JS-14)	8 821.00±	6 397.39±	16 530.04±	9 588.25±	10 689.30±	2 869.79±
	1270.52 ^{ab}	940.40 ^{ab}	2 552.83 ^{abc}	1376.07 ^{ab}	2 471.50 ^{abc}	280.51 ^{ab}
策勒1(CL-1)	10 398.83±	6 919.45±	17 138.84±	9 403.85±	9 643.68±	2 876.45±
	1097.36 ^{ab}	448.39 ^{ab}	575.85 ^{ab}	466.51 ^{abc}	577.50 ^{abcde}	106.56 ^{ab}
策勒2(CL-2)	8 504.98±	5 855.89±	16 097.00±	9 352.50±	6 939.72±	2 492.84±
	510.72 ^{ab}	201.88 ^{ab}	225.68 ^{bcd}	139.17 ^{abc}	693.50 ^{bcd}	67.90 ^{ab}
策勒3(CL-3)	10 666.5±	6 898.30±	12 449.68±	7 982.35±	12 380.94±	3 573.76±
	749.03 ^{ab}	183.47 ^{ab}	792.12 ^{defgh}	562.46 ^{bcd}	2110.59 ^a	434.29 ^a
丰产2号(FC-2)	7442.31±	5 007.58±	10 641.93±	6 845.75±	4 635.36±	2 192.47±
	35.59 ^b	166.90 ^b	367.19 ^{gh}	287.52 ^{def}	650.60 ^{ef}	229.58 ^b

注:不同小写字母表示不同品种农艺性状特征差异显著($P<0.05$)。

入的不同油莎豆品种在新疆南疆种植具有抗倒伏的能力,能够将更多的物质积累运输到地下块茎。来源广西和湖南油莎豆品种在进行种子萌发试验的研究发现,出苗率分别达94%和86%^[19],高于本试验18个不同油莎豆品种の出苗率(除吉油豆23(JYD-23)外)。然而,除出苗率、株高、叶长和叶宽等指标外,分

表 3 不同油莎豆品种的农艺性状和产量的隶属值

Table 3 Membership values of agronomic traits and yield of different varieties of *C. esculentus*

油莎豆品种	农艺性状	排序	地上和地下 生物量	排序	农艺性状和产量	排序
吉油豆 8 (JYD—8)	40.95	15	27 839.81	5	11 160.49	5
吉油豆 9 (JYD—9)	19.49	18	37 386.86	3	14 966.44	3
吉油豆 12 (JYD—12)	113.18	12	6 413.24	16	2 633.20	16
吉油豆 13(JYD—13)	178.23	8	21 263.16	10	8 612.20	10
吉油豆 14 (JYD—14)	93.31	13	38 226.77	2	15 346.69	2
吉油豆 15 (JYD—15)	348.00	5	18 999.20	11	7 808.48	11
吉油豆 18 (JYD—18)	145.31	10	26 529.60	6	10 699.03	6
吉油豆 21 (JYD—21)	370.39	4	15 471.43	12	6 410.81	12
吉油豆 23 (JYD—23)	81.47	14	24 570.18	7	9 876.95	7
吉油豆 24 (JYD—24)	31.00	16	10 658.22	14	4 281.88	14
吉油豆 25 (JYD—25)	18.68	19	22 484.22	9	9 004.89	9
吉油豆 26 (JYD—26)	179.45	7	7 339.08	15	3 043.30	15
吉油豆 38 (JYD—38)	417.67	3	22 628.88	8	9 302.15	8
吉莎 12(JS—12)	146.80	9	5 553.88	17	2 309.63	17
吉莎 14(JS—14)	25.00	17	77 859.92	1	3 159.01	1
策勒 1(CL—1)	812.10	1	10 687.59	13	4 762.29	13
策勒 2(CL—2)	140.91	11	2 924.90	19	1 254.51	19
策勒 3(CL—3)	588.55	2	28 973.40	4	11 942.49	4
丰产 2 号(FC—2)	226.85	6	3 222.60	18	1 425.15	18

蘖数和叶面积也可以表现出群体长势的情况^[9,18]。在新疆干旱地区进行不同品种油莎豆种植,发现分蘖数越少,块茎越分散,结豆率越低,产量也越低^[10]。在本试验中,分蘖数少的品种,每丛块茎数和块茎重量均较高,与前人的研究结果不一致。这可能由于不同油莎豆品种在该区域种植的时间较短,还需要继续进行种植研究,通过长期的观察选取优良油莎豆品种在该区域进行推广种植。本研究的试验结果表明,策勒 1(CL—1)和策勒 3(CL—3)的农艺性状的隶属函数值要高于其他油莎豆品种,而且,策勒 1(CL—1)和策勒 3(CL—3)的叶面积大于其他油莎豆品种,这可能是由于他们的抗倒伏能力强,光合作用增强,从而将更多的能量物质用于地下块茎的生长发育来储存更多的营养物质^[20]。

3.2 不同油莎豆品种地上饲草、地下块茎产量和根生物量的研究

油莎豆品种的群体质量特征与产量是由千粒重、株型及块茎分布等表现特征构成^[8]。在不同种植区

域,土壤养分状况、有效积温、蒸发量等环境因子均可影响油莎豆的生长发育^[21]。已有研究表明,通过在广西和新疆等地对不同油莎豆品种的产量分析发现,油莎豆的产量为 5 700~17 505 kg/hm²^[10,22]。在内蒙古赤峰对不同来源油莎豆品种的农艺性状和产量进行比较分析发现,8 个品种(海南、北京、湖北武汉(中油莎 1 号)、河北定州、河北正定、云南宝山、湖北随州和四川凉山)的油莎豆产量在 1 395~5 205 kg/hm²^[23]。本研究发现,19 个不同油莎豆品种的产量在 5 625~11 130 kg/hm²,该产量远高于内蒙古赤峰对不同来源油莎豆品种的产量研究结果,但低于在广西和新疆对不同品种油莎豆产量的研究结果。这是因为本研究采用了覆膜滴灌条件,不仅起到保水效果,还起到增温效果,给油莎豆生长发育提供的外界环境条件,提高了光合作用,使得块茎数量增加,同时增加了产量。同时发现,本试验地上和地下生物量的隶属函数值表现较好的品种有 JS—14、JYD—14、JYD—9、CL—3 和 JYD—8,同时发现吉油豆 14 (JYD—14)和

吉油豆 13 (JYD-13) 的地上饲草干重显著高于新疆本地品种 (FC-2)。策勒 3 (CL-3) 的根生物量显著高于吉油豆 23 (JYD-23) 和新疆本地品种 (FC-2)。这是因为本地油莎豆品种种植年限较长, 出现品种退化的现象, 也可能是根系性状发生变化。有大量研究表明, 作物根系分布对作物生长和产量形成具有重要作用^[24-25], 有研究发现, 油莎豆产量与根系形态和根系生物量呈显著正相关关系^[26]。油莎豆品种的分蘖能力强, 根系固沙能力也增强^[27]。由于引进的 18 个油莎豆品种是第 1 年在 54 团种植, 生长表现出明显的差异, 且农艺性状和地上、地下产量还是优于本地油莎豆品种。然而我们认为不同油莎豆品种在该区域的适应性还需要开展进一步的研究筛选出适合本区域种植的优良油莎豆品种, 来替代新疆本地品种 (FC-2), 进一步提高干旱风沙区的经济效益和生态效益。

4 结论

从不同油莎豆品种出苗率上看, 吉油豆 23 (JYD-23) 的出苗率最好, 但是出苗率不能作为品种的优良选择。从农艺性状方面 (千粒重、叶面积、比叶面积和分蘖数等) 考虑, 吉莎 12 (JS-12) 和吉油豆 21 (JYD-21) 表现的性状最好, 综合 19 个油莎豆品种的农艺性状的隶属函数值进行综合评价, 吉油豆 21 (JYD-21) 是比较适合在新疆南疆区域种植。从产量方面 (地上饲草、地下块茎生物量等) 考虑, 吉油豆 13 (JYD-13)、策勒 3 (CL-3) 和吉油豆 9 (JYD-9) 表现的性状最好, 综合 19 个油莎豆品种的产量的隶属函数值进行综合评价, 策勒 3 (CL-3) 和吉油豆 9 (JYD-9) 是比较适合在新疆南疆区域种植。因此, 推荐吉油豆 21 (JYD-21)、吉油豆 13 (JYD-13)、策勒 3 (CL-3) 和吉油豆 9 (JYD-9) 在南疆区域种植。虽然引入 18 个油莎豆品种生长表现出了明显的差异, 但是在该区域的适应性还需要继续种植观察, 来进一步提高干旱风沙区经济效益和生态效益。

参考文献:

- [1] Johnson W C, Mullinix B G. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) control with metham sodium in transplanted cantaloupe (ucumis melo) [J]. Crop Protection, 2007, 26 (6): 867-871.
- [2] 杜艺, 张玉林, 柴旭田, 等. 油莎豆不同器官在不同发育时期的养分变化特征研究[J]. 草地学报, 2023, 31(8): 2462-2470.
- [3] Arafat S M, Gaafar A M, Basuny A M, et al. Chufa tubers (*Cyperus esculentus* L.): As a new source of food [J]. World Applied Sciences Journal, 2009, 7(2): 151-156.
- [4] Coskuner Y, Ercan R, Karababa E, et al. Physical and chemical properties of chufa (*Cyperus esculentus* L.) tubers grown in the Cukurova region of Turkey [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2002, 82(6): 625-631.
- [5] Zhang Y L, Du Y, Chai X T, et al. Combined effects of planting patterns and mowing time on different organs and soil stoichiometry of *Cyperus esculentus* in desert oasis transition zone [J]. Journal of Plant Physiology, 2023, 287: 154033.
- [6] 张玉林, 杜艺, 柴旭田, 等. 不同种植模式和刈割时间对油莎豆块茎养分含量和营养品质的影响[J]. 草地学报, 2022, 30(11): 3148-3155.
- [7] 刘亚兰, 李磊, 鲁艳, 等. 不同采收间隔双排油莎豆 (*Cyperus esculentus*) 带风场结构与防风效能的模拟研究[J]. 干旱区地理, 2022, 45(6): 1908-1915.
- [8] 宗宜方, 陆洪川, 王怡, 等. 不同类型油莎豆品种的群体质量特征与产量表现[J]. 湖南农业科学, 2011(15): 21-22, 26.
- [9] 王欣, 李长锁, 岳景杰, 等. 不同油莎豆品种在哈尔滨地区的产量及品质表现[J]. 现代化农业, 2023, 10: 41-43.
- [10] 杨敏, 田丽萍, 薛琳. 不同油莎豆品种在新疆干旱气候区的产量表现与品质差异[J]. 中国油料作物学报, 2013, 35(4): 451-454.
- [11] 阿尔祖古丽·亚森, 仙米西努尔·克里木. 莎车县各月农业气候资源特征及主要气象灾害分析[J]. 现代农业科技, 2017(20): 200.
- [12] 赵福. 叶面积和叶面积指数的计算[J]. 内蒙古农业科技, 1975(7).
- [13] 陶向新. 模糊数学在农业科学中的初步应用[J]. 沈阳农学院学报, 1982(2): 96-107.
- [14] 龚明. 作物抗性鉴定方法与指标及其综合评价[J]. 云南农业大学学报, 1989, 4(1): 73-81.
- [15] de Castro O, Gargiulo R, del Guacchio E, et al. A molecular survey concerning the origin of *Cyperus esculentus* (Cyperaceae, Poales): two sides of the same coin (weed vs. crop) [J]. Annals of Botany, 2015, 115(5): 733-745.

- [16] Pascual B, Maroto J V, López—galarza S, *et al.* Chufa (*Cyperus esculentus* L. var. *sativus* boeck.) : an unconventional crop. studies related to applications and cultivation [J]. *Economic Botany*, 2000, 54(4): 439—448.
- [17] 杨向东, 李子勇. 我国油莎豆产业发展现状、潜力及对策 [J]. *中国油料作物学报*, 2022, 44(4): 712—717.
- [18] 姜春敏, 孙艳. 特种经济作物油莎豆高产栽培技术 [J]. *特种经济动植物*, 2021, 24(8): 56—57.
- [19] 杨伟波, 付登强, 李艳, 等. 油莎豆块茎萌发特性的初步研究 [J]. *热带作物学报*, 2012, 33(2): 255—259.
- [20] 王小红, 田丽萍, 薛琳, 等. 矮壮素对油莎豆生理特性及内源激素含量变化的影响 [J]. *北方园艺*, 2016(24): 26—31.
- [21] 钟鹏, 苗丽丽, 王建丽, 等. 种植密度和方式对油莎豆群体结构和产量的影响 [J]. *中国农业科技导报*, 2022, 24(3): 186—196.
- [22] 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.
- [23] 李晓兰, 李瑞辉, 王韶婉, 等. 不同来源油莎豆品种的农艺性状和产量构成因素比较分析 [J]. *农业与技术*, 2022, 42(12): 10—14.
- [24] Li Y Z, Yang J B, Shi Z, *et al.* Response of root traits to plastic film mulch and its effects on yield [J]. *Soil and Tillage Research*, 2021, 209: 104930.
- [25] Fang H, Li Y N, Gu X B, *et al.* Root characteristics, utilization of water and nitrogen, and yield of maize under biodegradable film mulching and nitrogen application [J]. *Agricultural Water Management*, 2022, 262: 107392.
- [26] 郑旭, 郝东梅, 陈瑞江, 等. 新疆沙区油莎豆根系构型及产量对覆膜响应 [J]. *石河子大学学报(自然科学版)*, 2023, 41(1): 36—43.
- [27] 杜艺, 张玉林, 柴旭田, 等. 不同刈割时间对南北疆油莎豆根际土壤养分和盐基离子的影响 [J]. *草原与草坪*, 2024, 44(1): 113—121.

The study of the adaptability of different varieties of *Cyperus esculentus* in southern Xinjiang

DU Yi^{1,2,3,4}, ZHANG Yu-lin^{1,2,3,5}, ZHANG Qing-qing^{1,2,3,4}, LU Yan^{1,2,3},

ZENG Fan-jiang^{1,2,3,4,5}

(1. Key Laboratory of Desert Plant Roots Ecology and Vegetation Restoration, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 2. Xinjiang State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Key Laboratory of Ecological Safety and Sustainable Development in Arid Lands, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 3. Cele National Station of Observation and Research for Desert-Grassland Ecosystem, Cele 848300, China; 4. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 5. College of Ecology and Environment, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: [Objective] The agronomic characters and yield of eighteen imported varieties of *Cyperus esculentus* were compared with local varieties in southern Xinjiang. [Method] The nineteen varieties of *C. esculentus* were adopted {JYD (8, 9, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 23, 24, 25, 26, and 38), JS (12, and 14), CL (1, 2, and 3), and local varieties (FC—2)}. The agronomic characters (plant height, tillering number, leaf area, and 1 000—grain weight) and yield (above and below—ground and root biomass) were studied. In this experiment, nineteen varieties of *C. esculentus* were planted on May 1, 2023, growth characteristics were measured on September 15, 2023 (maximum biomass), and samples of above—ground plants, underground tubers, and roots were collected for various indexes. [Result] The results showed that the emergence rate of JYD—23 was significantly higher than that of JYD—12, JYD—25,

CL-1, CL-2, and FC-2. The 1000-grain weight, leaf area, and specific leaf area of JS-12 are significantly higher than those of JYD-21, JYD-12, and JYD-14. The fresh and dry weight of JYD-13 was significantly higher than that of FC-2. The fresh and dry root weights of CL-3 were significantly higher than those of JYD-23 and FC-2. The tillering number of JYD-21 is significantly higher than that of JYD-9, JYD-18, JYD-26, JYD-21, JYD-15, JS-14, JYD-8, JS-12, JYD-25, JYD-24, JYD-12, JYD-14, CL-1, CL-2, JYD-13, and FC-2. The fresh tuber weight and dry tuber weight of JYD-9 were significantly higher than those of JYD-18, JYD-21, JYD-15, JYD-8, JYD-25, JYD-24, JYD-12, JYD-14, CL-3, JYD-13, and FC-2. The comprehensive effect evaluation of 19 varieties by the membership function value method showed that several varieties with better agronomic traits were CL-1, CL-3 and JYD-38, several varieties with better yield performance were JS-14, JYD-14 and JYD-9, and several varieties with better comprehensive evaluation of agronomic traits and yield were JS-14, JYD-14 and JYD-9. 【Conclusion】 On the whole, CL-1, CL-3, JYD-38, JS-14, JYD-14 and JYD-9 performed better among the 19 *Cyperus esculentus* varieties, which could be demonstrated and promoted in southern Xinjiang. However, considering the short planting time (only one year), further observation and research are still needed.

Key words: *Cyperus esculentus* varieties; agronomic character; above and below ground biomass; membership function value

(责任编辑 康宇坤)