

增施氮肥对玉米植株氮积累量和器官氮含量的影响

李强¹, 武文明², 彭晨², 王世济^{2*}

(1. 安徽省凤阳县农业科学研究所, 安徽凤阳 233100; 2. 安徽省农业科学院烟草研究所/玉米研究中心, 安徽合肥 230031)

摘要 以玉米品种隆平 206 为试验材料, 研究不同施氮量对夏玉米不同器官氮素吸收积累量、干物质积累及产量的影响, 以期对夏玉米合理施肥提供理论依据。结果表明, 随着氮肥施用量的增加, 不同器官氮含量、氮积累量和干物质质量显著提高; 施氮量高于 300 kg/hm² 时, 随着施氮量的增加, 氮含量和干物质积累量不再显著增加。随着氮肥施用量的增加, 产量显著增加, 不同处理较对照产量提高 30.7%~104.3%; 施氮量达 225 kg/hm² 后, 产量无显著增加; 氮肥施用量与产量存在线性加平台的关系。氮肥用量提高, 氮素偏生产力显著下降, 较对照下降 34.7%~70.9%。

关键词 江淮; 氮肥用量; 隆平 206; 氮吸收积累; 器官氮含量

中图分类号 S513 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2019)19-0173-02

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.19.050

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effect of Increased Nitrogen on Nitrogen Accumulation and Nitrogen Content in Maize

LI Qiang¹, WU Wen-ming², PENG Chen² et al (1. Fengyang Agricultural Science Research Institute, Fengyang, Anhui 233100; 2. Tobacco Research Institute/Corn Research Center, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract Field experiment was carried out to investigate the effects of different nitrogen application amount on the nitrogen accumulation amount of different organs, dry matter accumulation and grain yield in summer maize cultivar “Longping206”, in order to provide a theoretical basis for rational fertilization of summer maize. The results showed that with the increase of nitrogen application rate, the nitrogen content of different organs, nitrogen accumulation and dry matter accumulation increased significantly. When the nitrogen application rate was higher than 300 kg/hm², there was no significant differences between different nitrogen treatments in the nitrogen content and dry matter accumulation. With the increase of nitrogen fertilizer application rate, the grain yield increased significantly by 30.7%~104.3%, compared with the control, while there was no significant differences when the nitrogen application amount exceeded 225 kg/hm². The relationship between nitrogen application rate and yield was linear and platform. With the amount of nitrogen fertilizer increased, and the partial productivity of nitrogen decreased significantly, which was 34.7%~70.9% lower than the control.

Key words Jianghuai; Nitrogen application rate; Longping 206; Nitrogen uptake accumulation; Nitrogen content

玉米是需氮量较大的作物, 合理施用氮肥在玉米增产诸因素中起 28%~30% 的作用^[1-2], 陈国平^[2]对 20 世纪 80 年代我国各地氮肥试验结果总结发现, 增施氮肥, 玉米增产。近年来, 景立权等^[3]研究超高产夏玉米需氮量, 结果表明, 玉米需氮量随玉米产量的增加而增加。但随着我国作物整体施氮量的增加, 土壤氮素含量逐渐提高, 单位氮肥粮食增产率下降, 氮肥的增产效应逐渐减弱。过量施氮, 造成作物奢侈吸收, 加重作物病虫害的发生^[4]; 同时给环境造成很大压力^[2], 农业面源污染也愈加严重^[5], 生产成本加大^[6]。因此, 合理施用氮肥是增加玉米产量、降低生产成本、减轻病虫害和优化环境的重要措施。

吴文革等^[4]对江淮地区水稻氮肥用量进行研究, 结果表明, 过量施氮不能提高水稻产量。王世济等^[7]研究表明, 施氮量与玉米产量呈线性加平台关系。虽然前人开展过江淮地区氮肥用量与作物产量关系的研究, 但关于江淮旱地玉米氮肥用量与植株干物质积累及氮素吸收动态等方面的研究尚未见系统报道。为此, 笔者研究了江淮地区不同氮肥施用量对夏玉米干物质生产和氮素吸收利用的影响, 以期为该地区玉米的减氮增效提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验在江淮地区的凤阳县农业科学研究所进行, 供试土壤为黏盘黄褐土, 土壤基本肥力: pH 6.2, 有机质 28.2 g/kg, 碱解氮 124.6 mg/kg, 速效磷 33.9 mg/kg, 速效钾 191.7 mg/kg。

1.2 试验设计 供试品种为隆平 206, 种植密度为 67 500 株/hm²。设置不同氮肥施用量, 分别为 0、75、150、225、300、375 kg/hm², 分别用 N0、N75、N150、N225、N300、N375 表示, 基肥氮和大喇叭口期追肥氮各 50%。基施 P₂O₅ 135 kg/hm² 和 K₂O 270 kg/hm²。随机区组设计, 3 次重复。行距 60 cm, 小区面积 16 m²。2012 年 6 月 18 日播种, 10 月 10 日收获; 2013 年 6 月 20 日播种, 10 月 15 日收获, 其余田间管理按常规措施进行。

1.3 测定项目与方法 收获时每小区取植株样 3 株, 植株地上部分按茎、叶、叶鞘、苞叶、雄穗、穗轴、籽粒分开, 105 ℃ 杀青 30 min, 80 ℃ 烘干至恒重, 分别称重。样品烘干粉碎后供氮的测定, 采用浓 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮, 流动注射法测定氮含量。

1.4 数据分析 采用 DPS 数据处理软件对试验数据进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同氮肥施用量对夏玉米各器官氮含量的影响 对不同氮肥施用量处理的夏玉米各器官氮含量进行方差分析, 结果表明, 不同处理间叶片、茎秆、籽粒、雄穗和鞘氮含量均

基金项目 安徽省农业科学院创新团队(2019YL041)。

作者简介 李强(1974—), 男, 安徽凤阳人, 农艺师, 从事玉米高产技术推广工作。* 通信作者, 研究员, 从事玉米栽培技术研究。

收稿日期 2019-08-06

存在显著差异;不同处理间苞叶和穗轴氮含量无显著差异。叶片氮含量随施氮量的增加而提高,其中 N375 处理各器官氮最高,N0 处理最低,N300 和 N375 处理叶片和籽粒氮含量显著高于其他处理,N300 和 N375 处理间无显著差异。各器官氮含量随着施氮量的增加而显著提高,但 N300 和 N375 处

理间各器官氮含量无显著差异(表 1)。

对同一处理下不同器官氮含量进行方差分析,结果表明,不同器官间氮含量存在显著差异,籽粒和叶片氮含量高,茎秆氮含量最低,不同器官间氮含量表现为籽粒、叶片>雄穗>鞘>苞叶>穗轴>茎(表 1),籽粒和叶片间氮含量无显著差异。

表 1 不同氮肥用量玉米各器官氮含量

Table 1 Nitrogen content in each organ of maize under different nitrogen fertilizer rates								g/kg						
处理 Treatment	2012 年							2013 年						
	叶 Leaf	茎 Stem	鞘 sheath	苞叶 Bracts	穗轴 Spike- stalk	雄穗 Male spike	籽粒 Grain	叶 Leaf	茎 Stem	鞘 Sheath	苞叶 Bracts	穗轴 Spike- stalk	雄穗 Male spike	籽粒 Grain
N375	1.39 aA	0.36 aE	0.69 aC	0.57 aD	0.42 aE	0.90 aB	1.29 aA	1.51 aA	0.43 aD	0.68 aC	0.68 aC	0.38 aD	1.06 aB	1.65 aA
N300	1.32 abA	0.35 aD	0.59 abC	0.59 aC	0.41 aD	0.90 aB	1.23 abA	1.49 aA	0.47 aD	0.67 aC	0.52 abCD	0.35 aD	1.02 abB	1.60 aA
N225	1.20 bA	0.35 aD	0.56 abC	0.68 aC	0.38 aD	0.89 abB	1.12 bA	1.25 bB	0.41 abD	0.62 abC	0.68 aC	0.36 aD	1.05 abB	1.70 aA
N150	1.18 bA	0.24 bE	0.46 bcD	0.62 aC	0.41 aD	0.79 bB	1.11 bA	1.15 bB	0.37 abF	0.58 abDE	0.66 aD	0.42 aEF	0.98 abC	1.55 aA
N75	0.93 cA	0.24 bD	0.46 bcC	0.55 aC	0.44 aC	0.77 bcB	0.98 cA	1.10 bA	0.32 bcC	0.54 abB	0.53 abB	0.29 aC	0.93 bcA	1.11 bA
N0	0.79 cB	0.22 bE	0.32 cDE	0.52 aC	0.38 aD	0.68 cB	0.90 cA	0.80 cA	0.25 cC	0.39 bB	0.31 bBC	0.32 aBC	0.82 cA	0.84 cA

注:同列不同小写字母表示相同器官不同处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示相同处理下不同器官间差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters indicate significant differences in nitrogen content between different treatments under the same organ($P<0.05$); different capital letters indicate significant differences in nitrogen content between different organs under the same treatment($P<0.05$)

2.2 不同氮肥施用量对夏玉米干物质积累和氮素吸收积累量的影响 施用氮肥显著增加玉米植株的干物质积累量。施氮量在 0~225 kg/hm² 时,随着氮肥用量的增加,各处理间地上部植株干物质积累量和氮积累量显著增加;施氮量在 225~375 kg/hm² 时,随着施氮量的增加,各处理间地上部植株干物质总积累量和氮积累量不再显著增加(表 2)。

表 2 不同氮肥用量处理玉米氮吸收积累量

Table 2 Nitrogen absorption and accumulation of maize under different nitrogen fertilizer rates					g/株	
处理 Treatment	2012 年		2013 年		地上部植株 干物质总重 Total dry matter weight of plants above ground	氮积累量 Nitrogen accumulation
	地上部植株 干物质总重 Total dry matter weight of plants above ground	氮积累量 Nitrogen accumulation	地上部植株 干物质总重 Total dry matter weight of plants above ground	氮积累量 Nitrogen accumulation		
N375	316.1 a	3.31 a	308.2 a	3.67 a		
N300	311.6 a	3.11 ab	291.8 a	3.49 a		
N225	306.7 a	2.85 b	300.2 a	3.26 ab		
N150	282.2 b	2.50 c	263.4 b	2.86 b		
N75	245.5 c	1.85 d	190.6 c	1.63 c		
N0	181.9 d	1.24 e	136.8 d	0.89 d		

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters indicate significant differences in nitrogen content between different treatments

2.3 不同氮肥施用量对夏玉米产量的影响 对不同处理玉米产量进行方差分析,结果表明,随着施氮量的增加,产量显著增加,施氮量至 225 kg/hm² 时,继续增施氮肥,产量无显著增加,产量与氮肥用量存在线性加平台的关系。2012 年,施肥处理较对照增产 30.7%~89.6%;2013 年,增产 37.9%~104.3%。氮素偏生产力表现为随着氮肥施用量的增加,氮素偏生产力降低(表 3)。

3 结论与讨论

氮肥对玉米器官建成具有重要作用,施氮后增产效果明显,因此了解氮素吸收特性是合理施肥的重要依据。当植株缺氮时,由于蛋白质合成少,酶和叶绿素含量下降,细胞分裂

减慢,叶色发黄,早熟、低产;相反,当植株氮素过剩时,碳氮代谢不协调,造成徒长,抗逆性下降,感病倒伏减产。氮肥施用数量受玉米植株氮素积累量、阶段吸收量和吸收强度的影响,而玉米氮素吸收数量又受品种特性、产量水平、环境条件及栽培技术等方面的影响^[8]。植株养分吸收积累直接影响夏玉米的生长发育,进而影响产量,了解氮素吸收积累特性是合理施用氮肥的重要依据^[9-10]。

表 3 不同氮肥用量处理玉米产量

Table 3 Maize yields under different nitrogen fertilizer rates						
处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²		增产率 Increased rate %		氮素偏生产力 Nitrogen partial productivity	
	2012 年	2013 年	2012 年	2013 年	2012 年	2013 年
N375	12 224 a	10 301 a	89.6	104.3	32.6 e	27.5 d
N300	12 103 a	9 923 ab	87.7	96.8	40.3 d	33.1 d
N225	12 089 a	9 619 ab	87.5	90.8	53.7 c	42.8 c
N150	11 016 b	8 903 b	70.9	76.6	73.4 b	59.4 b
N75	8 424 c	6 953 c	30.7	37.9	112.3 a	92.7 a
N0	6 446 d	5 042 d	—	—	—	—

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)
Note: Different lowercase letters indicate significant differences between different treatments

该研究结果表明,随着氮肥施用量的增加,不同器官氮含量显著增加,其中叶片氮含量最高;施氮能够显著增加干物质积累和植株氮积累量。当氮肥用量超过 300 kg/hm² 时,增施氮肥不再显著增加玉米的生物产量和经济产量,但玉米的氮吸收量仍显著增加,增施氮肥会发生玉米氮的奢侈吸收。不同器官氮含量表现为籽粒、叶片>雄穗>鞘>苞叶>穗轴>茎,籽粒和叶片间氮含量无显著差异。在施肥量较少的条件下,植株生物量及氮积累量较小,可能会导致其他器官转移到籽粒中的氮素比例趋于增高,而在施氮量较多的条件下则趋于减少,但可能导致氮素的过度吸收及淋溶,给生态

右,醋酸发酵温度 30 ℃,醋酸菌接种量 12%。

该研究通过单因素和正交试验得出,菠萝石榴果醋的最佳制作配方,即菠萝汁与石榴汁混合比 2:1; 27 ℃下,发酵 5 d,酵母接种量 4%为酒精发酵阶段的最佳工艺条件;接种 7%醋酸菌,31 ℃下,发酵 3 d 为醋酸发酵的最佳工艺条件;最后,果醋澄清阶段,果胶用量为 300 mg/L,作用时间持续 40 min 为最佳条件。

参考文献

- [1] RODA A, DE FAVERI D M, DORDONI R, et al. Vinegar production from pineapple wastes—preliminary saccharification trials[J]. Chemical engineering transactions, 2014, 37: 607–612.
- [2] 唐道民. 山楂醋酿造技术研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.
- [3] 翟文俊. 石榴营养酒的酿造工艺研究[J]. 食品科技, 2006, 31(11): 205–208.
- [4] 贺小贤. 低度石榴酒的生产工艺流程[J]. 农产品加工(创新版), 2012(7): 41–42.
- [5] 郭传琦. 石榴籽降糖成分的研究[D]. 济南: 齐鲁工业大学, 2013.
- [6] AVIRAM M. Pomegranate juice as a major source for poly-phenolic flavonoids and it is most of potent antioxidant against LDL oxidation and atherosclerosis[C]//Pasqui of the XI biennial meeting the society research international. Paris, France: Monduzzi Editore SP, A-MEDIMOND Inc, 2002: 523–528.
- [7] 徐静, 韦京豫, 郭继芬, 等. 石榴汁中部分多酚类物质的分离鉴定[J]. 中国食品学报, 2010, 10(1): 190–199.
- [8] GUGLIUCCI A. Beyond the antioxidant properties: Pomegranate juice polyphenols increase hepatocyte paraoxonase 1 secretion[J]. Atherosclerosis, 2010, 208: 28–29.

(上接第 174 页)

环境带来一定的压力。王俊忠等^[11]通过¹⁵N 标记法研究高产田和中产田施氮量对夏玉米氮素分配率、利用率和碳氮代谢的影响。各个器官¹⁵N 积累量表现为籽粒>叶片>茎>根>叶鞘>穗轴。高产田施氮量超过 300 kg/hm²时,籽粒和叶片中积累¹⁵N 有所下降,而茎和根中积累¹⁵N 的量随施氮量的增加而增加。

随着氮肥施用量的提高,干物质积累提高,产量提升。范亚宁等^[12]研究认为施氮处理籽粒产量显著高于不施氮处理,施氮量与籽粒产量呈极显著正线性相关关系。杨荣等^[13]研究认为,施氮处理较不施氮处理产量增加 48.22%~108.6%,施氮量超过 225 kg/hm²,玉米产量不再显著增加,地上部植株氮肥吸收利用率和籽粒氮肥吸收利用率开始有降低趋势。该研究结果表明,随着氮肥用量的增加,氮素的偏生产力显著降低,过量增施氮肥导致增产效率下降,施氮量至 225 kg/hm²时,产量无显著增加,产量与氮肥施用量存在线性加平台的关系。

- [9] 畅功民,张春杰,张敏,等. 高乳酸食醋酿造技术研究进展[J]. 中国酿造, 2016, 35(9): 1–4.
- [10] MARÍA YOLANDA LÓPEZ GALVEZ, ALBERTO MORENO VEGA. El Granado: Variedades, Técnicas de Cultivo y Usos[M]. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa, 2015.
- [11] 刘聪,程圣恩,孙浩,等. 苹果猕猴桃混合型果醋酿造工艺[J]. 西北农业学报, 2011, 20(11): 202–206.
- [12] 汪晓琳. 苹果猕猴桃混合型果醋酿造工艺研究[J]. 食品工业, 2016, 37(11): 253–256.
- [13] GUPTA R K, KUMAR D, CHAUDHARY A K. Antidiabetic activity of *Passiflora incarnata* Linn. in streptozotocin-induced diabetes in mice[J]. Journal of ethnopharmacology, 2012, 139(3): 801–806.
- [14] SATO A C, ANDRADE S A, BRITO M V, et al. Effects of compounds from *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* juice on blood coagulation and on proteolytic enzymes[J]. Protein and peptide letters, 2012, 19(5): 501–508.
- [15] 毛海燕. 石榴果醋酿造工艺研究[D]. 成都: 西华大学, 2013.
- [16] 信亚伟,孙惜时,谈甜甜,等. 食醋的营养价值和保健功能作用研究进展[J]. 中国调味品, 2015, 40(2): 124–127.
- [17] 兰时乐,戴小阳,胡超,等. 酶法水解鲑鱼蛋白的研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(7): 45–48.
- [18] 王登飞,陈绍军,陈梅清. 混果醋酸饮料的研制[J]. 农牧产品开发, 2000(3): 11–12.
- [19] 韦云路,李璐,李全宏. 南瓜醋的澄清工艺优化及其抗氧化活性研究[J]. 中国酿造, 2018, 37(10): 31–35.
- [20] 王敏. 发酵型果醋饮料的研究现状与发展趋势[J]. 饮料工业, 2016, 19(3): 76–78.
- [21] 陈曦,李国林,陈梦玉,等. 响应面法优化发酵蓝莓果醋发酵工艺条件[J]. 中国酿造, 2018, 37(9): 67–71.
- [22] 王宇鸿,梁青. 番木瓜-菠萝复合发酵果醋工艺研究[J]. 中国调味品, 2014, 39(7): 81–83, 87.

参考文献

- [1] 于飞,施卫明. 近 10 年中国大陆主要粮食作物氮肥利用率分析[J]. 土壤学报, 2015, 52(6): 1311–1324.
- [2] 陈国平. 玉米的干物质生产与分配[J]. 玉米科学, 1991, 2(1): 48–53.
- [3] 景立权,赵福成,王德成,等. 不同施氮水平对超高产夏玉米氮磷钾积累与分配的影响[J]. 作物学报, 2013, 39(8): 1478–1490.
- [4] 吴文革,杨联松,苏泽胜,等. 不同施氮条件下杂交中粳稻的群体质量与产量形成[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(5): 1083–1089.
- [5] 王桂苓,马友华,石润圭,等. 安徽省农业环境现状与农田养分流失研究综述[J]. 安徽农学通报, 2009, 15(7): 96–98.
- [6] 史文娟,董召荣,汪本忠,等. 施氮对江淮地区饲用玉米产量形成的调控研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(3): 674–676.
- [7] 王世济,韩坤龙,李强,等. 江淮旱地玉米氮肥适宜用量研究[J]. 中国农学通报, 2013, 29(21): 47–50.
- [8] 李瑞秋,高小彦,吴敦肃. 淹水对玉米苗某些生理和形态的影响[J]. 植物学报, 1991, 33(6): 473–477.
- [9] 吕鹏,张吉旺,刘伟,等. 施氮量对超高产夏玉米产量及氮素吸收利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(4): 852–860.
- [10] 郑伟,何萍,高强,等. 施氮对不同土壤肥力玉米氮素吸收和利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 301–309.
- [11] 王俊忠,黄高宝,张超男,等. 施氮量对不同肥力水平下夏玉米碳氮代谢及氮素利用率的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(4): 2045–2052.
- [12] 范亚宁,李世清,李生秀. 半湿润地区农田夏玉米氮肥利用率及土壤硝态氮动态变化[J]. 应用生态学报, 2008, 19(4): 799–806.
- [13] 杨荣,苏永中. 水氮配合对绿洲沙地农田玉米产量、土壤硝态氮和氮平衡的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1459–1469.