Über die Verwandlung des Öls in der Pflanze.

Von

Sergius Ivanow.

Moskau.

Die Verwandlung des Öls im pflanzlichen und tierischen Organismus bildet eine wichtige physiologische Aufgabe, wie die Erklärung jener Verbindungen, in welche sich das Öl umbildet. Zweifellos bildet sich bei diesen Veränderungen ein gewisses Quantum Wärme, die von großer Bedeutung für den Organismus ist. Im pflanzlichen Organismus, der keine bestimmte Temperatur besitzt, wird die Wärme bei vielen Lebensvorgängen ausgenutzt: wie bei Fermentativreaktion, Transpiration, Bewegung usw. Von dem Standpunkte aus, daß sich der Vorgang der Reaktion mit der Erhöhung der Temperatur beschleunigt, erkennen H. Euler[1]) u. B. af Ugglas die große Bedeutung und den Einfluß auf viele Vorgänge an, die mit der Bildung der Wärme bei der Gärung und Atmung der Pflanzen verbunden sind, wie z. B. auf die Verwandlung der Eiweißstoffe.

Wenn die Forschungen über andere, vielleicht auch kompliziertere Stoffe als die Proteine in letzter Zeit auch mächtig vorgeschritten sind, so kann man das von den Forschungen über die Verwandlung des Öls nicht sagen, weil unsere Vorstellungen über dieselbe seit den Entdeckungen von Th. de Saussure und Sachs noch ganz primitiv und schwach entwickelt sind.

Diese Entdeckungen haben einstimmig den Weg gezeigt, welchem die Naturforscher folgen und auf welchem sie die Auflösung dieses Vorgangs suchen müssen. Die starke Absorbierung des Sauerstoffes von seiten der Keimlinge und die Bildung der Kohlenhydrate, die den Sauerstoff binden, sind die zwei Fakta, welche zur Annahme des theoretischen Gedankens zwingen, daß bei der Zerspaltung des Öls starke Oxydationsprozesse vor sich gehen.

1) H. Euler u. B. af Ugglas, Über die Ausnutzung der Gärungs- und Atmungsenergie in Pflanzen. Zeitschr. f. allgem. Physiologie, 1911, S. 364.

Dieses Kapitel hat die Aufgabe, unsere Ansichten über die Veränderungen des Öls in der Pflanze zu erweitern, namentlich beim Keimen der ölhaltigen Samen.

Ich übergehe die Frage nach der ersten Zerlegung des Ols unter der Wirkung des Ferments in Glyzerin und Fettsäure, erstens deswegen, weil dieser Vorgang durch die Experimente von Green und Sigmund gut erläutert ist, und zweitens deswegen, weil wir auf dieselbe Frage noch im Kapitel[1]) über die Fermente, die beim Reifen und bei der Keimung der Samen wirken, zurückkommen müssen.

Die oxydationsfähigen Stoffe bilden in den Keimen die Fettsäuren und hauptsächlich deren ungesättigte Formen; deswegen fange ich mit der Analyse verschiedener Theorien von jenem Zeitpunkte an, in welchem die Keimlinge schon freie Fettsäuren besitzen.

Auf Grund einer Untersuchung der Keimung der Samen von *Ricinus communis* ist Green[2]) zur Annahme gekommen, daß sich aus höheren zur Diffusion nicht fähigen Säuren, durch Oxydation, leicht diffundierende Säuren mit einem niedrigeren Molekulargewicht bilden können, welche „auf dem Wege der Dialyse“ aus der Zelle verschwinden.

Diese Meinung über die Bildung der niederen Säuren wurde auch von Prof. N. J. Demjanow geäußert. Übereinstimmend mit dieser Ansicht heißt es: „ungesättigte Fettsäuren mit doppelter Verbindung zerfallen in einfache; bei weiterer Oxydation können sich ein- und zweiwertige Säuren bilden“[3]). In der Arbeit von M. Jegorow, aus welcher wir die oben angegebene Meinung zitieren, wird tatsächlich die Erhöhung der Menge der flüchtigen Säuren beobachtet, wie es auch aus der folgenden Tabelle sichtbar ist.

Die Samenkerne von *Cucurbita maxima*	— 4,4	Reichert-Meißlsche	Zahl
Die Keimlinge am 6. Tag	— 5,96	„	„
„ „ „ 10. „	— 7,53	„	„
„ „ „ 20. „	— 15,66	„	„

Im Jahre 1904 erschien eine Arbeit von O. v. Fürth[4]). Der Verfasser hat die Keimung von *Helianthus annuus* und *Ricinus*

1) Sergius Iwanow, Über Ölsynthese unter Vermittlung der pflanzlichen Lipase. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1911, XXIX, S. 595.

2) Green, On the germination of the Castor-oil Plant. Proceed. Roy. Soc., 1890, 48, p. 370; Green-Windisch, Die Enzyme, 1899, S. 232.

3) M. A. Jegorow, Über die Verwandlung der Stoffe bei der Keimung der Kürbissamen *Cucurbita maxima*. Annal. de l'Institut de Moscou, 1904, S. 432.

4) O. v. Fürth, Über das Verhalten des Fettes bei der Keimung ölhaltiger Samen. Hofmeisters Beitr. z. Chem. Phys. und Pathologie, 1904, S. 430.

communis untersucht. Indem O. v. Fürth die Acetylzahl in den Samen und Keimlingen des *Helianthus* bestimmte, konstatierte er nur eine ganz minimale Erhöhung derselben (208,3 in den Samen und 215,4 in den Keimlingen); hieraus zog er den Schluß, daß von der Bildung der Oxysäuren „keine Rede sein kann".

O. v. Fürth verhält sich auch verneinend gegen die Zerlegung der höheren Fettsäuren in niedere; die Reichert-Meißlsche Zahl schwankt ganz unbedeutend; das Molekulargewicht der Fettsäuren in den Samen und Keimlingen verändert sich innerhalb der Fehlergrenzen.

Die Forschungen von L. Maquenne[1]) berühren den Anteil der gesättigten und ungesättigten Säuren an der Bildung der Kohlenhydrate. Maquenne fand, daß sich in den Keimlingen von *Arachis hypogaea*, welche gesättigte Arachissäure $C_{20}H_{40}O_2$ enthalten, Zucker in kleinerem Quantum bildet, als in den Keimlingen von *Ricinus communis*, die sehr reich an ungesättigter Ricinusölsäure $C_{18}H_{34}O_3$ sind.

		Samen	Keimlinge				
			6. Tag	10. Tag	12. Tag	18. Tag	28. Tag
Arachis hypogea	Öl (%)	51,39	49,81	36,19	29,0	20,45	12,16
	Zucker (%)	11,55	8,35	11,09	12,52	12,34	9,46
Ricinus communis . . .	Öl (%)	51,40	33,71	5,74	6,48	3,08	
	Zucker (%)	3,46	11,35	24,14	19,51	8,35	

Maquenne nimmt an, daß die ungesättigten Säuren, insbesondere die Rizinusölsäure, sich auf dem Wege der Oxydation in Kohlenhydrate umbilden, dabei spielt die doppelte Verbindung (groupement allylique) eine sehr wesentliche Rolle. „Les acides gras saturés sont moins aptes que les acides oleiques à se transformer en sucre; ils servent surtout d'aliment respiratoire" schließt er seine Abhandlung. Scheinbar legt Maquenne keine große Bedeutung dem Umstande bei, daß sich die Rizinusölsäure viel rascher zerlegt als die Arachissäure, was natürlich auch einen Einfluß auf die Bildung und Ansammlung der Kohlenhydrate ausübt.

In der von uns schon oben angeführten Arbeit verhält sich O. v. Fürth negativ zu der Frage nach dem Vorzug der einen Säuren

1) L. Maquenne, Sur les changements de composition qu'éprouvent les graines oleagineuses au cours de la germination. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences, 1898, 137, 625.

vor den anderen in der Bildung des Zuckers. „Wäre dies der Fall, sagt er, so müßten die Jodzahlen während der Keimung stark abnehmen. Eine solche Abnahme wurde aber bei *Helianthus* nur in geringerem Maße wahrgenommen, bei *Ricinus* jedoch ganz vermißt".

Die schwache Abnahme der Jodzahl in den Keimlingen von *Helianthus annuus* und *Ricinus communis* (bei dem von dem Verfasser angewandten Verfahren) ist aus den Eigenschaften der Säuren dieser Pflanzen leicht zu erklären, wie wir aus unseren Untersuchungen ersehen werden.

In der Arbeit, die im Jahre 1910 erschien, konstatiert E. C. Miller[1]) bei der Keimung von *Helianthus annuus* eine starke Abnahme der Jodzahl (O. v. Fürth gerade entgegengesetzt). Aus diesem Grunde gibt er zu, daß sich die ungesättigten Säuren in gesättigte verwandeln. „The value of the iodine number of the ether extract during different stages of germination gives an idea whether or not the unsaturated acids are becoming saturated". „The decrease of the iodine number seems to indicate that the unsaturated acid radicles of the oil are becoming saturated probably by the addition of oxygen."

Weiter fand Miller, daß die Eiweißstoffe in gar keiner Beziehung zur Bildung der Kohlenhydrate stehen; nur das Öl bildet die einzige Quelle derselben.

Wir sehen, daß das wichtige Problem der Verwandlung des Öls in der Pflanze kaum berührt ist; die Ansichten tragen einen abgebrochenen Charakter, das Material, mit welchem die Verfasser operieren, ist sehr begrenzt; die Schlüsse sind oft auf einzelnen Beobachtungen basiert. Als einziges verallgemeinerndes Glied dient die Ansicht über die starken Oxydationsprozesse der ungesättigten Säuren, welche sich wie ein roter Faden durch alle Arbeiten zieht. Aber wenn die Verfasser sich der Frage: welche Stoffe bilden sich bei der Oxydation, nähern, widersprechen sie einander.

Die mannigfaltigen Analysen der Samen und Keimlinge, die wenig zur Bedeutung des uns interessierenden Problems beitragen, lassen wir weiter unberührt.

Bedauernswert ist es, daß die Ergebnisse der Forschungen der Tierphysiologie hier nicht zu Hilfe genommen werden können.

---

1) E. C. Miller, A physiological Study of the Germination of *Helianthus annuus*. Annals of Botany, 1910, 693.

Die systematischen Untersuchungen von E. Friedmann[1]) usw. über den Abbau der Säuren im tierischen Organismus erlauben Otto Porges unter gewissen Voraussetzungen folgende Meinung zu äußern: „Wir werden also der Möglichkeit Raum geben müssen, daß die Fette im normalen Stoffwechsel unter Abspaltung von Essigsäureresten Acetessigsäure liefern, daß also die Fette in dieselben Produkte verarbeitet werden, wie die Eiweißkörper“ [2]).

Als ich meine eigenen Arbeiten begann, war ich gezwungen, mich um die Auswahl neuen Materials zu bekümmern, welches nicht zufällig zusammengebracht werden dürfte. Die Objekte, welche ich im ersten Teil[3]) meiner Abhandlung untersuchte, nämlich Lein, Hanf, Raps und Mohn, bildeten ein passendes Material, weil die ungesättigten Säuren, welche sich in ihrer Zusammensetzung befinden, die natürliche steigende Reihe bilden: $C_n H_{2n}—_6O_2$, $C_n H_{2n}—_4O_2$, $C_n H_{2n}—_2O_2$. Man konnte erwarten, daß etliche Prozesse bei der Keimung der Samen auch eine Reihe bilden werden.

Das Keimen der Samen wurde in Schalen auf feuchtem Filtrierpapier im Dunkeln bei einer Mitteltemperatur von 25° C durchgeführt und bei 100° C getrocknet[4]). Die Methoden der Untersuchung sind schon besprochen worden[3]).

Natürlich taucht die erste Frage auf, ob die Intensität der Zerlegung des Öls von seinem Bestande und von der größeren oder geringeren Oxydationsfähigkeit der ungesättigten Säuren abhängig ist? Tabelle I beantwortet positiv diese Frage.

Tabelle I. Zersetzungsintensität des Öls.

	Samen	Keimlinge am		
		4. Tag	8. Tag	10. Tag
Lein *(Linum usitatissimum)* . . .	33,60%	26,4	16	3,46
Hanf *(Cannabis sativa)*	31,5 „	17,8	11,3	—
Raps *(Brassica Napus oleifera)* . .	38,3 „	35,05	33,33	—
Mohn *(Papaver somniferum)* . . .	47,0 „	38,55	31,34	—

1) E. Friedmann, Zur Kenntnis des Abbaues der Karbonsäuren im Tierkörper. Hofmeisters Beitr. 1908, Biochem. Zeitschr. 1911.

2) Otto Porges, Über den Abbau der Fettsäuren im Organismus. Ergebnisse der Physiologie 1910, 10, 1.

3) Sergius Ivanow, Über den Stoffwechsel beim Reifen ölhaltiger Samen mit besonderer Berücksichtigung der Ölbildungsprozesse. Beihefte z. Botan. Centralbl., 1911.

4) Diese Arbeit ist im Landwirtschaftlichen Institut zu Moskau ausgeführt und im Pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität kontrolliert worden.

Das Öl des Leins und des Hanfs, das weniger gesättigte Säuren als das Öl des Rapses enthält, zerfällt viel rascher. Die Bestimmungen der Säurezahl erklären diesen Vorgang. Wir finden, daß die am wenigsten gesättigten Säuren fast augenblicklich aus den Keimlingen verschwinden und die sehr niedrige Säurezahl in den Keimlingen des Leins und Hanfs bedingen. Die Umbildungen der Stoffe in diesen Samen folgen sehr rasch nacheinander. Bei anderen Objekten, beim Raps, sammeln sich die aus dem Öle gewonnenen Säuren und halten sich länger auf; dasselbe gilt auch für Mohn, bei welchem die Säurezahl ziemlich hoch ist.

Tabelle II. Die Säurezahl.

	Samen	Keimlinge am		
		4. Tag	8. Tag	12. Tag
Lein *(Linum usitatissimum)* . . .	3,95	6,78	11,6	5,18
Hanf *(Cannabis sativa)*	2,84	5,3	7,53	—
Raps *(Brassica Napus oleifera)* . .	4,65	3,57	14,43	17,73
Mohn *(Papaver somniferum)* . . .	12,13	40,07	—	35,66

Dasselbe Verhältnis beobachten wir auch bei der Reife der Samen: die äußerst niedrigen Zahlen sind hier auch charakteristisch für Lein und Hanf. Hieraus ziehen wir den Schluß, daß sich die ungesättigten Säuren, die sich beim Keimen und Reifen der Samen bilden, in einem äußerst instabilen Zustande befinden, indem sie sich bei der Reife mit einem Molekül Glyzerin zu verbinden streben, oder bei der Keimung die weitere Umbildung in Kohlenhydrate dulden. Die ungesättigten Säuren des Ölsäuretypus verhalten sich mehr stabil und inaktiv, deswegen zeigen auch Raps und Mohn bei der Reife und Keimung eine höhere Säurezahl.

Aus dieser Beobachtung ziehen wir eine Reihe Folgerungen: wenn die ungesättigten Säuren sich rascher als die gesättigten zersetzen, so muß 1. die Ätherzahl sich vermindern, 2. die Jodzahl rasch abnehmen, 3. die Hexabromidprobe infolge der Zersetzung der Leinölsäure bald verschwinden.

Diese Prozesse wollen wir konsequent analysieren. Bei der Beobachtung der Verseifungszahl finden wir kein ähnliches, einheitliches Bild. Die Zahlen nehmen bei der Keimung einiger Objekte ab und vergrößern sich bei den anderen.

Tabelle III. Die Verseifungszahl.

	Samen	Keimlinge am		
		4. Tag	8. Tag	12. Tag
Lein *(Linum usitatissimum)* . . .	181,15	146,68	—	125,33
Hanf *(Cannabis sativa)*	190,72	188	177,7	—
Raps *(Brassica Napus oleifera)* . .	173,28	159,8	165,99	—
Mohn *(Papaver somniferum)* . . .	180,9	187,39	—	—

Diese Schwankungen sind aus dem oben Gesagten leicht zu verstehen: bei der Keimung sammeln sich die freien Fettsäuren ungleich in verschiedenen Keimlingen und verdecken die Ätherzahl. Wenn die Verseifungszahl von der Säurezahl befreit wird, so nimmt die Ätherzahl gleichmäßig ab.

Tabelle IV. Die Atherzahl.

	Samen	Keimlinge am		
		4. Tag	8. Tag	12. Tag
Lein *(Linum usitatissimum)* . . .	177,20	139,9	—	120
Hanf *(Cannabis sativa)*	187,9	181,7	169,5	—
Raps *(Brassica Napus oleifera)* . .	168,63	156,00	151,5	—
Mohn *(Papaver somniferum)* . . .	168,78	147,32	—	—

Die Abnahme der Atherzahl wird zum Teil auf folgende Weise erklärt: je weiter der Keimungsprozeß vor sich geht, desto vollständiger schwinden die ungesättigten Säuren und desto mehr bleiben die gesättigten (auch die des Typus der Ölsäure) in den Keimlingen. Der bei dem Beginn des Prozesses bei verschiedenen Objekten ungleiche Ätherauszug verwandelt sich allmählich in einen hauptsächlich aus den gesättigten Säuren und aus dem Typus der Ölsäure gleich zusammengesetzten; deswegen nimmt das Quantum der zum Neutralisieren der Säuren in 1 g nötigen Kalilauge allmählich ab, weil selbst die Zahl der Säuremoleküle abnimmt. In unserer Pflanzenreihe geht die Abnahme der Ätherzahl parallel mit der Intensität der Verwandlung des Öls vor sich; je rascher das Öl verbraucht wird, desto stärker nimmt die Atherzahl ab. Der Einfluß des „Unverseifbaren“ ist auch möglich.

Die Abnahme der Jodzahl geht auch parallel mit dem Verschwinden des Öls vor sich.

Tabelle V. Die Jodzahl.

	Samen	Keimlinge am	
		4. Tag	8. Tag
Lein *(Linum usitatissimum)*	173,4	114,2	93,4
Hanf *(Cannabis sativa)*	150,17	147	125,6
Raps *(Brassica Napus oleifera)* . . .	94,7	83,88	71,6
Mohn *(Papaver somniferum)*	140,2	126,0	—

Die Abnahme der Jodzahl differiert bei verschiedenen Objekten sehr wesentlich und besonders da, wo Säuren der niedrigeren Reihe der Sättigung vorhanden sind.

Die Bromierungsmethode zeigt, daß die letzten Säuren sehr schnell aus der Pflanze verschwinden.

Tabelle VI. Ungesättigte Säuren.

	Linolensäure in Proz.		Linolsäure in Proz.	
	am 4. Tag	am 8. Tag	am 4. Tag	am 8. Tag
Lein *(Linum usitatissimum)*	—	0,778	4,16	—
Hanf *(Cannabis sativa)*	3,07	0,0	11,78	5,34
Raps *(Brassica Napus oleifera)* . . .	0,6057	0,0	2,69	3,98
Mohn *Papaver somniferum)*	—	0,0	19,975	—

Am schnellsten verschwinden die Linolensäure und dann die Linolsäure. Folglich bildet sich die Jodzahl in den nächsten Tagen der Keimung ausschließlich aus den Säuren des Typus $C_nH_{2n}—_2O_2$. Bemerkenswert ist, daß ich im Rapssamen niemals Linolsäure finden konnte, in den Keimlingen aber läßt sie sich in minimalem Quantum nachweisen.

Das alles zeigt einstimmig, daß bei der Keimung der Samen die weniger gesättigten Säuren sehr schnell verbraucht werden.

Bis jetzt konstatierten wir, daß die verschiedenen Bestandteile des Öls bei der Keimung ungleich verbraucht werden; versuchen wir die nächsten Produkte der Umbildung des Öls zu untersuchen. Bilden sich bei der Keimung Säuren mit kürzeren Ketten? Unsere Bestimmungen der Reichert-Meißlschen Zahl beantworten diese Frage negativ.

Tabelle VII. Reichert-Meißlsche Zahl.

Raps *(Brassica Napus oleifera)* . .	Keiml. am 10. Tag = 1,15;	am 18. Tag = 1,4
Hanf *(Cannabis sativa)*	„ „ 5. „ = 1,1 ;	„ 10. „ = 1,88

Früher fanden wir bei der Reife der ölhaltigen Samen eine sehr niedrige Reichert-Meißlsche Zahl. Unwillkürlich taucht der Gedanke auf, daß die niederen flüchtigen Säuren zufällig in den Ätherauszug gelangen und scheinbar in ihrer Entstehung vom Öle nicht abhängig sind. Ihre verhältnismäßige Schwankung und sogar Ansammlung wird leicht aus der Verbrauchung des Öls bei der Keimung erklärt.

Aus der starken Abnahme der Jodzahl bei der Keimung der Samen zieht E. C. Miller den Schluß der Umbildung der ungesättigten Lösung in gesättigte. Kann man aber diese zwei Vorgänge als Ursache und Folge ansehen?

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß die Abnahme der Jodzahl mit dem Verbrauchen der ungesättigten Säuren verbunden ist. Die unmittelbare Bestimmung der gesättigten Säuren nach David gibt auch keinen Grund zu denken, daß die gesättigten Säuren sich in den Keimlingen bilden.

Tabelle VIII. Gesättigte Säuren.

	Keimlinge am	
	4. Tag	8. Tag
Hanf *(Cannabis sativa)*	1,425 %	1,640
Raps *(Brassica Napus oleifera)*	1,20 „	0,0
Mohn *(Papaver somniferum)*	6,0 „	6,11

Die verhältnismäßige Menge der gesättigten Fettsäuren des Hanfs und Mohns bleibt fast ohne Veränderung, beim Raps verschwinden sie vollständig. Wir haben also keine so starken Gründe für die Bildung der gesättigten Säuren aus den ungesättigten, wie wir sie für den umgekehrten Prozeß beim Reifen der Samen haben.

Das letzte Produkt der Umbildung des Öls sind die Kohlenhydrate. Ich führe hier kurze Resultate meiner Bestimmungen der Kohlenhydrate in den Keimlingen an. Die Kohlenhydrate bilden die Summe der Substanzen, welche die Fehlingsche Lösung reduzieren und die bei der Hydrolyse des entfetteten Materials in den Keimlingen durch 2 % Schwefelsäure gewonnen werden (Tab. IX).

Kann man einstimmig mit L. Maquenne meinen, daß die ungesättigten Säuren in der Bildung der Kohlenhydrate einen Vorzug vor den gesättigten haben oder soll man diesen zwei Reihen von Säuren wesentlich verschiedene Funktionen zuschreiben? Nach

meiner Ansicht ist das nicht der Fall; ich nehme an, daß der Unterschied zwischen ihnen nur ein quantitativer und kein qualitativer ist und sich hauptsächlich auf der verschiedenen Reaktionsfähigkeit der Säuren begründet.

Tabelle IX. Kohlenhydrate in den Keimlingen.

	Samen	Keimlinge am	
		4. Tage	8. Tage
Lein *(Linum usitatissimum)*	4,5106	6,695	17,650
Hanf *(Cannabis sativa)*	2,80	7,93	10,25
Raps *(Brassica Napus oleifera)* . . .	4,6531	14,720	10,20
Mohn *(Papaver somniferum)*	1,178	6,84	17,40

Was bildet sich zuerst aus dem Öle, existieren irgend welche Zwischensubstanzen zwischen dem Öle und den Kohlenhydraten? Das wissen wir nicht!

Wie ironisch klingt uns daher die vor einem halben Jahrhundert von Sachs gemachte Entdeckung, daß „das erste sichtbare Produkt“ der Verwandlung des Öls die Kohlenhydrate sind!

Nahe sind die Ränder der tiefen Schlucht zwischen den Kohlenhydraten und Ölen zusammengerückt, aber nur ein Pfad lockt den forschenden Verstand und verspricht zum anderen gewünschten Ufer hinüber zu führen.

Dieser Weg ist die Untersuchung der bei der Keimung der Samen wirkenden Kräfte und zwar die Erforschung der Wirkungen der Oxydationsfermente auf die höheren Fettsäuren.

Die Hauptschlüsse unserer Arbeit können auf folgende Weise formuliert werden:

1. Die ungesättigten Säuren werden von den Keimlingen rascher verbraucht als die gesättigten; wenn die Samen eine Mischung der beiden enthalten, so verschwinden früher die ersteren Säuren. Es scheint, daß die ungesättigten Säuren die gesättigten vor der Verbrauchung schützen.

2. Die Intensität des Verbrauchs der ungesättigten Säuren der Keimlinge steht in einem umgekehrten Verhältnis zum Sättigungsgrade: zuerst werden die Säuren der Linolensäurereihe $C_nH_{2n-6}O_2$, dann die Linolreihe $C_nH_{2n-4}O_2$ und endlich die Olsäure $C_nH_{2n-2}O_2$ verbraucht. Die Hexabromidprobe verschwindet sehr rasch.

3. Die Säurezahl jeder Pflanze ist eine streng bestimmte Größe: eine geringe bei den ungesättigten und eine große bei den gesättigten Säuren. Wenn die Bestandteile des Öls in der Pflanze bekannt sind, kann man annähernd über die Säurezahl der Keimlinge urteilen.

4. Je weniger die Säuren gesättigt sind, desto mehr nimmt die Ätherzahl beim Keimen ab.

5. Die Folge des intensiven Verbrauchs der ungesättigten Säure ist die starke Abnahme der Jodzahl.

6. Die Verwandlung des Öls in der Pflanze geht auf dem Wege der Oxydation vor sich; die Produkte dieser Oxydation sind noch nicht festgestellt und bilden die nächste Aufgabe der Forschung.

7. Aus dem Umstande, daß die Oxydationsprozesse in den Samen mit ungesättigten Säuren sehr rasch vor sich gehen und daß sich Kohlenhydrate bilden, d. h. Substanzen mit einem geringeren thermochemischen Wert, läßt sich schließen, daß die ungesättigten Säuren ein Resultat der Anpassung der Pflanze sind, um bei der Keimung der Samen ein größeres Quantum Wärme abzusondern, die einen rascheren Stoffwechsel hervorruft.

Ich erfülle an dieser Stelle die angenehme Pflicht, Herrn Prof. H. Molisch für das Interesse, welches er stets der Arbeit entgegenbrachte, meinen Dank auszusprechen.

Analytische Beilage.

Säurezahl.

Objekt	Gewicht in g	0,N·KOH ccm	Zahl	Objekt	Gewicht in g	0,N·KOH ccm	Zahl
Lein	0,7123	0,5	3,95	Raps	1,4472	1,2	4,65
	1,2428	1,5	6,78		0,7047	0,45	3,57
	4,241	5,1	6,79		1,2413	3,2	14,47
	4,2075	8,7	11,6		1,591	4,1	14,40
	1,5618	1,6	5,18		1,202	3,8	17,73
Hanf	2,1196	2	5,3	Mohn	1,0636	2,3	12,13
	5,7285	2,9	2,84		3,230	23,0	40,07
	2,8294	3,8	7,53		2,7766	17,8	35,96
					2,139	13,5	35,46

Verseifungszahl und Ätherzahl.

Objekt	Gewicht	25 ccm KOH =	Zur Neutralisation	Zahl
Lein	0,7123	26,7 ccm 0,5 N·HCl	22,2 ccm 0,5 N·HCl	177,2
	1,2428	26,7	20,5	139,9
	1,3426	28,6	22,6	125,33
Hanf	2,1196	24,4	10,2	187,9
	3,1512	24,4	3,0	190,72
	2,8294	24,4	7,3	169,5
	2,727	24,4	7,0	177,7
	2,443	24,4	16,5	181,7
Raps	1,4472	26,7	18,0	168,63
	0,7047	26,7	22,8	155,23
	0,9476	26,7	21,4	156,8
	1,2413	26,7	20	151,52
Mohn	1,0636	26,7	20,3	168,78
	0,952	26,7	21,7	147,32
	2,918	26,7	11,4	147,3

Reichert-Meißlsche Zahl.

Objekt	Gewicht	0,N·KOH ccm zur Neutral.	Zahl
Hanf	5,2708	2	1,1
	5,001	1,2	1,2
	5,5564	1,9	1,88
	5,320	1,8	1,87
Raps	6,8618	1,4	1,1
	7,07	1,8	1,4

Jodzahl.

Objekt	Gewicht	1 ccm $Na_2S_2O_3$ =	25 ccm Jodlös. =	Jodabsorption	Zahl
Lein	0,2054	0,012121 g Jod	50,5	21,0 ccm $Na_2S_2O_3$	173,6
	0,2416	0,012121	50,5	15,9	173,1
	0,166	0,012121	50,5	35	114,2
	0,4861	0,013793	44,4	11,3	93,9
	0,7987	0,013793	2 × 44,4	35,6	92,9
Hanf	0,1807	0,013793	44,4	24,9	148,8
	0,1694	0,014184	21,05	2,95	151,55
	0,1804	0,014184	21,05	2,35	147,03
	0,1649	0,014184	21,05	6,35	126,4
	0,2219	0,013793	44,4	24,3	124,9
Raps	0,174	0,012121	50,5	36,9	94,7
	0,181	0,013793	44,4	33,4	83,82
	0,1555	0,012121	50,5	39,8	83,3
	0,1732	0,014184	21,05	10,75	84,3
	0,1104	0,012121	50,5	44	71,6
Mohn	0,1918	0,012121	44,4	14,1	140
	0,264	0,012121	44,4	13,8	140,4
	0,214	0,012121	50,5	28,4	125,2
	0,2028	0,012121	50,5	29,4	126,1
	0,2568	0,013793	44,4	20,8	126,8

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 50

Autor(en)/Author(s): Ivanow Sergius

Artikel/Article: über die Verwandlung des Ols in der Pflanze. 375-386