

耐密型玉米的需肥特性初探

闫晓艳 边秀芝 张大光

(四平市农科院,公主岭 136101)

摘要 经过两年的探索试验,化验分析,已初步摸清了耐密型玉米的需肥特性。玉米一生中干物质积累为“S”型曲线,秸秆干物质积累为对数曲线,子粒干物质积累为一直线。玉米各生育阶段干物质积累,耐密型玉米普遍高于平展型玉米。

玉米一生中氮积累为“S”型曲线,磷积累呈直线增加,钾积累为对数曲线。耐密型玉米一生中氮积累比平展型高 20% 以上,磷积累与平展型玉米基本一致,钾的积累耐密型玉米直至成熟达到最大值,平展型玉米灌浆中期达到最大值。

无论是耐密型玉米还是平展型玉米,它们对氮、磷、钾吸收速度的变化规律是一致的。均为氮、钾吸收速度是双峰曲线,吸磷速度是三峰曲线。

关键词 玉米 耐密型品种 需肥特性

掌握玉米的需肥特性是玉米科学合理施肥,进一步提高玉米产量的主要依据之一。1990~1991 年,我们进行了两年田间试验,经取样、化验分析,已初步摸清了耐密型玉米的需肥特性。

1 材料与方法

1.1 供试品种

耐密型玉米以掖单 15 为代表,密度 6.8 万株/hm²;平展型玉米以丹玉 13 为代表,密度 4.4 万株/hm²。

1.2 供试土壤

薄层黑土,有机质含量 1.98%,碱解氮含量 216.3 mg/kg,速效磷含量 26 mg/kg,速效钾含量 125.1 mg/kg。

1.3 供试肥料

磷酸二铵 200 kg/hm²,硫酸钾 100 kg/hm²,硫酸锌 5 kg/hm²,尿素 50 kg/hm²,鸡粪 1 000 kg/hm²,硝铵 500 kg/hm²。

1.4 试验方法

从苗期开始直至收获,也就是从 6 月 6 日开始每隔 10 d 每个品种各取 5~10 株样

本,测定鲜重、干重,化验 N、P₂O₅、K₂O 含量。

1.5 测试方法

氮-碱解扩散法;磷-钼锑抗比色法;钾-火焰光度法。

2 结果与分析

2.1 玉米一生中干物质积累

2.1.1 出苗天数(x)与干物质积累(y)间呈“S”型曲线。二者曲线方程分别为:

$$\text{掖单 15} \hat{y} = \frac{24\ 662.3}{1 + e^{(5.583 - 0.0667x)}}$$

$$\text{丹玉 13} \hat{y} = \frac{19\ 705.5}{1 + e^{(5.527 - 0.0657x)}}$$

这两个方程中 a、b 值相近,掖单 15C 值较大,表明干物质积累快,由曲线方程获得各生育阶段干物质积累情况:抽丝期掖单 15 积累 7 059.0 kg/hm²,丹玉 13 积累 5 583.0 kg/hm²;灌浆中期掖单 15 积累 19 864.5 kg/hm²,丹玉 13 积累 15 718.5 kg/hm²;成熟时掖单 15 积累 23 517 kg/hm²,丹玉 13 积累 18 661.5 kg/hm²。三个主要生育阶段干物质积累掖单

15均比丹玉 13 高 26%, 表明耐密型玉米比平展型玉米干物质积累快。

2.1.2 出苗天数(x)与秸秆干物质积累(y)间为对数曲线。掖单 15 曲线方程为 $\text{Log } \hat{y} = 0.8935 + 0.0668x - 0.00033x^2$; 丹玉 13 为 $\text{Log } \hat{y} = 0.8893 + 0.0645x - 0.00032x^2$ 。秸秆干物质积累量在子粒灌浆中期(出苗后 105 d 左右)达到最大值, 以后随光合产物向子粒转移而逐渐减少。掖单 15 和丹玉 13 秸秆干物质积累最大值分别为 18589.5 kg/hm^2 和 13606.5 kg/hm^2 , 到完熟期较最大值掖单 15 干物质减少了 43.8%, 丹玉 13 减少 41.3%, 可见, 耐密型玉米秸秆干物质向子粒转移略高于平展型玉米。

2.1.3 出苗天数(x)与子粒干物质积累(y)间为直线关系, 其直线方程分别为:

$$\text{掖单 } 15\hat{y} = -16001.25 + 219.75x$$

$$\text{丹玉 } 13\hat{y} = -14125.5 + 183.0x$$

玉米子粒干物质积累乳熟中期掖单 15 为 7150.5 kg/hm^2 , 丹玉 13 为 5089.5 kg/hm^2 ; 成熟时掖单 15 为 12442.5 kg/hm^2 , 丹玉 13 为 9298.5 kg/hm^2 , 可见子粒干物质积累耐密型掖单 15 比平展型丹玉 13 高 30% 以上。

2.2 玉米一生中氮、磷、钾、的吸收和积累

2.2.1 玉米一生中氮的吸收和积累

出苗天数(x)与氮积累量(y)间为“S”曲线。曲线方程为:

$$\text{掖单 } 15\hat{y} = \frac{326.205}{1 + e^{(4.096 - 0.0557x)}}$$

$$\text{丹玉 } 13\hat{y} = \frac{254.885}{1 + e^{(4.0118 - 0.05507x)}}$$

玉米抽丝、乳熟中期和成熟各生育阶段氮的积累掖单 15 分别为 139.2 kg/hm^2 、 275.25 kg/hm^2 和 325.35 kg/hm^2 ; 丹玉 13 分别为 114.0 kg/hm^2 、 217.5 kg/hm^2 和 243.15 kg/hm^2 。掖单 15 分别比丹玉 13 高 22.1%、26.6% 和 33.8%。可见耐密型玉米各生育阶段氮的积累比平展型玉米高 20% 以上。

出苗天数(x)与秸秆氮积累相对量(y)间为一对数函数。其函数方程耐密型掖单 15 为 $\text{Log } \hat{y} = -0.00082 + 0.041x - 0.00021x^2$;

平展型丹玉 13 为 $\text{Log } \hat{y} = 0.004386 + 0.04219x - 0.000221x^2$ 。

由曲线方程得出, 掖单 15 出苗后 97 d 左右, 秸秆中氮积累量达到最大值, 成熟时秸秆氮积累量减少为最大值的 56.1%, 即有 43.9% 的秸秆中氮转移到子粒中去。丹玉 13 秸秆氮最大积累量在出苗后 95 d 左右, 成熟时秸秆氮为最大积累量的 60.1%, 有 39.9% 的秸秆中氮转移到子粒中去。可见氮由秸秆向子粒转移掖单 15 比丹玉 13 多 4.0%。表明耐密型玉米秸秆氮向子粒转移比平展型玉米略多。

出苗天数(x)与秸秆含氮量(y)间为直线关系, 其直线方程掖单 15 为 $\hat{y} = 4.22008 - 0.02685x$; 丹玉 13 为 $\hat{y} = 4.6029 - 0.03129x$ 。抽丝到成熟秸秆含氮量分别为: 耐密型掖单 15 为 2.34% 和 0.76%, 平展型丹玉 13 为 2.41% 和 0.60%, 二者基本接近。

出苗天数(x)与子粒中氮积累相对量(y)间为直线关系。耐密型掖单 15 直线方程为 $\hat{y} = -131.39 + 1.8116x$; 平展型丹玉 13 为 $\hat{y} = -126.92 + 1.7783x$ 。

玉米一生中干物质积累相对量(x)与氮积累相对量(y)间为直线关系。耐密型掖单 15 二者关系为 $\hat{y} = 12.6865 + 0.91996x$; 平展型丹玉 13 为 $\hat{y} = 14.4083 + 0.8489x$ 。

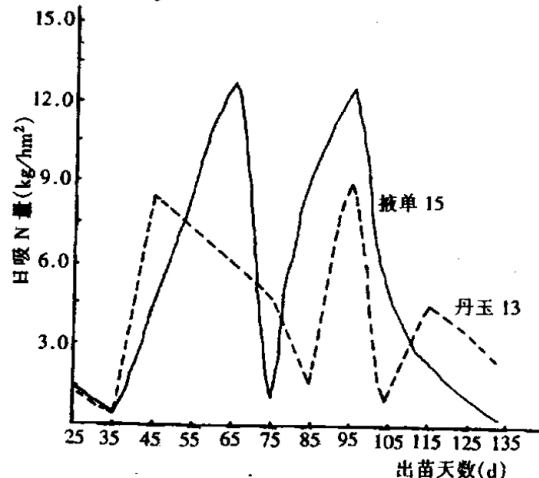


图1 出苗天数与日吸N量关系

玉米一生中氮的吸收速度为一双峰曲线, 如图1。耐密型掖单 15 第一个吸氮高峰

值在出苗后 65 d 左右,日平均吸氮量 3.9 kg/hm^2 以上,由玉米一生中氮积累曲线方程计算得出,此期吸氮量占全生育期总吸氮量的 21.9%。第二个吸氮高峰值在出苗后 95 d 左右,日平均吸氮量在 3.75 kg/hm^2 以上,此期吸氮量占全生育期总吸氮量的 22.3%。

平展型丹玉 13 吸氮速度的两个峰值均比掖单 15 低,且峰区窄。

2.2.2 玉米一生中对磷的吸收和积累

出苗天数(x)与磷的积累量(y)间为直线关系,掖单 15 的直线方程为 $\hat{y} = 9.204 + 0.3974x$;丹玉 13 为 $\hat{y} = 9.6113 + 0.399x$ 。玉米一生对磷的积累耐密型掖单 15 为 60.45 kg/hm^2 ,平展型丹玉 13 为 60.75 kg/hm^2 ,二者的积累量非常接近。

出苗天数(x)与秸秆磷积累相对量(y)间关系近似于对数曲线,如图 2。秸秆磷的积累从苗期开始逐渐增加,到出苗后 85 d 左右,即玉米开始灌浆时达到最大值,以后迅速降低直至成熟。耐密型掖单 15 降低速度比平展型丹玉 13 快,后期秸秆磷积累量明显比丹玉 13 低。从灌浆中期也就是出苗后 105 d 开始,掖单 15 秸秆磷积累比丹玉 13 低 10% 以上,表明耐密型玉米灌浆以后秸秆磷向子粒转移快而多。

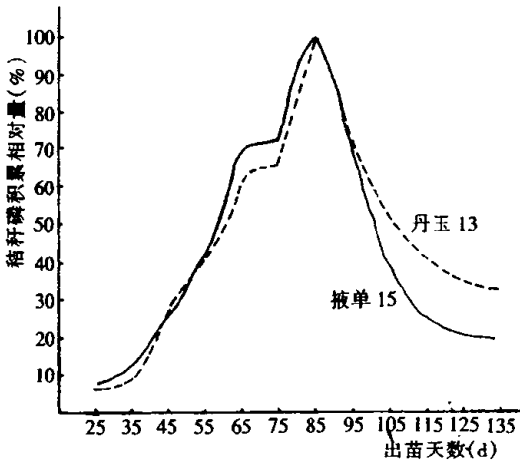


图2 出苗天数与秸秆磷积累相对量关系

出苗天数(x)与秸秆含磷量(y)间为直线关系。其直线方程分别为,耐密型掖单 15 $\hat{y} = 0.5631 - 0.0043x$;平展型丹玉 13 $\hat{y} =$

$0.5924 - 0.0041x$;成熟时玉米秸秆含磷量掖单 15 为 0.0084%,丹玉 13 为 0.0676%,掖单 15 明显低于丹玉 13,表明耐密型掖单 15 秸秆磷向子粒转移较多。

玉米一生中干物质积累相对量(x)与磷积累相对量(y)间为直线关系。耐密型掖单 15 二者关系为 $\hat{y} = 11.1255 + 0.8697x$;平展型丹玉 13 为 $\hat{y} = 9.3361 + 0.9323x$ 。

玉米一生中吸磷速度为三峰曲线,如图 3 所示。

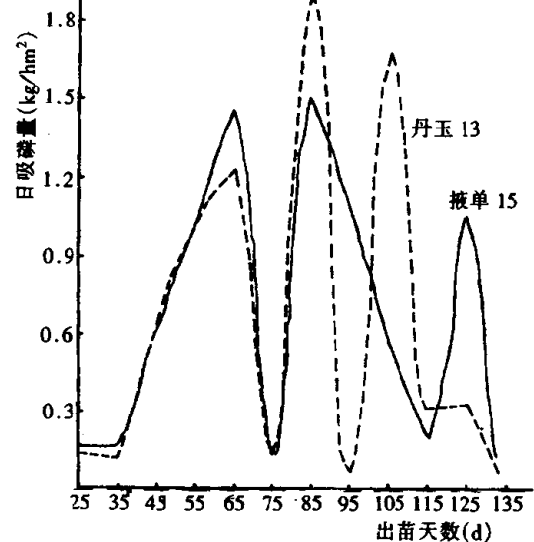


图3 出苗天数与日吸磷关系

由图可见,掖单 15 和丹玉 13 第一个峰基本一致,吸磷高峰在拔节至抽雄期。耐密型掖单 15 第二个吸磷高峰在玉米灌浆至乳熟期,在蜡熟末期达到第三个吸磷高峰;平展型丹玉 13 第二个吸磷高峰在玉米灌浆期,乳熟期达到第三个吸磷高峰,且两峰的峰值均比掖单 15 高。从图中还看到;耐密型掖单 15 的吸磷高峰前两个峰比较宽,第三个峰区窄,且峰值低。而平展型丹玉 13 的吸磷高峰,第一个峰峰区宽,后两个峰峰区较窄,但峰值却明显高于第一个峰,二者日平均吸磷量均在 3.75 kg/hm^2 以上。

2.2.3 玉米一生中对钾的吸收和积累

玉米出苗天数(x)和钾的积累(y)间为对数函数,掖单 15 函数方程为 $\text{Log } \hat{y} = 0.85288 + 0.02294x - 0.00009x^2$;丹玉 13 为 $\text{Log } \hat{y} =$

$0.865\,24 + 0.023\,84x - 0.000\,11x^2$ 。玉米一生中钾的积累,耐密型掖单 15 直至成熟时达到最大积累量 213.0 kg/hm^2 ,收获时略有降低。平展型丹玉 13 灌浆中期达到最大积累量 156.0 kg/hm^2 ,成熟时钾的积累开始降低。

出苗天数(x)与秸秆中钾积累相对量(y)间为对数函数,掖单 15 对数方程为 $\text{Log } \hat{y} = -0.004\,76 + 0.042\,25x - 0.000\,22x^2$;丹玉 13 为 $\text{Log } \hat{y} = 0.009\,88 + 0.046\,5x - 0.000\,26x^2$ 。成熟时秸秆中钾的积累量减少。耐密型掖单 15 秸秆中钾积累最大值出现在苗后 96d,平展型丹玉 13 出现在出苗后 108d。成熟时秸秆中钾分别减少了 40.0%和 58.4%,其中大部分转移到子粒中去。可见耐密型玉米秸秆中钾向子粒转移比平展型玉米少。

出苗天数(x)与子粒中钾积累相对量(y)间为直线关系。耐密型掖单 15 直线方程为 $\hat{y} = -123.99 + 1.251\,3x$;平展型丹玉 13 为 $\hat{y} = -141.8 + 1.904\,2x$ 。

玉米一生的吸钾速度为一双峰曲线,如图 4。钾的双峰曲线与氮的双峰曲线基本相同,但两个峰的峰区较氮提前。钾的第一个峰出现在拔节期,第二个峰出现在子粒形成至乳熟期。耐密型掖单 15 的两个峰值比较

接近,平展型丹玉 13 第二个峰值明显低于第一个峰。

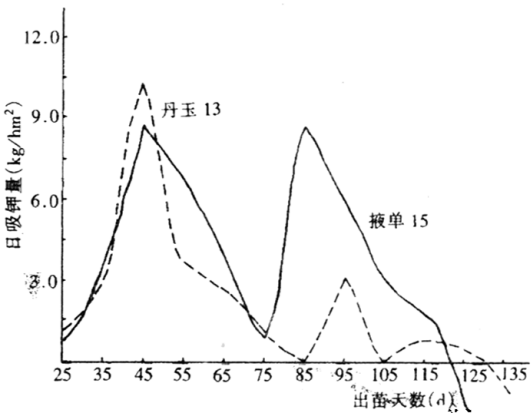


图 4 出苗天数与日吸钾量关系

2.2.4 玉米各生育阶段氮、磷、钾吸收的数量和比例

玉米每生产千公斤子实所吸收氮(N)、磷(P_2O_5)、钾(K_2O)的数量和比例,以掖单 15 为代表的耐密型玉米分别为 27.1 kg 、 8.43 kg 和 23.2 kg ,它们的比例为 $1:0.31:0.86$;而以丹玉 13 为代表的平展型玉米则为 26.4 kg 、 10.36 kg 和 20.4 kg ,比例为 $1:0.39:0.77$ 。可见,耐密型玉米较平展型玉米每生产千公斤子实吸收氮多了 0.7 kg ,磷少了 1.93 kg ,钾多了 2.8 kg ,详见附表。

附表		玉米各生育阶段氮、磷、钾吸收数量和比例						(单位:kg)
品 种		定 苗	拔 节	雌 穗 小花分化	抽 丝	灌 浆 中 期	成 熟	生产千公斤 子实吸收养 分数量比例
耐 密 掖 单 15 米	N	1.35	2.70	6.05	9.25	18.35	20.70	27.10
	P_2O_5	0.11	0.965	2.065	2.795	4.99	6.45	8.43
	K_2O	1.90	3.30	6.00	8.35	15.65	17.75	23.20
	比例	1:0.08:1.4	1:0.36:1.2	1:0.34:0.99	1:0.3:0.9	1:0.27:0.85	1:0.31:0.86	1:0.31:0.86
平 展 丹 玉 13 米	N	1.15	2.05	4.65	7.60	14.50	16.20	26.40
	P_2O_5	0.055	0.79	1.89	2.75	4.95	6.355	10.36
	K_2O	2.00	3.20	5.75	8.10	12.55	11.90	20.40
	比例	1:0.05:1.7	1:0.38:1.5	1:0.41:1.24	1:0.36:1.1	1:0.34:0.87	1:0.34:0.73	1:0.39:0.77

3 结 论

3.1 玉米一生中干物质积累为“S”型曲线,

秸秆干物质积累为对数曲线,子粒干物质积累为一直线。玉米各生育阶段干物质积累耐密型玉米普遍高于平展型玉 (下转第 80 页)

(上接第 69 页)米。

3.2 玉米一生中氮积累为“S”型曲线,磷积累呈直线增加,钾积累为对数曲线,秸秆氮、钾积累为对数曲线,磷积累近似于对数曲线。秸秆中氮、磷、钾含量呈直线降低。

3.3 耐密型玉米一生中氮积累比平展型玉米高 20% 以上,磷积累与平展型玉米基本一致,钾积累耐密型玉米直至成熟达到最大值,平展型玉米在灌浆中期达到最大值。耐密型玉米秸秆中氮、磷向子粒转移比平展型玉米快而多,而钾的转移比平展型玉米少。

3.4 无论是耐密型玉米还是平展型玉米,它们对氮、磷、钾吸收速度的变化规律是一致的,均为氮、钾吸收速度是双峰曲线,磷吸收速度

是三峰曲线。只是峰区宽窄、峰值大小不同而已。

3.5 耐密型玉米每生产千公斤子实吸收氮(N)27.1 kg,磷(P_2O_5)8.43 kg,钾(K_2O)23.2 kg,其氮、磷、钾比例为 1:0.31:0.86;平展型玉米则分别为 26.4 kg、10.36 kg、20.4 kg,比例为 1:0.39:0.77。

参 考 文 献

- 1 胡昌浩等.夏玉米同化产物的积累与养分吸收分配规律的研究.中国农业科学,1982,(1):56—64
- 2 张大光等.玉米 DM 积累与 N、P 吸收的数学模式.吉林农业大学学报,1988,Vol. 10,增(2):100—103
- 3 张颖.北方春玉米不同生育期干物质积累与氮、磷、钾含量的变化.玉米科学,1996,4,(1):63—65