

白藤苗期矿质营养的研究*

陈青度

(中国林业科学研究院热带林业研究所)

摘要 本文报道了白藤苗期无土栽培营养配方的选择, N、P、K元素的最佳营养配比, 营养元素缺乏的症状及对生长影响的研究结果。结果表明, 1/2 Machlis营养液, pH 5.0时较适合藤苗培养, 其中N、P、K以 $90 \times 10^{-6}(\text{ppm}) : 40 \times 10^{-6}(\text{ppm}) : 160 \times 10^{-6}(\text{ppm})$ 配比时更有利于藤苗生长。藤苗对缺素反应迟缓, 但经6个月培养仍呈现缺素症。培养期间, 缺素对植株地上部分生长影响较大, 而对根系生长影响较小, 从而显著降低了地上部分与根的鲜重比值。

关键词 白藤 营养液 N、P、K配比 生长 缺素症

植物对矿质元素的吸收能力及需求, 在种间或其不同生长发育阶段存有差异已广为人知。白藤(*Calamus tetradactylus*)原为热带森林内的棕榈科攀缘植物, 生境条件较为特殊。为满足日益增长的社会需求, 现已由野生转入人工栽培, 在创造适合的生境条件时, 合理地施用肥料是重要的一环。但藤类栽培历史不长, 在其矿质营养方面尚缺乏较细的研究。本试验从适合白藤苗期无土栽培的营养配方(包括浓度和pH值)选择, N、P、K营养的配比和主要矿质元素的缺乏反应及症状作了一些研究, 现将试验结果总结如下。

1 试验材料和方法

1.1 营养配方的选择

营养配方包括营养液的组成、浓度和pH值三个方面。

1.1.1 营养液组成选择 供试的有Machlis^[1]、Hongland和Cronip^[2]三个配方, 各组成如表1。

1.1.2 营养液浓度选择试验分三个梯度 标准浓度、1/2标准浓度和1/4标准浓度。

1.1.3 营养液pH值选择 用蒸馏水配制的营养液pH值为5.5。再以NaOH、HCl或H₂SO₄的稀溶液将营养液的pH值分别调节并维持在7个梯度, 即pH3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5。一般3~5 d调整一次。

1.1.4 试验用苗及培养条件 藤苗来自高州藤场的土培实生苗, 苗龄5个月。经洗净根系的藤苗, 用蒸馏水冲洗2次后, 水培于经遮光处理的塑料桶内, 然后在透光度约25%的遮雨棚内培养。每个处理4个重复, 一桶为1个重复, 植苗3株。以上三个选择试验均培养6个月。

1990—05—19收稿。

*本研究为加拿大国际发展研究中心(IDRC)资助项目内容之一。本所尹光天同志提供试验用苗, 陈英红同志参加了试验工作, 一并致谢。

表1 每升营养液中所含药品的数量

(单位: g)

药 品	配 方		
	Machlis	Hongland	Cronip
KNO ₃	0.506	0.607	1.011
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	1.181	0.945	—
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0.493	0.493	0.986
KH ₂ PO ₄	0.137	—	—
NH ₄ H ₂ PO ₄	—	0.115	—
CaSO ₄ ·2H ₂ O	—	—	0.630
Ca ₃ (PO ₄) ₂	—	—	0.250
Fe-EDTA液	1 (ml)	1 (ml)	1 (ml)
微量元素混合液 ^①	1 (ml)	1 (ml)	1 (ml)

注: ①微量元素混合液每升含2.86 g H₃BO₃, 1.81 g MnCl₂·4H₂O, 0.11 g ZnCl₂, 0.05 g CuCl₂·H₂O, 0.025 g Na₂MoO₄·2H₂O。

1.1.5 观测指标 叶面积(LI 3000型叶面积仪测定)、生物量。

1.2 藤苗缺素反应和缺素症

试验材料、培养方法和生长观测指标同上, 另加苗高、根长及外观表现观察。

试验处理为 -N、-P、-K、-Ca、-Mg、-Fe、-S, 以完全营养为对照(CK)。各处理的营养配方如表2。

表2 每升营养液中所含储备液的数量

(单位: ml)

储 备 液	处 理							
	CK	-Ca	-S	-Mg	-K	-N	-P	-Fe
1M Ca(NO ₃) ₂	2.5	—	2.5	2.5	2.5	—	2.5	2.5
1M KNO ₃	2.5	2.5	2.5	2.5	—	—	2.5	2.5
1M MgSO ₄	1.0	1.0	—	—	1.0	1.0	1.0	1.0
1M KH ₂ PO ₄	0.5	0.5	0.5	0.5	—	0.5	—	0.5
0.05M Fe-EDTA	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	—
微量元素混合液 ^①	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
1M NaNO ₃	—	5.0	—	—	2.5	—	—	—
1M MgCl ₂	—	—	1.0	—	—	—	—	—
1M Na ₂ SO ₄	—	—	—	1.0	—	—	—	—
1M NaH ₂ PO ₄	—	—	—	—	0.5	—	—	—
1M CaCl ₂	—	—	—	—	—	2.5	—	—
1M KCl	—	—	—	—	—	2.5	0.5	—
1M NH ₄ H ₂ PO ₄	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	—	—	0.5

①微量元素混合液同前。

1.3 N、P、K 营养配比试验

1.3.1 材料与栽培条件 以塑料桶为容器作砂培, 每日灌满营养液两次, 灌后排空, 营养液回收重复使用, 一个月更换新营养液一次。培养12个月。试验用苗及培养条件同上。

1.3.2 试验处理 N、P、K 三种元素各取三个水平, 即N(90、150、210)×10⁻⁶(ppm); P(20、40、60)×10⁻⁶(ppm); K(100、160、230)×10⁻⁶(ppm)。考虑三元素之间有交互作用, 试验选用正交表L₂₇(3¹³)设计, 共27个处理, 每个处理4个重复, 随机排列。

1.3.3 营养液配方 取1/2 Machlis配方为基本配方, 当N、P、K处不同配比时, 再根据矿质元素浓度对一般植物的允许范围^[3]作适当正负离子平衡, 使营养液的pH为5.5左右。10d调整一次。

2 结果与分析

2.1 适宜营养配方的选择

随着无土栽培的迅速发展, 所用营养配方也多种多样, 常因地区的气候条件、植物种类、栽培目的等因素而异^[3]。为使白藤苗期营养研究能较顺利进行, 这里取三种配方供试验选择之用, 并考虑白藤在热带林中生长较好的特定的生态条件, 故营养配方的选择试验包括了养分的组成、浓度和营养液pH值比较试验(图1)。图1结果表明, 白藤苗在Machlis配方营养液中培养时, 其叶面积增长比Hongland和Cronip两配方要高, 而且随pH值的变化影响较小。虽然在Hongland配方pH值为5.0时的藤苗生长有高的叶面积增长率, 但受pH值的影响最大。在实际进行溶液培养时, 溶液的pH值总会随着植株根系对离子的吸收而改变。因此, 可以认为在进行溶液培养时, 用Machlis配方优于Hongland和Cronip两配方。

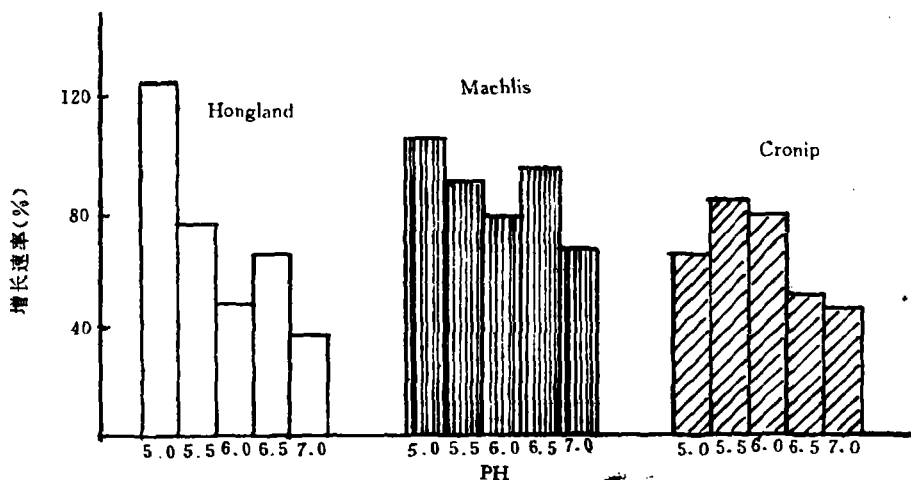


图1 叶面积增长与营养配方的关系

表3 营养液浓度对白藤苗生长的影响

营养液浓度	株均叶面积 (cm ²)	株均鲜重 (g)	株均干重 (g)
1 Machlis	68.69	2.680	0.978
1/2 Machlis	230.48	8.122	2.896
1/4 Machlis	113.57	4.543	1.623

表3结果还明显反应了营养液总盐浓度对白藤苗期生长有严重影响。Machlis原配方浓度太高, 减至一半时显著提高了生长量。其株均叶面积、鲜重和干重增至2~3倍。当浓度减至1/4时, 虽比原浓度有利, 但因营养物少, 生长量只及1/2浓度时的一半。

图2补充了图1结果的不足, 进一步扩大了pH值的试验范围。从藤苗株均叶面积和生物量都反映, 当pH值为5.0时最高, 证明营养液pH值为5.0时, 对白藤苗期生长最适。同

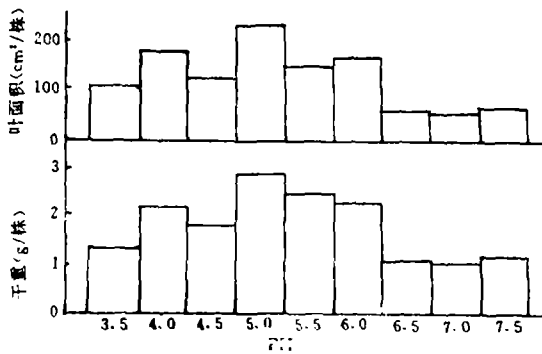


图2 藤苗生长与pH的关系

时,还反映了当pH值在4.0~6.0范围内,藤苗生长受pH值影响较小,证明是藤苗较能适应的范围。

2.2 白藤苗期对营养元素缺乏的反应

白藤苗期虽因生长慢而缺素反应迟缓,但较长时间(6个月)的培养,仍可表现出一定的缺素症状,并伴有生长量的明显反应(表4、5)。从试验结果中可见到完全营养的植株表现正常,生势较好。下面以完全营养为对照,分述藤苗对各营养元素缺乏时的反应。

表4 缺素对藤苗生长量的影响

处 理	苗 高		根 长		叶 数		主 根		叶 面 积	
	(cm)	(%)	(cm)	(%)	(片)	(%)	(条)	(%)	(cm²)	(%)
完全营养	32.45	100	49.83	100	6.00	100	4.67	100	308.34	100
-N	16.96**	52	43.79	88	3.88**	65	5.08	109	78.94**	26
-P	24.17**	74	54.58	110	4.50*	75	6.17*	132	164.68**	53
-K	25.50**	79	38.51**	77	5.21**	87	5.21	112	212.87*	69
-Ca	29.33*	90	27.42**	55	4.67**	78	5.17	111	216.14**	70
-Mg	22.42**	69	41.25	83	4.75*	79	6.29*	135	155.65**	50
-Fe	20.25**	62	29.50**	59	4.42**	74	4.50	96	126.77**	41
-S	26.92**	83	50.83	102	5.00**	83	4.42	95	207.52**	67

注:与对照配对t检验,**表示 $t_{0.01} \geq 3.71$,*表示 $t_{0.05} \geq 2.45$ 。

表5 缺素对藤苗生物量的影响

处 理	鲜 重				干 重									
	根		地上部分		根		地上部分							
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)						
完全营养	3.63	100	9.74	100	13.37	100	2.70	0.98	100	3.21	100	4.19	100	3.29
-N	3.11	85	3.29**	34	6.39**	48	1.10**	0.82	84	1.35**	42	2.17**	52	2.04
-P	4.67	128	5.10**	52	9.77*	73	1.11**	1.04	106	1.60*	50	2.63*	63	1.55**
-K	3.07	84	6.55*	67	9.62	72	2.12**	0.78	80	2.22	69	3.00	72	2.87
-Ca	4.21	115	7.58*	78	11.79	88	1.83**	0.90	92	2.45	76	3.35	80	2.77
-Mg	3.30	90	5.36**	55	8.66**	65	1.64**	0.64**	65	1.52**	47	2.16**	52	2.36*
-Fe	2.45*	67	4.42**	45	6.86**	51	1.90*	0.57**	58	1.49**	46	2.06**	49	2.70
-S	3.22	88	7.13**	73	10.35	77	2.20**	0.84	86	2.50	78	3.34	88	2.98

注:与对照配对t检验,**表示 $t_{0.01} \geq 3.71$,*表示 $t_{0.05} \geq 2.45$ 。

2.2.1 白藤苗期缺素表现的主要症状

- N 植株特别矮小、纤弱,全株叶片少而小,并且严重黄化,生长停滞。培养8~10周时,症状明显出现。

- P 叶柄缩短,老叶易枯黄,生长量明显下降。但根系生长良好。

-K 症状呈现较晚。开始仅是生长速度减慢，后期出现老叶黄枯、嫩叶退绿和根尖易坏死，根系发育较差。

-Ca 主要表现在藤苗植株各部分粗短，长度生长受抑制。尤其是根尖部分坏死，根系难以扩展。

-Mg 不同植物缺镁症状是不同的^[4,6]。白藤苗缺镁症状不十分明显，只是老叶较易枯黄，叶片绿色略淡和叶脉略显扭曲。但缺镁也会使生长量受到很大影响，并影响根系发育。

-Fe 呈现幼叶失绿症，而老叶仍保持正常的绿色，并影响根的生长量。

-S 自然界虽很少有发生植物缺硫现象，但白藤苗在缺硫培养时仍能呈现一定的缺硫症状，即一定程度的嫩叶黄化。

2.2.2 缺素对藤苗生长的影响 从表4和表5的结果表明，全部缺素处理的藤苗生长量均显著低于对照(完全营养)，包括苗高、叶片数、叶面积和地上部分鲜重。其中-N、-Fe处理对生长量影响尤为突出。-N时，上列指标分别只为对照的52%、65%、26%、34%。-Fe时分别是对照的62%、74%、41%、45%。同时，还可以看到全部缺素处理的地上部分与根的鲜重比值，显著低于对照。说明缺素处理对地上部分生长的影响大于对根的影响。而只有-K、-Ca、-Fe影响根长达显著水平，-Mg、-Fe显著影响根干重。另外，缺素处理的株均鲜重和干重低于对照。但培养6个月后能达到显著水平的只有-N、-P、-Mg和-Fe，说明该四种元素对白藤苗生长反应快而影响大。

2.3 N、P、K的适宜营养配比

N、P、K常称为植物必需的“三要素”，是林业生产中常施用的肥料。N、P、K三元素不同水平的配比，对白藤苗生长产生不同的反映(表6)。试验号5植株各部分的生长量及生物量均处最佳态，即高于其它所有处理。表明 $N_1P_2K_2$ 为所有处理中的最佳营养配比。方差分析结果(表7)证明了这一结果的有效性。白藤苗期的最佳营养配比 $N_1P_2K_2$ ，即 90×10^{-6} (ppm)N: 40×10^{-6} (ppm)P: 160×10^{-6} (ppm)K与红藤苗期最佳营养配比 150×10^{-6} (ppm)N: 40×10^{-6} (ppm)P: 160×10^{-6} (ppm)K^[7]有所不同，白藤比红藤要求较低的N素水平，这可能与白藤在苗期生长更慢有关。同时从方差分析中也可以看到，N、P、K之间的交互作用也尚未能反应出来，可能也是由于白藤苗期生长太慢，虽经1年时间的培养，但仍未能达到显著反应的缘故。

3 结语

(1) 用于白藤苗期无土栽培的营养液配方以Machlis配方为佳，当总盐浓度减半、溶液pH值为5.0时，更有利于藤苗的生长。pH值为4~6时能正常生长。

(2) 白藤苗期对营养元素缺乏反应迟缓，缺N反应最快也需8~10周。缺素处理对藤苗地上部分生长影响大，而对根系生长影响较小。因此，缺素时，显著地降低了地上部分与根的鲜重比。

(3) 以 90×10^{-6} (ppm)N: 40×10^{-6} (ppm)P: 160×10^{-6} (ppm)K配比的完全营养液对白藤苗期生长较有利，能具发达根系和良好的地上部分生长。

表6 NPK的不同配比与藤苗生长的关系

试验号	处 理			单 株 生 长 量					单 株 干 重		
	N	P	K	苗 高 (cm)	全苗长 (cm)	根 长 (cm)	叶 数 (片)	叶 面 积 (cm ²)	根 (g)	地上部 (g)	全 苗 (g)
1	1	1	1	34.96	64.33	29.38	6.67	494.64	1.80	5.37	7.17
2	1	1	2	35.38	68.67	33.29	7.17	538.68	2.63	6.69	9.32
3	1	1	3	31.54	60.79	29.25	6.54	452.85	1.53	4.79	6.32
4	1	2	1	34.50	69.75	35.25	6.67	512.34	2.34	6.28	8.63
5	1	2	2	42.42	78.92	36.50	7.21	636.30	2.50	8.22	10.72
6	1	2	3	35.00	67.04	32.04	6.65	519.36	2.49	6.46	8.95
7	1	3	1	35.08	67.00	31.92	6.42	542.66	1.94	6.02	7.96
8	1	3	2	34.92	66.71	31.79	7.04	539.80	2.15	6.61	8.76
9	1	3	3	38.00	69.67	31.67	6.67	560.77	2.19	6.47	8.66
10	2	1	1	28.67	57.25	28.58	6.29	324.68	1.32	3.98	5.29
11	2	1	2	34.58	66.50	31.92	6.79	520.62	1.93	6.46	8.40
12	2	1	3	31.08	61.50	30.42	5.79	428.52	1.80	4.93	6.73
13	2	2	1	27.63	56.08	28.46	5.46	306.01	1.08	3.34	4.43
14	2	2	2	32.17	61.83	29.67	6.04	447.54	1.62	4.47	6.09
15	2	2	3	32.04	63.33	31.29	6.17	426.93	2.00	5.28	7.29
16	2	3	1	36.33	67.08	30.75	6.50	559.16	2.40	6.67	9.07
17	2	3	2	32.21	62.75	30.54	6.69	421.99	1.69	5.10	6.79
18	2	3	3	28.75	54.50	25.75	6.04	315.75	1.15	3.65	4.80
19	3	1	1	28.83	53.50	24.67	5.17	424.79	1.25	4.62	5.87
20	3	1	2	38.50	69.33	30.83	7.03	554.84	3.17	6.78	9.95
21	3	1	3	29.58	56.46	26.88	5.75	373.07	1.33	4.17	5.50
22	3	2	1	39.42	72.96	33.54	6.57	553.09	2.25	7.13	9.37
23	3	2	2	35.13	66.42	31.29	6.42	503.70	2.20	5.86	8.06
24	3	2	3	29.38	58.08	28.71	5.25	368.90	1.07	3.55	4.62
25	3	3	1	34.13	60.25	26.13	5.50	424.51	1.68	4.62	6.32
26	3	3	2	22.83	59.96	27.13	5.57	453.15	1.28	4.28	5.56
27	3	3	3	33.25	63.75	30.50	5.54	465.18	1.61	4.98	6.59

表7 方差分析结果

自由度	F 值								
	苗 高	全苗长	根 长	叶 数	叶面积	根 干 重	地上部干重	全苗干重	
N	2	2.038(*)	2.751(*)	3.212*	5.579**	2.341(*)	1.516(*)	2.007(*)	1.893(*)
P	2	0.341	0.824	1.775(*)	0.123	0.056	0.134	0.055	0.074
K	2	0.325	0.386	0.317	1.978(*)	0.711	1.116	0.686	0.817
N × P	4	0.206	0.383	0.518	0.643	0.254	0.303	0.507	0.443
N × K	4	0.549	0.319	0.078	0.261	0.426	0.272	0.258	0.867
P × K	4	0.654	0.828	0.800	0.526	0.684	0.937	0.866	0.701
最佳组合		N ₁	N ₁	N ₁ P ₂	N ₁ K ₂	N ₁	N ₁	N ₁	N ₁

注: **表示 $F_{0.01} \geq 5.04$, *表示 $F_{0.05} \geq 3.17$, (*)表示 $F_{0.25} \geq 1.43$ 。

参 考 文 献

- 1 P B考夫曼著(陈小彭译). 植物生理学室内实验法. 北京: 科学出版社, 1981, 105~107.
- 2 西北农学院, 华南农学院. 农业化学研究法. 北京: 农业出版社, 1979.
- 3 马太和. 无土栽培. 北京出版社, 1985.
- 4 区约翰, 黎盛隆. 林木培育生理学基础. 上海科学技术出版社, 1987.
- 5 [德]K蒙格尔, [英]E A 克尔克贝著(张宜春, 刘同仇, 谢振翅等译, 1987.). 植物营养原理. 北京: 农业出版社. 1982.
- 6 中国科学院数学研究所统计组编. 常用数理统计方法. 北京: 科学出版社, 1973.
- 7 陈青度. N、P、K 营养元素的不同配比对红藤苗期生长的影响. 林业科学研究, 1990, 3(1): 90~94.

*A Study on Mineral Nutrition for Solution Culture
of the Seedlings of Calamus tetradactylus*

Chen Qingdu

(The Research Institute of Tropical Forestry CAF)

Abstract This paper deals with the choice of nutrient solutions for the solution culture of the seedlings of *Calamus tetradactylus*, the best ratio of N P K in nutrient solution for the growth of the seedlings, the symptoms of nutrition deficiency and the effects of nutrition deficiency on the growth of the seedling. The results showed that 1/2 Machlis nutrient solution at pH 5.0 was quite suitable for the solution culture of the seedling; the ratio of 90×10^{-6} (ppm) N: 40×10^{-6} (ppm) P: 160×10^{-6} (ppm) K was the best; the symptoms of nutrition deficiency appeared on the seedling very slowly, but after 6 months of solution culture some symptoms could be seen. During the solution culture, nutrition deficiency affected the growth of the above-ground more seriously than that of under-ground, therefore the rate of fresh weight of the above-ground to under-ground decreased.

Key words *Calamus tetradactylus* nutrient solution ratio of N P K
growth deficiency symptoms