

120 种(品种)鼠尾草在上海地区适应性的综合评价

黄艳波

(上海辰山植物园, 华东野生濒危资源植物保育中心, 上海 201602)

摘要: [目的] 构建鼠尾草适应性综合评价体系, 筛选上海(长三角)地区适栽的鼠尾草物种。[方法] 运用层次分析法(AHP)构建由 5 个约束层 22 个指标层组成的适应性评价体系, 对国内外 120 种(品种)鼠尾草属植物的适应性进行综合评估。[结果] 抗性/突出性状和生长势是适应性评价体系中 2 个主要表征鼠尾草适应能力的因子。120 个供试鼠尾草的适应性从高到低共划分为 4 个等级: I 级 > 3.50 分, II 级为 $3.00 \sim 3.50$ 分, III 级为 $2.50 \sim 3.00$ 分, IV 级 ≤ 2.50 分。其中, I 级包括丹参等 23 个原种和樱红小花鼠尾草等 10 个品种, 在上海地区的适应性最好, 推广栽培价值最大。[结论] 制定一套全面、合理、实用的鼠尾草适应性评价体系, 明确在上海(长三角)地区适应能力不同的鼠尾草种类, 为不同地区引种与栽培鼠尾草属植物提供参考标准及可直接选择的物种。

关键词: 适应性评价; AHP; 唇形科; 抗性; 鼠尾草属; 丹参

中图分类号: S322.3

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2025)05-0357-10

Comprehensive Adaptability Evaluation of 120 *Salvia* Species in Shanghai

HUANG Yanbo

(Eastern China Conservation Centre for Wild Endangered Plant Resources,
Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602, China)

Abstract: [Objective] To construct a comprehensive adaptability evaluation system for sage (*Salvia*) and to screen sage species suitable for cultivation in Shanghai (Yangtze River Delta). [Methods] Using the analytic hierarchy process (AHP), an adaptability evaluation system was constructed comprising five constraint layers and 22 indicator layers to comprehensively assess the adaptability of 120 *Salvia* species from domestic and international sources. [Results] Resistance/prominent traits and growth vigor were identified as the two main factors representing the adaptability of *Salvia* in the evaluation system. The adaptability of the 120 tested *Salvia* species was categorized into four grades from high to low: Grade I (> 3.50 points), Grade II ($3.00 - 3.50$ points), Grade III ($2.50 - 3.00$ points), and Grade IV (≤ 2.50 points). Among them, Grade I included 23 original species such as *Salvia miltiorrhiza* and 10 cultivars such as *S. microphylla* 'Cerise', which exhibited the highest adaptability and greatest potential for cultivation in Shanghai. [Conclusion] A comprehensive, rational, and practical adaptability evaluation system for *Salvia* is established, clarifying the adaptability levels of different *Salvia* species in Shanghai (Yangtze River Delta). It provides reference standards and directly selectable species for the introduction and cultivation of *Salvia* in various regions.

Keywords: adaptability evaluation; analytic hierarchy process; Lamiaceae; resistance; *Salvia*; *S. miltiorrhiza*

Received: 2025-03-21

Revised: 2025-04-21

Accepted: 2025-05-20

Online(www.cnki.net): 2025-07-04

收稿日期: 2025-03-21

修回日期: 2025-04-21

录用日期: 2025-05-20

网络首发日期(www.cnki.net): 2025-07-04

资助项目: 上海市科学技术委员会科技创新行动计划项目(20392000600); 上海市绿化和市容管理局创建国家植物园科研发展专项(XM04-10); 上海市绿化和市容管理局科研专项(G242421)

第一作者: 黄艳波(1989—), 男, 工程师, 主要从事唇形科植物保育与利用研究。E-mail: yanboef@163.com

通信作者: 黄艳波(1989—), 男, 工程师, 主要从事唇形科植物保育与利用研究。E-mail: yanboef@163.com

<http://stbcbx.alljournal.com.cn>

鼠尾草属(*Salvia*)由瑞典植物学家 LINNAEI^[1]于 1753 年建立,现为唇形科(*Lamiaceae*)最大的属,全球有 1 000 余种。鼠尾草生长于温带和热带,3 个主要分布中心为东亚地区、地中海—中亚地区和中美洲^[2-3]。其中,东亚分布中心又以我国的鼠尾草种质最为丰富,《中国植物志》记载 78 种、24 变种、8 变型。在我国《神农本草经》《本草纲目》《本草纲目拾遗》等历史典籍中,该属有 25 种植物被记载为具有良好的药用性,如丹参(*Salvia miltiorrhiza*)、荔枝草(*S. plebeia*)和鼠尾草(*S. japonica*)等。同时,很多鼠尾草物种花色鲜艳、花量大,极具观赏价值,优良品种如[樱红]小花鼠尾草(*S. microphylla* ‘Cerise’)、[二色]樱桃鼠尾草(*S. greggii* ‘Bicolor’)、朱唇(*S. coccinea*) [珊瑚仙女][红衣女郎]系列及墨西哥鼠尾草(*S. leucantha*) [花叶]品种等早已广泛应用于园林绿化。此外,鼠尾草还可开发食用性,如欧(药用)鼠尾草(*S. officinalis*)和奇亚鼠尾草(*S. hispanica*)^[4-5];提炼精油,如快乐鼠尾草(*S. sclarea*)^[6]和白鼠尾草(*S. apiana*)^[7]。因此,鼠尾草是开发药赏食多功能型作物的良好选择之一。

鉴于鼠尾草具有诸多用途,国内已开展很多引种栽培工作,而其合理的适应性评价是顺利引种的前提与保障。目前,针对鼠尾草的抗性或适应性的研究主要集中在抗盐、耐旱和抗高温高湿 3 个方面。盐胁迫下,蓝花鼠尾草(*S. farinacea*)种子比红花鼠尾草(*S. coccinea*)表现出更高的耐受性^[8],贵州鼠尾草(*S. cavaleriei*)比美丽鼠尾草(*S. meiliensis*)产生更多的渗透调节物质和保护酶活性^[9],欧(药用)鼠尾草的脂肪和精油成分发生显著改变^[10]。在耐旱方面,主要着力于抗旱指标选择^[11]和提高抗旱能力手段的改进^[12-13]。在耐高温高湿方面,通过比较 17 种鼠尾草的生理生化指标,区分它们的耐湿热能力^[14-15],选定高温半致死温度和叶绿素相对含量作为衡量鼠尾草属植物的耐热性指标^[16]。但关于鼠尾草响应栽培环境的已有研究仍偏向少数物种和少数环境因子^[17],涵盖代表性鼠尾草种类和多数生长繁殖性状的评估仍显匮乏,限制了全国不同地区引种栽培合适的鼠尾草。为筛选适宜长三角地区栽培和推广的鼠尾草资源,本研究在构建客观、实用的鼠尾草属植物适应性评价体系基础上,选择保育在上海辰山植物园唇形科植物国家林木种质资源库的 120 个鼠尾草属植物(种/品种)为材料,从引种与栽培、生长势、花性状、繁殖力和突出性状等 5 个方面 22 个评价指标综合评估其适应性,为鼠尾草深度开发与应用中合适物种的选择提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于上海市松江区上海辰山植物园(31°04′54″N, 121°11′21″E)露天开展。上海市属于亚热带季风气候区域,平均海拔 2.19 m。春秋短,夏冬长,年平均日照时间 2 000 h,年平均气温 16℃,7—8 月最高气温分别为 32.6℃和 32.0℃,月平均气温 28℃;1 月最高气温为 8.4℃,最低气温为 2.0℃,平均气温为 4.0℃。年平均降水量 1 200 mm,主要集中在 6—9 月,月平均降水量分别为 187.8、165.9、198.3 mm;12 月降水量最小,为 40.1 mm。

1.2 试验材料

供试材料共 120 种(品种)124 号,包含国产 73 个种(其中丹参 5 个居群)和 7 个上海辰山植物园自主选育品种;国外原种 25 个和品种 15 个。物种原始材料均来自原种(品种)活体、种子或扦插引种,适应性评价材料来自母株的扦插或分株壮苗。4 月中旬栽培,每号 3~5 株重复。全部材料露天栽培于上海市唇形科植物国家林木种质资源库。株行距 30 cm×30 cm,其他养护与管理条件均一致。

1.3 适应性评价方法

1.3.1 构建评价体系及其权重 依据 AHP(analytic hierarchy process)层次分析法,构建 3 层次的评价体系:目标层(A)为适应性综合值;约束层(C)包含引种条件、生长、繁殖和抗性等关键性状;指标层(P)由引种难易度、花期、结实率和越冬越夏等具体指标组成(表 1)。其中,约束层 C 和指标层 P 的权重由至少 30 位园林专家进行分配:根据相对重要性对各个指标进行 5 分制分级(繁殖力 C4 按 10 分制),然后各指标的分值除以每层总分进行归一化处理,最后计算 30 位专家赋权的平均值,即得约束层和指标层的权重值。

1.3.2 制定评价指标及其评分标准 评价指标的合理选择是综合评价的基础。在对引种鼠尾草的生长习性、形态学及生态学特性等充分观测十余年的基础上^[18],参考其他园林植物适应性评价标准^[19-20],设计鼠尾草的适应性评价指标,并按照 1~5 分制,制定 3~5 级的评分标准(表 2)。然后征求和权衡 20 位以上园林园艺专家意见,确定最终的评价标准。

1.3.3 指标测量方法 性状调查在栽培当年和次年连续开展。数量性状的测量标准主要依据《植物品种特异性(可区别性)、一致性和稳定性测试指南 鼠尾草属》。株高和冠幅在物种盛花期测量;绿叶期:植株保持 50% 绿叶所持续的时间;根生长量:10 月比较根的粗度和长度及数量;花朵相关指标:春花于 5 月中旬、夏花于 7 月中旬、秋花于 10 月和 11 月中旬测

量;总花序数量指单株上所有主枝和侧分枝的花序数;结实率:采收 3~5 个花序中部 5 轮花朵,朵数达 50 朵以上;结实率=总种子数量/总花萼数×4(每朵 4 个胚珠)×100%。越夏和越冬效果分别于 10 月初和翌年 4 月初调查。

1.3.4 适应性综合评价 在实践应用之中,根据层次分析法评分计算规则,将某个物种的各指标评分乘以其逐级权重后相加得到的总分值即为该物种的环境适应能力。所有测试材料按照总分值由高到低排序,排名靠前者即可视为在上海地区具有较强适应性或应用潜力的鼠尾草种类。

2 结果与分析

2.1 评价体系确定

鼠尾草 AHP 评价体系包含 5 个约束层 22 个指

标,囊括引种、生长及繁殖整个周期,强调生长、繁殖和抗性 3 个方面(表 1)。对 5 个方面 22 个因素的相对重要性进行分析和计算。其中,C5 抗性/突出性状权重值最大(0.319),其次为 C2 生长势(0.222),C3 花性状权重值最小(0.126)。抗性是植物引进某个地区存活的基础,只有适应当地的气候环境,才考虑花朵和繁殖等性状。在 C5 抗性/突出性状指标中,权重分值呈现越夏能力(0.303)>病虫害抗性(0.288)>越冬能力(0.225)>突出性状(0.185)趋势。在生长势 C2 中,地上部生长势(0.306)权重最高,株高(0.105)和冠幅(0.141)占比较低,说明园林专家更倾向通过整体生长情况评估鼠尾草的适应性。引种与栽培 C1 方面,植物学家认为,相对引种难度和栽培条件而言,保证引种存活率在引种过程中是最重要的。

表 1 鼠尾草适应性综合评价体系及各指标权重赋值

目标层 A	约束层 C	指标层 P
鼠尾草适应性综合评价	C1 引种与栽培 (0.185)	P1 引种难易度(0.291)
		P2 引种成活率(0.390)
		P3 栽培管理条件(0.319)
	C2 生长势 (0.222)	P4 株高(0.105)
		P5 冠幅(0.141)
		P6 绿叶期(0.217)
		P7 地上部生长势(0.306)
		P8 根生长量(0.231)
	C3 花性状 (0.126)	P9 花期长度(0.310)
		P10 花期早晚(0.168)
		P11 单花序花量(0.209)
		P12 总花序数量(0.313)
	C4 繁殖力 (0.148)	P13 结实率(0.185)
		P14 枝条扦插量(0.155)
		P15 新萌分蘖量(0.153)
		P16 种子萌发率(0.181)
		P17 扦插存活率(0.162)
		P18 分蘖存活率(0.163)
	C5 抗性/突出性状 (0.319)	P19 越夏能力(0.303)
		P20 越冬能力(0.225)
		P21 病虫害抗性(0.288)
		P22 突出性状*(0.185)

注:圆括号内的数字为权重值;*表示在药用、观赏、食用、精油和特殊化合物等方面具有优势。

鼠尾草适应性评价体系 22 个指标中,15 个指标划分为 5 级评分标准,6 个指标为 3 级,1 个指标(病虫害抗性 P21)为 4 级;其中,8 个为估测指标,14 个为数量测定指标(表 2)。一般而言,引种方式丰富多样、栽培条件简易、生长量(株高+冠幅+根部)大、繁殖

效率高、越夏冬效果好、具有突出性状等表现评分最高,反之则评估得分较低。

2.2 鼠尾草适应性的综合评价

利用本研究设计的评价体系,对引种至上海地区的 120 种国内外鼠尾草属植物进行适应性综合评估,

从高到低共分为 4 个等级:Ⅰ级>3.50 分,Ⅱ级 3.50~3.00 分,Ⅲ级 3.00~2.50 分,Ⅳ级≤2.50 分(表 3)。在适应性最高的Ⅰ级群体中,共有 23 个原种和 10 个品种,占总测试物种数量的 26.6%,其中国内物种 16 个、国外物种 17 个。这类鼠尾草普遍具有较高药用价值,如 5 个北方居群的丹参、南丹参(*S. bowleyana*)、佛光草(*S. substolonifera*)等,或具有观赏性,如“樱红”小花鼠尾草、[二色]樱桃鼠尾草、[花叶]墨西哥鼠尾草、[红衣女郎]和[珊瑚仙女]朱唇等(表 3)。适应性较高的Ⅱ级鼠尾草共 21 个原种和 7 个品种,占总测试物种数量的 22.6%。包括拟丹参、鼠尾草(*S. japonica*)和红根草(*S. prionitis*)等 17 个国内物种,以及长管一串红(*S. tubifera*)、枝毛一串红(*S. karwinskii*)和[金色美味]凤梨一串红(*S. elegans*

‘Golden Delicious’)等 11 个国外品种。适应性一般的Ⅲ级鼠尾草共有 20 个原种和 5 个品种,包含国内物种 19 个,国外物种 6 个,占总测试鼠尾草的 20.2%。其中药赏食性状突出的特定物种,在上海地区林下或者简易设施下亦可栽培应用,获得较高的经济价值。适应性较差的Ⅳ级鼠尾草全部为原生种,国产 32 个国外 6 个共 38 种。这类鼠尾草很多为高海拔物种,如栗色鼠尾草(*S. castanea*)、甘西鼠尾草(*S. przewalskii*)和大叶鼠尾草(*S. grandifolia*)等,喜湿凉气候,在上海地区难以大面积推广,需要特定的条件或者设施栽培。在 4 个等级中,随着适应性增强,人工选育品种比例逐渐提升,表现为 0/38(Ⅳ级)<5/25(Ⅲ级)<7/28(Ⅱ级)<10/33(Ⅰ级)。也与事实相符,人工选育的作物良种在抗性或适应性上得到较大程度的改良。

表 2 供试鼠尾草适应性评价的评分标准
Table 2 Scoring criteria for adaptability evaluation of tested *Salvia*

评分指标	评分依据				
	5 分	4 分	3 分	2 分	1 分
P1 引种难易度	活体+种子+扦插	扦插+种子	扦插+活体	种子+活体	活体或种子
P2 引种成活率/%	>90	-	50~90	-	<50
P3 栽培管理条件	无特殊要求	-	设施土壤水肥等要求低	-	设施土壤水肥等要求高
P4 株高/m	>1.7	1.2~1.7	0.6~1.2	0.3~0.6	<0.3
P5 冠幅/m	>2.0	1.5~2.0	1.0~1.5	0.5~1.0	<0.5
P6 绿叶期/月	≥9	8	7	6	5
P7 地上部生长势	较原产地更强健	-	与原产地一致	-	较原产地弱小
P8 根生长量	较原产地更强健	-	与原产地一致	-	较原产地弱小
P9 花期长度/月	≥6	5	4	3	2
P10 花期早晚	冬季或春秋季	夏季	晚秋	早春或晚春,晚夏秋初	春或秋
P11 单花序花量	>14 朵/轮× 15 朵/轮	约 10 朵/轮× 12 朵/轮	约 8 朵/轮× 10 朵/轮	约 6 朵/轮× 8 朵/轮	<4 朵/轮× 8 朵/轮
P12 总花序数量	>30	20~30	10~20	5~10	<5
P13 结实率/%	>90	80~90	60~80	30~60	<30
P14 枝条扦插量/株	>20	15~20	10~15	5~10	<5
P15 新萌分蘖量/株	>20	15~20	10~15	5~10	<5
P16 种子萌发率/%	>90	80~90	60~80	30~60	<30
P17 扦插存活率/%	>90	80~90	70~80	60~70	<60
P18 分蘖存活率/%	100	90~100	80~90	70~80	<70
P19 越夏能力	露天/林下皆可	-	露天/林下其一	-	人工措施
P20 越冬能力	无措施	-	简易措施	-	设施栽培
P21 病虫害抗性	几乎无	少量	-	常有	大量
P22 突出性状 [#]	≥4	3	2	1	未知

注: [#]表示在药用、观赏、食用、精油和特殊化合物等方面具有优势。

表 3 120 种(品种)124 号鼠尾草属植物评价得分及等级
Table 3 Evaluation scores and grades of 120 *Salvia* species numbered 1 to 124

序号	物种名称	亚属及来源	分值																				等级			
			C1			C2					C3				C4						C5				综合得分	
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20		P21		P22
1	〔樱红〕小花鼠尾草 <i>S. microphylla</i> ‘Cerise’	Ju; F-cv.	5	5	5	4	3	5	3	-	5	5	1	5	3	5	3	2	5	5	5	5	2	4.06	I	
2	蓝裙鼠尾草 <i>S. azurea</i>	Ju; NA	5	5	5	5	3	5	3	-	3	2	2	5	2	5	5	3	4	5	5	5	5	2	3.99	I
3	南丹参 <i>S. bowleyana</i>	Sc; CHN	5	5	5	3	2	5	5	5	2	2	4	2	3	4	1	4	2	4	5	5	4	2	3.97	I
4	天蓝鼠尾草 <i>S. uliginosa</i>	Ju; SA	5	5	5	5	3	5	3	-	3	2	4	5	1	5	5	1	1	5	5	5	5	3	3.95	I
5	佛光草 <i>S. substolonifera</i>	Al; CHN	5	5	5	1	1	5	5	5	1	1	2	2	5	4	1	5	4	5	5	5	5	3	3.93	I
6	〔二色〕樱桃鼠尾草 <i>S. greggii</i> ‘Bicolor’	Ju; F-cv.	5	5	5	3	2	5	3	-	5	5	1	5	1	5	3	1	5	5	5	5	5	2	3.92	I
7	〔仙客来〕小花鼠尾草 <i>S. microphylla</i> ‘Cyclamen’	Ju; F-cv.	5	5	5	4	3	5	3	-	3	3	1	5	2	5	3	2	5	5	5	5	5	2	3.91	I
8	丹参—河南居群 <i>S. miltiorrhiza</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	2	5	5	3	3	5	4	2	3	3	1	3	2	4	5	5	4	2	3.90	I
9	丹参—山东居群 <i>S. miltiorrhiza</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	2	5	5	3	3	5	4	2	3	3	1	3	2	4	5	5	4	2	3.90	I
10	丹参—陕西居群 <i>S. miltiorrhiza</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	2	5	5	3	3	5	4	2	3	3	1	3	2	4	5	5	4	2	3.90	I
11	连翘鼠尾草 <i>S. madrensis</i>	Ju; NA	5	5	5	5	3	5	3	-	3	5	5	5	1	5	5	-	4	5	5	3	5	2	3.88	I
12	〔紫陛下〕鼠尾草 <i>S. ‘Purple Majesty’</i>	Ju; F-cv.	5	5	5	5	3	4	3	-	4	5	2	5	1	5	5	-	3	5	5	5	4	2	3.82	I
13	丹参白花变型 <i>S. miltiorrhiza</i> f. <i>alba</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	2	5	5	3	2	2	4	2	3	3	1	3	2	4	5	5	4	2	3.80	I
14	深蓝鼠尾草 <i>S. guaranitica</i>	Ju; SA	5	5	5	5	3	4	3	-	5	2	2	5	1	5	5	-	3	5	5	5	4	2	3.79	I
15	瓦哈卡一串红 <i>S. adenophora</i>	Ju; NA	5	5	5	5	4	4	3	-	3	5	5	3	1	5	3	-	5	5	5	3	5	2	3.76	I
16	丹参—北京居群 <i>S. miltiorrhiza</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	2	5	5	1	2	5	4	2	3	3	1	3	2	4	5	5	4	2	3.76	I
17	丹参—山西居群 <i>S. miltiorrhiza</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	2	5	5	1	2	5	4	2	3	3	1	3	2	4	5	5	4	2	3.76	I
18	堇花鼠尾草 <i>S. iodantha</i>	Ju; NA	5	5	5	5	5	4	3	-	3	5	5	2	3	5	3	1	5	5	5	3	4	2	3.74	I
19	〔花叶〕墨西哥鼠尾草 <i>S. leucantha</i> ‘Variegata’	Ju; F-cv.	5	5	5	3	3	4	3	-	4	3	3	5	1	5	3	-	4	5	5	5	4	2	3.74	I
20	美丽鼠尾草 <i>S. meliensis</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	1	5	5	3	2	2	5	1	3	2	1	3	2	4	5	5	4	2	3.73	I
21	河南鼠尾草 <i>S. honania</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	1	5	5	3	1	2	5	1	3	2	1	3	2	4	5	5	4	2	3.69	I
22	大甸枝一串红 <i>S. darcyi</i>	Ju; NA	5	5	5	4	2	4	3	-	4	2	2	4	1	5	5	2	3	5	5	3	5	2	3.66	I
23	〔红衣女郎〕朱唇 <i>S. coccinea</i> ‘Lady in Red’	Ju; F-cv.	5	5	5	3	2	4	3	-	5	5	5	2	4	5	1	3	4	5	5	1	5	2	3.64	I
24	〔珊瑚仙女〕朱唇 <i>S. coccinea</i> ‘Coral Nymph’	Ju; F-cv.	5	5	5	3	2	4	3	-	5	5	5	2	4	5	1	3	4	5	5	1	5	2	3.64	I
25	〔深蓝〕蓝花鼠尾草 <i>S. farinacea</i> ‘Deep Blue’	Ju; F-cv.	5	5	5	2	1	5	3	-	5	5	2	3	1	4	1	4	3	5	5	3	5	2	3.64	I
26	张家界鼠尾草 <i>S. daiguii</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	1	5	5	5	1	4	2	1	3	1	2	1	1	5	5	5	5	2	3.64	I
27	荔枝草 <i>S. plebeia</i>	Al; CHN	5	5	5	3	1	5	5	3	1	2	2	1	5	1	1	5	1	4	5	5	5	2	3.63	I
28	蓝丛鼠尾草 <i>S. urica</i>	Ju; NA	5	5	3	5	2	4	3	-	4	5	5	5	1	5	3	-	3	4	5	3	5	2	3.63	I
29	‘辰丹月白’ <i>S. ‘Chendan Yuebai’</i>	Sc×Sc; CS-cv.	5	5	5	2	2	5	-	-	3	4	5	2	1	4	2	3	5	5	5	5	5	2	3.59	I
30	贵州鼠尾草 <i>S. cavaleriei</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	1	5	5	5	2	2	3	1	3	1	1	3	1	4	3	5	4	2	3.54	I
31	尾叶一串红 <i>S. oxyphora</i>	Ju; SA	5	5	3	4	3	4	3	-	4	2	5	5	1	5	5	-	3	4	5	3	4	2	3.53	I
32	黄色波浪 <i>S. ‘Huangse Bolang’</i>	Sc×Sc; CS-cv.	5	5	5	2	3	5	-	-	3	5	5	2	1	4	1	2	4	3	5	5	5	2	3.52	I
33	南丹参近二回羽裂变种 <i>S. bowleyana</i> var. <i>subbipinnata</i>	Sc; CHN	5	5	3	2	2	5	5	5	2	2	3	2	2	2	1	3	2	4	3	5	4	2	3.51	I

续表

序号	物种名称	亚属及来源	分值																						等级	
			C1			C2				C3				C4					C5				综合得分			
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20		P21		P22
34	拟丹参 <i>S. paramiltiorrhiza</i>	Sc; CHN	5	5	3	3	2	5	5	3	3	2	4	2	2	2	1	3	2	4	3	5	4	2	3.50	Ⅱ
35	鼠尾草 <i>S. japonica</i>	Al; CHN	5	5	5	3	1	5	5	5	2	4	2	2	2	2	1	4	1	4	3	5	4	2	3.48	Ⅱ
36	长管一串红 <i>S. tubifera</i>	Ju; NA	5	5	3	5	3	4	3	-	3	4	1	3	1	5	2	-	5	5	5	3	5	2	3.46	Ⅱ
37	胶质鼠尾草 <i>S. glutinosa</i>	Sc; EU	5	5	3	3	2	5	3	-	3	5	2	2	3	3	2	3	2	3	5	5	4	2	3.46	Ⅱ
38	‘星紫’ <i>S. ‘Xingzi’</i>	Sc×Sc; CS-cv.	5	5	5	3	3	5	-	-	1	2	5	2	1	4	1	3	4	4	5	5	5	2	3.46	Ⅱ
39	新疆鼠尾草 <i>S. deserta</i>	Sc; CHN	5	3	3	4	3	5	3	1	4	5	4	3	3	1	2	3	1	4	5	5	5	2	3.44	Ⅱ
40	‘万物星空’ <i>S. ‘Wanwu Xingkong’</i>	Sc×Sc; CS-cv.	5	5	5	2	2	5	-	-	2	2	5	2	1	4	1	2	5	4	5	5	5	2	3.44	Ⅱ
41	黏露鼠尾草 <i>S. roscida</i>	Ju; NA	5	5	5	5	4	4	3	-	4	5	3	2	1	5	2	-	5	4	5	1	4	2	3.43	Ⅱ
42	浙皖丹参 <i>S. sinica</i>	Sc; CHN	5	5	3	2	2	5	5	3	1	2	4	2	2	3	1	3	2	4	3	5	4	2	3.42	Ⅱ
43	纤枝一串红 <i>S. miniata</i>	Ju; NA	5	5	3	4	2	4	3	-	5	5	2	2	2	5	2	3	4	4	5	1	5	2	3.41	Ⅱ
44	血盆草 <i>S. cavaleriei</i> var. <i>simplicifolia</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	1	5	5	5	2	2	2	1	3	1	1	3	1	4	3	5	4	2	3.35	Ⅱ
45	长冠鼠尾草 <i>S. plectranthoides</i>	Sc; CHN	5	5	5	2	1	5	5	3	2	2	3	1	5	1	1	4	1	3	3	5	4	2	3.34	Ⅱ
46	枝毛一串红 <i>S. karwinskii</i>	Ju; NA	5	5	3	5	3	4	3	-	4	5	5	2	1	5	2	-	5	4	5	1	4	2	3.33	Ⅱ
47	‘辰丹紫’ <i>S. ‘Chendanzi’</i>	Sc×Sc; CS-cv.	5	5	5	2	2	5	-	-	1	1	5	2	1	4	1	2	4	3	5	5	5	2	3.33	Ⅱ
48	南川鼠尾草蕨叶变种 <i>S. nanchuanensis</i> var. <i>pteridifolia</i>	Sc; CHN	5	3	3	2	1	5	5	5	3	5	4	1	5	1	1	4	1	3	3	5	4	2	3.30	Ⅱ
49	[金色美味]凤梨一串红 <i>S. elegans ‘Golden Delicious’</i>	Ju; F-cv.	5	5	5	3	2	4	3	-	2	3	2	3	1	5	2	-	4	4	5	1	5	2	3.28	Ⅱ
50	岩桐一串红 <i>S. gesneriiflora</i>	Ju; NA	5	3	3	5	5	4	3	-	4	5	2	3	1	5	2	-	4	3	5	1	5	2	3.25	Ⅱ
51	台湾琴柱草 <i>S. nipponica</i> var. <i>formosana</i>	Sc; CHN	5	3	3	2	2	4	5	3	2	1	3	2	2	5	1	3	4	4	3	3	4	2	3.17	Ⅱ
52	[蓝山]林荫鼠尾草 <i>S. nemorosa ‘Blauhügel’</i>	Ju; F-cv.	5	5	5	2	1	5	3	-	2	2	2	2	1	2	1	-	3	4	5	3	4	2	3.15	Ⅱ
53	[雪山]林荫鼠尾草 <i>S. nemorosa ‘Schneehügel’</i>	Ju; F-cv.	5	5	5	2	1	5	3	-	2	2	2	2	1	2	1	-	3	4	5	3	4	2	3.15	Ⅱ
54	[卡拉多纳]林荫鼠尾草 <i>S. nemorosa ‘Caradonna’</i>	Ju; F-cv.	5	5	5	2	1	5	3	-	2	2	2	2	1	2	1	-	3	4	5	3	4	2	3.15	Ⅱ
55	蕨叶鼠尾草 <i>S. filicifolia</i>	Al; CHN	5	5	3	2	1	5	5	5	1	2	2	1	1	1	1	3	1	4	3	5	4	2	3.14	Ⅱ
56	草莓状鼠尾草 <i>S. fragarioides</i>	Al; CHN	5	5	3	2	1	5	3	3	3	5	2	1	5	1	1	4	1	4	3	5	4	1	3.12	Ⅱ
57	南川鼠尾草 <i>S. nanchuanensis</i>	Sc; CHN	5	3	3	2	1	5	5	5	1	4	3	1	5	1	1	4	1	3	3	5	4	1	3.12	Ⅱ
58	尾苞鼠尾草 <i>S. caudata</i>	Ju; NA	5	5	3	4	2	4	3	-	2	1	2	2	1	5	1	2	3	4	5	1	5	2	3.11	Ⅱ
59	五福花鼠尾草 <i>S. adaxioides</i>	Al; CHN	5	5	3	2	1	5	3	3	3	5	2	1	4	1	1	4	1	4	3	5	4	1	3.10	Ⅱ
60	华鼠尾草 <i>S. chinensis</i>	Al; CHN	5	5	3	2	1	5	3	3	2	4	3	1	2	1	1	3	1	4	3	5	4	2	3.04	Ⅱ
61	红根草 <i>S. prionitis</i>	Sc; CHN	5	3	3	2	1	5	5	3	2	2	3	1	1	1	1	2	1	4	3	5	5	2	3.03	Ⅱ
62	苣叶鼠尾草 <i>S. sonchifolia</i>	Sa; CHN	5	5	3	2	1	5	3	3	2	5	1	1	3	1	1	3	1	4	1	5	5	3	2.99	Ⅲ
63	附片鼠尾草 <i>S. appendiculata</i>	Al; CHN	5	5	3	2	1	5	5	3	1	2	1	1	2	1	1	3	1	4	3	5	4	1	2.98	Ⅲ
64	云生丹参 <i>S. nubicola</i>	Sc; CHN	5	3	3	3	2	4	3	3	2	2	2	3	3	1	1	3	1	4	3	5	4	2	2.94	Ⅲ
65	‘启航’ <i>S. ‘Qihang’</i>	Sc×Sc; CS-cv.	5	5	3	2	1	5	-	-	1	2	3	2	1	2	2	3	1	5	3	5	5	2	2.93	Ⅲ
66	[德斯利]鼠尾草 <i>S. ‘Desley’</i>	Ju; F-cv.	5	3	3	5	2	4	3	-	4	3	2	3	1	4	2	-	3	3	3	3	4	2	2.93	Ⅲ
67	‘雪花’ <i>S. ‘Xuehua’</i>	Sc×Al; CS-var	5	5	3	2	1	5	-	-	1	4	3	1	1	1	2	3	1	4	3	5	5	2	2.89	Ⅲ
68	铁线鼠尾草 <i>S. adiantifolia</i>	Al; CHN	5	5	3	2	1	5	3	3	1	1	1	1	2	1	1	3	1	4	3	5	4	2	2.88	Ⅲ

续表

序号	物种名称	亚属及来源	分值																				等级			
			C1			C2					C3				C4						C5				综合得分	
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20		P21		P22
69	[贝瑟尔氏] 玫苞一串红 <i>S. involucrata</i> 'Bethellii'	Ju; F-cv.	5	3	3	4	3	4	3	-	2	3	2	2	1	4	1	-	2	3	5	1	4	2	2.82	Ⅲ
70	关公须 <i>S. kiangsiensis</i>	Al; CHN	5	3	3	2	1	5	3	3	1	2	2	1	2	1	1	4	1	3	3	5	4	2	2.79	Ⅲ
71	舌瓣鼠尾草 <i>S. liguliloba</i>	Al; CHN	5	3	3	3	1	5	3	3	1	2	2	1	1	1	1	4	1	3	3	5	3	2	2.69	Ⅲ
72	峨眉鼠尾草 <i>S. omeiana</i>	Sa; CHN	5	3	3	3	2	3	3	1	2	5	2	1	1	2	1	3	1	3	1	5	4	2	2.68	Ⅲ
73	鄂西鼠尾草 <i>S. maximowicziana</i>	Sa; CHN	5	5	3	3	2	3	3	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	3	1	5	4	2	2.67	Ⅲ
74	果香鼠尾草 <i>S. dorisana</i>	Ju; CA	5	3	1	3	2	4	3	-	1	5	2	2	1	5	1	-	4	4	3	1	5	2	2.65	Ⅲ
75	云南鼠尾草 <i>S. yunnanensis</i>	Sc; CHN	5	3	1	2	1	5	3	1	2	2	3	1	2	1	1	3	1	4	3	5	4	2	2.63	Ⅲ
76	大形鼠尾草 <i>S. cynica</i>	Sa; CHN	5	3	3	3	2	3	3	1	1	4	2	1	1	2	1	3	1	3	1	5	4	2	2.62	Ⅲ
77	紫樱鼠尾草 <i>S. muelleri</i>	Ju; NA	5	3	1	3	2	4	1	-	2	2	1	4	1	5	2	2	3	3	3	3	4	2	2.62	Ⅲ
78	白马鼠尾草 <i>S. baimaensis</i>	Al; CHN	5	3	3	2	1	5	3	3	1	2	2	1	1	1	1	4	1	3	3	5	3	1	2.61	Ⅲ
79	毛地黄鼠尾草 <i>S. digitaloides</i>	Sa; CHN	5	5	3	3	2	3	3	1	1	1	2	1	1	2	1	3	1	3	1	5	4	3	2.60	Ⅲ
80	湖北鼠尾草 <i>S. hupehensis</i>	Sa; CHN	5	5	3	3	2	3	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	3	1	5	4	2	2.58	Ⅲ
81	美洲鼠尾草 <i>S. mexicana</i>	Ju; NA	5	3	3	4	2	4	1	-	2	1	4	3	1	5	2	-	1	4	3	1	4	2	2.56	Ⅲ
82	荫生鼠尾草 <i>S. umbratica</i>	Sa; CHN	5	3	1	4	2	4	5	3	1	2	2	1	4	2	1	5	1	2	1	5	2	2	2.54	Ⅲ
83	黄山鼠尾草 <i>S. chienii</i>	Al; CHN	5	3	1	2	1	5	3	3	1	4	2	1	1	1	1	4	1	3	3	5	3	1	2.54	Ⅲ
84	三叶鼠尾草 <i>S. trijuga</i>	Sc; CHN	5	3	3	2	1	4	3	3	2	2	1	1	1	1	1	3	1	4	1	5	4	2	2.53	Ⅲ
85	黄花鼠尾草 <i>S. flava</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	3	1	1	2	2	2	1	2	1	3	1	3	1	5	4	3	2.51	Ⅲ
86	[展望]系列一串红 <i>S. splendens</i> 'Vista'	Ju; F-cv.	5	3	5	2	1	3	3	-	2	2	2	1	1	2	1	-	3	3	3	1	4	2	2.51	Ⅲ
87	栗色鼠尾草 <i>S. castanea</i>	Sa; CHN	5	3	1	3	2	3	1	1	1	4	3	2	1	2	1	3	1	3	1	5	4	3	2.50	Ⅳ
88	甘西鼠尾草 <i>S. przewalskii</i>	Sa; CHN	5	5	1	3	2	3	3	1	1	1	2	1	1	2	1	3	1	3	1	5	4	3	2.48	Ⅳ
89	祁门鼠尾草 <i>S. qimenensis</i>	Al; CHN	5	3	1	2	1	5	3	3	1	1	2	1	1	1	1	4	1	3	3	5	3	1	2.47	Ⅳ
90	大叶鼠尾草 <i>S. grandifolia</i>	Sc; CHN	5	3	3	4	2	4	3	1	1	2	2	1	1	1	1	3	1	3	1	5	4	2	2.47	Ⅳ
91	地埂鼠尾草 <i>S. scapiformis</i>	Al; CHN	5	3	1	2	1	5	1	1	1	4	1	1	1	1	1	3	1	4	3	5	4	2	2.42	Ⅳ
92	莽麦地鼠尾草 <i>S. hiaometiensis</i>	Sa; CHN	5	3	1	3	2	3	1	1	1	1	3	2	1	2	1	3	1	3	1	5	4	2	2.37	Ⅳ
93	岩生鼠尾草 <i>S. petrophila</i>	Sc; CHN	5	3	1	2	1	5	3	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	4	1	5	4	2	2.36	Ⅳ
94	宝兴鼠尾草 <i>S. paohsingensis</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	3	3	1	4	1	1	1	2	1	2	1	3	1	5	4	2	2.34	Ⅳ
95	桂东丹参 <i>S. guidongensis</i>	Sc; CHN	5	3	1	2	2	4	5	1	2	2	2	1	1	1	1	3	1	4	1	5	2	2	2.32	Ⅳ
96	粘毛鼠尾草 <i>S. roborovskii</i>	Sa; CHN	5	3	1	3	2	4	1	1	1	1	2	1	4	1	1	5	1	2	1	5	4	2	2.28	Ⅳ
97	圆苞鼠尾草 <i>S. cyclostegia</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	3	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	2	2.28	Ⅳ
98	川藏鼠尾草 <i>S. subrotulacea</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	4	3	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	4	1	5	4	2	2.28	Ⅳ
99	断序一串红 <i>S. disjuncta</i>	Ju; NA	5	3	1	3	2	4	1	-	2	3	1	4	1	5	2	-	4	3	1	1	4	2	2.27	Ⅳ
100	橙香鼠尾草 <i>S. smithii</i>	Sa; CHN	5	3	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	5	4	2	2.26	Ⅳ
101	雪叶鼠尾草 <i>S. chionophylla</i>	Ju; NA	5	3	1	2	2	4	1	-	1	2	2	2	1	5	1	-	1	3	3	1	4	2	2.24	Ⅳ
102	渭公鼠尾草 <i>S. mekongensis</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	1	1	3	1	2	1	3	1	3	1	5	4	2	2.14	Ⅳ
103	西藏鼠尾草 <i>S. wardii</i>	Sa; CHN	5	3	1	3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	1	5	4	2	2.12	Ⅳ
104	钟萼鼠尾草 <i>S. campanulata</i>	Sa; CHN	5	3	1	3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	3	1	5	4	2	2.12	Ⅳ
105	康定鼠尾草 <i>S. prattii</i>	Sa; CHN	5	1	1	3	2	3	1	1	1	5	2	2	1	1	1	3	1	3	1	5	4	2	2.10	Ⅳ
106	橙色鼠尾草 <i>S. aerea</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	3	2.10	Ⅳ
107	黑唇一串红 <i>S. semiatrata</i>	Ju; NA	5	3	1	2	1	4	1	-	4	5	1	2	1	3	1	-	1	2	1	1	4	2	2.10	Ⅳ
108	长花鼠尾草 <i>S. dolichantha</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	2	2.07	Ⅳ
109	林华鼠尾草 <i>S. hylocharis</i>	Sa; CHN	5	3	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	2	2.07	Ⅳ
110	欧(药用)鼠尾草 <i>S. officinalis</i>	Ju; EU	5	1	1	3	1	4	1	-	1	1	2	2	2	3	2	3	1	2	3	1	2	4	2.06	Ⅳ
112	少花鼠尾草 <i>S. wuana</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	5	1	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	1	2.04	Ⅳ
113	戟叶鼠尾草 <i>S. bulleyana</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	3	1	5	4	1	2.01	Ⅳ

续表

序号	物种名称	亚属及来源	分值																						等级	
			C1			C2				C3				C4						C5				综合得分		
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21			P22
114	短唇鼠尾草 <i>S. brevilabra</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	1	1.98	Ⅳ
115	近掌脉鼠尾草 <i>S. subpalmatineris</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	1	1.98	Ⅳ
116	短冠鼠尾草 <i>S. brachyloma</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	1	1.98	Ⅳ
117	毛唇鼠尾草 <i>S. pogonochila</i>	Sa; CHN	5	3	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	1	1.96	Ⅳ
118	洪桥鼠尾草 <i>S. potaninii</i>	Sa; CHN	5	1	1	2	1	3	1	1	1	5	2	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	1	1.92	Ⅳ
119	洱源鼠尾草 <i>S. lanbongensis</i>	Sa; CHN	5	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	2	1.90	Ⅳ
120	雪山鼠尾草 <i>S. exarsiana</i>	Sa; CHN	5	1	1	2	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	5	4	2	1.87	Ⅳ
121	东川鼠尾草 <i>S. mairei</i>	Sa; CHN	5	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	2	1.87	Ⅳ
122	木里鼠尾草 <i>S. handelii</i>	Sa; CHN	5	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	1	5	4	2	1.87	Ⅳ
123	弯花鼠尾草 <i>S. curviflora</i>	Ju; NA	5	1	1	3	2	4	1	-	3	2	2	1	1	4	1	-	4	2	1	1	2	2	1.80	Ⅳ
124	驴耳鼠尾草 <i>S. broussonetii</i>	Ju; EU	5	1	1	3	3	4	1	-	1	1	1	2	1	1	1	-	1	2	1	1	4	2	1.79	Ⅳ

越夏能力 P19 作为抗性的重要指标之一,直接决定鼠尾草能否在引种地完成一个完整的生命周期,并最终实现成功引种。经过 4 个月的连续露天栽培观测,丹参 No.9、美丽鼠尾草 No.20 和‘辰丹月白’鼠尾草(*S. ‘Chendan Yuebai’*)No.29 在夏季高温中展现出极强的生命力,生长势未受影响(图 1),因此,在该指标获得最高分值。云南鼠尾草(*S. yunnanensis*)No.75 表现出明显的季节性生长变化,即 6 月中旬至 7 月中旬长势偏弱(正值上海梅雨季),至 9 月中旬恢复旺盛生长。与之相反,在园林应用中较为常见的[展望]系列一串红(*S. splendens ‘Vista’*)No.86,在 4—6 月长势较好,但在 7—9 月的夏季高温下表现欠佳,个别单株发生死亡现象(图 1),即二者在夏季两侧(春季和秋季)分别表现出相对较强的生长势,故越夏指标评分为中等分值。原产中国华北地区的荫生鼠尾草(*S. umbratica*)No.82,该指标获得最低分值;在上海地区露天栽培时,常常在进入 8 月因高温而死亡,与其主要分布于北京、河北、山西等地区的林下或溪沟边的生活习性密切相关,使其不适应全阳光露地栽培。

3 讨论

层次分析法是根据各指标因素的权重值及评分,计算物种的综合评价价值,可以较全面、客观地反映物种的适应能力,目前被广泛应用于植物的适应性、观赏性或品质等诸多方面的评价。相比于其他研究,本研究设计的鼠尾草评价体系特意扩展了“引种与栽培 P1-3”和“突出性状 P22”衡量因子。是因为国产鼠尾草在市场应用的品种中原种极少,多数处于自然未开发状态^[18,21]。但它们很多又具备药用、观赏和食用等突出性状及开发潜力。因此,能否高效引种至目的地

为后续的驯化与育种工作做好亲本基础,成为评价鼠尾草适应能力重要的一环。在 5 个约束层中,C5 抗性/突出性状的权重分配最大,其所辖指标 P19 越夏能力的权重分配最大,与多数国产鼠尾草生长习性相关,即它们在自然状态下多为林下或阴生生境。换言之,国产鼠尾草原种的夏季耐热能力差。因此,在上海地区,夏季 7—8 月高于 30℃的气温极大程度上决定了国产鼠尾草的引种成功率。笔者前期研究^[16]发现,高温半致死温度和叶绿素相对含量 2 个参数可用来衡量高温对鼠尾草生理生化的影响程度。所以,在评价少数特定物种(经济或科学问题价值巨大)、同一居群内部个体、同一杂交组合所得优良单株或者其他精细化操作需求时,可将二者指标增添或替代越夏指标进入评价体系,以提高特定需求下综合评价的精确度。基于 10 余年的野外调查^[22-23]、引种与栽培^[18]、适应性观测^[14-16]及优良品种选育经验^[24-25],构建的鼠尾草属植物综合评价体系较为全面与合理。

本研究中,120 种(品种)124 份鼠尾草种质中,适应性较强的 I 级种质,主要是国外的原种、品种及国产丹参及其近缘种(如南丹参、南丹参近二回羽裂变种和张家界鼠尾草与丹参的杂交后代品种)。可能与这些物种的自然分布区域特点有关,即它们主要分布在华东、华中和湘西地区,这些区域的四季气候与上海地区差异不大;另一个原因是一些物种的自然生存环境远比引种地区恶劣,如干旱、土地贫瘠、虫害及人为干扰等。引种至人类生活环境下的适应性反而更强,如张家界鼠尾草和桂东丹参^[24,26-28]。反之,适应性最差的 38 个Ⅳ级种类中,29 个来自中国西南的高山地区,喜昼夜温差大和冷凉湿润的气候^[29],因此,直接应用无法适应长三角地区的夏季高温,需要人工冷室栽培。

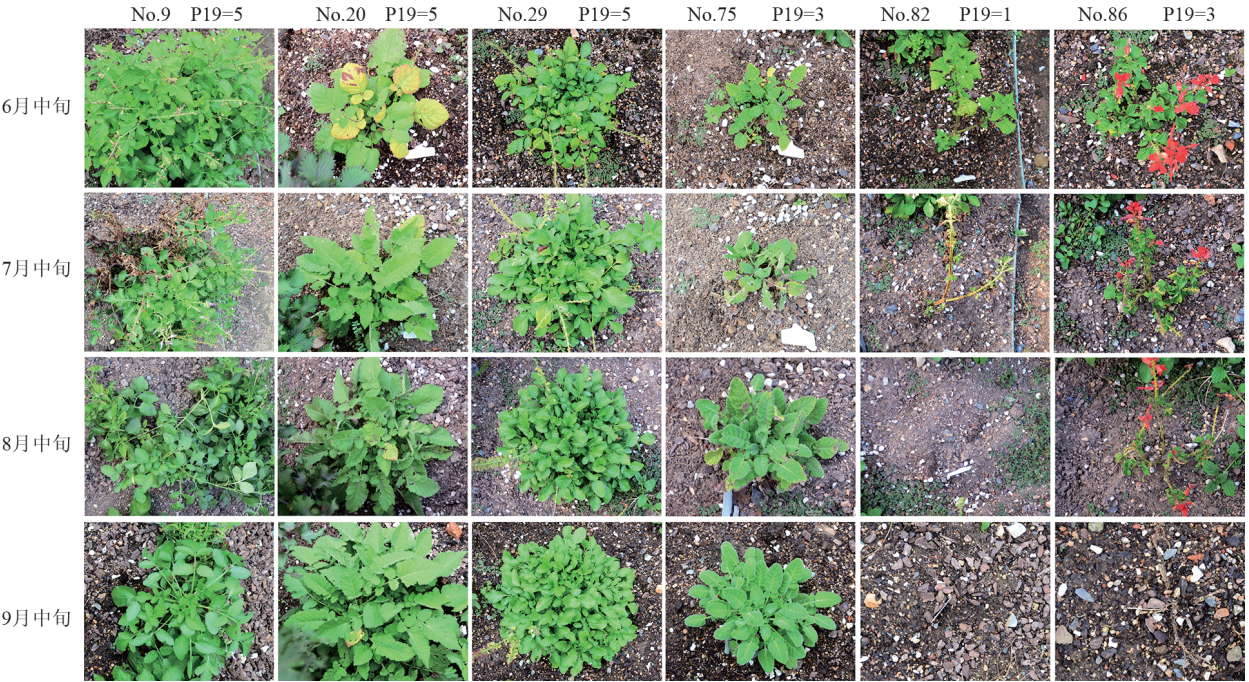


图 1 示例 6 种(品种)鼠尾草在上海地区的越夏能力

Fig. 1 Summer survival ability of six example *Salvia* species in Shanghai

本研究旨在评估鼠尾草属植物在上海及长三角地区的适应性。种质引进之初,分别于上海松江区上海辰山植物园和崇明区崇明岛两地开展驯化栽培和生长观测,积累必要的材料和初步数据之后,在上海辰山植物园集中栽培进行本次适应性评估试验。与此同时,自 2010 年开始收集鼠尾草属植物以来,唇形科植物保育与利用团队一直持续观测和记录上海市唇形科植物国家林木种质资源库内保育的鼠尾草种质的物候期和生长态势。因此,本研究中的 124 份鼠尾草资源在一定意义上均已陆续完成至少 3 个周期的适应性评价。此外,依据本研究筛选出的部分适应性好的鼠尾草种质,已在上海辰山植物园园区以及其专类园进行扩大栽培和示范展示,并表现出良好的景观效果,也为本研究结果的可靠性提供有说服力的实证支撑。

4 结 论

本研究建立了一套全面、客观、合理的鼠尾草属植物适应性评价 AHP 体系,尤其有助于上海及长三角地区的鼠尾草属植物种质的适应性评价。基于该体系,系统评估了 120 种(品种)124 份鼠尾草种质在上海地区的适应性,为上海及全国其他地区引种与栽培适宜的鼠尾草提供直接可选的物种资源参考,更为鼠尾草属植物的资源推广、新品种选育及园林应用奠定了重要的理论基础。

参考文献:

[1] LINNAEI C. Species plantarum (Tomus I) [M]. Holmiae: Laurentii Salvii,1753:23.

[2] ALZIAR G. Catalogue synonymique des *Salvia* L. du monde (Lamiaceae).I[M].Biocasse Mesogéen,1988,5

(3):87-136.

[3] TORKE B M. A revision of *Salvia* sect. *ekmania* (Lamiaceae)[J].Brittonia,2000,52(3):265-302.

[4] CHICCO A G, D’ALESSANDRO M E, HEIN G J, et al. Dietary chia seed (*Salvia hispanica* L.) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats [J].British Journal of Nutrition,2009,101(1):41-50.

[5] MUÑOZ L A, COBOS A, DIAZ O, et al. Chia seed (*Salvia hispanica*): An ancient grain and a new functional food[J].Food Reviews International,2013,29(4):394-408.

[6] CUI H Y, ZHANG X J, ZHOU H, et al. Antimicrobial activity and mechanisms of *Salvia sclarea* essential oil[J]. Botanical Studies,2015,56(1):e16.

[7] KROL A, KOKOTKIEWICZ A, GORNIK M, et al. Evaluation of the yield, chemical composition and biological properties of essential oil from bioreactor-grown cultures of *Salvia apiana* microshoots[J].Scientific Reports, 2023,13:e7141.

[8] 张锐,刘玉艳,于凤鸣,等.盐胁迫对红花鼠尾草和蓝花鼠尾草种子萌发的影响[J].分子植物育种,2018,16(5):1682-1689.

ZHANG R, LIU Y Y, YU F M, et al. Effects of salt stress on seed germination of *Salvia coccinea* and *Salvia farinacea*[J].Molecular Plant Breeding,2018,16(5):1682-1689.

[9] 许华,梁春虹,赵美棠,等.2 种鼠尾草对 NaCl 胁迫的耐受性比较及其生理机制研究[J].西北植物学报,2016,36(3):558-564.

XU H, LIANG C H, ZHAO M T, et al. Comparison of tolerance under NaCl stress between two *Salvia* plants and study of the physiological mechanisms[J]. Acta Botanica

- Boreali-Occidentalia Sinica, 2016, 36(3): 558-564.
- [10] BEN TAARIT M, MSAADA K, HOSNI K, et al. Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress[J]. Food Chemistry, 2010, 119(3): 951-956.
- [11] 张红瑞, 张丽欣, 王飞, 等. 丹参花果期抗旱性鉴定及抗旱指标筛选[J]. 山西农业科学, 2023, 51(5): 502-508.
- ZHANG H R, ZHANG L X, WANG F, et al. Identification of drought resistance and screening of drought resistant indexes of *Salvia miltiorrhiza* in flowering and fruiting stage[J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2023, 51(5): 502-508.
- [12] MOHAMMADI-CHERAGHABADI M, ALI MOHAMMAD MODARRES-SANAVY S, SEFIDKON F, et al. Improving water deficit tolerance of *Salvia officinalis* L. using putrescine[J]. Scientific Reports, 2021, 11: e21997.
- [13] ATTARAN D S, KARIMIAN Z, MOSTAFAEI D M, et al. Chitosan nanoparticles improve physiological and biochemical responses of *Salvia abrotanoides* (Kar.) under drought stress[J]. BMC Plant Biology, 2022, 22(1): e364.
- [14] 陈云, 周翔宇, 肖汉文, 等. 5 种鼠尾草属植物的耐湿热性研究[J]. 西北林学院学报, 2022, 37(3): 45-50.
- CHEN Y, ZHOU X Y, XIAO H W, et al. Heat and humidity tolerance of five *Salvia species* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2022, 37(3): 45-50.
- [15] 陈云, 肖汉文, 黄艳波, 等. 高温高湿胁迫对鼠尾草属 5 种植物生理特性的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2023, 31(6): 845-852.
- CHEN Y, XIAO H W, HUANG Y B, et al. Effects of high temperature and humidity stress on physiological characteristics of five *Salvia species* [J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2023, 31(6): 845-852.
- [16] 冯时, 刘群录, 魏宇昆, 等. 八种中国原产鼠尾草属植物耐热性比较[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(16): 3088-3092.
- FENG S, LIU Q L, WEI Y K, et al. Research on thermo tolerance of eight domestic *Salvia* in China [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2017, 56(16): 3088-3092.
- [17] 王舟龙, 汪斯琛, 万路, 等. 南昌地区鼠尾草新品种引种适应性综合评价体系建立[J]. 南方林业科学, 2021, 49(3): 42-45.
- WANG Z L, WANG S C, WAN L, et al. Establishment of comprehensive evaluation system for the introduction adaptability of new *Salvia* species in Nanchang [J]. South China Forestry Science, 2021, 49(3): 42-45.
- [18] 黄艳波, 林楚航, 刘凤栾. 鼠尾草属植物资源的分类研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2024, 25(4): 483-494.
- HUANG Y B, LIN C H, LIU F L. Advances on the taxonomy of sage plants (*Salvia* L.) [J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2024, 25(4): 483-494.
- [19] 吴晓星, 刘凤栾, 房义福, 等. 36 个欧美观赏海棠品种(种)应用价值的综合评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2015, 39(1): 93-98.
- WU X X, LIU F L, FANG Y F, et al. A comprehensive evaluation on application value of 36 Euro-American ornamental crabapples [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2015, 39(1): 93-98.
- [20] 岳东霞, 李文龙, 李自珍. 甘南高寒湿地草地放牧系统管理的 AHP 决策分析及生态恢复对策[J]. 西北植物学报, 2004, 24(2): 248-253.
- YUE D X, LI W L, LI Z Z. Analysis of AHP strategic decision for grazing management system and ecological restoration in the alpine wetland at Gannan in Gansu [J]. Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica, 2004, 24(2): 248-253.
- [21] 常宇航, 魏宇昆, 马永鹏, 等. 中国原生鼠尾草属植物园林应用现状与展望[J]. 西部林业科学, 2020, 49(5): 37-41.
- CHANG Y H, WEI Y K, MA Y P, et al. Current situation and future of Chinese native *Salvia* L. in garden and landscape application [J]. Journal of West China Forestry Science, 2020, 49(5): 37-41.
- [22] PENDRY C. *Salvia daiguii* (Lamiaceae): A new species from west Hunan, China-ERRATUM [J]. Edinburgh Journal of Botany, 2019, 76(3): e411.
- [23] HUANG Y B, QI Z C, FENG J Y, et al. *Salvia guidongensis* sp. nov. Unraveling a critical evolutionary link in East Asian *salvia* from central China integrating morphology, phylogeny, and plastid genomics [J]. Frontiers in Plant Science, 2024, 15: e1332443.
- [24] 林楚航, 马艺妮, 何佳欣, 等. 鼠尾草属新品种‘辰丹月白’[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2025, 49(3): 265-266.
- LIN C H, MA Y N, HE J X, et al. *Salvia* ‘Chendan yuebai’, a new cultivar in *Salvia* [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2025, 49(3): 265-266.
- [25] 刘清山, 常宇航, 黄艳波, 等. 鼠尾草属新品种‘奶油黄桃’‘草莓布丁’和‘提拉米苏’[J]. 园艺学报, 2023, 50(增刊 2): 145-146.
- LIU Q S, CHANG Y H, HUANG Y B, et al. New cultivars of *Salvia* ‘Naiyouhuangtao’ ‘Caomeibuding’ and ‘Tilamisu’ [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2023, 50(S2): 145-146.
- [26] XIAO H W, HUANG Y B, WEI Y K. Successful *ex situ* conservation of *Salvia daiguii* [J]. Oryx, 2022, 56(5): 650-651.
- [27] XIAO H W, LIU Q S, HUANG Y B, et al. Effective hawkmoth pollination in the primarily bee-pollinated *Salvia daiguii*: An example of adaptive generalization [J]. Plant Species Biology, 2023, 38(1): 18-26.
- [28] XIAO H W, LIU Q S, HUANG Y B, et al. Effects of ecological factors on the pollination biology and seed production of *Salvia daiguii*: A critically endangered ornamental species from China [J]. Scientia Horticulturae, 2024, 333: e113282.
- [29] 肖汉文, 黄艳波, 王琦, 等. 高山物种栗色鼠尾草(*Salvia castanea* Diels)访花昆虫多样性与传粉行为变化[J]. 生态学报, 2022, 42(5): 1841-1853.
- XIAO H W, HUANG Y B, WANG Q, et al. Diversity of visiting insects and changes of pollinator behavior in alpine species *Salvia castanea* Diels (Lamiaceae) [J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(5): 1841-1853.