

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2008)04-0205-05

马铃薯不同品种氮、磷、钾与硫素吸收规律的研究

冯 琰¹, 蒙美莲^{2*}, 马 恢¹, 张瑞玖¹

(1. 张家口市农业科学院, 河北 张家口 075000; 2. 内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘 要: 以紫花白、夏波蒂、底西瑞为材料, 采用田间试验与室内分析测定相结合的方法, 对马铃薯不同品种氮、磷、钾、硫素的吸收、分配规律进行了系统的研究, 结果表明: 在整个生育进程中马铃薯植株中氮、钾积累量表现为“M”型变化趋势, 磷、硫积累量则表现为单峰曲线的变化趋势。紫花白品种氮硫比随生育进程的推进呈“高-低-高-低”的变化趋势, 底西瑞和夏波蒂品种的氮硫比随生育进程的推进呈波状变化, 但两品种波峰和波谷出现的时期及次数均不同; 紫花白和夏波蒂磷硫比的变化趋势相同, 均为波状曲线变化, 最大值分别出现在出苗后 75 d 和 95 d, 比值分别为 4.60 和 4.09, 底西瑞的磷硫比表现为“高-低-高-低”的变化趋势, 出苗后 95 d 时达到一生中的最大值 6.34; 3 品种整个生育期间的钾硫比变化均表现出波状的变化趋势, 波峰和波谷出现的次数和时期各不相同。

马铃薯氮、磷、钾素的积累与硫素积累之间存在着极显著的幂函数关系, 即马铃薯氮、磷、钾素的积累量随硫素积累量的增加而呈幂函数增加。

关键词: 马铃薯; 不同品种; 氮素; 磷素; 钾素; 硫素; 吸收; 分配

马铃薯的库容能力很大, 块茎开始膨大后, 光合产物的主要贮藏库是块茎。块茎内贮藏物虽然以淀粉为主, 但氮素、磷素、钾素、硫素在马铃薯生长发育过程中, 分别起着极其重要的作用。

氮素可以促进茎叶生长, 提高叶面积指数和光合势, 并使生长中心和营养中心转移适当推后, 延缓叶片衰老, 增加后期光合势, 显著提高块茎的膨大速率, 增加结薯数和大中薯比率, 从而达到增产。磷既是细胞质和细胞核的重要组成成分之一, 又是光合、呼吸和物质运输等一系列重要生理代谢过程的必须参与者, 对马铃薯正常生长发育及产量形成起着极其重要的作用。钾素能促进呼吸进程和核酸及蛋白质的形成, 促进叶片中碳水化合物向块茎中运输, 延迟叶片的衰老进程, 增强叶片的光合作用, 显著提高产量。硫素在生理、生化作用上与氮相似: 是蛋白质、氨基酸的组成成分, 是酶化反应活性中心的必需元素, 是叶绿素、缬醇、谷胱甘肽、辅酶等合成的重要介质, 还是铁氧还蛋白的重要组分, 植物细胞质膜结构、功能的表达也需要硫

的参与。硫在植物的生长调节、解毒、防卫和抗逆等过程中也起一定的作用, 并且还是影响植物品质的重要因素^[1-5]。

近几年来, 有关氮、磷、钾、硫素的吸收分配规律的研究报道已很多, 但是关于马铃薯氮、磷、钾与硫素吸收规律的研究报道还较少, 因此, 深入系统的研究马铃薯氮、磷、钾与硫素的吸收规律对丰富马铃薯栽培生理理论和指导生产中氮、磷、钾、硫肥合理配施具有重要的理论和实践意义。

1 材料与方法

1.1 供试品种

紫花白(代号 Z)、底西瑞(代号 D)、夏波蒂(代号 X)。

1.2 试验时间及地点

本试验于 2004~2005 年在内蒙古农业大学教学农场进行。供试土壤耕层 0~20 cm, 有机质含量 2.38%, 全氮量 0.131%, 碱解氮 105 mg·kg⁻¹, 速效磷 64.45 mg·kg⁻¹, 速效钾 114.08 mg·kg⁻¹, 有效硫 22.95 mg·kg⁻¹, pH 值 6.0。室内化验分析在农学院马铃薯栽培生理研究室进行。

1.3 田间设置

3 个品种随机排列, 3 次重复, 共 9 个小区,

收稿日期: 2008-03-26

作者简介: 冯琰(1979-), 女, 助理研究员, 主要从事马铃薯病害、有害物质检测及新品种选育工作。

通讯作者: E-mail: mmellian@mail.china.com

小区面积 44 m², 共用地 396 m²。各小区等行距种植, 行株距 60 cm × 30 cm, 每 667 m² 密度 3 800 株, 每小区种植 12 行, 6 行用作取样, 6 行用作测产。播种时每 667 m² 施种肥尿素 7.5 kg, 二铵 20 kg 于播种沟内, 块茎形成期追施尿素 10 kg, 并人工起垄。其他栽培管理与一般大田相同。

1.4 取样及测定方法

1.4.1 取样

生育期间共取样 10 次, 出苗后每隔 10 d 取样 1 次, 即 6 月 10 日、6 月 20 日、6 月 30 日、7 月 10 日、7 月 24 日、8 月 3 日、8 月 14 日、8 月 24 日、9 月 3 日、9 月 24 日各取样 1 次, 苗期每小区取样 5 株, 其它时期每小区取 3 株, 每品种共取样 12~15 株。每次把所取样株装入塑料袋带回室内, 洗净晾干。每小区样株分器官称量鲜重(根系取样是将植株周围 30 cm 见方的土样挖出过筛, 带回室内冲洗), 同时取 100g 鲜样风干后, 在 80 烘箱中烘干至恒重, 称其干重, 然后装袋保存, 待统一测定 N、P、K、S 含量。

1.4.2 测定方法

氮含量的测定: 奈氏比色法;

磷含量的测定: 钼蓝比色法;

钾含量的测定: 火焰光度计法;

硫含量的测定: 硝酸-高氯酸-盐酸消煮, 硫

酸钡比浊法。

2 结果与分析

2.1 马铃薯生育期间植株氮、磷、钾、硫素吸收规律

2.1.1 马铃薯生育期间植株氮、磷、钾、硫素吸收量的动态变化

由表 1 可见, 在整个生育进程中马铃薯植株中氮、钾积累量表现为“M”型变化趋势, 紫花白品种氮素积累最大峰值出现在出苗后 54 d, 底西瑞和夏波蒂品种氮素积累最大峰值则出现在出苗后 64 d; 3 品种钾素积累最大峰值出现的时期各不相同, 紫花白、底西瑞和夏波蒂钾素最大积累峰值分别出现在出苗后 64 d、75 d 和 95 d。在整个生育进程中马铃薯植株磷、硫积累量基本呈单峰曲线的变化趋势, 3 品种磷素的积累最高峰值均出现在出苗后 95 d, 但是 3 品种硫素的最高积累峰值出现的时期则不同, 紫花白和底西瑞硫素的最高积累峰值出现在出苗后 95 d, 夏波蒂品种硫素的最高积累峰值则出现在出苗后 64 d。

总的来看, 从出苗直到出苗后 95 d, 马铃薯植株中的氮、磷、钾、硫积累量均为氮>钾>磷>硫, 但是收获时马铃薯体内的钾素积累量突然快速增加并且超过了氮素积累量。

表 1 马铃薯生育期间对氮、磷、钾、硫素吸收量变化动态 (kg·hm⁻²)

品种	测定项目	取样时间 (日/月)/出苗后天数 d)									
		10/6 10 d	20/6 20 d	30/6 30 d	10/7 40 d	24/7 54 d	3/8 64 d	14/8 75 d	24/8 85 d	3/9 95 d	24/9 116 d
紫花白	N	18.26	46.79	61.30	119.38	219.00	190.78	156.02	194.55	160.59	82.96
	P	1.44	3.68	5.01	10.80	17.23	45.42	54.39	53.35	84.61	36.89
	K	12.29	31.54	44.42	106.61	101.27	147.67	128.82	93.21	121.56	97.45
	S	0.82	3.71	3.62	6.36	11.19	12.78	13.83	16.13	19.39	13.03
底西瑞	N	18.55	45.87	70.22	134.02	183.14	263.00	197.88	202.59	200.49	91.78
	P	1.36	4.21	6.23	12.91	28.12	45.08	51.68	67.27	99.29	43.44
	K	10.32	22.11	32.76	56.34	111.90	114.84	119.15	133.25	149.87	93.95
	S	0.72	3.17	3.51	6.86	10.22	11.34	12.19	12.60	15.66	11.53
夏波蒂	N	14.75	48.60	61.28	81.75	193.76	245.81	145.05	143.87	155.87	61.98
	P	1.60	4.55	6.12	9.68	22.08	39.56	40.50	41.50	61.39	31.10
	K	12.43	23.33	34.03	48.62	95.44	110.56	121.63	80.99	105.87	78.45
	S	0.98	3.69	3.50	5.40	13.19	15.71	14.26	13.57	12.01	8.30

2.1.2 马铃薯植株生育期间对氮、磷、钾、硫素的吸收比例

由表 2 可见, 在整个生育进程中, 紫花白品种氮硫比随生育进程的推进呈“高-低-高-低”的变化趋势, 出苗后 10 d 时氮硫比为一生中的最大值 22.16, 其后马铃薯体内硫素的吸收速率快于氮素的吸收速率, 到出苗后 20 d 时, 氮硫比降到 12.60, 其后氮硫比又开始增加, 到出苗后 40 d 时, 达到又一峰值 18.77, 以后马铃薯体内的硫素吸收速率明显高于氮素的吸收速率, 氮硫比快速下降, 收获时氮硫比降到 6.36; 底西瑞和夏波蒂品种的氮硫比随生育进程的推进呈波状变化, 但两品种波峰和波谷出现的时期及次数均不同, 出苗后 10 d 时, 底西瑞氮硫比为一生中的最大值 25.62, 夏波

蒂的氮硫比为 15.03, 其后两品种氮硫比值均下降, 出苗后 20 d 时达到第一波谷, 氮硫比分别为 14.48 和 13.17, 在此之后硫素的吸收速率增加, 氮硫比开始增大, 出苗后 30 d 时氮硫比分别为 19.98 和 17.49, 而且此时底西瑞品种的氮硫比达到其一生中的最大值, 以后两品种的氮硫比值又开始下降, 到出苗后 54 d 时达到另一波谷, 氮硫比分别为 17.93 和 14.69, 出苗后 64 d 时两品种氮硫比均达到另一峰值, 氮硫比分别为 19.71 和 15.65, 以后硫素的吸收速率快速增加, 氮硫比值快速下降, 底西瑞品种到收获时氮硫比降到 7.96, 而夏波蒂品种在出苗后 75 d 时又出现一个波谷, 氮硫比值为 10.17, 出苗后 85 d 时出现又一峰值 10.61, 收获时其氮硫比为 7.47。

表 2 马铃薯生育期间对氮、磷、钾、硫素的吸收比例

取样时间 (月/日)	出苗后天数 (d)	品 种											
		紫花白			底西瑞			夏波蒂					
10/6	10	22.16	1.75	14.92	1	25.62	1.87	14.24	1	15.03	1.63	12.66	1
20/6	20	12.60	0.99	8.49	1	14.48	1.33	6.98	1	13.17	1.23	6.32	1
30/6	30	16.93	1.38	12.27	1	19.98	1.77	9.32	1	17.49	1.75	9.71	1
10/7	40	18.77	1.70	16.77	1	19.54	1.88	8.22	1	15.14	1.79	9.00	1
24/6	54	16.60	1.31	7.68	1	17.93	2.75	10.95	1	14.69	1.67	7.23	1
3/8	64	14.93	3.55	11.56	1	19.71	3.38	8.61	1	15.65	2.52	7.04	1
14/8	75	13.18	4.60	10.88	1	16.23	4.24	9.77	1	10.17	3.26	8.53	1
24/8	85	12.06	3.31	5.78	1	16.08	5.34	10.58	1	10.61	3.06	5.97	1
3/9	95	8.28	4.36	6.27	1	12.80	6.34	9.57	1	10.38	4.09	7.05	1
24/9	116	6.36	2.83	7.48	1	7.96	3.77	8.15	1	7.47	3.75	9.45	1

由表 2 可见, 马铃薯对 N、P、K、S 的吸收比例随生育的推进而不断变化, 总体趋势是 N 的吸收逐渐减少, 而 P、S 的吸收逐渐增加, K 的吸收除苗期外各时期变化较小。紫花白和夏波蒂磷硫比的变化趋势相同, 均为波状曲线变化, 且波峰和波谷出现的时期也相同, 出苗后 10 d 时两品种的磷硫比分别为 1.75 和 1.63, 以后均在出苗后 40 d、75 d 和 95 d 时出现波峰, 而且紫花白品种在出苗后 75 d 时磷硫比达到一生中的最大值 4.60, 夏波蒂品种在出苗后 95 d 时磷硫比达到一生中的最大值 4.09, 两品种磷硫比的波谷均出现在出苗后 20 d、54 d、85 d 和收获时, 而且在出苗后 20 d 时磷

硫比均为其一生中的最低值, 分别为 0.99 和 1.23, 底西瑞的磷硫比变化趋势不同于其他两品种, 表现为“高-低-高-低”的变化趋势, 出苗后 10 d 时磷硫比值为 1.87, 其后开始下降, 到出苗后 20 d 时降到一生中的最小值 1.33, 之后开始回升, 直到出苗后 95 d 时达到一生中的最大值 6.34, 收获时磷硫比又略有下降。

由表 2 可见, 3 品种整个生育期间的钾硫比变化均表现出波状的变化趋势, 波峰和波谷出现的次数和时期各不相同, 3 品种均出现 4 次波峰, 紫花白品种波峰出现在出苗后 10 d、40 d、64 d 和收获时, 最大峰值出现在出苗后 40 d, 钾硫比为 16.77,

其波谷出现在出苗后 20 d、54 d 和 85 d 时, 且出苗后 85 d 时钾硫比为一生中的最低值 5.78, 收获时钾硫比又有所回升; 底西瑞品种钾硫比值波峰分别出现在出苗后 10 d、30 d、54 d 和 85 d, 出苗后 10 d 时的钾硫比值为一生中的最大值 14.24, 波谷分别出现在出苗后 20 d、40 d、64 d 和收获时, 而且出苗后 20 d 时达到一生中的最小值 6.98; 夏波蒂品种波峰出现在出苗后 10 d、30 d、75 d 和收获时, 出苗后 10 d 时的钾硫比值为一生中的最大值 12.66, 夏波蒂品种波谷出现在出苗后 20 d、64 d 和 85 d, 钾硫比值分别为 6.32、7.04 和 5.97, 而且 5.97 为其一生中的最低值。

2.1.3 马铃薯不同生育时期吸硫量与氮磷钾吸收量的相关关系

由图 1 可见, 马铃薯氮素吸收量与硫素吸收量之间呈极显著的幂函数相关关系, 其相关方程为:

$$Y=20.209X^{0.814} \quad R=0.9343^{**}$$

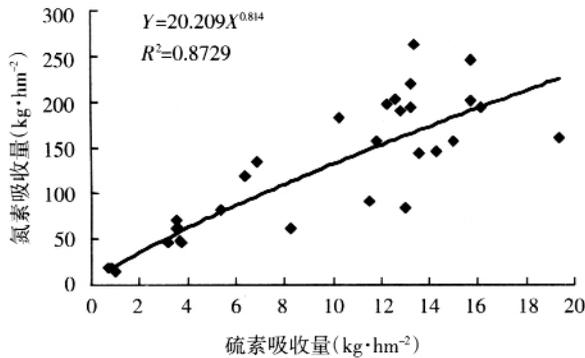


图 1 马铃薯氮素吸收量与硫素吸收量的关系

即马铃薯氮素的吸收量随硫素吸收量的增加而呈幂函数增加。

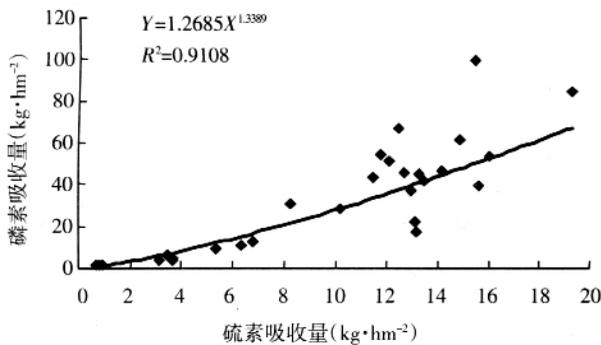


图 2 马铃薯磷素吸收量与硫素吸收量的关系

由图 2 可见, 马铃薯磷素吸收量与硫素吸收量

之间呈极显著的幂函数相关关系, 其相关方程为:

$$Y=1.2685X^{1.3389} \quad R=0.9544^{**}$$

即马铃薯磷素的吸收量随硫素吸收量的增加而呈幂函数增加。

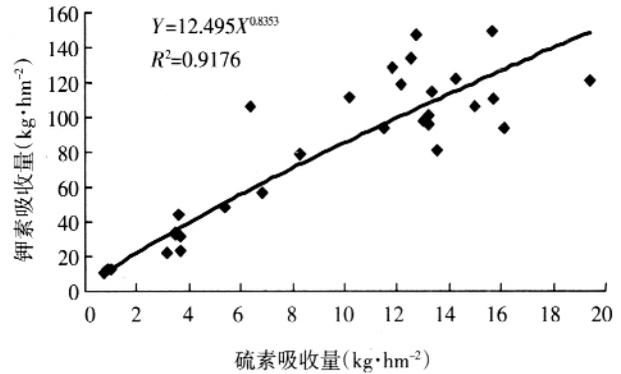


图 3 马铃薯钾素吸收量与硫素吸收量的关系

由图 3 可见, 马铃薯钾素吸收量与硫素吸收量之间呈极显著的幂函数相关关系, 其相关方程为:

$$Y=12.491X^{0.8353} \quad R=0.9579^{**}$$

即马铃薯钾素的吸收量随硫素吸收量的增加而呈幂函数增加。

3 结论与讨论

在整个生育进程中马铃薯植株中氮、钾积累量表现为‘M’型变化趋势, 磷、硫积累量则表现为单峰曲线的变化趋势, 3 品种磷素的积累最高峰值均出现在出苗后 95 d, 但是 3 品种硫素的最高积累峰值出现的时期则不同, 紫花白和底西瑞硫素的最高积累峰值出现在出苗后 95 d, 夏波蒂品种硫素的最高积累峰值则出现在出苗后 64 d。总的来看, 从出苗直到出苗后 95 d, 马铃薯植株中的氮、磷、钾、硫积累量均为氮>钾>磷>硫, 但是收获时马铃薯体内的钾素积累量突然快速增加并且超过了氮素积累量。

在整个生育进程中, 紫花白品种氮硫比随生育进程的推进呈“高-低-高-低”的变化趋势; 底西瑞和夏波蒂品种的氮硫比随生育进程的推进呈波状变化, 但两品种波峰和波谷出现的时期及次数均不同。

紫花白和夏波蒂磷硫比的变化趋势相同, 均为波状曲线变化, 最大值分别出现在出苗后 75 d 和 95 d, 最小值均出现在出苗后 20 d; 底西瑞的磷硫

比表现为“高-低-高-低”的变化趋势, 出苗后 20 d 时降到一生中的最小值 1.33 后开始回升, 直到出苗后 95d 时达到一生中的最大值, 收获时磷硫比又略有下降。

三品种整个生育期间的钾硫比变化均表现出波状的变化趋势, 波峰和波谷出现的次数和时期各不相同。

马铃薯氮、磷、钾素的积累与硫素积累之间存在着极显著的幂函数关系, 即马铃薯氮、磷、钾素的积累量随硫素积累量的增加而呈幂函数增加。

[参 考 文 献]

- [1] 门福义, 刘梦芸. 马铃薯栽培生理 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [2] 刘荣. 施用硫肥对氮肥肥效的影响 [J]. 黑龙江农业科学, 1994 (5): 50.
- [3] 谢瑞芝, 董树亭, 胡昌浩, 等. 植物硫素营养研究进展 [J]. 中国农学通报, 2004, 18(2): 65-69.
- [4] 张耀文, 李殿荣, 田建华, 等. 油菜硫营养的研究现状 [J]. 中国油料作物学报, 2002, 24 (1): 77-80.
- [5] 曹恭, 梁鸣早. 硫——平衡栽培体系中植物必需的中量元素 [J]. 土壤肥料, 2003(1): 51-53.

Absorption and Distribution of N, P, K and S in Various Varieties of Potato

Feng Yan¹, Meng Meilian², Ma Hui¹, Zhang Ruijiu¹

(1. Zhangjiakou Academy of Agricultural Sciences, Zhangbei, Hebei 075000, China;

2. Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010019, China)

Abstract: The absorption and distribution of nitrogen (N), phosphorus (D), potassium (K) and sulphur (S) in potato of the varieties, Zihuabai, Shepody and Desiree, were systematically studied in field experiment. In the growth period of potato, the quantification of N and K changed like "M", but the quantification of P and S showed single-peak curve tendency. The ratio of N to S in Zihuabai showed "high-low-high-low" pattern, but for Desiree and Shepody, it showed a flexuosity tendency. The ratio of P to S in Zihuabai and Desiree showed the similar flexuosity, and reached the maximal value, 4.60 and 4.09, respectively, 75 d and 95 d after emergence. The ratio of P to S in Desiree showed "high-low-high-low" pattern, with the peak value 6.43 appearing 95 d after emergence. The ratio of K to S in all of the three varieties showed the similar flexuosity pattern, but with different peaks and time when the peak appeared. The accumulation of S was highly significantly correlated with the accumulation of N, P and K.

Key Words: potato; variety; nitrogen; phosphorus; potassium; sulphur; absorption

欢迎订阅 2009 年《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业科技期刊。它以繁荣我国马铃薯事业为办刊宗旨, 设有学术园地、研究简报、经验交流、综述、病害防治、产业开发、新品种介绍等栏目。

本刊国内外公开发售, 双月刊, 大 16 开本, 每期定价 8.00 元, 全年 48.00 元, 哈尔滨市邮局发行, 全国各地邮局订阅, 邮发代号: 14-167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。本刊承揽广告业务, 欢迎各界广为利用。

通讯地址: 东北农业大学《中国马铃薯》编辑部

邮 编: 150030

电 话: 0451-55190003 55190739 (Fax)

《中国马铃薯》编辑部