

48. T. F. Hanausek: Zur Entwicklungsgeschichte des Perikarps von *Helianthus annuus*.

Mit Tafel XXI.

Eingegangen am 17. September 1902.

In dem reifen Perikarp der Sonnenblumenkerne befindet sich eine pechschwarze Masse, die in Gestalt von langen, schmalen, durch kurze Anastomosen verbundenen Zügen zwischen einem eigenthümlichen subepidermalen Gewebe und den grossen Bastfaserbündeln gelegen ist und übrigens auch in anderen ölliefernden Compositenfrüchten, z. B. in *Carthamus*, *Guizotia* auftritt¹). In meiner Bearbeitung der genannten Früchte für WIESNER's „Rohstoffe“ habe ich diese Masse ursprünglich als Pigmentschicht angesehen und die von dem „Pigmente“ eingenommenen Räume als intercellulare (schizogene) Secreträume aufzufassen gemeint²).

Doch ist mir schon damals aufgefallen, dass das Aussehen dieser vermeintlichen Secreträume so ganz und gar nicht mit den bekannten Formen derselben übereinstimmt; dass die schwarze Masse sich enge an die Bastfasern anschmiegt, den Conturen derselben genau folgend selbst zwischen die Bastfasern hineinragt, und dass endlich das „Pigment“ eine ganz ausserordentliche Resistenz gegen die angewendeten Reagentien zeigt, denn es ist weder in Wasser, noch in den bekannten harzlösenden Körpern, weder in Alkalien, noch in Säuren löslich und erfährt nur durch längeres Kochen in letzteren eine Aufhellung; sie ist demnach weder gummi-, noch harzartiger Natur.

Ich bin nun in der Lage, die Herkunft dieser Masse entwicklungsgeschichtlich festzustellen und auch noch einige besondere Eigenthümlichkeiten des *Helianthus*-Perikarps zu erklären, wie den Bau der Doppel- oder Zwillingshaare³) und des subepidermalen Gewebes.

Der Fruchtknoten der *Helianthus*-Blüthe ist ein keilförmiger, plattgedrückt vierkantiger oder zweischneidiger, weisser Körper, der mit geraden, schief aufwärts gerichteten oder anliegenden Haaren besetzt ist. Einzelne von diesen sind Einzelhaare, die aus einer,

1) Wenn ich nicht irre, war R. PFISTER (Oelliefernde Compositenfrüchte, Landwirtschaftl. Versuchsstat. XLIII), der erste, der diese Schicht beschrieben hat.

2) J. WIESNER. Die Rohstoffe des Pflanzenreiches. II. Aufl., Bd. II, Abschnitt „Früchte“ (bearbeitet von T. F. HANAUSEK), S. 866, 868, 871).

3) So werden sie von GR. KRAUS (Ueber den Bau trockener Perikarprien, S. 61) genannt.

meist aber aus zwei oder (selten) aus drei über einander gestellten Zellen bestehen; die oberste Zelle ist die längste und endet spitz. Die meisten sind aber Doppelhaare, zwei mit einander der Länge nach verbundene, parallel laufende Haarzellen, deren Spitzen gabelig aus einander weichen (Fig. 1, *h* und Fig. 2). Nur wenn sie ausgewachsen sind, i. e. die ihnen zukommende Verdickung der Zellwand erhalten haben, besitzen sie an der Verbindungsstelle Poren; zur Zeit, als sie auf dem Fruchtknoten sitzen, sind sie porenlos. Wie so es nun möglich ist, dass diese Haare, ohne an der Basis gekrümmt oder abgebogen zu sein, schief aufwärts gerichtet oder anliegend sein können, wird durch die Art ihrer Insertion in der Oberhaut aufgeklärt. Beide Haarzellen sitzen auf einer ein Wenig über dem Niveau der Epidermis hervortretenden Fusszelle, die kürzer, aber breiter ist, als die umgebenden Oberhautzellen, und im Querschnitt einen rundlichen Umriss zeigt. Eine der beiden Haarzellen — ich nenne sie die Aussenhaarzelle — umfasst die Fusszelle an der Aussenseite (Fig. 2, *b*, *h*); die zweite, die Innenhaarzelle (*h'*), sitzt oben auf der Fusszelle; somit muss die erstere in ihrem Basis-theile länger sein und inserirt mit einem schwach gekrümmten Ausschnitte tiefer, während die kürzere Innenhaarzelle an ihrem Basis-theile mehr oder weniger eben ist. Dieses Verhalten bedingt bei geradem Verlauf des Haares die schief aufrechte oder anliegende Stellung derselben und erklärt auch, warum man in der Vorderansicht, wie sie die Fläche der Oberhaut oder auch der Querschnitt bietet (Fig. 1, *h* und 2, *c*), an dem Doppelhaar über der Basis eine (scheinbare) Querwand (nämlich die Basis der Innenhaarzelle mit der Fusszellenwand) wahrnimmt. Ich will noch bemerken, dass die Basis der Aussenhaarzelle nicht bis zur Basis der Fusszelle reicht, sondern dass von letzterer noch ein Stück frei bleibt. Vielleicht wird dadurch die Bewegungsfähigkeit des Haares — im Sinne der Drehung um eine horizontale Achse — ermöglicht, wenn z. B. die Fusszelle durch Schwellung oder Schrumpfung ihr Volumen bzw. ihre Gestalt ändert; darüber können aber nur sehr subtile und exacte Untersuchungen Auskunft geben.

Bezüglich der „Gabelspitzen“ ist zu bemerken, dass an ausgewachsenen Haaren in der Regel beide Spitzen gleich lang entwickelt sind; an jüngeren findet man die Innenhaarzelle häufig weit kürzer, die Spitze derselben ähnlich einem tiefstehenden Seitenaste der Aussenhaarzelle. Es kommen auch gepaarte Doppelhaare vor, die in der Richtung von einander unter einem spitzen Winkel abweichen.

Die Oberhautzellen, deren Aussenwand (mit der verhältnissmässig dünnen Cuticula) eine dicke Platte darstellt (Fig. 1, *ep*), sind langgestreckt vierseitig, im Querschnitt fast rechteckig, mit dünnen

Radial- und Basiswänden, und überlagern eine Reihe grosser, dünnwandiger, mit je einem grossen Zellkern versehener Zellen, ein Hypoderma, das aber cambialen Charakter hat, wie unten gezeigt werden wird (Fig. 1, *s ep*). Nun folgt ein aus dünnwandigen, axial-langgestreckten, im Querschnitte scharfkantig-polygonalen Zellen bestehendes Gewebe, die Mittelschicht genannt (Fig. 1, *b*), in welchem von Strecke zu Strecke, in ziemlich gleichen Abständen einfache, radial verlaufende Züge von tangential abgeplatteten Zellen — ähnlich den Markstrahlen — eingeschaltet sind (Fig. 1, *m*). Diese bleiben auch später erhalten und gliedern das aus dem Meristeme entstehende Sklereidengewebe in einzelne Bündel ab. Weiter einwärts, zwischen je zwei dieser markstrahlähnlichen Zellenzüge, liegen die Gefässbündel mit 2—3 Spiroiden (Fig. 1, *g*). Das Innenparenchym ist ein gross- und rundzelliges, lückenreiches Gewebe, das von der Innenepidermis des Perikarps abgeschlossen wird (Fig. 1, *ep'*). An letzterer ist an zwei einander gegenüber liegenden Stellen ein sehr dichtes Bündelchen faserartiger Zellen angeschlossen (Fig. 1, *x*).

Schon nach wenigen Tagen gehen in den verschiedenen Theilen des Perikarps bedeutende Veränderungen vor sich. Die Oberhautzellen vergrössern sich etwas und verstärken ihre Aussenwände. Jede Zelle der subepidermalen Reihe theilt sich durch parallele Querscheidewände — von welchen die unterste (innerste) gewöhnlich zuerst entsteht — in 4 bis 6 und mehr Zellen, die ihre in der Entstehung bedingte Anordnung auch bis zur Fruchtreife behalten. In Bezug auf diese Anordnung und ihre Gestalt — sie sind radial angeordnet und tangential gestreckt — erinnern sie sehr an ein Periderm (Fig. 3, *s ep*).

Sehr auffällig sind die Veränderungen an den Zellen der ersten Reihe des als Mittelschicht bezeichneten Gewebes. Diese erhalten nämlich auf ihrer Aussenseite (d. i. also auf der dem subepidermalen Gewebe zugewendeten Fläche) kleine, gerade oder gekrümmte, spitze Zäpfchen und Häkchen, welche eine mechanische Trennung dieser Zellreihe von dem subepidermalen Gewebe veranlassen (Fig. 3, *h b*) und somit Lücken zwischen diesen beiden Geweben schaffen; erst später scheinen solche lokalen Zellwandwucherungen auf den radialen Seiten sich auszubilden, wodurch auch zwischen den Zellen der ersten Reihe Lücken entstehen. In der Längsansicht der Aussenseite gewähren sie ein Bild, wie es in Fig. 4 darzustellen versucht wurde. Mit dem Auftreten dieser Verdickungen ist eine sehr auffällige Bräunung der Zellwände an der Aussenseite verbunden, die diese Schicht in Längs- und Querschnitten sehr gut kenntlich macht.

Indessen haben die übrigen Zellen der meristemartigen Mittelschicht begonnen sich zu verholzen und zu verdicken und in Sklereiden sich umzuwandeln.

Behandelt man nun einen Querschnitt mit Phloroglucin-Salzsäure, so erscheinen die Sklereiden roth gefärbt, nicht aber die Zellen der ersten Reihe. Von der Spitze der Zäpfchen angefangen wird die Wand dieser Zellen zuerst aussen, dann auch innen braun und allmählich ganz schwarz, undurchsichtig, und sieht wie Kohle aus. Die Zellen bilden nun schwarze Stränge, die durch die an den Radialseiten gelegenen, nun auch in schwarze Streifen umgewandelten Zäpfchen mit einander verbunden sind; gerade dadurch ist der ursprüngliche Zellcharakter der schwarzen Stränge noch gut kenntlich (Fig. 6). Was also als kohl- oder pechschwarze Masse zwischen dem Hypoderm und den Sklereiden an der reifen Frucht beobachtet wird, ist eine Reihe desorganisirter Zellen und kein Secret; es kann somit auch nicht von intercellularen Secreträumen die Rede sein. Es dürfte wohl ein Humificationsprocess sein, der die Umwandlung der Zellwände in nicht organisirte Substanz bewirkt und gewissermassen eine freilich vielfach durchbrochene Scheidewand zwischen der Aussenschicht und der Hartschicht des Perikarps aufrichtet.

Zu welchem Zwecke diese Desorganisirung vor sich geht, welche physiologische Bedeutung dieser opaken Scheidewand zukommt, vermag ich nicht zu erklären. Da die Metamorphose sehr frühzeitig anhebt, lange bevor der Same ausgereift ist, so muss sie mehr bedeuten als den blossen Zerfall einer Zellschicht. Als ein licht-abhaltender Schirm wäre sie wohl nur an pigmentlosen Früchten unerlässlich nöthig; nun giebt es aber graue und schwarze Sonnenblumenkerne, deren Pigment in den Oberhautzellen enthalten ist, und keiner Sorte fehlt die humificirte Zellreihe. *Carthamus* hat allerdings nur weisse pigmentlose Früchte, und in diesen ist die schwarze Schicht sehr stark ausgebildet; bei den dunklen Sonnenblumenkernen könnte wohl auch die Vererbung, das Festhalten einer einst erworbenen Eigenschaft eine Rolle spielen. Aber bei diesen Compositenfrüchten ist — so lange sie in der Entwicklung begriffen sind — ein besonderer Lichtschutz kaum von Bedeutung, da sie dicht gedrängt im Korbe sitzen und nur an dem freien Scheitel besonnt werden können. Andere Annahmen, z. B. die eines Lostrennungseffectes, der Feuchtigkeitsregulirung, oder die eines Schutzmittels gegen Thiere u. a. sind wohl gänzlich unwahrscheinlich.

Auch die Bildung der Zäpfchen ist von Interesse. Diese sind selbstverständlich nur locale Zellwandwucherungen, wie sie an vielen anderen parenchymatischen und prosenchymatischen Zellen auftreten. Aber das Merkwürdige in unserem Falle ist, dass durch diese Zäpfchen eine Trennung der Hartschicht von der Aussenschicht erzielt wird und grössere Lücken entstehen, in denen sich Luft an-

sammeln kann; vielleicht ist der in derselben enthaltene Sauerstoff zur Oxydation der Zellwände nothwendig.

Es wäre mir recht erfreulich, mit diesen Zeilen Anregung zu weiteren Untersuchungen dieser an und für sich zwar unbedeutenden, aber physiologisch nicht uninteressanten Fragen gegeben zu haben.

Es erübrigt nur noch, die wichtigsten bei der Reife der Frucht eintretenden Veränderungen festzustellen. Das subepidermale, einem Periderm gleichende Gewebe — die Zellwände desselben scheinen in der That verkorkt zu sein, da sie weder die Cellulose-, noch die Ligninreaction geben — verstärkt noch ein wenig die Membranen seiner Zellen; diese sind höchst fein und dicht getüpfelt, wie ein Sieb (Fig. 7, *s ep*). Die Zellen der ersten Reihe sind etwas stärker verdickt und schliessen nicht überall dicht an die Epidermis an.

Die kohlschwarze Schicht (Fig. 7, *h, b*) zeigt im Querschnitt keine Spur mehr ihrer cellulären Abstammung, sie bildet eine amorphe bröcklige Masse, die den Zusammenhang der Aussenschicht mit den inneren Geweben gänzlich aufhebt. Nur in Längsschnitten sieht man noch die ursprüngliche Configuration, wie sie in Fig. 6 wiedergegeben ist.

Die Hartschicht des Perikarps ist von verdickten, porösen, geschichteten und verholzten Bastfasern (Fig. 7, *b*) gebildet, zwischen welchen auch kürzere, stabartige, nicht spitz endigende Zellen eingeschaltet sind. Weiter nach einwärts vergrössern sie sich, und die Lumina werden weiter. Durch die markstrahlartigen Zellzüge sind sie zu Bündeln abgegliedert, die nach innen keilig verlaufen und an die Siebtheile und Spiroidenbündel anstossen. Das Parenchym der Innenseite ist aus rundlichen oder tangential gestreckten, leeren und locker an einander haftenden Zellen zusammengesetzt.

Die markstrahlähnlichen Zellzüge sind durch die gelbe Färbung von den farblosen Sklereiden deutlich abgehoben; die äussersten Zellen sind — anscheinend durch Druck von aussen — einwärts concav gekrümmt und in einander gefaltet (Fig. 7, *m*). Im Radialschnitt sind sie polygonal, und das Gewebe gleicht einem über die Fasern gelagerten Gitter; im Querschnitt sind sie meist radial gestreckt, mitunter auch nahezu quadratisch (Fig. 7, *m*).

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Partie eines Querschnittes durch den Fruchtknoten von *Helianthus annuus*. *ep* Epidermis, *h—h'* Doppelhaar, und zwar *h* Aussen-, *h'* Innenhaarzelle, *f* Fusszelle; *sep* subepidermale Zellreihe, *m* markstrahlähnliche Zellzüge, *b* Mittelgewebe, *g* Spiroiden, *ep'* Innenepidermis, *x* Faserbündelchen.
- „ 2. Doppelhaare. *a* von der Seite mit der Fusszelle *f*, *b* ohne diese, *c* in der Vorderansicht, *h* und *h'* wie in Fig. 1.

- Fig. 3. Einige Tage älteres Stadium. Bezeichnung wie Fig. 1. *h b* die erste Zellreihe der künftigen Sklereidschicht mit den Zäpfchen; die Aussenmembran dunkel gefärbt.
- „ 4. Die erste Zellreihe in der Aussenansicht mit den aufsitzenden Zäpfchen.
- „ 5. Einige Zellen der ersten Reihe mit den daranstossenden Sklereiden im Querschnitt; Beginn der Humification.
- „ 6. Die humificirten Zellen in der Längsansicht.
- „ 7. Partie eines Querschnittes durch das reife Perikarp; die Innenschichten fehlen. Bezeichnung wie in Fig. 1 und 3.

49. R. Bertel: Ueber Tyrosinabbau in Keimpflanzen.

Eingegangen am 9. October 1902.

Nach unserem heutigen Wissen ist die bei der Keimung der Samen stattfindende „Lösung“ der Reserveproteide ein recht complicirter Vorgang.

Durch die Forschungen von E. SCHULZE¹⁾ und dessen Schülern sowie anderen Autoren ist eine grosse Anzahl von Aminosäuren, Diaminosäuren und anderer N-haltiger Producte in Keimlingen gefunden worden, welche auch bei der tryptischen Eiweissverdauung und bei der Säurehydrolyse von Eiweisssubstanzen beobachtet sind.

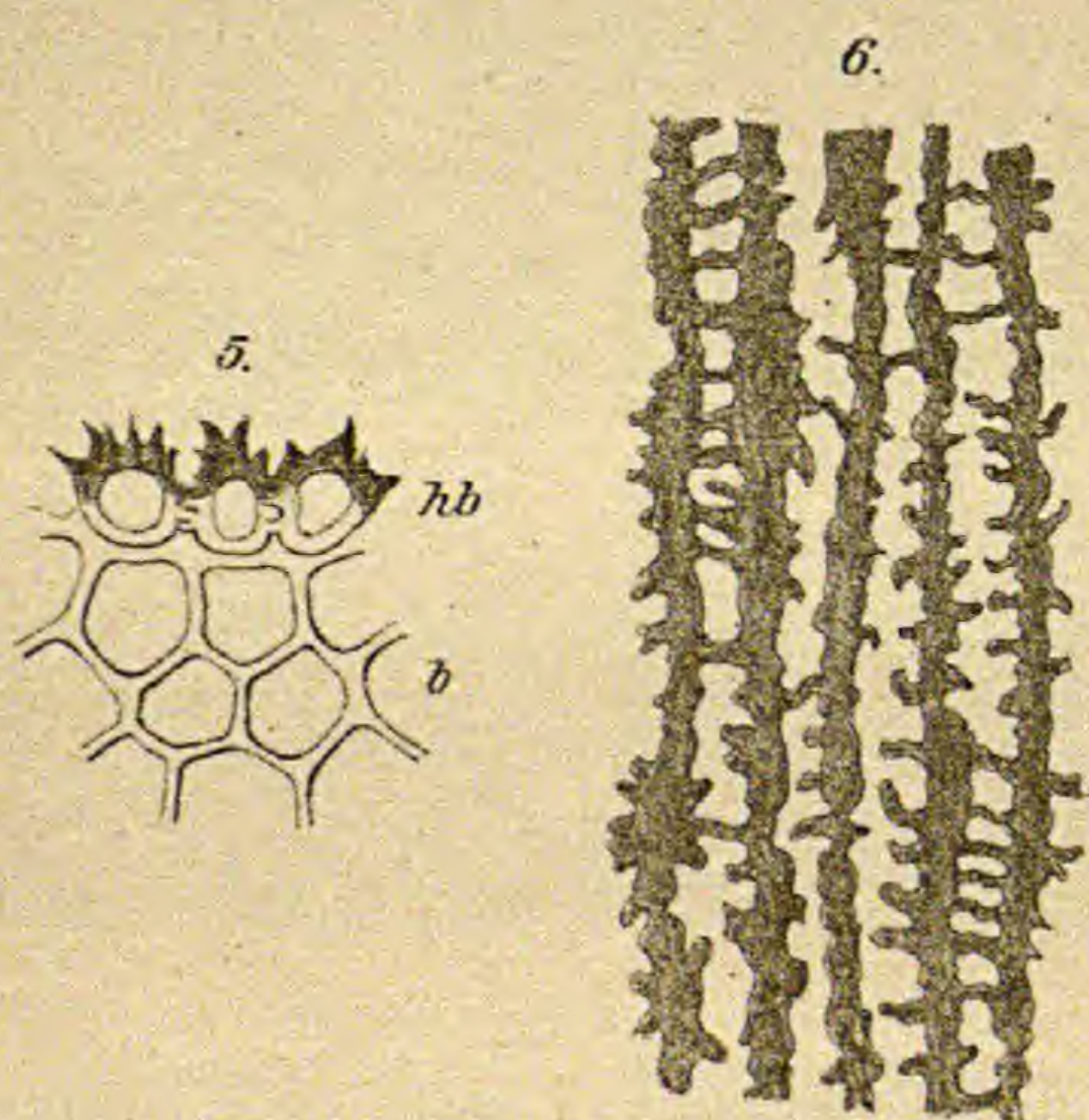
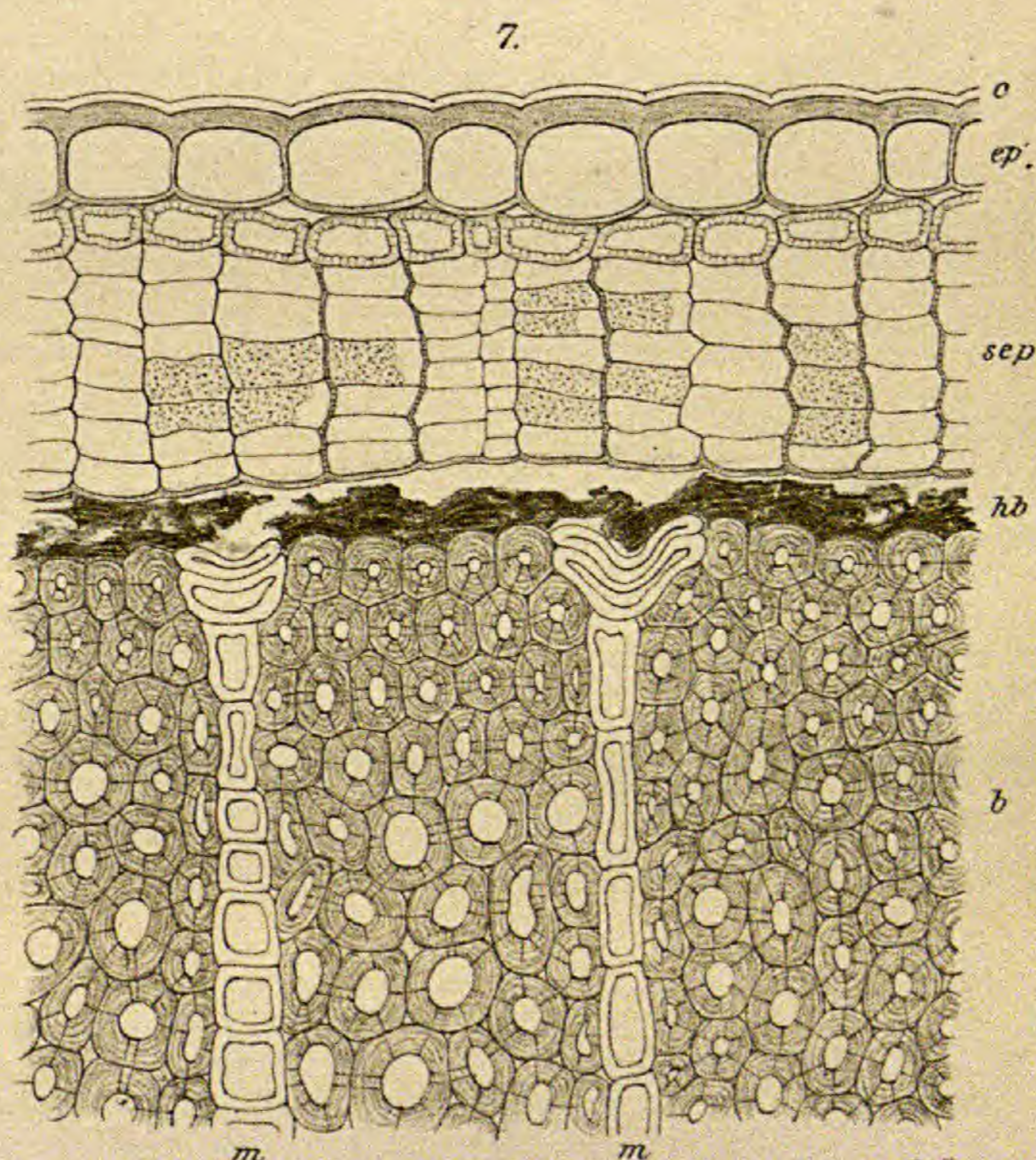
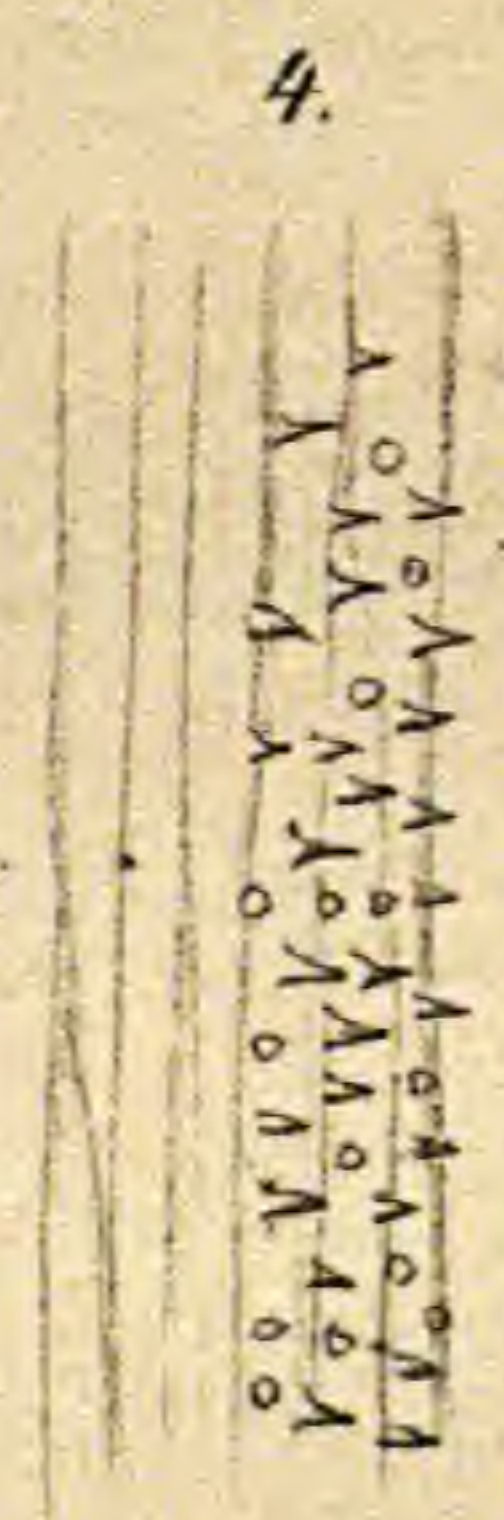
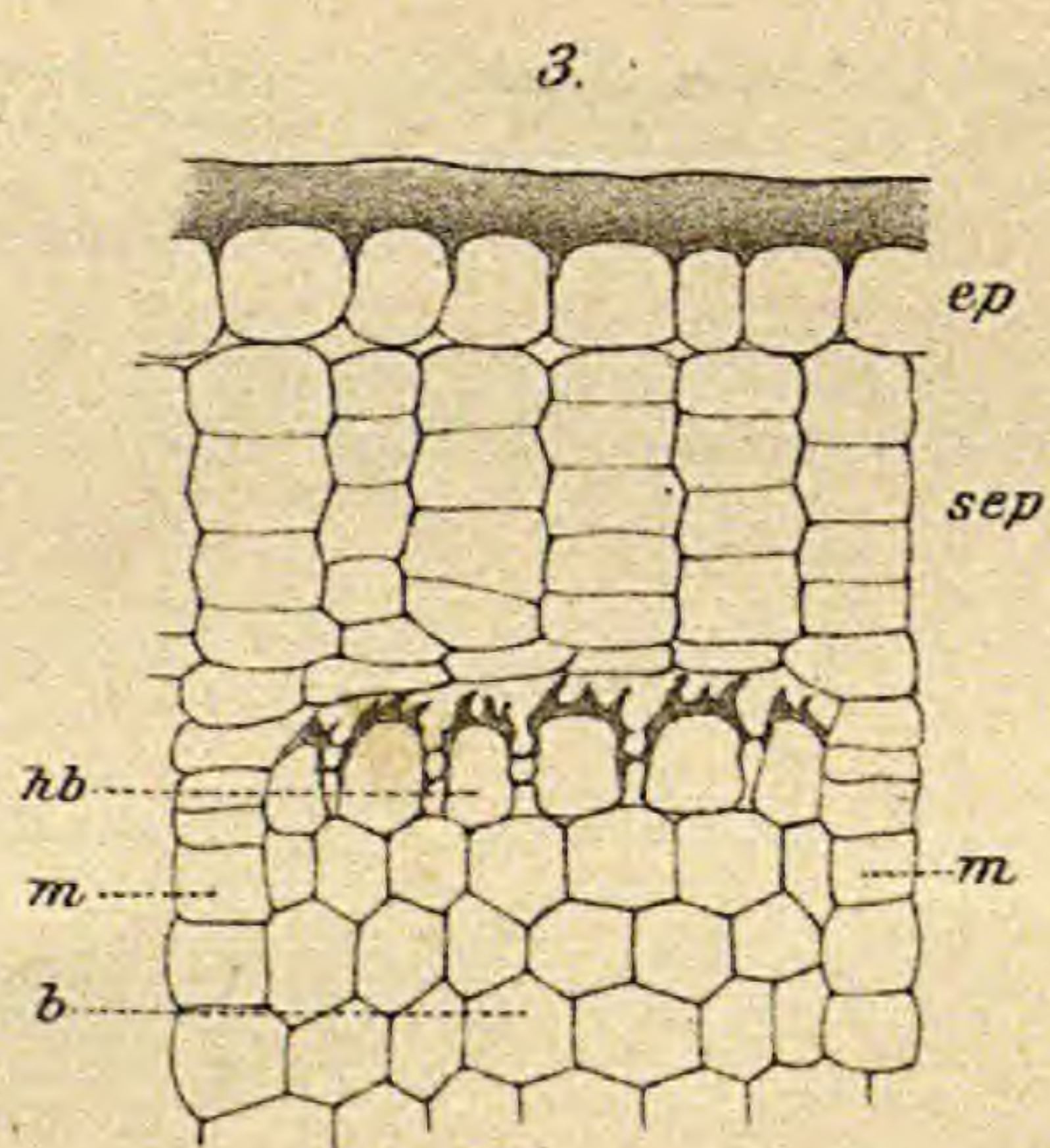
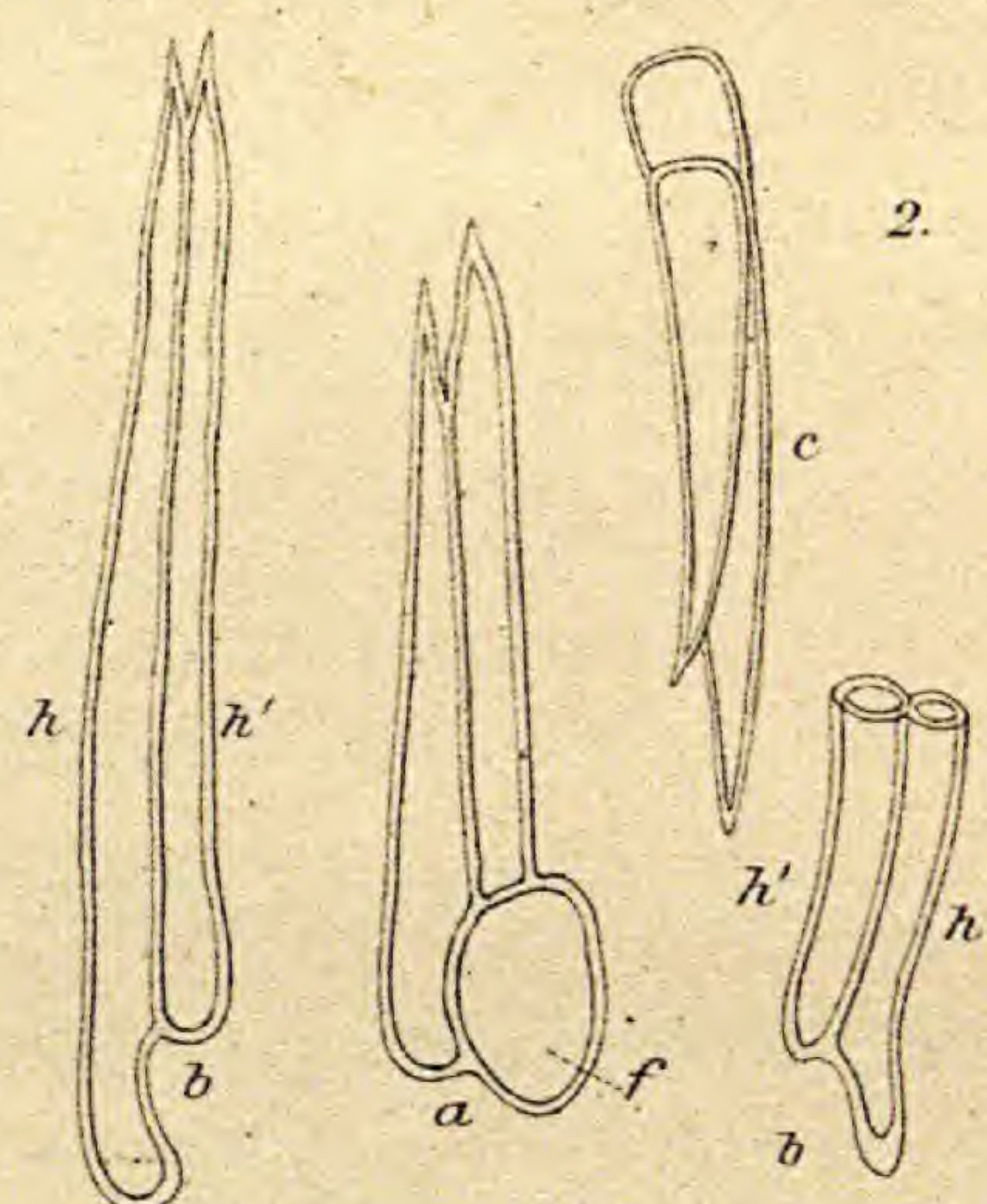
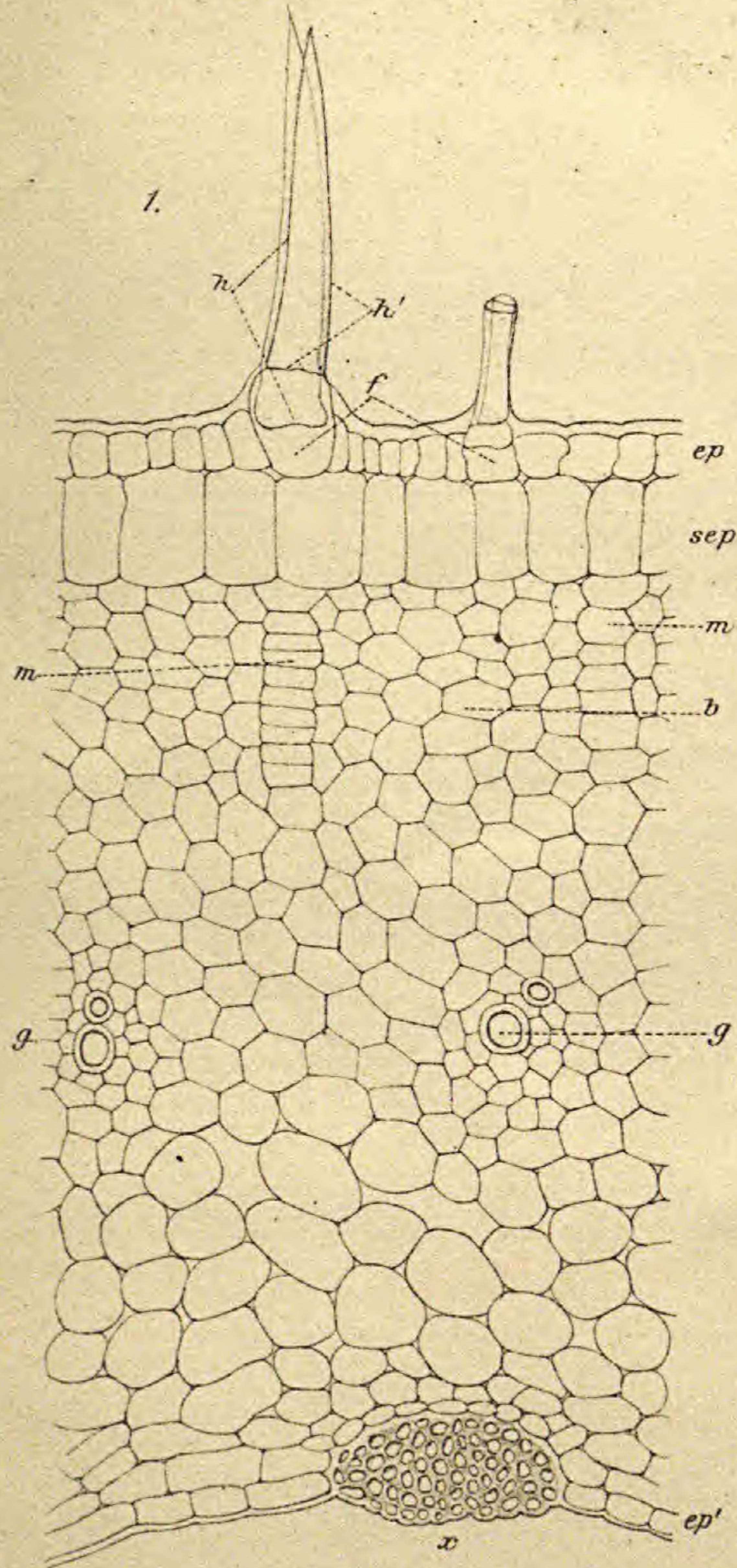
Seit einiger Zeit ist es wahrscheinlich geworden, dass der Eiweissabbau in keimenden Samen durch ein tryptisches Enzym eingeleitet wird, welches die angegebenen Stoffe aus den Reserveproteiden bildet.

Die Befunde von BUTKEWITSCH²⁾, WINDISCH³⁾ u. a. aus den letzten Jahren haben die Annahme eines tryptischen Enzyms in keimenden Samen fester begründet. Wir besitzen aber auch mancherlei Erfahrungen, welche dahin gehen, dass das Aminosäurengemisch, welches in keimenden Samen vorhanden ist, in seiner Zusammensetzung qualitativ und quantitativ abweicht von den Producten, welche man im Reagensglase aus den Reserveproteiden durch enzymatische Spaltung oder Säurehydrolyse erhalten kann. Besonders SCHULZE hat sich in den letzten Jahren mehrfach mit derartigen Untersuchungen beschäftigt und hat es versucht, einigermassen eine Erklärung für diese Differenzen zu geben. Man hat einmal die Möglichkeit, dass

1) E. SCHULZE, Zeitschrift für physiol. Chem. 9, 63 (1884). — Ders. ibid. 17, 193 (1892).

2) BUTKEWITSCH, WL., Zeitschrift für physiol. Chemie 32, 1 (1901).

3) WINDISCH und SCHELLHORN, Wochenschrift für Brauerei, 1900, S. 334 ff.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Hanausek Thomas Franz

Artikel/Article: [Zur Entwicklungsgeschichte Perikarps von Helianthus annuus
449-454](#)