

ゴクラクチョウカの発芽促進処理と実生の生育について

石 畑 清 武

(昭和 50 年 8 月 29 日 受理)

Studies on the Promoting Germination and the Growth of Seedling in *Strelitzia reginae* Banks

Kiyotake ISHIHATA

(Ibusuki Experimental Botanic Garden)

緒 言

ゴクラクチョウカ Bird of Paradise Flower, *Strelitzia reginae* Banks は南アフリカ原産の多年生草本植物で、そのエキゾチックな花容と花色によって近年切り花としての需要が急速に高まってきた。一方、種子の発芽率は非常に低く、栽培の上で大きな障害となっている。しかしながら発芽についての研究報告は少く^{33,35)}、目下のところ栽培者の勘と経験によって生産が行われているのが実情である。この植物の種子の形態、発芽ならびに発芽促進に関する基礎的研究は実際栽培の上だけでなく、植物形態、発芽生理などの面からもきわめて重要である。従来の知見からこの種子は硬実と推定されるところから各種の硬実種子の発芽促進、休眠打破などで使用されている濃硫酸、Gibberellic acid, Ethrel (2-chloroethylphosphonic acid), Ethylene chlorohydrin などによる処理を行い、これらが種子の発芽ならびに幼植物の生育に及ぼす影響を検討するとともに、形態、組織についての観察もあわせ行ない、二三の結果を得たので報告する。

本研究を行うに際し、懇篤なる指導と論文の校閲を賜った農学部教授小倉弘司博士に深甚の謝意を表す。また本実験は植物試験場川畑久雄技官、有田重信技官の協力をいただき、特に調査は伊藤節氏に負うところ大きく謝意を表する。

材料ならびに実験方法

種子は鹿児島大学農学部指宿植物試験場において、無加温ビニールハウスで栽培した株より採種し、採種後 20~40 日経過した種子のうち形状がほぼ同様のものを選び出し、各実験処理区に 50 粒宛供用した。

発芽用土は直径 0.5~1 mm の篩別した川砂を水洗し、腐植などを除去、蒸気消毒を行った後実験に供した。発芽床は 4 号素焼鉢を用いた。鉢底に少量の小

砂利を入れ、これに前述の用土を 0.55 kg 充填、1 鉢に 50 粒まきとし、1 鉢をもって 1 区とした。覆土は 0.5 cm とした。発芽は恒温器あるいは電熱温床を用い、所定の温度のもとで行い、覆土上に幼芽葉が現われた時を発芽日とした。覆土表面より葉端までの長さとし、地際部の基部の直径を測定し、それぞれ草丈、茎径とした。各実験ともは種後 65~70 日間調査した。

実験 I 種子の形態および発芽様式

栽培中の 1,200 株のなかから 60 株を無作為抽出し、人工授粉を行って得られたさく果 118 個の稔実、形態ならびに種子の形態を調査した。またこれらの種子を用い 30°C の電熱温床内に置床し発芽させ、その経過を調査した。

実験 II 化学物質処理による発芽促進

a 濃硫酸と Gibberellic acid による処理効果

Table 2 にしめした処理を行い 25°C の電熱温床内に置床し発芽させた。濃硫酸処理区は濃硫酸 50 cc 中に種子 50 粒あて投入攪拌し、それぞれの処理時間浸漬した後 30 分間水洗した。濃硫酸と Gibberellic acid との組み合わせ処理区では濃硫酸で処理したのち 30 分間水洗し、その後さらに 24 時間 Gibberellic acid 液に浸漬した。濃硫酸のみの処理区は処理後 30 分間水洗しさらに 24 時間水に浸漬した。なお対照区は 24 時間水に浸漬した。

b 濃硫酸, Gibberellic acid, Ethrel および Ethylene chlorohydrin の処理効果

Table 3 に示したような濃硫酸, Gibberellic acid, Ethrel あるいは Ethylene chlorohydrin による組み合わせ処理の効果を検討した。なお Ethrel 気浴処理は Ethrel 10 cc を注入した 500 cc フラスコ内に種子をガーゼ袋に入れてつるし 24 時間処理した。Ethylene chlorohydrin 処理は濃硫酸処理を行い、30 分間水洗したのちそれぞれの処理液に 12 時間浸漬した。各処理後 25°C および 30°C に調節した恒温器

内に置床は種した。

c 異なる温度条件下における濃硫酸、Gibberellic acid および Ethrel との組み合わせ処理の効果

Table 4 に示したように前実験と同様の処理を行い恒温器を用い、20, 25, 30°C, 電熱温床では 25°C, 30°C の温度条件下で発芽させ、これらが発芽におよぼす影響を検討した。

実験Ⅲ 濃硫酸処理ならびに傷付処理種子の吸水量と種子組織の変化

種子を精選し Table 6 に示したような処理を行った。濃硫酸5分処理区は処理後30分間水洗した。傷付け区は種皮を胚乳がわずかに露見できる程度1ヶ所イナフで切除処理し、無処理を対照として一斉に30°C 恒温器内で水に浸漬した。経時的にこれらの縦径、横径、重量を計測し吸水に及ぼす影響を調査した。無処理と濃硫酸5分間処理の種皮組織はハンドセクションにより顕微鏡で検討した。

結 果

実験Ⅰ 種子の形態および発芽様式

1) *Strelitzia reginae* Banks の種子形態

種子は三心皮三室子房の中軸縁胎座の子房が発達したさく果内に9~30粒、平均18.4粒、まれに50~60粒稔実する。秋~冬には開花後178日、春~夏には153日前後で完熟する。完熟するとさく果は縦裂する (Plate 1, 2)。

種子は縦径 0.7~0.9 cm, 横径 0.65~0.75 cm の楕円形、種皮は表皮、柔組織、厚膜細胞 (内表皮) からなっている。種子1粒の重さは約 0.2~0.22 g (Table 1)。種子は有胚乳、単子葉種子、胚は種子の縦軸に対しほぼ同一方向をとり中央部に位置し、長さ約 5.9~7.4 mm, 中央部の径が 1.4~2.8 mm の紡錘形で基部は種皮に接している (Plate 3)。胚乳は粉質、無胚種子が約 1.5% 存在する。またまれに無胚乳種子がみられる。へそは縦軸先端側のやや横にある。へそ部分には黄色綿毛状の種衣 (仮種皮) をつけている。

2) 発芽様式

胚は吸水肥大すると種皮に面した先端が伸びはじ

め、子葉状の柄となって伸長し、種皮を押し破り突出する。突出した先端は子葉状柄に対し直角にとっくり状に肥大し Button を形成する (Plate 4, 5)。その一端から円筒状の鱗片が伸び、中から幼芽葉が伸びる。幼根は下部側から発生する。幼根の伸長は急速に行われる。発芽様式は種子に対し隣接舌状型¹⁷⁾に類別されるものであった。

種子内には子葉の葉身に相当する部分がある。胚乳を養分として利用すると同時に、幼根が急激に発達することにより生長は一層促進される。幼芽葉が1枚発生したのちに本葉が発生する。

実験Ⅱ 化学物質処理による発芽促進

a Table 2 に示す通り、濃硫酸10分間処理が発芽促進の効果がもっとも高く、5分間処理区の発芽はやや遅延したが、発芽率は10分間処理より高い結果となった。40分間以上の処理区では発芽は認められなかった。

濃硫酸と Gibberellic acid の併用処理を見ると、50 ppm 浸漬との組み合わせ処理による効果が非常に高い。特に濃硫酸5分間と Gibberellic acid 50 ppm との処理区は種15日後より発芽が見られ、発芽促進と発芽率の増大効果が認められた。濃硫酸処理と Gibberellic acid 200 ppm 組み合わせ処理区は Table 2 にしめすように 50 ppm 処理区より若干の発芽促進をもたらせたが、発芽率では濃硫酸と Gibberellic acid 50 ppm の組み合わせ処理区に劣った。濃硫酸20分 Gibberellic acid 50 ppm 処理区では6%の低い発芽率であったのに対し、Gibberellic acid 200 ppm との組み合わせ処理区では34%であったが、いずれも無処理区に劣った。Gibberellic acid 単用24時間処理では200 ppm が50 ppm より高い発芽率を示し、高濃度発芽促進の傾向がみられたが、いずれも無処理の発芽率36%に劣った。

無処理と濃硫酸処理区の発芽実生に比べて、Gibberellic acid 処理実生苗は幼芽状葉と本葉柄が非常に細く弱々しい伸長を示した (Plate 6)。濃硫酸処理と Gibberellic acid 200 ppm 組み合わせ処理区では特にこの傾向が顕著であった。

Table 1. Size of capsules and seeds of *Strelitzia reginae* Banks.

Number of investigated capsules	Capsules			Seeds			
	Length cm	Diameter cm	Weight gm	Number of seeds included in capsule	Weight per grain gm	Length cm	diameter cm
118	6.05±1.00	2.35±0.48	8.36±3.41	18.37±11.34	0.23±0.05	0.81±0.09	0.72±0.06

Table 2. Effect of sulfuric acid and gibberellic acid treatment on the germination of seeds of *Strelitzia reginae* Banks.

Treatment			Number of germinated seeds															Total	Germination percentage	Mean days needed to germination
Sulfuric acid	Gibberellic acid 50 ppm	Gibberellic acid 200 ppm	Days after sowing																	
			15	16	17	20	21	22	23	27	30	34	38	44	47	50	55		%	
5 min						4	2	1	2	3	3	2	2			2		21	42	28.5±8.47
10 "				3	1	5	4		1	1	1	1						17	34	21.4±4.75
20 "										3	3	1			1	1		9	18	32.9±7.52
40 "																		0		
60 "																		0		
non	24 hr											2	1	1	1	2		7	14	42.4±6.54
5 min	24 "		2			2	1	2		4	11	4	3	3	2	1		35	70	31.4±8.82
10 "	24 "						2			4	7	2	4	1	1			21	42	31.9±6.67
20 "	24 "		1								2							3	6	25.3±8.09
40 "	24 "																	0		
60 "	24 "																	0		
non		24 hr							1	1		1	2	4	3	2	2	16	32	42.9± 8.75
5 min		24 "			1	2	2	1		1	7	3	2	1				20	40	29.0± 6.91
10 "		24 "				1	3	2	2	2	3	2	1		1	1	1	19	38	30.3±10.25
20 "		24 "	1			1	2		3	1	3	2	1	2	1			17	34	29.7± 9.13
40 "		24 "					1											1	2	21.0± 0
60 "		24 "																0		
Control											2	2	6	6	2			18	36	39.7±5.21

50 seeds were sown in each treatment in electric-heated hotbed at 25°C

Table 3. Effect of chemicals and temperature on the germination of seeds of *Strelitzia reginae* Banks.

Treatment	25°C		30°C	
	Germination percentage	Mean days needed to germination	Germination percentage	Mean days needed to germination
Gibberellic acid 200 ppm 24 hr	10	42.8±9.81	4	34.5±2.12
Gibberellic acid 1000 ppm 24 hr	18	36.1±9.13	0	
Sulfuric acid 5 min, Ethylene chlorohydrin 2360 ppm 24 hr	42	31.6±6.64	10	33.4±6.02
Sulfuric acid 10 min, Ethylene chlorohydrin 2360 ppm 24 hr	48	25.8±7.31	12	27.1±7.70
Sulfuric acid 5 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, Ethrel 500 ppm 24 hr	68	37.4±8.38	12	28.0±4.89
Sulfuric acid 5 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, Ethrel gass 24 hr	42	31.1±5.61	26	23.5±7.35
Sulfuric acid 10 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, Ethrel 500 ppm 24 hr	32	28.5±6.57	20	22.5±4.50
Sulfuric acid 10 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, Ethrel gass 24 hr	62	25.4±5.47	24	24.9±7.94
Sulfuric acid 5 min, Ethrel 500 ppm 24 hr	42	33.9±7.22	0	
Control	24	37.2±11.34	2	41.0±0

Seeds were sown in electric-heated hotbed

b Table 3 に示す通り、無処理の場合には 25°C が高い発芽率を示した。

化学物質処理を行うと 30°C で若干発芽促進の傾向がみとめられるが、発芽率は 25°C よりもかなり低い結果を示した。

濃硫酸、Gibberellic acid 50 ppm と Ethrel 500 ppm との組み合わせは、25°C が 30°C よりはるかに高い 68 % の発芽率を示し、無処理の 24 % に比べかなりの効果が認められた。同様の組み合わせ処理のうち濃硫酸による処理時間と Ethrel 処理法との関係を見ると、濃硫酸 10 分間処理区では 25°C の場合は気浴処理の方が浸漬処理より効果が大であった。30°C でも気浴処理が浸漬処理より発芽率は高いが、無処理との大きい差は得られなかった。濃硫酸単用処理と比較すると硫酸、Gibberellic acid, Ethrel の組み合わせ処理では 30°C より 25°C の方が発芽率高く、無処理も同様の傾向をしめしている。

濃硫酸と Ethylene chlorohydrin 2,360 ppm の組み合わせ処理は 25, 30°C とともに無処理より発芽促進効果が認められ、濃硫酸 10 分との組み合わせ処理では 25°C で平均発芽日数 25.8 日、発芽率 48 % を得たが、同処理の 30°C では発芽率、発芽日数のいずれも 25°C に劣った。Gibberellic acid 単用処理は 200, 1,000 ppm とともに無処理に劣った。

無処理の場合、25°C 区は 30°C 区に比べて発芽率、

発芽日数ともに勝っていた。このことは少くともこの種子の発芽適温は 30°C 以下にあることを示唆するものと言えよう。

c 無処理の場合は恒温器内 20°C で 28 % が発芽したが、25°C は 14 %, 30°C 区では全く発芽しなかった。電熱温床では 25°C で 36 % の発芽率をしめし、30°C はやや劣り、発芽適温範囲は 30°C 以下にあるものと思われた。

濃硫酸単用は 5 分間処理で発芽促進効果が高く、特に 20°C と 25°C において高い発芽率を示した。発芽所要日数は濃硫酸による処理時間の長い程短くなったが、発芽率は 5 分処理の方が勝っていた。

濃硫酸 5 分と Gibberellic acid 50 ppm 24 時間組み合わせ処理は濃硫酸 5 分単用処理より発芽促進効果が高まり恒温器、電熱温床ともに 25°C でもっとも高い発芽率を示した。濃硫酸 10 分との組み合わせ処理は 5 分処理より発芽速度は促進されたが、発芽率は 5 分処理よりかなり劣った。

Gibberellic acid 50 ppm 単用 24 時間処理では電熱温床の 25°C で発芽促進効果を認め、恒温器でも 25°C が 20, 30°C よりすぐれていたがいずれも無処理より効果は低かった。

濃硫酸 5 分、Gibberellic acid 50 ppm 24 時間、Ethrel 500 ppm 24 時間の組み合わせ処理は各温度共に無処理より高い発芽率を示し、電熱温床では 25°C >

Table 4. Effect of chemicals and temperature on

Treatment	20°C	
	Germination percentage	Mean days needed to germination
Sulfuric acid 5 min	52	25.61±6.91
" 10 min	20	24.30±3.87
" 15 min	2	26.00±0
Sulfuric acid 5 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr	60	28.56±9.00
" 10 min, "	20	19.70±3.98
Gibberellic acid 50 ppm 24 hr	6	33.66±4.93
Sulfuric acid 5 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, Ethrel 500 ppm 24 hr	56	25.75±6.31
Sulfuric acid 10 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, Ethrel 500 ppm 24 hr	0	
Ethrel 500 ppm 24 hr	34	37.70±7.15
Sulfuric acid 5 min, Ethrel 500 ppm 24 hr	62	26.35±6.44
" 10 min, "	4	20.00±0
Control	28	36.00±4.80

Seeds were sown in electric-heated hotbed and incubator

30°C, 恒温器では 20°C≡25°C>30°C という発芽の傾向を示した。

濃硫酸 10 分処理と Gibberellic acid, Ethrel 組み合わせ処理は各温度共にその効果は認められなかった。

Ethrel 単用処理では, 恒温器内では各温度とも無処理より幾分高い発芽率を認めた。電熱温床では無処理に若干劣ったが, 25°C 34%, 30°C 26% の発芽率で発芽温度の範囲は 20~25°C と推測される。

濃硫酸 5 分, Ethrel 500 ppm 24 時間処理は各温度共に濃硫酸単用および無処理より高い発芽効果を示し, 電熱温床 30°C ではもっとも高い発芽率が得られ, Ethrel の発芽におよぼす効果が大きいと思われる (Table 4)。

恒温器内では高温によって一部の種子の発芽促進効果がみられるが, 発芽率は低温程高い傾向を示した。

濃硫酸 10 分 と Ethrel の組み合わせ処理は無処理より発芽率は低かった。

発芽苗の生長に対する Gibberellic acid の影響は Table 5 に示した。すなわち Gibberellic acid 処理では幼苗の伸長促進作用がみられた。特に草丈と基部茎径との比についてみると, 濃硫酸との組み合わせ処理はその傾向がより大きいことがうかがわれる。

実験 III

結果を Table 6 に示した。吸水量は種皮傷付処理区がもっとも多かった。硫酸処理区では浸漬 48 時間

後の時点で無処理区の約 1.2 倍を吸水しており, 硫酸処理によって種皮の吸水阻害が緩和されることが認められた。

無処理種子の種皮組織は Plate 7 に示すように正常で均質であるが, 濃硫酸 5 分間処理の種皮は厚膜組織まで壊れている。なお濃硫酸 20 分間処理は種皮組織がもろくハンドセクションが困難であった。

考 察

Strelitzia reginae Banks の種子は種後短期間で発芽が見られるところから (Table 2), この種子には休眠による発芽抑制はなく, 一般栽培で問題となっている発芽遅延は, 硬実によるものと考えられる。

各種の硬実種子の発芽促進については Scott^{28,29)} による Strawberry 種子に対する硫酸処理実験をはじめ Hutton (*Phaseolus atropurpureus*),¹⁶⁾ Phipps (*Pueraria kudzu*),²⁷⁾ Gray (*Leucaena glauca*),¹⁴⁾ Bogdan (*Glycine javanica*)³⁾ など各種の植物についての報告がある。

本実験においても, 硫酸処理が発芽促進に有効である結果を得た。この濃硫酸処理による発芽促進は種皮その他の組織の吸水阻害を打破する上で大きな役割を果たしたものと考えられる。

濃硫酸処理した種子は表皮組織が崩壊し, 柔細胞組織および厚膜細胞組織にもかなりの変化が認められた

the germination of seeds of *Strelitzia reginae* Banks.

Incubator				Electric-heated hotbed			
25°C		30°C		25°C		30°C	
Germination percentage	Mean days needed to germination	Germination percentage	Mean days needed to germination	Germination percentage	Mean days needed to germination	Germination percentage	Mean days needed to germination
46 12 0	20.39±5.75 19.00±5.35	34 18 2	20.64±7.05 16.55±2.94 13.00±0	46 6 0	24.65±4.28 24.33±5.31	24 6 2	25.25±5.84 17.33±3.29 14.00±0
68 26	22.97±6.70 17.38±5.10	36 28	20.05±8.86 13.85±2.38	60 6	26.63±5.65 22.66±12.28	56 6	16.57±5.37 17.66±5.24
10	25.80±7.80	6	26.66±5.72	40	36.15±6.61	32	35.12±7.50
56 0	20.89±5.98	28 0	20.28±9.58	62 0	25.83±6.27	60 0	22.03±7.53
20	30.10±9.39	6	30.33±4.55	34	32.29±5.46	26	31.46±5.49
56 2	18.50±3.60 16.00±0	34 6	17.23±3.24 14.00±1.41	66 0	27.00±5.40	68 2	19.94±5.98 15.00±0
14	27.85±5.98	0		36	37.11±7.62	32	38.93±7.30

Table 5. Effect of chemicals and temperature on the

Treatment	Days after sowing	20	
		Number of seedlings	Average in height (A) cm
Sulfuric acid 5 min	26 60	7 26	1.90 6.78
" 10 min	26 60	7 10	1.27 7.81
" 15 min	26 60		
Sulfuric acid 5 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr	26 60	4 30	2.50 8.29
Sulfuric acid 10 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr	26 60	10 10	2.62 8.06
Gibberellic acid 50 ppm 24 hr	26 60	3	1.75
Sulfuric acid 5 min, Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, Ethrel 500 ppm 24 hr	26 60	10 28	2.56 10.32
Ethrel 500 ppm 24 hr	26 60	18	7.21
Sulfuric acid 5 min, Ethrel 500 ppm 24 hr	26 60	9 31	1.90 9.64
Sulfuric acid 10 min, Ethrel 500 ppm 24 hr	26 60	2	10.00
Control	26 60	14	8.27

Table 6. Water absorption by seeds after various pretreatment of *Strelitzia reginae* Banks. Average values of 100 seeds each.

Treatment	Length mm	Width mm	Thick- ness mm	Weight gm	Water absorption by seed in percentage %
Water, Before soaking in Water After 12 hr in Water	7.65 8.06	6.21 6.71	6.06 6.27	0.205 0.227	100 110.8
Water, Before soaking in Water After 24 hr in Water After 48 hr in Water	8.19 9.11	6.43 6.81	6.07 6.40	0.224 0.250 0.253	100 111.6 112.9
Wounding, Before Wounding After 24 hr in Water After 24 hr in Water	8.13 8.44	6.13 6.50	5.75 6.28	0.193 0.229 0.242	100 118.6 119.1
Treatment with Sulfuric Acid for 5 min, Before the Treatment After 24 hr in Water After 48 hr in Water	7.94 8.49	6.32 6.82	6.15 6.69	0.204 0.240 0.243	100 118.8 119.1

Temperature of water was kept at 30°C

growth of seedlings of *Strelitzia reginae* Banks in incubator.

°C		25°C				30°C			
Diameter of base (B) cm	A/B	Number of seedlings	Average in height (C) cm	Diameter of base (D) cm	C/D	Number of seedlings	Average in height (E) cm	Diameter of base (F) cm	E/F
0.207 0.263	9.17 25.78	19 23	2.88 12.34	0.266 0.311	10.82 39.67	14 7	4.57 13.77	0.351 0.312	13.02 44.13
0.177 0.204	7.17 38.28	5 6	3.06 6.75	0.240 0.350	12.75 19.28	7	3.90	0.231	16.88
						1	3.40	0.200	17.00
0.210 0.270	11.90 30.7	24 34	3.35 14.60	0.217 0.280	15.34 52.14	14 9	6.63 10.36	0.237 0.286	27.97 36.22
0.148 0.218	17.70 36.97	11 13	3.75 16.10	0.156 0.360	24.03 40.72	14	7.90	0.216	36.57
0.175	10.00	3 5	2.33 17.63	0.222 0.326	10.49 54.08	1	9.90	0.300	33.00
0.192 0.301	13.33 34.28	22 28	4.35 14.41	0.238 0.281	18.27 51.28	12 6	5.73 14.36	0.275 0.303	20.83 47.39
0.324	22.25	4 10	1.75 8.22	0.232 0.300	7.54 27.40	1 2	1.80 12.75	0.190 0.275	9.47 46.36
0.211 0.324	9.00 29.75	25 28	3.33 16.52	0.272 0.296	12.24 55.81	17 9	4.55 14.60	0.288 0.283	15.79 51.59
0.340	29.41	1	13.00	0.300	43.33	2	5.25	0.305	17.21
0.297	27.84	3 7	1.26 12.81	0.266 0.293	4.73 43.72				

(Plate 7). 硫酸処理した種子の吸水量は種皮傷付処理にほぼ近い量であり (Table 6), 吸水をよくすることが発芽効果を高めるのに主要な役割りを果たしたもののと思われる。

濃硫酸による処理時間については, 10 分間処理は 5 分間処理にくらべ発芽がさらに促進されたが, 発芽率は逆に低下した。これは硫酸処理が種皮の吸水を阻害する組織に対する影響のみでなく, 胚, 胚乳にまで及び, 発芽率の低下をもたらしたものと考えられる。

Afanasiev²⁾ は *Cercis canadensis* の種子において濃硫酸 30 分処理の効果を認めているが, 本実験においては *Strelitzia reginae* の 40 および 60 分間処理区では Gibberellic acid 200 ppm との組み合わせ処理において, 唯一件が発芽した以外は, すべて不発芽となっており, これら未発芽の種子はほとんど死滅腐敗していた。このことから 40 分あるいは 60 分という長時間にわたる処理では処理が強すぎて胚の部分にまで影響がおよび, 障害を引き起こしたものと推定され

る。高濃度, 長時間処理についてはエンドウ²⁵⁾でも同様の結果が報告されている。濃硫酸による処理では 5 分間処理が発芽率の向上ならびに発芽促進に有効であることがしめされたが, これはハワイ地方で推奨されている 5 分間処理の合理性を実証するものであろう。³⁵⁾

濃硫酸と Gibberellic acid との組み合わせ処理は濃硫酸 5 分, Gibberellic acid 50 ppm 24 時間の組み合わせ処理がもっとも効果的であった。濃硫酸 20 分, Gibberellic acid 200 ppm 処理は, 同濃硫酸 20 分処理, Gibberellic acid 50 ppm より高い発芽率を示した。これは高濃度の Gibberellic acid が発芽障害に対し緩和する作用を有するためかその他の機作によるものか明らかでない。Gibberellic acid 200 ppm 24 時間処理は 50 ppm よりも発芽促進の効果が認められた。

Gibberellic acid 50 ppm, 200 ppm, 1,000 ppm 24 時間単用処理は各実験共に無処理に劣り, かえっ

て発芽障害を生起していると思われる結果を示した (Table 2, 3).

Strawberry は 25~100 ppm,²⁴⁾ 茶種子 1,000 ppm 24 時間,¹¹⁾ 光感光性種子では 100~300 ppm¹⁸⁾ で Gibberellic acid 処理効果が報告されている。しかしながら *Strelitzia reginae* においてはこれらと異って Gibberellic acid 単用効果を生じなかったが、他の組み合わせ処理では前述のごとく高い効果が得られた。したがって更に他の薬品と組み合わせ処理することにより種子発芽促進の可能性が思慮される。

Gibberellic acid 処理による茎葉の伸長促進作用は *Lactuca sativa*,¹⁰⁾ *Lepidium sativum*,¹⁰⁾ Dwarf peas^{21,30)} はじめ各種の植物の生育過程で認められている。本実験でも Gibberellic acid 処理は対照区の無処理に比較して発芽後の草丈の伸長が顕著であり、高温ほどその伸長が大であった (Table 5)。また高濃度処理区は特に伸長が著しく (Plate 6), Garden pea,⁶⁾ イネ,²⁶⁾ 花卉種子^{5,13,15)} と同様な結果を示した。種子内に浸透した Gibberellic acid は発芽後養水分と共に幼植物に移行^{4,20)} し、細胞肥大^{4,23,26)} や細胞増加を生起し、⁴⁾ 高温ほどその傾向が大であることが知られている。したがって生長促進には有効であるが、健苗育成の上からは適当な処理濃度について十分な検討を要するであろう。Gibberellic acid 処理の単用または他の薬品との組み合わせ処理では、実生苗の幼芽葉¹⁷⁾ や葉柄の表皮細胞は無処理に比べ若干幅が狭く伸長する現象を示した (Plate 8)。

Ethrel の種子発芽に対する促進効果は Strawberry,^{19,24)} Peanut,²⁰⁾ *Strigium lutea*⁸⁾ などで認められており、本実験の 500 ppm 24 時間処理でも若干の発芽促進効果が認められた。特に濃硫酸 5 分、Gibberellic acid 50 ppm 24 時間併用処理は各発芽温度とも相当な発芽および発芽促進効果が見られた。しかしながら濃硫酸 10 分以上との併用処理では若干発芽促進がうかがわれたが発芽率の低下が見られた。Ethrel による発芽促進は濃硫酸処理による種皮組織の透水性増加にともなって Ethrel の透入も増加して Ethylene の生成が増大しその影響によるものと推察される。高温下での Ethrel の処理実験ではその効果にかなりの変動が見られ、一定の傾向はみとめがたいことが報告^{19,24,26)} されているが、本実験でも温度差による効果は確認しがたい。Strawberry に対しては 1,000~5,000 ppm^{19,24)} の Ethrel 濃度が有効であることから *Strelitzia reginae* でも 500 ppm 以上の高濃度での処理実験を試みる要があろう。

Ethylene の発芽促進効果は Lettuce,^{1,31)} Clover,⁹⁾ 硬実種子,⁹⁾ 休眠および非休眠種子²²⁾ などで報告されている。また Gladiolus,³⁴⁾ Potato,⁷⁾ カシ¹²⁾ についても Ethylene chlorohydrin による休眠覚せいの効果が報告されている。本実験の場合は Ethylene chlorohydrin 2,360 ppm のみの成績であるため問題はあるが、対照区に比べて発芽の増大および発芽の促進傾向が認められる (Table 3)。

Strelitzia reginae 発芽に関して 30°C 前後を適温とした報告³³⁾ があるが、発芽温度 30°C の条件下では発芽促進の効果は認められる反面発芽率の低下を生じるところから 20~25°C が発芽の適温範囲と推定される。

仮種皮 (種衣) のは種前剥離は若干の発芽促進を予備実験で認めているが、剥離作業の困難性から濃硫酸処理による除去が有効な手段と考えられる。

摘 要

ゴクラクチョウカ *Strelitzia reginae* Banks 種子の発芽に対する濃硫酸、Gibberellic acid, Ethrel および Ethylene chlorohydrin 処理の影響を検討するとともに発芽様式ならびに幼苗の生育の観察を行った。これらの実験は川砂を発芽床として 25°C, 30°C の電熱温床と 20°C, 25°C, 30°C の恒温器の中で行われた。

1 濃硫酸 5 分間処理は発芽温度 20°C と 25°C の下では著しい発芽促進効果が認められた。40 分間以上の濃硫酸処理ではほとんど発芽しなかった。

2 Gibberellic acid 24 時間処理の場合、50~1,000 ppm の濃度の範囲では発芽を幾分促進する傾向が見られたが、発芽率に対しては効果は認められなかった。Gibberellic acid 処理をすると幼芽葉と本葉葉柄の細胞伸長の増大が示された。

3 濃硫酸 5 分、Gibberellic acid 50 ppm の組み合わせ処理でもっとも高い発芽促進効果が認められた。

4 濃硫酸 5 分、Gibberellic acid 50 ppm 24 時間処理後 Ethrel 500 ppm 24 時間処理区では 25°C で著しい発芽促進効果が見られた。

5 濃硫酸 10 分、Ethylene chlorohydrin 2,360 ppm 12 時間処理はかなりの発芽促進効果が認められた。

6 無処理の場合の発芽は 30°C で幾分促進されたが、発芽率が低下したところから 20~25°C が発芽適温範囲と思われる。

7 発芽形態は隣接舌状型で、幼芽葉が伸長すると

同時に幼根の生長がはじまり、幼根の伸長は急速に行われる。

8 種子は硬実性で濃硫酸処理により吸水性は増し、発芽を促進された。

文 献

- 1) Abeles, F. B. and Lonski, J.: *Plant Physiol.*, **44**, 277-280 (1969)
- 2) Afanasiev, M.: *Iurn. Agr. Res.*, **69**(10), 405-420 (1944)
- 3) Bogdan, A. V.: *Trop. Agrc. (Trinidad)*, **43**, 99-105 (1966)
- 4) Bornman, C. N., Spurr, A. R. and Adicott, F. T.: *Amer. J. Bot.*, **54**(1), 125-135 (1967)
- 5) ト部昇治・藤村勇夫: 奈良農試報告, (1961)
- 6) Brian, P. W. and Hemming, H. G.: *Plant Growth Substance*, **1**, 106-107 (1972)
- 7) Denny, F. E.: *Amer. J. Bot.*, **13**, 118 (1926)
- 8) Egle, G. H. and Dale, J. E.: *Weed Sci.*, **18**, 586-589 (1970)
- 9) Esashi, Y. and Leopold, A. C.: *Plant Physiol.*, **44**, 1470-1472 (1969)
- 10) Frankland, B. and Wareing, P. F.: *Nature*, **185**, 255-256 (1960)
- 11) 瀧之上弘子: 日本茶業技術協会発表要旨, (1961)
- 12) Johnson, L. P. V.: *The Forestry Chron.*, **22**, 17 (1946)
- 13) Galston, A. W. and Davies, P. J.: *Control Mechanism in Plant Development*, 96-114 (1970)
- 14) Gray, S. G.: *Aust. J. Exp. Agrc. Anim. Husb.*, **2**, 178-180 (1962)
- 15) Guttridge, C. G. and Thompson, P. A.: *Nature*, **183**, 197-198 (1959)
- 16) Hutton, E. M.: *Aust. J. Exp. Agrc. Anim. Husb.*, **2**, 117-125 (1962)
- 17) 石畑清武: 鹿大農学術報告, **24**, 11-24 (1974).
- 18) 市原淳吉: 農及園, **33**, (1958)
- 19) Iyer, C. P. A., Chacko, E. K. and Subramaniam, M. D.: *Curr. Sci.*, **39**, 271-272 (1970)
- 20) Ketring, D. L. and Morgan, P. W.: *Plant Physiol.*, **44**, 326-330 (1969)
- 21) McComb, A. J. and Carr, D. J.: *Nature*, **181**, 1548 (1958)
- 22) Morgan, P. W., Ketring, D. L., Beyer, E. M. and Lipe, J. A.: *Plant Growth Substance*, 502-509 (1970)
- 23) 村井千里: チューリップ促成栽培におけるシベリン利用試験, (1962)
- 24) 中村俊一郎: 園学雑, **41**(4), 367-375 (1972).
- 25) 中山 包: 発芽生理学, 282-283 (1960)
- 26) 西 貞夫: 園芸作物とケミカルコントロール, 34-117 (1971)
- 27) Phipps, R. H.: *Trop. Agrc. (Trinidad)*, **50**(4), 291-296 (1973)
- 28) Scott, D. H. and Ink, D. P.: *Pro. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **51**, 299-300 (1948)
- 29) ———, ———: *ibid.*, **66**, 237-242 (1955)
- 30) Simpson, G. M.: *Nature*, **182**, 528 (1958)
- 31) Stewart, E. R. and Freebairn, H. T.: *Plant Physiol.*, **44**, 955-958 (1969)
- 32) 管 洋: 農及園, **49**(7), 843-847 (1974)
- 33) 高田正純: 最新園芸大辞典, 2685-2686 (1970)
- 34) 塚本洋太郎: 園学研究集録, **6**, 131-136 (1953)
- 35) University of Hawaii, Cooperative Extension Service: *Bird of Paradise*, (1966)

Summary

The studies presented here were undertaken to ascertain the effect of sulfuric acid, gibberellic acid, ethrel and ethylene chlorohydrin treatments on the germination of seeds and the growth of seedlings in *Strelitzia reginae* Banks.

After the treatment with concentrated sulfuric acid, seeds were washed out of the sulfuric acid in the running water for 30 minutes. Seeds were sown in washed river sand-soil, sterilized in boiling water. Temperature was kept at 25° and 30°C in electric-heated hotbed, and 20°, 25° and 30°C in incubator.

Germination percentage and growth of seedling were investigated and their results were shown in tables and photographs. The results obtained were as follows:

1. The treatment of seeds with concentrated sulfuric acid for 5 minutes was effective in the germination at 20° and 25°C, while the seeds treated for 40, 60 minutes failed to germinate.

2. The treatment with 200 ppm gibberellic acid was effective in promoting germination, and germination was caused in shorter period than in the treatment with 50 ppm, but there was no significant difference among 50 to 1,000 ppm treatments in germination-percentage when compared to the control. Seedlings treated with gibberellic acid showed slender or longish form in comparison with no-treatment seedlings. The cells of leaves of seedlings treated with

gibberellic acid were slightly narrowish and longish than those of no-treatment.

3. The treatment with 50 *ppm* gibberellic acid for 24 hours after the pre-treatment with concentrated sulfuric acid for 5 minutes was most effective in promoting germination.

4. The treatments with 500 *ppm* ethrel and 50 *ppm* solution of gibberellic acid for 24 hours after the dipping treatment of seed in concentrated sulfuric acid for 10 minutes were very effective in promoting germination at 25°C.

5. The treatment with 2,360 *ppm* solution of ethylene chlorohydrin for 24 hours after treatment with concentrated sulfuric acid for 10 minutes was more effective for germination in a short time, in contrast to that of the control.

6. The seeds put under the condition of 30°C seemed to be benefited to germination in a shorter period than those put under the conditions of 20° and of 25°C, but the germination percentage was lower than that of low temperature. These results seem to indicate that the range of temperature of 20° to 25°C is the optimum temperature range for germination of seed in *Strelitzia reginae* Banks.

7. The morphological pattern of germination was a no-elongation-type of cotyledonary stalk and ligulated sheath. The button was formed at the tip of cotyledonary stalk close to seed, and then plantlet was extruded from the button. Plumular leaves were extruded eventually through ligule which was formed on the button, and radicle grew out below the button.

8. It is assumed that seeds of *Strelitzia reginae* Banks have a hard seed coat. The treatment of seeds with concentrated sulfuric acid was most effective in promoting water-absorption.

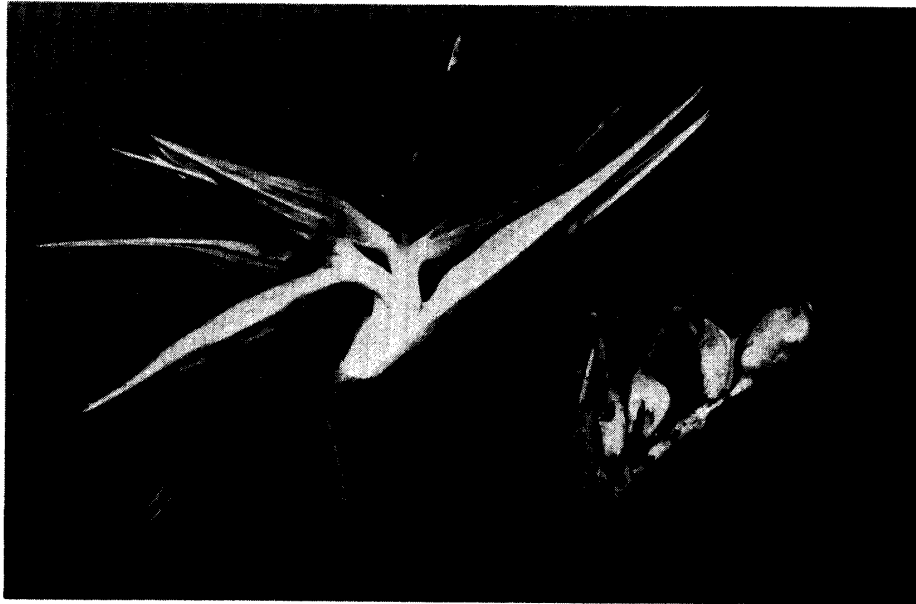


Plate 1. Flower and capsules.
Boat-shaped bract was removed to show inner parts.

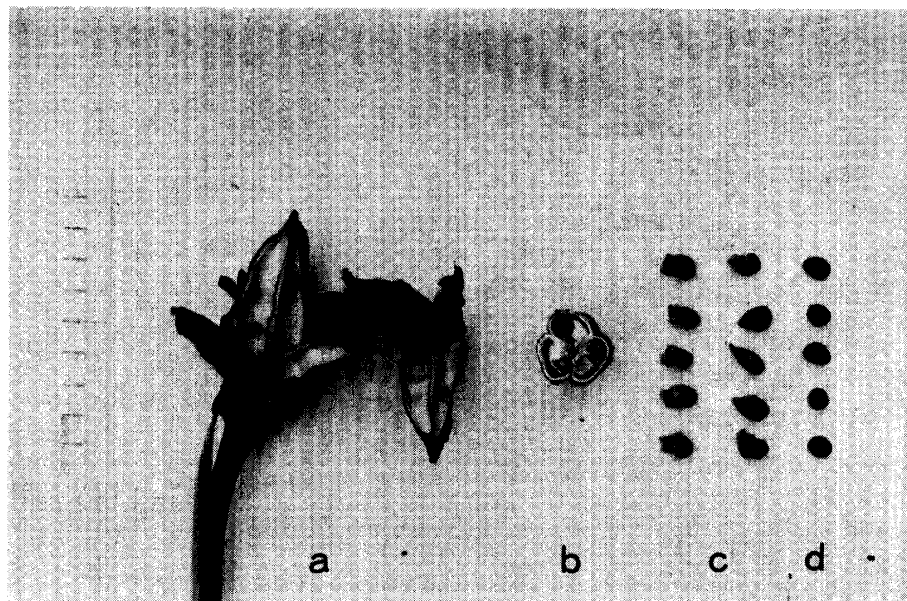


Plate 2. Seeds and capsules of *Strelitzia reginae* Banks.
a: Dehiscent capsules, showing the seeds adheared to placenta, b: Cross section of capsule, c: seeds with aril, d: seeds removed from aril.

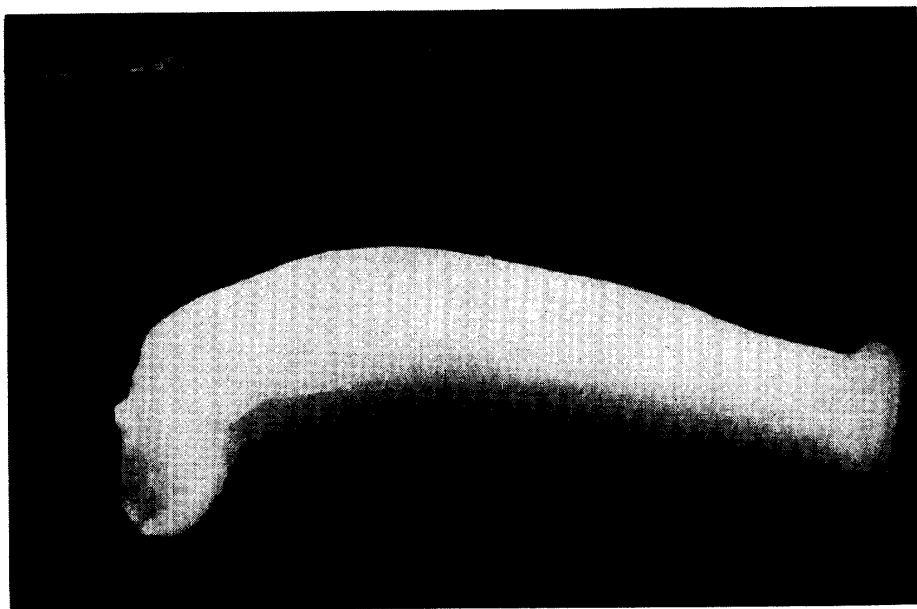


Plate 3. Embryo of *Strelitzia reginae* Banks's seed ($\times 15$).

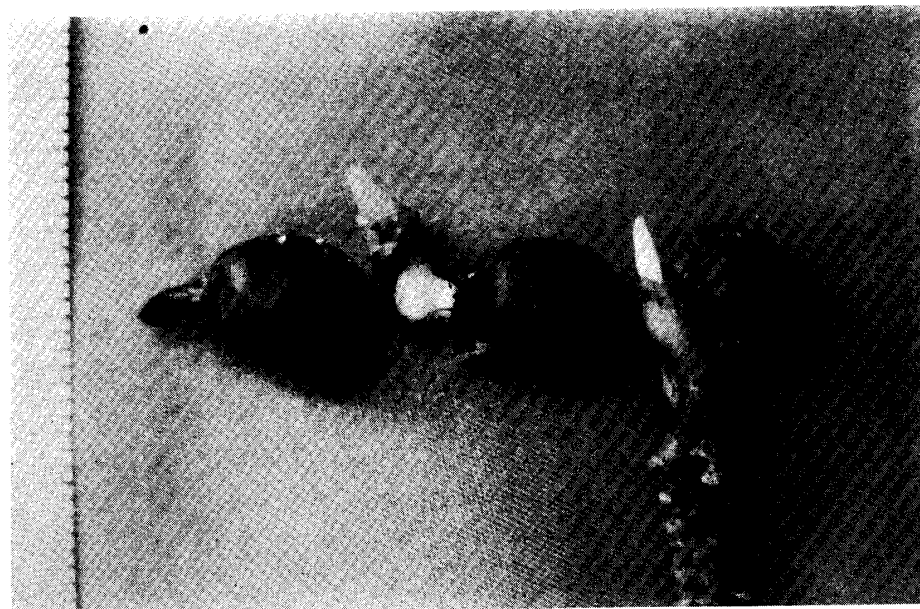


Plate 4. Germinating seeds of *Strelitzia reginae* Banks ($\times 2$).

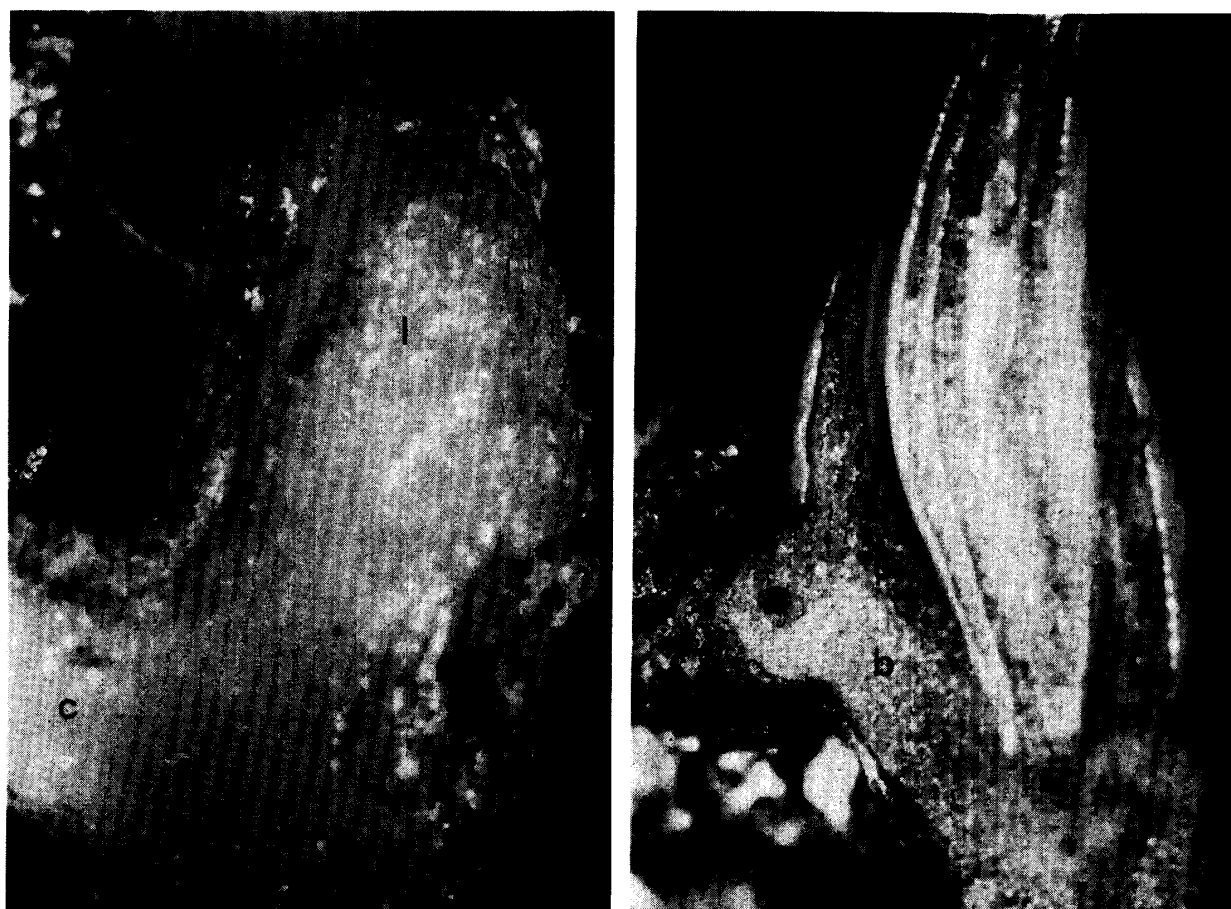


Plate 5. Development of the seedlings in *Strelitzia reginae* Banks (left $\times 20$, right $\times 12$).
c: cotyledonary stalk, b: button, l: ligule, p: plumular leaf.

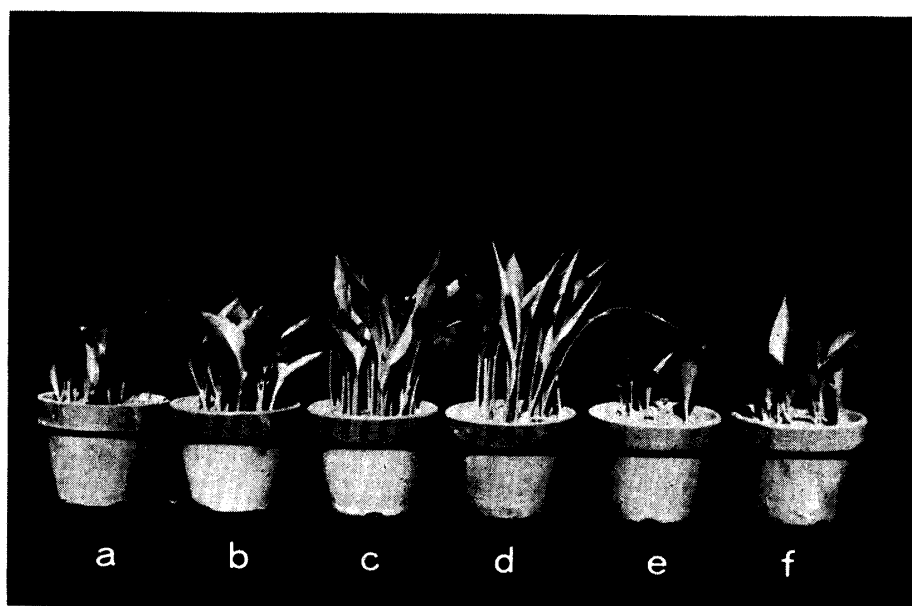


Plate 6. Effect of sulfuric acid and gibberellic acid treatments on the growth of seedling of *Strelitzia reginae* Banks.

a: No-treatment, b: Sulfuric acid 5 min, c: Sulfuric acid 5 min, gibberellic acid 50 ppm 24 hr, d: Sulfuric acid 5 min, gibberellic acid 200 ppm 24 hr, e: Gibberellic acid 50 ppm 24 hr, f: Gibberellic acid 200 ppm 24 hr.

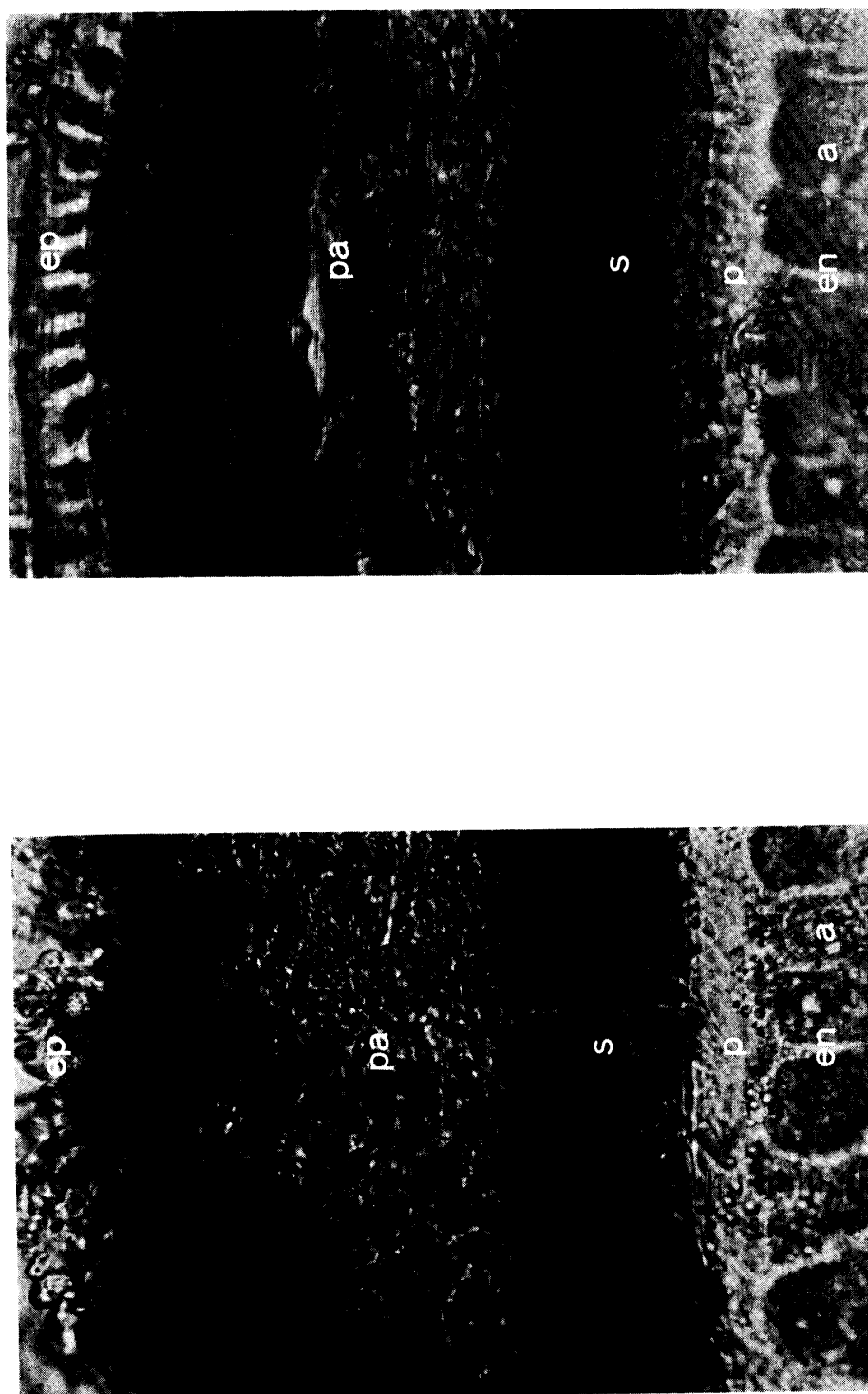


Plate 7. Cross section of the seed coat of *Strelitzia reginae* Banks ($\times 400$).

Left: seed coat treated with Sulfuric acid 5 min., right: no-treated seed.

ep: outer epidermis, pa: parenchyma, s: sclerenchymatous cell, p: perisperm, en: endosperm, a: aleuron grain, left seed-coat showing of change in tissues.

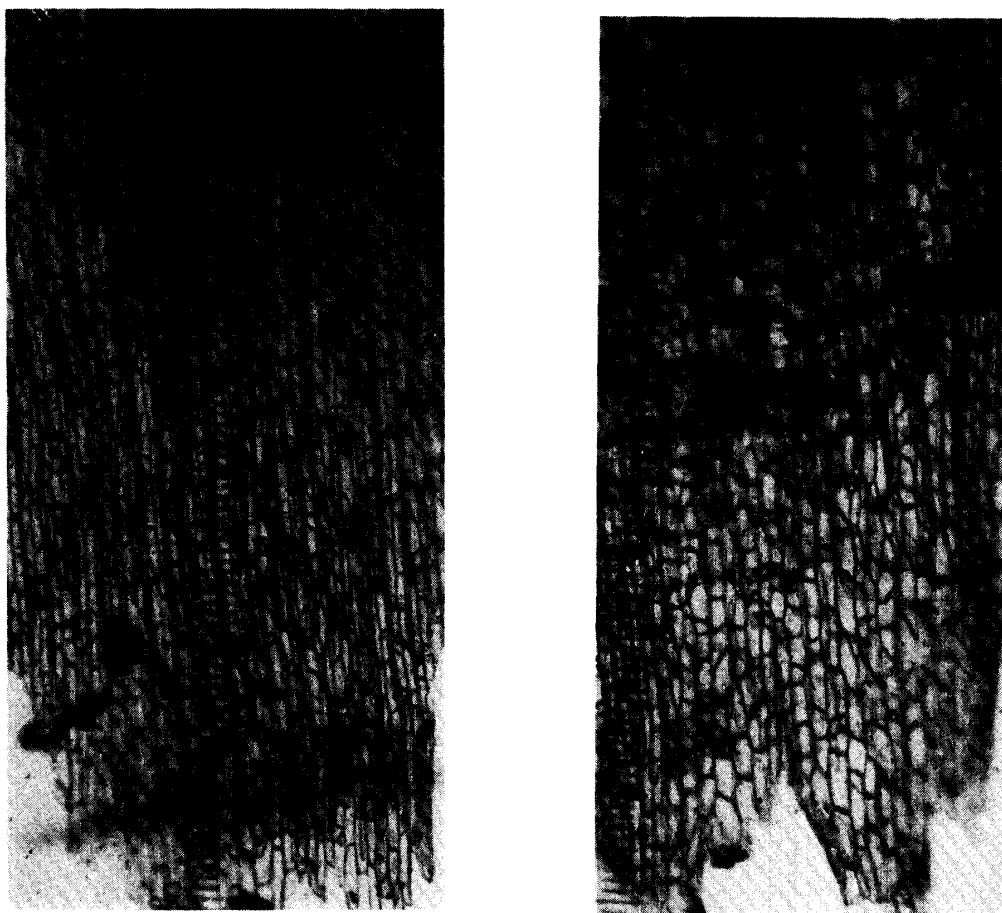


Plate 8. Effect of gibberellic acid treatment on the epidermal cells ($\times 400$).

Left: The epidermal cells of seed treated with gibberellic acid 200 *ppm* solution for 24 *hr*, right: no-treatment.