

水萍氮磷鉀三要素試驗

廖 上 池 洪 國 源

摘要：南臺灣水萍繁殖極為普遍，在水田，排水溝，水池等地方是家畜禽魚類的好飼料。鑒於水萍富於蛋白質及炭水化物是一種極優良之青飼料，尤其是在夏天這些水萍產售成為有利的產業，其養料來源向僅靠市郊廢液溶解物，如用無機肥料做養料認為將可加速，其生育及改良品質。本試驗旨在明瞭在大規模經營時養料之氮磷鉀濃度應如何調配為其目標。

在59，60兩年試驗結果如下：適宜氮磷鉀濃度各為15，10，25 PPM，可用尿素過磷酸鈣及氯化鉀等無機肥料，為養料有必要時予添加鎂及鐵等要素，PH 保持於6.2，經此法養殖結果粗蛋白之含量最高可達25.88%。

一、引 言

水萍為魚類優良飼餌，亦為禽畜良好青飼料之一，其粗蛋白質含量高（據臺糖種畜場分析結果為26.28~34.77%），培養繁殖容易，產量高，故飼料價值高，惟目前水萍主要養料來源仍為都市污水中之溶解物質，養殖面積受限制，又不衛生為究明何種化學肥料及其對水萍之生長所需三要素最適宜濃度如何，而進行本試驗。本試驗計分二年進行（五十九年至六十年），第二年（六十年）依五十九年試驗結果再度調整氮與鉀的濃度，以精求水萍最適宜之氮磷鉀培養濃度，俾供企業經營及推廣之參考。

二、試驗材料與方法

(一) 試驗地點：本場畜牧課。

(二) 試驗時間：59年~60年。

(三) 試驗材料：

1. 供試品種一小葉種（葉者養殖品種）。
2. 利用塑膠水桶（15ℓ裝水14ℓ），用地下水培養。
3. 養料N用尿素， P_2O_5 用過磷酸鈣， K_2O 用氯化鉀。

(四) 試驗設計：採用 $3 \times 3 \times 3$ 複因子試驗，三重複，其處理如下：

59年

代 號	N	P_2O_5	K_2O
0	0	0	0
1	25	10	45
2	50	20	90

單位：ppm

60年

代 號	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	0	0
1	15	10	25
2	30	20	50

單位：ppm

每處理另加Mgo40ppm, Fe₂O₃5ppm PH調整為6.2

(四) 試驗方法：

1. 59年試驗時營養液每7日換1次，每次放萍苗10公克，每隔3天採收全量，再放苗10公克繁殖，共採收11次。2. 60年試驗時營養液每14日換1次，每次放萍苗10公克，每7日採收1次共採收8次。

三、試驗結果

59年試驗結果：

表一 不同水質及氮肥對水萍收量表（單位：公克，表面積每重複615.75cm²×3）

水別 肥料別 重複	地 下 水			自 來 水		
	硝 酸 鈉	硫 銨	尿 素	硝 酸 鈉	硫 銨	尿 素
I	133	92	140	78	35	46
II	143	86	112	78	31	40
III	141	84	111	60	29	35
合 計	417	262	363	216	95	121
指 數	344.6	216.5	300.0	178.5	78.5	100.0

註：為探明應採何種水質及氮肥較有利於水萍生長而進行本預備試驗。

表二 水萍三要素試驗收量表（單位：公克表面積615.75cm²）

處 理	I	II	III	合 計	指 數	與 污 水 處 理 比 較	
						產 量	指 數
000	157	162	175	494	100.0	98.3	100.0
100	187	189	183	559	113.2	102.7	104.5
200	154	161	169	484	98.0	87.7	89.2
010	181	198	163	542	109.7	97.3	99.0
110	204	187	190	581	117.6	95.0	96.7
210	159	166	153	483	97.8	74.0	75.3
020	159	181	161	501	101.4	94.7	96.3
120	182	179	203	564	114.2	93.3	94.9
220	166	170	163	499	101.0	81.3	82.7
001	173	178	178	529	107.1	104.0	105.8

101	187	199	185	571	115.6	102.0	103.8
201	177	161	156	494	100.0	87.7	89.2
011	196	193	183	577	116.9	109.0	110.9
111	226	210	197	633	128.1	103.7	105.5
211	192	196	182	570	115.4	86.7	88.2
021	175	183	189	547	110.7	104.0	105.8
121	194	187	201	582	117.8	93.0	94.6
221	171	158	187	516	104.5	81.7	83.1
002	179	177	176	532	107.7	105.3	107.1
102	174	181	183	538	108.9	97.3	99.0
202	165	157	169	491	99.4	86.3	87.8
012	193	181	195	569	115.2	107.7	109.6
112	190	203	205	598	121.1	99.7	101.4
212	188	168	186	542	109.7	78.3	79.7
022	199	195	214	608	123.1	118.7	120.8
122	175	186	184	545	110.3	83.3	89.8
222	169	170	164	503	101.8	74.7	76.0
CK						73.0	74.3

註：污水比較係第二批養殖之成績。

表三 兩 向 表

	N ₀	N ₁	N ₂	K ₀	K ₁	K ₂	磷之總計
P ₀	1555	1668	1469	1537	1594	1551	4692
P ₁	1638	1812	1595	1605	1780	1709	5095
P ₂	1656	1691	1518	1564	1645	1656	4865
氮之總計	4899	5171	4582	钾之總計			
K ₀	1537	1704	1466	4707			
K ₁	1653	1786	1530	5019			
K ₂	1709	1681	1536	4926			

表四 變 方 分 析 表

變 因	自 由 度	平 方 和	均 方	F 值	理 論 F 值	
					5 %	1 %
區 集 處 理	2	22.52	11.26			
	26	14,444.67	555.56	6.86***	1.74	2.18
N	2	6,436.96	3,218.48	39.72***	3.18	5.06
	2	3,027.63	1,513.82	18.68***	"	"
P	2	1,900.67	950.34	11.73***	"	"
K	2	269.63	67.41	0.832	2.53	3.72
NP	4	1,221.04	305.26	3.767***	"	"
NK	4	543.26	135.82	1.676	"	"
PK	4	1,045.48	130.92	1.613	2.13	2.88
NPK	8					
機 差	52	4,212.81	81.02			

60年試驗結果：

表一 各要素含量分析

處理代號	N %	P %	K %	Ca %	粗蛋白質%(N%×6.25)
000	1.58	0.127	2.63	9.70	9.88
001	2.04	0.098	2.06	9.30	12.75
002	1.23	0.123	2.56	6.95	7.69
010	1.87	0.324	1.28	10.55	11.69
011	1.93	0.209	3.50	7.05	12.05
012	1.87	0.269	3.50	7.50	11.69
020	1.98	0.440	2.00	7.35	12.38
021	2.04	0.449	3.31	8.10	12.75
022	1.87	0.416	3.19	7.50	11.69
100	3.68	0.175	1.50	6.75	23.00
101	3.62	0.075	2.00	7.60	22.63
102	3.33	0.051	2.25	7.75	20.81
110	3.62	0.202	1.25	7.40	22.63
111	3.44	0.232	2.25	6.85	21.50
112	3.44	0.209	2.44	6.55	21.50
120	3.68	0.409	1.56	7.75	23.00
121	3.73	0.344	2.26	6.55	23.31
122	4.03	0.354	2.44	6.70	25.19
200	3.68	0.113	1.00	7.00	23.00
201	3.97	0.120	1.50	8.10	24.81
202	3.91	0.122	1.50	5.90	24.44
210	3.97	0.297	1.00	6.20	24.81
211	3.85	0.220	1.31	7.55	24.06
212	3.85	0.242	1.56	6.95	24.06
220	4.08	0.382	0.88	6.15	25.50
221	3.97	0.371	1.38	6.10	24.81
222	4.14	0.423	1.69	6.45	25.88

表二 培養液三要素濃度對水萍，無機成份含量之影響（各成份%，9重複平均）

處理濃度 \ 成份含量	N %	P %	K %	Ca %
N ₀	1.82	0.273	2.67	8.22
N ₁	3.62	0.229	2.02	7.10
N ₂	3.94	0.254	1.31	6.71
P ₀	3.00	0.100	1.89	7.67
P ₁	3.09	0.245	2.04	7.40
P ₂	3.28	0.399	2.08	6.96
K ₀	3.13	0.274	1.48	7.65
K ₁	3.18	0.235	2.17	7.47
K ₂	3.07	0.245	2.35	6.92

表三 培養液N及K處理對水萍N及K含量之交互作用

鉀 平 準	N ₀	K% (三重復平均)			N ₀	N ₁	N ₂
		N ₀	N ₁	N ₂			
K ₀	1.97	1.52	0.96	1.81	3.65	3.91	
K ₁	2.96	2.17	1.40	2.00	3.60	3.93	
K ₂	3.08	2.33	1.58	1.66	3.60	3.97	

表四 收量(單位:公克,表面積315.75cm²共收3次)

處 理	I	II	III	合 (濕重)	計 (乾重)	指 數
000	149	153	154	456	29.7	100
100	182	192	200	574	37.3	125.6
200	200	197	193	590	38.4	129.3
010	148	155	163	466	30.3	102.0
110	252	257	244	753	48.9	164.6
210	231	235	205	671	43.6	146.8
020	150	147	157	454	29.5	99.3
120	222	219	220	661	42.9	144.4
220	193	196	186	575	37.4	125.9
001	150	165	157	472	30.7	103.4
101	189	206	198	593	38.5	129.6
201	197	191	202	590	38.4	129.3
011	168	173	173	514	33.4	112.5
111	302	302	289	893	58.0	195.3
211	281	278	274	833	54.1	182.2
021	167	170	167	504	32.8	110.4
121	254	273	256	783	50.9	171.4
221	241	243	206	690	44.9	151.2
002	161	161	167	489	31.8	107.1
102	202	198	205	605	39.3	132.3
202	197	202	197	596	38.7	130.3
012	172	171	182	525	34.1	114.8
112	294	303	280	877	57.0	191.9
212	257	269	252	778	50.6	170.4
022	167	165	162	494	32.1	108.1
122	254	286	264	804	52.3	176.1
222	220	246	231	697	45.3	152.5
對 照	183	192	183	558	36.3	122.2

對照組為一般活水(培養業者水池)

表五 兩 向 表

氮	磷			合 計	鉀			合 計
	0	1	2		0	1	2	
0	92	98	94	284	89	97	93	284
1	115	164	146	425	129	147	149	425
2	115	148	128	391	119	137	135	391
合 計	322	410	358	1,100	337	331	382	1,100
鉀	0	105	123	110	338			
	1	107	145	128	330			
	2	110	142	130	332			
合 計	322	410	363	1,100				

表六 變 方 分 析 表

變 因	自 由 度	平 方 和	均 方	F 值	理 論 F 值	
					5 %	1 %
氮	2	94,903.2469	47,453.1235	733.7597**	3.18	5.06
磷	2	33,515.2340	16,757.6420	259.1206**	3.18	5.06
鉀	2	11,035.2840	5,517.6420	85.3184**	3.18	5.06
氮 磷	4	13,559.2346	3,389.8037	52.4160**	2.56	3.72
氮 鉀	4	1,230.1234	320.0309	4.9486**	2.56	3.72
磷 鉀	4	3,530.1975	882.5494	13.6467**	2.56	3.72
氮 磷 鉀	8	1,172.1728	146.5216	2.2656*	2.13	2.88
區 集	2	644.7655	322.3828	4.9850*	3.18	5.06
機 差	52	3,362.9012	64.6712			
總 和	80	163,006.2099				

四、討 論 與 結 論

59年：

1. 本試驗經統計分析結果，處理間差異極為顯著，N.P.K 單獨施用亦達極顯著平準肥料效應僅用 N.K1% 水準。
2. 肥料適當用量為N25ppm，P₂O₅10ppm，K₂O45ppm。
3. 水萍水耕栽培宜採施地下水，氮肥施用尿素（因硝酸鈉價貴，不合乎經濟）。

60年：

1. 按表二結果：培養液N濃度增加時水萍N含量增加，但K及Ca 含量減低，培養液P濃度增加時，水萍P含量增加又N及K含量稍有增加，但 Ca含量稍有減低。培養液K濃度增加時，水萍K含量增加，但Ca含量稍有減低。
2. 按表三結果在無N培養液之下，比高N培養液之下培養液K處理對水萍_K含量增加較多，即無N培養液可促進水萍之K吸收，培養液之N及K處理對水萍N含量之影響並無交感作用。
3. 試驗結果，肥料適當用量P₂O₅與去年同為10ppm，N可由25降至 15ppm，K₂O 亦可45降至 25ppm則够。

4. 水萍可用地下水配以人工養料，N15ppm的尿素 P_2O_5 10ppm之過磷酸鈣， K_2O 25ppm之氯化鉀及若干要素 (MgO 40ppm， Fe_2O_3 5ppm) 並在 PH6.2情形下培養。

五、參考文獻

水萍培養觀察試驗初報 (57.12.17本場技正鐘猷麟)

六、附錄：水萍栽培參考要項

(一) 水萍形態及繁殖：

水萍又名青萍，浮萍。學名 *Lemna Paucicostata* Hegelm，英名 *Lemna Spp*，葉扁平三葉一端相集，葉下生鬚根懸垂水中，葉浮於水面，由葉和根之不同分別可分為小葉萍，大葉萍兩種：

1. 小葉萍——葉似稻殼狀，鬚根1支，長2~4公分。
2. 大葉萍——葉似南瓜種仁，較圓形，葉背淡紫色，故又名紫背浮萍，鬚根5—6支長度1~2公分。單一個母葉培養時，於適當條件下增生一小葉，假稱娘葉，後母葉再增生一小葉稱為子葉，完成三葉相集，次者娘葉生長為母葉，同時增生一個娘葉與母葉分離變二葉相集，再各增生一小葉（子葉）又成三葉相集。

(二) 培養觀察試驗：

1. 品種產量比較結果，小葉種比大葉種增殖快產量高。
2. 施肥與收量，葉色，鬚根之長短有關：肥分充足葉色濃綠，鬚根短，產量高，肥分不足葉淡綠至黃綠色，鬚根長（往下吸收養分），因之產量低。
3. 生長需要適當之日照，溫度與風靜氣候，最盛產期4~10月，最低產期12—1月。含水量高，乾燥率約6%。
4. 豬隻嗜性佳。

Experiment on NPK Requirements of Lemna Paucicostata Hegelm

By Shang. Chi LIAO

In South Taiwan, Lemna paucicostata Hegelm (an aquatic plant) is harvested extensively from rice paddies, drainage channels and ponds as one of the most preferred feeds for livestock, fowls and fishes. Its collection and sale constitute a profitable business. On account of the considerably high protein and carbohydrate contents, it is regarded as a superior green fodder plant especially in summer.

Dissolved matters from the urban are the only source of nutrients for this plant. It is suspected that inorganic fertilizers may be highly effective in hastening its growth and improving its quality. This experiment is to be conducted for clarifying the optimum concentrations of N, P and K in the aqueous medium for commercial cultivation of this plant.

We carried out this experiment from 1970 to 1971. It concluded:

1. Optimum concentrations of cultivation for this plant of N, P and K are 15:10:25 P.P.M.
2. Urea, Ca-superphosphate and KCl may be available for commercial cultivation, if necessarily Mg, Fe would be added and PH hold in 6.2.
3. Analysis on crude protein ranged from 7.69 (0:0:50 P.P.M.) to 25.88% (30:20:50 P.P.M.)