

冒辛平,柯 英,朱建宁,等. 不同钾源对设施番茄生长发育、品质及钾素吸收的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(12):186-189.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.054

不同钾源对设施番茄生长发育、品质及钾素吸收的影响

冒辛平,柯 英,朱建宁,纪立东

(宁夏农林科学院农业资源与环境研究所,宁夏银川 750002)

摘要:通过开展施用不同钾肥番茄的田间试验,并定期监测设施番茄生长发育、生理、产量、品质等指标,研究不同钾源对设施栽培番茄生长发育及品质的影响。结果表明:设施栽培环境下,外源钾的输入对番茄生长发育有明显促进作用,但 NP + KCl 处理表现出抑制番茄嫩苗根尖组织生长的趋势;NP + K₂SO₄、NP + KCl 处理在提高光合速率、抑制蒸腾速率的同时,提高了番茄叶片水分利用效率,并显著提高了番茄果实产量,NP + K₂SO₄ 处理增产幅度最大,增产 18.38%;外源钾的输入显著提高了番茄果实维生素 C、可溶性固形物、可溶性糖含量;与 NP 处理相比,NP + K₂SO₄ 处理番茄糖酸比提高了 37.5%,番茄果实硝酸盐含量降低了 51.38%,改善了番茄品质,提高了番茄果实食用安全性;与其他处理相比,NP + K₂SO₄ 处理对结果期番茄钾素吸收有更好的效果。

关键词:钾肥;番茄;生长发育;品质

中图分类号: S641.206 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0186-03

设施农业作为宁夏 6 大支柱产业之一,近年来得到了快速发展。截至 2014 年年底,宁夏设施农业面积达到 6.7 万 hm² 以上,对宁夏农业结构调整、农民增收起到了巨大的推动作用^[1-2]。在设施农业快速健康发展中,钾肥作用功不可没。钾素是植物正常生长所必需的大量营养元素之一,施用钾肥对洋葱、甘蓝、白菜、芋、花椰菜^[3]、加工番茄^[4]、马铃薯^[5]、油菜^[6]、大白菜、莴笋^[7]等各种作物产量和品质有积极作用。但由于不同钾肥品种配对阴离子不同,施用效果必然存在差别。一些研究表明,硫酸钾提高产量和品质的效果优于氯化钾^[6,8-10],也有一些研究则得到相反的结论^[11-12]。番茄是目前设施栽培最广泛的蔬菜品种之一,是喜钾肥作物,由于土壤中大量钾素随番茄采收而损失,钾成为番茄高产优质的限制因子^[13]。本研究拟探讨不同钾肥品种对设施蔬菜生长发育及品质的影响,以期筛选适宜特定土壤类型的钾肥种类提供依据。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况

试验区位于宁夏贺兰山农牧场,试验温室为寿光 I 代,土壤类型为灰钙土,质地为沙壤。试验区年有效积温 1 534.9℃,7—9 月有效积温 961.6℃,极端高温 38℃,极端低温 -20℃ 以下,年降水量为 193.4 mm,且主要集中在 7—9 月,年蒸发量 1 787.3 mm,无霜期 160~170 d。土壤基本理化性质:pH 值 7.85,全盐含量 0.78 g/kg,碱解氮含量 58.30 mg/kg,速效磷含量 129.70 mg/kg,速效钾含量 135.00 mg/kg,有机质含量 16.32 g/kg,全氮含量 0.69 g/kg,

全磷含量 1.62 g/kg。

1.2 供试材料

供试番茄品种为当地主栽品种芬达,购自荷兰纽内姆种子有限公司。

1.3 研究方法

1.3.1 试验设计 试验采用单因素随机区组设计,设置 4 个处理,处理 1,不施钾肥处理 + 氮肥 (750 kg/hm²) + 磷肥 (225 kg/hm²);处理 2, K₂SO₄ (450 kg/hm²) + 氮肥 (750 kg/hm²) + 磷肥 (225 kg/hm²);处理 3, KNO₃ (489 kg/hm²) + 氮肥 (612 kg/hm²) + 磷肥 (225 kg/hm²);处理 4, KCl (375 kg/hm²) + 氮肥 (750 kg/hm²) + 磷肥 (225 kg/hm²)。处理 1、2、3、4 分别以 NP、NP + K₂SO₄、NP + KNO₃、NP + KCl 表示。各施肥处理采用同等养分供应, K₂SO₄ (50.0% K₂O)、KNO₃ (13.0% N, 46.0% K₂O)、KCl (60.0% K₂O) 分别为商品硫酸钾、硝酸钾、氯化钾,氮肥为普通尿素 (46.0% N),磷肥为重过磷酸钙 (46.0% P₂O₅)。施肥处理中肥料用量都为化肥实物量。小区面积为 86.4 m²,随机排列,每个处理重复 5 次,即设置 5 垄,株行距 40 cm × 60 cm。

1.3.2 施肥方法 温室每年秋季深翻施入腐熟牛粪 45 方/hm²。所用磷肥全部基施;氮肥、钾肥的 40% 基施,60% 分 5 次追施,分别在定植后 30d 左右施入壮秧肥,肥料用量为追肥量的 15%;第 1 果穗果实开始迅速膨大时进行第 2 次追肥,肥料用量占全部追肥量的 35%;盛果期,每采摘 2 次果,追 1 次肥,单次肥料用量为全部追肥量的 10%~15%;施肥方式为肥料溶解后,于膜下垄中随沟冲施。对于不施钾肥处理,除不施钾肥外,其他施肥方法均与施钾肥处理相同。所有处理的田间管理措施保持一致。

1.3.3 测定项目及方法

1.3.3.1 生长生理指标 采用挂牌标记法,在关键生育期重点监测作物生长势、株高、叶绿素相对含量、净光合速率、水分利用效率、气孔导度、晚间 CO₂ 浓度等指标,其中株高采用钢卷尺直接测量,叶绿素相对含量采用 SPAD502 叶绿素仪测

收稿日期:2015-11-09

基金项目:宁夏自然科学基金(编号:NZ13106)。

作者简介:冒辛平(1986—),女,宁夏盐池人,硕士,助理研究员,主要从事植物营养与设施农业资源高效利用研究。E-mail:maoxinping@yeah.net。

量,归一化植被差异指数(NDVI)用 CM1000 非接触式叶绿素测定仪测定,光合速率采用便携式光合作用测量系统(CI-340)田间实测。在初果期、盛果期,挖取整株植株,测定植株生物鲜质量,烘箱杀青烘干后测定生物干质量,计算鲜干质量比(简称鲜干比)。

1.3.3.2 作物产量及品质测定 在不同采摘期累积检测作物产量。在盛果期采集不同处理鲜样,采用常规方法^[14-15]测定各品质指标。

2 结果与分析

2.1 设施环境下不同钾源对番茄株高和鲜质量、干质量的影响

由表 1 可以看出,设施环境下,外源钾的投入促进了番茄植株的纵向生长,与 NP 处理相比,NP + K₂SO₄、NP + KNO₃ 处理下番茄均表现出较强的生长态势,番茄株高分别比 NP 处理增加了 1.9、2.0 cm,NP + KCl 次之。

由表 1 还可看出,外源钾的投入对番茄营养生长有明显促进作用。在番茄初果期,与 NP 处理相比,施钾的各处理茎

叶鲜质量、干质量都有不同程度提高,以施用硝酸钾、氯化钾的处理效果最为明显,前者茎叶鲜质量、干质量较 NP 处理分别提高了 17.38%、18.11%,后者茎叶鲜质量、干质量较 NP 处理分别提高了 17.07%、25.96%;番茄根鲜质量、干质量以 NP + KCl 处理最高,但鲜干比比其他处理低。在番茄盛果期,与 NP 处理相比,施钾各处理茎叶鲜质量、干质量都有明显提高,其中以施用硝酸钾的处理效果最为明显,茎叶鲜质量、干质量较 NP 处理分别提高了 89.34%、24.74%,施用氯化钾的处理效果次之,茎叶鲜质量、干质量较 NP 处理分别提高了 67.65%、31.96%。NP + K₂SO₄、NP + KNO₃ 处理下番茄根鲜质量增加最明显,较 NP 处理分别提高了 15.45%、18.70%,番茄根鲜干比表现出 NP + KCl 处理明显低于其他处理。无论是初果期还是盛果期,NP + KCl 处理较其他处理均明显降低了番茄根的鲜干比,可能与氯离子对根尖组织的侵害进而限制了根系正常生长有关。

综上所述,在施用氮、磷的基础上施用硝酸钾更有利于番茄营养生长,但在番茄生长发育过程中,器官生长量并非越高越好,须要保持营养生长和生殖生长的适度和平衡^[16]。

表 1 不同钾源对番茄株高和鲜质量、干质量的影响

处理	株高 (cm)	初果期						盛果期					
		茎叶			根			茎叶			根		
		鲜质量 (g)	干质量 (g)	鲜干比	鲜质量 (g)	干质量 (g)	鲜干比	鲜质量 (g)	干质量 (g)	鲜干比	鲜质量 (g)	干质量 (g)	鲜干比
NP	71.4 ± 1.51b	1 640	137.5	11.9	39.3	5.4	7.3	1 360	97	14.0	123	12	10.3
NP + K ₂ SO ₄	73.3 ± 2.53a	1 795	149.2	12.0	20.2	3.2	6.3	2 145	106	20.2	142	19	7.5
NP + KNO ₃	73.4 ± 0.72a	1 925	162.4	11.9	23.0	3.3	7.0	2 575	121	21.3	146	13	11.2
NP + KCl	72.7 ± 1.26ab	1 920	173.2	11.1	44.2	9.1	4.8	2 280	128	17.8	122	26	4.7

注:同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平下差异显著。表 2 ~ 表 4 同。

2.2 设施环境下不同钾源对番茄光合指标的影响

由表 2 可以看出,设施环境下,不同钾源处理对番茄叶绿素相对含量的影响在不同生育期间表现出不同规律。在初果期,叶绿素 SPAD 值以 NP + K₂SO₄ 处理最高,说明在施用氮、磷基础上施用硫酸钾有助于提高番茄植株叶片叶绿素含量,其他处理间差异不显著。施入外源钾后,归一化植被差异指数(NDVI)表现出降低趋势,表明前期钾肥的投入对于番茄叶片叶绿素相对含量无明显促进作用。在盛果期,与不施钾相比,外源钾的投入都显著提高了番茄叶片叶绿素相对含量,NDVI 值也有一定程度的提高,但不同钾源处理间差异不明显。

植物胞间 CO₂ 浓度是衡量植物光合作用时可以直接利

用 CO₂ 的指标,气孔导度对蒸腾作用和气体交换起着重要调节作用。如表 3 所示,与不施钾肥处理相比,外源钾的投入提高了番茄叶片净光合速率,但不同钾源处理之间差异不显著。施用硝酸钾显著提高了番茄蒸腾速率和气孔导度,但导致水分利用效率降低,而施入氯化钾、硫酸钾的处理,由于增加了光合速率,抑制了蒸腾速率,进而提高了番茄叶片水分利用效率。外源钾的投入提高了叶片气孔导度,对胞间 CO₂ 浓度的升高亦具有显著的促进作用,不同处理间以 NP + KCl 处理最为显著,其次为 NP + KNO₃、NP + K₂SO₄ 处理。整体上,NP + K₂SO₄ 处理在提高番茄叶片净光合速率和水分利用效率方面表现较好。

表 2 不同钾源对番茄叶片叶绿素相对含量和 NDVI 的影响

处理	SPAD 值		NDVI	
	初果期	盛果期	初果期	盛果期
NP	42.14 ± 1.47b	44.73 ± 1.28b	0.83 ± 0.01a	0.77 ± 0.01b
NP + K ₂ SO ₄	46.08 ± 1.66a	48.25 ± 0.95a	0.80 ± 0.03a	0.81 ± 0.00ab
NP + KNO ₃	42.85 ± 2.04b	47.86 ± 1.62a	0.74 ± 0.02b	0.83 ± 0.01a
NP + KCl	41.51 ± 1.43b	47.76 ± 1.26a	0.58 ± 0.01c	0.80 ± 0.00ab

2.3 设施环境下不同钾源对番茄产量和品质的影响

由表 4 可见,设施环境下,外源钾肥的输入显著提高了番茄产量,以 NP + K₂SO₄、NP + KCl 处理的产量较高,两者差异不显著,与不施钾肥处理相比,增产率分别达到 18.38%、17.04%,其次为 NP + KNO₃ 处理,增产率为 8.23%。说明钾肥的投入对番茄产量提高具有明显的促进作用,而不同钾源之间以硫酸钾型肥料对设施番茄产量贡献最为显著,可能与

硫酸钾中 SO₄²⁻ 有助于发挥合成酶的活性有关。钾肥品种间的产量效应差异还可能与施肥方式^[7]、钾肥用量、土壤钾素含量^[9]等因素有关,有研究认为,对于缺硫土壤,作物施硫的增产效果明显^[16]。

维生素 C 是蔬菜产品的主要品质指标。从表 4 可见,设施环境下,外源钾的施入对番茄果实维生素 C 含量具有明显的促进作用,其中以 NP + KNO₃ 处理表现最优,其次为 NP +

表 3 不同钾源对番茄叶片净光合速率及水分利用效率的影响

处理	净光合速率 P_n [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	蒸腾速率 T_r [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	水分利用效率 WUE ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	气孔导度 G_s [$\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	胞间 CO_2 浓度 C_i ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)
NP	18.35 ± 0.21b	4.83 ± 0.12b	3.79b	190.68c	204.1c
NP + K ₂ SO ₄	20.51 ± 0.78a	4.76 ± 0.19b	4.31a	203.43b	211.7b
NP + KNO ₃	20.95 ± 0.34a	5.93 ± 0.08a	3.53b	226.75a	217.8b
NP + KCl	19.42 ± 0.81a	4.49 ± 0.16c	4.32a	208.28b	230.9a

K₂SO₄、NP + KCl 处理。果实可溶性固形物含量也是番茄重要的品质性状之一,其含量高低对番茄果实的营养价值、风味口感、实质产量等方面有重要影响,本研究中外源钾的投入显著提高了番茄果实可溶性固形物含量和可溶性糖含量,但不同钾源处理间差异不显著。外源钾的投入对番茄果实还原性糖和总酸含量的影响在不同处理间差异不明显。糖酸比是评价蔬菜品质的一个重要指标,糖酸比高,蔬菜口感好,品质较优,本研究中 NP + K₂SO₄ 处理下果实糖酸比最高,较 NP 处理

提高了 37.5%。硝酸盐含量是蔬菜安全的重要指标,本研究中,与 NP 处理相比,NP + KNO₃ 处理显著增加了番茄果实中硝酸盐含量,硝酸盐含量增加了 101.7%,达到中度污染级别;NP + K₂SO₄ 处理表现最佳,较 NP 处理降低了 51.38%;其次为 NP + KCl 处理,较 NP 处理降低了 35.86%。综上所述,在改善番茄品质方面,NP + K₂SO₄ 处理表现优于其他处理,硝酸钾的投入,虽然会增加番茄果实维生素 C 含量,但也会促进番茄果实中硝酸盐含量的积累,不利于食品安全。

表 4 不同钾源对番茄产量和果实品质的影响

处理	产量 (kg/hm ²)	维生素 C 含量 (mg/100 g)	可溶性固形物含量(%)	可溶性糖含量(%)	还原性糖含量(%)	总酸含量(%)	糖酸比	硝酸盐含量 (mg/kg)
NP	36 755 ± 2 246c	46.45c	6.00b	0.64b	1.40	0.24	8.40b	290b
NP + K ₂ SO ₄	43 509 ± 3 873a	56.17ab	6.80a	0.97a	1.45	0.21	11.55a	141d
NP + KNO ₃	39 780 ± 906b	62.60a	7.00a	0.99a	1.32	0.23	10.23a	585a
NP + KCl	43 019 ± 2 345a	52.76b	7.00a	0.95a	1.09	0.23	8.70b	186c

2.4 设施环境下不同钾源对番茄结果期钾素吸收和土壤速效钾含量的影响

大量试验证明,当钾肥的陪伴阴离子不同时,作物对钾素等养分的吸收情况也不同^[17-18]。由表 5 可见,在番茄结果期(4—6 月),茎叶中的全钾含量随时间的推移呈下降趋势,根中的全钾含量呈先缓慢增加后迅速下降趋势,说明在结果期,番茄茎叶中的钾素逐渐向果实中转移,这与钾素具有促进茎秆维管束生长和参与光合产物向果实运输功能有关。4 月 28 日、6 月 10 日采样测定结果显示,施钾量相同时,番茄茎叶的

全钾含量以 NP + KNO₃ 处理最高,但与 NP + K₂SO₄、NP + KCl 处理差异不大,番茄根的全钾含量则以 NP + KCl 处理最高。6 月 27 日采样测定结果显示,番茄茎叶、根中的全钾含量均以 NP + K₂SO₄ 处理最高,NP + K₂SO₄ 处理下果实全钾含量与 NP + KCl 处理基本持平。从土壤速效钾含量来看,结果期测得的土壤速效钾含量以 NP + K₂SO₄ 处理最高。综上,结果期 NP + K₂SO₄ 处理的土壤速效钾含量最高,与其他处理相比,其对番茄茎叶和根中的钾素吸收表现出更好的效果。

表 5 不同钾源对番茄结果期钾素吸收和土壤速效钾含量的影响

处理	4 月 28 日			6 月 10 日			6 月 27 日			
	茎叶全钾含量(%)	根全钾含量(%)	土壤速效钾含量(mg/kg)	茎叶全钾含量(%)	根全钾含量(%)	土壤速效钾含量(mg/kg)	茎叶全钾含量(%)	根全钾含量(%)	果实全钾含量(%)	土壤速效钾含量(mg/kg)
NP	2.77	2.35	182	1.60	3.19	179	0.36	0.96	0.84	137.0
NP + K ₂ SO ₄	3.16	2.38	264	1.97	2.79	307	0.40	1.06	0.93	161.5
NP + KNO ₃	3.56	2.39	246	1.98	2.76	281	0.35	0.85	0.83	131.0
NP + KCl	3.19	3.18	163	1.59	3.58	158	0.35	0.95	0.95	134.0

3 结论

设施栽培环境下,外源钾的输入促进了番茄植株的纵向生长和茎叶鲜质量、干质量的增加。与其他处理相比,在施用氮、磷基础上施用硝酸钾更有利于番茄营养生长,施用氯化钾则表现出侵害番茄嫩苗根尖组织的趋势。

设施栽培环境下,外源钾的输入不同程度地提高了番茄叶片叶绿素 SPAD 值,提高了净光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度,其中 NP + K₂SO₄ 处理在提高番茄叶片叶绿素 SPAD 值、净光合速率、水分利用效率方面表现较好。

设施栽培环境下,外源钾的输入显著提高了番茄产量,以 NP + K₂SO₄ 处理增产幅度最大,增产 18.38%,其次为 NP +

KCl 处理,增产 17.04%;外源钾的输入对番茄果实品质也产生了影响,增加了番茄果实维生素 C、可溶性固形物、可溶性糖含量,但不同钾肥处理之间差异不明显;与 NP 处理相比,NP + K₂SO₄ 处理番茄糖酸比提高了 37.5%,番茄果实硝酸盐含量降低了 51.38%,改善了番茄风味品质,提高了番茄果实食用安全性。

在结果期,番茄茎叶中的钾素逐渐向果实中运移,并且 NP + K₂SO₄ 处理对番茄茎叶和根中的钾素吸收效果更好。

参考文献:

[1]孙 权,赵 晖,张光弟,等.宁夏南部山区设施园艺发展现状、问题与对策[J]. 农业科学研究,2011,32(2):77-81.

张 瑛,李爱民,惠飞虎,等.多效唑、烯效唑在茭白生产中的应用效果[J].江苏农业科学,2016,44(12):189-191.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.12.055

多效唑、烯效唑在茭白生产中的应用效果

张 瑛,李爱民,惠飞虎,张永吉,祁建波,张永泰

(江苏里下河地区农业科学研究所,江苏扬州 225007)

摘要:于2014—2015年间在江苏里下河地区以江苏省地方品种小蜡台为材料,研究200、300、400 mg/L 3种浓度多效唑、烯效唑对茭白生长发育的影响。结果表明,烯效唑、多效唑且均可缩短茭白节间长度,显著降低茭白株高,促进有效分蘖,提高茭白产量,300 mg/L为适宜浓度,这一浓度下多效唑、烯效唑处理产量分别比对照提高33.9%、30.5%,过高浓度抑制植株生长,反而降低了产量。

关键词:植物生长调节剂;多效唑;烯效唑;茭白;江苏里下河地区

中图分类号: S645.204;S482.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)12-0189-03

多效唑、烯效唑作为抑制类植物生长调节剂,在果树、蔬菜、花卉以及大田农作物上的形态效应、生理效应和田间应用有广泛研究。多效唑、烯效唑均可以增加水稻分蘖数,提高产量,同时降低株高,提高抗逆性^[1-3]。烯效唑处理黄瓜穴盘苗,能有效地降低株高与茎粗,提高叶绿素含量与光合速率,培育黄瓜壮苗^[4]。多效唑、烯效唑可以抑制马铃薯地上植株生长,促进薯块膨大,提高产量和淀粉含量^[5-7]。多效唑还可以抑制花生株高,提高总分枝数和有效荚果率^[8]。在草坪的生长管理中,烯效唑、多效唑被用来促进草坪地上部分产生更

多分蘖,抑制其顶部生长,从而使草坪更加平整和致密^[9-10]。茭白(*Zizania latifolia*)与水稻、小麦同属禾本科,总分蘖数也是决定茭白产量的重要指标,但有关多效唑、烯效唑对茭白生长发育调控的研究鲜有报道,为了解多效唑和烯效唑对茭白的应用效果,本试验以苏州小蜡台茭白为材料,研究不同浓度多效唑、烯效唑对茭白生长发育的调节作用,为这类生长调节剂在茭白生产中的合理使用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

本试验于2014—2015年在江苏里下河地区农业科学研究所湾头水生蔬菜栽培基地进行,土壤为黏质土,肥力中等,前茬种植慈姑。茭白品种为苏州小蜡台,4月20日种植,平均每墩1.6株母株,株行距60 cm×60 cm,常规大田管理。

1.2 试剂与处理

试验设15%多效唑可湿性粉剂(A)、5%烯效唑可湿性粉剂(B)2种植物生长调节剂类型,3种浓度处理:200、300、

收稿日期:2016-01-15

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(15)1044];江苏省科技支撑计划(编号:BE2013388);江苏省农业三新工程(编号: SXGC[2016]208)。

作者简介:张 瑛(1979—),男,江苏泗阳人,硕士,助理研究员,主要从事蔬菜新品种选育和栽培技术研究。E-mail:yzjzk@126.com。
通信作者:张永泰,硕士,研究员,主要从事油菜和蔬菜的育种、栽培研究。E-mail:yzlam@126.com。

[2]张源沛,郑国保,郭生虎,等.宁夏发展设施农业的思考与对策[J].宁夏农林科技,2009(4):46-47.

[3]倪吾钟,章永松,林咸永.不同钾肥对几种主要蔬菜作物产量和品质的影响[J].浙江农业学报,1997,9(3):32-37.

[4]李 莉,热甫开提,陈红宇,等.膜下滴灌氯化钾的施用量和施用方式对新疆地区加工番茄产量和品质的影响[J].北方园艺,2014(7):162-166.

[5]秦鱼生,涂仕华,冯文强,等.不同钾肥品种及用量对马铃薯产量和品质的影响[J].西南农业学报,2010,23(6):1950-1954.

[6]郭亚芬,张忠学,梁非时.氯化钾和硫酸钾对蔬菜产量品质的效应[J].北方园艺,1999(1):1-2.

[7]金珂旭,唐 静,张晓玲,等.不同钾肥种类和施肥时期对叶菜类蔬菜产量和品质的影响[J].长江蔬菜,2014(4):46-49,50.

[8]唐玉霞,孟春香.不同钾肥品种对番茄产量和品质的影响[J].土壤肥料,1996(3):46-47.

[9]郭熙盛,吴礼树,朱宏斌,等.不同钾肥品种和用量对花椰菜产量和品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(3):464-470.

[10]郭玉伟,张亚莉,周桂荣,等.钾肥种类与用量对黄瓜生长发育

的影响[J].现代农业科技,2012(8):108-109.

[11]刘汝亮,李友宏,王 芳,等.两种钾源对马铃薯养分累积和产量的影响[J].西北农业学报,2009,18(1):143-146.

[12]金珂旭,王正银,樊 驰,等.不同钾肥对甘蓝产量、品质和营养元素形态的影响[J].土壤学报,2014,51(6):1369-1377.

[13]秦文利,李春杰.增施钾肥对日光温室番茄产量和品质的影响[J].中国土壤与肥料,2007(1):44-47.

[14]孙 权.农业资源与环境质量分析方法[M].银川:宁夏人民出版社,2004.

[15]鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,2000.

[16]黄界颖,马友华,张多姝,等.硫肥在作物上施用的效果与方法[J].安徽农学通报,2002,8(3):50-51,56.

[17]郭熙盛,王文军,朱宏斌,等.不同钾肥品种及用量对花椰菜养分吸收与分配的影响[J].安徽农业大学学报,2007,34(3):420-425.

[18]王桂良,黄玉芳,叶优良.不同钾肥品种和用量对甘蓝产量、品质和养分吸收利用的影响[J].中国蔬菜,2009(20):40-45.