

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2013)05-0302-04

农田土壤 Nmin 对马铃薯块茎形成的影响

敖孟奇¹, 秦永林¹, 陈 杨², 樊明寿^{1*}

(1. 内蒙古农业大学农学院, 内蒙古 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古农业大学生态学院, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘 要: 为明确农田土壤矿质氮(Nmin)含量对马铃薯块茎形成的影响, 在内蒙古阴山北麓马铃薯主产区大田条件下, 利用主栽马铃薯品种‘克新 1 号’, 通过设置不同供氮水平, 研究了薯田土壤 Nmin 含量对块茎形成的时间、数量以及重量的影响。结果表明: 土壤 Nmin 含量在 18~50 mg/kg 范围内时均可形成块茎, 且在 18.64~19.94 mg/kg 可较早形成块茎, 超过 50.57 mg/kg 时, 不形成块茎; 较高的土壤 Nmin 含量会降低块茎形成的数量, 在内蒙古阴山北麓地区, 马铃薯出苗 39 d 以后, 块茎数量不再增加; 虽土壤 Nmin 含量的增加推迟了块茎的形成时间, 但较高的土壤 Nmin 有利于马铃薯生育后期单株块茎重量的增加。

关键词: 马铃薯; 土壤 Nmin 含量; 块茎形成

Potato Tuber Formation as Affected by Soil Mineral Nitrogen

AO Mengqi¹, QIN Yonglin¹, CHEN Yang², FAN Mingshou^{1*}

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China; 2. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010019, China)

Abstract: In order to test the influence of soil mineral nitrogen (Nmin) content on potato tuber formation, a field trial was conducted in Yinshan mountain, with potato cultivar 'Kexin 1' by setting different nitrogen levels. Field soil Nmin content, tuber formation time, tuber number and weight per plant were measured or recorded dynamically. The results showed that soil Nmin declined with potato development. The soil Nmin content in a range of 18 - 50 mg/kg benefited tuber formation, and the soil Nmin in 18.64 - 19.94 mg/kg was the best level for early tuber formation. When it was more than 50.57 mg/kg, tubers could not form. It also revealed that the higher soil Nmin content could reduce the number of tuber formation, and 39 days after emergence in Yinshan area tuber number would not increase any more. Although increased soil Nmin postponed the tuber formation, the potato tuber weight per plant increased with soil Nmin.

Key Words: potato; soil Nmin content; tuber formation

氮素是马铃薯生长发育中需求较大的必须营养元素之一, 土壤中充足的矿质氮(Mineral nitrogen, Nmin)供应是马铃薯植株健壮生长及块茎高产的基础, 因此, 重视氮肥施用是马铃薯生产中非常普遍的现象。农学家们也进行了大量的氮肥施用试验, 目的是为当地马铃薯科学施肥提供指导。但是, 过去的研究较多地关注氮素营养与块茎产量的关系以及提高氮肥效率的理论与技术, 而很少深入探究氮

素营养对马铃薯块茎形成的影响。由于块茎形成是块茎生长及产量形成的基础和前提, 理解氮素与块茎形成的关系对确定施肥时间和种类极为重要, 而且一些研究表明, 氮素等营养元素对马铃薯块茎的形成可能至关重要。

早在 20 世纪 80 年代, Krass 及 Marschner^[1]就提出了氮素营养水平是影响块茎形成的环境因素之一。之后, 在组培和水培试验条件下, 均有高浓度氮素

收稿日期: 2013-08-29

基金项目: 国家自然科学基金“氮素营养对马铃薯块茎形成的影响及其机制”(31360502); 973 计划前期研究专项“马铃薯高产及资源高效利用的理论基础”(2012CB126307)资助。

作者简介: 敖孟奇(1989-), 男, 硕士研究生, 主要从事马铃薯氮素营养与施肥的研究。

* 通信作者(Corresponding author): 樊明寿, 教授, 博士生导师, 主要从事植物营养生理的教学与研究, E-mail: fmswh@126.com。

不利于块茎形成, 低浓度氮素利于块茎形成的报道^[1-3]。在大田试验条件下, 也有播前较高氮肥供应会推迟块茎形成的报道^[4-6], 但究竟土壤有效氮含量多高时即开始推迟或抑制马铃薯块茎的形成? 目前尚未见报道。因此, 本试验在内蒙古阴山北麓马铃薯主产区大田试验条件下, 通过供氮水平的变化调节土壤 Nmin, 分别从马铃薯块茎形成的时间、数量和重量等方面研究土壤 Nmin 对马铃薯块茎形成的影响规律, 旨在为马铃薯氮肥精确调控以及马铃薯高产高效的技术创新奠定理论基础。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2012 年在内蒙古武川县小马王庙村进行。试验地前茬作物为小麦, 0~20 cm 土层土壤理化性质为: 有机质 15.86 g/kg、硝态氮 14.07 mg/kg、铵

态氮 8.13 mg/kg、速效磷 16.12 mg/kg、速效钾 132.55 mg/kg、pH 值 8.03。供试马铃薯品种为‘克新 1 号’脱毒种薯; 供试肥料为尿素(含 N 量为 46%)、过磷酸钙(P_2O_5 含量为 16%)、硫酸钾(K_2O 含量为 50%)。

1.2 试验设计

试验共设 5 个供氮处理, 施肥水平以及追肥安排详见表 1。各处理磷、钾肥用量一致并全部基施, P_2O_5 120 kg/hm², K_2O 270 kg/hm²。各处理均采用高垄膜下滴灌栽培种植。垄高 30 cm, 垄顶宽 30 cm, 垄底宽 70 cm, 两垄中心相距 90 cm。每垄点播种植 2 行, 行距 25 cm, 株距 40 cm, 种植密度为 5.5×10^4 株/hm²。滴灌带滴头间距 20~21 cm、滴头流量 0.2 L/h 的滴灌带, 氮肥追施通过施肥罐施入, 因追施量较大, 每次追施氮肥之前将氮肥溶于水, 分 3 次注入到施肥罐。

试验采用单因素随机区组设计, 每个小区长 12 m,

表 1 氮肥水平及施用时期

Table 1 Nitrogen levels and application time

处理编码 Treatment code	基施量(kg/hm ²) Basal N amount	追施总量(kg/hm ²) Dressing N amount	追肥时间及数量 Time and amount of dressing N	
			出苗 26 d 26 DAE	出苗 31 d 31 DAE
N 0	0	0		
N 10	150	0		
N 35	525	0		
N 10+25	150	375	187.5	187.5
N 0+35	0	525	262.5	262.5

注 DAE 表示出苗后的天数,下同。

Note: DAE indicates the days after emergence. The same below.

宽 5 m, 面积为 60 m², 每个处理 3 次重复。

1.3 取样及测定

土壤取样: 分别于播前, 播种后 21 d, 出苗 13, 17, 21, 25, 29, 39, 61 d, 利用土钻距植株主茎 20 cm, 深度 30 cm, 取土壤混匀装于塑封袋保存待测。

植株取样: 分别于出苗 13, 17, 21, 25, 29, 39, 61 d 进行植株取样, 每个小区取 3 株, 每个处理重复 3 次。

土壤 Nmin: 准确称取 5 g 新鲜土样于塑料瓶中, 用 100 mL 2 mol/L 的 KCl 溶液浸提土壤(水土比为 20:1), 振荡 1 h 后, 过滤, 利用流动分析仪(SKALAR SAN++)测定土壤 NO_3^- -N 与 NH_4^+ -N 浓度。

块茎个数: 每次取样直接观测记录。

块茎重量: 取样后, 将块茎从匍匐茎顶端剪下, 洗净擦干, 用 1% 电子天平称重。

1.4 数据统计与计算

试验数据采用 SPSS 18.0 和 Excel 软件统计分析, 采用 LSD 法进行平均数间多重比较。

土壤 Nmin 值计算: 土壤 Nmin 值 = 实测值 × 稀释倍数(稀释倍数即为水土比 = 20)。

2 结果与分析

2.1 不同施氮处理对土壤 Nmin 变化的影响

从表 2 数据可以看出, 随着氮肥基施量的增加, 土壤 Nmin 值呈增加趋势, 其中, 播后 21 d N 35 的土壤 Nmin 值比 N0 处理增加 26.57 mg/kg, 到出苗 39 d 时, N35 的土壤 Nmin 值仍高于 N0 处理

表 2 不同施氮处理对土壤 Nmin 的影响
Table 2 Influence of different nitrogen treatments on soil Nmin

处理编码 Treatment code	土壤 Nmin(mg/kg) Soil Nmin								
	播前 Before planting	播后 21 d 21 Days after planting	出苗 13 d 13 DAE	出苗 17 d 17 DAE	出苗 21 d 21 DAE	出苗 25 d 25 DAE	出苗 29 d 29 DAE	出苗 39 d 39 DAE	出苗 61 d 61 DAE
N 0	22.19	20.82 c	19.94 c	18.68 c	16.57 c	15.01c	13.31 c	12.57 c	10.14 c
N 10	22.19	33.37 b	32.73 b	31.87 b	30.33 b	26.63b	23.92 b	20.61 b	16.36 b
N 35	22.19	47.39 a	45.32 a	42.05 a	40.76 a	38.72a	36.15 a	33.03 a	26.56 a
N 10+25	22.19	33.39 a	32.72 a	31.89 a	30.34 a	26.62a	38.63 a	41.69 b	33.37 a
N 0+35	22.19	20.83 b	19.95 b	18.67 b	16.56 b	15.02b	35.76 b	47.89 a	32.42 b

注: 表中小写字母表示同列数据在 0.05 水平上的差异显著性, 下同。

Note: Different letters in the same column mean significance at 0.05 level of probability. The same below.

20 mg/kg 以上。从整个生育进程来看, 不同施氮量与不同施氮方式, 土壤 Nmin 含量随生育进程的推移均呈下降的趋势, 如, 第一次追肥后 3 d, N10+25、N0+35 处理的土壤 Nmin 比追肥前分别增加 45.11% 和 138.08%, 追肥之后, 出苗 39~61 d 土壤 Nmin 值又呈降低趋势。

2.2 不同施氮处理对单株结薯个数的影响

表 3 结果表明, 不同氮肥基施量对马铃薯结薯个数有很大影响。从出苗 13 d, 17 d 和 21 d 各处理的结薯个数可以推算, N35 处理块茎形成时间较 N10 和 N0 处理推迟 5 d 左右, 同时, 出苗 39 d 后各处理结薯个数均不再增加且 N35 处理结薯个数显著少于 N10 和 N0 处理。

表 3 不同施氮处理对单株结薯个数的影响

Table 3 Influence of different nitrogen treatments on tubers number per plant

处理编码 Treatment code	块茎平均个数(个/株) Average number of tubers per plant						
	出苗 13 d	出苗 17 d	出苗 21 d	出苗 25 d	出苗 29 d	出苗 39 d	出苗 61 d
	13	17	21	25	29	39	61
	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE	DAE
N 0	0	2.2 a	2.2 a	2.8 a	3.0 a	3.6 a	3.6 a
N 10	0	2.1 a	2.1 a	2.7 a	2.0 b	4.1 a	4.1 a
N 35	0	0.0 b	1.0 b	1.9 b	2.0 b	3.0 b	3.0 b
N 10+25	0	2.2 a	2.2 a	2.2 b	2.7 a	5.0 a	8.1 a
N 0+35	0	2.2 a	2.2 a	2.7 a	3.0 a	3.8 b	5.0 b

结合表 2 与表 3 的数据分析, 土壤 Nmin 含量在 19.94~42.05 mg/kg 范围内均可形成块茎; 在 19.94~

32.73 mg/kg 时可比 32.73~42.05 mg/kg 提前结薯 5 d 左右。利用出苗 39 d 之前不同的土壤 Nmin 与对应的单株结薯个数进行回归拟合得图 1, 通过回归方程可以计算得到, 当土壤 Nmin 大于 50.57 mg/kg 时, 结薯数为 0, 即不能形成马铃薯; 当土壤 Nmin 为 21.52 mg/kg 时, 结薯数最多。

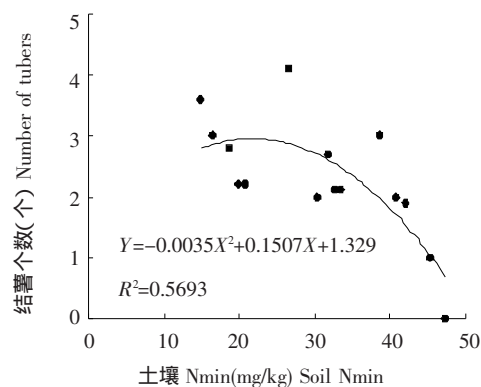


图 1 不同土壤 Nmin 与马铃薯结薯个数的回归拟合

Figure 1 Regression analysis on relation of soil Nmin with tuber number per potato plant

2.3 不同施氮处理对块茎平均重量的影响

从表 4 结果表明, N0 处理与 N10 处理在出苗 17 d 均已有块茎形成, 但 N0 处理块茎重量明显大于 N10 处理, 说明 N0 处理块茎形成时间早于 N10 处理。试验中 N35 处理的块茎形成时间虽明显晚于 N0 和 N10 处理, 但出苗 60 d 后块茎重量明显高于另外两个处理, 其中, N35 处理在出苗 29~39 d 块茎的增长速率是 10.09 g/d, 而 N0 处理的增长速率是 6.36 g/d, 可见, 通过后期的较高氮

表 4 不同施氮处理对块茎平均重量的影响
Table 4 Influence of different nitrogen treatments on tuber average weight

处理编码 Treatment code	块茎平均重量(g/株) Tubers average weight						
	出苗 13 d 13 DAE	出苗 17 d 17 DAE	出苗 21 d 21 DAE	出苗 25 d 25 DAE	出苗 29 d 29 DAE	出苗 39 d 39 DAE	出苗 61 d 61 DAE
N0	0	0.91 a	3.79 b	29.57 b	40.16 b	95.67 c	235.61 c
N10	0	0.42 b	7.08 a	45.37 a	52.89 a	141.61 a	300.34 b
N35	0	0.00 c	3.03 c	13.33 c	25.35 c	120.96 b	342.87 a
N10+25	0	0.43 b	7.08 a	45.38 a	68.74 a	226.35 a	425.69 a
N0+35	0	0.91 a	3.78 b	29.59 b	45.66 b	100.67 b	380.48 b

肥供应保持薯田较高的土壤 Nmin 含量, 有利于单株块茎重量的增加。通过表 4 数据与表 2 数据综合分析, 土壤 Nmin 含量在 18.68~19.94 mg/kg 可最早形成块茎。

3 讨 论

虽然前人关于氮肥施用数量对马铃薯块茎形成的影响有一些报道^[4-6], 但由于土壤自身含有氮素, 同时氮肥进入土壤要发生转化等, 因此以前的报道还很难直接指导马铃薯氮肥管理的实践。土壤 Nmin 是反映可被植物直接利用的土壤氮素实时供应情况的指标, 本研究通过调节施肥水平, 观察了土壤 Nmin 的变化, 以及不同土壤 Nmin 条件下马铃薯块茎的形成状况, 因此得出的关于 Nmin 与块茎形成关系的结论更能真实地反映氮素对马铃薯块茎发育的影响。总结试验结果可以得出: 马铃薯生长早期较低的土壤 Nmin 有利块茎的形成, 土壤 Nmin 的降低会增加块茎形成的个数。这一结论对指导马铃薯的氮肥施用实践具有极为重要的意义。生产者根据土壤的测试结果, 即可确定合理的种肥用量。

众所周知, 氮肥不足会显著减少马铃薯的产量, 因此, 关于土壤 Nmin 与马铃薯块茎形成关系的结论, 只能为马铃薯氮肥前期管理提供信息, 不能指导后期的施肥实践。本研究的第二个发现是, 马铃薯生育后期较高的土壤 Nmin 显著提高了单株块茎重量。这一结论则为全生育期的氮肥管理提供了重要信息。

在内蒙古阴山丘陵地区, 土壤有机质普遍较低, 本试验田的土壤有机质含量(15.86 g/kg)具有广泛的代表性。研究发现, 在这样的土壤有机质条件下, 马铃薯生育期内土壤 Nmin 含量呈下降趋势。对照上面的结论, 不难发现在该地区马铃薯生产中前期控氮和后期补氮的重要性。

‘克新 1 号’是阴山北麓地区推广面积最大的马铃薯品种, 占据当地马铃薯生产的重要份额。本研究发现, 该品种在出苗 39 d 以后块茎数量不再增加。这一发现为该品种的氮肥精确管理提供了更为详细的信息。

[参 考 文 献]

- [1] Krass A, Marschner H. Influence of nitrogen nutrition, daylength and temperature on contents of GA and ABA and on tuberization of potato plants [J]. Potato Research, 1982, 25: 13-21.
- [2] Stallknecht G F, Farnsworth S. The effect of nitrogen on the coumarin-induced tuberization of potato axillary shoots cultured *in vitro* [J]. American Potato Journal. 1979, 56: 523-530.
- [3] Sarkar D, Naik P S. Effect of inorganic nitrogen nutrition on cytokinin-induced potato microtuber production *in vitro* [J]. Potato Research, 1998, 41: 211-217.
- [4] Kleinkopf G. E, Westermann D T, Dwelle R B. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars [J]. Agron, 1981, 73: 799-802.
- [5] Moorby J, Milthorpe F L. Potato [M]//Evans L T. Crop physiology: some case histories. Cambridge: Cambridge University Press, 1975, 225-257.
- [6] 朱勇臣, 王海燕, 李成虎. 氮肥不同施用量对马铃薯产量的影响研究 [J]. 中国农技推广, 2011, 27(4): 38-39.