

草海桐種子之發芽試驗

廖芳瑾(1) 許哲峰(1) 許博行(2)

【摘要】本研究旨在尋找可促進草海桐(*Scaevola sericea*)種子發芽之方法。草海桐在一年四季中皆可見其開花、結實，但以在春末夏初之際成熟的果實，發芽率最高，平均為61%。草海桐果實在變溫(日溫35°C、照光12小時，夜溫20°C、12小時)環境下發芽率較好，在恆溫(日、夜溫25°C、照光12小時)下幾乎不發芽。在變溫中，以濃硫酸、熱水、機械破壞及紅光照射等幾種方法處理種子，皆未見可提高其發芽率。若將草海桐果實以自然風乾，只經一天的時間，果實的含水率即明顯由39.77%降至11.31%，但對發芽率並無明顯影響。草海桐果實具三層果皮，外果皮為漿質含大量水份但會抑制發芽，中果皮為硬海棉質含水率次於外果皮，且保水不易，內果皮為黑色堅硬之物質，具保護之功能。果實內具2粒種子。

【關鍵詞】草海桐、發芽率、平均發芽日數

Experiments on Hastening Germination of *Scaevola sericea*

Fang-Chinne Liao⁽¹⁾ Jer-Fung Sheu⁽¹⁾ Bor-Hung Sheu⁽²⁾

【Abstract】The purposes of this experiment were to study the enhancement of germination of *Scaevola sericea* seeds. It was easy to find in blossom and fruiting in all seasons, however, only the seeds harvested in later spring had the highest germination percentage (61%). Seeds that cultivated in fluctuating temperature (daytime 12hr, 35°C; nighttime 12hr, 20°C) had the better germination percentage

(1) 國立中興大學森林學系學生。

Student, Department of Forestry, NCHU .

(2) 國立中興大學森林學研究所教授。

Professor, Institute of Forestry, NCHU .

than in constant temperature(25 °C , daytime and nighttime)condition. Seeds pretreated by concentration sulfuric acid, warm water, rupture of the seed coat, and red-light illumination did not enhance the germination ability. After remove the exocarp, the fresh fruit dried naturally, the moisture content decreased from 39.77% to 11.31% within a day, but the germination percentage did not be inhibited significantly. The pericarp of fruit had 3 layers, exocarp is baccate, mesocarp is spongy, and endocarp is black and hard, and there were two seeds in a fruit. The exocarp was able to inhibit germination.

【Key words】 *Scaevola sericea*, germination rate, mean germination frequency

一、前 言

草海桐(*Scaevola sericea*)為海濱植物，海通草科，草海桐屬。生長於臺灣全島濱海地區之砂地及岩地，為多年生小灌木，全年皆可見其開花及結果。花冠為白色或淡黃色，果為核果具三層果皮，外果皮為增大的宿萼，白色多汁，中果皮為硬海棉質，內果皮為黑色堅硬之物質。子房二室，各具一直立胚珠，成熟後形成兩粒種子皆可培育成兩株幼苗。草海桐之莖葉光滑及肉質性，且樹型呈傾伏狀等海岸樹種的特性。因此，在恒春半島地區，常分佈或栽植於海岸第一線，供為定砂植物。

過去因為此植物的果實之內果皮堅厚，發芽情形不良，因此苗木的栽培，大皆以無性繁殖之插條苗為之。然而不斷的使用插條苗，易使生長勢減退，並可能因生長惰性(topophysis)導致生長成匍匐狀，故如何促進種子發芽，以培育種子苗供栽培，乃本試驗之目的。

二、材料與方法

(一)材料

1. 種子的來源

本實驗所使用之種子，皆來自屏東縣獅子鄉內獅村之屏鵝公路旁，即一號省道443公里處路旁之草海桐林，此母樹林長約200~300公尺，寬約2~3公尺，高約2公尺。一邊距海岸約100公尺，一邊為馬路，此地終年風勢強勁，日照強烈，為熱帶季風氣候區。

2. 採種期

採種時期分別為1993年10月、1994年1月、5月、7月、12月以及1995年3月，在採種的這些時期皆可見其開花及結實，其中以1月底所得之結實量為最多，12月多青色未成熟之果實，其餘月份的果實之結實量皆較少。

3. 果實之處理

採種後之果實以人工剔除外觀上外果皮未呈全白色之未成熟果實後，先經流水浸漬3天，待白色外果皮泡軟後，再以紗布包裹果實，一邊沖水一邊搓揉，以除去白色外果皮，洗出之果實具灰白色之中果皮。

(二)方法

本次試驗所採得之果實，經去外果皮處理後，依下列各種處理方法供發芽試驗，每處理皆取50粒果實(每個果實內含2粒種子，由外觀判斷果實內所含兩粒種子皆甚充實，故以100粒種子計)，以三重覆為之。各項試驗以充分洗清之砂為發芽介質，變溫為日溫35°C、照光12小時，夜溫20°C、不照光12小時之生長箱，恆溫則為日夜溫皆為25°C、照光12小時之生長箱。光照強度平均為 $8.59 \pm 4.3 \mu \text{mole/m}^2/\text{sec}$ ，紅光燈照射之光照強度平均為 $2.46 \pm 1.14 \mu \text{mole/m}^2/\text{sec}$ 。發芽期間，經常移動發芽皿，以防因位置不同而所受光照度不同。

1. 不同採種期對發芽之影響

分別於上述時期採集果實，經過去外果皮處理，逢機取樣後，將種子放於變溫生長箱中發芽，並逐日計算其發芽粒數。

2. 含水率變化對發芽之影響

將去除外果皮之果實，放於室內以小風扇風乾，風乾日數為0、1、2、3、4、5天，並逐日逢機取10粒果實，以103°C烘乾17小時(根據國際種子檢查規則)，計算其含水率，另取50粒果實計100粒種子，置於變溫生長箱中發芽，並逐日計算其發芽粒數。

3. 硫酸處理對發芽之影響

此實驗共分五種處理，以98%之濃硫酸浸漬並震盪，時間分為0、25、50、75、100分鐘，以腐蝕硬海棉質之中果皮，並以大量清水沖洗乾淨，置於發芽介質中，放入恆溫生長箱及變溫生長箱中發芽，並逐日計算發芽粒數。

4. 溫水處理對發芽之影響

以50°C溫水浸漬並震盪，時間分為0、2、4、6、8、10小時，以軟化白色硬海棉質之中果皮，置於發芽介質中，放入恆溫生長箱及變溫生長箱中發芽，並逐日計算發芽粒數。

5. 機械處理對發芽之影響

此試驗共分三種處理(1)磨破處理(2)壓破處理(3)對照組

(1)磨破處理：利用砂磨機將果實末端之白色中果皮及黑色內果皮磨掉少許，使可見些微子葉。

(2)壓破處理：在果實上方施加壓力，使黑色及白色果皮開裂，產生裂縫。

(3)對照組：不做任何處理。

將以上三種處理，分別置於變溫生長箱及恆溫生長箱中進行催芽，並逐日記錄發芽粒數。

6. 紅光照射對發芽之影響

催芽前果實不作任何處理，僅以單層之紅色玻璃紙包著生長箱內之日光燈管照光12小時，四周加以隔離，以防其他光線影響。同樣另取一組果實置於一般日光燈下，做為對照組，放入變溫及恆溫生長箱中進行發芽，並逐日計算其發芽粒數。

7. 中果皮處理對發芽之影響

將果實以人工剝去白色中果皮，另取不剝去白色中果皮之果實做為對照組，置於發芽介質中，放入變溫生長箱及恆溫生長箱中發芽，並逐日計算發芽粒數。

8. 外果皮處理對發芽之影響

草海桐果實之外果皮，在未成熟之前為青色，漸轉白色而後掉落。在果實催芽前保留外果皮不做處理，同樣另取果實除去外果皮做為對照組，放入變溫生長箱及恆溫生長箱中進行發芽，並逐日計算其發芽粒數。

三、結果與分析

1. 不同採種期之發芽情形

本子題試驗分別於1993年、1994年及1995年不同月份採種，果實處理後立即從事發芽試驗，其結果如下：

表1：不同月份採集的種子置於變溫下之發芽情形

採種日	1月	3月	5月	7月	10月	12月	F值
發芽率%	40.44±10.35	33.00±1.00	61.00±7.00	6.67±4.04	30.33±7.23	22.33±5.51	
角度值	39.20±3.52 ^b	35.06±0.96 ^{bc}	51.40±4.13 ^a	14.51±4.70 ^d	33.30±4.63 ^{bc}	28.09±3.80 ^c	27.9707**
平均發芽日數	42.92±4.17 ^a	31.16±4.77 ^c	38.16±1.50 ^{abc}	41.40±7.50 ^{ab}	38.93±4.53 ^{abc}	34.86±1.04 ^{bc}	3.1296*
延滯期(日)	33.22±3.23	22.00±8.54	26.67±2.08	42.67±3.51	27.67±3.06	26.33±0.58	1.0651

註：1. 延滯期(lag phase[R2])：係自種子置入生長箱中起，至第一粒種子發芽之日止的日期。

2. 英文字母相同者表經鄧肯氏多變域分析後差異不顯著，以下同。

由上表之F測驗結果顯示，其發芽率的差異性達1%顯著水準，平均發芽日數也達5%顯著水準，顯示草海桐種子之發芽率受採種季節影響。以5月份採集者發芽率最高，且與1、3、7、10、12月份採集者有顯著的差異，7月份採集者最低與1、3、5、10、12月也有顯著的差異。

2. 含水率對種子發芽之效應

本子題試驗係採用1月份採集之果實試驗之(以下的各子題試驗皆同)，種子經過處理後置於變溫生長箱中發芽，其結果如下：

表2：不同風乾日數之含水率與發芽關係

風乾日數 (日)	0	1	2	3	4	5	F值
含水率 (%)	39.77±0.51 ^a	11.31±0.31 ^b	11.45±0.12 ^b	11.82±0.19 ^b	9.82±0.04 ^c	10.27±0.42 ^c	4323.2712**
發芽率% 角度值	40.00±6.00 39.20±3.52	49.67±4.51 44.81±2.59	44.00±12.29 41.45±7.23	35.67±7.64 36.60±4.56	40.33±8.39 39.38±4.88	34.50±5.50 32.55±6.70	1.9551
平均發 芽日數	44.37±4.90	42.33±3.53	44.30±5.06	41.33±4.24	39.43±4.01	47.50±1.91	1.4248
延滯期 (日)	29.33±5.13	29.67±0.58	33.33±5.69	28.67±2.52	26.67±3.06	36.0±1.0	2.7744

草海桐果實在經過一天的風乾後，果實的含水率即明顯的由39.77% 降至11.31% ，但之後即無明顯的變化。而發芽率、平均發芽日數及延滯期皆不因含水率的改變而有差異。

3. 硫酸處理對發芽之效應

將處理好的果實分別浸漬於濃硫酸(98%)中，並於不同浸漬時間後取出充份洗清後供發芽。以硫酸處理過後之種子，置於恆溫中皆無發芽，在變溫中之發芽情形如下表：

表3：硫酸處理不同時間後置於變溫下之發芽情形

處理時間 (分)	0	25	50	75	100	F 值
發芽率% 角度值	48.00±4.58 43.85±2.63	0.00 0.00	4.67±8.08 7.32±12.68	10.00±4.00 18.20±3.90	0.00 0.00	27.5589**
平均發 芽日數	39.17±4.25	0.00	15.70±27.19	45.57±4.46	0.00	8.8734**
延滯期 (日)	31.0±3.61	0.00	11.33±19.63	32.0±1.73	0.00	9.4219

由上表顯示，濃硫酸處理對草海桐種子並不具促進效果。雖浸漬50分鐘後，可顯著促進種

子提早發芽及縮短發芽時間，但總發芽率卻明顯下降。

4. 溫水處理對發芽之效應

將處理好的果實分別浸漬於50°C浸漬溫水中，並於不同浸漬時間後取出供發芽。以50°C溫水浸漬過後之種子，置於恆溫中皆無發芽，在變溫中之發芽情形如下表：

表4：溫水處理後於變溫下之發芽情形

處理時間 (小時)	0	2	4	6	8	10	F 值
發芽率% 角度值	35.33±10.01 36.35±6.05	29.00±8.89 32.43±5.55	24.67±11.93 29.38±7.85	27.00±8.54 31.11±5.63	42.00±9.54 40.32±5.63	39.00±7.81 38.58±4.66	1.6096
平均發 芽日數	45.63±2.30	44.13±2.70	45.13±7.83	50.53±1.47	43.63±3.17	46.53±3.26	1.1458
延滯期 (日)	34.33±3.06	29.0±2.65	32.0±6.56	30.0±1.73	29.33±1.53	29.33±1.53	1.1821

由上表可知，以溫水浸漬的時間不同，其發芽率、平均發芽日數及延滯期在處理間皆未具顯著差異，顯示50°C溫水處理種子，對其發芽率並不具促進作用。

5. 機械處理對種子發芽之效應

將處理好的果實分別作不同機械破壞後，置於恆溫及變溫生長箱中發芽，恆溫中之發芽率甚低，而變溫中之發芽情形如表5示：

表5：機械破壞對種子發芽的影響

處理情形	磨破處理	壓破處理	對照組	P值
發芽率% 角度值	10.00±3.61 18.26±3.39 ^b	27.00±4.36 31.25±2.86 ^a	38.00±13.11 37.85±7.93 ^a	10.8510*
平均發 芽日數	50.43±11.06	40.10±0.80	43.97±3.50	1.8155
延滯期 (日)	44.67±13.20	27.67±3.21	34.33±2.89	3.4214

由表5可知，在變溫下不同的機械破壞對其發芽率並無促進效果，反而有不利作用，尤其是磨破處理。而壓破處理雖可使平均發芽日數及延滯期縮短，但差異並不顯著。

由以上三個試驗子題(第3、4、5子題)得知，草海桐種子在恆溫環境下幾乎不發芽，而在變溫環境下則有較好的發芽率。現以第3、4、5子題之對照組在恆溫及變溫環境下之發芽情形做一

比較分析。

表6：恆溫及變溫對草海桐種子之發芽影響

重複	恆 溫			變 溫		
	發芽率 (%)	平均發芽日數	延滯期 (日)	發芽率 (%)	平均發芽日數	延滯期 (日)
I	0	0	0	47.00	34.9	28
II	0	0	0	44.00	39.2	30
III	0	0	0	53.00	43.4	35
IV	0	17	17	46.00	43.1	31
V	0	0	0	26.00	46.2	35
VI	0	0	0	34.00	47.6	37
VII	0	0	0	50.00	40.0	31
VIII	0	0	0	24.00	45.3	36
IX	0	0	0	40.00	46.6	36
平均				40.44±10.35	42.92±4.17	33.22±3.23

註：平均發芽日數 $\Sigma (F \times V) / N$ (Diavanshir and Pourbeik, 1976)

F: 每日所獲發芽粒數

V: 自置床後所起算之日數

N: 發芽總粒數

由上表中可明顯看出種子在恆溫中幾乎不發芽，因此不做統計分析，而在變溫中可達40.44%之發芽率。顯示變溫可促進草海桐種子發芽。

6. 紅光照射對種子發芽之效應

將處理好的果實分別放入裝有紅光燈及日光燈的變溫及恆溫生長箱中，其結果如下：

表7：紅光照射對種子發芽的影響

處理情形	紅 光 燈		日 光 燈 照 射		F 值	
	恆 溫	變 溫	恆 溫	變 溫	恆 溫	變 溫
發芽率%	22.33±9.24	59.00±7.81	9.67±2.08	59.00±1.33	6.9231*	0.0002
角度值	27.92±6.18	50.24±4.61	18.05±1.99	50.18±0.01		
平均發芽日數	56.79±2.97	39.68±0.67	55.68±3.04	40.15±7.41	0.3323	0.0121
延滯期 (日)	45.67±12.86	25.33±1.15	43.00±3.61	25.67±10.97	0.1196	0.0027

由上表可知，在變溫中以紅光處理對種子的發芽率並無顯著的促進作用，但在恆溫中以紅光處理其發芽率可達5% 顯著水準，顯示在恆溫下，紅光具促進作用，然其作用性仍不如變溫對發芽的促進效用。恆溫下的紅光作用雖可提高發芽率，但其平均發芽日數、延滯期皆未見縮短。

7. 中果皮剝除對發芽之效應

將處理好的果實分別剝去白色中果皮及不剝去白色中果皮，置於變溫及恆溫生長箱中，其結果如下：

表 8：白色中果皮剝除與否對發芽的影響

處理情形	剝除中果皮		未剝除中果皮		F 值	
	恆溫	變溫	恆溫	變溫	恆溫	變溫
發芽率% 角度值	12.67±2.52 20.79±2.20	39.67±15.95 38.75±9.68	9.67±2.08 18.05±1.99	45.00±24.27 41.57±14.93	0.7766	0.0757
平均發芽日數	51.34±5.20	37.18±1.95	57.71±1.03	40.15±7.41	4.3336	0.4505
延滯期 (日)	35.00±10.15	22.67±3.06	43.00±3.61	25.67±10.97	1.6552	0.2082

由上表可知，不論是在恆溫或變溫中剝除白色中果皮與否，對種子的發芽率並不影響，顯見白色中果皮對種子的發芽並不具抑制性。

8. 外果皮剝除對發芽之效應

果實採取一部份除去白色漿質外果皮，另一部份保留外果皮，置於變溫及恆溫生長箱中，供發芽試驗，其結果如下：

表 9：漿質外果皮剝除與否對發芽的影響

處理情形	保留外果皮		除去外果皮		F 值	
	恆溫	變溫	恆溫	變溫	恆溫	變溫
發芽率% 角度值	0.00 0.00	33.33±1.48 35.34±1.03	9.67±2.08 18.05±1.99	59.00±1.33 50.18±0.01	247.5092**	5.1667
平均發芽日數	0.00	44.86±1.26	55.38±3.04	40.15±7.41	998.6640**	1.1743
延滯期 (日)	0.00	31.67±2.89	43.00±3.61	25.67±10.97	426.6923**	0.8394

由上表可知，不論是置於恆溫或變溫環境中，保留外果皮皆具有抑制發芽的作用，且其間差異甚顯著，唯在變溫下發芽者，其平均發芽日數及延滯期皆未受外果皮有無之影響。而且保留外果皮在變溫狀態下可稍解除外果皮之抑制作用。

四、討論

草海桐一年四季皆可見其開花結實，但以本試驗分不同月份採集之結果顯示，以春末及初夏(5月份)所採集的種子發芽率為最高，平均達61%，而盛夏(7月份)採集的種子發芽率為最低，平均為6.67%，其餘月份則介於22%至40%之間。由於本試驗只有一次不同採種期的試驗，是否此樹種的不同採種期會表現不同的發芽率，需再經多次採種試驗後，方能獲得較正確的結果。

由於草海桐種子之發芽極不整齊，常常在第一粒種子發芽後隔了3、4天才有第二粒種子發芽，且無明顯之發芽高峰期，因此不易決定發芽截止日。本試驗之發芽截止日，是以累積發芽粒數及置床日數做二次回歸曲線，求其最高點，視為發芽截止日。所得之二次回歸曲線最高點大多數落於60~70之間，故定發芽截止日為65天。

草海桐之發芽期間甚長，遲至85天仍有發芽，根據美國農部(Schopmeyer, 1974)上記載，凡發芽迅速之樹種(如楊、柳等)訂為14日，發芽遲緩者(如冷杉、櫟木等)訂為42日。草海桐之發芽截止日為65天，應屬於發芽遲緩者(李, 1990)。又因發芽之延滯期(lag phase)長達一個月左右，因此如何縮短發芽時間及提高發芽率，是本試驗的主要目的。變溫通常有促進發芽的趨勢(Kozłowski, 1971; 許及張, 1980; Bewley and Black, 1982)顯示變溫可增加種子對水份及氣體的通透性，使種皮軟化促使胚部能膨大而突破種皮(胡等, 1978)。草海桐種子亦具相同的情形，在變溫(35°C, 12小時; 20°C, 12小時)環境中發芽其發芽率最高可達61%(表1, 五月份)，而在恆溫(25°C)中幾乎不發芽，此現象應與其生長環境有關，草海桐為海濱植物，分佈於熱帶季風區，日、夜溫差較大。

有生命的種子，即使在適於發芽的環境，有時也不能吸收水份而發芽。這種因不吸水而導致發芽失敗的種子，稱為不透水性種子(impermeable seed)或硬實種子(hard seed)(許及朱, 1979)。解除硬實種子以促進發芽的方法很多，主要有機械破壞、溫度處理及化學藥劑腐蝕處理等等(劉, 1988)。本試驗為破除硬實所造成的休眠，除了利用變溫處理外，亦以濃硫酸浸漬不同的時間處理之，概種皮堅硬之種子如以硫酸浸漬腐蝕其種皮後，可直接增加水分及養氣之透過性，且使種子易對光線與溫度起感應，甚至可能破壞或移除其抑致物。本試驗以98%之濃硫酸浸漬25分及100分皆無發芽，而50分鐘浸漬者，雖可提高早期發芽唯其發芽率甚低，可能是硫酸已滲入果實內部，破壞了種子生活力。

直接以機械破壞種皮是為增加種子的透氣性、透光性及透水性，以提高種子的發芽率及縮短平均發芽日數和延滯期。本試驗的兩種機械破壞(磨破及壓破果皮)，皆未見發芽率的提高(表5)。如以熱水(50°C)浸漬不同時間(最高為10小時)亦不見促進發芽之效果(表4)。因此本樹種雖然果皮堅硬，然以不同方法破壞果皮後，皆未能達到提高發芽的效果，故本樹種果皮的堅硬似非造

成果實不易發芽的原因。若未對果皮進行任何破壞，只施以變溫處理即可促進發芽，此原因應不是增加了果皮的透氣性及透水性的效果，而是如同早在1956年Toole等所提出的，種子發芽時進行呼吸作用所產生的中間物質，在高溫時會抑制發芽，但低溫時可促進之，而變溫可使呼吸作用的中間產物能反應出一種有利的平衡。

光質對種子發芽的影響，早在1882年已有學者開始研究。Toole, *et al.*(1956)以美國維州松(*Pinus virginiana*)為材料，發現以紅色光處理後發芽甚佳，同時發現紅外光有阻止紅光促進作用的現象。Asakawa及Sasaki(1972)根據實驗結果認為黑松種子的發芽受紅光及紅外光的影響，紅色光對種子發芽的促進效果與發芽時的溫度有密切關連，但紅外光的抑制作用卻與溫度無關(引自李學勇1976)。許及張(1981)以山黃麻為材料發現，山黃麻種子經紅光線照射後可極顯著提高發芽勢。本試驗以紅光照射之發芽率於變溫中並不能促進種子發芽，但在恆溫中其紅光具促進作用(表7)，顯示草海桐種子在恆溫中經紅光線照射後可顯著提高發芽率，惟其作用仍未如變溫的效果。

草海桐果實的縱剖面由外而內可分為三層：漿質外果皮、白色如硬海棉質之中果皮及黑色堅硬之內果皮。漿質外果皮具抑制作用，尤其在恆溫下完全不發芽(表9)，中果皮可包含多量的水份，唯易予風乾(表2)，此中果皮不具抑制性，不影響種子發芽(表8)。

誌 謝

本研究蒙行政院國科會經費補助(NSC84-0115-0005-01-054B)。試驗期間，承屏東林區管理處劉銘煌先生多次協助採種，特此致謝。

五、引用文獻

1. 李承輝 1990 林木種子品質之鑑定 臺灣林業 16(6) : 7-10
2. 李學勇 1976 光照對林木種子發芽之影響 中華林學季刊 9(2) : 51-61
3. 胡大維、林讚標、鍾永立、楊武俊 1978 紅檜種子發芽研究 林試所試驗報告第315號
4. 許哲夫、朱德民 1979 種子的休眠—種子的不透水性 農藝彙報 4 : 54-62
5. 許博行、張峻德 1980 山黃麻種子之發芽促進及貯藏試驗(I) 興大實驗林研究報告第二號
6. 許博行、張峻德 1981 山黃麻種子之發芽促進及貯藏試驗(II) 興大實驗林研究報告第三號
7. 劉英德 1988 種子生理 五洲出版社 444pp.
8. Bewley, J. D. and Black, M. 1982 Physiology and biochemistry of seeds. II. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlay Berlin Heidelberg 375pp.
9. Diavanshir, K. and Pourbeik, H. 1976 Germination- A New Formula. *Silvae Genetica* 25(2) : 79-83
10. Kozlowaki, T. T. 1971 Growth and Development of Tree. P.48-49

11. Schopmeyer, C.S. 1974 Seeds of Woody Plants in the United States. Forest Service · USDA
12. Toole, E. H., S. B. Hendricks, H. A. Borthwick, and Vivian K. Toole. 1956 Physiology of seed germination. Ann. Rev. Plant. 4 : 347-362

