

油菜毯状育苗的基质改良Ⅲ烯效唑拌施适宜浓度

刘雪慧, 冯倩楠, 冷锁虎*, 左青松, 杨光, 陆俊瑶, 陆一帜

(扬州大学江苏省作物遗传生理重点实验室/农业农村部长江中下游作物生理生态与栽培重点开放实验室, 江苏 扬州, 225009)

摘要:以甘蓝型双低油菜品种宁杂 1838 为材料, 通过在基质中拌入烯效唑, 设置 0、20、40、60 和 80 $\mu\text{g/L}$ 共 5 个烯效唑浓度处理, 测定毯状苗在不同时期的农艺性状、器官干重, 研究了不同浓度烯效唑对油菜毯状苗的调控效应, 以探索适合机械移栽的育苗基质及轻简优化培育方法。结果显示, 基质中拌施烯效唑后, 苗高明显降低, 根颈长度变小, 根颈增粗; 根据回归方程推算, 基质中拌入 33.7 $\mu\text{g/L}$ 烯效唑时明显抑制油菜毯状苗伸长, 增加干物质积累量, 对存苗数影响较小, 与对照相比, 显著增加出叶数, 促进根颈粗壮, 壮秧效果显著, 最适合机械化移栽, 因此认为此浓度最为适宜。

关键词:甘蓝型油菜; 油菜毯状苗; 烯效唑; 秧苗质量

中图分类号: S565.4

文献标识码: A

文章编号: 1007-9084(2020)02-0188-06



OSID

Improved substrate for rapeseed blanket seedling III Application and concentration of uniconazole

LIU Xue-hui, FENG Qian-nan, LENG Suo-hu*, ZUO Qing-song, YANG Guang, LU Jun-yao, LU Yi-zhi

(Key Laboratory of Crop Genetics and Physiology of Jiangsu Province/Ecology and Cultivation in Middle and Lower Reaches of Yangtze River of Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: To obtain strong blanket seedling by optimal uniconazole treatment, double-low rapeseed (*Brassica napus*) cultivar Ningza 1838 was used to analyze the effect of different uniconazole by 0, 20, 40, 60 and 80 $\mu\text{g/L}$ in substrate during growth process. The objective was to explore the best nursery substrate of blanket seedling suitable for mechanical transplantation and light-and-optimized cultivation. Results showed that after application of uniconazole in substrate, plant height decreased, root collar length shortened, and root collar became thicker. By regression equation, when mixed with 33.7 $\mu\text{g/L}$ uniconazole in substrate, seedling elongation was inhibited, dry matter accumulation was increased. It had less effect on surviving seedling numbers. Compared with contrast, it significantly increased leaf numbers, promoted thick roots and necks, and led to strong seedlings, which was suitable for mechanized transplanting.

Key words: *Brassica napus* L.; rapeseed blanket seedling; uniconazole; seedling quality

油菜毯状苗育苗移栽是一种在水稻育苗秧盘中培育高密度油菜毯状苗, 利用改制的水稻插秧机进行高速栽插^[1,2]。该技术要求苗体健壮, 高度适宜且根系盘结成毯^[3], 适合机械切块取苗。但高密度种植下常常导致育出的油菜毯状苗出现苗体细长、秧苗素质差、高脚苗等问题, 进而影响到移栽质量和栽后产量。烯效唑作为植物生长调节剂, 对植物的生长发育有重要的调控作用^[4-7]。刘星贝^[8]等研究认为烯效唑干拌种能有效优化甜荞茎秆结构, 减轻

倒伏获得增产效果, 用烯效唑对小麦种子浸种处理可增加叶绿素和脯氨酸含量, 增强抗逆性^[9], 烯效唑浸种处理可明显增加油菜叶片叶绿素和可溶性糖含量, 利于形成壮苗^[10], 但对油菜成熟期农艺性状影响不大, 增产效果不显著^[11]。油菜幼苗喷施烯效唑起到较好壮秧效果, 利于移栽后返青活棵, 增强植株抗倒伏能力^[12-14]。喷施烯效可调控作物生长^[15,16], 但油菜毯状苗在 4~5 叶期即可移栽, 若出苗后喷施烯效唑, 对苗高和已长出的叶片抑制效果不

收稿日期: 2020-02-10

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFD1000900); 国家重点研发计划项目(2017YFD0700804)

作者简介: 刘雪慧(1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向为油菜栽培生理, E-mail: 2425761161@qq.com

* 通讯作者: 冷锁虎(1962-), 男, 博士, 教授, 研究方向为作物高产高效栽培理论与技术、作物营养生理, E-mail: oilseed@yzu.edu.cn

明显,且对操作过程中的喷施浓度、喷施时间要精准把握,技术难度较大,生产上往往不太好掌握,这一技术只适合作为一种补救措施。高质量的油菜毯状苗要求菜苗的单张叶面积小,总叶数多,干物质积累量大,因此出苗后适当控制,通过在基质中加入烯效唑达到这一目的。本试验通过在育苗基质中拌入烯效唑,旨在揭示不同浓度烯效唑对油菜出苗及苗期生长的调控效应,希望为培育适合机械化移栽的高品质油菜毯状苗提供理论依据和实验支撑,同时也为油菜毯状苗专用育苗基质的研制提供帮助。

1 材料与方 法

1.1 试验地点及材料

试验于2017年9月25日在扬州大学农学院试验田与实验室进行,供试品种为江苏省农业科学院选育的甘蓝型双低杂交油菜品种宁杂1838;选用基质由江苏兴农基质科技有限公司提供(主要成份为草炭、椰糠、蘑菇渣等),全氮2.91 g/kg,碱解氮88.8 g/kg,容重0.67 g/cm³,pH值6.32。

1.2 试验设计

试验设置5个处理,每个处理基质中烯效唑浓度分别为0、20、40、60和80 μg/L,方法是将烯效唑(有效成分5%)配制成50 mg/L的溶液,每盘基质中均匀拌入烯效唑0、2、4、6、8 mL,与基质均匀混合后装盘,不同处理记为X0、X2、X4、X6、X8。

播种前油菜种子每百克用3 mL浓度为50 mg/L烯效唑溶液拌种,待种子风干后备用。试验用长58 cm、宽28 cm、深3 cm的水稻标准育秧盘,使用

自制播种器(专利号:ZL201210418971.9)均匀播种,播种密度是800粒/盘。播种后盖种并将育秧盘叠放,出苗后将其放置平整的空地上,统一管理。播种后17 d(3叶期)、24 d(4叶期)、31 d(5叶期)取样考苗。每个处理随机取15株幼苗进行测定,重复3次。

1.3 测定内容与方 法

测定存苗数、叶长、叶宽、绿叶数、苗高、根颈长和根颈直径等。根据叶面积公式:叶面积=叶长×叶宽×0.75^[17],计算出单片叶面积,再推算出单株叶面积。考苗后将秧苗放入烘箱烘干(105℃杀青,80℃烘干)恒重后分别称量干物质。

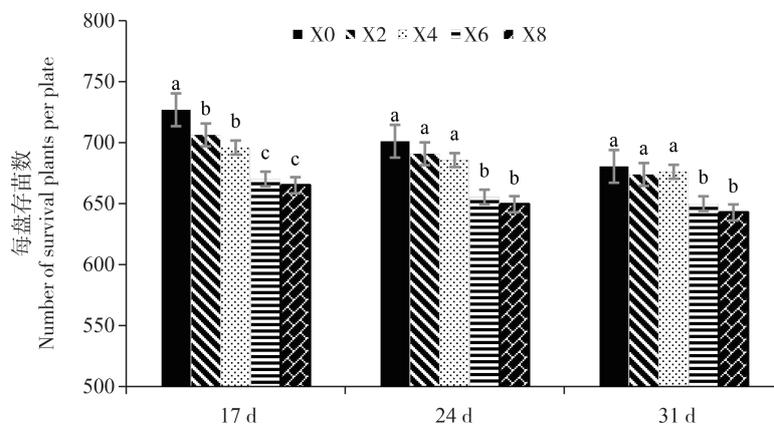
1.4 数据处理与分 析

利用Microsoft Excel 2007进行数据处理,SPSS 18.0软件进行方差分析和显著性检验。

2 结果与分 析

2.1 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗秧苗各时期存苗数的影响

不同烯效唑浓度对油菜毯状苗各时期存苗数的影响如图1。受秧盘生长空间限制,随生育进程推进,秧苗个体间相互竞争越来越激烈,各时期的死苗数逐渐增加,存苗数减少,各处理都是相似的变化趋势。随着烯效唑浓度的增加,3个测定时期的存苗数均呈减少的趋势。播种后17 d时,烯效唑浓度在20 μg/L以上的各处理存苗数均显著低于对照X0;播种后24 d,X2、X4与X0无显著差异;X6和X8存苗数无显著差异,但显著低于X0,烯效唑浓度大于60 μg/L可显著降低秧盘内存苗数。



注:X为基质中烯效唑浓度。X0:0;X2:20 μg/L;X4:40 μg/L;X6:60 μg/L;X8:80 μg/L;柱子的上方不同小写字母表示差异达到显著($P<0.05$)
Note: X: Uniconazole concentration. X0: 0; X2: 20 μg/L; X4: 40 μg/L; X6: 60 μg/L; X8: 80 μg/L; Different lowercase letters on the column indicate differences at 0.05 level

图1 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗各时期存苗数的影响

Fig. 1 Effect of uniconazole on survival rapeseed blanket seedling during growth periods

2.2 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗秧苗叶片生长的影响

2.2.1 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗秧苗叶片数及绿叶数的影响 由表1可知,基质中拌入烯效唑对出叶数有明显的促进作用,并随着基质中烯效唑浓度的增加,油菜毯状苗的叶片数和绿叶数也相应增加,各时期趋势一致;由表1可见,播种后17 d,出叶数与绿叶数相等,无落叶,24~31 d,各处理出叶数均显著多于对照,此时秧苗开始落叶,24 d各处理落叶数均在1片以内,烯效唑浓度大于20 $\mu\text{g/L}$ 的处理绿叶数显著多于对照;31 d落叶数明显增多,单株秧苗落叶在2片左右,随烯效唑拌入量增加而增加,因此,秧苗单株绿叶数与24 d相比出现减少现象,但各处理绿叶数仍随烯效唑用量的增加而增加,烯效唑浓度为20、40、60 $\mu\text{g/L}$ 时与对照无显著差异,80 $\mu\text{g/L}$ 时绿叶数显著多于对照X0。

2.2.2 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗秧苗叶面积的影响 如图2所示,随着基质中烯效唑浓度的增加,单株叶面积呈先增后减的趋势,X2单株叶面积

最大,在不同时期都显著高于对照X0,31 d,X2单株叶面积比X0显著增加了7.94%,显著大于X4、X6、X8,不同烯效唑浓度条件下,单株叶面积均有显著差异,X6单株叶面积最小;当基质中烯效唑浓度大于40 $\mu\text{g/L}$ 时,不同时期单株叶面积与对照相比明显减少,且随烯效唑用量的增大单株叶面积减幅越大,当浓度为60 $\mu\text{g/L}$ 时与对照差异显著,可见烯效唑浓度在40 $\mu\text{g/L}$ 以内时对单株叶面积增大有一定促进作用,浓度高于40 $\mu\text{g/L}$ 则起抑制作用,最适宜浓度为20 $\mu\text{g/L}$ 。

2.3 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗苗高的影响

由图3可知,基质中拌入烯效唑对毯状苗苗高有明显的抑制作用,并随着基质中烯效唑浓度的增大,毯状苗苗高也逐渐降低,不同时期表现一致。如播种后17 d,烯效唑浓度为20、40、60和80 $\mu\text{g/L}$ 与对照相比分别显著减少了7.41%、23.31%、41.32%、49.14%,各处理间差异达显著水平;24 d和31 d时苗高数据显示,X2与X0差异不显著,二者均显著高于X4、X6、X8,且X4>X6>X8;可见,播种

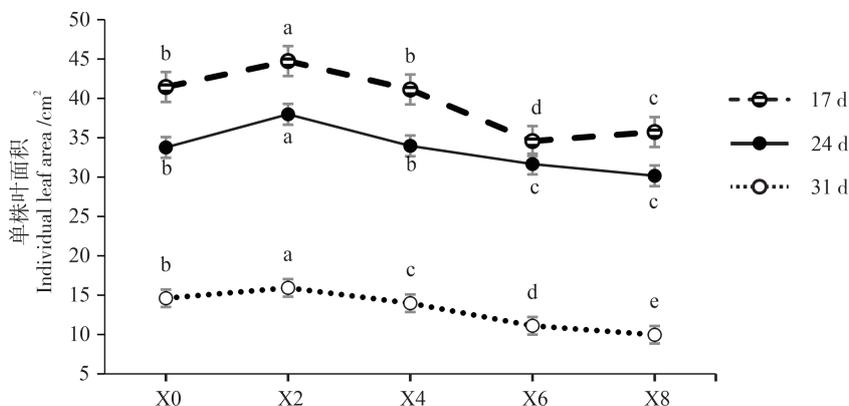
表1 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗各时期叶片数的影响

Table 1 Effect of uniconazole on number of leaves during rapeseed blanket seedling growth period

处理 Treat.	出叶数/片 Leaves			绿叶数/片 Green leaves			落叶数/片 Fallen leavers		
	17 d	24 d	31 d	17 d	24 d	31 d	17 d	24 d	31 d
X0	2.19c	3.50c	4.50c	2.19b	3.23c	2.81b	0	0.27	1.69
X2	2.44bc	3.88b	4.88b	2.44bc	3.69b	3.06ab	0	0.19	1.82
X4	2.56abc	4.06b	5.00b	2.56abc	3.69b	3.06ab	0	0.37	1.94
X6	2.69ab	4.19ab	5.25ab	2.69ab	3.94ab	3.19ab	0	0.25	2.06
X8	2.94a	4.44a	5.50a	2.94a	4.13a	3.38a	0	0.31	2.12

注:X为基质中烯效唑浓度。X0:0;X2:20 $\mu\text{g/L}$;X4:40 $\mu\text{g/L}$;X6:60 $\mu\text{g/L}$;X8:80 $\mu\text{g/L}$;数据后不同小写字母表示差异达到显著($P<0.05$)

Note: X: Uniconazole concentration. X0: 0; X2: 20 $\mu\text{g/L}$; X4: 40 $\mu\text{g/L}$; X6: 60 $\mu\text{g/L}$; X8: 80 $\mu\text{g/L}$; Different lowercase letters after the data indicate differences at 0.05 level



注:X为基质中烯效唑浓度。X0:0;X2:20 $\mu\text{g/L}$;X4:40 $\mu\text{g/L}$;X6:60 $\mu\text{g/L}$;X8:80 $\mu\text{g/L}$;图中不同小写字母表示差异达到显著($P<0.05$)

Note: X: Uniconazole concentration. X0: 0; X2: 20 $\mu\text{g/L}$; X4: 40 $\mu\text{g/L}$; X6: 60 $\mu\text{g/L}$; X8: 80 $\mu\text{g/L}$; Different lowercase letters indicate differences at 0.05 level

图2 不同烯效唑浓度下各时期单株叶面积变化

Fig. 2 Changes in leaf area per plant under different uniconazole concentration during growth period

24 d后,当基质中烯效唑浓度在20 $\mu\text{g/L}$ 以下时对移栽时苗高的抑制作用几乎不明显,当浓度达到40 $\mu\text{g/L}$ 时,烯效唑能够显著抑制秧苗长高,其抑制作用随着烯效唑浓度的增加而增大。

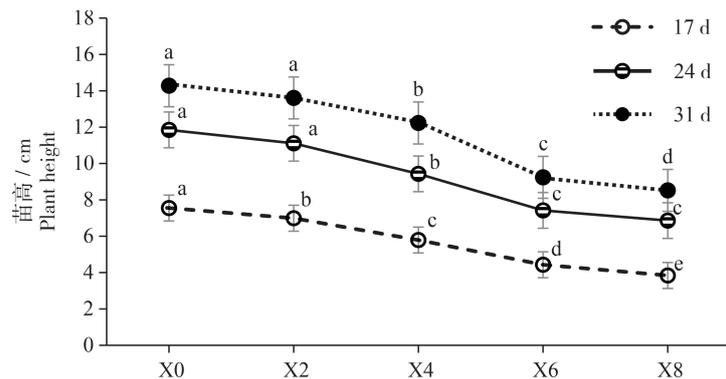
2.4 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗根颈生长的影响

油菜根颈的长短和粗细是衡量菜苗素质的重要形态指标之一,一般要求根颈短而粗壮。基质中不同浓度的烯效唑对油菜毯状苗根颈长的影响如图4可见,播种后17、24、31 d,不同烯效唑处理根颈长度的变化范围分别在1.44~0.74 cm、1.57~0.81 cm、1.89~1.11 cm,均随着基质中烯效唑浓度的增大而逐渐降低,说明基质中拌施烯效唑越多对根颈伸长的抑制作用越强,17 d和24 d后,X4、X6和X8的根颈长显著低于X0,X2低于X0,但差异不显著,31 d时测定结果显示,烯效唑浓度大于20 $\mu\text{g/L}$ 时的处理均显著低于对照。三个时期对根颈直径进行测定显示,由图5可见随基质中烯效唑浓度的增加,毯状苗根颈的粗度也增加,不同烯效唑处理17、24、

31 d时根颈粗度的变化范围分别在1.64~2.07 mm、1.71~2.18 mm、1.83~2.26 mm,烯效唑浓度大于40 $\mu\text{g/L}$ 的处理均显著高于对照。

2.5 基质拌施烯效唑对油菜毯状苗干物质积累的影响

基质中拌入不同量的烯效唑溶液对油菜毯状苗每盘苗干重有影响(图6),播种后17 d,基质中烯效唑浓度为20、40、60和80 $\mu\text{g/L}$ 时,每盘苗干重分别为对照的93.81%、84.77%、76.84%和72.29%,随烯效唑浓度增高,每盘苗重呈减少趋势。回归分析也表明,随着烯效唑拌入量的增加,播种17 d和24 d后每盘苗干重与烯效唑拌入量之间呈线性负相关;播种后31 d,烯效唑浓度为20、40、60和80 $\mu\text{g/L}$ 的处理,每盘苗干重分别较对照增加了3.97%、16.93%、0.63%和-12.81%,随着烯效唑的拌入量的增加呈先上升后下降的趋势,两者呈二次曲线关系,其回归方程为 $y = -0.009x^2 + 0.6077x + 77.531$,根据方程推算出当烯效唑浓度为33.7 $\mu\text{g/L}$ 时,每盘苗干重最大,为87.76 g/盘。

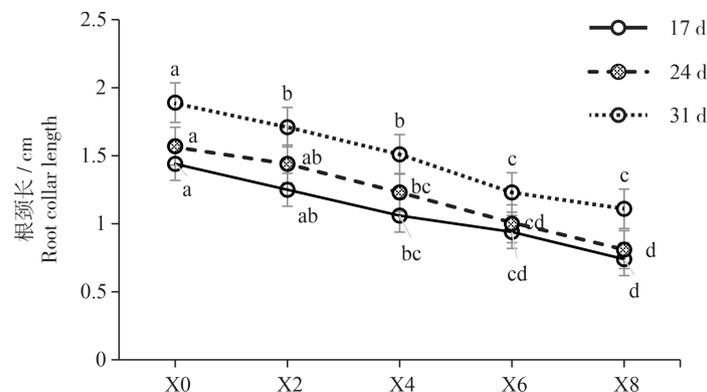


注:X为基质中烯效唑浓度。X0:0;X2:20 $\mu\text{g/L}$;X4:40 $\mu\text{g/L}$;X6:60 $\mu\text{g/L}$;X8:80 $\mu\text{g/L}$;图中不同小写字母表示差异达到显著($P < 0.05$)

Note: X: Uniconazole concentration. X0: 0; X2: 20 $\mu\text{g/L}$; X4: 40 $\mu\text{g/L}$; X6: 60 $\mu\text{g/L}$; X8: 80 $\mu\text{g/L}$; Different lowercase letters indicate differences at 0.05 level

图3 不同烯效唑浓度下各时期苗高变化

Fig. 3 Changes of plant height under different uniconazole concentration

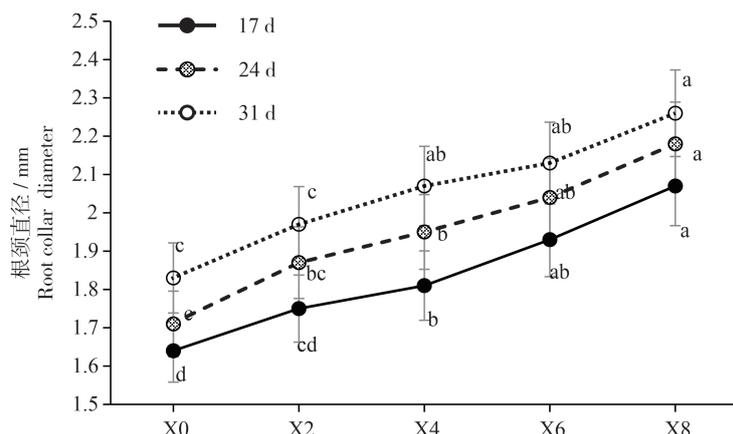


注:X为基质中烯效唑浓度。X0:0;X2:20 $\mu\text{g/L}$;X4:40 $\mu\text{g/L}$;X6:60 $\mu\text{g/L}$;X8:80 $\mu\text{g/L}$;图中不同小写字母表示差异达到显著($P < 0.05$)

Note: X: Uniconazole concentration. X0: 0; X2: 20 $\mu\text{g/L}$; X4: 40 $\mu\text{g/L}$; X6: 60 $\mu\text{g/L}$; X8: 80 $\mu\text{g/L}$; Different lowercase letters indicate differences at 0.05 level

图4 不同烯效唑处理下对各时期根颈长的影响

Fig. 4 Effect of uniconazole on root collar length during growth period



注: X为基质中烯效唑浓度。X0:0; X2:20 μg/L; X4:40 μg/L; X6:60 μg/L; X8:80 μg/L;图中不同小写字母表示差异达到显著($P<0.05$)

Note: X: Uniconazole concentration. X0:0; X2:20 μg/L; X4:40 μg/L; X6:60 μg/L; X8:80 μg/L; Different lowercase letters indicate differences at 0.05 level

图5 不同烯效唑处理下对各时期根颈直径的影响

Fig. 5 Effect of uniconazole on root collar diameter during growth period

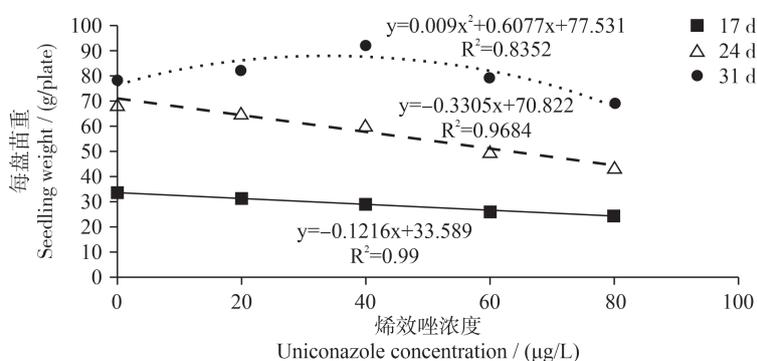


图6 不同烯效唑浓度对每盘苗重的影响

Fig. 6 Effect of different uniconazole concentrations on seedling dry weight

3 讨论与结论

研究表明,施用烯效唑对种子出苗有较大影响,陈文杰^[18]等研究表明烯效唑干拌种显著降低大豆种子出苗率,这与本试验结果相似。而刘丽琴^[19]等用烯效唑浸种处理,低浓度下促进红小豆发芽,高浓度下表现为抑制,这可能因为不同植物对烯效唑的敏感性有差异。油菜毯状苗是高密度种植方式,秧苗个体间对水分、养分、光照等竞争激烈,导致部分弱苗死亡,这是一种正常的现象,秧盘内现存秧苗相对较少,减缓了个体间养分竞争,基质中拌入烯效唑后可降低死亡的比例,可见基质中加入烯效唑一方面降低了油菜的出苗率,另一方面也降低了出苗后的死亡率,因此对最终存苗数的影响是正反两方面的效应。死亡率的降低可能与施用烯效唑后抑制叶片生长有关。烯效唑处理后,叶片中GA3和IAA的含量下降^[20],叶片的长宽均受到抑制,单张叶片面积变小,但其光合能力并没有下降,这与石丝^[4]的研究结果一致。基质中拌入烯效唑虽然

促进落叶数增加,但由于烯效唑对增加出叶数的作用更大,毯苗的单株绿叶数仍然随烯效唑浓度增大而增多,从而能保证有适宜的光合面积,但施用量过大则相反。基质中拌入烯效唑后具有抑制细胞伸长的效果^[21,22],表现在明显降低秧苗苗高,促进根颈变短增粗,这与前人结果相似^[23,24]。油菜毯状苗的高度与移栽质量密切相关,太高不利于移栽和立苗,移栽过程中损伤重,太矮容易埋苗^[25]。干物重是影响油菜毯状苗秧苗素质及移栽后成活率的重要因素,郑在环^[26]等认为水稻秧苗发根多、干重大、盘根好秧苗越健壮,这与本试验研究结果一致。

综上,基质中拌入烯效唑对油菜毯状苗的农艺性状和干物质积累均有影响,综合苗高、根颈、出叶数和叶面积等指标,播种后31 d(5叶期)为适宜移栽期,当基质中烯效唑浓度为33.7 μg/L时,每盘苗重达最大,即干物质积累量最多,该浓度下,每盘存苗数充足,单株绿叶数和单株叶面积较大,苗高适宜,根颈粗壮,符合壮苗标准,比较适宜机械移栽。

参考文献:

- [1] 汤庆, 吴崇友, 袁文胜, 等. 油菜毯状苗高速移栽机覆土镇压装置结构设计[J]. 中国农机化学报, 2016, 37(3): 20-22, 33. DOI: 10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2016.03.006.
- [2] 赵敏, 卢青, 张耘祎. 油菜毯状苗机械化移栽技术及应用[J]. 江苏农机化, 2016(4): 18-20.
- [3] 吴崇友, 吴俊, 张敏, 等. 油菜毯状苗机械移栽技术研究[J]. 中国农机化学报, 2016, 37(12): 6-10.13733/j.jcam.issn.2095-5553.2016.12.002.
- [4] 石丝. 不同浓度烯效唑浸种对小麦幼苗生长发育的影响[J]. 现代园艺, 2014(17): 9-10.
- [5] 田再民, 张瑞玖, 许明丽, 等. 不同浓度烯效唑浸种对玉米巡天969种子萌发及生长的影响[J]. 安徽农学通报, 2015, 21(6): 28-29.
- [6] Yan Y H, Gong W Z, Yang W, et al. Seed treatment with uniconazole powder improves soybean seedling growth under shading by corn in relay strip intercropping system [J]. Plant Prod Sci, 2010, 13 (4) : 367-374. DOI: 10.1626/pp.s.13.367.
- [7] 张均华, 林育炯, 黄洁, 等. 基质类型及烯效唑对不同秧龄晚稻机插质量和产量的影响[J]. 农业工程学报, 2018, 34(1): 44-52. DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.01.007.
- [8] 刘星贝, 汪灿, 胡丹, 等. 烯效唑干拌种对甜荞茎秆抗倒性能的影响[J]. 作物学报, 2016, 42(1): 93-103. DOI: 10.3724/SP.J.1006.2016.00093.
- [9] 肖楠. 烯效唑对小麦种子成苗的影响[J]. 吉林农业, 2017(2): 78-79. DOI: 10.14025/j.cnki.jlly.2017.02.008.
- [10] 黄少华, 王增春, 刘胜环. 不同植物生长调节剂浸种对油菜壮苗的效果比较[J]. 江苏农业科学, 2006, 34(3): 49-51.
- [11] 吴永成, 倪勇, 张川, 等. 烯效唑施用方式对高密度直播油菜农艺性状和产量的影响[J]. 作物研究, 2014, 28(4): 354-357. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5280.2014.04.05.
- [12] 周伟军, 宋荣军, 楼健. 烯效唑对油菜的壮秧效应及增产作用探讨[J]. 浙江农业大学学报, 1996, 22(6): 61-65.
- [13] 解晓林, 王祝彩. 烯效唑在油菜苗期应用初报[J]. 上海农业科技, 2002(4): 82-83.
- [14] 高建芹, 陈松, 彭琦, 等. 苗期喷施烯效唑对油菜生长及产量和品质的影响[J]. 江苏农业学报, 2016, 32(2): 305-312. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4440.2016.02.011.
- [15] 朱志武, 刘雪基, 陈震, 等. 烯效唑对油菜植株及产量性状的影响[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(5): 77-78.
- [16] 孟娜, 徐航, 魏明, 等. 叶面喷施烯效唑对盐胁迫下大豆幼苗生理及解剖结构的影响[J]. 西北植物学报, 2017, 37(10): 1988-1995. DOI: 10.7606/j.issn.1000-4025.2017.10.1988.
- [17] 李锦卫, 管鹤卿, 廖桂平. 基于计算机视觉的油菜叶面积计算方法研究[J]. 农业网络信息, 2010(12): 15-18, 23.
- [18] 陈文杰, 汤复跃, 韦清源, 等. 不同浓度烯效唑拌种对套作夏大豆农艺性状及产量的影响[J]. 南方农业学报, 2019, 50(9): 1960-1966. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1191.2019.09.10.
- [19] 刘丽琴, 张永清, 李鑫, 等. 烯效唑浸种对红小豆种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(3): 64-70. DOI: 10.15889/j.issn.1002-1302.2017.03.018.
- [20] 李青苗, 杨文钰, 韩惠芳, 等. 烯效唑浸种对玉米幼苗生长和内源激素含量的影响[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(6): 752-754.
- [21] 杨文钰, 于振文, 余松烈, 等. 烯效唑干拌种对小麦的增产作用[J]. 作物学报, 2004, 30(5): 502-506.
- [22] 徐新娟, 黄中文, 孙海燕. 烯效唑在现代植物生产中的应用[J]. 河南科技学院学报:自然科学版, 2007, 35(4): 47-49.
- [23] 叶强, 巴合旦, 秦勇. 烯效唑对番茄幼苗生长的影响[J]. 农村实用技术, 2019(5): 53-55.
- [24] 韩毅强, 石英, 高亚梅, 等. 赤霉素及烯效唑对大豆形态、光合生理及产量的影响[J]. 中国油料作物学报, 2018, 40(6): 820-827. DOI: 10.7505/j.issn.1007-9084.2018.06.011.
- [25] 蒋兰, 吴崇友, 汤庆, 等. 油菜毯状苗形态特征及物理机械特性[J]. 江苏农业学报, 2019, 35(2): 248-254. DOI: 10.3969/j.issn.1000-4440.2019.02.002.
- [26] 郑在环, 于晶, 于慧玲, 等. 秸秆基质育秧对水稻秧苗素质的影响[J]. 吉林农业, 2018(19): 67. DOI: 10.14025/j.cnki.jlly.2018.19.029.

(责任编辑:郭学兰)