

菊芋的生态功能研究

刘丹梅^{1,2}, 姜吉禹³, 杨 君²

(1. 辽东学院 辽宁 丹东 118001; 2. 大连理工大学 环境与生命学院, 辽宁 大连 116024; 3. 大连神菊菊芋生态有限公司, 辽宁 大连 116024)

摘 要: 菊芋不仅是一种优良的家畜饲料, 而且具有多重生态功能, 是生态价值巨大的抗逆、高产、高密度能源植物。现主要对其在耐寒、耐旱、耐盐碱及作为能源植物等生态功能及应用价值方面进行了探讨, 并就今后菊芋生态功能的研究和利用提出了展望。

关键词: 菊芋; 生态功能; 抗逆性; 能源植物

中图分类号: S 632.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)10-0140-03

菊芋 (*Helianthus tuberosus* L.) 是一种无性繁殖的多年生向日葵属草本植物。产于北美, 经欧洲传入中国, 现在中国南北各地均有分布。菊芋利用块茎再生植株, 一次播种多次收获, 可以在地下无限繁殖, 产量极高。最初常被认为是牧场中的杂草, 到 17 世纪中期在欧洲被作为畜禽饲料进而作为农作物种植^[1]。

菊芋生态适应性强, 耐贫瘠, 耐寒, 耐旱, 抗风沙能力强; 而其块茎中富含菊糖, 含量比甘蔗高出 30%, 甜度更是蔗糖的一倍, 其地上部分生物量巨大, 可作为纤维素乙醇生产的优质原料, 是为数不多的抗逆高产、高密度能源植物, 适合在荒漠、滩涂、盐碱草地等边缘性土地上推广耕种, 不与粮争地, 生态价值巨大。

我国是一个人口众多, 耕地稀少的国家。我国土地总面积占世界土地总面积的 7.2%, 居世界第 3 位, 但人均耕地面积为 927 m², 约相当于世界人均耕地面积的 40%。我国沿海 11 个省区滩涂资源总面积 353.87 万 hm², 沙漠和沙漠化土地 33.4 万 km²^[2]。显然, 对菊芋生态功能的充分分析和利用, 对于我国大量不适宜耕种的边缘土地资源的合理利用、防风治沙, 缓解能源危机都有重要作用。

1 菊芋的耐寒、耐旱特性及其应用

菊芋是 C₃ 植物, 具有很高的光合速率, 在普通和胁迫环境下都有很高的生长率。菊芋性喜稍清凉而干燥的气候, 耐寒、耐旱, 块茎在 6~7℃ 时萌动发芽, 8~10℃ 出苗, 4 月初叶片露出地面并开始生长, 期间晚霜对其毫无影响和损害, 18~22℃ 和 12 h 日照有利于块茎形成。菊芋利用块茎再生植株, 可以每年 20 倍以上的速度进行繁殖。

第一作者简介: 刘丹梅(1973), 女, 在读博士, 副教授, 现主要从事植物分子生物学研究工作。E-mail: ddliudanmei@163.com。

基金项目: 大连市科技计划资助项目(2007B10NC137)。

收稿日期: 2009-05-20

菊芋幼苗能耐 1~2℃ 低温, 块茎在 -25~-40℃ 的冻土层内可安全越冬, 分离的原生质体也显示出极佳的冰冻耐受性(<25℃)^[3]。Pitel 等^[4]观察到冷害处理的菊芋细胞膜流动性降低, 进一步分析表明, 冷害处理使菊芋原生质膜的磷脂酰乙醇胺(PE)/卵磷脂(PC)比率增加, 由于 PE 的高粘度, 提高了质膜的硬度。Donatella 等^[5]研究发现低温条件解除菊芋休眠期后, 其细胞内精氨酸和谷氨酸盐显著降低, 相应的多胺显著增加, 表明菊芋可能通过提高内源多胺的含量来减轻冷害发生。

菊芋根系发达, 每株有上百根 0.5~2 m 长的根系深扎土中。由于繁殖力强, 因而只需 2~3 a 就会在土地表层形成茂密的菊芋茎和根系, 牢固锁住地表层水土。在极端干旱的环境下, 菊芋的地上茎会变得细矮, 不开花, 或少开花, 地下茎小, 但绝不会旱死。在雨季, 菊芋的根系会贮存大量的水分, 以备干旱时逐渐供给叶茎的生长, 而菊芋的地上茎和叶片上长有类似绒毛的组织, 可大大减少水分的蒸发。可见, 菊芋的细胞器在环境胁迫下的自动调节能力, 使其具有特殊的抗旱耐寒能力。

菊芋的抗寒耐旱特性, 使其在我国北方、西北干旱缺水地区的应用前景十分巨大。目前, 我国的青海、陕西、内蒙和辽宁等地已经开展菊芋丰产栽培和荒漠化治理实验, 取得的数据为菊芋在沙区的进一步推广应用奠定了基础^[6-9]。

2 菊芋的耐盐碱机理及其应用

菊芋具有良好的耐盐性。研究表明其幼苗根部维持较高的 K⁺ 含量^[10]。K⁺ 是植物所必需的一种以相对高浓度存在的阳离子, 细胞质中维持高于某特定值的 K⁺ 浓度, 对其生长及耐盐性都是非常必要。因此, 根部较高的 K⁺ 含量对于维持一定的 Na⁺/K⁺ 具有重要的意义, 是菊芋耐盐特性的重要基础。NaCl 胁迫后, 菊芋幼苗 Cl⁻ 和 Na⁺ 的分布为: 茎>根>叶, 其主要聚集部位是茎部^[11-13]。菊芋在 NaCl 胁迫下 Cl⁻ 和 Na⁺ 在茎部的区域化具有重要的意义, 可以减少 Cl⁻ 和 Na⁺ 向叶片的运

输和积累,缓解 Cl 和 Na⁺ 积累可能造成毒害。因此,菊芋具有良好的机制以适应一定的盐度环境,具备在盐碱地种植推广的可能性和可行性。

2005 年,中国菊芋防沙第一人的姜吉禹在含盐量 20 g/kg 的盐碱地试种菊芋取得成功。南京农业大学在山东莱州滩涂示范区,用海水灌溉,667 m²产鲜菊芋可达 4 000 kg 以上,折算块茎干物量 667 m²产量为 1 200 kg 左右,茎叶干重 1 300 kg 以上,超过玉米和小麦的生物量单产水平。这些实践为沿海滩涂、盐碱地的开发利用带来机会,开拓了新的途径。

根据联合国教科文组织和粮农组织不完全统计,全世界盐碱地的面积为 9.5438 亿 hm², 其中我国为 9 913 万 hm²。黑龙江、吉林、新疆等内陆重要粮食生产区的碳酸钠盐碱地面积较大,并在呈扩大趋势。此外,我国现有 200 万 hm²沿海滩涂非耕地尚未得到很好的开发利用,每年还以 1.33~2.0 万 hm²的速度递增。利用盐荒地及滩涂资源积极发展菊芋的规模化种植,对我国盐荒地的利用,增加可利用土地面积具有现实和深远的历史意义。

3 新型的非粮基生物质能源植物

能源是关乎国家和人类的可持续发展的重要问题。从环保、生态的角度,以生物质等可再生能源替代不可再生的化石能源是大势所趋。但我国人口众多,耕地面积不足,能源与粮食的竞争使粮食基生物质能源的发展受到了严重的限制。以我国车用燃料乙醇的需求为例,如果全国推广使用燃料乙醇,总需求在每年 500 万 t 以上,而目前我国燃料乙醇生产能力仅有 100 万 t,并且主要以玉米、小麦等粮食作物为原料。因此,发展非粮基生物质能源势在必行。

来自菊芋的菊粉是目前替代粮食淀粉最理想的高产生物质资源之一。菊粉在菊粉酶的催化作用下可水解成果糖,这是菊芋生物炼制,获取乙醇、丙酮、丁醇、葡萄糖酸、山梨醇等生物基化学品的关键步骤。该植物产量潜力大(1 hm²可产 50×10³ kg 以上的块茎),能源密度高,可作为工业酒精的上乘原料。周正等^[14]发现以菊芋替代玉米发酵生产乙醇的试验中,酿酒酵母 BY4742 可以很好地利用菊芋水解产物生长和代谢,生物量和乙醇产量和葡萄糖或果糖做底物时相比无明显差异。菊芋燃料乙醇与玉米燃料乙醇相比具有明显的成本优势。如果通过提高原料的利用率,增加副产品的利润,菊芋燃料乙醇的优势将更加明显。因此,由菊芋生产燃料乙

醇不仅符合我国利用非粮作物生产燃料乙醇的发展战略,同时也能够带来丰厚的利润。

4 展望

生态价值的体现涉及生态系统、经济系统和社会系统。菊芋超强的生态适应性及其作为能源植物的巨大应用潜力,使其在发挥治理沙漠、利用盐碱荒地、绿化环保的生态价值的同时,也必然围绕以菊芋为核心的生物基产品产业链的开发产生巨大的经济价值。因此,对菊芋生态功能及其机理的科学认识,以及对其生态功能的进一步发掘,必将带来经济、生态和社会的三重效益。

参考文献

- [1] Swanton C J, Cavers P B. Biomass and Nutrient Allocation Patterns in Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) [J]. Can J Bot, 1989, 67: 2880-2887.
- [2] 何书金. 中国典型地区沿海滩涂资源开发 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [3] Murai M, Yoshida S. Evidence for the Cell Wall Involvement in Temporal Changes in Freezing Tolerance of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers during Cold Acclimation [J]. Plant Cell Physiol, 1998, 39: 97-105.
- [4] Pitel G, Sueldo R, Coudret A, et al. Plasmalemma Fluidity in Parenchyma Cells from Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Tubers during the Break of Dormancy [J]. Biologia Plantarum, 1992, 34: 373-380.
- [5] Donatella S F, Nello B, Pier G C, et al. Polyamines and Nucleic Acids during the First Cell Cycle of *Helianthus tuberosus* Tissue after the Dormancy Break [J]. Planta, 1980, 148: 332-337.
- [6] 樊光辉, 马玉林. 柴达木盆地荒漠地菊芋栽培试验 [J]. 青海农林科技, 2008(3): 16-17.
- [7] 史黎红. 高寒地区菊芋丰产栽培技术 [J]. 北方园艺, 2008(4): 136.
- [8] 李璟琦. 陕西榆林沙区菊芋资源的综合利用及发展前景 [J]. 陕西农业科学, 2008(3): 141-143.
- [9] 范国儒, 秦秀忱, 金志刚. 菊芋在辽宁沙区的栽植技术及试验效果分析 [J]. 辽宁林业科技, 2004(4): 15-16.
- [10] 夏天翔, 刘兆普, 慕长海等. 莱州湾利用海水资源灌溉菊芋研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22: 60-63.
- [11] Long X H, Chi J H, Liu L, et al. Effect of Seawater Stress on Physiological and Biochemical Responses of Five Jerusalem Artichoke Ecotypes [J]. Pedosphere, 2009, 19: 208-216.
- [12] Long X H, Metha S K, Liu Z P. Effect of NO₃⁻ N Enrichment on Seawater Stress Tolerance of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) [J]. Pedosphere, 2008, 18: 113-123.
- [13] Monti A, Amaducci M T, Venturi G. Growth Response, Leaf Gas Exchange and Fructans Accumulation of Jerusalem Artichoke (*Helianthus Tuberosus* L.) as Affected by Different Water Regime [J]. Europ J Agronomy, 2005, 23: 136-145.
- [14] 周正, 曹海龙, 朱豫. 菊芋替代玉米发酵生产乙醇的初步研究 [J]. 西北农业学报, 2008(17): 297-301, 305.

砂梨采后生理及贮藏技术研究

王志华, 王文辉, 丁丹丹, 王宝亮, 徐成楠

(中国农业科学院 果树研究所, 辽宁 兴城 125100)

摘要: 简述砂梨果实采后呼吸、乙烯等主要生理特性, 综述国内外预冷、CA 气调贮藏、冷藏及 1-MCP 保鲜剂等贮藏技术对砂梨保鲜效果的研究进展。

关键词: 砂梨; 生理特性; 贮藏技术

中图分类号: S 661.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)10-0142-04

砂梨(*Pyrus pyrifolia* Nakai)属亚洲脆肉型梨系统之一, 原产我国长江流域及日本、韩国, 目前在我国华北、长江流域及其以南地区的 10 多个省份均有栽培, 国外以日本、韩国、朝鲜等国家栽培较多。砂梨果实多为大果型, 且形状整齐, 多为圆形或扁圆形, 果皮色泽多为绿色或褐色, 果点较大, 肉质细嫩且脆而多汁, 营养丰富。目前中国主栽的砂梨品种有日本的三水(丰水, 幸水, 新水)、爱宕、新世纪和新高等, 韩国的黄金、大果水晶和新引进的圆黄梨, 国内品种绿宝石、黄冠、黄花、西子绿、翠冠和中梨一号等^[1], 其中黄冠、翠冠和中梨一号等早中熟梨品种, 栽培面积约占全国梨栽培面积的 10%左右; 黄花梨栽培面积较大, 占我国梨栽培面积的 12%^[2]。对砂梨采后贮藏特性及方法的研究仅中、日、韩三国, 因砂梨不同品种的生理生化特性差别很大, 且不同品种的呼吸跃变类型的确定在不同国家和地区尚存争议。

第一作者简介: 王志华(1975-), 女, 山西孟县人, 本科, 助理研究员, 现主要从事果品采后生理与贮藏保鲜技术研究工作。E-mail: wangzhihua415000@163.com。

基金项目: “十一·五”国家科技支撑计划资助项目(2006BAD22B04)。

收稿日期: 2009-05-20

1 砂梨果实采后以呼吸、乙烯为主的生理特性

采收后梨果实是活的生命体, 果实内部进行各种复杂的代谢活动, 呼吸强度和乙烯释放量的变化是最明显的特征。Carlos H^[3]等人报道亚洲梨的呼吸强度范围为 10~15 mL CO₂/(kg·h) (20℃), 某些品种如 20 世纪(Nijisseiki)、幸水(Kousui)和新高(Nitaka)乙烯产量很少, 无呼吸跃变(成熟时无 CO₂ 升高); 其它品种如酥梨(Tsu Li)、鸭梨(YaLi)、长十郎(Chojuro)、“Shinsui”、菊水(Kikusui)和丰水(Housui)有呼吸跃变(成熟时 CO₂ 升高)。目前对于不同砂梨品种的呼吸跃变类型的确定比较复杂, 一些品种呼吸类型还存在争议。Yoo W J 等^[4]用 500 mg/L 乙烯处理的黄金梨果实在常温条件下贮藏呼吸强度和乙烯释放量没有明显的呼吸高峰, 属于非跃变型果实; 王文辉^[5]、李湘利^[6]发现室温下贮藏黄金梨呼吸强度曲线呈波浪式变化, 总体呈下降趋势, 没有明显的呼吸跃变, 属于非跃变型果实; 而程和禾^[7]采用密封取气法测定常温下贮藏黄金梨的呼吸强度变化, 认为有呼吸高峰出现, 属跃变型果实。Hong S S^[8]认为圆黄梨(Wonhwang)有一定程度的呼吸跃变, 花山梨(Hwasan)和万寿梨(Mansoo)无呼吸跃变。目前, 尚无公认的判断砂梨呼吸跃变的标准, 对于呼吸强度变化不明显的品种, 判断其呼吸类型还需要考察其它生理生化

Ecological Functions of *Jerusalem artichoke*

LIU Dan-mei^{1,2}, JIANG Ji-yu³, YANG Jun²

(1. Eastern Liaoning University, Dandong, Liaoning 118001, China; 2. Department of Biological Science and Technology, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116024 China; 3. Dalian Shenju Taro Ecological Development Co., Ltd, Dalian, Liaoning 116024 China)

Abstract: *Jerusalem artichoke* is an excellent livestock feed, also serves multiple ecological functions. It shows significant ecological and commercial importance for its strong stress tolerance, very high yield potential and utilization as biofuels. In this paper, the stress tolerance of *Jerusalem artichoke* against cold, drought and salt, as well as its role in biomass energy source are reviewed and prospected.

Key words: *Jerusalem artichoke*; Ecological functions; Stress tolerance; Energy plants