

植物生长延缓剂对切花向日葵主要经济性状的影响

刘明¹, 梁均平², 何欢¹

(1. 杨凌职业技术学院, 陕西 咸阳 712100; 2. 西安国际港务区住房和城乡建设局, 陕西 西安 710026)

摘要:为了探究不同植物生长延缓剂对切花向日葵主要经济性状的影响,以文森特切花向日葵为试验材料,使用不同质量浓度的多效唑(40、80、160、240 mg/L)、矮壮素(100、200、400、800 mg/L)和缩节胺(50、100、150、200 mg/L)溶液对其进行叶面喷施处理,以清水作为对照,在达到采收成熟度后,对不同处理条件下切花向日葵茎、叶、花性状进行测定。结果表明,与对照相比,12个处理下的切花向日葵均表现出株高降低、茎粗增加、节间缩短、茎干比增大、叶柄缩短、叶片增厚以及叶绿素含量增加、花盘直径增大等特点,表明文森特切花向日葵的经济性状得到明显改善,切花品质显著提升。其中,240 mg/L多效唑、800 mg/L矮壮素和150 mg/L缩节胺处理对切花向日葵经济性状的影响最为显著,240 mg/L多效唑处理下,切花向日葵株高降低24.1%,茎粗增加41.6%,叶片厚度增加52%,SPAD值增加47.5%,花盘直径增大26.3%;800 mg/L矮壮素处理下,其株高降低15.8%,茎粗增加35.7%,叶片厚度增加59.9%,SPAD值增加48%,花盘直径增大24.8%;150 mg/L缩节胺处理下,其株高降低22.2%,茎粗增加44.5%,叶片厚度增加74.8%,SPAD值增加39.3%,花盘直径增大22.7%。综合比较分析发现,240 mg/L多效唑处理下切花向日葵的经济性状最为突出,综合效果最好。

关键词:切花向日葵;经济性状;植物生长延缓剂;多效唑;矮壮素;缩节胺

中图分类号:S565.5 文献标识码:A 文章编号:1002-2481(2024)04-0127-06

Effects of Plant Growth Retardants on the Main Economic Traits of Cut Sunflower

LIU Ming¹, LIANG Junping², HE Huan¹

(1. Yangling Vocational and Technical College, Xianyang 712100, China;

2. Xi'an International Port Zone Housing and Urban-Rural Construction Bureau, Xi'an 710026, China)

Abstract: In order to explore the effects of different plant growth retardants on the main economic traits of cut sunflower, in this study, Vincent cut sunflower was used as the test material, foliar spray treatments were carried out with different concentrations of PP333(40, 80, 160, 240 mg/L), CCC(100, 200, 400, 800 mg/L), and DPC(50, 100, 150, 200 mg/L) solutions with water as the control. The stem, leaf, and flower traits of cut sunflower were determined under different treatment conditions after reaching harvest maturity. The results showed that compared with the control, the 12 treatments showed the characteristics of reduced plant height, increased stem diameter, shortened internodes, increased diameter-to-height ratio, shortened petioles, thickened leaves, increased chlorophyll content, and increased flower diameter, indicating that the economic traits of Vincent cut sunflower were significantly improved and the quality of cut flowers was significantly improved. Among these treatments, PP333 240 mg/L, CCC 800 mg/L, and DPC 150 mg/L had the most significant effects on the economic traits of cut sunflower. Under 240 mg/L of PP333 treatment, the plant height of cut sunflower decreased by 24.1%, stem diameter increased by 41.6%, leaf thickness increased by 52%, SPAD value increased by 47.5%, and flower diameter increased by 26.3%. Under 800 mg/L of CCC treatment, plant height decreased by 15.8%, stem diameter increased by 35.7%, leaf thickness increased by 59.9%, SPAD value increased by 48%, and flower diameter increased by 24.8%. Under 150 mg/L of DPC treatment, the plant height decreased by 22.2%, the stem diameter increased by 44.5%, the leaf thickness increased by 74.8%, the SPAD value increased by 39.3%, and the flower diameter increased by 22.7%. Comprehensive comparative analysis showed that the economic traits of cut sunflower under 240 mg/L of PP333 treatment were the most prominent, and the comprehensive effect was the best.

Key words: cut sunflower; economic traits; plant growth retardants; PP333; CCC; DPC

向日葵 (*Helianthus annuus* L.) 是菊科向日葵属 1 年生草本植物,原产于北美洲,目前在全世界

收稿日期:2023-12-14

基金项目:陕西省重点研发计划项目(2018ZDXM-NY-027);杨凌职业技术学院科学研究基金计划项目(DT2023-002)

作者简介:刘明(1983-),男,陕西西安人,讲师,主要从事观赏植物栽培研究工作。

各地均有栽培^[1]。向日葵花朵色彩明艳,寓意美好,其切花在花艺装饰中应用广泛。切花向日葵适应性强,生长迅速,栽培技术简单。自 20 世纪末引入我国以来,生产规模迅速扩大,现已成为切花市场的大宗花卉。目前我国主栽的切花向日葵品种以文森特为主,其他品种如阿尔卑斯、太阳之眼和玩具熊也有少量种植。这类专用的切花向日葵自然生长的株高一般在 1.3~1.8 m,在密植条件下最高可超过 2 m。向日葵是一年生草本植物,根系较浅,茎秆高易倒伏,并且株体高大消耗营养,导致花盘较小。市场上对切花向日葵的分级标准,主要是以花盘直径、茎秆直径、留秆长度、顶叶品相、茎秆弯曲度、开放程度,病虫害和机械损伤等性状作为指标,其中,花盘直径和茎秆直径为最重要的指标。切花向日葵生产中可通过使用矮壮素、多效唑等药剂进行矮化处理,调控生长,增大花盘,增粗茎秆,改善经济性状^[2]。目前,切花向日葵生产中植物生长延缓剂应用的相关研究较少,生产者对于药剂种类,使用方式和使用浓度没有明确认识,大多根据经验进行施用,例如云南昆明地区的切花向日葵种植户使用丙环唑和烯效唑控旺进行处理,结果经常出现药害,灼伤花头的情况,生产效率低下。

植物生长延缓剂种类较多,其中应用较多的是多效唑(PP333)、矮壮素(CCC)和缩节胺(DPC)。这 3 种植物生长延缓剂都是通过抑制内源赤霉素合成实现延缓生长,植株矮化,茎秆增粗,叶片增厚,叶绿素含量增大,抗性增强,产量提高等效果^[3]。多效唑属于三唑类植物生长延缓剂,可经根、茎、叶吸收,经导管传到幼嫩部分分生组织,广泛应用于谷物、薯蓣类、果树和花卉。外源施加多效唑可增加谷物分蘖,防倒伏^[4-5];增加茄子单果质量^[6];提高樱桃的坐果率,抑制生长,增加产量^[7];还能促进花卉侧枝生长,抑制主干高度^[3]。矮壮素为季铵类植物生长延缓剂,可经植物叶、嫩枝、芽和根系吸收,然后转移到作用部位,生产上广泛应用于番茄、玉米、棉花、马铃薯等作物。外源施加矮壮素使番茄株型紧凑并且提早开花^[8],矮化玉米植株和减少果穗秃尖^[9],促进马铃薯块茎提前形成和茎生长^[10]。缩节胺也是季铵类植物生长延缓剂,不仅能够抑制棉花营养生长,促进早结铃,增加纤维产量^[11],还可以降低番茄株高,抑制幼苗生长^[12]。鲜切花种植密度大,易徒长,在生产中经常需要利用植物生长延缓剂控制株型,促进生殖生长。例如,矮壮素和多效唑能使马蹄莲株形矮化,茎秆增粗,叶厚色深^[13],

并能显著降低滁菊的株高,缩短节间长度^[14]。矮壮素喷施切花香石竹,可降低株高 46.43%,减小叶长 28.71%^[15]。湛振等^[16]研究发现,低浓度缩节胺处理后,可有效促进三角梅开花,增加花朵数,抑制落叶,缩短叶间距,然而高浓度处理抑制开花。

植物生长延缓剂在向日葵生产中的应用目前主要集中在食用向日葵、油用向日葵和观赏向日葵。刘金刚等^[17]在食用向日葵上的试验表明,喷施 500 mg/L 的矮壮素溶液可显著降低辽嗑杂 6 号的株高。徐安阳等^[18]研究发现,多效唑能抑制新食葵 5 号的株高,增加茎粗,缩短节间长和叶柄长,减小叶片的叶长、叶宽、叶片数,增加盘径、单盘粒质量、百粒质量,提高籽仁率,增产效果明显,改善籽粒品质,提高籽粒粗蛋白和粗脂肪含量。柳廷涛等^[19]使用 200 mg/L 缩节胺、100 mg/L 多效唑和 12 g/L 矮壮素溶液喷施新食葵 7 号,发现这些植物生长延缓剂都能提高向日葵叶片的叶绿素含量和可溶性蛋白含量,增加游离氨基酸的积累量,降低丙二醛的产生,增强 SOD、POD、CAT 保护酶活性,提高植株的生理代谢功能。

切花向日葵生长周期短,主要是以花盘大小、茎秆直径等性状为商品评价指标,在植物生长延缓剂的使用上相关研究报道较少。本研究主要分析不同植物生长延缓剂对切花向日葵经济性状的影响,旨在为切花向日葵高效栽培提供一定的理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

本试验于 2022 年 4—6 月在陕西省杨凌职业技术学院农林实训基地(108°3'58.94"N,34°16'48.42"E)进行,该地属暖温带半湿润大陆性季风气候,四季分明,年平均气温 13.0~13.7℃,年降水量 522.42 mm,年日照时数 1 646.1~2 114.9 h。

1.2 试验材料与试剂

供试材料为文森特切花向日葵,种子购自昆明缤纷园艺有限公司。供试试剂 15% 多效唑可湿性粉剂和 50% 矮壮素水剂均由四川国光农化股份有限公司生产,250 g/L 缩节胺由中棉小康生物科技有限公司生产。

1.3 试验方法

4 月 2 日露地直播,小区长 5 m,宽 3 m,每个小区播种向日葵 240 株,人工点播,行距 30 cm,株距 15 cm。试验田铺设滴灌设备,统一水肥管理。试验

以叶面喷施不同种类和浓度的植物生长延缓剂为试验因子,采用随机区组设计,3种药剂各设置4个质量浓度,共12个处理,分别为多效唑40(P1)、80(P2)、160(P3)、240(P4)mg/L;矮壮素100(C1)、200(C2)、400(C3)、800(C4)mg/L;缩节胺50(D1)、100(D2)、150(D3)、200(D4)mg/L,对照为清水(CK),每个处理设置3个重复。向日葵生长至4片真叶时开始施用药剂,每10 d喷施一次,共喷施4次。9:00左右喷施,使用背负式电动喷雾器进行喷雾,以植株上部叶片表面均匀湿润为宜。

1.4 性状调查

向日葵达到商品采收成熟度时,每个小区随机选取5株进行数据测量。

株高采用卷尺测定基部至花头顶端的长度;茎粗采用游标卡尺以十字交叉法测定花头顶端向下80 cm处茎秆的直径;节间长是选取茎秆中部5个连续的节间,使用卷尺测量并计算平均值;茎干比是茎粗和株高2个测量数值的比值;每株向日葵随机选取中上部健康的成龄叶5片,使用卷尺测量叶

长、叶宽和叶柄长度,用叶面积系数法计算面积,其中,叶面积系数取0.654;将叶片叠放并对折,达到10层,使用打孔器避开主脉打孔,用游标卡尺测量10层圆形叶片厚度,再计算出单叶片厚度;叶绿素相对含量(SPAD值)采用SPAD502叶绿素仪随机选取植株中部成熟叶片进行测定;花盘直径采用游标卡尺以十字交叉法进行测定;舌状花长度是花朵开放后,在待测向日葵上随机摘取5片舌状花花瓣,使用卷尺测量花瓣长度并取平均值。以上数据的测量均为3次重复,取平均值。

1.5 数据处理

用Microsoft Excel 2010软件处理数据,利用IBM SPSS Statistics 19.0进行数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 植物生长延缓剂对切花向日葵茎的影响

不同植物生长延缓剂处理下切花向日葵茎的性状如表1所示。

表1 不同植物生长延缓剂处理下切花向日葵茎的性状分析
Tab.1 Analysis of the traits of cut sunflower stems under different plant growth retardant treatments

处理	Treatment	株高/cm	Plant height	茎粗/cm	Stem diameter	节间长/cm	Internode length	茎干比	Diameter-to-height ratio
CK		188.29±15.50a		1.004±0.173c		7.930±1.003a		0.005 4±0.001 1f	
P1		172.96±11.35bc		1.087±0.811bc		6.949±1.180bc		0.006 3±0.004 6def	
P2		165.98±18.60c		1.264±0.402abc		6.662±0.720bcde		0.007 6±0.002 0bcdef	
P3		157.64±22.05cd		1.279±0.165abc		5.988±0.537cde		0.008 2±0.001 1bcde	
P4		142.88±29.69e		1.422±0.343ab		5.661±0.734e		0.011 1±0.006 3a	
C1		186.50±20.98ab		1.109±0.182bc		7.935±0.893a		0.006 0±0.001 1ef	
C2		171.28±8.74c		1.159±0.265abc		7.071±0.636ab		0.006 8±0.001 5cdef	
C3		168.50±15.33c		1.305±0.207abc		6.925±1.610bc		0.007 8±0.001 2bcdef	
C4		158.48±10.44cd		1.362±0.324ab		6.493±0.946bcde		0.008 7±0.002 7abcd	
D1		160.96±12.52cd		1.266±0.169abc		6.798±0.942bcd		0.007 9±0.001 3bcdef	
D2		150.20±6.55de		1.422±0.193ab		6.502±0.900bcde		0.009 5±0.001 2ab	
D3		146.65±9.77de		1.451±0.171a		6.385±0.481bcde		0.009 9±0.000 9ab	
D4		145.88±8.18de		1.322±0.166abc		5.876±1.514de		0.009 1±0.001 1abc	

注:同列数据后不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。下表同。

Note: Different lower-case letter after the number in the same column indicated significant difference between different treatments($P<0.05$). The same as below.

由表1可知,与CK相比,3种植物生长延缓剂对切花向日葵株高均有不同程度的矮化作用,随着药剂质量浓度增加,矮化效果增强,除C1处理外,差异均达到显著水平。其中矮化效果最强的是P4处理,株高降低24.1%。从药剂种类来看,3种植物生长延缓剂对切花向日葵矮化效果由强到弱依次为缩节胺>多效唑>矮壮素。茎秆粗度是切花向日葵重要的经济性状,与CK相比,各处理的茎粗均

有不同程度增加,P4、C4、D2、D3处理与CK相比,差异显著($P<0.05$)。整体来看,除D4处理外,茎粗和药剂质量浓度表现为正相关,随药剂质量浓度增大,茎粗增加。而D4处理的茎粗小于D2、D3处理,应该是由于药剂质量浓度过大,严重抑制生长而造成的,这与彭峰等^[13]在马蹄莲上的研究结果相似。植物生长延缓剂处理后,向日葵节间长度变化的趋势与株高相似,各处理的节间长度与CK相比,

都有较明显的减小,其中,多效唑和缩节胺的效果强于矮壮素。茎干比是向日葵茎粗和长度的比值,能够反映向日葵株型矮壮程度,与抗倒伏等性状相关^[4]。表1中各处理茎干比均大于CK,总体呈现随药剂质量浓度增加而变大的趋势。在12个处理中,P4和D3处理的向日葵矮化效果较好,植株粗壮,节间紧凑,经济性状最好。

2.2 植物生长延缓剂对切花向日葵叶的影响

从表2可以看出,3种植物生长延缓剂能够降低切花向日葵叶柄长度,除了C4处理外,其他各处理与CK相比,差异显著($P<0.05$),但各处理之间差异并不显著,说明植物生长延缓剂能显著降低向日葵叶柄长度,但叶柄长度对药剂的浓度变化并不敏感。各处理叶面积与CK相比,无显著差异,随着药剂质量浓度增大,多效唑处理叶面积略有增大,矮壮素和缩节胺处理叶面积呈现先增大后减小趋

势,这与郑思唯等^[20]在勋章菊上的研究结果相似。3种植物生长延缓剂能够增加向日葵叶片厚度,并随质量浓度增加,叶片厚度增加。除C1处理外,各处理的叶片厚度均大于CK,其中P3、P4、C3、C4、D3这5个高浓度处理与CK相比,差异显著($P<0.05$)。D4处理叶片厚度小于D2和D3处理,应该是由于药剂质量浓度过大,严重抑制生长而造成。各处理叶片的SPAD值均大于CK,与叶片厚度相似,整体来看基本呈随质量浓度增加,SPAD值增大的趋势,高质量浓度植物生长延缓剂处理和CK差异显著($P<0.05$)。DPC处理叶片的SPAD值随质量浓度增加呈先增大后减小趋势,这与王瑞^[21]在大苞萱草上的研究结果基本相同。植物生长延缓剂能够增加向日葵叶片厚度和叶片中叶绿素含量,其中,P4、C4和D3处理的叶片厚度和SPAD值最高,效果最为明显。

表2 不同植物生长延缓剂处理下切花向日葵叶的性状分析
Tab.2 Analysis of the traits of cut sunflower leaves under different plant growth retardant treatments

处理	Treatment	叶柄长度/cm	Petiole length	叶面积/cm ²	Leaf area	叶片厚度/mm	Leaf thickness	SPAD
CK		18.38±9.61a		241.48±71.02abc		0.294±0.093d		33.54±2.99f
P1		11.29±3.61c		182.95±38.30c		0.311±0.049d		37.18±5.47def
P2		11.78±1.66c		183.58±43.15bc		0.348±0.084cd		39.35±4.44cdef
P3		10.67±3.62c		197.71±56.70abc		0.429±0.129abc		42.31±3.60bcd
P4		13.34±2.17bc		253.01±60.44ab		0.447±0.068a		49.47±4.96a
C1		11.93±1.68c		223.94±27.40abc		0.291±0.031d		35.38±2.03ef
C2		11.82±2.94c		256.33±105.68a		0.328±0.055d		37.50±3.34def
C3		13.87±3.46bc		248.56±105.05abc		0.432±0.099abc		43.84±7.57abc
C4		15.65±2.09ab		237.03±60.98abc		0.470±0.174a		49.63±11.39a
D1		12.83±2.07bc		245.35±32.83abc		0.315±0.059d		38.09±4.61cdef
D2		12.63±2.04bc		249.77±56.14abc		0.384±0.074bcd		39.58±2.66cdef
D3		12.82±2.98bc		242.23±77.03abc		0.514±0.122a		46.72±6.49ab
D4		11.82±2.40c		235.99±69.03abc		0.379±0.066bcd		41.40±2.17bcde

2.3 植物生长延缓剂对切花向日葵花的影响

不同植物生长延缓剂处理下切花向日葵花的

性状分析如表3所示。

表3 不同植物生长延缓剂处理下切花向日葵花的性状分析
Tab.3 Analysis of the traits of cut sunflower flowers under different plant growth retardant treatments cm

处理	Flower diameter	舌状花长度	处理	Flower diameter	舌状花长度
Treatment	Flower diameter	Tongue flower length	Treatment	Flower diameter	Tongue flower length
CK	4.19±1.00c	4.43±1.20a	C3	4.79±0.67abc	4.71±0.69a
P1	4.19±0.92c	4.39±0.66a	C4	5.23±0.74ab	4.75±0.95a
P2	4.47±0.46bc	4.59±0.58a	D1	4.69±0.37abc	4.47±0.49a
P3	4.91±0.81abc	4.39±1.78a	D2	5.00±0.69ab	4.77±0.65a
P4	5.29±0.97a	5.03±0.64a	D3	5.14±0.84ab	4.99±0.55a
C1	4.16±1.02c	4.33±0.78a	D4	4.83±0.44abc	4.81±0.78a
C2	4.64±0.36abc	4.63±0.78a			

切花向日葵的主要观赏部位是花,花器官的性状是影响向日葵切花经济性状主要的因素。从表3可以看出,3种植物生长延缓剂各处理基本都能增大向日葵花盘直径,在一定质量浓度范围内,呈现随药剂质量浓度增大花盘直径增大的趋势。其中,P4、C4、D2、D3处理向日葵花盘直径和CK显著增大($P < 0.05$)。向日葵的花序外侧舌状花瓣长度随药剂质量浓度增加有所增大,但和CK相比没有显著差异。综上,各处理中P4处理的花盘直径较CK增大26.3%,处理效果最为突出。

3 结论与讨论

植物生长延缓剂的应用能够降低切花向日葵的株高,增大茎粗和花盘直径,以达到植株矮化,切花经济性状提升的生产目的,是切花向日葵生产中必要的技术环节^[2]。本试验研究表明,参试的3种植物生长延缓剂都能使向日葵株高降低,茎粗增大,节间缩短,茎干比增大,叶柄缩短,叶片增厚,叶绿素含量增加,花盘直径增大,从而达到植株矮化强壮,抗倒伏性增强,通风透光,促进光合作用的效果,这与前人研究结果一致^[22-23]。本试验中高质量浓度植物生长延缓剂处理P4、C4、D3,对向日葵花盘直径、茎粗和SPAD值的增大效果显著。试验结果还表明,植物生长延缓剂小幅增加了舌状花长度,较长的舌状花会使得向日葵花序开放后花形更大,观赏性更佳。说明植物生长延缓剂的应用从各方面提升了切花向日葵的经济性状。

植物生长延缓剂浓度较小时,对向日葵产生的调节作用弱,达不到生产需求,浓度过大时会对向日葵造成严重胁迫^[18-19],抑制生长,切花经济性状下降。廖杰鹏^[24]在花叶鸭跖草上喷施4 000 mg/L矮壮素溶液出现了明显的药害症状。向日葵对每种生长延缓剂的敏感度不同,本试验中缩节胺处理的质量浓度增加至200 mg/L时,向日葵主要经济性状开始下降,而多效唑和矮壮素处理中,药剂质量浓度分别增加至240、800 mg/L,向日葵主要经济性状仍保持上升趋势。多效唑和矮壮素的质量浓度继续增加,与切花向日葵相关的主要经济性状是否能够继续提升,还有待进一步研究。

综上所述,3种植物生长延缓剂都能够使向日葵植株矮化强壮,抗倒伏性增强,通风透光,光合作用增强,增大花盘直径和茎粗,提升鲜切花的经济性状。各处理中,240 mg/L多效唑、800 mg/L矮壮素和150 mg/L缩节胺对切花向日葵品质提升最为

显著,其中,240 mg/L多效唑处理的主要经济性状最突出,综合效果最好。

参考文献:

- [1] 郭树春,李素萍,孙瑞芬,等.世界及我国向日葵产业发展总体情况分析[J].中国种业,2021(7):10-13.
GUO S C,LI S P,SUN R F,et al. Analysis of the overall situation of sunflower industry development in the world and China [J]. China Seed Industry, 2021(7):10-13.
- [2] 赵光英. 三亚地区切花向日葵品种关键栽培技术研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(25):61,88.
ZHAO G Y. Study on key cultivation techniques of cut sunflower varieties in Sanya[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(25):61,88.
- [3] 贺茵莹,孙振元,葛红. 植物生长延缓剂在观赏植物上的应用研究[J]. 农学报,2018,8(6):53-57.
HE H Y, SUN Z Y, GE H. Application of plant growth retardants in ornamental plants[J]. Journal of Agriculture, 2018, 8(6):53-57.
- [4] 鱼冰星,王宏富,王振华,等. 多效唑对谷子茎秆特征及抗倒性的影响[N]. 中国农业科技导报,2021-03-22.
YU B X, WANG H F, WANG Z H, et al. Effects of paclobutrazol on stalk characteristics and lodging resistance of foxtail millet [N]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2021-03-22.
- [5] 李志华,穆婷婷,杨金慧,等. 多效唑和矮壮素对糜子抗倒伏性及产量的影响[J]. 山西农业科学,2023,51(10):1219-1225.
LI Z H, MU T T, YANG J H, et al. Effects of PP333 and CCC on lodging resistance and yield of proso millet[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2023, 51(10):1219-1225.
- [6] 赵宇婧,王雨格,舒金帅,等. 多效唑喷施对茄子株型和果实性状的影响[J]. 中国蔬菜,2023(9):98-104.
ZHAO Y J, WANG Y G, SHU J S, et al. Effects of spraying paclobutrazol on eggplant plant architecture and fruit characters[J]. China Vegetables, 2023(9):98-104.
- [7] 王万许,杨玲,吕从发,等. 不同措施对提高南京地区大樱桃坐果率的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(22):139-141.
WANG W X, YANG L, LÜ C F, et al. Effects of different measures on improving fruit setting rate of cherry in Nanjing area[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2018, 46(22):139-141.
- [8] 马亚男,曹依林,苏璐璐,等. 外源喷施矮壮素对番茄植株及果实品质的影响[J/OL]. 山东农业科学,2023;1-13(2023-11-01).
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/37.1148.S.20231101.1140.004.html>.
MA Y N, CAO Y L, SU L L, et al. Effect of spraying chlormequat chloride on tomato plant and fruit quality[J/OL]. Shandong Agricultural Sciences, 2023; 1-13 (2023-11-01). <https://kns.cnki.net/kcms/detail/37.1148.S.20231101.1140.004.html>.
- [9] 冒宇翔,薛林,陈国清,等. 生长调节剂对玉米苏玉30生长的调控效果[J]. 浙江农业科学,2017,58(8):1322-1323,1327.
MAO Y X, XUE L, CHEN G Q, et al. Effect of growth regulators on growth of maize SEAO 30[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2017, 58(8):1322-1323,1327.
- [10] 梁力力,程鑫,崔丹丹,等. 赤霉素抑制剂对马铃薯离体块茎形成和发育的影响[J]. 甘肃农业大学学报,2019,54(2):

- 65-72.
LIANG L L, CHENG X, CUI D D, et al. Effects of gibberellin inhibitors on the formation and development of potato microtubers *in vitro*[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2019, 54(2):65-72.
- [11] 孙正冉, 张翠萍, 张晋丽, 等. 喷施化学打顶剂对关中棉区棉花植株生长的影响[J]. 中国农业科技导报, 2023, 25(4):167-177.
SUN Z R, ZHANG C P, ZHANG J L, et al. Effects of chemical detopping on cotton plant growth in Guanzhong cotton region[J]. Journal of Agricultural Science and Technology, 2023, 25(4):167-177.
- [12] 张明云, 刘明池, 张彦萍, 等. 营养液中添加不同植物生长调节剂对夏季番茄幼苗生长发育的影响[J]. 北方园艺, 2017(6):8-13.
ZHANG M Y, LIU M C, ZHANG Y P, et al. Effect of different plant growth regulator added in nutrient solution on growth and development of summer tomato seedling[J]. Northern Horticulture, 2017(6):8-13.
- [13] 彭峰, 陈嫣嫣, 郝日明, 等. 多效唑和矮壮素对盆栽彩色马蹄莲的矮化实验[J]. 植物资源与环境学报, 2004(4):32-34.
PENG F, CHEN Y Y, HAO R M, et al. Dwarfing experiment with paclobutrazol and chlorocholine chloride on potted *Zantedeschia antedeschia*[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2004(4):32-34.
- [14] 涂清芳, 贾雪晴, 姜自红. 利用植物生长延缓剂及栽培措施培育矮化观赏型滁菊的研究[J]. 佳木斯大学学报(自然科学版), 2022, 40(5):110-114.
TU Q F, JIA X Q, JIANG Z H. Studies on the cultivation of dwarf ornamental *Dendranthema morifolium* "Chuju" by plant growth retarder and cultivation measures[J]. Journal of Jiamusi University(Natural Science Edition), 2022, 40(5):110-114.
- [15] 白艳荣, 蒋亚莲, 瞿素萍. 矮壮素·多效唑对鲜切花香石竹矮化的影响[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(27):74-79, 89.
BAI Y R, JIANG Y L, QU S P. Dwarfing effect of CCC and paclobutrazol on fresh cut *Dianthus caryophyllus* L[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2017, 45(27):74-79, 89.
- [16] 湛振, 张东雪, 黄素荣, 等. 三种植物生长调节剂对三角梅生长开花的影响[J]. 热带农业科学, 2021, 41(9):49-55.
CHEN Z, ZHANG D X, HUANG S R, et al. Effects of three plant growth regulators on the growth and flowering of *Bougainvillea*[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2021, 41(9):49-55.
- [17] 刘金刚, 依兵, 宋殿秀, 等. 叶面喷施矮壮素对食用向日葵辽嗑杂 6 号株高和产量的影响[J]. 辽宁农业科学, 2020(6):66-68.
LIU J G, YI B, SONG D X, et al. Effect of foliar spraying chlormequat chloride on plant height and yield of edible sunflower Liaokeza 6[J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2020(6):66-68.
- [18] 徐安阳, 段维, 万素梅, 等. 不同浓度多效唑对食用向日葵生长及产量品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(2):207-213.
XU A Y, DUAN W, WAN S M, et al. Effects of different concentrations of paclobutrazol on the growth, the yield and the quality of the edible sunflower[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2016, 53(2):207-213.
- [19] 柳延涛, 徐安阳, 段维, 等. 缩节胺、多效唑和矮壮素对向日葵生理特性的影响[J]. 中国油料作物学报, 2018(2):241-246.
LIU Y T, XU A Y, DUAN W, et al. Effects of mepiquat chloride, paclobutrazol and chlorocholine chloride on physiological characteristics of sunflower[J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 2018(2):241-246.
- [20] 郑思唯, 高婷婷, 曾佳诗, 等. 多效唑(PP₃₃₃)对勋章菊营养生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(2):105-108.
ZHENG S W, GAO T T, ZENG J S, et al. Effect of PP₃₃₃ on vegetative growth of *Gazania rigens*[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2018, 46(2):105-108.
- [21] 王瑞. 3种植物生长调节剂对大苞萱草生长发育的影响[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2023.
WANG R. Effects of three plant growth regulators on the growth and development of *Hemerocallis middendorfi*[D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2023.
- [22] 董志君, 张建军, 范永明, 等. 3种植物生长延缓剂对盆栽芍药的矮化效应[J]. 东北林业大学学报, 2020, 48(9):62-66.
DONG Z J, ZHANG J J, FAN Y M, et al. Dwarfing effects of paclobutrazol, uniconazole and chlormequat on potted *Paeonia lactiflora*[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2020, 48(9):62-66.
- [23] 吴刚, 田阳青, 赵强, 等. 噻苯隆复配植物生长延缓剂对棉花生长发育和产量的影响[J]. 河南农业科学, 2024, 53(4):47-56.
WU G, TIAN Y Q, ZHAO Q, et al. Effects of thidiazuron compounded with plant growth retardant on cotton growth, development and yield[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2024, 53(4):47-56.
- [24] 廖杰鹏. 三种植物生长延缓剂对花叶鸭跖草的生长和生理影响研究[D]. 长沙:中南林业科技大学, 2023.
LIAO J P. Study on the growth and physiological effects of three plant growth delayers on *Commelina communis*[D]. Changsha: Central South University of Forestry & Technology, 2023.