

油莎豆需水规律及干物质积累动态变化研究

程艳, 魏尊苗, 刘佳遥, 金羽琨, 王靓, 龙威, 钱雪艳*

(吉林省农业科学院, 长春 130033)

摘要:为研究油莎豆需水规律及干物质积累的动态变化,以“吉莎2号”为试验材料,设置高、中、低3种土壤湿度,开展棚内桶栽试验。研究表明,整个生育期内,播种至分蘖期需水量小,分蘖期至块茎形成期需水量大,成熟期需水量小;油莎豆植株干物质积累表现为苗期至分蘖期呈缓慢增长趋势,分蘖期至块茎形成期呈线性增长趋势,块茎形成期至块茎成熟期呈缓慢增长趋势;综合产量及植株生产情况分析,以中土壤湿度处理(苗期土壤湿度为田间持水量的55%~70%,分蘖期土壤湿度为田间持水量的70%~85%,块茎形成期土壤湿度为田间持水量的70%~85%,块茎成熟期土壤湿度为田间持水量的55%~70%)表现较好。

关键词:油莎豆;需水规律;干物质积累;土壤湿度

中图分类号:S565.9

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2025)01-0038-05

Study on Water Requirement Law and Dry Matter Dynamic Changes of *Cyperus esculentus*

CHENG Yan, WEI Zunmiao, LIU Jiayao, JIN Yukun, WANG Liang, LONG Wei, QIAN Xueyan*

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to study the water requirement law and dry matter dynamic changes of *Cyperus esculentus*, Jisha 2 was used as experimental material, and three kinds of soil moisture were set up to carry out bucket planting experiment in shed. The results show that: During the whole growth period, the water requirement of the *Cyperus esculentus* was low from sowing to tillering stage, large from tillering stage to tuber formation stage, and small at maturity stage. The dry matter accumulation showed a slow increasing trend from seedling stage to tillering stage, a linear increasing trend from tillering stage to tuber formation stage, and a slow increasing trend from tuber formation stage to tuber maturity stage. Comprehensive yield and plant production analysis showed that the medium soil moisture treatment (55%~70% of field water capacity at seedling stage, 70%~85% of field water capacity at tillering stage, 70%~85% of field water capacity at tuber formation stage, 55%~70% of field water capacity at tuber maturity stage) performed better.

Key words: *Cyperus esculentus*; Water requirement law; Dry matter accumulation; Soil moisture content

油莎豆(*Cyperus esculentus*)原产于非洲尼罗河流域和地中海沿岸,莎草科莎草属,又名虎坚果、地下核桃、油沙草等^[1-4],是集油粮牧饲于一体,开发利用价值较高的新兴经济作物^[5]。但因其相关研究起步较晚,特别是油莎豆需水规律研究鲜有报道。本试验选取“吉莎2号”作为研究对

象,每个生育期阶段设置不同的土壤含水量,探究油莎豆耗水特性,观察干物质积累变化情况,以为规范种植油莎豆的灌溉时间及灌溉量提供理论依据。

1 材料与方

1.1 试验材料

选取吉林省农业科学院自主选育的“吉莎2号”新品种为试验材料。

1.2 试验方法

本试验采用棚内桶栽方式,在吉林省农业科学院经济植物研究所试验基地进行。设置高、中、低3种土壤相对湿度处理,针对“吉莎2号”的

收稿日期:2024-04-27

基金项目:吉林省农业科技创新工程项目(CXGX2023RCG018、CXGC2023RCB005)

作者简介:程艳(1989-),女,助理研究员,硕士,主要从事油莎豆栽培育种研究工作。

通信作者:钱雪艳,女,硕士,副研究员,E-mail: xueyanqian@126.com

4个生育期采取不同的灌水量,具体情况参见表1。每处理种植3桶,每个桶内种植3穴,每穴播种1粒,3次重复。栽培容器为聚氯乙烯塑料桶,直径52 cm,深80 cm,无底。桶间距50 cm。按照栽培容器大小人工挖掘土坑,将栽培容器放入土坑后,按照原土层回填,再回填30 cm从前郭县海勃日格镇前龙坑村运回的当地生产田的沙壤土,其最大田间持水量为15%,容重1.5 g/cm³。当相对含水量达到下限时开始补水,补到相对含水量上限为止,记录各次补水量及时间,计算耗水量。

表1 各生育阶段灌水量(土壤相对含水量) %

处理	苗期	分蘖期	块茎形成期	块茎成熟期
高土壤湿度	70~85	85~100	85~100	70~85
中土壤湿度	55~70	70~85	70~85	55~70
低土壤湿度	40~55	55~70	55~70	40~55

注:测定10~15 cm的土壤相对含水量。

本试验于2023年5月4日播种,每桶施复合肥54 g,作为底肥一次性施入,播种后进行常规田间管理。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 土壤含水率

利用多土壤水分速测仪(TZS-2X-G)观测计算土壤的含水率。每桶设置3个观测点,深度10~

15 cm,每隔5 d观测一次,在开始灌水之前以及灌水完成之后进行观测,并且对各个生育时期的始末进行观测。试验结束后,应用农田水量平衡法计算各时期的需水量^[6-9]、需水强度(生育期需水量与生育期持续天数比值)、需水模系数(每个生育期需水量与全生育期需水量比值)。

1.3.2 作物生长状况

在苗期、分蘖期、块茎形成期、块茎成熟期,每处理随机选取3株幼苗,在烘箱中105 °C杀青2 h,85 °C烘干到恒重,测定地上部、地下部干物质量;成熟期测定单株块茎粒数、单株产量及百粒重。

1.4 统计分析

采用DPS 7.05对试验数据进行分析,Excel 2016进行相关参数的计算和制图。

2 结果与分析

2.1 不同处理油莎豆需水量及需水规律

2.1.1 不同处理油莎豆各生育阶段需水量

由表2可知,高土壤湿度处理全生育期需水量最多,为861.81 mm,中土壤湿度处理需水量次之,为703.13 mm,低土壤湿度处理需水量最少,为595.25 mm;整个生育期内,除苗期、分蘖期低土壤湿度处理需水量最大外,其他生育期需水量均为高土壤湿度处理>中土壤湿度处理>低土壤湿度处理。

表2 不同处理各生育阶段需水量

mm

处理	苗期	分蘖期	块茎形成期	块茎成熟期	全生育期
高土壤湿度	85.2aA	159.82aA	406.71aA	210.08aA	861.81aA
中土壤湿度	76.9bA	147.32bB	324.42bB	154.49bB	703.13bA
低土壤湿度	88.7aA	165.09aA	235.32cB	106.14cB	595.25cB

注:小写字母不同表示差异显著($P<0.05$),大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$),下同。

2.1.2 不同处理油莎豆各生育阶段持续天数

由表3可知,低土壤湿度处理苗期天数最长,高土壤湿度处理与中土壤湿度处理苗期基本相同;低土壤湿度处理分蘖期最长,中土壤湿度处

理次之,高土壤湿度处理最短;高土壤湿度处理块茎形成期和块茎成熟期最长,中土壤湿度处理次之,低土壤湿度处理最短。3个处理全生育期天数基本相同。

表3 不同处理各生育阶段持续天数

d

处理	苗期	分蘖期	块茎形成期	块茎成熟期	全生育期
高土壤湿度	20	22	51	32	125
中土壤湿度	22	30	45	25	122
低土壤湿度	26	35	43	18	122

2.1.3 不同处理油莎豆各生育阶段需水强度

由表4可知,油莎豆苗期、分蘖期、块茎形成期、块茎成熟期需水强度均表现为高土壤湿度处理>中土壤湿度处理>低土壤湿度处理。

由表5可知,油莎豆苗期和分蘖期持续天数与需水强度呈负相关,块茎形成期和块茎成熟期持续天数与需水强度正相关。

由图1可知,油莎豆全生育期的需水规律呈

表4 不同处理各生育阶段需水强度 mm/d

处理	苗期	分蘖期	块茎形成期	块茎成熟期
高土壤湿度	4.26	7.26	7.97	6.57
中土壤湿度	3.50	4.91	7.21	6.18
低土壤湿度	3.41	4.72	5.47	5.90

现出低-高-低的变化趋势,即苗期至分蘖期需水模系数低,分蘖期至块茎形成期需水模系数高,成熟期需水模系数低。

表5 不同处理各生育阶段持续的天数与需水强度的相关系数

	需水强度
苗期	-0.64
分蘖期	-0.91*
块茎形成期	0.88*
块茎成熟期	0.75

注:“*”表示显著相关。

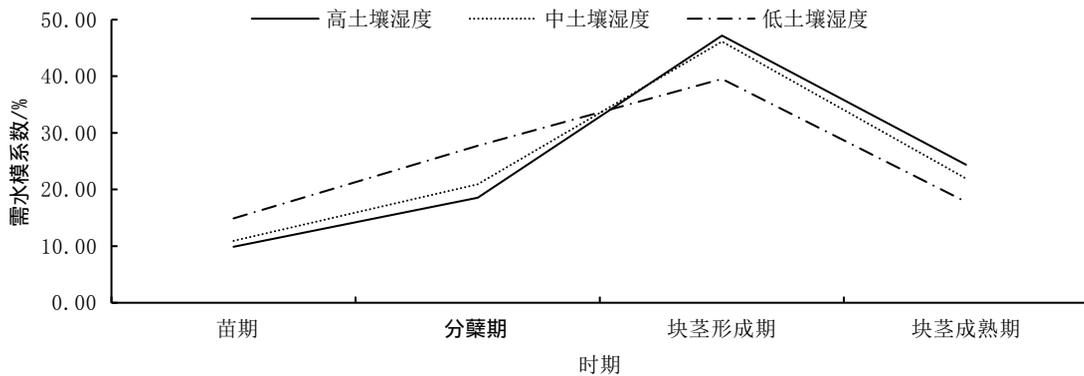
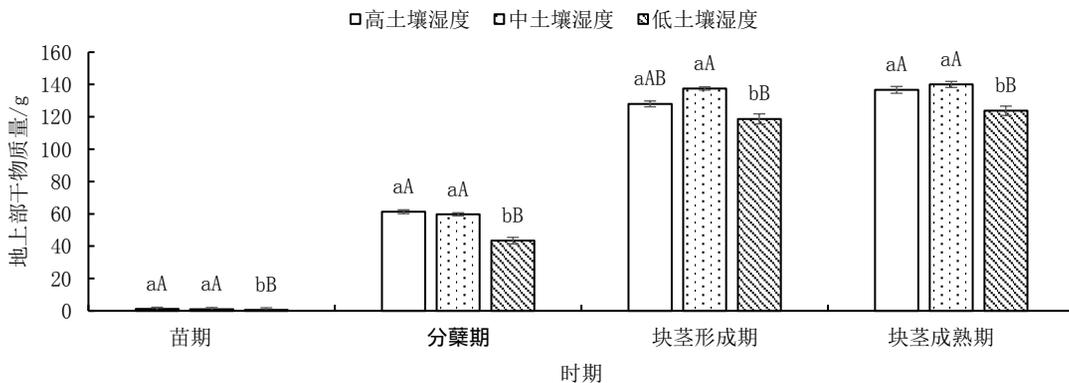


图1 不同处理各生育阶段需水模系数

2.2 不同处理各生育阶段干物质积累量的变化

由图2、图3、图4可知,地上部干物质积累量、植株干物质积累量表现为:苗期-分蘖期-块茎形成期快速增长,块茎形成期-块茎成熟期缓慢增长。地下部干物质积累量表现为:苗期-分蘖期缓慢增长,分蘖期-块茎形成期快速增长,块茎形成期-块茎成熟期缓慢增长。

由图2可知,在苗期、分蘖期,高土壤湿度处理的地上部干物质积累量最高,中土壤湿度处理次之,但两处理间差异不显著;块茎形成期、块茎成熟期,中土壤湿度处理的地上部干物质积累量最高,高土壤湿度处理次之,两处理间差异不显著;低土壤湿度处理在整个生育期内,地上部干物质积累量都极显著低于高、中土壤湿度处理。



注:小写字母不同表示差异显著(P<0.05),大写字母不同表示差异极显著(P<0.01),下同。

图2 不同处理各生育阶段地上部干物质积累量的变化

由图3可知,整个生育期内,中土壤湿度处理的地下部干物质积累量最高,高土壤湿度处理次之,低土壤湿度处理最低;在苗期、分蘖期,高土壤湿度处理与中土壤湿度处理的地下部干物质积累量之间差异不显著,但在块茎形成期、块茎成熟期,高、中土壤湿度处理的地下部干物质积累

量差异显著。低土壤湿度处理在块茎形成期和块茎成熟期的地下部干物质积累量显著低于中土壤湿度处理。

由图4可知,各处理的植株(地上部、地下部)干物质积累量变化规律与各处理间地上部干物质积累规律一致。即苗期、分蘖期,高土壤湿度处

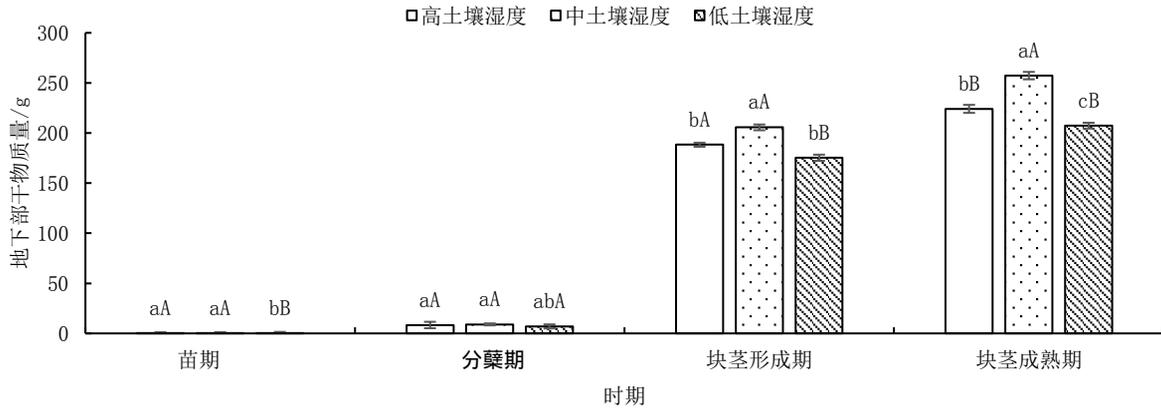


图3 不同处理各生育阶段地下部干物质积累量的变化

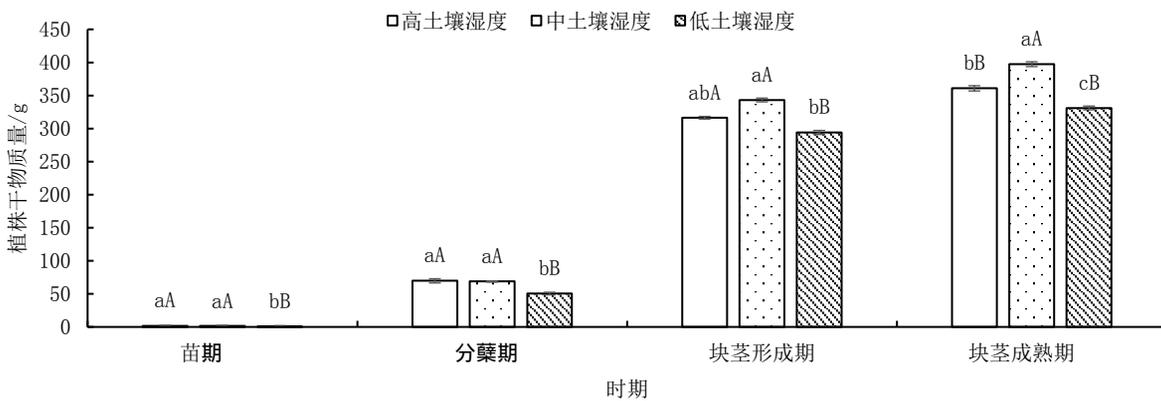


图4 不同处理各生育阶段植株干物质积累量的变化

理的植株干物质积累量最高,中土壤湿度处理次之,两处理间无显著性差异;块茎形成期、块茎成熟期,中土壤湿度处理的植株干物质积累量最高,高土壤湿度处理次之,但两处理间无显著差异;低土壤湿度处理在整个生育期内,植株干物质积累量都显著低于高、中土壤湿度处理。

2.3 不同处理油莎豆的产量

由表6可知,中土壤湿度处理的单株块茎粒数、单株产量最高,显著高于其他处理;高土壤湿度处理次之,低土壤湿度处理最低;高土壤湿度处理的百粒重最高,中土壤湿度处理次之,两处理间无显著差异,低土壤湿度处理的百粒重极显著低于高、中土壤湿度处理。综合分析可以看出,中土壤湿度处理的产量表现较好。

表6 不同处理油莎豆的产量

处 理	单株块茎粒数/粒	单株产量/g	百粒重/g
高土壤湿度	387.2bA	197.65bB	96.02aA
中土壤湿度	402.8aA	236.89aA	90.78aA
低土壤湿度	312.5bB	172.05cB	81.23bB

3 结论与讨论

作物生长的规律性决定了其对水分需求的规律性,不同生育期对水分的敏感性不同,需水量也不同^[10-11]。油莎豆需水规律主要反映作物的生物学特性,研究表明,油莎豆的需水规律表现为前期耗水强度小,中期逐渐增大,后期又逐渐减小的趋势,这与于秀琴等^[12]的研究结果一致。根据油莎豆各阶段需水强度可知,在苗期和分蘖期,需水强度越低生育期持续的时间越久;而在块茎形成期和块茎成熟期,需水强度水平越低生育期持续时间越短。通过对油莎豆各生育阶段持续的天数与需水强度的相关系数分析可知,分蘖期和块茎形成期持续天数与需水强度显著相关,表明在这个阶段,油莎豆对水分相对敏感。在具体的农业生产实践中,对于营养生长阶段,一般都需要符合早生快发的要求,要能够加快植物营养器官的形成速度;对于生殖生长时期,需要尽可能地增加光合作用时间,提升产量水平^[13]。所以纵观整个油莎豆的生育阶段,较高的土壤湿度

有利于产量的提高。

大田灌溉实际上是协调“水、气、土、植”的过程,最优协调关系,最终达到增产、节水、高效的目的^[14-15]。本研究结果表明,油莎豆需水规律表现为低-高-低的变化趋势,即播种至分蘖期需水量小,分蘖期至块茎形成期需水量大,成熟期需水量小,因此在分蘖期至块茎形成期保证充足的水分,对确保油莎豆获得高产尤为重要。

通过本研究可知,中土壤湿度处理在油莎豆整个生育期内,单株块茎数量、单株产量及植株干物质积累量都显著高于其他处理。因此建议大田生产中,在分蘖期至块茎形成期油莎豆水分敏感期,控制下限为田间持水量的70%,上限为田间持水量的85%;其他非水分敏感期,水分控制下限为田间持水量的55%,上限为田间持水量的70%,既可达到提高产量和水分利用效率,又可实现节约用水的目的。

参考文献:

- [1] Codina-Torrella I, Guamis B, Trujillo A J. Characterization and comparison of tiger nuts (*Cyperus esculentus* L.) from different geographical origin[J]. *Industrial Crops and Products*, 2015, 65: 406-414.
- [2] 孙佳尧,李志刚,孟祥军,等.氮肥处理下油莎豆叶片生理特性和籽粒品质与产量相关研究[J]. *内蒙古民族大学学报(自然科学版)*, 2020, 35(4): 327-332.
- [3] 阳振乐.油莎豆的特性及其研究进展[J]. *北方园艺*, 2017(17): 192-201.
- [4] 刘佳遥,王占海,魏尊苗,等.不同秸秆生物炭对土壤质量及油莎豆生长的影响[J]. *东北农业科学*, 2023, 48(2): 72-77.
- [5] 曹稀琦,任永峰,路战远,等.油莎豆的特性及其开发利用研究进展[J]. *北方农业学报*, 2022, 50(1): 66-74.
- [6] 郭生虎,孔德杰,张源沛,等.不同灌水量对日光温室黄瓜耗水规律及水分利用效率的影响[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(36): 20568-20570.
- [7] 刘世国.辽北风沙区牧草需水规律的研究[J]. *水利科学与寒区工程*, 2021, 4(5): 73-77.
- [8] 赵林丰.不同通风控水条件下温室番茄需水规律及耗水模型研究[D]. 郑州:华北水利水电大学, 2023.
- [9] 王惟一.辽北风沙区不同水分胁迫对燕麦生长特性、产量及需水规律的研究[J]. *水利科学与寒区工程*, 2022, 5(5): 32-35.
- [10] 李清明,邹志荣,郭晓冬,等.不同灌溉上限对温室黄瓜初花期生长动态、产量及品质的影响[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2005, 33(4): 47-51, 56.
- [11] 孙云云,才源,高玉山,等.滴灌条件下大豆高产水分管理技术研究[J]. *东北农业科学*, 2016, 41(6): 41-44.
- [12] 于秀琴,李颖,杨宁,等.风沙半干旱区油莎草需水规律及补灌制度研究[J]. *水土保持应用技术*, 2022(5): 14-16.
- [13] 姚天明,伏建增,南建军,等.小拱棚栽培半夏需水规律及干物质动态变化研究[J]. *现代农业科技*, 2022(24): 49-53.
- [14] 郑世宗,肖梦华.不同灌溉模式下常规稻与杂交稻生长及水分利用的差异性分析[J]. *灌溉排水学报*, 2023, 42(10): 1-8.
- [15] 孙洪仁,王显国,孟根其木格,等.内蒙古阿鲁科尔沁旗饲草燕麦需水规律与灌溉定额研究[J]. *中国奶牛*, 2024(1): 62-66.

(责任编辑:范杰英)