

概述氮肥水平对玉米生理及产量性状的影响

刘武仁 郑金玉 罗 洋 郑洪兵 李瑞平 李伟堂

(吉林省农业科学院 农业环境与资源中心 吉林 长春 130124)

摘要: 氮素水平影响玉米的产量和生理特性,合理施用氮素与获得较高产量和改善生理性状有密切关系。本研究从玉米植株形态、干物质积累、非结构碳水化合物、叶片光合特性、品质和产量等方面阐述氮素水平对玉米产量生理的影响。

关键词: 玉米; 氮肥; 生理性状; 产量

中图分类号: S143 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2010)增刊-0239-04

Research Advance on Physiological Changes Respond to Level of N Application

LIU Wu-ren ZHENG Jin-yu LUO Yang ZHENG Hong-bing LI Rui-ping LI Wei-tang

(Research Center of Agricultural Environment and Resources, Jilin Academy
of Agricultural Science, Changchun 130124, China)

Abstract: Previous studies showed that great change in yield and physiological traits, desired traits and high yield could be obtained through controlling level of N. This paper summarized the physiological changes, including growth of plant, dry matter accumulation, photosynthetic efficiency, non-structural carbohydrates, quality of seeds and yield could be caused by level of N.

Key words: Maize; N fertilizer; Physiological traits; Yield

玉米是世界上重要的粮食作物之一,种植面积和产量仅次于小麦和水稻居第二位^[1]。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,玉米已由过去的以食用为主,逐渐发展成为作饲料为主的粮、饲、经兼用作物,人均占有玉米数量被视为衡量一个国家畜牧业发展和人民生活水平的重要标志之一^[2]。

合理施用化肥是实现粮食稳产高产的重要保证^[3]。氮、磷、钾是植物生长过程中需要量较大的矿物质营养元素^[4]。氮素是作物体内核酸、蛋白、叶绿素和多种酶的成分^[5],在作物生长中起到“主要驱动力的作用”,处于代谢活动的中心地位^[6]。氮素对玉米一生的生长发育及产量形成至关重要^[7]。氮肥水平及氮肥运筹对玉米的植株形态、器官建成、生育质量、品质及产量均有重要影响^[8-10]。

在参阅大量前人研究资料的基础上,对文献进行梳理和分析,概述氮肥水平对植株形态、干物质积累、叶片光合特性、非结构碳水化合物、品质和产量的影响,总结出对玉米生育质量及产量方面的影响

规律,以期从氮肥水平角度提出新的见解,从而为玉米的高产高效栽培及氮肥运筹提供一定的理论依据。

1 氮素水平对玉米生理方面的影响

1.1 植株形态

良好的植株形态决定玉米产量的高低^[11]。氮素水平对玉米的植株形态有一定影响。随着氮素施用量的增加,玉米株高呈现先增加后减少的趋势^[12]。杨永胜^[13]认为,适量施用氮肥,可以改善玉米的营养生长,对生育前期玉米茎粗的影响明显大于生育后期。叶面积指数和叶面积持续期的突破是实现高产粮田的重要生理基础^[10]。施氮较少影响叶片的生长发育,而过量施用氮肥,在生育后期引起下部叶片早衰,致使叶片生长受到严重影响^[14]。氮肥对玉米植株器官的形成具有重要作用^[15]。因此,适宜的氮肥水平对玉米形成良好的长势及对后期的生长极为重要。

收稿日期: 2010-05-15

基金项目: 国家科技支撑项目(2006BAD15B04)

作者简介: 刘武仁(1957-),男,吉林公主岭人,研究员,主要从事耕作与作物高产栽培研究。

1.2 干物质积累

玉米干物质的积累量决定了籽粒产量^[16],而且,干物质在玉米各器官的分配随生长中心转移而变化^[17]。氮肥水平影响干物质积累与转移,导致干物质对籽粒的贡献率相差也很大^[18]。前期施氮有利于营养体的生长和发育,而后期施氮肥则有利于后期干物质的积累,并且促进同化产物由营养体向籽粒中转移^[19]。戴明宏等^[20]研究表明,不同的氮肥管理模式,春玉米生育后期各器官中叶片和苞叶的干物质转移量最大。随着施氮量增加,出苗至吐丝期的比例明显降低,吐丝至生理成熟期则明显提高^[21]。周俊民等^[22]通过研究得出,施氮量的增加促进了花丝期前后植株各部分氮和干物质的累积,产量显著提高。而徐祥玉等^[23]通过对不同品种和氮素水平对干物质积累影响结果表明,品种间干物质转移量及产量的贡献率较大,而氮肥水平处理差异并不明显。从研究中可以看出,学者们关于氮素对玉米干物质积累有重要影响的观点是一致的,但还存在一些不同的见解,有待进一步探讨。

1.3 非结构碳水化合物

氮素往往通过改变玉米的某些生理特性来影响产量^[24]。氮肥不足加速玉米下部叶片叶绿素的下降进程,加快叶片的衰老。这是由于叶肉细胞叶绿体结构性变差,维管束鞘细胞碳水化合物累积减少,营养体氮素再分配率大而引起的^[25]。缺氮时蛋白质、核酸磷脂等物质的合成受阻,植株生长矮小,从而影响产量。氮素水平还影响叶片蔗糖代谢。陈洋等^[26]研究认为,氮素用量适当有利于提高玉米叶片蔗糖含量、蔗糖合成酶活性和蔗糖磷酸合成酶活性。春玉米叶片的蔗糖含量随灌浆进程的推进,呈逐渐降低的趋势^[14]。吐丝期穗叶中蔗糖合成酶活性呈单峰曲线变化^[27]。适量的氮肥,可以提高功能叶中抗氧化酶的活性,减轻衰老过程中活性氧对细胞膜的伤害^[28]。所以施适宜氮素有助于提高酶活性,延长叶片合光功能期,从而有效提高玉米产量。

1.4 叶片光合特性

众所周之,作物的产量主要来自光合作用^[29]。玉米进行光合作用的主要器官是叶片,玉米的干物质积累主要来自于叶片的光合作用^[30]。因此,提高光合速率是玉米高产栽培的生理基础。大量研究表明,氮素水平影响玉米叶片的光合特性,从而影响产量的高低^[31]。关于氮素水平对叶片光合特性的影响观点不一。李潮海等^[32]研究认为,增加施氮量会增加叶面积,延长叶片功能期,提高叶片的光合作用。而吕丽华等^[33]研究认为,氮素施用过多叶片早

衰,光合速率下降,这与何萍研究结果一致^[25]。从理论上讲,光合面积适当大,光合作用比较强,光合时间适当长,光合产物消耗少且分配利用合理,则产量就高^[34]。王帅研究认为,在玉米生育期氮素分3次追施可以提高穗位叶片的光合速率,保持较长的高光合功能期,有效地提高玉米的光合作用,增加产量。孙年喜^[35]研究表明,不同氮肥水平对玉米叶片光合速率及叶绿素荧光特性等有显著影响。达娃^[36]施用氮肥增大了玉米叶片气孔阻力,使蒸腾速率相应降低,其降低幅度大于光合速率的下降幅度,因而提高了蒸腾效率,尤其在干旱胁迫下施用氮肥的效果更加显著。前人研究充分说明,氮素是参与叶片光合机理的重要元素之一,影响玉米的生理功能,制约产量的形成。

2 氮肥水平对玉米籽粒品质及产量性状的影响

2.1 籽粒品质

施用氮肥能明显提高玉米籽粒中蛋白质含量,每公顷施氮量在0~180 kg范围内,施氮量与籽粒中蛋白质含量呈直线关系。施氮肥也能提高玉米籽粒含油率。Lang等^[37]用9个玉米品种和3个氮肥用量试验的结果证明,籽粒含油量随着施氮肥的增加而提高^[38]。张智猛等^[39]也指出,氮素供应主要影响籽粒中油酸和亚油酸含量,对硬脂酸、棕榈酸和亚麻酸含量的影响不显著。氮肥对籽粒蛋白质的不同组分的含量影响程度也不同^[40]。其中,清蛋白和球蛋白含量不易受氮肥影响,而玉米醇溶蛋白及其在粗蛋白中所占比重随着施氮量的增加明显提高。Mitchell^[41]指出,如果玉米籽粒蛋白质含量达到14%以上,每增加1%的蛋白质含量,则玉米醇溶蛋白增加的比例平均高达5.2%,但是,醇溶蛋白含赖氨酸和色氨酸的量很少。因而有人认为,施氮肥虽然提高了籽粒蛋白质含量,却降低了蛋白质的品质和营养价值^[39]。推迟施氮时间,提高了醇溶蛋白含量,减少了蛋白质中赖氨酸、苏氨酸和半胱氨酸所占比例,因而也降低了蛋白质的营养价值。施氮肥使谷蛋白含量增加,而并非提高醇溶蛋白的比例。由此可见,氮素水平对玉米籽粒品质有重要的影响,从而间接影响玉米经济价值。

2.2 产量性状

氮肥水平与运筹是控制玉米产量的重要栽培措施^[42],也是决定玉米产量的关键措施之一^[43]。有关氮肥施用量对玉米产量的影响报道较多^[44],合理适时施用有利于提高玉米对氮素的吸收,减少氮的流失,可有效提高氮肥的利用率和经济效益。氮肥

运筹对春玉米和经济效益影响显著^[45]。司贤宗等^[46]研究分析表明,玉米籽粒产量与植株氮素积累量均呈极显著的正相关关系。当氮肥用量达到一定数量之后,产量则不随氮肥用量的提高而增加,甚至有所降低^[47]。于明礼等^[48]研究认为,施用氮肥可以显著提高产量,以每公顷施用 337.5 kg 为最佳。氮肥水平与穗粒数呈显著正相关,与穗粒重呈极显著正相关,而对百粒重影响不大^[13]。追施氮肥对玉米产量构成影响较大的是穗粒数和穗粒重^[13]。唐锦福等^[12]研究表明,随着氮肥施用量的增加,玉米果穗长度和直径均呈先增加后减少的趋势,穗粒数随着氮肥施用量的增加而增加。陈国立等^[15]通过对郑单 958 氮肥水平研究得出,不同施氮量间玉米产量差异达到显著水平。合理施用氮肥,只有做到土壤、作物、时空上同步协调,才能保证作物获得更高产量,同时获得最大的效益。施用氮肥应根据玉米长势及产量构成因素,确定适宜的施氮用量。

3 展望

氮素水平对玉米植株形态、干物质积累、非结构碳水化合物、叶片光合特性、籽粒品质和产量均有调控作用,而且制约产量的高低。因此,合理施用氮素,既能节省肥料,提高经济效益,又能促进玉米植株健康生长,从而增加光合面积,提高光合能力,改善品质提高产量,最终实现增产和高品质的双重目标。

参考文献:

- [1] 李维岳. 吉林玉米[M]. 长春: 吉林科技出版社, 2000: 1-2.
- [2] 张吉旺, 王空军, 胡昌浩, 等. 施氮时期对夏玉米饲用营养价值的影响[J]. 中国农业科学, 2002, 35(11): 1337-1342.
- [3] 方广新. 玉米施肥存在的问题及高效施肥方法[J]. 养殖技术顾问, 2005, (05): 44-44.
- [4] 李楠, 刘淑霞, 刘伟, 等. 草原土壤施用复混肥的研究[J]. 草业学报, 2002, 11(1): 47-50.
- [5] 刘海龙, 何萍, 金继运, 等. 施氮对高淀粉玉米和普通玉米子粒可溶性糖和淀粉积累的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(3): 493-500.
- [6] 韩守良. 高油玉米籽粒含油率、脂肪酸组成、酯酶同工酶活性变化规律及其籽粒品质影响的研究[M]. 北京: 中国农业大学, 1995: 14-16.
- [7] 詹其厚. 氮肥不同用量对玉米产量的影响及肥效分析[J]. 安徽农业科学, 1997, 25(4): 352-353.
- [8] 孙占祥, 孙文涛. 水肥互作对玉米生长发育及产量的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(3): 275-278.
- [9] 孙杰, 程晓慧, 庞世兰. 氮肥对玉米杂交制种产量及其生长发育的生理作用[J]. 种子, 2004, (4): 60-62.
- [10] 戴静, 康宁. 氮磷钾配施对玉米主要性状和产量的影响及其施肥规律[J]. 山西农业科学, 2007, 35(10): 62-64.
- [11] 王振华, 王义波, 王永普, 等. 玉米自交系株形和产量性状的遗传改良效果[J]. 作物杂志, 2000, (1): 15-16.
- [12] 唐锦福, 贾忠军, 陈志国. 氮肥不同施用量对玉米性状及产量的影响[J]. 现代农业, 2009(7): 9-10.
- [13] 杨永胜. 供氮水平对玉米生长性状及产量的影响[J]. 河北农业科学, 2009, 13(6): 42-43.
- [14] 赵宏伟, 邹德堂, 袁丽梅. 氮肥施用量对不同品种春玉米生长发育的影响[J]. 科学试验, 2005, (8): 23-25.
- [15] 陈国立, 刘键娜, 姜麦兰, 等. 郑单 958 不同密度与施氮量对产量及部分植株性状研究初报[J]. 玉米科学, 2006, 14(增刊): 108-109.
- [16] 陈国平. 玉米的干物质生产与分配(综述)[J]. 玉米科学, 1994, 2(1): 48-53.
- [17] 黄智鸿, 王思远, 包岩, 等. 超高产玉米品种干物质积累与分配特点的研究[J]. 玉米科学, 2007, 15(3): 95-98.
- [18] 郭庆法, 王庆成, 汪黎明, 等. 山东省农科院. 中国玉米栽培学[M]. 上海: 上海科学出版社, 2004: 362-363.
- [19] 杨国航, 崔彦宏, 刘树宏, 等. 供氮时期对玉米干物质积累、分配和转移的影响[J]. 玉米科学, 2004, 12(专刊): 104-106.
- [20] 戴明宏, 单成钢, 王璞. 温光生态效应对春玉米物质生产的影响[J]. 中国农业大学学报, 2009, 14(3): 35-41.
- [21] 贾占国. 施氮量对玉米超高产田特征研究探讨[J]. 黑龙江科技信息, 2009, (13): 108-108.
- [22] 周俊民, 陈廷祥, 丁卫东. 不同施氮量对植株性状及产量的影响试验[J]. 现代农业科技, 2009, (8): 131-132.
- [23] 徐祥玉, 张敏敏, 翟丙年, 等. 施氮对不同基因型夏玉米干物质累积转移的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(4): 786-789.
- [24] 曹翠玲, 李生秀, 苗芳. 氮素对植物某些生理生化过程影响的研究进展[J]. 西北农业大学学报, 1999, 27(4): 96-100.
- [25] 何萍, 金继运, 林葆. 氮肥用量对春玉米叶片衰老的影响及其机理研究[J]. 中国农业科学, 1998, 31(3): 1-4.
- [26] 陈洋, 赵宏伟. 氮素用量对春玉米穗位叶蔗糖合成关键酶活性的影响[J]. 玉米科学, 2008, 16(1): 115-118.
- [27] 高聚林, 刘克礼. 春玉米植株体中蔗糖含量的变化[J]. 华北农学报, 1993, 8(1): 29-34.

- [28] 高向阳,徐凤彩,赵亚华,等.普通玉米和超甜玉米苗期蔗糖合成酶与磷酸蔗糖合成酶的活力比较[J].华南农业大学学报,2001,22(2):46-48.
- [29] 郑广华.植物栽培生理[M].济南,山东科学技术出版社,1984:22-23.
- [30] 郑丕尧.作物生理学导论[M].北京:北京农业大学出版社,1992.
- [31] 马宝国,刘永朝.几个夏玉米品种叶片的光合特性研究[J].河北北方学院学报:自然科学版,2006,22(6):27-30.
- [32] 李潮海,刘奎,周苏玫,等.不同施肥条件下夏玉米光合对生理生态因子的响应[J].作物学报,2002,28(2):265-269.
- [33] 吕丽华,赵明,赵久然,等.不同施氮量下夏玉米冠层结构及光合特性的变化[J].中国农业科学,2008,41(9):2624-2632.
- [34] 张丽丽,王璞,陶洪斌,等.氮肥对夏玉米冠层结构及光合速率的影响[J].玉米科学,2009,17(2):133-135.
- [35] 孙年喜.不同供氮水平对玉米光合特性的影响[J].西南农业大学学报,2005,27(2):289-296.
- [36] 达娃.不同氮素水平对干旱胁迫下玉米幼苗的水分状况及光合特性的影响[J].西藏科技,2003,12:9-13.
- [37] Lang A L. Pendleton and nitrogen levels on yield and protein and oil contents of nine corn hybrids[J]. Agron J,1956,48:284-289.
- [38] 黄绍文,孙桂芳,金继运,等.不同氮水平对高油玉米吉油一号籽粒产量及其营养品质的影响[J].中国农业科学,2004,37(2):250-255.
- [39] 张智猛,戴良香,胡昌浩,等.氮素对不同类型玉米籽粒氨基酸、蛋白质含量及其组分变化的影响[J].西北植物学报,2005,25(7):1415-1420.
- [40] 李金洪,李伯航.矿质营养对玉米籽粒营养品质的影响[J].玉米科学,1995,3(3):55-58.
- [41] Miller P A. Factors influencing the oil and protein content of corn grain[J]. Agron J,1951,43:305-311.
- [42] 宁堂原,李增嘉,焦念元,等.不同熟期玉米品种春夏套作对全株饲用营养价值的影响[J].作物学报,2004,30(5):443-448.
- [43] 卢树昌,臧凤燕,刘惠芬,等.不同施氮方式对夏玉米生长性状及氮肥利用率的影响[J].天津农学报,2002,9(1):18-21.
- [44] 陆卫平,蔡志飞,赵祥祥,等.不同时期施用氮肥对苏玉糯1号产量形成的作用[J].扬州大学学报:自然科学版,1999,2(3):46-49.
- [45] 郭红梅,王宏庭,王斌,等.氮肥运筹对春玉米产量及经济效益的影响[J].山西农业科学,2008,36(11):67-70.
- [46] 司贤宗,葛东杰,谭金芳,等.氮肥运筹方式对豫单2002产量及品质的影响[J].中国农学通报,2008,23(6):383-387.
- [47] 杨恩琼,黄建国,何腾兵,等.氮肥用量对普通玉米产量和营养品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(3):509-513.
- [48] 于明礼,王燕,刘少坤,等.氮素对不同类型饲用玉米产量及品质的影响[J].山东农业科学,2009(4):57-60.