

# 不同水分条件下化肥对玉米产量的贡献<sup>①</sup>

马强, 宇万太\*, 姜子绍, 周桦

(中国科学院沈阳应用生态研究所, 沈阳 110016)

**摘要:** 以 16 年长期定位试验为平台, 研究了 8 种施肥制度与 4 种降雨年景条件下肥料的增产、稳产性能及其对产量的贡献。结果表明: 施肥与水分条件对玉米产量均有显著影响, 平水年份玉米产量最高, 肥料增产效果也达到最佳, 其次为丰水年, 旱、涝年份最低; N、P 和 K 配施玉米产量最高, 无 N 肥处理作物产量偏低, 但在旱、涝条件下 P、K 肥有利于提高玉米的抗逆性; 对玉米产量贡献  $N > P > K$ , 单施 K 肥其在平、丰水年对产量贡献率为负值, 说明这一地区 K 尚未成为玉米生产中的限制因子, 其只有与 N 肥配施才可发挥增产作用。综上, 合理的养分配施可以提高肥料对玉米产量的贡献, 促进肥料交互作用对产量的提升, 同时, 适宜的水分条件可使肥料增产作用更好发挥。

**关键词:** 长期定位试验; 降雨; 施肥; 肥料贡献率

**中图分类号:** S158.3

干旱和土壤肥力低下是制约我国农业发展的重要因素<sup>[1]</sup>, 我国 51% 的耕地处于干旱半干旱区<sup>[2]</sup>, 没有灌溉条件的旱地约占本区耕地的 65%<sup>[3]</sup>; 同时, 土地贫瘠又限制了水分转化效率<sup>[4-5]</sup>, 使本已有限的水资源得不到充分利用。因此, 要解决我国农业发展问题并满足不断增长的粮食需求, 就必须成功地开发和利用广袤的干旱和半干旱地区, 大力发展旱地农业, 在无灌溉条件的地区充分利用自然水并合理施肥, 以促进作物对养分的吸收<sup>[6]</sup>、优化养分在作物体内的分配<sup>[7]</sup>、提高养分的有效性与迁移能力<sup>[8]</sup>, 增强肥料对作物的增产贡献。

下辽河平原位于松辽平原南部, 总耕地面积 209 万  $\times 10^4$   $\text{hm}^2$ , 是辽宁省粮食主产区。玉米为该地区主栽作物, 种植面积超过农作物总播种面积的 50%, 占粮食作物播种面积的 64%<sup>[9]</sup>, 该地区处于半干旱向半湿润地区的过渡带, 因此降水变率大, 春旱时有发生, 使这一地区主产作物玉米常因水分条件的不适宜而减产。本研究利用下辽河平原的中国科学院沈阳生态试验站一组已进行 18 年的长期土壤肥力试验为平台, 结合同时期气象观测资料, 研究不同水分条件下化肥对玉米的增产作用, 以探求理想的高产、高效施肥结构, 为提高肥料利用效率、降低施肥带来的环境风险提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究地区概况

中国科学院沈阳生态试验站<sup>[10-11]</sup>位于下辽河平原北部 ( $41^{\circ}31'2''\text{N}$ ,  $123^{\circ}24'2''\text{E}$ ), 沈阳市南约 35 km, 属暖温带大陆性气候, 年平均温度  $7 \sim 8^{\circ}\text{C}$ , 无霜期 147 ~ 164 天, 站区年降雨量为 650 ~ 700 mm, 玉米生长季 (-5—9 月) 降水约占全年降水的 80% 左右, 年相对降水变率<sup>[12]</sup>平均为 18%, 春、秋两季相对降水变率大于玉米生长旺季 (-6—9 月), 分别为: 春季 28%, 秋季 42%, 玉米生长旺季 22%。土壤为潮棕壤, 土壤有机质 22.1 g/kg, 全 N 0.8 g/kg, 有效 P 10.6 mg/kg, 速效 K 88 mg/kg, pH 值为 6.7。

### 1.2 田间试验设计

试验始于 1990 年, 为得到稳定产量结果, 本文使用 1993—2005 年共 13 年的产量数据进行分析。试验共设 12 个处理, 本研究选择其中设 8 个仅施用化肥的处理, 分别为: ①对照 (CK), 不施肥; ②N, N 肥用量纯 N 150  $\text{kg}/\text{hm}^2$  (肥料品种为尿素); ③P, P 肥用量纯 P 17.9  $\text{kg}/\text{hm}^2$  (1990—1996 年), 1997 年后调整为纯 P 25  $\text{kg}/\text{hm}^2$  (肥料品种为重过磷酸钙); ④K, K 肥用量纯 K 60  $\text{kg}/\text{hm}^2$  (肥料品种为硫酸钾); ⑤NP, N、P 肥用量同 N、P 处理; ⑥NK, NK 肥

①基金项目: + 中国科学院知识创新工程方向项目 (KZCX2-YW-407)、国家自然科学基金项目 (40701067) 和国家科技支撑计划课题项目 (2008BADA7B082006BAD05B04) 资助。

\* 通讯作者 (wtyu@iae.ac.cn)

作者简介: 马强 (1978—), 男, 辽宁鞍山人, 助理研究员, 主要从事农业生态系统水分、养分管理方面工作。E-mail: qma@iae.ac.cn

N、K 肥用量同 N、K 处理；⑦PK，P、K 肥用量同 P、K 处理；⑧NPK，N、P、K 用量同 N、P、K 处

①基金项目：中国科学院知识创新工程方向项目（KZCX2-YW-407）、国家自然科学基金项目（40701067）和国家科技支撑计划课题项目（2008BADA7B082006BAD05B01）资助。

\* 通讯作者 (wtyu@iae.ac.cn)

作者简介：马强（1978—），男，辽宁鞍山人，助理研究员，主要从事农业生态系统水分、养分管理方面工作。E-mail: qma@iae.ac.cn

率的计算，具体方法如下式：

某种肥料对玉米产量的贡献率 = (某施肥处理产量 - 不施肥处理产量) / 某施肥处理产量 × 100%

(1)

或，某种肥料对玉米产量的贡献率 = 某组分增产量 / 某施肥处理产量 × 100%

(2)

肥料配施的交互作用 = 肥料配施时的增产量 - 肥料单施时增产量之和

(3)

交互作用对作物产量的贡献率 = (某施肥处理贡献率 - 各肥料组分贡献率) × 100%

(4)

为方便研究水分条件（降水）和肥料这两个因素对玉米产量和增产的影响，根据作物生长状况、产量及玉米生长季农田可能蒸散量将历年玉米生长期（5月1日至9月30日）降水量划分为4个等级：旱年（<400 mm），分别为1997和2000年，平均降水336 mm；平水年（400~550 mm），分别为1993、1999和2002—2004年，平均降水473 mm；丰水年（550~650 mm），分别为1996、1998、2001和2005年，平均降水609 mm；涝年（>650 mm）为1994和1995年，平均降水713 mm。农田可能蒸散量利用彭曼法进行估算<sup>[15]</sup>，所计算年份均为较接近各等级多年平均降水量的年份，以验证降水年份划分的合理性，结果如表1。

可见，干旱年份农田可能蒸散量远大于同时期降水量，玉米对水分的需求无法满足，显著影响作物产量；而涝年与丰水年，农田可能蒸散量低于同时期降水，由于降水较多，很可能导致光、热等条件不利于

作物生长，尤以涝年，农田水分明显过剩，对玉米产量影响更为显著；平水年份，农田可能蒸散量略高于

理。各处理3次重复，即3个小区，分别种植大豆-玉米-玉米，并依次轮作，本项研究中的玉米产量为两个玉米区产量的平均值，小区面积162 m<sup>2</sup>。供试作物为大豆-玉米-玉米[Y2]轮作，本项研究中的玉米产量为两个玉米区产量的平均值。

同时期降水，作物生长所需的光、热等条件也较为适

年份	1997(旱年)	2004(平水年)	2005(丰水年)	1995(涝年)
降水量	357	460	605	469
可能蒸散量	575	514	469	476

## 2 结果与分析

### 2.1 降雨量与施肥条件对玉米产量的影响

根据土壤水分观测结果发现该地区施肥条件不同并未引起作物对水分消耗的差异<sup>[16]</sup>。通过表2可见：对于水分，不论何种施肥处理，玉米良好生长均需要一个适宜的水分条件，本试验以平水年产量最高，干旱或多雨均影响玉米产量，且施用N肥处理不同降水年份间产量差异均可达到显著水平（ $p < 0.05$ ），说明N肥可提高玉米的水分利用效率<sup>[16]</sup>，在较好的气象条件下可获得高产。对于养分，则不论降水丰欠，均衡养分供给，尤其是N、P肥的同时供应，可显著提高玉米产量；单施N肥有显著增产效果<sup>[17]</sup>，且平水年增产幅度最大，涝年最小；同时单施K肥在旱、涝年份尚有微弱增产效果，表明K对于提高玉米植株的抗逆性具有一定作用，而在平、丰水年份，其产量相对对照处理不增反降，这说明K还未成为玉米产量形成的关键限制因素<sup>[18]</sup>，同时单施K肥在一定程度上降低了玉米对N、P等养分的利用效率<sup>[4]</sup>，这可能也是该处理产量有所下降的原因之一。

表2 不同降水年各处理玉米籽实平均烘干产量（kg/hm<sup>2</sup>）

Table 2 Oven-dried grain yields of maize under different fertilization treatments and precipitation

处理	早年	平水年	丰水年	涝年	加权平均
CK	2 380 ± 761 A	4 150 ± 1 210 C	3 730 ± 1 290 B	2 660 ± 1 320 A	3 520 a
N	3 600 ± 787 A	6 780 ± 646 C	5 740 ± 904 B	3 030 ± 1 810 A	5 400 b
P	2 860 ± 1 340 A	4 290 ± 1 320 A	3 860 ± 898 A	3 060 ± 870 A	3 750 a
K	2 580 ± 997 A	3 950 ± 1 240 A	3 590 ± 1 110 A	2 740 ± 713 A	3 440 a
NP	4 190 ± 673 A	7 590 ± 459 C	6 560 ± 707 B	4 640 ± 807 A	6 300 bc
NK	4 210 ± 865 A	7 250 ± 1 260 C	6 040 ± 765 B	3 500 ± 1 680 A	5 830 b
PK	3 210 ± 957 A	4 320 ± 1 560 B	3 930 ± 1 560 B	3 540 ± 639 A	3 910 a
NPK	4 270 ± 971 A	8 430 ± 583 C	7 560 ± 610 B	5 410 ± 423 A	7 060 c

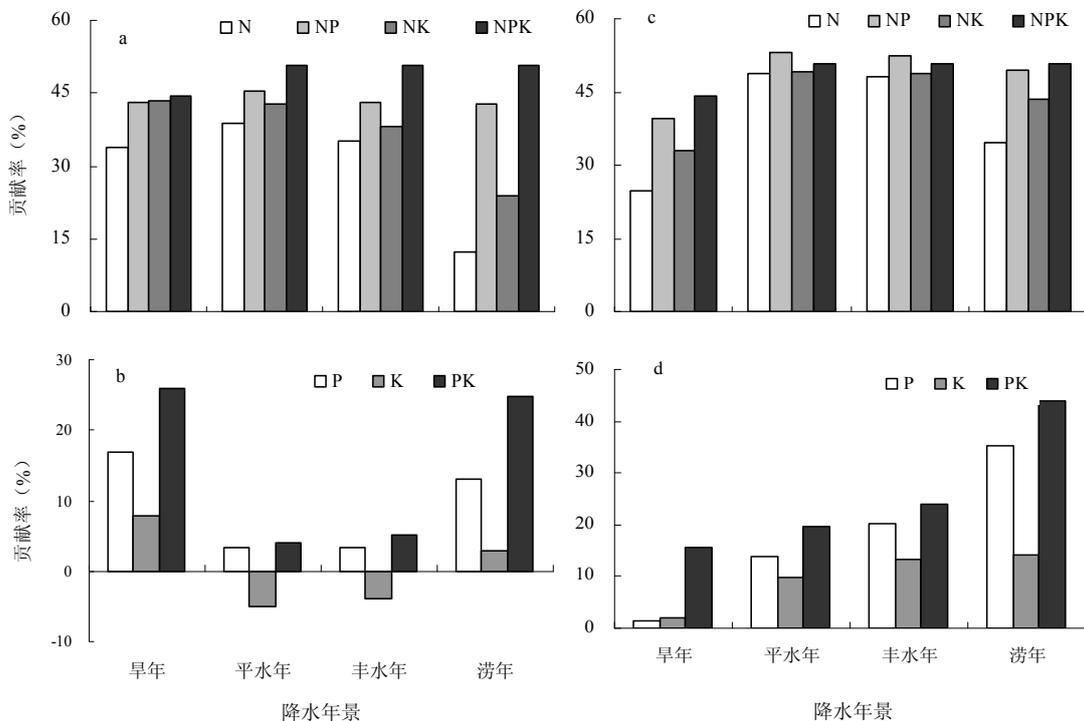
注: 括号中数值为不同降水年份出现年数[Y3], 平均值 ± 标准差; 大写字母不同, 表示水分条件不同引起产量之间的差异显著; 小写字母不同, 表示施肥不同引起产量之间的差异显著; 显著性水平  $p < 0.05$ , 下同。

从不同施肥对产量稳定性的影响来看, NP 处理在各年景产量稳定性均处于较高水平, 而 NPK 处理除早年外其他年份产量稳定性均为最好, 这是因为养分投入更为全面的 NPK 处理在个别气象条件虽然恶劣但并非十分苛刻的干旱年份仍可得到较高产量, 如干旱的 2000 年, 其玉米产量亦达到 5 074 kg/hm<sup>2</sup>, 而其他处理产量则稳定在低量水平, 造成 NPK 处理产量在早年出现有较大波动的现象, 而平、丰水年份 NPK 处理所表现出的稳产作用才是真实的情况, 这也说明养分均衡施用在灾年有提高抗逆性, 增加产量的作用, 在风调雨顺的好年景, 其增产、稳产作用更为显著。

### 2.2 不同水肥条件下肥料对作物产量的贡献率

将无肥对照处理(CK)的产量视为土壤基础地力对产量的贡献, 利用历史产量数据, 分别通过式(1)、(2)计算不同种类化肥及其配施对玉米经济产量的贡献。图 1a 与 1b 为利用式(1)对不同处理进行计算的

结果, 可以发现 N、P、K 三种肥料单施时 N 对产量的贡献最大, 4 种年景平均为 30.0%; K 最小, 甚至在平、丰水年份其产量低于 CK 处理, 但两者产量间差异未达到显著水平; NPK 配施对玉米产量贡献率最高, 为 49.1%, 其次为 NP 和 NK 处理, 平均贡献率分别为 43.6% 和 37.1%, 而 PK 肥配施也具有一定增产作用, 尤其在早、涝年份, 可见肥料的合理配施有利于提高肥料对作物产量的贡献<sup>[19]</sup>。所有施用 N 肥处理, 其平、丰水年份肥料对产量贡献率均高于早、涝年份, 而无化肥 N 处理则趋势相反; N 与 P 的配施明显提高了玉米在水涝条件下的抗逆性, NP 与 NPK 处理在涝年肥料对作物产量的贡献率几乎与平、丰水年份持平, K 肥的施用也在一定程度上提高了早年肥料对产量的贡献, 这也可以从 P、K 及 PK 三个处理在不同水分条件下肥料的产量贡献率中看出; 单施 N 肥虽然在平、丰水年可以得到较好的增产效果, 但灾害条件下其增产作用大打折扣, 尤其是涝年, 不仅其增产作用难以发挥, 还易随过剩的降雨形成地表径流或下渗水流, 对环境造成危害。



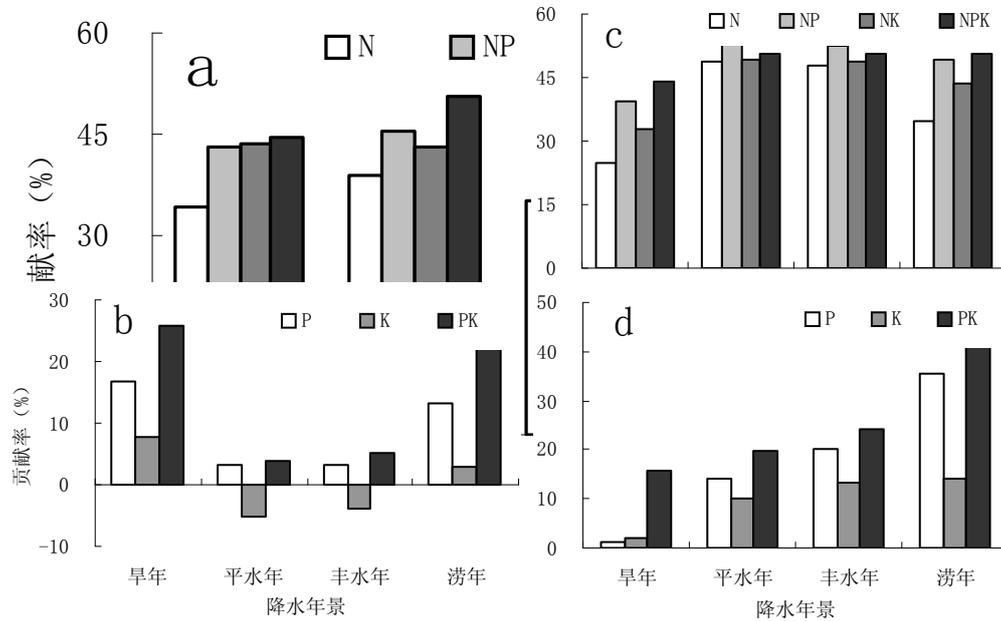


图 1 不同水肥条件下肥料对产量的贡献率

Fig. 1 Contribution of fertilizer to maize yield under different fertilization and precipitation conditions

利用式(2)计算各处理肥料对产量的贡献率如图1c、1d,发现除NPK与NP处理的贡献率在平、丰水年份与式(1)计算结果不同外,其他各处理肥料对产量贡献程度基本相同,造成差异的原因主要是在计算方法中NPK处理的增产作用为NPK处理与CK处理两者差值,而NP处理则为NPK处理与K处理二者差值,由于前面已提及的K肥在平、丰水年份产量相对不升反降的原因,使NPK处理的增产作用低于NP处理。不同降水年景肥料对产量贡献的变化趋势可以看出,由于式(2)的计算方法是在满足其他养分需求的条件下估算肥料对产量的贡献率,因此各单一肥料及其配施均表现出增产效果,其中P处理在涝年对产量贡献率提高显著,PK配施处理可提高肥料在早年的贡献率,而单施N肥其在涝年对产量贡献的下降趋势也减缓。

### 2.3 化肥的增产效果及对肥料利用率的分解

从表3可以看出,肥料施用方式对于各肥料组分

的增产作用影响显著,N肥在这一地区具有良好的增产效果,除涝年外无论单施或配施,其增产量和增产率均最大;P肥在这一地区的增产效果也明显优于K肥,其与N肥配施的情况下,对玉米高产的促进作用更为明显;K肥单施在这一地区暂无明显增产作用,在与其他肥料配施条件下尚可有10%~20%的增产空间,说明在试验进行期间试验地土壤仍可提供相当的K素肥力<sup>[20]</sup>。在不同水分条件下,同种养分的增产作用也有明显区别,在干旱年份,N、-P养分单施与配施增产效果接近,K肥与其他肥料配施增产效果明显;平、丰水年份N、-P肥与其他养分配施增产效果达到最大,增产率分别可达78%~86%和19%~23%;涝年虽玉米产量较低,但肥料配施增产作用明显优于单施;整体来看,3种肥料的增产效果为N>P>K,而水分条件较好的平、丰水年份更有利于肥料增产效果发挥。各养分对产量的贡献率变化趋势与肥料的增产率变化趋势相仿。

表 3 化肥 N、P、K 的增产效果和对玉米产量的贡献率

Table 3 Yield-increasing effects and yield contribution rates of N, P, K fertilizers to maize yield

年份	养分	施用方法	增产量 (kg/hm <sup>2</sup> )	增产率 (%)	每公斤肥料增产 (%)	贡献率 (%)
早年	N	单施	1 220	51.3	8.1	33.9
		配施	1 340	56.3	8.9	31.8
	P	单施	480	20.2	19.2	16.8
		配施	427	17.9	17.1	11.7
	K	单施	200	8.4	3.3	7.8
		配施	347	14.6	5.8	9.1
平水年	N	单施	2 630	63.4	17.5	38.8
		配施	3 570	86.0	23.8	45.9
	P	单施	140	3.4	5.6	3.3
		配施	787	19.0	31.5	11.1
	K	单施	-200	-4.8	-3.3	-5.1
		配施	447	10.8	7.4	5.7
丰水年	N	单施	2 010	53.9	13.4	35.0
		配施	2 927	78.5	19.5	43.2
	P	单施	130	3.5	5.2	3.4
		配施	893	23.9	35.7	13.8
	K	单施	-140	-3.7	-2.3	-3.9
		配施	457	12.2	7.6	6.7
涝年	N	单施	370	13.9	2.5	12.2
		配施	1 403	52.8	9.4	30.1
	P	单施	400	15.0	16.0	13.1
		配施	1 440	54.1	57.6	30.9
	K	单施	80	3.0	1.3	2.9
		配施	573	21.6	9.6	13.7

注：肥料配施，即 3 种配施方法的平均值。

## 2.4 水肥条件对肥料交互作用的影响

在平、丰水年份，N 仍是提高产量的重要因素，同时 P 或 K 与 N 之间交互作用增产效果相仿，但交互作用对产量的贡献却有一定差异（表 4），这也与 K 肥单施无增产效果有关；良好的水分条件也可明显提高 N、P、K 3 种元素共同施用时的交互作用的增产效果。在早年，K 对于玉米的生长和产量形成作用明显，其与 N 肥配施还可进一步提高产量，而 P 肥的施用对于提高肥料的交互增产作用帮助不大；由于干旱的气象

条件所限，3 种养分同时使用尚不能达到分别施用的增产效果，之间不存在正交互作用，其对产量的贡献率亦为负值。在涝年，对于交互作用有较大促进的是 N、P 两种元素，若 3 种元素配合更可大幅提高肥料间交互效应的增产作用，甚至超过平、丰水年份，但这是在产量较低或其他养分单施无法得到满意增产效果的情况下达到的交互作用增产，玉米产量整体水平偏低，在此条件下合理、均衡的养分供应亦可看成为一种灾害条件下从施肥角度对玉米生产的挽救策略。

表 4 肥料交互作用的增产效应及其对玉米产量的贡献

Table 4 Yield-increasing effects and yield contribution rates of interactions of N, P, K fertilizers to maize yield

年份	处理	增产率 (%)	肥料交互作用增产 (kg/hm <sup>2</sup> )	肥料交互作用增产效应 (%)	肥料对产量贡献率 (%)	肥料交互作用对产量的贡献率 (%)
早年	NP	76.0	110	4.6	43.2	-7.5
	NK	76.9	410	17.2	43.5	1.8
	PK	34.9	150	6.3	25.9	1.3
	NPK	79.4	-10	-0.4	44.3	-14.2
平水年	NP	82.9	670	16.1	45.3	3.3
	NK	74.7	670	16.1	42.8	9.0

	PK	4.1	230	5.5	3.9	5.7
	NPK	103.1	1 710	41.2	50.8	13.8
丰水年	NP	75.9	690	18.5	43.1	4.8
	NK	61.9	440	11.8	38.2	7.1
	PK	5.4	210	5.6	5.1	5.6
	NPK	102.7	1 830	49.1	50.7	16.2
涝年	NP	74.4	1 210	45.5	42.7	17.4
	NK	31.6	390	14.7	24.0	8.9
	PK	33.1	400	15.0	24.9	8.9
	NPK	103.4	1 900	71.4	50.8	22.6

### 3 结论

(1) 不同施肥模式与水分条件对该地区玉米产量均有显著影响, 在平、丰水年份玉米可以达到较高经济产量, 同时 N 肥的施用可进一步发挥气候条件优势, 使平、丰水年份玉米产量显著高于旱、涝年份; 养分的均衡供应更可使玉米产量进一步提高, 尤其是 N、P 的配合施用, 但 K 肥单独施用在这一地区尚无明显增产作用, 甚至造成减产。N 仍然是这一地区土壤养分的主要限制因素, 其与 P、K 配施不仅有利于产量提高, 且对于稳产也有明显作用。

(2) 化肥单施时 N 对产量的贡献率最高, 其次为 P, 而 K 单独施用对产量已无明显贡献, 肥料配施可明显提高化肥的贡献率, 尤其可提高旱、涝等逆境条件下的贡献率; 施用 N 肥处理产量贡献率均随水分条件的改善而提高, P、K 肥单施或二者配施在旱、涝年份对产量贡献率有所提高。

(3) 3 种化肥的增产作用为  $N > P > K$ , N、P 配施增产作用显著, 尤其在平、丰水年份, 其增产作用可得到更好的发挥; 在干旱条件下, N 或 P 与 K 肥配施肥料间交互作用具有较明显的增产效应; 随水分条件的改善, 肥料交互作用对产量的贡献也随之升高, 尤以 N、P、K 三种肥料共用, 其交互作用增产率和贡献率最高。

(4) 这一地区雨水调和情况下, 合理的养分配施增产效果达到最佳, 亦能充分发挥良好的气象条件对肥料增产的促进作用。说明下辽河平原雨养农业区水分条件也是影响玉米产量的重要因素, 水分条件不适宜明显影响到肥料的增产作用, 降低了施肥的经济效益, 因此, 根据中长期天气尤其是降雨的预报, 适当调整施肥措施, 对于提高玉米产量、增加农户经济收入至关重要。

#### 参考文献:

[1] 山仑, 孙纪斌, 刘忠民, 杜守宇. 宁南山区主要粮食作物生产

力和水分利用的研究. 中国农业科学, 1988, 21(2): 9-16

- [2] 文宏达, 刘玉柱, 李晓丽, 李淑文, 王殿武. 水肥耦合与旱地农业持续发展. 土壤与环境, 2002, 11(3): 315-318
- [3] 陶毓汾, 王立祥, 韩仕峰. 中国北方旱农地区水分生产潜力及开发. 北京: 气象出版社, 1993
- [4] 李世清, 李生秀. 水肥配合对玉米产量和肥料效果的影响. 干旱地区农业研究, 1994, 12(1): 47-53
- [5] Rhoads FM, Mansell RS, Hammond LC. Influence of water and fertilizer management on yield and water input efficiency of Corn. *Agronomy Journal*, 1978, 70: 305-306
- [6] Champbell CA, Paw EA. Effects of fertilizer N and soil moisture on mineralization, N recovery and A-values under spring wheat growth in small lysimeter. *Canadian Journal of Soil Science*, 1978, 58: 39-51
- [7] 马强, 宇万太, 张璐, 周桦. 下辽河平原不同水-肥条件对玉米养分吸收与分配的影响. 农业工程学报, 2006, 22(Supp2-增刊 2): 283-288
- [8] 汪德水主编. 旱地农田肥水关系原理与调控技术. 北京: 中国农业科技出版社
- [9] 辽宁省统计局. 辽宁统计年鉴 2006. 北京: 中国统计出版社, 2006
- [10] 宇万太, 张璐, 殷秀岩, 马强, 沈善敏. 农业生态系统养分循环再利用作物产量增益的地理分异. 农业工程学报, 2001, 19(6): 28-31
- [11] 张璐, 宇万太, 陈欣, 于永强, 沈善敏. 施肥对作物体内养分浓度和养分分配的影响. 应用生态学报, 2000, 11(增刊): 8-12
- [12] 李明秀. 衢州地区降水变率与降水变化规律分析. 浙江气象, 2006, 27(3):10-12
- [13] 刘振兴, 杨振华, 邱孝焯, 邱孝焯, 刘玉环, 林炎金, 庄淑英, 方红, 林增泉. 肥料增产贡献率及其对土壤有机质的影响. 植物营养与肥料学报, 1994, (1): 19-26
- [14] 宇万太, 赵鑫, 张璐, 马强. 长期施肥对作物产量的贡献. 生态学杂志, 2007, 26(12):2040-2044
- [15] 裴步祥主编. 蒸发和蒸散的测定与计算. 北京: 气象出版社,

- 1989
- [16] 马强, 宇万太, 沈善敏, 张璐, 周桦. 下辽河平原水肥交互作用及对玉米产量的影响. *农业工程学报*, 2007, 23(4): 29-33
- [17] 林葆, 林继雄, 李家康. 长期施肥的作物产量和土壤肥力变化. *植物营养与肥料学报*, 1994 (1): 6-18
- [18] Yu WT, Jiang ZS, Zhou H, Ma Q. Effect of nutrient cycling on grain yields and potassium balance. *2009, Nutrient Cycling in Agroecosystems*. (published on line), 2009, 84: 203-213
- [19] 徐浪, 贾静. 化肥施用量对粮食产量的贡献率分析. *四川粮油科技*, 2003 (1):58-62
- [20] 宇万太, 姜子绍, 沈善敏, 张璐. 不同施肥制度下潮棕壤钾素肥力变化和土壤缺钾指标. *应用生态学报*, 2007, 18(10): 2239-2244[Y4]

## Contribution of Fertilizers to Maize Yield Under Different Precipitations

MA Qiang, YU Wan-tai, JIANG Zi-shao, ZHOU Hua

( Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang- 110016, China )

}

**Abstract:** Based on a 16-year located experiment, this paper studied the yield-increasing effect, yield-stabilizing feature and contribution rate of fertilizers to maize yield under different fertilization and precipitation conditions. The results showed that fertilization and precipitation had obvious influences on crop output. In normal precipitation years the yields were the highest and the yield-increasing effect of chemical fertilizers was the best. In the higher precipitation years the yield was the highest under NPK treatment and was lower under non-nitrogen treatments, but P and K could increase the stress resistance of maize. The contribution rate of chemical fertilizers to maize yield was  $N > P > K$  and maize yield under K treatment was lower than CK treatment in normal or higher precipitation years. It suggests that K was not a limiting factor for crop yield and K could increase maize yield when applied with N. Proper nutrients and water supply would improve the contribution rate of fertilizers to maize yield and promote the interaction between fertilizers on yield-increasing effect.

**Key words:** Long-term field experiment, Precipitation, Fertilization, Contribution rate of fertilizer