

in anderen nicht. Es hat sich hier wohl um Wirkung des Protochlorophylls gehandelt. Ebenso sind Versuche mit Phykokocyan noch nicht abgeschlossen.

Es sei hier nur ganz kurz erwähnt, daß BECQUEREL schon 1874 nachwies, daß Chlorophyll sensibilisierend zu wirken vermag. ENGELMANN und TIMIRIASEFF haben das Chlorophyll als Sensibilisator im Assimilationsprozeß betrachtet<sup>1)</sup>. Ebenso ist es anzunehmen, daß die photodynamische Wirkung chlorophyllhaltiger Pflanzenauszüge mit dem photosynthetischen Assimilationsprozesse grüner Pflanzen in engstem Zusammenhange steht.

Die Arbeit wird nach verschiedenen Richtungen fortgesetzt, es muß deshalb auf die später erscheinende ausführliche Publikation verwiesen werden.

Tierphysiolog. Institut der Hochschule für Bodenkultur in Wien.

### 53. N. Wassilieff: Eiweißbildung in reifenden Samen.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen den 14. Juli 1908.)

Merkwürdigerweise ist über das Reifen der Samen bis zur letzten Zeit nur sehr wenig geschrieben worden, obgleich das Studium des Reifeprozesses schon dadurch höchst interessant ist, weil wir es hier hauptsächlich mit einer Synthese der organischen Substanz zu tun haben. Infolgedessen haben wir in den reifenden Samen wohl ein recht geeignetes Studienobjekt für die Bildung der Reserve-Eiweißstoffe in den Pflanzen.

Zuerst durch KELLNER<sup>2)</sup>, dann EMMERLING<sup>3)</sup>, HORNBERGER<sup>4)</sup> und NEDOKOUTSCHAEFF<sup>5)</sup> ist in reifenden Samen auf makro-

1) Vgl. CZAPEK, Biochemie der Pflanzen Bd. I, S. 494.

2) Landw. Jahrbücher Bd. VIII I. Suppl. 1879. S. 247.

3) Landw. Versuchsstat. Bd. XXIV 1880; Bd. XXXIV 1887; Bd. LIV 1900.

4) Landw. Jahrbücher Bd. XXI 1882 und Landw. Versuchsstationen Bd. XXXI 1885.

5) Landw. Versuchsstationen Bd. LVI 1902 und Bd. LVIII 1903.

chemischem Wege die Ansammlung von Proteinstickstoff auf Kosten des Verbrauchs von Stickstoff der Nichtproteinstoffe konstatiert worden. Aus quantitativen Untersuchungen hinsichtlich der Anwesenheit von Stickstoff einzelner Gruppen der Proteinstoffe ist außerdem beim Reifen der Samen ein Verbrauch von Amidosäuren, Amidon (Asparagin oder überhaupt Amidon, die den Stickstoff von der Amidgruppe abspalten) und einigermaßen auch den der Stickstoffgruppe von „basischem“ Charakter festgestellt worden.

Von Interesse und Wichtigkeit war die Erforschung der Natur des „Amidgemisches“ unreifer Samen, resp. die Bestimmung individueller Stoffcharaktere dieser Gruppe und dann den Keimungs- und Reifeprozess derselben chemisch zu vergleichen. Diese Frage wurde von mir bei der qualitativen und quantitativen Untersuchung einiger reifenden *Leguminosensamen* einigermaßen beantwortet<sup>1)</sup>. So habe ich aus unreifen Samen von *Lupinus albus*, *Lupinus angustifolius* und *Robinia pseudacacia* in kristallinischer Form Asparagin, späterhin auch in denselben Samen Arginin und Hystidin, aus *L. luteus* und *L. albus* — Phenylalanin, endlich aus den Samen von *Robinia pseudacacia* und *L. angustifolius* Phenylalanin unter Begleitung von Amidovaleriansäure ausgeschieden. Unter den Amidosäuren ist in allen Fällen die Abwesenheit von Thyrosin festgestellt worden. Die von mir aus unreifen Samen ausgeschiedenen, oben angeführten kristallinen Stickstoffverbindungen sind gewöhnlich in gekeimten Samen resp. Keimlingen zu finden; deren Anwesenheit ist schon früher von mir in den Keimpflanzen von *Lupinus albus*<sup>2)</sup> konstatiert worden. Damit war nun eine bedeutende Ähnlichkeit in den Amidverbindungen der keimenden und reifenden Samen festgestellt.

Die quantitative Untersuchung zeigte, daß die Bildung der Eiweißstoffe Hand in Hand auf Kosten des Verbrauchs von Asparagin, Amidosäuren und Hexonbasen vor sich geht, wobei Asparagin mehr als die übrigen Amidverbindungen verbraucht wird. Zum Beweis können die Daten der Samenanalyse von *L. albus* in verschiedenen Stadien der Reife dienen.

1) N. WASSILIEFF, „Die Umwandlung der stickstoffhaltigen Stoffe in reifenden *Leguminosensamen*.“ Journal für experimentelle Landwirtschaft (russisch). 1904. Bd. V, S. 19—51 (russisch) und S. 52—54 (deutsch).

2) N. WASSILIEFF, „Über stickstoffhaltige Bestandteile der Samen und Keimpflanzen von *Lupinus albus*.“ Landw. Versuchsstationen 1900. Bd.

*Lupinus albus.*

Stadien der Reife	Unreife Samen				Reife Samen
	I	II	III	IV	V
Gewicht von 100 Samen in Grammen . . . . .	3,52	7,58	28,30	41,00	51,46
Gewicht von 100 Samen in Prozenten des Gewichts d. reifen Samen	7 %	15 %	55 %	80 %	100 %
Stickstoff in Eiweißstoffen . . . . .	50,96 %	62,71 %	90,60 %	93,61 %	90,97 %
Stickstoff in Asparagin nach Sachse . . . . .	28,45 „	19,58 „	4,79 „	1,04 „	—
Stickstoff in Phosphor-Wolfr.-Säure Niederschlag . . . . .	6,37 „	9,16 „	4,25 „	4,66 „	4,43 „
Stickstoff in anderen Amidverbindungen . . . . .	14,22 „	8,55 „	0,36 „	0,69 „	4,60 „
Gesamtstickstoff . . . . .	100 „	100 „	100 „	100 „	100 „

Die Ergebnisse dieser qualitativen und quantitativen Untersuchungen führen mich zu der Folgerung, daß der Reifeprozeß der Samen seiner Natur nach eigentlich einen umgekehrten (in chemischer Hinsicht) Prozeß im Vergleich mit der Keimung derselben darstelle. Beim Keimen der Samen werden die Reserve-Proteinstoffe derselben zu stickstoffhaltigen kristallinen Verbindungen, zu Amidosäuren, Amidon, organischen Basen umgewandelt und dann in die Keime befördert. Beim Reifen der Samen aber werden die stickstoffhaltigen kristallinen Verbindungen (Asparagin, Amidosäuren, organische Basen) aus der Pflanze in ihre Samen transportiert, wo sie zu Reserve-Proteinstoffen umgewandelt werden. Später konnte ich die Ansicht aussprechen, daß eben in Form der genannten Verbindungen das in Blättern synthetisierte Eiweiß zunächst in die Hülsen, dann aber in die Samen der *Leguminosen* transportiert wird, wo diese Verbindungen wiederum zu Eiweiß umgewandelt werden<sup>1)</sup>.

Diese Annahme wurde durch die Untersuchung der Blätter, resp. Blattspalten und deren Blattstiele, von *Lupinus albus* zur Zeit der Entwicklung und Reife der Samen bestätigt. Der Analyse wurden sowohl Blattspalten, wie auch Blattstiele unterworfen. Die Zeit der Ernte war: 1. 7. Juli — auf dem Hauptstengel waren ziemlich große Früchte gebildet, während auf den Seitenstengeln

1) Eine solche Ansicht hat auch EMMERLING ausgesprochen; er nahm aber auch die Möglichkeit der Transportierung der Eiweiße als solche aus den Blättern in die Samen an. Landw. Versuchsstationen 1880. Bd. XXIV.

nur ein Entwicklungsstadium derselben zu sehen war; 2. 29. Juli und 3. 5. August — zu dieser Zeit waren an den Pflanzen nur sehr wenige Blätter geblieben, da die meisten schon abgefallen waren.

Die Menge der Trockensubstanz von 100 Pflanzen, die des Gesamtstickstoffs und des Stickstoffs der Eiweißstoffe der ganzen Blätter, Blattspreiten und Blattstiele, war in Grammen die folgende:

Die ganzen Blätter (von 100 Pflanzen) enthielten Gramm:

	I.	II.	III.	Differenz zwischen I. und II. Ernte
Trockensubstanz	365,090 g	488,020 g	81,210 g	+ 122,930 g
Gesamtstickstoff	16,090 „	14,647 „	2,296 „	— 1,443 „
Eiweiß N . . .	12,684 „	11,063 „	1,769 „	— 1,621 „

Die Daten der I. und II. Ernte zeigen uns, daß trotz der zur Zeit der II. Ernte zugenommenen Trockensubstanz der Blätter um 122,93 g, die Menge des Gesamtstickstoffs sich auf 1,443 g und die des Eiweißstickstoffs auf 1,621 g verminderte.

Die Blattspreiten und Blattstiele weisen uns folgende Daten vor:

	I.	II.	III.	Differenz zwischen I. und II. Ernte
Blattspreiten				
Trockensubstanz	310,540 g	402,210 g	65,000 g	+ 91,670 g
Gesamt N . . .	15,021 „	13,619 „	2,096 „	— 1,402 „
Eiweiß N . . .	12,005 „	10,409 „	1,630 „	— 1,596 „
Blattstiele				
Trockensubstanz	54,550 g	85,810 g	16,210 g	+ 31,260 g
Gesamt N . . .	1,069 „	1,028 „	0,203 „	— 0,041 „
Eiweiß N . . .	0,679 „	0,654 „	0,139 „	— 0,025 „

Aus den angeführten Daten ist zu ersehen, daß zur Zeit der Fruchtbildung eine mächtige Auswanderung des Eiweißstickstoffs aus der Blattspreite stattfindet, obwohl ein Wachsen der Blätter noch zu konstatieren war.

In welcher Form die Verminderung des Stickstoffs der Eiweißstoffe in den Blättern vor sich geht, ist aus analytischen Daten der Stickstoff-Verteilung einzelner Stickstoff-Gruppen in den Blattspreiten und Blattstielen zu erblicken. Die letzteren dienen als Leitungsbahnen für die stickstoffhaltigen Stoffe und bilden die Wege der Auswanderung derselben aus den Blattspreiten zu den reifenden Früchten.

Wenn man die Menge des Gesamtstickstoffs gleich 200 setzt, so werden die Mengen des Stickstoffs anderer Gruppen stickstoffhaltiger Stoffe durch folgende Daten ausgedrückt:

Blattspreiten	I.	II.	III.
Eiweiß N . . . . .	72,92 %	76,43 %	77,86 %
Nichteiweiß N (Differenz) . . . . .	20,08 „	23,57 „	22,14 „
N in Phosph.-Wolf.-S. Niederschlag . . . . .	5,95 „	7,68 „	6,96 „
N in Asparagin . . . . .	5,81 „	6,44 „	6,96 „
N in anderen Amidverbindg. . . . .	8,32 „	9,45 „	8,22 „
Blattstiele	I.	II.	III.
Eiweiß N . . . . .	63,52 %	63,61 %	68,45 %
Nichteiweiß N (Differenz) . . . . .	36,48 „	36,39 „	31,55 „
N in Phosph.-Wolf.-S. Niederschlag . . . . .	9,39 „	12,19 „	11,82 „
N in Asparagin . . . . .	22,45 „	} 24,20 „	15,41 „
N in anderen Amidverbindg. . . . .	4,64 „		4,32 „

Wenn die Auswanderung des Eiweißes aus den Blattspreiten als solches geschehe, wie zuerst von SACHSE<sup>1)</sup>, HANSTEIN<sup>2)</sup> und BRIOSI<sup>3)</sup> und darauf von EMMERLING<sup>4)</sup> angenommen wurde, so hätten wir aus unseren Daten nicht das ersehen können, was wir in der Tat haben — die Blattstiele würden reich an Stickstoff, und Eiweißstoffen sein. Die Daten zeigen aber gerade das Umgekehrte. Während die Menge des Nichteiweißstickstoffs in den Blattspreiten einer Schwankung von 20,08—23,57 % des Gesamtstickstoffs in gleichem Zeitraume unterworfen war, wurde dagegen in den Blattstielen 31,55—36,48 % desselben Stickstoffs vorgefunden. Die größte Menge eines solchen Nichteiweißstickstoffes in den Blattstielen fiel auf den Stickstoff von Asparagin, 22,45 % (I) und 15,41 % (III). Wenn man die Menge des Asparaginstickstoffs im Verhältnis zum Gesamt-Nichteiweißstickstoff (letzterer = 100 gesetzt) in Prozenten ausdrückt, so haben wir folgendes:

	I.	III.	Differenz zwischen I und III
Asparaginstickstoff			
in Blattspreiten	28,94 %	31,42 %	+ 2,48 %
in Blattstielen	61,53 „	48,86 „	— 12,67 „

Diese quantitative Untersuchung hinsichtlich der Verteilung des Stickstoffes einzelner Gruppen stickstoffhaltiger Stoffe in den Blattspreiten und ihren Stielen zur Zeit der Entwicklung und des Ausreifens der Samen läßt uns eine Analogie zwischen dem Blatte in dieser Vegetationsperiode und keimendem Samen erkennen. Im keimenden Samen sind die Reserveeiweißstoffe im Zerfall begriffen und gehen in stickstoffhaltige kristallinische Verbindungen über, unter denen in den Cotyledonen Amidosäuren und organische Basen

1) Flora, 1863, S. 33; Experimental-Physiologie, 1865, S. 374.

2) PRINGS, Jahrbüch., II., S. 392.

3) Bot. Zeit., 1873, JUST, Jahresber. 1875.

4) l. c. S. 154.

eine Hauptrolle spielen; am wenigsten ist Asparagin vorhanden. Die Keimlinge der ausgekeimten Samen sind dagegen reich an Asparagin und ärmer an allen anderen Amidverbindungen. Zur Zeit der Samenbildung und Ansammlung von Proteinstoffen werden die Blattspreiten an Eiweißstoffen ärmer; die letzteren zerfallen in Amidosäuren, organische Basen und Asparagin. Die Zerfallprodukte wandern dann in die Blattstiele aus, wo wir zu derselben Zeit auch eine recht hohe Asparaginmenge (als zweites Zerfallprodukt des Eiweißes) erblicken. Endlich fließen alle diese Stoffe den Früchten resp. Samen zu.

Faßt man nun alles in ein kurzes Schema zusammen, so würde man sich die Bildung und Ansammlung des Eiweißstoffes in den reifenden Samen folgendermaßen vorstellen können: Die Blätter sind ein Hauptlaboratorium, wo stickstoffhaltige Stoffe bis zum Eiweiß synthetisiert werden und in dieser Form bis zu einer gewissen Zeit als Reservestoffe angehäuft bleiben. Zur Zeit der Bildung der Samen und deren Reifen fangen die Blätter an, ihre Reserveeiweißstoffe an die Samen abzugeben, indem dieselben sich spalten und in Form von kristallinen stickstoffhaltigen Verbindungen (Amidosäuren, Asparagin und organischen Basen) in die Samen transportiert werden, wo sie von neuem synthetisiert resp. zu Eiweißstoffen regeneriert und in dieser Form als Reservestoffe aufbewahrt werden. Unter welchen Bedingungen der Zerfall von Eiweiß der Blätter stattfindet, bedarf noch weiterer Untersuchungen. Meiner Meinung nach nehmen auch an diesem Prozesse die proteolytischen Enzyme teil.

Die Daten für in dieser Richtung unternommene Untersuchungen werden später mitgeteilt.

Nachdem wir das Schema der Eiweißstoff-Bildung in den reifenden Samen entworfen haben, ist es von Interesse, den Prozeß selbst näher zu betrachten und die Frage, was für Stickstoff-Stoffe und in welchem Maße dieselben zur Eiweißbildung übergehen, zu beantworten. Es liegt auf der Hand, daß die Frage nur auf experimentellem Wege zu lösen war, und die ersten Versuche in dieser Richtung wurden mit den Früchten von *Lupinus albus* noch im Jahre 1903 angestellt.

Die von der Mutterpflanze getrennten und verschiedenen Versuchsbedingungen ausgesetzten Früchte waren zur Beobachtung der Veränderungen stickstoffhaltiger Stoffe sehr geeignet. Fürs erste sollte der Einfluß des Lichtes auf die Eiweißbildung beim Reifen des Samen klargestellt werden. Zu diesem Zwecke wurden möglichst gleichartige Früchte von *Lupinus albus* gesammelt

und in 4 Portionen geteilt. Die eine Portion wurde dann als Kontrollportion benutzt, die andere 5 Tage dem Tageslicht ausgesetzt, die dritte und vierte 5 und 10 Tage im Dunkeln gehalten. Die Früchte der Kontrollportion wurden sofort nach der Ernte in Hülsen und Samen geteilt und bei 65—70° C getrocknet, die der anderen Portionen in Krystallisatoren gebracht, wo eine kleine Schicht mit destilliertem Wasser übergossen wurde. Die Stengel der Früchte wurden nach unten gebracht, so daß sie leicht Wasser aufsaugen konnten.

Das Frischgewicht von je 100 Früchten war folgendes:

	I.	II.	III.	IV.
Frischgewicht in Gramm .	12,10	1220	1206	1206
Gesamtstickstoff . . . .	6,6296	6,4783	6,9849	6,6054

Diese Daten weisen uns die Ähnlichkeit des Versuchsmaterials auf. Nach Beendigung des Versuches wurden die Früchte einer jeden Portion in Hülsen und Samen geteilt, sofort getrocknet, fein zermahlen und analysiert.

Während des Versuches fand eine Stoff-Wanderung aus den Hülsen in die Samen statt, so daß sich die letzteren einer Gewichtszunahme erfreuten. Diese Gewichtszunahme ist aus den nachstehenden Daten zu sehen.

Das perzentuelle Gewichts-Verhältnis der Hülsen und Samen zu ganzen Früchten wird durch folgende Daten ausgedrückt:

	I.	II.	III.	IV.
	Kontrollportion	5 Tage am Licht	5 Tage im Dunkeln	10 Tage im Dunkeln
Hülsen . . . .	70,72%	64,16%	66,48%	60,36%
Samen . . . .	29,28%	35,84%	33,55%	39,64%

Die Samen von 100 Früchten hatten I: 47,99 g, II: 54,04 g, III: 52,92 g und IV: 57,67 g der Trockensubstanz.

Die Samen und Hülsen wurden separat analysiert und die Resultate durch Berechnung auf Früchte bezogen. Die Bestimmung des Gesamtstickstoffs wurde nach der Methode von KJELDAHL, die des Eiweißstickstoffs nach STUTZER vorgenommen. Der Stickstoff basischen Charakters (in dem Filtrate vom Eiweiß) wurde aus dem Niederschlage von Phosphor-Wolframsäure, der Asparagin-Stickstoff nach SACHSE bestimmt. Aus der Differenz zwischen dem ganzen Nichtprotein-Stickstoff und der Stickstoffsumme organischer Basen und Asparagin wurde die Stickstoff-Menge der übrigen Amidverbindungen berechnet, hauptsächlich die der Amidosäuren.

Wenn man nun die Menge des Gesamt-Stickstoffs = 100

setzt, so bekommt man für die übrigen Stickstoff-Gruppen folgende Größen:

Versuche mit *Lupinus albus* von 1903.

Ganze Früchte	I.	II.	III.	IV.
	Kontroll- portion	5 Tage am Licht	5 Tage im Dunkeln	10 Tage im Dunkeln
Eiweißstickstoff . . . . .	35,07	41,16	40,05	48,67
N in Asparagin . . . . .	45,05	38,80	37,95	34,73
N in Phosph.-Wolf.-S. Nieder- schlag . . . . .	8,28	6,57	7,50	8,29
N in anderen Amidverbindungen	11,60	13,47	14,50	8,31
Samen	I.	II.	III.	III.
Eiweißstickstoff . . . . .	53,28	67,64	67,44	75,74
N in Asparagin . . . . .	19,88	10,92	10,66	11,40
N in Phosph.-Wolf.-S. Nieder- schlag . . . . .	7,79	6,24	7,36	6,43
N in anderen Amidverbindungen	19,05	15,20	14,54	6,43
Hülsen	I.	II.	III.	III.
Eiweißstickstoff . . . . .	25,13	21,83	22,76	25,62
N in Asparagin . . . . .	58,79	59,15	55,17	54,61
N in Phosph.-Wolf.-S. Nieder- schlag . . . . .	8,54	6,81	7,59	9,89
N in anderen Amidverbindungen	7,54	12,21	14,48	9,88

Betrachten wir nun die Ergebnisse unserer Untersuchung, so sehen wir, daß in ganzen Früchten am Licht und im Dunkeln die Bildung des Eiweißstickstoffs stattfand. Je länger aber die Früchte im Dunkeln geblieben waren (10 Tage), desto mehr Eiweiß wurde gebildet. Die Menge des Stickstoffs anderer stickstoffhaltiger Gruppen wurde kleiner. Am meisten war an der Stickstoff-Abnahme Asparagin beteiligt und nach diesem die Amidosäuren. Die Menge des Stickstoffs organischer Basen (N in Phosphor-Wolfram-Säure Niederschlag) hatte auch in den ersten 5 Tagen abgenommen, aber am 10. Tage wird sie der Kontrollprobe gleich. Eine Illustration gibt uns die nachstehende Tabelle.

In ganzen Früchten Aufnahme (+) oder Abnahme (—)	Differenz zwischen I.—II.	Differenz zwischen I.—III.	Differenz zwischen I.—IV.
Eiweißstickstoff . . . . .	+ 6,09 %	+ 4,98 %	+ 13,43 %
Asparaginstickstoff . . . . .	— 6,24 „	— 7,09 „	— 10,15 „

Wenn man die Ergebnisse unserer Samen- und Hülsenuntersuchung unabhängig voneinander betrachtet, so ist sofort eine ziemlich starke Eiweißstoff-Bildung in den Samen zu konstatieren, während in den Hülsen ein Zerfall des Eiweißes, resp. eine Vermehrung der Amidosäuren zu bemerken war.

Der Stickstoff-Unterschied der Eiweißstoffe, des Asparagins und der Amidosäuren in den Samen.

	Differenz zwischen I. und II.	Differenz zwischen I. und III.	Differenz zwischen I. und IV.
Eiweißstickstoff . . .	+ 14,36 ‰	+ 14,16 ‰	+ 22,46 ‰
Asparaginstickstoff .	— 8,96 „	— 9,22 „	— 8,48 „
N in anderen Amidver- bindungen . . . . .	— 3,85 „	— 4,51 „	— 12,62 „

Die beschriebenen Versuche nebst den erzielten Ergebnissen wurden schon im Jahre 1903 ausgeführt. Da ich aber noch eine Bestätigung durch eine größere Objektzahl erwerben wollte, blieb eine vorläufige Mitteilung zurück. Die angefangene Arbeit konnte ich nun im Jahre 1906 fortsetzen, deren Resultate weiter unten angeführt sind. Hier muß ich aber bemerken, daß während dieser Zeit eine Mitteilung von W. ZALESKI<sup>1)</sup> erschien. Der Autor teilt die Versuche mit enthülsten Erbsensamen mit. Solche in zwei Teile zerlegten und in trockenen sowie dampfgesättigten Raum gestellten Samen vermehrten ihren Gehalt an Eiweißstickstoff, während die Menge des Asparagins kleiner wurde. Dagegen zeigten die unverletzten Samen (2 Versuche) eine Zersetzung der Eiweißkörper und eine Zunahme des Gehaltes an Asparaginstickstoff. Auf Grund dieser Versuche macht der Autor eine Schlußfolgerung über den Charakter des Reifeprozesses der Samen und stellt ihn der chemischen Natur nach als einen umgekehrten Vorgang des Keimungsprozesses dar. Diese Ansicht wurde von mir auf Grund der Resultate qualitativer und quantitativer Untersuchungen von reifenden *Leguminosensamen* schon früher ausgesprochen<sup>2)</sup>.

Gehen wir nun zu den weiteren Versuchen über. Um ein möglichst gleichartiges Material zu haben, wurden die Früchte von einem und demselben Pflanzenteil (von den Hauptstengeln d. *Lupinus albus*) und mit einer und derselben Saatmenge (6 Stück in jeder Frucht) genommen. Außerdem wurden die Bohnen quer halbiert, so daß jede Hälfte nur 3 Samen enthielt. Die eine Hälfte wurde als Kontroll-, die zweite als Versuchsportion verbraucht. Da aber die oberen Hälften von den unteren verschieden sein konnten, wurden für jede Portion abwechselnd beide Hälften genommen. Die eine Portion (60 Hälften) der Früchte wurde sofort

1) „Beiträge zur Kenntnis der Eiweißbildung in reifenden Samen.“  
Diese Berichte, Bd. XXIII, 1905, S. 130.

2) l. c. S. 48 u. 54.

in Samen und Hülsen geteilt und bei 65—70° C getrocknet, die andere 6 Tage im dunklen dampfgesättigten Raume gehalten (Versuch 27. Juli bis 2. August 1906). Das Gewicht frischer Hälften war für die Kontrollportion 490,0 g (I), für die des Versuches 486,35 g (II.). Nach Beendigung des Versuches wurden die Samen von den Hülsen befreit und auch bei 65 bis 70° C getrocknet. Die Menge der Trockensubstanz der Hülsen und Samen war:

	I.	II.
	Kontrollportion	Versuchsportion
Samen (180 Stück) . . . . .	37,74 g	38,27 g
Hülsen . . . . .	35,26 „	30,06 „
Ganze Früchte (30 Stück) . . . . .	73,00 „	68,33 „

Das perzentuelle Gewichts-Verhältnis der Hülsen und Samen zu ganzen Früchten wird durch folgende Daten ausgedrückt:

	I.	II.
Hülsen . . . . .	48,30 %	43,99 %
Samen . . . . .	51,70 „	56,01 „

Es wurde der Stickstoff in der Trockensubstanz derselben stickstoffhaltigen Gruppen wie in den oben angeführten Versuchen (1903) bestimmt. Diese Früchte resp. Samen waren älter als die Früchte von *Lupinus albus* 1903.

#### Versuche von 1906 mit querhalbierten Früchten.

S a m e n	I.	II.	I.	II.
	Kontroll- portion	Versuchs- portion	Kontroll- portion	Versuchs- portion
Gesamtstickstoff . . . . .	4,78 %	5,05 %	100 %	100 %
Eiweiß-N . . . . .	3,84 „	4,30 „	80,33 „	85,15 „
Nichteiweiß-N (Differenz) . . . . .	0,94 „	0,75 „	19,67 „	14,85 „
N in Phosph.-Wolf.-S. Nieder- schlag . . . . .	0,43 „	0,33 „	8,99 „	6,53 „
N in Asparagin . . . . .	0,27 „	0,14 „	5,65 „	2,77 „
N in anderen Amidverbindungen	0,24 „	0,28 „	5,03 „	5,55 „

  

H ü l s e n	I.	II.	I.	II.
	Kontroll- portion	Versuchs- portion	Kontroll- portion	Versuchs- portion
Gesamtstickstoff . . . . .	1,54 %	1,41 %	100 %	100 %
Eiweiß-N . . . . .	0,83 „	0,68 „	53,89 „	48,22 „
Nichteiweiß-N. (Differenz) . . . . .	0,71 „	0,73 „	46,11 „	51,78 „
N in Phosph.-Wolf.-S. Nieder- schlag . . . . .	0,35 „	0,34 „	22,73 „	24,11 „
N in Asparagin . . . . .	0,35 „	0,31 „	22,73 „	21,99 „
N in anderen Amidverbindungen	—	0,08 „	0,67 „	5,68 „

Ganze Früchte	I.	II.	I.	II.
	Kontroll- portion	Versuchs- portion	Kontroll- portion	Versuchs- portion
Gesamtstickstoff . . . . .	3,21 ‰	3,45 ‰	100 ‰	100 ‰
Eiweiß-N . . . . .	2,39 „	2,71 „	74,45 „	78,55 „
Nichteiweiß-N. (Differenz) . . . . .	0,82 „	0,74 „	25,55 „	21,45 „
N in Phosph.-Wolf.-S. Nieder- schlag . . . . .	0,39 „	0,33 „	12,15 „	9,57 „
N in Asparagin . . . . .	0,31 „	0,21 „	9,66 „	6,09 „
N in anderen Amidverbindungen	0,12 „	0,20 „	3,74 „	5,79 „

Differenz zwischen I und II      Differenz zwischen I und II

	Ganze Früchte	Samen
Eiweißstickstoff . . . . .	+ 4,10 ‰	+ 4,82 ‰
Asparagin-N . . . . .	- 3,57 „	- 2,88 „

Stickstoffmenge in Gramm:

S a m e n	I.	II.	Differenz zwischen I und II in mg
	Kontrollportion	Versuchsportion	
Gesamtstickstoff . . . . .	1,8040	1,9326	+ 128,6 mg
Eiweiß-N . . . . .	1,4492	1,6456	+ 196,4 „
H ü l s e n			
Gesamt-N . . . . .	0,5393	0,4248	- 114,5 „
Eiweiß-N . . . . .	0,2955	0,2061	- 89,4 „
G a n z e F r ü c h t e			
Gesamt-N . . . . .	2,3433	2,3574	+ 14,1 „
Eiweiß-N . . . . .	1,7447	1,8517	+ 107,0 „
Nichteiweiß-N (Differenz)	0,5986	0,5057	- 92,9 „
Darunter N des Asparagins	0,2163	0,1435	- 82,8 „

Die Resultate dieses Versuches zeigen eine Analogie mit denen des vorhergehenden: in den Samen war eine Zunahme, in den Hülsen eine Abnahme der organischen Substanz zu sehen; in den Samen stieg der Gehalt an Eiweißstoffen und fiel die Menge des Asparagins und danach auch die der anderen Amidverbindungen. Die Hülsen waren an Gesamt- wie auch an Eiweißstickstoff ärmer geworden. In diesem Vorgange sehen wir abermals eine Eiweißbildung in den Samen auf Kosten der Amidverbindungen der Samen und Hülsen.

Parallel diesem Versuche war ein anderer mit unverletzten Früchten derselben Ernte von *L. albus* angestellt. 30 Stück frischer Früchte hatten ein Gewicht von 489,1 g. Sie wurden in Kristallisatoren in einen dunklen dampfgesättigten Raum gebracht und da 6 Tage gehalten (27. Juli bis 2. August 1906). Die Kontrollportion für sie war die des früheren Versuches. Die Samen (180 Stück von 30 Früchten) hatten nach dem Versuch 42,23 g Trockensubstanz, d. h. mehr als im vorangehenden Versuche.

Die Resultate waren folgende:

	Samen	Hülsen	Samen	Hülsen	Ganze Früchte	
	%	%	%	%	%	%
Gesamt N . . . . .	5,35	1,78	100	100	3,81	100
Eiweiß-N . . . . .	4,59	0,85	85,79	47,75	3,01	79,00
Nichteiweiß-N . . . . .	0,76	0,93	14,21	52,25	0,80	21,00
N in Phosph.-Wolf.-S. Nieder- schlag . . . . .	0,46	0,42	8,60	23,59	0,44	11,54
N in Asparagin . . . . .	0,18	0,26	3,36	14,61	0,21	5,51
N in anderen Amidverbindungen	0,12	0,25	2,25	14,05	0,15	3,95

Auch die Resultate dieses Versuches sind denen der vorigen ähnlich.

Es waren noch Versuche mit von den Hülsen befreiten Samen von *Lupinus albus* angestellt. Ein Versuch dauerte 6 Tage am Tageslicht. In einer jeden von den genommenen 3 Portionen waren 100 Samen enthalten, deren Frischgewicht folgende Größen darstellte: I. Kontrollportion: 75,4 g, II. Versuchsportion in trockenem Raume<sup>1)</sup>: 75,0 g, III. Versuchsportion im dampfgesättigten Raume<sup>2)</sup>: 75,1 g.

Das Gewicht der Trockensubstanz der Samen nach dem Versuche stellte sich so dar: II.: 15,92 g, III.: 16,34 g. Die Kontrollportion wurde sofort bei 65—70 ° C getrocknet und ein Trockengewicht von 17,63 g erhalten.

Dieser Versuch zeigt uns fürs erste einen Verlust an Trockensubstanz der Samen (beim Atmen), wobei der Verlust im trockenen Raume etwas größer als im feuchten war.

Die Stickstoffverteilung von verschiedenen stickstoffhaltigen Gruppen war folgende:

	I. Kontroll- portion	II. In trockenem Raume	III. In dampf- gesättigtem Raume
Gesamtstickstoff . . . . .	4,78 %	5,28 %	5,38 %
Eiweiß-N . . . . .	3,34 „	4,45 „	4,49 „
Nichteiweiß-N . . . . .	1,44 „	0,83 „	0,89 „
N in Phosph.-Wolfr.-S.- Niederschlag . . . . .	0,53 „	0,50 „	0,39 „
N in Asparagin . . . . .	0,59 „	0,18 „	0,15 „
N in anderen Amidverbind.	0,32 „	0,15 „	0,35 „

Wenn man die Daten prozentuell zum Gesamtstickstoff ausdrückt, die Menge des letzteren = 100 setzt, so erhält man:

1) Unter einer Glasglocke mit konzentrierter Schwefelsäure.

2) Unter einer Glasglocke mit Wasser.

	I.	II.	III.
Eiweißstickstoff . . . . .	69,88 %	84,09 %	83,46 %
Nichteiweiß-N (Differenz) . . . . .	30,12 „	15,91 „	16,54 „
N in Phosph.-Wolfr.-S.-Nieder- schlag . . . . .	11,09 „	9,47 „	7,24 „
N in Asparagin . . . . .	12,34 „	3,41 „	2,79 „
N in anderen Amidverbindungen	6,69 „	3,62 „	6,51 „
	Differenz zwischen I. und II.		Differenz zwischen I und III.
Eiweißstickstoff . . . . .	+ 14,21 %	+ 13,58 %	
N in Asparagin . . . . .	- 8,93 „	- 9,55 „	

In meinem Versuche haben auch die ausgehülsten Samen von *L. albus* eine Eiweißbildung gezeigt, ob dieselben im trockenen oder feuchten Raume sich befanden. Diese Tatsache steht nun mit den Resultaten zweier Versuche ZALESKIS<sup>1)</sup> nicht im Einklang. Die Versuche wurden mit ausgehülsten und ins Dunkle gestellten Erbsensamen, worüber ich schon früher berichtete, ausgeführt.

Jedenfalls können wir den Schluß ziehen, daß unreife, aus den Hülsen entfernte Samen, am Licht Eiweiß aus Amidverbindungen, darunter in bedeutender Menge aus Asparagin synthetisieren. Vergleichende Versuche mit Samen, die am Licht und im Dunkeln gehalten waren, werde ich später mitteilen.

### Schlußfolgerung.

Aus den angeführten Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

Nach dem Entfernen der Lupinenfrüchte von der Pflanze ist eine Stoffumwandlung in denselben zu konstatieren, unter denen die Umwandlung stickstoffhaltiger Stoffe in folgender Weise verläuft:

1. In den Früchten findet eine Eiweißstoffbildung statt, einerlei, ob dieselben am Licht oder im Dunkeln verbleiben.

2. Parallel der Eiweißstoffzunahme verläuft die Abnahme organischer stickstoffhaltiger kristallinischer Stoffe in den Früchten. Aus diesen Stoffen wird dann das Eiweiß aufgebaut.

3. Die Bildung der Eiweißstoffe geht zuerst auf Kosten des Asparagins vor sich, dessen Menge immer mehr eingeschränkt wird. Meinem Erachten nach ist nun damit die Ansicht über die Unmöglichkeit der Eiweißbildung aus Asparagin in den Pflanzen als unrichtig zu betrachten und damit die Hypothese von PFEFFER und E. SCHULZE bewiesen. Letzterer nimmt Asparagin als ein mögliches Aufbaumaterial für Eiweiß an.

1) l. c. S. 129.

4. Die Synthese des Eiweißes findet auch auf Kosten der Amidosäuren statt. Die Menge der letzteren nimmt am Anfang etwas zu, wodurch eine Zersetzung des vorhandenen Eiweißes bewiesen wird, dann aber werden auch diese verbraucht.

Die Zunahme der Amidosäuren in den im Dunkeln befindlichen Früchten ist etwas größer als die Zunahme in den am Licht befindlichen, aber mit der Zeit wird eine allgemeine Abnahme der Amidosäuren konstatiert, obgleich die Früchte auch sehr lange Zeit im Dunkeln verbleiben.

5. Wir haben wahrscheinlich hier eine Umgestaltung der Amidosäuren in Asparagin vor uns, und dann einen Verbrauch desselben zur Eiweißbildung. Man kann auch deshalb aus den konstanten Mengen von Asparagin, der Abnahme von Amidosäuren und zugleich eine Zunahme von Eiweiß in verschiedenen Versuchsphasen in keiner Weise behaupten und den Schluß ziehen, daß zur Eiweißbildung Asparagin nicht, sondern nur die Amidosäuren verbraucht werden.

6. Die Rolle der organischen Basen ist im allgemeinen der der Amidosäuren ähnlich. Die Menge der Basen nimmt mit der Bildung der Eiweißstoffe ab. Die Bedeutung derselben in den Pflanzen-Organismen ist viel schwerer zu beobachten als die der anderen Amidverbindungen, da ja die Basen überhaupt in kleineren Mengen vorkommen und auch dieselben schneller Umwandlungen in andere Verbindungen erleiden.

7. Die Samen der *Leguminosen*früchte unter den hier beschriebenen Bedingungen wurden mit der Zeit an Gesamtstickstoff reicher, woraus eine Einwanderung stickstoffhaltiger Stoffe in dieselben aus den Hülsen zu ersehen ist.

8. Zu derselben Zeit hatten die Samen mehr Eiweißstickstoff bekommen als sie den Hülsen entziehen konnten, so daß das Eiweiß der Samen zum Teil auf Kosten der in den Samen selbst befindlichen Amidverbindungen, zum Teil auch aus den in den Hülsen befindlichen aufgebaut wurde.

In den aus den Hülsen entfernten und am Licht im trockenen oder feuchten Raum gestandenen Samen ist auch eine Eiweißbildung auf Kosten des Verbrauchs von Asparagin, und danach anderer Amidverbindungen vorhanden. —

Agrikulturtechnisches Laboratorium des Polytechnikums zu Kiew.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: [26a](#)

Autor(en)/Author(s): Wassilieff N.

Artikel/Article: [Eiweißbildung in reifenden Samen. 454-467](#)