

外源化学物质控制黄瓜幼苗徒长的效果

李 峰, 杨 杰, 戈伶俐, 张静燕, 刘 奇, 钟秋瓚, 熊春晖, 宋 倩

(赣州市蔬菜花卉研究所 江西赣州 341000)

摘要:为筛选出能有效控制夏季黄瓜徒长的混合溶液配方,以不同浓度的氧化亚铁、缩节胺、磷酸二氢钾 3 种试剂不同比例配制混合溶液,对黄瓜进行叶片喷施,研究不同外源化学物质对黄瓜穴盘育苗幼苗生长状况的影响。结果表明,外源喷施不同浓度配比的氧化亚铁、缩节胺、磷酸二氢钾能有效控制黄瓜幼苗高度,增强黄瓜长势,起到控制徒长的作用。主要表现在黄瓜幼苗株高、下胚轴长、叶长、叶宽、地上部分生物量降低,茎粗、地下部分生物量、根冠比、地下部分生物量、叶绿素含量增加;综合外源喷施不同化学物质对黄瓜幼苗各项指标的影响,T7 处理即外源喷施 $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 氧化亚铁+ $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 缩节胺的处理对黄瓜徒长苗的防控效果最好,与 CK 相比,株高、下胚轴长、叶面积分别降低了 12.19%、11.39%、22.01%,茎粗、根冠比、壮苗系数、叶绿素含量分别增加了 3.98%、25.00%、34.04%、14.94%。

关键词:黄瓜;幼苗;外源化学物质;徒长;控制

中图分类号:S642.2

文献标志码:A

文章编号:1673-2871(2022)01-076-05

Effects of exogenous chemicals on controlling the growth of cucumber seedlings

LI Feng, YANG Jie, GE Lingli, ZHANG Jingyan, LIU Qi, ZHONG Qiuzan, XIONG Chunhui, SONG Qian

(Ganzhou Vegetable and Flower Research Institute, Ganzhou 341000, Jiangxi, China)

Abstract: In order to screen out the mixed solution formula that could effectively control the cucumber leggy seedlings in summer, in this experiment, cucumber leaves were sprayed with a mixed solution of three reagents of different concentrations and ratios of ferrous oxide, ketamine, and potassium dihydrogen phosphate to study the growth of cucumber plug seedlings by different exogenous chemicals influences. The results showed that exogenous spraying of different concentrations of ferrous oxide, ketamine, and potassium dihydrogen phosphate could effectively control the height of cucumber seedlings, enhance the growth of cucumber, and play a role in controlling the long legs. Mainly reflected in cucumber seedling height, hypocotyl length, leaf length, leaf width, aboveground biomass decreased, stem thickness, underground biomass, root-to-root ratio, underground biomass, chlorophyll content increased. Combined with the effects of exogenous spraying of different chemical substances on various indexes of cucumber seedlings, the T7 treatment, with external spraying of $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ferrous oxide + $10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ketamine had the best control effect on cucumber leggy seedlings, compared with CK, plant height, hypocotyl length and leaf area decreased by 12.19%, 11.39% and 22.01%, respectively; stem diameter, root-cap ratio, seedling strength coefficient and chlorophyll content increased by 3.98%, 25.00%, 34.04% and 14.94%, respectively.

Key words: Cucumber; Seedlings; Exogenous chemicals; Excessive growth; Control

黄瓜是我国主要的温室栽培蔬果之一,穴盘育苗作为黄瓜育苗的重要方式之一,具有高产高效等优势^[1]。但在穴盘育苗条件下,由于高度集约化生产和穴盘构造的特殊性,穴盘黄瓜苗的地上部与地下部生长常常受到限制,如果遇到高温高湿特别是夜间和阴雨天高温高湿、光照不足以及定植不及时

等情况,幼苗很容易徒长^[2]。徒长苗形态及生理代谢迥异于正常苗,表现为下胚轴及节间显著伸长,叶片开展度增大,叶片变薄,根冠比降低,组织含水量提高,对生物和非生物逆境的适应性减弱等^[3],必然会影响黄瓜定植后的生殖生长,影响产品的营养积累,造成植株早衰,产量降低。

收稿日期:2020-07-13;修回日期:2020-08-21

基金项目:赣州市科技计划项目(赣市财教字[2020]46号);赣州市科技计划项目(赣市财教字[2019]27号);江西省农业科研协同创新项目(JXXTCXFY201901);江西省蔬菜产业技术体系综合试验站(JXARS-06-赣南片)

作者简介:李 峰,男,助理农艺师,研究方向为土壤化学、园艺作物栽培。E-mail:826449854@qq.com

通信作者:宋 倩,女,农艺师,研究方向为园艺植物育种与栽培。E-mail:289325955@qq.com

目前,常用的蔬菜幼苗徒长防控技术主要有以调节温度、光照和水分为主的物理调控及应用生长延缓剂调节营养生长为主的化学调控^[4]。化学调控是以应用植物生长调节物质为手段,通过改变植物内源激素系统,调节作物生长发育,使其朝着人们预期的方向发生变化的技术^[5]。缩节胺作为一种生长调节剂,能降低植株体内赤霉素的活性,抑制细胞伸长,从而延缓幼苗营养生长,缩短节间,使株型紧凑,促进叶绿素合成,起到控制黄瓜幼苗徒长的作用^[6]。研究表明棉株苗期喷施缩节胺能有效控制棉花株高,棉花节间长度变化也较均匀,缩节胺浓度越大对细胞伸长的抑制作用越强,植株叶绿素合成越多,叶色浓绿^[7]。有研究表明不同浓度的 FeSO_4 水溶液均可提高豌豆苗的产量及其体内维生素 C、可溶性糖、氨基酸、活性铁含量^[8],表明亚铁离子对蔬菜幼苗的生长也有很好的调控作用。

近年来,赣州市设施蔬菜产业快速健康发展,初步构建了布局合理、结构优化、有效供给、功能多样、优质高效的现代蔬菜产业发展新格局。截止到目前,赣州市建成规模蔬菜基地 1058 个、面积约 1.88 万 hm^2 ^[9]。其中,设施大棚面积约 1.51 万 hm^2 。伴随着设施蔬菜产业的发展,对专业化生产、工厂化育苗的需求也不断增大,但在赣南地区工厂化育苗中氧化亚铁、缩节胺、磷酸二氢钾 3 种试剂应用研究较少。因此,笔者使用不同浓度配比的 3 种试剂的混合溶液,对黄瓜幼苗进行叶片喷洒,通过对其形态指标的测定分析,筛选出能有效控制夏季黄瓜徒长的混合溶液配方,以此确定最适宜的浓度,为黄瓜工厂化育苗提供技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验地点

试验于 2019 年 8—9 月在江西省赣州市于都县禾丰镇设施蔬菜基地进行,年平均气温 18.7 $^{\circ}\text{C}$,年平均无霜期 297 d,年平均降水量 1 562.3 mm。试验地为典型的亚热带季风性湿润气候,四季分明,光照充足,生长季长,冷暖变化显著。

1.2 材料

供试黄瓜品种为德瑞特 10,由天津德瑞特种业公司培育。供试缩节胺为纯度(w)>99.0%固体颗粒(杭州木木生物科技公司),氧化亚铁、磷酸二氢钾均为国药分析纯试剂,育苗穴盘选用市场上常见的 50 孔聚苯乙烯穴盘,穴盘规格 530 mm×280 mm。

1.3 试验设计

通过实地考察调研,发现市面上控制植物徒长苗用的比较多的有叶绿素(10% FeO)和缩节胺等, KH_2PO_4 也有利于壮苗的培育,浓度设置参考之前预试验得出大致浓度及相关文献与当地育苗公司常用浓度^[7-10]。因此,此次试验通过设计 FeO 、缩节胺和 KH_2PO_4 三种试剂的不同浓度配比混合溶液,对黄瓜幼苗进行叶面喷施处理(子叶平展时进行喷施处理),每个处理播种 3 盘,3 次重复,共 9 盘,采用完全随机排列。采用正交设计法,按 $L_9(3^3)$ 正交表 1 共设置 9 个浓度配比。

表 1 不同处理外源化学物质施用浓度

试验编号	$\rho(\text{FeO})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{缩节胺})/$ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	$\rho(\text{KH}_2\text{PO}_4)/$ ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
CK	0	0	0
T1	0	10	1
T2	0	20	3
T3	10	0	1
T4	10	10	3
T5	10	20	0
T6	20	0	3
T7	20	10	0
T8	20	20	1

1.4 测定指标和方法

在黄瓜 2 叶 1 心期,每个处理随机选择 15 株幼苗进行形态指标的测定,包括幼苗株高(幼苗株高是茎基位置到生长点间的高度)、茎粗(茎粗选择地表到基质表层 1.5 cm 处测量)、下胚轴长(下胚轴长是茎基位置到子叶的距离)、叶长(使用直尺测定叶片着生叶柄的凹陷处到叶尖的距离)、叶宽(叶片最大的宽度)、地上部分和地下部分鲜质量(使用电子天平测定)、地上部分和地下部分干质量(把幼苗地下部分用清水洗涤干净之后用烘箱烘干至恒质量,之后使用电子天平测定)、叶绿素值(SPAD,使用 SPAD-502 叶绿素仪测量幼苗叶片的叶绿素相对含量)。根冠比=地下部干质量/地上部干质量;壮苗指数=(茎粗/株高)×全株苗干样质量;叶面积=(叶长×叶宽)/1.19^[11]。

1.5 数据处理分析

采用 Excel 2016 软件进行数据处理;用 SPSS 20.0 进行方差分析;用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 对黄瓜幼苗生长状况的影响

不同外源化学物质喷施对黄瓜幼苗的生长状

况的影响见表2。与CK处理相比,T2、T7处理黄瓜幼苗的株高显著降低,即外源喷施缩节胺质量浓度 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、磷酸二氢钾质量浓度 $3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 及氧化亚铁质量浓度 $20\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、缩节胺质量浓度 $10\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时能显著降低黄瓜幼苗株高,降幅分别为11.10%、12.19%。不同外源化学物质喷施黄瓜幼苗茎粗各处理间无显著性差异。与CK处理相比,T7处理黄瓜幼苗下胚轴长显著降低,降幅为11.38%,其余处理无显著性差异。

与CK处理相比,外源喷施化学物质各处理黄瓜幼苗叶长均显著降低(除T6处理外),降幅为6.84%~13.52%,其中,T7处理降幅最大。与叶长类似,外源喷施不同化学物质各处理中T7、T8处理黄瓜幼苗叶宽显著降低,较CK处理分别降低了9.69%、12.01%。与CK处理相比,外源喷施化学物质各处理中T2、T3、T7、T8处理黄瓜幼苗叶面积显著降低,降幅分别为18.55%、15.75%、22.01%、20.49%。

表2 不同外源化学物质对黄瓜幼苗生长状况的影响

处理	株高/cm	茎粗/mm	下胚轴长/cm	叶长/cm	叶宽/cm	叶面积/cm ²
CK	15.67±1.09 ab	3.52±0.30 a	13.00±0.92 ab	5.84±0.27 a	7.33±0.39 a	36.07±3.45 a
T1	15.98±0.69 a	3.72±0.27 a	12.60±0.75 abc	5.32±0.22 bc	7.13±0.40 ab	31.92±2.78 ab
T2	13.93±0.71 c	3.48±0.27 a	12.07±0.54 bc	5.13±0.39 bc	6.75±0.90 abc	29.38±5.76 b
T3	15.66±0.73 ab	3.68±0.21 a	13.52±0.81 a	5.23±0.26 bc	6.91±0.31 abc	30.39±2.25 b
T4	14.81±0.85 abc	3.76±0.21 a	12.60±0.54 abc	5.44±0.26 bc	7.15±0.27 ab	32.72±2.14 ab
T5	14.89±0.88 abc	3.40±0.31 a	12.57±0.89 abc	5.31±0.22 bc	7.04±0.47 abc	31.51±3.23 ab
T6	16.21±1.50 a	3.76±0.27 a	13.27±0.65 ab	5.51±0.27 ab	7.05±0.36 abc	32.69±2.73 ab
T7	13.76±1.99 c	3.66±0.16 a	11.52±1.37 c	5.05±0.18 c	6.62±0.15 bc	28.13±1.37 b
T8	14.16±0.86 bc	3.46±0.35 a	12.32±1.09 abc	5.26±0.47 bc	6.45±0.46 c	28.68±4.73 b

注:表中不同小写字母间表示不同处理之间在0.05水平上差异显著。下同。

2.2 对黄瓜幼苗生物量的影响

生物量是作物生长发育的重要生理指标之一,对于研究和考量作物生长发育及其生产力均具有重要的作用。如表3所示,与CK处理相比,外源喷施化学物质均能显著降低黄瓜幼苗地上鲜质量,降幅为9.60%~27.68%。其中,以T2、T7降幅最大,较CK分别降低了27.68%、26.55%。与T2处理相比,T3、T6处理黄瓜幼苗地下鲜质量显著增加,增幅为23.33%,表明增加缩节胺、磷酸二氢钾含量以及增加缩节胺含量,增施氧化亚铁能促进黄瓜幼苗根系生长,但与CK处理相比,各处理均无显著增加。

除T6、T8处理外,外源喷施化学物质各处理黄瓜幼苗地上干质量较CK均显著降低,降幅为

9.52%~23.81%。其中,T2处理降幅最大。与T7处理相比,CK、T1、T2、T3、T4、T8处理黄瓜幼苗地下干质量均显著降低,降幅分别为23.91%、19.57%、23.91%、21.74%、17.39%、23.91%,表明增加氧化亚铁及缩节胺的浓度能有效促进黄瓜幼苗根系生长,但缩节胺浓度不宜过高。

与CK处理相比,除T6处理外,外源喷施化学物质各处理黄瓜幼苗全株苗鲜质量较CK均显著降低,降幅为11.82%~25.30%。其中,T2处理降幅最大,表明外源喷施氧化亚铁、缩节胺、磷酸二氢钾均能有效控制黄瓜幼苗生长,起到控制徒长的作用。与CK处理相比,除T1、T2、T3处理黄瓜幼苗全株苗干质量显著降低外,T4、T5、T7、T8黄瓜幼苗全株

表3 不同外源化学物质对黄瓜幼苗生物量的影响

处理	地上鲜质量/g	地下鲜质量/g	地上干质量/g	地下干质量/g	全株苗鲜质量/g	全株苗干质量/g
CK	3.54±0.20 a	0.69±0.08 ab	0.21±0.01 a	0.035±0.004 b	4.23±0.17 a	0.22±0.01 bc
T1	2.96±0.34 bcd	0.70±0.12 ab	0.19±0.02 bc	0.037±0.006 b	3.66±0.42 bcd	0.19±0.02 e
T2	2.56±0.25 e	0.60±0.06 b	0.16±0.02 d	0.035±0.003 b	3.16±0.20 e	0.19±0.01 de
T3	2.77±0.25 cde	0.74±0.06 a	0.17±0.02 cd	0.036±0.003 b	3.50±0.20 cde	0.21±0.01 cd
T4	2.80±0.26 cde	0.67±0.10 ab	0.18±0.02 cd	0.038±0.005 b	3.47±0.26 cde	0.22±0.02 abc
T5	2.67±0.22 de	0.67±0.10 ab	0.18±0.01 cd	0.040±0.006 ab	3.34±0.25 de	0.22±0.02 bc
T6	3.20±0.18 b	0.74±0.07 a	0.20±0.01 ab	0.040±0.004 ab	3.94±0.24 ab	0.24±0.01 a
T7	2.60±0.13 e	0.71±0.08 ab	0.18±0.01 bc	0.046±0.005 a	3.31±0.12 de	0.23±0.01 abc
T8	3.06±0.15 bc	0.67±0.08 ab	0.20±0.01 ab	0.035±0.004 b	3.73±0.21 bc	0.23±0.01 ab

苗干质量较 CK 无显著变化, T6 处理黄瓜幼苗全株苗干质量甚至显著增加。结合黄瓜幼苗全株苗鲜质量结果可以表明, 外源喷施适宜比例的氧化亚铁、缩节胺及磷酸二氢钾可以提高黄瓜幼苗干物质含量。

根冠比能较好地反映植株地上部和地下部生物量的相互关系, 如表 4 所示, 与 CK 处理相比, T7 处理黄瓜幼苗根冠比显著增加, 增幅为 25.00%, 其余各处理与 CK 相比无显著差异。壮苗系数能比较客观地反映种苗的生长状况及其质量, 一般情况下, 其值越大, 种苗质量越好。与 CK 处理相比, T6、T7、T8 处理黄瓜幼苗壮苗系数显著增加, 增幅分别为 21.28%、34.08%、25.53%。叶绿素含量是反映作物光合能力的一个重要指标, 在一定范围内直接影响植物光合能力的强弱, 与 CK 处理相比, 外源喷施化学物质各处理中, T1、T3、T7 处理黄瓜幼苗叶绿素含量显著增加, 增幅分别为 35.63%、16.28%、14.74%, 其余各处理间无显著性差异。

表 4 不同化学物质对黄瓜幼苗干物质积累及叶绿素含量的影响

处理	根冠比	壮苗系数	叶绿素含量/SPAD
CK	0.20±0.03 bc	0.047±0.005 de	17.54±1.97 c
T1	0.24±0.04 ab	0.044±0.005 e	23.83±2.23 a
T2	0.22±0.04 ab	0.048±0.006 cde	19.85±2.17 bc
T3	0.21±0.03 abc	0.050±0.003 bcde	20.43±1.72 b
T4	0.21±0.04 abc	0.056±0.007 abcd	18.95±1.00 bc
T5	0.22±0.04 ab	0.050±0.003 bcde	19.00±1.06 bc
T6	0.20±0.01 bc	0.057±0.010 abc	19.10±1.50 bc
T7	0.25±0.04 a	0.063±0.009 a	20.16±1.41 b
T8	0.17±0.02 c	0.059±0.005 ab	20.12±2.12 bc

3 讨论与结论

在本试验中, 外源喷施氧化亚铁能有效降低黄瓜幼苗株高、叶面积等生长状况指标及黄瓜幼苗生物量, 并能提高黄瓜幼苗根冠比、壮苗系数、叶绿素含量。其中, 随着氧化亚铁喷施浓度的增加, 黄瓜幼苗下胚轴长降低, 壮苗系数增加。原因可能是喷施过量氧化亚铁会抑制植株生长点细胞的分化, 能起到暂时抑制植株生长的作用, 但是等铁吸收完成, 植株生长又开始恢复正常^[12], 因此外源喷施亚铁离子能起到控制植株生长的作用。

缩节胺能降低植株体内赤霉素的活性^[13], 赤霉素促进生长素的合成以及抑制生长素的降解, 同时赤霉素还能引起一些物质如核酸的合成, 然后与生长素相互作用促进植株生长, 即赤霉素可能会通过

控制植株中 IAA 的含量, 进而促进植物的茎伸长^[14]。此外, 有研究结果表明, IAA 能够促进节间 GA 的合成, 抑制 GA 的失活降解, 维持其水平恒定, 从而能有效调控植株节间的伸长生长^[15], 抑制细胞伸长, 延缓营养生长, 缩短节间, 使株型紧凑。在本试验中, 外源喷施缩节胺能有效起到控制黄瓜幼苗株高、下胚轴长、叶长、叶宽、生物量的作用, 同时, 随着缩节胺施用浓度的增加, 控苗效果越好。这与前人的研究结果类似, 即采用不同浓度缩节胺对播种前育苗基质进行浇灌处理, 能有效控制番茄的生长速度, 且随着缩节胺施用浓度的增加对番茄幼苗的矮化作用越明显^[16]。

磷酸二氢钾作为一种速效磷钾复合肥, 磷酸氢根离子和钾离子易被植物体吸收, 不含杂质和残渣, 在蔬菜生产多用于叶面喷施和浸种^[17], 植物幼苗期叶面喷施磷酸二氢钾可以显著地提升幼苗质量, 这在蔬菜育苗中已得到广泛的应用, 并取得了很好的效果^[18]。在本试验中, 叶面喷施磷酸二氢钾能有效控制黄瓜幼苗下胚轴长, 如与 CK 处理相比, T1、T2 处理黄瓜幼苗下胚轴长均有降低。其中, T2 处理低于 T1 处理, 表明随着磷酸二氢钾浓度的增加, 对黄瓜幼苗下胚轴长控制效果越好。这与前人的研究结果类似, 其研究结果表明, 生产中黄瓜基质穴盘苗可采用喷施磷酸二氢钾以解决苗徒长的问题, 促进根系生长发育, 增加壮苗指数, 缩短后期定植时缓苗时间, 提高定植成活率^[19]。

本试验结果表明, 黄瓜苗期外源喷施不同浓度配比的氧化亚铁、缩节胺、磷酸二氢钾能有效控制幼苗高度, 增强黄瓜长势, 起到控制徒长的作用。黄瓜幼苗外源喷施不同浓度配比的氧化亚铁、缩节胺、磷酸二氢钾不仅降低了幼苗株高、下胚轴长、叶长、叶宽、地上部分生物量, 同时幼苗茎粗、地下部分生物量、根冠比、地下部分生物量、叶绿素含量增加。总体来看, T7 处理即外源喷施 20 mg·L⁻¹ 氧化亚铁、10 mg·L⁻¹ 缩节胺各项指标皆表现最好, 表明黄瓜幼苗外源喷施这两种化学物质最有利于控制黄瓜幼苗徒长。

参考文献

- [1] 王新右, 颜建明, 颜旭, 等. 栽培基质配方对日光温室黄瓜光合及产量的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2014, 49(2): 66-71.
- [2] PROCKO C, CRENSHAW C M, LJUNG K, et al. Cotyledon-generated auxin is required for shade-induced hypocotyl growth in *Brassica rapa*[J]. Plant Physiology, 2014, 165(3): 1285-1301.
- [3] 张志刚, 董春娟, 尚庆茂. 蔬菜幼苗徒长防控操作技术规程[J].

- 中国园艺文摘,2017,33(10):64-66.
- [4] 王红飞,尚庆茂.蔬菜徒长苗的形态及生理特征研究进展[J].中国蔬菜,2017(7):22-28.
- [5] 郭敬华,董灵迪,焦永刚,等.黄瓜穴盘育苗株型化学调控技术及作用机理研究[J].中国农学通报,2014,30(22):114-120.
- [6] 杨江春,刘广娜,王贺玲.缩节胺和多效唑在农业中的应用现状[J].吉林农业科技学院学报,2018,27(1):20-21.
- [7] 马江平,黄玉芬,夏永强,等.棉花苗期缩节胺不同剂量化控试验[J].新疆农垦科技,2015,38(5):48-50.
- [8] 卢凤刚.不同浓度硫酸亚铁对豌豆苗产量及品质的影响[J].北方园艺,2012(8):46-48.
- [9] 何庭发,明家琪,夏园园.赣州市蔬菜产业现状、存在问题及发展对策[J].长江蔬菜,2017(7):4-7.
- [10] 佟昊旻,赵瑞,陈俊琴,等.不同质量分数的缩节胺和复硝酸钠对黄瓜穴盘苗壮苗及生理指标的影响[J].西北农业学报,2014,23(5):134-138.
- [11] 许雪,季延海,张广华,等.不同营养液配方对黄瓜营养液育苗效果的影响[J].北方园艺,2015(11):44-48.
- [12] 李敏,石治鹏,林忠旭,等.棉花 MAGIC 群体后代株系对赤霉素和缩节胺互作的生态响应及其敏感性鉴定[J].西南农业学报,2017,30(6):1268-1274.
- [13] 伊黎,陈小伟,张登科,等.缩节胺与赤霉素在棉花上的互作效应试验[J].棉花科学,2012,34(2):24-25.
- [14] ZHAO T L, DENG X L, XIAO Q Z, et al. IAA priming improves the germination and seedling growth in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) via regulating the endogenous phytohormones and enhancing the sucrose metabolism[J]. Industrial Crops and Products, 2020, 155: 112788.
- [15] WOLBANG C M, CHANDLER P M, SMITH J J, et al. Auxin from the developing inflorescence is required for the biosynthesis of active gibberellins in barley stems[J]. Plant Physiology, 2004, 134(2):769-776.
- [16] 程艳,张晓明,吴春燕,等.缩节胺对番茄穴盘幼苗生长的影响[J].北方园艺,2016(5):60-62.
- [17] 唐能银,刘裕岭.磷酸二氢钾在蔬菜上的科学施用[J].上海蔬菜,2005(6):74-75.
- [18] 赵春莉,王永红,孙桂杰,等.叶面喷施磷酸二氢钾对翠菊幼苗生长的影响[J].北方园艺,2015(15):58-60.
- [19] 郑剑超,智雪萍,董飞.植物诱导剂对黄瓜基质穴盘苗生长的影响[J].北方园艺,2017(2):44-46.