

湖北省莲藕钾肥合理用量与运筹方式研究^①

刘冬碧¹, 张富林¹, 张过师², 段小丽¹, 余延丰¹, 吴茂前¹, 熊桂云^{1*}

(1 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 武汉 430064; 2 中国科学院武汉植物园, 武汉 430074)

摘要:采用田间小区试验研究了莲藕钾肥合理用量与运筹方式, 结果表明: 用线性+平台模型确定莲藕 K₂O 临界用量为 232 ~ 422 kg/hm²; 根据湖北莲藕生产和施肥现状, 以及藕田土壤钾素含量状况, 提出湖北莲藕钾肥(K₂O)合理用量为 225 ~ 300 kg/hm²; 钾肥运筹可采用“70% 基肥 + 30% 坐藕肥”和“50% 基肥 + 20% 立叶肥 + 30% 坐藕肥”2 种分配方式, 前者适用于土壤质地比较黏重的藕田, 后者适用于土壤质地比较轻的藕田。

关键词: 莲藕; 钾肥; 用量; 运筹方式

中图分类号: S147.5

钾在作物生理生化过程中有着特殊功能, 一直被誉为“品质元素”和对作物健康影响最大的元素^[1-2]。钾素不仅是作物“肥料三要素”之一, 而且对农田生态系统养分的迁移与转化有重要影响。从全国范围来看, 我国耕地土壤氮、磷养分盈余, 钾素亏缺严重^[3]; 中国南方地区大约有 2/3 的水稻土和 1/2 的旱地土壤缺钾, 长江以南地区缺钾面积约占全国缺钾面积的 80%^[4]。以地下膨大根状茎为收获物的藕莲(习惯上仍称为莲藕)是我国种植面积最大、产量最高的水生蔬菜, 湖北省是全国莲藕生产第一大省^[5]。研究证实, 影响湖北莲藕产量的土壤养分限制因子主要为氮、钾、磷和锌^[6], 但

关于莲藕肥料用量与运筹方式研究的报道较少。本研究通过田间小区试验探讨莲藕钾肥的合理用量和运筹方式, 为莲藕生产中科学、高效施钾提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤与莲藕品种

本研究所有田间试验均安排在武汉市洪山区南湖试验农场, 供试土壤为长江冲积物母质发育的潮土性水稻土, 用常规方法^[7]分析其属性和养分状况(表 1)。试验莲藕为早中熟品种鄂莲五号, 由武汉市东西湖区柏泉农场提供。

表 1 供试土壤属性和养分状况
Table 1 Properties and available nutrients of soils tested

年份	试验名称	土层 (cm)	pH	质地	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	有效硼 (mg/kg)	有效锌 (mg/kg)
2003	钾肥用量试验 1	0 ~ 30	7.1	重壤	30.7	165.0	11.2	127.0	0.33	0.85
2007	钾肥运筹方式试验	0 ~ 20	6.7	重壤	36.8	131.1	9.58	137.5	0.45	1.35
2007	钾肥运筹方式试验	20 ~ 40	6.9	重壤	33.6	59.6	3.98	100.0	0.39	1.17
2008	钾肥用量试验 2	0 ~ 20	6.4	重壤	33.3	115.5	31.7	152.5	0.41	1.88
2008	钾肥用量试验 2	20 ~ 40	7.5	重壤	28.5	96.0	23.1	122.5	0.31	1.68
2009	钾肥用量试验 3: 高钾土壤	0 ~ 20	6.2	重壤	33.7	145.9	31.3	227.9	0.45	1.75
2009	钾肥用量试验 3: 高钾土壤	20 ~ 40	7.5	重壤	29.4	113.3	19.6	208.3	0.38	1.64
2009	钾肥用量试验 4: 低钾土壤	0 ~ 20	6.6	重壤	31.6	122.2	18.6	115.5	0.49	1.71
2009	钾肥用量试验 4: 低钾土壤	20 ~ 40	7.4	重壤	27.9	102.8	13.6	106.7	0.41	1.61

①基金项目: 国家科技支撑计划课题项目(2012BAD27B02)、湖北省农业科技创新项目(2011-620-003-03-05)和国际植物营养研究所项目(IPNI-HB-24)资助。

* 通讯作者(xionggy@sina.com)

作者简介: 刘冬碧(1971—), 女, 湖北恩施人, 硕士, 副研究员, 主要从事作物营养与施肥技术研究。E-mail: dbliu@ipni.ac.cn

1.2 试验设计

1.2.1 莲藕钾肥用量试验 共开展了 4 个钾肥用量试验, 每个试验设 5 个处理, 其中 2003 年 1 个试验, 在施 300 kg/hm² N 和 120 kg/hm² P₂O₅ 基础上, 钾肥用量为: ①K0(即 0 kg/hm², 以下类同), ②K90, ③K180, ④K270, ⑤K360; 2008—2009 年 3 个试验, 在施 360 kg/hm² N、120 kg/hm² P₂O₅ 和 22.5 kg/hm² ZnSO₄·H₂O 的基础上, 处理均为: ①K0, ②K180, ③K360, ④K450, ⑤K540。

1.2.2 莲藕钾肥运筹方式试验 钾肥运筹方式设置 1 个试验, 在施 450 kg/hm² N、150 kg/hm² P₂O₅ 和 22.5 kg/hm² ZnSO₄·H₂O 基础上, 6 个处理为: ①K0, ②K450(10-0-0), ③K450(7-0-3), ④K450(3-0-7), ⑤K450(5-2-3), ⑥K450(0-4-6), 括号内数字分别代表钾肥基肥(4 月中旬)、第一次(6 月上旬)和第二次(6 月下旬)追肥的比例。

试验氮肥品种用尿素(N 460 g/kg), 2003 年和 2007 年试验氮肥运筹采用“6-2-2”的方式, 2008—2009 年采用“4-2-4”的分配方式; 磷肥用过磷酸钙(P₂O₅ 120 g/kg), 100% 基施; 钾肥用氯化钾(K₂O 600 g/kg), 用量试验均采用“7-0-3”的分配方式; 锌肥在移栽后一周内分小区化水施入。施肥前关注天气变化情况, 浅水或湿润施肥, 2 天后再灌水, 避免施肥后 3~5 天内天下大雨。

试验每小区 30 m², 钾肥用量试验每处理重复 3 次, 钾肥运筹方式试验重复 4 次, 随机区组排列, 种植密度为 5 000 kg/hm², 各小区之间作田埂并用厚塑料布隔离, 防止串水串肥串藕。及时“转藕”、灌水和防治病虫害。在当年 4 月中旬移栽, 11 月至 12 月收获记录莲藕实产(鲜重), 并进行经济效益分析; 收获的同时, 在每小区采取代表性藕 6~8 支, 制备分析样品, 用常规方法^[7]分析其全钾(K)含量, 计算莲藕(收获物)吸收并从藕田移出的钾素总量。

1.3 参数计算与数据分析

1.3.1 参数计算 参考张福锁等^[8]和邹娟等^[9]的方法, 用以下参数来表征钾肥的利用效率:

钾肥偏生产力(partial factor productivity from applied K, PFP_K)(kg/kg)=施钾区产量/施 K₂O 量;

钾肥农学效率(agronomic efficiency of applied K, AE_K)(kg/kg)=(施钾区产量-无钾区产量)/施 K₂O 量;

钾肥表观利用率(apparent recovery efficiency of applied K, ARE_K)(%)=(施钾区作物吸钾量-无钾区作物吸钾量)/施 K₂O 量×100;

钾肥贡献率(fertilizer contribution rate of applied K, FCR_K)(%)=(施钾区产量-无钾区产量)/施钾区产

量×100。

1.3.2 莲藕推荐施钾量模型选择 运用 SAS8.1 软件进行线性+平台模型函数式(L+P)拟合钾肥用量与莲藕产量之间的关系 $y = b_0 + b_1x (x < c), y = y_p (x \geq c)$, 式中 y 为莲藕产量(kg/hm²), x 为钾肥用量(kg/hm²), b_0 为基础产量(不施钾肥时产量), b_1 为线性系数, c 为钾肥用量临界值(由直线和平台的交点求得), y_p 为平台产量。

1.3.3 数据统计分析 试验数据采用 DPS 软件的单因素 LSD 检验法进行统计分析。用 Microsoft Excel 2007 进行其他数据的处理和计算。

2 结果与讨论

2.1 莲藕钾肥合理用量研究

2.1.1 钾肥用量对莲藕产量和钾素利用效率的影响 从表 2 中结果可见: 在 2003、2008 和 2009 年度低钾田试验中, K₂O 用量在 360 kg/hm² 以内时, 莲藕产量随钾肥用量增加而显著增加, 超过 360 kg/hm² 莲藕产量趋于平稳; K₂O 用量在 360 kg/hm² 时, 莲藕产量比不施钾处理增产 4 370~10 005 kg/hm², 增产幅度 19.7%~44.1%, 净增收 4 956~13 690 元/hm², 钾肥产投比 2.73~7.53, 钾肥偏生产力和农学效率分别为 73.7~90.8 kg/kg 和 12.1~27.8 kg/kg, 当季表观利用率和产量贡献率分别为 6.24%—12.0%和 16.5%—30.6%。在 2009 年度高钾田试验中, K₂O 用量在 180 kg/hm² 以内时, 莲藕产量随钾肥用量而显著增加, 超过 180 kg/hm² 产量趋于平稳; K₂O 用量在 180 kg/hm² 时, 莲藕产量比不施钾处理增产 4 685 kg/hm², 增产幅度为 19.7%, 净增收 6 352 元/hm², 钾肥产投比 6.99, 钾肥的偏生产力和农学效率分别为 158.3 kg/kg 和 26.0 kg/kg, 钾肥当季表观利用率和产量贡献率分别为 17.2% 和 16.4%。

钾肥用量对莲藕产量及钾肥经济效益的影响符合报酬递减律。在肥料经济学研究中通常认为, 只有当肥料产投比 VCR 值大于 2.0 时, 施用化肥才有意义^[10]。根据这个原则和钾肥在莲藕上的产量效应, 并结合试验土壤分析结果, 可以初步认为, 当土壤速效钾含量较低时(100~150 mg/kg), 钾肥用量在 360 kg/hm² 左右比较合适; 当土壤速效钾含量相对较高时(200~250 mg/kg), 钾肥用量在 180 kg/hm² 左右比较合适。

表 1 和表 2 中结果还表明, 当土壤速效钾含量较低时(100~150 mg/kg), 莲藕钾吸收量随钾肥用量而增加, 并逐渐趋于稳定; 当土壤速效钾含量较高时(200 mg/kg 以上), 莲藕钾吸收量随钾肥用量而增加,

表 2 钾肥用量对莲藕产量和钾素利用效率的影响
Table 2 Effect of potash application rate on yield and potassium use efficiency of rhizome lotus

年份	处理	产量 (kg/hm ²)	钾增产 (kg/hm ²)	钾增幅 (%)	钾净增收 (元/hm ²)	钾产 投比	PFP _K (kg/kg)	AE _K (kg/kg)	纯 K 吸收量 (kg/hm ²)	ARE _K (%)	FCR _K (%)
2003	①K0	22 678 e	—	—	—	—	—	—	96.2	—	—
	②K90	24 790 d	2 112	9.3	2 819	6.20	275.4	23.5	100.8	6.17	8.52
	③K180	27 792 c	5 114	22.5	7 017	7.72	154.4	28.4	116.5	13.5	18.4
	④K270	30 571 b	7 893	34.8	10 870	7.97	113.2	29.2	118.3	9.81	25.8
	⑤K360	32 683 a	10 005	44.1	13 690	7.53	90.8	27.8	120.8	8.19	30.6
2008	①K0	22 176 b	—	—	—	—	—	—	83.9	—	—
	②K180	23 649 b	1 473	6.6	1 374	1.51	131.4	8.2	93.5	6.39	6.23
	③K360	26 546 a	4 370	19.7	4 956	2.73	73.7	12.1	102.6	6.24	16.5
	④K450	27 019 a	4 843	21.8	5 234	2.30	60.0	10.8	107.2	6.20	17.9
	⑤K540	27 097 a	4 921	22.2	4 901	1.80	50.2	9.1	107.2	5.18	18.2
2009 -高钾	①K0	23 805 b	—	—	—	—	—	—	85.8	—	—
	②K180	28 490 a	4685	19.7	6 352	6.99	158.3	26.0	111.6	17.2	16.4
	③K360	29 589 a	5784	24.3	7 148	3.93	82.2	16.1	129.5	14.6	19.6
	④K450	30 115 a	6310	26.5	7 508	3.30	66.9	14.0	117.8	8.54	21.0
	⑤K540	29 889 a	6084	25.6	6 703	2.46	55.4	11.3	126.3	9.01	20.4
2009 -低钾	①K0	21 891 c	—	—	—	—	—	—	88.9	—	—
	②K180	26 057 b	4166	19.0	5 548	6.10	144.8	23.1	116.3	18.3	16.0
	③K360	28 737 ab	6846	31.3	8 793	4.84	79.8	19.0	124.9	12.0	23.8
	④K450	29 520 ab	7629	34.8	9 552	4.20	65.6	17.0	126.6	10.0	25.8
	⑤K540	29 734 a	7843	35.8	9 430	3.46	55.1	14.5	129.9	9.12	26.4

注：按当地同期市场均价，K₂O、莲藕和收获劳务价格分别为 5.05、1.90 和 0.35 元/kg，同一试验各处理其他投入视同相等。价格下同。产量后不同小写字母表示同一年份不同处理间差异在 $P < 0.05$ 水平显著。

K₂O 施用量超过 360 kg/hm² 后,莲藕钾吸收量并没有同步增加。总体上看,莲藕钾肥的偏生产力、农学效率和当季表现利用率均随钾肥用量的增加而降低,钾肥的产量贡献率则随钾肥用量而增加。

2.1.2 用线性+平台模型确定莲藕适宜施钾量 从上述结果可见,当钾肥用量增加到一定程度之后,莲藕产量在较大的钾肥用量范围内趋于稳定,与施钾量的关系很难符合常见的二次抛物线关系。为进一步明确莲藕适宜施钾量,采用线性+平台模型拟合莲藕钾肥用量与产量之间的关系(图 1, 2003 年试验由于钾肥用量范围较窄,未出现“平台”,故未进行拟合)。结果表明:2008 年试验基础产量 21 939 kg/hm²,平台产量 27 058 kg/hm², K₂O 临界用量为 421.7 kg/hm²; K₂O 用量低于临界用量时,产量用方程 $y = 12.139x + 21\,939$ 来确定。2009 年高钾田基础产量为 23 805 kg/hm²,平台产量为 29 864 kg/hm², K₂O 临界用量为 232.8 kg/hm²; K₂O 用量低于临界用量时,产量用方程 $y = 26.027x + 23\,805$ 来确定。2009 年低钾田基础产量为 22 139 kg/hm²,平台产量 29 627 kg/hm², K₂O 临界用量为 393.8 kg/hm²; K₂O 用量低于临界用量时,产量用方程 $y = 19.015x + 22\,139$ 来确定。可见,在本试验条件下,用线性+平台模型确定的莲藕钾肥合理用量在 232~422 kg/hm² 之间。

从 2009 年度 2 个不同土壤钾水平试验结果看,在高钾土壤上,莲藕基础产量比低钾田高出 7.53%, K₂O 临界用量比低钾田低 161 kg/hm²,而平台产量两

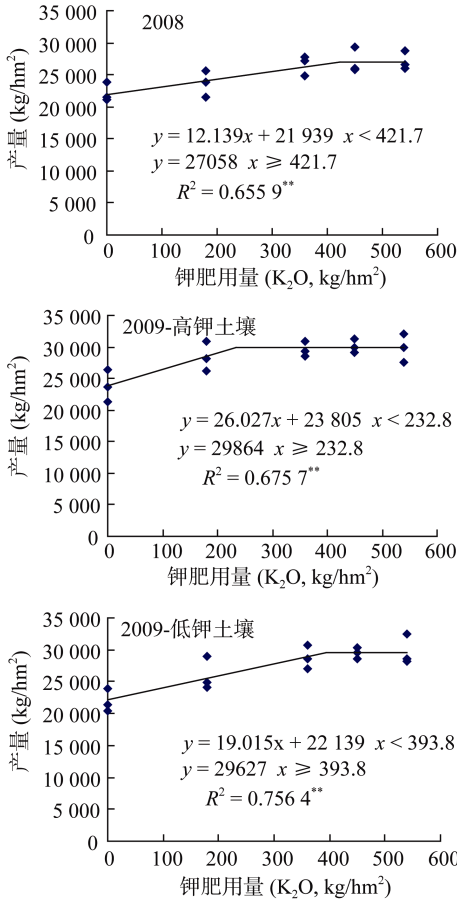


图 1 钾肥用量与莲藕产量之间的线性+平台函数模型
Fig. 1 Linear + plateau model for rhizome lotus yield versus potash application rate

者大致相当,可能与莲藕对钾营养比较敏感、需要较高的钾浓度来促进莲藕产量形成有关。另外,与 2008 年结果相比较,2009 年度低钾田土壤速效钾含量略低,其 K_2O 临界用量也略低,平台产量则高出 9.5%,可能与年度气候和土壤微环境差异有关。

2.2 莲藕钾肥合理运筹方式研究

从表 3 结果可见, K_2O 用量在 360 kg/hm^2 时, 5 种不同钾肥运筹方式下莲藕产量比不施钾肥处理增产 $2\,116\sim4\,770\text{ kg/hm}^2$,增产幅度为 8.45%~19.0%,净增收 $1\,007\sim5\,120\text{ 元/hm}^2$,钾肥产投比 0.44~2.25,钾肥偏生产力和农学效率分别为 $60.4\sim66.3\text{ kg/kg}$ 和

$4.70\sim10.6\text{ kg/kg}$, 当季表观利用率和产量贡献率分别为 4.76%~8.90% 和 7.79%~16.0%。对莲藕产量的影响, 5 种不同钾肥运筹方式之间的差异未达显著水平, 但从钾肥增产的绝对量和增产幅度、施钾净增收、钾肥产投比、农学效率、当季表观利用率和产量贡献率等指标来看, 钾肥不宜一次性施用, 追施的比例也不宜太高, 以处理 3 和处理 5“前重后轻”的 2~3 次分配方式较好, 即钾肥运筹方式以“70% 基肥 + 30% 坐藕肥”和“50% 基肥 + 20% 立叶肥 + 30% 坐藕肥”2 种方式较为合理, 在本试验条件下, 这 2 种运筹方式的效果基本相当。

表 3 钾肥运筹方式对莲藕产量和钾素利用效率的影响
Table 3 Effect of potash assignment on yield and potassium use efficiency of rhizome lotus

处理	产量 (kg/hm^2)	钾增产 (kg/hm^2)	钾增幅 (%)	钾净增收 (元/hm^2)	钾产投 比	PFP_K (kg/kg)	AE_K (kg/kg)	纯 K 吸收量 (kg/hm^2)	ARE_K (%)	FCR_K (%)
①K0	25 046 b	—	—	—	—	—	—	97.7	—	—
②K10-0-0	28 336 a	3 290	13.1	2 827	1.24	63.0	7.31	123.2	6.80	11.6
③K7-0-3	29 551 a	4 505	18.0	4 710	2.07	65.7	10.0	128.5	8.20	15.2
④K3-0-7	27 162 a	2 116	8.45	1 007	0.44	60.4	4.70	120.8	6.15	7.79
⑤K5-2-3	29 816 a	4 770	19.0	5 120	2.25	66.3	10.6	131.1	8.90	16.0
⑥K0-4-6	27 358 a	2 312	9.23	1 312	0.58	60.8	5.14	115.6	4.76	8.45

2.3 问题讨论

2.3.1 莲藕钾肥合理用量与运筹方式 过去对莲藕钾肥用量方面的研究并不多, 偶有零星报道, 且多采用池栽试验法^[11-12]。近几年来, 随着国家测土配方施肥项目的全面开展, 全国一些莲藕主产县(市)开展了相关研究。宋江春等^[13]研究提出, 每公顷施用 $270\sim360\text{ kg N}$ 、 $90\text{ kg P}_2\text{O}_5$ 的基础上, 莲藕最佳钾肥(K_2O)用量以 180 kg 最好; 刘逊忠等^[14]研究结果表明, 广西横县莲藕在施用 $15\,000\text{ kg/hm}^2$ 有机肥、 $600\text{ kg/hm}^2\text{ N}$ 和 $150\text{ kg/hm}^2\text{ P}_2\text{O}_5$ 基础上, K_2O 用量以 225 kg/hm^2 增产增收效果最好; 曾广巧等^[15]在广西柳江县石灰性水稻土上通过“3414”肥料回归试验, 得出鄂莲 5 号合理施肥量为: $400\sim500\text{ kg/hm}^2\text{ N}$ 、 $130\sim200\text{ kg/hm}^2\text{ P}_2\text{O}_5$ 和 $200\sim300\text{ kg/hm}^2\text{ K}_2\text{O}$; 在武汉市蔡甸区, 也对成熟莲藕和青荷藕有过类似研究^[16-17]。在本研究中, 用线性+平台模型确定莲藕钾肥合理用量在 $232\sim422\text{ kg/hm}^2$ 之间。根据湖北省莲藕主产区生产水平和施肥现状^[18], 以及藕田土壤钾素含量状况[未发表资料], 从增产增收的角度, 推荐莲藕钾肥用量为 $225\sim300\text{ kg/hm}^2\text{ K}_2\text{O}$ 比较合适。由于钾肥当季利用率较低, 如果连年施用, 钾肥用量还需逐年酌情递减。

肥料合理运筹除了考虑作物自身的营养特性和

当地气候特征之外, 还要考虑肥料养分在土壤中的化学行为。文献调研结果表明, 与肥料合理用量方面的研究相比较, 对作物肥料合理运筹方式的研究要少得多, 对莲藕肥料合理运筹方式的研究则未见报道。参考其他作物肥料合理运筹方面的研究结果, 并根据湖北省莲藕产区的气候特点, 建议在质地比较黏重的藕田, 钾肥采用“7-0-3”的分配方式, 即“70% 基肥 + 30%坐藕肥”, 以降低劳力成本; 在土壤质地比较轻的藕田, 采用“5-2-3”的分配方式, 即“50% 基肥 + 20%立叶肥 + 30% 坐藕肥”, 与氮肥同期施用, 以充分发挥钾肥的增产效果、减少流失。施肥前关注天气变化情况, 浅水或湿润施肥, 2 天后再灌水, 避免施肥后 3~5 天内下大雨。此外, 针对湖北省莲藕产区农户施肥习惯^[18], 以复混肥作为莲藕的钾源时, 提倡将复混肥作基肥施用。

2.3.2 莲藕钾肥利用效率 肥料偏生产力(PFP)、农学效率(AE)、表观利用率(ARE)以及肥料贡献率(FCR)都从不同的角度描述了作物对肥料养分的利用效率, 其内涵及应用对象常常不同^[9]。ARE 能很好地反映作物对化肥养分的吸收状况, 是我国学术界和政府关注的焦点^[8-9]。莲藕(*Nelumbo nucifera* Gaertn)是睡莲科莲属多年生宿根大型水生草本植物, 也是我国目前种植面积最大、经济价值最高的水生蔬菜。在本

研究中,莲藕钾肥的当季表观利用率随其用量的增加而降低,在适宜用钾量附近为 6.24%~17.2%。刘佐等^[19]在天津市土壤钾素含量中等偏下的菜园潮土露地、中小拱棚和日光温室内,研究了钾肥对 27 种蔬菜钾素吸收特性和当季表观利用率的影响,结果表明钾肥当季表观利用率为果菜类 30.18%>瓜菜类 28.81%>根茎类 25.83%>叶菜类 22.91%,平均 26.93%。由此可见,莲藕钾肥的当季利用率比一般蔬菜要低,可能与其生长周期较长、喜高温和大肥大水等特性有关。

3 结论

采用田间小区试验方法,研究了湖北省莲藕钾肥合理用量与运筹方式。用线性+平台模型确定莲藕 K_2O 临界用量为 232~422 kg/hm²,根据湖北莲藕生产和施肥现状、藕田土壤钾素含量状况,提出湖北省莲藕钾肥(K_2O)合理用量为 225~300 kg/hm²,如果连年施用,钾肥用量还需逐年酌情递减;钾肥运筹可采用“70%基肥+30%坐藕肥”和“50%基肥+20%立叶肥+30%坐藕肥”2种分配方式,前者适用于土壤质地比较黏重的藕田,后者适用于土壤质地比较轻的藕田。

参考文献:

- [1] 谢建昌. 钾与中国农业[M]. 南京: 河海大学出版社, 2000: 26-36, 185-220
- [2] 刘晓燕, 何萍, 金继运. 钾在植物抗病性中的作用及机理的研究进展[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(3): 445-450
- [3] 田有国, 辛景树, 郑磊, 任意. 2005 年我国耕地土壤监测结果报告[A]//土壤钾素动态与钾肥管理[M]. 南京: 河海大学出版社, 2008: 37-43
- [4] 陈防, 万开元, 陈树森, 张过师, 沙颂阳. 中国南方钾素研究进展与展望[A]//土壤钾素动态与钾肥管理[M]. 南京: 河海大学出版社, 2008: 99-104
- [5] 沈康荣. 水稻与莲藕覆膜节水高效技术[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2007: 162-172
- [6] 熊桂云, 刘冬碧, 陈防, 张继铭, 范先鹏. 莲藕土壤养分限制因子的田间试验研究[A]//李华栋. 农业持续发展中的植物养分管理[M]. 江西: 江西人民出版社, 2008: 555-560
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 25-110
- [8] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 崔振岭, 马文奇, 陈新平, 江荣风. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924
- [9] 邹娟, 鲁剑巍, 陈防, 李银水. 长江流域油菜氮磷钾肥料利用率现状研究[J]. 作物学报, 2011, 37(4): 729-734
- [10] 刘宏斌, 李志宏, 张维理, 林葆. 露地栽培条件下大白菜氮肥利用率与硝态氮淋溶损失研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(3): 286-291
- [11] 李贵宝, 孙克刚, 焦有, 王英, 梁国林. 莲藕氮、钾、硼配合施用效果[J]. 中国蔬菜, 1998(1): 12-14
- [12] 李金秀, 宋江春, 刘炎, 崔炯, 王建玉, 杨立轩, 李燕. 钾肥对砂姜黑土莲藕的增产效果[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(5): 783
- [13] 宋江春, 王建玉, 赵松林, 杨廷勤, 王录琪, 贺北海. 莲藕高产平衡施肥技术[J]. 当代蔬菜, 2006(3): 44
- [14] 刘逊忠, 梁昌贵, 陈军, 周世益, 黎国安. 莲藕施钾量对产量和品质的效应试验[J]. 现代农业科技, 2009(24): 98-99
- [15] 曾广巧, 彭春苗, 韦美拉, 韦方智, 覃艳梅, 韦启光. 莲藕 3414 肥料回归试验和施肥推荐[J]. 长江蔬菜, 2009(6): 40-42
- [16] 曹国松, 李茂年, 肖利华, 彭艾琳, 程芳. 莲藕测土配方施肥技术的研究[J]. 中国蔬菜, 2007(增刊): 63-64
- [17] 曹国松, 李茂年, 李培亮, 肖建华, 雷雄浩, 王胜军. 莲藕“3414”肥料效应试验初探[J]. 长江蔬菜(学术版), 2010, 14: 89-92
- [18] 熊桂云, 童军, 刘冬碧, 邓艳国, 王金明, 方建坤, 曹国松, 王必武, 丁亨虎. 湖北省莲藕生产和施肥现状调查[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(19): 3 834-3 839
- [19] 刘佐, 朱静华, 李明悦, 高贤彪, 王正祥. 钾素对蔬菜产量的影响及钾的吸收特性、利用率的研究[J]. 天津农业科学, 2007, 13(2): 38-40

Rational Potassium Fertilization Rates and Assignment on Rhizome Lotus in Hubei Province

LIU Dong-bi¹, ZHANG Fu-lin¹, ZHANG Guo-shi², DUAN Xiao-li¹, YU Yan-feng¹,
WU Mao-qian¹, XIONG Gui-yun^{1*}

(1 *Plant Protection and Fertilizer Science Institute, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430064, China;*

2 *Wuhan Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China*)

Abstract: Rational potassium(K) fertilizer application rate and assignment on rhizome lotus were studied by field experiments. Results showed that the critical value of K₂O application rate determined by the linear + plateau model was 232–422 kg/hm². Taken the present status of rhizome lotus production and fertilization of farmer practice, and soil K fertility in lotus field into consideration, the rational potash application rate on rhizome lotus in Hubei Province was suggested to be 225–300 kg/hm² K₂O. Two rational K fertilizer assignment styles were proposed, one was “70% basal fertilizer +30% top-dressing in late June or early July”, the other was “50% basal fertilizer +20% top-dressing in early June + 30% top-dressing in late June or early July”. The former was suitable for lotus field with heavy soil texture, and the latter was suitable for lotus field with light soil texture.

Key words: Rhizome lotus, Potassium fertilizer, Application rate, Assignment