

覆膜和钾肥对马铃薯铁素吸收分配的影响

王玉红, 高炳德, 刘美英, 王海燕

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 通过田间试验研究了覆膜和钾肥对马铃薯不同生育时期体内铁的含量、吸收累积量及其分布的影响。结果表明: 马铃薯全株、叶、茎、块茎中铁的含量从苗期到成熟期呈波浪式变化; 铁的累积量在整个生育时期呈现先增大后减小的变化规律, 均在块茎膨大期达到峰值; 而铁素在马铃薯体内的分布情况表现为: 前4个时期在各个器官中分布的顺序为叶>茎>块茎, 到成熟期表现为茎>叶>块茎。覆膜对叶中铁的分布有减小的作用, 即它能增大茎和块茎中铁的分布, 随着生育时期的向前推进, 块茎中铁的分布明显增大, 它对块茎中铁的累积也有一定的增大效果; 钾肥在成熟期之前的一段时间内能在一定程度增大铁在块茎中的分布, 但是此二因素对马铃薯体内铁的影响作用均未达到一定的显著水平。

关键词: 马铃薯覆膜; 钾肥; 铁

中图分类号: S 532.06 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2007)11-0010-04

马铃薯是重要的粮食、蔬菜兼用作物, 素有“地下苹果”、“第二面包”之称, 在人类食物结构中占有重要的地位。中国马铃薯的主产区是西南山区、西北、内蒙古和东北地区, 其中以西南山区的播种面积最大, 约占全国总面积的 1/3, 黑龙江省则是全国最大的马铃薯种植基地, 内蒙古位居第二。干旱缺水、水资源利用率低是我国北方干旱地区农业生产的主要限制因素。地膜覆盖可以调节地温, 蓄水保墒, 提高水分的利用率, 是发展旱作节水、节肥的有效增产措施^[1,2]。马铃薯是喜钾作物, 关于钾肥对马铃薯的增产效果也进行了大量的研究^[3-7]。总之, 覆膜和施肥能促进马铃薯生长发育、提高产量、并改善相关经济性状。近年来, 马铃薯中微量元素的营养学意义已成为研究的焦点^[8-10], 但对马铃薯体内微量元素, 如铁的吸收分配规律的影响研究还未见报道。为此, 通过田间试验研究了覆膜和钾肥对马铃薯中铁的含量、吸收累积量及其在体内分布运转的影响, 旨在为马铃薯的营养生长及品质改善提供合理有效的措施。

1 材料与方法

1.1 试验方案

覆膜、钾肥单因素田间试验于 2004 年在内蒙古农业大学教学农场进行。施肥设 (1) 露地 NPK 区; (2) 露地 NP 区; (3) 覆膜 NPK 区 3 个处理, 每个处理和对照均设 5 次重复, 共 15 个小区, 小区面积 20 m²。马铃薯品种为

紫花白, 于 4 月 19 日开始播种, 按一米一覆膜, 一膜双行种植, 大行距 66 cm, 小行距 33 cm, 株距 30 cm, 采用先覆膜后打孔播种, NP 区施尿素 120 kg/hm², 磷二铵 180 kg/hm², NPK 区在此基础上再施氯化钾 105 kg/hm², 与种子分割, 结合播种 1 次性深施。

1.2 样品的采集、制备与测定

分别在苗期(6 月 28 日)、块茎形成期(7 月 14 日)、块茎膨大期(7 月 27 日)、淀粉累积期(8 月 14 日)和成熟期(9 月 2 日)采集试验各小区的全株样品, 每小区取样 5 株。将叶、茎、块茎各器官分开, 用去离子水充分洗净, 测鲜重, 然后用烘箱在 85℃条件下杀青 30 min, 在 65℃条件下烘干至恒重, 测干重, 磨碎后过 60 目筛, 装入纸袋备用。试验所有处理在 9 月 16 日进行测产, 并采集块茎样品测鲜重、干重, 取一定数量保存备用。烘干样品用 HNO₃-HClO₄ 消煮后, TAS 986 原子吸收分光光度计测定铁的含量。

1.3 数据的统计分析

用 Excel 软件计算马铃薯不同时期不同器官中 Fe 的含量, 分析覆膜及钾肥对马铃薯体内铁的含量、累积量和分布的影响, 并进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 马铃薯对铁的吸收分配规律

表 1 表明, 全株铁的含量从苗期的 899.8 mg/kg 下降到成熟期的 263.3 mg/kg, 在整个生育期呈现波浪式变化, 在淀粉累积期和成熟期之间较为稳定。不同器官不同时期铁的含量顺序为叶>茎>块茎, 叶和茎中铁的含量随生育时期的推进都呈现“W”字型的变化, 叶中铁的含量变化范围为 851.1~1472.8 mg/kg, 茎中铁的浓

第一作者简介: 王玉红(1983), 女, 硕士, 主要从事土壤植物营养的研究分析。

收稿日期: 2007-07-26

度变化在 330.7 ~ 1 181.8 mg/kg, 均在苗期、块茎膨大期、成熟期出现峰值, 在块茎形成期和淀粉累积期出现谷值。这可能是由于此时光合作用强烈, 在叶绿素的合成过程中消耗了一部分铁 导致这两个时期铁 的浓度较低。块茎中铁的浓度在 51.6 ~ 103.1 mg/kg 范围内变动, 块茎形成和淀粉累积过程中铁的浓度都有所降低, 在块茎膨大期块茎中铁的浓度有所回升。在整个生育时期块茎中铁的浓度变化幅度相对较小。出苗期占全生育天数的 34%, 铁的相对吸收量为 17.9%; 块茎形成期占全生育天数的 16%, 铁的相对吸收量为 44%; 块茎膨大期占全生育天数的 13%, 铁的相对吸收量已经达到了 100%, 即从块茎膨大期开始铁已经基本停止吸收。结果表明: 铁在生育过程中的吸收累积量具有前期较少, 中期较多, 后期少甚至停止吸收的规律, 生育中期生

长旺盛的植物体需要铁参与植物细胞内的氧化还原反应和电子传递, 所以吸收累积量会相应增大。吸收速率也表现出类似的规律, 吸收期出现在苗期、块茎形成期、块茎膨大期, 分别为 0.58 mg · mg⁻¹ · 株⁻¹、1.79 mg · mg⁻¹ · 株⁻¹、4.74 mg · mg⁻¹ · 株⁻¹, 到块茎膨大期铁的吸收已经基本停止。苗期, 铁在叶和茎中分布分别为 55.5%和 40.9%; 在块茎形成期, 铁在叶和茎中分布变为 67.2%和 28.4%, 块茎中分布的铁量在这两个时期分布很少; 到块茎膨大期, 铁在叶和茎中分布变为 53.2%和 36.1%, 在块茎中分布稍有增大, 变为 10.7%; 淀粉累积期在叶和茎中分布总和为 82.9%, 块茎中分布为 17.1%; 到成熟期块茎中铁的分布为 20.7%, 而在叶和茎中分布总和仍占 79.3%, 说明铁大部分还滞留在马铃薯的叶和茎中, 转移到块茎中的铁很少。

表 1 马铃薯不同生育时期不同器官铁浓度、累积量、分布的变化

生育 天数	浓度/ mg · kg ⁻¹				累积量/ mg · 株 ⁻¹				分布/ %		
	叶	茎	块茎	全株	叶	茎	块茎	全株	叶	茎	块茎
34	1 463.0	986.1	103.1	899.8	11.0	8.1	0.7	19.8	55.5	40.9	3.6
50	851.1	448.8	51.6	432.1	32.5	13.8	2.1	48.4	67.2	28.4	4.4
63	1 472.8	1 181.8	94.6	588.1	58.5	39.7	11.7	109.9	53.2	36.1	10.7
81	1 204.5	330.7	52.0	234.8	34.0	10.5	9.2	53.7	63.3	19.6	17.1
100	1 453.0	1 053.4	67.0	263.3	18.8	29.5	12.6	60.9	30.9	48.4	20.7

表 2 覆膜对马铃薯不同生育时期不同器官铁的浓度、累积量和分布的影响

	生育 天数	铁的浓度/ mg · kg ⁻¹		吸收累积量/ mg · 株 ⁻¹		分布 %	
		覆膜 NPK	露地 NPK	覆膜 NPK	露地 NPK	覆膜 NPK	露地 NPK
叶	34	893.4	1 815.2	7.4	13.2	53.0	63.2
	50	878.2	1 058.3	36.7	39.0	60.4	81.2
	63	1 564.9	1 203.9	57.0	49.7	45.6	56.0
	81	1 263.9	1 335.4	22.5	44.7	49.6	72.7
	100	1 453.0	1 453.0	9.6	24.0	17.7	31.0
茎	34	654.8	849.9	5.4	7.2	39.0	34.6
	50	656.8	231.4	21.0	7.3	34.7	15.2
	63	1 273.8	998.2	45.3	33.7	36.3	38.0
	81	273.9	282.1	9.6	8.8	21.2	14.2
	100	1 358.2	1 058.6	34.8	32.5	63.8	41.8
块茎	34	54.6	114.6	1.1	0.5	8.0	2.2
	50	42.8	54.8	3.0	1.7	4.9	3.6
	63	154.1	49.8	22.6	5.4	18.1	6.1
	81	63.4	50.1	13.3	8.0	29.3	13.0
	100	40.9	118.8	10.1	21.1	18.5	27.2
全株	34	79.2	64.7	13.9	20.8		
	50	71.0	50.7	60.7	48.0		
	63	99.4	60.8	124.8	88.8		
	81	37.3	77.0	45.4	61.5		
	100	40.9	118.8	54.5	77.6		

2.2 覆膜对马铃薯铁素吸收分配的影响

由表 2 可以看出, 叶、块茎、全株中铁的浓度在覆膜后大部分呈现负增长, 说明覆膜对叶、块茎以及全株中铁的浓度没有增加效果, 各个器官在各个时期增量均值由-162.5 mg/kg 变化到 159.4 mg/kg, 对茎中铁的浓度

有增加作用, 但差异都未达到显著水平。因此, 要想增加马铃薯中铁的浓度采取覆膜措施是不起作用的。覆膜后, 只有叶在块茎膨大期高于露地条件下铁的累积量, 其余全部低于在露地条件下的铁的累积量, 在各个时期叶中铁的累积量的增值平均值为 3.2 mg/ 株。茎在覆膜条件下, 从块茎形成期开始到淀粉累积期结束都大于在露地条件下铁的累积量, 在成熟期二者基本相等, 从整体趋势来看, 覆膜对茎中铁的累积量有增加作用, 在各个时期茎中铁的累积量的均值是 14.9 mg/ 株。由此可见, 覆膜在整个生育期中对铁的累积量有增大的趋势, 在各个时期块茎中铁的累积量的均值是 2.8 mg/ 株, 全株中铁的累积量苗期在覆膜条件下小于在露地条件下铁的累积量, 在苗期之后变大, 在成熟期时覆膜条件下铁的累积量又再次低于在露地条件下铁的累积量, 增值平均值1.9 mg/ 株。在整个生育期中, 覆膜减小了叶中铁的分布, 增加了茎和块茎中铁的分布。因此, 要调整不同部位铁的分布, 可适当采用覆膜措施。

2.3 钾肥对马铃薯铁素吸收分配的影响

由表 3 可以看出, 在施用钾肥后茎、块茎以及全株中铁的增量平均值为负值, 在各个器官各个时期增量均值由-250 mg/kg 变化到 27 mg/kg, 施用钾肥只对茎中铁的浓度增大起到很显著的增大作用, 对其它器官中的铁的浓度未有很明显的影响 因此, 要想增加马铃薯块茎中铁的浓度采取施用钾肥的措施不能达到预期效果。表 3 还表明, 在露地 NPK 条件下铁的累积量呈现先增

加后减小的趋势,到块茎膨大期达到最大值,在露地 NP 条件下也有先增加后减小的趋势,在块茎膨大期时,叶中铁的累积量明显大于在露地 NP 条件下铁的累积量。在成熟期以前,露地 NP 条件下马铃薯茎中铁的累积量均大于在覆膜条件下马铃薯茎中铁的累积量。由此可以看出,钾素在马铃薯整个生育时期内,有抑制马铃薯茎中铁的累积量的作用。块茎在露地 NPK 和露地 NP 条件下在块茎的形成期之前铁的累积量无明显差异,在块茎膨大期,在施用钾肥的条件下,铁的累积量有下降的趋势,到成熟期大于在露地 NP 条件下铁的累积量。全株铁的累积量在苗期和块茎膨大期露地 NP 条件下大于露地 NPK 条件下的铁的累积量,其余较低,施用钾肥对全株中铁的累积量无明显影响。在露地 NPK 条件下,随着生育时期不断推进,块茎中铁的分布呈均匀上升趋势,而在露地 NP 条件下则增长比较平缓,在淀粉累积期之前增长幅度二者基本持平,在此时期到成熟期的过程中,钾肥块茎中铁的分布增加效果明显高于不施用钾肥,从整个数据来看,在整个生育时期,施用钾肥对马铃薯叶和茎中铁的分布影响不大,但在生育后期,却明显增大了块茎中铁的分布。

表 3 钾肥对马铃薯不同生育时期不同器官铁的浓度、累积量和分布的影响

	生育 天数	铁的浓度/mg·kg ⁻¹		吸收累积量/mg·株 ⁻¹		分布/%	
		覆膜 NPK	露地 NPK	覆膜 NPK	露地 NPK	覆膜 NPK	露地 NPK
叶	34	1 815.2	1 680.6	13.2	12.3	63.2	50.3
	50	1 058.3	616.8	39.0	21.8	81.2	60.0
	63	1 203.9	1 649.7	49.7	68.8	56.0	59.2
	81	1 335.4	1 014.2	44.7	34.8	72.7	64.1
	100	1 453.0	1 453.0	24.0	22.8	31.0	45.1
茎	34	849.9	1 453.5	7.2	11.6	47.4	47.4
	50	231.4	458.3	7.3	12.9	35.4	35.4
	63	998.2	1 273.5	33.7	40.2	34.6	34.6
	81	282.1	436.2	8.8	13.3	24.4	24.4
	100	1 058.6	743.3	32.5	21.1	41.9	41.9
块茎	34	114.6	140.1	0.5	0.6	2.2	2.3
	50	54.8	57.1	1.7	1.7	3.6	4.6
	63	49.8	79.8	5.4	7.2	6.1	6.2
	81	50.1	42.6	8.0	6.2	13.0	11.5
	100	118.8	41.5	21.1	6.6	27.2	13.0
全株	34	1 056.4	1 266.3	20.8	24.5		
	50	480.8	391.8	48.0	36.4		
	63	484.5	708.0	88.8	116.2		
	81	273.7	257.8	61.5	54.3		
	100	345.3	249.4	77.6	50.5		

2.4 方差分析

为进一步验证覆膜和钾肥对马铃薯体内铁的浓度、累积量及分布的影响,进行了单因素方差分析(见表 4)。结果表明:覆膜和钾肥对马铃薯体内铁素的影响均未达到显著水平。

3 结论与讨论

表 4 方差分析表

	铁的浓度	F 值	铁的分布
		铁的累积量	
覆膜	0.06	0.25	0.71
钾肥	0.05	0.54	0.33

注: F_{0.1}(1, 8)=3.46; F_{0.05}(1, 8)=5.32; F_{0.01}(1, 8)=11.3。

3.1 马铃薯中铁的浓度、累积量及分布的一般规律

铁是植物生长所必需的营养元素,它是血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素及其他酶系统的主要成分,帮助氧的运输,还能促进脂肪的氧化,所以,马铃薯中铁的测定具有重要的营养学意义。试验结果表明:马铃薯在不同生育时期铁的浓度均表现为叶>茎>全株>块茎。全株中铁的浓度在整个生育期中整体有减小的趋势,其他部位随生育时期的不断变化铁的浓度均呈现“W”变化。吸收累积峰出现在块茎膨大期,到淀粉累积期停止吸收。马铃薯在不同生育时期铁的分布表现为叶>茎>块茎。也只有在成熟期,茎中铁的分布稍有增加,表现为茎>叶>块茎,块茎在整个生育期中,铁的分布不断增加,但由于铁的移动性差,到淀粉累积期时块茎中铁的分布只达 17.09%。

3.2 覆膜和钾肥对马铃薯体内铁的浓度、累积量及分布的影响

与对照相比,覆膜和钾肥处理均未显著地改变马铃薯对铁的吸收、分配和运转规律,但覆膜从一定程度上减小了叶中铁的分布,从而使茎和块茎中铁的分布加大,随着生育时期向前推进,块茎中铁的分布明显增大。从整个生育时期的累积量来看,覆膜增加了马铃薯块中铁的累积量,一方面,覆膜蓄水保墒,提高了地温,增加了单位面积干物质的生产和微量元素的累积量;另一方面,覆膜对土壤养分和微生物活性等土壤肥力指标有影响。处理间没有明显的差异,可能是由于铁素一部分用来满足作物的生长,马铃薯块中铁的累积在块茎膨大期达峰值后,出现铁吸收的停滞。研究表明,在马铃薯整个生育期,铁的累积一直增加到块茎膨大期,而此结果也与铁的移动性有关系。

参考文献

[1] 尹存宝. 覆膜马铃薯栽培技术是发展旱作节水、节肥的有效增产措施[J]. 内蒙古农业科技, 2004(s1): 135-136.
[2] 谢小双, 保石权, 林克慧. 马铃薯的营养特性及覆膜增产效应[J]. 云南农业大学学报, 2001, 16(1): 35-38.
[3] 王祥珍. 钾肥和专用肥对马铃薯产品及品质的影响[J]. 杂粮作物, 2003, 23(6): 359-361.
[4] 姚一萍. 马铃薯氮磷钾肥效及产量[J]. 华北农学报, 2002(17): 25-28.
[5] 谭金芳. 作物施肥原理与技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2002: 6.
[6] 张亚丽. 作物增施钾肥大田示范效果研究[J]. 青海农林科技, 2006(4): 46.
[7] 麻汉林. 马铃薯高产施肥措施的研究[J]. 土壤肥料, 2006(12): 63-65.
[8] 谢庆华, 吴毅. 马铃薯品种营养成分分析测定[J]. 云南师范大学学报, 2002(2): 22.

‘宫藤’富士苹果叶片离体再生体系的建立

邢 倩, 李天红

(中国农业大学 农学与生物技术学院 果树系, 北京 100094)

摘 要:以‘宫藤’富士苹果组培苗为试材, 对叶片离体再生体系进行了研究。不同激素种类、浓度配比及叶片放置方式的试验结果表明: 以 MS 为基本培养基添加 5.0 mg/L 6-BA、1.0 mg/L NAA 叶片远轴面接触培养基(叶片反放)可得到最高的再生效率, 为 73.3%, 6-BA 对叶片再生效果要好于 TDZ, 且提高 NAA 浓度并不能提高 TDZ 对再生频率和再生叶片平均再生芽数的影响。再生植株在生根诱导培养基(1/2 MS+1.0 mg/L IBA)、生根培养基(1/2 MS)上进行培养后移入营养土成活率可达 100%。

关键词: 富士苹果; 叶片; 再生; 生根

中图分类号: S 661.103.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2007)11—0013—03

果树离体再生体系的研究是细胞突变和遗传转化研究的基础, 为果树品种改良提供了有效途径。国外自 20 世纪 80 年代中期就开始果树高频再生体系的研究。

我国从 20 世纪 80 年代起, 就开始了苹果快繁体系和高频再生体系的研究。影响苹果快繁和高频再生的内在因素包括: 外植体的基因型和外植体生理特性即外植体的状态、取材部位、取材时间以及取材大小等。外在因素包括: 培养基成分、生长调节剂以及培养方式、环境条件等。其中生长调节剂被认为在植物组织培养中具有重要作用, 也是苹果快繁和离体再生的研究重点。不同的生长调节剂组合可以调节细胞分裂、愈伤组织形成、芽增殖等。细胞分裂素以 6-BA、ZT、KT、TDZ 较为常用, 生长素多用 IAA、NAA 和 2,4-D^[2,4,5]。研究以‘宫藤’富士苹果组培苗为试材, 建立了叶片离体再生体系并

第一作者简介: 邢倩(1982-), 女, 陕西人, 硕士研究生, 研究方向: 果树基因工程。E-mail: xingqian123@hotmail.com。
通讯作者: 李天红(1966-), 女, 北京人, 教授, 博士, 博士生导师, 研究方向: 果树基因工程。E-mail: lth123430@sohu.com。
基金项目: 新世纪人才支持计划资助项目(NCET-06-0108); 北京市教育委员会都市农业学科群建设资助项目(XK100190553)。
收稿日期: 2007—06—21

[9] 龙凤, 梁宇, 马琛 等. 分光光度法测定薯果蔬菜中铁含量的研究[J]. 微量元素与健康研究, 2004 21(6): 50-51.

[10] 张复君 孟凡珍. 黄瓜微量元素缺乏症的对策[J]. 西北园艺, 2004 (3): 8-9.

Effect of Film Mulch and Potash on the Uptake and Distribution of Fe in Potato

WANG Yu-hong, GAO Bing-de, LIU Mei-ying, WANG Hai-yan,
(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: A field trial was conducted on the experimental farm of Inner Mongolia Agricultural University to study the effect of film mulch and potash on the uptake and distribution of Fe in potato during the growing period. Results showed that Fe concentration in the leaves, stems and tubers of potato witnessed a wavy change from the seedling period to mature period; Fe accumulation increased first and then decreased, and reached the peak value at the stage of rapid cell expansion of tuber; The distribution of Fe in potato in the first four periods was in the decreasing order of leaf > stem > tuber and it changed to be stem > leaf > tuber in the mature period. Film mulch decreased Fe distribution in the leaves of potato and increased that in the stems and tubers, and thus increased Fe uptake and accumulation in the tubers. Potash fertilizer increased the distribution of Fe in the tubers before the mature period. However, no significant difference was found as to the uptake and distribution of Fe in potato with film mulch and potash fertilizer.

Key words: Film mulch; Potash fertilizer; Iron