

中国若干区域马铃薯土壤有效磷丰缺指标与适宜施磷量

孙洪仁^{1*}, 江丽华², 张吉萍³, 吕玉才³, 王应海⁴

[1. 中国农业大学草地研究所, 北京 100193; 2. 中国薯网·内蒙古金豆农业科技有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010020; 3. 凯风新农(北京)科技有限公司, 北京 100095; 4. 北京东方润泽生态科技股份有限公司, 北京 100086]

摘要: 对自 20 世纪 80 年代以来我国开展的马铃薯土壤有效磷丰缺指标与适宜施磷量研究进行了系统总结。结果表明, 30 年来我国马铃薯土壤有效磷丰缺指标出现了上升趋势, 适宜施磷量出现了下降趋势; 不同区域马铃薯土壤有效磷丰缺指标差异很大, 缺磷处理相对产量 90% 的土壤有效磷 (Olsen-P) 含量指标变动于 13 ~ 55 mg/kg 之间; 除内蒙古、福建和重庆外, 我国马铃薯土壤有效磷丰缺指标研究存在很多空白区域; 我国马铃薯土壤普遍缺磷, 有效磷丰缺级别集中于第 2 ~ 4 级, 缺磷处理相对产量大多介于 70% ~ 100% 之间; 土壤养分丰缺指标研究的试验点数不宜过少, 丰缺指标高端和低端采用外推数据需谨慎, 并应予以注明; 可以采用“养分平衡—地力差减法”确定不同有效磷丰缺级别土壤的马铃薯适宜施磷量; 适宜施磷量与土壤有效磷丰缺级别呈线性负相关, 与目标产量呈线性正相关, 与肥料当季利用率呈线性负相关; 当磷肥当季利用率为 20%、马铃薯目标产量 15 ~ 60 t/hm² 时, 土壤有效磷丰缺级别第 1 ~ 7 级的马铃薯适宜施磷 (P₂O₅) 量范围依次为 0 ~ 0、12 ~ 48、24 ~ 96、36 ~ 144、48 ~ 192、60 ~ 240 和 72 ~ 288 kg/hm²。

关键词: 马铃薯; 有效磷; 丰缺指标; 施肥量

中图分类号: S151.9⁺5; S532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6257(2018)03-0067-06

我国于 20 世纪 80 年代开始开展马铃薯土壤有效磷丰缺指标与适宜施磷量研究^[1]。30 年来, 许多研究文献见诸学术刊物^[1-14]。因缺乏系统总结之故, 学者们至今依然为许多问题所困扰。如 30 年来马铃薯土壤有效磷丰缺指标与适宜施磷量是否已经发生明显变化; 不同区域的马铃薯土壤有效磷丰缺指标差异有多大; 哪些地区的马铃薯土壤有效磷丰缺指标已经建立起来, 研究空白区域是否存在; 我国马铃薯土壤有效磷丰缺级别分布状况如何; 学者们采用的丰缺指标分级方案各不相同, 如何进行比较; 不同丰缺级别马铃薯土壤的适宜施磷量范围等。本研究系统总结了我国 30 年来的马铃薯土壤有效磷丰缺指标与适宜施磷量研究, 拟对上述问题予以探讨。

1 材料与方法

1.1 土壤养分丰缺指标

利用数据库资源, 搜集我国马铃薯土壤有效磷丰缺指标研究文献, 从中提取土壤有效磷含量与缺磷处理相对产量回归方程, 以及有效磷含量和缺磷处理相对产量的范围。

选取如下土壤养分丰缺分级方案^[15]: 第 1 ~ 7 级的缺素处理相对产量范围依次为 $\geq 100\%$ 、90% ~ 100%、80% ~ 90%、70% ~ 80%、60% ~ 70%、50% ~ 60% 和 $< 50\%$ 。

将土壤养分丰缺分级方案中各个级别的缺素处理相对产量的起讫点数值 100%、90%、80%、70%、60% 和 50%, 分别代入土壤有效磷含量与缺磷处理相对产量回归方程, 计算土壤有效磷含量, 所得数值即为相应级别土壤有效磷丰缺指标的起讫点。对于超出土壤有效磷含量和缺磷处理相对产量试验范围的外推数据, 高端和低端分别允许保留 1 个。

收稿日期: 2017-08-10; **最后修订日期:** 2017-11-13

基金项目: 国家现代农业产业技术体系建设项目 (CARS-35)。

作者简介: 孙洪仁 (1965-), 男, 吉林怀德人, 硕士, 副教授, 研究方向为牧草与作物水肥管理。E-mail: sunhongren@cau.edu.cn。同时为通讯作者。

1.2 适宜施磷量

采用“养分平衡—地力差减法”确定适宜施肥量的新应用公式^[16] [式 (1)] 和“土壤养分丰缺指标法”不同丰缺级别土壤适宜施肥量检索表^[17]，确定不同丰缺级别土壤的适宜施磷量。

$$F = A \times (1 - R) \div E \quad (1)$$

式 (1) 中 F 为“适宜施用养分量”， A 为“目标产量作物移出养分量”， R 为“缺素处理相对产量”， E 为“养分当季利用率”。

选取各个丰缺级别的缺磷处理相对产量下限作为该级别的缺磷处理相对产量，第 1~7 级依次确定为 100%、90%、80%、70%、60%、50% 和 40%。

全国各地马铃薯目标产量差异很大，雨养农田低者不到 15 t/hm²，而灌溉农田高者可达 60 t/hm² 以上。根据生产实践需要，确定 7 个具体目标产量，

分别为 15、22.5、30、37.5、45、52.5 和 60 t/hm²。单位经济产量马铃薯移出磷量 (P₂O₅) 存在差异，通常介于 1.2~2.0 kg/t 之间，本研究确定为 1.6 kg/t^[4,18-21]。7 个具体目标产量马铃薯移出磷量 (P₂O₅) 依次确定为 24、36、48、60、72、84 和 96 kg/hm²。

我国马铃薯磷肥当季利用率差异较大，采用“少量多次”施肥模式者高达 30% 以上，而采用“一炮轰”施肥模式 (全部肥料一次性基施) 者低至 10% 以下。本研究设置 3 个磷肥当季利用率，分别为 10%、20% 和 30%。

2 结果与分析

2.1 土壤有效磷含量与缺磷处理相对产量回归方程

如表 1 所示，搜集提取出中国若干区域马铃薯土壤有效磷 (Olsen-P) 含量与缺磷处理相对产量回归方程 14 个。

表 1 中国若干区域马铃薯土壤有效磷含量与缺磷处理相对产量回归方程

区域	回归方程	决定系数 (或 F 值)	样本数量	有效磷 (Olsen-P, mg/kg)	相对产量 (%)	文献
呼和浩特□△	$y = 102 \exp(-1.36/x)$	0.808 **	20	5~43	73~107	[1]
阴山南麓	$y = 18.37 \ln x + 35.88$	0.394 **	96			[2]
阴山北麓	$y = 16.58 \ln x + 39.73$	0.423 5 **	198			[3]
内蒙古固阳△	$y = 13.2 \ln x + 51.088$	0.363 **	30			[4]
内蒙古固阳	$y = 15.189 \ln x + 51.53$	0.551 **	24			[5]
内蒙古四子王旗	$y = 29.9 \ln x + 8.72$	0.740 2 **	14	4~17	50~100	[6]
甘肃山丹△	$y = 16.41 \ln x + 32.015$	0.931 7 **	14	6~47		[7]
甘肃庄浪	$y = 23.446 \ln x + 8.117 9$	0.878 1 **	27	6~44	50~98	[8]
陕西商洛	$y = 19.269 \ln x + 25.17$	0.720 7 **	76	12~42	70~100	[9]
陕西安康	$y = 6.096 9 \ln x + 69.188$	0.471 1 **	25		75~103	[10]
重庆	$y = 26.071 \ln x + 12.213$	0.447 6 **	21	6~24	45~95	[11]
福建◇	$y = 0.929 4 - 0.367 5 \times 0.954 9^x$	70.3 ** ☆	91	5~175	45~98	[12]
福建古田◇	$y = 9.726 6 \ln x + 57.021$	0.805 1 **	10	13~51	80~95	[13]
福建南安◇	$y = 24.836 7 \ln x + 1.292 5$	33.76 ** ☆	28	11~63	40~105	[14]

注：□表示 20 世纪 80 年代研究结果，△表示灌溉农田，◇表示冬种，☆表示 F 值。下同。

采用自然对数模型的回归方程 12 个，采用指数模型者 2 个。样本数量 (试验点数) 10~14、15~20、21~30、31~70、71~100 和 101~200 个的研究数量依次为 3、1、6、0、3 和 1 个。14 个回归方程显著水平皆为极显著 ($P < 0.01$)。决定系数 ≥ 0.5 、 < 0.5 和未注明的回归方程数量分别为 7、5 和 2 个。

有效磷含量下限 4~6、7~10、11~13 mg/kg

和未注明的研究数量依次为 6、0、3 和 5 个；上限 15~25、26~40、41~50、51~60、61~70、71~180 mg/kg 和未注明者依次为 2、0、4、1、1、1 和 5 个。

缺磷处理相对产量下限 40%~49%、50%~59%、60%~69%、70%~79%、80%~89% 和未注明的研究数量依次为 2、2、0、3、1 和 5 个；上限 90%~99%、 $\geq 100%$ 和未注明者分别为 4、5 和

5 个。

内蒙古、福建和重庆的马铃薯土壤有效磷含量与缺磷处理相对产量回归方程研究较为系统，陕西和甘肃两省开展了一些市域和县域研究，其它地区皆为空白。

2.2 土壤有效磷丰缺指标

如表 2 所示，建立中国若干区域马铃薯土壤有

效磷 (Olsen - P) 丰缺指标 14 套。注明土壤有效磷含量或缺磷处理相对产量的 10 项研究皆含外推数据，其中两端皆含有者 7 套，仅一端含有者 3 套；低端不含者 2 套，高端不含者 1 套。不用外推数据，分级数量 2、3、4、5 和 6 个者分别为 1、3、1、2 和 3 套，第 1 ~ 7 级划出比例依次为 10%、100%、100%、90%、60%、50% 和 20%。

表 2 中国若干区域马铃薯土壤有效磷丰缺指标

(mg/kg)

区域	级别						
	7	6	5	4	3	2	1
	相对产量 (%)						
	<50	50 ~ 60	60 ~ 70	70 ~ 80	80 ~ 90	90 ~ 100	≥100
呼和浩特□△			< <u>4</u>	<u>4</u> ~ 6	6 ~ 11	11 ~ <u>69</u>	> <u>69</u>
阴山南麓	<2.5	2.5 ~ 4	4 ~ 7	7 ~ 11	11 ~ 19	19 ~ 33	>33
阴山北麓	<2	2 ~ 4	4 ~ 7	7 ~ 12	12 ~ 21	21 ~ 38	>38
内蒙古固阳△	<1	1 ~ 2	2 ~ 5	5 ~ 9	9 ~ 20	20 ~ 41	>41
内蒙古固阳	<1	1 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 7	7 ~ 13	13 ~ 25	>25
内蒙古四子王旗	<4	4 ~ 6	6 ~ 8	8 ~ 11	11 ~ 16	16 ~ <u>22</u>	> <u>22</u>
甘肃山丹△	< <u>3</u>	<u>3</u> ~ 6	6 ~ 11	11 ~ 19	19 ~ 35	35 ~ <u>63</u>	> <u>63</u>
甘肃庄浪	<6	6 ~ 10	10 ~ 14	14 ~ 22	22 ~ 33	33 ~ <u>51</u>	> <u>51</u>
陕西商洛			< <u>11</u>	<u>11</u> ~ 18	18 ~ 29	29 ~ <u>49</u>	> <u>49</u>
陕西安康			< <u>2</u>	<u>2</u> ~ 6	6 ~ 31	31 ~ <u>157</u>	> <u>157</u>
重庆	< <u>5</u>	<u>5</u> ~ 7	7 ~ 10	10 ~ 14	14 ~ 20	20 ~ <u>29</u>	> <u>29</u>
福建◇		< <u>3</u>	<u>3</u> ~ 11	11 ~ 23	23 ~ 55	>55	
福建古田◇				< <u>11</u>	<u>11</u> ~ 30	30 ~ <u>83</u>	> <u>83</u>
福建南安◇	< <u>8</u>	<u>8</u> ~ 11	11 ~ 16	16 ~ 24	24 ~ 36	36 ~ 54	>54

注：带下划线者为外推数据。

采用外推数据，第 1 级有效磷含量下限 21 ~ 30、31 ~ 40、41 ~ 50、51 ~ 60 和 61 ~ 160 mg/kg 的丰缺指标数量分别为 3、2、2、2 和 5 个，第 7 级有效磷含量上限 0 ~ 1、2 ~ 3、4 ~ 6 和 7 ~ 8 mg/kg 者分别为 5、4、4 和 1 个。

福建冬种马铃薯土壤有效磷丰缺指标最高，内蒙古和重庆低于其它地区。内蒙古固阳雨养农田土壤有效磷丰缺指标低于灌溉农田。20 世纪 80 年代呼和浩特灌溉农田的土壤有效磷丰缺指标最低。

2.3 不同丰缺级别土壤适宜施磷量

马铃薯适宜施磷量与土壤有效磷丰缺级别呈线性负相关 (表 3)。以第 2 级之适宜施磷量为基数，每降低 1 个级别，适宜施磷量提高 1 倍，第 3 ~ 7 级的适宜施磷量依次是第 2 级的 2 ~ 6 倍。目标产

量与马铃薯适宜施磷量呈线性正相关。磷肥当季利用率与马铃薯适宜施磷量呈线性负相关。

土壤有效磷丰缺级别第 1 级的适宜施磷量最低，为 0。磷肥当季利用率 10%、目标产量 60 t/hm²、土壤有效磷丰缺级别第 7 级的马铃薯适宜施磷量最高 (≥576 kg/hm²)。

磷肥当季利用率 20%、目标产量 15 ~ 60 t/hm² 时，土壤有效磷丰缺级别第 1 ~ 7 级的马铃薯适宜施磷量范围依次为 0 ~ 0、12 ~ 48、24 ~ 96、36 ~ 144、48 ~ 192、60 ~ 240 和 ≥72 ~ 288 kg/hm²。

磷肥当季利用率 10% 时，土壤磷素收支平衡点 (磷素施入量等于磷素移出量) 为土壤有效磷丰缺级别的第 2 级；磷肥当季利用率 20% 和 30% 时，土壤磷素收支平衡点依次为第 3 和 4 级。

表3 中国马铃薯不同丰缺级别土壤适宜施磷量

目标 产量 (t/hm ²)	磷肥当季 利用率 (%)	级别						
		7	6	5	4	3	2	1
		相对产量 (%)						
		<50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100	≥100
适宜施磷量 (P ₂ O ₅ , kg/hm ²)								
15	30	≥48	40	32	24	16	8	0
	20	≥72	60	48	36	24	12	0
	10	≥144	120	96	72	48	24	0
22.5	30	≥72	60	48	36	24	12	0
	20	≥108	90	72	54	36	18	0
	10	≥216	180	144	108	72	36	0
30	30	≥96	80	64	48	32	16	0
	20	≥144	120	96	72	48	24	0
	10	≥288	240	192	144	96	48	0
37.5	30	≥120	100	80	60	40	20	0
	20	≥180	150	120	90	60	30	0
	10	≥360	300	240	180	120	60	0
45	30	≥144	120	96	72	48	24	0
	20	≥216	180	144	108	72	36	0
	10	≥432	360	288	216	144	72	0
52.5	30	≥168	140	112	84	56	28	0
	20	≥252	210	168	126	84	42	0
	10	≥504	420	336	252	168	84	0
60	30	≥192	160	128	96	64	32	0
	20	≥288	240	192	144	96	48	0
	10	≥576	480	384	288	192	96	0

3 讨论与结论

3.1 中国马铃薯土壤有效磷丰缺指标的区域差异、历史变化与空白区域

本研究表明,不同区域马铃薯土壤有效磷丰缺指标差异很大。以缺磷处理相对产量90%的土壤有效磷含量指标为例,低者不足15 mg/kg,高者超过35 mg/kg。而福建省冬种马铃薯相应指标高达55 mg/kg,尚需验证。

区域差异的成因可能有以下几项,一是土壤类型不同,供肥特点存在差异。二是马铃薯单产水平不同,养分需求强度存在差异。三是土壤水分状况不同,生产季节温度不同,皆既能造成土壤供肥能力差异,又会通过影响马铃薯单产水平导致养分需求强度发生变化。

20世纪80年代的马铃薯土壤有效磷丰缺指标

最低。据此初步推断,自20世纪80年代至今,30年来我国马铃薯土壤有效磷丰缺指标出现了上升趋势。这可能是马铃薯单产水平明显提高,进而对土壤养分浓度需求增加所致。

本研究亦表明,除内蒙古、福建和重庆外,我国马铃薯土壤有效磷丰缺指标研究存在很多空白区域,如东北平原、黄淮海平原、长江中下游平原、云贵高原、青藏高原,以及西北荒漠绿洲、黄土高原和四川盆地的主体区域等。

3.2 中国马铃薯土壤有效磷丰缺级别的分布

本研究表明,在注明土壤有效磷含量或缺磷处理相对产量的10项研究中,不用外推数据,第1和7级划出比例极低(分别为10%和20%),第5和6级不高(50%~60%),第2~4级很高(90%~100%)。由此可见,我国马铃薯缺磷处理相对产量大多介于70%~100%之间;马铃薯土壤有效磷丰缺

级别集中在第2~4级,马铃薯土壤普遍缺磷。

3.3 土壤养分丰缺指标研究中试验点数的要求和外推数据的采用

学者们一致认为,土壤养分丰缺指标研究试验点数需要20个以上^[22-24]。若每个级别要求3个以上试验点,则5~7个级别至少需要15~21个试验点。本研究搜集提取出的14个回归方程中,3个试验点数<15个,比例为21%。

外推数据能否采用,学者观点并不一致。本研究在丰缺级别的高端和低端分别允许保留1个外推数据,结果总体上可以采信。但最高级别有效磷含量出现1套大于83 mg/kg者则明显偏高,而陕西安康大于157 mg/kg则更加难以置信。由此看来,外推数据还是可以谨慎采用的,但应予以注明。

3.4 中国马铃薯土壤有效磷丰缺指标研究的总体评价

我国马铃薯土壤有效磷丰缺指标研究存在问题较多,一是研究数量严重不足,二是存在很多研究空白区域,三是部分研究试验点数偏少,四是个别研究结果尚值得商榷,五是分级方案不统一。但现有研究结果总体上较为可靠,不仅可为相应区域的马铃薯测土施肥提供有效依据,而且对自然条件相似区域的马铃薯生产亦具有一定的参考价值。

3.5 中国马铃薯适宜施磷量及其历史变化

张福锁等^[19]针对北方马铃薯目标产量22.5~37.5 t/hm²的推荐施磷量为36~112.5 kg/hm²。本研究涉及21世纪初文献^[2-14]的研究表明,全国各地目标产量15~45 t/hm²马铃薯的推荐施磷量为0~165 kg/hm²。本研究相应目标产量的马铃薯适宜施磷量与上述推荐较为接近。

20世纪80年代,高炳德^[1]对内蒙古呼和浩特平原灌溉农田马铃薯给出的推荐施磷量理论和实践上限分别为634.5和231 kg/hm²。21世纪初,学者们对全国各地马铃薯给出的推荐施磷量上限^[2-14]皆较其为低,平均115.5 kg/hm²。据此推断,自20世纪80年代至今,30年来我国马铃薯适宜施磷量出现了下降趋势。这可能是多年来马铃薯农田的磷素施入量远大于移出量,导致土壤有效磷含量提高,丰缺级别提升所致。

3.6 适宜施肥量影响因子及土壤养分收支平衡点

孙洪仁等^[17]的研究表明,适宜施肥量与土壤养分丰缺级别呈线性负相关,与目标产量呈线性正

相关,与肥料当季利用率呈线性负相关。本研究结果与其一致。

本研究表明,土壤有效磷丰缺级别第2、3和4级分别为磷肥当季利用率10%、20%和30%情形下的土壤磷素收支平衡点,与孙洪仁等^[17]的研究结果一致。

参考文献:

- [1] 高炳德. 马铃薯施用磷肥技术研究 [J]. 马铃薯杂志, 1987, 1 (3): 17-23.
- [2] 郑海春, 郜翻身, 张子义, 等. 阴山南麓旱作马铃薯的施肥指标 [J]. 中国马铃薯, 2010, 24 (3): 169-172.
- [3] 张子义, 郑海春, 郜翻身, 等. 内蒙古阴山北麓旱作马铃薯土壤氮、磷、钾丰缺指标研究 [J]. 华北农学报, 2011, 26 (3): 177-180.
- [4] 任瑞丽, 赵宏儒, 张建玲, 等. 包头市固阳县水地马铃薯测土配方施肥田间肥效试验 [J]. 内蒙古农业科技, 2010 (4): 63-66.
- [5] 张建玲, 赵宏儒, 马丽萍, 等. 固阳县旱地马铃薯测土配方施肥田间肥效试验 [J]. 内蒙古农业科技, 2011, (1): 75-77, 118.
- [6] 王丽, 贾明英. 旱地覆膜马铃薯“3414”施肥试验 [J]. 现代农业科技, 2009, (7): 147-149.
- [7] 鲁天文, 刘祁峰, 张卫峰, 等. 垄膜沟灌马铃薯测土施肥指标体系—以甘肃省张掖市山丹县为例 [J]. 水土保持学报, 2015, 35 (1): 291-296.
- [8] 贾首锋. 庄浪县马铃薯黄绵土测土配方施肥指标研究 [J]. 甘肃农业科技, 2011, (8): 30-34.
- [9] 李拴曹, 李存玲. 商洛市马铃薯施肥指标体系建立与应用 [J]. 安徽农学通报, 2014, 20 (18): 78-82.
- [10] 田越, 李勇. 陕南三县马铃薯“3414”肥料效应及土壤养分丰缺指标研究 [J]. 陕西农业科学, 2014, 60 (1): 15-17.
- [11] 李红梅, 熊正辉, 李伟, 等. 重庆市马铃薯测土配方施肥指标体系构建 [J]. 南方农业, 2013, 7 (26): 119-122, 131.
- [12] 章明清, 姚宝全, 李娟, 等. 福建冬种马铃薯氮磷钾施肥指标研究 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (9): 982-988.
- [13] 林万树, 黄功标, 曹榕斌, 等. 古田马铃薯氮磷钾肥料效应及其施肥指标体系的研究 [J]. 热带作物学报, 2015, 36 (5): 865-871.
- [14] 洪彩誌, 戴树荣. 南安市马铃薯测土配方施肥指标的研究 [J]. 江西农业学报, 2010, 22 (9): 79-83.
- [15] 孙洪仁, 曹影, 刘琳, 等. 测土施肥土壤有效养分丰缺分级改良方案 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014, (10上): 1-5.
- [16] 孙洪仁, 曹影, 刘琳, 等. “养分平衡—地力差减法”确定适宜施肥量的新应用公式 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014, (4上): 1-4.
- [17] 孙洪仁, 曹影, 刘琳, 等. 测土施肥不同丰缺级别土壤的适宜施肥量 [J]. 黑龙江畜牧兽医, 2014, (12上): 7-11.

- [18] 高祥照, 马常宝, 杜森. 测土配方施肥技术 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005. 132.
- [19] 张福锁, 陈新平, 陈清. 中国主要作物施肥指南 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009. 6-27.
- [20] 高聚林, 刘克礼, 盛晋华, 等. 旱作马铃薯磷素的吸收、积累和分配规律 [J]. 中国马铃薯, 2003, 17 (6): 326-330.
- [21] 段玉, 妥德宝, 赵沛义, 等. 马铃薯施肥肥效及养分利用率的研究 [J]. 中国马铃薯, 2008, 22 (4): 197-200.
- [22] 金耀青, 张中原. 配方施肥方法及其应用 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1993. 43-49.
- [23] 谭金芳, 张自立, 邱慧珍, 等. 作物施肥原理与技术 (第2版) [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2011. 55-61.
- [24] 张福锁, 江荣风, 陈新平, 等. 测土配方施肥技术 [M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2011. 77-91.

The abundance-deficiency index of soil available P and appropriate phosphorus application rates for potato in several regions of China

SUN Hong-ren^{1*}, GANG Li-hua², ZHANG Ji-ping³, LÜ Yu-cai³, WANG Ying-hai⁴ (1. Institute of Grassland Science, China Agricultural University, Beijing 100193; 2. China Potato Net · Inner Mongolia Jindou Agriculture Technology Co. Ltd., Huhhot Inner Mongolia 010020; 3. Beijing Cofine Sci. & Tech Co. Ltd., Beijing 100095; 4. Beijing Insentek Technology Co. Ltd., Beijing 100086)

Abstract: In this paper, researches on abundance-deficiency index (ADI) of soil available P for potato (SAPFP) and appropriate phosphorus fertilizer application rate (APFAR) conducted in China since the 1980s were systematically summarized. The results showed that the ADI of SAPFP in China had appeared rising trend in 30 years, and APFAR had a down trend at the same time. There were considerable differences in their ADI of SAPFP in different regions, and the ADI of soil available P (Olsen-P) for potato for 90% relative yield (RY) of the complete nutrients treatment except phosphorus (TCNTEP) changed from 13 to 55 mg/kg. Except Inner Mongolia, Fujian and Chongqing, researches on ADI of SAPFP in China had many blank regions. Soil available P deficiency for potato in China were common, and the abundance-deficiency levels of SAPFP focused on level 2~4, and most RYs of TCNTEP were between 70%~100%. For research on ADI of soil nutrient, the number of trial sites should not be too little, and using extrapolating data for the high-end and low-end of ADI should be careful and indicated. The APFAR for different abundance-deficiency levels of SAPFP could be determined with methods of nutrient balance and dissimilar subtraction of soil fertility. APFAR and the abundance-deficiency level of SAPFP were linear negative correlation. APFAR and the yield goal were linear positive correlation. APFAR and the phosphorus fertilizer use efficiency in current season (PFUEICS) were linear negative correlation. When the PFUEICS of 20% and the target yield of 15~60 t/hm², the APFAR for the SAPFP abundance-deficiency level 1~7 from high to low were 0~0, 12~48, 24~96, 36~144, 48~192, 60~240 and 72~288 kg/hm², respectively.

Key words: potato; available P; abundance-deficiency index; fertilizer application rate