

美国中南部土壤磷钾丰缺指标体系及其施肥推荐^①

马宏卫¹, 孔国顺¹, 张海林²

(¹ 南京市土壤肥料站, 南京 210036; ² Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078)

Abundant and Deficiency Indexes of Soil Phosphorous and Potassium and Corresponsive Fertilizer Recommendations in South Central States of U.S.A

MA Hong-wei¹, KONG Guo-shun¹, ZHANG Hai-lin²

(¹ Soil and Fertilizer Station, Nanjing 210036, China; ² Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078, U.S.A)

摘要: 对美国中南部有代表性的 7 个州(俄克拉荷马、阿肯色、德克萨斯、路易斯安那、堪萨斯、爱荷华、北卡罗来纳)的最新的土壤磷钾丰缺指标体系和主要作物的磷钾施肥推荐量进行了研究与整理, 旨在对我国的测土配方施肥工作有所启迪。

关键词: 美国中南部; 土壤磷钾丰缺指标; 施肥推荐

中图分类号: S147.2

在 N、P、K 三要素中, 通过测土进行 P、K 肥的推荐是比较成功的。因此, 土壤有效 P、K 的测试是美国各土壤测试实验室必测的项目。在土壤 P、K 的管理上, 美国和欧洲各国的观点基本一致, 都采用“Built up and Maintenance”策略, 其思路是基于 P、K 测试的养分平衡与培肥地力的结合, 即构建并维持一定的有效 P、K 水平以保持产量的稳定, 同时防止过高的土壤 P、K 累积而造成资源的浪费和对环境的危害。对于土壤有效 P、K 含量较高的田块, 采用少施(一般在苗期)或者不施的策略以适当降低土壤 P、K 的累积; 对于土壤有效 P、K 含量中等的田块, 采用补充收获物带走的 P、K 的量; 对于土壤有效 P、K 比较低的田块, 则采用施肥量大于作物带走量, 以满足作物生长和培肥地力的双重需要。美国将土壤有效 P、K 的测试值划分为“极低-低-中-高-很高”等 5 个等级, 每个等级推荐不同的土壤 P、K 肥量。本文对美国中南部有代表性的 7 个州(俄克拉荷马、阿肯色、德克萨斯、路易斯安那、堪萨斯、爱荷华、北卡罗来纳)的最新的土壤 P、K 丰缺指标体系和主要作物的 P、

K 施肥推荐量进行了研究与整理, 旨在对我国的测土配方施肥工作有所启迪。

1 美国的土壤磷钾丰缺指标体系

土壤有效 P 测定方法有: Bray 法、Mehlich1 法、Mehlich3 法、Olsen 法以及 Morgan 法、改进 Morgan 法、水浸提法等^[1]。不同的土壤有效 P 测定方法适合于不同土壤类型, 一般要求酸性土壤应用酸性浸提剂, 碱性或石灰性土壤应用碱性浸提剂(表 1)。

表 1 土壤 pH 值和相应的土壤有效 P 浸提方法

土壤类型	pH	浸提方法
酸性土	<6	Bray、Mehlich1、Mehlich3
微酸到微碱性土	6.0~7.2	Bray、Mehlich1、Mehlich3、Olsen
碱性土	>7.2	Olsen

(引自 Elrashidi, Soil Survey Laboratory, National Soil Survey Center, USDA)

土壤 K 的测试主要采用乙酸铵法和 Mehlich3 法, 另外还有 Mehlich1 法、水浸提法、CaCl₂ 浸提法、HCl

^①基金项目: 江苏省政府留学基金项目资助。

作者简介: 马宏卫(1966—), 男, 江苏丹阳人, 农业技术推广研究员, 硕士研究生, 主要从事土壤肥料技术的研究与推广。E-mail: mahw18@163.com

浸提法、NaHCO₃ 浸提法、Morgan 法和改进 Morgan 法等。

目前美国大多数的州立大学的土壤实验室都将 Mehlich3 法作为土壤有效 P、K 测试和微量元素测试的常规方法。Mehlich3 法因为可以同时浸提多种元素、可与 ICP 等定量方法联用并与传统常规测试方法有较好的相关性而受到人们越来越多的关注。表 2 表明, 美国中南部 7 个州的土壤有效 P、K 测定大多数是用 Mehlich3 法浸提的, 阿肯色、堪萨斯和爱荷华 3 个州

的土壤 P、K 丰缺指标随作物类型的不同而变化, 其中爱荷华州将小麦与苜蓿归为一类, 以区别于水稻、玉米、大豆等作物, 而阿肯色和堪萨斯州却是将小麦与水稻、玉米、大豆等作物归为一类的。表 2 还表明, 路易斯安那州的土壤 P 丰缺指标随土壤类型的不同而变化, 土壤 K 丰缺指标随土壤结构和土壤阳离子代换量 (CEC) 的不同而变化, 而俄克拉荷马、德克萨斯、北卡罗来纳这 3 个州的土壤 P、K 丰缺指标均没有区分作物类型和土壤类型^[2-7]。

表 2 美国中南部 7 个州的土壤 P、K 丰缺指标体系

地区	作物	P 丰缺指标 (mg/kg)					K 丰缺指标 (mg/kg)					测定方法
		极低	低	中	高	很高	极低	低	中	高	很高	
俄克拉荷马		0~5	6~10	11~20	21~32	>32	0~37	38~62	63~100	101~125	>125	M3-ICP
阿肯色	小麦等 ^①	0~15	16~25	26~35	36~50	>51	0~60	61~90	91~130	131~174	>175	M3-ICP
	草坪	0~15	16~25	26~35	36~50	>51	0~20	21~40	41~60	61~99	>100	M3-ICP
	蔬菜	0~20	21~30	31~40	41~75	>76	0~60	61~90	91~130	131~174	>175	M3-ICP
德克萨斯		0~5	6~10	11~20	21~40	>41	0~69	70~119	120~174	175~300	>301	改进 Morgan-ICP
堪萨斯	小麦等 ^②	0~10	10~15	15~20	>20		0~40	40~80	80~130	>130		P: Bray,
	紫花苜蓿	0~10	10~15	15~25	>25		0~80	80~120	120~150	>150		K: 乙酸铵法
爱荷华	所有作物 ^③	0~7	8~12	13~18	19~25	>26	0~80	81~120	121~160	161~190	>191	M3-COL
	小麦、苜蓿	0~15	16~20	21~25	26~30	>31						
北卡罗来纳		0~10	11~27	28~53	54~107	>108	0~17	18~43	44~87	88~174	>175	M3-ICP
地区		P 丰缺指标 (mg/kg)				K 丰缺指标 (mg/kg)				测定方法		
	土壤	极低	低	中	高	土壤质地	CEC ^④	极低	低	中	高	
路易斯安那	沿海平原土	0~5	6~20	21~40	>41	砂壤土	4	0~45	46~68	69~113	>114	M3-ICP
	泥炭土	0~5	6~17	18~35	>36	非常细的砂壤土	6	0~56	57~91	92~136	>137	M3-ICP
	阶地土壤	0~5	6~17	18~35	>36	粉壤土	8	0~68	69~113	114~159	>160	M3-ICP
						粉壤土	10	0~91	92~136	137~182	>183	M3-ICP
	沿海草原土	0~5	6~15	16~35	>36	非常细的砂壤土	8	0~68	69~113	114~159	>160	M3-ICP
						粉壤土	10	0~91	92~136	137~182	>183	M3-ICP
						黏壤土	15	0~113	114~182	183~227	>228	M3-ICP
	冲积土	0~20	21~30	31~60	>61	壤砂土	4	0~45	46~68	69~113	>114	M3-ICP
						非常细的砂壤土	8	0~68	69~113	114~159	>160	M3-ICP
						粉壤土	10	0~91	92~136	137~182	>183	M3-ICP
粉壤土						15	0~113	114~182	183~250	>250	M3-ICP	
					黏土	20	0~159	160~227	228~341	>342	M3-ICP	

注: ①表示包括小麦、水稻、玉米、大豆、棉花、牧草。②表示包括小麦、玉米、大豆。③指除小麦、苜蓿以外的所有作物。④CEC 单位为 me/100g。表中 M3 指 Mehlich3 法; COL 是指 colorimetric, 即比色法。

3 美国主要作物的磷钾施肥推荐

在实际的推广应用中, 美国各州农业推广试验室都是直接提供农民推荐施肥量, 农民拿到土壤测试值后可以直接使用^[2-7] (表 3)。

由表 3 可见, 美国的主要作物的 P、K 施肥推荐

是以较低的目标产量为依据的 (例如小麦的目标产量仅为 3 450 kg/hm²), 因而提出的 P、K 施肥推荐量与国内相比明显偏低。我们认为, 如果能针对高、中、低等不同的目标产量来提出 P、K 施肥推荐量将更加完善, 也能使农民应用起来更加方便。

当然, 土壤养分的丰缺指标体系和施肥量建议

都是针对某一作物体系作出的,因而结合本地的具体情况大量的背景研究,即相关的校验研究,建立适合本地区特点的不同作物的测土推荐施肥系

统是非常重要的工作,美国这方面的工作为国内制定土壤养分丰缺指标体系和施肥建议提供了很有益的参考。

表 3 美国中南部 7 个州的 P、K 施肥推荐

地区	作物	不同 P 丰缺指标下的 P 肥推荐 (kg/hm ²)					不同 K 丰缺指标下的 K 肥推荐(kg/hm ²)					目标产量 (kg/hm ²)
		极低	低	中	高	很高	极低	低	中	高	很高	
俄克拉荷马	小麦	89.70	67.20	44.85	22.35	0.00	67.20	56.10	44.85	22.35	0.00	3 450
	高粱	67.20	56.10	44.85	22.35	0.00	112.05	84.00	56.10	33.60	0.00	5 400
	玉米	89.70	67.20	44.85	22.35	0.00	134.55	89.70	67.20	44.85	0.00	6 900
	棉花	84.00	67.20	50.40	33.60	0.00	123.30	89.70	67.20	44.85	0.00	1 350
阿肯色	小麦	67.20	56.10	33.60	0.00	0.00	78.45	44.85	16.80	0.00	0.00	3 450
德克萨斯	棉花	104.25	75.15	47.10	0.00	0.00	134.55	100.80	78.45	56.10	0.00	1 500
路易斯安那	玉米	112.05	84.00	61.65	0.00	0.00	134.55	89.70	50.40	0.00	0.00	9 450
堪萨斯	玉米	67.20	33.60	16.80	0.00	0.00	95.25	61.65	22.35	0.00	0.00	8 850
	小麦	56.10	28.05	16.80	0.00	0.00	72.90	44.85	16.80	0.00	0.00	3 450
	大豆	67.20	33.60	16.80	0.00	0.00	84.00	56.10	20.10	0.00	0.00	3 450
	紫花苜蓿	89.70	56.10	25.80	0.00	0.00	95.25	44.85	16.80	0.00	0.00	15 000
爱荷华	玉米	112.05	84.00	61.65	0.00	0.00	134.55	89.70	50.40	0.00	0.00	9 450
	大豆	89.70	67.20	44.85	0.00	0.00	123.30	98.55	84.00	0.00	0.00	3 450
	小麦	67.20	56.10	33.60	0.00	0.00	78.45	44.85	16.80	0.00	0.00	3 450
	紫花苜蓿	123.30	89.70	67.20	0.00	0.00	313.80	268.95	224.10	0.00	0.00	12 750
北卡罗来纳	小麦	89.70	67.20	44.85	22.35	0.00	67.20	56.10	44.85	22.35	0.00	3 450

参考文献:

- [1] 张福锁. 测土配方施肥技术要览. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 13-22
- [2] Slaton NA, Wilson Jr CE, Norman RJ, Gbur Jr EE. Development of a critical Mehlich-3 soil zinc concentration for rice in Arkansas. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2002,33(15/18): 2 759-2 770
- [3] Slaton NA, Brye KR, Bacon RK. Correlation and calibration of Mehlich-3 phosphorus recommendations for winter wheat following rice in Arkansas. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2005, 36: 993-1 004
- [4] Iowa State University Extension. A General Guide for Crop Nutrient and Limestone Recommendations in Iowa. 2008. <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1688.pdf>. [2009-12-6]
- [5] Oklahoma State University Oklahoma Cooperative Extension Service. Oklahoma State University Soil Test Interpretations. 2009. <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-1490/PSS-2225web.pdf>. [2010-1-8]
- [6] Hanlon EA, Savoy HJ. Procedures Used by State Soil Testing Laboratories in the Southern Region of the United States. Southern Cooperative Series Bulletin. 2009. <http://virtual.clemson.edu/groups/agsrvlb/sera6/srbull409aug09versionupdatedISBNbull.pdf>. [2010-2-2]
- [7] Kansas State University Extension. Soil Test Interpretations and Fertilizer Recommendations. 2009. <http://www.ksre.ksu.edu/library/crpsl2/MF2586.pdf>. [2010-3-2]