

殷剑美,张培通,王立,等.芋头植株养分含量和积累动态分析[J].江苏农业科学,2016,44(10):200-204.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.052

芋头植株养分含量和积累动态分析

殷剑美,张培通,王立,韩晓勇,郭文琦,李春宏

(江苏省农业科学院经济作物研究所,江苏南京 210014)

摘要:课题分析芋头植株主要养分元素吸收和分配动态特征。结果表明,芋头对氮、磷的吸收高峰期主要在苗期和膨大期,分别满足茎叶增长和球茎膨大需求;钾的积累主要在地下球茎膨大盛期之前,分配于叶柄,持续时间较长;钙元素需求旺期在地上部营养体最大期之前,主要分配于叶片和叶柄,后期则分配于球茎膨大;铁元素的积累高峰期主要在球茎膨大之后,先以母芋为中心,再转为子孙芋。

关键词:芋头;养分元素;积累;动态分析

中图分类号: S632.306 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0200-05

芋头 [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] 是一种重要粮菜兼用作物,具有丰富的营养和药用价值,随着近年来城市居民膳食结构的优化,芋头受到越来越多消费者青睐,种植面积逐年扩大。但近年来对芋头的研究多集中于栽培措施优化等方面^[1-2],关于芋头科学施肥技术研究较少^[3],未见芋头养分含量及需肥特点的研究报道。因此长期以来,芋头的施肥多按传统经验进行,在生产上存在着盲目施肥的现象。肥料的应用对作物的产量和品质均有着重要影响,因此,笔者就芋头植

株中养分含量积累特点进行了研究,为芋头生产科学施肥提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

靖江香沙芋。

1.2 试验设计

芋头采取大小行种植,大行距 80 cm,小行距 40 cm,株距 33 cm,每小区 6 行,长 6 m,施肥、浇水、病虫害防治等按照靖江香沙芋高产优质栽培技术要求进行。分别于 2013 年和 2014 年在香沙芋高产示范基地(泰州市)取样。2013 年在高港区大泗镇香沙芋示范基地,前茬为水稻后冬闲田,播期为 4 月 3 日,出苗期为 5 月上旬;2014 年在靖江市马桥镇香沙芋

收稿日期:2015-08-13

基金项目:江苏省泰州市农业科技支撑计划(编号:TN201320)

作者简介:殷剑美(1977—),女,江苏丹阳人,博士,研究员,主要从事特色经济作物研究。E-mail: yinjm2006@sohu.com。

[20] 齐敏. 菠菜品种间品质评价及其叶酸含量测定方法的研究[D]. 南京:南京农业大学,2009:27.

[21] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J]. 农业工程学报,2005,21(增刊2):1-4.

[22] Riberiro H M, Romero A M, Pereira H, et al. Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrates for seedlings production[J]. Bioresource Technology, 2007,98(17):3294-3297.

[23] 李蒙,杜静,束胜,等. 樱桃番茄栽培醋糟基质配方研究[J]. 沈阳农业大学学报,2015,46(1):19-25.

[24] Garcia-Gomez A, Bernal M P, Roig A. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes[J]. Bioresource Technology, 2002,83(2):81-87.

[25] 宋晓晓. 不同配比有机基质对生菜生长、产量及品质的影响[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013:44.

[26] Abad M, Noguera P, Burés S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: a case study in Spain[J]. Bioresource Technology, 2001,77(2):197-200.

[27] 刘超杰,郭世荣,王长义,等. 混配醋糟复合基质对辣椒幼苗生长的影响[J]. 园艺学报,2010,37(4):559-566.

[28] 周跃华,聂艳丽,赵永红,等. 国内外固体基质研究概况[J]. 中国生态农业学报,2005,13(4):40-43.

[29] 孙锦,韩丽君,于庆文. 海藻提取物在当归上的应用效果[J]. 海洋科学,2005,29(4):8-10.

[30] 保万魁,王旭,封朝晖,等. 海藻提取物在农业生产中的应用[J]. 中国土壤与肥料,2008(5):12-18.

[31] 赵鲁,王旭,赵建忠. 海藻提取物与锰肥配施对生菜生长的影响[J]. 中国土壤与肥料,2008(6):64-66.

[32] Cassens R G. Residual nitrite in cured meats[J]. Food Technology, 1997,51(2):53-55.

[33] Chan T Y K. Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinemia[J]. Toxicology Letters, 2001,200(1):107-108.

[34] Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content intake and EC regulation[J]. Journal of Science of Food and Agriculture, 2006,86(1):10-17.

[35] 孙威. 叶类蔬菜贮存过程中硝酸盐和亚硝酸盐的含量研究[D]. 长春:东北师范大学,2006:5.

[36] 汤亚芳. 小白菜低硝酸盐积累品种筛选及其生理特征研究[D]. 武汉:华中农业大学,2014:14-23.

[37] 孙锦,韩丽君,于庆文. 海藻提取物(海藻肥)在蔬菜上的应用效果研究[J]. 土壤肥料,2006(2):47-51.

[38] 孙兆法,宋朝玉,张淑霞. 海藻提取物对春大白菜产量的影响[J]. 山东农业科学,2009(5):77-78.

[39] 周红梅,李艳霞,王春兰,等. 海藻提取物对小白菜生物量和品质的影响[J]. 山东农业科学,2008(4):61-63.

示范基地,前茬为蔬菜后冬闲田,播期为 3 月 23 日,出苗期为 4 月下旬。施肥方法:基肥施 45% 高效复合肥 $1\ 125\ \text{kg}/\text{hm}^2$;膨大肥分别于 2013 年 7 月 20 日及 2014 年 7 月 23 日施纯硫酸钾肥 $225\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 和 45% 高效复合肥 $750\ \text{kg}/\text{hm}^2$ 。

1.3 植株主要养分元素采集与分析

2013 年和 2014 年分别于芋头生育期的 6 个关键时期(5 叶期、9 叶期、11 叶期、13 叶期、15 叶期和成熟期)进行植株取样,每小区 2 株,3 次重复。分别测定芋头叶片、叶柄、母芋和子孙芋的干物质质量和主要养分元素含量,植株全量氮、磷、钾含量的测定方法分别为:用凯氏定氮法测定全氮;钼锑抗比色法测全磷;火焰光度计法测定全钾。蛋白质含量通过全氮计算得到,即蛋白质含量(%) = 全氮(g/kg) $\times 6.25/10$;全量钙铁采用原子吸收分光光度计测定^[4]。

数据采用 Microsoft Excel 2010 进行分析计算。

2 结果与分析

2.1 芋头植株干物质积累动态特点

分析靖江香沙芋 2 年不同时期各器官干物质积累动态结果(图 1)可知,11 叶期之前,靖江香沙芋干物质增长缓慢,11 叶后进入干物质快速增长期,2013 年度一直持续到收获期,2014 年度持续到 15 叶期。叶片和叶柄的干物质增长动态表现为先持续增长,后持续降低的动态,2013 年度高峰期在 15 叶期,2014 年度高峰期在 13 叶期;母芋的干物质增长动态表现为先增长、后降低的趋势,母芋最大干物质时期均在 15 叶期;子孙芋干物质积累表现为:2013 年度,先缓慢增长,后快速增长,快速增长持续到收获期;2014 年度先缓慢增长,再快速增长(持续到 15 叶期),之后保持缓慢增长的趋势。从干物质分配动态看,11 叶期之前,靖江香沙芋为地上营养生长阶段,11~15 叶期为地上营养生长和地下营养生长并进阶段,其中 11~13 叶期,为以地上营养生长为主的并进阶段,13~15 叶为以地下生殖生长为主的并进阶段,15 叶以后为地下生殖生长阶段。2013 年度和 2014 年度后期干物质积累和分配的差异,可能是由播期差异和气候差异导致后期生长势不同所致,2013 年试验播种偏迟、加之前中期气候干旱,芋头根系发育好,后期生长量较大;而 2014 年度播期较早,且前中期连阴雨较多,芋头根系发育差,后期早衰,导致后期干物积累下降。

2.2 芋头主要养分元素的吸收、积累和分配特点分析

2.2.1 氮和磷养分元素 由图 2 可知,靖江香沙芋氮素和磷素含量器官的动态趋势一致,以叶片、叶柄等地上部分器官较高,而地下部分器官含量较低。叶片氮、磷含量全生育期波动平缓。叶柄含氮、磷量 2013 年表现为 9 叶期前含氮量快速增加,9~11 叶降低,11~15 叶期平缓波动,15 叶以后再提高的动态;2014 年则表现为 15 叶期之前平缓波动、15 叶之后提高的动态。成熟期之前叶片和叶柄含氮、磷量提高,可能是由于成熟期成熟叶片和叶柄枯死,取样的叶片和叶柄均是幼叶所致。11 叶期之后,母芋和子孙芋逐步形成,母芋含氮、磷量快速提高,13 叶期后缓慢提高。子孙芋含氮、磷量逐渐提高,到 13 叶期含氮、磷量达到最高,之后维持相对稳定,15 叶期后又缓慢增长。

芋头植株氮和磷积累量在 11 叶期以前表现为较快增长,

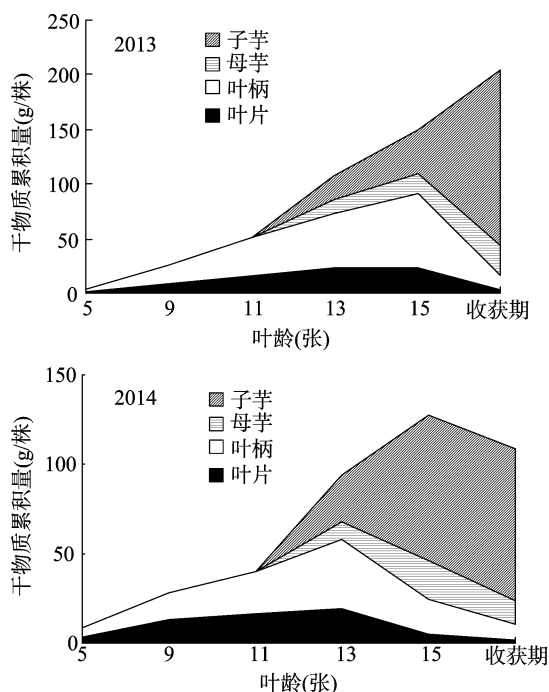


图1 芋头植株干物质积累动态特征

11~13 叶期为快速增长期,13~15 叶期缓慢增长,15 叶期后再次快速增长。叶片和叶柄的氮和磷积累动态趋势一致,在 13 叶期之前直线增长,13 叶期达到最大值,之后增长缓慢(2013 年度)或下降(2014 年度);母芋的氮和磷积累一直呈缓慢增长趋势;子孙芋的氮和磷积累 13 叶期之前缓慢增长,之后增长速率逐步加快,15 叶期之后快速增长。这表明芋头的氮和磷积累有 2 个快速积累高峰期,一是 11~13 叶期,主要是叶片和叶柄快速生长形成了氮和磷积累高峰;二是 15 叶期之后,主要是子孙芋生长形成的氮和磷积累高峰,因此,芋头的氮素和磷素积累前中期主要分配于叶片和叶柄,后期主要分配于子孙芋。氮元素分配在 15 叶之前以叶片和叶柄为主,之后逐步则转为以球茎为主,尤其是子孙芋为主;磷元素积累则在 15 叶(2013 年)和 13 叶(2014 年)之前以叶片和叶柄为主,之后逐步则转为以球茎为主,尤其是子孙芋为主。

2.2.2 钾养分元素 由图 3 可知,芋头叶片、叶柄等地上部分器官钾元素含量高,而地下部分器官含量较低。叶片的含钾量表现为平缓波动。叶柄的含钾量变化较大,2013 年度在 11 叶期前较高,之后逐步下降;2014 年度则表现为以 9 叶期和 13 叶期两个高峰值。11 叶期后母芋和子孙芋开始形成和逐步膨大,钾元素含量逐渐提高。

芋头植株钾积累呈 13 叶期前快速增长,之后缓慢增长或下降趋势,2014 年度在 11~13 叶期出现缓慢增长,可能是期间连续阴雨所致。叶片和叶柄的钾积累表现为以 11 叶期为高峰的前增后降趋势,2013 年度和 2014 年度试验的差别在于:2013 年度高峰期长,2014 年度高峰期短。母芋的钾积累表现为缓慢增长的趋势;子孙芋的钾素积累表现为持续加速增长的趋势。这表明芋头的钾素积累增长高峰期为 5~13 叶,植株钾素积累以叶柄为主,13 叶期之后植株钾素积累增长缓慢或降低,各器官的钾素积累增加以子孙芋为主。叶柄可能是芋头的钾素积累中转器官,膨大盛期后,叶柄钾素将向

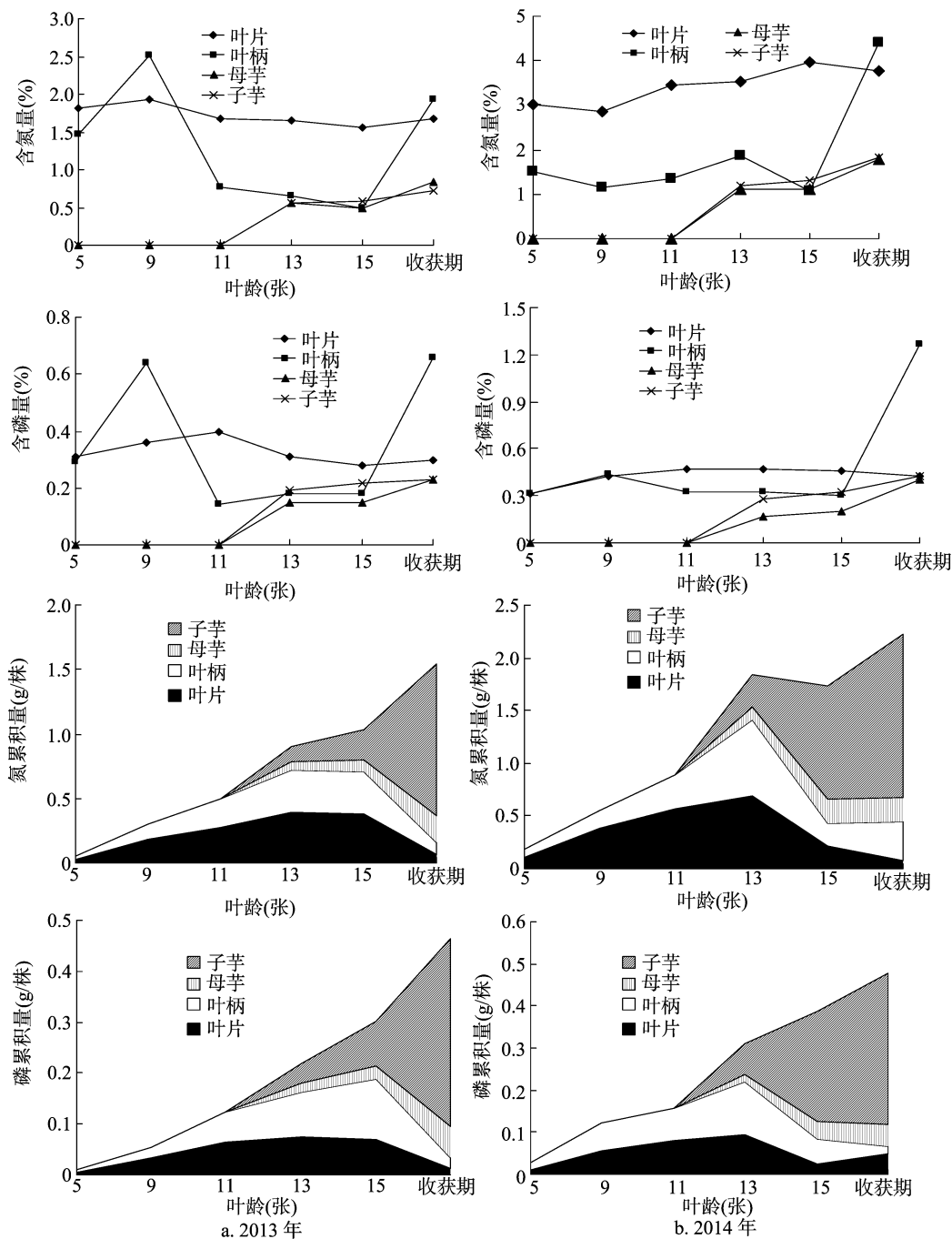


图2 芋头植株氮元素和磷素积累与分配动态

球茎运转,13叶期之前,芋头叶柄钾含量应持续增加。钾元素积累在15叶(2013年)和13叶(2014年)之前以叶片和叶柄为主,之后逐步则转为以球茎为主,尤其是子孙芋为主。

2.2.3 钙养分元素 图4显示,芋头植株各器官钙元素含量由高到低依次为叶片、叶柄、母芋和子孙芋;全生育期叶片和叶柄的含钙量表现为平稳波动的动态趋势;母芋含钙量表现为:2013年度15叶期前快速增长,之后下降的趋势,2014年度持续直线提高的趋势;子孙芋含钙量呈现15叶期前增长,之后下降的动态趋势。

芋头植株的钙积累量动态表现为:以15叶期(2013年度)和13叶期(2014年度)为顶峰的先增后减的动态趋势。

叶片和叶柄的钙元素积累动态趋势与植株钙积累动态具有相似趋势,表现为以13~15叶期(2013年度)或13叶期(2014年度)为顶峰的先增后减的动态趋势。母芋的钙元素积累动态表现为11~15叶期缓慢增长,之后保持基本恒定的动态趋势。子孙芋则表现为持续缓慢增长的趋势。这表明芋头的钙元素积累主要分配于叶片和叶柄,其动态变化主要是由叶片和叶柄积累动态决定的。钙元素积累在15叶(2013年)和13叶(2014年)之前以叶片和叶柄为主,之后逐步则转为以球茎为主,母芋的钙积累量和子孙芋相当。

2.2.4 铁养分元素 图5表明,芋头含铁量由高到低依次为母芋、子孙芋、叶片和叶柄。母芋含铁量表现为以15叶期

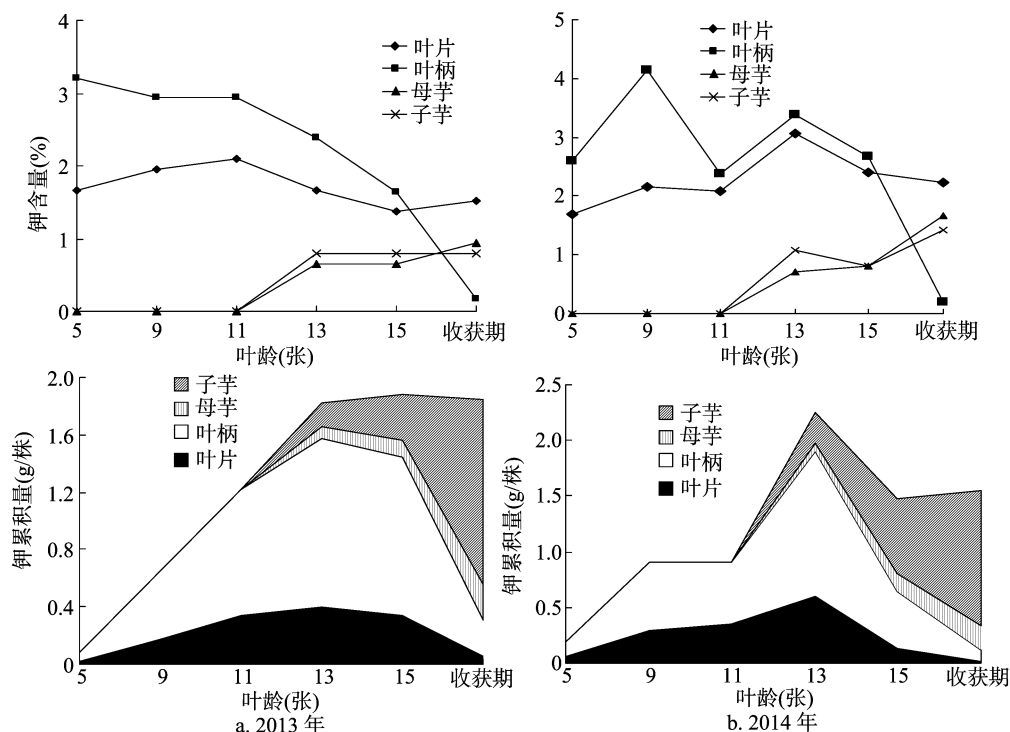


图3 芋头植株钾元素积累与分配动态

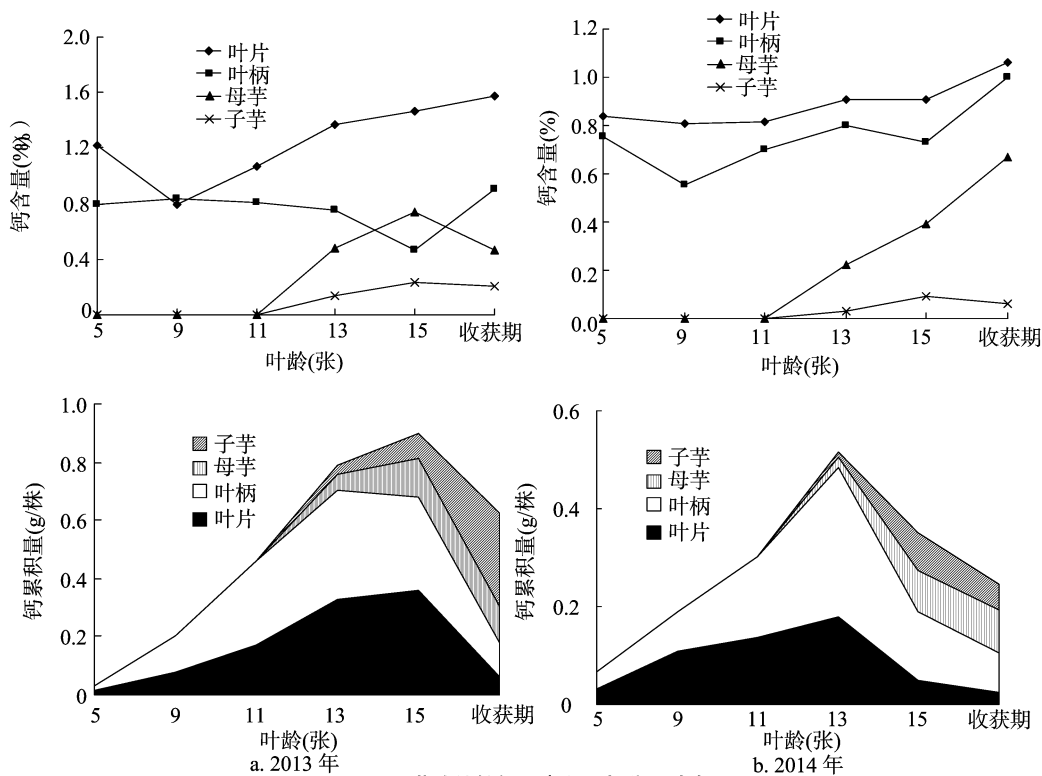


图4 芋头植株钙元素积累与分配动态

(2013 年度)或 13 叶期(2014 年度)为顶峰的前高后低动态趋势;子孙芋则表现为以 13 叶期最高、之前快速提高、之后下降的动态趋势;叶柄表现为以 11 叶期(2013 年度)或 13 叶期(2014 年度)为顶峰的前高后低趋势,2014 年度在 11~13 叶期出现了一个缓降阶段;叶片表现为前期平稳波动,15 叶期后略有增长的动态趋势,这可能是由于后期老叶衰亡枯死,取

样叶片以幼叶为主的原因。铁元素积累在 13 叶之前以叶片和叶柄为主,之后逐步则转为以球茎为主,尤其是母芋为主。

芋头植株铁元素积累量动态为:以 15 叶期(2013 年度)或 13 叶期(2014 年度)为顶峰的先增后减的动态趋势。母芋的铁元素积累量呈以 15 叶期(2013 年度)或 13 叶期(2014 年度)为顶峰的先增后减动态趋势;子孙芋则呈 15 叶期

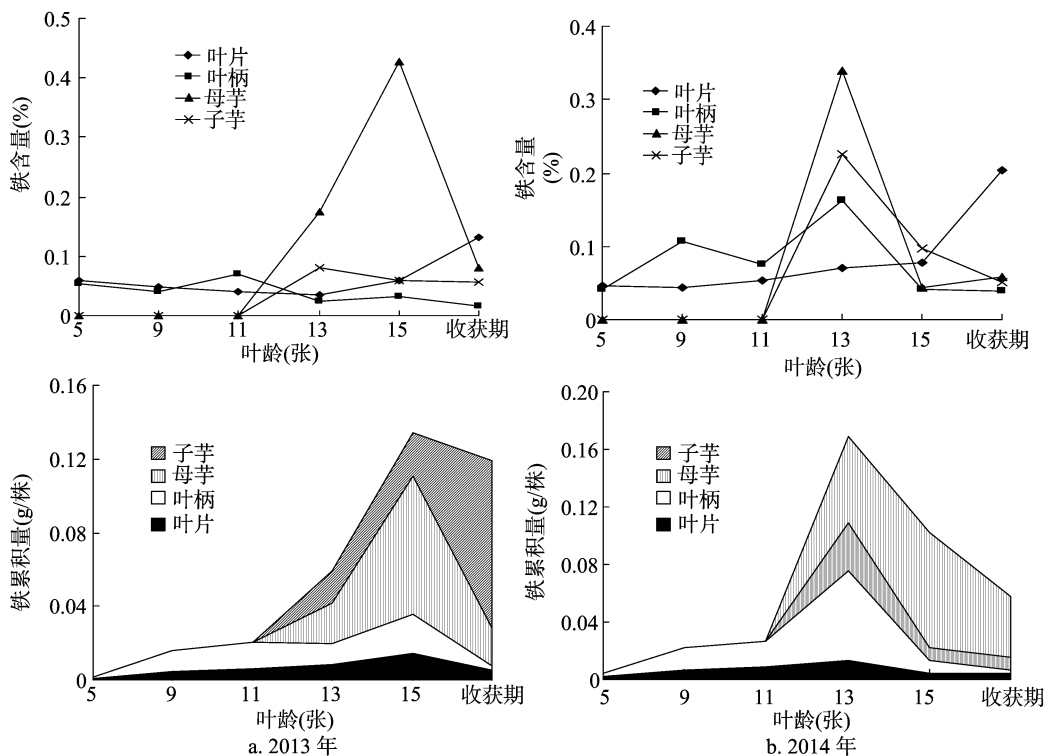


图5 芋头植株铁元素积累与分配动态

(2013年)或13叶期(2014年)前缓慢增长,之后快速增长的动态趋势;叶柄和叶片铁元素积累量较低,动态趋势表现与母芋具有相似。这表明,芋头的铁元素的积累主要在膨大期之后,在13~15叶期(年度之间存在一定差距)之前主要分配于母芋和叶柄,之后转向子芋。

3 讨论

3.1 芋头主要养分元素吸收分配特点

芋头的器官中氮、磷、钙元素含量以叶片最高、叶柄次之、球茎最低;钾元素以叶柄最高、叶片次之、球茎最低;而铁元素含量以母芋和叶柄含量高,叶片和子芋较低。芋头膨大期以后,叶片和叶柄中的氮、磷、钙、铁等元素含量未见显著降低,而叶柄的钾含量显著降低。这表明叶片和叶柄中的氮、磷、钙、铁等元素可能不向球茎运转,而钾元素可能会由叶柄转向球茎,有关芋头养分元素运转规律,有待进一步研究。

芋头对氮、磷元素的吸收高峰期主要在苗期和膨大期,第1个高峰期的吸收,主要满足茎叶增长需求,第2个高峰期主要满足子芋膨大需求,因此基肥和膨大肥要保证充足的氮、磷肥量,同时9月份以后还应注意补充适当氮、磷元素,以满足子芋膨大需求;芋头钾的需求主要在地下球茎膨大盛期之前,主要分配于叶柄,持续时间较长,之后转为球茎,球茎膨大后叶柄中的钾元素可能会向球茎运转,因此全生育期都要保持钾的充足供应;芋头对钙元素的吸收高峰期在植株营养体最大期之前,主要分配于地上部分营养器官,因此前期要注重满足钙元素的供应;芋头对铁元素的需求高峰出现在膨大期后,且主要分配于母芋和子芋,叶柄也可能是后期铁元素暂储器官,因此需注意地下部分球茎膨大期铁元素的补充,以满足芋头膨大的需求。

3.2 两年度的元素差异分析

比较2013年和2014年两年度芋头植株及器官各养分元素含量及积累量存在一定差异,2013年度较2014年偏迟,可能是由2个原因所致。一是2014年提前播种,生育期相应提前;二是两年度气候差异。比较13叶期(7月下旬)之前2年度气象资料(<http://www.tianqihoubao.com/lishi/jstaizhou.html>)可见,2013年前中期相对比较干旱,根系发育好,后期不早衰;而2014年同期则为连续阴雨天天气,田间积水、渍害,根系发育差,吸收受阻,2014年度试验叶柄含钾量在11叶期出现的低谷,在11~13叶期出现缓慢增长,铁元素也有相似动态特征,可能是中期连续阴雨田间湿度大,根系吸收少,加之膨大肥钾肥使用偏迟,钾肥供应不衔接所致;另外2014年度后期发生早衰,出现了后期养分吸收和积累下降的现象。

合理养分元素供应,对芋头产量、品质可能有着重要影响^[3,5]。对芋头植株不同时期不同器官养分元素含量的动态特点分析,为科学施肥提供了理论支撑,为芋头高产奠定了理论基础,具有较大的应用意义。

参考文献:

- [1] 常亚芸, 谢吉先, 刘燕敏, 等. 播期对泰兴香荷芋生育及产量效益的影响[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(5): 1326-1328.
- [2] 姜永平, 朱振华. 南通香沙芋地膜高产栽培技术[J]. 现代园艺, 2013(10): 42-43.
- [3] 侯彩兰, 徐正东, 宋小艳, 等. 靖江香沙芋钾肥用量试验初探[J]. 上海农业科技, 2014(3): 118-120.
- [4] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [5] 宋春风, 徐坤. 氮钾配施对芋头产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(2): 167-170.