

文章编号:1003-8701(2012)05-0028-06

黄陵县土壤养分丰缺指标和施肥指标体系制定

王 斌¹, 杨延军¹, 张 伟², 王文凯³

(1. 延安职业技术学院, 陕西 延安 716000; 2. 陕西省延安市宝塔区城市开发公司, 陕西 延安 716000;
3. 陕西省洛川县农业技术推广中心, 陕西 延安 727400)

摘 要: 本文就黄陵玉米地土壤养分丰缺指标和施肥指标体系制定进行探究, 目的在于对该区土壤养分进行评价, 为当地农业生产提供新的施肥指标, 为高产、高效、土壤培肥和农环境保护提供相应理论指导。

关键词: 养分丰缺指标; 施肥指标体系; 养分评价

中图分类号: S158

文献标识码: A

Setting up of Soil Fertility Index System and Fertilization Indicators in Huangling County

WANG Bin¹, YANG Yan-jun¹, ZHANG Wei², WANG Wen-kai³

(1. Yanan Vocational Technology College, Yan'an 716000;

2. Urban Development Company of Baota District, Yan'an 716000;

3. Agricultural Technology Extension Center of Luochuan County, Yan'an 727400, China)

Abstract: The corn soil nutrient abundance and deficiency indicators and fertilization and nutrient evaluation index system in Huangling County were developed to evaluate of soil nutrients in the area. These new indicators of fertilization provided theoretical guidance for high-yield, high efficiency, soil fertility improvement and protection of agricultural environment.

Keywords: Indicators of nutrient abundance and deficiency; Fertilization index system; Nutrient evaluation

土壤中养分含量水平和丰缺状况是合理施肥的依据, 是作物高产、优质的基础。不同农作物产区土壤氮磷钾养分的丰缺指标是根据农作物对肥料的生物反应来确定的, 主要是为该区土壤的肥力状况评价和制定配方肥料提供可靠依据。曾于全国第二次土壤普查时建立了我区主要土壤类型、主要大田农作物的土壤养分丰缺指标和推荐施肥指标体系, 这为测土结果的应用、对分析结果的校验与解释和确定施肥量等方面奠定了基础, 在很大程度上推动了当时配方施肥技术的发展^[1]。但30年过去了, 土壤肥力、作物品种、种植体系、产量水平等因素发生了很大变化, 要更准确地进行

测土配方施肥, 原有的指标体系已不能适用于目前的生产条件, 而全市很多县区还没有建立新的指标体系。当前测土配方施肥目标已由以往单一的追求高产向作物高产、高效、土壤培肥、环境保护等多目标过渡。因此, 结合测土配方施肥, 必须建立或重新校验土壤养分丰缺指标, 建立相应的推荐施肥指标。

1 材料和方法

1.1 试验点基本情况

全县共布置玉米“3414”试验点22个。各试验点土壤养分含量情况(0~20 cm)见表1。

试验用玉米品种郑单958、豫玉22和沈玉18; 试验供试肥料均为尿素(含N 46%)、过磷酸钙(含P₂O₅ 12%)和硫酸钾(含K₂O 50%)。

采用常规测定方法对土壤理化性质进行测

收稿日期: 2012-03-12

作者简介: 王 斌(1967-), 男, 副教授, 主要从事农学教学和农化研究。

定。有机质用油浴加热重铬酸钾氧化法,碱解氮用碱解扩散法,速效磷用碳酸氢钠浸提-钼锑抗比色法,速效钾用乙酸铵浸提-火焰光度法。

表 1 试验点土壤基本养分含量

编号	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
727300E20090304C003	13.1	45	7.3	120
727300E20090304C004	13.1	45	7.3	120
727300E20090317C022	9.7	40	7.5	190
727300E20090317C023	9.7	40	7.5	190
727304E20090224D087	11.6	48	9.3	130
727304E20090224D088	11.6	53	10.6	190
727304E20090224D089	13.5	40	7.6	110
727304E20090224D090	12.1	46	5.4	90
727306E20090305D039	9.4	30	9.0	127
727306E20090305D040	16.0	34	10.0	135
727307E20090225D064	9.0	20	13.0	124
727307E20090225D065	9.0	20	13.0	124
727300E20100316C001	11.2	51	4.4	120
727304E20100317D102	10.6	53	3.8	150
727304E20100318D109	10.8	55	9.6	140
727304E20100318D120	10.8	54	9.9	140
727306E20100313D003	10.6	56	6.0	170
727306E20100314D017	11.2	48	29.4	90
727306E20100315D038	10.4	50	5.3	110
727307E20100315D066	10.8	51	8.3	120
727307E20100315D080	10.8	42	11.8	100
727307E20100315D091	10.4	46	9.6	190

1.2 试验设计

肥料效应田间试验采用“3414”完全实施设计方案(表 2)。“3414”方案设计吸收了回归最优设计处理少、效率高的优点,是目前应用较为广泛的肥料效应田间试验方案。“3414”是指氮、磷、钾 3 个因素、4 个水平、14 个处理。4 个水平的含义:0 水平指不施肥,2 水平指当地最佳施肥量,1 水平=2 水平×0.5,3 水平=2 水平×1.5(该水平为过量施肥水平)。作物收获时单收单打,分区进行考种、计产。

表 2 “3414”完全实施方案

试验编号	处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	N ₀ P ₀ K ₀	0	0	0
2	N ₀ P ₂ K ₂	0	2	2
3	N ₁ P ₂ K ₂	1	2	2
4	N ₂ P ₀ K ₂	2	0	2
5	N ₂ P ₁ K ₂	2	1	2
6	N ₂ P ₂ K ₂	2	2	2
7	N ₂ P ₃ K ₂	2	3	2
8	N ₂ P ₂ K ₀	2	2	0
9	N ₂ P ₂ K ₁	2	2	1
10	N ₂ P ₂ K ₃	2	2	3
11	N ₁ P ₂ K ₂	3	2	2
12	N ₁ P ₁ K ₂	1	1	2
13	N ₁ P ₂ K ₁	1	2	1
14	N ₂ P ₁ K ₁	2	1	1

因各试验点基础地力水平不同,各试验点所采用的具体氮磷钾施肥量存在差异。黄陵县玉米“3414”肥料效应田间试验的 2 水平施肥量统计结果见表 3。

表 3 “3414”试验全素处理(2 水平)施肥量

编号	2 水平施肥量(kg/667 m ²)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
727300E20090304C003	18.8	6.4	11.1
727300E20090304C004	18.8	6.4	11.1
727300E20090317C022	19.0	6.4	7.3
727300E20090317C023	19.0	6.4	7.3
727304E20090224D087	18.6	6.2	10.6
727304E20090224D088	18.4	6.1	7.3
727304E20090224D089	19.0	6.4	11.7
727304E20090224D090	18.7	6.6	12.7
727306E20090305D039	19.5	6.3	10.7
727306E20090305D040	19.3	6.2	10.3
727307E20090225D064	19.9	5.9	10.9
727307E20090225D065	19.9	5.9	10.9
727300E20100316C001	17.2	6.0	9.0
727304E20100317D102	17.0	6.4	8.5
727304E20100318D109	17.0	5.8	9.0
727304E20100318D120	17.0	5.8	9.0
727306E20100313D003	17.0	6.2	7.3
727306E20100314D017	17.3	7.8	11.8
727306E20100315D038	17.3	6.2	10.5
727307E20100315D066	34.6	12.7	18.0
727307E20100315D080	36.0	11.1	22.0
727307E20100315D091	17.6	5.8	6.3
727301E20100825A085	20.1	9.9	18.8
727301E20100825A086	19.3	9.4	12.5
727303E20100821B029	23.2	9.4	13.5
727303E20100822B045	22.4	9.9	18.8
727308E20100818C106	23.6	9.2	12.0
727308E20100818C107	21.3	9.2	13.5
727309E20100819A043	21.0	9.6	18.8

土壤养分丰缺指标制定采用“3414”试验中的 5 个处理来制定土壤养分丰缺指标,即:对照区(CK)、无氮区(PK)、无磷区(NK)、无钾区(NP)和氮磷钾区(NPK),分别对应“3414”完全实施方案中的处理 1、2、4、8 和 6。

相对产量的计算:

缺素区相对产量(%)=[缺素区产量(kg/667 m²)/全肥区产量(kg/667 m²)]×100%

1.3 数据处理

采用 SAS 软件和 Excel 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 “3414”试验结果

通过所布置的“3414”大田试验,得到了不同处理下玉米的收获产量,见表 4。

2.2 春玉米地土壤养分丰缺指标的初步制定

春玉米田间试验共布置了 22 点,得到碱解氮、有效磷、速效钾测定值各 22 个。对数据进行分析,发现缺素区相对产量和土壤养分测定值之间没有明显的相关关系,因此采用去除不合理点数的方法,提高相对产量与土壤养分测定值之间的相关性^[2]。去除不合理点后的土壤养分测定值与缺素区相对产量数据结果见表 5。

表 4 春玉米“3414”试验产量结果统计表(kg/667 m²)

编号	N ₀ P ₀ K ₀	N ₀ P ₂ K ₂	N ₁ P ₂ K ₂	N ₂ P ₀ K ₂	N ₂ P ₁ K ₂	N ₂ P ₂ K ₂	N ₂ P ₃ K ₂	N ₂ P ₂ K ₀	N ₂ P ₂ K ₁	N ₂ P ₂ K ₃	N ₂ P ₃ K ₂	N ₁ P ₁ K ₂	N ₁ P ₂ K ₁	N ₂ P ₁ K ₁
727300E20090304C003	537	572	-	619	-	660	-	619	-	-	-	-	-	-
727300E20090304C004	532	565	586	644	568	661	603	-	-	-	596	619	-	-
727300E20090317C022	409	452	508	509	513	611	495	-	-	-	558	520	-	-
727300E20090317C023	415	506	511	465	517	530	498	520	-	-	-	-	-	-
727304E20090224D087	424	501	462	462	436	532	483	-	-	-	438	494	-	-
727304E20090224D088	403	457	-	506	-	533	-	426	-	-	-	-	-	-
727304E20090224D089	377	522	490	543	540	571	516	-	-	-	-	-	-	-
727304E20090224D090	401	531	-	540	-	571	-	512	-	-	-	-	-	-
727306E20090305D039	678	745	766	747	766	836	764	-	-	-	765	767	-	-
727306E20090305D040	677	744	-	746	-	835	-	763	-	-	-	-	-	-
727307E20090225D064	449	531	529	529	564	619	532	-	-	-	513	512	-	-
727307E20090225D065	417	559	-	562	-	609	-	537	-	-	-	-	-	-
727300E20100316C001	395	495	490	540	536	570	512	-	-	-	480	495	-	-
727304E20100317D102	421	498	459	458	433	529	479	-	-	-	440	490	-	-
727304E20100318D109	440	450	460	459	440	540	480	-	-	-	445	499	-	-
727304E20100318D120	391	531	-	540	-	571	-	509	-	-	-	-	-	-
727306E20100313D003	660	741	-	730	-	818	-	757	-	-	-	-	-	-
727306E20100314D017	460	499	488	540	530	570	514	-	-	-	485	495	-	-
727306E20100315D038	670	740	758	740	759	810	-	-	-	-	760	760	-	-
727307E20100315D066	507	530	-	600	-	622	-	602	-	-	-	-	-	-
727307E20100315D080	563	611	613	614	700	740	600	-	-	-	588	612	-	-
727307E20100315D091	420	497	456	459	434	530	479	-	-	-	435	491	-	-

表 5 春玉米地土壤养分含量与缺素区相对产量汇总(X,Y 值)

编号	土壤养分含量(mg/kg)				相对产量(%)		
	碱解氮	有效磷	速效钾	PK	NK	NP	
727300E20090304C003	45.0			86.7			
727300E20090304C004	45.0			85.5			
727300E20090317C022	40.0	7.5		74.0	83.3		
727300E20090317C023		7.5	190.0		87.8	98.1	
727304E20090224D087	48.0	9.3		94.1	86.9		
727304E20090224D088	53.0			85.8			
727304E20090224D089							
727304E20090224D090	46.0			93.0			
727306E20090305D039		9.0			89.4		
727306E20090305D040		10.0	135.0		89.3	91.4	
727307E20090225D064		13.0			85.5		
727307E20090225D065		13.0	124.0		92.3	88.2	
727300E20100316C001	51.0			86.8			
727304E20100317D102	53.0	3.8		94.1	86.6		
727304E20100318D109		9.6			85.0		
727304E20100318D120	54.0		140.0	93.0		89.2	
727306E20100313D003	56.0	6.0	170.0	90.6	89.2	92.6	
727306E20100314D017	48.0	29.4		87.5	94.7		
727306E20100315D038	50.0			91.4			
727307E20100315D066	51.0			85.2			
727307E20100315D080	42.0			82.6			
727307E20100315D091	46.0	9.6		93.8	86.6		

以试验点土壤氮、磷、钾养分测定值 X(mg/kg) 坐标,绘制散点图,并添加趋势线(图 1- 3),做出相
为横坐标,以其相应缺素区的相对产量 Y(%)为纵 对产量与土壤测定值之间的对数回归方程(表 6)。

表 6 春玉米地土壤养分测定值与缺素区相对产量之间的关系

测定项目	试验点数	回归方程	R ²	R
碱解氮	15	y = 33.523Ln(x) - 41.735	0.341 3	0.584*
有效磷	12	y = 3.8058Ln(x) + 79.504	0.342 1	0.585*
速效钾	5	y = 20.24Ln(x) - 9.509 9	0.838 9	0.916*

将拟合得到的以上 3 个回归方程分别进行 r 以相对产量 55%、75%、85%和 95%为临界
检验,结果表明,碱解氮、有效磷和速效钾含量分 值标准,获得土壤养分丰缺指标。将以上各临界
别与相应的缺素区相对产量均显著相关,这说明 值作为 y 值代入表 8 对数回归方程中,得出对应
得到的 3 个方程均可靠,可用于土壤养分丰缺指 的土壤有效养分值,即土壤有效养分的丰缺指标
标的制定^[3]。 值。

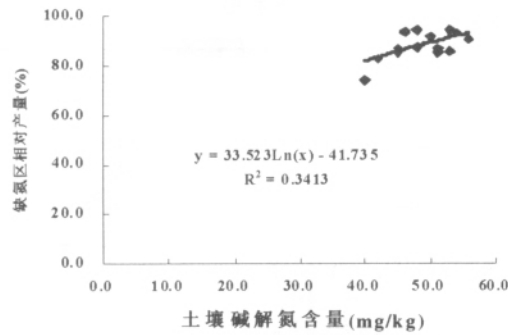


图 1 春玉米地土壤碱解氮含量与缺 N 区相对产量的关系

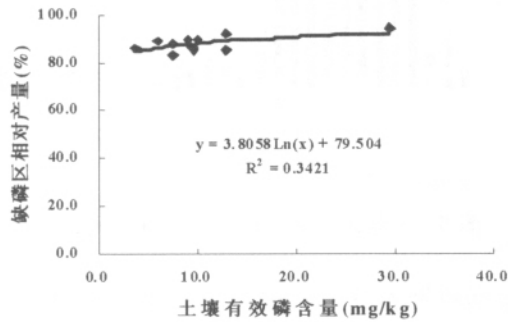


图 2 春玉米地土壤有效磷含量与缺 P 区相对产量的关系

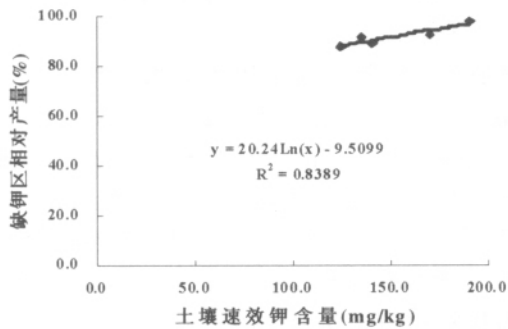


图 3 春玉米地土壤速效钾含量与缺 K 区相对产量的关系

但从图 1-3 可以看出,所有试验点缺氮区、缺磷区和缺钾区相对产量分别介于 74%~94.1%、83.3%~94.7%和 88.2%~98.1%之间。也就是说,在本研究条件下缺氮区相对产量 55%和 95%所对应的碱解氮值、缺磷区相对产量 55%、75%和 95%所对应的有效磷值以及缺钾区相对产量 55%、75%和 85%所对应的速效钾值均为模型外推值,没有实际意义,应舍去。

综上所述,根据回归方程初步制定出的黄陵县春玉米地土壤养分丰缺指标见表 7。

根据大田试验的特点和土壤养分丰缺指标的制定要求,在某一较大的生态区域的某一土壤类型上,在 2~3 年的研究周期内,对某一特定作物,至少布置 20~30 个中、高、低肥力土壤上均有分布的“3414”试验点,这样才能得到较好的结果。黄陵县自开展测土工作以来,共布置玉米“3414”试验点 22 个,因受到工作量和工作条件的限制,春玉米试验所得到的部分养分含量值及相对产量值不可用,致使实际能够用于制定指标的数据很有限。土壤养分丰缺指标的制定,既要建立在继续开展“3414”试验的基础上,以此得到的数据作为依据,还要根据全县实际土壤养分分布状况及生产实践经验等对指标做出校正,只有这样才能得到较好的结果,便于在农业生产中进行推广。

2.3 土壤养分丰缺指标的修正

黄陵县自开展测土工作以来,采用常规分析方法对全县的土壤基础养分含量进行了测定,共测得土壤样品 3115 个。其中,春玉米地块 634 个。其整体分析结果见表 8。

表 7 黄陵县春玉米地土壤养分丰缺指标汇总(初定)

丰缺等级	相对产量(%)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
极高	>95	-	-	>175
高	85- 95	>44	>4	<175
中等	75- 85	33~44	<4	-
低	55- 75	<33	-	-
极低	<55	-	-	-

表 8 玉米地土壤样品养分测定结果

项目	有机质(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
样品数	634	634	634	634
最小值	4.5	20.0	2.1	80.0
最大值	17.8	73.0	29.4	242.0
平均值	11.6	47.6	10.3	146.1

2.4 春玉米地土壤养分丰缺指标修正

利用 SAS 系统软件分别对玉米地土壤碱解氮、速效磷和速效钾含量的分布情况进行统计分析,然后据此制作柱状图(图 4~6),来表示玉米地

土壤养分在各含量范围内的分布状况^[7]。可参考此碱解氮、有效磷及速效钾分布结果分别对初步制定的碱解氮、速效磷和速效钾丰缺指标进行校正,得到校正后的丰缺指标见表 9。

表 9 玉米地土壤养分丰缺指标汇总

丰缺等级	相对产量(%)	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
极高	>95	>80	>20	>180
高	85~95	60~80	15~20	130~180
中等	75~85	40~60	10~15	80~130
低	55~75	20~40	5~10	40~80
极低	<55	<20	<5	<40

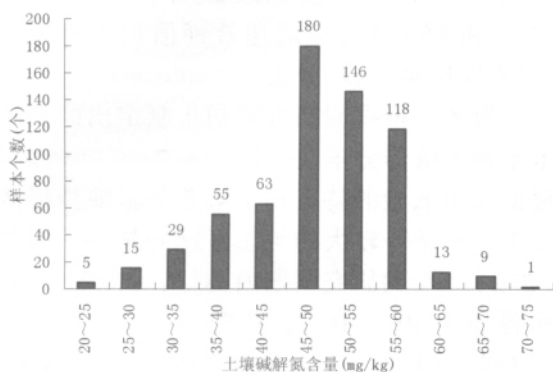


图 4 玉米地土壤碱解氮含量分布图

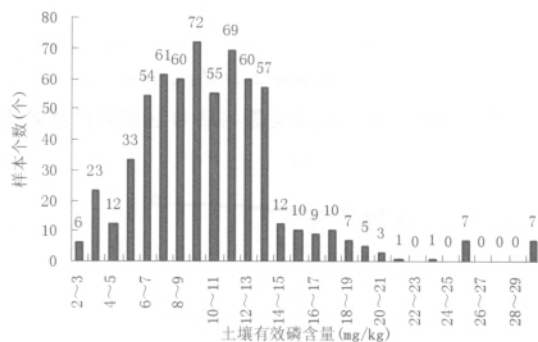


图 5 玉米地土壤有效磷含量分布图

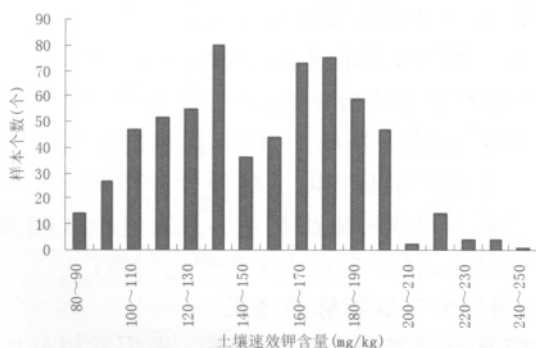


图 6 玉米地土壤速效钾含量分布图

根据磷钾养分恒量监控施肥原理来确定。基本思路是根据土壤有效磷 / 速效钾测试 results 和养分丰缺指标进行分级, 当土壤有效磷 / 速效钾含量为极低和较低水平时, 磷 / 钾肥管理的目标是通过增施磷 / 钾肥提高作物产量和培肥地力, 磷 / 钾肥用量分别为作物带走量的 2 倍和 1.5 倍; 当土壤有效磷 / 速效钾含量为中等水平时, 磷 / 钾肥管理的目标维持现有土壤有效磷 / 速效钾水平, 磷 / 钾肥用量等于作物的带走量^[6]; 当土壤有效磷 / 速效钾含量为较高和极高水平时, 磷 / 钾肥用量分别为作物的带走量 0.5 倍和完全不施, 目的是减少大量肥料施用造成的经济浪费和农业环境污染。

一般大田作物, 磷、钾肥全部做基肥。

3.3 中、微量元素肥料

采用因缺补缺的原则。即在表现出缺素症状的地区, 根据推荐方法施用中微量元素肥料, 在未表现出缺素症状的地区, 原则上不施。

4 玉米施肥指标

根据相关研究结果, 每 100 kg 产量氮(N)、磷(P₂O₅)、钾(K₂O) 养分吸收量: 玉米分别为 2.2、0.85、2.4 kg。

由于全县土壤碱解氮和有效磷含量水平总体较低, 而根据“3414”试验制定的土壤养分丰缺指标只能表明当地土壤养分含量的一个相对丰缺程度, 对当地的土壤养分状况在全县这样一个范围内进行一个相对丰缺状况的评价。因此, 在进行施

3 施肥指标制定原则及方法

3.1 氮肥

氮肥管理方面应遵循总量控制, 分期调控的原则。根据作物目标产量确定施用量:

$$\begin{aligned} \text{施肥量} &= \text{目标产量所需养分量} \\ &= \text{目标产量} \times \text{每 100 公斤经济产量养分吸收量} / 100 \end{aligned}$$

黄陵县属于旱作区, 土壤基础肥力相对较低, 同时由于氮素易损失, 利用率较低, 因此在中、低肥力土壤上氮肥推荐量分别为作物吸收量的 1.2~1.5 倍, 以满足作物对氮素养分的需求。高肥力土壤上氮肥推荐量即为作物目标产量所需养分量^[8]。

由于旱作区春季降雨较少, 农民经常采用一炮轰的施肥方式, 春玉米我们推荐采用 5:5 的基追比例。

3.2 磷钾肥

肥推荐时,充分考虑到作物对营养元素的需求量,适当提高了土壤碱解氮和速效磷的丰缺指标临界值^[5]。

春玉米推荐施肥指标:不同肥力等级、不同目标产量下春玉米氮、磷、钾肥推荐用量见表10-12。

表 10 黄陵县玉米地不同目标产量下的氮肥(N)推荐用量

kg/667 m²

肥力等级	土壤碱解氮(mg/kg)	目标产量(kg/667 m ²)			
		<400	400~600	600~800	800~1000
高 / 极高	>80	6~9	9~13	13~18	18~22
中等	60~80	8~11	11~16	16~21	21~26
低 / 极低	<60	10~13	13~18	18~25	25~30

表 11 黄陵县玉米地不同目标产量下的磷肥(P₂O₅)推荐用量

kg/667 m²

肥力等级	土壤有效磷(mg/kg)	目标产量(kg/667 m ²)			
		<400	400~600	600~800	800~1000
极高	>30	0	0	0	0
高	25~30	3~5	5~7	7~9	9~11
中等	15~25	4~6	6~8	8~10	10~12
低	10~15	6~9	9~12	12~15	15~18
极低	<10	8~12	12~16	16~20	20~24

表 12 黄陵县玉米地不同目标产量下的钾肥(K₂O)推荐用量

kg/667 m²

肥力等级	土壤速效钾(mg/kg)	目标产量(kg/667 m ²)			
		<400	400~600	600~800	800~1000
极高	>180	0	0	0	0
高	130~180	1~2	2~4	4~6	6~8
中等	80~130	2~3	3~5	5~7	7~9
低	40~80	3~5	5~8	8~10	10~12
极低	<40	4~7	7~11	11~15	15~18

参考文献:

- [1] 陈国潮. 土壤固定态 P 的微生物转化和利用研究 [J]. 土壤通报, 2001(2): 80-83.
- [2] 李 丽, 武丽萍, 成绍鑫. 腐植酸钾与速效磷肥结合形态对磷的有效性影响[J]. 土壤肥料, 2000(3): 7-9.
- [3] 阚文杰, 吴启堂. 一个定量综合评价土壤肥力的方法初探[J]. 土壤通报, 1994, 25(6): 245-247.
- [4] 何同康. 土壤(土地)资源评价的主要方法及其特点比较[J]. 土壤学进展, 1983, 11(6): 1-12.

- [5] 王启现, 王 璞, 杨相勇, 等. 不同施氮时期对玉米根系分布及其活性的影响[J]. 中国农业科学, 2003, 36(12): 1469-1475.
- [6] 倪绍祥. 近 10 年来中国土地评价研究的进展 [J]. 自然资源学报, 2003(6): 672-683.
- [7] 史同广, 郑国强, 王智勇, 等. 中国土地适宜性评价研究进展 [J]. 地理科学进展, 2007, 26(2): 106-115.
- [8] 洪晓强, 赵二龙, 宋宏伟. 秸秆覆盖对农田土壤水分及玉米生长的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 177-179.

(上接第 5 页)

- [1] 程式华, 翟虎渠. 杂交水稻超高产育种策略[J]. 农业现代化研究, 2000, 21(3): 147-150.
- [2] 徐正进, 陈温福, 张文忠. 北方粳稻新株型超高产育种研究进展[J]. 中国农业科学, 2004, 37(10): 1521-1526.
- [3] 孙成明, 薛艳凤, 苏祖芳. 水稻株型研究中穗部性状的研究综述[J]. 天津农学院学报, 2000, 7(2): 27-30.
- [4] 徐大勇, 朱庆森. 直立穗型粳稻品种农艺特性及育种研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(4): 350-354.
- [5] 徐正进, 陈温福, 张龙步, 等. 水稻穗颈维管束性状的类型间差异及其遗传的研究[J]. 作物学报, 2002, 28(2): 92-101.

- [6] 左科生, 李 育, 钟平安. 水稻理想株型与超高产育种的研究进展[J]. 江西农业学报, 2003, 15(1): 37-42.
- [7] 杨守仁, 张龙步, 陈温福. 水稻超高产育种的理论和方法[J]. 沈阳农业大学学报, 1996, 37(1): 1-7.
- [8] 陈温福, 徐正进, 张龙步. 水稻不同穗型对冠层特性及群体光分布和物质生产的影响[J]. 作物学报, 1995, 21(1): 83-89.
- [9] 袁隆平. 杂交水稻超高产育种 [J]. 杂交水稻, 1997, 12(6): 1-7.
- [10] 徐正进, 陈温福, 张龙步. 水稻直立穗性状的遗传与其他性状的关系[J]. 沈阳农业大学学报, 1995, 26(1): 1-7.