

Biologisch wichtige Fettstoffe im Getreidekeim.

Von
W. Halden.

Aus dem medizinisch-chemischen Institut der Universität Graz.

(Eingelangt am 29. April 1946. Vorgelegt in der Sitzung am 27. Juni 1946.)

Die Gegenwart gesundheitsfördernder Fettstoffe im Getreidekorn war schon unseren Vorfahren bekannt, wie aus manchen alten Schriften über Brotbereitung hervorgeht. So findet sich in einem Aufsatz einer Familienzeitschrift aus dem Jahre 1813, in dem über ein Verfahren zur Herstellung eines kräftigen Brotes berichtet wird,¹ der Hinweis, daß „die Kleye oder Hülse des Getreides ein Öl enthält, welches imstande ist, die Nerven des Magens und mit diesen die Nerven des ganzen Körpers in größere Lebens-tätigkeit zu setzen“. Gemeint ist hier das hochwirksame Öl des Getreidekeimes mit seinem Reichtum an Vitaminen und anderen fettlöslichen Wirkstoffen, unter denen höher-ungesättigte Fettsäuren, Phosphatide (Lecithin) und Tokopherole für die Gesamtversorgung mit Fettstoffen von besonderer Bedeutung sind. Der Fettanteil im Roggen- und Weizenkeim liegt bei etwa 9 bis 11% (im Maiskeim weit höher) und besteht neben Glyceridfetten, Phosphatiden und deren Fettsäuren aus geringen Mengen von Sterinen (Ergosterin, Sitosterin), Carotinoiden, wachsartigen Lipoiden und Kohlenwasserstoffen.

Der Fettgehalt des Kornes und seiner Verarbeitungsprodukte hängt von der darin enthaltenen Menge an lipoidreicher Keimsubstanz und an Aleuronschicht ab, die nach Ansicht mancher Botaniker eine Fortsetzung des Keimgewebes bildet. Aus Tabelle 1 sind die Fettgehalte von Roggenvermahlungsprodukten und daraus hergestellten Broten zu entnehmen.

I. Höher-ungesättigte Fettsäuren im Getreidekeim.

Auf die biologische Bedeutung der höher-ungesättigten Fettsäuren wurde erstmalig von *H. M. Evans* und *G. O. Burr*² hingewiesen, denen

¹ Der Aufmerksame, Steirische Familienzeitung vom 20. 2. 1813.

² Proc. Soc. exp. Biol. Med. 25, 41, 390 (1928).

Tabelle I. Fettgehalte in Roggenkeimen und verschiedenen Roggenerzeugnissen.³

	Gesamtfett %
Roggenkeime (Posch — Hartberg).....	9,6 bis 10
Roggenvollkornschrot Type 1800	1,5
Roggenmehl Type 1150	1,2
Roggenvollkornbrot (Regula — Graz).....	0,9
Simonsbrot (Wien — Kagran)	0,8
Knäckebröt	0,6

sich zahlreiche andere Befunde in gleicher Richtung anschlossen.⁴ Hier- nach traten bei Versuchstieren durch Fütterung mit fettfreier Kost, die im übrigen sämtliche Nähr- und Wirkstoffe einschließlich der fett- löslichen Vitamine A, D und E enthielt, schwere Störungen (Wachs- tumsstillstand, Albuminurie, Hautschäden, Dermatitis, Akrodynie) auf, die hauptsächlich den jugendlichen Organismus betrafen. Heilung der Ausfallserscheinungen konnte durch Linolsäure und andere höher-un- gesättigte Fettsäuren erfolgen,⁵ während sich Ölsäure als wirkungslos erwies. Die wirksamen Fettsäuren⁶ können durch den tierischen Organismus nicht synthetisiert werden;⁷ dies geht auch aus den Beobachtungen von *K. Bernhard* und *Schönheimer*⁸ hervor, wonach Versuchstieren längere Zeit Deuteriumverbindungen zugeführt wurden und hierbei *nur* die ge- sättigten Fettsäuren Deuterium aufnahmen, während isolierte Linol- säure und eine gleichfalls aus dem Körperfett abgetrennte Oktadekatrien- säure Deuterium-frei blieben. Wichtige Ergebnisse wurden durch die Arbeiten von *P. Karrer* und *H. Koenig*⁹ gewonnen, die Akrodynie bei

³ *W. Halden* und *E. Schauenstein*, *Fette u. Seifen* **50**, 78 (1943).

⁴ *G. O. Burr* und *M. M. Burr*, *J. biol. Chemistry* **82**, 345 (1929); **86**, 587 (1930). — *G. O. Burr*, *M. M. Burr* und *W. R. Braun*, *Proc. Soc. exp. Biol. Med.* **28**, 905 (1931). — *H. M. Evans* und *L. Lepkowsky*, *J. biol. Chemistry* **92**, 615 (1931); **96**, 165, 179 (1932). — *G. O. Burr*, *M. M. Burr* und *E. S. Miller*, ebenda **97**, 1 (1932). — *H. M. Evans*, *S. Lepkowsky* und *E. A. Murphy*, ebenda **106**, 431, 445 (1934). — *F. Grandel*, *Fette u. Seifen* **46**, 150 (1939). — *Schneider*, *Steenbock* und *Platz*, *J. biol. Chemistry* **132**, 539 (1940). — *G. O. Burr*, *Federation Proc.* **1**, 224 (1942).

⁵ *Hume*, *Nunn*, *Smedley-McLean*, *Henderson Smith*, *Biochem. J.* **34**, 879 (1940); vgl. *Dolly*, *Nunn*, *Smedley-McLean*, *Biochemic. J.* **34**, 1422 (1940). — *Mowry*, *Brode*, *Brown*, ebenda **142**, 679 (1942).

⁶ Im neueren Schrifttum werden die lebenswichtigen höher-ungesättigten Fettsäuren als „essentielle“ („essential fatty acids“) bezeichnet, nachdem die ursprüngliche Bezeichnung „Vitamin F“ fallen gelassen wurde.

⁷ *H. M. Evans* und *S. Lepkowsky*, *J. biol. Chem.* **96**, 143, 157 (1932); **99**, 231 (1933). — *H. Hilditch* und Mitarbeiter, *Biochemic. J.* **33**, 493 (1939). — *G. O. Burr* und *A. J. Beber*, *J. Nutrit* **14**, 553 (1937).

⁸ *J. biol. Chemistry* **133**, 707 (1940); s. a. *K. Bernhard*, *H. Steinhauser* und *F. Bullet*, *Helv. chim. Acta* **25**, 1313 (1942).

⁹ *Helv. chim. Acta* **26**, 619 (1943).

Ratten mit 30 bis 40 mg Linolsäure pro Tag und Tier heilen konnten, wenn die Erkrankung nicht zu weit fortgeschritten war. Bei schwerkranken Tieren war die Heilung nur möglich, wenn außer Linolsäure und den in der *Steenbock*-Diät enthaltenen Vitaminen B₁ und B₂ auch noch die übrigen Vitamine des B-Komplexes (Adermin, Nicotinsäureamid, Pantothen säure) neben Cholinchlorid verabreicht wurden. Die von *P. Karrer* zum Vergleich herangezogenen, zum Teil eigens zu diesem Zweck synthetisierten Fettsäuren Δ^2 -Phytensäure, $\Delta^{2,6}$ -Phytadiensäure, $\Delta^{10,13}$ -Nonadekadiensäure („Homolinolsäure“) und $\Delta^{11,14}$ -Eikosadiensäure vermögen die Linolsäure bei der Behandlung von Rattendermatitis (Akrodynie) nicht zu ersetzen. Aus der Unwirksamkeit der $\Delta^{11,14}$ -Eikosadiensäure ergibt sich auch, daß diese im Organismus der Ratte nicht oder nicht in erheblichem Umfang durch β -Oxydation zu Linolsäure abgebaut wird.

Aus Tabelle 2 ergibt sich, daß in Roggen- und Weizenkeimölen sowie einigen „trocknenden“ Ölen die höchsten Gehalte an doppelt-ungesättigten Fettsäuren (Linolsäuren) vorkommen.

Tabelle 2. Gehalte an Ölsäure, Linolsäure und Linolensäure einiger pflanzlicher und tierischer Öle bzw. Fette.¹⁰

Fettrohstoff	Ölsäure	Linolsäure	Linolensäure
Walnuß.....	14 bis 18	63 bis 73	4 bis 10
Roggenkeim ¹¹	„ 10	52 „ 71,6	2 „ 11
Weizenkeim ¹¹	4 „ 18	57 „ 66	1,6 „ 5,5
Maiskeim ¹¹	18 „ 35	39 „ 61	1,5 „ 8,5
Mohn.....	27 „ 30	58 „ 65	—
Hanf.....	12 „ 14	53 „ 65	16
Lein.....	5 „ 20	17 „ 62	21 „ 50
Sonnenblume.....	32 „ 42	46 „ 58,5	—
Sojabohne.....	32 „ 36	52 „ 57	2 „ 5,8
Traubenkerne.....	32 „ 36	46 „ 55	—
Hagebuttensamen.....	8,4	54,2	32
Kürbiskern.....	25 „ 37	44 „ 45	—
Erdnuß.....	52 „ 80	18 „ 27,4	—
Mandel.....	81 „ 84	15 „ 20	—
Oliven.....	69 „ 84	9,7 „ 15,7	—
Haselnuß.....	80 „ 92	3 „ 10,6	—
Schweinefett.....	50 „ 60	10 „ 12	—
Milchfett (Butter).....	27 „ 47	3,6 „ 5,8	—
Rindertalg.....	38 „ 49	2,6 „ 5,6	—
Hammeltalg.....	36 „ 47	3 „ 5	—

¹⁰ *Ad. Grün* und *W. Halden*, Analyse der Fette und Wachse, Bd. II. Berlin: Springer-Verlag. 1929. — *A. Böhrer* und *J. Großfeld* in Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. IV. Berlin: Springer-Verlag. 1939.

¹¹ *H. Thaler* und *W. Groseff*, Fette u. Seifen 49, 508 (1942); ebenda 50, 432 (1943).

Von *E. Schauenstein* am Institut für theoretische und physikalische Chemie der Universität Graz durchgeführte Versuche zeigten, daß ein nennenswerter Anteil (etwa 5%) der Linolsäurekomponente des Roggenkeimöles aus der 9,11-Linolsäure (mit konjugierten Doppelbindungen) bestehen dürfte, die man früher als „Provitamin F“ bezeichnete. Die spektrographisch ermittelten Gehalte verschiedener Roggenerzeugnisse an solchen doppelt-ungesättigten Fettsäuren sind aus der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3. Prozentgehalte an 9,11-Linolsäure in verschiedenen Roggenerzeugnissen.¹²

	9,11-Linolsäure %
Roggenkeime (Posch — Hartberg)	0,14
Roggenvollkornschrot Type 1800	0,032
Roggenbackschrot Type 1800	0,030
Roggenmehl Type 1150	0,02
Mehlanteil im Roggenbackschrot	0,01
Simonsbrot (Wien — Kagran)	0,013
Knäckebröt Sorte D	0,012
Roggenvollkornbrot (Strauß — Graz)	0,011

II. Phosphatide in Getreidekeimen.

a) *Im Vergleich zu den Phosphatidgehalten anderer Nahrungsgüter* liegt — wie aus der Tabelle 4 ersichtlich — der Phosphatidgehalt im Getreide-

Tabelle 4. Phosphatid-P-Werte einiger Lebensmittel.

	Phosphatid-Phosphor in %	Daraus berechneter Phosphatidgehalt in %
Eidotter	0,40	10
Ganzes Ei	0,120	3
Sojabohnen (Vollsojamehl)	0,060 bis 0,080	1,5 bis 2
Nährhefe	0,060 „ 0,16	1,5 „ 4
Getreidekeim	0,047 „ 0,052	1,2 „ 1,3
Bohnen	0,045	1,1
Erbsen	0,044	1,1
Linsen	0,041	1,0
Rapssamen	0,040	1,0
Hafer	0,031	0,75
Hirse	0,024	0,60
Weißkraut (frisch)	0,0225	0,56
Karotten (frisch)	0,0202	0,50
Weizen	0,0211	0,52
Gerste	0,0208	0,51
Roggen	0,020	0,50
Roggenvollkornschrot	0,017	0,42
Roggenvollkornbrot	0,012	0,30
Milch (voll oder entrahmt)	0,006	0,15

¹² *W. Halden* und *E. Schauenstein*, *Fette u. Seifen* **50**, 78 (1943); vgl. *F. Grandel*, *Fette u. Seifen* **45**, 531 (1938).

keim verhältnismäßig hoch; er wird nur von demjenigen der Sojabohne, der Nährhefe und mancher tierischer Produkte (Ei) übertroffen.

Bei der Bestimmung des „alkohollöslichen“ Phosphors erhält man für Roggenkeime Werte zwischen 0,095 bis 0,102%; diese entsprächen einem durchschnittlichen Phosphatidgehalt von 2,5%. In unseren Untersuchungen über Phosphatide¹³ konnten wir jedoch beweisen, daß die mit Alkohol extrahierten P-haltigen Stoffe außer Phosphatiden noch andere nicht-lipoide Phosphorverbindungen enthalten. Somit liegen die durch bloße Alkoholextraktion ermittelten „Lecithin“-P-Werte sämtlich zu hoch. Der wahre Phosphatidgehalt wird auch nicht durch vorangegangene „Durchfeuchtung“ des Untersuchungsmaterials¹⁴ und nachfolgende Extraktion gefunden, sondern am besten durch kombinierte Benzol-Alkohol-extraktion und nachfolgende Behandlung mit Äther, in welcher nur lipoider Phosphor nebst geringfügigen Mengen phosphorfreier Gefügebestandteile löslich ist. Durch präparative Aufarbeitung werden auch meist stark verunreinigte Phosphatidfraktionen erhalten; so gewannen *H. Friese* und Mitarbeiter¹⁵ aus frischen Roggenkeimen ein „fast weißes Phosphatid“, bei dessen Analyse für P der Wert von 2,8% und für N 1,5% gefunden wurde. Vergleicht man diese Werte mit den Durchschnittswerten des P- und N-Gehaltes natürlicher Phosphatide,¹⁶ so ergibt sich, daß die von den genannten Verfassern ermittelten Zahlenwerte wesentlich unter denjenigen liegen, die für Cholin- und Colamin-Phosphatide kennzeichnend sind. Für den P-Gehalt liegen diese Werte um 4%, woraus sich der Umrechnungsfaktor 25 errechnet, mit welchem der analytisch ermittelte Phosphatid-P-Wert zu multiplizieren ist, um den Phosphatidgehalt zu bestimmen; für den N-Gehalt liegen die Zahlenwerte bei Lecithinen und Kephalingen zwischen 1,73 und 1,88% (Durchschnittswert 1,8%). Die von *Friese* und Mitarbeitern gefundenen Werte liegen für P um 30%, für N um rund 17% tiefer als die durchschnittlichen P- und N-Werte natürlicher Phosphatide. Die von *H. Friese* und Mitarbeitern angegebene Ausbeute von rund 3% „Phosphatid“ aus frischen Roggenkeimen ist demnach auf ein durch nichtlipoider Begleitstoffe beschwertes Phosphatidgefüge zurückzuführen, dessen Anteil an reinem Phosphatid erheblich tiefer liegen muß. Auch die von den genannten Verfassern mitgeteilten Cholinwerte deuten auf weitgehende Verunreinigung der

¹³ *W. Halden* und *K. Schilde*, III. Mitteilung über Phosphatide, Fette u. Seifen 48, 446 (1941).

¹⁴ Vgl. *F. E. Nottbohm* und *P. Mayer*, Z. Unters. Lebensm. 67, 375 (1934). — *U. Hanke*, Mühlenlabor. 10, 2 (1940).

¹⁵ *H. Friese*, *R. Benze*, *H. Pommer* und *R. Wiebeck*, Zur Kenntnis der Inhaltsstoffe der Roggenkeime, Ber. dtsh. chem. Ges. 75, 1996 (1942).

¹⁶ Vgl. *Ad. Grün* in *Hefter-Schönfeld*, Chemie und Technologie der Fette und Fettprodukte, I, S. 456—516. Wien: Springer-Verlag. 1936.

Phosphatidfraktionen. So wird z. B. ein Cholingehalt des „ätherlöslichen Phosphatids“ von 3,87% angegeben, während der Cholingehalt in einem Cholinphosphatid bei etwa 13,5% liegt und bei einer gleichteiligen Mischung von Lecithin und Kephalin noch ein Cholingehalt von 6 bis 7% gefunden werden müßte. Bei einer so weitgehenden Verunreinigung der durch Aceton gefällten Phosphatidfraktion ist das Verhältnis von P: N = 1: 1,17 nicht genügend kennzeichnend, der höhere Anteil an N (als er einem reinen Monoaminophosphatid mit einem P: N-Verhältnis 1: 1 entspräche) kann auf die verschiedensten Verunreinigungen, vor allem eiweißartiger Natur zurückzuführen sein.

Ein einfaches analytisches Verfahren zur Ermittlung des Phosphatidgehaltes in Cerealien und Leguminosensamen wurde von uns im Halbmikromaßstab vielfach angewendet und ergab auch für Roggenkeime brauchbare Ergebnisse;¹⁷ hiernach liegen die Durchschnittswerte bei 0,047 bis 0,052% Phosphatid-P, entsprechend 1,2 bis 1,3% *Phosphatid im Getreidekeim*.

b) *Stabilität nahrungseigener Phosphatide*. Bei der Prüfung von Roggenkeimen, die längere Zeit auf höhere Temperaturen erhitzt wurden, fanden wir eine bemerkenswerte Resistenz des Phosphatidgefüges im natürlichen Verbands. So zeigte ein Muster Roggenkeime (mit 0,047% Phosphatid-P) nach etwa einstündigem Erhitzen auf 150 bis 160° C (wobei die Keime eine dunkelbraune Färbung annehmen) noch einen Phosphatid-P-Wert von 0,0225%, somit eine Abnahme um nur 52%. Dieser Befund steht in guter Übereinstimmung mit Versuchsergebnissen an Sojabohnen,¹⁸ wobei nach zweistündigem Erhitzen auf 160° ein Abfall der Phosphatid-P-Werte um 50% festgestellt wurde. Aus dem natürlichen Verbands isolierte Phosphatide zeigen eine weit geringere Stabilität.

c) *Das Lipoidgefüge des Roggenkeimes als „Mehrstoffsystem“*. Schon frühzeitig erkannte man, daß Lipide ganz allgemein, vor allem jedoch die in natürlichen Lipoidgemischen enthaltenen Phosphatide zur Bildung größerer Komplexe geeignet sind, in denen außer lipoiden Stoffen auch Bestandteile anderer Art (Eiweiß, Kohlehydrate u. a.) zu sogenannten Mehrstoffsystemen („Cénapses“ nach *M. A. Macheboeuf*) zusammentreten.¹⁹ *H. Friese* und Mitarbeiter²⁰ erhielten bei der Extraktion frischer Roggenkeime außer reinen Lipoiden bis zu 11% „Kohlenhydrat-Amino-

¹⁷ Vgl. *H. Duftschmid* und *W. Halden*, *Fette u. Seifen* **49**, 348 (1942). — *W. Halden* und *H. Hinrichs*, ebenda 697. — Über Mikro-Phosphatidbestimmungen s. *G. Gorbach*, *Fette u. Seifen* **51**, 53, 93 (1944).

¹⁸ Unveröffentlicht (*W. Halden* und Mitarbeiter).

¹⁹ *F. Hoppe-Seyler*, *Medizinisch-chemische Untersuchungen*, S. 215. Berlin. 1867. — *M. A. Macheboeuf*, *Recherches sur les lipides, les stérols et les protéides du serum et du plasma sanguin*. Thèse Fac. Sci. (Paris 1929). — *G. Sándor*, *Le problème des protéides*. Paris. 1934. — *A. Kleczkowski*, *Biochem. Z.* **299**, 311 (1938). — *St. J. von Przylecki* in *Die Methoden der Ferment-*

säure-Phosphorsäureverbindungen, die weder zu den echten, noch zu den wasserlöslichen Phosphatiden gehören“. An Lipoiden wurden Sterine, wachsartige Produkte und ein ungesättigter Kohlenwasserstoff nachgewiesen.

III. Lipovitamine im Getreidekeim.

Vitamin A. Auf Grund der Untersuchungen von *A. Scheunert*²¹ enthält der Getreidekeim „auch Vitamin A in reichlicher Menge“, und zwar in Gestalt seiner Vorstufe Carotin. „Trotz dieses Vorkommens ist aber der Vitamin-A-Gehalt praktisch ohne Bedeutung. Der mengenmäßige Anteil des Keimes am ganzen Korn ist so gering, daß selbst in einem Vollkornmehl das Vitamin A nicht deutlich nachgewiesen werden kann“.²¹

Vitamin D. Die Vorstufe Ergosterin ist im Getreidekeim ebenfalls vorhanden.²¹

Vitamin E. Die Gegenüberstellung der Tabelle 5 zeigt, daß der Getreidekeim die reichste natürliche Vitamin-E-Quelle ist.

Tabelle 5. Vergleichende Vitamin-E-Wirksamkeit einiger Nahrungsgüter.²²

	Vitamin-E-Einheiten je 100 g
Weizenkeimöl	1350
Weizenkeime	400
Grüner Salat, getrocknet	250
Grüner Salat, frisch	40
Erdnüsse	100
Brunnenkresse	50
Sojabohnenöl	50 bis 100
Leinöl	50 „ 100
Schweinefett	20 „ 30
Rindsmuskel	20 „ 30
Rindsleber	10 „ 20
Rindsniere	10 „ 20

Von *K. H. Wagner* wurde für Weizenkeimöl ein Gehalt von 800 mg^o/_o Vitamin E angegeben, während wir im Roggenkeimöl etwa 1050 mg^o/_o Tokopherol nach dem Verfahren von *H. W. Meenen*²³ fanden. Das Ver-

forschung, Bd. 1 (herausgegeben von *E. Bamann* und *K. Myrbäck*), S. 432. Leipzig: Georg Thieme. 1941. — Vgl. auch *W. Halden* und Mitarbeiter, Fette u. Seifen 51, 96 (1944).

²⁰ *H. Friese, R. Benze, H. Pommer* und *R. Wiebeck*, Ber. dtsh. chem. Ges. 75, 1996 (1942).

²¹ Die Ernährung 1, 54 (1936).

²² *W. John*, Naturwiss. 26, 449 (1938).

²³ Fette u. Seifen 48, 608 (1941).

hältnis dieser Zahlenwerte steht in Übereinstimmung mit den Befunden von *J. Litzendorff* und *E. Schneider*, die in Weizen- bzw. Roggenkörnern Tokopherolgehalte von 6,5 mg% bzw. 10 mg% ermittelten.²⁴ Für Weizenvollkornschrot lag bei einem Wassergehalt von 15% der Tokopherolgehalt bei 7,5 mg%. In Haferkörnern wurden von diesen Verfassern 17,5 mg% Tokopherol gefunden.

IV. Ranzigkeitsschutz von Getreidekeimen.

Schon zu Beginn der Vitamin-E-Forschung wurde erkannt,²⁵ daß dieser fettlösliche Wirkstoff eine Schädigung durch Stoffe peroxydartigen Charakters, z. B. Ranzigkeitsprodukte erfährt.²⁶ In ähnlicher Weise beobachtete *W. Rudolph*²⁷ eine Wirkungsabnahme von Carotin bei der Einwirkung von Fettsäureperoxyden. Die Schädlichkeit ranziger Fettstoffe auf die Vitamin-E-Wirksamkeit ergibt sich auch aus den Befunden von *H. Steenbock*,²⁸ wonach bei gleichzeitigem Verfüttern Vitamin-E-haltiger Nahrung und ranziger Fettstoffe Resorptionssterilität auftrat; dagegen zeigten sich keine Ausfallserscheinungen, wenn die Nährstoffe getrennt verfüttert wurden. Im natürlichen Verbands ist Vitamin E meist wenig empfindlich gegen Erhitzung, dagegen nimmt seine Wirksamkeit auch im Getreidekeim bei Zunahme der Säurezahlen (und *Lea*-Zahlen als Maßzahlen für Ranzigkeit) stark ab, worauf insbesondere von *F. Grandel*²⁹ hingewiesen wurde.

Aus dieser Erkenntnis haben wir uns eingehender mit der Möglichkeit einer Stabilisierung des Lipoidkomplexes der Getreidekeime befaßt und gelangten zu einem kombinierten, technisch brauchbaren „Verfahren zur Herstellung haltbarer Nährprodukte“, bei dem insbesondere durch „innere Mälzung“ unter Beimischung natürlicher Inhibitole (Antioxydantien) der Ranzigkeitsschutz von Getreidekeimen erzielt wird.³⁰

Zusammenfassung.

1. Roggen- und Weizenkeime besitzen unter sämtlichen pflanzlichen und tierischen Fetten den höchsten Gehalt an biologisch wichtigen Linol-

²⁴ Die Ernährung 7, 209 (1942).

²⁵ *H. M. Evans* und *G. O. Burr*, *J. Amer. Med. Assoc.* 89, 1587 (1927). — *M. J. Cummings* und *H. A. Mattill*, *J. Nutrit.* 3, 421 (1931).

²⁶ Vgl. *A. Scheunert*, Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. I, S. 768. Berlin: Springer-Verlag, 1933. — *F. Verzár* in *E. Abderhalden*, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. V, Teil 3 B, H. 8, 293 (1937).

²⁷ *Naturwiss.* 26, 664 (1938).

²⁸ *Amer. J. Physiol.* 125, 593 (1939).

²⁹ *Z. Unters. Lebensmittel* 79, 64 (1940).

³⁰ *W. Halden*. *Österr. P. Anm.* 1946; *Schweiz. P. Anm.* Nr. 16.715 (1946); *A. P. Anm. Ser. Nr.* 693.573 (1946).

säuren, deren $\Delta^9,11$ -Form im Öl des Roggenkeimes spektrographisch nachgewiesen wurde.

2. Die Phosphatidgehalte liegen in Getreidekeimen zwischen 1,2 bis 1,3% und werden bei pflanzlichen Produkten nur von denjenigen der Sojabohne sowie mancher Hefearten übertroffen.

3. Getreidekeimöle bilden die reichste natürliche Quelle der Vitamine E, die gegen Aktivitätseinbußen (als Folge des im Getreidekeim leicht einsetzenden Fettverderbs) allgemein geschützt werden sollten.

4. Ein neu entwickeltes Verfahren zur Werterhaltung von Getreidekeimen durch selbsttätige Mälzung unter Beimischung natürlicher Inhibitole führt zur Stabilisierung der im Mais-, Roggen- und Weizenkeim enthaltenen Lipoidgefüge.