

李 繼 侗

## 一. 引言

### (甲)子葉尖生理上的功用

于研究此問題之前,吾人當首先明瞭植物莖尖與莖之全部生理上的關係,及去尖後所發生之影響。近年來植物生理學上研究結果證明莖尖對莖之全部有種種節制作用:一可節制其生長速率,二可節制其反屈地性及屈光性。燕麥發芽後其胚莖極短,而冠以極長之子葉。此子葉之尖有莖尖全等生理上之功用;亦具有節制子葉全體之功能。

莖尖割去後莖之生長速率每因以減小。此種現象在舊日植物生理學之文獻中常有論及之者。近十餘年來更經歐洲諸大植物生理學家之研究,所發明者更多。近日研究燕麥子葉之節制作用者,有 Stark, Söding, Seubert, Cholondy, Beyer, Dolk, Went, 諸氏。就中以 Söding 及 Went 二氏之研究最爲周詳。Söding (九)用若干燕麥幼芽,分爲二組。一組只將子葉之尖端割去。其他一組亦將子葉之尖端割去,但割去後復用肉膠將割下之尖端黏上。五小時後量二組幼苗之生長速率。其結果則第一組之生長速率遠不及第二組。其相差爲第一組生長速率之六二%以至一五一%。而肉膠之本身只可使子葉之生長低減;且影響極微,或全無影響。是增加之生長純由于割去而復黏上之尖,確無疑義。關於此試驗之結果其中尚有一點應爲注意,即此子葉尖與其基已失去有機聯絡,中間且間以一層肉膠;是子葉尖中原生質

本身已不能直接影響其基部。必賴一種物質自尖部下流，透過肉膠層，達於子葉基部，引起基部生長之增加；而尖端則具有此種物質分泌之功能。此種想象的物質名之曰生長素。Went (十二)之研究更可爲此說加一強有力之證據。Went 氏不直接將子葉尖黏於去尖子葉之頂端。彼以切下之尖置於薄肉膠片上。一小時後棄去其尖。而將此肉膠片分成小塊，置於新去尖子葉基之頂端；其位置則偏於一邊。結果則此子葉基向無肉膠之一邊屈生，肉膠在左則子葉基右屈。肉膠在右則子葉基左屈。此類屈生現象概由于子葉兩邊之生長速率不相等。有肉膠側生長快於其他一邊。故子葉基皆屈向無肉膠側。肉膠本身不能增進生長，只能低減生長，已如前所述。故有肉膠側面生長之增進，純由於子葉尖所分泌之生長素之功用。生長素自尖下流存儲於肉膠中，復經擴散作用自肉膠而達於子葉基之一側。此種生長素之存在及由尖分泌下行之說，得此證據可無疑義矣。Went (十三)對於生長素作用更實質的研究進而及於量的研究。Went 氏以洋菜膠切成一定大小之小薄片，置四個子葉尖於其上，計二小時。後復將此薄片分成數塊，置一塊於新去尖之子葉基頂端右側。此子葉基左屈十一・二度。於同等大小之洋菜薄片上，只置子葉二個。二小時後亦分成與前同等之塊數，此塊所引起之傾斜度只五・四七度；約爲前之一半。而洋菜膠塊中所含之生長素之濃度亦爲前之半數。但增至六七個子葉尖時，其作用已達於極高度。再增加亦不發生若何之影響。從以上諸家研究之結果，足證子葉尖能分泌生長素，其功用有若動物體中之無管

腺。

植物之莖有反屈地性。若將莖橫臥與地平行，則向地之一邊生長快，上面之生長緩，莖因上屈。燕麥子葉亦有反屈地性。其感覺最敏銳之點則為子葉之尖。自尖而下感覺即逐漸低減。Rothert(七)於一八九四年即發現此現象。近日 Boyesen-Jesen (二)氏更用新法試驗之。將試驗之燕麥幼苗分為二組。一組只將子葉尖端割去，一組將尖端割去，復用肉膠黏着於子葉基之頂端。將二組之燕麥皆橫置之，與地平行，使一面受地心吸力之激刺。其結果則去尖之子葉基反應微弱，去尖而復黏上之子葉反應強。Brauner(四)更用三種方法試驗之。一用完整燕麥子葉，橫置十分鐘。二用去尖之燕麥子葉橫置十分鐘。三用去尖之燕麥子葉，橫置十分鐘後，再自未受激刺之完整子葉取其尖，黏著於其頂端。其結果則完整燕麥子葉之傾斜度為八十九%。去尖者只二十七·三%。子葉基受刺激後復加尖者為七十二·七%。是黏著之尖能增加去尖子葉基之反屈地性反應，其增加之數約二倍半有奇。足證子葉尖對於子葉全體反屈地性之重要。

燕麥子葉於一面受光時，受光面生長慢，背光面生長遲，子葉因屈而向光，是為屈光性。關於燕麥子葉屈光感覺。Rotert(七)於十九世紀末曾詳加研究。其結果證明子葉尖屈光感覺最強。向下則逐低減。近日 Boyesen-Jesen (一)(二)及 Poal(六)等氏復用去尖法研究。皆證明去尖子葉基之屈光感覺大減。Boyesen-Jesen及Nielsen(三)二氏將子葉尖及去尖子葉基分別使之一面受光。受光後以子葉尖復置於子葉

基之頂端。但以尖之受光面與基之背光面相連，而尖之背光面則與基之向光面相連。其結果則子葉基反向自身之背光面屈。蓋受尖之影響。由此可證子葉尖屈光感覺之強。關於此類研究頗多。Stärk (十一)氏在其“激感傳導新論”一文中曾將各家之作詳加討論。是篇為研究此問題之最好參考資料。

(乙)何謂生理的再發作用及此問題研究的歷史

按前段所述，燕麥之子葉尖不但為分泌生長素之器官，同時亦為感覺最靈敏之器官。故子葉去尖後生長速率減低，屈光感覺及反屈地感覺變成極鈍。所謂生理的再發作用者，即去尖之子葉於相當時間內可恢復其已失去之分泌生長素功能。同時可恢復其屈光及反屈地的靈敏感覺。此類現象之發現頗早。Rothert (八)氏於一八九二年即發現屈光感覺之恢復，但未加精詳之研究。至一九二五年Söding (十)更發現生長素分泌功能之恢復。Söding之試驗方法一如前所述。分燕麥子葉為二組。一組去尖，一組去尖後復用肉膠黏上。量其去尖後五小時內之生長速率，同時更量自第六時至第十八時間之生長速率，作為比較。得下列之結果：

第一表 去尖子葉於去尖後各時間生長速率的比較表

試 驗 法	去尖後五小時內之生長		去尖後六時至十八時內之生長		去尖後十八時內之總生長
	總 生 長	每小時之生長	總 生 長	每小時之生長	
去 尖	•五九耗	•一二耗	一•七三耗	•二一耗	三•三二耗
去尖而復黏上	•八七耗	•一七耗	一•六六耗	•一三耗	二•五三耗
不 去 尖	一•三七耗	•二七耗	三•二七耗	•二五耗	四•六四耗

從前表吾人可見去尖子葉於去尖後五小時內每小時之生長爲•一二糶。不去尖之子葉則爲•二七糶。計減低五六%。後十三小時間去尖子葉增至每小時•二一糶。不去尖者爲•二五糶。其相差只一六%。此種激增之原因, Söding 氏認爲去尖之子葉基之頂端於去尖後相當時間內復有生長素分泌功能。與原來之子葉尖有同等之功能。去尖而復黏上之子葉於去尖後五小時生長爲每小時爲•一七糶。較去尖者爲高。後十三小時間反減低至於•一三糶。Söding 認爲與基部分離之子葉尖有防碍基部頂端再發作用之實現之可能性。Dolk (五)作更進一步之研究。先將一燕麥子葉割去尖部。十五小時後復將其基部之頂端割下一段,置於第二去尖子葉基之頂端之右側。其結果二十三個植物中十七個左屈;二個右屈;其他四個無反應。此結果果可證明大多數燕麥子葉於失去尖後有恢復分泌生長素之可能性。Dolk 氏更研究去尖子葉基於去尖後各時間之生長率。其所用方法較 Söding 氏所用者爲週密。去尖後每一小時皆量之。以其所得各時期之生長率繪成一去尖子葉基生長線圖。此圖表示子葉基去尖後之生長趨勢爲先降而後升。其最低點在去尖後及第三時。Dolk 氏因推斷再發作用始於去尖後一百五十分鐘。作者之意此種推論似乎武斷。其詳見下文。Dolk 更推廣其研究及於反屈地感覺之再發作用。用數組之燕麥子葉,皆切去其尖。於去尖後不同之時間橫置之,與地平行,使一邊受地心吸力之刺激。未得顯然之結果。其第三步之研究則有關於屈光感覺之再發作用。用數組之燕麥子葉基,於去尖後不同

時間使各組分別一面受光。其結果爲去尖後第一小時及第二小時受光者,只有 6—8 % 有屈光反應。在第三小時受光者,有反應之子葉基增至 18 %。第四小時受光者,更增爲 71 %。但對於反應量的方面則無記錄。是爲缺點。統觀前段所述,此問題尙有許多問題未能解決。如再發作用之起點,反屈地感覺是否有再發作用等問題,皆有研究的餘地。再若經再發作用所新得之感覺的強弱,亦未有充分計載。上述諸問題引起作者不少興趣。因於本年度之始着手研究此題。此篇只報告研究之初步結果。

## 二. 研究之區分

此問題之研究計分三部(一)生長素分泌機能的再發作用之研究,(二)反屈地感覺再發作用之研究,(三)屈光感覺再發作用之研究。以下分段報告之。

## 三. 生長素分泌機能再發作用之研究

(甲)燕麥苗年齡與分泌生長素功能再發作用之關係

(一)方法: 關於生長素分泌作用之自身,現時尙無適當方法研究。此試驗所用方法,亦如前述諸氏用間接方法,研究生長素所引起的生長。試驗所用燕麥系由中東路哈爾濱農事試驗場所贈與。試驗前將燕麥置於藥棉花上,令其發芽。出芽後即將其移植於圓玻璃器中。罩以外糊黑紙之玻璃杯。如是裝製可使燕麥子葉不見光。同時四週之空氣保持飽和濕度。將此器移入恒溫器中,其溫度保持 23° 至 24° c. 間。俟子葉長至一定高度時,即用以試驗。爲試驗

便利起見以子葉之高度為年齡之標準。

量生長之儀器為橫裝顯微鏡。於試驗前先測定每株子葉每小時之生長率。試驗前一二小時間先測定其高度。越一小時再量一次。以二次之差為一小時間之生長率。得此後即用保險刀片切去尖端二纏。但切尖時頗難確為二纏。切尖後復量之，記錄其高度。以後每越一小時量一次。至十時以後則兩次之時間距離增長。

此試驗所用燕麥子葉數目為八十四株。其年齡之分配如下表：

第二表 試驗材料依年齡之支配

燕麥苗之年齡	年計	10.1-20 耗	20.1-30 耗	30.1-40 耗	40.1-50 耗	50.1-60 耗
數目		40	18	12	9	5

燕麥苗對於日光及燈光之感覺異常靈敏。若使之見光每易發生屈光現象。子葉屈生後，則生長記錄不得正確。但對於紅光則無感覺。試驗時特別注意於免除此種因光而生之錯誤。故試驗一切工作，如去尖量高等，皆於暗室行之，一切燈光皆不用，只用極微弱之紅光。所得之結果如下。

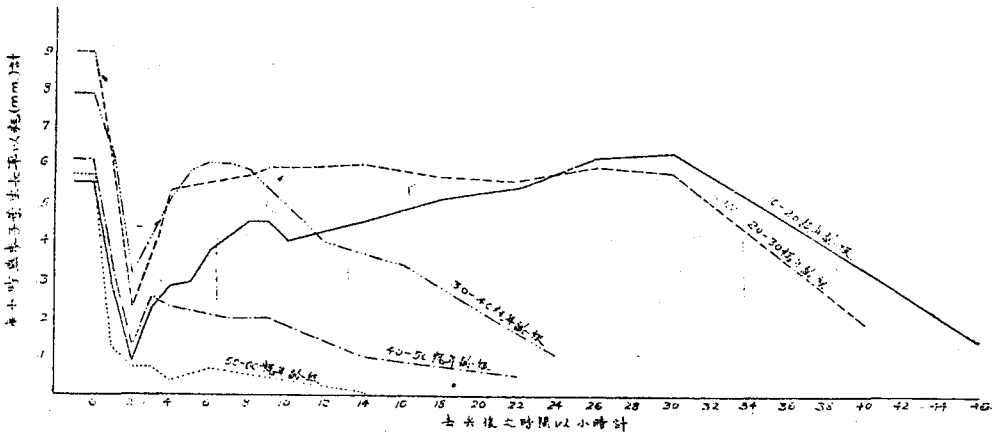
(二)切尖後生長概況：此試驗所得之試驗記錄過為繁多，不能完全發表。茲將每一年齡級之平均數錄如下表：

第三表 燕麥子葉去尖後之生長與年齡之關係

年齡級	去尖後每小時子葉基生長高度以○計																						
	前	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	24	28	30	38	40	46	54
10-20耗	53	29	09	22	28	29	37	41	45	45	40	..	45	..	51	54	..	62	63	39	..	14	08
20-30耗	84	59	23	37	38	51	55	56	57	59	59	..	60	..	57	50	..	60	58	..	19	..	04
30-40耗	78	61	32	41	51	58	60	60	59	..	..	40	..	34	..	..	11	..	..	..	..	..	..
40-50耗	61	33	15	25	23	22	21	20	..	..	..	..	..	10	..	..	0	..	..	..	..	..	..
50-60耗	37	1	07	07	07	07	..	..	..	..	..	..	..	00	..	..	..	..	..	..	..	..	..

茲為清醒眉目起見復將前表繪成綫圖以橫軸代表尖

去後時間,而以豎軸代表每小時之生長率(第一圖)。從前表及第一圖觀之,此次所得之結果頗與 Dolk 所得相符合。除第五年齡級外其餘四年齡級去尖後生長趨勢皆先降而後升。而以去尖後第二小時之生長率為最低。自第三小時起生長率即表現上升趨勢。以後逐漸增高,至於生長率最高點。此後復行下降。



第一圖。各年齡級之燕麥子葉去尖後之生長趨勢

在第一年齡級中有一部分之子葉基在去尖後第二時其生長率為0。其餘之生長亦極微弱。此足徵在去尖後第二小時間子葉基中所含之生長素極微,或完全缺乏生長素。第二小時以後之生長則完全由於再發作用所生的新尖所分泌的生長素之功效。第一時之生長則由於舊尖所分泌的生長素,已傳導下而殘存於子葉基中者。第二第三及第四年齡級之去尖後第二小時之生長較強。是蓋由於舊尖所分泌的生長素,因傳導作用而達於基部之量較第一年齡為多。於去尖後第二時間其功效仍顯。

(三)燕麥苗之年齡與再發作用的關係: 此種關係在前



列試驗記錄中頗為明顯。在低年齡級中再發作用頗強。至第四年齡級(40—50種)漸形微弱。至第五年齡級(50—60種)則無顯然之再發作用。證之於各年齡級生長率最高點更為明顯。第一年齡級去尖後生長率最高點之平均數超過去尖前之平均生長率22%。第二及第三年齡級中二者之相差亦只15—16%。

第四表 去尖後子葉基之生長率最高點

年齡級	去尖前生長率之平均數	去尖後生長率最高點之平均數		去尖前生長最快之燕麥子葉之生長率	去尖後生長最快之燕麥之生長率最後點	
		實在生長以種計	與去尖前生長率比較以%計		實在生長率以種計	與去尖前最快生長率比較以%計
10—20種	.55種	.67種	122%	1.15種	1.21種	1.05%
20.1—30種	.89種	.75種	84%	1.25種	1.08種	86%
30.1—40種	.78種	.66種	85%	1.01種	.90種	89%
40.1—50種	.61種	.30種	49%	.83種	.65種	78%
50.1—60種	.57種	.09種	16%	.82種	.20種	24%

是低年齡級中新尖之分泌生長素功能極強。第一年齡級之新尖其分泌功能且超過舊尖。

再發作用進行的速率亦受年齡的支配。在第一年齡級中其去尖後生長率上升之趨勢緩和。直至去尖後二十六小時至三十小時間始達于最高點。第二年齡級上升之趨勢較急而以第二時至第四時為尤甚；第四時後則極緩和。至第九小時即達於最高點。第三年齡級達到最高生長速率時間為第六小時。第四年齡則縮至去尖後第三時。是再發作用進行的速率亦隨年齡而遞增。

(四)再發作用之起點：Dolk以生長率最低點為再發作用之起點。其試驗結果得150分鐘為再發作用之起點。

Dolk 所發表之紀錄為十八個植物之平均數。其每株燕麥子葉之變異如何無從得知。就本試驗所得之各株生長率最低點列如下表：

第五表 去尖後生長率最低點發現時間之變異

年齡級	生長率最低點在去尖後第二小時				生長率最低點在去尖後第三小時				總計 子葉株數
	無生長		有微弱之生長		無生長		有微弱之生長		
	子葉數	與總數百分比	子葉數	與總數百分比	子葉數	與總數百分比	子葉數	與總數百分比	
10-20株	10	25%	23	56%	3	6%	6	13%	40
20-30株	...	...	14	78%	..	...	4	22%	18
30-40株	...	...	8	66%	...	...	1	9%	12*
40-50株	..	...	8	100%	...	...	...	...	8

\* 不明者三

按前表生長率之最低點有為○者,有非○者。非○者吾人可引用 Dolk 之說認為生長率最低點所發現之時間即為再發作用起始之時間。但生長率之最低點為○者則再發作用之起點當推至最低點發現後一小時。按此計算再發作之起點之分配有如下表：

第六表 去尖子葉再發作用起點時間

年齡級	再發作用起點在去尖後各時間之分配以 % 一				總數
	第二時	第三時	第四時	不明	
10-20株	56%	38%	6%	...	100%
20-30株	78%	22%	..	...	100%
30-40株	66%	9%	..	25%	100%
40-50株	100%	..	..	..	100%

前表表示再發作用之起點有顯然之變異。再發作用大半皆起始於去尖後第二時中。在第三時中較為少數。

在第四時中者除第一年齡級外則不多見。Dolk氏之結果表示再發作用始於去尖後第三小時間。是為本試驗之結果與Dolk氏不相符合之點。在前表中尚有一點堪為注意者。即燕麥去尖子葉基之再發作用起始時間亦因年齡而變異。去尖後第二小時間第一年齡級只有56%起始表現再發作用。而第四年齡級在全一時期內則全體完全表現有再發作用。是再發作用之發生高年齡級子葉基速於低年齡級之子葉基。在本試驗之過程中，曾發現二燕麥子葉其生長率自去尖後第二時以至第十一時皆為○，自十一小時後生長逐漸恢復。是再發作用於去尖後十一小時方為表現。因其有特殊之變異。故未列入前列諸表中。特誌於此。

(乙)切尖之長度與再發作用之關係

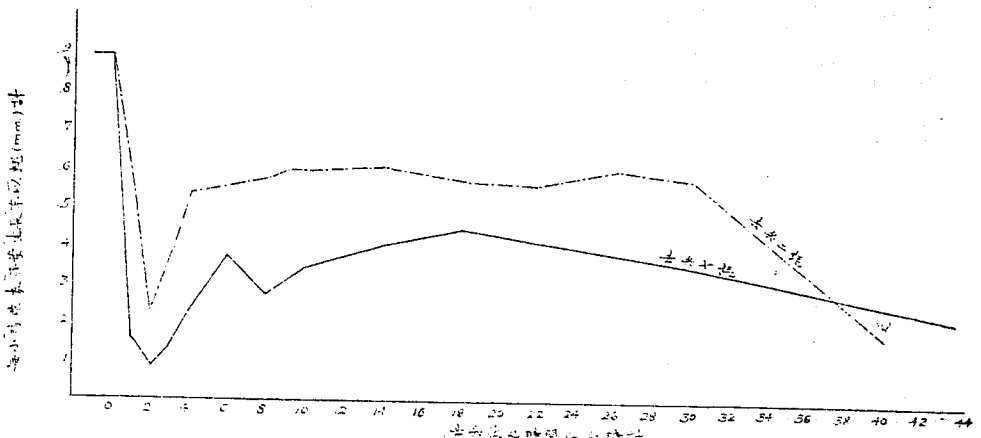
(一)方法：此段試驗中所用之方法與前全。其相異之點只在於所去尖之長度。此試驗去尖為七糶。前段試驗則為二糶。所用燕麥子葉計十六株，其高度皆約以20至30糶。其結果如下。

(二)去尖後生長概況：燕麥子葉切去七糶之尖後其每小時之生長率平均數皆列於下表。全時列入全年齡級去尖二糶後之生長率，以資比較。

第七表 切尖長度與再發作用之關係

切尖之長度	切尖每小時之生長率以糶計															生長率最高點	
	前	1	2	3	4	6	8	10	14	18	22	26	30	40	44	對	對
7 糶	.89	.16	.09	.14	.23	.37	.27	.31	.40	.44	...	...	.35	...	.22	.16	.85
2 糶	.89	.59	.2	.37	.54	.55	.51	.51	.60	.51	.56	.60	.58	.41	...	.75	1.08

前表中可注意之點有二：(一)舊尖所分泌之生長率因傳導作用而達於七糎以下者較少，故去尖後第一小時之生長只·16糎。去二糎之尖者在全時間之生長則為·59糎。相差三倍有奇。此固意料所及。因大部分之生長素皆殘留於2至7糎之間。(二)第二點可注意者，則為去七糎尖的子葉基之新尖其功能遠不如去二糎者。去七糎後所得之生長率最高點之平均數為·46糎。而去二糎者則為·75糎。是足證明再發作用之功能近尖之部分最強。自尖而下逐漸遞減。參觀(第二圖)當更為明瞭。



第二圖 去六糎與去七糎之葉基其生長率去尖後生長趨勢

(三)去尖之長度與再發作用起始時間之關係:

第八表 各種切尖長度下再發作用之起始時間

切尖之長度	再發作用起點在去尖後各時間之支配以%計				總 計
	第二時	第三時	第四時	不明者	
7 糎	12.0%	75%	7.2%	7.3%	100%
2 糎	78%	22%	...	...	100%

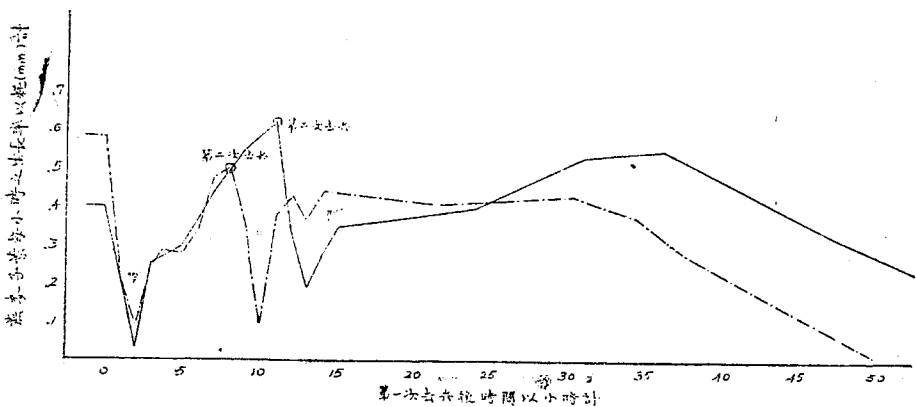
從前表觀之是切尖之長度增加則再發作用之發現遲

緩。去尖七耗者大多數始於去尖後第三小時。去尖二耗者則大部份始於去尖後第二小時。Dolk氏試驗所去之尖爲四耗。而得再發作用之起點爲去尖後150分鐘。或由於此。

(丙)第二次去尖之影響

(一)方法：燕麥子葉去尖後，其子葉基部經再發作用。其頂端可代行尖之功能，已如前所述。若復將此尖切去是否仍有再發作用，亦爲極有趣之問題。對於此點共作二次試驗。第一次用九株燕麥子葉。割去尖端二耗後。十一小時再將頂端割去二耗。紀錄其每小時之生長。第二次試驗與第一次全。惟第二次去尖與第二次去尖，只相差八小時。關於燕麥之發芽及培養悉與前全。

(二)第二次切去尖後生長概況：試驗紀錄之平均數因時間之綜錯不易列表。因將其所得之數繪成(第三圖)。從此圖之觀察，其生長趨勢在第二次去尖後與第一次完全相同。亦先降而後升。是足徵第二次去尖後其基部之頂端仍有再發作用。



第三圖. 燕麥子葉第二次去尖後之生長趨勢

#### 四. 反屈地感覺再發作用的研究

(一)方法: 關於反屈地感覺之再發作用 Dolk 氏曾作一初步試驗。未得相當結果。而本試驗所得之結果較詳。因 Dolk 氏只注意於反應質的方面。本試驗則推及於量的方面。

此段試驗對於燕麥之發芽及燕麥子葉之培養法皆與前全。於試驗時除受微弱之紅光外不令其見其他光線。關於試驗材料之選測頗注重其年齡。因年齡對於再發作用有極大之影響。凡用於本試驗之燕麥子葉皆在20—30穗年齡級中。藉可免除因年齡之不同而引起之變異。

此試驗計用燕麥苗243株。分爲九組。第一組於去尖後即將子葉平置,使子葉基之頂葉與地面成並行。一邊受地力吸力之刺激。受刺激時間計十一小時。然後恢復其直立狀態。所去之尖爲二穗。第二組則於去尖後一小時,第三組則於去尖後二小時行之。如是前推至第九組則爲去尖後八小時方使之受地心吸力刺激。

紀錄之法如下。於燕麥子葉基未受刺激前,先量其頂端一側之切線(tangent)與垂直線所成之角度。以後每半小時量一次。俟此角度達於最高點爲止。但每次所量皆在全一側面。其結果如下。

(二)各組反屈地感覺之比較:

第九表 各組去尖子葉基反屈地感覺比較表

組別	受刺激 時間	麥苗數目	無反屈地 性之麥苗 數目	向上屈之 麥苗數目	有感覺麥苗 數目全組之 百分比
	去尖後				
第一組	第一時	28	10	18	64%
第二組	第二時	34	3	31	91%
第三組	第三時	32	1	31	97%
第四組	第四時	26	0	26	100%
第五組	第五時	21	0	21	100%
第六組	第六時	29	0	29	100%
第七組	第七時	24	0	24	100%
第八組	第八時	23	0	24	100%
第九組	第九時	27	0	27	100%

前表似乎表示大多數之燕麥子葉基在切尖後即有反屈地感覺，但感覺極微弱。其詳可參考第十表。Dolk之解釋謂子葉本身在基部亦有微弱之感覺，非直接受尖端之支配。本試驗結果表示至去尖後第二小時有感覺之子葉基之數目增加。其與全組數目之比例為91%。至第三小時則增至97%。自第三小時以後則皆有感覺矣。由此可推知去尖子葉基在去尖後第二時中已有一部分得着新生的反屈地感覺。是為再發作用的起始。在去尖三小時後則所有子葉基皆發生再發作用，而得着新的反屈地感覺。是新反屈地感覺之發生與新的分泌生長素的發生關於起始時間頗相符合。

(三)各組反屈地感覺之強弱的比較：第十表中列試驗所得關於各組反屈地斜度數量的紀錄。表中各數可切實證明反屈地感覺之恢復始於去尖後第二小時。蓋子葉基

於去尖後第一時之反屈地感覺極微。一小時之刺激所生之反屈地斜度約自零度以至10度。十度以上者極少。

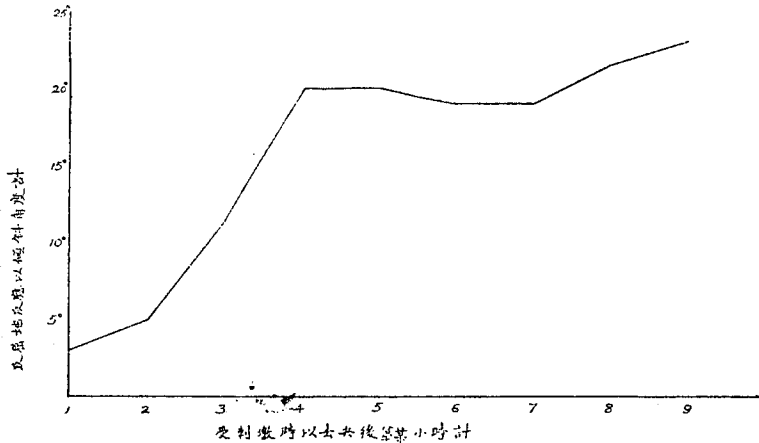
第十表 各組去尖子葉基反屈地地感覺強弱的比較表

組別	受刺激 時間	經一小時地力刺激去尖子葉基所生之反屈地斜度									
		一組中各級反屈地斜度之支配以%分								一組中 反屈地 斜度之 平均數	一組中 最大之 反屈地 斜度
		去尖後	○	度 .1-5	度 5-1-10	度 10-1-15	度 15-1-20	度 20-1-25	度 25-1-30		
第一組	第一時	36%	39%	71%	4%	...	...	...	...	3°	12°
第二組	第二時	9%	53%	38%	...	...	...	...	...	5°	10°
第三組	第三時	3%	3%	34%	37%	16%	7%	...	...	11.5°	22°
第四組	第四時	...	4%	11%	11%	16%	27%	20%	11%	20°	30.5°
第五組	第五時	...	...	5%	...	57%	28%	5%	5%	20°	31.5°
第六組	第六時	...	...	13%	21%	31%	24%	11%	...	19°	29°
第七組	第七時	...	...	4%	21%	25%	33%	17%	...	19°	27°
第八組	第八時	...	4%	...	4%	33%	33%	17%	9%	21.5°	34.5°
第九組	第九時	...	...	7%	...	22%	33%	22%	16%	23°	34.5°

第二組之子葉基,即去尖一時後始受刺激者,其反屈地反應雖亦為自零度以至十度。然其全組之平均數則為5度。較前組增加二度。足證再發作用之功效。自去尖二時後感覺逐漸增強。而以自第二小時以至第四時增加為最快。自四時而後其所增加之量極微。其各組之變異大都由各組中試驗材料個性之不全。

試以(第四圖)中之反屈光斜度平均數之線圖與第一圖中第二年齡級之生長率線圖相比較;自去尖後第二時起其趨勢完全相全。此點可證明生長素分泌功能之再發作用與反屈地感覺之再發作用係並行的作用。其第一段之所





第四圖 燕麥子葉基于去尖後反屈地感覺恢復的趨勢

以不相符合者；蓋因舊尖所分泌之生長素，經傳導作用而達子葉基部者，能引起子葉基部之生長；不能引起其反屈地反應。

在第十表除前述諸點外，仍有一點極堪注意。即在全組中個性之變異極大。其最高反應與最低反應相差極多。即以第四組為例，其最高反屈地斜度為 30.5 度，最低者則為 3 度，相差 27.5 度。此不過舉一極端之例。相差十餘度以至二十度則為常見之事實。故試驗時只用少數之燕麥子葉。其結果異常不可靠。

(四)再發作用與反射時間的關係：當子葉基之頂端起始發生反屈地感覺時，其反射時間較長，以後逐漸縮短。在去尖後第二小時受刺激之子葉基其反射時間長於 30 分鐘者占全組 38%。至去尖後第九時則遞減至 8%。其詳可參考第十一表。但關於各子葉基反射時間之確數則尚未有確定之測驗。

第十一表 各組反應狀態比較表

組 別	受 刺 激 時 間 去 尖 後	受地力刺激半小時後各種反應之分配以%計			
		無 反 應	反 向 地 屈	向 地 屈	總 數
第 二 組	第 二 時	38%	44%	18%	100%
第 三 組	第 三 時	31%	56%	13%	100%
第 四 組	第 四 時	23%	65%	11%	100%
第 五 組	第 五 時	15%	85%	...	100%
第 六 組	第 六 時	20%	80%	...	100%
第 七 組	第 七 時	17%	83%	...	100%
第 八 組	第 八 時	17%	83%	...	100%
第 九 組	第 九 時	8%	92%	...	100%

前表中尚有一可注意之點。於去尖後四小時間有一部分之子葉基對於地力刺激之反應不一致。先向地屈生，後復轉而向上。於四小時後則不表現此類現象。

## 五. 屈光感覺再發作用的研究

(一)方法: 試驗材料之準備及選擇皆如反屈地感覺試驗。試驗之地點則在一暗室中。暗室之四週皆漆黑色。此試驗計用燕麥子葉 203 株。分爲十組。第一組於去尖後即受光,第二組一小時後,第三組九十分鐘後,第四組二小時後,第五組三小時後,第六組四小時後,第七組六小時後,第八組八小時後,第九組十小時後。所去之尖皆爲二蘗。第十組則未去尖以資比較。

所用之光爲 16 Watt 燈泡。自試驗植物至燈泡之發光處計二米。於試驗時去尖子葉基置於一內外黑色之硬紙

盒中。盒之向光面有一孔。燈光與孔及盒內之子葉基成平行線。受光時間計三十分鐘。

其紀錄方法亦如前反屈地感覺試驗。於未見光之前，先量去尖子葉基部頂端之切線 (tangent) 與垂直線所成之角度。見光後復量之。以後每十五分鐘量一次。俟屈光斜度達於最高點為止。其結果分述於下。

(二)各組屈光之反應：去尖子葉之屈光試驗紀錄列成下列二表。其中頗多可注意之點。列舉於下：

第十二表 各組屈光斜度比較表

組別	受光時間 (去尖後)	受光一小時 後屈光斜度 之平均數	受光二時後 屈光斜度之 平均數	30分鐘刺激所引起之完全屈光斜度		
				平均數	最高紀錄	最低紀錄
第一組	0-5時	3°	8°	22.5°	33.5°	14.5°
第二組	1-1.5時	-5°	10.5°	25.5°	36.5°	12°
第三組	1.5-2時	7°	19.5°	27.0°	38°	13.5°
第四組	2-2.5時	10.5°	26.5°	32.5°	65°	8.5°
第五組	3-3.5時	9°	20°	24.5°	33°	15°
第六組	4-4.5時	12°	25.5°	28.5°	43.5°	6.5°
第七組	6-6.5時	18°	29.5°	31°	48.5°	19°
第八組	8-8.5時	12°	24°	25°	42.5°	6.5°
第十組	10-10.5時	12.5°	27.5°	29°	49.5°	15.5°
未去尖組		22.5°	於二時前即 達於完全屈 光斜度	33.5°	43.5°	24

第十三表 各組屈光反射時間比較表

組別	受光時間 (去尖後)	一 組 中 反 射 時 間 長 短 之 分 配 以 % 計							總 計
		30分以內者	31-45分者	46-60分者	61-75分者	76-90分者	91-105分者	106-120分者	
第一組	0-5時	32%	18%	23%	19%	...	4%	4%	100%
第二組	1-1.5時	56%	6%	13%	13%	12%	...	...	100%
第三組	1.5-2時	82%	9%	9%	...	...	...	...	100%
第四組	2-2.5時	92%	6%	...	...	...	2%	...	100%
第五組	3-3.5時	86%	7%	7%	...	...	...	...	100%
第六組	4-4.5時	67%	27%	6%	...	...	...	...	100%
第七組	6-6.5時	75%	25%	...	...	...	...	...	100%
第八組	8-8.5時	83%	11%	...	6%	...	...	...	100%
第九組	10-10.5時	74%	26%	...	...	...	...	...	100%
未去尖組		83%	17%	...	...	...	...	...	100%

1. 去二穗之尖對於屈光感覺所生之影響較小於反屈地感覺。去尖後一二小時間反屈地感覺極為微弱第一小時之反應為3度第二小時之反應為5度。至第九小時其反應則增至23.5度。相差為83—36%。但去尖子葉基之屈光感覺殊強。去尖後第一時之反應為22.5度。第二時之反應為25.5度。去尖後最高反應為32.5度。相差只22—30%。不去尖組之反應為33度。與去尖後最高反應等。去二穗尖之子葉基在去尖後第一小時間有36%無反屈地感覺而在第一半小時即全表現有屈光感覺。是足證明燕麥子葉尖部具有屈光感覺部分較長於屈地感覺部分。換言之,子葉尖二穗以下部分之屈光感覺較強於反屈地感覺。

2. 去尖子葉基對於屈光反應之個體變異極大;而第四

組尤爲顯著。在五十株去尖子葉基中其最高屈光斜度 $65^{\circ}$ 。最低之紀錄則爲 $8.5$ 度。相差至五十餘度。

3.關於屈光感覺之再發作用從強度方面觀察,似不能尋得一明顯之證據。其故有二。一因去尖子葉基於去尖後即有顯然之屈光反應。二因屈光反應之變異過大。且自第五組至第九組所用之試驗材料數目太少。不能得一可靠之平均數。但自第一組以至第四組,屈光斜度實表現一種明顯的上升趨勢。可足證明有再發作用之存在。

4.去尖之影響於屈光反應之反射時間較爲顯著。參考第十三表即得明確之證據。不去尖之燕麥子葉之反射時間皆在45分鐘以內在30分鐘以內者83%。30—45分鐘者17%。而第一組(去尖後即見光者)之反射時間在45分鐘以內者計50%。在45分鐘以上者亦爲50%。最長之反射時間有延至120分鐘者。至第三組(去尖後90分鐘始受光者)反射時間在30分鐘以內者增至82%。與未去尖者相等。

5.在第十二表中除上述諸點外,尤有一點堪爲注意者。第二組(去尖後一小時見光者)在受光一小時後之屈光斜度平均數爲 $-5$ 度。表示反屈光性。細析之,全組向光屈者計27%,反屈光者46%,無反應者27%。是第二組約有半數燕麥子葉基先反向光屈,而後復轉而向光屈。在他組中此種現象發現極少。

6.本試驗所得之結果與Dolk所得者有顯然相異之點。Dolk所得之結果表示去尖子葉基在去尖後第一小時只有8%有屈光感覺。第二小時只有6%有感覺。作者之所得表示子葉基在去尖後第一小時完全有屈光感覺。試驗方

法上不全點則在此次試驗切去之尖爲二耗, Dolk 則去四耗。由此推論似乎子葉尖下二耗以至四耗部分。仍有充分的屈光感覺。此種推論是否有無錯誤之點。則有待於將來試驗之證明。

## 六. 總結論

(一)燕麥子葉分泌生長素之功能概集中於子葉尖端。若切去尖端二糧,其子葉基部之生長率即大減或全無生長。但於去尖後 60—180 分鐘間去尖子葉基部復行發生分泌生長素之功能。子葉基部生長因之漸形恢復。是爲再發作用。再發作用發生的快慢則隨試驗植物之個性年齡而異。

(二)子葉之年齡與再發作用之強弱有密切之關係。高度在四十糧以下者去尖後皆有強烈的再發作用。因再發作用所得的新生長率爲未去尖前之生長率的 84—122 %。四十糧以上之子葉去尖後此種作用之強度驟減。

(三)去尖七糧之子葉基較去尖二糧者之再發作用爲弱。實現亦較遲。

(四)於去尖八小時或十一小時後,再將子葉基部之頂端切去二糧。其殘餘部分仍有全樣之再發作用發生。

(五)去尖二糧之子葉基只有極微弱之反屈地感覺,或完全無感覺。其感覺之恢復始於去尖後 60—180 分鐘間。以後逐漸增其感覺之強度。於感覺方恢復時其反射時間亦較長。

(六)去尖二糧之子葉基仍有顯著之屈光感覺。如去尖後即使之一面受光半小時(16 watt 燈泡距離二米)。其屈光斜

度之平均數爲 22.5 度。但反射時較長。自去尖一時後屈光感覺漸表現上升的趨勢。而反射時亦漸形縮短。

## 七. 參考的文獻

- ( ). Boysen-Jensen : Ueber die Leitung des phototropischen Reizes in Avena-Keimpflanzen. Ber. d. dtsh. botan. Ges. B. 28, 1910.
- ( ). ..... : Ueber die Leitung des phototropischen Reizes in Avena-Koleoptile. Ber. d. dtsh. botan. Ges. B. 31, 1913.
- ( ). ..... und Nielsen : Studien über die hormonal Beziehung Zwischen Spitze und Basis der Avena-koleoptile. Planta B. 1, 1926.
- ( ). Brauner: Ueber den Einfluss der Koleoptilspitze auf die geotropischen Reaktion der Avena-Keimlinge. Ber. d. dtsh. botan. Ges. B. 41, 1923.
- ( ). Dölk : Concerning the sensibility of decapitated coleoptiles of Avena sativa for light and gravitation. Kon. Akad. Wet. Amsterdam. vol. 22, 1926. (Reprint)
- ( ). Paál: Ueber phototropische Reizleitung. Ber. d. dtsh. botan. Ges. B. 32, 1923.
- ( ). Rother: Jost-Benecke: Pflanzen Physiologid. B. 2, S. 276 and 318-320, 1923.
- ( ). Rother: Dölk ( )
- ( ). Söding: Werden in der Spitze der Haferkoleoptile Wuchshormone gebildet. Ber. d. dtsh. botan. Ges. B. 41, 1923.

- 
- ( ). .....: Zur Kenntinis der Wuchshormone in der Haferkoleoptile. See Stärk (
- ( ). Stärk: Das Reizleitung sproblem bei den Pflanzen in Lichte neuerer Erfahrungen. *Ergebn. d. Biol.* B. 2, 1927.
- ( ). Went: On growth-accelerating substance in the coleoptile of *Avena sativa*. *Kon. Akad. Wet Amsterdam.* Vol 30, 1927.
- ( ). Went: Wuchsstoff un Wachstum. *Zeitschr. f. Botanik* B. 20, 1928.