

不同营养方式下雾培马铃薯对氮、磷、钾的吸收、利用及分配规律^①

丁凡, 王季春, 唐道彬, 吕长文

西南大学农学与生物科技学院, 重庆 400715

摘要: 试验以营养液浓度梯度为主区, 品种为副区, 营养方式为副副区, 研究了脱毒马铃薯在雾化栽培中不同营养方式下, 植株对 N、P、K 的吸收、利用和分配规律. 结果表明: 在叶面营养与根系营养相结合的处理上, 植株对 N、P、K 吸收量最大, 后期在块茎中的含量高, 而分配率低, 说明还有较高的增产潜力. 在叶面营养处理中, 绝大多数的 N、P、K 都分配到块茎中, 说明块茎是 N、P、K 的最终贮存器官.

关键词: 营养方式; 雾培马铃薯; 氮; 磷; 钾

中图分类号: S532

文献标识码: A

在马铃薯的生长过程中, 其生长发育受到很多因素的影响, 其中养分的影响是最主要的原因. 养分的供应及植株对养分的吸收、利用都对块茎的形成、膨大与淀粉积累有显著的影响^[1]. 其中叶面营养的喷施对产量的形成又有着重要的作用. 目前关于大田中叶面营养的研究较多, 而且所用的叶面营养的种类也很多^[2-4], 但是关于在雾化栽培中使用叶面营养的研究报道却甚少, 研究雾化栽培中叶面营养的使用, 对如何在雾化栽培中最大程度地提高块茎的产量及雾化栽培马铃薯技术的早日推广有着重要的现实意义.

1 材料与方法

1.1 供试品种

本试验以夏坡蒂、鄂薯 3 号和高原 7 号共 3 个中晚熟品种为材料, 于 2006 年 9-11 月在西南大学薯类作物研究所雾化栽培室中进行.

1.2 实验设计

试验采用三因素三水平三重复的裂区试验设计. 以营养液浓度梯度(A)为主区, 分设 $A_1 = MX$, $A_2 = 0.8 MX$, $A_3 = 0.6 MX$, 配方液见表 1(此种配方液以 MS 营养液为基础, 通过调整大量元素比例及氮素不同营养形态来配制, 简称 MX 配方). 以品种(B)为副区, 分设 B_1 为夏波蒂, B_2 为鄂薯 3 号, B_3 为高原 7 号. 以营养方式(C)为副副区, 分设 C_1 为叶面营养与根系营养相结合, C_2 为根系营养, C_3 为只喷叶面营养这 3 种处理(表 2). 无土栽培采取行穴距 10×5 cm, 小区面积 1.3×0.6 m², 每小区 12 行, 每行 11 穴.

表 1 MX 营养液大量元素配方

时期	NH ₄ NO ₃	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂ /CaCl ₂ ·H ₂ O*	N:P:K/mmol	NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻
前期	1 268	1 795	492	55.47:1.25:19.02	0.4
后期	1 650	1 389	440	55.00:1.25:15.00	0.6

* 表示前期为 Ca(NO₃)₂, 后期为 CaCl₂·H₂O.

① 收稿日期: 2007-09-05

作者简介: 丁凡(1981-), 男, 湖北天门人, 硕士研究生, 从事作物营养和栽培研究.

通讯作者: 王季春

表 2 营养方式处理裂区试验排列

主区	A ₁			A ₂			A ₃		
副区	B ₃			B ₁			B ₁		
副副区	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃	C ₁ C ₂ C ₃

1.3 取样与数据测定

定植 17 d 开始, 每 10 d 共 5 次测定植株全株和各器官的鲜干质量, 将各时期分别编号 1(10.14)、2(10.24)、3(11.4)、4(11.14)、5(11.24), 分别测定各个时期各器官的 N、P、K 的浓度. 用凯氏定氮法来测定植株的总氮, 用孔雀绿直接显色法来测定植株的磷含量, 用比浊法来测定植株钾的含量. 测定磷、钾的试剂盒购买于南京建成生物工程研究所第一分所.

2 结果与分析

2.1 不同营养方式下马铃薯各器官中氮、磷、钾的含量

从表 3 中可以看出, 在整个生育期内, 马铃薯根、茎、叶中氮、磷的含量和茎、叶中的钾含量呈现有规律的变化, 其动态变化均为单峰曲线. 在前期的营养生长中, 氮、磷、钾含量一直上升, 在块茎形成初期达到最高峰, 然后逐渐降低, 直至收获. 在根中钾的含量以苗期为最高, 然后一直下降, 这是由于在营养生长期, 钾主要运送到地上部分, 用于保持茎的直立与抗性, 以利于形成较大的“流”来保障后期养分的输送. 在块茎中氮和磷的含量也呈单峰变化曲线, 在块茎形成期到膨大期先一直上升, 然后一直下降; 而块茎中钾的含量一直下降.

从表 3 中还可以看出, 根系营养结合叶面营养对马铃薯前期根、茎、叶中氮、磷、钾的含量有一定的影响, 但是对后期的影响更为明显. 这表明在前期由于植株较小, 植株相对需求的养分也较少, 因此, 前期喷施叶面营养效果不是很明显. 在马铃薯生长的中后期, 由于块茎的大量发生与膨大, 植株中大量的氮、磷、钾营养元素转移到块茎中, 很容易出现养分不足的情况, 这时候加喷叶面营养, 能显著地补充马铃薯对养分的需求, 而且有利于块茎的形成与膨大, 从而有利于增加块茎产量和块茎中淀粉的积累. 在只喷叶面营养的处理中, 根、茎、叶以及块茎中的氮素含量都极显著的低于上述 2 种处理, 这表明叶面营养对养分的吸收是有限的, 并不能完全替代根系营养, 只喷叶面营养无法满足植株对养分的需求.

表 3 不同营养方式处理对马铃薯各器官氮、磷、钾含量的影响

时期	处理	含量/%											
		根			茎			叶			块茎		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	C ₁	2.57	0.34	3.19	3.71	0.47	8.24	4.48	0.32	4.57	—	—	—
	C ₂	2.51	0.33	3.07	3.59	0.43	8.05	4.43	0.31	4.23	—	—	—
	C ₃	2.13	0.27	2.64	3.14	0.39	7.13	3.64	0.26	3.64	—	—	—
2	C ₁	2.69	0.37	3.01	4.16	0.50	8.57	5.06	0.56	4.65	2.26	0.38	4.6
	C ₂	2.61	0.35	2.86	4.08	0.48	8.16	4.76	0.54	4.38	2.25	0.38	4.38
	C ₃	2.16	0.29	2.54	3.57	0.43	7.21	4.18	0.42	3.76	1.76	0.33	3.55
3	C ₁	2.43	0.31	2.84	3.75	0.39	4.65	4.67	0.44	3.46	2.76	0.45	3.73
	C ₂	2.35	0.30	2.72	3.59	0.37	3.80	4.49	0.43	3.24	2.68	0.42	3.52
	C ₃	1.66	0.26	2.29	3.12	0.33	3.24	3.72	0.38	2.63	2.33	0.36	2.66
4	C ₁	2.26	0.27	2.47	3.34	0.33	4.23	4.21	0.36	3.18	2.04	0.39	3.27
	C ₂	2.14	0.25	2.36	3.02	0.30	3.65	4.07	0.34	2.97	1.88	0.37	3.16
	C ₃	1.47	0.20	1.98	2.33	0.26	3.18	3.37	0.31	2.42	1.57	0.30	1.89
5	C ₁	2.09	0.20	1.96	2.85	0.26	3.62	3.65	0.31	2.83	1.75	0.33	2.52
	C ₂	1.98	0.20	1.88	2.58	0.25	3.23	3.44	0.30	2.58	1.57	0.32	2.38
	C ₃	1.15	0.14	1.46	1.55	0.22	2.27	2.65	0.26	2.15	1.26	0.27	1.63

2.2 不同营养方式下对马铃薯氮、磷、钾累积的动态变化

由图1、2、3显示,马铃薯对氮、磷、钾的吸收量在整个生育期一直呈上升趋势,在成熟期达到最高,这说明马铃薯对养分的吸收在整个生育期中持续进行。

对于不同的营养方式来说,根系营养与叶面营养相结合的处理中,氮、磷、钾的吸收量始终最高,这表明,增施叶面营养有利于马铃薯对氮、磷、钾的吸收,特别是在中后期,随着块茎的发生与形成,影响最明显。在C₃处理中,后期氮、磷、钾的累积量基本保持不变。这表明在后期随着植株地上部的衰老,吸收能力的减弱,只喷叶面营养不能满足块茎发育对养分的需求,直接结果是造成后期块茎数少和块茎小。

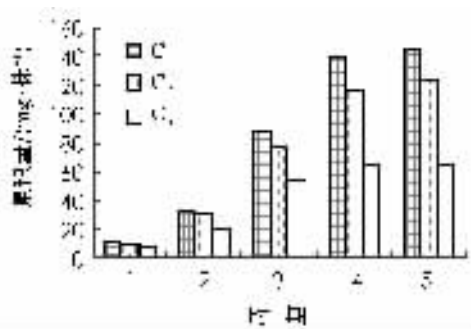


图1 不同营养方式下植株氮的累积量

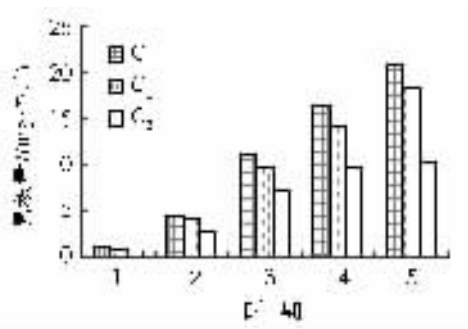


图2 不同营养方式下植株磷的累积量

2.3 不同营养方式下对马铃薯氮、磷、钾吸收速率的影响

从图4、5中可以看出,植株对氮、磷、钾的吸收速率从苗期起一直上升,这表明前期随着植株的增长,对养分的需求越来越大,对养分的吸收速率也越来越快。植株对氮和磷的最大吸收速率出现在块茎膨大期,在此期间需吸收大量氮、磷来用于块茎的膨大,此后转向淀粉积累,植株对氮、磷的需求也逐渐减少,因此吸收速率也越来越小。在C₁、C₂处理中,植株对钾的最大吸收速率出现在淀粉积累期(图6),这是由于钾是淀粉合成酶的组分,因此在养分充足时淀粉积累期的吸收速率最大。在C₃处理中,由于只喷施叶面营养,根系喷水,表明叶片对养分的吸收不足,而后期随着植株的衰老,叶面的吸收作用更弱,从而导致植株对钾的最大吸收速率出现在块茎膨大期。

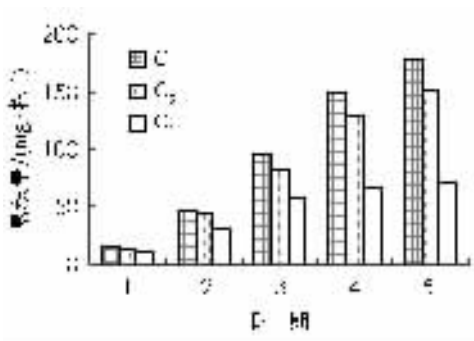


图3 不同营养方式下植株钾的累积量

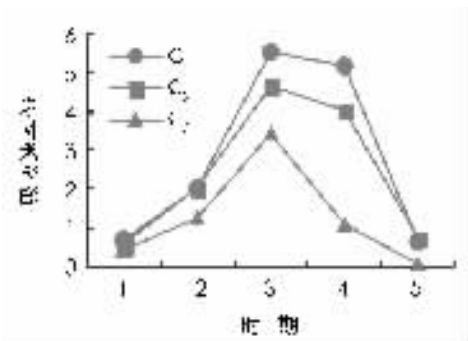


图4 不同营养方式下氮的吸收速率

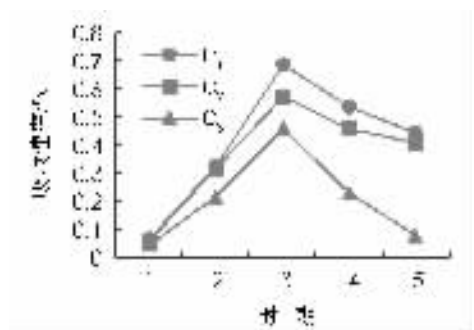


图5 不同营养方式下磷的吸收速率

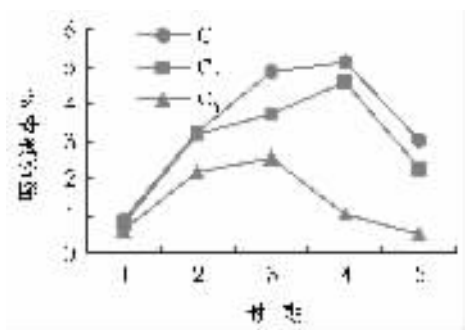


图6 不同营养方式下钾的吸收速率

2.4 不同营养方式下对马铃薯氮、磷、钾分配规律的影响

从图 7,8,9 中可以看出,在 C_1 、 C_2 处理时植株对氮、磷、钾的分配规律相似,在前期——苗期(时期 1)氮、磷、钾主要分配在叶中,此后逐渐下降,块茎中的氮、磷、钾的分配在中期——块茎形成与膨大期(时期 2,3)急剧上升,然后在后期——淀粉积累期与成熟期(时期 4,5)缓慢上升,在成熟期达到最大. 在 C_3 处理中,苗期茎中氮的分配高于根,茎中磷、钾分配率最高,这是由于在植株处于养分饥饿的情况下,有利于匍匐茎的提早发生,从而使茎中养分分配率提高. 从图中还可以看出,在 C_3 处理中,块茎中的氮、磷、钾分别要高于 C_1 、 C_2 处理中,这表明在营养不足的情况下,氮、磷、钾主要供应在生命活动最旺盛的地方. 后期养分主要分配在块茎中,说明块茎是养分的最终贮存库.

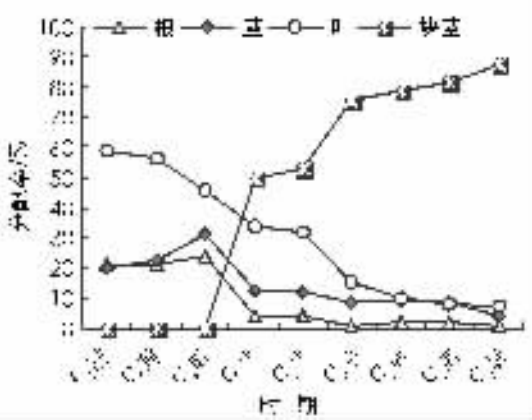


图 7 不同营养方式下植株各器官对氮的分配率

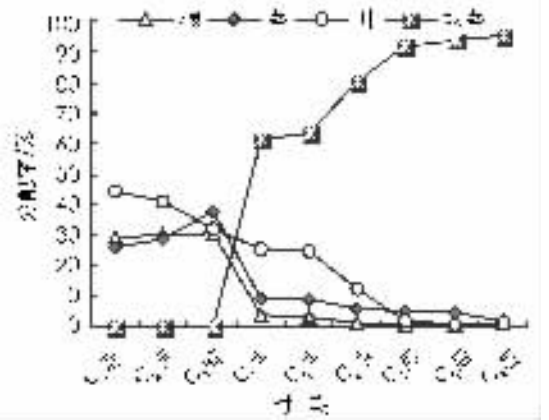


图 8 不同营养方式下植株各器官对磷的分配率

2.5 不同营养方式下对马铃薯块茎产量的影响

从图 10 中可以看出,营养方式对马铃薯的产量也有影响. 在 3 种不同的营养方式下,马铃薯的产量达到了极显著水平,说明不同的营养方式对产量有着显著的影响,在根系营养的同时加施叶面营养,能够显著提高马铃薯的产量.

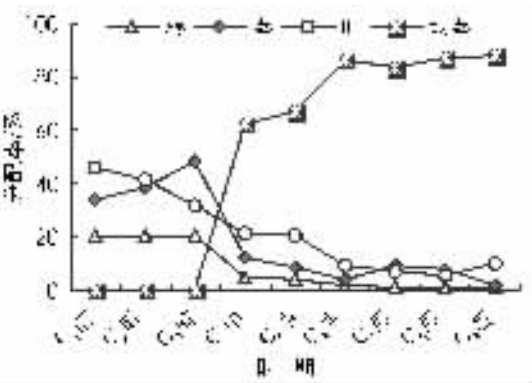


图 9 不同营养方式下植株各器官对钾的分配率

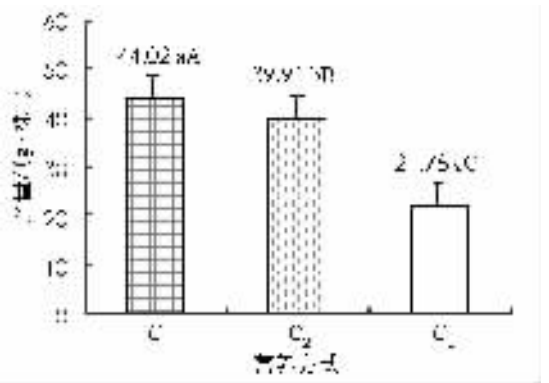


图 10 不同营养方式对马铃薯产量的影响

3 结论与讨论

1) 植株各器官中氮、磷、钾的含量依大小顺序始终表现为叶面营养与根系营养结合、根系营养、叶面营养. 在马铃薯的生长过程中,需吸收大量的营养用于植株地上部的建成与块茎的发育. 在根系营养的同时,加喷叶面营养能增加植株对养分的吸收,前期有利于植株地上部的生长,形成较大的“源”和“流”,为后期“库”的发育打下坚实的基础. 在只喷叶面营养的处理中,氮、磷、钾的含量显著低于另外 2 种处理,说明植株通过叶面也能吸收养分,但是所吸收的养分较少,不利于后期的生长发育.

2) 马铃薯对氮、磷、钾的吸收量在整个生育期一直呈上升趋势,在成熟期达到最高,这说明马铃薯对养分的吸收在整个生育期中持续进行. 在 3 种营养方式下对前期氮、磷、钾的积累没有明显的影响,但是在中后期,随着块茎的形成与膨大,植株对养分的需求更加迫切,在根系营养的同时加喷叶面营养能显著

提高植株中氮、磷、钾的累积量,叶面营养的作用体现得更加明显,从而能保证有更多、更充足的养分用来供给块茎的发生与膨大,有利于形成较大的“库”。

3) 在不同的营养方式下,植株对氮、磷、钾的吸收速率从大到小始终表现为叶面营养与根系营养结合、根系营养、叶面营养。这表明叶面营养对养分的吸收在整个生育期中持续进行,在不同的生育期,叶面营养对养分的吸收速率也不一样。前期植株较小,加喷叶面营养时,效果不明显,在中后期随着块茎的发生,叶面营养与根系营养相结合的处理方式下,植株对养分的吸收速率也最大,说明叶面营养能显著提高植株对氮、磷、钾的吸收速率,从而有利于块茎的形成与膨大。

4) 3种不同营养方式下,植株根、茎、叶中氮、磷、钾分配率逐步下降,块茎中含量一直上升,表明块茎是营养的最终贮存器官。但是不同营养方式下分配率不同,主要是由于吸收量的不同造成的,叶面营养与根系营养相结合养分吸收充足,后期分配率低。只喷叶面营养养分吸收少,后期块茎中分配率高,这也表明在叶面营养与根系营养相结合的处理中还有较大的增产潜力。

5) 叶面营养与根系营养相结合,有利于前期“源”“流”的形成,从而使后期有较高的产量。而根系营养后期对养分的吸收较小,从而其产量也较低。只喷叶面营养的处理中,由于叶面的吸收作用有限,造成其产量也较低,表明叶面营养最终不能完全替代根系营养。此外,在马铃薯生育的中后期叶面营养的效果也较好。

参考文献:

- [1] 张朝春,江荣凤. 氮磷钾肥对马铃薯营养状况及块茎产量的影响 [J]. 土壤肥料科学, 2005, 21(9): 279—283.
- [2] 孔令强,张霞,刘娟. 马铃薯叶面施肥增产增效试验研究 [J]. 中国马铃薯, 2001, 15(3): 166—167.
- [3] 赵贵宾,陈祖敬. 几种叶面肥喷施马铃薯效果的对比试验 [J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 106—108.
- [4] 于洪涛. 壮而丰应用于马铃薯增产效果的研究 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17(2): 88—89.

The Patterns of N,P,K Absorption, Utilization and Distribution of Aeroponics Potato by Different Nutrition Manner

DING Fan, WANG Ji-chun, TANG Dao-bin, LÜ Chang-wen

School of Agronomy and Biotechnology, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: This test used split-plot design to study the patterns of N,P,K absorption, utilization and distribution of virus-free potato in aeroponics culture by different nutrition manner, with main plot being nutrition solution concentration steps, split-plot being varieties, split spot being nutrition manner. The result indicated that the plant has the biggest absorb quantity of N,P,K through the dispose combined the root nutrition and foliar nutrition, in which dispose has the high content of N,P,K in tuber but the distribution rate is low, this indicated the dispose combined the root nutrition and foliar nutrition has a high increase production potential. In the dispose of only sprinkle foliar nutrition, the most quantity of N,P,K was distributed to tuber, which means the tuber is the final storeroom of N,P,K.

Key words: nutrition manner; aeroponics potato; nitrogen; phosphorus; potassium