



河南省三大土壤类型区 玉米氮磷钾平衡施肥研究^[1]

孙克刚 李丙奇 杨占平 张文明

(河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所, 郑州,
450002)

(河南省新乡市延津县司寨乡平陵村, 453212)

摘要: 河南省三大土壤类型区氮磷钾平衡施肥对玉米的增产作用不同: 从试验结果看, 在三大土壤类型区(褐土、潮土、砂姜黑土), 氮磷钾平衡施肥均能提高玉米产量, 限制小麦产量的主要因子, 在潮土区和褐土区氮素是第一位、钾素是第二位、磷素是第三位。在砂姜褐土区由于今年受到涝灾, 限制玉米产量的主要因子, 氮素为第一位, 其次为磷素, 第三位钾素。每公斤氧化钾增产小麦产量为, 砂姜黑土区每公斤氧化钾增产1.72公斤小麦和5.36公斤小麦。潮土区每公斤氧化钾增产3.21公斤小麦。褐土区每公斤氧化钾增产4.68公斤小麦。同时在平衡施肥处理时, 潮土区小麦产量最高为581公斤/亩, 其次为褐土区产量为566公斤/亩, 砂姜黑土区产量最低为495公斤/亩和429公斤/亩。

关键词: 郑单958 平衡施肥 土壤类型

河南省位于我国中东部, 黄河中下游, 黄淮海大平原的西南部。河南省是一个农业大省, 全省面积16~17万平方公里, 其中耕地面积720万公顷。农村人口占全省总人口的85.9%, 农村社会总产值占全省社会总产值的为54.1%, 以农产品为原料的轻工业产值的比重为78.8%, 农业的基础地位显得尤为重要。河南省的地势基本上是高西东低。流经河南省境内的河流有黄河、淮河、海河、长江四大水系。气候处于暖温带和亚热带交错的边缘地区, 气候具有明显的过渡性特征。全省年平均气温为12.8~15.5℃, 7月最热, 月平均气温为27~28℃, 1月最冷, 月平均气温为-2~2℃。年降水量从北到南大致为600~1200毫米之间。全省农作物多为一年两熟。主要以小麦、水稻、棉花、大豆、花生、芝麻、油菜、烟叶等为主。全省农作物总播种面积为1419万公顷, 其中粮食播种面积达930万公顷, 占68.7%; 油料作物播种面积为155万公顷, 占11.36%; 棉花播种面积80万公顷, 占5.9%。粮食作物中小麦播种面积为501万公顷, 占总播种面积适35.3%, 占粮食作物播种面积的54.5%, 为玉米播种面积为258万公顷, 占总面积为18.2%, 占粮食面积的24.38%。各种作物平均产量分别为: 小麦5638公斤/公顷, 玉米5603公斤/公顷, 花生3841公斤/公顷, 棉花1037公斤/公顷。全省化肥纯用量为540.43万吨, 氮肥纯用量为207.2533万吨, 磷肥纯用量为97.2577万吨, 钾肥纯用量为46.1753万吨, 比项目合作前的1990年用量增加近5倍。氮肥用量占整个化肥用量的38.3%, 磷肥用量占整个化肥用量的18.0%, 钾肥用量占整个化肥用量的8.5%。氮磷钾的比例为1:0.481:0.191。全省氮磷钾化肥总用量在增加, 氮肥所占百分比是在下降, 磷肥所占比例保持在28%左右, 钾肥所占比例是在逐年增加, 到目前达到11.4%, 复合肥用量在逐年增加。而1990年在没有和加拿大钾磷研究所进行钾肥合作项目前河南省全省肥料用量为195.2691万

[1] 本项研究由国际植物营养研究所(IPNI)北京办事处资助。

吨，氮肥纯用量为 137.2876 万吨，氮肥占化肥用量的 70.3%，磷肥纯用量为 51.9846 万吨，磷肥占化肥用量的 26.6%，钾肥纯用量为 5.9969 万吨，钾肥仅占化肥用量的 3.1%。氮磷钾比例为 1:0.379:0.044。

1 材料与方 法

试验地点：玉米试验安排在驻马店市驿城区水屯镇新坡村和遂平县和兴乡和兴村、洛阳市孟津县送庄乡朱寨村、新乡市延津县司寨乡平陵村。土壤类型：分别为姜砂黑土、姜砂黑土、褐土和潮土。玉米品种为：郑单 958，种植密度为 6.7.5 万株/公顷。小区面积 20~30 M²，重复 3 次，随机区组排列。收获各小区子粒（或收获部分）和秸秆（或生物）产量；田间管理按丰产田要求，并记录生物学性状。播种前取土壤样品送中国农业科学院区划所中加合作土壤植物样品分析实验室和河南农科院资环所实验室分析。钾肥用加拿大产氯化钾。

表 1 试验地土壤养分基本状况

地点	实验室编号	经度	纬度	pH	OM	NH ₄	P	K	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B
					毫克/升									
新坡村	AYY G 01	E 114° 09' 38.8"	N 32° 56' 54.7"	6.21	0.87	10.5	10.5	66.5	2.1	87	2.6	27.7	1.3	0.33
平陵村	AYY W 08	E 114° 14' 15.5"	N 35° 12' 43.1"	8.25	0.3	7.2	72.3	82.9	8.7	18.4	4	7.1	1.6	1.65
和兴村	AYZ G 09	E 113° 58' 21.6"	N 33° 14' 25.0"	5.31	0.74	26	22.6	49.9	5.4	134.6	9.7	82.7	5.1	0.17
朱寨村	AYY R 03	E 112° 32' 02.9"	N 34° 49' 00.5"	8.13	0.53	6.7	14.4	49.9	9.7	8	1.6	5.8	1.5	1.61

2 试验结果与经济效益分析

2.1 遂平县和兴乡和兴村玉米养分监测村试验：

遂平县和兴乡和兴村玉米试验结果经方差分析，F 值达到显著水平（表 3）。在玉米试验中六个处理以氮磷钾 N₁₅P₆K₁₂ 处理产量最高，达 429 公斤/亩，其利润是第 4 位 484 元/亩，产投比为 5.1，生物产量为第 2 位 913 公斤/亩，经济系数为 0.47，产量与其他各个处理均达到 1% 差异，氮磷 N₁₅P₆ 处理产量为第 2 位达 408 公斤/亩，其利润是 497 元/亩，产投比为 7.7，生物产量是第 3 位 888 公斤/亩，经济系数为 0.46。氮钾 N₁₅K₁₂ 处理产量为第 3 位达 399 公斤/亩，其利润为第 6 位 461 元/亩，产投比为 5.7，生物产量是第 5 位 849 公斤/亩，经济系数为 0.47。农民习惯施肥 N₁₅ 处理产量为 395 公斤/亩，其利润为 497 元/亩，产投比为 10.0，生物产量为第 1 位 919 公斤/亩，经济系数为 0.43。磷钾 P₆K₁₂ 处理产量为 375 公斤/亩，其利润为第 5 位 464 元/亩，产投比为 8.6，生物产量为第 5 位 852 公斤/亩，经济系数为 0.44，不施肥 CK 处理产量为 365 公斤/亩。在氮磷钾基础上，不施 N 减产 14.4%。不施 P 减产 7.5%。不施 K 减产 5.0%。显然影响玉米产量因素第 1 为氮素，其次为磷素，第 3 为钾素。氮、磷、钾三元素对产量贡献不同。每公斤氧化钾增产 1.72 公斤玉米。今年因为驻马店地区发生了涝灾，对玉米产量影响很大。

表 2 试验与示范设计方案 (公斤 / 亩)

处理	洛阳孟津玉米试验方案			处理	驻马店遂平玉米试验方案		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 OPT	15	6	12	1 OPT	15	6	12
2 OPT-N	0	6	12	2 OPT-N	0	6	12
3 OPT-P	15	0	12	3 OPT-P	15	0	12
4 OPT-K	15	6	0	4 OPT-K	15	6	0
5 FP	12	0	0	5 FP	15	0	0
6 CK	0	0	0	6 CK	0	0	0

处理	水屯镇新坡村玉米试验方案			处理	延津县平陵村玉米试验方案		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1 OPT	15	6	12	1 OPT	15	6	12
2 OPT-N	0	6	12	2 OPT-N	0	6	12
3 OPT-P	15	0	12	3 OPT-P	15	0	12
4 OPT-K	15	6	0	4 OPT-K	15	6	0
5 FP	15	0	0	5 FP	12	0	0
6 CK	0	0	0	6 CK	0	0	0

表 3 驻马店遂平县和兴乡和兴村玉米试验结果和经济分析

施肥处理			产量 公斤 / 亩	显著性		减产		经济分析				产投 比	生物产量 公斤 / 亩	经济 系数
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		5 %	1 %	公斤	%	产值	成本	利润	与最佳差			
15	6	12	429	a	A	0	0	601	117	484	0	5.1	913	0.47
0	6	12	375	d	D	54	14.4	525	61	464	76	8.6	852	0.44
15	0	12	399	c	C	30	7.5	559	98	461	42	5.7	849	0.47
15	6	0	408	b	B	21	5	572	75	497	29	7.7	888	0.46
15	0	0	395	c	C	34	8.6	553	56	497	48	1.0	919	0.43
0	0	0	365	e	E	64	17.5	511	0	511	90		849	0.43

注：价格 (元 · kg⁻¹) N 3.7、P₂O₅ 3.2、K₂O 3.5、玉米 1.4

2.2 驻马店市驿城区水屯镇新坡村玉米试验结果与经济分析：

驻马店市驿城区水屯镇新坡村玉米试验结果经方差分析，F 值达到显著水平 (表 4)。在玉米试验中六个处理以 N₁₅P₆K₁₂ 处理产量最高，达 495 公斤 / 亩，其利润也是最高为 577 元 / 亩，产投比为 5.9，生物产量为第 1 位 1054 公斤 / 亩，经济系数为 0.47，产量与各个处理均达到 1% 差异，N₁₅P₆ 处理产量为 431 公斤 / 亩，其利润是第 2 位 529 元 / 亩，产投比为 8.1，生物产量也是第 2 位 937 公斤 / 亩，经济系数为 0.46。氮钾 N₁₅K₁₂ 处理产量为第 3 位达 417 公斤 / 亩，其利润为第 5 位 487 元 / 亩，产投比为 6.0，生物产量是第 4 位 888 公斤 / 亩，经济系数为 0.47。农民习惯施肥 N₁₅ 处理产量为 397 公斤 / 亩，其利润为第 4 位 500 元 / 亩，产投比为 10.0，生物产量为第 3 位 922 公斤 / 亩，经济系数为 0.43。P₆K₁₂

处理产量为 389 公斤/亩, 其利润为第 6 位 483 元/亩, 产投比为 8.9, 生物产量为第 5 位 883 公斤/亩, 经济系数为 0.44, 不施肥 CK 处理产量为 359 公斤/亩。在 $N_{1.5}P_6K_{1.2}$ 基础上, 不施 N 减产 27.5%。不施 P 减产 18.7%。不施 K 减产 14.9%。通过以上分析看出, 影响玉米产量因素第 1 为氮素, 其次为磷素, 第 3 为钾素。每公斤氧化钾增产 5.36 公斤玉米。

表 4 驻马店驿城区水屯镇新坡村玉米试验结果和经济分析

施肥处理			产量 公斤/亩	显著性		与最高产量差		经济分析				产投 比	生物产量 公斤/亩	经济 系数
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		5%	1%	公斤	%	产值	成本	利润	与最佳差			
15	6	12	495	a	A	0	0	694	117	577	0	5.9	1054	0.47
0	6	12	389	d	D	106	27.5	544	61	483	150	8.9	883	0.44
15	0	12	417	c	C	78	18.7	584	98	486	110	6	888	0.47
15	6	0	431	b	B	64	14.9	604	75	529	90	8.1	937	0.46
15	0	0	397	d	D	98	24.9	555	56	499	139	10	922	0.43
0	0	0	359	e	E	136	38	503	0	503	191		835	0.43

注: 价格 (元·kg⁻¹) N 3.7、P₂O₅ 3.2、K₂O 3.5、玉米 1.4

2.3 孟津县送庄乡朱寨村玉米养分监测村试验

孟津县送庄乡朱寨村玉米试验结果经方差分析, F 值显著水平 (表 5)。在玉米试验中六个处理以 $N_{1.5}P_6K_{1.2}$ 处理产量最高, 达 566 公斤/亩, 其利润也是最高为 676 元/亩, 产投比为 6.8, 生物产量为第 1 位 1204 公斤/亩, 经济系数为 0.47, 产量与其他各个处理均达到 1% 差异。 $N_{1.5}K_{1.2}$ 处理产量为第 2 位达 528 公斤/亩, 其利润为第 2 位 641 元/亩, 产投比为 7.6, 生物产量是第 2 位 1123 公斤/亩, 经济系数为 0.47。氮磷 $N_{1.5}P_6$ 处理产量第 3 位为 510 公斤/亩, 其利润是第 3 位 639 元/亩, 产投比为 9.6, 生物产量也是第 3 位 1108 公斤/亩, 经济系数为 0.46。农民习惯施肥 $N_{1.2}$ 处理产量为 457 公斤/亩, 其利润为第 4 位 595 元/亩, 产投比为 14.4, 生物产量为第 4 位 1015 公斤/亩, 经济系数为 0.45。磷钾 $P_6K_{1.2}$ 处理产量为 395 公斤/亩, 其利润为第 6 位 492 元/亩, 产投比为 9.0, 生物产量为第 5 位 898 公斤/亩, 经济系数为 0.44, 不施肥 CK 处理产量为 369 公斤/亩。在 $N_{1.5}P_6K_{1.2}$ 基础上, 不施 N 减产 43.1%。不施 P 减产 7.2%。不施 K 减产 11.0%。通过以上分析看出, 影响玉米产量因素第 1 为氮素, 其次为钾素, 第 3 为磷素。每公斤氧化钾增产 4.68 公斤玉米。

2.4 新乡市延津县司寨乡平陵村玉米试验结果与经济分析

新乡市延津县司寨乡平陵村玉米试验结果经方差分析, F 值达到显著水平 (表 6)。在玉米试验中六个处理以氮磷钾 $N_{1.5}P_6K_{1.2}$ 处理产量最高, 达 581 公斤/亩, 其利润也是最高为 696 元/亩, 产投比为 7.0, 生物产量为第 1 位 1236 公斤/亩, 经济系数为 0.47, 产量与其他各个处理均达到 1% 差异显著性水平。氮钾 $N_{1.5}K_{1.2}$ 处理产量为第 2 位达 554 公斤/亩, 其利润为第 3 位 679 元/亩, 产投比为 8.0, 生物产量是第 2 位 1179 公斤/亩, 经济系数为 0.47。氮磷 $N_{1.5}P_6$ 处理产量为 542 公斤/亩, 其利润是第 2 位 685 元/亩, 产投比为 10.2, 生物产量也是第 3 位 1179 公斤/亩, 经济系数为 0.46。农民习惯施肥 $N_{1.2}$ 处理产量为 496 公斤/亩, 其利润为第 4 位 650 元/亩, 产投比为 15.6, 生物产量为第 4 位 1153

表 5 洛阳市孟津送庄乡朱寨村玉米试验结果和经济分析

施肥处理			产量 公斤/亩	显著性		减产		经济分析				产投 比	生物产量 公斤/亩	经济 系数
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		5 %	1 %	公斤	%	产值	成本	利润	与最佳差			
15	6	12	566	a	A	0	0	792	117	675	0	6.8	1204	0.47
0	6	12	395	e	E	171	43.1	553	61	492	239	9	898	0.44
15	0	12	528	b	B	38	7.2	739	98	641	53	7.6	1123	0.47
15	6	0	510	c	C	56	11	714	75	639	78	9.6	1108	0.46
12	0	0	457	d	D	109	23.9	639	44	595	153	14.4	1015	0.45
0	0	0	369	f	F	197	53.3	517	0	517	275		859	0.43

注：价格（元·kg⁻¹）N 3.7、P₂O₅ 3.2、K₂O 3.5、玉米 1.4

表 6 新乡市延津县司寨乡平陵村玉米试验结果和经济分析

施肥处理			产量 公斤/亩	显著性		与最高产量差		经济分析				产投 比	生物产量 公斤/亩	经济 系数
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		5 %	1 %	公斤	%	产值	成本	利润	与最佳差			
15	6	12	581	a	A	0	0	813	117	696	0	7	1236	0.47
0	6	12	406	e	E	175	42.9	569	61	508	244	9.3	924	0.44
15	0	12	554	b	B	27	4.8	776	98	678	37	8	1179	0.47
15	6	0	542	c	C	39	7.1	759	75	684	54	10.2	1179	0.46
12	0	0	496	d	D	85	17.1	694	44	650	119	15.6	1153	0.43
0	0	0	392	f	F	189	48	549	0	549	264		913	0.43

注：价格（元·kg⁻¹）N 3.7、P₂O₅ 3.2、K₂O 3.5、玉米 1.4

公斤/亩，经济系数为 0.43。磷钾 P₆K₁₂ 处理产量为 406 公斤/亩，其利润为第 6 位 508 元/亩，产投比为 9.3，生物产量为第 5 位 924 公斤/亩，经济系数为 0.44，不施肥 CK 处理产量为 392 公斤/亩。在 N₁₅P₆K₁₂ 基础上，不施 N 减产 42.9%。不施 P 减产 4.8%。不施 K 减产 7.1%。通过以上分析看出，影响玉米产量因素第 1 为氮素，其次为钾素，第 3 为磷素。每公斤氧化钾增产 3.21 公斤玉米。

3 小结

3.1 从试验结果看，在三大土壤类型区（褐土、潮土、砂姜黑土），氮磷钾平衡施肥均能提高玉米产量。

3.2 在三大土壤类型区（褐土、潮土、砂姜黑土）上，限制玉米产量的主要因子，在潮土区和褐土区氮素是第一位、钾素是第二位、磷素是第三位。在砂姜褐土区由于今年受到涝灾，限制玉米产量的主要因子，氮素为第一位，其次为磷素，第三位是钾素。

下接 53 页