

施肥对河西绿洲制种玉米各器官养分吸收及产量的影响

陈浩, 王平*, 刘淑英, 张志功

(甘肃农业大学资源与环境学院, 兰州 730070)

摘要: 通过田间小区试验, 研究了氮肥、磷肥和钾肥的配合施用对制种玉米氮、磷、钾的养分含量、吸收状况及产量的影响。结果表明, 施肥对制种玉米干生物量的累积有明显的促进作用, 增施氮、磷肥有利于提高制种玉米干物质的累积, 当氮肥过量时, 干生物量反而有所下降。合理配施氮肥、磷肥和钾肥, 促进了养分比例的协调供给, 明显增加了制种玉米各器官的养分含量、养分吸收量及养分收获指数。合理配施氮、磷肥能使制种玉米具有明显的增产效果。每生产 100 kg 玉米籽粒, 最高产量氮素、磷素、钾素的吸收量分别为 N : 2.25 kg, P₂O₅ : 0.60 kg 和 K₂O : 2.40 kg, 植株吸收养分适宜比例(N : P₂O₅ : K₂O)3.73 : 1 : 3.97。在制种玉米生产中推荐施肥量为 N 360 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²。

关键词: 河西绿洲; 氮磷钾; 制种玉米; 养分吸收

中图分类号: S513

玉米是世界五大作物之一, 在中国和世界的粮食生产中占有重要地位。玉米的高产稳产对中国的食品安全起着关键作用。河西地区常年制种玉米种植面积达 6 ~ 7 万 hm², 种子产量占全国玉米播种量的 45%^[1]。但是人们往往习惯把重点放在偏施氮肥上, 忽略了氮、磷、钾配施对玉米产量、养分的吸收及生长发育的影响, 导致玉米产量不高, 经济潜力不能完全地发挥出来^[2], 并对环境造成污染^[3]。因此, 研究玉米的营养特性, 科学施肥, 加强对养分循环的调控, 提高增产效率和肥料利用率, 减少环境污染, 在可持续农业中具有极其重要的作用^[4-5]。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于甘肃省张掖市高台县骆驼城乡新建村。生产条件、生产方式及土壤性状在河西中部绿洲地区有一定代表性。试验区属典型大陆性气候, 海拔 1 401 m, 年日照时数 3 088.8 h, 年平均气温 7.6℃, 年平均降水量 104.4 mm, 多集中在 7、8、9 这 3 个月, 年蒸发量 1 911.8 mm, 全年无霜期 149 天。试区土壤类型为灌漠土, 土壤基础肥力见表 1。

表 1 土壤基础肥力
Table 1 Soil basic properties

土层 (cm)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	全磷 (g/kg)	全钾 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH
0~20	6.9	0.38	0.87	21.8	75	23.3	218	8.2

1.2 试验设计

本试验共设 8 个水平的处理: T1(CK, 不施肥对照); T2(CK₁, 农民习惯施肥 N 400 kg/hm², P₂O₅ 135 kg/hm², K₂O 75 kg/hm²); T3(N₁P₂K₁, N 180 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²); T4(N₂P₂K₁, N 270 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²);

T5(N₃P₂K₁, N 360 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²); T6(N₄P₂K₁, N 450 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²); T7(N₃P₁K₁, N 360 kg/hm², P₂O₅ 90 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²); T8(N₃P₂K₀, N 360 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 0 kg/hm²)。完全随机区组设计, 3 次重复。

* 通讯作者(wp1826@126.com)

作者简介: 陈浩(1987—), 男, 辽宁锦州人, 硕士研究生, 主要从事植物营养与肥料的研究工作。E-mail: 345068716@qq.com

试验小区面积 30.0 m², 供试玉米品种为益丰 29 号, 播种方式为覆膜穴播, 按宽窄行播, 即宽行 60 cm, 窄行 40 cm, 母本种植密度为 61 000 株/hm²。母本播种时间为 2011 年 4 月 10 日, 父本一期播种时间为 2011 年 4 月 18 日, 父本二期播种时间为 2011 年 4 月 22 日, 母本与父本行数比例为 7:1。施肥方式为条施、深施(10~15 cm), 施肥后浇水灌溉。农民习惯施肥为不施底肥, 分别在拔节期、喇叭口期追肥, 氮肥两个时期施用比例为 1:1, 磷、钾肥在拔节期一次性施入。试验处理分别在拔节期、喇叭口期、抽雄期追肥, 氮肥 3 个时期施用比例为 3:5:2, 磷肥 3 个时期施用比例为 3:2:0, 钾肥 3 个时期施用比例为 3:2:0, 分别在苗期、拔节期、拔节后期、喇叭口期、喇叭口后期、抽雄期灌水 6 次。2011 年 10 月 10 日收获。

1.3 样品采集、分析与结果计算

分别在玉米的苗期、拔节期、喇叭口期、抽雄期及成熟期采植株样。每小区采 5 株, 杀青, 粉碎备用。植物样品氮、磷、钾采用土壤农化分析常规方法测定^[6]。数据采用 Excel 和 SPSS 软件进行统计分析。

养分吸收量(kg/hm²) = 测得的养分含量(%)×干生物量(kg)×密度;

养分收获指数 = 籽粒中的养分吸收量/整个植株的养分吸收量^[7]。

2 结果与分析

2.1 施肥对制种玉米干生物量的影响

图 1 表明, 施肥对制种玉米干生物量的累积有明显的促进作用。T5 处理干生物量最高为 311.69 g/株, 比 T1、T2、T3、T4、T6、T7 和 T8 处理分别多 77.91、26.84、36.36、18.71、24.52、23.08 和 18.42 g/株, 显著高于不施肥处理和农民常规施肥处理。

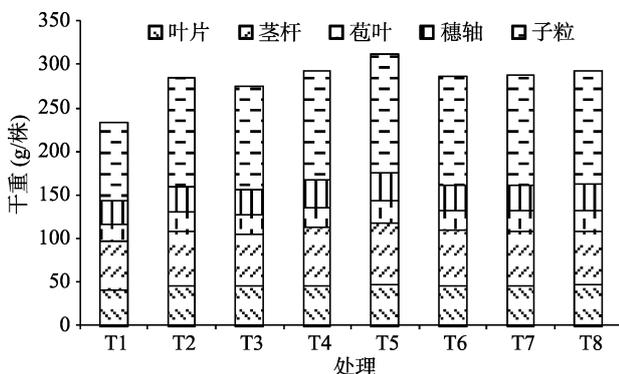


图 1 成熟期不同施肥对制种玉米各器官干生物量的影响
Fig. 1 Effects of different fertilization on biological yield of maize organ at maturity stage

成熟期, 制种玉米的生殖器官所占比例高于营养器官^[8], 生殖器官占地上部分干重的 50%~55%, 其

中籽粒占 38%~45%, 各处理中籽粒最重为 T5 处理, 籽粒占地上部分干重的 43%, 为 135.25 g/株, 比 T1、T2、T3、T4、T6、T7 和 T8 处理分别多 45.69、10.21、17.03、9.79、9.55、8.50 和 4.61 g/株。在磷肥、钾肥定量的条件下, 比较 T3、T4、T5 和 T6 处理, 说明在一定施氮量范围内, 增施氮肥有利于提高植物干物质的累积, 当氮肥过量时, 即 T6 处理, 干物质累积量反而下降。T5 与 T7 处理比较, 说明增施磷肥可以提高制种玉米的干物质累积量, 这与李生秀和高亚军^[9]研究结果一致。T5 与 T8 处理比较, 说明在氮肥、磷肥定量的条件下, 施钾肥与不施钾肥对制种玉米干物质的累积量影响差异不显著。

2.2 施肥对制种玉米养分含量的影响

2.2.1 施肥对制种玉米各器官含氮量的影响 制种玉米各器官的含氮规律为籽粒 > 叶片 > 茎秆 > 穗轴 > 苞叶(表 2), 与 T1 处理相比, 各处理各器官含氮量均有提高, 说明施氮可以促进玉米各器官含氮量的增加。在磷肥、钾肥一定量的条件下, 叶片、茎秆和穗轴的含氮量随着施氮量的增加而显著增加, 籽粒和苞叶的含氮量提高不显著。当氮肥施用量 360 kg/hm² 时, 增施氮肥对含氮量的影响不显著; 在氮肥、钾肥施用量一定的条件下, 磷肥对制种玉米各器官含氮量影响不显著; 施用钾肥可以显著提高穗轴中的含氮量, 对其他器官影响不显著。各施肥处理与 T1 处理相比, 全株氮含量的增幅为 13.0%~24.0%。

2.2.2 施肥对制种玉米各器官含磷量的影响 制种玉米各器官的含磷规律为籽粒 > 叶片 > 穗轴 > 苞叶 > 茎秆, 与 T1 处理相比, 各处理各器官含磷量均有提高, 说明施肥可以促进玉米各器官含磷量的增加。在氮肥、钾肥施用量一定的条件下, 增施磷肥可以显著提高制种玉米的籽粒和苞叶的含磷量, 对叶片、茎秆和穗轴的影响不显著; 增施氮肥可显著提高苞叶中的含磷量; 施用钾肥对制种玉米各器官的含磷量影响不显著。各施肥处理与 T1 处理相比, 全株磷含量的增幅为 9.0%~21.2%。

2.2.3 施肥对制种玉米各器官含钾量的影响 制种玉米各器官的含钾规律为穗轴 > 茎秆 > 苞叶 > 叶片 > 籽粒, 与 T1 处理相比, 施钾肥可以促进制种玉米各器官含钾量的增加。在氮肥、磷肥施用量一定的条件下, 苞叶、穗轴和籽粒的含钾量均显著提高。T8 与 T1 相比, 除叶片外, 各器官含钾量均显著提高, 这说明氮肥、磷肥的施用可以促进制种玉米对钾素的利用。各施肥处理与 T1 处理相比, 全株钾含量的增幅为 1.1%~12.1%。

表 2 不同施肥对玉米各器官氮磷钾含量的影响(g/kg)
Table 2 Effects of different fertilization on N, P and K contents of maize

养分	器官	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
N	叶片	8.85 d	9.02 d	9.12 d	9.36 cd	9.91 ab	10.74 a	9.73 bc	10.39 ab
	茎秆	5.03 b	5.71 a	5.26 b	5.69 a	5.83 a	5.95 a	5.87 a	5.57 a
	苞叶	1.78 b	1.91 a	1.85 ab	1.9 a	2.04 a	2.01 a	1.98 a	2.02 a
	穗轴	3.02 d	3.45 c	3.54 c	3.83 b	4.17 a	4.36 a	3.76 bc	3.84 b
	籽粒	12.08 c	13.79 ab	13.36 b	13.71 ab	14.61 a	14.5 a	14.25 ab	14.53 a
	全株	7.89 c	9.26 ab	8.91 b	9.2 ab	9.78 a	9.98 a	9.62 a	9.86 a
	P	叶片	2.09 b	2.2 ab	2.27 a	2.23 ab	2.29 a	2.22 ab	2.19 ab
茎秆		1.78 b	1.9 ab	1.95 a	1.99 a	1.92 a	1.92 a	1.88 ab	1.98 a
苞叶		1.79 d	1.98 c	2.08 bc	2.19 ab	2.26 a	2.23 a	1.9 d	2.13 ab
穗轴		1.91 c	2.15 b	2.18 ab	2.32 a	2.32 a	2.1 b	2.21 ab	2.37 a
籽粒		2.66 c	2.82 bc	3.16 ab	3.24 a	3.25 a	3.2 a	2.97 b	3.26 a
全株		2.19 c	2.38 b	2.56 ab	2.61 a	2.61 a	2.57 a	2.44 b	2.65 a
K		叶片	6.68 c	7.27 ab	7.26 ab	7.69 a	7.41 ab	7.36 ab	7.2 ab
	茎秆	15.44 b	16.91 a	17.27 a	17.82 a	18.09 a	17.88 a	17.98 a	16.88 a
	苞叶	7.48 c	8.77 ab	8.44 b	8.82 ab	8.95 ab	9.42 a	9.21 a	8.37 b
	穗轴	20.05 c	22.51 ab	22.64 ab	23.64 a	23.43 a	24.25 a	24.71 a	22.12 b
	籽粒	3.69 c	4.22 ab	4.27 ab	4.35 ab	4.58 a	4.65 a	4.55 a	4.02 b
	全株	9.29 b	9.69 ab	10.04 a	10.36 a	10.42 a	10.39 a	10.36 a	9.48 b

注：表中同一行数据小写字母不同表示处理间差异达到 $P < 0.05$ 显著水平，下表同。

2.3 施肥对制种玉米养分吸收量的影响

养分吸收量是衡量作物生长状况和大田养分移出量的重要参数,施肥可以不同程度地影响植株体内的养分浓度以及养分在植株各器官的分配^[10]。

2.3.1 施肥对制种玉米各器官氮吸收量的影响

制种玉米各器官的吸氮量规律为籽粒 > 叶片 > 茎秆 > 穗轴 > 苞叶。表 3 表明,施肥有利于制种玉米对氮素的吸收,施肥处理各器官的吸氮量均显著高于

表 3 不同施肥对玉米各器官氮磷钾吸收量的影响(kg/hm²)
Table 3 Effects of different fertilization on N, P and K uptake of maize

养分	器官	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
N	叶片	22.10 d	25.54 c	25.18 c	26.38 c	28.93 ab	29.78 a	26.87 bc	29.83 a
	茎秆	17.11 e	21.40 bc	19.34 d	23.07 a	24.86 a	23.24 a	22.79 ab	20.64 cd
	苞叶	2.13 d	2.67 c	2.58 c	2.71 bc	3.15 a	2.81 b	2.83 b	3.01 ab
	穗轴	5.14 e	6.11 d	6.22 d	7.32 b	8.46 a	7.74 ab	6.74 cd	7.10 bc
	籽粒	66.01 d	105.22 bc	96.32 c	104.92 bc	120.53 a	111.19 ab	110.16 b	115.80 ab
	全株	112.49 d	160.94 bc	149.63 c	164.41 b	185.94 a	174.76 ab	169.40 ab	176.38 ab
	P	叶片	5.23 b	6.22 a	6.26 a	6.28 a	6.68 a	6.15 a	6.06 a
茎秆		6.06 c	7.12 b	7.17 b	8.08 a	8.19 a	7.51 ab	7.32 b	7.34 b
苞叶		2.14 d	2.76 c	2.89 bc	3.12 b	3.50 a	3.12 b	2.73 c	3.18 b
穗轴		3.25 c	3.81 b	3.84 b	4.44 a	4.72 a	3.72 b	3.96 b	4.37 a
籽粒		14.53 d	21.53 c	22.79 bc	24.80 a	26.81 a	24.54 ab	22.96 bc	25.98 a
全株		31.21 d	41.44 c	42.95 bc	46.72 ab	49.90 a	45.04 b	43.02 bc	47.47 ab
K		叶片	16.69 b	20.58 a	20.04 a	21.67 a	21.64 a	20.41 a	19.89 a
	茎秆	52.56 d	63.38 c	63.49 c	72.38 ab	77.19 a	69.80 b	69.86 b	62.55 c
	苞叶	8.95 c	12.25 b	11.74 b	12.58 ab	13.84 a	13.18 ab	13.22 ab	12.50 b
	穗轴	34.10 c	39.90 b	39.78 b	45.21 ab	47.58 a	43.00 b	44.27 ab	40.91 b
	籽粒	20.15 c	32.23 b	30.76 b	33.29 ab	37.77 a	35.62 a	35.14 a	32.06 b
	全株	132.45 c	168.33 b	165.81 b	185.12 a	198.02 a	182.01 ab	182.38 ab	168.04 b

不施肥处理,其中 T5 处理吸氮量最大,各器官的吸氮量均显著高于农民常规施肥处理。在磷肥、钾肥施用量一定时,制种玉米各器官的吸氮量随着施氮量的增加而显著增加。当氮肥施用量为 360 kg/hm² 时,比较 T5 和 T7 处理,施磷肥可显著提高苞叶、穗轴和籽粒的吸氮量,提高幅度分别为 1.1%、29.5% 和 9.4%;比较 T5 和 T8 处理,施钾肥可显著提高茎秆和穗轴的吸氮量,提高幅度分别为 20.4% 和 19.3%。当氮肥的施用量 > 360 kg/hm² 时,施氮肥过量导致产量下降,制种玉米各器官的吸氮量除叶片外均呈下降趋势,而叶片的氮代谢关键酶活性促进了叶片对氮的吸收^[11]。当施氮量为 360 kg/hm² 时,随着氮肥用量的增加,制种玉米对氮素的吸收也明显增加,叶片、茎秆、苞叶、穗轴和籽粒的增加幅度分别为 13.9%~30.9%、13.1%~45.3%、21.2%~48.2%、19.0%~64.8% 和 45.9%~82.6%。各施肥处理与 T1 处理相比,全株氮的吸收量的增幅为 33.0%~65.3%。

2.3.2 施肥对制种玉米各器官磷吸收量的影响 制种玉米各器官的吸磷量规律为籽粒 > 茎秆 > 叶片 > 穗轴 > 苞叶。表 3 表明,施肥有利于制种玉米对磷素的吸收。施肥处理各器官的吸磷量均显著高于 T1 处理,其中 T5 处理吸磷量最大;由于氮肥、磷肥在土壤中的交互作用影响了制种玉米对磷元素的吸收,合理的氮磷配比能促进制种玉米对磷的吸收,反之,则抑制磷的吸收。在施磷量为 180 kg/hm² 时,比较 T3、T4、T5、T6 和 T8 处理,随着氮肥用量的增加,玉米的吸磷量随之增加,增加幅度穗轴 > 苞叶 > 籽粒 > 茎秆 > 叶片,分别为 3.0%~26.6%、7.9%~21.3%、7.7%~17.7%、2.4%~14.2% 和 0.2%~6.6%。当氮肥、钾肥施用量一定时,比较 T5 和 T7 处理,各器官的吸磷量随着施磷量的增加而增加,增加幅度苞叶 > 穗轴 > 籽粒 > 茎秆 > 叶片,分别为 28.3%、19.2%、16.8%、11.9% 和 10.2%。当氮肥 > 360 kg/hm²

时,氮磷比例失调,玉米的吸磷量反而降低。各施肥处理与 T1 处理相比,全株磷的吸收量的增幅为 32.8%~60.0%。

2.3.3 施肥对制种玉米各器官钾吸收量的影响 制种玉米各器官吸钾量规律为茎秆 > 穗轴 > 籽粒 > 叶片 > 苞叶。表 3 表明,施肥处理各器官的吸钾量均显著高于 T1 处理,说明施肥有利于制种玉米对钾元素的吸收。T5 处理的吸钾量与 T4、T6 和 T7 处理差异不显著,但显著高于其他处理。当钾肥、磷肥施用量一定时,比较 T3、T4、T5 和 T6 处理,制种玉米全株的平均吸钾量随着施氮量的增加而增加,当施氮量 > 360 kg/hm² 时,制种玉米的吸钾量下降。当氮肥、钾肥施用量一定时,比较 T5 和 T7 处理,制种玉米的吸钾量随着施磷量的增加而增加,但增加幅度没有氮肥明显。T5 处理显著高于 T8 处理,说明施钾肥对作物对钾元素的吸收有促进作用。各施肥处理与 T1 处理相比,全株钾的吸收量的增幅为 25.2%~49.5%。

2.4 施肥对制种玉米养分收获指数的影响

养分收获指数是指籽粒中营养元素的累积量与作物营养元素吸收的总量的比值,该指标反映了养分向籽粒中转移的状况。

表 4 表明,施肥有助于提高制种玉米的养分收获指数。在氮、磷、钾的收获指数比较中,各处理均显著高于 T1 处理,增幅分别为 8.7%~11.9%、11.6%~17.4%、18.4%~28.9%。氮肥施用量为 450 kg/hm² 时,氮的养分收获指数有所下降。在氮肥用量一定的情况下,随着施磷量的增加,养分收获指数变化不明显。制种玉米的养分收获指数与王雁敏等^[12]研究的商品春玉米养分收获比较,制种玉米磷收获指数高 0.14 左右,氮、钾收获指数基本持平。这是因为制种玉米的产量比商品玉米低,但制种玉米对钾元素的利用效率更高。

表 4 不同施肥对玉米养分收获指数的影响
Table 4 Effects of different fertilization on harvest indices of N, P and K

指标	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
氮收获指数	0.587	0.654	0.644	0.638	0.648	0.636	0.650	0.657
磷收获指数	0.466	0.520	0.531	0.531	0.537	0.545	0.534	0.547
钾收获指数	0.152	0.191	0.186	0.180	0.191	0.196	0.193	0.191

2.5 施肥对制种玉米产量和养分吸收比例的影响

2.5.1 施肥对制种玉米产量的影响 由表 5 可以看出, T5 处理的产量最高(8 250.0 kg/hm²);施肥处理的产量均显著高于不施肥处理,增产幅度为 32.0%~51.0%;与农民常规施肥处理相比, T3 处理

由于施氮量过低,所以产量低于 T2 处理, T4、T6 和 T8 处理与 T2 处理的产量差异不显著, T5 处理比 T2 处理产量高 8.2%。在施氮量为 180~360 kg/hm² 时,制种玉米产量随着氮肥用量的增加而增加,当氮肥用量 > 360 kg/hm² 时,制种玉米的产量下降。在氮

肥用量一定时,增施磷肥产量也随之增加,但增加效果没有氮肥明显。由于当地土壤速效钾含量丰富,所以施钾肥对制种玉米的产量影响不显著,但是施钾肥有利于土壤养分动态平衡,从长远角度来说,推荐施

钾肥。在此试验条件下,氮是制种玉米产量的第一限制因子,磷对产量的影响也比较明显,最后是钾。在制种玉米的生产中推荐施肥量为 N 360 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm², K₂O 90 kg/hm²。

表 5 不同施肥对制种玉米生物量和产量的影响(kg/hm²)
Table 5 Effects of different fertilization on output and biological yield of maize

处理	干生物量	籽粒产量	100 kg 籽粒养分吸收量			N : P ₂ O ₅ : K ₂ O
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
T1	14 260.9 d	5 463.0 d	2.06	0.57	2.42	3.60 : 1 : 4.24
T2	17 375.7 bc	7 627.3 bc	2.11	0.54	2.21	3.88 : 1 : 4.06
T3	16 795.2 c	7 211.3 c	2.07	0.60	2.30	3.48 : 1 : 3.86
T4	17 871.6 ab	7 653.3 b	2.15	0.61	2.42	3.52 : 1 : 3.96
T5	19 012.8 a	8 250.0 a	2.25	0.60	2.40	3.73 : 1 : 3.97
T6	17 517.4 b	7 667.5 b	2.28	0.59	2.37	3.88 : 1 : 4.04
T7	17 605.5 ab	7 731.6 ab	2.19	0.56	2.36	3.94 : 1 : 4.24
T8	17 889.4 ab	7 969.2 ab	2.21	0.60	2.11	3.72 : 1 : 3.54

2.5.2 施肥对制种玉米养分吸收比例的影响 在不同氮、磷、钾肥配比下,每生产 100 kg 籽粒,制种玉米吸收的氮、磷、钾养分分别为 N : 2.06 ~ 2.28 kg, P₂O₅ : 0.54 ~ 0.61 kg 和 K₂O : 2.11 ~ 2.42 kg。最高产量 T5 处理的每生产 100 kg 籽粒养分吸收量为 N 2.25 kg, P₂O₅ 0.60 kg 和 K₂O 2.40 kg, 该处理的养分吸收比例为 3.73 : 1 : 3.97。合理配施氮肥、磷肥和钾肥,促进了养分比例的协调供给,明显增加了制种玉米各器官的养分含量及养分吸收量。

3 结论

(1) 施肥对制种玉米干生物量的累积有明显的促进作用,增施氮、磷肥有利于提高制种玉米干物质的累积,当氮肥过量时,干物质累积量反而有所下降。

(2) 各处理与不施肥相比,制种玉米植株氮、磷、钾的养分含量分别增加了 13.0% ~ 24.0%、9.0% ~ 21.2%、1.1% ~ 12.1%,养分吸收量分别增加了 33.0% ~ 65.3%、32.8% ~ 60.0%、25.2% ~ 49.5%; 氮、磷、钾的养分收获指数分别增加了 8.7%~11.9%、11.6%~17.4%、18.4%~28.9%。这些都为制种玉米产量的增加奠定了基础。

(3) 合理配施氮肥、磷肥和钾肥能使制种玉米有明显的增产效果。与空白对照相比施肥处理产量增幅为 32.0% ~ 51.0%, T5 处理与农民常规施肥相比,增产幅度为 8.2%。磷肥的增产效果没有氮肥明显。T5 处理的产量最高,为 8 250 kg/hm², 每生产 100 kg 玉米籽粒,最佳养分吸收量为 N 2.25 kg P₂O₅ 0.60 kg 和 K₂O 2.40 kg, 养分吸收比例为 3.73 : 1 : 3.97。在制种玉米生产中推荐施肥量为 N 360 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm²,

K₂O 90 kg/hm²。

参考文献:

- [1] 肖占文, 秦嘉海, 周俊, 侯德民, 顾万东. 河西走廊灌漠土不同肥力水平下制种玉米氮素适宜用量的研究[J]. 土壤通报, 2008, 06(6): 1 358-1 362
- [2] 武际, 郭熙盛, 王文军, 朱宏斌, 李孝勇. 磷钾肥配合施用对玉米产量及养分吸收的影响[J]. 玉米科学, 2006, 14(3): 147-150
- [3] 吕殿青, 同延安, 孙本华, Ove E. 氮肥施用对环境污染影响的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(1): 8-15
- [4] 章永松, 林咸永, 罗安程, 苏玲. 有机肥(物)对土壤中磷的活化作用及机理研究——I. 有机肥(物)对土壤不同形态无机磷的活化作用[J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(2): 145-150
- [5] 闫治斌, 秦嘉海, 肖占文, 顾万东. 河西走廊制种玉米磷素适宜用量的研究[J]. 土壤通报, 2008, 39(1): 197-199
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 257-270
- [7] 詹其厚, 陈杰. 淮北变性土区夏玉米对氮磷钾肥的响应特点研究[J]. 土壤通报, 2007, 38(3): 491-494
- [8] 李青军, 张炎, 胡伟, 孟凤轩, 冯广平, 胡国智, 刘新兰. 氮素运筹对玉米干物质积累、氮素吸收分配及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(3): 755-760
- [9] 李生秀, 高亚军. 施用氮磷肥料对作物茎粒比及对各器官氮磷分布的影响[J]. 干旱地区农业研究, 1993 (S1): 113-116
- [10] 杨恒山, 张玉芹, 徐寿军, 李国红, 高聚林, 王志刚. 超高产春玉米干物质及养分积累与转运特征[J]. 植物营养与肥料学报, 2012, 18(2): 315-323
- [11] 刘淑云, 董树亭, 赵秉强, 李秀英, 张振山. 长期施肥对夏玉米叶片氮代谢关键酶活性的影响[J]. 作物学报, 2007, 33(2): 278-283
- [12] 王平, 王雁敏. 甘肃陇西地区不同氮磷配施对春玉米养分吸收的影响[J]. 土壤通报, 2009, 5(5): 1 135-1 138

Influence of Fertilization on Nutrient Uptake and Yield of Seed Corn in Hexi Oasis

CHEN Hao, WANG Ping*, LIU Shu-ying, ZHANG Zhi-gong

(College of Resources and Environment Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The matched fertilization of N, P and K that affect seed corn's nutrient content of N, P and K absorption and output was studied through field experiment. The results showed that fertilization promoted obviously dry biomass accumulation of seed corn. Increasing N and P fertilization could improve the accumulation of dry matter of plants, but the accumulation of dry matter reduced when N was excessive. Reasonable collocation of fertilization of N, P and K promoted the coordinative supply of nutrients proportion and significantly increased nutrient content, nutrient uptake and nutrient harvest index in each organ of seed corn. These results provided a solid foundation for increase of maize yield. Reasonable collocation of fertilization of N, P and K can increase seed corn's production obviously. Yield-increasing effect of P was less obvious than that of N. For every 100 kg production of corn seed, the optimal uptake of N, P and K respectively was N: 2.25 kg, P₂O₅: 0.60 kg and K₂O: 2.40 kg, and the recommended fertilization was N 360 kg/hm², P₂O₅ 180 kg/hm² and K₂O 90 kg/hm².

Key words: Hexi oasis, NPK, Corn seed production, Nutrient absorption