

小麦、红薯作物的高产平衡施肥

孙克刚¹ 王英¹ 焦有¹ 杨占平¹ 汪立刚¹ 吕爱英¹ 宋江春² 段广印³

1 河南农科院土肥所 郑州 450002. 2 南阳市农业科学研究所 3 兰考县农业局



孙克刚先生

河南省是我国农业大省，位于北亚热带向暖温带过渡地带，气候和土壤条件适合种植多种粮食与经济作物。全省小麦播种面积 7000 多万亩，居全国第一位。1991 年来，与加拿大钾磷研究所及其北京办事处，加拿大钾肥公司合作，应用土壤养分状况系统研究法，基本上摸清了不同土壤类型，作物高产的土壤养分限制因子。并在一部分产棉区进行了高产平衡施肥技术的试验示范，取得了良好的社会、经济效益。

近年来，河南省为了实现 2000 年增产粮食 40 亿公斤的目标，加大科技成果推广力度，要求选用高产良种及其配套技术。因此，进行粮、棉、油作物的高产平衡施肥及其配套技术的研究，并推广已成熟的高产平衡施肥技术。

1. 材料与方

1.1 试验 安排在兰考县和南阳市两地。兰考为砂质潮土，供试作物为小麦。南阳为砂姜黑土，供试作物为红薯。两地土壤理化性状见表 1。试验方案设计采用农民习惯施肥作对照，比较在氮磷肥施用基础上钾肥不同用量的增产收效(表 2)。小区面积 20-25m²，重复三次，随机排列。

表 1 供试土壤类型与养分状况, 养分单位: $\mu\text{g}/\text{ml}$

地点	作物	土类	pH	OM%	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Cu	Fe	B
兰考	小麦	潮土	7.6	0.19	0.1	97.2	31.3	1142	135	7.3	1.2	7	2.2	13.7	0.28
南阳	红薯	砂姜黑土	8.3	0.86	8.0	4.4	96.6	32.9	3.81	0.5	0.94	2.56	1.25	7.1	0.47
		临界值			50.0	12.0	78.2	400	121	12.0	2.0	5.0	1.0	10.0	0.2

表 2 试验方案处理内容, 单位: 公斤/亩

处理号	小麦			处理号	红薯		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	0	0	0	1	2.5	5.0	0.0
2	10	8	0	2	2.5	5.0	2.5
3	10	8	6	3	2.5	5.0	5.0
4	10	8	9	4	2.5	5.0	7.5
5	10	8	12	5	2.5	5.0	10.0
6	10	6	9	6	2.5	4.0	5.0
7	10	6	0	7	2.5	4.0	7.5

1.2 示范 在上述两地进行试验方案的同时，还进行了大面积钾肥示范工作，要求以不施钾的为对照，观察施钾示范的增产增收效果，每个示范点至少能代表 1125-2250 亩以上。

2. 试验结果与经济效益分析

2.1 红薯试验

2.1.1 效应方程的建立: 根据施钾水平和作物产量建立了钾肥与产量的效应方程: $Y_{\text{红薯}} = 957.42 + 30.21X - 1.5155X^2$, 相关系数 $R=0.996$, F 值为 120.0。

2.1.2 最佳产量和最高产量施钾的确定: 根据效应方程求出最高产量施钾量为 10 公斤/亩, 红薯产量为 1108 公斤/亩。但是, 要取得最佳经济产量时, 则施钾量为 9.5 公斤/亩, 产量依然可达到 1108 公斤/亩, 为最有益。

2.1.3 经济效益分析: 由表 3. 看出随着钾肥用量的增加, 红薯产量一直在增加, 当钾肥用量达 10 公斤/亩时, 产量也达到最高 1112 公斤/亩, 产值也为最大 1667 元/亩, 利润也可达到最高 1560 元/亩。从方差分析结果看当钾肥用量为 10 和 7.5 公斤/亩时, 产量之间差异不显著, 即处理 5、7、4 三个处理。因此, 红薯生产要求的氮磷钾的比例应为 100:80:60:120-90 最适宜。

表 3 钾肥对红薯产量的影响与经济效益分析

处 理	施肥量			红薯产量	增产		产值	成本	利润
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		kg	%			
1	2.5	5.0	0.0	954d	-	-	1433	23.7	1407
2	2.5	5.0	2.5	1031c	77.8	8.18	1547	29.6	1520
3	2.5	5.0	5.0	1069b	115.7	12.15	1607	35.4	1567
4	2.5	5.0	7.5	1093ab	139.1	14.59	1640	41.2	1600
5	2.5	5.0	10.0	1112a	158.1	16.57	1667	47.0	1620
6	2.5	4.0	5.0	1067b	113.8	11.93	1600	35.4	1567
7	2.5	4.0	7.5	1097a	143.2	15.03	1647	41.2	1607

注: 单位 施肥量与产量为公斤/亩; 产值, 成本与利润为元/亩. 市场价格(元/公斤): N 2.83, P₂O₅ 3.33, K₂O 2.33 红薯 1.5。

2.2 小麦

2.2.1 小麦施钾效应方程的建立: 根据施钾水平和作物产量建立了钾肥与产量的效应方程: $Y_{\text{小麦}} = 371.66 + 6.234X - 3435X^2$, $R=0.793$, $F=0.848$ 。

2.2.2 最佳产量和最高产量施钾量的确定: 根据效应方程求出最高产量施钾量为 9.1 公斤/亩, 小麦产量为 400 公斤/亩。最佳经济产量施钾量为 6.3 公斤/亩,



河南农业研究人员在田间采样纪录, 右一为孙克刚先生, 右二为金继运博士(刘荣乐提供)

小麦产量为 384 公斤/亩。

2.2.3 不同施肥水平所形成的群体结构和小麦产量: 从表 4 看出, 小麦施入不同量的 N、P、K, 对分蘖有着不同的影响。不同处理的群体结构也不同。越冬期群体和返青期的分蘖总数, 基本上随着 N、P 用量的增加而提高。而拔节期的有效分蘖数则是与钾肥的使用成正相关。在基本苗接近一致的情况下, 没有施肥的对照区, 越冬群体每亩仅为 38.6 万株, 而其他处理的群体都在 40 万株以上。这一结果的形成, 不仅是每亩增施 10 公斤纯氮的作用, 同时还带有磷肥的参与作用。由越冬返青两个时期不同处理的群体大小说明, 在一定范围内, 磷肥施入多, 分蘖多, 群体大。各处理的有效分蘖数来看, 则是每亩施入 8 公斤磷肥的处理高于每亩施 6 公斤的处理。所有施磷肥的处理, 都高于没施磷肥的对照区。除此, 四个施钾的处理, 其有效分蘖数, 都高于另外三个不施钾的处理。同时也显示出, 有效分蘖数随着施钾量增加而提高。

小麦每亩成穗的多少, 来源于前期群体大小和营养的供应情况。前期分蘖逾多, 群体大, 施肥多, 营养成穗数逾高, 相反则低。表中数字说明, N、K 无机肥料对提高小麦成穗数作用大, 效果明显, 穗粒数最多的处理 $N_{10}P_6K_0$ 为 40.4 个, 较最少的对照区高出 7.2 个。

穗粒数的多少, 在同等养分情况下要取决于成穗的多少。成穗数少, 穗粒数较多。成穗数多, 穗粒数相应减少; 千粒重最高的处理为 $N_{10}P_6K_9$, 较对照区的 42.99 克高出 0.98 克。 $N_{10}P_8K_0$ 和 $N_{10}P_6K_0$ 两处理的千粒重虽较对照分别减少 1.47 和 1.69 克, 这是因对照区的成穗少, 穗粒数少的缘故所致。再则, 所有施钾的处理, 千粒重较不施钾的处理高。说明施用钾肥对增加小麦千粒重有效果。

表 4 施钾对小麦主要经济性状的影响

处 理	施肥量			成穗数 (万头)	穗粒数 (个)	千粒重 (克)	基本苗	越冬期 群体	返青期分 蘖总数	拔节期有 效分蘖
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O							
1	0	0	0	17.84	33.2	42.99	20.24	38.65	44.64	24.42
2	10	8	0	22.49	40.1	41.52	20.38	44.67	68.27	31.26
3	10	8	6	25.16	35.6	43.37	21.52	43.02	69.46	34.64
4	10	8	9	25.68	36.5	44.60	20.08	44.26	70.10	35.57
5	10	8	12	25.73	34.4	44.61	21.27	43.82	71.59	35.98
6	10	6	9	24.86	38.4	44.97	22.34	42.79	64.40	32.66
7	10	6	0	21.68	40.4	41.39	19.96	42.32	61.83	30.83

注: 基本苗、越冬期群体、返青期分蘖总数、拔节期有效分蘖单位为万株/亩

2.2.4 不同施肥水平的产量结果与经济效益分析: 各处理施肥种类和数量的不同, 所表现的产量结果也不同见表 5。产量居第一位的处理为 $N_{10}P_6K_9$, 产量为 427 公斤/亩, 较产量最低的对照区, 每亩增加 187 公斤, 增产 78%。处理 $N_{10}P_8K_9$ 产量较对照增加 173 公斤/亩, 增幅 72%, 居第二位。

由处理 $N_{10}P_6K_9$ 、 $N_{10}P_8K_9$ 产量结果说明, 在足量钾肥参与的情况下, 每亩施 8 公斤磷肥比施 6 公斤磷肥减产。由 $N_{10}P_6K_0$ 和 $N_{10}P_8K_0$ 两处理的产量结果看, 在不施钾肥的情况下, 每亩施 8 公斤磷肥比施 6 公斤磷肥增产, 另由处理 $N_{10}P_6K_0$ 与对照(空白)相比, 前后产量的差为 133 公斤, 增产高达 56%。在 $N_{10}P_6K_9$ 和 $N_{10}P_6K_0$ 两处理进行比较时, N、P 相僧, 可产量较后者增收 67 公斤, 增幅明显, 增产幅度大。

处理 $N_{10}P_6K_9$ 较对照每亩增加效益 155 元。居所有处理首位。处理 $N_{10}P_8K_9$ 每亩净增效益居第二。由各处理的效益情况表明，小麦氮磷钾最适施用量为 10:6:9（处理 6）。

表 5 钾肥对小麦产量的影响与经济效益分析

处 理	施肥量			小麦	增产		产值	成本	利润
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		kg	%			
1	0	0	0	240b	-	-	288	0	288
2	10	8	0	373a	133	56	448	55	393
3	10	8	6	387a	147	61	464	69	395
4	10	8	9	413a	173	72	496	76	420
5	10	8	12	392a	152	63	470	83	388
6	10	6	9	427a	187	78	512	69	443
7	10	6	0	360a	120	50	432	42	390

注:单位 施肥量与产量为公斤/亩;产值,成本与利润为元/亩.市场价格(元/公斤): N 2.83, P₂O₅ 3.33, K₂O 2.33 小麦 1.2。

3. 示范效益与效益分析

1999 年在兰考, 南阳两地进行了钾肥示范对比, 供试作物为小麦和红薯, 其示范田的增产效果育经济效益分析见表 6。从表可知, 兰考县小麦钾肥示范田增产幅度为 5.9%, 每亩的纯收入为 412 元。南阳红薯增产幅度 14.8%, 纯收入为 1509 元/亩。

表 6 主要粮、棉、油、菜作物施钾示范效应与效益

作物	地点	施肥量(公斤/亩)			产量(公斤/亩)	增产情况			纯收入(元示范田面积亩)	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		公斤/亩	%	Kg/kg K ₂ O	/ 亩	积亩
红薯	南阳	2.5	5	0	900	-	-	-	-	-
	南阳	2.5	5	7.5	1033	133	14.8	17.8	1509	45
小麦	兰考	10	8	0	353	-	-	-	-	-
	兰考	10	8	8.3	407	53	15.1	5.9	412	60

注:单位 施肥量与产量为公斤/亩;产值,成本与利润为元/亩.市场价格(元/公斤): N 2.83, P₂O₅ 3.33, K₂O 2.33 小麦 1.2。



河南大田中, 钾肥对小麦的增产试验(金继运提供)