

三个生态群杏品种叶面积分布规律及其数学模型研究

赵世荣¹, 廖康¹, 安晓芹¹, 刘娟¹, 彭晓莉¹, 徐乐²

(1. 新疆农业大学 特色果树研究中心, 新疆 乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业科学院 轮台果树资源圃, 新疆 轮台 841600)

摘要:以中亚细亚生态群、准葛尔-伊犁生态群、华北生态群杏品种叶片为试材,测定同一生境下不同生态群杏品种的叶面积、叶片长、叶片宽、叶形指数,分析各生态群叶面积的分布规律,建立叶面积估算的数学模型。结果表明:3个生态群杏品种叶面积呈右(左)偏态规律分布,以华北生态群的叶面积平均值最大,中亚细亚生态群最小;各生态群有50%以上的品种叶面积分布在该生态群的某一取值范围内,且取值范围华北生态群>中亚细亚生态群>准葛尔-伊犁生态群;长宽积与叶面积的相关性最高,叶面积随长宽积的增长可用一元二次曲线方程拟合;各生态群叶面积估算数学模型,在取值范围内能较好的估测各生态群品种的叶面积。

关键词:杏;生态群;叶面积;数学模型

中图分类号:S 662.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0020-04

杏属蔷薇科(Rosaceae)李亚科(Prunoidae)杏属(*Armeniaca* Mill.)植物,我国为杏的起源中心之一,主要包括中亚细亚生态群、准葛尔-伊犁生态群、华北生态群、华东-东南亚生态群、东北亚生态群5个生态群^[1],新疆目前主要有中亚细亚生态群、准葛尔-伊犁生态群、华北生态群3个生态群品种。通过对这3个生态群面积分布规律及其叶面积快速测定数学模型的研究,可以进一步加强对新疆不同生态群杏品种叶面积分布规律的了解,并简化叶面积测算步骤。顾曼如等^[2]对杏的4种叶形进行了研究,并提出了快速测定模型,刘智通等^[3]、买买提依明等^[4]、铁军等^[5]在板栗、桑树和红豆杉上进行过叶面积测定、相关性分析、数学模型等方面的研究。Ian等^[6]对全球2500多种植物的叶片性状进行了分析。对于不同生态群杏品种叶面积分布规律的研究尚鲜见相关报道。该试验测定了同一生境下3个生态群杏品种的叶面积、叶片长、叶片宽、叶形指数,据此分析各个生态群叶面积的主要分布规律和各指标与叶面积的相关性;并通过

相关指标的筛选,拟合3个生态群叶面积估算的数学模型,建立3个生态群叶面积的简易测定模型。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选取轮台国家果树资源圃的3个生态群杏品种,共计107个品种(其中中亚细亚生态群76个、准葛尔-伊犁生态群12个、华北生态群19个)。所选各品种树龄均为26 a,树势中庸。各品种详见表1。

表1 3个生态群杏品种

Table 1 3 ecological groups of apricot varieties

生态群 Ecological group	品种 Variety					
中亚细亚 Centro- Asiatic	冬杏	毛拉肖	奎克皮曼	卡拉胡安娜	木孜佳娜丽	赛来克胡安娜
	白杏	赛买提	卡拉阿藏	卡拉玉吕克	实生大黄杏	贾格达玛依桑
	米陆	洛浦2号	脆佳娜丽	洛浦洪德克	莎车黑叶杏	特尔湾玉吕克
	白油杏	大白油杏	粗黑叶杏	阿克玉吕克	晚熟佳娜丽	阿克牙格勒克
	辣椒杏	克孜托永	阿克托永	早熟洪德克	库尔勒托永	乌及牙格勒克
	古木杏	克孜卡恰	阿克阿依	早熟胡安娜	依力克大杏	卡巴克胡安娜
	何谢克	洛浦1号	黄其力干	克孜佳娜丽	卡尔胡安娜	泡达克胡安娜
	大尤佳	晚熟杏	小大白杏	轮台小白杏	库车小白杏	卡巴克西米西
	玛依桑	细黑叶杏	黄胡安娜	晚熟胡安娜	大果胡安娜	赛来克玉吕克
	洪德克	佳娜丽	英吉沙杏	中熟佳娜丽	索格佳娜丽	赛来克达拉孜
华北 North China	短枝杏	木隆杏	库车托永	馒头玉吕克	郭希玉吕克	牙合里克玉吕克
	托乎提	乔儿胖	早大油杏	克孜达拉孜	阿克达拉孜	亚布拉克佳娜丽
	库曼提	苏陆克	叶城黑叶杏	莎车洪德克		
	晚杏	大黄杏	甲麦黄	大果杏	红荷包杏	带色白沙杏
	西农40	二转子	银香白	猪皮水杏	黄肉油杏	华县大接杏
准葛尔- 伊犁	红玉杏	元旦杏	二花槽杏	实生黄口外	硬条京杏	沙金红一号
	张公园					
	旦杏	吾候其	小树上干	小五月杏	索格玉吕克	伊犁阿克玉吕克
Songarica- Yili	北山	白新纳尔	大五月杏	大树上干	卡巴克玉吕克	有毛小五月杏

第一作者简介:赵世荣(1987-),男,甘肃武山人,硕士研究生,现主要从事果树种质资源等研究工作。E-mail: zhaoshirong87@gmail.com.

责任作者:廖康(1962-),男,四川梓潼人,教授,博士生导师,现主要从事果树资源及栽培生理等研究工作。E-mail: Liaokang01@163.com.

基金项目:新疆研究生科技创新资助项目(XJGRI2013109);新疆维吾尔自治区重大专项资助项目(201130102);新疆维吾尔自治区果树学重点学科资助项目。

收稿日期:2014-04-21

1.2 试验方法

选取各品种树冠中部外缘东、南、西、北 4 个方向 1 年生枝条中部叶共计 40 片。用 CI-203 型叶面积测定仪测定叶面积、叶片长、叶片宽,计算叶形指数(叶长除以叶宽)和长宽积(叶长乘以叶宽)。数显游标卡尺测定叶片长(叶尖至叶脉基部)、叶片宽(垂直于主叶脉的最宽处)。

1.3 数据分析

试验数据采用 Excel 和 SPSS 19.0 进行整理分析,回归方程采用 SPSS 19.0 进行拟合。

2 结果与分析

2.1 3 个生态群叶面积分布规律

2.1.1 中亚细亚生态群叶面积分布规律 由图 1 和表 2 可以看出,76 个中亚细亚生态群杏品种的叶面积主要分布在 23.00~32.00 cm² (63 个品种),其中以 26.00~29.00 cm² 分布频数最多(23 个品种),最大值为 43.57 cm²,最小值为 14.05 cm²,平均值 25.83 cm²。叶面积分布的偏度(0.661)大于 0,呈现右偏态分布规律,说明该生态群叶面积多数分布在 26.00 cm² 以上。峰度值(1.259)大于 0,比正态分布的高峰更加陡峭,说明该生态群的叶面积在主要取值范围内、平均值左右的相对较多。从正态曲线的分布概率可以估测整个中亚细亚生态群中,分布在 23.00~32.00 cm² 的品种约占总生态群总数的 70%以上,>32.00 cm² 的品种约占总生态群品种数的 10%,<23.00 cm² 的品种约占总生态群品种数的 20%。

表 2 3 个生态群杏品种叶面积分布正态性检验

Table 2 Normality test of apricot varieties leaf area distribution in 3 ecological groups

生态群 Ecological group	偏度 Skewness	峰度 Kurtosis
中亚细亚生态群 Centro-Asiatic	0.611	1.259
华北生态群 North China	0.895	-0.006
准葛尔伊犁生态群 Songarica-Yili	-0.757	-0.739

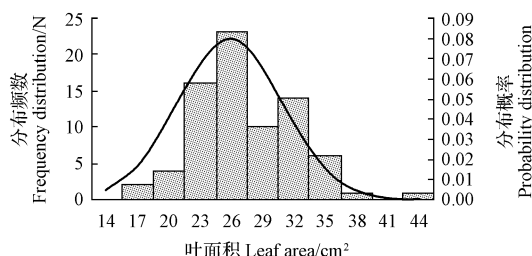


图 1 中亚细亚生态群叶面积分布直方图和正态曲线

Fig. 1 The histogram and normal curve of the leaf area distribution in Centro-Asiatic ecological group

2.1.2 准葛尔-伊犁生态群叶面积分布规律 由图 2 和表 2 可以看出,12 个准葛尔-伊犁生态群杏品种的叶面积主要分布在 26.00~29.00 cm² (8 个品种),最大值为 41.52 cm²,最小值为 20.81 cm²,平均值 28.44 cm²。叶面积分布的偏度(-0.757)小于 0,呈现左偏态分布规律,说明该生态群叶面积多数分布在 29.00 cm² 以下。峰度值(-0.739)小于 0,比正态分布的高峰更加平缓,说明该生态群的叶面积在主要取值范围内、平均值左右的相对较少。从正态曲线的分布概率可以估测整个准葛尔-伊犁生态群中,分布在 26.00~29.00 cm² 的品种约占总生态群总数的 50%。

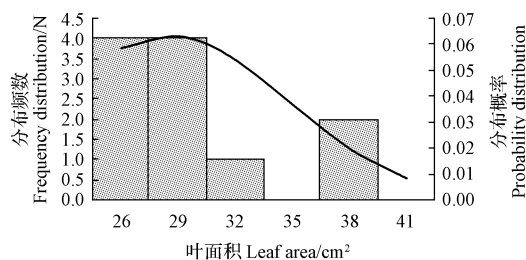


图 2 准葛尔-伊犁生态群叶面积分布直方图和正态曲线

Fig. 2 The histogram and normal curve of the leaf area distribution in Songarica-Yili ecological group

2.1.3 华北生态群叶面积分布规律 由图 3 和表 2 可以看出,19 个华北生态群杏品种的叶面积呈现出近似右偏态分布的规律,叶面积主要分布在 29.00~47.00 cm² (12 个品种),其中以 41.00~47.00 cm² 之间分布频数最多(8 个品种),最大值为 49.88 cm²,最小值为 17.62 cm²,平均值 37.90 cm²。叶面积分布的偏度(0.895)大于 0,呈现右偏态分布规律,说明该生态群叶面积多数分布在 29.00 cm² 以上。峰度值(-0.006)小于 0,但较为接近 0,与正态分布的峰形态相似,说明该生态群的叶面积在主要取值范围内、平均值左右的分布数量与其它 2 个生态群相比居中。从正态曲线的分布概率可以估测整个华北生态群中,分布在 29.00~47.00 cm² 的品种约占总生态群总数的 80%。

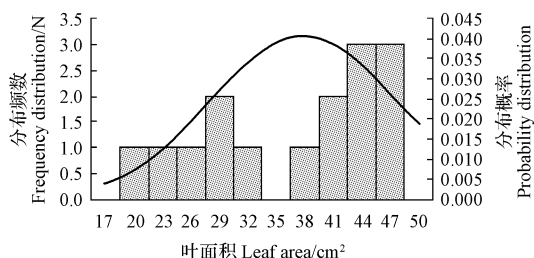


图 3 华北生态群叶面积分布直方图和正态曲线

Fig. 3 The histogram and normal curve of the leaf area distribution in North China ecological group

2.2 3个生态群叶片特征指标与叶面积相关性分析

由表3可知,3个生态群的叶片特征指标与叶面积的相关性均依次表现为长宽积>叶宽>叶长>叶形指数。叶形指数与叶面积呈现负相关,但未达到显著相关。中亚细亚生态群和华北生态群的叶长、叶宽、长宽积与叶面积表现为极显著相关。准葛尔-伊犁生态群的叶宽、长宽积与叶面积相关性达到极显著水平,叶长与叶面积的相关性为显著水平,但未达极显著相关。

表3 3个生态群叶片特征指标与叶面积相关性分析

Table 3 Correlative analysis on leaf characteristic indexes and leaf area of 3 ecological groups

项目 Item	生态群叶面积 Leaf area of ecological group		
	中亚细亚生态群 Centro-Asiatic	准葛尔-伊犁生态群 Songarica-Yili	华北生态群 North China
叶长 Leaf length	0.803 **	0.660 *	0.876 **
叶宽 Leaf width	0.897 **	0.929 **	0.930 **
叶形指数 Leaf index	-0.052	-0.242	-0.060
长宽积 Length by width	0.945 **	0.943 **	0.982 **

注: * 代表方差分析显著, ** 代表方差分析极显著。

Note: * Represent significant correlation, ** represent very significant correlation.

2.3 3个生态群叶面积测定的数学模型

由表4可知,通过各生态群叶面积与各个叶片特征指标的相关性分析,长宽积与叶面积的相关性最高。所以选用长宽积为纵坐标,叶面积为横坐标,对各个生态群的叶面积进行拟合。同时,将游标卡尺测量后所得的各生态群品种叶片长宽积代入回归方程后,得到的叶面积与实测叶面积进行比较。由表3可知,中亚细亚生态群和华北生态群叶面积与长宽积之间存在明显的多项式回归关系,曲线开口向下。在取值区间内,随着长宽积的增大,叶面积增加逐渐减缓。而准葛尔-伊犁生态群曲线开口向上,在取值区间内,随着长宽积的增大,叶面积增加逐渐加大。3个生态群的曲线的拟合度分别为0.897、0.892、0.980,拟合度经方差分析达到极显著水平。经验证,3个生态群实测值与游标卡尺测量所得长

表4 长宽积与叶面积的回归方程

Table 4 Regression function for length by width with leaf area

生态群 Ecological group	回归方程 Regression function	R ² 值 R ² value	验证差异值 Verified value/%
中亚细亚生态群 Centro-Asiatic	$y=1.484x-0.021x^2-9.272$	0.897 **	0.89
准葛尔-伊犁生态群 Songarica-Yili	$y=0.35x+0.004x^2+7.034$	0.892 **	1.09
华北生态群 North China	$y=19.776-0.781x-0.034x^2$	0.980 **	0.75

注: ** 表示极显著差异,差异值(%)=100%(实测值-预测值)/实测值。

Note: ** mean very significant difference; significance difference (%) = 100% (measured value—predicted value)/measured value.

宽积代入拟合方程后所求得预测值的差异值为0.89%、1.09%、0.75%,能够较好的描述中亚细亚生态群的面积随长宽积的变化特性,同时可较为准确的估测该生态群所包含的各品种的叶面积。

3 讨论与结论

不同生态群落的植物,因其分布生境的不同导致其生态群特征值之间存在较大差异,即随着海拔升高及温湿度的减小,叶面积呈现逐渐减小的趋势^[6-8]。叶片性状是植物在长期适应环境过程中,确保个体最大适合度的适应策略,随叶面积的增大,叶片的蒸腾量和植物体的需水量均增大,所以对环境含水量的要求也就相应增高^[9-12]。19个华北生态群杏品种因其分布的地域和地理环境较为多变,所以其叶面积大小呈现出较大的变异幅度,叶面积主要取值区域(29.00~47.00 cm²)较宽。12个准葛尔-伊犁生态群的杏品种因其原产地的地理环境变化较小,所以其叶面积的主要取值区域(26.00~29.00 cm²)较窄。76个中亚细亚生态群杏品种生态环境的变异相对较小,所以叶面积的主要取值区域(23.00~32.00 cm²)介于其它2个生态群之间。叶面积的最小值在准葛尔-伊犁生态群为20.81 cm²>在华北生态群为17.62 cm²>在中亚细亚生态群为14.05 cm²,最大值在华北生态群为49.88 cm²>在中亚细亚生态群为43.57 cm²>在准葛尔-伊犁生态群为41.52 cm²,平均值在华北生态群的为37.90 cm²>在准葛尔-伊犁生态群为28.44 cm²>在中亚细亚生态群为25.83 cm²。该试验结果跟华北生态群处在干旱偏半干旱地区,准葛尔-伊犁生态群处于半干旱地区和中亚细亚生态群多处于干旱地区等生态分布特征相符合。

3个生态群的叶片特征指标中,以长宽积为指标进行回归分析所得的回归方程决定系数最高。叶片长与叶片宽虽然显著相关,但与长宽积相比,其相关系数并不高。且因生境的不同,叶长与叶宽的变化不尽一致,而长宽积能够大幅度的减少这类因素对于方程估测精度的影响^[13]。所以用游标卡尺测量叶长和叶宽,求得的长宽积所建立的回归方程能够对各生态群叶面积在取值范围内进行较好的估测。同时,可以简化测量所需的工具,大大的减少大样本量测量时的工作量,提高工作效率。

随着叶面积的增大,叶片需要提供更多的生物量来进行构建和支持,所以为了满足植物进行基本的代谢活动所需要的含水量,叶片不能够无限制增大,其大小将受到限制^[8]。所以中亚细亚生态群生态群和华北生态群杏品种的叶片所得一元回归方程的开口向下,当长宽积达到一定值后,叶面积的增加将变缓,直至不再增加。而准葛尔-伊犁生态群可能由于所选品种较少且原产地均集中在伊犁地区,样品代表性不够强,所以呈现出了

曲线开口向上的规律,有待于进一步的研究论证。3个生态群所求得的一元线性回归方程,验证差异值(0.75%~1.09%)均小于2%^[14],在取值范围内能较好的描述各生态群所选品种的特性。

3个生态群所选品种叶面积均呈近正态分布规律。各品种群中,有50%以上品种的叶面积分布在一个主要的取值范围内,且华北生态群取值范围>中亚细亚生态群>准葛尔-伊犁生态群。华北生态群的叶面积平均值>准葛尔-伊犁生态群>中亚细亚生态群。叶面积最小值准葛尔-伊犁生态群>华北生态群>中亚细亚生态群,叶面积最大值华北生态群>中亚细亚生态群>准葛尔-伊犁生态群。长宽积与叶面的相关性最高,叶面积随长宽积的增长呈现一元二次曲线形变化。通过长宽积进行回归分析所得一元线性回归方程决定系数较高,验证差异值较小。用游标卡尺测量叶片长宽,求得长宽积,结合各生态群叶面积估算数学模型,在取值范围内能较好的估测各生态群品种的叶面积。

参考文献

- [1] 张加延,张钊. 中国果树志(杏卷)[M]. 北京:中国林业出版社,2013:43-46.
- [2] 顾曼如,刘光晏. 山楂、杏叶面积简易测定法[J]. 落叶果树,1986(1):31.
- [3] 刘智通,张跃仙,周正威,等. 板栗叶形特征及其相关性研究[J]. 浙江

林业科技,1996,19(3):34-36.

- [4] 买买提·依明,米日古丽,吐尔逊,等. 新疆桑种质资源叶片形态特征数学分析[J]. 中国农学通报,2009,25(1):76-79.
- [5] 铁军,马婧,金山,等. 濒危植物南方红豆杉的叶面积测定及其相关性分析[J]. 山西大学学报(自然科学版),2012,35(3):581-586.
- [6] Ian J W, Peter J R, Mark W, et al. The worldwide leaf eco-nomics spectrum[J]. Nature, 2004, 428: 821-827.
- [7] 齐威,郭淑青,崔现亮,等. 青藏高原东部4种植物种子大小和比叶面积随海拔和生境的变异[J]. 草业学报,2012,31(6):42-50.
- [8] 程栋梁,林娜. 福州市常见植物比叶面积研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(31): 15131-15133.
- [9] Givnish T J. On the adaptive significance of leaf form in topics in plant population biology[M]. NY: Columbia University Press, 1979: 375-407.
- [10] Howland H C. Structural hydraulic and 'economic' aspects of leaf venation and shape in biological prototypes and synthetic systems [M]. NY: Plenum Press, 1962: 183-191.
- [11] Niklas K J, Cobb E D, Ninemet S U, et al. "Diminishing returns" in the scaling of functional leaf traits across and within species groups [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2007, 104: 8891-8896.
- [12] Shipley B. Structured interspecific determinants of specific leaf area in 34 species of herbaceous angiosperm[J]. Funct Ecol, 1995(9): 312-319.
- [13] 赵福. 叶面积和叶面积指数的计算[J]. 内蒙古农业科技, 1975, 10(8): 31-32.
- [14] 蒋兆英,凌斌,陈林,等. 毛豆叶面积回归测算及统计分布研究[J]. 节水灌溉, 2012(5): 44-46.

Study on Distribution Law and Mathematical Model of Apricot Varieties Leaf Area in 3 Ecological Groups

ZHAO Shi-rong¹, LIAO Kang¹, AN Xiao-qin¹, LIU Juan¹, PENG Xiao-li¹, XU Le²

(1. Research Centre of Feature Fruits, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Luntai Plant Germplasm Resources Garden, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Luntai, Xinjiang 841600)

Abstract: Taking leaves of Centro-Asiatic, Songarica-Yili, North China ecological groups as materials, leaf area, leaf length, leaf width and leaf index were measured. Then the distribution law and constructed mathematical model of apricot varieties leaf area in 3 ecological groups were analyzed. The results showed that its leaf area revealed the law of right, left skewed distribution in 3 ecological groups. Mean values of leaf area in North China ecological group was the largest, and Centro-Asiatic ecological group was the smallest. About 50% varieties leaf area in 3 ecological groups distributes in a round value range, and the value range of in North China ecological group>Centro-Asiatic ecological group>Songarica-Yili ecological group. Length by width was the highest correlation factor with leaf area, and its interrelation could be fitted to use quadratic equation. Leaf area of 3 ecological groups could be well estimated in their value range use their mathematical models which be constructed.

Keywords: apricot; ecological group; leaf area; mathematical model