

# 黄绵土在连续施肥下的肥料效应

郑剑英 赵更生 吴瑞浚

(中国科学院水利部西北水土保持研究所)

## 提 要

本文以1983~1989年在黄绵土上所做田间试验结果和室内分析资料为依据,详细讨论了施用不同肥料(氮、磷、氮磷、有机肥、有机肥+磷、有机肥+氮、有机肥+氮磷),对玉米、谷子、糜子、荞麦等作物的产量及其经济效益;植株对肥料的利用率;土壤养分含量的变化;肥料种类与籽粒品质等的影响。指出,在这一水土流失严重地区,应十分重视增施有机肥,切忌化肥单施,实行氮磷肥配合施用;磷肥效果明显高于氮肥,建议解决磷肥供应不足问题。在目前有机肥,化肥均感不足情况下,应优先提供玉米对肥料的需要,其次为谷子。

黄绵土是黄土丘陵区的主要农业耕种土壤,在农业生产中占有重要的地位。近年来,施用化肥及有机肥已成为该区农业增产的普遍措施。长期的肥料效应定位试验,在国内外已有大量的报导;如英国洛桑试验站持续了50多年。国内的台湾省农业试验所自1924年起进行了65年长期施肥的田间试验,我省关中地区近几年来也报导过这方面的资料。但在陕西省黄土丘陵区,连续施用不同肥料条件下的肥料效应,报导不多。为了探讨此项工作,我们在该区进行了七年连续施肥试验,现将试验结果整理于后。

## 一、试验地概况及处理

(一) 概况 试验地选在安塞县沿河湾乡寺岷岷村一块坡地,坡度 $19^\circ$ ,坡向北。沿河湾乡茶坊拉平川地一块。土壤均为黄绵土,旱作。土壤农化性质如表1。

表 1 试验地土壤农化性状

土地类型	有机质 (%)	全氮 (%)	全磷 (%)	水解氮 (ppm)	速效氮 (ppm)	速效磷 (ppm)
坡地	0.41	0.039	0.059	23.8	10.0	1.8
川地	0.90	0.059	0.062	38.5	17.0	2.5

(二) 处理 坡地7个处理,川地8个处理,均设三次重复。坡地处理为:对照、磷肥、氮肥,氮+磷肥,有机肥,有机肥+氮肥,有机肥+氮肥+磷肥,川地另加一个有机肥+磷肥。每年坡地施有机肥500kg/亩,川地1000kg/亩。氮肥用尿素(N含量46%),坡地前两年每年施用7.5kg/亩,第三年以后每年为7.6kg/亩。川地前两年每年施用12kg/亩,第三年以后每年为13kg/亩。磷肥前两年施用过磷酸钙( $P_2O_5$ 含量10.66%),坡地每年为12.5kg/亩,川地每年为20kg/亩,第三年后改用三料磷肥( $P_2O_5$ 含量46%),坡地每年为3.8kg/亩,川地为

6.5kg/亩。

坡地作物为谷子—荞麦—谷子—糜子三年轮作。

川地作物为谷子—玉米—谷子—玉米两年轮作。

谷子品种，1983年为“硬地黄”，1985年后为“晋谷6号”。玉米品种为“中单2号”。荞麦除第一年为当地品种，以后均为日本“北海道”荞麦。糜子为当地品种。

## 二、结果与讨论

(一) 连续施用不同肥料与产量的关系 从表1看出：试验地黄绵土速效磷为1.8ppm~2.5ppm速效氮为10ppm~17.9ppm。吴守仁认为：当速效氮低于20ppm时为严重缺氮土壤。李丁新试验结果，黄绵土耕层速效磷含量小于6ppm可作为缺磷的临界值。据此，试验地属氮磷俱缺土壤。从表2中7年产量的平均值可看出，施用不同肥料所得产量总趋势为：坡地：对照=氮肥<磷肥=有机肥<氮+磷肥=有机肥+氮肥<有机肥+氮，磷肥的产量。川地：对照<氮肥<磷肥<有机肥<有机肥+磷肥<有机肥+氮肥<氮+磷肥<有机肥+氮、磷肥的产量。现分述如下：

1. 氮磷化肥的施用效果及其经济效益。从7年粮食的平均值得出，川地由于土壤肥力高于坡地，故单施氮肥有一定的增产效果，比对照增产19.5%，每kgN只增产粮食4.8kg；单施磷由于补充了土壤的磷素，因而比对照增产35.8%，每kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>增产粮食19kg；氮磷配合施比对照增产111.5%，每kg养分增产粮食18.9kg，为单施氮的3.94倍，其增产效果最佳。坡地由于土壤肥力低下，磷素更为不足。因土壤中氮、磷比例失调，故单施氮肥不增产或减产，每kgN减产粮食0.03kg；单施磷比对照增产52.7%，每kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>增产粮食10.17kg；氮磷配合施，由于互促肥效，比对照增产145.4%，每kgN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>各增产粮食8.95kg。无论川地或坡地氮磷配合施用均具有明显的增产效果。

表3结果表明，不同作物在连续施肥条件下，其增产效果和经济效益不同。川地谷子氮磷配合施，产量及经济效益均高于单施。单施氮和单施磷每亩仅获利3.84元和9.31元，投资效率为0.55元/元和2.18元/元。氮磷配合施每亩获利27.73元，投资效率为2.48元/元。川地玉米氮磷配合施产量高于单施，其趋势同于谷子，但增产幅度大于谷子。配合施玉米较对照增产175.8%，而谷子只比对照增产58.5%。前者每kg养分增产粮食31.76kg，后者仅9.45kg，玉米的经济效益好于谷子。玉米氮磷配合施用每亩可获利94.91元，单施氮6.91元，单施磷28.76元，投资效率配合施为8.65元/元，单施氮为1.00元/元，单施磷为7.05元/元。试验表明相同的化肥投资，在川地种植玉米每亩所获利润及投资效率都高于谷子。

坡地谷子单施氮仅比对照增产粮食1.8kg，无经济效益，每亩亏损3.26元，即投资1元亏损0.79元；单施磷比对照增产32.1%，每亩获利4.62元，投资效率为1.83元/元；氮磷配合施用比对照增产101.9%，不但增产幅度大，经济效益也佳，每亩获利16.07元，投资效率为2.42元/元。坡地荞麦单施氮不增产，每投资1元亏损1元；单施磷比对照增产170.1%，每亩获利4.29元，投资效率为1.86元/元；配合施用的化肥效果及经济效益均高于单施，产量比对照增产512.4%，每亩可获利13.47元，投资效率为2.10元/元。结果表明，坡地由于速效磷极缺，单施氮肥，限制了氮肥的肥效，种植谷子、荞麦无利可得。

2. 有机无机肥配合施用的效果及其经济效益。有机无机肥配合施用，不但能提供作物生长所需养分，获得高产，而且还能改善土壤理化性状，保持和提高土壤肥力。从表2和表3结果看出：有机肥和氮肥配合施用，由于有机肥主要提供的磷素，补充了土壤的磷，氮磷相互促进，其产量均比单施氮高，氮肥的效益更佳。川地每kgN平均增产粮食10.7kg，每亩可获利12.93~

表 2 连施不同肥料与产量的关系

土地类型	处理	产量 年限	产 量 (kg/亩)						平均 (kg/亩)	比对照 增产 (%)	每kg养 分增产 (kg)	
			1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年				1989年
川 地	CK		209	179.4	129.8	118.7	85.5	164.0	137.0	146.2		
	P		245.8	231.2	133.6	177.9	102.3	304.0	194.5	198.6	35.8	19.0
	N		258.5	261.1	148.3	123.5	89.6	183.4	156.1	174.4	19.5	4.8
	NP		302.9	434.8	198.6	359.6	135.6	480.1	252.5	309.2	111.5	18.9
	M		228.2	216.2	148.4	194.5	111.6	367.8	198.1	215.7	47.5	
	MP		269.9	303.4	161.3	222.3	123.6	312.8	226.4	231.4	58.4	5.7
	MN		287.0	392.5	203.6	331.5	127.3	370.9	236.5	278.5	90.5	10.7
	MNP		306.0	512	220.9	425.6	131.5	514.5	279.5	341.4	133.5	14.6
坡 地	CK		79.4	12.8	60.6	12.5	26.0	6.6	22.4	31.5		
	P		87.3	38.3	67.2	35.0	64.0	14.2	30.0	48.1	52.7	10.17
	N		94.4	9.8	53.5	7.5	24.0	7.1	23.8	31.4	-0.3	-0.03
	NP		137.8	78.8	108.2	41.7	74.0	40.1	60.3	77.3	145.5	8.95
	M		94.4	28.5	77.6	39.2	51.5	12.3	34.9	48.3	53.3	
	MN		141.4	51.2	104	43.3	69.5	39.5	81.6	77.2	145.1	8.29
	MNP		166.1	79.4	143.1	55.0	87.2	45.1	110.8	98.2	212.7	9.75

28.50元，平均20.72元，为单施氮的3.85倍，投资效率为1.86~4.14元/元，平均为3元/元。坡地每kgN平均增产粮食8.29kg，每亩获利10.14~13.39元，平均11.72元，投资效率2.47~3.26元/元，平均2.86元/元。而单施氮既不增产，又无经济效益。同时有机肥和氮肥配合施用比川地和坡地单施有机肥分别增产29.1%和59.8%。有机肥+氮磷配合施产量最高，川地比单施有机肥增产58.3%，每亩获利18.55~70.94元，平均为44.74元，投资效率1.60~6.47元/元，平均4.06元/元；坡地增产103.3%，每亩获利14.79~22.79元，平均18.79元，投资效率2.31~3.44元/元，平均2.88元/元。

根据上述分析，氮、磷化肥单施或有机肥单施，增产幅度均不如有机无机肥配合施用，说明化肥和有机肥不能相互代替，只有合理配合施用，才能获得高产和最佳的经济效益。

(二) 连续施肥，植株对不同肥料的利用率 连续施肥条件下，由于不同作物对肥料的反应不同，作物必须进行轮作倒茬，才能充分发挥施肥效果。从每年收获后对植株地上部进行全氮，全磷测定结果，计算出作物对肥料的利用率，如表4。

从表4看出：①川地谷子和玉米对肥料总的利用情况，单施利用率低于配合施用。单施氮、磷比配合施利用率分别下降15.8和11.8%。在施用有机肥的基础上，有机肥与氮磷配合施用，其利用率为53%，比氮磷配合施提高了10.6%。而磷肥利用率则有所下降。川地谷子和玉米相比，玉米对氮磷肥的利用远远大于谷子。氮磷配合施谷子为37.7%和20.9%，玉米为58.1%和42.9%。施加有机肥后，玉米吸氮率为75.6%，是谷子的2.1倍；吸磷率为31.4%，是谷子的3.0倍。②坡地谷子、荞麦、糜子对肥料的利用总情况，化肥配合施用高于单施，其中单施氮其利用率最低，仅2.1%，配合施为20.4%。单施磷为10.3%，配合施为22.9%。施加有机肥后，氮肥的利

表 3 不同作物的增产效果及经济效益

土及作 地作物 类型	处 理	平均产量 (%)	比对照增产 (%)	1kg养分 增 产 <sup>2</sup> (kg)	增产值 (元/亩)	化肥成本 (元/亩)	利 润 (元/亩)	投 资 效 率 (元/元)	备 注
川 地 谷 子	Ck	140.3							每 kg 氮 以1.18 元, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 以1.52 元; 每kg 养麦0.40 元, 谷子 0.473元, 玉米0.91 计。M为 有机肥, 用厩肥。
	P	169.0	20.5	10.24	13.57	3.26	9.31	2.18	
	N	163.1	16.3	3.88	10.78	6.94	3.84	0.55	
	NP	222.6	58.5	9.45	38.93	11.20	27.73	2.48	
	M	171.6	22.3						
	MP	195.3	39.2	8.45	11.21	4.26	6.95	1.63	
	MN	213.6	52.2	7.14	19.87	6.94	12.93	1.86	
	MNP	234.5	67.1	7.24	29.75	11.20	18.55	1.66	
川 地 玉 米	CK	154							每 kg 氮 以1.18 元, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 以1.52 元; 每kg 养麦0.40 元, 谷子 0.473元, 玉米0.91 计。M为 有机肥, 用厩肥。
	P	238	54.5	31.26	32.84	4.08	28.76	7.50	
	N	189.3	22.9	6.04	13.80	6.89	6.91	1.00	
	NP	424.8	175.8	31.76	105.88	10.97	94.91	8.65	
	M	274.5	78.2						
	MP	279.5	81.2	1.86	1.96	4.08	-2.12	-0.52	
	MN	365	137.0	15.5	35.39	6.89	28.50	4.14	
	MNP	484	214.3	24.57	81.91	10.97	70.94	6.47	
坡 地 谷 子	CK	47.1							每 kg 氮 以1.18 元, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 以1.52 元; 每kg 养麦0.40 元, 谷子 0.473元, 玉米0.91 计。M为 有机肥, 用厩肥。
	P	62.2	32.1	9.1	7.14	2.52	4.62	1.83	
	N	48.9	3.8	0.52	0.85	4.11	-3.26	-0.79	
	NP	95.1	101.9	9.32		6.63	16.07	2.42	
	M	64.6	37.1		22.70				
	MN	101.6	115.7	10.61	17.50	4.11	13.39	3.26	
	MNP	126.8	169.2	12.09	29.42	6.63	22.79	3.44	
坡 地 养 麦	CK	9.7							每 kg 氮 以1.18 元, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 以1.52 元; 每kg 养麦0.40 元, 谷子 0.473元, 玉米0.91 计。M为 有机肥, 用厩肥。
	P	26.2	170.1	10.89	6.6	2.31	4.29	1.86	
	N	9.7	0	0	0	4.10	-4.10	-1.00	
	NP	59.4	512.4	9.95	19.88	6.41	13.47	2.10	
	M	20.4	110.3						
	MN	45.3	367.0	7.17	14.24	4.10	10.14	2.47	
	MNP	62.7	546.4	8.47	21.20	6.41	14.79	2.31	

用率提高了10.4%，而磷肥的利用却下降0.8%。不同作物间相比，养麦和糜子对磷肥反应敏感。单施磷养麦对磷的利用率为16.2%，糜子为10.0%，谷子仅4.8%。单施氮肥的利用率，谷子最高为10.7%，养麦，糜子均为负值。氮磷配合施用三种作物对肥料的利用率都大大提高，其中谷子对氮肥的利用率为30.0%，养麦对磷肥利用率为35.3%。施加有机肥后，三种作物均提高了氮肥利用率，谷子最明显，比化肥配合施用提高了18.9%；磷肥利用率，除谷子有所提高外，养麦和糜子均有下降。

表 4 植株对不同肥料的利用率 (%)

处 理	川 地				平 均		坡 地						平 均	
	谷 子		玉 米				谷 子		荞 麦		糜 子			
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
P		13.5		26.7		20.1		4.8		16.2		10		10.3
N	28.7		35.5		32.1		10.7		-0.5		-4.0		2.1	
NP	37.7	20.9	58.1	42.9	47.9	31.9	30.0	18.8	20.6	35.3	10.5	14.7	20.4	22.9
MP		18.2		15.9		17.1								
MN	25.1		54.5		39.8		26.8		20.3		8.0		18.4	
MNP	30.4	10.5	75.6	31.4	53.0	21.0	48.9	33.6	31.9	25.6	11.7	7.1	30.8	22.1

(三) 连施不同肥料, 土壤养分含量变化 连续施肥试验的一个重要目的, 就是研究不同种类的肥料连施后, 对培肥、地力的作用。为此, 试验开始前, 我们对试验地土壤进行了全氮、有机质、水解氮、速效磷的测定, 以后又对每年收获后土壤进行相同项目的分析 (见表 5), 其结果分述如下:

1. 土壤全氮和有机质的变化。土壤全氮和有机质含量, 是反映土壤潜在肥力的重要指标。从表 5 分析看: 川地播前土壤有机质含量 0.90%, 不施肥处理的有机质由第一年的 0.88% 下降为第六年的 0.82%。单施氮、磷和氮磷配合施用土壤有机质也是下降趋势。这与国外长期试验结果, 即长期施加化肥和不施肥每年都会形成土壤有机质的亏缺是一致的。全氮含量不施肥和施加化肥各处理间变化不明显。施加有机肥, 有机质和全氮含量均比播前提高, 有机质含量, 以有机肥加氮肥, 有机肥加氮磷肥处理增加明显, 一般提高 0.1%。坡地因土壤本身肥力不高, 连续施用不同肥料后, 有机质和全氮含量都有增加。全氮含量除对照外, 提高范围在 0.003%~0.005% 之间。有机质提高程度大于全氮。施加有机肥处理的高于化肥各处理。其中有机肥加氮磷配施较播前土壤提高 0.2%, 占播前土壤 48.8%。上述分析大体上可以说明化肥一般不能提高土壤有机质或氮素含量水平, 多数情况下造成土壤有机质和氮素的亏损, 因此, 只有施加有机肥才能提高土壤有机质和土壤的肥力水平。

2. 土壤水解氮、速效磷的变化。从表 6 看出: 川地和坡地, 不施肥和单施化肥处理, 水解氮含量均有所下降。氮磷配合施用稍有提高。川地提高 0.4ppm, 坡地 0.5ppm。施加有机肥后各处理均有提高, 其提高范围川地为 1.1~4.2ppm, 坡地为 1.5~3.2ppm。

川地和坡地中速效磷的变化, 凡施磷各处理, 土壤速效磷含量明显提高。川地有机肥+磷肥处理增加明显, 平均为 19.7ppm, 较播前增加 17.2ppm。其次为单施磷和有机肥+氮磷配合施用处理分别较播前增加 12.3ppm 和 8.8ppm。坡地以有机肥+氮磷配合施处理最明显, 较播前增加 4.3ppm。施磷后, 坡地土壤含磷量虽有提高, 但仍属缺磷土壤。

(四) 肥料种类与籽粒品质的关系 试验结果如表 7, 凡施用磷肥, 有机肥, 有机肥+磷肥的处理, 蛋白质含量均低于施氮肥的处理。谷子以单施氮肥其蛋白质含量最高为 10.38%。玉米以单施氮和有机肥+氮处理最高, 分别为 8.79%, 8.81%。亩产蛋白质总量均以有机肥+氮磷配合施处理增高最明显, 谷子 21.25%, 玉米 38.28%。

在单施磷或磷与有机肥配合施用条件下, 由于增施磷肥, 土壤缺磷状况得到改善, 从而提高了作物籽粒碳水化合物的产量, 相对的也稀释了籽粒蛋白质含量, 所以籽粒蛋白质含量和蛋白质总量反比施氮肥处理有所降低。

表5 连续施肥土壤全氮有机质含量变化

土地类型	处理	土壤深度	全氮 (%)						平均	有机质 (%)						平均								
			播前		1983年后		1986年后			1987年后		1988年后		1983年后			1985年后		1986年后		1987年后		1988年后	
			1983年	1984年	1984年	1985年	1985年	1986年		1986年	1987年	1987年	1988年	1988年	1983年		1984年	1984年	1985年	1985年	1986年	1986年	1987年	1987年
川地	CK	0~20	0.059	0.066	0.062	0.065	0.053	0.061	0.068	0.062	0.90	0.88	0.83	0.82	0.82	0.72	0.77	0.82	0.81	0.83	0.83	0.83	0.81	
	P			0.063	0.063	0.066	0.060	0.063	0.069	0.064		0.85	0.84	0.84	0.82	0.82	0.80	0.81	0.81	0.83	0.83	0.83	0.81	
	N			0.056	0.062	0.068	0.064	0.063	0.066	0.063		0.80	0.88	0.85	0.85	0.79	0.82	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83	0.81	
	NP			0.060	0.069	0.064	0.061	0.060	0.066	0.063		0.84	0.82	0.76	0.82	0.82	0.80	0.80	0.83	0.83	0.83	0.83	0.81	
	M			0.069	0.062	0.068	0.063	0.071	0.084	0.069		0.98	0.92	0.93	0.85	0.95	1.03	1.00	1.06	1.06	1.00	1.00	0.94	
	MN			0.071	0.062	0.066	0.070	0.070	0.086	0.071		1.05	0.97	1.01	0.92	1.00	1.06	1.00	1.06	1.06	1.00	1.00	0.96	
	MP			0.073	0.063	0.073	0.071	0.067	0.082	0.071		0.97	1.03	0.91	0.96	0.86	1.02	0.86	1.02	1.02	0.96	0.96	0.96	
	MNP			0.068	0.066	0.067	0.080	0.065	0.084	0.072		1.02	1.03	0.98	1.04	0.81	1.14	0.81	1.14	1.14	1.00	1.00	0.96	
坡地	CK	0~15	0.039	0.037	0.038	0.043	0.042	0.039	0.043	0.039	0.41	0.46	0.42	0.47	0.41	0.47	0.41	0.48	0.48	0.45	0.45	0.45	0.43	
	P				0.041	0.044	0.051	0.038	0.042	0.043		0.50	0.44	0.48	0.49	0.40	0.40	0.41	0.41	0.45	0.45	0.45	0.45	
	N			0.040	0.044	0.043	0.044	0.038	0.040	0.042		0.48	0.51	0.37	0.43	0.48	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	
	NP			0.041	0.046	0.044	0.043	0.043	0.046	0.044		0.53	0.50	0.53	0.47	0.49	0.44	0.44	0.44	0.49	0.49	0.49	0.49	
	M			0.036	0.040	0.043	0.041	0.045	0.050	0.043		0.49	0.46	0.56	0.52	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.54	
	MN			0.034	0.043	0.045	0.047	0.045	0.050	0.044		0.57	0.55	0.60	0.52	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.57	
	MNP			0.040	0.044	0.047	0.042	0.041	0.045	0.043		0.75	0.53	0.67	0.52	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.58	

表6 连续施肥土壤水解氮、速效磷含量变化

土地类型	处理处	土壤深度	水解氮 (ppm)						速效磷 (ppm)						平均			
			播前	1983年	1984年	1985年	1986年	1987年	1988年	播前	1983年	1984年	1985年	1986年		1987年	1988年	
				收后	收后	收后	收后	收后	收后		收后	收后	收后	收后		收后	收后	收后
川地	CK	0—20	38.5	26.2	33.2	35.0	35.6	41.5	36.7	34.7	2.5	4.1	4.6	2.8	1.0	1.4	2.6	2.7
	P			25.0	32.5	29.2	40.2	46.0	37.7	35.1		14.8	5.3	5.1	45	6.4	12.1	8.0
	N			22.5	29.0	37.7	41.7	38.2	36.1	34.2		2.3	3.4	2.4	1.55	1.7	2.2	2.2
	NP			35.6	36.5	35.7	42.8	42.0	41.0	38.9		9.3	3.2	4.3	22.4	3.5	6.0	8.1
	M			46.5	41.1	40.0	39.3	40.0	46.5	42.2		4.0	3.0	3.9	2.5	4.6	4.2	3.7
	MP			38.5	35.2	40.7	44.8	49.0	37.5	40.9		22.6	12.7	22.6	23.7	12.5	24.4	19.7
	MN			34.5	35.8	41.5	40.3	43.7	42.0	39.6		6.0	1.8	3.9	2.7	4.6	3.25	3.7
MNP			37.5	39.6	34.2	44.5	47.7	53.0	42.7		11.2	7.5	4.4	22.7	4.8	17.0	11.3	
坡地	CK	0—15	23.8	24.2	19.5	24.0	30.0	14.8	18.7	21.8	1.8	2.1	1.4	2.0	0	1.7	2.0	1.8
	P			23.0	13.2	26.3	43.9	14.0	20.4	23.4		2.9	4.9	4.6	5.8	2.0	5.4	4.2
	N			17.5	15.8	27.0	39.6	14.0	21.1	20.8		1.9	3.0	2.6	0.8	1.4	1.8	1.9
	NP			21.5	17.8	26.7	35.1	15.0	30.0	24.3		4.0	3.0	4.1	7.6	2.0	5.5	4.4
	M			17.0	25.8	30.7	27.5	35.0	24.0	27.0		4.3	1.5	2.9	2.5	3.4	7.1	3.6
	MN			17.7	20.4	31.2	45.5	20.1	22.0	26.1		1.6	3.3	2.0	3.0	1.5	4.2	2.6
	MNP			16.8	24.0	32.5	24.3	30.5	23.7	25.3		4.3	2.5	5.5	7.4	6.5	10.9	6.1

表 7 不同肥料对籽粒品质的影响

作物	处 理	MNP	MN	MP	M	NP	N	P	CK
	项目								
谷	籽粒产量 (kg/亩)	219.5	205.9	184.9	162.9	212.4	165.5	160.6	141.4
	蛋白质含量 (%)	9.68	10.00	7.93	7.98	9.85	10.38	7.45	9.08
子	蛋白质总量 (kg/亩)	21.25	20.59	14.66	12.98	20.92	17.18	11.96	12.83
玉	籽粒产量 (kg/亩)	484.0	364.9	280.5	274.5	422.1	193.8	237.9	156.2
	蛋白质含量 (%)	7.91	8.81	5.35	5.98	7.28	8.79	5.82	6.65
米	蛋白质总量 (kg/亩)	38.28	32.15	15.01	16.41	30.73	17.04	13.84	10.39

### 三、结 论

1. 半干旱条件下的黄土丘陵区, 由于土壤中氮、磷俱缺, 蓄水保肥能力差, 在施肥措施上, 必须注意增施有机肥, 实行有机肥与氮磷化肥合理配合施用。这样既培肥了土壤, 实现大面积稳产高产之目的, 亦可获得较好的经济效益。

2. 化肥切忌单施, 增施有机肥, 配合施用氮磷肥, 其产量, 肥料利用率、品质均比单施一种化肥效果为好, 且投资效率高。

3. 黄绵土施磷效果高于氮肥效果。坡地每kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均增产粮食10.17kg, 而氮不增产。川地每kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均增产粮食19kg, 而每kg氮增产粮食4.8kg。解决磷肥供应不足是当前农业生产中存在的一个突出问题。

4. 在化肥与有机肥供应不足的情况下, 有机肥与氮磷配合施用, 应优先保证玉米的需要, 其次为坡地谷子, 荞麦和川地谷子采用纯化肥氮磷配合施用为好。

#### 参 考 文 献

1. 陕西省土壤肥料研究所、陕西省土壤肥料工作站: 1984年“陕西省化肥施用现状及肥效概况”。
2. 吴守仁等年: 关中塬土氮肥合理施用及增产效果的研究”(中国土壤学会第4次会员代表大会暨1979年学术年会论文摘要第一集) 1979。
3. 黄东迈: “有机肥无机肥对提高土壤氮素肥力的作用及其配合施用”(油印本)。
4. 李丁新: “黄绵土的供磷特性及磷肥增产效益”, 《陕西农业科学》1982年。
5. 金维续等: “有机肥料与化学氮肥配合施用研究总结”, (1975~1982年), 《中国土壤的合理利用与培肥》中册。1983年
6. 彭琳: “黄土地区旱作土壤资源及其合理利用”, 陕西省土壤学会论文集, 第2集。1983年
7. 林葆等: “我国化肥的肥效及其提高途径”, 全国化肥试验网的主要结果, 《土壤学报》1989年, 第3期。

(Continued on in inside back cover)

