Hauptblütezeit gesammelten *Majanthemum-bifolium*-Exemplare herausrechnen ließen.

Im Mittel besitzt die Schattenblume 17 Blüten. Ihr primäres, tiefer inseriertes, größeres Blatt hat einseitig im Mittel einen Blattspreitenflächeninhalt von 959 mm^2 , wovon 515 mm^2 auf die eine, 444 mm^2 auf die andere Hälfte entfallen. Die absolute Differenz der mittleren Flächeninhalte beider Hälften beträgt also 71 mm^2 und der mittlere Laminarquotient, erhalten durch Division der größeren durch die kleinere Blatthälfte beträgt 1.16.

Ihr sekundäres, höher inseriertes, kleineres Blatt hat einseitig im Mittel einen Blattspreitenflächeninhalt von 571.3 mm^2 , wovon 315.1 mm^2 auf die eine, 256.2 mm^2 auf die andere Hälfte entfallen. Die absolute Differenz der mittleren Flächeninhalte beider Hälften macht hier 58.9 mm^2 aus und der mittlere Laminarquotient beträgt 1.23.

Schließlich beträgt die Blätterfläche, nämlich die Summe der einseitigen Blattspreitenflächeninhalte beider Blätter der Schattenblume im Mittel 1530.3 mm^2 .

Über geformte eiweißartige Inhaltskörper bei den Leguminosen.

Von stud. phil. **August Mrazek**, Assistent am landwirtschaftlichen Institute der deutschen technischen Hochschule in Prag.

(Mit Tafel V.)

(Fortsetzung.¹⁾)

B. Untersuchungsmethode.

1. Fixierung und Färbung.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir zahlreiche Arten der Familie der Leguminosen, die teilweise in vorgeschrittenem Stadium des Wachstums (Bäume, Sträucher), teilweise auch als Keimlinge (Futterpflanzen, einjährige Arten) untersucht wurden. Die Pflanzenteile wurden in der ersten Zeit nach der Angabe Zimmermanns (1, Bd. 2, p. 117) in konzentrierter alkoholischer Sublimatlösung konserviert; später fand ich jedoch, daß es genügt, die frisch abgeschnittenen Stücke der Pflanzen in gewöhnlichem absolutem Alkohol zu fixieren, ohne Veränderungen der Struktur der Eiweißkörper hervorzurufen.

Zur Färbung verwendete ich das von Zimmermann vorgeschlagene 0.2% Säurefuchsin; der Farbstofflösung wurden stets, um Pilzbildung zu verhüten, kleine Stückchen Kampfer zugesetzt. Die meist freihändig hergestellten Schnitte wurden in die Farbstofflösung übertragen und dort 1—24 Stunden belassen. Die

¹⁾ Vgl. Nr. 5, S. 198.

Schnitte waren stark überfärbt, wurden mit Wasser gut abgespült und so lange in einer konzentrierten Lösung von Pikrinsäure in Wasser behandelt, bis sie makroskopisch fast gar nicht mehr rot gefärbt erschienen. Dann folgte Entwässerung in absolutem Alkohol, Aufhellung mit Nelkenöl und Einbettung in Terpentinalbalsam. Dieses Verfahren ist eine Modifikation der von Staritz angewendeten Färbemethode. Die Einbettung der gefärbten Schnitte in Kanadabalsam verdient vor der in Glycerin den Vorzug, weil sich in Kanadabalsam die Färbungen ausgezeichnet halten, während sie in Glycerin in sehr kurzer Zeit verblassen. Die Eiweißkörper sind, nach dieser Methode behandelt, intensiv rot gefärbt, bedeutend schwächer oder gar nicht der Nucleolus und in manchen Fällen ein Belag an der Siebplatte, alle anderen Zellbestandteile sind vollkommen farblos.

Auch durch andere Anilinfarbstoffe werden die Proteinkörper tingiert (z. B. Nigrosin, Anilinblau), doch bei weitem nicht so intensiv und different wie mit Säurefuchsin.

Bei Anwendung des zuerst erwähnten Färbungsverfahrens fallen in gewissen Pflanzen (*Mimosa pudica*) in den Holzgefäßen oft grüne Sphaerite einer unbekannt organischen Substanz (vielleicht einer Verbindung mit der zur Entfärbung verwendeten Pikrinsäure) aus. Mit der von Lily H. Huye angegebenen Färbung mit Methylblau-Eosin habe ich keine Erfolge erzielt.

Soweit es anging, untersuchte ich auch lebendes Material. Die Eiweißkörper sind in lebendem Zustande allerdings nur in jenen Pflanzen genügend leicht sichtbar, die größere Spindeln besitzen, wie z. B. *Lupinus luteus* und *angustifolius*, *Vicia Faba*, *Phaseolus* u. a.

2. Reaktionen.

Die Ausführung der Eiweißreaktionen wurde dem Material angepaßt. Bei Pflanzen, die freiwillig einen Safttropfen ausströmen ließen (Phaseoluskeimlinge u. a.) oder bei denen ein Proteinkörper enthaltender Tropfen ausgedrückt werden konnte (*Vicia*, *Amicia*) wurden die Inhaltkörper in diesem Schleimsafte geprüft, die übrigen Arten wurden teils in frischen Schnitten, teils, wenn das Reagens eine Verquellung hervorrief, auch als fixiertes Material verwendet.

Die Eiweißkörper sind unlöslich in Alkohol, Äther, Chloroform.

Sie verquellen in verdünnter Kali- und Natronlauge und verschwinden ganz oder teilweise.

In kaltem Wasser sind sie unter Aufquellung löslich.

Werden sie mehrere Stunden mit absolutem Alkohol behandelt, so verlieren sie ihre Löslichkeit im Wasser. Dasselbe findet statt, wenn die Schnitte einer Temperatur von 100° C. auf kurze Zeit ausgesetzt werden. Dabei tritt eine innere Veränderung (Koagulation) ein.

Mit Jodlösungen (Jodjodkalium, Chlorzinkjod) färben sie sich gelbbraun.

Sie speichern lebhaft Anilinfarbstoffe, besonders intensiv Säurefuchsin, weniger stark Anilinblau, Methylblau, Nigrosin, Safranin in wässrigen und alkoholischen Lösungen. Bei Anwendung der nötigen Vorsichtsmaßregeln reagieren sie mit den üblichen Eiweißreagenzien.

Die Millonsche, Raspailsche und die Xanthoproteinsäurereaktion treten rasch und sicher ein, besonders wenn man den Objektträger vorsichtig erwärmt. Die Xanthoproteinsäureprobe ist gewöhnlich etwas schwach, doch wird sie bei Zusatz von Ammoniak deutlicher. Mit alkalischer Kupferlösung (Biuretreaktions, Zimmermann 2, p. 75) tritt infolge der in der Lösung vorhandenen Natronlauge Verquellung ein. Doch kann man sich durch andauernde Beobachtung unter dem Mikroskop und vorsichtiges Zusetzen des Reagens vom Deckglasrande überzeugen, daß an der Stelle, die der Proteinkörper einnahm, ein violetter verquollener Fleck als Rest bleibt. In der folgenden Tabelle teile ich kurz den Erfolg der Reaktionen einiger Eiweißkörper mit.

Tabelle 1: Die Reaktionen der Inhaltskörper von

mit:	Jodjodkalium	Millons Reagens	Raspails Reagens	Xanthoproteinsäure	alkalische Kupferlös.
<i>Amicia</i>	deutlich braun	deutlich rot	sehr deutlich rosenrot	schwachgelb, intensiv mit NH ₃	violette Flecken
<i>Phaseolus coccineus</i>	gelbbraun	ziegelrot		schwachgelb	
<i>Medicago sativa</i>	gelbbraun	hellrot	rosenrot	schwachgelb, mit NH ₃ deutlicher	
<i>Sarothamnus scoparius</i>	braun	ziegelrot		vgl.	violette Flecken
<i>Lupinus angustifolius</i>	braun	hellrötlich	sehr deutlich rosenrot	sehr deutlich gelb	violette Flecken
<i>Coronilla varia</i>	gelbbraun	hellrot	rosenrot	gelblich	
<i>Robinia hispida</i>	braun	dunkelziegelrot	sehr deutlich rosenrot	schwachgelb mit NH ₃ deutlicher	violette Flecken

C. Verbreitung der Eiweißkörper in der Familie der Papilionaceen und Caesalpiniaceen.

Um eine rasche Übersicht über die bekannt gewordenen Fälle des Vorkommens von Eiweißkörpern in den Siebröhren, insbesondere der Papilionaceen zu geben, bringe ich folgende Tabelle, zu der ich nur noch zu bemerken habe, daß in jeder Kolonne die von dem darin oben erwähnten Autor zum erstenmal gefundenen, Eiweißkörper enthaltenden Pflanzen aufgezählt sind (Tabelle 2).

Zur Tabelle:

1. Die von Baccarini (1, p. 53) angeführten Gattungen *Cassia* sp. und *Poinciana Gillesii* gehören zu den Caesalpiniaceen (Solereeder, p. 327, Fußnote) und sind in der Tabelle nicht angeführt. Leider gibt Baccarini in seiner Arbeit keine Abbildung der Proteinkörper dieser Caesalpiniaceen, so daß ich, da mir die genannten Pflanzen nicht zur Verfügung standen, nichts über deren Ausbildung und chemische Reaktionen sagen kann.

2. Baccarini gibt an, bei *Lupinus angustifolius*, einem *Trifolium* sp. und einer *Medicago* sp. keine Inthaltkörper gefunden zu haben. Diese Angaben beruhen, wenigstens bezüglich *Lupinus angustifolius*, auf einem Irrtum, denn diese Pflanze hat Eiweißkörper, wenn auch von etwas abweichender Form.

3. Staritz fand Inthaltkörper auch in den bereits von Baccarini untersuchten Pflanzen Nr. 19, 21 und 25.

4. Ich selbst kann die Richtigkeit der Angaben Strasburgers an Nr. 1 und Baccarinis an Nr. 17 und 33 bestätigen.

Tabelle 2: Als eiweißkörperführend wurden neu beschrieben von:

Strasburger	Baccarini	
1. <i>Robinia Pseud-acaciu</i>	3. <i>Anthyllis Vulneraria</i>	30. <i>H. capitatum</i>
2. <i>Wistaria (Glycine) sinensis</i>	4. <i>Astragalus sesameus</i>	31. <i>Hippocrepis unisili-quosa</i>
	5. <i>A. sp.</i>	32. <i>Kennedyya pubescens</i>
	6. <i>Arachis hypogaea</i>	33. <i>Lotus corniculatus</i>
	7. <i>Amorpha fragrans</i>	34. <i>L. creticus</i>
	8. <i>A. fruticosa</i>	35. <i>L. Tetragonobolus</i>
	9. <i>Biserrula Pelecinus</i>	36. <i>L. edulis</i>
	10. <i>Coronilla vera</i>	37. <i>L. ornithopodooides</i>
	11. <i>C. stipularis</i>	38. <i>Lathyrus Clymenum</i>
	12. <i>C. valentina</i>	39. <i>Medicago orbicularis</i>
	13. <i>C. scorpioides</i>	40. <i>M. scutellaris</i>
	14. <i>Cicer arietinum</i>	41. <i>M. maritima</i>
	15. <i>Dolichos liquosus</i>	42. <i>Melilotus alba</i>
	16. <i>D. Jacquimianus</i>	43. <i>M. sulcata</i>
	17. <i>D. Lablab.</i>	44. <i>M. messanensis</i>
	18. <i>Desmodium gyrans</i>	45. <i>Ornithopus compres-sus</i>
	19. <i>D. penduliflorum</i>	46. <i>Ononis spinosa</i>
	20. <i>D. viridiflorum</i>	47. <i>Phaseolus vulgaris</i>
	21. <i>Erythrina Crista-galli</i>	48. <i>Ph. Caracalla</i>
	22. <i>E. insignis</i>	49. <i>Psoralea bituminosa</i>
	23. <i>E. viarum</i>	50. <i>Sutherlandia frutes-cens</i>
	24. <i>Ebenus creticus</i>	51. <i>Scorpiurus subvil-losa</i>
	25. <i>Galega officinalis</i>	52. <i>Trigonella Foenum-graecum</i>
	26. <i>Genista aetnensis</i>	53. <i>Trifolium</i> sp.
	27. <i>Glycyrrhiza glabra</i>	54. <i>Vicia</i> sp.
	28. <i>Hymenocarpus cir-cinnatus</i>	
	29. <i>Hedysarum coro-narium</i>	

Staritz	Mrazek
55. <i>Apios tuberosa</i>	65. <i>Amicia zygozeris</i>
56. <i>Astragalus falcatus</i>	66. <i>Astragalus glycyphyllos</i>
57. <i>Baptisia australis</i>	67. <i>Coronilla varia</i>
58. <i>Cytisus Laburnum</i> subsp. <i>Jacquinianus</i>	68. <i>Cytisus Adami</i>
59. <i>Cytisus candicans</i>	69. <i>Cytisus Laburnum</i>
60. <i>Dorycnium suffruticosum</i>	70. <i>Cytisus purpureus</i>
61. <i>Genista sibirica</i>	71. <i>Lupinus angustifolius</i>
62. <i>Halimodendron argenteum</i>	72. <i>L. luteus</i>
63. <i>Ononis hircina</i>	73. <i>Medicago sativa</i>
64. <i>Rhynchosia precatorea</i>	74. <i>Phaseolus coccineus</i>
	75. <i>Ph. lunatus</i>
	76. <i>Pisum sativum</i>
	77. <i>Robinia hispida</i>
	78. <i>Sarothamnus scoparius</i>
	79. <i>Trifolium pratense</i>
	80. <i>Vicia Faba</i> (var. <i>minor</i> , <i>equina</i> , <i>maior</i>)
	81. <i>Vicia sativa</i>

D. Gestalt und Vorkommen der Inhaltskörper.

Auf Grund meiner Untersuchungen glaube ich drei Formen der ausgebildeten Inhaltskörper unterscheiden zu können, die Spindel-, die Stäbchen- oder Tonnenform und unregelmäßige Gestalten: diese Typen können Aufhängungsfäden besitzen oder derselben entbehren. Um nun nicht zu ermüden, möchte ich an Beispielen im Hinblick auf die beigegebenen Figuren die Berechtigung der Unterscheidung erweisen.

1. Spindelform ohne Fäden.

Lupinus luteus: Die Proteinkörper bilden schlanke Spindeln, die an beiden Enden in eine scharfe Spitze auslaufen. (Fig. 13.)

Spindelform mit Fäden.

Phaseolus lunatus: Die beiderseits scharf zugespitzten Spindeln tragen an jedem Ende je einen dünnen Aufhängungsfaden. (Fig. 15.)

Phaseolus coccineus: Die Spindeln besitzen je einen Faden an den abgerundeten Enden. (Fig. 17.)

2. Stäbchen- oder Tonnenform ohne Fäden.

Cytisus Laburnum: Die Eiweißkörper stellen zylindrische, mehr minder gestreckte Massen dar, die an den Enden scharf abgestutzt sind und einen beinahe rechteckigen Längsschnitt besitzen. Sie tragen nie Suspensionsfäden. (Fig. 2.)

Astragalus glycyphyllos: Die Inhaltskörper sind dicke Stäbchen mit beiderseits halbkugelförmig abgerundeten Ecken, die durch Verkürzung der Längskanten oft Kugelform annehmen. (Fig. 1.)

Amicia: besitzt merkwürdige Inhaltskörper (Fig. 4), die stäbchenförmig, meist gerade, mitunter auch gekrümmt sind. Man findet kurze dicke und längere schmale Eiweißkörper. Die durch ihre größere Dicke ausgezeichneten zeigen in der Mitte einen stärker gefärbten, mehr minder spiralig gekrümmten regelmäßigen Streifen, der überall gleich dick durch die ganze Länge des Proteinkörpers verläuft und gegen beide Enden zu in je einer kraterförmigen Vertiefung derselben ausmündet. Die langen schmälere Stäbchen zeigen diese Erscheinung im allgemeinen nicht, doch kann man hier und da, allerdings bei weitem nicht so deutlich, auch in diesen einen solchen Streifen ausgebildet sehen, der allerdings ziemlich gerade verläuft. Solche fast gerade Streifen kommen manchmal auch bei besonders kurzen und dicken Proteinkörpern vor. (Fig. 4c.) Dem Einwand, daß es sich hier um eine Schrumpfungsercheinung, hervorgerufen durch die Fixierung mit starkem Alkohol, handelt, konnte ich dadurch begegnen, daß ich Stengelstücke von *Amicia* mit dem schwächeren Flemmingschen Chrom-Osmium-Essigsäuregemisch (Strasburger 2, p. 56) fixierte und nach den Angaben Strasburgers langsam in Paraffin überführte. An gefärbten Mikrotomschnitten zeigte sich dann dieselbe Erscheinung. Es ist nicht unmöglich, daß in diesen Inhaltskörpern zwei verschiedene Eiweißarten aufgespeichert werden, die sich durch ihr Verhalten gegen das Säurefuchsin unterscheiden. Jedenfalls aber ist es von vornherein unwahrscheinlich, daß dieser Unterschied sich in einem verschiedenen Verhalten gegen die üblichen mikrochemischen Reagenzien auf Eiweiß zeigen wird; tatsächlich gelang es mir nicht, eine solche Differenzierung zu erreichen.

Medicago sativa: Die Proteinkörper haben in unversehrtem Zustande eine dicktonnenförmige Gestalt, die oft in die Kugelform übergeht. Ihre Endflächen zeigen sehr oft eine Vertiefung. (Fig. 5.)

Stäbchen- und Tonnenform mit Fäden.

Coronilla varia: Die ausgebildeten Inhaltskörper stellen breite Stäbchen dar, die an den Enden scharf abgestutzt sind und je einen Faden tragen. (Fig. 14.)

3. Unregelmäßige Formen

kommen fast in allen Papilionaceen vor und sind wohl als Mißbildungen der obengenannten Formen aufzufassen.

Ich möchte im Anschluß an diese Bemerkungen das Wort ausgebildete Inhaltskörper ausdrücklich hervorheben, da im jugendlichen Zustande scharfe Grenzen nicht wahrzunehmen sind; alle Proteinkörper dieser Familien werden nämlich mit Ausnahme der unregelmäßigen Formen mehr minder spindelförmig angelegt.

Bei den spindelförmigen und stäbchenförmigen Inhaltskörpern kommt es vor, daß sich zwei dieser Gebilde aneinanderlegen; es entstehen Doppelbildungen, Zwillinge („geminazioni“), die schon Baccarini (1, p. 54) erwähnt hat. Sie können auf zweierlei Weise zustande kommen: Zwei Spindeln können sich mit ihren Längsseiten unter einem kleinen Winkel aneinanderlegen und teilweise verbinden, so daß ein Körper entsteht, der an einem Ende zwei Spitzen zeigt (*Cytisus Laburnum*, Fig. 2) und, wenn Aufhängungsfäden vorhanden sind, an einem Ende einen, an den beiden anderen zwei Fäden trägt (*Phaseolus lunatus*, Fig. 15, *Coronilla varia*, Fig. 14). Oft verschieben sich auch zwei Stäbchen gegeneinander und bilden dann Formen, wie sie bei *Cytisus Laburnum* (Fig. 2) abgebildet sind. Zwei Spindeln können sich aber auch mit ihren Spitzen verbinden. Es gehen Gebilde hervor, denen man die Entstehung aus zwei Eiweißkörpern an einer leichten Einschnürung in der Mitte ansieht und die fadenlos sind (*Vicia Faba*, Fig. 3) oder an jedem Ende einen Suspensionsfaden tragen (*Phaseolus lunatus*, Fig. 15). In manchen Fällen verbinden sich die beiden Proteinkörper mit ihren Aufhängungsfäden so, daß sie wie die Perlen eines Rosenkranzes auf einem Faden aufgezogen erscheinen (*Coronilla varia*, Fig. 14). Endlich kann man bei *Cytisus purpureus* (Fig. 12 a) bemerken, daß zwei tonnenförmige Proteinkörper sich hintereinander legen, aber nur mit zwei schmalen Partien miteinander verschmelzen, so daß zwischen denselben ein schmaler Hohlraum frei bleibt. Diese Art der Verschmelzung beobachtete Baccarini (1, tab. IV, Fig. 8) bei *Glycyrrhiza glabra*.

Wenn die beschriebenen Formen eine gewisse Ähnlichkeit mit den Zwillingbildungen auf mineralogischem Gebiete besitzen, so steigert sich die Ähnlichkeit noch mehr, wenn wir die häufig vorkommenden Parallelverwachsungen betrachten, so daß wir geradezu von Wiederholungszwillingen sprechen könnten.

Lupinus angustifolius besitzt Inhaltskörper (Fig. 11), die sich aus einer großen Anzahl schmaler Spindeln zusammensetzen, die zu einem Bündel vereinigt sind. Diese Zusammensetzung verrät sich durch eine deutliche Längsstreifung des ganzen Bündels, sowie dadurch, daß jedes derselben an den Enden zahlreiche Spitzen, die Spitzen der Elementarspindeln, zeigt. Oft sieht man auch, daß durch die Bewegung des Messers beim Schneiden eine oder die andere der das Bündel zusammensetzenden Spindeln losgerissen wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß diese Form der Proteinkörper auf dieselbe fortgesetzte Doppelbildung zurückzuführen ist, die, bei den anderen Papilionaceen Ausnahme, hier zur Regel geworden ist. Eine Stütze dafür ist die Tatsache, daß diese Eiweißkörper bei der Anlage in den ganz jungen Siebröhren aus einer einzigen, selten 2—3 Spindeln bestehen, während sie in ausgebildetem Zustande oft eine recht beträchtliche Anzahl von Einzelspindeln besitzen. Diese Bündel zerfallen ziemlich leicht und man kann in manchen alten Siebröhren 2—3 kleinere Bündel neben-

einander finden. Ähnlich, wenn auch nicht so deutlich, sind die Proteinkörper von *Vicia Faba* (Fig. 3) gebaut.

Was nun das Vorkommen der Inhaltkörper anlangt, so finden sich dieselben stets nur in den Siebröhren der genannten Pflanzen; es ist, wie Staritz (p. 12) bemerkt, das Vorhandensein derselben ein charakteristisches Merkmal der Siebröhren der Papilionaceen, auch in ganz jungem Zustande, in dem sie noch nicht durch das Vorhandensein von Siebplatten als solche kenntlich sind. In den Siebröhren können sie verschiedene Stellungen einnehmen; sie können entweder einer Siebplatte anliegen oder in der Mitte des Zellraumes gelagert sein. Die tonnen- und stäbchenförmigen Körper scheinen, weil sie meist die älteren Bildungen sind, erstere Stellung vorzuziehen, während die spindelförmigen öfter in der Mitte des Zellraumes anzutreffen sind. Die stäbchen- und spindelförmigen Inhaltkörper sitzen dann oft mit einem Ende der Siebplatte auf und stecken in dem eventuell vorhandenen Siebplattenschleimbelag und füllen oft die ganze Weite des Zellraumes aus. Von den mit Suspensionsfäden versehenen Proteinkörpern gilt das Gleiche. Sie können in diesem Falle mit einem Teile ihres Körpers in dem Schleimbelag der Siebplatte stecken oder auch nur mit dem einen Faden an demselben befestigt sein. Der freie Faden ist stets der anderen Siebplatte zugekehrt. In jedem Falle, ob nun der Inhaltkörper an der Siebplatte oder in der Mitte des Siebröhrengliedes gebildet ist, liegt er in dem Plamaschlauche desselben, der sich von einer Siebplatte zur anderen erstreckt, und es fällt die Längsachse des Proteinkörpers mit der des Siebröhrengliedes zusammen. Bezüglich der Frage, ob die Stellung an der Siebplatte oder in der Mitte das primäre ist, möchte ich mich dafür entscheiden, daß die Lage in der Mitte der Zelle die ursprüngliche ist. Denn mit sehr wenig Ausnahmen konnte ich beobachten, daß, wie schon Strasburger (1, p. 193) erkannte, die Eiweißkörper in ganz jungen Siebröhren in der halben Länge des betreffenden Gliedes entstehen und spindelförmige Gestalt haben. Staritz läßt diese Frage unentschieden. Baccarini (1, p. 56) dagegen behauptet, selbst in jungen Zweigen und Blütenstielen zahlreiche Häufchen an den Siebplatten angeheftet gefunden zu haben.

Diese Inhaltkörper fand ich in den Siebröhren sämtlicher Teile der Pflanze vor, im Stengel, Blatte, der Wurzel und dem Grunde des Blütenkelches. In den jungen wachsenden Teilen derselben kommen sie meist in so reichlicher Menge vor, daß beinahe jede Siebröhre einen solchen Inhaltkörper besitzt. Mit dem Alter nehmen die Inhaltkörper wenig an Größe zu, nicht so sehr in der Länge als in der Breite. Die Siebröhren vergrößern ihren Durchmesser wenig oder werden außer Dienst gestellt und an der Peripherie der Bastregion allmählich von den umgebenden Zellen zusammengepreßt. So kommt es, daß in solchen älteren Partien der Pflanze, wie z. B. im verholzten Stamme, die Protein-

körper meist die Siebröhren in ihrer ganzen Breite ausfüllen. In der Wurzel finden sich diese Inhaltskörper in derselben Fülle wie in den oberirdischen Organen vor.

Damit wäre eine Schilderung der Formen und des Vorkommens der Proteinkörper gegeben. Freilich ist damit noch nicht gesagt, wie diese Gebilde entstehen und, offen gestanden, können wir über ihre Entstehungsweise nichts als Anschauungen, also keine sicheren Beweise bringen.

E. Die Entstehung der Inhaltskörper.

Was die Entstehung dieser Proteinkörper anlangt, so stimmen die Ansichten der oben zitierten Forscher nicht überein. Strasburger (1, p. 193) gibt, wie schon eingangs erwähnt wurde, an, daß die „Schleimkörper“ am protoplasmatischen Wandbelag entstehen, ohne dem Zellkern eine Rolle bei ihrer Bildung einzuräumen. Doch zeichnet er in der beigegebenen Tafel (1, III, Fig. 4—11) in Entstehung begriffene „Schleimkörper“, die dicht einem Zellkern anliegen. Baccarini (l. c.) bestätigt für einen Teil der Papilionaceen (*Robinia Pseudacacia*, *Dolichos*) diese Angaben Strasburgers; bei anderen Arten (*Glycyrrhiza glabra*, *Psoralea bituminosa*, *Lotus Tetragonobolus*) hingegen will er gesehen haben, daß die Inhaltskörper aus dem perinuklearen Plasma und aus dem Zellkerne selbst ihren Ursprung nehmen. Er konnte in einigen jungen Teilen des Bastteiles beobachten, daß dieses perinukleare granulöse Plasma allmählich immer mehr und mehr homogen und klar wird: aber der Zellkern, der sich dann versenkt findet, verliert Schritt für Schritt die Reinheit des Umrisses, verschwindet endlich und vermischt sich mit der ringsum befindlichen Masse. Der Körper besitzt jetzt die definitive Größe, ein weiteres Wachstum findet nur in beschränktem Maße statt. Die Fäden differenzieren sich später.

Staritz (p. 13) fand, daß in manchen Präparaten in beiderseits geschlossenen Siebröhren die spindelförmigen Körper enthalten waren, ohne daß ein Zellkern vorhanden war, während sie in anderen Fällen neben einem unzweifelhaft derselben Siebröhre angehörigen Zellkern lagen. Dadurch erschien ihm die Entstehung der Spindeln aus dem Kern nicht erwiesen und er begnügt sich zu behaupten, daß die Inhaltskörper neben dem Zellkern entstehen können.

Tatsächlich kommt in jungen Siebröhren oft der Zellkern neben einem Proteinkörper (Fig. 16) vor, ohne daß jedoch eine andere Beziehung zwischen beiden Bestandteilen aufzufinden wäre. Ich schließe mich daher der von Strasburger und Staritz ausgesprochenen Ansicht an und halte gleichfalls die Eiweißkörper für Produkte des Plasmas, wobei ich zur Unterstützung meiner Behauptung noch folgendes anführen möchte.

Wenn Baccarini im Widerspruch mit Strasburger, Staritz und mir behauptet, daß bei einem Teile der Papilionaceen

die Inhaltskörper auch aus dem perinuklearen Plasma der Siebröhren entstehen, so möchte ich dagegen einwenden, daß diese von Baccarini beobachteten Fälle nur Spezialfälle bilden, die auch Strasburger (wie aus seiner Zeichnung erhellt, 1, Tafel III) und Staritz bekannt waren und die ich selbst bestätigen konnte. Die Behauptung Baccarinis, daß die Inhaltskörper aus dem Kerne selbst hervorgehen, dürfte auf einer Täuschung durch einen Nucleolus¹⁾ beruhen, die leicht erklärlich ist, da Baccarini, soweit aus seiner Arbeit ersichtlich ist, seine Präparate ungefärbt durchmusterte.

In manchen Präparaten (*Cytisus Laburnum*, *Amicia*, *Medicago*) sah ich um einige Inhaltskörper einen hellen regelmäßigen Hof, dessen Wände parallel mit den Grenzlinien des in der Mitte befindlichen Inhaltskörpers verliefen und der von dem Plasma-schlauche der Siebröhre gebildet wurde. Dieser Proteinkörper lag in der Mitte der Siebröhre oder in der Nähe der Siebplatte. Der Hof erinnerte an die Vakuolen, die man in älteren Zellen sieht, in denen das Plasma anfängt, durch den Zellsaft an die Wand gedrängt zu werden. Die Erscheinung ist allerdings nur an wenigen Eiweißkörpern zu bemerken; es befindet sich wahrscheinlich gewöhnlich die Wand des Hofes so dicht an den Flächen des Inhaltskörpers, daß sie sich selbst unter dem Mikroskop nicht von diesem abhebt. Ob diese Vakuole von einem Zellsaft erfüllt ist, der Eiweißstoffe in Lösung enthält und aus dem sich der Inhaltskörper ausscheidet, oder ob ein plasmatischer hyaliner Körper vorliegt, der ihn aufbaut, wage ich nicht zu entscheiden. Molisch (4. p. 34) beschrieb „im Milchsafte gewisser Pflanzen Körner oder Kristalle von Protein oder von proteinähnlichen Körpern“, „... die in ihrer Ausbildung an die Intervention von Proteinoplasten (*Cecropia*, *Brosimum*) oder Vakuolen (*Musa*, *Amorphophallus*, *Jatropha*) gebunden sind“. Auch betont er, daß es „mitunter schwer ist, zu unterscheiden, ob ein bestimmter Inhaltskörper in einer Vakuole oder einem Leukoplasten entsteht“. Sowohl die Vakuole als auch der Leukoplast werden erst dann deutlich sichtbar, wenn vorsichtig Wasser zugesetzt wurde; es findet dann ein Abheben der Vakuolenhaut bzw. des Leukoplasten statt. Dadurch dürfte sich auch die Erscheinung erklären, daß im gefärbten fixierten Präparate nur so wenige Proteinkörper mit einem Hofe zu sehen sind²⁾. Die den Papilionaceen eigentümlichen Inhalts-

¹⁾ Ich wurde hierin durch das Referat Zimmermanns (Baccarini 2) über seine mir leider nicht im Original zugängliche Arbeit „Sui cristalloidi fiorali di alcune Leguminose“ bestärkt, in dem es wörtlich heißt:

„... in sehr jungen Knospen beobachtete Verfasser innerhalb der Krystalloide kleine Granulationen und im Zentrum einen runden glänzenden Körper (Verfasser dürfte hier den Kern für ein Krystalloid gehalten haben, Referent). Da nach den Beobachtungen des Verfassers in diesem Stadium ein Zellkern fehlt, nimmt er an, daß derselbe sich direkt in ein Krystalloid verwandelt habe.“

²⁾ Es erscheint mir nicht unwichtig, auf eine Parallele hinzuweisen, die in jüngster Zeit bezüglich des Kernes bekannt geworden ist. Némec (p. 43)

körper gehören demnach zu dem Zytoplasma- (Zellsaft-) Eiweiß Zimmermanns.

F. Die physikalischen Eigenschaften der Inhaltskörper.

Die Proteinkörper der Papilionaceen zeichnen sich durch ein hohes Lichtbrechungsvermögen aus und heben sich, wenn sie nicht verquellen, schon im frischen und im ungefärbten fixierten Präparat deutlich von den übrigen Bestandteilen der Zelle ab. Sie erscheinen homogen. Sind sie aus mehreren Elementen zusammengesetzt, so zeigt sich eine sehr deutliche Längsstreifung (*Lupinus angustifolius*, *Vicia Faba*). Es gelingt in diesem Falle oft, sie durch Anwendung von Quellungsmitteln (Kalilauge) in die Bestandteile zu zerlegen. Im Querschnitte zeigen sie sehr oft eine abgerundet viereckige (*Robinia hispida*) oder eine abgerundet polygonale Gestalt (*Medicago*).

Das polarisierte Licht wird durch die Eiweißkörper nicht beeinflusst; ich habe es deshalb vermieden, sie Krystalloide zu nennen, eine Bezeichnung, die bei anderen Eiweißkörpern, z. B. den Proteinkristallen der Rhodophyceen und Cyanophyceen, wie sie Molisch (2, 3) beschrieb, berechtigt ist.

G. Die biologische Bedeutung der Inhaltskörper.

Diese Proteinkörper dürften wohl Reservestoffe sein. Die Papilionaceen produzieren bekanntlich in ihrer Symbiose mit den Wurzelknöllchenbakterien soviel stickstoffhaltige Substanz, daß wahrscheinlich nicht nur der augenblickliche Bedarf an den Stätten größter Inanspruchnahme gedeckt wird, sondern noch ein Überschuß vorhanden ist, der in Form der Eiweißkörper in den Siebröhren aufgespeichert wird. Daß dieser Überschuß gerade in den Siebröhren niedergelegt wird, erscheint sehr zweckmäßig, weil im Falle des Bedarfes das Eiweiß der Inhaltskörper bloß aufgelöst zu werden braucht, um in denselben Elementen, den Siebröhren, die auch das Translokationssystem bilden (Czapek 1, p. 125), zu den Verbrauchstellen geführt zu werden. Stadien dieser Auflösung glaube ich in manchen Präparaten (*Cytisus*, *Lupinus*, *Medicago*) gesehen zu haben, wenigstens kann ich mir das Aussehen gewisser Eiweißkörper, die ein feinkörniges, an den Rändern zerfressenes Aussehen besitzen, nur als eine Korrosionserscheinung deuten (Fig. 5 a)¹⁾. Die Proteinkörper als Ausscheidungsprodukte an-

und Oes (p. 40) wiesen nämlich nach, daß bei der mitotischen Kernteilung eine Veränderung der Nukleoproteide der Chromosomen erfolgt, die sich in einem verschiedenen Verhalten gegen Wasser und andere Reagenzien äußert.

¹⁾ Diese Stadien erinnern lebhaft an gewisse Korrosionserscheinungen, die Grün bei der Auflösung der Reservezellulose der Dattel beobachten konnte und gezeichnet hat.

zusehen, ist wohl ausgeschlossen, denn Ausscheidungsprodukte würden nicht in diesen Gewebeelementen, die eine so große Bedeutung für die Leitung der organischen Substanz besitzen, liegen bleiben.

Überblicken wir diesen Abschnitt der Arbeit und berücksichtigen wir insbesondere die Zahl der Inhaltskörper enthaltenden Pflanzen, die die Untersuchungen von Strasburger, Baccarini und Staritz sowie meine eigenen ergaben, — es sind etwa 80 Arten — so ist gewiß nicht zuviel gesagt, wenn man erklärt, daß die Proteinkörper einen charakteristischen Inhaltskörper der Siebröhren der Papilionaceen darstellen.

II. Die Inhaltskörper in der Familie der Mimosaceen.

Von der Familie der *Mimosaceae* standen mir 3 Gattungen zur Verfügung: *Mimosa Speggazzinii*, *M. pudica*, *Leuzacna glauca* und *Acacia lophanta*.

Mimosa Speggazzinii unterscheidet sich, abgesehen von anderen Merkmalen, dadurch von *Mimosa pudica*, daß der aus dem verwundeten Blattgelenk oder anderen turgeszenten Teilen heraustretende Saftropfen getrübt ist. Die Tatsache, daß mehrere Arten der Gattung *Mimosa* bei einer Verwundung einen Milchsaftropfen von sich geben, ist bereits bekannt. Solereder (p. 295) und Haberlandt (p. 79) führen an, daß Trécul bei *Mimosa sensitiva*, *prostrata* und *floribunda* Milchsaft gefunden hat. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß alle diese milchführenden Mimosen ähnlich wie *Mimosa Speggazzinii* Inhaltskörper enthalten, doch ist es schwer, sich Material davon zu verschaffen, da die genannten Arten, wohl wegen ihrer Empfindlichkeit gegen unser Klima, in unseren botanischen Gärten und Gewächshäusern nicht angebaut werden. Daher mußte ich mich auf die Untersuchung von *Mimosa Speggazzinii* beschränken, die allein unter den mir in dieser Familie zur Verfügung stehenden Pflanzen Inhaltskörper besitzt.

Bezüglich der Fixierung und Färbung des Materiales zum Zwecke der anatomischen Untersuchung verweise ich auf den ersten Teil der Arbeit. Die mikrochemischen Reaktionen verlangen aber in diesem Falle eine gewisse Geschicklichkeit, weshalb ich es für notwendig halte, über diese Untersuchungsmethode genauer zu berichten.

A. Der Milchsaft.

Der aus einem angeschnittenen turgeszenten Pflanzenteile austretende Saftropfen ist ziemlich groß und es ist sicher, daß der

größte Teil desselben den Schlauchzellen¹⁾ entstammt. Geringe Flüssigkeitsmengen dürften wohl auch von den Holzgefäßen und den anderen angeschnittenen Elementen des Querschnittes beigesteuert werden. Makroskopisch betrachtet ist der Safttropfen trüb durchscheinend, erscheint als eine Emulsion und muß daher als Milchsaft angesprochen werden, wenn er auch, was Farbe und Aussehen betrifft, wenig Ähnlichkeit mit den typischen Milchsäften von *Euphorbia* und anderen Pflanzen besitzt. Unter dem Mikroskope besteht er aus zwei verschiedenen Komponenten, aus einer öligen, stark lichtbrechenden Hauptmasse, die träge unter dem Deckglase dahinfließt und zahlreiche runde Hohlräume und mehr weniger schmale Gänge zwischen sich bildet, die beständig ihre Gestalt ändern, und einer leichtbeweglichen, wässerigen Flüssigkeit, die bevor die Hauptmasse zur Ruhe gekommen ist, rasch in den von letzterer gebildeten Gängen dahinschießt und die Inhaltskörper, Kerne, Plasmaresten, Chlorophyll- und Stärkekörner enthält.

Die Inhaltskörper (Fig. 8) sind sehr klein und haben keine bestimmte Gestalt. Sie scheinen plasmatischer Natur zu sein. Es finden sich spindel-, keulen-, biskuit-, kugel-, halbmond-, fadenförmige und auch ganz unregelmäßige amöboide Formen vor. Die Proteinsubstanz derselben muß sehr weich sein, denn man sieht hie und da, daß beim Weiterströmen im Saft die Inhaltskörper etwas verbogen werden. An manchen dieser Körper läßt sich die Andeutung einer fibrillären Struktur erkennen. Die Inhaltskörper werden 12—54 μ lang und sind 1—9 μ breit, durchschnittlich 27 μ lang und 4·2 μ breit.

(Schluß folgt.)

Beiträge zur Kenntnis der Ombrophilie und Ombrophobie der Pflanzen.

Von Dr. phil. Martina Haböck, geb. von Kink (Wien).

(Schluß.²⁾)

Eine andere Versuchsreihe bezog sich auf das Verhalten im Wasser solcher Pflanzen, die im vollen Sonnenlicht, und solcher, die in diffusem Licht aufgezogen worden waren. Von vornherein sollte man meinen, daß entsprechend den Versuchen mit Licht- und Dunkelprüflingen, die ersteren eine größere Resistenzkraft gegen das Wasser haben werden als die letzteren. Hier ergab sich aber das auffällige Resultat: während diese Annahme sich bei krautigen Pflanzen als durchaus richtig erwies, war bei Holzgewächsen das Gegenteil der Fall.

¹⁾ Ich benenne die den bekannten, von Haberlandt Schlauchzellen genannten, Zellen von *M. pudica* entsprechenden Zellreihen von *Mimosa Spegazzinii* ebenfalls mit diesem Namen.

²⁾ Vgl. Nr. 5, S. 187.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [060](#)

Autor(en)/Author(s): Mrazek August

Artikel/Article: [Über geformte eiweißartige Inhaltskörper bei den Leguminosen. 218-230](#)