

氮素形态与马铃薯品质的关系

张美琴¹, 马建华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. 内蒙古农业大学职业技术学院, 内蒙古 包头 014109)

摘要: 在田间条件下研究了不同形态氮素对马铃薯块茎硝酸盐含量、淀粉、蛋白质及还原糖含量的影响。结果表明, 马铃薯块茎内硝酸盐含量从块茎形成期到成熟收获期是逐渐降低的。使用铵态氮肥并加硝化抑制剂双氰胺可以显著地抑制马铃薯块茎硝酸盐的积累; 与硝酸盐含量变化相似, 从块茎形成期到收获期蛋白质含量也逐渐降低, 不同氮素形态处理对马铃薯块茎内蛋白质含量的影响无显著差异; 铵态氮添加双氰胺处理可降低块茎还原糖含量。虽然马铃薯被认为是喜硝作物, 但本研究表明, 不同氮素形态处理不仅没有造成马铃薯产量的显著差异, 而且块茎内淀粉含量也无显著差异。

关键词: 马铃薯; 品质; 氮素形态

合理的施肥不仅影响作物的产量而且会对作物品质产生巨大影响。近年来有关马铃薯养分吸收规律及施肥(特别是氮肥)对产量和品质影响的研究受到国内外普遍的关注, 其中淀粉、还原糖以及蛋白质含量成为重点关注的品质指标。

门福义等^[1]、李英男^[2]和晋小君等^[3]研究得出, 在不同环境条件下, N 肥显著影响马铃薯淀粉含量, 块茎的淀粉量随着N 肥施用量的增加而降低。滕卫丽^[4]研究还表明, N 肥对马铃薯块茎淀粉含量的影响因品种而不同。高水平的 N 不仅使块茎淀粉含量降低, 而且降低马铃薯片质量, 特别是经长期贮藏后使烹调马铃薯变黑和品尝味道变差, 对马铃薯感观值有负作用。马铃薯块茎内粗蛋白含量除因品种、自然气候条件而变化外, 还与土壤、施肥、栽培管理等密切相关。而且单位重量鲜块茎中每种氨基酸的数量随施氮量而增加^[5]。马铃薯块茎还原糖含量超过 0.5% 时, 加工可导致薯肉变黑, 不适于炸条、炸片, 理想的炸薯片用块茎的还原糖含量应约为鲜重的 0.1%, 上限不宜超过 0.33%^[6]。马铃薯块茎还原糖含量的高低也受氮

肥施用量的影响。研究表明, 施用氮过多、还原糖含量呈现增高趋势^[2,6]。Roe^[7]的研究还发现, 氮肥量的增加, 马铃薯块茎中自由氨基酸的含量均增加。

关于氮素供应量与马铃薯块茎的重要品质指标的关系已经有大量研究^[1-13], 但是关于氮素形态是否影响其品质未见报道。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 虽然是植物可吸收利用的氮素形态, 但植物对二者的吸收、运输、储藏、同化等方面存在很大差异, 这必然会影响到植物其他生理过程和生长发育。研究表明, 这两种氮素对植物生长的有效程度取决于植物种类以及生长介质的缓冲能力等。近年来国内外关于 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 对植物生长发育影响的研究, 多集中于蔬菜作物^[14-16], 特别是对蔬菜硝酸盐含量等品质指标的影响。因此, 探讨两种氮素形态与马铃薯块茎还原糖、淀粉以及蛋白质含量的关系, 可为这方面的研究提供有价值的参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为马铃薯品种克新 1 号, 来源于黑龙江省农业科学院马铃薯研究所。

1.2 试验地条件及试验处理

试验于 2007 设在内蒙古农业大学职业技术学院农场进行, 供试土壤为轻壤土, 耕作层 0~20 cm。土壤有机质含量为 1.03%, 全氮量为 0.132%, 铵态氮为 0.677%, 硝态氮为 1.263%, 碱解氮为

收稿日期: 2008-09-11

基金项目: 农业部公益性行业计划(200803030)和中国农大-内蒙古农大校际合作项目的部分内容。

作者简介: 张美琴(1982-), 女, 硕士研究生, 主要从事植物营养生理研究。

* 通讯作者: E-mail: fmswh@yahoo.com.cn

62.77 mg·kg⁻¹, 速效磷为 39 mg·kg⁻¹, 速效钾为 145 mg·kg⁻¹, pH 为 6.7。试验区普施 P₂O₅ 9 kg·hm⁻²、K₂O 12.5 kg·hm⁻², 磷肥为过磷酸钙, 钾肥为硫酸钾。试验共设 4 个处理, 分别为硫酸铵+双氰胺、硫酸铵、硝酸钙和空白, 4 次重复, 随机排列, 共 16 个小区, 行距 70 cm, 株距 20 cm。氮肥分 3 次施用, 种肥量为 N 6 kg·hm⁻², 施用严防种、肥接触。双氰胺施用量为纯氮的 10%, 追肥量为 N 7 kg·hm⁻², 追施分两次进行, 第一次在现蕾期, 结合中耕培土进行, 第二次追肥在花后 20 d 左右。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 马铃薯体内硝酸盐含量

马铃薯叶片内硝酸盐含量测定共取样 4 次, 分别是 6 月 16 日(苗期)、7 月 2 日(块茎形成期)、7 月 28 日(块茎膨大期)、8 月 29 日(淀粉积累期); 马铃薯块茎内硝酸盐含量测定共取样 4 次, 分别是 7 月 2 日(块茎形成期)、7 月 28 日(块茎膨大期)、8 月 29 日(淀粉积累期)、9 月 20 日(成熟收获期)。每个小区取样 5 株, 带回室内洗净晾干, 分器官称量鲜重后采用水杨酸法进行硝酸盐含量测定。

1.3.2 马铃薯块茎中蛋白质含量的测定

马铃薯块茎内蛋白质含量测定共取样 4 次, 分别是 7 月 2 日(块茎形成期)、7 月 28 日(块茎膨大期)、8 月 29 日(淀粉积累期)、9 月 20 日(成熟收获期)。每个小区取样 5 株, 样品带回室内洗净晾干, 进行测定。蛋白质含量采用考马斯亮兰 G-250 法测定。

1.3.3 马铃薯块茎淀粉含量的测定

马铃薯块茎内淀粉含量在收获时测定。每个小区取样 5 株, 样品带回室内洗净晾干, 称量鲜重, 并分别取鲜样 100 g 风干后于 80℃ 温度下烘干至恒重测定干重、然后装袋用于淀粉的测定。淀粉含量采用硫酸蒽酮法。

1.3.4 马铃薯块茎还原糖含量的测定

马铃薯块茎中还原糖含量也在收获时测定。每个小区取样 5 株, 样品带回室内洗净晾干, 称量鲜重后置入冰箱保鲜并适时进行测定。还原糖含量采用 3, 5-二硝基水杨酸比色法。

1.4 试验数据统计分析

试验数据采用 EXCEL2003 和 DPS(Data processing system) 联合处理分析, 平均数的多重比较采用 Tukey 法。

2 结果与分析

2.1 不同氮素形态对马铃薯体内 NO₃⁻-N 含量的影响

从图 1 可以看出, 不论施用何种形态的氮肥, 马铃薯叶片内硝酸盐的含量均随生育进程而降低。整个生育期内, 在施用硝态氮和铵态氮的处理下, 叶片内硝态盐含量无显著差异。但在苗期、块茎形成、膨大期, 硝态氮和铵态氮处理的叶片硝酸盐均高于施用铵态氮加双氰胺的处理和对照。到淀粉积累期, 4 个处理的叶片硝酸盐无显著差异。

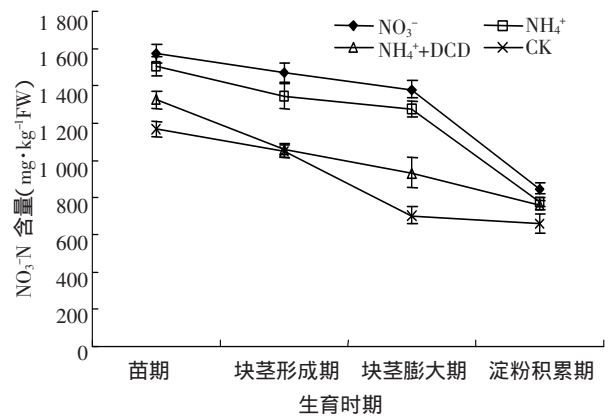


图 1 不同形态氮素处理下马铃薯叶片硝态盐含量随生育进程的变化(误差线表示标准误, 下同)

由图 2 可以看出, 在马铃薯块茎发育的前期和膨大期, 氮素形态对块茎硝酸盐含量影响无显著差异。到淀粉积累期, 即进入块茎成熟阶段, 施用硝态氮肥的处理比铵态氮加双氰胺和对照高多 19.00% 和 42.01%。不施氮肥的对照其块茎内硝态酸含量在各个时期均最低。

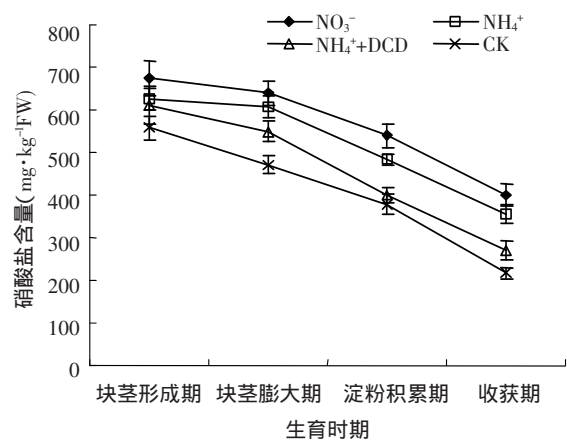


图 2 不同形态氮素处理下马铃薯块茎硝态盐含量随生育进程的变化

2.2 氮素形态对马铃薯块茎中蛋白质的影响

不同氮素形态处理马铃薯块茎内蛋白质含量差异不显著(图3)。即使不施氮肥的马铃薯块茎内蛋白质百分含量也未显著低于其他施肥处理,但由于氮肥处理对块茎产量产生显著影响(图6),因此对蛋白质的总量最终也产生影响。由图3还可以看出,在整个生育期内,马铃薯块茎内蛋白质含量总体上呈下降的趋势。

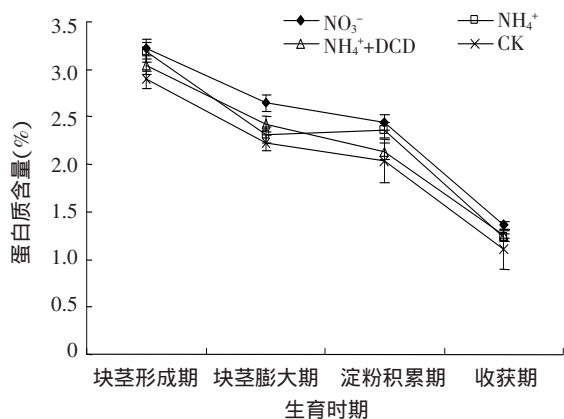


图3 不同形态氮素处理下马铃薯块茎蛋白质含量随生育进程的变化

2.3 氮素形态对马铃薯块茎淀粉含量的影响

收获时测定的马铃薯块茎淀粉含量在不同形态氮肥处理间没有表现出显著差异,只有对照(即不施氮肥处理)的块茎淀粉含量显著低于其他处理(图4)。

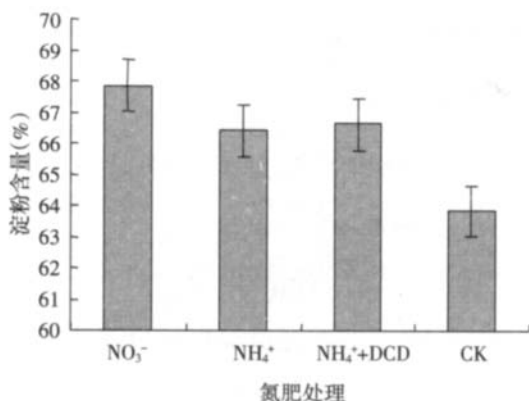


图4 不同形态氮素处理下马铃薯块茎淀粉含量的变化

2.4 氮素形态对马铃薯块茎还原糖含量的影响

收获时马铃薯块茎还原糖含量表现为 NO₃⁻、NH₄⁺态氮肥处理均显著高于 NH₄⁺+DCD 处理和CK,其中 NH₄⁺+DCD 处理与 CK 差异不显著(图5)。

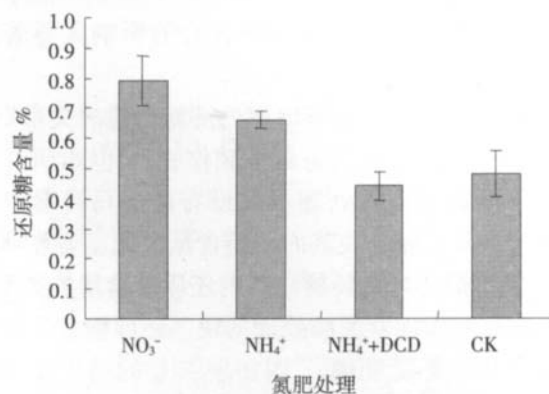


图5 不同形态氮素处理下马铃薯块茎还原糖含量的变化

2.5 不同氮素形态对马铃薯产量的影响

在本试验地条件下,三个施氮处理的块茎产量均显著高于对照,而处理间差异不显著(图6)。

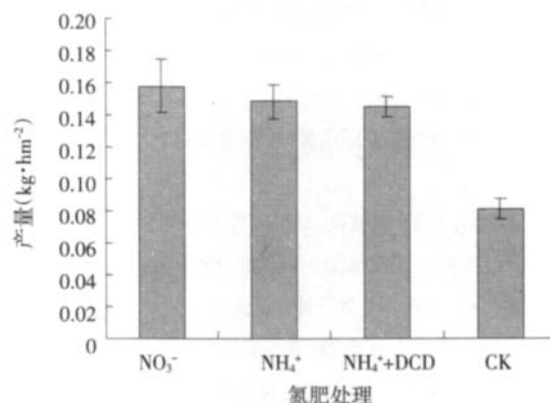


图6 不同形态氮素处理下马铃薯块茎产量的变化

3 结论与讨论

3.1 氮素形态与马铃薯块茎硝态盐含量的关系

从本研究的结果可得出,马铃薯块茎内硝态盐含量从块茎形成期到成熟收获期是逐渐降低的。双氰胺被认为是很好的硝化抑制剂并在生产中得到应用,本研究所得结果为硝态氮处理马铃薯块茎内硝态盐含量显著高于铵态氮加双氰胺,而与单施铵态氮处理无显著差异,这进一步证实了双氰胺的硝化抑制效果。另外由于 NH₄⁺+DCD 处理的产量并没有表现为低于 NO₃⁻ 和 NH₄⁺ 处理,所以可以认为使用铵态氮肥并加硝化抑制剂双氰胺的方法是抑制马铃薯块茎硝酸盐积累的有效措施。

3.2 氮素形态与马铃薯块茎内蛋白质含量的关系

马铃薯块茎内蛋白质含量是一个重要的品质指标,本研究结果表明,从块茎形成期到收获期四

个生育期中蛋白含量是逐渐降低的, 不同氮素形态处理对马铃薯块茎内蛋白质含量的影响无显著差异。

3.3 氮素形态与马铃薯块茎内淀粉含量的关系

虽然马铃薯被认为是喜硝作物, 但研究表明, 不同氮素形态处理不仅没有造成马铃薯产量的显著差异, 而且块茎内淀粉含量也无显著差异。

3.4 氮素形态与马铃薯块茎内还原糖含量的关系

铵态氮添加双氰胺处理的块茎还原糖含量均低于其余 2 个氮肥处理, 即如果 NH_4^+ 的硝化作用得以抑制, NH_4^+ 作为氮源可明显降低马铃薯块茎中还原糖的含量。

[参 考 文 献]

- [1] 门福义, 蒙美莲, 刘梦芸, 等. 马铃薯不同品种淀粉积累生理基础研究——品种淀粉含量与叶部氮磷钾浓度的关系[J]. 马铃薯杂志, 1995, 9(4): 193-197.
- [2] 李英男. 马铃薯新用途育种的开发[J]. 马铃薯杂志, 1995, 9(4): 248.
- [3] 晋小军, 黄鹏, 温随良. 甘肃主要土壤的理化性质对马铃薯品质的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 1996, 31(3): 257-262.
- [4] 滕卫丽. 国外炸条型马铃薯品种的产量和品质指标的变化及其相互关系[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2002.
- [5] 金黎平, 屈冬玉. 马铃薯优良品种及丰产栽培技术[M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2002.
- [6] 谢开云, 屈冬玉, 金黎平, 等. 我国炸片用马铃薯原料生产中存在的问题与对策[J]. 马铃薯杂志, 2001(6): 355-357.
- [7] Roe M A. Role of reducing sugars and amino acids in fry color of chips from potatoes grown under different nitrogen régimes[J]. Sci Agric, 1990, 52: 207-214.
- [8] 王春英, 陈伊里, 石瑛. 影响马铃薯油炸品质的研究进展[J]. 中国马铃薯, 2003(4): 232-235.
- [9] 郭淑敏, 门福义. 马铃薯高淀粉生理基础的研究——块茎淀粉含量与氮磷钾代谢的关系[J]. 马铃薯杂志, 1993, 7(2): 65-70.
- [10] 周娜娜. 宁夏灌区炸片型马铃薯水肥耦合栽培技术的研究[D]. 宁夏: 宁夏大学, 2004.
- [11] 王季春. 不同施氮量对马铃薯的影响[J]. 马铃薯杂志, 1994(2): 76-80
- [12] Millard P. The nitrogen content of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers in relation to nitrogen application —— the effect on amino acid composition and yields[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1986, 37(2): 107-114.
- [13] 高炳德. 马铃薯营养特性的研究[J]. 马铃薯杂志, 1984(4): 3-13.
- [14] 朱祝军, 蒋有条. 不同形态氮素对不结球白菜生长和硝酸盐积累影响[J]. 植物生理学通讯, 1994, 30(3): 198-201.
- [15] 王朝辉, 李生秀, 田霄鸿. 不同氮肥用量对蔬菜硝态氮累积的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(1): 22-28.
- [16] 胡承孝, 邓波儿. 施用氮肥对小白菜、番茄果实中硝酸盐积累的影响[J]. 华中农业大学学报, 1992, 11 (3): 239-243.

Relation between Nitrogen Form and Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuber Quality

Zhang Meiqin, Ma Jianhua, Fan Mingshou

(1. College of Agronomy, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot, Inner Mongolia 010019, China ;

2. Institute of Vocational Technology, Inner Mongolia Agricultural University, Tuyouqi, Inner Mongolia 014109, China)

Abstract: Influence of nitrogen forms on nitrate, protein, starch and reducing sugar concentrations in potato tubers was studied under field conditions in Inner Mongolia. Nitrate concentration in potato tuber decreased gradually with the tuber development, and NH_4^+ with DCD could reduce the nitrate content in tubers. It also significantly decreased reducing sugar concentration in tubers. Similarly, the protein concentration in potato tubers also decreased with tuber development, and the nitrogen form showed no effects on the tuber protein concentration. Different nitrogen forms caused no significant changes either in tuber yield or in tuber starch content although potato has been considered as NO_3^- preferred plant.

Key Words: potato; quality; nitrogen form