

不同种源东北杏果实表型性状多样性分析

董胜君^{1,①}, 王若溪¹, 张皓凯¹, 陈建华¹, 刘立新², 于庆福²

(1. 沈阳农业大学林学院, 辽宁 沈阳 110161; 2. 辽宁省喀左县林业局, 辽宁 朝阳 122300)

摘要:以辽宁、吉林和黑龙江3个省份13个种源的47株东北杏[*Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv.]成熟果实为研究对象,采用多重比较、变异分析、巢式方差分析、主成分分析和聚类分析方法,对各种源的16个果实表型性状进行统计和分析。结果表明:各种源果实表型性状的差异较大;16个果实表型性状的Shannon-Wiener指数为1.92~2.04,其中,果核壳厚度和单果仁质量的Shannon-Wiener指数相等且最大。果实表型性状的种源间变异系数为9.40%~34.77%,种源内变异系数为5.35%~19.67%,且果实表型性状的种源间变异系数均值(17.38%)大于种源内变异系数均值(11.20%)。除单果仁质量、果仁纵径和果仁侧径外,其他果实表型性状在种源间和种源内大多存在显著或极显著差异;供试所有果实表型性状的种源间表型分化系数均值(52.19%)大于种源内表型分化系数均值(47.81%)。主成分分析结果表明:前4个主成分的累计贡献率达79.79%,能基本反映东北杏果实表型性状的大部分信息。其中,第1主成分的贡献率为39.83%,主要反映果实性状特征;第2主成分的贡献率为18.37%,主要反映果核性状特征;第3和第4主成分的贡献率分别为12.18%和9.41%,二者主要反映果仁性状特征。聚类分析结果表明:在欧氏距离17.5处,供试的13个种源被分成A和B类,并在欧氏距离7.5处各分成4和2个亚类。分析结果表明:A类包含辽宁桓仁、辽宁清原、辽宁东陵、吉林磐石、吉林龙潭、黑龙江宁安、黑龙江麻山和黑龙江阿城8个种源,这些种源的果实大、出仁率高,适用于选育大果或仁用类型;B类包含辽宁凤城、辽宁本溪、辽宁新宾、吉林抚松和吉林敦化5个种源,这些种源的果核大、果核壳厚、出核率高,适用于选育核壳用类型。研究结果显示:东北杏果实性状变异丰富,且变异主要来源于种源间,宜根据育种目标选择不同类群种源作为育种材料。

关键词:东北杏;果实表型性状;变异分析;巢式方差分析;主成分分析;聚类分析

中图分类号: Q944.59; S662.2 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2020)06-0042-09

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2020.06.05

Analysis on diversity of fruit phenotypic characters of *Armeniaca mandshurica* from different provenances DONG Shengjun^{1,①}, WANG Ruoxi¹, ZHANG Haokai¹, CHEN Jianhua¹, LIU Lixin², YU Qingfu² (1. Forestry College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Forestry Bureau of Kazuo County of Liaoning Province, Chaoyang 122300, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2020, 29(6): 42-50

Abstract: Taking ripe fruits of 47 individuals of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv. from 13 provenances in 3 provinces of Liaoning, Jilin, and Heilongjiang as research objects, statistics and analysis on 16 fruit phenotypic characters of each provenance were carried out by methods of multiple comparison, variation analysis, nested analysis of variance, principal component analysis, and cluster analysis. The results show that the differences in fruit phenotypic characters of each provenance are relatively great; Shannon-Wiener indexes of 16 fruit phenotypic characters are 1.92-2.04, in which, those of nutlet shell thickness and single kernel mass are equivalent and the largest. The coefficients of variation of fruit phenotypic characters among provenances are 9.40% - 34.77%, while those within provenance are 5.35% - 19.67%, meanwhile, the average of coefficient of variation of fruit phenotypic characters among provenances (17.38%) is greater than that within provenance (11.20%). Except

收稿日期: 2020-05-13

基金项目: 国家重点研发计划项目(SQ2019YFD100071)

作者简介: 董胜君(1974—),男,辽宁瓦房店人,博士,教授,主要从事经济林良种选育及高效栽培研究。

①通信作者 E-mail: dsj928@163.com

single kernel mass, kernel vertical diameter, and kernel side diameter, other fruit phenotypic characters among provenances and within provenance most have significant or extremely significant differences; the average of phenotypic differentiation coefficient of all test fruit phenotypic characters among provenances (52.19%) is greater than that within provenance (47.81%). The principal component analysis result shows that the cumulative contribution rate of the first four principal components reaches 79.79%, which can basically represent most informations of fruit phenotypic characters of *A. mandshurica*. In which, the contribution rate of the first principal component is 39.83%, which mainly represents fruit phenotypic characters; the contribution rate of the second principal component is 18.37%, which mainly represents nutlet phenotypic characters; the contribution rates of the third and fourth principal components are 12.18% and 9.41%, respectively, both of them mainly represent kernel phenotypic characters. The cluster analysis result shows that at Euclidean distance of 17.5, 13 test provenances are divided into group A and B, and each is further divided into 4 and 2 subgroups at Euclidean distance of 7.5. The analysis result shows that group A contains 8 provenances from Huanren of Liaoning, Qingyuan of Liaoning, Dongling of Liaoning, Panshi of Jilin, Longtan of Jilin, Ning'an of Heilongjiang, Mashan of Heilongjiang, and Acheng of Heilongjiang, these provenances have big fruit and high kernel rate, which are suitable for breeding big fruit or kernel apricot type; group B contains 5 provenances from Fengcheng of Liaoning, Benxi of Liaoning, Xinbin of Liaoning, Fusong of Jilin, and Dunhua of Jilin, these provenances have big nutlet, thick nutlet shell, and high nutlet rate, which are suitable for breeding nutlet shell type. It is suggested that the variations of fruit phenotypic characters of *A. mandshurica* are abundant, and the variations mainly originate from provenances, therefore, provenances of different groups should be selected as breeding materials according to breeding objectives.

Key words: *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv.; fruit phenotypic characters; variation analysis; nested analysis of variance; principal component analysis; cluster analysis

东北杏 [*Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv.], 又名辽杏, 隶属于蔷薇科 (Rosaceae) 杏属 (*Armeniaca* Mill.), 原产于辽宁省和吉林省的东部地区, 目前主要分布在辽宁、吉林和黑龙江。东北杏用途广泛, 木材坚实, 纹理美观, 花供观赏, 种仁 (苦杏仁) 供药用和食用, 杏核壳可作为活性炭材料。此外, 东北杏还具有较强的耐寒性, 是培育抗寒品种的优良亲本^[1-3]。然而, 目前东北杏资源尚未得到充分的开发利用, 主要处于野生和半野生状态, 并且由于缺乏科学的经营和保护措施, 其野生资源已遭到严重破坏, 野生植株数量日渐减少^[4], 因此, 亟需加强对东北杏资源多样性的研究和保护。

表型性状观测是研究植物遗传多样性最直观且易行的方法^[5]。植物的表型性状既具有稳定性又具有变异性, 受到自身遗传特性和所在生态环境因子的共同影响^[6-7], 能够直观地反映植物的遗传结构, 对植物的遗传多样性研究具有重要意义。目前, 国内外学者已经对盐肤木 (*Rhus chinensis* Mill.)^[8]、山荆子 [*Malus baccata* (Linn.) Borkh.]^[9]、桃 (*Amygdalus persica* Linn.)^[10]、新疆野苹果 [*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.]^[11]、核桃 (*Juglans regia* Linn.)^[12]、突尼斯山杏 (*Prunus armeniaca* Linn.)^[13]、

西伯利亚杏 [*Armeniaca sibirica* (Linn.) Lam.]^[14] 和新疆野杏 (*Armeniaca vulgaris* Lam.)^[15-16] 等树种的表型性状多样性进行了研究, 但关于东北杏表型性状多样性的研究却较少^[4, 17], 而探明东北杏资源的表型多样性, 尤其是其果实的表型多样性, 对于东北杏种质资源的遗传改良和品种选育至关重要。

为此, 作者在辽宁、吉林和黑龙江 3 个省份的 13 个种源中选取 47 株生长良好的东北杏植株, 对其成熟果实的 16 个表型性状进行了多重比较、变异分析、巢式方差分析和主成分分析, 并对供试的 13 个种源进行了聚类分析, 以期了解东北杏的果实表型性状多样性, 为东北杏种质资源的遗传改良和优良品种选育提供理论依据。

1 种源地自然概况和研究方法

1.1 种源地自然概况

选取辽宁省、吉林省和黑龙江省 13 个种源地内的野生东北杏进行研究。各种源地自然概况见表 1。各种源地植被均属于长白植物区系, 主要土壤类型有草甸土、棕壤和暗棕壤等, 地貌主要为平原和低山丘陵。

表 1 供试东北杏各种源地的自然概况

Table 1 Natural condition of each test provenance locality of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv.

种源 Provenance	经度 Longitude	纬度 Latitude	平均海拔/m Mean altitude	年均温/℃ Annual mean temperature	年均降水量/mm Annual mean precipitation	无霜期/d Frostless period
辽宁凤城 Fengcheng of Liaoning	E123°57'	N40°25'	186	8.4	996.4	156
辽宁本溪 Benxi of Liaoning	E123°58'	N40°53'	406	8.1	789.9	127
辽宁桓仁 Huanren of Liaoning	E125°22'	N41°15'	278	7.5	1 077.8	153
辽宁新宾 Xinbin of Liaoning	E125°06'	N41°46'	408	5.6	776.5	150
辽宁清原 Qingyuan of Liaoning	E124°49'	N42°20'	317	6.2	780.8	120
辽宁东陵 Dongling of Liaoning	E123°34'	N41°49'	61	8.5	698.5	150
吉林抚松 Fusong of Jilin	E127°12'	N42°20'	458	3.9	779.7	150
吉林磐石 Panshi of Jilin	E126°19'	N42°53'	368	4.9	729.1	125
吉林敦化 Dunhua of Jilin	E128°26'	N43°24'	553	3.8	633.7	120
吉林龙潭 Longtan of Jilin	E126°40'	N43°56'	277	5.4	644.8	123
黑龙江宁安 Ning'an of Heilongjiang	E129°11'	N44°10'	269	4.4	530.2	135
黑龙江麻山 Mashan of Heilongjiang	E130°47'	N44°46'	320	4.5	541.9	140
黑龙江阿城 Acheng of Heilongjiang	E127°09'	N45°14'	262	4.2	564.3	162

1.2 材料

每个种源各选取 3~6 株树龄 15~30 a、树高 6~8 m 且生长良好的样株,共 47 株,其中,辽宁凤城、辽宁本溪、辽宁桓仁、辽宁新宾、辽宁清原、辽宁东陵、吉林抚松和黑龙江麻山 8 个种源各 3 株样株,吉林磐石、吉林龙潭和黑龙江宁安 3 个种源各 4 株样株,黑龙江阿城种源 5 株样株,吉林敦化种源 6 株样株。

1.3 方法

于 2016 年 6 月至 8 月(即果实成熟期),在每个样株东、南、西、北 4 个方向的果枝上各选取 20 个发育正常的成熟果实,参照《山杏种质资源调查及评价技术规程》^[18],使用电子天平(精度 0.01 g)称量单果质量、单果核质量和单果仁质量,使用游标卡尺(精度 0.01 mm)测量果实纵径、果实横径、果实侧径、果肉厚度、果核纵径、果核横径、果核侧径、果核壳厚度、果仁纵径、果仁横径和果仁侧径,其中,果实、果核和果仁的纵径为各自纵截面的顶部到基部的最大距离,果实、果核和果仁的横径为各自横截面的腹缝线到另一侧的最大距离,果实、果核和果仁的侧径为各自腹缝线两侧的最大距离。根据测量结果计算出核率和出仁率,计算公式分别为出核率=(单果核质量/单果质量)×100%和出仁率=(单果仁质量/单果核质量)×100%。

1.4 数据统计及分析

利用 EXCEL 2010 软件进行数据统计;参照李伟等^[19]的方法计算 Shannon-Wiener 指数;利用 SPSS 22.0 软件对各表型性状进行多重比较(Duncan's

法)、变异分析、巢式方差分析和主成分分析;利用 R 3.6.2 软件,采用 Ward 法对 13 个种源进行聚类分析,聚类前将数据进行标准化转换;参照江锡兵等^[6]的方法计算表型分化系数。

2 结果和分析

2.1 不同种源东北杏果实表型性状多样性分析

不同种源东北杏果实表型性状的统计结果(表 2)表明:黑龙江阿城种源的单果质量(6.43 g)和果实纵径(22.75 mm)均最大,其单果质量显著大于辽宁本溪等 4 个种源,果实纵径显著大于辽宁凤城等 6 个种源。吉林磐石种源的果实横径(24.56 mm)、果实侧径(22.23 mm)和果肉厚度(4.13 mm)均最大,其果实横径和果实侧径显著大于辽宁凤城等 11 个种源,果肉厚度显著大于其余 12 个种源。辽宁凤城种源的单果核质量(1.35 g)最大,显著大于辽宁桓仁等 8 个种源。吉林抚松种源的果核纵径(19.39 mm)、果核壳厚度(1.66 mm)和果仁纵径(12.23 mm)均最大,其果核纵径显著大于辽宁凤城等 4 个种源,果核壳厚度显著大于辽宁本溪等 6 个种源,果仁纵径仅显著大于辽宁东陵种源。辽宁新宾种源的果核横径(16.07 mm)和果核侧径(11.25 mm)均最大,其果核横径仅显著大于吉林龙潭种源,而 13 个种源间的果核侧径无显著差异。吉林磐石种源的单果仁质量(0.34 g)和果仁侧径(6.77 mm)均最大,其单果仁质量显著大于吉林敦化种源,果仁侧径显著大于辽宁桓仁和辽宁

新宾 2 个种源。黑龙江麻山种源的果仁横径 (9.39 mm) 最大, 显著高于吉林敦化种源。辽宁本溪种源的出核率 (32.61%) 最高, 显著高于辽宁桓仁等 3 个种源。吉林龙潭种源的出仁率 (35.09%) 最高, 显著高于辽宁凤城等 4 个种源。

由表 2 还可见: 果核壳厚度和单果仁质量的

Shannon-Wiener 指数相等且最大, 均为 2.04; 果肉厚度、果核纵径、果核横径和果核侧径的 Shannon-Wiener 指数较低, 分别为 1.89、1.84、1.79 和 1.74; 其余 10 个果实表型性状的 Shannon-Wiener 指数为 1.92~2.03。

表 2 不同种源东北杏果实表型性状的比较及 Shannon-Wiener 指数分析 ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

Table 2 Comparison on fruit phenotypic characters of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv. from different provenances and analysis on Shannon-Wiener index ($\bar{X} \pm SE$)¹⁾

种源 Provenance	单果质量/g Single fruit mass	果实纵径/mm Fruit vertical diameter	果实横径/mm Fruit horizontal diameter	果实侧径/mm Fruit side diameter	果肉厚度/mm Flesh thickness	单果核质量/g Single nutlet mass	果核纵径/mm Nutlet vertical diameter	果核横径/mm Nutlet horizontal diameter
辽宁凤城 Fengcheng of Liaoning	4.91±0.15abc	18.88±0.11bc	18.39±0.30bcd	16.15±0.43cde	2.92±0.16bc	1.35±0.05a	15.51±0.24b	14.39±0.25ab
辽宁本溪 Benxi of Liaoning	3.26±0.22c	18.48±0.60bc	19.15±0.27bcd	15.29±0.29cde	2.47±0.04bc	1.08±0.19abcd	15.67±0.74b	14.98±0.63ab
辽宁桓仁 Huanren of Liaoning	4.38±0.09abc	20.96±0.43ab	19.99±0.75bcd	17.46±0.66bcde	2.55±0.13bc	0.92±0.03cd	16.84±0.17ab	14.10±0.17ab
辽宁新宾 Xinbin of Liaoning	4.41±0.07abc	21.27±0.67ab	20.21±0.57bcd	18.44±1.20bc	2.74±0.19bc	1.25±0.03ab	17.87±0.49ab	16.07±0.85a
辽宁清原 Qingyuan of Liaoning	4.14±0.34abc	17.95±0.16c	19.49±0.95bcd	16.63±0.87cde	2.18±0.16c	0.98±0.04bcd	15.71±0.36b	14.43±0.17ab
辽宁东陵 Dongling of Liaoning	4.25±0.57abc	19.14±0.55bc	21.09±1.11bc	18.28±1.27bcd	3.18±0.71b	0.97±0.08bcd	14.49±0.49b	14.53±0.42ab
吉林抚松 Fusong of Jilin	5.03±0.58abc	22.23±1.12a	20.59±0.76bcd	17.91±0.65bcde	3.19±0.14b	1.31±0.08a	19.39±1.13a	15.66±0.38ab
吉林磐石 Panshi of Jilin	6.04±1.29ab	22.72±0.75a	24.56±0.69a	22.23±0.47a	4.13±0.23a	1.17±0.04abc	16.37±0.65ab	14.90±0.11ab
吉林敦化 Dunhua of Jilin	3.05±0.46c	18.68±1.28bc	17.55±1.30cd	14.66±1.05de	2.40±0.24bc	0.84±0.09cd	16.60±1.70ab	14.25±1.37ab
吉林龙潭 Longtan of Jilin	4.61±0.35abc	22.30±0.52a	20.37±1.33bcd	18.27±1.39bcd	2.56±0.12bc	0.82±0.03c	16.43±0.18ab	13.01±0.55b
黑龙江宁安 Ning'an of Heilongjiang	3.28±0.54c	18.45±0.78bc	16.94±0.67d	14.48±0.42e	2.50±0.10bc	0.84±0.14cd	16.52±1.06ab	13.52±0.71ab
黑龙江麻山 Mashan of Heilongjiang	3.86±0.08bc	20.46±0.30abc	19.16±0.13bcd	17.38±0.08bcde	3.05±0.04bc	0.97±0.03bcd	16.04±0.41ab	14.00±0.23ab
黑龙江阿城 Acheng of Heilongjiang	6.43±0.97a	22.75±0.78a	21.90±1.45ab	20.29±1.58ab	3.12±0.37bc	0.92±0.13cd	16.91±0.26ab	14.73±0.70ab
H'	1.92	1.99	1.97	2.02	1.89	1.99	1.84	1.79

种源 Provenance	果核侧径/mm Nutlet side diameter	果核壳厚度/mm Nutlet shell thickness	单果仁质量/g Single kernel mass	果仁纵径/mm Kernel vertical diameter	果仁横径/mm Kernel horizontal diameter	果仁侧径/mm Kernel side diameter	出核率/% Nutlet rate	出仁率/% Kernel rate
辽宁凤城 Fengcheng of Liaoning	10.07±0.43a	1.30±0.05abc	0.31±0.02ab	11.60±0.19ab	8.57±0.29ab	5.57±0.13abc	27.54±0.23ab	22.69±1.54c
辽宁本溪 Benxi of Liaoning	10.20±0.44a	1.21±0.13c	0.31±0.03ab	10.94±0.44ab	9.02±0.34ab	5.94±0.17abc	32.61±3.37a	29.38±1.89abc
辽宁桓仁 Huanren of Liaoning	9.77±0.29a	1.31±0.01abc	0.25±0.03ab	11.69±0.05ab	8.19±0.02ab	4.65±0.12c	21.06±1.02bc	27.43±2.35abc
辽宁新宾 Xinbin of Liaoning	11.25±0.83a	1.34±0.12abc	0.29±0.03ab	11.85±0.50ab	9.26±0.92a	5.18±0.91bc	28.45±0.67ab	23.50±2.94c
辽宁清原 Qingyuan of Liaoning	10.53±0.28a	1.20±0.09c	0.28±0.04ab	11.08±0.11ab	8.93±0.27ab	6.37±0.34ab	23.87±1.17abc	28.00±2.90abc
辽宁东陵 Dongling of Liaoning	10.42±0.34a	1.60±0.06ab	0.27±0.02ab	9.99±0.07b	8.68±0.06ab	5.52±0.43abc	23.93±5.02abc	28.68±4.23abc
吉林抚松 Fusong of Jilin	10.98±0.28a	1.66±0.04a	0.29±0.01ab	12.23±0.55a	8.46±0.13ab	5.58±0.26abc	26.41±1.66abc	22.51±0.93c
吉林磐石 Panshi of Jilin	10.82±0.30a	1.59±0.10ab	0.34±0.04a	11.44±0.35ab	9.20±0.28a	6.77±0.49a	24.20±7.96abc	28.68±2.73abc
吉林敦化 Dunhua of Jilin	10.50±1.05a	1.19±0.05c	0.23±0.03b	10.96±0.85ab	7.69±0.37b	5.42±0.17abc	28.50±1.60ab	26.94±1.01bc
吉林龙潭 Longtan of Jilin	9.84±0.37a	1.00±0.13c	0.29±0.01ab	11.66±0.18ab	8.52±0.19ab	5.96±0.25abc	18.09±1.39bc	35.09±1.45a
黑龙江宁安 Ning'an of Heilongjiang	9.51±0.56a	1.18±0.10c	0.29±0.03ab	11.18±0.65ab	8.45±0.32ab	5.89±0.24abc	25.64±0.68abc	34.76±1.82ab
黑龙江麻山 Mashan of Heilongjiang	10.18±0.13a	1.28±0.06bc	0.32±0.02ab	11.33±0.06ab	9.39±0.31a	5.57±0.35abc	25.06±0.93abc	32.97±3.18ab
黑龙江阿城 Acheng of Heilongjiang	10.41±0.41a	1.35±0.18abc	0.31±0.03ab	10.94±0.58ab	8.33±0.47ab	5.66±0.56abc	15.66±2.99c	34.55±2.67ab
H'	1.74	2.04	2.04	2.00	1.97	2.00	1.92	2.03

¹⁾ 同列中不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著 Different lowercases in the same column indicate the significant difference at 0.05 level. H': Shannon-Wiener 指数 Shannon-Wiener index.

不同种源东北杏果实表型性状变异系数分析结果 (表 3) 表明: 16 个果实表型性状中, 单果质量的种源间变异系数 (34.77%) 最大, 出核率的种源间变异系数 (28.84%) 次之, 并且, 除果仁纵径 (9.44%) 和果仁横径 (9.40%) 外, 其他果实表型性状的变异系数均大于 10%。从各种源果实表型性状变异系数的平均

值来看, 7 个种源果实表型性状变异系数的平均值大于 10%, 6 个种源果实表型性状变异系数的平均值小于 10%, 其中, 吉林敦化种源 (19.67%) 最大, 黑龙江阿城种源 (19.34%) 次之, 黑龙江麻山种源 (5.35%) 最小。并且, 16 个果实表型性状的种源间变异系数均值 (17.38%) 大于种源内变异系数均值 (11.20%)。

表3 不同种源东北杏果实表型性状的变异系数分析($\bar{X} \pm SE$)Table 3 Analysis on coefficient of variation of fruit phenotypic characters of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv. from different provenances ($\bar{X} \pm SE$)

种源 Provenance	各果实表型性状的变异系数/% Coefficient of variation of each fruit phenotypic character								
	单果质量 Single fruit mass	果实纵径 Fruit vertical diameter	果实横径 Fruit horizontal diameter	果实侧径 Fruit side diameter	果肉厚度 Flesh thickness	单果核质量 Single nutlet mass	果核纵径 Nutlet vertical diameter	果核横径 Nutlet horizontal diameter	果核侧径 Nutlet side diameter
辽宁凤城 Fengcheng of Liaoning	5.45	1.02	2.85	4.60	9.29	6.28	2.67	3.02	7.32
辽宁本溪 Benxi of Liaoning	11.71	5.58	2.41	3.32	2.65	30.04	8.16	7.27	7.40
辽宁桓仁 Huanren of Liaoning	3.62	3.51	6.52	6.53	8.65	4.98	1.77	2.01	5.15
辽宁新宾 Xinbin of Liaoning	2.71	5.48	4.89	11.30	11.99	3.60	4.77	9.14	12.73
辽宁清原 Qingyuan of Liaoning	14.38	1.52	8.47	9.05	12.77	7.70	3.96	2.04	4.55
辽宁东陵 Dongling of Liaoning	23.20	4.97	9.15	11.99	38.84	14.71	5.81	5.03	5.71
吉林抚松 Fusong of Jilin	20.09	8.77	6.41	6.26	7.80	10.60	10.13	4.17	4.45
吉林磐石 Panshi of Jilin	42.73	6.64	5.59	4.24	11.34	7.64	7.90	1.45	5.58
吉林敦化 Dunhua of Jilin	36.89	16.79	18.13	17.60	24.92	26.25	25.13	23.62	24.58
吉林龙潭 Longtan of Jilin	15.01	4.67	13.07	15.20	9.65	6.68	2.15	8.51	7.60
黑龙江宁安 Ning'an of Heilongjiang	33.20	8.48	7.85	5.74	8.17	32.49	12.84	10.45	11.71
黑龙江麻山 Mashan of Heilongjiang	3.60	2.50	1.14	0.80	2.15	5.70	4.45	2.88	2.25
黑龙江阿城 Acheng of Heilongjiang	33.71	7.64	14.79	17.39	26.65	31.15	3.42	10.59	8.84
CV/% ¹⁾	34.77	11.33	13.65	16.52	23.87	23.52	11.81	10.85	11.21

种源 Provenance	各果实表型性状的变异系数/% Coefficient of variation of each fruit phenotypic character								
	果核壳厚度 Nutlet shell thickness	单果仁质量 Single kernel mass	果仁纵径 Kernel vertical diameter	果仁横径 Kernel horizontal diameter	果仁侧径 Kernel side diameter	出核率 Nutlet rate	出仁率 Kernel rate	均值 Average	
辽宁凤城 Fengcheng of Liaoning	6.23	11.45	2.89	5.81	4.08	1.44	11.76	5.39	
辽宁本溪 Benxi of Liaoning	18.98	19.35	6.93	6.47	4.81	17.90	11.16	10.26	
辽宁桓仁 Huanren of Liaoning	1.53	18.66	0.81	0.35	4.49	8.41	14.85	5.74	
辽宁新宾 Xinbin of Liaoning	15.67	19.39	7.32	17.27	30.36	4.00	21.68	11.39	
辽宁清原 Qingyuan of Liaoning	13.46	24.06	1.72	5.30	9.27	8.50	17.95	9.04	
辽宁东陵 Dongling of Liaoning	6.70	13.36	1.25	1.29	13.46	36.35	25.56	13.59	
吉林抚松 Fusong of Jilin	4.70	3.94	7.88	2.73	7.99	10.88	7.13	7.75	
吉林磐石 Panshi of Jilin	12.01	21.04	6.16	6.18	14.38	65.83	19.03	14.86	
吉林敦化 Dunhua of Jilin	10.89	28.54	18.96	11.77	7.70	13.75	9.20	19.67	
吉林龙潭 Longtan of Jilin	25.20	9.15	3.07	4.48	8.32	15.38	8.24	9.77	
黑龙江宁安 Ning'an of Heilongjiang	17.55	22.65	11.56	7.49	8.25	5.32	10.45	13.39	
黑龙江麻山 Mashan of Heilongjiang	8.55	11.09	0.85	5.76	10.80	6.39	16.70	5.35	
黑龙江阿城 Acheng of Heilongjiang	29.51	19.00	11.96	12.52	22.23	42.73	17.27	19.34	
CV/% ¹⁾	19.43	19.36	9.44	9.40	14.39	28.84	19.70		

¹⁾ CV: 种源间变异系数 Coefficient of variation among provenances.

对供试 13 个种源东北杏 16 个果实表型性状的巢式方差分析结果(表 4)表明:单果仁质量、果仁纵径和果仁侧径在种源间和种源内的差异均不显著;果核壳厚度、出核率和出仁率在种源间差异显著或极显著,但在种源内差异不显著;果核纵径、果核横径、果核侧径和果仁横径在种源内差异显著或极显著,但在种源间差异不显著;其余 6 个果实表型性状在种源间和种源内的差异均显著或极显著。

16 个果实表型性状中,单果仁质量的种源间表型分化系数(99.91%)最大,出核率的种源间表型分化系数(97.51%)次之,果核侧径的种源间表型分化系数(9.93%)最小;果核侧径的种源内表型分化系数(90.07%)最大,单果仁质量的种源内表型分化系数

(0.09%)最小。经计算,16 个果实表型性状的种源间表型分化系数均值为 52.19%,种源内表型分化系数均值为 47.81%。

2.2 东北杏果实表型性状的主成分分析

主成分分析结果(表 5)表明:前 4 个主成分的累计贡献率达 79.79%,说明前 4 个主成分可基本反映东北杏果实表型性状的大部分信息。第 1 主成分的贡献率为 39.83%,其中,单果质量、果实纵径、果实横径、果实侧径和果核横径特征向量的绝对值较大,均大于 0.7,说明该主成分主要反映东北杏果实性状特征。第 2 主成分的贡献率为 18.37%,其中,单果核质量、出核率和出仁率特征向量的绝对值较大,均在 0.5 以上,说明该主成分主要反映东北杏果核性状特征。

表 4 不同种源东北杏果实表型性状的巢式方差分析及表型分化系数比较¹⁾

Table 4 Nested analysis of variance and comparison on phenotypic differentiation coefficient of fruit phenotypic characters of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv. from different provenances¹⁾

果实表型性状 Fruit phenotypic character	种源间 Among provenances				种源内 Within provenance				均方 Mean square	分量/% Component
	均方 Mean square	F 值 F value	分量/% Component	表型分化系数/% Phenotypic differentiation coefficient	均方 Mean square	F 值 F value	分量/% Component	表型分化系数/% Phenotypic differentiation coefficient		
SFM	4.663	3.555**	28.21	53.12	3.470	2.645*	24.89	46.88	1.312	46.90
FVD	12.211	6.089**	41.21	59.56	7.330	3.655*	27.98	40.44	2.005	30.81
FHD	14.858	5.139**	33.13	48.18	12.752	4.410**	35.63	51.82	2.891	31.24
FSD	18.895	6.762**	41.95	58.35	11.902	4.259**	29.95	41.65	2.794	28.09
FT	0.947	4.745**	36.23	56.51	0.711	3.561*	27.89	43.49	0.200	35.88
SNM	0.099	3.619**	35.38	62.16	0.071	2.609*	21.54	37.84	0.027	43.08
NVD	5.236	1.773	11.96	31.52	7.557	2.559*	25.99	68.48	2.953	62.05
NHD	2.586	1.627	5.46	10.53	7.951	5.003**	46.36	89.47	1.589	48.18
NSD	1.065	0.970	3.31	9.93	3.984	3.630*	29.99	90.07	1.097	66.71
NST	0.128	3.495**	36.11	74.29	0.081	2.204	12.50	25.71	0.037	51.39
SKM	0.002	0.983	99.65	99.91	0.005	2.044	0.09	0.09	0.003	0.26
KVD	0.914	0.816	3.87	15.78	1.547	1.381	20.68	84.22	1.120	75.44
KHD	0.613	1.383	11.03	31.38	1.132	2.554*	24.12	68.62	0.443	64.85
KSD	0.947	1.517	12.17	52.97	0.322	0.516	10.81	47.03	0.624	77.02
NR	90.422	2.403*	26.12	97.51	42.622	1.133	0.67	2.49	37.635	73.21
KR	72.505	4.239**	41.30	73.37	35.131	2.054	14.99	26.63	17.106	43.71

¹⁾ SFM: 单果质量 Single fruit mass; FVD: 果实纵径 Fruit vertical diameter; FHD: 果实横径 Fruit horizontal diameter; FSD: 果实侧径 Fruit side diameter; FT: 果肉厚度 Flesh thickness; SNM: 单果核质量 Single nutlet mass; NVD: 果核纵径 Nutlet vertical diameter; NHD: 果核横径 Nutlet horizontal diameter; NSD: 果核侧径 Nutlet side diameter; NST: 果核壳厚度 Nutlet shell thickness; SKM: 单果仁质量 Single kernel mass; KVD: 果仁纵径 Kernel vertical diameter; KHD: 果仁横径 Kernel horizontal diameter; KSD: 果仁侧径 Kernel side diameter; NR: 出核率 Nutlet rate; KR: 出仁率 Kernel rate. *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$.

表 5 东北杏果实表型性状的主成分分析

Table 5 Principal component analysis on fruit phenotypic characters of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv.

主成分 Principal component	特征向量 Eigenvector									
	单果质量 Single fruit mass	果实纵径 Fruit vertical diameter	果实横径 Fruit horizontal diameter	果实侧径 Fruit side diameter	果肉厚度 Flesh thickness	单果核质量 Single nutlet mass	果核纵径 Nutlet vertical diameter	果核横径 Nutlet horizontal diameter	果核侧径 Nutlet side diameter	果核壳厚度 Nutlet shell thickness
1	0.76	0.81	0.82	0.81	0.66	0.69	0.60	0.71	0.67	0.61
2	-0.47	-0.29	-0.39	-0.48	-0.38	0.57	0.38	0.44	0.44	0.06
3	0.02	-0.05	-0.23	-0.16	-0.33	0.02	0.03	-0.21	0.02	-0.48
4	0.06	-0.35	0.09	0.09	0.14	0.12	-0.64	-0.04	0.10	0.37

主成分 Principal component	特征向量 Eigenvector						特征值 Eigenvalue	贡献率/% Contribution rate	累计贡献率/% Cumulative contribution rate
	单果仁质量 Single kernel mass	果仁纵径 Kernel vertical diameter	果仁横径 Kernel horizontal diameter	果仁侧径 Kernel side diameter	出核率 Nutlet rate	出仁率 Kernel rate			
1	0.66	0.57	0.56	0.22	-0.26	-0.18	6.37	39.83	39.83
2	0.02	0.31	0.34	0.01	0.79	-0.64	2.94	18.37	58.20
3	0.60	0.36	0.46	0.65	-0.18	0.57	1.95	12.18	70.38
4	0.02	-0.53	0.36	0.57	0.15	-0.16	1.51	9.41	79.79

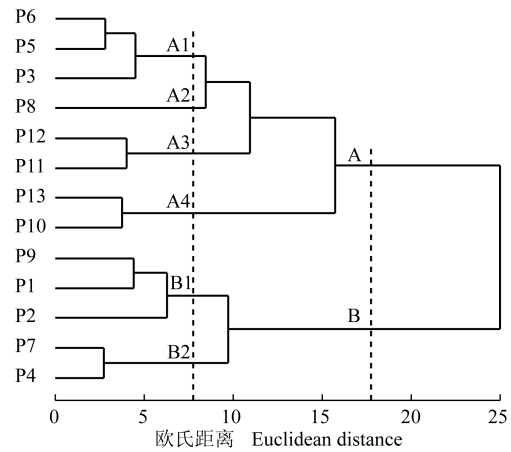
第 3 主成分的贡献率为 12.18%, 其中, 单果仁质量、果仁侧径和出仁率特征向量的绝对值较大, 均在 0.6 左右, 说明该主成分主要反映东北杏果仁性状特征。

第 4 主成分的贡献率为 9.41%, 其中, 果核纵径、果仁纵径和果仁侧径特征向量的绝对值较大, 说明该主成分也主要反映东北杏果仁性状特征。

2.3 不同种源东北杏果实表型性状的聚类分析

基于 13 个种源东北杏的 16 个果实表型性状对供试种源进行聚类分析(图 1),并计算各类群的果实表型性状均值(表 6)。结果表明:在欧氏距离 17.5 处,供试的 13 个种源被分成 A 和 B 类;在欧氏距离 7.5 处,进一步分成不同亚类,其中, A 类分成 A1、A2、A3 和 A4 4 个亚类, B 类分成 B1 和 B2 2 个亚类。

A 类包含辽宁桓仁、辽宁清原、辽宁东陵、吉林磐石、吉林龙潭、黑龙江宁安、黑龙江麻山和黑龙江阿城 8 个种源,这些种源的单果质量、果实纵径、果实横径、果实侧径、果肉厚度、果仁横径、果仁侧径和出仁率的均值均高于 B 类种源。其中, A1 亚类包含辽宁东陵、辽宁清原和辽宁桓仁 3 个种源,果实特征总体表现为果实和果核中等,果仁小,出核率低,出仁率中等; A2 亚类仅吉林磐石 1 个种源,果实特征总体表现为果实、果核和果仁大,果肉最厚,出核率和出仁率中等; A3 亚类包含黑龙江麻山和黑龙江宁安 2 个种源,果实特征总体表现为果实和果核小,果仁大,出核率中等,出仁率高; A4 亚类包含黑龙江阿城和吉林龙潭



P1: 辽宁凤城 Fengcheng of Liaoning; P2: 辽宁本溪 Benxi of Liaoning; P3: 辽宁桓仁 Huanren of Liaoning; P4: 辽宁新宾 Xinbin of Liaoning; P5: 辽宁清原 Qingyuan of Liaoning; P6: 辽宁东陵 Dongling of Liaoning; P7: 吉林抚松 Fusong of Jilin; P8: 吉林磐石 Panshi of Jilin; P9: 吉林敦化 Dunhua of Jilin; P10: 吉林龙潭 Longtan of Jilin; P11: 黑龙江宁安 Ning'an of Heilongjiang; P12: 黑龙江麻山 Mashan of Heilongjiang; P13: 黑龙江阿城 Acheng of Heilongjiang.

图 1 基于东北杏果实表型性状的 13 个种源的聚类分析结果
Fig. 1 Cluster analysis result of 13 provenances based on fruit phenotypic characters of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv.

表 6 不同类群东北杏果实表型性状的均值

Table 6 Average of fruit phenotypic characters of different groups of *Armeniaca mandshurica* (Maxim.) Skv.

类群 Group	单果质量/g Single fruit mass	果实纵径/mm Fruit vertical diameter	果实横径/mm Fruit horizontal diameter	果实侧径/mm Fruit side diameter	果肉厚度/mm Flesh thickness	单果核质量/g Single nutlet mass	果核纵径/mm Nutlet vertical diameter	果核横径/mm Nutlet horizontal diameter
类 Group								
A	4.62	20.59	20.44	18.13	2.91	0.95	16.16	14.15
B	4.13	19.91	19.18	16.49	2.74	1.17	17.01	15.07
亚类 Subgroup								
A1	4.26	19.35	20.19	17.46	2.64	0.96	15.68	14.36
A2	6.04	22.72	24.56	22.23	4.13	1.17	16.37	14.90
A3	3.57	19.46	18.05	15.93	2.77	0.90	16.28	13.76
A4	5.52	22.53	21.13	19.28	2.84	0.87	16.67	13.87
B1	3.74	18.68	18.36	15.37	2.60	1.09	15.93	14.54
B2	4.72	21.75	20.40	18.17	2.96	1.28	18.63	15.87
类群 Group	果核侧径/mm Nutlet side diameter	果核壳厚度/mm Nutlet shell thickness	单果仁质量/g Single kernel mass	果仁纵径/mm Kernel vertical diameter	果仁横径/mm Kernel horizontal diameter	果仁侧径/mm Kernel side diameter	出核率/% Nutlet rate	出仁率/% Kernel rate
类 Group								
A	10.19	1.31	0.29	11.16	8.71	5.80	22.19	31.27
B	10.60	1.34	0.29	11.52	8.60	5.54	28.70	25.00
亚类 Subgroup								
A1	10.24	1.37	0.27	10.92	8.60	5.51	22.95	28.04
A2	10.82	1.59	0.34	11.44	9.20	6.77	24.20	28.68
A3	9.85	1.23	0.30	11.26	8.92	5.73	25.35	33.86
A4	10.13	1.18	0.30	11.30	8.42	5.81	16.88	34.82
B1	10.26	1.23	0.28	11.16	8.43	5.64	29.55	26.34
B2	11.12	1.50	0.29	12.04	8.86	5.38	27.43	23.00

2个种源,果实特征总体表现为果实大,果核小,果核壳最薄,果仁中等,出核率最低,出仁率最高。

B类包含辽宁凤城、辽宁本溪、辽宁新宾、吉林抚松和吉林敦化5个种源,这些种源的单果核质量、果核纵径、果核横径、果核侧径、果核壳厚度、果仁纵径和出核率的均值均高于A类种源。其中,B1亚类包含吉林敦化、辽宁凤城和辽宁本溪3个种源,果实特征总体表现为果实和果仁小,果核中等,出核率最高,出仁率低;B2亚类包含吉林抚松和辽宁新宾2个种源,果实特征总体表现为果实和果仁中等,果肉厚,果核最大,果核壳厚,出核率高,出仁率最低。

3 讨论和结论

关于杏属其他种类表型性状多样性的研究结果表明:供试杏属种类单果质量的变异程度丰富^[20-21]。本研究中,东北杏单果仁质量和果核壳厚度的Shannon-Wiener指数相同且最大(2.04),其余14个果实表型性状的Shannon-Wiener指数也较大(1.92~2.03)。13个种源16个果实表型性状变异系数的平均值为5.35%~19.67%,其中,吉林敦化种源果实表型性状变异系数的平均值最大,而黑龙江麻山种源果实表型性状变异系数的平均值最小。上述结果均表明东北杏果实表型性状差异较大,变异丰富。

一般认为,变异系数高于10%,表示植物性状差异较大^[22-23]。巢式方差分析结果显示:除单果仁质量、果仁纵径和果仁侧径外,其他果实表型性状在种源间和种源内大多存在显著或极显著差异。并且,16个果实表型性状的种源间变异系数均值(17.38%)大于种源内变异系数均值(11.20%)。说明东北杏果实表型性状在种源间和种源内均存在广泛的变异,且在种源间的变异更大。此外,东北杏16个果实表型性状的种源间表型分化系数均值为52.19%,明显大于种源内表型分化系数均值(47.81%),进一步说明东北杏果实表型性状变异主要来自种源间。

东北杏果实表型性状较多,且各表型性状间关系复杂,良种选育难度较大。主成分分析结果表明:前4个主成分的特征值均大于1,累计贡献率达79.79%,其中,第1主成分主要反映果实性状特征,第2主成分主要反映果核性状特征,第3和第4主成分主要反映果仁性状特征。说明这4个主成分基本能够反映东北杏果实表型性状的大部分信息,这与马

发旺等^[24]的研究结果相似。本研究选择的16个果实表型性状与东北杏果实产量密切相关,各主成分中特征向量绝对值较大的性状是导致东北杏果实表型差异的主要因子,应作为生产实践的重点观测性状。

聚类分析结果表明:在欧氏距离17.5处,供试的13个种源被分成2类,并在欧氏距离7.5处分不同亚类。A类种源果实大,出仁率高,适用于选育大果或仁用类型,其中,A2亚类种源的果实、果核和果仁大,果肉最厚,适用于选育大果类型,A3亚类种源的果仁大,出仁率高,适用于选育高产大仁类型;A4亚类果核壳最薄,出仁率最高,适用于选育薄核壳或高出仁率类型。B类种源果核大,果核壳厚,出核率高,适用于选育核壳用类型,其中,B1亚类种源的出核率最高,适用于选育高产核壳类型;B2亚类种源的果核最大,果核壳厚,出核率高,适用于选育大果核类型。值得注意的是,各种源的聚类结果与种源地的地理分布并未完全吻合,这可能与种源地的地形、土壤条件和海拔等因子以及植被类型差异等有关^[25-26]。

综上所述,东北杏果实性状变异丰富,且变异主要来源于种源间,应选择不同类群种源作为不同目标的育种材料。另外,本研究仅研究了2016年各种源东北杏的果实表型性状,而不同年份气候差异可影响东北杏的果实表型性状,因此,需要对不同年份各种源东北杏的果实表型性状进行连续观测和研究。

参考文献:

- [1] 王利兵. 三种山杏资源调查与其分布规律[J]. 林业资源管理, 2011(5): 65-70.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第三十八卷[M]. 北京: 科学出版社, 1986: 30.
- [3] 郝明明. 高品质杏核壳活性炭制备技术[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学食品学院, 2011: 14-15.
- [4] 徐豪, 刘明国, 董胜君, 等. 东北杏种质资源多样性及其地理变化[J]. 植物生态学报, 2019, 43(7): 585-600.
- [5] 杨艳, 汤玉喜, 唐洁, 等. 南方型黑杨种质资源表型及生长性状遗传多样性分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2019, 39(7): 31-36.
- [6] 江锡兵, 龚榜初, 刘庆忠, 等. 中国板栗地方品种重要农艺性状的表型多样性[J]. 园艺学报, 2014, 41(4): 641-652.
- [7] 郑孙元, 朱弘, 金思雨, 等. 桂花表型变化的环境依赖特征[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2019, 43(2): 38-46.
- [8] 王尧, 吴姝青, 张俊康, 等. 山东省不同种源盐肤木果实表型性状多样性分析[J]. 植物资源与环境学报, 2020, 29(1): 18-25.
- [9] 冯章丽, 于文全, 顾广军, 等. 东北部分地区山荆子种质资源表

- 型多样性及聚类分析[J]. 植物遗传资源学报, 2016, 17(6): 984-992.
- [10] 蔡志翔, 严娟, 沈志军, 等. 桃种质资源托叶长度评价与分级体系的建立[J]. 植物遗传资源学报, 2016, 17(3): 461-465.
- [11] 闫鹏, 韩立群, 梅闯, 等. 新疆野苹果 (*Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem.) 植物学性状遗传多样性及相关性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2016, 17(4): 683-689.
- [12] MAHMOODI R, DADPOUR M R, HASSANI D, et al. Development of a core collection in Iranian walnut (*Juglans regia* L.) germplasm using the phenotypic diversity [J]. *Scientia Horticulturae*, 2019, 249: 439-448.
- [13] YILMAZ K U, KARGI S P, KAFKAS S. Morphological diversity of the Turkish apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm in the Irano-Caucasian ecogeographical group [J]. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2012, 36: 688-694.
- [14] 尹明宇, 高福玲, 乌云塔娜. 内蒙古西伯利亚杏种质资源表型多样性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2017, 18(2): 242-252.
- [15] 刘娟, 廖康, 刘欢, 等. 新疆野杏种质资源表型性状多样性研究[J]. 西北植物学报, 2015, 35(5): 1021-1030.
- [16] 曹倩, 廖康, 刘娟, 等. 新疆霍城县大西沟野杏果实表型多样性研究[J]. 新疆农业科学, 2016, 53(5): 791-798.
- [17] 张皓凯. 东北杏种质资源多样性研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学林学院, 2017: 4-5.
- [18] 吴月亮, 刘明国, 董胜君, 等. 山杏种质资源调查及评价技术规程: DB21/T 2462—2015[S]. 沈阳: 辽宁省质量技术监督局, 2015: 3-5.
- [19] 李伟, 王攀, 其其格, 等. 蓝莓种质资源表型多样性研究[J]. 北京林业大学学报, 2020, 42(2): 124-134.
- [20] WANI A A, ZARGAR S A, MALIK A H, et al. Assessment of variability in morphological characters of apricot germplasm of Kashmir, India[J]. *Scientia Horticulturae*, 2017, 225: 630-637.
- [21] 叶冬梅, 薛海峰, 段国珍, 等. 内蒙古克什克腾旗种源西伯利亚杏果实表型多样性[J]. 北方园艺, 2016(6): 19-23.
- [22] 李洪立, 胡文斌, 洪青梅, 等. 火龙果种质资源果实特性的遗传多样性分析[J]. 热带亚热带植物学报, 2019, 27(4): 432-438.
- [23] 董博文, 李继东, 郑先波, 等. 山茱萸种质资源表型性状多样性及相关性分析[J]. 经济林研究, 2014, 32(2): 163-166.
- [24] 马发旺, 董胜君, 刘明国, 等. 黄土丘陵区野杏种质资源的数量分类[J]. 经济林研究, 2013, 31(4): 98-103.
- [25] 张翠琴, 姬志峰, 林丽丽, 等. 五角枫种群表型多样性[J]. 生态学报, 2015, 35(16): 5343-5352.
- [26] 高张莹, 张海峰, 陈国平, 等. 核桃种质资源果核形态及地理变异[J]. 应用与环境生物学报, 2017, 23(4): 609-615.

(责任编辑: 佟金凤)

《植物资源与环境学报》2021年征订启事

《植物资源与环境学报》为江苏省中国科学院植物研究所和江苏省植物学会联合主办的学术刊物, 国内外公开发行。本刊为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊和中国科学引文数据库核心期刊(CSCD), 被BA(预评)、CAB、BCI、《Ulrich's 国际期刊指南》、中国生物学文摘、中国环境科学文摘、中国科学引文数据库、万方数据—数字化期刊群、中国学术期刊(光盘版)、超星期刊出版平台和中文科技期刊数据库等国内外重要刊库收录。2013年荣获“首届江苏省新闻出版政府奖·期刊奖”及江苏省精品科技期刊项目; 2015年荣获“第六届江苏省科技期刊金马奖·精品期刊奖”; 2015年至2020年均荣获江苏省精品科技期刊项目。

办刊宗旨: 紧紧围绕植物资源与环境两个中心命题, 报道我国植物资源的考察、开发利用和植物物种多样性保护, 自然保护区与植物园的建设和管理, 植物在保护和美化环境中的作用, 环境对植物的影响以及与植物资源和植物环境有关学

科领域的原始研究论文、研究简报和综述等。读者对象: 从事植物学、生态学、自然地理学以及农、林、园艺、医药、食品、轻化工和环境保护等领域的科研、教学、技术人员及决策者。

本刊为双月刊, 大16开本, 每期80页, 全铜版纸印刷。国内统一连续出版物号CN 32-1339/S, 国际标准连续出版物号ISSN 1674-7895。全国各地邮局均可订阅, 邮发代号28-213, 单价20元, 全年120元。若错过征订时间或需补齐1992年至2021年各期, 请直接与编辑部联系。1992年至1993年每年8元; 1994年至2000年每年16元; 2001年至2005年每年24元; 2006年至2008年每年40元; 2009年至2011年每年60元; 2012年至2019年每年80元; 2020年至2021年每年120元(均含邮资, 如需挂号另付挂号费3元)。地址: 江苏省南京市玄武区中山门外江苏省中国科学院植物研究所内(邮编: 210014)。电话: 025-84347014。QQ: 2219161478。E-mail: zwzybjb@163.com。网址: <http://zwzy.cnbg.net>。