Blütenmorphologische und embryologische Untersuchungen an den Viscoideen Korthalsella Opuntia Merr. und Ginalloa linearis Dans.

Von Alfred Rutiskauser.

Eingegangen am 23. Juli 1936.

(Arbeiten aus dem Institut für Allgemeine Botanik der Universität Zürich, 11. Serie, Nr.· 21, mit 8 Abbildungen im Text.)

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung 5

II. Material und Technik 7

III. Untersuchungen an Korthalsella Opuntia Merr.

1. Der Blütenstand 7

2. Die männliche Blüte 9

3. Die weibliche Blüte.....11

4. Die Frucht 16

IV. Untersuchungen an Ginalloa linearis Dans. :

1. Der Blütenstand 17

2. Die männliche Blüte 18

3. Die weibliche Blüte 19

4. Die Frucht 24

V. Zusammenfassung 25

VI. Literatur 27

I. Einleitung.

Die Viscoideen sind, wie alle anderen Loranthaceen, durch den einfachen Bau ihrer Blüten ausgezeichnet. Völliges Fehlen, oder doch starke Reduktionen im Bau der Samenanlagen sind für alle Vertreter der Familie charakteristisch. Allgemein werden diese Vereinfachungen als sekundäre Erscheinungen, Rückbildungen, aufgefasst. In einer früheren Arbeit (A. Ru t i s hau s er, 1934) habe ich zu zeigen versucht, dass die Reduktionen nur den Sporophyten, nicht aber den Gametophyten erfassen, der letztere sich vielmehr konservativ verhält, an seiner Form, Lage und innerem Bau, trotz den Umänderungen, die der Sporophyt erfährt, festhält.

---

1 Ergebnisse der mit Subventionen der Julius Klaus-Stiftung für Vererbungsforschung, Sozialanthropologie und Rassenhygiene und der Stiftung für wissenschaftliche Forschung an der Universität Zürich von Professor Dr. Alfred Ernst und Dr. Marthe Ernst - Schwarzenbach ausgeführten IndoMalayischen Forschungsreise (28. Juli 1930-16. April 1931), Nr. 8.

Durch die Überlassung und Vermittlung von neuem Untersuchungsmaterial durch Herrn Prof. Dr. A. Ernst ist es mir möglich geworden, den oben genannten Schluss durch neue Beobachtungen zu erhärten. Herr Prof. Dr. A. Ernst hatte die Güte, mir das von ihm auf Ceylon gesammelte Material von Korthalsella Opuntia Merr. zur Verfügung zu stellen und durch seine Vermittlung erhielt ich aus den Sammlungen des botanischen Museums in Buitenzorq, Java, fixiertes Material von Ginalloa linearis Dans.

Korthalsella Opuntia Merr. ist eine ostasiatische Viscoidee. Ihre Wirte gehören den Gattungen Adinandra, Eurya, Ilex und andern Laubbaumgattungen an. Morphologisch ist die Art erst unvollständig bekannt. H. Lecomte (1916) hat die Früchte einer von ihm als Korthalsella moniliformis bezeichneten Viscoidee beschrieben, welche nach B. H. Danser mit K. Opuntia Merr, identisch ist. Ob Lecomtes Beschreibung des Synandriums der männlichen Blüte, die er einige Zeit später veröffentlichte, sich ebenfalls auf K. moniliformis = K. Opuntia Merr. bezieht, ist nicht deutlich ersichtlich. Daher habe ich die Resultate meiner eigeneil Untersuchungen auch in bezug auf diesen Punkt, trotz weitgehender Übereinstimmung mit H. Lecomte, wenigstens in Kürze wiedergegeben. Dies auch deshalb, weil B. Hayata (1915, 1916), der sich wahrscheinlich auch mit derselben Art befasst hat, bezüglich des Baues des Androeceums zu derart abweichenden Resultaten gekommen ist, dass sie ihn sogar dazu veranlassten, eine neue Gattung aufzustellen. Während nämlich H. Lecomte (1916) annimmt, dass die untereinander verwachsenen Antheren vor den Perigonblättern stehen, kommt B. Hayata auf Grund seiner an Mikrotomschnitten ausgeführten Untersuchungen dazu, Alternanz zwischen den Perigonblättern und den Antheren anzunehmen.

Die Gattung Ginalloa ist von Korthals (1839) durch die Beschreibung der westindischen Art G. Arnottiana Korth. bekannt geworden, hat aber erst durch Ph. van Tieghem (1895, S. 646) eine genauere Untersuchung erfahren, wobei zum erstenmal auch der Embryosack beschrieben wurde. Es ist leider nicht mehr möglich, festzustellen an welcher Art Ph. van Tieghem seine Beobachtungen durchgeführt hat. Verschiedenen Angaben ist aber zu entnehmen, dass es sich nicht um Ginalloa linearis gehandelt haben kann, so dass es trotz weitgehender Übereinstimmung wieder notwendig wird, auch auf diejenigen Punkte, die Ph. van Tieghem bereits berücksichtigt hat, nochmals einzugehen.

Die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit konnte ich in den' Jahren 1935/1936 unter Benutzung der Einrichtungen des Institutes für allgemeine Botanik der Universität Zürich durchführen; wofür ich dem Vorsteher des Institutes, Herrn Professor Dr. A. Ernst, zu grossem Dank verpflichtet bin. Dank schulde ich auch Herrn Dr. F. Steindl für die Herstellung der Mikrophotographien.

II. Material und Technik.

Das von mir untersuchte Material von Korthalsella Opuntie Merr. stammt aus Ceylon, wo es von Herrn und Frau Prof. Ernst - Schwarzenbach am 25. August 1930 arn Wege von Nuwara Eliya nach Hakgalla gesammelt worden war. Als Fixierungs- und Konservierungsflüssigkeit war nur 95% Alkohol zur Anwendung gekommen. Die Fixierung genügte durchaus zur Untersuchung der Blütenmorphelogie und Embryologie, für feinere zytologische Untersuchungen war das Material wenig geeignet. Immerhin war es doch möglich, wenigstens in groben Zügen einige zytologische Daten zu gewinnen. Gefärbt wurde mit

Eisenhämatoxylin nach Heidenhain und Feulgens Nuclearreaktion.

Meine Bemühungen, fixiertes Material von Ginalloa arten zu erhalten, hatten trotz verschiedenen Anfragen nur wenig Erfolg. Herr Prof. Dr. B. H. Danser machte uns die freundliche Mitteilung, dass in den Sammlungen des Herbariums in Buitenzorg Alkoholmaterial einer von Miss B. Polak in Mador bei Poentianak, Borneo, gesammelten und von ihm selbst als G. linearis nov. spec. bestimmten Viscoidee vorhanden sei. Auf die Anfrage von Prof. Dr. A. Ernst hin wurde ihm dieses Material durch Professor Dr. C. G. G. J. van Steenis zur Entnahme geeigneter Proben zugeschickt. Es enthielt, wie sich zeigte, glücklicherweise eine grosse Anzahl von Sprossen. Leider erwies sich das Konservierungsmittel (Alkohol) in diesem Falle nicht als geeignet für die Untersuchung der Embryosackentwieklung, indem hauptsächlich die Stadien des achtkernigen Embryosackes stark geschrumpft waren. Dies ist auch der Grund, warum eine genauere· Beschreibung des Eiapparates nicht möglich war. Als Färbemittel kamen in Betracht, das Hämatoxylin nach Delafield und das Hämatoxylin nach Heidenhain.

III. Untersuchungen an Korthalsella Opuntia Merr.

1. Der Blütenstand.

Sämtliche Sprosse, die mir zur Verfügung standen, waren an den Knotenstellen mit Blüten oder Früchten besetzt. Die blütentragenden. Zweige bestehen aus flachgedrückten, länglich-ovalen Gliedern, die bis 17 mm lang und 5 mm breit werden können. Am oberen Ende der Internodien entspringen die gegenständigen Blattschuppen in superponierter Anordnung. Schon Ph. van Tieghem (1896 b, S. 165) hat auf diese eigenartige, bei den Angiospermen seltene Blattstellung aufmerksam gemacht. Die. Blätter sind mit ihren Seitenrändern verwachsen und bilden einen den Stengel umfassenden Ring.

Die Blüten entspringen in den Achseln der gegenständigen Blattschuppen. Ein Querschnitt durch junge Knotenstellen zeigt die beiden verwachsenen Blattschuppen und in deren Achseln je drei erste Blüten, wovon die mittlere männlich, die beiden seitlichen weiblich sind. Alle weiteren, adventiv entstehenden, Blüten sind weiblich. Es werden stets zwei Blüten auf einmal ausgebildet, so dass je zwei dem gleichen Entwicklungs zustand angehören. Sie entspringen etwas unterhalb und seitlich der primären weiblichen Blüten, und zwar derart, dass ein zweites Paar weiblicher Blüten innerhalb der zwei erstgebildeten Blüten, das dritte unterhalb des ersten Paares zu liegen kommt. Auf diese Weise kommt ein aus 7-9 Blüten bestehender Blütenstand zustande, in welchem die weiblichen Blüten unterhalb und seitlich der einzigen männlichen Blüte in vier Reihen angeordnet sind. Die Zwischenräume zwischen denselben sind mit unverzweigten, mehrzelligen Haaren erfüllt.

Meine Beobachtungen über die Anordnung der Blüten stimmen mit den älteren Ph. van Tieghem s (1896 b, S. 162), des ersten Bearbeiters der Gattung Korthalsella, in zwei Punkten nicht überein. Hinsichtlich der Entwicklungsfolge der Blüten der von ihm untersuchten Korthalsella Remyana schreibt. Ph. van Tieghem: «Il s'en fait d'abord une médiane vers le haut du massif de poils, puis une autre de chaque côté et un peu au-dessous, puis une nouvelle sous la médiane, puis deux nouvelles sous les deux latérales et ainsi de suite. Les fleurs sont alors disposées en trois series longitudinales, dans chacune desquelles elles naissent de haut en bas. »

Meine Beobachtungen zeigen, dass nach dem ersten weiblichen Blütenpaar nicht eine,

sondern zwei weitere weibliche Blüten zugleich gebildet werden, die nicht direkt unter der ersten männlichen Blüte, sondern unterhalb und zu beiden Seiten derselben entstehen, so dass also vier Reihen weiblicher Blüten angelegt werden. Diese Beobachtung ist deshalb von einiger Bedeutung, weil sie dartut, dass die Blütenanordnung innerhalb einer Blattachsel nicht nur derjenigen von K, Dacrydii, sondern auch derjenigen von Phoradendron ähnlich ist. Nach K: Goebel (1931, S. 137) besteht der Blütenstand von Phoradendron polygonum aus vierkantigen Sprossen mit ebenfalls gegenständigen, reduzierten Blattschuppen. Die über den Blattschuppen befindlichen männlichen Blüten sind den Internodienflächen, die vielen weiblichen Blüten den vier Kanten derselben eingesenkt. Je zwei der vier Reihen weiblicher Blüten gehören zu einer männlichen Blüte und können mit dieser zusammen als Infloreszenzen betrachtet werden. An jedem Internodium sind demnach zwei Infloreszenzen vorhanden, deren einzelne Blüten durch eine interkalare Wachstumszone über das Deckblatt' emporgehoben werden. Der Unterschied gegenüber K. Opuntia scheint mir nun darin zu liegen, dass bei dieser eine interkalare Wachstumszone nicht vorhanden oder wenigstens nur wenig wirksam ist, so dass die Blüten mehr zusammengedrängt werden.

Über das Zahlenverhältnis der männlichen und weiblichen Blüten schreibt Ph. van Tieghem (1896 a, S. 84) : « Chaque groupe renferme des fleures mâles et des fleurs femelles, mélangées sans ordre bien marqué, les premières plus nombreuses que les secondes; il y a d'ailleurs aussi des groupes uniquement composés de fleurs mâles.» An den von mir untersuchten Pflanzen ist die Verteilung der männlichen und weiblichen Blüten viel regelmässiger, indem die erstangelegte Blüte stets männlich, alle anderen aber weiblich sind. Im Gegensatz zu Ph. van Tieghems Beobachtung sind also die weiblichen Blüten viel zahlreicher als die männlichen. Das Zahlenverhältnis der männlichen und weiblichen Blüten beträgt für die einzelnen Infloreszenzen 1 : 6 oder 1 : 8.

2. Die männliche Blüte.

Die Entwicklungsgeschichte der männlichen, wie auch der weiblichen Blüte verläuft in den ersten Stadien gleich wie ich sie für K. Dacrydii beschrieben habe (A. Rutishauser, 1934). Es, erübrigt sich deshalb, näher darauf einzugehen. Erst in den späteren Stadien der Synandriumentwicklung machen sich einige Differenzen bemerkbar, die zu einem etwas abweichenden Bau führen.

Die männliche Blüte besteht aus zwei Blattkreisen, den drei Perigonblättern und dem, sechs Pollensäcke enthaltenden, Synandrium. Zahl und Stellung der das Synandrium zusammensetzenden Antheren lassen sich nicht direkt bestimmen, da keine Leitbündel vorhanden sind. Auch sind zwischen den im Kreis angeordneten Pollensäcken (Abb. 1 a, b) völlig übereinstimmende Querwände vorhanden. Es sind also auch aus dem anatomischen Bau derselben weder Schlüsse auf die Antherenzahl noch auf die ursprüngliche Lage der einzelnen Antheren gegenüber den Perigonblättern möglich. Meiner Ansicht nach wird man aber mit der Annahme kaum fehlgehen, dass das Synandrium aus drei vor den Perigonblättern liegenden Antheren zusammengesetzt ist, da auch die nächsten Verwandten unserer Art sich durch eine solche Ausbildung des Andreaceums auszeichnen.

Ein Umstand schien zunächst allerdings gegen diese Auffassung, zu sprechen. An Querschnitten, die durch eine männliche Blüte ausgeführt wurden, erschien der vom Synandrium umschlossene Kanal regelmässig in Form eines Dreiecks mit lang ausgezogenen Ecken, wobei je zwei Pollensäcke von den ausgezogenen Ecken umfasst wurden und infolgedessen als enger zusammengehöriges Ganzes zu betrachten waren. Die Auffassung,

dass je zwei solche Pollensäcke einer der drei Antheren entsprechen, war naheliegend. Da aber die ausgezogenen Ecken des Zentralkanals genau gegen die Mitte der Perigonblätter zu verliefen, müsste auch angenommen werden, dass die drei Antheren zwischen den Perigonblättern stünden.

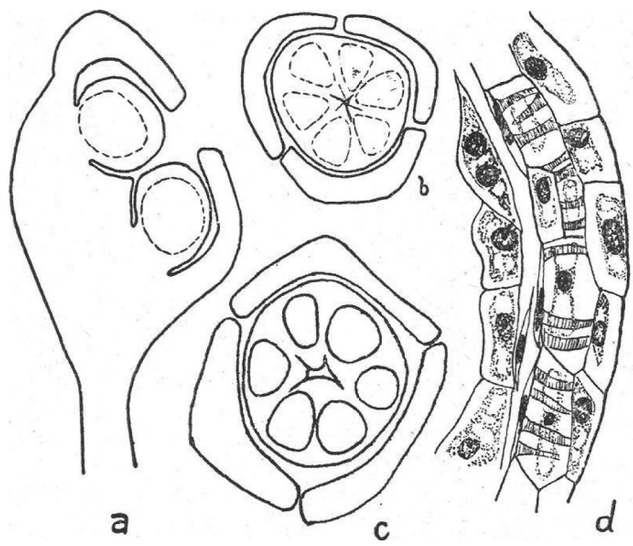


Abb. 1. Morphologie der männlichen Blüte von Korthalsella Opuntia. a Medianer Längsschnitt, b und c Querschnitte. d Querschnitt durch die Antherenwand. (Vergrösserung a-c 1: 40, d 1: 300.)

Eine ganz ähnliche Beobachtung wie die vorliegende hat auch schon B. Hayata (1915, 1916) gemacht und daraus die eben mitgeteilten Schlüsse gezogen. Er geht konsequenterweise so weit, die untersuchte Pflanze aus der Gattung Korthalsella herauszunehmen und für sie eine neue Gattung, Pseudixus, aufzustellen. Eine zu solchen Schlüssen führende Bedeutung scheint mir aber die erwähnte Beobachtung denn doch nicht zu haben und ich schliesse mich der Auffassung J. C. Mekels (1935) an, der es ablehnt, die Beobachtung Hayatas so wie er es tut zu interpretieren. Die Ähnlichkeit von K. Opuntia mit den Arten der Gattung Ginalloa, wo die drei zweifächerigen Antheren vor den Perigonblättern stehen, ist zu gross, als dass die Arten der beiden Gattungen in einem derart wichtigen Merkmal voneinander abweichen könnten. Dann aber ist auch der Bau des zu diesen Differenzen Anlass gebenden zentralen Kanals des Synandriums nicht immer der gleiche, so dass schon deswegen auf dieses Merkmal kein so grosses Gewicht gelegt werden darf. In einer Querschnittserie durch eine reife männliche Blüte fand ich nämlich einen in *vier* Spitzen ausgezogenen zentralen Kanal, durch welchen eine ganz unregelmässige Gruppierung der Pollensäcke zustande kam, derart, dass Gruppen von zwei durch keine Einschnitte getrennte Pollensäcke einzelnen Pollensäcken gegenüberstanden, die deutlich von den benachbarten getrennt waren (Abb. 1 c). Es besteht also keine Veranlassung, aus dem wahrscheinlich nur gelegentlich vorkommenden dreieckigen Zentralkanal auf eine mit den Perigonblättern alternierende Stellung der Antheren zu schliessen. Die Art kann deshalb ruhig in der Gattung Korttuüsella belassen werden.

Die äussere Antherenwand des Synandriums ist aus vier Zellschichten zusammengesetzt

(Abb. 1 d). Eine mit schwach verdickten Aussenmembranen versehene Epidermis schliesst den Antherenringwulst nach aussen ab. Darauf folgt ein gut ausgebildetes Endothecium. Die dritte Schicht besteht anfangs aus schmalen, langgestreckten Zellen, die im Verlaufe der Antherenentwicklung fast völlig zusammengedrückt werden und degenerieren. An sie schliesst das zweikernige Tapetum an. Im Gegensatz zu K. Dacrydii besitzt also K. Opuntia eine vollkommen normal ausgebildete Antherenwand.

Das Leitbündelsystem ist sehr einfach. Es besteht aus drei getrennt durch den Blütenstiel verlaufenden Leitbündeln, die die Perigonblätter versorgen. Abzweigungen, etwa zur Basis des Synandriums, sind nicht beobachtet worden. Die Antheren besitzen also keine Leitbündel.

Die Pollenentwicklung verläuft gleich wie bei K. Dacrydii. Die Chromosomenzahlen der Kerne konnte ich nicht genau feststellen. Sie dürften von den bei K. Dacrydii gefundenen Zahlen nicht wesentlich abweichen. Unterschiede gegenüber K. Dacrydii ergeben sich dagegen bezüglich des fertigen Pollenkornes, indem der vegetative Kern von K. Opuntia kugelförmig ist und im Plasma stets deutlich Stärke nachgewiesen werden kann.

3. Die weibliche Blüte.

Die kolbenförmige weibliche Blüte besteht aus drei Perigon- und – wahrscheinlich – zwei Karpellblättern. Wenigstens lässt die zweilappige Narbe und der innere Bau des Fruchtknotens auf die Zweizahl - der Karpelle schliessen. Die Karpelle sind untereinander verwachsen, doch ist die Verwachsung keine vollständige. Es bleibt stets ein schmaler, spaltförmiger Griffelkanal ausgespart, der sich nach unten zu der von einer zentralen Plazenta ausgefüllten Ovarialhöhle erweitert (Abb. 2 a). Gegen den Griffelkanal zu sind die Karpelle mit einer feinen Cuticula versehen, ebenso die Plazenta. Die letztere hat die Form eines in der Medianebene der Karpelle abgeflachten Kegels, an welchem keinerlei Ausbuchtungen vorhanden sind. Samenanlagen werden also nicht ausgebildet.

Das Leitbündelsystem besteht aus drei Leitbündeln, die wie bei der männlichen Blüte getrennt durch den Blütenstiel verlaufen und in den drei Perigonblättern endigen. Die jungen Karpelle besitzen zunächst noch keine Leitbündel.

Die Stellung der Karpelle zu den Perigonblättern ist aus Querschnittserien erschlossen worden. Von oben nach unten aufeinanderfolgende Querschnitte durch weibliche Blüten ergeben folgende Bilder: Zuerst erscheinen die drei Perigonblätter, welche die zwei Narbenlappen, deren Längsspalt genau senkrecht auf eines der Perigonblätter zu gerichtet ist, umschliessen (Abb. 2 b). In der Höhe des Griffelkanals lässt sich die Stellung der Perigonblätter aus der Lage der drei Leitbündel erschliessen, während sich die Lage der Karpelle durch die Richtung des spalttörmigen Griffelkanals, die auf eines der Leitbündel hinweist, feststellen lässt (Abb. 2 c). Weiter unten wird das Zentrum der Blüte durch die ovale Plazenta ausgefüllt, deren Längsachse senkrecht zum Griffelkanal in der Medianebene der beiden Karpelle liegt. Sie enthält je nach dem Entwicklungsstadium der Blüte die Archespore oder Entwicklungsstadien des Embryosackes (Abb. 2 d). Auch in dieser Höhe sind nur die drei Leitbündel der Perigonblätter sichtbar.

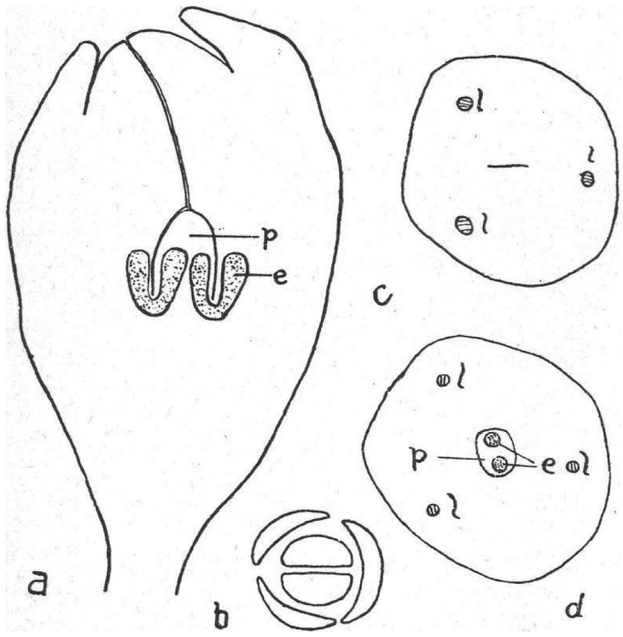


Abb.2. Morphologie der weiblichen Blüte von Korthalsella Opuntia. a Medianer Längsschnitt. b-d Querschnitte durch junge weibliche Blüte. e Embryosack. l Leitbündel. p Plazenta. (Vergr. a, 1 : 70, b-d, 1: 40.)

Der Gametophyt entsteht im Gewebe der Plazenta. In der jungen Plazenta differenzieren sich zwei wandständige, subepidermale Zellen durch weiteres Wachstum und Vergrösserung des Kernes zu Archesporzellen. Sie liegen in der Medianebene der Karpelle und sind durch zwei bis drei Zellschichten voneinander getrennt. Aus ihnen gehen ohne weitere Teilungen die Embryosackinutterzellen hervor (Abb. 3 a). Die nun einsetzende Tetradenteilung konnte ich nicht genauer verfolgen. Doch kann aus den vorhandenen Stadien der Schluss gezogen werden, dass nach der ersten Teilung eine Querwand entsteht, durch welche die Embryosackmutterzelle in zwei übereinanderliegende Zellen, der oberen Embryosackzelle und der degenerierenden unteren Schwesterzelle geteilt wird. Aus dem zweiten Reduktionsteilungsschritt, der zugleich der erste der Embryosackbildung ist, resultiert der zweikernige Embryosack (Abb. 3 b). Nach dem nächsten, synchron verlaufenden Kernteilungsschritt, der zur Bildung des vierkernigen Embryosackes führt (Abb. 3 c), tritt wenigstens bezüglich der Wachstums- und Teilungsvorgänge eine Ruheperiode ein. Dagegen wird während dieses Stadiums- in grossen Mengen Stärke gespeichert. Die Zahl der 4-5 µ grossen, in zwei bis drei Teilkörner zerfallene Stärkekörner ist schliesslich so gross, dass das Plasma eine wabige Struktur bekommt. Die Stärkespeicherung hält auch noch zu Beginn der nächsten Wachstumsperiode an. Im Verlaufe der späteren Stadien der Embryosackentwicklung verschwindet die Stärke wieder fast vollständig. Der befruchtungsreife Embryosack enthält denn auch nur noch wenige Stärkekörner.

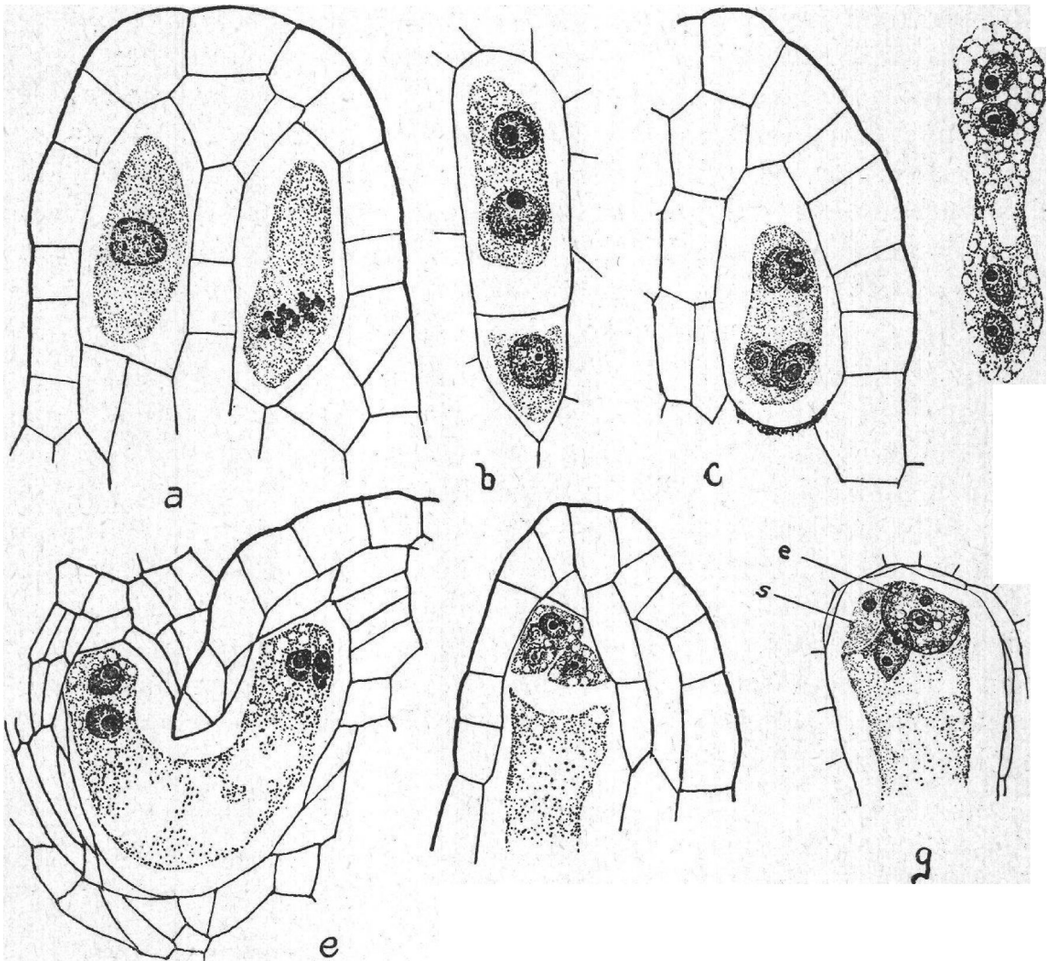


Abb. 3. Die Entwicklung des Embryosackes von Korthalsella Opuntia. a Embryosackmutterzellen. b Zweikerniger Embryosack mit Schwesterzelle. c Vierkerniger Embryosack. d und e Wachstumsstadien des vierkernigen Embryosackes. f Antipodiales Ende des ausgewachsenen Embryosackes. g Eiapparat. s Synergidenzelle. e Eizelle. (Vergr. a-c 1 : 950, d-g 1 : 580.)

Das Auswachsen des Embryosackes erfolgt gleich wie bei K. Dacrydii. Der Embryosack erfährt zuerst eine Längsstreckung nach abwärts, während nach oben kein Wachstum stattfindet. Der untere Teil des vierkernigen Embryosackes wächst, unter Verdrängung der vegetativen Zellen des Karpellgewebes, seitlich aus der Plazenta heraus in das anstossende Karpellgewebe hinein (Abb. 3 e). Sich nach oben umwendend, wandert er ausserhalb der Plazentaepidermis, aber dicht an derselben entlang, gegen die Spitze der Plazenta zu. Erst nachdem er etwas unterhalb derselben sein Wachstum eingestellt hat, erfolgt der dritte Teilungsschritt der Embryosackbildung.

Das antipodiale Ende des infolge dieser eigenartigen Wachstumsvorgänge U-förmig gewordenen Embryosackes befindet sich in der Plazenta, der Eiapparat in gleicher Höhe wie die Antipoden im Karpellgewebe (Abb. 2 a). Die drei Antipodenzellen sind durch stark vakuolisiertes, stärkehaltiges Plasma ausgezeichnet (Abb. 3 g). Die Zellen des Eiapparates

weichen in Form und Verhalten von Kern und Plasma erheblich voneinander ab (Abb. 3 g). Während das Plasma der grosskernigen Eizelle stark vakuolisiert und mit Stärke erfüllt ist, besitzen die beiden Synergiden kleine Kerne und feinkörniges, stärkefreies Plasma. In einer unterhalb der Eizelle liegenden Plasmaanhäufung des Embryosackmittelstückes sind die zwei halbwegs miteinander verschmolzenen Polkerne eingebettet.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass der Embryosack von K. Opuntia in verschiedenen Punkten vom Normaltypus abweicht. Es sind zur Bildung des Embryosackes aus der Makrospore nur vier Teilungsschritte notwendig. Die Embryosackentwicklung geht somit nach dem Scillatypus. Ausserdem sind Abweichungen in bezug auf Form und Lage vorhanden, indem der Embryosack nicht gerade, sondern U-förmig, ist und der Eiapparat aus dem ehemals unteren Ende des Embryosackes gebildet wird, der letztere sich also so verhält, als ob er einer hängenden Samenanlage angehören würde.

Die Resultate unserer embryologischen Untersuchung stimmen, mit den an K. Dacrydii gewonnenen fast vollständig überein. In bezug auf Ort der Entstehung, Entwicklung, Form und Lage der Embryosäcke der beiden Arten sind keine nennenswerten Unterschiede festzustellen. Sogar der feinere Bau der Eiapparate ist fast vollkommen gleich. Wir finden die reich vakuollsierto Eizelle, die halbwegs miteinander verschmolzenen Polkerne, vor allem aber auch die mit feinkörnigem, vakuolenfreiem Plasma versehenen Synergiden sowohl bei K. Dacrydii als auch bei K. Opuntia. Der einzige Unterschied schien das Vorkommen von Stärke in den Embryosäcken von K. Opuntia darzustellen. Eine eingehende Nachprüfung der entsprechenden Stadien der Embryosackentwicklung bei K. Dacrydii hatte aber zur Folge, dass auch hier, wenn auch in geringerem Masse, Stärke nachgewiesen werden konnte.

Die grosse Übereinstimmung im Bau der Embryosäcke der beiden Arten veranlasste mich, auch ihre Grössen miteinander zu vergleichen. Die Zahl der Messungen war zwar entsprechend der Schwierigkeit, ganze U-förmige Embryosäcke zu erhalten, sehr klein, doch genügen die Resultate, um wenigstens einen groben Vergleich der Grössen zu gestatten. Die Höhe des U-förmigen Embryosackes von der Umbiegungsstelle bis zum Scheitel des Eiapparates beträgt bei beiden Arten zwischen 110 und 120 μ. Reelle Unterschiede können nicht beobachtet werden. Ebensowenig konnte ich reelle Unterschiede im Durchmesser der Pollenkörner finden. Der Mittelwert für 50 gemessene Pollenkörner war für K. Dacrydii 9,0 μ, für K. Opuntia 8,2 μ.

Die Übereinstimmung in der Grösse der Gametophyten ist um so auffallender, als in der Grösse der Blüten deutliche Unterschiede vorkommen. Wie aus der folgenden Tabelle zu entnehmen ist, sind die Blüten von K. Opuntia durchwegs grösser als diejenigen von K. Dacrydii.

					K. Opuntia	K. Dacrydii
Länge der weiblichen Blüte				·	0,97 mm	0,55 mm
Breite	»	»	»	·	0,53 »	0,35 »
Länge	»	männlichen	»	·	0,9.7 »	0,60 »
Breite	»	»	»	·	0,68 »	0,42 »

Die Blüten der beiden Arten unterscheiden sich aber nicht nur bezüglich der Grösse. Im Gegensatz zu den älteren Autoren, aus deren Arbeiten nicht hervorging, ob

blütenmorphologische Unterschiede innerhalb der Arten der Gattung Korthalsella vorkommen, haben meine Untersuchungen an K. Dacrydii und K. Opuntia zur Feststellung sowohl von solchen blütenmorphologischen wie von anatomischen Unterschieden geführt. So sind die Narben von K. Opuntia deutlich zweilappig; zwischen den beiden nicht vollständig miteinander verwachsenen Karpellen bleibt stets ein spaltförmiger Griffelkanal ausgespart und auch die Fruchthöhle ist hin und wieder als feiner Zwischenraum zwischen den Karpellen und der Plazenta noch nachweisbar. Die Karpelle der mit einer einfachen Narbe versehenen K. Dacrydii sind dagegen schon in sehr frühen Entwicklungsstadien derart miteinander verwachsen, dass ihre Grenzen in der Höhe des Griffelkanals gar nicht, in der Höhe der Plazenta nur noch dank des Vorkommens einer feinen Cuticula kenntlich sind.

Die Verschmelzung von Organen, die allgemein bei den Loranthaceen vorkommt und einen vereinfachten Bau der Blüten zur Folge hat, ist bei K. Dacrydii also bedeutend weiter fortgeschritten als bei K. Opuntia und auch bei K. Remyana, die im Blütenbau nach van Tieghems Beschreibung am besten mit K. Opuntia übereinstimmt. K. Dacrydii dürfte demnach offenbar die phylogenetisch jüngste der drei bekannten Korthalsellaarten sein.

Dass Unterschiede im Bau der Blüten vorkommen, zeigt auch das Verhalten der Leitbündel. Zur Zeit der Blütenreife sind bei K. Dacrydii zwei, bei K. Opuntia drei und bei K. Remyana ein äusserer Kreis von drei und ein innerer von zwei Leitbündeln vorhanden. K. Dacrydii ist also auch in bezug auf das Leitbündelsystem in höherem Grade reduziert als die beiden andern Korthalsellaarten.

Zusammenfassend stellen wir fest, dass die Arten der Gattung Korthalsella, soweit sie bis heute embryologisch untersucht sind, zwar im Bau und in der Entwicklung der Embryosäcke fast vollständig miteinander übereinstimmon, im morphologischen Bau der Blüten urid auch der vegetativen Organe dagegen wesentliche Unterschiede aufweisen. Unsere Annahme, dass die Sporophyten allein von der Reduktion erfasst werden, der Gametophyt sich dagegen konservativ verhält, hat dadurch neuerdings eine Bestätigung erhalten.

4. Die Frucht.

Leider gelang es mir nicht, Befruchtungsstadien zu beobachten. Dagegen war es möglich, die ersten Stadien der Endospermentwicklung zu untersuchen. Der ersten Teilung folgt die Bildung einer Querwand nach, durch welche der Embryosackraum in zwei ungleiche Zellen, eine kleinere obere und eine untere, den ganzen restlichen Teil des Embryosackmittelstückes einnehmende Zelle aufgeteilt wird. Im nächstfolgenden beobachteten Stadium besteht das Endosperm aus vier Querscheiben, wovon die oberen zwei zweizellig, die zwei unteren einzellig sind. Die weitere Entwicklung verläuft gleich wie bei K. Dacrydii. Es sei aber hervorgehoben, dass bei K. Opuntia die Endospermbildung manchmal auch in den antipodialen Arm des U-förmigen Embryosackes übergreift.

Auch bezüglich der ersten Stadien der Embryobildung sind Keine wesentlichen Unterschiede gegenüber K. Dacrydii festzustellen. Die erste Teilungswand ist wieder schief zur Blütenachse gerichtet, eine Suspensorzelle wird auch hier nicht ausgebildet. Erst in den späteren Entwicklungsstadien machen sich einige Unterschiede bemerkbar, indem sich das untere Ende des Embryos in zwei Kotyledonen und eine langkegelförmige Plumula differenziert (Abb. 4).

Untersuchungen über die Reservestoffe in Endosperm und Embryo ergaben, dass das erstere

prall mit Stärkekörnern erfüllt ist, die Zellen des Embryos dagegen nur wenig Stärke enthalten.

Der Bau der übrigen Teile der Frucht ist schon von Lecomte (1916, S. 127) beschrieben worden. Es erübrigt sich deshalb, näher darauf einzugehen. Es sind nur einige Ergänzungen, die das Leitungssystem betreffen, beizufügen. Wie weiter oben ausgeführt wurde, besitzt die befruchtungsreife Blüte drei in die Perigonblätter verlaufende Leitbündel. Zwei derselben erfahren während der Embryo- und Endospermentwicklung eine weitere Ausgestaltung. Es wird je ein Seitenast ausgebildet, der zur Basis der Karpelle führt und sich dort zu einem Gewebe weitlumiger Tracheiden erweitert.

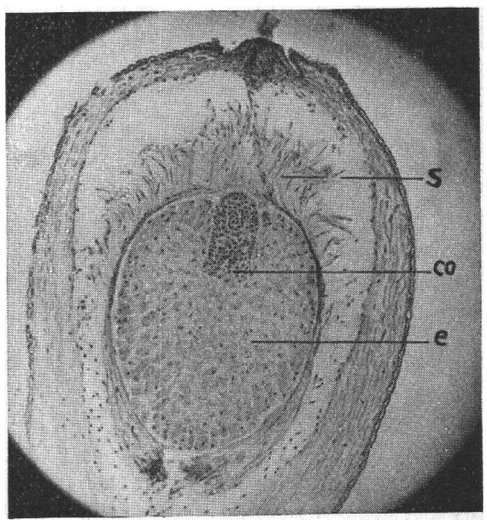


Abb.4. Längsschnitt durch die Frucht von Korthalsella Opuntia. s Schleimschicht. e Endosperm. co Kotyledonen des Embryo. (Vergr. 1 : 36.) Phot. F. Steindl.

IV. Untersuchungen an Ginalloa linearis Dans.

1. Der Blütenstand.

Die mit sehr kurzen Internodien und dekussiert stehenden Brakteen versehenen Blütenstände entspringen an den Enden der Zweige. Die Blüten sitzen in den Achseln der Brakteen und sind so angeordnet, dass in den Achseln der zwei bis drei oberen Brakteenpaare je eine männliche, in denjenigen der unteren je eine weibliche Blüte angelegt wird. Nie konnte ich in einer Blattachsel mehr als eine Blüte beobachten. Meine Beobachtungen stehen in diesem Punkte zu den Angaben Dansers in Widerspruch. Nach B. H. Danser (1931 b, S. 448) sollen bei den Arten der Gattung Ginalloa in jeder Blattachsel drei Blüten vorhanden sein, wovon die mittlere weiblich, die beiden seitlichen männlich sind. Ginalloa linearis unterscheidet sich also, die Richtigkeit der Angaben Dansers vorausgesetzt, bezüglich der Anordnung der Blüten wesentlich von den übrigen Arten der Gattung.

2. Die männliche Blüte.

Die männliche Blüte ist zirka ½ mm lang. Auf einem kürzen Stiel sitzt ein flacher, in der Mitte kegelförmig erhöhter Blütenboden aus dessen Rändern die drei Perigonblätter entspringen. Vor den Perigonblättern sind die drei im Querschnitt dreieckigen Antheren inseriert (Abb. 5 a, b). Jedes von ihnen enthält zwei Pollensäcke, so dass also in jeder Blüte sechs Pollensäcke vorhanden sind. Es kommen indessen auch Ausnahmen vor. So konnte ich an zwei Blüten beobachten, dass eine der Antheren nur einen Pollensack ausbildete, obwohl sie sich den Dimensionen nach von den andern Antheren nicht unterschied (Abb, 5 b). Diese Beobachtung ist deshalb von einiger Bedeutung, weil in der Ginalloa nahestehenden Gattung Dendrophthora stets pro Anthere nur ein Pollensack ausgebildet wird.

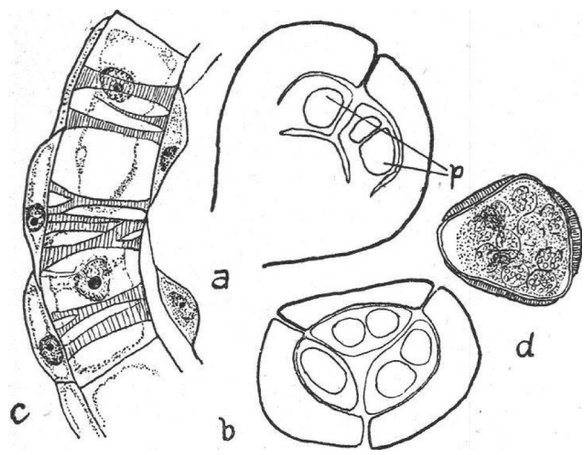


Abb. 5. Morphologie der männlichen Blüte von Ginalloa linearis. a Medianer Längsschnitt. b Querschnitt. c Schnitt durch die Antherenwand. d Zweikerniges Pollenkorn. (Vergrösserung a, b, 1: 40, c, 1:.300, d, 1 : 1150.)

Entsprechend der geringen Grösse der Blüte ist auch ihr Leitbündelsystem sehr einfach. Es werden nur die drei Perigonblätter dagegen nicht die Antheren mit Leitbündeln versorgt.

Der anatomische Bau der Antherenwand ist normal. Insbesondere ist zu bemerken, dass ein Endothecium stets deutlich zu sehen ist (Abb. 5 c). Die Zellen des Tapetums sind im Gegensatz zu den Korthalsella arten einkernig.

Die Entwicklungsgeschichte der Pollenkörner konnte nicht verfolgt werden. Die reifen Pollenkörner sind zweikernig. Auffallend ist ihr grosser Stärkegehalt. Die Stärke tritt in Form zusammengesetzter, runder oder ovaler Körner in derartigen Mengen auf, dass sich die Kerne nur mehr als dunkler gefärbter Körper von der Umgebung abheben (Abb. 5 d).

Aus den oben wiedergegebenen Daten ist ersichtlich, dass sich die männliche Blüte von Ginalloa linearis wesentlich von der ein Synandrium aufweisenden Korthalsellablüte unterscheidet. Dagegen stimmt sie gut mit den männlichen Blüten der amerikanischen Gattung Phoradendron überein. Mit der gelegentliehen Entstehung einfächeriger Antheren ergeben sich auch Anklänge an die Blüten der ebenfalls amerikanischen Gattung Dendrophthora.

3. Die weibliche Blüte.

Die weibliche Blüte besitzt drei bis vier Perigonblätter. Die Perigonzipfel sind sehr klein und machen meist nur ⅕ bis ¼ der ganzen 1,3 mm betragenden Blütenlänge aus. Der gesamte übrige Teil der Blüte besteht aus einer kompakten, wenig differenzierten Zellmasse von der Form eines Zylinders mit ovaler Grundfläche. Da es nicht möglich war, die Zahl und Stellung der Karpelle durch Untersuchung der Entwicklungsgeschichte festzustellen, musste sie aus dem Bau des Leitbündelsystems erschlossen werden. Es sind zwei Kreise von Leitbündeln vorhanden, ein innerer aus zwei und ein äusserer, der aus acht bis neun Leitbündeln zusammengesetzt ist. Die inneren zwei Leitbündel fassen wir als diejenigen auf, die den Karpellen zugehören und glauben aus ihrer Zahl und Lage den Schluss ziehen zu dürfen, dass das Gynaeceum aus zwei Karpellen besteht, deren Medianebene in der Ebene der grössten Blütenbreite liegt.

Wie bei K. Opuntia lassen die beiden Karpelle im Zentrum der Blüte eine Ovarialhöhle und einen spaltförmigen Griffelkanal frei. Die erstere wird von der langgestreckten, kegelförmigen Plazenta fast vollständig ausgefüllt. Doch kann hin und wieder ein feiner Zwischenraum zwischen der Karpellinnenseite und der Plazenta als letzter Überrest einer freien Ovarialhöhle beobachtet werden. Vo dies nicht der Fall ist, ist die Grenze zwischen der Plazenta und den Karpellen wenigstens durch die Ausbildung einer Cuticula deutlich erkennbar. Die Plazenta ist dicht unter der Spitze mit zwei kleinen, in der Mediane der Karpelle liegenden Ausbuchtungen versehen. In ihnen entstehen die Embryosäcke. Längsschnitte, die in dieser Richtung geführt wurden, zeigten in einem Falle ein sehr merkwürdiges Verhalten der Plazentaspitze insofern, als diese durch einen senkrechten Spalt im oberen Viertel in zwei Lappen geteilt wurde (Abb. 6 a).

Die Untersuchung von Querschnittserien und Schnitten, die senkrecht zur Medianebene der Karpelle in der Längsrichtung der Blüte geführt wurden, ergab, dass die Plazenta in der oberen und unteren Hälfte nicht gleich gebaut ist. In den von oben nach unten aufeinanderfolgenden Querschnitten erscheint die Plazenta zuerst als ovales oder fast viereckiges Gebilde, das sich sehr deutlich durch die ringsum gut ausgebildete Cuticula vom benachbarten Karpellgewebe abhebt (Abb. 6 f). In tiefer liegenden Schnitten verschwindet die Cuticula auf bei den Längsseiten der Plazenta und das Gewebe der Karpelle geht ohne sichtbare Grenze ins Gewebe der Plazenta über. Nur die in der Medianebene der Karpelle liegende Breitseite der Plazenta hebt sich durch das Vorkommen einer Cuticula noch deutlich von den Karpellen ab (Abb. 6 g). Entsprechend den in diesen Querschnittserien gefundenen Bildern erscheint die Plazenta in den Längsschnitten senkrecht zur Medianebene der Karpelle, von links nach rechts zuerst als langgestrecktes kegelförmiges Gebilde (Abb. 6 b), das nach der Mitte zu immer kürzer wird, bis- es nur noch die Hälfte der ursprünglichen Grösse erreicht hat (Abb. 6 c), um schliesslich in den folgenden Schnitten der Serie wieder seine ursprüngliche Länge anzunehmen. Auf Grund unserer Auffassung von Zahl und Lage der Karpelle kann der eigentümliche Bau der Plazenta am besten mit der Annahme erklärt werden, dass die Karpellränder im basalen Teil der Plazenta verwachsen sind, was zur Folge hat, dass die Ovarialhöhle im oberen Teil einfächerig, im unteren dagegen zweifächerig wird. Ähnliche Beobachtungen hat auch van Tieghem an der von ihm untersuchten Ginalloa art gemacht.

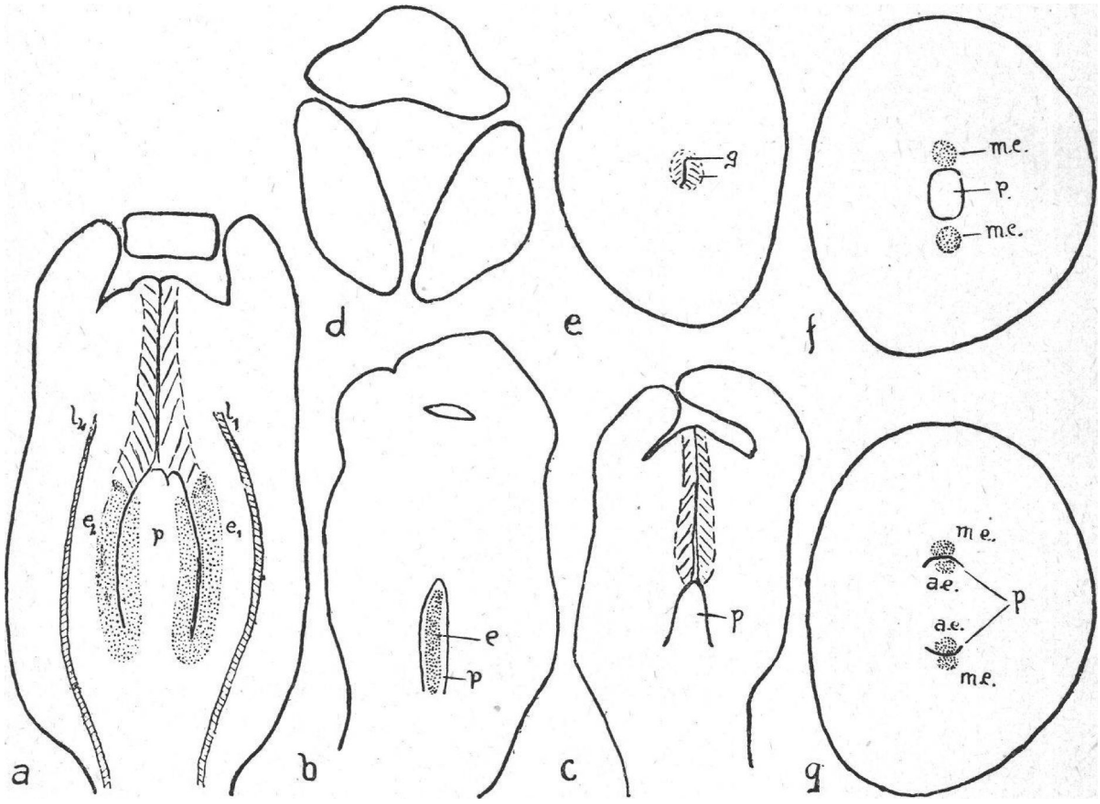


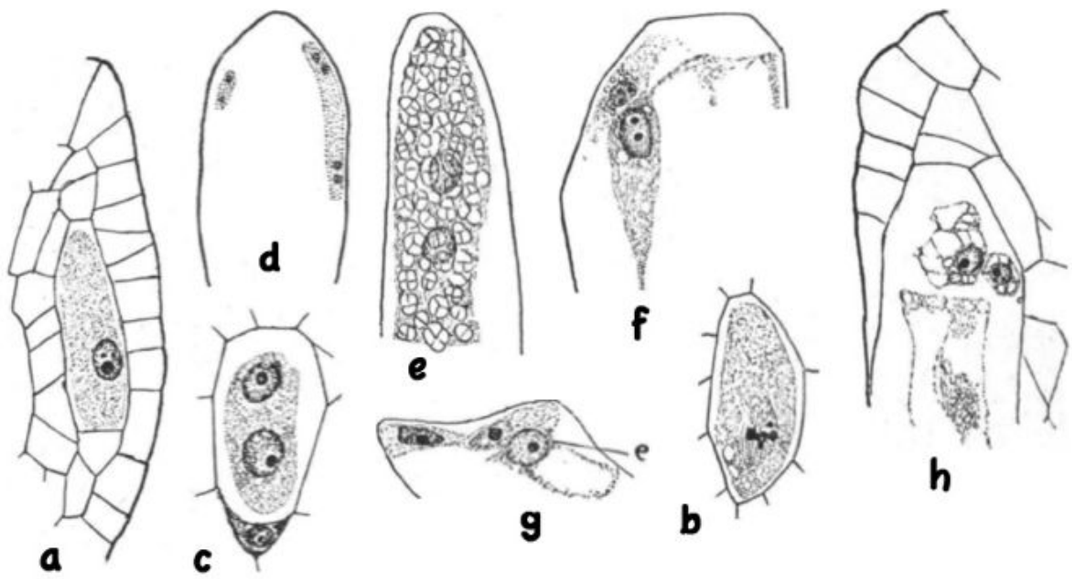
Abb.6. Morphologie der weiblichen Blüte von Ginalloa linearis. a Medianer Längsschnitt durch weibliche Blüte. b-c Senkrecht zur Ebene der Karpelle geführte Längsschnitte. b Median. c In der Gegend des Plazentarandes. d-g Querschnitte durch befruchtungsreife weibliche Blüte. e, e_1, e_2 Embryosack. m. e., Mikropylares Ende des Embryosackes. a. e., antipodiales Ende des Embryosackes. g Griffelkanal. l_1 , l_2, Leitbündel. p Plazenta. (Vergr. 1 : 40.)

Es ist bemerkenswert, dass ein solcher Bau der Plazenta innerhalb der Viscoideen nur bei, der Gattung Ginalloa vorkommt. Bei den Lorenthaceen, hauptsächlich aber bei den Myzodendraceen uni Olacaceen ist hingegen ein ähnlicher Bau des Gynaeceums weit verbreitet. Die Ovarialhöhlen der letzten beiden Familien sind im basalen Teil mehr-, meist dreifächerig, im oberen dagegen einfächerig. Im Gegensatz zu Ginalloa linearis trägt aber die Plazenta an der Spitze stets hängende Samenanlagen, ist also bedeutend weniger reduziert als diejenige der von uns untersuchten Gattung.

Da bei G. linearis keine Samenanlagen vorhanden sind, so entstehen auch hier wie bei den Korthalseliaarten die Embryosäcke in der Plazenta. Aus bereits angeführten Gründen war es mir nicht möglich, die Embryosackentwicklung genauer zu verfolgen. Doch geben die vorhandenen Stadien wenigstens über einige der wichtigsten Fragen genügend Aufschluss. Die beiden Archespore entstehen schon sehr früh, bevor die Plazenta vollständig ausgewachsen ist, in den beiden unterhalb der Spitze gelegenen Ausbuchtungen (Abb. 7 a). Sie bestehen aus je einer subepidermalen Zelle, die sich durch feinkörniges Plasma und grosse Kerne von den vegetativen Zellen des Plazentagewebes deutlich abheben. Sie sind durch etwa sieben bis acht Zellagen voneinander getrennt. Die erste Reduktionsteilung erfolgt im basalen Teil der Embryosackmutterzelle, nachdem schon vorher eine Verlagerung des

Kernes nach unten stattgefunden hat (Abb. 7 b). Sehr wahrscheinlich wird nur eine Schwesterzelle nach unten abgegeben, denn ich konnte in zwei Fällen beobachten, dass der zweikernige Embryosack von nur einer basalen, bereits in Degeneration begriffenen Schwesterzelle begrenzt wird (Abb. 7 c). Das nächstfolgende Stadium zeigt bereits den auswachsenden vierkernigen Embryosack (Abb. 7 d, e). Er liegt der Plazentaepidermis dicht an und hat in dem von uns beobachteten Stadium die Plazentabasis erreicht. In diesem Zustand ist der Embryosack derart prall mit Stärke erfüllt, dass vom Plasma fast nichts mehr zu sehen ist und die Kerne nur noch dank ihrer intensiven Färbung sich mehr oder weniger deutlich abheben. Die runden oder ovalen Stärkekörner sind in zwei bis vier Teilkörner zerfallen und haben eine Grösse von zirka 5- 6 μ.

Ähnliche Beobachtungen über den Stärke gehalt der Embryosäcke sind bei allen Phoradendreae gemacht worden. H. H. York (1913) und F. H. Billings (1933) geben Stärke für die Embryosäcke von Dendrophthora und Phoradendron an, der Verfasser hat sie nachgewiesen für K. Opuntia und K. Dacrydii. Nach den Angaben Billings und meinen eigenen Beobachtungen tritt die Stärke erst im vierkernigen Embryoscak auf, nur York gibt an, schon in früheren Stadien der Embryosackentwicklung Stärke gesehen zu haben.



1.

Abb. 7. Die Entwicklung des Embryosackes von Ginalloa linearis. a Embryosackmutterzelle. b Embryosackzelle in Teilung. c Zweikerniger Embryosack mit Schwesterzelle. d Plazenta mit zweikernigem und vierkernigem Embryosack. e Antipodialer Teil des vierkernigen Embryosackes. f und g Eiapparate. h Antipodiales Ende des befruchtungsreifen Embryosackes. (Vergr. a-c u. e-h 1 : 580, d 1 : 80.) und meinen eigenen Beobachtungen tritt die Stärke erst im vierkernigen Embryosack auf, nur York gibt an, schon in früheren Stadien der Embryosackentwicklung Stärke gesehen zu haben.

Das Wachstum der vierkernigen Embryosäcke erfolgt gleich wie bei K. Dacrydii. Der basale

Teil des Embryosackes wächst, nachdem er die Basis der Plazenta erreicht hat, ins Karpellgewebe, macht dann eine Biegung um 180 Grad und dringt längs der Cuticula der Plazenta nach oben vor, bis er ungefähr in gleiche Höhe mit dem nicht auswachsenden oberen Ende angelangt ist. Es kommt auf diese Weise ein U-förmiger Embryosack zustande, der so orientiert ist, dass der eine Schenkel in der Plazenta, der andere im Karpellgewebe liegt (Abb, 6 a). Der in der Plazenta verbliebene Teil trägt am oberen Ende die mit Stärke erfüllten Antipoden. Ihre Zahl liess sich nicht genau bestimmen. In einem Falle sah ich nur eine kernhaltige, in einem zweiten zwei kernhaltige zellen (Abb. 7 h). Ebenso gelang es mir leider nicht, über den Bau des Eiapparates genauere Daten zu erhalten. Aus den vorliegenden Beobachtungen geht nur hervor, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit zwei Synergiden und eine Eizelle vorhanden sind (Abb. 7 g). Auch die zwei verschmolzenen Polkerne sind hin und wieder beobachtet worden (Abb. 7- f).

Die Resultate unserer embryologischen Untersuchung lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen: Die beiden Archespore sind einzellig und entstehen dicht unterhalb der Spitze der Plazenta als subepidermale Zellen. Die Embryosackentwicklung geht sehr wahrscheinlich nach dem Scillatypus. Mit dem Auftreten des vierkernigen Embryosackes beginnt die Stärkespeicherung und das Wachstum. Aus letzterem resultiert ein U-förmiger Embryosack, dessen Antipoden in der Plazenta, dessen Eiapparat im Karpellgewebe liegt. Da der Eiapparat aus dem ehemals basalen Ende des Embryosackes entsteht, betrachten wir dieses Ende als das mikropylare und stellen fest, dass sich der Embryosack seiner Polarität nach so verhält, als ob er aus einer hängenden Samenanlage entspringen würde.

Ein Vergleich zwischen den weiblichen Gametophyten der beiden Gattungen Ginalloa und Korthalsella ergibt also keine wesentlichen Unterschiede. In der Anlage der Archespore, in der Entwicklung der Embry.osäcke, nach Form und Polarität ist weitgehende Übereinstimmung vorhanden. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass die beiden Arten G. linearis und K. Opuntia im Zeitpunkt des Auftretens und in der Form der Stärkekörner übereinstimmen. Nur hinsichtlich der Quantität ist ein Unterschied vorhanden, indem von G. linearis über K. Opuntia bis zu K. Dacrydii die Menge der Stärkekörner abnimmt. Unterschiede ergeben sich auch bezüglich der Grösse der Embryosäcke. Die Embryosäcke von K. Opuntia und K. Dacrydii haben eine Länge von 110 bis 120 μ, diejenigen von G. linearis eine solche von 380 μ.

Die Embryosäcke der beiden Gattungen stimmen, wie aus dem Gesagten ersichtlich ist, abgesehen von den Grössenverhältnissen und der Stärkemenge miteinander überein. Dann geht auch aus dem Vergleich zwischen Ginalloa und Korthalsella wieder hervor, dass die Sporophyten in höherem Grade voneinander abweichen, als die Gametophyten. Die sporophytischen Teile des Gynaeceums von Ginalloa erweisen sich mit dem Vorkommen einer zweiteiligen Ovarialhöhle und zweier wohlausgebildeter Leitbündel weniger reduziert als das Gynaeceum der Korthalsellaarten.

4. Die Frucht.

Die Frucht von G. linearis ist wie diejenige aller Viscoideen eine Scheinfrucht, indem alle Organe der Blüte an ihrem Aufbau beteiligt sind. Die Fruchtbildung beginnt mit der Entwicklung des Endosperms. Sie verläuft von Anfang an zellulär und schreitet von oben, d. h. vom Eiapparat aus, nach unten fort. Durch fortgesetzte Querteilungen werden aus dem mikropylaren Ast des Embryosackes Querscheiben herausgeschnitten, in denen später Längsteilungen auftreten. Es entsteht ein von oben nach unten sich verengernder Körper, in

dessen oberem Teil die sich erst später weiter entwickelnde Eizelle liegt.

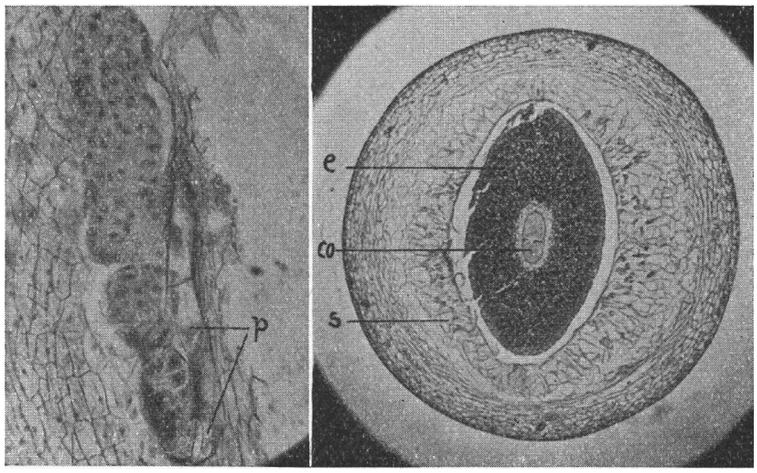


Abb. 8. Die Frucht von Ginalloa linearis. a Entwicklungsstadium des Endosperms, bei p greift die Endospermbildung auch in den antipodialen Arm des Embryosackes über. b Querschnitt durch die Scheinfrucht. s Schleimschicht. e Endosperm. co Kotyledonen des Embryos. (Vergr. a, 1: 100, b, 1: 18.) Phot. F. Steindl.

Die ersten Entwicklungsstadien unterscheiden sich von den bei K. Dacrydii gefundenen nicht wesentlich. Erst später machen sich Unterschiede bemerkbar. Die Zellbildung macht z. B. im unteren Teil des mikropylaren Armes nicht halt, sondern erfasst auch die Umbiegungsstelle und steigt weiter in den chalazalen Arm hinauf. Das Endosperm ist also vorübergehend ebenso U-förmig wie der fertige Embryosack (Abb. 8 a), mit dem Unterschied allerdings, dass der äussere, mikropylare Ast bedeutend dicker ist als der innere antipodiale. In der weiteren Entwicklung verhalten sich die beiden Äste nicht gleich. Das Endosperm des antipodialen Astes wird einreihig angelegt; die an seinem Aufbau beteiligten Zellen sind mit weniger Plasma versehen als die EndospermzeUen des mikropylaren Astes. Sie erfahren keine weiteren Teilungen mehr, werden vielmehr durch das starke Auswachsen des -äusseren Endosperms zusammengedrückt und degenerieren. Ihre Wände allerdings sind wie diejenigen der vegetativen Plazentazellen noch lange sjchtbar.

Das Endosperm des mikropylaren Armes wächst hauptsächlich in der Richtung der grössten Blütenbreite, sowie in der Richtung der Längsachse der Blüte. Die Plazenta wird dadurch immer mehr zusammengedrückt und zur Seite gedrängt. Sie verschwindet aber nie ganz, sondern ist auch in den reifen Früchten noch deutlich sichtbar.

Die Zellen des Endosperms sind schon frühzeitig mit Stärke erfüllt. Während der, ersten Entwicklungsstadien sind die Stärkekörner klein und stäbchenförmig, später werden sie grösser, erhalten rundliche bis ovale Form, gleichen aber weder in Form noch Grösse der im Embryosack vor der Befruchtung aufgetretenen Stärke.

Der Embryo entwickelt sich ähnlich wie bei den Korthalsellaarten so, dass zunächst ein kugeliger Zellkörper ohne Suspensorzelle entsteht. Er erfährt später eine Längsstreckung, aus seinem unteren Ende differenzieren sich zwei Kotyledonen und die spitz-kegelförmige

Plumula (Abb. 8 b).

Während der Entwicklung des Endosperms und des Embryos, die zusammen einen nackten Samen darstellen, erfahren auch die übrigen Gewebe der Scheinfrucht Veränderungen. Die inneren Zellschichten der Karpelle strecken sich in der Längsrichtung und umhüllen das Endosperm mit einer feinen, kleine Leitbündel enthaltenden Haut. Die äusseren Schichten der Karpelle entwickeln sich zur Viscinschicht. Diese besteht aus zwei halbmondförmigen, oberhalb des nackten Samens nach innen zu geneigten Lappen, die mit ihren Seitenränclern an die zwei mächtigen Leitbündel der Karpelle stossen, also in ihrer ganzen Ausdehnung getrennt sind.

V. Zusammenfassung.

1. Die vorliegende Arbeit liefert durch Untersuchung von Korthalsella Opuntia und Ginalloa linearis einige Beiträge zur Blütenmorphologie und Embryologie der Viscoideen.

2. Die Blüten der monözischen K. Opuntia sitzen in den Achseln der gegenständigen Blattschuppen. In jeder Blattachsel werden zuerst je eine männliche Blüte und darauf in vier Reihen 6-8 weibliche Blüten angelegt.

3. Die mit drei Perigonblättern versehene männliche Blüte ist durch ein sechs Pollensacke enthaltendes Synandrium ausgezeichnet. Die Antherenwände sind, im Gegensatz zu den Befunden bei K. Dacrydii, mit einem Endothezium versehen. Es wird wahrscheinlich gemacht, dass das Synandrium ursprünglich aus drei vor den Perigonblättern stehenden Antheren zusammengesetzt ist.

4. Wie bei K. Dacrydii besteht auch die weibliche Blüte von K. Opuntia aus drei Perigon- und zwei verwachsenen Karpellblättern, sowie einer zentralen Plazenta. Doch ergeben sich insofern Unterschiede zwischen den beiden Arten, als K. Opuntia infolge des Vorkommens einer zweilappigen Narbe, eines Griffelkanals und einer mehr oder weniger deutlich ausgeprägten freien Ovarialhöhle weniger reduziert erscheint als K. Dacrydii, deren Karpelle derart miteinander verwachsen sind, dass kein Griffelkanal und keine freie Ovarialhöhle mehr vorhanden ist.

5. Die Embryosackentwicklung verläuft nach dem Scillatypus. Die bei den subepidermalen Archesporzellen liegen in der Plazenta. Der vierkernige Embryosack ist durch starke Stärkespeicherung und intensives Wachstum ausgezeichnet. Aus den Wachstumsvorgängen resultiert ein U-förmiger Embryosack, dessen Eiapparat im Karpellgewebe liegt, während die Antipoden im Plazentagewebe verbleiben. Der Embryosack ist so orientiert, als ob er einer hängenden Samenanlage angehören würde. Er stimmt in allen Merkmalen mit demjenigen von K. Dacrydii überein. Die Tatsache, dass nur die weiblichen Gametophyten, nicht aber die Sporophyten miteinander übereinstimmen, wird mit der Annahme zu erklären versucht, dass im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung nur der Sporophyt Reduktionen erfahren hat.

6. Die Endospermentwicklung ist zellulär und verläuft gleich wie bei K. Dacrydii, ebenso die ersten Stadien der Embryoentwicklung. Der Embryo bildet aber im Gegensatz zu K. Dacrydii in den späteren Entwicklungsstadien zwei Kotyledonen aus.

7. Ginalloa linearis ist monözisch. Die Blüten sitzen einzeln in den Achseln dekussiert stehender Blattschuppen, die oberen zwei bls drei Paare sind männlich, die unteren weiblich.

8. Die männlichen Blüten bestehen aus drei Perigonblättern und drei freien, vor den Perigonblättern sitzenden, meist zweifächerigen Antheren.

9. Hinsichtlich des morphologischen Baues des Gynaeceums weicht G. linearis von allen andern Viscoideen ab. Die beiden verwachsenen Karpelle der mit drei bis vier Perigonblättern versehenen weiblichen Blüte sind im basalen Teil der zentralen Plazenta verwachsen, so dass die Ovarialhöhle unten zweifächerig wird. Im Gegensatz zu K. Opuntia besitzen die beiden Karpelle schon in der sich öffnenden Blüte zwei Leitbündel.

10. Die Embryosackentwicklung geht sehr wahrscheinlich nach dem Scillatypus. Die einzelligen Archespore entstehen als subepidermale Zellen dicht unter der Plazentaspitze. Es wird nur eine Schwesterzelle nach unten abgegeben. Der vierkernige Embryosack speichert wie bei K. Opuntia grosse Mengen von Stärke und wird ebenfalls U-förmig. Da der Eiapparat in dem ehemals unteren Ende des vierkernigen Embryosackes entsteht, ist der Embryosack so orientiert, als ob er einer hängenden Samenanlage angehören würde. Ein Vergleich zwischen den Weiblichen Blüten von Ginalloa linearis und den untersuchten Korthaisella arten ergibt, dass die sporophytischen Teile derselben wesentlich voneinander abweichen, die. Gametophyten aber weitgehend übereinstimmen.

11. Die Endospermentwicklung verläuft zellulär. Während der ersten Entwicklungsstadien wird auch im chalazalen Arm des Embryosackes Endosperm ausgebildet. Später wird dieser Teil des .Endosperms durch das sich intensiv weiter entwickelnde Endosperm des mikropylaren Armes des Embryosackes verdrängt. Die Embryoentwicklung stimmt mit derjenigen von K. Opuntia überein.

Literatur.

Billings, F. H., 1933: Development of the Embryo-sac in *Phoradendron*. Ann. of Bot. Vol. 47, S. 261-278.

Danser, B. H., 1931 a : On the taxonomy and nomenclature of the Loranthaceae of Asia and Australia. Bull. Jard. Bot. Buit., Sér. III. Vol. 10. L. 3, S. 291- 373.

– 1931 b: The Loranthaceae of the Netherlands Indies. Bull. Jard. Bot. Buit, Sér. 3, Vol. XI. L. 3-4, S. 233-519.

– 1934: Miscellaneous notes on Loranthaceae. Extr. du Recueil des Travaux bot. néerl., Vol. XXXIX, S. 751-760.

Goebel, K., 1931: Blütenentwicklung und Sprossgestaltung. 242 S., 219 Abb.

- 1932: Organographie der Pflanzen. 11. Teil. Spezielle Organographie der Samenpflanzen. 579 S., 431 Abb.

Hayata, B., 1915: On Pseudixus, a new genus of Loranthac. The Bot. Mag. Tokyo, Vol. XXIX, S. 31-34.

– 1916: Pseudixus is not cong. with Korthalsella. The Bot. Mag. Tokyo, Vol. XXX. S. 69-71.

Lecomte, H., 1916: Les Korthalsella. Bull. du mus. nat. d'hist. nat. Tome 52, S. 124-128 und 260-267.

Mekel, J. C., 1935: Der Blütenstand und die Blüte von Korthalsella Dacrydii. Blumea, Vol. I, Nr. 2, S. 312-319.

Merrill , E. D., 1916: Korthalsella, Bifaria und Pseudixus. The Bot. Mag. Tokyo, Vol. XXX, S. 66-68. .

- 1923: An Enumeration of Philippine Flowering Plants, Vol. 2, Fasc. 2, S.113.

Rutishauser, A., 1935: Entwicklungsgeschichtliche und zytologische Untersuchungen an Korthalsella Dacrydii. Ber. d. Schweiz. Bot. Gesellschaft, Bd. 44, S. 389-436.

Schnarf, K., 1927: Embryologie der Angiospermen. Handbuch der Pflanzenanat. H. Abt. 2. T., 689 S. .

Van Tieghem, Ph., 1895: Sur le genre Ginalloa Korth. Bull. de la Soc. Bot. de France, Vol. 42, S. 64&-651.

– 1896 a: Korthalsella, genre nouveau de Loranth. Bull. Soc. Bot. de France, Vol. 43, S. 83-87.

– 1896 b: Sur le groupement des espèces en genres dans les Ginalloees, etc. Bull. Soc. Bot. de France, Vol. 43, S. 161-194.

– 1896 c: Sur les phanérogames à ovule sans nucelle, etc. Bull. Soc. Bot. de France, ver. 43, S. 543-577.

York, H. H., 1913: The origin and development of the embryosac and embryo of Dendrophthora, etc. The Bot. Gazette, Vol. 56, S. 89-110.