

# 秸秆还田下两种氮肥施用方式对 夏玉米生长特性的影响

霍 竹<sup>1,2</sup>, 王 璞<sup>1</sup>, 付晋峰<sup>3</sup>

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100094; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

3. 中央广播电视大学 农医部, 北京 100031)

**摘要:**氮肥施用过量、肥效低下以及持续增产效果不显著一直以来制约着农业的发展。近年来,秸秆还田配施氮肥在农业生产中已经得到了广泛应用。本试验在向当地农户调查的基础上设置了传统施氮处理(300 kg/hm<sup>2</sup>),依据叶片诊断技术所确定的玉米需肥量设置了优化施氮处理(60 kg/hm<sup>2</sup>),以不施氮肥作为对照,研究了北京郊区秸秆还田下不同氮肥施用方式对夏玉米生长特性以及产量的影响。通过田间试验,得到如下结果:两种氮肥施用方式对夏玉米株高、叶面积、茎粗、节根等影响不明显;各指标均高于对照;传统施氮、优化施氮条件下夏玉米产量分别达到7 297.65 kg/hm<sup>2</sup>、7 385.1 kg/hm<sup>2</sup>,产量效应几乎没有差异;然而对照处理只有5 485.65 kg/hm<sup>2</sup>,传统施氮、优化施氮增产达到了33.03%和34.63%;优化施氮大大减少了氮肥使用量,不仅具有良好的经济效益,而且具有良好的生态效益。

**关键词:**秸秆还田;氮肥;夏玉米

**中图分类号:**S513.062 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-7091(2005)01-0100-05

## Effects of Two N-fertilization on the Growth of Summer Maize with Straw in the Field

HUO Zhu<sup>1,2</sup>, WANG Pu<sup>1</sup>, FU Jin-feng<sup>3</sup>

(1. College of Agronomy and Bio-technology, Chinese Agricultural University, Beijing 100094, China;

2. Institute of Geographical Sciences and Nature Resource Research, CAS, Beijing 100101, China;

3. China Central Radio and TV University, Beijing 100031, China)

**Abstract:** Excessive using and low efficiency of N-fertilizer have long been the obstacles for agriculture development. Now, N-fertilizer using with straw has being used in large scales in summer maize. In this paper, two treatments were designed. The first was traditional N-fertilization which was designed by investigating the amount of N-fertilizer using in the village, that's 300 kg/ha. The second was optimized N-fertilization which was designed by the means of diagnosing the leaf, and the amount of N-fertilizer which the crop need in its growing stage was decided consequently. Comparing with the treatment of no N-fertilization, effects of two N-fertilization on the growth characteristics and yields of summer maize with straw in the field was studied. The results showed as fellows: There were no obvious differences between two types of N-fertilizer application on the plant height, leaf area, stem diameter and the number of root of the summer maize. These growth characteristics were better than those of control. To the traditional N-fertilizer application and optimized N-fertilizer application, the yields were 7 297.65 kg/ha and 7 385.1 kg/ha, which has no obvious yield difference, but increased 33.03% and 34.63% compared with the yield of control, it's 5 485.65 kg/ha. The optimized N-fertilizer application greatly reduced the N-fertilizer amount with good economic and ecological benefits.

**Key words:** Straw; N-fertilizer; Summer Maize

关于氮肥施用对玉米的增产作用,国内外已有许多报道<sup>[1,2]</sup>。在我国,化肥对作物的增产贡献作

用达到了40%~60%,其中氮肥的作用最大<sup>[3]</sup>。尽管作用显著,随之而来也带来了一系列问题,如氮肥

收稿日期:2004-10-16

基金项目:国家“十五”科技攻关项目“海河平原优质高效节水农业模式”(2001BA508B02-06)

作者简介:霍 竹(1978-),男,山西朔州人,在读博士,主要从事农林地水肥过程的研究工作;王璞为通讯作者。

利用率降低、持续增产效果不显著,以及由于施氮过量而造成环境污染等。掌握玉米的需肥特性是科学施肥的基础和关键。20 世纪 80 年代末,我国农业工作者根据我国的实际情况曾提出在玉米拔节期“一炮轰”的追肥方法。随着玉米产量的逐渐提高,又有人提出玉米施肥应掌握“前重后轻”的原则<sup>[4,5]</sup>,酌施种肥,早施和重施拔节肥。玉米是耐肥性很强的作物,我国玉米生产中氮肥的超量施用十分严重。通过在全国各地地区的调查,在 10 t/hm<sup>2</sup> 的产量水平下,氮肥量变幅达 200~700 kg/hm<sup>2</sup>。随着氮肥施用量的增加,玉米产量并不是相应增加,氮

肥的生产效率明显下降<sup>[6]</sup>。与小麦、水稻等作物相比较,我国对玉米尤其是夏玉米的氮肥利用研究仍需加强<sup>[7]</sup>。针对以上问题,借鉴叶片施肥诊断技术,通过对夏玉米叶片诊断来判断需肥与否,从而进行优化施氮的施肥方法,旨在对华北夏玉米施肥提供参考。

## 1 试验区概况

本试验于 2001 年夏天在北京市海淀区东北旺农场(东经 116°,北纬 39.56°)中德合作项目试验基地进行。试验地的土壤基本性质如表 1,2 所示。

表 1 试验地不同土层的土壤质地

Tab.1 Soil textures of different layers in the experiment field

土层(cm) Soil layer	沙粒(%) Sand content	粉粒(%) Silt content	粘粒(%) Clay content	土壤质地 Soil texture
0~15	30.8	52.6	16.6	壤土
15~30	34.6	47.8	17.7	壤土
30~60	16.4	56.8	26.8	粉壤土

表 2 试验地土壤基本特性

Tab.2 Soil basic characteristics in the experiment field

土层(cm) Soil layer	土壤容重(g/cm <sup>3</sup> ) Bulk density	饱和含水量(%) Saturated water content	凋萎点含水量(%) Wizen water content	田间持水量(%) Field capacity	饱和水导率(cm/min) Saturated hydraulic conductivity
0~15	1.34	49.2	13.8	32.2	0.24
15~30	1.34	50.0	13.8	33.7	0.24
30~60	1.51	43.3	14.5	34.6	0.13

试验点海拔 60 m,地下水位埋深 18~20 m。该试验地区属于典型的温带季风气候区,冬季寒冷干燥,盛行西北风,夏季高温多雨,盛行东南风。年平均气温 11.6℃,年日照时数 2 662 h,无霜期 211 d,年平均降水量 628.9 mm,主要集中在 6~8 月份,占全年降水量的 70%,与历史同期相比,2001 年夏玉米生长季的降水量极少,只有 216.5 mm,属于干旱型年份。

## 2 材料和方法

本试验所用的夏玉米品种为北京市农场局所有的京垦 114,属中早熟品种。

本试验设 2 个处理,1 个对照,3 次重复,共有 9 个小区,小区面积为 20 m×15 m。夏玉米于 6 月 21 日机播,10 月 2 日收获。行距为 60 cm,最后留苗 60 000 株/hm<sup>2</sup>。

### 2.1 秸秆还田

前茬小麦收割后留茬 10 cm,其余秸秆翻耕还田。

### 2.2 氮肥处理

#### 2.2.1 不施氮(对照)

2.2.2 传统施氮 在对农户施肥调查的基础上设立。传统施氮处理按农民习惯进行,施入量为纯氮肥 300 kg/hm<sup>2</sup>。夏玉米第一次施氮于 2001 年 7 月 17~19 日进行,开沟施入氮肥 100 kg/hm<sup>2</sup>,另外 200 kg/hm<sup>2</sup> 的氮在玉米大喇叭口期(08-10~11)撒施追入,氮肥形式为尿素。

2.2.3 优化施氮 结合夏玉米的目标产量,并且根据其在不同生育阶段(播种-三叶展期,三叶展期-10 叶展期,10 叶展期-收获)的氮素要求和土壤无机氮测试结果,来确定不同时期的氮肥用量。夏玉米目标产量为 6 000 kg/hm<sup>2</sup>,预备试验表明达到该目标产量的地上部分吸氮量为 180 kg/hm<sup>2</sup>,分为播种-三叶展期、三叶展期-10 叶展期、10 叶展期-收获 3 个阶段调控氮肥用量。

在不同阶段氮肥的施用量均根据土壤无机氮测试结果来定,如土壤无机氮高于所需供应量,优化处理不施氮,反之,用肥料氮补足至供氮量。优化施肥基肥和追肥均采用尿素,撒施后立即进行短时喷灌。

优化施氮的具体数量和日期见表 3。

表 3 优化施氮的具体数量及其日期

Tab.3 The amount and date of N-fertilizer using in the treatment of optimized N-fertilizer application

处理 Treatment	第一次施氮 The first N-fertilizer application		第二次施氮 The second N-fertilizer application		合计 Total (kg/hm <sup>2</sup> )
	日期 Date	施氮量(kg/hm <sup>2</sup> ) Amount of N-fertilizer	日期 Date	施氮量(kg/hm <sup>2</sup> ) Amount of N-fertilizer	
优化施氮 Optimized N-fertilizer	07-17~19	60	08-10~11	0	60

### 3 结果与分析

#### 3.1 不同施氮方式下夏玉米生长性状分析

3.1.1 不同氮肥施用下夏玉米的株高动态 玉米的株高是玉米的品种特性,主要由玉米的基因型决定,耕作栽培条件在一定程度上对其产生影响。在一般情况下,氮肥施用能够促进玉米的株高生长。从图 1 可以看出,秸秆还田下不同施氮处理对夏玉米的株高影响不大,传统施氮的处理夏玉米的株高为 257.85 cm,优化施氮的处理达到了 256 cm,而不施氮的处理也达到了 248.35 cm,差异不很明显。在京郊,夏玉米生长季高温多雨,小麦秸秆腐解速度较快,为夏玉米的营养生长提供了必要的养分,而且本试验地块肥力中等,高温多雨的自然条件也促进了土壤中氮素的矿化,促进了夏玉米植株的快速生长。

3.1.2 夏玉米节间变化分析 氮肥对夏玉米株高的影响可以从氮肥对节间生长的影响来分析。在夏玉米开花吐丝期(08-17~08-21)取样,对夏玉米节间进行测量,结果如图 2 所示。两个处理夏玉米节间伸长的趋势相同,各节间长度均高于对照。优化施氮处理的夏玉米下部节间稍短于传统施氮的处理,这与高温高湿下秸秆分解在一定程度上和作物生长争肥有关。

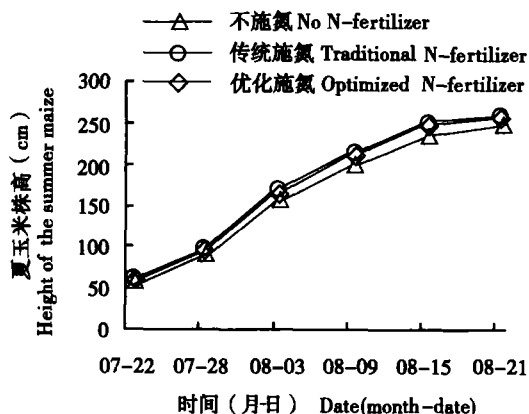


图 1 夏玉米株高变化动态

Fig.1 The stem height of summer maize

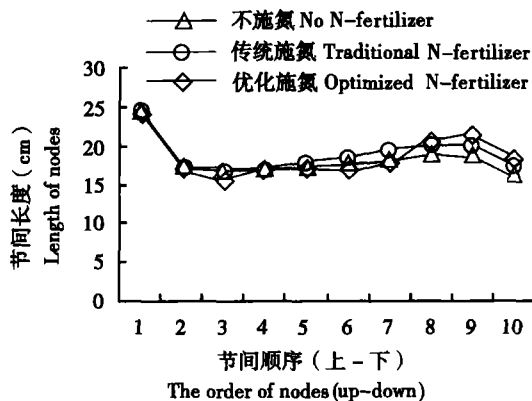


图 2 不同氮肥处理夏玉米节间变化

Fig.2 Changes of summer maize nodes in different treatment

3.1.3 夏玉米茎粗的变化 玉米茎是玉米最重要的营养器官之一,不仅对植株起固持作用而且为玉米的正常生长输送养料,玉米茎的粗细也是玉米抗倒伏能力的重要指标。传统施氮和优化施氮两种处理对夏玉米的茎粗影响甚微,且二者明显高于对照处理,分别为 11.4% 和 10.0% (图 3)。

3.1.4 夏玉米叶片单重分析 开花期对玉米穗位叶单位叶面积干重的测量结果(图 4)表明:对照处理与传统施氮和优化施氮处理之间的差异较大,而优化施氮和传统施氮两处理之间没有明显差异。这是因为氮肥促进了玉米营养器官的生长发育,而氮肥缺乏阻碍了作物机体的建成和作用的正常发挥。秸秆还田条件下夏玉米叶片厚度增加有利于延缓叶片衰老和提高叶片的光合效率。

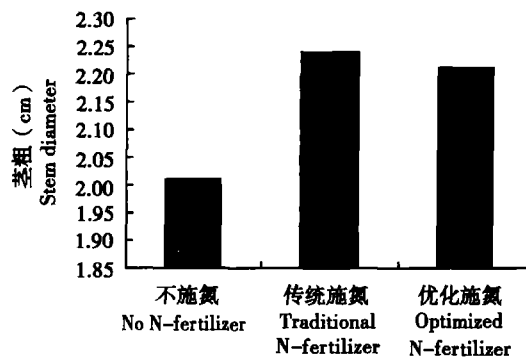


图 3 秸秆还田不同氮肥处理夏玉米茎粗

Fig.3 The stem wideness of summer maize

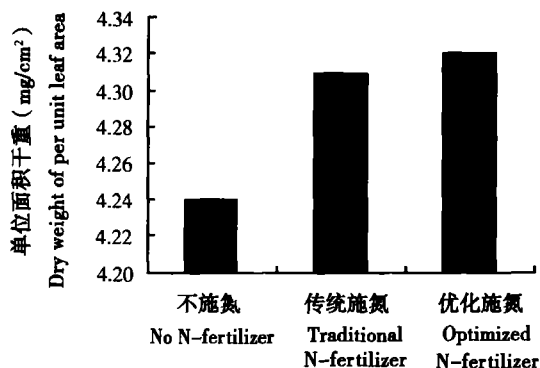


图 4 夏玉米开花期穗位叶单位面积干重

Fig.4 Dry weight of ear leaf in the silking stage

3.1.5 不同处理叶面积对比 玉米植株棒三叶在玉米的生长发育进程中起着重要的作用,尤其是在子粒灌浆期棒三叶的大小和功能期的长短直接影响着玉米子粒灌浆期的长短和灌浆强度,进而对玉米子粒的发育及产量的提高产生重要的影响。

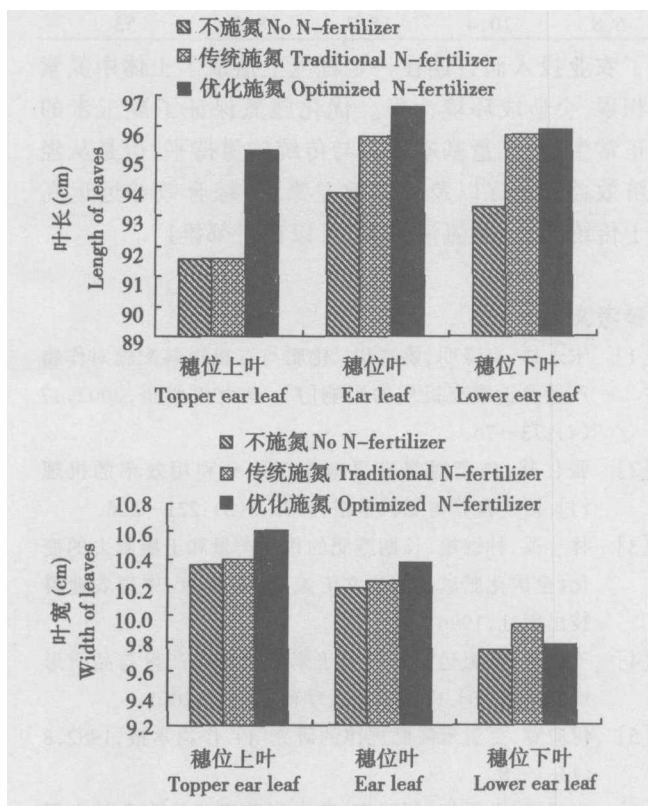


图 5 夏玉米棒三叶叶长和叶宽

Fig.5 Leaf length and width of three leaves near the ear of summer maize

图 5,6 显示了夏玉米京垦 114 各处理在开花期测量的棒三叶叶长、叶宽及叶面积情况。从图中可以看出,不同的处理对夏玉米棒三叶叶片生长的影响不同。其中,传统施氮的叶长、叶宽以及棒三叶总面积与优化施氮的处理没有明显差异,比对照要大。

就三叶总叶面积来说,优化施氮的棒三叶总叶面积比对照大 10.28%。这可能与秸秆覆盖以后有利于微生物的活动从而增加土壤有机质并且改善土壤结构有关。夏玉米开花期正处于降雨高峰期,有利于土壤中速效氮的释放,所以秸秆还田优化施肥有利于创造一个适合的 C/N,为夏玉米的生长提供了便利条件。

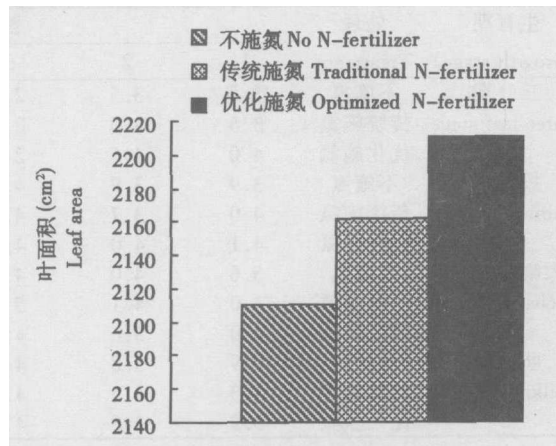


图 6 夏玉米棒三叶叶面积

Fig.6 The leaf area of three leaves near the cob of summer maize

3.1.6 叶绿素含量分析 叶绿素含量不仅影响叶片的光合强度,而且也影响着叶片的光合效率。叶片叶绿素含量高则光合强度和光合效率也高。同时,叶绿素含量也可用来判断叶片的衰老程度。在夏玉米灌浆期对其穗位叶叶绿素进行测定,从图 7 可以得知,各处理穗位叶叶绿素变化趋势相同,对照处理的叶绿素含量最低,而且下降较快。传统施氮和优化施氮处理间叶绿素差异不明显。

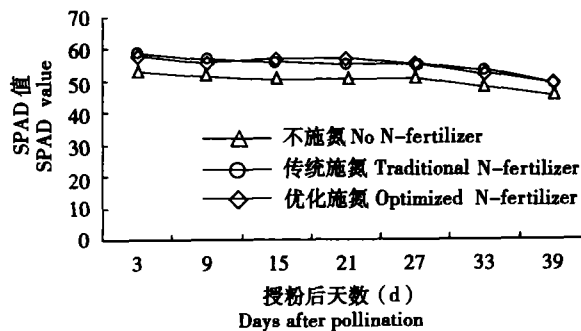


图 7 夏玉米穗位叶灌浆期叶绿素含量动态变化

Fig.7 SPAD values of ear leaf in the filling period of summer maize

3.1.7 夏玉米处理间根系比较 玉米具有强大的根系,吸收水分和养分的能力较强,不仅根系总量和入土深度超过一般的禾谷类作物,而且具有比一般的禾谷类作物发达的气腔,从 2001 年夏玉米三叶期

(07-08)、拔节期(07-27)、大喇叭口期(08-04)和抽丝期(08-22)的根层和节根数来看,玉米的根层和节根数随着生育进程不断增多,到抽丝期达到最多。不同的氮肥处理在玉米三叶期和拔节期对其无显著的影响,在大喇叭口期差异渐趋明显,到抽丝期

传统施氮、优化施氮之间差异不明显但与对照处理之间节根条数有显著区别(表 4),增施氮肥之所以表现出在一定程度上增加玉米节根数的趋势,主要由于新长出的一层气生根存在差异造成的。

表 4 秸秆还田下不同氮肥处理对玉米各层节根数的影响

Tab.4 Effect of N-fertilizer on the root in different treatment

生育期 (Growth stage)	处理 Treatment	各层节根数(条/层)Root numbers per layer							总根数(条)
		1	2	3	4	5	6	7	
三叶期 Three-leaf stage	不施氮	3.5	3.5	2.5					9.5
	传统施氮	3.5	4.0	2.7					10.2
	优化施氮	4.0	4.5	2.9					11.4
拔节期 Jointing Stage	不施氮	3.9	3.9	4.3	6.1	7.7			25.9
	传统施氮	4.0	3.7	4.4	5.7	8.9			26.7
	优化施氮	4.1	4.0	4.5	6.4	8.2			27.2
大喇叭口期 Twelve-leaf stage	不施氮	3.6	4.0	4.2	6.0	8.5	13		39.3
	传统施氮	4.0	4.1	5.0	6.7	10.9	14.0		44.7
	优化施氮	4.0	3.6	4.4	6.0	9.5	13.8		41.3
吐丝期 Silking stage	不施氮	3.9	3.8	4.6	6.4	8.8	12.8	2.4	42.7
	传统施氮	4.3	4.5	4.6	7.0	10.3	12.8	11.6	55.1
	优化施氮	3.9	3.8	4.7	6.8	10.4	15.2	8.3	53.1

### 3.2 不同施氮处理夏玉米产量比较

氮肥对夏玉米的影响是多方面的,不仅可以促进夏玉米营养器官的生长,而且也增强了夏玉米生殖器官的生长和物质从营养器官向生殖器官的转化。传统施氮和优化施氮处理的生物产量和经济产量都明显高于对照处理,均达到 0.05 显著水平。两个氮肥处理间差异甚微。

表 5 不同处理夏玉米生物产量、经济产量以及经济系数比较

Tab.5 Biomass, kernel yield and harvest index of summer maize in different treatment

处理 Treatment	生物产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Biologic yield	经济产量 (kg/hm <sup>2</sup> ) Economic yield	经济系数(%) Harvest index
不施氮	14836.0 a	5485.65 a	0.370 a
传统施氮	16742.1 b	7297.65 b	0.436 b
优化施氮	16811.8 b	7385.10 b	0.441 b

## 4 讨论

本文探讨了秸秆还田下传统施氮和优化施氮这两种施氮方式对夏玉米京垦 114 生育特性的影响,从试验结果来看,两个处理下夏玉米株高、叶面积、节根数等基本没有差异,最终产量也差异甚微,这也说明现在京郊地区农户施氮太多,这不仅大大增加

了农业投入而且还在一定程度上造成了土体中氮素积累,会造成环境污染。优化施氮保证了夏玉米的正常生长,产量基本保持与传统施氮持平,但是从经济效益和环保以及社会效益来讲,综合效益远远高于传统施氮,节氮潜力大,可以在京郊推广。

### 参考文献:

- [1] 宋永林,袁锋明,姚造华. 化肥与有机物料配施对作物产量及土壤有机质的影响[J]. 华北农学报,2002,17(4):73-76.
- [2] 张仁陟. 施肥对提高旱地农田水分利用效率的机理[J]. 植物营养与肥料学报,1999,5(3):221-226.
- [3] 林葆,林继雄. 长期施肥的作物产量和土壤肥力的变化(全国化肥试验网论文汇编)[D]. 北京:中国农业科技出版社,1996.
- [4] 王启现. 氮肥运筹调控夏玉米农大 108 产量与品质形成的研究[D]. 中国农业大学硕士论文. 2001.
- [5] 付应春. 夏玉米需肥规律的研究[J]. 作物学报,1982,8(1):1-8.
- [6] 张福锁,米国华,刘建安. 玉米氮效率遗传改良与应用[J]. 农业生物技术学报,1997,(2):112-117.
- [7] 范仲学. 冬小麦-夏玉米一年两熟水氮高效利用及其机理研究[D]. 中国农业大学博士论文. 2001.