

西北地区主要粮食作物上的施肥效应

李书田

(国际植物营养研究所 (IPNI) 中国项目部北京办事处, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京, 100081)

摘要: IPNI 多年的试验表明, 西北地区主要粮食作物上限制产量的主要养分因子是氮, 其次是磷或钾。合理施肥是作物增产和增收的关键。氮、磷、钾农学效率 (AE) 小麦上分别为 4.9、3.8、10.0 公斤/公斤, 玉米上分别为 9.2、10.6、10.6 公斤/公斤, 水稻上分别 19.9、8.6、8.1 公斤/公斤, 马铃薯上分别为 35、32、41 公斤/公斤。平衡施肥较农民习惯施肥小麦上增收 21–181 元/亩, 玉米上增收 76–212 元/亩, 水稻上增收 129–534 元/亩, 马铃薯上增收 22–243 元/亩。

西北地区包括内蒙古、陕西、宁夏、甘肃、青海和新疆六省, 占国土总面积的 45%。该地区阳光充足、昼夜温差大、作物产量潜力高。但干旱缺水、肥料投入低且不合理限制了作物产量潜力的发挥。

西北地区的氮磷钾化肥的消费量只有全国的 10% 左右, 尤其是钾肥消费量更低, 只占全国的 6%。陕西是西北地区主要肥料消费地区, 其次是内蒙古和新疆。

西北地区作物种类繁多, 许多作物种植面积和产量都位居全国首位, 如马铃薯是需钾量高的作物之一, 面积和产量占全国马铃薯面积和产量的 1/3 左右, 主要分布在甘肃和内蒙古。棉花是新疆的优势经济作物, 面积和产量占全国的 1/3 以上。陕西苹果和猕猴桃也分别占全国的 40% 和 70% 左右。粮食作物主要作物包括玉米、小麦和马铃薯, 这三种粮食作物分别占西北地区作物面积的 19%、17% 和 8%。宁夏的水稻虽然面积不大, 但

产量高、品质好。

小麦

西北地区小麦播种面积约 5888 万亩, 占全国小麦面积的 16%。IPNI 中国项目在西北地区多年的研究表明 (表 1), 合理施用 N、P、K 肥使小麦产量平均分别增加 20%、9.1% 和 10%, 氮、磷、钾的偏生产力 (PFP) 分别为 29、48、76 公斤/公斤, 农学效率 (AE) 分别为 4.9、3.8、10.0 公斤/公斤。应用 ASI 法进行土壤测试和推荐施肥 (OPT), 与农民习惯施肥 (FP) 相比, 多数情况下氮、磷用量减低, 而增加钾肥的用量。结果表明, 平衡施肥比农民习惯施肥平均增产 27–137 公斤/亩, 增收 21–181 元/亩, 因地点而有差异 (表 2)。

表 1 西北地区粮食作物施肥效应和养分利用效率

作物	试验数	养分平均用量 (公斤/亩)	平均增产效应 (%)	平均 PFP	平均 AE
				(公斤/公斤)	
小麦	N	10	16.1	29	4.9
	P ₂ O ₅	7	9.7	48	3.8
	K ₂ O	14	7.3	76	10.0
玉米	N	15	17.3	43	9.2
	P ₂ O ₅	16	9.5	87	10.6
	K ₂ O	22	9.2	104	10.6
水稻	N	5	15	50	19.9
	P ₂ O ₅	5	12.2	71	8.6
	K ₂ O	8	10.5	74	8.1
马铃薯	N	28	9.0	220	35
	P ₂ O ₅	34	8.3	291	32
	K ₂ O	66	9.3	306	41

注: PFP= 施肥产量 / 养分用量, AE= 施肥增产量 / 养分用量。

表 2 平衡施肥在小麦上的增产效应和经济效益

	处理	养分用量 (公斤/亩)			平均产量 (公斤/亩)	OPT - FP (公斤/亩)	OPT 比 FP 增收 (元/亩)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
甘肃	OPT	20	8	10	568	110	155
	FP	20	8	0	458		
甘肃	OPT	15	8	10	161	28	21
	FP	23	10	0	133		
甘肃	OPT	15	12	5	304	48	47
	FP	15	12	0	256		
	OPT	20	8	10	380	27	43
	FP	30	8	0	353		
陕西	OPT	18	9	15	527	137	181
	FP	20	7	0	390		

玉米

西北地区玉米播种面积约 9042 万亩，占全国玉米面积的 17%。IPNI 中国项目在西北地区多年的研究表明 (表 1)，合理施用 N、P、K 肥使玉米产量平均分别增加 30.2%、14.1% 和 11.3%，氮、磷、钾的偏生产力 (PPF) 分别为 43、87、104 公斤/公斤，农学效率 (AE) 分别为

9.2、10.6、10.6 公斤/公斤。推荐施肥 (OPT) 与农民习惯施肥 (FP) 相比，多数情况下氮、磷用量减低，而增加钾肥的用量。结果表明，平衡施肥比农民习惯施肥平均增产 21-148 公斤/亩，增收 76-212 元/亩，因地点而有所差异 (表 3)。



表 3 平衡施肥在玉米上的增产效应和经济效益

	处理	养分用量 (公斤/亩)			平均产量 (公斤/亩)	OPT - FP (公斤/亩)	OPT 比 FP 增收 (元/亩)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
甘肃	OPT	20	8	10	878	84	156
	FP	30	8	0	793		
	OPT	20	8	10	691	58	107
	FP	30	8	0	633		
	OPT	15	10	10	755	129	166
	FP	10	8	0	626		
	OPT	15	10	10	969	120	181
	FP	15	10	0	848		
	OPT	20	8	10	592	66	121
	FP	30	8	0	527		
新疆	OPT	15.5	4.7	2.3	752	21	76
	FP	18.3	11.5	0	731		
	OPT	12.8	9.2	15	1109	148	212
	FP	12.8	9.2	0	961		
	OPT	12.8	9.2	6	651	64	93
	FP	12.8	9.2	0	587		
	OPT	12.8	9.2	15	1109	137	190
	FP	12.8	9.2	0	973		
	OPT	12.8	9.2	15	921	93	110
	FP	12.8	9.2	0	827		

水稻

西北地区水稻播种面积不大, 只有 558 万亩, 占全国水稻面积仅 1.2%。宁夏是西北地区水稻主产区, 主要

集中在黄河灌区, 面积约 126 万亩, 占西北地区水稻面积的 23%。IPNI 中国项目在宁夏水稻上多年的试验表明

表 4 平衡施肥在宁夏水稻上的增产效应和经济效益

处理	养分用量 (公斤/亩)			平均产量 (公斤/亩)	OPT - FP (公斤/亩)	OPT 比 FP 增收 (元/亩)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
OPT	15	15	10	846	92	335
FP	15	15	0	754		
OPT	15	10	10	831	106	393
FP	15	10	0	725		
OPT	15	15	10	866	117	439
FP	15	15	0	749		
OPT	15	15	10	646	91	329
FP	15	15	0	556		
OPT	15	15	10	646	91	329
FP	15	15	0	556		
OPT	10	6	6	682	39	134
FP	10	6	0	643		
OPT	15	10	5	762	37	129
FP	15	10	0	725		
OPT	17	6	9	742	117	444
FP	17	6	0	625		
OPT	15	6	9	734	139	534
FP	18	7	0	595		

(表 1), 合理施用 N、P、K 肥使水稻产量平均分别增加 68.9%、12.5% 和 12.4%, 氮、磷、钾的偏生产力 (PFP) 分别为 50、71、74 公斤/公斤, 农学效率 (AE) 分别为 19.9、8.6、8.1 公斤/公斤。水稻上主要进行了钾肥的对比试验研究, 施钾 (OPT) 与不施钾相比平均增产 37–139 公斤/亩, 增收 129–534 元/亩 (表 4)。

马铃薯

马铃薯是西北地区的主要粮食作物之一, 面积 2939 万亩, 鲜薯产量 2890 万吨, 分别占全国马铃薯面积和产量的 35.4% 和 31.1%。研究表明 (表 1), 合理施用 N、P、K 肥使马铃薯产量平均分别增加 20.8%、14.8% 和 15.8%, 氮、磷、钾的偏生产力 (PFP) 分别为 220、291 和 306 公斤/公斤, 农学效率 (AE) 分别为 35、32、41 公斤/公斤。推荐施肥 (OPT) 与农民习惯施肥 (FP) 相比, 调整了氮磷比例, 增加钾肥的用量。结果表明, 平衡施肥比农民习惯施肥平均增产鲜薯 55–422 公斤/亩, 增



收 22–243 元/亩 (表 5)。

小麦和玉米上氮的农学效率远低于发达国家水平, 主要是因为发达国家的氮肥用量较低。水稻上氮肥的农学效率平均为 19.9 公斤/公斤 N, 远高于小麦和玉米。马铃薯上氮肥的农学效率平均为 35 公斤/公斤, 低于美国和加拿大。

表 5 平衡施肥在马铃薯上的增产效应和经济效益

处理	养分用量 (公斤/亩)			平均产量 (公斤/亩)	OPT – FP (公斤/亩)	OPT 比 FP 增收 (元/亩)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O			
OPT	8	8	10	2357	422	158
FP	4	2	0	1934		
OPT	7	5	5	1972	356	243
FP	7	0	0	1616		
OPT	8	8	7	947	60	24
FP	4	1	0	887		
OPT	17	15	13	2100	127	50
FP	9	3	0	1973		
OPT	11	5	9	2060	226	94
FP	16	3	6	1833		
OPT	11	5	9	1193	55	22
FP	16	3	6	1139		
OPT	12	21	15	3194	139	57
FP	13	34	15	3056		
OPT	20	21	15	1768	268	111
FP	24	0	0	1500		