

文章编号 :1003-8701(2011)02-0026-04

# 不同产量水平玉米氮素积累态势的研究

翟立普<sup>1</sup>,刘巍巍<sup>1</sup>,曹国军<sup>2\*</sup>

(1. 辽宁农业职业技术学院,辽宁 营口 115009; 2. 吉林农业大学资源与环境学院,长春 130118)

**摘要:**不同产量水平玉米平均单株氮素积累量(Y)依出苗后各采样期天数(x)的增长符合不对称的“S”型曲线,可用 Logistic 方程  $Y=k/1+e^{-(a-bx)}$  加以描述,并可根据该方程求得其最大增长速率及其出现日期。各处理中,均以高产处理获得了相对较大的养分吸收最大速率和较高的养分吸收总量,而不施肥处理的养分吸收最大速率和养分吸收总量均小于其它处理。不同产量水平玉米叶片、茎秆氮素积累速度均呈现出前期慢、中期快、后期慢的积累规律,在不同产量水平玉米氮素积累量方面,叶片、茎秆均是高产处理 > 平产处理 > 不施肥处理,并且 3 个处理之间在积累量上有比较明显差别。

**关键词:**氮素;玉米;Logistic 方程

中图分类号:S513

文献标识码:A

## Studies on the Dynamic of Nitrogen Accumulation in Corn in Different Yield Treatments

ZHAI Li-pu<sup>1</sup>, LIU Wei-wei<sup>1</sup>, CAO Guo-jun<sup>2</sup>

(1. Liaoning Agricultural College, Yingkou 115009; 2. College of Resources and Environmental Sciences, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** The average N accumulation quantity (Y) of every corn plant in different yield treatments increased with the days (X) of each sampling stage, which can be described with the equation of Logistic  $Y=K/1+e^{-(a-bx)}$ , moreover the highest rate of increase and the day of emerge can be calculated from the equation. The highest rate of nutrient absorption and the total quantity of nutrient absorbed was in the high yield treatment. The rate of nutrient absorption and the total quantity of nutrient absorbed was the least in non-fertilizer treatment. The N accumulation speed in leaf and stalk of all different yield treatments showed the same fast-slow-fast pattern. The N accumulation quantity in leaf and stalk of different yield treatments showed high yield treatment > midterm yield treatment > non-fertilizer treatment.

**Keywords:** Nitrogen; Corn; Logistic equation

玉米是世界上最重要的粮食作物之一,也是重要的饲料和工业原料,在世界作物生产中占有非常重要的地位,面积和产量仅次于小麦和水稻居第三位。我国是世界第二大玉米生产国,在我国玉米的种植面积和产量仅次于水稻,是第二大作物。吉林省是我国玉米生产大省和重要的商品粮

生产基地。我省现有耕地面积 553 万  $hm^2$ ,粮食生产达到 225 亿 kg 的阶段水平,玉米播种面积 260 万  $hm^2$ ,总产达到 150 亿 kg 左右,占粮食总产量的 65%~70%。从上个世纪 80 年代后期以来,吉林省玉米的单产、总产、人均占有量、商品量及出口量均居我国前列。因此,我省玉米的产量和品质直接影响到全国玉米的粮食储备。从这个意义上讲,吉林省的玉米生产起到了举足轻重的作用。但从目前的情况看,吉林省的玉米单产水平还有待进一步提高。近年来尽管在吉林省中、西、东 3 个玉米种植区域的最优生产条件下,采用最佳

收稿日期:2010-10-17

作者简介:翟立普(1979-),男,讲师,硕士,主要从事土壤与植物营养方面教学和研究。

通讯作者:曹国军,男,博士,教授,E-mail:cgj123zlp@163.com

技术措施,进行了最高产量潜力探讨,创建出了产量在 13.5~15 t/hm<sup>2</sup> 的超高产田。但是这种田块的产量不稳定,并且都是以点、片形式出现,面积小的只有 0.07 hm<sup>2</sup>,从这个角度看,我省玉米高产田无论从产量,连续性和面积上都不如我国玉米的高产地区。但实践又证明,吉林省玉米有生产 15 t/hm<sup>2</sup> 及以上的潜力。因此,在有限的自然资源条件下,实现粮食持续增产,持续有效的保障粮食安全,不断深入研究和探讨吉林省玉米高产理论与技术体系,是十分重要的课题。本试验的目的旨在通过研究不同产量水平玉米的氮素积累规律,从而摸索出高产玉米的氮素积累特点,为吉林玉米高产提供理论支持和实践探索。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料

试验于 2006 年在吉林省梨树县四棵树镇王家村玉米试验田进行。供试土壤类型为黑土,其基本理化性质为有机质 33.10 g/kg、全氮 1.73 g/kg、速效氮 137.20 mg/kg、速效磷 32.64 mg/kg、速效

钾 125.90 mg/kg,pH 值 6.95。供试的玉米品种为美国先锋公司的新品种先玉 335。

### 1.2 试验设计

试验区根据施肥量差异(表 1)设 3 个不同产量水平处理,即不施肥产量处理(对照)、平产处理、高产处理,每个处理重复 3 次,随机区组排列。小区长 11 m,宽 4.2 m,小区面积 44 m<sup>2</sup>。行距 60 cm,株距 23 cm。种植密度为 7 万株/hm<sup>2</sup>。4 月 28 日播种,5 月 16 日出苗,9 月 25 日收获,全生育期 132 d。各处理按玉米的主要生育期动态采样,采样分 8 个时期进行,即:苗期(6 月 1 日)、拔节期(6 月 20 日)、大喇叭口期(7 月 8 日)、吐丝期(7 月 20 日)、灌浆期(8 月 6 日)、乳熟期(8 月 25 日)、蜡熟期(9 月 15 日)、成熟期(9 月 25 日)。苗期取样 30 株,以后各时期取样 5 株,每株将器官分开,分成叶片、茎秆,样品烘干后测定各部分含氮量。子粒成熟后测定各处理平均产量,经测定,不施肥处理、平产处理、高产处理平均产量分别为 7 051、9 681、11 803 kg/hm<sup>2</sup>,各处理之间经方差分析达到极显著水平。

表 1 试验区不同产量水平施肥量

处理	总养分	底肥	口肥	追肥
无肥	0 N+0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +0 K <sub>2</sub> O			
平产	200 N+90 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +80 K <sub>2</sub> O	40 N+72 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +70 K <sub>2</sub> O	15 N+18 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +10 K <sub>2</sub> O	145 N
高产	380 N+110 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +100 K <sub>2</sub> O	130 N+85 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +80 K <sub>2</sub> O	35 N+25 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +20 K <sub>2</sub> O	215 N

注:追肥平产处理只在拔节期追一次,高产处理在拔节期和大喇叭口期各追一次。

### 1.3 测定项目及方法

植株全氮含量采用开氏法测定,测产采用自然风干法测定。

### 1.4 数据处理

利用 Spss、Excel 等统计软件对玉米干物质积累动态进行模拟及回归分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同产量水平玉米氮素积累动态模式研究

为了研究不同产量水平玉米平均单株对氮素积累的动态规律,本试验采用对玉米各主要生育期进行动态采样,采样分 8 个时期,即:苗期、拔节期、大喇叭口期、吐丝期、灌浆期、乳熟期、蜡熟期、完熟期。样品经烘干、粉碎、分析氮素含量,分析结果见表 2。

根据上述测定结果,以不同采样期为 x 轴,与

表 2 各处理不同采样期玉米平均单株氮素积累量

处理	苗期	拔节期	大喇叭口期	吐丝期	灌浆期	乳熟期	蜡熟期	完熟期
不施肥	0.04	0.06	1.24	1.85	2.17	2.25	2.31	2.41
平产	0.07	0.11	1.75	2.42	2.98	3.25	3.42	3.44
高产	0.10	0.13	1.92	2.72	3.35	4.00	4.15	4.27

各采样期相对应的氮素积累量为 y 轴,建立各处理的 x-y 散点图。经分析各处理 x-y 散点图基本趋势均为不对称的“S”型曲线,因此可用 Logistic 方程对数据进行动态模拟并建立回归方程。即不同产量水平玉米平均单株氮积累量(Y)依出苗后各采样期的天数(x)的增长为不对称的“S”型曲线,可用 Logistic 方程  $Y=k/1+e^{(a-bx)}$  加以描述,并可

根据该方程求得其养分吸收最大速率及其出现日期、平均增长速率。分析结果见表 3。

由表 3 可见,试验各处理中,均以高产处理获得了相对较大的养分吸收最大速率和较高的养分吸收总量,而不施肥处理养分吸收最大速率和养分吸收总量均小于其它处理,表明同一品种、不同产量水平玉米平均单株氮积累特性存在一定差

异。而从养分吸收最大速率出现的天数来看,同一品种各处理没有较大差别,大约在出苗后 55 d 左右,这时正值玉米的大喇叭口期,符合玉米对氮素的吸收规律。

2.2 不同产量水平玉米各器官氮素积累动态分

析

2.2.1 不同产量水平玉米叶片氮素积累动态分析  
各处理不同采样期玉米叶片氮素积累分析结果见表 4。

根据上述测定结果,以不同采样期距出苗后

表 3 各处理玉米平均单株氮积累的 Logistic 回归方程

处理	回归方程	R <sup>2</sup>	养分吸收最大速率 (mg/株·d)	最大速率出现天数(1)	养分吸收总量 (g/株)
不施肥	$Y=2.32/1+e^{(5.06-0.098x)}$	0.9977**	58.39	51.6	2.41
平产	$Y=3.39/1+e^{(4.10-0.077x)}$	0.9973**	61.32	53.2	3.44
高产	$Y=4.23/1+e^{(3.59-0.063x)}$	0.9953**	65.58	57.0	4.27

注 (1)出苗后的天数。

表 4 各处理不同采样期叶片氮素积累量

处理	苗期	拔节期	大喇叭口期	吐丝期	灌浆期	乳熟期	蜡熟期	完熟期
不施肥	0.04	0.43	0.83	1.09	1.01	0.54	0.39	0.30
平产	0.07	0.55	1.16	1.33	1.14	0.76	0.68	0.53
高产	0.10	0.63	1.14	1.52	1.29	1.01	0.72	0.57

的天数为 x 轴,与各采样期相对应的叶片氮素积累量为 y 轴,建立各处理的 x-y 折线图(图 1)。

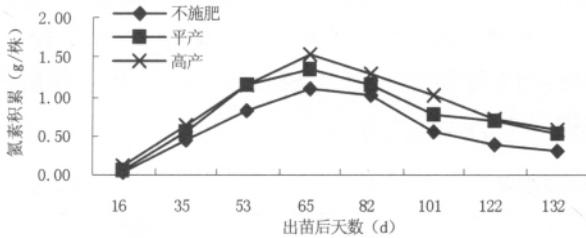


图 1 各处理不同采样期叶片氮素积累

从图 1 可见,各处理不同采样期叶片对氮素积累量均呈现出前期低、中期高、后期低的积累规律。主要是由于玉米前期生长速度慢,叶片氮素积累相对较少,进入拔节期玉米开始快速生长,到吐丝期和灌浆期玉米的生长速度达到峰值,因而使中期叶片氮素积累最多,灌浆期以后子粒开始逐

渐形成,叶片中所积累的氮素也逐渐向子粒转移,所以后期氮素积累量逐渐减小。从图中还可以看出,叶片氮素积累量的峰值均出现在吐丝期,以后逐渐下降,这是由于在吐丝期叶面积达到最大值,从而使积累量也达到峰值。从各处理叶片氮素积累量来看,表现为高产处理 > 平产处理 > 不施肥处理,并且不施肥处理与其他处理之间差别较大,高产处理和平产处理拔节期以前在氮素积累量方面差别很小,以后差别逐渐明显,这可能是由于前期玉米对氮素需求量少,所以平产处理的肥料用量也能很好满足生长需要,而拔节期以后需肥量急剧增大,平产处理的肥料用量就略显不足。

2.2.2 不同产量水平玉米茎秆氮素积累动态分析  
各处理不同采样期玉米茎秆氮素积累分析结果见表 5。

根据上述测定结果,以不同采样期距出苗后

表 5 各处理不同采样期茎秆氮素积累量

处理	拔节期	大喇叭口期	吐丝期	灌浆期	乳熟期	蜡熟期	完熟期
不施肥	0.02	0.32	0.42	0.25	0.31	0.23	0.18
平产	0.04	0.47	0.64	0.47	0.59	0.54	0.42
高产	0.04	0.61	0.73	0.62	0.81	0.80	0.62

的天数为 x 轴,与各采样期相对应的茎秆氮素积累量为 y 轴,建立各处理的 x-y 折线图(图 2)。

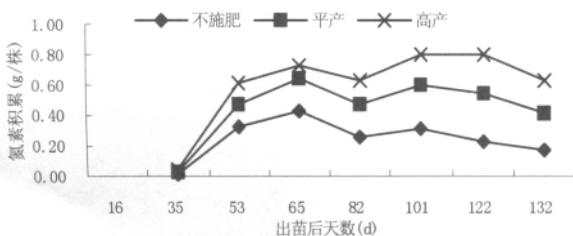


图 2 各处理不同采样期茎秆氮素积累

从图 2 可见,各处理不同采样期茎秆对氮素积累量均呈现出驼峰状积累规律。即曲线有两个吸收高峰,第一个吸收高峰在吐丝期,第二个高峰在乳熟期。从各处理茎秆对氮素积累量来看,表现为高产处理 > 平产处理 > 不施肥处理,并且各处理之间有明显的梯度,表明同一品种不同产量水平茎秆氮素积累特点有差异。

3 结 论

在玉米氮素积累方面,不同产量水平玉米平

均单株氮素积累量依出苗后各采样期的天数的增长均符合不对称的“S”型曲线,可用 Logistic 方程  $Y=k/1+e^{(a-bx)}$  加以描述,并可根据该方程求得其养分吸收最大速率及其出现日期。试验各处理中,均以高产处理获得了相对较大的养分吸收最大速率和较高的养分吸收总量,而不施肥处理的养分吸收最大速率和养分吸收总量均小于其它处理,表明同一品种、不同产量水平玉米平均单株氮素积累特性存在一定差异。

在玉米各器官积累氮素方面,各处理叶、茎的氮素积累速度均呈现出前期慢、中期快、后期慢的积累规律。在各处理氮素积累量方面,叶、茎均表现为高产处理 > 平产处理 > 不施肥处理,且各处理之间在积累量上有一定差别,表明同一品种、不同产量水平玉米叶、茎对氮素积累特性不同。

参考文献:

[1] 张 瑛. 美国玉米生产概况及高产栽培技术[J]. 杂粮作物, 2000

(3):10-13.

- [2] Sayre ,H V.Mineral accumulation in corn [J] . Plant Physiol, 2001, 23(3) :267- 281 .
- [3] Korlen ,DL.Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn [J] . 1999(80) :233- 242 .
- [4] He Ping, Jin jiyun, Lin Bao. Effect of N application rates on leaf senescence and its mechanism in spring maize [J] . Chinese Agricultural Sciences, 1999(a) :89- 92 .
- [5] Gordon WB .Tillage and nitrogen effects on growth nitrogen content and yield of corn [J] . Soil Sci.Plant Anal., 1993,24 (5&6) :421- 442 .
- [6] 何 萍,金继运,林 葆. 不同氮、磷、钾用量下春玉米生物产量及其组分动态与养分吸收模式研究 [J] . 植物营养与肥料学报,1998 ,4(2) :123- 130 .
- [7] 张 宁,金继运. 小麦、玉米、水稻施肥模型的建立[J] . 植物营养与肥料学报,1993 ,1(1) :79- 84 .
- [8] Jin jiyun, He Ping.Grain weight formation in relation to the postanthesis interaction between caebron and nitrogen as influenced by N and K nutrition[J] . Chinese Agricultural Sciences, 2000, 10- 17 .