

# 氮肥施用量对玉米生长发育及产量的影响

杨志奇<sup>1</sup>, 俄胜哲<sup>2</sup>, 温宏昌<sup>1</sup>, 张喜平<sup>1</sup>

(1. 天水市农业科学研究所, 甘肃 天水 741000; 2. 甘肃省农业科学院土壤与肥料研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 通过田间试验研究了玉米的氮肥适宜施用量对玉米生长发育和产量的影响。结果表明, 氮肥不同施用量对玉米生育期及经济性状的影响不同, 施 N 144.0、172.5 kg/hm<sup>2</sup> 时拔节期、大喇叭口期较不施氮处理和减氮处理提前 1~3 d; 全生育期也最长, 为 145 d, 较其它施氮处理延长 2~3 d。施 N 172.5 kg/hm<sup>2</sup> 和 144.0 kg/hm<sup>2</sup> 时株高、秃顶长、行粒数、千粒重均优于其它处理, 穗长、穗粗和穗行数处理间并无差异。施 N 144.0~172.5 kg/hm<sup>2</sup> 时玉米籽粒产量为 11 578.05~11 818.2 kg/hm<sup>2</sup>, 较不施氮肥处理(8 764.35 kg/hm<sup>2</sup>)增产 32.10%~34.84%, 不施氮肥处理与施氮处理的差异均达极显著水平。氮肥贡献率随着施氮量的增加呈递增趋势, 氮肥贡献率的变幅为 15.48%~25.84%, 施 N 172.5 kg/hm<sup>2</sup> 的氮肥贡献率最高, 为 25.84%, 从氮肥的农学利用效率和氮肥偏生产力看, 不同施氮量之间存在差异, 随着施氮量的增加都呈递减趋势, 氮肥农学利用效率变幅为 19.54~46.53 kg/kg, 氮肥偏生产力变幅为 65.81~300.57 kg/kg, 而高施氮量的农学效益和偏生产力低下, 不利于资源节约和环境友好, 所以在保证玉米籽粒产量的基础上, 氮肥的农学利用效率为 17.70~19.54 kg/kg, 偏生产力为 68.51~80.40 kg/kg。

**关键词:** 施氮量; 玉米; 经济系数; 产量; 氮肥指标

**中图分类号:** S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)10-0037-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.10.009

## Effects of Different Nitrogen Fertilizer Application Rates on Growth and Yield of Corn

YANG Zhiqi<sup>1</sup>, E Shengzhe<sup>2</sup>, WEN Hongchang<sup>1</sup>, ZHANG Xiping<sup>1</sup>

(1. Tianshui Institute of Agricultural Sciences, Tianshui Gansu 741000, China; 2. Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** The effect of suitable application amount of nitrogen fertilizer on the growth and development of corn was studied by field experiment. The results showed that the effects of different nitrogen application rates on corn growth and economic shape are different. When 144 kg/hm<sup>2</sup> and 172.5 kg/hm<sup>2</sup> are applied, jointing stage and bell mouth stage are 1~3 days earlier than those without nitrogen application and nitrogen reduction treatment. The longest growth period is 145 days, which is 2~3 days longer than other nitrogen treatments. It is superior to other treatments in plant height, bald top length, grain number per row and 1000-grain weight when applying nitrogen fertilizer 172.5 kg/hm<sup>2</sup> and 144 kg/hm<sup>2</sup>, but there are no differences in panicle length, panicle diameter and row number per panicle. When applying nitrogen fertilizer 144.0~172.5 kg/hm<sup>2</sup>. The corn grain yield was 11 578.05~11 818.2 kg/hm<sup>2</sup>, 32.10%~34.84% higher than that at without nitrogen fertilizer (8 764.35 kg/hm<sup>2</sup>), and the difference between the treatment without nitrogen fertilizer and other nitrogen treatments is very significant. The contribution rate of nitrogen fertilizer increased with the increase of nitrogen application. The variation range of contribution rate of nitrogen fertilizer is 15.48%~25.84%, and the highest contribution rate of

**收稿日期:** 2019-06-03

**基金项目:** 国家科技支撑计划项目(2012BAD05B06); 公益性行业(农业)科研专项(201203030)。

**作者简介:** 杨志奇(1980—), 男, 甘肃天水人, 助理研究员, 主要从事土壤肥料与植物营养研究。  
**联系电话:** (0)13893876108。Email: yzq19800114@163.com。

**通信作者:** 俄胜哲(1978—), 男, 甘肃庆阳人, 博士, 副研究员, 主要从事植物营养与土壤生态等方面研究。Email: eshengzhe@163.com。

nitrogen fertilizer is 25.84% at 172.5 kg/hm<sup>2</sup>. According to the agronomic use efficiency and partial productivity of nitrogen fertilizer, there are differences among different nitrogen application rates, which decrease with the increase of nitrogen application. The agronomic use efficiency range from 19.54 kg/kg to 46.53 kg/kg, and the partial productivity of nitrogen fertilizer range from 65.81 kg/kg to 300.57 kg/kg. However, the low agronomic benefit and partial productivity of high nitrogen application are not conducive to resource conservation and environmental friendliness. Therefore, on the basis of ensuring corn grain yield, the agricultural use efficiency of nitrogen fertilizer is 17.70~19.54 kg/kg, and the partial productivity is 68.51~80.40 kg/kg.

**Key words:** Nitrogen application rate; Corn; Economic coefficient; Yield; Nitrogen fertilizer index

氮素是影响玉米产量最重要的矿质元素,合理施用氮肥是实现玉米高产的重要措施<sup>[1-2]</sup>,氮肥超量施用以及氮肥利用率不断下降使得农业面源污染日趋严重<sup>[3]</sup>。我国自1994年以来氮肥(纯氮)每年施用量均在 $2 \times 10^7$  t以上,据世界之最之首,但氮肥利用率仅为30%~35%,远低于世界40%~60%的平均利用率<sup>[4]</sup>。黄土高原半干旱区自然降水少且与农作物需水供需错位<sup>[5]</sup>,粮食产量低而不稳<sup>[6]</sup>。为此,我们进行了氮肥施用量对玉米生长发育及产量的影响研究,以期为本地区玉米氮肥的合理施用和2020年实现化肥农药零增长提供理论支持。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试作物为春玉米,指示品种为中单2号。氮肥为尿素(含N 46.4%),中国石油兰州石化公司生产;磷肥为普通过磷酸钙(含P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%),云南安宁万合磷肥厂生产;钾肥为硫酸钾(含K<sub>2</sub>O 51%),国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司生产。

### 1.2 试验区概况

试验设在天水市农业科学研究所中梁试验站试验基地(34° 05' N, 104° 5' E)。该区属半干旱山区,年平均气温为11.5℃,海拔1 650 m,降水量500~600 mm。试验地土壤属中壤黄绵土。试验前(2017年3月)0~20 cm耕层土壤基本理化性状为有机质16.80 g/kg、全氮0.98 g/kg、全磷0.86 g/kg、全钾20.20 g/kg、碱解氮69.8 mg/kg、速效磷22.0 mg/kg、速效钾102.0 mg/kg、pH 8.32。前茬作物玉米。有机肥(厩肥)有机质、全

氮、全磷和全钾含量分别为44.07 g/kg、3.12 g/kg、1.52 g/kg和13.60 g/kg,碱解氮、速效磷和速效钾含量分别为292 mg/kg、355 mg/kg和1 635 mg/kg。

### 1.3 试验设计

试验共设6个处理,3次重复,均施有机肥3 000 kg/hm<sup>2</sup>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 87 kg/hm<sup>2</sup>、K<sub>2</sub>O 60 kg/hm<sup>2</sup>,施N量分别为0、34.5、69.0、105.5、144.0、172.5 kg/hm<sup>2</sup>,分别用N<sub>0</sub>、N<sub>34.5</sub>、N<sub>69</sub>、N<sub>105.5</sub>、N<sub>144.0</sub>和N<sub>172.5</sub>标识。N 50%做基肥和其余肥料结合整地一次性施入,其余50%于大喇叭口期追肥外玉米棵间或行侧深施,距植株15 cm,施后掩埋。小区面积30 m<sup>2</sup>。先铺膜后人工点播,保苗6万株/hm<sup>2</sup>。其它田间管理措施同当地大田。

成熟期每小区分别取20株测定株高、穗长、穗粒数、千粒重等指标。小区单收,籽粒脱粒后晒干、风选后测定干重和水分含量。

数据采用软件Excel作图,DPS8.00进行数据显著性分析,并用LSD法检验差异显著性。

氮肥贡献率=[(施氮区产量-不施氮区产量)/施氮区产量]×100%;

氮肥农学利用率=(施氮区籽粒产量-无氮区籽粒产量)/施氮量;

氮肥偏生产力=籽粒产量/氮肥(纯氮)用量。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮肥施用量对玉米生育期的影响

不同施氮处理对玉米生育期的影响不同(表1)。施氮144.0 kg/hm<sup>2</sup>、172.5 kg/hm<sup>2</sup>时

拔节期、大喇叭口期较不施氮处理和减氮处理提前 1~3 d。随着生育进程的推进,由于供氮量的不同,不施氮和施氮较少的处理由于 N 肥供应不足拔节期和大喇叭口期出现延迟,不能有效完成干物质累积;不同施氮处理的成熟期和生育期不尽相同, N<sub>144.0</sub>、N<sub>172.5</sub> 处理全生育期最长,均为 145 d,较其它施氮处理延长了 2~3 d,延长了籽粒成熟时间,有利于干物质的积累和增加籽粒饱满度。

### 2.2 不同氮肥施用量对玉米经济性状的影响

由表 2 可以看出, N<sub>172.5</sub> 和 N<sub>144.0</sub> 株高、秃顶长、行粒数、千粒重均优于 N<sub>0</sub>、N<sub>34.5</sub>、N<sub>69.0</sub> 和 N<sub>105.5</sub> 处理,穗长、穗粗和穗行数处理间并无差异,可见氮肥的施用量直接影响玉米的株高、秃顶长、行粒数和千粒重等产量构成因素。赵靛等<sup>[7]</sup>研究认为,施用氮肥对玉米增产有显著影响,通过增加玉米穗数、穗粒数和粒重,从而增加籽粒产量。方正等<sup>[8]</sup>研究同样表明,无肥区、无氮区处理的穗长、穗粗、行粒数、千粒重均低于正常水平,而其他处理的表现则趋于正常,氮肥对

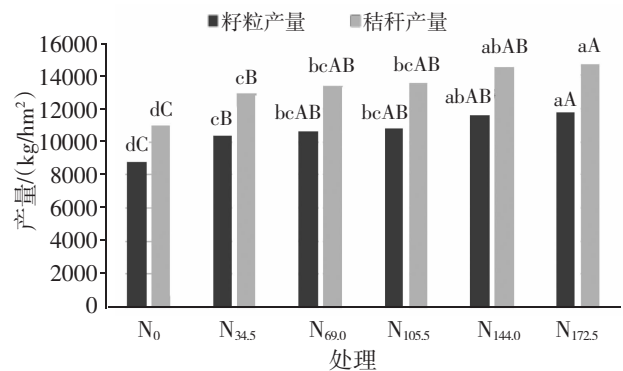


图 1 不同氮肥处理玉米籽粒产量和生物产量结果

玉米的经济性状、产量性状影响最大。

### 2.3 不同氮肥施用量对玉米籽粒产量的影响

从图 1 可以看出,玉米籽粒产量随着氮肥施用量的增加而增加, N<sub>172.5</sub> 最高,达 11 818.20 kg/hm<sup>2</sup>; N<sub>0</sub> 最低,为 8 764.35 kg/hm<sup>2</sup>; N<sub>34.5</sub>、N<sub>69.0</sub>、N<sub>105.5</sub>、N<sub>144.0</sub> 和 N<sub>172.5</sub> 较 N<sub>0</sub> 分别提高 18.32%、21.73%、23.53%、32.10% 和 34.84%,差异显著; N<sub>172.5</sub> 处理籽粒产量较 N<sub>34.5</sub>、N<sub>69.0</sub>、N<sub>105.5</sub>、N<sub>144.0</sub> 分别提高 13.97%、10.77%、9.16%、2.07%,处理之间差异并不显著,尤其 N<sub>144.0</sub> 籽粒产量仅提高 2.07%,相对于施氮水平可以忽略不计。孙占祥等<sup>[9]</sup>

表 1 不同施氮量对玉米生育期的影响

处理	播种期	出苗期	拔节期	大喇叭口期	抽雄期	成熟期	全生育期 /d
N <sub>0</sub>	13/4	28/4	12/6	10/7	12/7	4/9	142
N <sub>34.5</sub>	13/4	28/4	10/6	8/7	10/7	5/9	143
N <sub>69.0</sub>	13/4	28/4	10/6	8/7	10/7	5/9	143
N <sub>105.5</sub>	13/4	28/4	10/6	8/7	10/7	5/9	143
N <sub>144.0</sub>	13/4	28/4	9/6	7/7	8/7	7/9	145
N <sub>172.5</sub>	13/4	28/4	9/6	7/7	8/7	7/9	145

表 2 不同种植模式及施肥量对玉米经济性状的影响

处理	株高 /cm	穗长 /cm	穗粗 /cm	秃顶长 /cm	穗行数 /行	行粒数 /粒	千粒重 /g
N <sub>0</sub>	184.06 dD	20.30 aA	15.90 aA	2.22 aA	12.60 bA	31.44 bAB	301.32 fF
N <sub>34.5</sub>	202.90 cC	20.89 aA	16.20 aA	1.45 bB	13.40 abA	32.20 abAB	323.21 eE
N <sub>69.0</sub>	203.89 cB	21.50 aA	16.20 aA	0.85 cC	13.40 abA	32.27 abAB	330.52 dD
N <sub>105.5</sub>	212.70 bB	21.60 aA	16.20 aA	0.64 cdCD	13.80 abA	32.70 abAB	334.73 cC
N <sub>144.0</sub>	234.82 aA	22.10 aA	16.67 aA	0.45 deDE	14.00 aA	35.40 abAB	345.69 bB
N <sub>172.5</sub>	238.30 aA	22.09 aA	17.00 aA	0.21 eE	13.80 aA	39.10 aA	351.00 aA



研究认为当氮肥用量超过时,再增加氮肥用量不能提高玉米产量;胡强等<sup>[10]</sup>研究表明,施氮量低于 600 kg/hm<sup>2</sup> 的范围内,玉米产量与施氮量呈正相关。郑伟等<sup>[11]</sup> 研究表明,随施氮量的增加,玉米产量达到最高产量后降低。至于本地区施氮量多大就会降低玉米产量则需要进一步研究,但从资源节约和生态安全等方面的考虑,本地区的玉米经济安全施氮量应控制在 144.0 ~ 172.5 kg/hm<sup>2</sup>。

#### 2.4 氮肥施用量对氮肥贡献率、农学利用率和偏生产力的影响

从表 3 可知,氮肥贡献率随着施氮量的增加呈递增趋势,其变幅为 15.48% ~ 25.84%。N<sub>172.5</sub> 氮肥贡献率最高,为 25.84%,较 N<sub>144.0</sub> 高 1.54 个百分点。从氮肥贡献率和籽粒产量两方面看, N<sub>144.0</sub> 的氮肥贡献率 24.30% 较为合理。从氮肥的农学利用率和氮肥偏生产力看,不同施氮量之间存在差异,随着施氮量的增加均呈递减趋势,农学利用率变幅为 19.54 ~ 46.53 kg/kg,氮肥偏生产力变幅为 65.81 ~ 300.57 kg/kg。可以看出,氮肥施用不足虽能提高氮肥的农学利用率和偏生产力,但明显降低了产量收益,而高施氮量的农学利用率和偏生产力低下,不利于资源节约和环境友好。

表 3 氮肥施用量对肥效指标的影响

处理	氮肥贡献率 /%	氮肥农学利用率 /(kg/kg)	氮肥偏生产力 /(kg/kg)
N <sub>0</sub>	0	0	0
N <sub>34.5</sub>	15.48	46.53	300.57
N <sub>69.0</sub>	17.85	27.60	154.62
N <sub>105.5</sub>	19.05	19.55	102.62
N <sub>144.0</sub>	24.30	19.54	80.40
N <sub>172.5</sub>	25.84	17.70	68.51

### 3 小结与讨论

氮肥不同施用量对玉米生育及经济性状的影响不同。施 N 144.0 kg/hm<sup>2</sup>、172.5 kg/hm<sup>2</sup> 时拔节期、大喇叭口期较不施氮处理和减氮处理提前 1 ~ 3 d; 全生育期也最长,为 145 d,较其它施氮处理延长了 2 ~ 3 d,

与罗照霞等<sup>[12]</sup>的研究相似。施氮量为 144.0、172.5 kg/hm<sup>2</sup> 时提早了玉米关键生育时期并延长了玉米籽粒成熟时间,提高了干物质的累计,增加了籽粒的饱满度。不同氮肥处理下, N<sub>172.5</sub> 和 N<sub>144.0</sub> 株高、秃顶长、行粒数、千粒重均优于 N<sub>0</sub>、N<sub>34.5</sub>、N<sub>69.0</sub> 和 N<sub>105.5</sub> 处理,穗长、穗粗和穗行数处理间并无差异。与赵靓等<sup>[7]</sup>和方正等<sup>[8]</sup>的研究结论一致。

玉米籽粒产量随着氮肥施用量的增加而增加, N<sub>172.5</sub> 最高,达 11 818.20 kg/hm<sup>2</sup>; N<sub>0</sub> 最低,为 8 764.35 kg/hm<sup>2</sup>, N<sub>172.5</sub> 较 N<sub>0</sub> 提高 34.84%。N<sub>172.5</sub> 处理的籽粒产量较 N<sub>34.5</sub>、N<sub>69.0</sub>、N<sub>105.5</sub>、N<sub>144.0</sub> 分别提高 13.97%、10.77%、9.16%、2.07%,施氮处理之间差异并不显著,尤其 N<sub>144.0</sub>, N<sub>172.5</sub> 仅比其提高 2.07%,相对于施氮水平可以忽略不计。胡强等<sup>[10]</sup> 研究表明,施氮量低于 600 kg/hm<sup>2</sup> 的范围内,玉米产量与施氮量呈正相关。这与郑伟等<sup>[11]</sup> 的研究结果一致,从资源节约和生态安全等方面考虑,本地区玉米的经济安全施氮量应控制在 144.0 ~ 172.5 kg/hm<sup>2</sup>。

氮肥贡献率随着施氮量的增加呈递增趋势,其变幅为 15.48% ~ 25.84%。N<sub>172.5</sub> 氮肥贡献率最高,为 25.84%,较 N<sub>144.0</sub> 高 1.54 个百分点。从氮肥贡献率和籽粒产量两方面看, N<sub>144.0</sub> 的氮肥贡献率 24.3% 较为合理;从氮肥的农学利用率和氮肥偏生产力看,不同施氮量之间存在差异,随着施氮量的增加都呈递减趋势,氮肥农学利用率变幅为 19.54 ~ 46.53 kg/kg,氮肥偏生产力变幅为 65.81 ~ 300.57 kg/kg。可以看出,氮肥施用不足虽能提高氮肥的农学利用效率和偏生产力,但明显降低了产量收益,而高施氮量的农学效益和偏生产力低下,不利于资源节约和环境友好,所以在保证玉米籽粒产量的基础上,氮肥的农学利用率为 17.70 ~ 19.54 kg/kg,偏生产力为 68.51 ~ 80.40 kg/kg 为宜。

#### 参考文献:

[1] 戴明宏,陶洪斌,王利纳,等. 不同氮肥管

# 不同墙体材料日光温室冬季温光环境分析

米兴旺, 何 萌, 王学强, 程志国

(酒泉市农业科学研究所, 甘肃 酒泉 735000)

**摘要:** 对河西走廊地区混凝土墙、法兰墙、石砌墙、全钢架装配型和砖框架等 5 种不同墙体材料的日光温室进行冬季环境监测, 分析了温室内部的温度变化。结果表明, 与室外温度相比, 5 种温室的室内温度明显升高, 且混凝土墙和石砌墙温室保温蓄热效果明显好于其他 3 种温室。从不同时段来看, 混凝土和石砌墙温室蓄热冷却速度明显低于其他 3 种温室, 有利于温室内部热量的保存。从典型天气来看, 混凝土墙和石砌墙温室升温快, 降温慢, 具有较好的稳定性, 比其他 3 种温室抵御极端天气的能力强。晴天时, 5 种温室内光强  $\geq 10$  klx 的时长平均 7 h 左右,  $\geq 30$  klx 的时长平均 4 h 左右, 均可以满足温室内作物正常生长。综合比较, 混凝土和石砌墙温室保温性能较好。

**关键词:** 日光温室; 墙体材料; 温光环境; 分析

**中图分类号:** S625.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)10-0041-07

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.10.010

近年来, 我国各地因地制宜大力发展设施蔬菜生产, 使日光温室产业得到了快速发展, 为加快农村经济发展、丰富城乡“菜篮

子”工程, 增加菜农收入发挥了重要作用。河西走廊地区自 20 世纪 90 年代初开始推广应用日光温室<sup>[1]</sup>, 经过 20 多年的发展, 日

**收稿日期:** 2019-04-16

**作者简介:** 米兴旺(1978—), 男, 甘肃宁县人, 副研究员, 主要从事蔬菜栽培技术研究工作。联系电话: (0)13993759107。

**执笔人:** 何 萌。

- 理对春玉米干物质生产、分配及转运的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(1): 158-161.
- [2] 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): 68-71.
- [3] 唐文雪, 马忠明, 王景才. 施氮量对旱地全膜双垄沟播玉米田土壤硝态氮、产量和氮肥利用率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2015(6): 59-63.
- [4] 中国农业科学院土壤肥料研究所. 中国肥料[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994: 3-5.
- [5] 肖国举, 王 静. 黄土高原集水农业研究进展[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 1003-1008.
- [6] 李凤民, 徐进章. 黄土高原半干旱地区集水型生态农业分析[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(1): 101-103.
- [7] 赵 靛, 侯振安, 黄 婷, 等. 氮肥用量对玉米产量和养分吸收的影响[J]. 新疆农业科学, 2014, 51(2): 275-283.
- [8] 方 正, 乐自祥, 江 华. 合理施肥对玉米经济性状、产量及效益的影响研究[J]. 农业科技通讯, 2011(7): 83-85.
- [9] 孙占祥, 邹晓锦, 张 鑫, 等. 施氮量对玉米产量和氮素利用效率及土壤硝态氮累积的影响[J]. 玉米科学, 2011, 19(5): 119-123.
- [10] 胡 强, 康平德, 鲁 耀, 等. 施氮量对玉米产量、养分吸收量及土壤无机态氮的影响[J]. 西南农业学报, 2012, 25(5): 1730-1733.
- [11] 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.
- [12] 罗照霞, 杨志奇, 马忠明, 等. 耕作措施对玉米的影响[J]. 甘肃农业科技, 2014(11): 19-20.

(本文责编: 陈 珩)