

# 冬玉米对氮肥的吸收利用和需求

张石宝<sup>1</sup>, 李树云<sup>1</sup>, 尹树华<sup>2</sup>, 普琼芬<sup>3</sup>

(1. 中国科学院昆明植物研究所, 云南昆明 650204; 2. 蒙自县农业技术推广中心, 云南蒙自 661100; 3. 蒙自县草坝农业技术推广站, 云南蒙自 661102)

**摘 要:** 在不同施氮量下, 研究了冬玉米对氮肥的吸收利用, 结果表明: (1) 冬玉米地上各部分中氮的累积随着用氮量的增加而增加, 花丝期前的吸收量均多于后期, 但高氮区的前期吸氮比大于低氮区; (2) 营养体氮的转移率随施氮量的增加而降低, 但绝对量依然是高氮处理大于低氮处理, 其中雄穗的转移率最高, 叶的转移量最大; (3) 氮肥利用率随施氮量的增加而提高, 但氮的生产力下降。根据试验结果, 在肥力好的土地上种植冬玉米以 180~270 kg N/hm<sup>2</sup> 比较适宜。

**关键词:** 冬玉米; 氮肥; 氮吸收; 氮利用; 生产力

**中图分类号:** S344.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)03-0273-04

## Uptake, utilization and requirement for fertilizer-N in winter maize (*Zea mays* L.)

ZHANG Shi-bao<sup>1</sup>, LI Shu-yun<sup>1</sup>, YIN Shu-hua<sup>2</sup>, PU Qiong-fen<sup>3</sup>

(1. Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Science, Kunming 650204, China;  
2. Mengzi County Agricultural Technique Popularization Center, Mengzi 661100, China;  
3. Caoba Town Agricultural Technique Popularization Station, Mengzi 661102, China)

**Abstract:** This study is carried out to determine the fertilizer-N uptake and utilization of winter maize (*Zea mays* L.) for N in different N application rate. The results are as follows: (1) With the increase of N application amount, accumulated N amount above-ground parts increase. The absorbed N amount before silk is more than that after silk, while the ratio of absorbed N amount account presilk to total absorbed N amount under high N rate condition is larger than that of under low N rate; (2) The more N application amount, the lower N translocation rate in vegetative organ is, but the absolute amount translocated N of high N rate is more than that of low N rate; (3) With the increase of N application amount, fertilizer-N use efficiency of winter corn does not obviously Change, but the productivity of N obviously decreases. Based on experimental data, the authors suggested that 180~270 kg N/hm<sup>2</sup> suited for winter maize in good nutrient farmland.

**Key words:** winter maize; fertilizer-N; N uptake; N utilization; N productivity

不同季节播种的玉米由于所处的光温条件不同, 对氮肥的反应有很大差异, 已有很多人对春玉米、夏玉米的氮素营养作了大量的研究<sup>[1-3]</sup>。冬玉米

作为热带、亚热带气候类型地区冬季农业开发的重要作物, 在我国广西、云南等地被广泛种植, 1998年云南省就种植冬玉米 5.33 万 hm<sup>2</sup>, 其中不乏高产

收稿日期: 2001-02-15

作者简介: 张石宝(1970-), 男, 云南曲靖人, 在职博士研究生, 助理研究员, 主要从事植物生态生理学研究。

基金项目: 中科院—云南省科技合作项目; 云南省“九五”科技攻关项目(95A7-2)。

的典型,如瑞丽 1.175 亩平均单产 1 042.7 kg/亩(折合 15 640.5 kg/hm<sup>2</sup>)<sup>(4)</sup>,陇川 1.33 亩平均单产 914.1 kg(13 711.5 kg/hm<sup>2</sup>),华坪 5.44 亩平均单产 866.4 kg/亩(12 996 kg/hm<sup>2</sup>),临沧的冬玉米产量为 395~615 kg/亩(5 925~9 225 kg/hm<sup>2</sup>)<sup>(5)</sup>,这些地区种植的玉米产量差异较大,除气候因素外,在施肥上也存在较大的盲目性。目前,国内对冬玉米的氮素营养尚无系统的研究,国外主要是在热带的印度,其推荐的施氮量为 120~200 kg/hm<sup>2</sup>,但其产量较低,小区最高产量为 7 270 kg/hm<sup>2</sup><sup>(6)</sup>。由此可以看出,在云南亚热带地区冬玉米栽培中普遍存在氮肥用量偏多,在印度则产量偏低。在云南亚热带地区玉米冬播栽培中如何掌握氮肥用量使之既高产,又经济合理是亟待解决的问题,我们试图通过在不同施氮量下对冬玉米的氮吸收利用进行研

究,探讨冬玉米对氮的需求。

## 1 材料与方法

试验区设在云南省蒙自县草坝镇,位于北回归线附近,属亚热带气候类型地区,土壤为沼泽土,肥力上等,pH 值 7.0,有机质含量 4.44%,全 N 0.289%,水解 N 189.3 mg/kg,全 P 0.220%,速效 P 6.7 mg/kg,全 K 0.9%,速效 K 267.0 mg/kg。

供试玉米品种为京杂六号,采用分畦覆膜栽培,畦面宽 1.4 m,沟宽 0.6 m,每畦 3 行,行距 0.5 m,株距 0.2 m,每小区 20 m<sup>2</sup>,折合 7.5 株/m<sup>2</sup>,试验设 0 kg N/hm<sup>2</sup>、90 kg N/hm<sup>2</sup>、180 kg N/hm<sup>2</sup> 和 270 kg N/hm<sup>2</sup> 四种处理,N 肥分三次施入,其中底肥占 1/4,破膜引苗时追肥占 1/2,大喇叭口期追肥占 1/4。P 肥 114 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/hm<sup>2</sup>(600 kg 普钙/hm<sup>2</sup>)和 K

表 1 不同施氮水平下植株各部分中氮的吸收与分配 (g/m<sup>2</sup>)

Table 1 Uptake and distribution in each plant part of N in different N application rates (g/m<sup>2</sup>)

处理 Treatment	总氮量 Amount of total N	叶 Leaf	茎 Stem	雄穗 Tassel	苞叶 Hulk	穗轴 Cob	籽粒 Grain
花丝期 Silking							
0N	5.00	2.48	0.92	0.89	0.25	0.46	—
90N	7.72	4.44	1.09	1.14	0.33	0.72	—
180N	9.41	5.82	1.32	1.03	0.38	0.86	—
270N	11.23	6.73	1.60	1.30	0.56	1.05	—
收获期 Harvest							
0N	7.43	1.40	0.41	0.10	0.15	0.42	4.96
90N	12.26	2.56	0.63	0.21	0.24	0.59	8.03
180N	16.88	4.04	0.80	0.22	0.31	1.08	10.40
270N	21.73	4.98	0.95	0.26	0.38	1.33	13.83

肥 120 kg K<sub>2</sub>O/hm<sup>2</sup> 作底肥一次施用。1998 年 12 月 5 日播种,1999 年 1 月 21 日破膜引苗,大喇叭口期为 3 月 2 日,花丝期是 3 月 23 日,5 月 4 日收获。

分两次采样:开花吐丝期和收获期,每个处理每次采 5 株,采后分叶片、叶鞘、茎、雄穗、苞叶、穗轴、籽粒(收获期)和枯死八部分,分别烘干(85℃,48 h)称重,并测定 N 含量,用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O 消化蒸馏法,委托云南省土肥中心测定。同时测定叶面积,即长×宽×0.75,取 10 株的平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 氮的吸收(累积)和分配

表 1 中所列数据为冬玉米花丝期和收获期地上部分各器官的总 N 量,从中可以看出,在我们的施 N 范围内,植株地上部分花丝期和收获期的 N 总累

积量与施 N 量之间呈极显著的线性关系(分别为  $r=0.993$  和  $0.999$ ),在花丝前每增施 1 kg N/hm<sup>2</sup> 平均使植株地上部分增加 0.023 kg/hm<sup>2</sup>,花丝期到收获期则增加 0.030 kg N/hm<sup>2</sup>,全育期平均每增施 1 kg N/hm<sup>2</sup> 用 N 量地上部分累积增加 0.053 kg N/hm<sup>2</sup>。还可看出,随着施氮量的增加,后期累积的氮占总累积氮量的比例增加,0 N、90 N、180 N、270 N 四个处理后期累积的氮占总累积氮量的比例分别为 32.7%、37.0%、44.3%和 48.3%,但氮的总吸收量仍然是前期大于后期。施氮量增加使开花后的吸氮百分比增加,这对延缓了开花后叶片的衰老显然有利。另一方面,肥料氮的利用率则随施氮量增加而增加(表 3),高施氮区氮累积的趋势显然和花后期较多的氮吸收有关,即低氮条件下由于后期脱氮,氮来源减少,导致叶片早衰,而减少对根系的碳

水化合物供应,使根系的活力和吸收能力降低,而高施氮区除有较多的氮源外,较多的穗位叶下的叶片还能制造出较多的光合产物(一般认为这些叶片制造的光合产物运向根系的),保证根系有较强的吸收能力,这种情况时对灌浆期营养体的氮转移产生了明显的影响。

表 2 是由表 1 的资料计算而得,花丝期的 N 量减去收获期的 N 量得到转移量。从表 2 可以看出,转移量最大的是叶片,而转移率最高的是雄穗。茎和雄穗的转移率在各处理间所有器官中较为一致

(0 N 区最大为 55.0%和 88.6%,最低是 180 N 区为 39.8%和 78.7%)。在不同施氮量处理之间,低氮处理(0 N 和 90 N)的氮总转移率较高,分别为 50.4%和 45.2%,而高氮(180 N 和 270 N)处理的转移率较低,总转移率分别为 31.5%和 29.7%,表明高氮处理区植株后期的干物质生产对前期累积氮的依赖较小,而低氮处理区的植株则依赖较大。总的看来,施氮量高时由于灌浆期吸收的氮较多(表 1),而使营养体的氮转移率相应较低,这使得氮的生产力受到明显的影响。

表 2 不同施氮量下冬玉米灌浆期营养体的 N 转移

Table 2 N translocation from vegetative organs of winter corn under different N application amounts

植株部位 Plant parts	0 N		90 N		180 N		270 N	
	转移量 TR	转移率 TA *	转移量 TR	转移率 TA	转移量 TR	转移率 TA	转移量 TR	转移率 TA
叶 Leaf	1.08	43.5	1.88	42.3	1.78	30.6	1.75	26.0
茎 Stem	0.51	55.4	0.46	42.2	0.52	39.4	0.65	40.6
雄穗 Tassel	0.79	88.8	0.93	81.6	0.81	78.6	1.04	80.0
苞叶 Hulk	0.10	40.0	0.09	27.3	0.07	18.4	0.18	32.1
穗轴 Cob	0.04	8.7	0.13	18.1	-0.22	-25.6	-0.28	-26.7
总计 Total	2.52	50.4	3.49	45.2	2.96	31.5	3.34	29.7

\* TA-translocation amount(g/m<sup>2</sup>); TR-translocation ratio(%).

表 3 不同施 N 条件下冬玉米的 N 肥利用率及 N 收获指数

Table 3 The utilization efficiency and harvest index of fertilizer-N for winter maize in different N application rates

处理 Treatment	氮肥利用率 NUE(%)	氮收获指数 HI(N)(%)	地上部生物量 Biomass of aboveground parts(kg/hm <sup>2</sup> )	产量 Grain (kg/hm <sup>2</sup> )	氮肥生产力 (DM g/N g) Fertilizer-N productivity	
					地上部分 Above-ground parts	籽粒 Grain
0 N	—	68.9	11 662.0	5 167.0	—	—
90 N	53.7	64.5	14 973.0	7 293.0	36.8	23.6
180 N	52.5	61.6	18 225.0	9 030.0	36.5	21.5
270 N	53.0	64.3	20 031.0	9 981.0	31.0	17.8

## 2.2 氮生产力对施氮量的反应

从表 3 的资料看,在现有的施氮范围内,籽粒和地上部分产量随施氮量的增加而增加,但增幅随施氮量的增加而减少。从籽粒产量来看,同样增施 90 kg/hm<sup>2</sup> 氮肥,90 N 区比 0 N 区增加产量 2 120 kg/hm<sup>2</sup>,180 N 区比 90 N 区增加 1 737 kg/hm<sup>2</sup>,270 N 区比 180 N 区增加 951 kg/hm<sup>2</sup>,增加比分别为 41.1%、23.8%和 10.5%,由于随施氮量增加增产幅度减低,氮肥的生产力也相应下降,无论是地上生物量,还是籽粒,两者的趋势相同。氮的收获指数几乎也是随施氮量增加而减少,而氮肥利用率却没有明显变化,看来大量施氮在肥力高的地块上并不能提高利用率,但 N 的转移率明显降低(表 2),也影

响到生产力的提高。总的来看,在我们的施氮范围内,随着施氮量的增加冬玉米的产量仍在显著增加,表明由于在南亚热带地区,由于其灌浆期所处的光温条件好,生产力高,对氮肥需求量大。

## 3 小结与讨论

冬玉米的氮肥吸收量随着施氮量的增加而增加,且后期的吸氮量都小于前期,只不过前期吸氮占总吸氮的比例随施氮量的增加而降低。这主要是由于低氮条件下,后期的供氮不足造成的。氮在植株各部分中的分布前期以叶片中最高,后期是籽粒中最多,这与冬玉米花丝期前后的代谢中心是一致的。氮的转移率则是施氮量越多,转移率越低,但绝

对量依然是高氮条件下多于低氮条件下的,表明高氮下的穗发育对前期氮的依赖更小,其中雄穗和茎的转移率最高,转移量则是叶片最多。

本实验中,氮肥利用率随着施氮量的增加没有明显变化,这与前人的研究结果类似<sup>[7]</sup>。但氮肥的利用率比他人夏玉米上得到的利用率低(Rhods 等的结果为 61%~67%,本试验结果为 52.5%~53.7%)<sup>[1]</sup>,这主要是因为我们所采用的实验地地力好和冬玉米前期较低的土壤温度之故。

总的看来,虽然在我们进行的施氮范围内,氮吸收量随施氮量的增加而提高,且籽粒产量仍有显著地增加,但是氮的生产力(效益)却持续降低,因此我们认为在肥力较高的土地上种植冬玉米以 180~270 kg N/hm<sup>2</sup> 较为适宜。

致谢:本文得到李存信研究员的指导。

## 参考文献:

[1] Rhoads F M, Stanley R L. Yield and nutrient utiliza-

tion efficiency of irrigated corn[J]. *Agronomy Journal*, 1984, **76**: 219—223.

[2] Gentry L E, Below F E. Maize productivity as influence by form and availability of nitrogen[J]. *Crop science*, 1993, **33**: 491—497.

[3] 傅应春,陈国平. 夏玉米需肥规律的研究[J]. 作物学报, 1982, **8**(1): 1—8.

[4] 戴大国. 杂交冬玉米亩产吨粮技术[J]. 云南农业, 1998, **10**: 15.

[5] 段鸿飞. 不同播种期对冬玉米产量的影响[J]. 玉米科学, 2000, **8**(增刊): 55—57.

[6] Bangrawe A S, Kairon M S, Singh A K. Effect of plant density, and level and proportion of nitrogen on growth, yield and yield components of winter maize (*Zea mays*) [J]. *Indian Journal of Agricultural*, 1988, **58**(11): 854—856.

[7] Tanaka A, J Yamaguchi, S Miura. Comparison of fertilizer nitrogen efficiency among field crops[J]. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 1984, **30**(2): 199—208.

(上接第 267 页 Continue from page 267)

of <sup>18</sup>O<sub>2</sub> into antheraxanthin by bean leaves[J]. *Biochim Biophys Acta*, 1965, **109**: 303—305.

[29] Pfündel E, Bilger W. Regulation and possible function of the violaxanthin cycle[J]. *Photosynth. Res.* 1994, **42**: 89—109.

[30] Hager A. Die zusammenhänge zwischen lichtinduzierten xanthophyll-vmwandlungen und Hill-

Reaction[J]. *Ber Dtsch Bot Ges*, 1966, **79**: 94—107.

[31] Büch K, Stransky H, Hager A. FAD is a further essential cofactor of the NAD(P)H and O<sub>2</sub>-dependent ZE[J]. *FEBS Lett*, 1995, **376**: 45—48.