

吴元华, 高华军, 刘好宝, 等. 不同规格育苗盘的雪茄烟烟苗生长差异及对干旱胁迫的响应[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(16): 101–106.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.16.018

不同规格育苗盘的雪茄烟烟苗生长差异 及对干旱胁迫的响应

吴元华¹, 高华军², 刘好宝^{1,2}, 马兴华¹

(1. 中国农业科学院烟草研究所/农业农村部烟草生物学与加工重点实验室, 山东青岛 266101;

2. 中国烟草总公司海南省公司海口雪茄研究所, 海南海口 571100)

摘要:为筛选雪茄育苗盘规格, 以雪茄烟品系 A4 和 H382 为供试材料, 选用 32、50、72、105、128、200 孔育苗盘进行育苗, 对烟苗的农艺性状、干物质积累、根系发育及其干旱胁迫响应差异进行研究。结果表明, 2 个品系烟苗干物质质量均随育苗盘孔数增加整体呈减少趋势, 50 d 成苗期 A4 品系单株干物质质量在 32~72 孔时明显高于 H382 品系, 在 105~200 孔时明显低于 H382 品系。2 个品系的茎高、茎围、节距和单株叶片数等农艺性状均随育苗盘孔数增加整体降低, 至 105 孔后趋于稳定; 但 H382 品系的茎高、节距在孔数达到 200 时比起 128 孔处理反而升高。2 个品系的总根长、根系表面积、根系体积、二级侧根数量在 105~200 孔间无显著差异。干旱胁迫后, 随育苗盘孔数增加, A4 品系叶片过氧化氢酶 (CAT) 活性显著降低 ($P < 0.05$), 过氧化物酶活性先降低后升高, 多孔数 (128~200 孔) 处理低于孔数较少 (32~50 孔) 处理; H382 品系的过氧化氢酶活性除 105 孔外均较 32 孔低, 但处理间差异较 A4 品系小, 过氧化物酶 (POD) 活性亦随育苗盘孔数增加整体先降低后升高, 多孔数 (128~200 孔) 处理高于孔数较少 (32~50 孔) 处理; 2 个品系的过氧化物酶活性均较 32 孔均有不同程度下降, 但未随孔数增加呈规律性变化。综合考虑烟苗生长状况和抗旱能力, A4 品系适宜采用孔数较少的育苗盘, H382 品系更加耐密, 可以选用多孔盘。结合育苗成本, 育苗盘规格 A4 品系以 72~105 孔, H382 品系以 105~200 孔为宜。

关键词:雪茄烟; 育苗盘规格; 根系; 干旱胁迫; 农艺性状; 干物质积累; 根系发育

中图分类号: S572.04 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)16-0101-06

雪茄烟是全部用烟叶卷制的特殊烟草制品, 具有劲头大、焦油和烟碱含量低、对人体危害较小等特点, 越来越为广大消费者所接受^[1-3]。近年来随着我国经济的发展和人民生活水平的提高, 雪茄烟消费群体也在不断增加, 国产雪茄烟销售呈明显上升趋势, 雪茄烟已逐渐成为我国烟草领域的一个新兴分支^[4]。

育苗是烟叶生产的首要环节, 培育适栽壮苗是生产优质烟叶的基础^[1,5]。漂浮育苗和托盘育苗是烤烟生产中采用的主要育苗方式。研究认为, 不同规格漂浮育苗盘对烟苗素质有较大影响, 密度大的

育苗盘, 成本低但烟苗素质差; 密度较小的育苗盘, 烟苗素质较好, 能满足烟苗移栽的要求, 但成本较高^[6-9]。因此, 选择适宜规格育苗盘可在培育适栽烟苗的同时降低育苗成本。干旱是烟苗移栽后面临的主要胁迫因素之一, 烟苗对干旱胁迫的耐受性是衡量烟苗素质的重要指标。干旱胁迫会导致烟苗细胞内产生过量的自由基和活性氧, 使细胞膜脂过度氧化, 透性增加, 溶质向胞外渗透, 从而导致烟苗代谢失调^[10]。由超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化氢酶 (CAT) 和过氧化物酶 (POD) 组成的酶促系统, 可清除过量活性氧和自由基, 其含量与活性的高低在一定程度上反映了烟苗的抗旱性能^[11], 可以作为筛选育苗盘规格的依据。

目前, 我国关于雪茄烟方面的研究较为薄弱, 雪茄烟育苗方面的研究更是少见报道, 育苗盘规格使用没有统一标准。因此, 本试验以 2 个雪茄品系 A4 和 H382 为材料, 选用 6 种规格的育苗盘, 采用托盘育苗方式, 通过测定烟苗的根系发育、农艺性状、干物质质量及抗氧化酶活性, 研究不同规格育苗

收稿日期: 2020-10-27

基金项目: 中国烟草总公司海南省公司重点科技项目 (编号: 201746000024055); 中国农业科学院科技创新工程 (编号: ASTIP-TRIC03)。

作者简介: 吴元华 (1970—), 女, 山东潍坊人, 硕士, 实验师, 主要从事烟草栽培技术与推广工作。E-mail: wuyuanhua@caas.cn。

通信作者: 马兴华, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事烟草栽培研究。E-mail: maxinghua@caas.cn。

盘的烟苗素质及抗旱性差异,同时结合育苗成本,为建立雪茄烟育苗技术提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 供试材料

雪茄烟品系 A4 和 H382 由中国烟草总公司海南省公司海口雪茄研究所提供,于 2019 年 6 月在中国农业科学院烟草研究所人工气候室内进行试验。气候室温度设定为(25±2)℃,相对湿度为 65%~75%,光照条件为 14 h 光照、10 h 黑暗交替的自动控制模式。选用烟草专用 PVC 塑料育苗托盘和德沃牌烟草育苗专用基质。

1.2 试验设计

2 个品系各选用 6 个规格的育苗盘(表 1),以烟叶生产中较常见的 72 孔穴育苗盘作对照。育苗盘每穴点播 2~3 粒种子,于大十字期留 1 株烟苗,每个处理 20 株。烟苗培养过程中,保持育苗盘在接水盘中 1~2 cm 高度水位,苗龄 60 d 时将育苗盘从接水盘中取出,使根系离水,进行自然干旱处理,持续 96 h。

表 1 不同规格育苗托盘规格参数

孔数 (孔)	上口径 (cm)	下口径 (cm)	孔穴深度 (cm)	孔穴容积 (cm ³)
32(4×8)	6.0	2.5	5.0	95.4
50(5×10)	4.5	2.0	4.0	44.3
72(6×12)	4.0	1.5	4.0	32.3
105(7×15)	3.5	1.0	4.0	22.3
128(8×16)	3.0	1.0	3.8	16.5
200(10×20)	2.5	0.8	4.0	11.9

1.3 试验方法及测定项目

在苗龄 30、40、50 d 时取样,每个处理每次取烟苗 3 株,测定农艺性状、根系形态及干物质量。

农艺性状调查:参照 YC/T 142—2010 方法^[12],测量每张叶片(叶片<2 cm 不计数)的叶长、叶宽、茎高、茎围,计算节距。

干物质积累量:采集整株样品,洗净擦干表面水分,按根系、茎秆、叶片分样,根系先测定形态指标,之后与茎、叶于 105℃下杀青 15 min,85℃烘干至恒质量后称量。

根系形态指标:从烟苗的根茎结合处断离烟苗根系,利用 LA-S 植物根系分析仪系统(杭州万深检测科技有限公司)扫描成像,通过 WinRHizo2003b 分析图像参数,计算一级侧根数量、二级侧根数量、

总根长、根平均直径、根表面积和根体积。

酶活性测定:干旱胁迫 96 h 后,每株采集 1 片烟叶(从顶端向下数第 3 张叶),每个处理采集 5 株。将叶片用铝箔纸包好后立即投入液氮中,冷冻后置入-80℃冰箱中保存待测。SOD、CAT、POD 的活性用苏州科铭生物科技有限公司购买的试剂盒测定。

1.4 数据处理

用 SAS 9.1 统计软件对数据进行方差分析,邓肯氏新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同规格育苗盘烟苗的干物质积累特征

由表 2 可知,不同规格育苗盘烟苗干物质量不同。30~40 d 苗龄,H382 品系单株干物质量随苗盘孔数增加整体呈减少趋势,至 128 孔趋于稳定,与 200 孔无显著性差异;至 50 d 苗龄,200 孔略微低于 128 孔。A4 品系在 3 个苗龄时期规律基本一致,单株干物质量随孔数增加整体减少,以 32 孔最高,200 孔最低。叶片、茎、根系干物质量均随苗盘孔数增加而整体呈减少趋势。至 50 d 成苗期,育苗盘孔数为 32、50、72 孔时,A4 品系单株干物质量明显高于 H382 品系,密度增加至 105、128、200 孔时,A4 品系单株干物质量明显低于 H382 品系。苗盘密度由 72 孔增大到 105、128、200 孔时,H382 品系单株干物质量降幅较小(30 d 苗龄的 105、200 孔处理的干物质呈增加),而 A4 品系单株干物质量降幅较大。由此说明,H382 品系较 A4 品系烟苗耐密。

2.2 不同规格育苗盘烟苗的农艺性状

不同规格育苗盘对烟苗农艺性状的影响详见表 3。A4 品系:茎高、茎围、最大叶长和最大叶宽随苗盘孔数的增加整体呈降低趋势,苗盘孔数超过 72 孔,茎围不再显著下降,超过 105 孔后,茎高、最大叶宽、茎围的变化幅度明显变小;32 孔处理的单株叶片数显著高于 200 孔处理,与其他规格苗盘的烟苗叶片数无显著差异。H382 品系:茎高、最大叶长、最大叶宽和节距随苗盘孔数的增加呈先降低后升高趋势,苗盘孔数增加到 72~128 孔,烟苗最大叶长、最大叶宽随孔数增加数值变小,烟苗茎高、节距、叶片数无显著性差异;增至 200 孔,茎围、叶片数低于 128 孔,茎高、最大叶长、最大叶宽、节距高于 128 孔,推断这可能与 H382 品系株型有关,苗盘密度增大导致烟苗空间密集,群体中个体之间竞争加大,

表 2 不同规格育苗盘烟苗干物质积累变化

苗龄 (d)	苗盘规格 (孔)	H382 品系干物质质量(mg/株)				A4 品系干物质质量(mg/株)			
		叶片	茎	根	整株	叶片	茎	根	整株
30	32	43.76±2.22a	3.27±0.06a	3.69±0.52ab	50.73±1.76a	53.38±0.62a	3.84±0.22a	4.95±0.07a	62.16±0.47a
	50	38.13±1.97b	2.97±0.57a	4.83±0.48a	45.93±2.91a	47.23±2.00b	3.37±0.10b	3.50±0.15b	54.09±2.02b
	72	20.07±3.37d	1.47±0.49b	1.57±0.46d	23.11±4.19c	32.13±2.04c	2.23±0.29c	3.70±0.17b	38.06±2.11c
	105	28.47±1.63c	1.37±0.28b	3.10±0.97bd	32.94±2.67b	20.97±1.66d	1.23±0.06d	2.97±0.21c	25.08±1.83d
	128	18.47±1.75d	0.80±0.49b	2.13±0.76cd	21.40±2.88c	22.90±1.01d	0.80±0.14e	2.37±0.27d	26.08±0.75d
	200	22.99±3.27d	1.37±0.49b	1.37±0.49d	25.70±4.18c	14.17±0.51e	0.63±0.06e	1.03±0.18e	15.83±0.65e
40	32	248.46±12.12a	14.80±2.18a	34.31±1.06a	297.56±10.98a	385.31±10.91a	37.75±3.46a	52.65±4.19a	475.69±3.26a
	50	193.30±9.71b	12.27±2.69a	19.57±2.49b	225.14±12.09b	212.77±12.29b	15.97±1.38b	29.10±1.64b	257.85±11.73b
	72	101.43±11.39c	4.87±0.33bc	11.47±2.52c	117.76±13.96c	126.07±1.77c	9.97±0.41c	16.83±0.91c	152.87±1.56c
	105	97.20±2.71c	5.67±1.16bc	8.77±1.01cd	111.63±4.56c	91.37±6.72d	4.10±0.09d	12.00±1.06d	107.47±1.63d
	128	68.90±3.58d	3.57±0.86c	7.63±0.94d	80.10±5.14d	74.00±2.66e	3.07±0.11d	7.97±0.84e	85.03±3.33e
	200	75.43±4.44d	7.73±1.14b	5.93±0.97d	89.09±6.28d	33.93±2.93f	2.37±0.23d	3.23±0.41f	39.53±3.16f
50	32	272.44±11.19a	41.82±2.37a	42.21±2.16a	356.46±15.73a	470.74±14.82a	102.97±11.09a	80.39±1.27a	654.09±4.99a
	50	211.40±25.66b	28.47±2.26c	32.23±3.41b	272.10±29.04b	276.57±8.46b	54.23±3.88b	39.93±3.69b	370.73±13.32b
	72	127.23±16.35c	9.77±1.29e	23.30±2.82c	160.31±15.11c	145.27±5.38c	44.17±3.08c	20.77±1.53c	210.21±8.75c
	105	124.13±14.75c	7.10±1.15e	16.63±2.03d	147.86±15.74cd	95.00±3.45d	31.90±3.95d	12.03±1.78d	138.93±8.23d
	128	70.30±8.76d	37.70±2.43b	12.67±1.63de	120.67±11.97d	82.63±2.34d	19.87±1.36e	11.17±3.41de	113.68±6.88e
	200	87.73±3.92d	19.37±2.92d	8.97±1.21e	116.06±7.43d	49.07±6.44e	2.90±0.40f	6.80±0.98e	58.77±7.70f

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 3、表 4、表 5 同。

表 3 不同规格育苗盘对烟苗农艺性状的影响

品系	育苗盘规格 (孔)	茎高 (cm)	茎围 (cm)	最大叶长 (cm)	最大叶宽 (cm)	节距 (cm)	叶片数 (张)
A4	32	8.15±2.61a	10.70±0.90a	12.70±0.71a	8.15±0.49a	1.70±1.13a	6.50±2.10a
	50	5.43±0.90b	6.41±1.60b	9.13±0.91b	5.83±0.76b	1.19±0.35a	5.70±0.60ab
	72	3.77±0.06c	3.62±0.82c	7.73±0.55c	4.67±0.29c	1.15±0.20a	4.30±0.60bc
	105	1.23±0.12d	2.56±0.22c	5.67±0.21de	3.63±0.25d	0.29±0.03b	5.30±0.60abc
	128	1.47±0.25d	2.83±1.23c	5.77±0.06d	3.57±0.47d	0.32±0.07b	5.00±0.67ab
	200	0.90±0.10d	3.14±0.72c	4.73±0.06e	3.23±0.64d	0.30±0.03b	4.00±0.00c
H382	32	5.50±2.54a	10.39±2.97a	11.65±0.07a	7.30±0.42a	1.10±0.51ab	6.00±0.00a
	50	4.07±0.31ab	6.87±0.64b	9.47±0.80b	6.07±0.68b	1.24±0.23a	4.70±0.60b
	72	2.60±0.52bc	5.92±0.59b	7.33±0.15c	4.77±0.25c	0.68±0.22bc	4.30±0.60b
	105	1.20±0.36c	5.02±0.54bc	5.33±0.47de	3.77±0.32d	0.40±0.12c	4.00±0.00bc
	128	0.83±0.15c	3.57±0.19cd	4.67±0.31e	3.47±0.15d	0.26±0.08c	4.30±0.60b
	200	2.40±1.15bc	2.89±0.46d	5.87±0.70d	3.87±0.45d	1.09±0.29ab	3.30±0.60c

从而增大茎高、节距以满足生长发育所需要的光照。通过比较,H382 品系较 A4 品系更适应密度大的育苗盘。

2.3 不同规格育苗盘的烟苗根系形态特征

不同规格育苗盘的烟苗根系发育状况具体如表 4 所示。A4 品系:烟苗总根长、根系表面积、根系体积、一级侧根数量、二级侧根数量等均表现为随

苗盘孔数增多整体呈减少的趋势;孔数超过 105 孔,烟苗总根长、根系表面积、根系体积、一级侧根数量和二级侧根数量不再显著降低;孔数超过 128 孔,根系平均直径不再降低。H382 品系:烟苗总根长、根系表面积、根系体积等表现为随苗盘孔数增多而减少的趋势,孔数超过 105 孔,不再显著降低。除 32 孔处理的烟苗平均直径显著小于其他孔数处理外,其

他处理的平均直径无显著性差异。一级侧根数量和二级侧根数量随苗盘孔数的增加先降低后增加,128 孔处理烟苗侧根数量最少,其次为 200 孔处理。

品系间比较,育苗盘孔数同为 32 孔时,A4 品系的总根长、根系表面积、平均直径、根系体积、一级侧根数量、二级侧根数量分别为 H382 的 1.96、1.85、1.82、1.72、1.89、2.29 倍。随着孔数增加,2 个品系的差异明显减小。

表 4 不同规格育苗盘烟苗的根系形态指标

品系	苗盘规格 (孔)	总根长 (cm)	根系表面积 (cm ²)	平均直径 (mm)	根系体积 (cm ³)	一级侧根数量 (条)	二级侧根数量 (条)
A4	32	3478.89 ± 157.87a	219.53 ± 8.81a	0.40 ± 0.00a	1.10 ± 0.04a	41.50 ± 5.50a	608.00 ± 54.00a
	50	1306.14 ± 93.87b	86.28 ± 6.37b	0.21 ± 0.00b	0.45 ± 0.03b	33.00 ± 2.00b	270.00 ± 60.00b
	72	865.48 ± 55.69c	55.91 ± 2.11c	0.21 ± 0.01b	0.29 ± 0.00c	26.50 ± 2.50c	200.50 ± 24.50c
	105	525.22 ± 39.22d	33.55 ± 3.15d	0.20 ± 0.00b	0.17 ± 0.02d	19.00 ± 1.00d	107.50 ± 1.50d
	128	557.23 ± 68.37d	32.59 ± 3.78d	0.19 ± 0.00c	0.15 ± 0.02d	19.50 ± 0.50d	106.50 ± 5.50d
	200	444.35 ± 31.71d	27.04 ± 0.69d	0.19 ± 0.01c	0.13 ± 0.00d	17.50 ± 0.50d	103.50 ± 8.50d
H382	32	1774.30 ± 96.53a	118.95 ± 2.50a	0.22 ± 0.01b	0.64 ± 0.01a	22.00 ± 2.00a	265.0 ± 22.00a
	50	1094.00 ± 64.22b	80.25 ± 7.11b	0.23 ± 0.01a	0.47 ± 0.06b	19.50 ± 0.50ab	202.0 ± 22.00b
	72	803.08 ± 106.88c	60.90 ± 10.30c	0.24 ± 0.01a	0.37 ± 0.08c	22.00 ± 1.00a	160.5 ± 6.50c
	105	448.10 ± 37.55d	33.94 ± 2.84d	0.24 ± 0.00a	0.20 ± 0.02d	18.50 ± 0.50b	115.5 ± 2.50d
	128	418.90 ± 98.60d	30.99 ± 7.18d	0.24 ± 0.00a	0.18 ± 0.04d	12.00 ± 1.00c	87.0 ± 15.00d
	200	325.00 ± 102.24d	24.49 ± 8.33d	0.24 ± 0.01a	0.14 ± 0.05d	17.50 ± 2.50b	101.0 ± 26.00d

2.4 不同规格育苗盘烟苗对干旱胁迫的响应

从表 5 可以看出,不同规格育苗盘烟苗对干旱胁迫的响应差异明显。A4 品系:叶片 CAT 活性随育苗盘孔数增加显著下降;POD 活性随育苗盘孔数增加先下降后升高,但高密度(128 ~ 200 孔)处理的 POD 活性低于低密度(32 ~ 50 孔)处理;32、105、200 孔处理的 SOD 活性无显著性差异,显著高于 50、72、128 孔处理。H382 品系:105 孔处理烟苗的 CAT 活性最高,32 孔处理次之,其他处理均低于 32

孔处理,但处理间差异较 A4 品系小;POD 活性也随育苗盘孔数增加整体先降低后升高,72 孔处理最低,高密度(128 ~ 200 孔)处理下 POD 活性高于低密度(32 ~ 50 孔)处理;SOD 活性以 32 孔处理最高,72 孔和 128 孔处理次之,105 孔处理最低。可见,不同品系不同育苗孔数培育的烟苗对干旱胁迫的响应存在差异,A4 品系低育苗盘孔数(低密度)培育烟苗对耐干旱能力较强,H382 品系高育苗盘孔数(高密度)培育的烟苗仍具有较强的耐干旱胁迫能力。

表 5 干旱处理后不同规格育苗盘的烟苗抗氧化关键酶活性差异

苗盘规格 (孔)	A4 品系			H382 品系		
	CAT 活性 [nmol/(min · g)]	POD 活性 (U/mg)	SOD 活性 (U/g)	CAT 活性 [nmol/(min · g)]	POD 活性 (U/mg)	SOD 活性 (U/g)
32	84.19 ± 3.21a	18.15 ± 0.69a	724.85 ± 52.91a	31.44 ± 0.30b	11.83 ± 0.33d	1043.50 ± 16.45a
50	67.02 ± 7.78b	15.36 ± 0.87b	548.75 ± 8.23b	21.02 ± 0.58c	11.44 ± 0.67d	656.45 ± 36.80bcd
72	50.72 ± 3.68c	12.96 ± 0.74d	573.32 ± 2.00b	20.75 ± 0.00c	9.79 ± 0.33e	769.75 ± 36.81b
105	50.06 ± 3.81c	9.88 ± 0.18e	680.51 ± 38.34a	36.08 ± 1.49a	13.68 ± 0.68c	527.54 ± 24.23d
128	41.67 ± 1.32d	10.11 ± 0.10e	568.27 ± 87.36b	17.49 ± 0.33d	25.60 ± 0.62a	720.33 ± 165.08bc
200	33.12 ± 5.62e	14.12 ± 0.32c	658.54 ± 24.87a	21.62 ± 1.75c	17.92 ± 0.21b	587.44 ± 7.13cd

2.5 不同规格育苗盘经济效益分析

烟苗在苗床期的生长时间较长。按照大田烟苗移栽密度 16 500 株/hm² 计算,由表 6 可知,随着苗盘规格密度减小,育苗基质、苗盘用量加大,人工费用、育苗用水费用、育苗占地成本等成本费用随

之递增。

3 讨论

前人的研究表明,随着育苗盘孔数的增加,烤烟烟苗的物质积累量降低^[13-15]。本研究中,随着苗

表 6 不同育苗盘处理育苗经济效益分析

苗盘规格 (孔)	基质用量 (g/孔)	基质成本 (元/hm ²)	苗盘用量 (个/hm ²)	苗盘成本 (元/hm ²)	育苗总成本 (元/hm ²)
32	38.63	1 404.00	600	1 800.00	3 204.00
50	19.47	708.00	375	1 125.00	1 833.00
72	12.67	460.50	255	765.00	1 225.50
105	7.50	273.00	180	540.00	813.00
128	6.67	243.00	150	450.00	693.00
200	3.67	133.50	90	270.00	403.50

盘孔数的增加,A4 和 H382 这 2 个品系的表现规律略有不同,但基本规律与烤烟相似。不同孔数烟苗干物质积累量随苗龄的变化趋势,A4 和 H382 不同品系的表现存在差异。随着苗龄增加,烟苗干物质积累量增加,群体内部竞争加剧,进而影响个体生长。由图 1 可知,A4 品系在苗龄 40~50 d 期间的干物质净积累量,32 孔处理比 128 孔处理多 84.33%,比 200 孔处理多 89.51%;H382 品系在苗龄 40~50 d 期间的干物质净积累量,32 孔处理比 128 孔处理多 87.82%,比 200 孔处理多 54.64%,由此说明,苗盘孔数增加对 H382 品系干物质积累的影响较 A4 品系小。从品种间干物质质量对比分析发现,苗盘孔数较少的情况下,A4 品系的干物质积累量明显高于 H382 品系,当苗盘孔数较多时,A4 品系的干物质积累量低于 H382 品系,说明 A4 品系在低密度条件下更加利于其生长,而 H382 品系的耐密性更强。H382 品系在低于 128 孔密度条件下,遵循苗盘密度由大到小干物质积累量整体变小的规律,密度增加到 200 孔时却在生长后期加速烟苗生长(50 d 秧龄除外)。合理的密植可以提高作物的光照资源利用率^[16],株型不同会使叶片展开方式有所差别,株间光能利用率有所不同,因此表现出的耐密性能有所差别^[17]。由以上结果推断,H382 品系高密度条件下发生避阴反应,导致茎秆伸长以优化光照环境^[18],从而有利于烟苗的生长。

根系生长发育状况是衡量成苗是否适合移栽的重要指标,是烟苗移栽入大田能否尽快还苗的关键^[19]。本研究结果表明,A4 和 H382 品系的总根长、根系表面积、根系体积均随苗盘孔数增加(密度增大)而整体呈减少趋势,超过 105 孔后无显著性变化,这与根系干物质积累量的变化规律较为一致。此结果说明,苗盘孔数增加(单位孔穴体积减少)限制了根系的生长,这与白岩等的研究结果^[20-21]一致,但当根系生长空间胁迫到一定程度

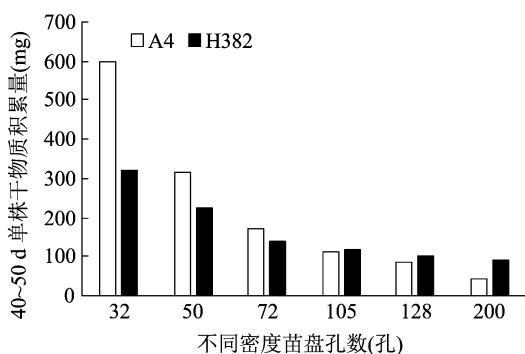


图1 不同密度苗盘烟苗干物质积累量变化

后,对根系生长的影响不再显著。烟苗根系一级和二级侧根数量影响根系对水分的吸收,从而影响地上部分的干物质质量积累。本研究中,A4 品系的一级侧根数目和二级侧根数目随苗盘孔数增加而整体减少,超过 105 孔后无显著变化;而 H382 品系在高密度条件(128~200 孔)下,一级侧根数目和二级侧根数目反而增加。可能是在高密度条件下 H382 品系的避阴反应促进了地上部的生长,地上部生物量积累又促进了根系的发育所致^[22]。

植物体内酶促活性氧清除体系包括超氧化物歧化酶、过氧化物酶、过氧化氢酶,活性氧清除系统协同作用,能有效阻止体内活性氧如超氧阴离子和高度氧的积累,防止膜脂过氧化,维持作物正常的生长和发育^[23-24]。在本研究中,就 A4 品系而言,干旱胁迫后 CAT 活性随育苗孔数的增加显著降低,POD 活性先降低后升高,但最终高密度(128~200 孔)处理 POD 活性低于低密度(32~50 孔)处理,各处理 SOD 活性也较 32 孔处理不同程度降低,综合而言,高密度育苗能降低烟苗的抗旱能力。就 H382 品系而言,CAT 活性随孔数增加较 A4 品系下降程度较小,POD 活性虽先随孔数增加而降低,但最终高密度(128~200 孔)处理 POD 活性高于低密度(32~50 孔)处理,故高密度育苗条件下 H382 品系仍具有较强的干旱胁迫耐受能力。

烤烟对适栽烟苗的基本特征和要求为根系发达,株高、茎围比例合适,苗期不存在徒长或生长发育滞缓等现象,烟苗移栽入田后对环境适应性强,还苗时间短^[1]。参照烤烟 45~50 d 苗龄成苗标准:茎高范围 3~5 cm,4~6 张真叶,叶色浅绿^[25]。茎高达到这一标准的苗盘规格,H382 品系有 50 孔处理,其中 32、72、105 孔处理未达到标准但差别较小;A4 品系中,105 孔和 128 孔处理茎高差别不大。叶片数量达到此标准的苗盘规格,H382 品系除 200 孔外,其余苗盘均达到要求,A4 品系中除 32 孔,其他 5 个规格苗盘均达到标准。综合分析农艺性状、干物质积累、根系发育和对于旱胁迫响应差异,以 72 孔苗盘所育烟苗素质为对照,低密度规格苗盘所育烟苗符合适栽标准,大于 72 孔的苗盘所育烟苗,H382 品系 105、128、200 孔处理的烟苗素质差别不大,A4 品系以 105 孔苗盘烟苗素质与 72 孔烟苗素质相接近。A4 品系因其较不耐密,不建议使用 105 孔以上育苗盘。H382 品系可以适当放宽育苗盘密度,但不建议使用 200 孔以上育苗盘。生态条件及栽培技术对雪茄烟烟苗的标准要求会有差别,因此,不同栽培模式下雪茄烟烟苗成苗标准尚需进一步验证。

4 结论

育苗盘孔数的增加抑制了烟苗的生长。育苗盘孔数增加烟苗干物质积累量整体降低,总根长、根系表面积和根系体积等随育苗盘孔数增加明显降低,这一规律尤以 A4 品系明显。密度增至 105 孔后,对烟苗生长抑制影响减弱,H382 品系在高密度育苗条件下反而会促使地上部分加快生长和增加根系数量。育苗盘孔数增加降低了 A4 和 H382 品系烟苗的干旱耐受能力,H382 品系在较高孔数条件下较 A4 品系仍具有较强的干旱耐受能力。育苗盘孔数增加,育苗成本明显降低。综合分析烟苗生长状况及育苗成本,A4 品系适宜采用的育苗盘孔数为 72~105 孔,H382 品系为 105~200 孔。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005.
- [2] 邹宇航,唐义之,张华述,等. 雪茄茄烟调制技术初探[J]. 中国农业信息,2015(1):83-84.
- [3] 王浩雅,左兴俊,孙福山,等. 雪茄烟外包叶的研究进展[J]. 中国烟草科学,2009,30(5):71-76.
- [4] 李爱军,秦艳青,代惠娟,等. 国产雪茄烟叶科学发展刍议[J]. 中国烟草学报,2012,18(1):112-114.
- [5] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [6] 张伟. 育苗方式和基质配方对烟草幼苗素质及生理特性的影响[J]. 江苏农业科学,2012,40(7):100-103.
- [7] 王树声,董建新,刘新民,等. 烟苗集约化育苗技术发展概况[J]. 烟草科技,2003(5):43-45.
- [8] 董建新,苏建东,王刚,等. 我国烟草育苗技术现状分析[J]. 中国烟草学报,2015,21(1):119-124.
- [9] 刘国权,田光豪,卢志刚,等. 不同规格浮盘对井窖式移栽烟苗的影响[J]. 天津农业科学,2014,20(10):101-103,108.
- [10] 童文杰,邓小鹏,谢贺,等. 烤烟伸根期生理特性对于旱胁迫的响应及其抗旱性评价[J]. 中国农业科技导报,2018,20(6):28-40.
- [11] 邵惠芳,陈征,许嘉阳,等. 两种烟草幼苗叶片对不同强度干旱胁迫的生理响应比较[J]. 植物生理学报,2016,52(12):1861-1871.
- [12] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草农艺性状调查方法:YC/T 142—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [13] 向必坤,施河丽,黄延勇,等. 育苗盘密度对烟苗生长发育及烟叶产质量的影响[J]. 中国烟草科学,2015,36(3):29-34.
- [14] 肖长东,朱文桥,张鲁民,等. 育苗盘育苗密度对烤烟小苗素质及抗逆性的影响[J]. 现代农业科技,2016(1):13-14,17.
- [15] 易蔓,向金友,杨懿德,等. 育苗盘规格对烤烟井窖式移栽烟株生长发育及产质量的影响[J]. 天津农业科学,2017,23(4):74-78.
- [16] 曹卫星. 作物栽培学总论[M]. 2 版. 北京:科学出版社,2011.
- [17] 顾少龙,史宏志,张国显,等. 平顶山烟区主要种植烤烟品种光合生理特性研究[J]. 中国烟草科学,2012,33(4):37-41.
- [18] Pierik R, Dewit M. Shade avoidance: photochromesignaling and other aboveground neighbor detection cues [J]. Journal of Experimental Botany,2013,65(11):2815-2824.
- [19] 毛家伟,张翔,徐敏,等. 耕作深度对烤烟根系生长和烟叶钾、氯含量的影响[J]. 江苏农业科学,2020,48(8):85-89.
- [20] 白岩,刘好宝,史万华,等. 苗盘高度和育苗密度对烟苗生长发育的影响[J]. 核农学报,2012,26(7):1082-1086.
- [21] 师恺,胡文海,董德坤,等. 根系限制对番茄幼苗生长、根系呼吸、ATPase 和 PPase 活性的影响[J]. 园艺学报,2006,33(4):853-855.
- [22] 赵阳,王树声,张亚丽,等. 增加烟草一级和二级侧根是抵御干旱的生理机制[J]. 植物营养与肥料学报,2017,23(2):548-555.
- [23] 高小丽,孙健,高金锋,等. 不同基因型绿豆叶片衰老与活性氧代谢研究[J]. 中国农业科学,2008,41(9):2873-2880.
- [24] Dai H P, Zhang P P, Lu C, et al. Leaf senescence and reactive oxygen species metabolism of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) under drought condition [J]. Australian Journal of Crop Science,2011,5(12):1655-1660.
- [25] 陈维林,张小花,罗贤,等. 烤烟膜下井窖小苗移栽育苗的培育方式研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(34):43-45.