亚热带植物科学 2017,46(3): 248～253.
Subtropical Plant Science

幼林期黄梁木生长性状的种源间变异

阙青敏，李　培，欧阳昆唏，李俊成，张俊杰，陈晓阳

(华南农业大学林学与风景园林学院，广东省森林植物种质创新与利用重点实验室，广东 广州 510642)

摘　要：以黄梁木 *Neolamarckia cadamba* 11 个种源为材料，在广东雷州、海南东方和海南海口 3 个试验点开展种源试验，调查 2 年生幼林的胸径、树高、材积等生长性状。结果表明，在 3 个试验点，所有性状在地点间、种源间、地点内区组间、种源与地点内区组交互项以及地点与种源交互项的差异均达极显著水平。根据稳定性分析可将参试的 11 个种源划分为 3 大类。

关键词：黄梁木；遗传变异；种源；早期评价

Doi: 10.3969/j.issn.1009-7791.2017.03.010
中图分类号：S722.7　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1009-7791(2017)03-0248-06

Genetic Variation of Young Forest Growth Traits of *Neolamarckia cadamba*

QUE Qing-min, LI Pei, OUYANG Kun-xi, LI Jun-cheng, ZHANG Jun-jie, CHEN Xiao-yang

(College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Key Laboratory for Innovative Development and Utilization of Forest Germplasm in Guangdong, Guangzhou 510642, Guangdong China)

Abstract: Eleven provenances of *Neolamarckia cadamba* were used as materials to carry out provenances test in three experimental sites, Leizhou in Guangdong, Haikou and Dongfang in Hainan. The diameter at the breast height (DBH), tree height and volume of 2-year-old young plants were investigated, and the statistical analysis was carried out. Results showed that all growth characteristics among sites, provenances, the blocks within the sites, the interaction of site and provenance, the interaction of provenances and the block within the sites were all significantly different. Eleven provenances could be divided into three groups.

Key words: *Neolamarckia cadamba*; genetic variation; provenance; early evaluation

黄梁木 *Neolamarckia cadamba* 为茜草科 Rubiaceae 团花属高大乔木[1]，生长迅速，干形通直圆满，木材黄白色，纹理通直，结构均匀，是优质速生工业用材树种[2]。因其较好的速生丰产特性，在华南地区人工种植面积约 270 hm^2[3]。此外，黄梁木也是一种上等的蜜源树种，其枝叶还可用作家畜饲料，果实可食用[4]。黄梁木枝繁叶茂、树形高大优美，也被用作园林绿化树种[5]。

目前，国内外对黄梁木的研究主要集中在种子生理和繁殖[6]、病虫害防治[7]、化学成分分析[8]、生物技术[9−10]、基因功能研究[11−12]以及抗性研究[3]等方面，对其种源遗传变异和选育的研究报道较少。本文以云南、广西、广东和印度尼西亚等地收集的 11 个黄梁木种源为材料，通过 3 个地点种源试验，研究黄梁木种源间的遗传变异，分析其适应性与稳定性，为黄梁木引种栽培及应用推广提供科学依据。

1　材料与方法

1.1 试验地概况

试验地1位于广东省雷州市雷州林业局纪家镇林场内(以下简称雷州点)，地理位置110°21′34″E、

收稿日期：2017-05-12；**修回日期：**2017-06-13
基金项目：“十三五”国家重点研发计划林业资源培育及高效利用技术创新重点专项(2016YFD0600606)；国家林业局林业公益性科研专项(201004020)
作者简介：阙青敏，硕士，从事林木遗传育种研究。E-mail: qmque@scau.edu.cn
注：陈晓阳为通信作者。E-mail: xychen@scau.edu.cn

www.yrdwzkx.com

21°′10′06″N，属亚热带湿润性季风气候。日照年平均2003.6 h，年平均气温22 ℃，月平均气温最低为15.5 ℃，最高为28.4 ℃。雨量充沛，年均降雨量达1711.6 mm；降雨年际变化大，雨季一般在6～9月，旱季为11月至第二年3月。

试验地2位于海南省海口市东山林场内(以下简称海口点)，地理位置110°14′43″E、19°47′57″N，属热带海洋性季风气候。日照年平均2011.5 h；年平均气温23.8 ℃，月平均气温最低17.7 ℃，最高28.6 ℃；年平均降水量1664 mm，降雨主要集中在夏季。

试验地3位于海南省东方市八所镇(以下简称东方点)，地理位置108°52′59″E、19°10′20″N，属热带季风海洋性气候。日照年平均2356.3 h；年平均气温24.6 ℃，月平均气温最低18.4 ℃，最高29 ℃；年平均降雨量1150 mm，季风特性明显。

1.2 试验材料

试验材料共11个种源，来自广西龙州县、广西凭祥市、广西防城港市、广西南宁市、广东云浮市、广东广州市、云南保山市、云南景洪市、云南芒市、云南勐腊县及印度尼西亚，采种地点、种源代码、地理和气候因子见表1。

表1　黄梁木种源地理位置与气候因子

Table 1　Geographical position and climatic factors of *Neolamarckia cadamba* provenances

种源地	种源编号	地理坐标		海拔/m	年均气温/℃	年最低温/℃	年最高温/℃	无霜期/d	年均降水量/mm
		纬度(N)	经度(E)						
广西龙州县	1	22.36°	106.84°	269	22.2	0.8	39.9	352	1260
广西防城港市	3	21.77°	107.35°	235	21.8	1.4	37.8	360	2512
广西南宁市	4	22.85°	108.4°	80	21.7	−2.4	40.4	364	1304.2
广东广州市	5	23.10°	113.21°	10	22.1	0	39.3	346	1696.5
广东云浮市	6	22.10°	112.02°	346	21.5	−1	39.1	345	1670.5
云南保山市	7	25.08°	99.16°	1670	17.4	−4.2	40.4	283	1710
云南德宏州	8	24.08°	97.39°	780	18.9	−2.9	35.7	299	1544
云南景洪市	9	21.02°	101.04°	552.7	21	2.7	41.1	365	1197
云南芒市	10	24.20°	98.95°	913	19.6	−0.6	36.2	315	1650
云南勐腊县	11	21.40°	101.30°	631	21	0.5	38.4	331	1540
印度尼西亚	13	−0.81°	102.38°	−	25	−	−	365	2546

1.3 田间试验设计

3个地点的种源试验林设置相同。均采用随机区组设计，共11个种源，10个重复，5株小区，株行距3 m × 3 m。造林时间2014年1月，调查时间2016年1月，调查树高、胸径、材积等性状。

1.4 统计分析方法

黄梁木没有特定的材积公式，参照李健民[13]的方法，材积指数代替材积用于遗传变异分析。材积指数计算公式：$V = H \times D^2$，式中，V为单株材积指数，D为胸径，H为树高。

遗传参数包括生长性状、交互作用、种源稳定性评价、生产力大小等。

为准确估算“遗传型×环境”互作效应，对调查数据按各地点以小区平均值为计算单位进行方差分析，分析方法采用 SAS 程序包的混合模型[14]；多重比较采用 Duncan 法。

生长性状方差分析模型：

$$g_{ij} = u_i + a_i + \beta_i + e_{ij}$$

式中：u_i 为第 i 水平下观测数据的理论值，a_i 为种源效应，β_i 为区组效应，e_{ij} 为在因素的第 i 个水平下第 j 次观测数据 g_{ij} 的随机误差；g_{ij}～(0，σ^2)。

交互作用方差分析模型：

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + R_{j(i)} + P_k + P_kS_i + e_{ijk}$$

式中，Y_{ijk} 为观察值，μ 为总体平均值，S_i 为试验点 i 的效应，$R_{j(i)}$为试验点 i 中区组 j 的效应，P_k 为种源 k 的效应，P_kS_i 为种源与试验点的交互作用效应，e_{ijk} 为残差。

www.yrdzkx.com

采用回归系数法进行种源稳定性评价，以各种源在各参试点的平均材积与每一个试验点所有种源的材积平均值(即环境指数)的线性回归系数(b_i)估计遗传稳定性。当b_i=1时，认为种源具有平均稳定性；当b_i<1时，认为种源高于平均稳定性；当b_i>1时，认为种源低于平均稳定性。计算公式如下[15]：

$$b_i = \frac{\Sigma Y_{ij} X_{.j} - \Sigma Y_{ij} \Sigma X_{.j} / L}{\Sigma X_{.j}^2 - (\Sigma X_{.j})^2 / L}$$

式中：b_i为第i种源回归系数；Y_{ij}表示第i个种源在j个试验点某性状的平均值；$X_{.j}$表示第j个试验点的环境指数；L 表示试验点个数。

用生产力指数(*PQI*)度量生产力大小，生产力指数越大，表明该种源生长越快，反之越慢。计算公式如下：

$$PQI = \frac{X_{i.} - X_{..}}{\Sigma \left| X_{.j} - X_{..} \right| / L}$$

式中：$X_{i.} - X_{..}$表示种源效应，是所有试验点i种源的平均值与所有种源平均值的离差；$\Sigma \left| X_{.j} - X_{..} \right| / L$表示环境效应，是各种源在$j$个试验点上的平均值与种源总平均值的离差的绝对值除以试验点个数的商。

2 结果与分析

2.1 黄梁木种源间差异

在胸径生长上，生长量最小的是5号种源，最大的是13号种源；在树高生长上，生长量最小的是6号种源；最大的是13号种源；材积生长量最小的是6号种源，最大的是13号种源，差异幅度达1.09倍(表2)。各种源胸径、树高、材积在不同试验点排位不同，说明不同种源在不同地点的表现有差异。

由各试验点性状平均值可知，海口点的胸径、树高、材积平均值均高于雷州点和东方点，其平均胸径分别是雷州点、东方点的2.13倍和1.48倍，平均树高分别是雷州点和东方点的2.64倍和1.83倍，平均材积是雷州点、东方点的11.48倍和3.59倍。各试验点的材积变异系数均比胸径、树高变异系数大，表现为材积＞胸径＞树高，材积的变异范围比树高和胸径更广，黄梁木选择育种潜力大。

表2 不同试验点上各种源树高和胸径生长表现

Table 2 The performance of height and diameter at the breast height growth at different test sites

种源	胸径/cm				树高/m				材积/m^3			
	雷州点	海口点	东方点	平均值	雷州点	海口点	东方点	平均值	雷州点	海口点	东方点	平均值
1	4.17 ab	8.27 bcd	4.92 d	5.79	2.91 ab	7.41b cd	3.54e	4.62	0.0059 abc	0.0573 bc	0.0103 c	0.0245
3	4.23 a	8.76 bcd	5.30 bcd	6.10	2.88 ab	7.75 abc	3.86 cde	4.83	0.0063 a	0.0689 b	0.0131 bc	0.0294
4	4.15 ab	9.47 ab	6.15 ab	6.59	2.88 ab	8.18 ab	4.18 abc	5.08	0.0059 abc	0.0760 b	0.0197 ab	0.0338
5	3.50 c	7.56 d	5.30 bcd	5.46	2.65 c	6.57 cd	3.80 bcde	4.34	0.0039 c	0.0443 c	0.0158 abc	0.0213
6	3.98 ab	7.46 d	5.01 cd	5.48	2.72 ab	6.72 d	3.46 de	4.30	0.0054 abc	0.0442 c	0.0126 bc	0.0207
7	3.86 b	8.38 bcd	5.96 abc	6.07	2.87 c	7.38 bcd	4.45 abcd	4.90	0.0050 bc	0.0580 bc	0.0182 ab	0.0271
8	4.20 a	8.14 cd	6.50 a	6.28	2.96 ab	7.31 bcd	4.59 a	4.95	0.0062 ab	0.0553 bc	0.0229 a	0.0282
9	4.34 a	9.18 abc	6.26 ab	6.59	3.00 a	8.20 ab	4.39 ab	5.20	0.0065 a	0.0754 b	0.0214 a	0.0344
10	4.03 ab	8.72 bcd	6.24 ab	6.33	2.80 ab	7.28 bcd	4.48 abc	4.85	0.0054 abc	0.0653 bc	0.0212 a	0.0306
11	3.91 ab	8.49 bcd	6.04 ab	6.14	2.78 b	7.37 bcd	4.10 abc	4.75	0.0052 bc	0.0612 bc	0.0193 ab	0.0286
13	4.19 a	10.37 a	6.36 a	6.97	2.86 ab	8.51 a	4.31 ab	5.23	0.0059 abc	0.1013 a	0.0223 a	0.0432
地点均值	4.05	8.62	5.82		2.85	7.52	4.11		0.0056	0.0643	0.0179	
标准差	0.23	0.84	0.58		0.10	0.60	0.39		0.0007	0.0162	0.0043	
极差	0.84	2.91	1.59		0.35	1.95	1.13		0.0026	0.0571	0.0126	
变异系数/%	5.76	9.73	9.90		3.62	8.04	9.43		13.0896	25.2434	24.0940	

注：数值后不同小写英文字母表示差异显著(P<0.05).

www.ytzwzkx.com

对三个试验点种源生长性状分别进行方差分析，结果表明，雷州点各性状种源间、区组间、区组与种源交互项差异都达显著水平；海口点所有性状的种源间差异均达显著水平；东方点所有性状在区组间、种源间以及区组与种源交互项的差异性均达显著水平(表3)。说明种源间存在较大差异，选择潜力较大。胸径、树高和材积种源遗传力分别为0.53～0.71、0.61～0.74和0.68～0.77，说明黄梁木主要生长性状受遗传控制力属中等以上。因此，开展种源选择非常必要，预期的选择效果良好。

表3　各试验点种源间方差分析

Table 3　ANOVA of provenance inside trail at each site

性状	变异来源	自由度	雷州点				海口点				东方点			
			均方	*F* 值	*P* 值	种源遗传力(h^2)	均方	*F* 值	*P* 值	种源遗传力(h^2)	均方	*F* 值	*P* 值	种源遗传力(h^2)
胸径	区组	9	8.23	7.24	<0.0001	0.53	6.03	1.74	0.0827	0.71	43.72	18.29	<0.0001	0.70
	种源	10	2.75	2.42	0.0084		18.77	5.42	<0.0001		11.38	4.76	<0.0001	
	种源×区组	89	1.50	1.32	0.0356		5.42	1.57	0.0073		3.44	1.44	0.0135	
	误差	290	1.14				3.46				2.39			
	总计	398												
树高	区组	9	3.40	9.56	<0.0001	0.73	4.52	2.09	0.0327	0.61	19.33	22.46	<0.0001	0.74
	种源	10	0.59	1.65	0.0089		9.75	4.51	<0.0001		5.21	6.05	<0.0001	
	种源×区组	89	0.59	1.67	0.0003		3.78	1.75	0.0011		1.37	1.59	0.0023	
	误差	290	0.36				2.16				0.86			
	总计	398												
材积	区组	9	0.000110	8.18	<0.0001	0.68	0.002042	1.85	0.0622	0.77	0.001978	15.07	<0.0001	0.69
	种源	10	0.000027	2.04	0.0028		0.007027	6.37	<0.0001		0.000632	4.82	<0.0001	
	种源×区组	89	0.000019	1.38	0.0174		0.001616	1.46	0.0190		0.000194	1.47	0.0090	
	误差	290	0.000013				0.001103				0.000131			
	总计	398												

由于各试验点的黄梁木种源间存在显著差异，为进一步了解不同种源间差异的显著性，对试验点的各性状进行多重比较分析。由表2可见，雷州试验点材积种源间Duncan多重比较差异最大，其次是树高，差异最小的是胸径；9号和8号种源的胸径、树高、材积均排名前3；5号和11号种源的胸径、树高、材积均排名在倒数3位。海口试验点的胸径种源间Duncan多重比较差异最大，其次是树高，差异最小的是材积；3、4、9及13号种源的胸径、树高、材积均排名前4；5、6和8号种源的胸径、树高、材积均排名在倒数4位。东方试验点的树高种源间Duncan多重比较差异最大，其次是胸径，差异最小的是材积；8、9及10号种源的胸径、树高、材积均排名前4；1号、3号、5号以及6号种源的胸径、树高、材积生长均排名倒数4位。

由各试验点种源间Duncan多重比较结果可知，9号种源在各试验点均表现优异，5号种源在各试验点均表现较差。从目前试验阶段看，适合琼州海峡周边的有8、9号种源。

2.2 黄梁木种源与地点对生长性状的互作分析

由表4可知，各性状地点与种源的交互作用均达显著水平，表明种源与地点在胸径、树高、材积生长上存在互作效应，种源的生长表现对环境变化比较敏感。因此，在优良种源推广之前必须进行多地点试验，选出适合各试验点的优良种源，做到“适地适种源”，才能发挥增产潜力。

2.3 黄梁木种源稳定性分析

根据材积生长性状分析种源在不同地点的稳定性，黄梁木材积稳定系数低于平均稳定系数(b_i<1)的种源有1、5、6、7、8、9和11号种源，说明这7个种源的稳定性较好，但只有9号种源的*PQI*指数较大，生产力较高(表5)。黄梁木材积稳定系数高于平均稳定系数(b_i>1)的种源有3、4、10和13号种源。13号种源的稳定性系数b_i在所有种源中最大，且生产力指数最大，说明13号种源在立地条件好的地方造林可达到较高的产量。

www.yqwzkx.com

表4 各试验点间种源间方差分析

Table 4 ANOVA of provenance between different trails

性状	变异来源	自由度	平方和	均方	*F*值	*P*值
胸径	地点	2	2711.36	1355.68	626.82	<0.0001
	区组(地点)	27	472.02	17.48	8.08	<0.0001
	种源	10	177.31	17.73	8.20	<0.0001
	地点×种源	20	126.38	6.32	2.92	<0.0001
	区组×种源(地点)	259	871.63	3.37	1.56	<0.0001
	误差	711	1537.74	2.16		
	总计	1029	6633.19			
树高	地点	2	2896.25	1448.12	1481.97	<0.0001
	区组(地点)	27	204.36	7.57	7.75	<0.0001
	种源	10	78.71	7.87	8.06	<0.0001
	地点×种源	20	66.46	3.32	3.40	<0.0001
	区组×种源(地点)	259	485.45	1.87	1.92	<0.0001
	误差	711	694.76	0.98		
	总计	1029	5201.02			
材积	地点	2	0.46	0.23	700.53	<0.0001
	区组(地点)	27	0.03	0.00	3.70	<0.0001
	种源	10	0.03	0.00	9.65	<0.0001
	地点×种源	20	0.04	0.00	5.99	<0.0001
	区组×种源(地点)	259	0.15	0.00	1.77	<0.0001
	误差	711	0.23	0.00		
	总计	1029	1.09			

根据种源稳定性分析结果，可以将参试的11个种源划分为三大类：第Ⅰ类为生长迅速且稳定类型，仅有云南景洪(9号)一个种源，该种源在各种立地条件下均表现出较高的材积生长量；第Ⅱ类为生长表现一般且稳定类型，包括广西崇左(1号)、广东广州(5号)、广东云浮(6号)、云南保山(7号)、云南德宏(8号)和云南勐腊(11号)种源，这类种源在各种立地条件下均表现为较低的材积生长量；第Ⅲ类为生长迅速且不稳定类型，包括广西防城港(3号)、广西南宁(4号)、云南芒市(10号)和印度尼西亚(13号)种源，该类种源在立地条件较好的地方能表现出高的材积生长量，但不适合在立地条件较差地方造林。

表5 种源稳定性分析

Table 5 Provenance stability analysis

种源	材积均值/m³	a值	b值	*PQI*指数
1	0.024862	–0.002221	0.917420	–0.187775
3	0.029295	–0.003295	1.103944	0.001462
4	0.033838	–0.001450	1.195334	0.195371
5	0.021313	–0.001683	0.664942	–0.339282
6	0.020770	0.001079	0.667032	–0.362467
7	0.026949	0.001273	0.869770	–0.098687
8	0.028170	0.004638	0.797117	–0.046565
9	0.030620	0.001121	0.999238	0.058002
10	0.034364	–0.000164	1.169588	0.217844
11	0.028509	0.000803	0.938511	–0.032090
13	0.043180	–0.005263	1.640942	0.594188

3 结论

从黄梁木的生长表现看，海口点的胸径、树高、材积平均值均高于雷州点和东方点，其平均胸径分别是雷州点、东方点的2.13倍和1.48倍，平均树高分别是雷州点和东方点的2.64倍和1.83倍，平均材积是雷州点、东方点的11.48倍和3.59倍。说明海口试验点的环境条件更适合黄梁木生长。

单点方差分析表明，3个试验点的树高、胸径、单株材积在种源间、区组间差异极显著，黄梁木种源具有较宽的遗传基础，种源选择潜力大；多点方差分析表明，树高、胸径、单株材积在试验点间、种源间的差异均达极显著水平，说明种源在不同的试验点间存在较大的适应性和遗传差异，通过选择育种可以获得生长迅速、适应性强的种源。

适宜在雷州点造林的种源有：4号(广西南宁)、8号(云南德宏)、9号(云南景洪)和13号(印度尼西亚)种源；适宜在海口点造林的种源有：3号(广西防城港)、4号(广西南宁)、9号(云南景洪)和13号(印度尼西亚)种源；适宜在东方点造林的种源有：8号(云南德宏)、9号(云南景洪)、10号(云南芒市)和13号(印度尼西亚)种源。

云南景洪种源(9号)在稳定性分析中属于生长迅速且稳定型种源，在各点Duncan多重比较中主要性状排名前4，为优良的广谱型种源；广东广州种源(5号)属于生长一般且稳定型种源，在各点Duncan多重

www.yrqwzlx.com

比较中主要性状排名末5位，在生产中应谨慎应用；印度尼西亚种源(13号)在各点Duncan多重比较分析中排名不稳定，且种源稳定性分析表明该种源属于生长迅速且非稳定型，说明印度尼西亚种源在海口点造林会达到较高的产量。

在实际育种工作中，存在基因与环境的互作效应，对种源适应性的研究有助于全面了解该品种对环境的适应特性，为其推广应用奠定理论基础。本研究分析了黄梁木种源的丰产性和稳定性，把11个种源划分为3大类，对黄梁木的推广应用、适地适树培育有指导意义。

参考文献：

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第七十一卷第一分册) [M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[2] 苏光荣,易国南,杨清. 团花生长特性研究[J]. 西北林学院学报, 2007,22(5): 49—52.

[3] 黄浩,周祥斌,欧阳昆唏,李俊成,曾昭佳,陈晓阳. 黄梁木种源抗寒性综合评价[J]. 华南农业大学学报, 2016,37(1): 82—88.

[4] 徐晓俞,李尚真,宋启示. 团花树皮的化学成分研究[J]. 天然产物研究与开发, 2011,23(3): 393—398.

[5] 郑永光,徐英宝. 广东城市林业优良树种及栽培技术[M]. 广州: 广东科技出版社, 2005: 266.

[6] 朱先成,陶永强,杨军. 团花育苗与造林[J]. 林业实用技术, 2005(2): 19—20.

[7] 马涛,刘志韬,孙朝辉,李奕震,陈晓阳,温秀君. 团花绢野螟形态特征及生物学特性初步观察[J]. 中国森林病虫, 2015,34(1): 5—8.

[8] Pandey A, Negi P S. Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of *Neolamarckia cadamba*: A review[J]. Journal of Ethnopharmacology, 2016,181(1): 118—135.

[9] Dubey A, Nayak S, Goupale D. A review on phytochemical, pharmacological and toxicological studies on *Neolamarckia cadamba*[J]. Der Pharmacia Lettre, 2011,3(1): 45—54.

[10] 邓小梅,詹艳玲,张倩,黄浩,陈晓阳. 黄梁木组培快繁技术研究[J]. 华南农业大学学报, 2012,33(2): 216—219.

[11] Ouyang K, Li J, Huang H, Que Q, Li P, Chen X. A simple method for RNA isolation from various tissues of the tree *Neolamarckia cadamba*[J]. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2014,28(6): 1008—1013.

[12] Ouyang K, Li J, Zhao X, Que Q, Li P, Huang H, Deng X, Singh S, Wu A, Chen X. Transcriptomic analysis of multipurpose timber yielding tree *Neolamarckia cadamba* during xylogenesis using RNA-seq[J]. PLoS ONE, 2016,11(7): e159407.

[13] 李建民. 马褂木地理遗传变异和优良种源选择[J]. 林业科学, 2001,37(4): 41—49.

[14] 黄少伟,谢维辉. 实用SAS编程与林业试验数据分析[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2001.

[15] 王秋玉,杨书文,刘桂丰,刘新田,张维,刘秀芝,张靖. 红皮云杉遗传稳定性的研究及最佳种源选择[J]. 东北林业大学学报, 1993(1): 5—12.

www.yndwzkx.com