

不同油莎豆品系块茎形成规律的比较研究

杨鹭生¹ 李国平^{2*}

(1.武夷学院 教务处,福建 武夷山 354300;2.武夷学院 生态与资源工程学院,福建 武夷山 354300)

摘 要:为揭示油莎豆块茎的形成规律,采用自然种植、定期采样观察等方法对三种不同油莎豆品系块茎的形成过程进行详细观测,结果表明:这三种油莎豆的分蘖数、匍匐茎形成时间、匍匐茎长度及直径、块茎开始膨大形成时间、每株形成块茎数量、块茎大小及形态、块茎在土壤中分布格局等性状存在显著差异,说明不同品系油莎豆的块茎形成特性不同,可为油莎豆的栽培和开发利用提供参考。

关键词:油莎豆;品种;块茎形成;匍匐茎

中图分类号:S565 **文献标识码:**A **文章编号:** 文章编号:1674-2109(2014)05-0033-06

油莎豆(*Cyperus esculentus* L.)是莎草科多年生草本植物,原产于非洲和地中海地区,我国于 1952 年开始引进油莎豆,作一年生作物栽培^[1]。油莎豆块茎营养丰富,富含油脂,是食品加工原料,也被认为是发展生物柴油的理想原料。目前对油莎豆块茎萌发、营养成分提取工艺等方面的研究较多^[2-5],而对其块茎形成规律方面的研究报道较少。张遂申^[6]曾对油莎豆生长发育及其块茎在土层中分布状况进行初步观察,金梦阳等^[7]研究了油莎豆整个生育期内干物质的积累、分配及转化规律,杨敏等^[8]观察 5 个不同来源油莎豆品种在新疆干旱气候区的产量与和含油量,结果认为其块茎产量和品质在不同油莎豆品种间差异明显。油莎豆块茎形成及其在土壤中分布情况与其产量和采收等问题息息相关,因此对油莎豆块茎形成规律的研究具

有重要意义。本试验通过田间试验,对 3 个不同油莎豆品系的块茎形成时间、数量、形态及在土壤中的分布格局等进行比较研究,以期掌握其块茎形成规律,并为油莎豆的栽培和开发利用提供科学依据。

1 试验材料

“莆院 3 号”油莎豆块茎(大粒型)、“莆院 5 号”油莎豆块茎(小粒型)及“莆院 6 号”(圆粒型)油莎豆块茎,3 个不同油莎豆品系由福建省莆田学院油莎豆课题组筛选。挑选饱满无损伤、无霉变的块茎作为“种子”。

2 试验方法

2.1 材料种植与管理

试验于 2012 年 2 月至 5 月在莆田学院育苗大槲基地内进行,试验地光照充足,土壤为草花栽培基质,在播种前对土地进行深耕、消毒。2 月 24 日,将选出的块茎暴晒一天后加 45 ℃水浸泡,置于 35 ℃生化培养箱中催芽,每隔 12 h 换水一次,3 d 后块茎萌发用于田间试验。采用单因素随机区组试验,3 次重复,小区面积为 5 m²。2 月 28 日采用穴播方式播种,每穴 1 粒

收稿日期:2014-06-09

基金项目:福建省科技创新平台建设计划项目(项目编号:2013N2009);福建省林业厅科学研究项目(项目编号:闽林科[2013]5 号);国家级大学生创新创业训练计划(项目编号:201210397011,201310397008)。

作者简介:杨鹭生(1964-),女,汉族,高级实验师,主要研究方向:植物生物技术。

通讯作者:李国平(1966-),男,汉族,博士,教授,主要研究方向:植物资源与开发利用。

带芽块茎,播深 4.5 cm 左右,株行距 30 cm×40 cm 左右。按常规进行田间管理。在 3 月 14 日观察到幼苗出土。

2.2 观测项目与数据采集

2.2.1 分蘖数比较

种植出苗后,每隔 7 d 各随机统计 10 株苗的茎分蘖数,求每个品系各时期的平均分蘖数,比较不同品系油莎豆幼苗分蘖能力的差异。

2.2.2 匍匐茎开始形成时间、长度和直径的测量

种植出苗后,每隔 7 d 各随机抽样 10 株苗观察是否形成匍匐茎,记录开始形成时间,并用直尺和游标卡尺测量匍匐茎长度和直径,记录匍匐茎顶端开始膨大的时间,比较不同品系油莎豆匍匐茎长度、直径及块茎开始膨大形成的时间。

2.2.3 每株形成块茎的数量及块茎在土壤中的分布格局

块茎成熟期,每个品系随机选取 10 株,使用锄头将油莎豆整株带土挖起,小心清理,记录每粒油莎豆块茎所在的位置,并统计所形成块茎的总数,比较品系间形成块茎数量的差异和空间分布格局差异。

2.2.4 块茎大小、形态

每个品系随机抽取 25 粒成熟块茎用游标卡尺测量其大小,并描述其形态。

3 结果与分析

3.1 分蘖数比较

莆院 3 号、5 号、6 号油莎豆不同时期分蘖数统计

结果见表 1。

由表 1 可以看出 3 个品系中莆院 5 号油莎豆的分蘖数最多,莆院 6 号分蘖数最少。

2 月 28 日播种,3 月 14 日开始观察到有分蘖现象;4 月 4 日后气温升高,雨水充足,3 个品系分蘖速度加快。莆院 5 号的分蘖数明显多于 3 号、6 号,且分蘖主要集中于主茎周围 1~3 cm 处。莆院 3 号、6 号的分蘖苗明显比莆院 5 号粗壮。莆院 6 号主茎附近分蘖苗较少,平均仅 5.8 株,形成的匍匐茎可生长至 5~15 cm 时开始向上生长形成分蘖苗,分蘖苗分布范围较广;莆院 3 号形成的匍匐茎大多数在伸长至 6 cm 以上时开始向上生长形成分蘖苗,分蘖苗较分散。

3.2 匍匐茎形成的时间

在 3 月 21 日取样中均未观察到匍匐茎形成,在 3 月 28 日(芽出土 14 d 后)取样观察到三种油莎豆样本均有匍匐茎形成,三个品种开始形成匍匐茎的时间没有差别。(见图 1、图 2、图 3)



图 1 莆院 3 号匍匐茎形成

Fig.1 Showing the stolon formation of Puyuan No.3 chufa

表 1 不同油莎豆品系分蘖数比较

Tab.1 Comparison of tillering number among different chufa strains

品 系	莆院 3 号	莆院 5 号	莆院 6 号
日 期			
03-14	1.3±0.5	1.1±0.3	1.6±0.5
03-21	2.4±0.8	1.8±0.6	2.1±0.7
03-28	2.4±0.7	2.0±0.5	2.1±0.7
04-04	2.6±0.7	2.9±0.6	2.4±0.7
04-11	3.5±0.7	4.6±0.7	3.7±0.7
04-18	5.8±0.8	8.7±0.7	4.9±0.9
04-25	7.3±1.1	10.5±0.7	5.7±0.7
04-30	8.9±1.1	12.4±2.2	5.8±1.0



图 2 莆院 5 号匍匐茎形成

Fig.2 Showing the stolon formation of Puyuan No.5 chufa



图 3 莆院 6 号匍匐茎形成

Fig.3 Showing the stolon formation of Puyuan No.6 chufa

3.3 匍匐茎长度、直径

莆院 3 号匍匐茎膨大形成块茎时匍匐茎长度为 0.80~12.50 cm,平均直径为 1.68 mm;莆院 5 号匍匐茎长度为 0.30~4.50 cm,平均直径为 0.70 mm;莆院 6 号匍匐茎长度为 0.4~11.50 cm,平均直径为 1.44 mm。由测量结果可知莆院 3 号匍匐长度及直径最大,莆院 6 号次之,莆院 5 号最短最细。匍匐茎膨大形成块茎时的长度直接影响其在土壤内的分布情况。

3.4 块茎开始膨大形成时间

根据不同时期抽样观察,记录匍匐茎变化情况,从中得出块茎开始膨大形成的时间,结果见表 2。

由表 2 可知,4 月 4 日第三次取样观察时,莆院 3 号、6 号匍匐茎横向伸长,未见膨大;莆院 5 号匍匐茎在距主茎 1 cm 左右处向上生长,形成分蘖苗,有较多的新匍匐茎形成,但未见膨大。4 月 11 日第四次取样观察时,莆院 3 号新形成的匍匐茎横向伸长,少数匍匐茎向上生长形成分蘖苗。莆院 5 号部分匍匐茎开始膨大,但有更多的形成分蘖苗;莆院 6 号新形成的匍匐茎横向伸长,较长的匍匐茎有部分开始膨大,部分向上生长形成分蘖苗。4 月 18 日第五次取样观察时,莆院 5 号、6 号均有小块茎形成(见图 4、图 5),莆院 3 号匍匐茎仍只形成分蘖苗。

4 月 25 日第六次取样观察时,莆院 5 号部分块茎已达到与种块茎差不多大小,6 号较种块茎稍小,3 号仍未见块茎形成。4 月 30 日第七次取样观察时,莆院

表 2 不同油莎豆品系匍匐茎膨大及块茎形成情况

Tab.2 Comparison of tuber swelling and tuber formation among different chufa strains

品 种 日 期	莆院 3 号	莆院 5 号	莆院 6 号
4.04	未见膨大	未见膨大	未见膨大
4.11	未见膨大	部分开始膨大	部分开始膨大
4.18	未见膨大	有小块茎形成	有小块茎形成
4.25	未见膨大	部分块茎与种块茎差不多大小	块茎较种块茎稍小
4.30	极少数膨大	部分块茎成型	部分块茎成型

5 号、6 号块茎均有部分成型,3 号匍匐茎可见少数膨大,有一株形成一粒块茎。试验的结果可以看出莆院 3 号在这个时期形成的匍匐茎主要是横向伸长并形成分蘖苗,极少数匍匐茎会开始膨大形成块茎。莆院 5 号在 4 月 11 日观察到的形成的匍匐茎在 0.5~3 cm 左右时即开始膨大形成块茎,这时期分蘖数增加速度减慢。莆院 6 号匍匐茎膨大形成块茎时期与 5 号相近,与莆院 3 号相比,莆院 6 号匍匐茎大多数在生长至 4.5 cm 左右时膨大形成块茎,较少形成分蘖苗。

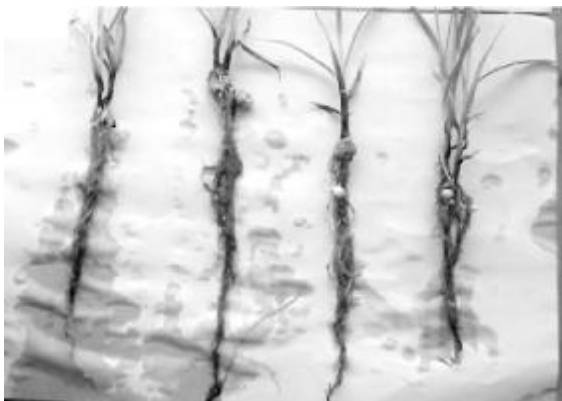


图 4 莆院 5 号块茎形成

Fig.4 Showing the tuber formation of Puyuan No.5 chufa

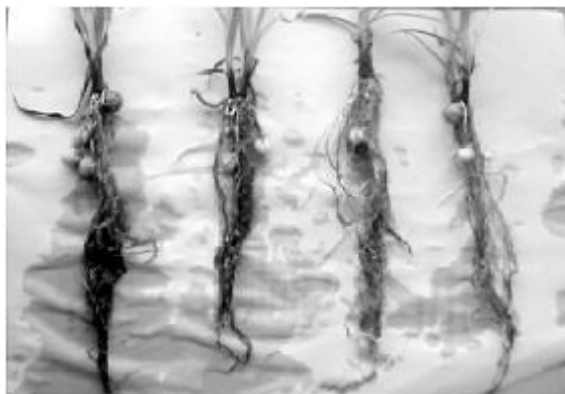


图5 莆院 6 号块茎形成

Fig.5 Showing the tuber formation of Puyuan No.6 chufa

3.5 每株形成块茎的数量

在 4 月 30 日取样观察中,莆院 3 号仅有一棵形成一粒块茎,平均 0.1 粒/株。莆院 5 号平均 2.1 粒/株;莆院 6 号平均 4.0 粒/株。可见莆院 6 号较多的匍匐茎形成了块茎,而莆院 3 号和 5 号较多形成分蘖。莆院 5 号匍匐茎很短时即可膨大形成块茎或成为分蘖,而莆院 3 号匍匐茎要在较长时才开始膨大,因此在这时期观察到匍匐茎膨大形成块茎较困难。

3.6 块茎大小、形态

以匍匐茎生长方向轴为长,最大横截面最宽处为宽,最窄处为高。将去年收获的油莎豆块茎各随机抽取 25 粒测量,取平均值(见表 3)。

3.7 块茎在土壤中的分布格局

4 月 30 日,将各品系油莎豆植株整株挖起,测量形成的块茎在土壤中的深度及分布的宽度,确定不同品种油莎豆在土壤中的分布格局,结果见表 4。

由表 4 可见莆院 5 号形成的块茎紧密集集中在主茎附近,莆院 6 号块茎分布则较分散。莆院 3 号虽仅见一粒块茎,但据其匍匐茎生长情况及分布可以初步推测其块茎分布较莆院 5 号、莆院 6 号更分散(见图 6、图 7、图 8)。



图 6 莆院 3 号地下分布格局

Fig.6 Showing the distribution of tuber in soil of Puyuan No.3 chufa

表 3 不同油莎豆品系块茎大小、形态比较

Tab.3 Comparison of tuber size and morphology among different chufa strains

项目 品种	长(cm)	宽(cm)	高(cm)	块茎形态
莆院 3 号	2.096±0.136	1.451±0.058	1.354±0.080	椭圆形或类圆锥形,颗粒较大
莆院 5 号	1.380±0.168	0.787±0.063	0.642±0.082	椭圆形或类圆锥形,颗粒较小
莆院 6 号	1.194±0.144	1.317±0.144	1.183±0.154	球形或扁球形

表 4 不同油莎豆品系块茎在土壤中的分布格局

Tab.4 Comparison of the distribution of tuber in soil among different chufa strains

项 目 品 种	不同深度块茎分布率(%)				离主茎水平距离块茎分布率(%)			
	0-3 cm	3-6 cm	6-10 cm	10 cm 以下	0-2 cm	2-4 cm	4-6 cm	6 cm 以外
莆院 3 号	—	—	—	—	—	—	—	—
莆院 5 号	93.3	6.7	0	0	60.0	40.0	0	0
莆院 6 号	38.7	54.8	6.5	0	6.7	70.0	20.0	3.3



图 7 莆院 5 号地下分布格局

Fig.7 Showing the distribution of tuber in soil of Puyuan No.5 chufa



图 8 莆院 6 号地下分布格局

Fig.8 Showing the distribution of tuber in soil of Puyuan No.6 chufa

4 结论

对莆院 3 号、莆院 5 号、莆院 6 号油莎豆块茎形成的观察结果表明:莆院 3 号油莎豆分蘖较少,匍匐茎长度最长,直径最大,块茎形成时间最晚且数量最

少,块茎呈椭球形或类圆锥形,颗粒最大,匍匐茎分布距离最广且分散;莆院 5 号油莎豆分蘖最多,匍匐茎长度最短,最细,块茎形成时间最早,块茎呈椭球形或类圆锥形,颗粒最小,形成块茎集中分布主茎附近;莆院 6 号油莎豆分蘖最少,匍匐茎长度及直径介于莆院 3 号和 5 号之间,块茎形成时间与莆院 5 号一致,形成的块茎分布较分散。由于种植时间过早,温度等气候条件不适宜,本次试验中油莎豆生长速度明显较慢。自 2 月 28 日起至 4 月 30 日为止用于试验的 3 个品系油莎豆匍匐茎形成时间一致。

根据各品系块茎形成规律及油莎豆植物学特性,在种植管理中要注意:要在 4 月份温度适宜时播种,过早播种不利于新芽形成与出土;在播种前要进行催芽,以提高出苗率;在幼苗进入分蘖期时要保证充足的水源供应以促进其分蘖特别是莆院 6 号;由于莆院 3 号和 6 号分蘖范围较广、块茎分布较分散,因此种植密度要适当小于莆院 5 号。

块茎的形成主要是由于匍匐茎顶端细胞开始持续分裂膨大和淀粉等营养物质的积累,块茎、鳞茎形成影响因素主要有光周期、激素、温度等。马铃薯块茎形成受短日照(SD)、低温诱导^[9],而洋葱、大蒜鳞茎形成则是受长日照(LD)、高温诱导^[10,11]。油莎豆种植试验在四月中旬日照时间较长时观察到块茎的形成,因此推测油莎豆块茎形成受 LD、高温诱导。而油莎豆块茎形成所受激素的影响应该与马铃薯等相似主要受赤霉素(GA)、脱落酸(ABA)的影响。这些推测有待在今后的实验中通过在实验室种植控制光照时间、温度及检测激素水平来进一步确认。

参考文献:

- [1] 瞿萍梅,程治英,龙春林,等.油莎豆资源的综合开发利用[J].中国油脂,2007,32(09):61-63.
- [2] 李国平,杨鹭生,潘美云,等.大粒油莎豆块茎中淀粉和蛋白质提取工艺研究[J].热带作物学报 2011,32(2):349-353.
- [3] 李国平,杨鹭生,卢月娇.油莎豆饮料的制作工艺研究[J].广东农业科学,2011(6):103-106.
- [4] 李国平,杨鹭生,朱智飞,等.油莎豆油制备生物柴油的研究[J].中国油脂,2012,37(3):59-62.
- [5] 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.
- [6] 张遂申.油莎草生长发育及其块茎在土层中分布状况观察[J].中国油料作物学报,1982(2):71-73.
- [7] 金梦阳,段先琴,赵永国,等.油莎豆干物质积累、分配及转化规律研究初报[J].西南农业学报,2010,23(2):475-479.
- [8] 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.
- [9] 谢婷婷,柳俊.光周期诱导马铃薯块茎形成的分子机理研究进展[J].中国农业科学,2013,46(22):4657-4664.
- [10] 郭洪云,樊治成,傅连海.大蒜鳞茎形成生理研究进展[J].山东农业大学学报,1998,29(2):257-262.
- [11] 郭得平.光敏素和激素对洋葱鳞茎形成的调控及其作用机制[J].植物生理学通讯,1996(03):228-230.

A Comparative Study on the Formation of Tuber in Different Chufa Strains

YANG Lusheng¹ LI Guoping²

(1.Department of Teaching Affairs, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 35430;

2.College of Ecology and Resource Engineering, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 35430)

Abstract: The paper focused on the tuber formation of *Cyperus esculentus*. The development and growth of tubers in three strains (Puyuan No.5, Puyuan No.6 and Puyuan No.3) were observed and compared by means of natural plant method and sampling method. The preliminary results showed that there were evident differences in tillering number, the initial time of stolons formation, the stolon length and diameter, the initial time of tuber swelling, the tuber number per plant, tuber size and shape and the distribution of tubers in soil among three chufa strains. It provided the scientific basis for further study on tuber formation, development and utilization of *Cyperus esculentus*.

Key words: *Cyperus esculentus*; species; tuber formation; stolons

(上接第 9 页)

On the Iterative Solution of Linear Equations Based on Matlab

WANG Xuebin

(Department of Mathematics and Computer Science, Wuyi University, Wuyishan, Fujian 354300)

Abstract: Combined with the iterative methods for solving linear equations, the paper introduces how to apply Matlab software to solve the linear equations, and an example is presented.

Key words: Matlab; linear equations; numerical solution