

不同浓度多效唑对甘薯生长特性及产量的影响

史婵, 张菡*, 张兴端, 李秋卓 (重庆三峡农业科学院, 重庆 404115)

摘要 以万薯5号为试验材料, 采用叶面喷施方法, 按照喷施浓度设置4个处理, 研究多效唑的不同喷施浓度对甘薯生长特性及产量的影响。结果表明, 喷施一定浓度的多效唑能够促进甘薯的基部分枝数, 抑制甘薯主蔓长度和主茎粗的增长, 抑制甘薯地上部分藤叶的生长, 对地下部分的影响则表现为促进甘薯块根的膨大, 提高甘薯的干物质率; 当喷施浓度过高时, 对甘薯地上部分的抑制作用减弱, 甚至低于不喷施多效唑的水平, 对地下部分的促进作用也转为反向抑制作用, 甘薯鲜薯产量低于对照, 且差异显著, 甘薯干物质率比对照降低。

关键词 多效唑; 喷施浓度; 甘薯; 生长特性; 产量

中图分类号 S531 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)22-0037-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.22.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Paclobutrazol at Different Concentrations on the Growth and Yield of Sweet Potato

SHI Chan, ZHANG Han, ZHANG Xing-duan et al (Chongqing Three Gorges Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 404155)

Abstract The effects of different spraying concentrations of paclobutrazol on growth characteristics and yield of sweet potato were studied with Wanshu No.5 as experimental material. The results showed that spraying certain concentration of paclobutrazol could promote the number of basal branches, inhibit the growth of main stem length and stem diameter, and inhibit the growth of some vine leaves aboveground, the effect on the underground part is that the root tuber of sweet potato is expanded and the dry matter rate of sweet potato is increased; when the spraying concentration is too high, the inhibition on the aboveground part of sweet potato will weaken, even lower than the level without spraying paclobutrazol, the yield of fresh sweet potato was lower than that of the control, and the difference was significant. The drying matter rate of sweet potato was also lower than that of the control.

Key words Paclobutrazol; Spraying concentration; Sweet potato; Growth characters; Yield

甘薯是西南山区, 特别是重庆地区大田主栽作物, 近几年常年种植面积在 37 万 hm^2 左右。由于重庆主要分布在长江沿线, 以丘陵、低山为主, 平均海拔为 400 m; 气候温和, 属中亚热带湿润气候, 降雨量充沛, 所以重庆总的生态环境非常适合甘薯的种植^[1]。但也因为西南山区地理及环境原因, 降水多集中在春夏之间, 导致甘薯地上部分容易徒长^[2], 间接导致地下部分产量降低, 且淀粉含量下降, 严重影响甘薯的经济产量。在中国农业生产中, 多效唑是使用面积最广的植物生长延缓剂之一^[3-4], 具有抑制植物新生组织生长、提高叶绿素含量、增加作物产量的作用^[5], 现在已经在水稻、小麦、玉米等方面应用并得到了广泛的认可和推广^[6]。薯类、萝卜等块根块茎类作物使用多效唑的增产效果显著^[7]。

报道显示, 多效唑已在多种作物上使用。陈丹丹等^[8]研究表明, 水稻育秧喷施多效唑的控苗效果随喷施浓度增大而加强, 但浓度过高(300 mg/L)时根系生长受到显著抑制。王全智等^[9]研究表明, 通过影响光合作用和内源激素合成, 多效唑处理能够显著提高叶片叶绿素含量, 同时可以抑制草莓匍匐茎伸长和增粗, 增加果实蛋白质含量。张菡等^[10]报道了重庆地区甘薯在封垄后喷施多效唑有利于控制茎叶徒长、提高鲜薯产量, 且在封垄后喷施时间越早, 增产效果越好。但喷施不同浓度多效唑对甘薯的影响鲜见报道。鉴于此, 笔者

以万薯5号为试验材料, 研究大田条件下多效唑在生长和结薯过程中的最适浓度, 以期拓宽多效唑在甘薯生产中的应用范围提供理论依据, 达到绿色环保效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料 供试材料为万薯5号, 该品种属于淀粉型甘薯品种, 由重庆三峡农业科学院自主选育, 在重庆范围内有一定的推广面积, 比较具有代表性。

1.2 试验方法 试验于2018—2019年在重庆三峡农业科学院甘宁试验基地进行。选择中等肥力土壤, 试验药剂选择为多效唑, 喷施方式为叶面喷施。试验共设置4个处理, 喷施浓度为有效成分750、900、1 050 g/hm^2 和空白对照, 分别标记为处理1、2、3、4。封厢期喷施, 并分别在第1次施药处理后7 d用同剂量的药剂进行第2次喷施、采用随机区组设计, 每次处理重复3次, 小区面积20 m^2 , 5行区, 垄宽80 cm, 栽插密度6万株/ hm^2 , 各小区之间设置2行保护行, 田间管理同大田。

1.3 取样和调查 喷施第2次当天取样1次, 后每隔30 d取样1次, 每小区每次选5株, 调查甘薯基部分枝数、测主蔓长度、称量单株藤叶鲜重和单株鲜薯重。以5株平均值为样本最后数据, 收获时统计藤叶和鲜薯产量, 测定烘干率。

2 结果与分析

2.1 不同处理对甘薯分枝数的影响 在栽插后第40天进行第1次喷药处理, 7 d后巩固喷施效果并进行第1次取样。从表1可以看出, 处理1、2分枝数与CK基本一致, 处理3比CK分枝数少0.3; 在喷药后第30、60和90天分别进行第2、3、4次取样。与对照相比, 处理1、2的分枝数出现了先增加

基金项目 农业农村部国家现代农业产业甘薯技术体系国家甘薯产业技术体系万州综合试验站项目(CARS-10-C21); 重庆市科技局项目“甘薯鲜食营养型及高直淀粉组分新品种创制”(cstc2019jcsx-gksb0288)。

作者简介 史婵(1987—), 女, 湖南益阳人, 助理研究员, 硕士, 从事甘薯育种与栽培研究。*通信作者, 高级农艺师, 硕士, 从事甘薯育种与栽培研究。

收稿日期 2020-04-10

后降低的现象,而处理3分枝数则一直表现为降低,所有处理与对照间都表现为差异不显著。在取样90 d时,CK的分枝数高于其他3个处理,说明喷施一定浓度的多效唑能够抑制甘薯基本分枝数。

2.2 不同处理对主蔓长度的影响 从表1可以看出,取样0 d时处理1、2、3和CK的主蔓长度基本相当,处理1主蔓长度比对照长0.34 cm,;处理2比对照短了11.00 cm,处理3比对照长15.33 cm,且差异不显著;处理30 d后处理1的主蔓长比0 d取样增长了22.13%,处理2和3相比0 d取样分别增长了25.30%和43.13%,而对照则增长了34.52%,因此对照的增长速度快于处理1;处理60 d后处理1的主蔓长相比0 d取样时增长了57.59%,处理2、3主蔓长分别比对照增长了64.06%和65.47%,而对照只增长了51.14%;处理90 d后处理1主蔓长相比对照增长了62.06%,处理2、3分别增长了71.79%和72.84%,而对照则增长了68.30%,且所有处理差异

均不显著。这说明喷施一定浓度的多效唑能够有效抑制甘薯主蔓长度的快速生长,但浓度过大时,反而能够促进蔓长的生长。

2.3 不同处理对甘薯主茎粗的影响 从表1可以看出,取样0 d时处理1、2、3和对照的主茎粗细相当;处理30 d后,处理1与对照相比未增长,处理2、3主茎粗分别增加了17.46%和1.79%,对照与0 d相比增加了5.17%;处理60 d后处理1比对照增加了3.33%,处理2、3分别增加了14.75%和1.79%,而对照主茎粗增加了1.79%;处理90 d后处理1与对照相比反而降低了1.72%,处理2、3分别比对照增加了8.77%和13.33%,对照增加了15.38%,且所有处理之间的差异不显著,说明喷施一定浓度的多效唑能够抑制甘薯的主茎粗生长,且浓度合适时反而能更好地抑制甘薯主茎粗的生长;但当浓度过大时,主茎粗反而呈增长趋势下降的现象,这与对主蔓长度的影响表现一致。

表1 不同处理对甘薯主要农艺性状的影响

Table 1 Effects of different treatments on the major agronomic characters of sweet potato

处理编号 Treatment code	天数 Days//d	分枝数 Branching number//个	主蔓长度 Main stem length//cm	主茎粗 Main stem diameter//mm	单株藤叶鲜重 Ivy leaf fresh weight per plant//g
1	0	3.33±0.58	99.67±12.66	0.58±0.03	363.33±161.97
	30	3.67±1.53	128.00±5.86	0.58±0.07	433.3±52.92
	60	4.00±3.00	235.00±38.84	0.60±0.10	983.33±725.14
	90	2.33±0.58	262.67±25.17	0.57±0	450.00±332.91
2	0	3.33±0.58	88.67±11.27	0.52±0.05	246.67±220.18
	30	3.33±1.53	118.70±39.37	0.63±0.04	386.67±407.22
	60	2.67±0	246.70±22.91	0.61±0	733.33±251.66
	90	2.33±0.58	314.33±61.83	0.57±0.05	733.33±404.15
3	0	3.00±1.53	84.00±42.91	0.55±0.10	286.67±153.08
	30	4.67±0.58	147.70±33.53	0.56±0.06	760.00±152.75
	60	3.00±1.16	243.30±20.81	0.56±0.04	550.00±152.75
	90	2.67±0.58	309.33±14.36	0.60±0.06	700.00±50.00
CK	0	3.33±0	99.33±24.44	0.55±0.03	269.33±92.92
	30	4.33±0.58	151.70±16.52	0.58±0.06	683.33±80.83
	60	3.00±2.00	203.30±11.55	0.56±0.05	633.33±327.87
	90	3.67±0.58	313.33±13.32	0.65±0.06	933.33±217.94

注:数据为3次重复的平均值±标准差

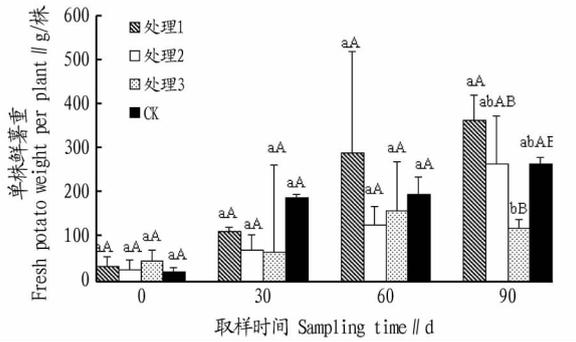
Note: Data were the mean value ±standard deviation of 3 repetitions

2.4 不同处理对单株藤叶鲜重的影响 由表1可知,取样0 d时处理1单株藤叶鲜重比对照增加94.00 g,处理2和3分别比对照减轻22.66和17.34 g;处理30 d后,处理1比对照增加16.15%,处理2和3分别比对照增加36.21%和62.28%,而对照藤叶鲜重增加60.59%;处理60 d后处理1藤叶鲜重比对照增加63.05%,处理2和3分别比对照增加66.36%和47.88%,对照增加57.47%;90 d后处理1比对照增加19.26%,处理2和3分别比对照增加66.36%和59.05%,而对照增加71.14%。与对照相比,各处理整体趋势基本保持为喷施不同浓度的多效唑能够抑制单株藤叶鲜重的增加,但个别处理阶段存增长幅度大于对照。此外,抑制效果与处理浓度有关,处理1的抑制效果最佳,超出该浓度则抑制效应下降。

2.5 不同处理对单株鲜薯重的影响 由图1可知,喷施不同浓度多效唑对单株鲜薯产量的影响表现为:随着处理时间的

延迟,处理1、2、3的单株鲜薯产量也在不断增加,但是处理2、3增加幅度低于CK,处理1增加趋势快于CK,所以处理90 d时处理3的单株鲜薯重极显著低于CK,而处理1产量高于CK,但不显著。处理1的多效唑浓度促进了甘薯产量的增加,而处理2的产量与CK基本持平,处理3则显著抑制甘薯产量的增加。

2.6 不同处理对产量和干物质率的影响 由表2可知,处理1、2、3与CK间的小区鲜薯产量无显著差异,但是处理1与3间差异显著,且处理1、2与CK相比产量增加,处理3与CK相比产量降低,这也说明一定浓度的多效唑能够促进甘薯的鲜薯产量,但是浓度过高反而不利于甘薯地下部分的生长,这与其他的研究结果一致。不同处理对小区藤叶产量的影响表现为:处理1、2、3的藤叶产量都低于对照,说明多效唑能够抑制地上部分生长;但处理1与CK之间的差异达显著



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

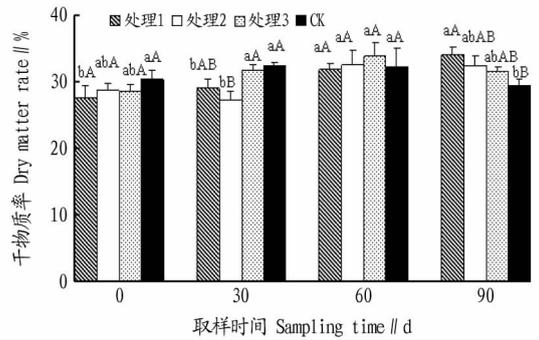
Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图 1 不同处理对单株鲜薯重的影响

Fig.1 Effects of different treatments on the fresh potato weight per plant

水平,这与地下部分效果一致,都表现为一定浓度多效唑能够对甘薯生长起最佳作用,但是过高浓度的作用效果反而有所下降,且达差异显著水平。喷施不同浓度多效唑对甘薯干

物质率的影响在处理 90 d 后结果与鲜薯产量结果一致,且处理 1、2、3 都高于 CK,但处理 1 与 CK 差异极显著(图 2),这也再一次佐证了之前的研究结果。



注:不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Different lowercases indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters indicated extremely significant differences at 0.01 level

图 2 不同处理对甘薯干物质率的影响

Fig.2 Effects of different treatments on the dry matter rate of sweet potato

表 2 不同处理对甘薯地上及地下部分产量的影响

Table 2 Effects of different treatments on the aboveground and underground weight of sweet potato

处理编号 Treatment code	鲜薯 Fresh potato			藤叶 Vine and leaf			干物质率 Dry matter rate %
	小区产量 Plot yield kg	折合产量 Converted yield kg/hm ²	比对照增减 Compared with CK ±%	小区产量 Plot yield kg	折合产量 Converted yield kg/hm ²	比对照增减 Compared with CK ±%	
1	45.00±3.12 aA	22 511.25	4.24	48.10±6.63 aA	24 012.00	-46.39	33.93±1.18 aA
2	43.33±7.57 abA	21 675.90	0.37	66.10±16.61 abA	33 066.60	-26.17	32.19±1.61 abAB
3	29.03±6.94 bA	14 522.25	-32.75	59.90±9.93 abA	29 965.05	-33.10	31.36±0.78 abAB
CK	43.17±4.19 abA	21 595.80	—	89.53±22.11 bA	44 787.45	—	29.26±0.99 bB

注:数据为 3 次重复的平均值±标准差。同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著;同列不同大写字母表示在 0.01 水平差异极显著

Note: Data were the mean value ± standard deviation of 3 repetitions. Different lowercases in the same column indicated significant differences at 0.05 level; different capital letters in the same column indicated extremely significant differences at 0.01 level

3 结论与讨论

该试验结果显示,喷施一定浓度的多效唑能够提高甘薯的基部分枝数,有效抑制甘薯地上部分的生长,具体表现为降低甘薯主蔓长度的增加、茎粗的生长,控制甘薯的单株藤叶产量,其次还能促进甘薯地下部分的生长及干物质转化,具体表现为提高单株鲜薯重,以及提高甘薯的烘干率。但是这些正向促进作用都需要在一定的浓度范围内;当浓度过高时,这些结果都表现为反向抑制作用,这与前人的研究结果一致。

在同等地力条件下,叶面喷施多效唑对淀粉型甘薯万薯 5 号地上部分徒长有明显的控制效果,促进基部分枝,抑制蔓长、蔓粗,同时还促进地下部分的生长,提高甘薯鲜薯产量和干物率等,这与张茵等^[10]的研究结果一致。

喷施多效唑溶液对甘薯有较好的增产效果,但必须掌握喷施的合适浓度。当喷施 750 g/hm² 的多效唑时,鲜薯产量相比 CK 增加 4.24%;当喷施 900 g/hm² 浓度的多效唑时,鲜薯产量只增加了 0.37%,增产幅度明显降低;当喷施

1 050 g/hm² 浓度的多效唑时,鲜薯产量反而比 CK 低。因此,喷施 750 g/hm² 的多效唑溶液时,增产效果最佳,且干物质率提高了 4.47 个百分点。当甘薯喷施 0~900 g/hm² 多效唑有效成分时,浓度越高对甘薯生长调节效果越好;但超过该浓度后,效果反而有所降低。冯焱等^[11] 研究结果显示,多效唑可以抑制植株顶端优势,缩短节间距离,促进结薯,但使用的浓度至关重要,高浓度的多效唑对马铃薯扦插苗植株的生长抑制过于强烈,会导致产量降低。莫国莲^[6] 研究表明,多效唑喷施浓度也会对结实率产生一定影响,在秋红薯栽种结束 2 个月左右进行喷施时,多效唑浓度越高,其增产效果越高。杨世杰等^[12] 研究结果显示,在一定浓度范围内,浓度越高对紫薯生长调节作用效果越好,但浓度超过该范围时效果反而下降。

罗坤^[5] 研究显示,在分枝结薯期叶面喷施多效唑以 50 mg/kg 为宜,且要达到增产效果必须严格控制浓度。综合考虑成本投入、经济产量、甘薯品种及环保等因素,在封垄期
(下转第 76 页)

对地理范围内的保护区进行管理,对保护区周边也要进行适当的干预管理。而对非保护区的管理和干预脱离了湿地保护部门的职责,越过了管理权限。这种情形的出现属于湿地管理权限被分割成不同区域多部门保护湿地资源^[13]。这不仅背离了环境资源综合生态系统管理理念要求,而且致使同是湿地受不同区域或不同部门管理,可能会因责任和利益划分不均而导致管理效益低下。因此,湿地管理应当符合管理明确性和责任明确性要求,立法上应直接规定华阳河湖群湿地由宿松林业局统筹监督管理。林业部门处理好与县环保部门、自然资源部门、农业部门以及环境保护区各级镇、乡政府的关系,坚持湿地保护与其他环境要素的综合保护相结合,加大华阳河湖群湿地保护和修复力度。同时要进一步强化保护责任,落实责任追究制,规范工作部门的保护行为,促进湿地环境行政执法的有效落实,保障湿地资源合理开发利用,监督湿地的有效修复。

4.2 完善华阳河湖群生态补偿机制 湿地保护区核心区、缓冲带、试验区均承载着生态服务功能,对其的保护刻不容缓。湿地保护管理的种种措施对于周围的居民势必造成不便甚至经济上的损失,所以补偿机制的建立对保护居民的热情是一种激励和保障。

首先要建立健全法律法规保障生态功能区的补偿机制^[14],将“湿地”作为一个单独对象加以规制,专门立法,加强整体保护功能。在立法的价值取向上应以湿地生态保护为根本,在保护湿地生态功能和社会价值的前提下,兼顾经济价值。

划定补偿标准时应视其生态区位、生态脆弱程度以及生态功能地位分级设立。同时,将湿地周边耕地承包经营权和村(社区)纳入补偿范畴。结合地理信息技术,对保护区周围因保护候鸟等野生动物而遭受损失的基本农田,根据受损耕地面积和受损程度,按照差别化补偿的标准给予补偿^[15];对处于重要湿地一定范围内的村(社区)实施绿化、改水改厕、生态修复等环境改善项目,给予补助。

开展重要湿地保护区生态保护和修复整体规划,从国家、省级层面组织专家对湿地功能区的范围、生态区位、承载的生态功能作用等进行详细论证,并与湖区群众的生产、生活及经济发展相契合。因功能区规划需要迁出保护区和因

环保要求不能从事种养殖、“农家乐”等相关产业发展而造成经济损失的湖区群众,要给予适当的经济补偿和政策倾斜。

4.3 完善生态环境保护管理成效反馈机制 长期规范地开展湿地生态系统、生物多样性、湿地环境质量等方面的监测,通过对湖泊监测结果的纵向和横向对比,与管理制度细则结合,分析出管理制度内细则的可推广部分和不足点。对保护成效明显的细则需更加坚持,对管理不足点及时论证进行改善。华阳河湖群保护区范围极大,湖岸线较长,衍生的保护问题在不同区域是不同的,所以对管理细则的使用需要因地制宜。细则是否适合管理区域的保护情形,需要通过保护成效的及时反馈,才能下定论。完善生态环境保护管理成效反馈机制是管理保护条例不断发展和进步的重要保障。

参考文献

- [1] 江海.环巢湖湿地保护法治问题与对策:以回应型法为视角[J].巢湖学院学报,2019,21(2):1-7.
- [2] 姜加虎,黄群,孙占东.长江中下游湖泊保护和管理的若干建议[J].长江流域资源与环境,2005,14(1):40-43.
- [3] 潘佳,汪勃.中国湿地保护立法的现状、问题与完善对策[J].资源科学,2017,39(4):795-804.
- [4] 国家林业局.湿地保护管理规定[EB/OL].(2013-04-09)[2017-01-10].http://www.gov.cn/gzdt/2013-04/09/content_2373337.htm.
- [5] 国家林业局调查规划设计院.安徽宿松华阳河湖群自然保护区总体规划[R].2012.
- [6] 孙永涛.杭州西溪湿地资源现状与保护对策[J].湿地科学与管理,2019,15(3):38-41.
- [7] 曾凯,王家生,章运超,等.华阳河湖群水位变化对水质的影响分析[J].长江科学院院报,2020,37(8):49-53.
- [8] 张胜华,赵丽娜,田焕新,等.安徽宿松华阳河湖群水生植被恢复试验研究[J].生物学杂志,2017,34(4):69-75.
- [9] 周林飞,赵言稳,关秀婷.6种水生植物腐烂过程中水质理化指标的变化室内模拟研究[J].湿地科学,2016,14(6):832-839.
- [10] 张岳,颜秀勤,赵新华,等.环境因子对水生植物复氧及除污效果的影响[J].中国给水排水,2018,34(21):64-69.
- [11] FORMAN R T T, GALLI A E, LECK C F. Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications[J]. Oecologia, 1976, 26(1):1-8.
- [12] ANDERSON D W, JEHL J R, JR, RISEBROUGH R W, et al. Brown pelicans: Improved reproduction of the southern California coast[J]. Science, 1975, 190(4216):806-808.
- [13] 白洁,马静,徐基良,等.我国湿地保护管理现状与优化对策[J].世界林业研究,2012,25(4):58-62.
- [14] 谢高地,曹淑艳,鲁春霞,等.中国生态补偿的现状与趋势(英文)[J].资源与生态学学报,2015,6(6):355-362.
- [15] 赖力,黄贤金,刘伟良.生态补偿理论、方法研究进展[J].生态学报,2008,28(6):2870-2877.

(上接第39页)

喷施多效唑应该严格控制好使用浓度,以750 g/hm²为宜,此时生长调节作用和促产增收效果较佳。今后应进一步研究使用更细分的浓度范围以及其他生育时期的适宜喷施浓度。

参考文献

- [1] 张启堂.中国西部甘薯[M].重庆:西南师范大学出版社,2014:4-5.
- [2] 王汝娟,窦百君,张铭浩,等.多效唑和缩节胺对食用甘薯产量和品质的影响[J].山东农业科学,2018,50(10):65-68.
- [3] 傅鹏鹏,朱建强,张淑贞,等.植物生长调节剂在作物上的应用研究进展[J].长江大学学报(自然科学版),2011,8(10):233-235.
- [4] 黄飞,李忠芹,黄英.多效唑对水稻产量的调节效应[J].大麦与谷类科学,2008(2):48-49.
- [5] 罗坤.甘薯分枝结薯期叶面喷施多效唑试验[J].农业科技通讯,2017(9):104-106.
- [6] 莫国蓬.多效唑在秋红薯上的应用研究[J].农业科学,2018,38(6):54.
- [7] 李典晏,褚能明,张雪梅,等.烯效唑、多效唑在果蔬中的残留限量及检测技术研究进展[J].南方农业,2019,13(1):92-95.
- [8] 陈丹丹,徐小林,李大明,等.多效唑喷施浓度和时间对双季晚稻秧苗生长的影响[J].农学报,2020,10(2):7-11.
- [9] 王全智,孙朋朋,吴文文,等.多效唑对桃熏草莓生长与果实品质的影响[J].江苏农业科学,2019,47(21):182-185.
- [10] 张茵,王良平,魏鑫,等.多效唑的不同喷施时间对甘薯生长发育和产量的影响研究[J].作物杂志,2013(4):97-99.
- [11] 冯焱,淳俊,桑有顺,等.两种植物生长调节剂对马铃薯原种产量的影响[J].四川农业科技,2018(1):13-14.
- [12] 杨世杰,吴志东,沈新磊.喷施不同浓度多效唑对紫薯品质及产量的影响[J].河南农业,2019(31):13,18.