

巴西十种橡胶树苗期数量性状的遗传变异与相关分析

Korieocha, J. N, Omokhafa K. O, Ogidi E.G.O, Orunwense K. O, Odidi D. O, Nwabueze, O. N.

尼日利亚橡胶研究所, 贝宁市, 巴西

【摘要】理解天然橡胶遗传材料之间具有重要性状的变异性和关联性对于有效利用此类材料进行育种至关重要。这项研究的目的是确定用作选择耐旱基因型的指标的九个性状之间的遗传变异性和关联性。测试基因型为 RRIM 600, NIG 800, NIG 801, NIG 802, NIG 803, NIG 804, PR 107, RRIM 628, GT I 和 PB 5/51。观察了十个基因型中的植物高度, 叶片数, 植物周长, 植物活力, 植物存活率, 叶黄, 叶衰老和叶落。从方差分析 (ANOVA) 获得的结果表明, 所有研究的字符均存在显著差异。整个基因型和干旱胁迫时期, 株高, 叶片数, 叶片周长, 叶片面积, 叶片变黄, 叶片衰老和叶片落落表现出高度显著的变化。叶片数量, 叶片下降, 植物存活率和植物周长的基因型差异相对较高, 导致广义遗传力估计值分别较高, 分别为 0.96、0.82、0.76 和 0.71。同样, 所有性状的高基因型变异系数 (GCV) 从 29% 到 395%, 以及高遗传进展, 叶面积从 20.98% 增长到植物周长的 25.55%, 叶黄变 (34.13%), 植物活力 (36.16%) 和获得了 69.98% 的叶数。除植物存活率百分比外, 所有其他性状之间都具有正相关和显著相关。植物存活率与其他农艺性状之间的负相关关系表明, 植物存活率的显著降低将增加农艺性状, 例如植物高度, 周长和活力。在植物存活率, 所需性状和其他农艺特性之间寻求平衡是必要的。

【关键词】天然橡胶苗, 遗传变异, 相关分析, 农艺性状

Genetic Variability and Correlation Analysis in Quantitative Traits of Ten Genotypes of *Hevea Brasiliensis* Muell. Arg. At Seedling Stage

Korieocha, J. N, Omokhafa K. O, Ogidi E.G.O, Orunwense K. O, Odidi D. O and Nwabueze, O. N.

Rubber Research Institute of Nigeria, Iyanomo, Benin City.

【Abstract】Understanding the variability and the association existing among natural rubber genetic materials for important traits is vital for the effective utilization of such materials for breeding purposes. The aim of this study was to determine the genetic variability and associations among the nine traits used as indices for picking drought tolerant genotypes. The test genotypes were RRIM 600, NIG 800, NIG 801, NIG 802, NIG 803, NIG 804, PR 107, RRIM 628, GT I, and PB 5/51. Observations were made on plant height, number of leaves, plant girth, plant vigor, percentage plant survival, leaf yellowing, leaf senescence and leaf fall among the ten genotypes. Results obtained from the analysis of variance (ANOVA) showed that there were significant variations for all the characters studied. The plant height, number of leaves, plant girth, leaf area, leaf yellowing, leaf senescence and leaf fall, showed highly significant variations across the genotypes and drought stress periods. Genotypic variances were relatively high for number of leaves, leaf fall, plant survival and plant girth leading to high broad sense heritability estimates 0.96, 0.82, 0.76 and 0.71 respectively. Also high genotypic coefficients of variation (GCV) for all the traits from 29% to 395% and high genetic advance at 20.98% in leaf area to 25.55% in plant girth, leaf yellowing (34.13%), plant vigor (36.16%) and 69.98% in number of leaves were obtained. All the traits except

percentage plant survival had positive and significant association with each other. The negative correlation between plant survival and other agronomic characters suggests that a considerable decrease in percentage plant survival will increase agronomic traits such as plant height, girth and vigor. Striking a balance between plant survival, also a desired trait and other agronomic characters is necessary.

【Keywords】 Natural rubber Seedlings, genetic variability, correlation analysis, agronomic characters

1 前言

橡胶树 (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) 属于大戟科。该植物是南美亚马逊河流域的本土植物, 在热带亚洲和非洲广泛种植。它是用于制造轮胎, 内胎, 轴承, 手套等的天然橡胶的主要来源 (Omokhafa 等, 2008)。各个国家的橡胶研究中心已经开发出高产克隆 (Bassey, 2014 年)。通常通过长期育种程序, 通过在具有特殊特征的克隆之间杂交来获得高产克隆。橡胶育种的目的是获得具有高产量的乳胶或木材克隆, 耐干旱和抗病 (IRRI, 2005)。所选择的亲本克隆通常来自具有高生产潜力和更好的农艺性状的前代。表型特征有助于确定种质间的遗传变异性, 从而有助于利用测试群体进行遗传改良。本研究的目的是确定 9 个性状之间的遗传变异性 and 关联性, 以作为选择理想性状的指南。例如植物的高度和周长。

2 材料和方法

用于这项研究工作的十个基因型橡胶树苗 (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) 是从尼日利亚伊多州贝宁市 Iyanomo 的尼日利亚橡胶研究所收集的。基因型是 RRIM 600, NIG 800, NIG 801, NIG 802, NIG 803, NIG 804, PR 107, RRIM 628, GT 1 和 PB 5/51。这些克隆的来源如下: 马来西亚的 RRIM 600, RRIM 628 和 PB5 / 51; 来自印度尼西亚的 GT1 和 PR 107, 以及在尼日利亚开发的五个 NIG 800 系列克隆 (Omokhafa 等, 2017)。在 2016 年种植季节, 在乌穆迪克 (Umudike) 的国家根际作物研究所 (NRCRI) 的研究农场进行了田间试验 (纬度 050, 北纬 29'; 经度 070, 北纬 33')。现场设计是随机重复的完整模块设计 (RCBD), 重复了 3 次。每个样地面积为 (6m²) 3m 长, 2m 宽的种子床, 相隔 1m, 其中包含 30 株间距为 30cm 的植物, 两行之间的距离为 1m, 从而每公顷育苗量为 33,333 苗。四个干旱时期描述如下: 0 (建立后), 26、33 和 40 天干旱胁迫。

九个农艺性状的数据:

建立后以及在干旱胁迫第 26、33 和 40 天时, 使用米尺测量植物高度 (cm) 为从地面到最高落叶的距离。通过计数净地块内每株植物的叶子来获取每株植物的叶子数量, 并使用游标卡尺测量植物周长 (cm)。使用 1-5 的范围目视评估植物活力。将植物存活率记录为植物存活率和干旱症状的百分比 (根据 Ravichandran 等人 (2010 年, 通过 1-5 的评分范围, 通过对干旱暴露的不同时期的苗圃田地进行视觉评估, 对叶片发黄和叶片衰老进行评分))。测量并计算叶面积 (cm²), 即叶面积 (cm²) = L x W x K, 其中 L 为叶长, W 为叶的最大宽度, K 为校正系数 0.654。通过从建立后的叶片总数中减去在干旱胁迫第 26、33 和 40 天获得的叶片数, 进行方差分析, 进行简单皮尔逊相关系数研究这些性状之间的关联, 遗传参数如方差根据 Allard (1987) 计算广义的遗传成分 (基因型, 表型和误差方差) 和遗传力, 方法如下:

$$\begin{aligned} V_g &= \{MSG-MSE/rd\}, \\ V_p &= \{MSG/rd\}, \\ V_e &= \{MSE/rd\} \dots \dots \dots 1 \end{aligned}$$

其中 MSG, MSE, V_e 和 r 分别是基因型的均方差, 误差的均方差, 环境方差和重复次数。还评估了表型 (PCV) 和基因型 (GCV) 变异系数。

$$\begin{aligned} \text{Viz: PVC} &= \sqrt{vp/\bar{x}} \times 100, \\ \text{GCV} &= \sqrt{vg/\bar{x}} \times 100 \dots \dots \dots 2 \end{aligned}$$

其中, V_p, V_g 和 分别是所考虑字符的表型差异, 基因型差异和均值。根据 Fehr (1987) 所说明的方法, 估计了预期的遗传进展 (GA), 并假设选择了 5% 以上的基因型, 以平均数的百分比表示了遗传进展, 方法如下:

$$\begin{aligned} \text{GA} &= K (\text{Sp}). h_b^2 \text{GA (as \% of the mean)} \\ &= \left(\sqrt{\frac{\text{GA}}{\bar{x}}} \right) \times \frac{100}{1} \dots \dots \dots 3 \end{aligned}$$

其中 K 是一个常数（随选择强度而变化，如果选择强度为 5%，则为 2.06）， S_p 是表型标准差。hb2 是遗传率，是指字符的均值。

3 结果与讨论

橡胶树是为了种植天然橡胶而开发的，而天然橡胶是在成熟时进行开发的。

成熟度指标是距地面 100 至 150cm 高度的最小周长 45cm（Omokhafa 等人，2015）。树的高度和周长是发育巴西乳胶树木材克隆的重要特征。因此，诸如身高，周长和相关特征之类的特征对于巴西半球菌的遗传改良很重要。幼苗的存活很重要，因为幼苗的生长既可以进行无性繁殖，也可以进行种质维持（Wong and Abubakar, 2005）。

方差分析（ANOVA）表明，除叶片倒下（表 1）外，所有其他研究对象的性状均存在显著差异。整个基因型和干旱胁迫时期，株高，叶片数，叶片周长，叶片面积，叶片变黄，叶片衰老和叶片落落表现出高度显著的变化。但是，观察到的所有性状的高显著基因型效应表明，所测试的橡胶基因型的遗传组成具有很高的变异性，这可能为进一步的改良提供了足够的空间（Adifaiz 等人，2018）。基因型 x 干旱胁迫时期之间的相互作用在叶片数量，叶片黄变，叶片落下和叶片衰老方面存在显著差异。这意味着某些基因型更能耐受干旱胁迫条件，并且可以通过 Omokhafa 和 Alika（2003）推荐的稳定性分析进一步解释。使用费舍尔的最小显著差异（F-LSD），概率为 5%，GT 1（八个字符）获得了卓越的性能，其次是六个字符的 RRIM 600。在尼日利亚克隆中，NIG 800 和 NIG 804 在三个字符方面均表现出色。在四个无性系中如此高的营养生长可能使它们成为砧木苗圃发展的候选者，特别是在雨养的砧木发展的地方。NIG 804 作为尼日利亚克隆，在株高（213.44cm）和活力（3.25，1-5 级）方面表现优异，因此，NIG 804 是产量最高的 NIG 800 系列乳胶克隆（Omokhafa 和 Imoren），2014）。遗传变异性作为植物育种的基础，对于作物管理，通过选择，利用作物种质进行作物改良，检测基因组组织以及将所需性状转移到其他植物方面非常重要。育种者使用所需的形态特征来评估遗传变异性，因为它们具有成本效益，快速且易于评分（Sohrabi 等，

2012）。可以根据方差数字使用适当的分母来修改此方面。表 1 列出了在田间试验中，对 10 种基因型橡胶幼苗测得的 9 个性状的表型，基因型和环境方差，以及遗传力估计值（广义）。表 1 的基因型方差高于环境方差。因此，广义遗传率（ $h^2b\%$ ）估计值通常很高。叶数显示出最高的基因型变异（ S^2g ）（2040.24）和高的遗传力（ h^2b ）估计值（0.97）表 1.株高也具有高的基因型变异度 300.86 和遗传力估计值 0.54。叶落，植物存活率和叶面积的高基因型变异分别为 665.12、135.19 和 58.20，遗传估计值分别为 1.13、0.76 和 0.41（表 1）。植物周长，植物活力，叶片变黄和叶片衰老分别具有较低的基因型变异，分别为 0.33、0.31、0.22 和 0.32。这分别解释了他们的遗传力（ h^2b ）估计值 0.72、0.64、0.65 和 0.35。更大的基因型表明，遗传（遗传）成分比非遗传成分对观察到的总方差的影响更大。在这种情况下，获得收益将很快，并且不会花费大量时间。将每个性状的总表型变异（ S^2p ）分为可遗传的（遗传）和非遗传的（环境）成分有助于确定在选择优秀个体时可以探索的遗传变异的比率（Adifaiz 等，2018）。为定量性状对植物进行遗传改良需要对遗传力进行可靠的估计，而另外一项则需要规划有效的育种计划（Tolessa, 2017）。表 1 还显示了表型和基因型变异系数（分别为 PCV 和 GCV），预期遗传进展（GA）和遗传进展的估计值，以所研究的橡胶基因型的 9 个性状中的每一个的平均值的百分比表示。在所有测量的性状中，表型变异系数（PCV）大于基因型变异系数（GCV）。除植物高度和叶片数外，所有性状的遗传进展（均值%）均大于遗传进展（预期）。其他性状表现出不同程度的遗传变异。

除 $r = -0.41$ 时植物存活百分数外，株高与所有性状均具有正相关且显著相关（表 4）。叶子的数量，植物的周长和植物的活力显示彼此之间以及与除植物存活百分比之外的其他其他性状显著相关。在 $r = -0.34, -0.67, -0.74$ 和 -0.57 时，植物存活率与植物周长，植物活力，叶片变黄和叶片衰老呈负相关（表 4）。叶片脱落与植物存活率呈正相关， $r = 0.45$ 。除了植物存活率与除倒下的所有性状均呈负相关外，大多数性状彼此之间表现出显著的正相关。

株高，叶片数和其他性状之间的高度显著正相关表明它们每一个均增加。Omokhafa 和 Alika (2003a 和 2003b) 报告了重要的字符间相关性。Tan (2008) 还研究了天然橡胶苗圃的株高与成熟产量之间的显

着关系。在当前研究中，植物高度和叶片数与植物存活率的负相关，表明植物存活率的显著降低将增加植物高度和叶片数，反之亦然。

表 1: 2016 年农作季节 10 种基因型上测量的 9 种农艺性状变异的变异来源，自由度和均方分析。

Sources of variation	df	Plant Height	No. of Leaves	% Plant survival	Plant girth	Plant vigor	Leaf area	Leaf yellowing	Leaf senescence	Leaf fall
Reps	2	1513.423**	148.855	145.64815*	0.3324100	0.10000	354.191112*	0.13333	0.608333*	0.776 ^{NS}
Treatments (T)	9	4030.916***	27402.84***	1660.99794***	4.316659***	3.982407***	739.66485***	3.114815***	2.9824074***	1.754
Drought periods (DP)	3	128316.199***	182634.076***	3815.64815***	75.031058***	12.275000***	2408.44143***	25.96667***	50.5638889***	494209.453**
T x DP	27	420.5563	3019.972***	38.69342	0.3093490**	0.2688272	41.314943	0.4851852***	0.6070988**	7983.189***
Error	78	258.276	73.762	42.03941	0.1322946	0.17692308	85.27241	0.1162393	0.608333*	75.150

Level of significance ϵ : * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$ and *** : $P < 0.0001$

表 2: 2016 年农作季节 10 种基因型上测得的 9 个农艺性状的平均值。

Genotypes	Plant height (cm)	Number of leaves	% Plant survival	Plant girth (cm)	Plant vigor	Leaf area (cm ²)	Leaf yellowing	Leaf senescence	Leaf fall
GTI	200.39	247.71	74.444	4.129	1.667	15480.56	1.667	1.330	24.73
NIG 800	200.11	172.01	67.222	3.506	3.000	7379.50	3.890	3.110	43.27
NIG 801	170.05	192.07	55.000	3.268	2.333	6946.16	2.780	2.220	43.91
NIG 802	188.82	180.03	57.500	3.288	2.500	9134.09	3.220	2.670	34.19
NIG 803	190.53	190.9	53.611	3.477	2.333	9986.80	2.667	2.550	33.37
NIG 804	213.44	226.76	64.444	4.134	3.250	11024.7	2.330	2.330	38.09
PB 5/51	142.99	64.758	48.611	2.484	2.500	2396.28	3.890	3.220	48.59
PR107	191.05	218.18	64.722	3.188	1.583	11157.1	2.330	1.990	42.15
RRIM 600	182.22	223.61	76.111	4.106	3.25	11523.5	1.890	1.446	36.97
RRIM 628	155.66	73.183	38.058	2.191	1.667	2582.15	3.440	3.220	42.53
Overall mean	183.52	178.92	52.36	3.377	2.566	8761.1	2.810	2.408	38.85
F-LSD_(0.05)	26.12	13.96	10.53	0.591	0.683	15.01	0.554	0.675	14.09

表 3: 表型，基因型，环境差异和遗传力估计，变异系数和遗传进展。

Traits	Vp	Vg	Ve	h ² _b	PCV%	GCV%	GA Expected	GA (%)	\bar{x}
Plant height	559.14	300.86	258.276	0.5381	189.66	139.12	26.22	16.86	155.45
Number of leaves	2114.0	2040.2	73.762	0.9651	402.29	395.23	91.41	69.98	130.62
Plant girth	0.4662	0.3339	0.1323	0.7162	34.383	29.098	1.007	25.55	3.9435
Percentage Plant Survival	177.23	135.19	42.039	0.7628	171.91	150.14	20.91	34.87	59.972
Plant Vigor	0.4662	0.3095	0.1769	0.6363	44.331	35.362	0.894	36.16	2.4750
Leaf area	143.47	58.196	85.2724	0.4056	173.39	110.44	10.01	20.98	47.717
Leaf yellowing	0.3353	0.2191	0.1162	0.6534	38.320	30.977	0.7793	34.13	2.2833
Leaf senescence	0.4110	0.3210	0.2120	0.3500	50.799	39.456	0.4617	18.82	2.4530
Leaf fall	589.97	665.12	75.150	0.1274	2176.16	2310.6	56.41	452.8	1.2458

表 4: 2016 年对 10 种基因型橡胶幼苗测得的 9 个性状的相关系数矩阵。

	Plant height	Number of leaves	Percentage plant survival	Plant girth	Plant vigor	Leaf area	Leaf yellowing	Leaf senescence	Leaf fall
Plant height	==	0.8768***	-0.4113***	0.8997***	0.3843***	0.6236***	0.7175***	0.6573***	0.8194***
Number of leaves		==	-0.1152	0.9108***	0.0464*	0.6412***	0.4737***	0.4046***	0.6803***
Percentage plant survival			==	-0.3406**	-0.6651***	-0.0673	-0.7351***	-0.5694***	0.4511***
Plant girth				==	0.1852*	0.5880***	0.6733***	0.6806***	0.6890***
Plant vigor					==	0.0531	0.2440**	0.3661***	0.4660***
Leaf area						==	-0.2014**	0.7489***	0.5265***
Leaf yellowing							==	0.8829***	0.6601***
Leaf senescence								==	0.6786***

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.0001

4 结论

大多数性状具有较高的基因型和表型变异系数 (PCV), 较高的遗传力估计值 (h²b) 和较高的遗传进展 (GA%)。这表明考虑到这些定量特性的天然橡胶的改良对于进一步的选择和改良可能是有用的。除植物存活百分率外, 株高和周长与所有其他性状具有显著正相关。因此, 除了植物存活率外, 所有其他性状的改善都有可能间接提高株高和周长。

5 致谢

作者感谢尼日利亚橡胶研究所 (RRIN) 的主任和国家根作物研究所乌木迪克 (NRCRI) 的主任为这项研究提供的支持。我们也感谢该研究所的现场工作人员的现场协助。

参考文献

- [1] Adifaiz, A. F., Maiden, N. A., AiztShamin, N., Zarawi, A. G and Rafil, M. Y. (2018). Genetic diversity of the 1995 RRIM Hevea germplasm collection for utilisation. *J. Rubb. Res.*, 21(2): 153-164.
- [2] Allard, R.W. (1987). *Principles of plant breeding* (2nd Edition). John Wiley and Sons, New York, pp. 93-106.
- [3] Bassey E. (2014). Natural rubber development in Nigeria: challenges and prospects. In: Omokhafa, K. O., Bakare, I. O., Okorie, I. K. and Okwu, U. N. (Eds), *Proceedings of the first National Conference on Nigeria rubber industry*. National Rubber Association of Nigeria, Benin City, Nigeria, pp. 1-5.
- [4] Baye, B., Ravishakar, R. and Singh, H. (2005). Variability and association of tuber yield and Related Traits in Potato (*Solanum tuberosum* L.), *Eth. J. Agric. Sci* 18,103-121.
- [5] Fehr W.T. (1987). *Principles of cultivar Development*. Vol.1. Macmillan, New York. 45:105-114
- [6] Omokhafa KO, Aghughu O and Imoren EA. (2017). Germplasm of *Hevea brasiliensis* in Nigeria. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 1(2): 20-25.
- [7] Omokhafa, K. O. and Imoren, E. A. (2014). The three NIG 800 series clones of *Hevea brasiliensis* for clone exchange under the International Rubber Research and Development Board. Meeting of Plant Breeding Group, International Rubber Research and Development Board, Kottayam, India.
- [8] Omokhafa, K. O., Oghide, A. and Imoren, E. A. (2015). Investment opportunities in the upstream sector of the natural rubber industry. Third Palm Oil, Rubber and Cocoa Conference, 13-15 October, 2015, Labadi Beach Hotel, Accra, Ghana. Organised by Centre for Management Technology, Singapore, 16.
- [9] Omokhafa K. O., Ogbabor, O. J., Nasiru, I., Okwu, U. N. (2008). Evaluation of relative efficiency of three methods of

- dry rubber content determination in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Niger. Agric. J., 39 (2): 146-149.
- [10] Omokhafa, K. O., Alike, J. E. (2003). Clonal stability of latex yield in eleven clones of *Hevea brasiliensis*. Genet. Mol. Biol., 26: 313 – 317.
- [11] Sohrabi, M., Rafil, M. Y., Hanafi, M. M., Siti Nor Akma, A. and Latif, M. A. (2012). Genetic Diversity of Upland Rice Germplasm in Malaysia Based on Quantitative Traits. The Scientific World Journal, 2012, 416-421.
- [12] Tan, H. (2008). A study on nursery selection in *Hevea* breeding. P. 114-120. In: M.E. Cronin (ed.), Proc. IRRDB Symp. National Rubber in Vietnam, 13-15 Oct. 2007. Int. Rubb. Res. and Develop. Board (IRRDB), Hertford, UK.
- [13] Tolessa, T.T. (2017). Genetic variation, heritability and advances from selection in elite breeding materials of field pea (*Pisum sativum* L.) Genotypes. Agri. Res. Tech., 8(4): 555-740.
- [14] Varma, S.P. and Rai, M. (1993). Genetic variability and inter-relation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) under rainforest conditions of Tripura. African Journal of Root and Tuber Crops, 19(2): 77-80.
- [15] Wong, P. F. and Abubakar, S. (2005). Post-germination changes in *Hevea brasiliensis* seeds proteome. Plant Sci. 169(2):303–311.

收稿日期: 2020 年 5 月 13 日

出刊日期: 2020 年 6 月 17 日

引用本文: Korieocha, J. N, Omokhafa K. O, Ogidi E.G.O, Orunwense K. O, Odidi D. O, Nwabueze, O. N., 巴西十种橡胶树苗期数量性状的遗传变异与相关分析 [J]. 国际遗传前沿杂志, 2020, 1(1) : 12-17
DOI: 10.12208/j.ijgf.20200003

检索信息: 中国知网、万方数据、Google Scholar

版权声明: ©2020 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS