

广西隆安地层及其元素对板栗生产的影响

李先琨

(广西植物研究所, 桂林 541006)

摘要 通过对广西隆安县板栗产区不同地层板栗生长状况和产量的调查, 划分板栗的适生地层, 并通过母岩、土壤、板栗植株元素含量的分析, 研究对板栗生长产生影响的元素。结果表明: 不同地层上板栗产量差异显著, 以 D_{2d} 地层最优, Q_p 地层其次, C_3 地层最劣。与板栗生长呈正相关的元素有 K, Na, Mn, B, Zn, V 等; 呈负相关的元素有 Ca, Cu, F, Se, Ga 等。

关键词 板栗; 环境地球化学; 地层; 元素与生长

Effects of stratum and its elements on the growth of chestnut of Long'an county in Guangxi Li Xian-Kun (Guangxi Institute of Botany, Guilin 541006), *J. Plant Resour. & Environ.* 1997, 6(1): 9~14

Based on the investigation of growth and yield in different stratum for chestnut (*Castanea mollissima* Blume) in Long'an county, Guangxi, the suitable stratum for plantation is divided. Through sampling test of element contents in rocks, soils and plants of different stratum, the main elements affecting the growth of chestnut were studied. The results showed that the yield of chestnut differed greatly on different stratum, D_{2d} stratum is the best, Q_p take second place and C_3 is bad. The growth of chestnut trees were positively correlated with the content of K, Na, Mn, B, Zn, V elements, and were negatively correlated with Ca, Cu, F, Se, Ga elements.

Key words Chestnut; *Castanea mollissima* Blume; environment-geochemistry; stratum; element and growth

广西隆安县位于 $22^{\circ}50' \sim 23^{\circ}21'N$ 和 $107^{\circ}20' \sim 108^{\circ}05'E$ 之间, 年均温 $21.7^{\circ}C$, 降水 $1\ 282.7\ mm$, 年日照为 $1\ 531\ h$, 辐射总量 $4.2 \times 10^5 J/cm^2 \cdot a$, 无霜期 $350\ d$, $\geq 10^{\circ}C$ 积温 $7\ 415^{\circ}C$ 。全县岩溶广布, 地貌以丘陵为主, 洼地、谷地次之, 台地平原较少。全县现有板栗 (*Castanea mollissima* Blume) 园 $4\ 300\ hm^2$, 是广西板栗主产区, 最高年产 $1\ 200\ t$ 。管理水平低, 单产极低且大小年明显, 最高年均单产 $278\ kg/hm^2$, 最低年单产 $18\ kg/hm^2$ 。不同地层的同龄植株在经营管理水平一致时, 单位面积产量和植株生长状况表现出较大差异。本文通过对广西板栗主产区——隆安县板栗生长地层的调查研究, 划分板栗适生地层, 分析探讨与板栗生长密切相关的元素, 以期生产服务。

1. 调查研究方法

1.1 板栗生长地层调查及单产检测

广西壮族自治区科学技术委员会资助项目(桂科软 9007 号)。

苏宗明、邓庆焜、黄玉清、陆菱妹、谢义林等同志参加调查, 苏宗明研究员审阅文稿, 谨此致谢!

收稿日期 1996-02-13

通过访问和路线勘查全面了解板栗的分布,确定其地层后,选择代表性样地实测估产,每个地层板栗园抽取5~6块代表性样地(均为600 m²),要求各地层样地在坡向、坡度、坡位、种植密度、树龄、经营管理措施等方面基本一致,请当地老农和有经验的林业技术人员对样地内板栗植株逐一进行产量估测,求出各地层板栗单产,同时记录生长状况。调查的栗园为阳坡或半阳坡,中部的低丘栗园。栗树一般为25年生,密度为10m×10m。

1.2 采样分析

以各主要地层板栗产量检测样地为采样点,岩石样品采自本地层样地范围内出露或浅埋的母岩,土壤样品采自剖面上未受人为干扰的B层土壤,植物样品采自结果枝上的定型叶片,均在1 km范围内采集,即同位点采样。

经混合取样后,分析岩石、土壤、植物叶中31个元素的含量,全部分析项目由广西区分析测试研究中心完成。

2. 适生地层研究

2.1 地层类型

隆安板栗产区多为丘陵,少数为山地和台地,地层自老至新有11个:泥盆系下泥盆统莲花山组(D_{1l})、泥盆系中泥盆统郁江阶(D_{2y})、泥盆系中泥盆统东岗岭阶上段(D_{2d}²)、泥盆系上泥盆统(D₃)、石炭系下石炭统岩关阶(C_{1y})、石炭系下石炭统大塘阶(C_{1d})、石炭系上石炭统(C₃)、二迭系下二迭统茅口阶(P_{1m})、三迭系下三迭统北泗组(T_{1b})、三迭系中上三迭统平而关群(T_{2-3p})以及第四系更新统(Q_p)。成土母岩(质)为石灰岩、砂页岩和第四纪红土,成土为棕色石灰土、赤红壤。板栗种植面积较大的主要地层有D_{2d}², C₃和Q_p。

2.2 各地层板栗单产及适生地层划分

各地层典型样地单产检测结果见表1,从表1可以看出,11个地层的板栗单产高低差别很大,其中面积较大的C₃, Q_p, D_{2d}²3个地层上板栗单产顺序是D_{2d}²最高, Q_p其次, C₃最低。D_{2d}²地层岩性为灰岩,成土为棕色石灰土,地貌为岩溶槽谷、峰林谷地,板栗平均单产可达360

表1 广西隆安各板栗生长地层单产(kg/600m²)

Tab 1 The unit area yield of chestnut on different stratum of Long'an county, Guangxi

地层 Stratum	样地板栗单产 Unit area yield of chestnut						平均单产 Average yield
	1	2	3	4	5	6	
C ₃	4.5	6.5	4.1	0.3	1.85		3.45
T _{2-3p}	16.0	1.7	2.9	13.5	10.75		7.48
C _{1y}	18.5	8.0	12.5	9.5	10.5	2.4	10.23
P _{1m}	7.5	7.7	8.0	20.5	12.0	10.0	10.94
T _{1b}	10.5	22.5	24.5	14.0	13.6	12.2	16.21
Q _p	21.0	21.0	20.0	17.0	18.5	16.0	18.92
C _{1d}	21.5	22.5	19.0	22.5	18.8	15.0	19.88
D _{2y}	12.5	11.0	12.5	26.5	29.0	39.0	21.75
D _{1l}	33.0	39.0	33.0	10.0	13.3	19.6	24.65
D _{2d} ²	34.5	12.3	43.0	18.7	13.5	31.5	25.57
D ₃	29.0	25.5	23.5	22.0	33.0	24.0	26.17

kg/hm²以上;Q_p地层母质为黄红色粘土,成土为赤红壤,板栗平均单产 300 kg/hm²左右;C₃地层岩性为灰岩夹薄层硅质岩,成土为棕色石灰土,地貌为峰丛洼地、峰林谷地,同等管理水平条件下,植株长势差,板栗单产 180 kg/hm²以下。由此可知,D_{2d}²为板栗生产的最适地层,Q_p为较适地层,C₃地层不适宜栽植板栗。

3. 元素对板栗生长的影响

不同时代的成土母岩,即使岩性相同,其所具有的元素丰度和各种特性亦有差异,风化形成的土壤在元素含量、理化性质等方面也表现出不同,从而对板栗生长发育和产量品质产生影响。为深入研究地层及其元素对板栗生长的影响,对板栗产区主要地层母岩、土壤、植株的元素含量进行分析,分析结果如表 2。

3.1 植株元素含量

隆安板栗植株元素含量平均在 1 000 μg/g 以上的有:Ca, Mg, K, Mn, N, Si; 500~1 000 μg/g 的有:S, P; 100~500 μg/g 的有 Fe, Al, Cl, F, Na; 10~100 μg/g 的有 Zn, Cu, Ba, B, Se; 1~10 μg/g 的有 Sr, Ga; 其余元素含量小于 1 μg/g。与以往所报道的陆生植物元素含量比较,绝大多数处于含量范围内^[1-4],只有 Mn 含量远远超出含量范围。

3.2 岩石-土壤-植株元素含量相关性

各种元素从母岩(质)发育成土过程中,是富集还是迁移,可以从它们之间的比值看得出来,母岩/土壤的比值<0.50 时为富集,0.51~0.80 为趋于富集,0.81~1.20 趋于平衡,1.21~3.0 趋于迁移,3.01~10.0 为迁移,>10 为极度迁移。由表 2 可知,板栗生长的 3 个主要地层母岩发育成土过程中,Fe, Al, K, Cu, Na, V, Cr, Si, S, P, B, Ga, Mn, N, As, Mo 等 16 种元素表现富集或略富集,Ca, Cl 为迁移,Mg, Sr 趋于平衡至迁移,Ge, I, Zn, Co, Ba, Ni, Se 变异较大,Sn, W, F, Br 等元素含量较小,无法比较。

表 2 板栗生长主要地层的岩石、土壤、植株元素含量及其比值(平均值,占干重)

Tab 2 Element contents and ratio of rocks, soils, plants from main stratum of chestnut (mean, in dry matter)

地层 Stratum	样品 Sample	元素含量 Element contents (μg/g)										
		Fe	Al	Ca	Mg	K	Na	Mn	Zn	Cu	Co	V
C ₃	R	330	1190	385200	1670	350	109	17.2	18.1	0.85	6.37	3.90
	S	95600	143200	365	1219	4390	378	61.8	95.1	27.6	13.9	240
	P	119	304	20500	2357	2226	85.5	1030	19.1	13.3	0.801	0.344
Q _p	Pm	74100	175400	317	1665	4480	120	123	229	52.1	14.0	246
	S	100000	140400	327	1839	7990	426	194	141	40.6	11.5	277
	P	114	362	9040	1490	2837	175	2431	24.6	8.90	0.607	0.664
D _{2d} ²	R	1030	1810	387300	1890	790	236	23.3	16.8	3.49	8.08	9.03
	S	116600	171200	616	2122	6330	358	152	127	42.9	9.52	259
	P	154	446	13700	2422	3171	133	1856	21.7	5.48	0.830	0.708
C ₃	R/S	0.003	0.008	1055.34	1.37	0.08	0.29	0.28	0.19	0.03	0.46	0.02
	S/P	803.36	471.05	0.02	0.52	1.97	4.42	0.06	4.98	2.08	17.35	697.67
Q _p	Pm/S	0.74	1.25	0.97	0.91	0.56	0.28	0.63	1.62	1.28	1.22	0.89
	S/P	877.19	387.85	0.04	1.23	2.82	2.43	0.08	5.73	4.56	18.95	417.17
D _{2d} ²	R/S	0.009	0.01	628.73	0.89	0.12	0.66	0.15	0.13	0.08	0.85	0.03
	S/P	757.14	383.86	0.04	0.88	2.0	2.69	0.08	5.85	7.83	11.47	365.82

续表 2 Tab 2 (Continued)

地层 Stratum	样品 Sample	元素含量 Element contents ($\mu\text{g/g}$)									
		Ba	Cr	Sr	Ni	N	As	Si	Cl	S	P
C ₃	R	8.18	9.44	51.3	9.04	120	2.33	5133.7	87.3	23.1	24.6
	S	61.1	183	27.2	42.1	950	18.5	181686	52.6	225	516
	P	36.9	0.677	6.32	0.843	16800	0.414	4662	119	926	711
Q _p	Pm	112	99.0	63.2	109	490	56.8	183880	55.0	91.2	586
	S	70.0	86.0	30.5	62.5	790	78.9	157745	24.4	140	678
	P	45.2	1.0	5.72	1.18	16400	0.273	3071	125	757	841
D _{2d} ²	R	11.4	11.6	66.7	12.0	120	4.01	14048	75.9	75.5	49.2
	S	112	21.6	92.0	48.4	910	97.1	143744	27.0	84.2	1200
	P	44.5	1.05	8.31	1.09	16700	0.428	4630	193	915	722
C ₃	R/S	0.13	0.05	1.89	0.21	0.13	0.13	0.03	1.66	0.10	0.04
	S/P	1.66	274.36	4.30	49.94	0.06	44.69	38.97	0.44	0.24	0.79
Q _p	Pm/S	1.60	1.15	2.07	1.74	0.62	0.72	1.17	2.25	0.65	0.86
	S/P	1.55	86.0	5.33	52.97	0.05	289.01	51.37	0.20	0.18	0.81
D _{2d} ²	R/S	0.10	0.54	0.73	0.25	0.13	0.04	0.10	2.81	0.90	0.04
	S/P	2.52	20.57	11.07	44.60	0.05	226.87	31.05	0.14	0.09	1.66

续表 2 Tab 2 (Continued)

地层 Stratum	样品 Sample	元素含量 Element contents ($\mu\text{g/g}$)									
		Mo	B	Ge	Sn	Se	W	I	F	Br	Ga
C ₃	R	0.401	1.10	2.2	<0.09	117	<0.003	<4.2	<30	<30	<0.05
	S	2.35	45.4	574	<0.09	0.859	7.37	21.2	<15	<15	47.4
	P	0.184	29.9	<2.0	0.015	146	<0.003	<4.2	271	<25	14.1
Q _p	Pm	1.55	24.7	360	<0.09	0.351	8.72	4120	<15	<15	17.3
	S	2.29	68.5	15.4	<0.09	2.07	8.56	16.9	<15	<15	47.2
	P	0.017	57.6	<2.0	<0.013	71.8	0.131	<4.2	189	<25	6.24
D _{2d} ²	R	0.356	2.55	<1.3	<0.09	67.0	<0.003	<4.2	<30	<30	0.13
	S	1.31	35.1	488	<0.09	2.58	9.35	12.7	<15	<15	0.51
	P	0.176	48.5	<2.0	<0.013	63.8	0.039	<4.2	116	<25	8.51
C ₃	R/S	0.17	0.02	0.004		136.2		<0.2			<0.001
	S/P	12.77	1.52	>287		0.006	>2457	>5.05	<0.06		3.36
Q _p	Pm/S	0.68	0.36	23.38		0.17	1.02	243.79			0.37
	S/P	134.71	1.19	>7.7		0.03	65.34	>4.02	<0.08		7.56
D _{2d} ²	R/S	0.27	0.07	<0.003		25.97	<0.001	<0.33			0.25
	S/P	7.44	0.72	>244		0.04	239.74	>3.02	<0.13		0.06

R - 岩石 Rocks; S - 土壤 Soils; P - 植株 Plants; Pm - 母质 Parent material; R/S - 岩石/土壤 Rocks/Soils; S/P - 土壤/植株 Soils/Plants; Pm/S - 母质/土壤 Parent material/Soils

在 3 个主要地层中, Fe, Al, V, Cr, Ni, As, Si, Ge, W 等元素, 土壤/植株比值较大; K, Na, Zn, Cu, Co, Ba, Sr, Mo, I 等元素的比值亦大于 1; Ca, Mn, N, Cl, Se, F 等元素的比值较小。比值越大表明土壤中可供元素的总量越充足, 但植株的元素含量高低是由土壤中元素的有效量及植物体对不同元素的生理需要决定的。

3.3 岩石-土壤-植株元素含量与板栗生长

元素与植物生长发育、产量及品质存在联系, 各种营养元素对植株的影响有以下几种形

式:(1)植物叶元素含量多寡直接反映植株生长状况和产量水平;(2)某一元素通过对另一个或几个元素的抑制或促进吸收而间接影响植株生长发育;(3)植物叶中所含元素多寡与植株生长无明显关系。

3.3.1 与板栗生长呈正相关的元素 同板栗生长呈正相关的有 K, Na, Mn, B, Zn, V 等 6 个元素。

K, Na 在成土过程中均表现富集,土壤/植株比 >1.5 。Na 在土壤中含量接近(358~426 $\mu\text{g/g}$),但在植物叶中含量差异大(85.5~175 $\mu\text{g/g}$),而含 Na 高的植株产量高。土壤中 95% 的 K 源于含 K 原生矿物,有效 K 占全 K 的 1/250~1/300^[1],隆安栗园土壤全 K 含量为 4 390~7 990 $\mu\text{g/g}$,折算成有效 K 为 15~32 $\mu\text{g/g}$, Q_p 和 D_{2d}^2 地层较高,但均属低 K 土壤。K 的有效供给直接影响板栗生长,植株含 K 高则产量高($r=0.9983$), Na 在低 K 土壤上又可部分替代 K^[5],故而 K 和 Na 均对隆安板栗生产起促进作用。

Mn 供应不足时,叶片失绿,作物产量低^[6]。调查表明, C_3 地层板栗叶片枯黄,长势极差,产量很低(3.45 kg/600m²),其土壤和植株 Mn 含量分别为 61.8 $\mu\text{g/g}$, 1 030 $\mu\text{g/g}$,均只有 Q_p 或 D_{2d}^2 地层的一半左右。以往研究认为,一般植物含 Mn 量为 20~500 $\mu\text{g/g}$,大于 1 000 $\mu\text{g/g}$ 时可能中毒^[1,7],隆安板栗 Mn 含量为 1 030~2 431 $\mu\text{g/g}$,非但未中毒,相反,Mn 含量高的植株生长良好,产量也高。侯学煜研究认为,壳斗科植物为富锰植物(Mn 含量 320~7 710 $\mu\text{g/g}$)^[2],上述分析表明板栗是一种高锰植物,再次证实壳斗科的富锰现象。

B 的有效吸收对板栗生长有促进作用。隆安栗园母岩中 B 含量变异大(1.10~24.7 $\mu\text{g/g}$),土壤 B 含量较为接近(35.1~68.5 $\mu\text{g/g}$),在 D_{2d}^2 和 Q_p 地层的板栗叶片中含量为 48.5 $\mu\text{g/g}$ 和 57.6 $\mu\text{g/g}$, C_3 地层仅 29.9 $\mu\text{g/g}$,说明 C_3 土壤供 B 能力弱,影响板栗生长。

Zn 在我国南方土壤中有效量临界值为 1~1.5 $\mu\text{g/g}$,而有效量约占全量的 1%^[8]。隆安栗园 C_3 , Q_p 和 D_{2d}^2 地层土壤 Zn 全量分别为 95 $\mu\text{g/g}$, 141 $\mu\text{g/g}$ 和 127 $\mu\text{g/g}$,有效量分别为 0.95 $\mu\text{g/g}$, 1.41 $\mu\text{g/g}$ 和 1.27 $\mu\text{g/g}$ 。 C_3 地层土壤有效 Zn 低于临界值,板栗生长较差,含 Zn 量较高的 Q_p 和 D_{2d}^2 地层的土壤上,板栗生长较好。

V 在植物叶中含量变异较大(0.344~0.708 $\mu\text{g/g}$),而叶中含 V 量与板栗产量呈正相关($r=0.9827$)。

3.3.2 与板栗生长呈负相关的元素 Ca, Cu, Se, F, Ga 等 5 个元素同板栗生长呈负相关。

Ca 在生长较差的 C_3 地层的板栗叶片中含量高达 20 500 $\mu\text{g/g}$,而在生长较好的 Q_p 和 D_{2d}^2 地层的板栗叶片中却含量较低,分别为 9 040 $\mu\text{g/g}$ 和 13 700 $\mu\text{g/g}$ 。Ca 的过量摄入还影响 B 的有效吸收和在体内的运输^[9],造成 B 的供给不足,影响光合作用。

Cu 在 3 个地层土壤中含量顺序为 D_{2d}^2 (42.9 $\mu\text{g/g}$) $>Q_p$ (40.6 $\mu\text{g/g}$) $>C_3$ (27.6 $\mu\text{g/g}$),而植物体内含量顺序恰好相反, D_{2d}^2 (5.48 $\mu\text{g/g}$) $<Q_p$ (8.90 $\mu\text{g/g}$) $<C_3$ (13.30 $\mu\text{g/g}$),板栗产量与叶片 Cu 含量呈负相关($r=-0.9882$)。Cu 的过量摄入还会对 N, P, K 的吸收产生抑制作用^[10],Cu 与 Zn 其中之一过多都可能引起另一元素缺乏症^[11]。隆安栗园土壤 N, P, K, Zn 供给均不足,Zn 有效量低于或接近临界含量,Cu 吸收过多(C_3 地层)抑制 N, P, K, Zn 的吸收,从而影响植株生长并导致产量下降。

Se 在土壤中含量不高(0.859~2.58 $\mu\text{g/g}$), C_3 地层的土壤含 Se 量最低,但植株体内的含量均较高, C_3 地层植株含量最高(146 $\mu\text{g/g}$), Q_p 次之(71.8 $\mu\text{g/g}$), D_{2d}^2 最低(63.8 $\mu\text{g/g}$),叶片

含 Se 量与板栗生长呈负相关($r = -0.9782$)。F 在土壤中含量均 $< 15 \mu\text{g/g}$, 植株含量达 $116 \sim 271 \mu\text{g/g}$, C_3 最高, Q_p 次之, D_{2d} 最低, 含 F 量高的植株产量低, 长势差($r = -0.9815$)。Ga 亦表现类似状况。

4. 结论与建议

地层类型不同, 板栗生长差异明显。在广西隆安栽植板栗的 3 个主要地层中, D_{2d} 为生产板栗的最适地层, Q_p 为较适地层, C_3 地层不适宜栽植板栗。因此, 在生产布局上应选择适生地层种植, 对现有低产林则通过补充矿质元素进行改造。

与板栗生长呈正相关的元素有 K, Na, Mn, B, Zn, V 等; 与板栗生长呈负相关的元素有 Ca, Cu, Se, F, Ga 等。板栗对 Mn 需求量大, 是一种富锰植物。

在栗园增加 K, Na, Mn, B, Zn, V 等养分的同时, 还应增加 N, P 和有机质的施用。N 与 B, B 与 K, Zn 与 P 以及 Mn 与 N, P, K 等元素吸收相互之间有一定关系, 应保持协调。研究表明, 施 B 能提高 N 的增产效应^[12]; Mn 与 N, P, K 同时施用效果最佳^[13]; 增施 K 需与 B 协调, 供 B 充足时施 K 则增加植物对 B 的吸收, 同时 B 也能促进 K 的吸收, 板栗开花时喷洒 B, 可增产 30%~50%; P 与 Zn 须协调补充; 隆安栗园土壤供 V 能力较弱, 须及时增加 V 的施用。

参 考 文 献

- 1 刘芷宇, 唐永良, 罗质超. 主要作物营养失调症状图谱. 北京: 农业出版社, 1982.
- 2 侯学煜. 中国植被地理及优势植物化学成分. 北京: 科学出版社, 1984.
- 3 Brooks R R. Biological methods of prospecting for Mineral. New York: John Wiley and Sons, 1983.
- 4 Isaac R A. Atomic absorption methods for analysis of soil extracts and plant tissue digests. J Assoc Off Anal Chem, 1980, 63 (4): 793.
- 5 陈国安. 钠对棉花生长及钾钠吸收的影响. 土壤, 1992, 24(4):201.
- 6 刘 铮. 微量元素在农业中的应用和展望. 见: 汇刊编写组编. 中国科学院微量元素学术交流会汇刊. 北京: 科学出版社, 1980. 58.
- 7 张西科, 张福锁, 毛达如. 植物锰中毒研究进展. 土壤学进展, 1994, 22(5):12.
- 8 刘 铮, 朱其清, 唐丽华等. 土壤中锌与锌肥的应用. 见: 汇刊编写组编. 中国科学院微量元素学术交流会汇刊. 北京: 科学出版社, 1980. 55.
- 9 吴礼树, 魏文学. 硼素营养研究进展. 土壤学进展, 1994, 22(4):18.
- 10 刘永厚. 铜对紫云英固 N 作用及养分吸收的影响. 土壤肥料, 1993, (5):27.
- 11 吴兆明. 微量元素生理作用的研究现状. 见: 汇刊编写组编. 中国科学院微量元素学术交流会汇刊. 北京: 科学出版社, 1980. 12~14.
- 12 徐俊祥, 唐永良, 徐永福. 红壤施用石灰和硼对油茶的增产效应及钙硼平衡. 土壤学报, 1994, 31(1):109~112.
- 13 王学贵, 朱克庄. 锰肥在几种作物上的增产效果. 见: 汇刊编写组编. 中国科学院微量元素学术交流会汇刊. 北京: 科学出版社, 1980. 152.

(责任编辑: 宗世贤)