

文章编号: 1001-1498(2002)05-0542-05

盐肤木施肥效应及角倍蚜营养环境初步研究

苏建荣, 张燕平, 杨力真, 刘娟

(中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南昆明 650216)

摘要: 对盐肤木叶片成分分析结果表明: 寄生角倍的叶片与正常叶片相比, 叶组织内的氨基酸和 Vc 的浓度由 11.06%, 1.15% 降低到 7.85% 和 0.68%, 幅度很大; 总 N 和单宁的浓度也略有降低, 而可溶性总糖的浓度则稍有升高。通过盆栽施肥试验得出: N、P 肥不但可促进盐肤木幼树生长, 并影响叶片内 Vc 的含量, 但对叶片内的可溶性糖、单宁及总氮含量没有明显的影响; 施 N 肥对叶组织的碳氮比 (C/N) 的作用较 P 肥明显。

关键词: 角倍蚜; 盐肤木; 施肥效应; 营养环境

中图分类号: S725.5

文献标识码: A

角倍是最具经济意义的五倍子种类。经长期研究, 角倍蚜 (*Schlechtendalia chinensis* (Bell)) 及其寄主的人工繁育和培育技术研究取得了突破性进展。随着提高倍蚜致倍效果增产新途径的深入研究, 倍蚜与寄主营养关系的研究逐渐被重视^[1-4]。倍蚜致瘦结倍效果与夏寄主物候的相关性^[3]、角倍寄主林典型样地的营养环境^[4]等研究表明, 营养成分在五倍子蚜虫的生长、繁育过程中具有重要的作用。寄主植物营养成分的含量和配比影响昆虫的发育速率和繁殖率, 从而决定种群的大小和变异性^[5]。通过调控植物的营养成分控制昆虫的种群数量是常见的技术手段。营养调控技术在角倍人工培植技术的研究中鲜见报道。

本项研究旨在通过盆栽施肥试验和叶组织营养成分分析, 探讨施肥对盐肤木 (*Rhus chinensis* Mill) 生长及有机营养成分含量的影响, 比较结倍与不结倍叶组织间营养成分浓度的差异, 为角倍寄主林的营养诊断分析及其调控的深入研究积累基础材料。

1 材料和方法

1.1 盆栽试验设置与管理

试验选用 40 cm × 40 cm 规格一致的陶制土盆, 定量装土, 装盆前去除土壤中的石子、未分解的有机质等杂物并过筛 (孔径为 3 mm)。盆栽盐肤木为同一家系的 1 a 生实生苗, 苗木大小一致, 以尽可能排除个体差异。施肥处理分 4 组不同氮肥水平、4 组不同磷肥水平以及对照共 9 组, 每组 5 盆。试验期间定量浇水, 用水量以不渗出盆底为度, 每隔 10 d 调整位置 1 次。

1.2 本底土壤的基本性状

用于盆栽试验土壤的 pH 值 6.7, 有机质含量 $6.5 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$, 全 N 含量 $1.2 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$, 矿质元素含量见表 1。本底土壤全 N、P 的含量低于角倍产区的平均水平。

收稿日期: 2001-12-20

基金项目: 国家自然科学基金 (39970625) 及云南省应用基础研究基金 (1999C0098M) 资助项目

作者简介: 苏建荣 (1970-), 男, 云南永胜人, 助理研究员。

1.3 分析样品采集及处理

土壤样品:装盆前,取过筛并充分混合的本底土 500 g,烘干保存,供测定。

盐肤木复叶样品:采样后,将供测定 Vc 含量的鲜叶样品存于冰箱内,在 2 条件下保存;测定其它项目的样品,在烘箱 70 恒温条件下,将复叶鲜样品烘干至恒重。叶片采样时间为 8 月上旬,此时盐肤木停止萌发新叶,角倍将成熟爆裂。采样部位统一选取自枝条基部下数的第 5-7 片复叶。

1.4 施肥方案

N 肥处理选用的肥料分别为硝酸铵 (NH4NO3: 含 N33% 35%)、磷酸二氢钾 (KH2PO4)、硫酸钾 (K2SO4: 含 K2O, 48% 52%)。P 肥处理选用的肥料分别为:硝酸铵、磷酸二氢钾和硫酸钾。其用量和配比见表 2。

1.5 养分测定

盐肤木叶片可溶性糖、单宁和 Vc 按 GB2905 - 82 规定检测;氨基酸采用 HITACHI835 - 50 分析仪,经标准酸水解处理,按 GB7649 - 7650 - 87 分析方法测定。叶片灰分及土壤养分的测定方法分别为:原子吸收法测定全 P、K 和 Ca、Mg;比浊法测速效 K,氟化铵法测速效磷;比色法测微量元素 Mo 和 B;重铬酸钾法测有机质;硫酸消化法测全 N。

表 1 盆栽试验本底土壤矿质元素含量 $\mu\text{g g}^{-1}$

元素	P	K	S	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Mo
含量	10.6	51.0	48.7	242	123	23.1	2.76	3.17	10.8	0.38	0.63

表 2 肥料配比及施用量 g 盆^{-1}

处理号	氮肥			磷肥		
	N	P ₂ O	K ₂ O	N	P ₂ O	K ₂ O
N ₀ ,P ₀	0.0	0.75	0.75	1.0	0.0	0.75
N ₁ ,P ₁	0.5	0.75	0.75	1.0	0.4	0.75
N ₂ ,P ₂	1.0	0.75	0.75	1.0	0.8	0.75
N ₃ ,P ₃	1.5	0.75	0.75	1.0	1.2	0.75

2 结果分析

2.1 盐肤木施肥效应

2.1.1 施肥与盐肤木生长 图 1 表明,经施肥处理盐肤木的平均鲜叶质量、地径、高以及复叶的长、宽等生长指标均高于对照组 (CK)。施肥对盐肤木生长具有明显的促进作用,但增施 N 肥、P 肥对促进盐肤木生长的效果却不尽一致。根据苗木营养诊断原理^[6-8],本底土壤 N 和 P

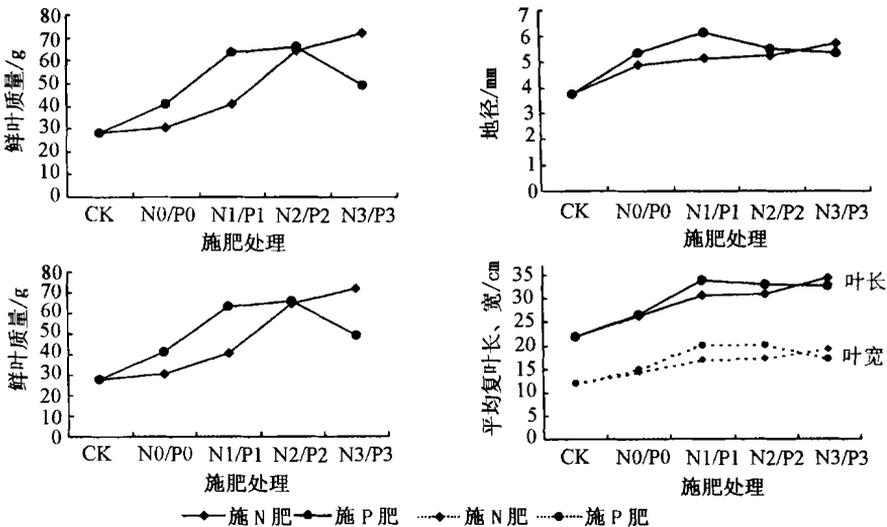


图 1 施肥对盐肤木生长的影响

不足条件下, N 施用量达到 $0.5 \sim 1.5 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 时, 施 N 肥有利于促进盐肤木幼树的生长; P 肥 (P_2O) 施用量小于 $0.8 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 时, 施 P 肥可促进盐肤木的生长, 但当 P 肥施用量达到 $0.8 \sim 1.2 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 时, 幼树的高、地径、鲜叶质量以及复叶的长、宽等生长指标与 P 肥的施用量呈负相关关系。本底土壤虽然缺 P, 但不宜多施, 过多施用 P 肥 (P_2O 超过 $1.2 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$) 将出现 P 素供应过剩、奢侈消耗甚至中毒症状。

2.1.2 施肥盐肤木叶片养分含量的影响 从表 3 和表 4 可以看出, 增 N 肥和 P 肥对盐肤木幼树叶组织的总 N、可溶性总糖、单宁及 Vc 等有机营养物质的含量均有不同程度的影响, 但对 P、K、Ca、Mg、B、Mo 等灰分元素含量的作用不明显。增施 N 肥和 P 肥后, 使盐肤木叶片的总氮含量降低, 可溶性总糖含量则有所增加, 而对 Vc 含量却产生了较大幅度的变化。增施 N 肥后, 盐肤木叶片的单宁含量略有增加; 增施 P 肥后, 盐肤木叶片的单宁含量低于对照组的含量。

表 3 盐肤木叶片有机营养成分含量分析测定结果

测定项目	施肥处理								
	CK	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
总 N/ %	1.13	0.90	0.82	0.88	1.02	1.02	1.19	1.06	1.08
可溶性总糖/ %	5.63	5.63	6.58	7.16	6.56	5.69	5.95	5.59	6.06
单宁/ %	14.92	14.25	17.27	15.37	15.51	13.20	12.07	11.65	12.95
Vc/ ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	1.00	1.50	1.10	0.80	0.90	0.80	2.20	2.00	1.00

表 4 盐肤木叶片灰分元素含量分析测定结果

测定项目	施肥处理								
	CK	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
P/ %	0.166	0.176	0.142	0.130	0.169	0.136	0.176	0.126	0.134
K/ %	2.05	2.34	2.19	2.36	2.67	2.16	2.20	2.21	2.51
Ca/ %	1.86	2.05	1.63	1.44	1.31	1.87	1.47	2.15	1.26
Mg/ %	0.283	0.239	0.221	0.198	0.209	0.302	0.222	0.291	0.254
B/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	15.0	17.0	14.0	14.6	16.5	14.1	19.0	18.5	11.9
Mo/ ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)	1.1	0.9	0.9	0.8	0.8	1.1	0.9	1.2	0.9

寄主植物的碳氮比 (C/N) 值由可溶性总糖和总 N 含量共同决定, 反应了昆虫食物中的蛋白质和碳水化合物间的比例, 对昆虫种群增长指数有较大影响^[9]。由于施 N 肥和 P 肥对盐肤木叶片内可溶性总糖含量的影响不大, 因此, 盐肤木叶片碳氮比的大小主要取决于蛋白质等含 N 物质的含量。图 2 表明, C/N 值受施 N 肥的影响较大, 受施 P 肥影响较小。经施肥处理后, 盐肤木叶片的碳氮比 (C/N) 发生了明显变化, P、K 肥、N 素的施用量达 $0 \sim 1 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 时, 碳氮比值增加, N 素的施用量大于 $1 \text{ g} \cdot \text{盆}^{-1}$ 时, 碳氮比下降。

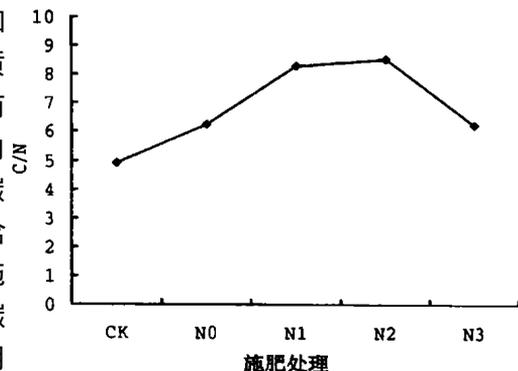


图 2 施 N 肥对叶片 C/N 的影响

2.2 倍蚜寄生对盐肤木叶片营养成分含量的影响

2.2.1 有机营养物质 据表 5,结有角倍的盐肤木叶片总 N、单宁的含量低于未寄生的叶片,结倍叶片 Vc 的含量只有未结倍叶片的 60%。说明在虫瘿的形成与生长发育过程中,消耗了叶片中的 N、单宁和 Vc 等有机营养物质,虽然单宁对大多数昆虫来说是有毒

表 5 倍蚜取食对有机营养成分含量的影响

寄生情况	总 N/ %	可溶性总糖/ %	单宁/ %	Vc/ (mg g ⁻¹)
寄生	10.02	6.86	11.95	6.87
未寄生	13.01	6.43	12.22	11.46

的,但由于它是构成虫瘿组织的主要成分,倍蚜虫完全能够适应虫瘿及树叶内高单宁浓度的环境。结倍叶片的 Vc 浓度大幅度下降,表明倍蚜虫在生长发育过程中需要耗的 Vc 是由寄主叶片供应的,倍蚜虫本身没有合成 Vc 的能力^[5]。糖类是以寄主植物汁液为食的倍蚜所必需的营养成分,既是主要的助食因素,又能为昆虫的活动提供能量,对刺吸口器昆虫有着良好的营养效应^[10]。盐肤木叶片中的可溶性糖类物质,并不因倍蚜的寄生而降低,说明它在植物体内的合成与供应较充分,不会成为限制倍子生长或瘿内倍蚜种群增长的营养因子。

2.2.2 氨基酸 据测定结果(表 6),生有角倍的盐肤木叶片游离氨基酸的总量(7.85%)明显低于未结倍叶片的含量(11.06%)。其中,含量变动较大的游离氨基酸依次是亮氨酸、蛋氨酸、脯氨酸、天门冬氨酸、缬氨酸和酪氨酸,这 6 种氨基酸的变异系数都超过 0.22。由此可看出,在角倍的生长发育过程中,由于瘿内的倍蚜取食寄主叶片中的大量游离氨基酸,从而降低了氨基酸的浓度。在对盐肤木叶片游离氨基酸的分析测定中,胱氨酸、氨和色氨酸 3 种成分浓度太低,未能检测到。

表 6 盐肤木叶片氨基酸含量检测结果

倍蚜寄生情况	天门冬氨酸	苏氨酸	丝氨酸	谷氨酸	脯氨酸	甘氨酸	丙氨酸	缬氨酸	蛋氨酸	异亮氨酸	亮氨酸	酪氨酸	苯丙氨酸	赖氨酸	组氨酸	精氨酸	总量
寄生	0.78	0.39	0.36	0.87	0.47	0.51	0.27	0.56	0.15	0.58	0.05	0.32	0.55	0.77	0.26	0.87	7.85
未寄生	1.09	0.48	0.43	1.11	0.66	0.62	0.32	0.78	0.24	0.79	1.13	0.44	0.65	0.97	0.32	1.01	11.06
变异系数	0.234	0.146	0.125	0.171	0.238	0.138	0.120	0.232	0.326	0.217	1.294	0.223	0.118	0.163	0.146	0.105	0.240

3 小 结

寄生角倍的盐肤木叶片与正常叶片相比,Vc 和游离氨基酸等有机营养物质的含量发生了显著的变化,证实了它们在角倍的生长发育过程中对于角倍蚜的营养价值。角倍蚜寄生后,寄主叶片的 Vc 和氨基酸浓度急剧降低,说明在角倍接近成熟时,瘿内倍蚜种群的代谢活动对这两类物质的消耗量是很大的。但是,低浓度的 Vc 和氨基酸对瘿内倍蚜的代谢活动、虫瘿组织的生长与分化有利抑或是有害,本试验还缺少判断的依据。如果仅从角倍蚜与盐肤木间寄生与抗寄生的关系分析,不妨作这样的假设:叶片内这两种重要营养物质浓度急剧降低的原因,是寄主植物抗拒昆虫寄生的适应性反应。

本研究仅探讨了施 N 肥和 P 肥对盐肤木叶组织有机营养物质和矿质营养元素浓度的影响,此外,土壤的 N、Ca 含量以及 pH 值的作用程度如何?也是一个等待回答的问题。在研究盐肤木叶片营养物质浓度的可控性方面,只有对土壤中 N、P、K、Ca 的含量和 pH 值等因素进行

了全面比较,找出其中最为敏感的作用因子,才能得到调控盐肤木叶组织营养物质浓度最为经济的生产经营措施。

参考文献:

- [1] 王健,吴振廷,唐晓庆.角倍蚜对盐肤木叶片物质代谢的影响[J].昆虫知识,1995,32(6):363-366
- [2] 邱明生,赵志模,徐学勤.角倍蚜与其寄主间营养关系的研究[J].西南农业大学学报,1996,18(6):613-617
- [3] 张燕平,廖声熙,赖永祺.角倍蚜干母致瘿率与盐肤木复叶序数的相关性[J].林业科学研究,2000,13(5):530-538
- [4] 张燕平,廖声熙,杨力真.角倍蚜瘿内世代营养环境的初步研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2001,25(3):52-56
- [5] 钦俊德.植物对昆虫的防御:化学因素[A].见:昆虫与植物的关系[M].北京:科学出版社,1987.38-61
- [6] Haase D L, Rose. Vector analysis and its use for interpreting plant nutrient shifts in response to silvicultural treatments[J]. Forest science, 1995, 41(1):54-66
- [7] Johnson D W, Todd D E. Nitrogen fertilization of young yellow poplar and loblolly pine plantation at differing frequencies[J], Soil Sci Am J, 1988, 52, 1468
- [8] Gruber K, Dixon A F G. The effect of nutrition stress on development and reproduction in an aphid[J]. Entomol Exp Appl, 1988, 47: 23-30
- [9] 吴坤君,李明辉.棉铃虫营养生态学研究:取食不同蛋白质含量饲料时的种群生命表[J].昆虫学报,1993,36(1):21-28
- [10] 柯礼道.以化学纯饲料养北京的桃蚜[J].昆虫学报,1983,26:17-23

Study on Nutrient Conditions of Horned Gall Aphid and the Fertilization Effect of *Rhus chinensis*

SU Jian-rong, ZHANG Yan-ping, YANG Li-zhen, LIU Juan

(The Research Institute of Resources Insects, CAF, Kunming 650216, Yunnan, China)

Abstract: The concentrations of some contents in the leaves of *Rhus chinensis* were studied in this paper. The results indicated that the concentration of vitamin C and total amino acids in normal leaves without gall were 1.15% and 11.1%. But it reduced rapidly to 0.68% and 7.85% in leaves with horned galls hosted. The concentration of soluble sugar and tannin acid also changed between the leaves with and without galls hosted. A hypothesis based on this evidence is proposed that the development of gall tissue and metabolizing of gall aphids depleted huge amount of the two kind of substance and lowered their contents in the leaves of host tree. The fertilization effect of young tree is carried out by pot experiment: the growth of height, caliper, fresh weight and the size of leaves were affected by add different quantities of nitrogenous or phosphate fertilizer, the concentration of vitamin C was more susceptible to fertilizer than that of tannin and soluble sugar.

Key word: *Schlechtendalia chinensis*; *Rhus chinensis*; fertilization effect; nutrient conditions