

土壤养分供应量的生物估测及应用

杨江峰

喻建波

罗红彬

(陕西省农科院, 陕西杨陵·712100)

(陕西省农牧厅, 西安·710000)

(陕西省林研所, 陕西杨陵·712100)

摘要 通过氮磷肥效反应二次多项式求得土壤氮磷养分当量(土壤养分供应量相当的肥料量), 并得到土壤氮磷养分当量与作物不施肥产量之间极显著的指数回归关系, 以估测土壤养分当量。以养分总量与作物产量进行回归, 其模式各效应系数不受土壤有关养分含量的影响, 可以建立生态区的平均模式。同时, 可求得作物需要的最大养分量和最大施肥量(最大养分量与土壤养分当量之差)以指导推荐施肥。

关键词 土壤养分, 肥料养分, 肥料效应, 养分效应, 效应模式, 氮, 磷, 小麦

中图分类号 S147.4, S147.21

作物需要的营养元素, 不论来源于肥料还是土壤, 元素对作物的作用机理是相同的。一般来说构成一定的作物产量, 所需某种大量营养元素的总量基本不变。其中一部分来源于土壤, 不足的部分需要通过施肥来补充。如何准确地估测作物生育期土壤养分的供应能力, 是搞好合理施肥的关键问题之一。

1 土壤养分与肥料养分的当量关系

作物对一种养分的利用率因养分的来源不同而不同, 不同来源的同一养分, 其各自利用率均会随环境条件的改善而提高。土壤对作物的养分供应量与生育期土壤的水、气、热动态变化和作物生长发育密切相关, 很难通过简单的测试来确定。是否可用生物方法来估测土壤养分供应量? 我们做如下探讨。

按单因肥效试验设计, 可以建立肥效反应模式:

$$Y = B_0 + B_1X + B_2X^2 \quad (1)$$

模式(1)中的施肥量可用 $X = X_T - X_0$ 表示, 其中 X_T 为养分总供应量, X_0 为土壤养分供应量。将该式代入模式(1)展开整理得:

$$Y = (B_0 - B_1X_0 + B_2X_0^2) + (B_1 - 2B_2X_0)X_T + B_2X_T^2 \quad (2)$$

根据限制因子律, 当 $X_T = 0$ 时, $Y = 0$, 则有: $B_0 - B_1X_0 + B_2X_0^2 = 0$ 。解该方程即可求得土壤养分供应量:

$$X_0 = \left(B_1 - \sqrt{B_1^2 - 4B_0B_2} \right) / 2B_2$$

从上述演变可以看出, X_0 的物理意义并不是真正的土壤养分供应量, 而是作物生育期土壤养分供应量所相当的肥料量, 简称土壤养分当量, 表示了土壤养分供应水平。

对于二元模式, 通过求一阶偏导, 确定最大施肥量, 将其中一种养分控制在最大施肥量水平, 降元得到模式(1)。

收稿日期: 1993-05-24.

按上述方法,求得陕西省各地“六五”期间增产趋势符合报酬递减率的180个小麦试验结果的不施肥产量、最大施肥量、土壤供氮当量和供磷当量(因数据多未列出)。

2 土壤养分当量与作物产量的关系

作物的不施肥产量是由土壤养分形成的。通过做散点分布图(图1),用指数模式模拟结果如下:

$$Y_0 = 3960 \cdot e^{-58.5/N_0} \quad r = 0.681^{**} \quad F = 151^{**}$$

$$Y_0 = 3830 \cdot e^{-49.5/P_0} \quad r = 0.679^{**} \quad F = 152^{**}$$

$$N = 180, \text{定义域: } N_0 \in (30, 233), P_0 \in (30, 250)$$

式中 Y_0 为作物不施肥时的产量; N_0 为土壤供氮当量(N); P_0 为土壤供磷当量(P_2O_5), 单位 $kg \cdot hm^{-2}$ 。用该关系模式可以估测 N_0 和 P_0 。

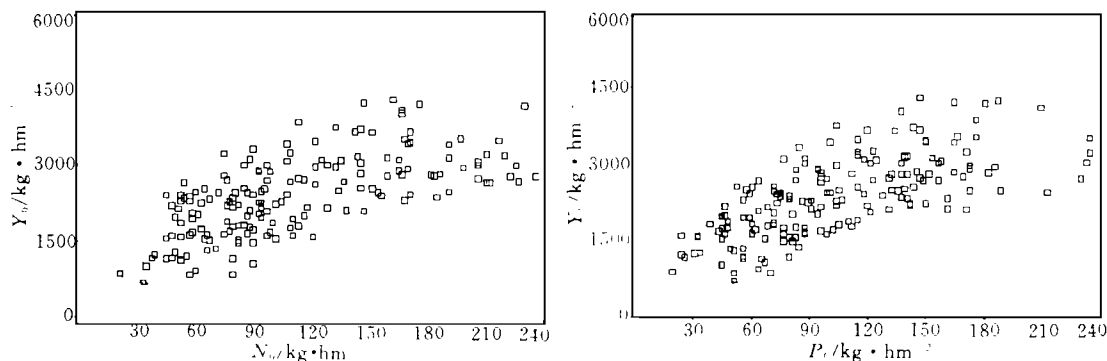


图1 作物产量与土壤养分当量散点图

图1样点分散主要有三个原因:①环境条件的变化引起作物产量变化。在农业生态分区的基础上,建立土壤养分当量与作物产量的关系模式,更有实际意义。②就养分而言,由于施肥不均衡,往往出现高氮低磷或低氮高磷现象,引起样点分散。因此,最好把氮磷中的一个因素控制在一定水平,再求另一因素的不施肥产量与养分当量的关系。③土壤的制约因素不同也会造成样点的分散。在实际应用中,即使养分当量与作物产量的相关性很好,也必须考虑上述三方面因素以取得理想的实施效果。下面一组方程是陕西省关中灌区90个小麦氮磷试验的养分当量,与控制另一养分在最高水平时的不施肥产量的指数回归结果:

$$Y_0 = 11173 \cdot e^{-100.7/N_0} \quad r = 0.759^{**} \quad F = 119^{**}$$

$$Y_0 = 10890 \cdot e^{-96.2/P_0} \quad r = 0.771^{**} \quad F = 129^{**}$$

$$N = 90, \text{定义域: } N_0 \in (30, 233), P_0 \in (30, 250)$$

3 土壤养分当量的应用

(1)土壤养分当量把土壤养分与肥料养分有机地结合起来,使二者具有加和性。因此,在一定生态区域,可通过估测土壤养分供应当量,确定不同养分条件下的肥料需要量。

(2)养分总量可与作物产量直接进行回归。理论上讲,当养分总量为0时,作物产量也为0,养分总量模式为

$$Y = B_1X_T + B_2X_T^2$$

另外, $X_T=0,Y=0$ 为效应曲线的无偏估计点,可参加回归统计。图2表示了相同条件下,肥效模式(1)与养分总量模式(2)的区别。试验误差相同,由于模式(2)的产量变幅大于模式(1),总平方和与回归平方和都是(2)大于(1)。由此可见一般肥效模式没有养分总量模式可信度高。事实上,模式(1)的效应趋势常因土壤肥力较高而发生很大偏离。

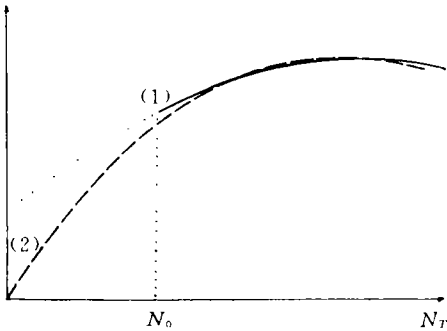


图2 养分总量模式与肥料效应模式比较

将养分总量模式与肥效模式比较,有以下异同:①养分总量模式是土壤养分为0时的肥效模式。只要将 $X_T=X+X_0$ 代入总量模式,即可得到肥效反应模式: $Y=(B_1X_0+B_2X_0^2)+(B_1+2B_2X_0)X+B_2X^2$ 。②养分总量模式各效应系数不受土壤有关养分变化的影响,而取决于生态综合条件,在一定生态区域内应具有较好的重现性,①的推导过程揭示了肥料效应模式的效应系数随土壤有关养分供应量变化的规律。③养分总量模式求得的最大养分需求量,可作为一定生态区域的养分需求指标。肥料效应模式因养分条件不同而没有重现性,给试验结果的推广应用造成直接困难。

(3)用养分总量模式确定了最大养分量后,可计算最高产量时的养分平均利用率。养分平均利用率反映了特定生态条件对养分有效性的影响。肥料利用率受土壤养分供应量的影响而变化,符合报酬递减率。

综上所述,参照文献[2],我们做了陕西省冬小麦推荐施肥生态分区(表1)。

表1 陕西省冬小麦推荐施肥生态分区结果 kg·hm⁻²

主 区	副 区	最大养分量*		养分利用率%		最高产量
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	
Ⅰ 陕北丘陵区	Ⅰ 1. 陕北北部梁山区	195	152	16.2	19.8	1050
	Ⅰ 2. 陕北西部梁山区	200	161	18.0	21.3	1200
	Ⅰ 3. 陕北东南残原区	206	168	20.1	23.4	1380
Ⅱ 渭北旱原区	Ⅱ 1. 洛川高原区	257	201	32.6	39.6	2790
	Ⅱ 2. 渭北东部原区	243	231	40.6	40.5	3285
	Ⅱ 3. 渭北中部原区	257	227	40.0	43.0	3420
	Ⅱ 4. 渭北西部残原区	276	230	34.2	39.1	3150
Ⅲ 关中灌区	Ⅲ 1. 关中东部新灌区	269	251	47.1	48.0	4215
	Ⅲ 2. 关中中部老灌区	344	330	46.1	45.6	5280
	Ⅲ 3. 关中西部灌区	309	309	50.8	48.3	5235
Ⅳ 秦岭山区	Ⅳ 1. 秦岭北坡低山区	257	228	33.3	35.6	2850
	Ⅳ 2. 秦岭东部山区	230	200	37.3	40.7	2850
	Ⅳ 3. 秦岭南坡中低山区	224	189	38.7	43.4	2880
	Ⅳ 4. 丹江河谷川道区	236	222	52.7	53.1	4140
Ⅴ 陕南川道区	Ⅴ 1. 汉江月河盆地区	279	213	50.2	58.4	4365
	Ⅴ 2. 陕南低山丘陵区	261	201	43.8	54.0	3810
Ⅵ	巴山中低山丘陵区	248	183	33.6	43.2	2775

* 由每个试验的土壤养分当量与最大施肥量求和,然后按生态区求平均。

应用该方法,依据“六五”期间陕西省临潼县灌区的9个小麦肥料试验结果,求得该灌区的目标产量、最大需氮量和需磷量分别为5107,297,253 kg·hm⁻²,作为该区的施肥标准。推荐施肥结果见表2。

表2 陕西省临潼县推荐施肥结果 kg·hm⁻²

地 点	不施肥产量	土壤养分当量		推荐施肥量	
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅
关山乡南奕村	2505	128	117	169	136
关山乡关山村	2220	101	91	196	162
关山乡乔家村	2520	129	118	168	135
关山乡南房村	2918	192	182	105	71
行者乡张庄村	2865	181	171	116	82
行者乡西沟村	2708	154	143	143	110
任王乡门家村	2595	138	127	170	126
北屯乡李台村	2258	104	94	193	159
另口乡	2340	111	101	186	152

用该方法指导推荐施肥,可以作县级行政区的推荐施肥分区图。据此求出各级施肥量的土地面积,进而求出行政区内该作物的总需肥量及在各农业生态区的宏观分配,并预测按上述实施方案可获得的最大粮食总产和经济效益。为县级行政部门提供决策依据。

4 结 论

1)研究结果表明:土壤养分供应量与肥料养分量之间存在当量关系,土壤养分当量可通过与作物产量的回归关系确定。土壤养分当量作为土壤养分供应能力的重要指标,既可节约大量的测试费用,又回避了测试结果与土壤实际养分供应量不一致的矛盾。

2)养分总量模式在一定生态区域内,有较好的重现性,可以建立生态区的养分总量模式,确定养分临界值和目标产量。

3)参照养分临界值,通过估测具体地块的土壤养分当量,用差减法确定其最大施肥量。可作为大面积推荐施肥的参考。

4)养分当量是否可通过有关土壤的养分测试结果估测,有待进一步探讨。

肖俊章副教授和赵伯善教授对本文提出了宝贵意见,谨致谢意!

参 考 文 献

- 1 吕殿青,杨江峰,李瑛等.扶风县小麦推荐施肥分区.陕西农业科学,1991(2):28~30
- 2 郭兆元,黄自立,冯立孝等.陕西土壤.北京:科技出版社,1992
- 3 杨江峰,吕殿青,同延安.小麦施肥综合效应模式的探讨和应用.陕西农业科学,1992(2):37~39
- 4 中国农科院土肥所.国际平衡施肥学术讨论会论文集.北京:农业出版社,1989
- 5 杨义群主编.回归设计及多元分析.陕西杨陵:天则出版社,1990

Bio-Estimation Method for Quantities of Nutrient Supply by Soil and Its Application

Yang Jiangfeng¹ Yu Jianbuo² Luo Hongbin³

(1 Shaanxi Academy of Agricultural Sciences, Yangling, Shaanxi, 712100)

(2 Agricultural Department of Shaanxi Province Xian, 710002)

(3 Shaanxi Research Institute of Forestry, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract By utilizing fertilizer efficiency equation, the nutrient equivalent quantities of soil nitrogen and phosphorus were obtained (which is equivalent to the fertilizer quantities.) And then, the most significant exponential regression is also established between the nutrient equivalent quantities of soil and crop yields so as to estimate the nutrient equivalent quantities of soil. Both the total nutrient quantities and crop yields were regressed. As a result, each efficient coefficient was not affected by some related soil nutrients so that the average model in the ecological zone can be established. At the same time, the nutrient critical values can be calculated. The maximum fertilizer quantities (nutrient critical value versus nutrient equivalent quantity of soil) needed for crop may be utilized to guide prescription fertilization.

Key words soil nutrient, fertilizer nutrition, fertilizer efficiency, nutrient efficiency, efficient model, nitrogen, phosphorus, wheat

•学术动态•

“南瓜功能食品研究”课题通过省级鉴定

由我校陈锦屏教授主持的“南瓜功能食品研究”课题6月13日在西安通过省级鉴定。该课题研究了南瓜饮料、南瓜口服液、南瓜饼干、无糖南瓜果酱、南瓜营养快餐粉等五种产品的配方和加工工艺。其中南瓜功能饮料经陕西省人民医院对205例Ⅰ型糖尿病患者临床试验证实,可作为糖尿病、心血管及其他代谢性疾病患者(包括健康人)的一种保健食品推广。该课题深入到将食品科学与预防医学融为一体的研究领域,符合二十一世纪新食品研究的方向。专家一致认为整体研究居全国南瓜功能食品研究的领先水平。

据了解,糖尿病、心血管疾病及癌症同属世界性严重危害人类的三大疾病之一,中国有七千多万糖尿病患者,南瓜功能食品的研究开发是糖尿病患者的福音。

(李斌成)