

# 龙山百合种植气候适宜性分析

王心中<sup>1</sup>, 吴志科<sup>1</sup>, 吕昆坤<sup>1</sup>, 黄茜<sup>2</sup> (1. 湘西自治州气象局, 湖南吉首 416000; 2. 湖南省永顺县气象局, 湖南永顺 416700)

**摘要** 对龙山县百合各生育期的气候条件进行定性分析, 并引入模糊数学和层次分析方法对龙山百合气候适宜性进行综合评价分析。结果表明, 龙山县百合各种植区的气候适宜性指数(CFI)平均值为0.885, 其气候条件能很好地满足百合生育期的需求。

**关键词** 龙山; 百合; 气候适宜性

**中图分类号** S161 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)21-07126-02

百合为百合科草本植物卷丹百合(*Lilium lancifolium*)或细叶百合(山丹)(*Lilium pumilum*)的干燥肉质鳞片叶, 百合食药兼优, 具有润肺止咳、清心安神等功效<sup>[1]</sup>。湘西自治州龙山百合(卷丹)已有五十多年的种植历史, 主产区龙山县为国家科技部百合规范化种植(GAP)研究基地、湖南省科技厅百合规范化种植示范基地, 是全国最大百合种植基地<sup>[2]</sup>。2013年龙山百合种植面积4 666.7 hm<sup>2</sup>, 产值逾10亿元。由于其独特的气候、土壤条件, 龙山百合病虫害少、产量高、鲜果饱满、色如璞玉, 具有色白、味苦、富含有机硒和秋水仙碱等优势, 远销上海、广州和香港、澳门, 还出口至新加坡等东南亚国家。笔者在此对龙山县百合各生育期的气候条件进行了综合评价, 以期对百合种植提供科学依据。

## 1 资料与方法

**1.1 资料来源** 主要采用湘西自治州30年(1981~2010年)气象观测资料、龙山县各乡镇自动站观测资料(2008~2013年)及龙山县农业局、百合生产基地提供的百合种植资料。

**1.2 气候适宜性评价方法** 百合生长的气候环境是多因素控制的复杂非线性关系, 百合在生长发育过程中对于气候因素有其适宜的上限和下限, 不能用精确的函数来表达。在此将模糊数学引入到气候适宜性评价中, 采用隶属度函数来表达某个气候要素的等级划分标准<sup>[3]</sup>及对百合生育的影响程度。设有 $m$ 个百合种植区( $m=1, \dots, j$ ), 每个种植区有 $n$ 个气候指标( $n=1, \dots, i$ ),  $N_{ij}$ 和 $W_{ij}$ 分别表示第 $j$ 个种植区、第 $i$ 个气候指标的隶属度值和权重系数, 其中 $0 < N_{ij} \leq 1$ 、 $0 < W_{ij} \leq 1$ 且满足 $\sum_{j=1}^m W_{ij} = 1$ , 则各种植区的气候适宜性指数CFI(Climate Feasibility Index)可表示为 $CFI = \sum_{j=1}^m N_{ij} \times W_{ij}$ 。各气候指标隶属度值采用模糊数学中的隶属函数来计算; 气候指标的权重采用层次分析方法(Analytic hierarchy process, AHP法), 笔者把气候适宜性作为目标层, 百合各生育期作为准则层, 将影响各生育期的气候因素如降水、气温及日照作为方案层, 构建一个结构模型, 并采用Yaahp6.0软件, 计算各气候因素组合权重。

## 2 卷丹百合对气候条件的要求

卷丹百合性喜温暖湿润环境, 稍凉爽地区也能生长, 能

耐干旱, 怕炎热酷暑, 怕涝, 要求土层深厚、疏松肥沃, 排水良好的夹砂土或腐殖质土, 在半阴半阳、微酸性土质的地块上生长良好, 忌连作, 前作以豆科、禾本科作物为好<sup>[4]</sup>。

**2.1 对温度的要求** 百合播种后20~30 d内适宜温度为15~26℃, 超过30℃的高温会抑制根系生长, 鳞茎在地下能耐-10℃的低温; 出苗要求日平均气温稳定通过10℃以上, 叶片展开后不耐霜冻, 如气温低于10℃, 生长受抑制; 营养生长期最适宜的气温为16~25℃, 气温高于30℃会影响生长, 连续出现35℃以上的高温, 会导致茎叶枯黄, 地下球茎进入休眠期; 开花期到鳞茎膨大期适宜温度为24~29℃。整个生长期要求10℃以上的积温达2 500℃·d以上<sup>[5-6]</sup>。

**2.2 对水分的要求** 百合伸根期和出苗期需要湿润土壤条件, 大田不能渍水, 粘性土壤更不能渍水; 营养生长期到花期需水量较大, 需水主要集中在开花期到鳞茎膨大期, 为200~300 mm<sup>[7]</sup>。整个生育期土壤湿度不易过高, 雨后积水, 应及时排除, 否则鳞茎因缺氧, 容易腐烂, 尤其高温高湿, 危害更大, 常造成植株枯黄和病虫害严重发生。百合对空气湿度不很敏感, 我国南北均可种植。

**2.3 对光照的要求** 百合出苗期喜弱光照条件, 营养生长期喜光照, 光照不足对植株生长和鳞茎膨大均有影响, 尤其是现蕾开花期。如光照过弱, 花蕾易脱落, 但夏季高温强光会引起茎叶提早枯黄。

## 3 龙山县百合各生育期气候条件分析

湘西自治州龙山县处于武陵山脉西侧, 为亚热带季风湿润气候, 境内万山耸立, 峰峦起伏, 沟壑林立, 海拔218~1 737 m, 垂直气候特征明显。年均气温15.8℃, 极端最高气温39.5℃, 极端最低气温-6.9℃,  $\geq 10$ ℃的活动积温5 022.9℃·d,  $\geq 15$ ℃的活动积温4 238.7℃·d,  $\geq 20$ ℃的活动积温2 931.8℃·d, 年均无霜期285 d, 年均降水量1 308.1 mm, 年均日照时数1 153.6 h。龙山县百合种植区主要分布在白羊、洗浴、兴隆等十余个乡镇。龙山县气候条件能很好地满足百合各发育期的需求。5~7月雨水集中期会导致大田积水, 可采取清沟理渠及时排水, 以防渍害。

**3.1 播种越冬期** 百合播种期弹性较大, 但播种过早则年内发芽易致冻害, 播种过迟则不利于根系的生长和出苗。龙山百合一般以9月上旬~10月下旬播种较为适宜, 其中以9月上旬为最佳播种时间。从9月上旬播种到翌年3月上旬出苗, 为播种越冬期。其中, 9~10月为伸根期, 是百合形成根系的关键期, 影响到这个时期百合生育的主要气候因素是

气温和降水。伸根期间,龙山站 9、10 月平均气温分别为 22.4、16.9 °C,百合种植区平均气温分别为 19.5~23.3 °C(9 月)、14.0~17.8 °C(10 月),除了茅坪、茨岩塘和洛塔 3 个乡镇 10 月平均气温稍低外,其他种植区正处于百合伸根期适

宜温度区间;9~10 月龙山站及各种种植区平均降水量在 188~199 mm(表 1),能充分满足百合水分需求,却又不导致渍害。越冬春花阶段(12 月~次年 2 月),龙山站及各种种植区月平均气温均在 0°C 以上,极端最低气温为 -6.9°C,未出现 -10.0°C

表 1 龙山站及各种种植区 9 月~次年 2 月平均气温及降水

地点	9 月		10 月		11 月		12 月		1 月		2 月	
	气温//°C	降水//mm										
龙山站	22.4	102.1	16.9	97.0	11.9	57.6	6.7	21.7	4.7	28.6	6.5	40.6
茨岩塘	20.1	96.0	14.6	95.8	9.6	56.3	4.4	21.1	2.3	28.4	4.2	40.2
茅坪	19.5	95.9	14.0	95.1	9.0	55.6	3.8	20.3	1.7	27.5	3.6	39.3
召市	21.1	93.0	15.6	98.5	10.6	58.6	5.4	24.3	3.4	32.0	5.2	43.5
石碑	21.7	98.3	16.2	97.2	11.1	57.7	6.0	22.4	3.9	29.7	5.7	41.5
洛塔	20.3	89.3	14.8	98.3	9.8	58.4	4.6	24.5	2.6	32.5	4.4	43.8
湾塘	23.3	99.7	17.8	99.0	12.8	59.5	7.6	24.2	5.6	31.5	7.4	43.2
白羊	22.4	101.3	16.9	97.3	11.9	57.8	6.7	22.1	4.7	29.1	6.5	41.0
洗洛	22.1	101.1	16.6	96.9	11.6	57.5	6.4	21.7	4.4	28.7	6.2	40.6
兴隆	22.0	100.9	16.5	96.9	11.5	57.5	6.4	21.7	4.3	28.7	6.1	40.7
桶车	21.7	99.7	16.2	96.9	11.2	57.4	6.0	21.8	4.0	28.9	5.8	40.8

以下低温,确保百合安全越冬。

**3.2 营养期** 从 3 月上旬百合孕芽至 5 月上旬珠芽分化,是百合植株发育关键期,随着气温逐渐升高,植株旺盛生长,为百合鳞茎膨大奠定基础。龙山站及各种种植区稳定通过 10°C 的初日平均在 3 月 25 日,龙山百合从 3 月上旬到中旬主要是孕芽阶段,3 月下旬为出芽阶段;进入 4 月后,龙山站月平均气温迅速上升至 16.1 °C,各种种植区气温也上升至 13.1~17.0 °C(表 2),满足了百合营养生长期对温度的需求;3~4 月龙山站及各主要种植区降水量在 180~195 mm,能充分满足百合营养生长对水分的需求。

**3.3 珠芽期** 5 月上旬~6 月上旬是百合从珠芽分化到珠芽成熟阶段,这时期百合的叶腋上产生珠芽,鳞茎开始膨大。百合现蕾时需及时打顶,控制顶端优势,珠芽成熟时,需选择

晴天上午露水干后摘掉珠芽<sup>[8]</sup>。5 月龙山站及各种种植区平均气温为 17.7~21.6 °C,日平均气温均低于 30 °C,能很好地满足百合对温度的需求;月降水量为 183~187 mm,局地会出现暴雨或大暴雨,导致大田积水,需及时清沟排水,保持土壤透气性,防止渍害。

**3.4 鳞茎膨大期** 6 月上旬~7 月下旬为开花~鳞茎膨大期。这一时期百合茎秆停止生长,鳞茎快速膨大,这是营养积累关键期。6、7 月龙山站及各种种植区平均气温为 22.3~26.1 °C,气温对百合开花总体适宜;降水量为 433~440 mm(表 2~3),能充分满足百合鳞茎膨大所需水分,但大风、冰雹、强降水发生概率较大,对百合开花期有较大影响,需及时做好防范;6 月开花期日照时数 110~114 h,适宜百合开花期光照需求。

表 2 龙山站及各种种植区 3~8 月平均气温、降水

地点	3 月		4 月		5 月		6 月		7 月		8 月	
	气温//°C	降水//mm										
龙山站	10.4	59.4	16.1	120.3	20.7	186.2	23.9	206.7	26.4	231.7	26.1	156.2
茨岩塘	8.0	60.3	13.8	121.4	18.3	183.7	21.6	205.5	24.1	228.9	23.8	148.4
茅坪	7.4	59.3	13.1	120.4	17.7	183.1	21.0	204.6	23.5	228.1	23.2	148.5
召市	9.0	65.2	14.8	126.6	19.3	184.2	22.6	207.2	25.2	228.0	24.8	143.7
石碑	9.6	61.4	15.3	122.5	19.9	185.3	23.2	206.8	25.7	230.0	25.4	151.0
洛塔	8.2	66.7	14.0	127.9	18.5	183.5	21.8	207.6	24.4	229.0	24.1	138.5
湾塘	11.3	63.3	17.0	124.4	21.6	186.9	24.8	208.5	27.3	231.8	27.0	152.3
白羊	10.4	60.1	16.1	121.1	20.7	186.1	23.9	206.9	26.4	231.4	26.1	155.0
洗洛	10.1	59.7	15.8	120.6	20.4	185.8	23.6	206.5	26.1	231.2	25.8	154.9
兴隆	10.0	59.8	15.7	120.7	20.3	185.8	23.5	206.6	26.1	231.1	25.7	154.7
桶车	9.7	60.2	15.4	121.3	20.0	185.5	23.2	206.5	25.7	230.6	25.4	153.1

**3.5 成熟期** 8 月上旬后,百合叶片逐渐老熟枯黄,茎秆枯萎。从 8 月初开始,龙山县汛期结束,进入了干旱少雨的高温期,月平均气温为 23.2~27.0 °C,月降水量为 139~156 mm(表 3),有利于鳞茎营养物质积淀。

#### 4 龙山百合气候适宜性指数

综上所述,影响到龙山百合气候适宜性主要指标为 9~

10 月(伸根期)气温和降水、3~4 月(营养期)气温和降水、5 月(珠芽期)气温和降水及 6~7 月(开花膨大期)气温、降水和 6 日照、8 月(成熟期)气温和降水等 11 个气候指标(表 3)。以这 11 个气候指标作为气候适宜性评价因素,结合龙山县农业局及百合生产基地提供的资料,调整各参评指标的

(下转第 7163 页)

(CPAM)和聚合氯化铝(PAC),固定式蓝藻打捞中使用的是与移动式不同厂家的 CPAM、PAC 以及酸洗缓蚀剂(STS-604)。2011 年在滇池蓝藻打捞中移动式使用的 CPAM 实测含 TN 量 10.06%,固定式使用的 CPAM 含 TN 量 12.95%; STS-604、PAC 含氮很低,忽略不计。全年打捞的藻泥含氮量扣除添加的 CPAM 含氮量后,移动式打捞的藻泥含氮量为 58.0 mg/kg,固定式为 3.16 mg/kg,分别比扣除前减少 5.2 和 1.0 mg/kg。这也是移动式打捞的藻泥含 TN 量比固定式高的原因之一。

#### 参考文献

[1] 张梅,李原,王若南. 滇池的水华蓝藻的时空变化[J]. 云南大学学报:

自然科学版,2005,27(3): 272-276.

- [2] 张梅,李原,王若南. 滇池浮游植物的生物多样性调查研究[J]. 云南大学学报:自然科学版,2005,27(2):170-175.
- [3] 何洁,陈建斌,白涛,等. 滇池打捞蓝藻总氮含量检测方法研究[J]. 云南农业大学学报,2012,27(6):882-886.
- [4] 朱永平. 生物统计与实验教程[M]. 昆明:云南出版集团公司、云南科技出版社,2006:14-17.
- [5] 盛东,徐兆安,高怡. 太湖湖区“黑水团”成因及危害分析[J]. 水资源保护,2010,26(3):41-44.
- [6] 厉恩华,刘贵华,李伟,等. 洪湖三种水生植物的分解速率及氮、磷动态[J]. 中国环境科学,2006,26(6):667-671.
- [7] 李柯,关保华,刘正文. 蓝藻碎屑分解速率及氮磷释放形态的实验分析[J]. 湖泊科学,2011,23(6):919-925.
- [8] 徐敏,程凯,孟博,等. 环境因子对衣藻水华消长影响的初步研究[J]. 华中师范大学学报,2001,35(3): 322-325.

(上接第 7127 页)

表 3 龙山站及各种植区气候评价指标

地点	气温//℃					降水//mm					开花期日照
	伸根期	营养期	珠芽期	膨大期	成熟期	伸根期	营养期	珠芽期	膨大期	成熟期	h
龙山站	19.7	17.1	20.7	25.2	26.1	199.1	179.7	186.2	438.4	156.2	112.8
茨岩塘	17.4	14.8	18.3	22.9	23.8	191.8	181.7	183.7	434.4	148.4	110.7
茅坪	16.8	14.2	17.7	22.3	23.2	191.0	179.7	183.1	432.7	148.5	110.0
召市	18.4	15.8	19.3	23.9	24.8	191.5	191.8	184.2	435.2	143.7	111.7
石碑	19.0	16.4	19.9	24.5	25.4	195.5	183.9	185.3	436.8	151.0	112.3
洛塔	17.6	15.0	18.5	23.1	24.1	187.6	194.6	183.5	436.6	138.5	111.0
湾塘	20.6	18.0	21.6	26.1	27.0	198.7	187.7	186.9	440.3	152.3	113.8
白羊	19.7	17.1	20.7	25.2	26.1	198.6	181.2	186.1	438.3	155.0	112.8
洗洛	19.4	16.8	20.4	24.9	25.8	198.0	180.3	185.8	437.7	154.9	112.5
兴隆	19.3	16.7	20.3	24.8	25.7	197.8	180.5	185.8	437.7	154.7	112.5
桶车	19.0	16.4	20.0	24.5	25.4	196.6	181.5	185.5	437.1	153.1	112.2

隶属函数及其转折点(表 4)。

表 4 气候适宜性评价的指标选取及函数拐点

气候指标	下临界值	最优值	最优值	上临界值	权重
		下限	上限		
伸根期气温//℃	10	15	26	30	4.01
营养期气温//℃	12	16	25	30	19.91
珠芽期气温//℃	13	19	26	30	14.21
膨大期气温//℃	15	24	29	35	18.34
成熟期气温//℃	18	24	30	35	4.24
伸根期降水//mm	80	120	180	240	1.34
营养期降水//mm	60	100	160	220	6.64
珠芽期降水//mm	60	100	180	240	4.74
膨大期降水//mm	160	200	300	450	6.11
成熟期降水//mm	80	100	200	260	2.12
开花期日照//h	50	80	120	150	18.34

经过计算,龙山县百合各种植区气候适宜性指数  $CFI$  为 0.792~0.912,平均值为 0.885,其中洗洛镇和兴隆镇最高(0.912),茅坪镇最低(0.792),龙山百合对气候条件适宜性总体评价较高。将百合气候适宜性指数进行分类, $CFI$  值 > 0.9 的为最适宜区, $CFI$  值在 0.8~0.9 为适宜区, $CFI$  值 < 0.8 为次适宜区。以此标准进行划分,茅坪为次适宜区,茨岩塘、召市为适宜区,其他种植区均为最适宜区。

## 5 小结

**5.1 有利因素** 龙山县各主种植区光照、热量、水分能很好地满足百合生育需求,气候适宜性指数在 0.792~0.912,平

均值为 0.885。珠芽期前,光、温、水配合良好,大部分种植区的气候条件均在百合生育适宜气候区间内;开花~鳞茎膨大期的 6~7 月,正处于龙山县雨热同季,充足的日照能促进百合正常开花,充沛的降水能满足百合鳞茎膨大的水分需求;成熟期的 8 月,龙山县雨季结束,高温少雨气候条件有利于鳞茎营养物质积淀。

**5.2 不利因素** 由于龙山县垂直气候特征明显,对于高海拔地区,如茨岩、茅坪、召市等乡镇,其生育期相对较晚,可适当推迟播种期;主汛期的 5~7 月,雨水相对集中,强降水易引起山体滑坡等次生灾害,同时会导致大田严重积水,需及时防范。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京:化学工业出版社,1995:151-152.
- [2] 潘清平,周日宝,贺又瞬,等. 龙山百合种植基地概况[J]. 湖南中医药导报,2003,9(6):56-57.
- [3] 李锡宏,林国平,黎妍妍,等. 恩施州烤烟种植气候适宜性与土壤适宜性研究[J]. 中国烟草科学,2008,29(5):18-21.
- [4] 姚宗凡,黄英姿. 常用中药种植技术[M]. 北京:金盾出版社,1989:150-155.
- [5] 杨秋莲,徐进华. 万载县百合的气候适应性分析和高产栽培技术探讨[J]. 农业科技与装备,2010,192(6):4-5.
- [6] 周世德,宁惠芳. 兰州百合适宜生长的气候条件分析[J]. 甘肃气象,2001,19(3):34-35.
- [7] 陈艳华,史宝秀,谢玲,等. 甘肃中部百合气候适应性及适生种植区划[J]. 中国农业气象,2003,24(8):51-53.
- [8] 向国军,刘斌,张宏锦,等. 龙山县百合栽培及加工技术规程[J]. 湖南农业科学,2011(12):28-29.