

DOI:10.11937/bfyy.201611018

去花对菊芋数量学性状的影响

单丽燕¹, 刘辉², 回飞², 马金星¹, 高凯²

(1. 全国畜牧总站, 北京 100125; 2. 内蒙古民族大学 农学院, 内蒙古 通辽 028043)

摘 要:以白皮菊芋为试材, 通过对现蕾期菊芋去除 1/4 花、1/3 花、1/2 花、全部去除和不去花等 5 个处理, 测定叶片、小花、分枝和块茎数量等相关指标, 探讨了去花对菊芋数量学性状的影响规律, 为提高菊芋块茎生物产量提供理论依据。结果表明: 去花 1/3、1/2 和全株去花提高了单株菊芋块茎数量, 降低单株块茎质量, 1/4 去花对菊芋单株块茎数量和单个块茎质量影响不显著; 去花处理降低了二级分枝和一级分枝的数量; 去花处理增加了单株叶片的数量和单片叶片的质量; 随着去花数量的增加, 单株小花数量呈现“降-升-降”的变化规律, 单个小花质量呈现“降-升”的变化趋势。

关键词:菊芋; 花; 块茎; 去花; 数量学性状

中图分类号:S 632.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)11-0068-03

菊芋(*Helianthus tuberosus* L.) 属菊科向日葵属多年生草本植物, 又名洋姜、姜不辣、鬼子姜。其块茎的菊粉含量约占干物质 70%~90%^[1], 菊粉在外切型菊粉酶作用下分解为单个果糖, 再经发酵生产乙醇, 该过程转化率高达 83%~99%^[2]。因此, 菊芋块茎是燃料乙醇和菊粉产业规模化发展可选择的重要原材料, 其生物产量一直备受关注。现有研究表明, 菊芋地上生物产量(干质量)最高可达 6~7 t·hm⁻²(较差生境条件)或 20~30 t·hm⁻²(较好生境条件), 块茎生物产量(干质量)范围在 2~3 t·hm⁻²和 10~15 t·hm⁻²^[3]。我国学者在江苏东海和内蒙古锡林河流域利用弃耕地进行菊芋种植, 结果表明, 江苏东海菊芋地上生物产量(干质量)最高可达 7 t·hm⁻², 块茎生物产量(干质量)最高可达 2 t·hm⁻²; 内蒙古锡林河流域地上生物产量(干质量)最高可达 4 t·hm⁻², 块茎生物产量(干质量)最高可达 1.2 t·hm⁻²^[4]。以上研究可以看出, 菊芋地上生物产量远高于块茎。而在生物乙醇和菊粉生产过程中, 主要原材料为块茎部分。针对这种实际情况, 国内外学者分别从菊芋的肥料管理^[5-6]、收获时间^[7]、种植密度^[8]、水分管理^[9]等角度就如何提高

菊芋块茎产量进行了大量研究, 并取得了丰硕成果。然而上述各项措施虽然在一定程度上提高了菊芋块茎产量, 但也出现一些新的问题, 如氮肥施入能够有效的提高菊芋块茎产量, 同时氮肥也会导致茎、叶徒长而影响到地下块茎产量^[3,5-6]。出现类似情况的主要原因是作物产量的形成除了受栽培管理措施影响外, 还和同化物在各器官之间积累、运输、分配有直接关系, 主要受源-库关系影响。

菊芋生长发育主要分 2 个阶段, 即营养生长阶段和生殖生长阶段。其中营养生长阶段主要是菊芋的茎秆、叶片和根系的生长; 生殖生长阶段从现蕾期开始, 该阶段主要是花和块茎的形成。从物质分配和运输规律来看, 营养阶段菊芋光合产物和根系吸收的营养主要优先供应给茎秆、根系和叶片; 而生殖生长阶段, 由于生殖器官花和块茎的出现, 菊芋的光合产物、根系吸收的营养物质以及植物自身贮藏的营养物质则主要向花和块茎运输。现以白皮菊芋为试材, 在菊芋 2/3 现蕾后第 7 天剪去 1/4 花、1/3 花、1/2 花、全部去除和不去花等 5 个处理, 研究测定叶片、小花、侧枝和块茎数量等相关数量学指标, 探讨是否去花对菊芋数量学性状的影响规律, 以期为提高菊芋块茎生物产量提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

研究地位于西辽河平原内蒙古民族大学农学院试验农场。地处北纬 43°36', 东经 122°22', 海拔 178 m, 属典型的温带大陆性季风气候, 年平均气温 6.4℃, 极端最低温 -30.9℃, ≥10℃积温 3 184℃, 无霜期 150 d, 年均

第一作者简介:单丽燕(1979-), 女, 吉林临江人, 硕士, 工程师, 现主要从事草原与饲料管理等研究工作。E-mail:353006558@qq.com.

责任作者:高凯(1979-), 男, 吉林农安人, 博士, 教授, 现主要从事草地资源与利用等研究工作。E-mail:gaokai555@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31201844, 31560672); 内蒙古自治区科技英才资助项目; 通辽市与内蒙古民族大学科技合作资助项目(SXYB2012080)。

收稿日期:2016-02-17

降水量 399.1 mm, 生长季(4—9月)降水量占全年的 89%。试验地土壤为灰色草甸土, 为当地主要土壤类型, 土壤有机质含量 $18.23 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、碱解氮 $62.41 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效磷 $38.61 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $184.58 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、pH 8.20。试验地具有井灌条件。

1.2 试验材料

供试菊芋(白皮)于 2014 年 5 月 6 日种植于试验地, 种植密度为 $0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}$, 播种深度 15 cm。选取 30~40 g, 无病、无伤的块茎作种。出苗后定株, 保证种植密度, 进行正常的田间除草、灌水等管理措施, 收获时间为 2014 年 10 月 15 日。

1.3 试验方法

去花处理从菊芋 2/3 现蕾后第 7 天剪除(包括花和花蕾), 设去 1/4 花、去 1/3 花、去 1/2 花、全部去花、对照(不去花)5 个处理, 5 次重复。

1.4 项目测定

叶片数量、小花数量、分枝数量、块茎数量在收获期(2014 年 10 月 15 日)进行统计和取样, 将样品带回实验室, 105°C 条件下杀青 30 min, $70\sim 80^\circ\text{C}$ 条件下烘干 24 h, 称重, 并计算单片叶片质量、单朵小花质量和单个块茎质量。

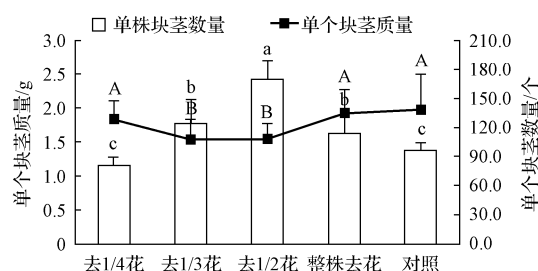
1.5 数据分析

数据计算利用 Excel 软件完成, 利用 SAS 软件进行单因素方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 去花对块茎的影响

由图 1 可知, 去除花在一定程度上能够提高菊芋块茎的数量, 其中去 1/2 花单株块茎数量最高, 显著高于其它各处理和对照, 整株去花和去 1/3 花块茎数量显著高于对照和去 1/4 花处理($P<0.05$), 对照和去 1/4 花处理之间没有显著差异; 对照、整株去花和去 1/4 花的单个块茎质量显著高于去 1/3 花和去 1/2 花($P<0.05$), 对照、整株去花和去 1/4 花三者之间及去 1/3 花和去 1/2 花二者之间均没有显著差异; 从单株块茎数量和单个块茎质量对应关系可以看出, 单株块茎数量高的去 1/2 花处理其对应的单个块茎质量相对较低, 而单株



注: 不同字母代表在 0.05 水平下差异显著, 下同。

图 1 去花对单个块茎数量和质量的影響

块茎数量相对较少的对照、整株去花和去 1/4 花处理其单个块茎质量相对较高。

2.2 去花对叶片的影响

由图 2 可知, 不同去花处理单株叶片数量的高低顺序为去 1/4 花>去 1/2 花>去 1/3 花>整株去花>对照, 其中去 1/4 花处理单株叶片数量显著高于其它各处理($P<0.05$), 去 1/2 花条件下单株叶片数量显著高于去 1/3 花、整株去花和对照($P<0.05$), 后三者之间无显著性差异; 单株叶片质量顺序为去 1/4 花>去 1/2 花>整株去花>去 1/3 花>对照, 去 1/4 花和去 1/2 花单株叶片质量显著高于去 1/3 花、整株去花和对照($P<0.05$); 单株叶片数量和单株叶片质量对应关系可以看出, 二者并没有像单株块茎数量和单个块茎质量之间表现相反的变化规律, 而是表现出一致的变化规律。

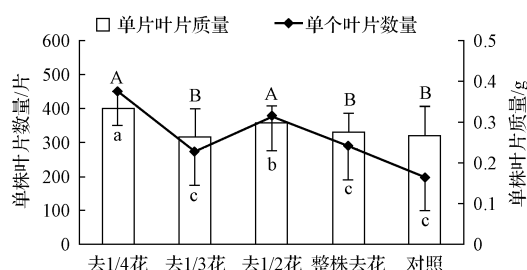


图 2 去花对单株叶片数量和质量的影响

2.3 去花对分枝数量的影响

由图 3 可知, 去花处理降低了菊芋一级分枝和二级分枝的数量。其中对照和去 1/4 花处理条件下菊芋的二级分枝数量和一级分枝数量均显著高于其它处理($P<0.05$), 去 1/3 花、去 1/2 花和整株去花等 3 个处理条件下一级分枝数量之间没有显著差异, 其中去 1/3 花和整株去花 2 个处理之间二级分枝数量也没有显著差异。

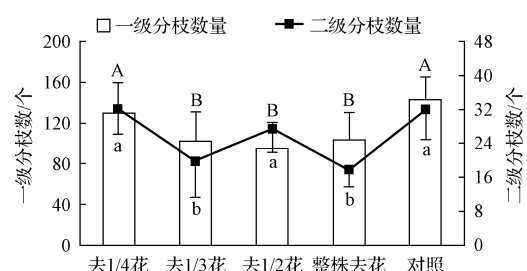


图 3 去花对分枝数量的影响

2.4 去花对单株小花数量的影响

由图 4 可知, 去 1/4 花、去 1/2 花和对照三者单株小花数量显著高于去 1/3 花和整株去花($P<0.05$), 前三者之间单株小花数量没有显著差异, 后二者之间也没有显著差异; 不同处理之间单个小花质量的大小顺序为整株去花>去 1/2 花>对照>去 1/4

花>去 1/3 花,方差分析结果显示各处理之间单个小花质量无显著性差异。

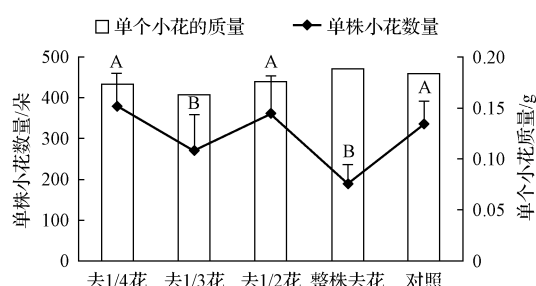


图4 去花处理对单株小花数量和单个小花质量的影响

3 讨论

菊芋作为生物燃料供给原料已被人们所认可,其主要利用器官是茎秆和块茎。茎秆含丰富的纤维素、木质素,经过降解形成生物乙醇;而块茎主要成分为菊粉,其在外切型菊粉酶的作用下分解为单个果糖,在经发酵生产乙醇,该过程转化率高可达 83%~99%^[10]。因此,块茎是菊芋利用过程中的重要器官,如何提高菊芋块茎产量也成为学者们研究的重点内容。而菊芋块茎形成过程主要从生殖生长阶段开始,也就是块茎从现蕾期开始形成,一直延续到最后收获^[3]。这个时期茎秆、叶片和根系的生长基本停止,光合营养物质、根系吸收营养物质和营养器官的贮藏营养物质开始向生殖器官块茎和花运输。因此,通过去除生殖生长阶段小花,减少营养物质向花运输,理论上能够增加向块茎运输营养物质的数量,从而提高块茎的生物产量。该研究结果也验证了上述假设,其中去花 1/2、1/3 和整株去除条件下块茎的数量显著得到提高,但块茎数量增加的同时块茎单质量却出现降低。从图 1 可以看出,单个块茎质量尽管有波动,但变化较小,没有块茎个数增加的明显。且通过对单株块茎质量的计算也验证了去花 1/2、1/3 和整株去

除条件下单株块茎产量是增加的。而去 1/4 花处理条件下块茎产量下降,这也表明去花虽然能够提高菊芋块茎生物产量,但是去花数量的多少也是影响单株块茎生物产量的重要指标。从叶片角度看,去花也具有提高菊芋块茎生物产量的趋势,不同去花处理下叶片的数量均要高于对照,而叶片是植物光合作用的主要器官,叶片的增加必然导致光和产物的增加,为块茎营养物质的积累提供的营养物质也随之增加,为块茎生物产量的提高提供了物质保障。

参考文献

- [1] 汪伦记,董应.以菊芋粉为原料同步糖化发酵生产燃料乙醇[J].农业工程学报,2009,25(11):263-269.
- [2] PANCHEV I,DELICHEV N,KOVACHEVA D,et al. Physicochemical characteristics of inulins obtained from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)[J]. European Food Research and Technology, 2011,233(5): 889-896.
- [3] DENOROY P. The crop physiology of *Helianthus tuberosus* L.: A model orientated view[J]. Biomass and Bioenergy,1996,11(1):11-32.
- [4] GAO K,ZHU T X,HAN G D. Effect of irrigation and nitrogen addition on yield and height of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)[J]. African Journal of Biotechnology,2011,10(34):6466-6472.
- [5] 钟启文,刘素英,王丽慧,等.菊芋氮、磷、钾吸收积累与分配特征研究[J].植物营养与肥料学报,2009,15(4):948-952.
- [6] 赵秀芳,杨劲松,蔡彦明,等.苏北滩涂区施肥对菊芋生长和土壤氮素累积的影响[J].农业环境学报,2003,29(3):521-526.
- [7] WANPEN S,TANABOON S. Influence of harvest time and storage temperature on characteristics of inulin from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005,37:93-100.
- [8] 杨君,姜吉禹.海水灌溉条件下菊芋种植密度对土壤无机盐及产量的影响[J].吉林师范大学学报(自然科学版),2009,29(4):140-143.
- [9] 杨斌,张恒嘉,李有先,等.不同灌水量对菊芋生长及水分利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2010(2):17-20.
- [10] YU J,JIANG J X,ZHANG Y Q,et al. Simultaneous saccharification and fermentation of Jerusalem Artichoke tubers to ethanol with an inulinase-hyperproducing yeast *Kluyveromyces cicerisporus* [J]. Chinese Journal of Biotechnology,2010,26(7):982-990.

Effect of Deflorate on Quantitative Trait of *Helianthus tuberosus* L.

SHAN Liyan¹, LIU Hui², HUI Fei², MA Jinxing¹, GAO Kai²

(1. National Animal Husbandry Service, Beijing 100125; 2. College of Agronomy, Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia 028043)

Abstract: Taking *Helianthus tuberosus* L. as material, by testing leaf number, flower number, branch number, tuber number after removing flower 1/4, 1/3, 1/2, total flowers and control, the effect of deflorate on quantitative trait in *Helianthus tuberosus* L. was studied. The results showed that the tuber number was improved and single tuber weight was decreased under removing flower 1/3, 1/2 and total flowers, and there was no remarkable influence on between removing 1/4 flower and control; the number of branch was decreased by removing flower; the single leaf weight and number of leaf were improved by removing flower; changing trend of single plant flower number indicated 'fall-rise-fall', and single flower weight indicated 'rise-fall' with the increase removing the number of flowers.

Keywords: *Helianthus tuberosus* L.; flower; tuber; deflorate; quantitative trait