不同肥料配比对旱地兰州百合产量、品质及养分累积的影响

林玉红,石有太,崔文娟,欧巧明,王 方,王 炜,罗俊杰
(甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘 要: 大田旱作条件下,研究了氮磷钾不同施肥配比对兰州百合产量、品质和养分吸收的影响。结果表明,PK 和 NK 处理比对照 CK 增产 3.2%和 7.0%,NP 处理比对照 CK 减产 2.6%,化肥种类对兰州百合产量的影响顺序为钾肥 > 氮肥 > 磷肥。NPK 处理较对照 CK 增产 36.1%($P < 0.05$)。兰州百合为喜钾作物,适量施用钾肥可以提高其产量、总糖和粗淀粉含量。

关键词: 兰州百合;肥料配比;产量;养分累积;品质
中图分类号: S147.2 **文献标志码**: A **文章编号**: 1000-7601(2013)05-0186-05

Effects of different fertilization ratio on yield, quality and nutrient accumulation of Lanzhou lily in dryland

LIN Yu-hong, SHI You-tai, CUI Wen-juan, OU Qiao-ming,
WANG Fang, WANG Wei, LUO Jun-jie
(*Institute of Biotechnology, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu* 730070, *China*)

Abstract: Under dry-farming condition, a field experiment was conducted to study the effects of different N, P and K fertilization ratio on yield, quality and nutrient accumulation of Lanzhou lily (*Lilium davidii*). The results showed that the yield of lily under the treatments of PK and NK was increased by 3.2% and 7.0%, respectively, while that under the treatment of NP was reduced by 2.6%, compared with control. The effect of different fertilizers on yield of lily was ordered as K > N > P. The yield under the treatment of NPK was 36.1% ($P < 0.05$) higher than the control. Lanzhou lily is a hipotassium crop, and an adequate application of potassium fertilizer can increase its output, total sugar content and crude starch content.

Keywords: Lanzhou lily (*Lilium davidii*); fertilization ratio; yield; nutrient accumulation; quality

兰州百合(*Lilium davidii var. unicolor salisb*)是百合科(*Liliaceae*)百合属(*Lilium*)川百合的变种,为多年生鳞茎草本植物。兰州百合的栽种始于清代同治年间[1],由于独特的土壤条件和多年积累的栽培技术,其鳞茎硕大,颜色洁白,鳞片丰满白嫩,质地细腻,营养丰富,口味甜美而幽香;花单生,大而美丽,香味浓郁,有很高的食用、药用、保健和观赏价值,它不仅是中国百合中的上品,而且是中国唯一的甜百合。植物分类学家孔宪武先生曾评价:“兰州百合味极甜美,纤维很少,又毫无苦味,不但闻名全国,亦可称世界第一”[2-3]。兰州百合既是兰州地方特色产品和优势产业,也是当地农民脱贫致富,建设小康农村的支柱产业。近年来,由于干旱少雨,兰州百合在商品化生产阶段管理粗放,栽培与施肥技术落后,病虫草害发生严重,加之种球退化等原因,使得兰州百合产量和优质品率急剧下降,独头率从原来的 70%下降到现在的不足 30%,产量也由原来的 22 500 kg·hm^{-2}下降到 12 000 kg·hm^{-2}。因此,研究配套栽培技术,提高百合产量和品质成为生产中亟待解决的问题。

大量研究表明,氮、磷、钾肥的施用及其合理配比是提高肥料利用率、增加作物产量、改善作物品质的重要因素[4-7]。孙红梅等[8]研究认为,植株营养吸收的关键时期为幼苗至现蕾期,鳞茎发育对钾营

收稿日期:2013-03-05
基金项目:甘肃省科技厅星火项目(1207NCXA264);兰州市科技局农业攻关计划项目(2012-2-160)
作者简介:林玉红(1964—),女,山东文登人,副研究员,主要从事生物技术应用与作物栽培研究。E-mail: ruby6146926@qq.com。
通信作者:罗俊杰,E-mail: hnsljjie@163.com。

养的需求大于氮和磷。黄鹏[9]研究认为,氮磷钾肥均有利于百合植株生长,配合施用能促使植株生长健壮;钾肥和氮磷钾配施能较大幅度的提高百合鳞茎产量。黄伟等[10]研究表明,食用百合的田间施钾量(K_2O)以 81 kg·hm^{-2}经济效益最高。赵欣楠等[11]在施用钾(K_2O)对兰州百合抗旱性生理指标的影响研究中发现,在 0 ~ 150 kg·hm^{-2}施用钾肥范围内,随着施用量的增加,叶片丙二醛含量降低、可溶性糖含量、过氧化氢酶活性和脯氨酸含量增加,有利于提高百合的抗旱性,若高于 150 kg·hm^{-2}则抗旱性降低。林玉红[12]研究认为,施钾能提高兰州百合鳞茎总糖和粗淀粉含量,降低水溶性糖、粗纤维和粗蛋白含量。钾肥对不同生长年限兰州百合产量的影响不同,且适宜的施钾量可以提高兰州百合的产量。上述研究可以看出,钾肥对百合的品质影响较大,合理施用钾肥可促进营养元素的吸收和利用,使百合抗旱性提高,产量明显增加,但不同肥料配比对兰州百合产量和品质的研究鲜见报道。因此,本试验在旱作条件下,研究了不同肥料配比对兰州百合产量和品质的影响,旨在为指导兰州百合生产提供依据。

1　材料与方法

1.1　试验区和试验地概况

试验区位于兰州市南郊二阴山区,海拔≥2 100 m。年均气温 5.3℃,平均生长期 232 d,≥10℃积温 1 870℃,无霜期 123 d,年均降雨量 300 mm。供试土壤基础肥力中等,0 ~ 20 mm 土层养分含量,全氮 1.1 g·kg^{-1},全磷 0.83 g·kg^{-1},全钾 28.6 g·kg^{-1},水解氮 79.1 mg·kg^{-1},速效磷 24.7 mg·kg^{-1},速效钾 170.2 mg·kg^{-1},有机质 15.9 g·kg^{-1},pH 值 8.08,全盐 0.55 g·kg^{-1}。试验地于 2006 年秋后深翻晒地,耙松平整。前茬作物为小麦(*Triticum aestivum* L.)。兰州百合 3 年生长期无灌溉,为典型雨养旱作。

1.2　试验材料与方法

试验于 2010—2012 年在西果园镇堡子村山旱地进行,2010 年 4 月 16 日种植。试验供试材料选自当地农户自繁、根系繁茂未腐烂,大小均一,独头的二级种球,种球平均重量 13 g。试验肥料为尿素(N ≥46%),过磷酸钙(P_2O_5 ≥ 12%),硫酸钾(K_2O ≥ 33%)。试验设 5 个处理:无肥区(CK)、氮磷钾区(NPK)、无氮区(PK)、无磷区(NK)和无钾区(NP)(表 1)。随机区组设计,3 次重复。小区面积 19.64 m^2(3.85 m × 5.1 m),种植密度为 204 000 株·hm^{-2},区组间留 40 cm 的走道,作为观察记载通道。百合生长 3 年内每年施用肥料量相同,都按表 1 中量施入,百合种植当年(4 月 16 日)将所有肥料在种植前均匀撒于小区作为基肥 1 次性施入,百合生长第 2 年(4 月 13 日)和第 3 年(3 月 20 日)早春土壤解冻后,追施肥料,每年 1 次。将所有追施肥料混合后,开沟深施于百合植株行间,覆土耙耱,其他田间管理同大田。

表 1　不同肥料组合试验设计

Table 1　The experiment design of fertilization combination

处理 Treatment	施肥量 Fertilization rate(kg·hm^{-2})		
	N	P_2O_5	K_2O
CK	0	0	0
PK	0	150	225
NK	150	0	225
NP	150	150	0
NPK	150	150	225

1.3　测定项目与方法

兰州百合生长发育第 3 年,于 2012 年 3 月 25 日每小区挖取 2 m^2 百合鳞茎,去根并擦去鳞茎表面泥土,称鲜重,折算产量。每小区样品混合取样,将样品放入恒温干燥箱内于 80℃烘至恒重,称干重,折算干生物量。烘干样经粉碎、过筛后,用硫酸 – 过氧化氢消煮法制备待测液,取待测液测定氮、磷和钾含量[13]。总糖采用酸水解法(GB/T 5009.9 – 2003),水溶性糖采用费林法(GB 6194 – 1986),粗纤维采用酸碱洗涤法(GB 5515 – 1985),淀粉采用酸水解法(GB/T 5009.9 – 2003)。

1.4　统计分析

试验数据采用 SPSS11.5 和 Excel 2003 进行分析和制图。图 1 ~ 图 3 中数据均为 3 次重复平均值。

按以下公式计算 N、P、K 养分累积量和粗蛋白含量[14]。

鳞茎 N 养分累积量 = 鳞茎干生物量 × 鳞茎含 N 量

鳞茎 P 养分累积量 = 鳞茎干生物量 × 鳞茎含 P 量

鳞茎 K 养分累积量 = 鳞茎干生物量 × 鳞茎含 K 量

鳞茎粗蛋白含量 = 6.25 × 鳞茎含 N 量

2　结果与分析

2.1　对兰州百合鳞茎产量的影响

图 1 可见,施用钾肥可以使百合增产,不施钾肥降低百合产量。与对照相比,NPK 处理增产 36.1%($P < 0.05$),PK 和 NK 处理分别增产 3.2%、7.0%,而 NP 处理比对照 CK 减产 2.6%,PK、NK 和 NP 处理产量均显著低于 NPK 处理产量($P < 0.05$)。化肥对兰州百合产量的影响顺序为钾肥 > 氮肥 > 磷肥。

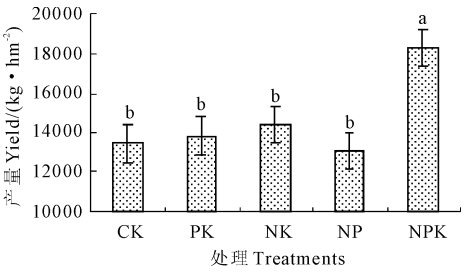

图 1 不同肥料配比对兰州百合产量的影响

Fig.1 Effect of different treatments on yield of Lanzhou lily

注:图中不同小写字母表示在 $P<0.05$ 达显著水平,下同。

Note: The different small letters mean significance at $P<0.05$, the same below.

2.2 对兰州百合鳞茎养分累积的影响

图 2 可知,本试验条件下,不同肥料配比对兰州百合鳞茎干生物量、氮和钾养分累积量,PK、NK、NP 和 NPK 处理均高于对照;磷累积量,NK 和 NP 低于对照,PK 和 NPK 处理高于对照。干生物量增幅为 4.2% ~ 58.3%,NPK 处理增幅 58.3%,PK、NK、NP 和 NPK 处理比对照 CK 分别提高 27.5%,9.4% 和 4.2%;PK、NK 和 NP 处理干生物量均显著和极显著低于 NPK 处理。钾累积量增幅为 9.7% ~ 71.9%,NPK 处理增幅 71.9%,其中 PK、NK 和 NP 处理比对照 CK 分别提高 31.6%($P<0.05$),16.7% 和 9.7%;PK、NK 和 NP 处理钾累积量均显著和极显著低于 NPK 处理。磷累积量,NK 和 NP 处理低于对照 CK 3.3% 和 6.4%,而 PK 处理高于对照 CK 24.6%;NK 和 NP 处理磷累积量显著低于 NPK 处理。因此,化肥对百合鳞茎干生物量、磷累积量和钾累积量的影响顺序为钾 > 磷 > 氮。氮累积量增幅为 7.5% ~ 57.6%,NPK 处理增幅 57.6%($P<0.01$),其中 PK、NK 和 NP 处理比对照 CK 分别提高 7.5%,21.1% 和 16.7%;PK、NK 和 NP 处理氮累积量均极显著低于 NPK 处理。说明化肥对百合鳞茎氮累积量的影响顺序为氮 > 钾 > 磷。

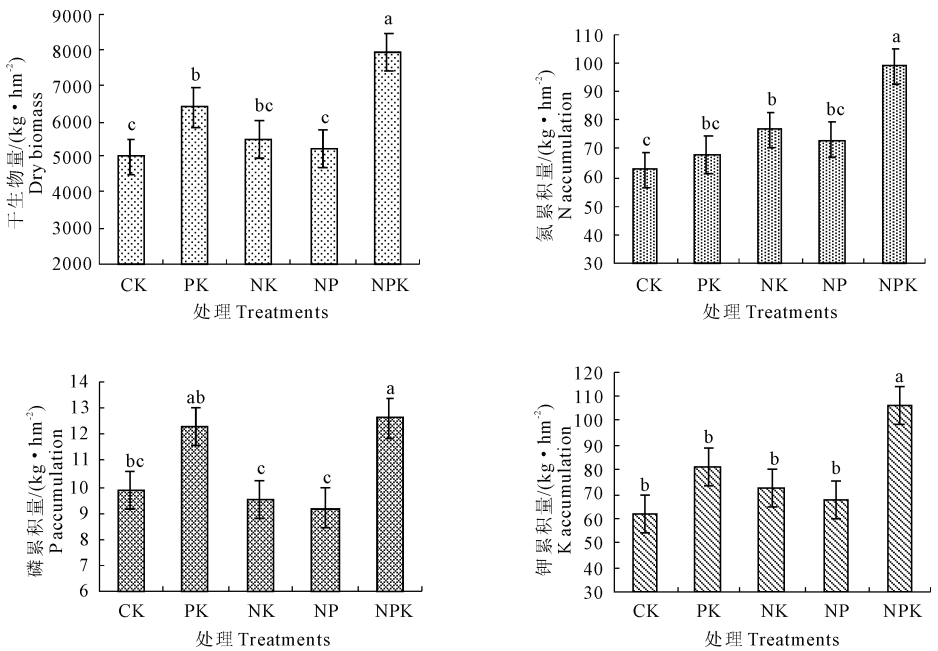

图 2 不同肥料配比对兰州百合鳞茎养分累积的影响

Fig.2 Effect of different treatments on nutrient accumulation in bulb of Lanzhou lily

2.3 对兰州百合内在品质的影响

兰州百合的品质指标有外在品质和内在品质之分,其中内在品质包括总糖,粗淀粉、水溶性糖、粗纤维和粗蛋白等。如图 3 所示,不同肥料配比下,兰州百合总糖含量 PK、NK 和 NPK 处理均高于对照 CK,增幅为 1.7% ~ 4.4%,而 NP 处理比对照 CK 下降 1.1%。PK 和 NP 处理低于 NPK 处理 1.0% 和 3.6%($P<0.01$),而 NK 处理高于 NPK 处理 1.8%($P<0.01$)。粗淀粉含量 PK、NK 和 NPK 处理均高于对照 CK,增幅为 1.0% ~ 8.5%,而 NP 处理比对照 CK 显著下降 3.4%($P<0.05$)。其中 NK 和 NPK 处理比对照 CK 增加 8.5% 和 4.7%($P<0.05$)。PK 和 NP 处理低于 NPK 处理 3.6% 和 7.7%($P<0.01$),而 NK 处理高于 NPK 处理 3.6%($P<0.01$)。水溶性糖含量 PK 和 NP 处理比对照 CK 增加 3.5% 和 4.5%,而 NK 和 NPK 处理比对照 CK 下降 6.1% 和 2.2%。PK 和 NP 处理高于 NPK 处理 6.3% 和 6.8%($P<0.05$),而 NK 处理低于 NPK 处理 4.0%。粗纤维含

量 PK、NK 和 NP 处理均高于对照 CK,增幅为 0.9% ~18.0%,而 NPK 处理比对照 CK 下降 4.0%,NK 和 NP 处理高于对照 CK 18.0%和 10.9%($P<0.01$)。PK、NK 和 NP 处理均高于 NPK 处理,增幅为 4.8% ~22.9%,其中 NK 和 NP 处理高于 NPK 处理 22.9%和 15.5%($P<0.05$)。粗蛋白含量 NK、NP 和 NPK 处理均高于对照 CK,增幅为 0.6% ~12.1%,而 PK 处理比对照 CK 显著下降 15.5%($P<0.05$)。其中 NP 处理显著高于对照 CK 12.1%($P<0.05$)。NK 和 NP 处理高于 NPK 处理 11.8%和 12.3%,而 PK 处理低于 NPK 处理 15.4%。

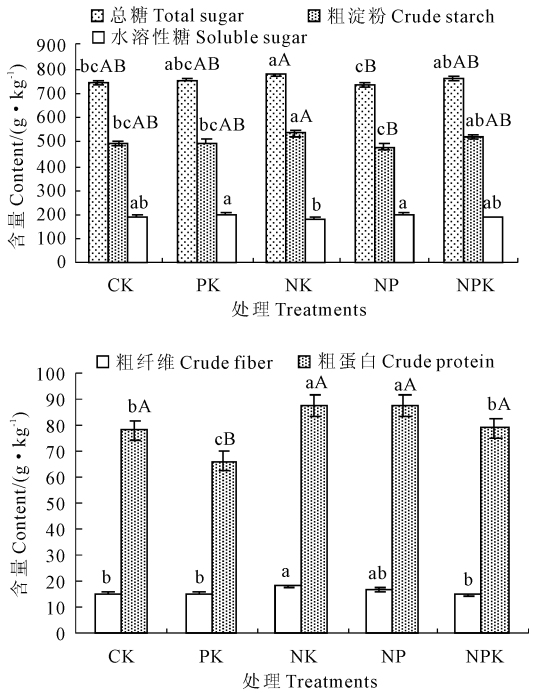

图 3　不同肥料配比对兰州百合品质的影响

Fig.3　Effect of different treatments on quality of Lanzhou lily

注:图中不同小写字母表示在 $P<0.05$ 达显著水平,不同大写字母表示在 $P<0.01$ 达显著水平。

Note: The different small and capital letters mean significance at $P<0.05$ and $P<0.01$, respectively.

2.4　兰州百合养分累积量和品质与产量的相关分析

了解不同矿质营养与产量和品质的关系,可以通过合理施肥来调控产量和品质。相关分析发现,不同肥料配比下,兰州百合鳞茎氮磷钾养分累积量与产量呈极显著正相关($R_N=0.91^{**}$, $R_P=0.72^{**}$, $R_K=0.91^{**}$),表明充足的氮磷钾营养对兰州百合高产有重要意义。兰州百合产量与总糖、粗淀粉、水溶性糖含量呈正相关($P>0.05$),而与粗纤维和粗蛋白含量呈负相关($P>0.05$)。总糖与水溶性糖含量呈显著负相关(相关系数为 -0.59^{*}, $P<0.05$),与粗淀粉含量呈极显著正相关(相关系数为 0.92^{**}, $P<0.01$),与粗纤维含量呈正相关(相关系数为 0.43, $P>0.05$),与粗蛋白含量无关,相关系数为 0。粗淀粉与水溶性糖含量呈极显著负相关(相关系数均为 -0.84^{**}, $P<0.01$),与粗纤维和粗蛋白含量呈显著正相关(相关系数为 0.39 和 0.15, $P>0.05$)。水溶性糖与粗纤维和粗蛋白含量呈显著负相关(相关系数为 −0.29 和 −0.28, $P>0.05$)。粗纤维与粗蛋白含量呈显著正相关(相关系数为 0.53^{*}, $P<0.05$)。由于粗纤维和粗蛋白与水溶性糖呈负相关关系($P>0.05$),而水溶性糖与粗淀粉含量呈极显著负相关($P<0.01$),与总糖含量呈显著负相关($P<0.05$),说明水溶性糖含量应高于粗纤维和粗蛋白含量,而总糖和粗淀粉含量高于水溶性糖。由此可见,兰州百合内在品质中粗纤维和粗蛋白含量不宜过高,否则会影响百合产量,进而影响百合品质。由于氮肥提高粗纤维和粗蛋白含量的效果强于磷肥和钾肥,建议旱地兰州百合生长第 3 年氮肥施用量不宜过高。

3　讨论与结论

旱地施肥是一项重要的栽培管理措施,对兰州百合产量的提高和品质的改善起着重要的作用,合理的施肥不仅可以提高百合的品质,而且还影响着土壤肥力和经济效益。在兰州百合种植区,农户对钾素肥料的使用尚未足够重视。林玉红等[15-16]研究认为,2 年生兰州百合随施氮量的增加,鳞茎产量、氮累积量和氮肥利用率均有不同程度的提高,施氮量为 150 kg·hm^{-2}时三者均最高。兰州百合总糖、粗淀粉和水溶性糖含量均随着施氮量的增加而下降,粗纤维和粗蛋白含量随着施氮量的增加呈先高后降再升高的变化趋势,与不施氮处理相比,施氮有助于提高百合粗蛋白含量,而水溶性糖含量降低;当施氮量为 75 kg·hm^{-2}时,粗蛋白含量、总糖和粗淀粉含量显著提高($P<0.05$);当施氮量为 225 kg·hm^{-2}时,水溶性糖含量显著下降($P<0.05$)。赵佐平等[17]研究分析认为,不同施肥处理对苹果(*Malus sieversii*(Led.)Roem)可溶性糖和可溶性固形物含量的影响基本一致,均表现为 NPK 处理苹果可溶性糖和可溶性固型物含量有逐年增加趋势,而 PK、NK、NP 处理可溶性糖和可溶性固形物含量则逐年下降。曲伟红等[18]对药用卷丹百合(*Lilium laneifolium*

Thunb.)研究认为,氮肥能促进百合营养体生长,可提高百合多糖的含量;后期叶面喷施钾肥百合多糖和总磷脂含量明显高于平均水平;磷肥对百合的磷脂含量提高有明显作用。施肥时应当注意调整肥料配比中钾肥、磷肥的比例。周日宝等[19]对药用卷丹百合研究认为,不同施肥措施对百合中总皂苷元含量影响不同,其中以人畜粪尿+尿素+三元素复合肥+0.1%钼酸铵进行施肥处理的百合中总皂苷元含量最高。

本研究结果显示,氮磷钾配合施用对旱地兰州百合产量和品质的影响十分明显。施用化肥可以使百合增产3.2%~36.1%,氮磷钾配施平均产量为18 271.69 kg·hm^{-2},比对照CK增产36.1%。PK、NK、NP处理中,PK、NK处理增产幅度大于NP处理。不同肥料配比对兰州百合品质的影响不同,氮磷钾配施可提高总糖、粗淀粉和粗蛋白含量,降低水溶性糖和粗纤维含量;PK、NK、NP处理中,NP处理总糖、粗淀粉含量降幅最大,说明钾肥对提高百合产量、总糖和粗淀粉含量的作用最大,这一结果与曲伟红[18],周日宝[19],黄伟[10],赵欣楠[11]等基本一致。PK、NK、NP处理中,NK处理水溶性糖含量降幅最大,磷肥对提高百合水溶性糖含量的作用最大。PK、NK、NP处理中,PK处理粗纤维和粗蛋白含量降幅最大,氮肥对提高百合粗纤维和粗蛋白含量的作用最大。PK、NK、NP处理中,PK处理可显著增加兰州百合鳞茎干生物量、氮、磷和钾养分累积量。因此,兰州百合生产过程中要重视磷钾肥的配施比例。

试验结果表明,不同肥料及其配比对兰州百合产量和品质的作用不同,生产上在重视产量的同时,还必须注意产品的品质,只有科学合理的将不同种类的化肥配方施用,才可以达到增产保优的目的。综合考虑,兰州百合生产中要"控施氮肥,增施磷钾肥",改变农民传统的重施氮、磷肥,而轻施钾肥的旧有施肥习惯,示范推广测土配方施肥技术,提升兰州百合的产量和品质,促进产业发展。

参 考 文 献:

[1] 王生林,王明霞.兰州百合产业发展的思考与对策[J].甘肃农业大学学报,2003,37(1):82-87.

[2] 刘建常.兰州百合及其栽种[M].兰州:甘肃科学出版社,1998:2-9.

[3] 孔宪武.兰州植物通志[M].兰州:甘肃人民出版社,1958:220-221.

[4] 孙 羲.植物营养与肥料[M].北京:中国农业出版社,2001:42-122.

[5] 王朝梁,陈中坚,孙玉琴,等.不同氮磷钾配比施肥对三七生长及产量的影响[J].现代中药研究与实践,2007,21(1):5-7.

[6] 王 超,霍爱伟,王季槐.不同施肥配比对大豆生长的影响[J].山西农业大学学报,2007,27(5):22-24.

[7] 沙之敏,边秀举,郑 伟,等.最佳养分管理对华北冬小麦养分吸收和利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(5):1049-1055.

[8] 孙红梅,李天来,李云飞.兰州百合发育过程中植株及鳞茎内氮、磷、钾的吸收与分配规律[J].中国农学通报,2004,20(5):206-208.

[9] 黄 鹏.施肥对兰州百合植株生长及鳞茎产量的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(4):753-756.

[10] 黄 伟,张晓光,李文杰,等.施用钾肥对食用百合光合作用、产量和经济效益的影响[J].干旱地区农业研究,2009,27(3):163-167.

[11] 赵欣楠,黄 鹏,路 喆,等.施钾对兰州百合叶片抗旱性生理指标的影响[J].甘肃农业大学学报,2009,44(1):98-101.

[12] 林玉红.钾肥施用量对兰州百合生长、养分吸收及品质的影响[J].草业学报,2012,21(1):141-148.

[13] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2000:263-271.

[14] 金继运,张 宁,梁鸣早,等.土壤养分状况系统分析法在土壤肥力研究及测土施肥中的应用[J].植物营养与肥料学报,1996,2(1):8-15.

[15] 林玉红,郭凤霞,罗俊杰,等.不同施氮水平对旱地兰州百合养分累积与氮肥利用的影响[J].草业学报,2011,20(2):101-108.

[16] 林玉红,罗俊杰.氮素对兰州百合产量、养分累积和品质的影响[J].草业学报,2011,20(5):223-230.

[17] 赵佐平,同延安,高义民,等.不同肥料配比对富士苹果产量及品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(5):1130-1135.

[18] 曲伟红,周日宝,贺又舜,等.不同施肥处理对百合品质的影响[J].中药材,2005,28(2):79-81.

[19] 周日宝,高彦宁,童巧珍,等.不同施肥措施对百合中总皂苷元含量的影响[J].现代中药研究与实践,2007,22(2):9-12.

(上接第83页)

[8] 李少昆.关于光合速率与作物产量关系的讨论[J].石河子大学学报(自然科学版),1998,(S1):117-126.

[9] 张旺锋,王振林,余松烈,等.种植密度对新疆高产棉花群体光合作用、冠层结构及产量形成的影响[J].植物生态学报,2004,28(2):164-171.

[10] 冯海萍,柳伟祥,樊 明,等.不同灌水模式对春小麦灌浆期光合特性日变化的影响[J].农业科学研究,2008,29(1):62-64.

[11] 冯宗会,王小彬,代 快,等.不同水氮条件下冬小麦生育期NDVI和光合速率的变化[J].中国土壤与肥料,2012,(2):31-37.

[12] 孟维伟,张永丽,马兴华,等.灌水时期和灌水量对小麦耗水特性和旗叶光合作用及产量的影响[J].作物学报,2009,35(10):1884-1892.

[13] 戴 路,何 翔.枣棉间作棉花产量情况调查分析[J].中国棉花,2007,34(12):32-33.