

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit
Band: 36 (1945)
Heft: 6

Artikel: Über die Bewertung von Filtrationsenzymen
Autor: Weber, F. / Deuel, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982834>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Über die Bewertung von Filtrationsenzymen

Von F. Weber und H. Deuel

(Aus dem Agrikulturchem. Institut der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich)

1. Allgemeines über Filtrationsenzyme und über Pektinase

Die *Filtrationsenzyme* dienen bei der Bereitung von Fruchtsäften zur Beschleunigung der Klärung, zur Erleichterung der Filtration und zur Vermeidung von Nachtrübungen. Sehr bewährt haben sie sich ausserdem bei der Herstellung von Fruchtsaftkonzentraten zur Verhinderung von Gelierungen. Etwa gleichzeitig kamen die Filtrationsenzyme 1930 in den U.S.A. und in Deutschland auf den Markt. Die Trockenpräparate des Handels (Pectinol, Filtragol, Ido usw.) werden durch Züchtung von Pilzen (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Botrytis*) auf verschiedenen Nährböden gewonnen. Über die Anwendung der Filtrationsenzyme in der Obstverwertungsindustrie ist oft berichtet worden (z.B. 1, 5, 11, 13, 15, 20, 21, 23—26, 34—36, 38—40).

Der wesentliche Bestandteil der Filtrationsenzyme ist die sog. *Pektinase*. Es handelt sich dabei um ein Ferment, das Pektin spezifisch abzubauen vermag. Es sprengt die glykosidischen Bindungen des Pektinmakromoleküls. Das Endprodukt dieses Abbaus (Pektolyse) ist der Grundbaustein des Pektins: die Galakturonsäure bzw. der Methylester der Galakturonsäure. In der Praxis ist eine völlige Degradation des Pektins nicht notwendig. — Die Filtrationsenzyme des Handels enthalten noch eine grosse Anzahl verschiedener anderer Fermente, die Eiweisse, Zellulose, Hemizellulose usw. angreifen. Diese Enzyme sind jedoch bei der Saftbereitung von untergeordneter Bedeutung. Von Interesse ist, dass Gelatine, die ja zur Schönung sehr viel verwendet wird, zerstört werden kann. — Der Gehalt der Filtrationsenzyme an Pektinase kann mit Hilfe der heutigen Methoden nicht angegeben werden. Die pektolytische Wirksamkeit eines Filtrationsenzymes — nach irgend einer Methode bestimmt — ist stets eine unbekannte Funktion der Menge und Qualität der vorhandenen Pektinase.

Das im frisch gepressten Fruchtsaft gelöste *Pektin* vermag die Viskosität (Zähigkeit, innere Reibung) desselben z.T. sehr stark zu erhöhen. Diese gesteigerte Viskosität verlangsamt die Filtriergeschwindigkeit. Ausserdem werden durch das hochmolekulare Pektin im Saft suspendierte Trubstoffe stabilisiert, d. h. sie sedimentieren nur sehr langsam. Das Pektin, dessen Menge und Zusammensetzung von Saft zu Saft verschieden sein kann, lässt sich durch *Abbau zu kleineren Bruchstücken* oder durch *Ausfällung* unschädlich machen. Dazu können viele verschiedene chemische und physikalische Verfahren herangezogen werden. Aus ernährungsphysiologischen und geschmacklichen Gründen können in der Lebensmittelindustrie vor allem enzymatische Prozesse mit Erfolg ange-

wandt werden. In der Praxis haben sich die pektinase-haltigen Produkte gut bewährt.

Die Pektinase ist im Pflanzenreich weitverbreitet. Ihre Abgrenzung von der sog. Protopektinase, die in der Zellmembran verankerte Pektinstoffe löslich macht und bei der Faserröste von Bedeutung ist, ist noch wenig geklärt. Der Name Pektinase wurde 1898 von *Bourquelot* und *Hérissey* (4) eingeführt. Zuerst wurde die Pektinase in keimender Gerste aufgefunden. Früher sprach man allgemein von Cytase, einem Enzymgemisch, das oft auch Pektinase enthält. *Ehrlich* (8) prägte 1932 den Namen Pektolase. Diese Bezeichnung ist jedoch mit der der Pektinase synonym. — Es liegen eingehende Zusammenfassungen über die Pektinase vor (3, 9, 16, 27). Gründliche Untersuchungen stammen u. a. von *Davison* und *Willaman* (6), *Ehrlich* (8, 10), *Kertesz* (17) und *Mehlitz* (28—30).

In der Pflanzenphysiologie spielt die Pektinase eine wichtige Rolle. Phytopathogenen Mikroorganismen dient sie als Wegbereiter einer Infektion. Pektinase findet sich unter den Pollenenzymen. Auch bei der Keimung wirkt dieses Ferment oft mit. Malzauszüge und Diastasepräparate besitzen daher oft eine — wenn auch geringe — pektolytische Wirksamkeit. Bei der Fermentation von Kaffeebohnen (31) wurde Pektinase nachgewiesen. Auch bei der Zersetzung pflanzlichen Materials im Boden und im Stallmist wurde wiederholt das Vorhandensein von Pektinase festgestellt. Wichtig für die Verdauung pflanzlicher, pektinhaltiger Gewebe durch Mensch und Tier ist die Bildung von Pektinase durch die Darmflora (z.B. 18, 37). So findet sich z.B. Pektinase in dem Präparat Luizym (Luitpoldwerke, München), das in der Humanmedizin bei Verdauungsschwäche gegenüber pflanzlicher Kost empfohlen wird. Auch im Emulsin, in der Takadiastase und im Lebersekret der Weinbergschnecke konnte Pektinase nachgewiesen werden. — Besonders weit verbreitet ist die Pektinase bei Schimmelpilzen (z.B. 2, 33). Sehr aktive Pektinase soll *Penicillium Ehrlichii* (auf Zuckerrübe) produzieren (19). — Bei der Pektinfabrikation sind pektinasebildende Schimmelpilze selbstverständlich sehr gefürchtet.

Ob die Pektinasen aus verschiedenen Materialien untereinander identisch sind, steht nicht fest. Dagegen sprechen vielleicht die recht verschiedenen pH-Optima, die nach Angaben der Literatur zwischen 3,0 und 6,3 schwanken. Bei stark saurer (unter pH=2) und bei alkalischer Reaktion ist die Pektinase nicht tätig. Daher lässt sich auch die enzymatische Pektolyse durch Zugabe von Alkali abstoppen. Vor allem *Mehlitz* (27) hat den pH-Einfluss studiert. — Durch Erwärmen über 60° oder durch Zusatz grösserer Mengen Formaldehyd kann die Pektinase inaktiviert werden. Tannin kann die Wirksamkeit der Pektinase stark vermindern (28). Schweflige Säure und Natriumbenzoat sind von geringem Einfluss auf die pektolytische Kraft. Nur durch die Verhinderung des Wachstums pektinaseproduzierender Schimmelpilze können diese Verbindungen einem Pektinabbau entgegenwirken. — Sehr aktive Pektinasepräparate können aus Schimmelpilzextrakten durch Eindampfen im Vakuum oder durch Ausfällen (mit Alkohol, Aceton, Ammonsulfat) gewonnen werden.

Pektinasepräparate besitzen ausser bei der Herstellung von Fruchtsäften nur geringe *praktische Bedeutung*. Sie sollen sich zur Behandlung von Fruchtbrei vor der Pressung eignen, da dadurch die Saftausbeute wegen Aufschlusses des Gewebes gesteigert werden kann (38). — Durch enzymatische Pektolyse können Pektine aus Fasern entfernt werden. — Die Pektinasewirkung von Verdauungspräparaten wurde bereits erwähnt. — Mit Hilfe von Pektinase kann aus Pektin oder Pektat Galakturonsäure in einer Ausbeute von mehr als 90 % der Theorie gewonnen werden. Durch Säurehydrolyse werden bedeutend schlechtere Ergebnisse erzielt. — Pektinase kann auch in der analytischen Chemie Verwendung finden. Nach *Widmer* (38) wird die Filtration bei der Weinsäurebestimmung von Säften durch Filtrationsenzyme stark erleichtert. *Letzig* (22) empfiehlt zum Nachweis von Pektin in Milcherzeugnissen viskosimetrische Bestimmungen vor und nach Zugabe von Pektinase. Bei Abnahme der Viskosität durch den Enzymzusatz schliesst er auf Gegenwart von Pektin.

Beiläufig sei erwähnt, dass auch mit dem Enzym *Pektase* ein gewisser Erfolg bei der Saftklärung erzielt werden kann, wie vor allem in Russland festgestellt wurde (*L. N. Burowaja*, Ref. C. 1939, I., 1089). Bei der Selbstklärung von Fruchtsäften ist die Pektase von Bedeutung (30). Durch Pektasezusatz wird eine Unschädlichmachung des Pektins meist erst nach vielen Tagen erreicht. Vor allem dürfte wegen der zu sauren Saftreaktion die Pektase nur schlecht zur Wirkung kommen. Das pH-Optimum liegt in der Nähe des Neutralpunktes. Die Pektase wirkt auf ganz andere Weise als die Pektinase. Sie verseift das Pektin unter Freiwerden von Methylalkohol. Das Endprodukt dieser Hydrolyse ist die methoxylfreie Pektinsäure. Durch die Verseifung werden die Pektinstoffe elektrolyt-empfindlicher, und sie können durch Calcium-, Wasserstoff- und andere Ionen des Saftes ausgefällt werden. Der hochpolymere Zustand der Pektinstoffe bleibt hier erhalten. — Die Pektase ist also eine — wohl relativ unspezifische — Phytolipase. Die einschlägige Literatur ist sehr umfangreich (Zusammenfassungen: 3, 9, 16). Aktive Pektase findet sich z. B. in Klee, Luzerne, Kartoffelkraut, Tabak, Tomate, Karotte, *Carica Papaya*, *Botrytis*-Pilz. — Die Pektaseaktivität kann durch Ermittlung der Geliergeschwindigkeit einer neutralisierten, CaCl_2 -haltigen Pektinlösung oder durch Bestimmung der freiwerdenden, sauren Karboxylgruppen bzw. des abgespaltenen Methylalkohols charakterisiert werden.

2. Ermittlung der Aktivität von Pektinase-Präparaten

Die viskosimetrische Bewertungsmethode

Den Abbau des Pektins durch Pektinase kann man auf verschiedenem Wege verfolgen. *Mehlitz* (29), der die Pektolyse unter Standardbedingungen erfolgen lässt, unterbricht die Pektinasewirkung durch Zusatz von Formaldehyd. Das Restpektin bestimmt er als *Calciumpektat* nach einer Methode, die etwas von

dem von *Carré* und *Haynes* angegebenen Verfahren abweicht. Die Abnahme der Menge an Calciumpektat dient als Mass für die pektolytische Kraft des Filtrationsenzymes. Es kann jedoch bereits ohne Abnahme der Calciumpektatmenge ein Pektinabbau stattgefunden haben. Wegen der Umständlichkeit und Anfechtbarkeit dieser Methode sei auf die Definition der *Mehlitz*-Einheit von Pektinase-Präparaten nicht näher eingetreten.

Auch die *Abnahme der Fällbarkeit des Pektins durch verschiedene Elektrolyte, durch Alkohol oder durch das Enzym Pektase* kann zur groben Bewertung von Filtrationsenzymen herangezogen werden. Brauchbar erscheint die *Bestimmung der Zunahme an Aldehydgruppen* z. B. durch die Feststellung der Jod- oder Kupferzahl (7, 10, 12, 14, 17). Die *Abnahme der positiven optischen Aktivität* wurde von *Ehrlich* (8) zur Charakterisierung des Abbaus verwendet. — Typisch für einen fortschreitenden Pektinabbau erscheint auch die *Zunahme der Orangefärbung* nach Erhitzung der Lösung mit Bleiessig (8). — Die enzymatische Pektindegradation ist nach *Pilnik* (32) mit Hilfe der *Strömungsdoppelbrechung* nur schwer quantitativ zu verfolgen. — Die *Zunahme der Sedimentationsgeschwindigkeit von Trubstoffen* und die *Zunahme der Filtrationsgeschwindigkeit* ist ebenfalls schwierig zu bestimmen. Die Aktivität von Filtrationsenzymen lässt sich auch durch Grossversuche direkt in der Mosterei nur wenig genau abschätzen. — Die Abnahme der *Gelierfähigkeit* des Pektins kann als Mass für die Pektinase-Wirkung ausgewertet werden (7). Diese Methode ist recht empfindlich für geringe Unterschiede in der Enzymaktivität.

Besonders bewährt haben sich die leicht auszuführenden Bestimmungen der *Viskosität*. Sie werden auch in den Laboratorien der Industrie viel benutzt. Je stärker die Verminderung der Viskosität der Pektinlösung ist, desto grösser ist die pektolytische Kraft des betreffenden Präparates. — Durch Viskositätsmessungen können auch, abgesehen von der Pektinase, andere Enzyme nachgewiesen werden. (Abnahme der Viskosität bei Lösungen von Gelatine, Methylzellulose, Zelluloseglykolsäure, Caruba-Hemizellulose usw.)

Wichtig ist, dass für Vergleichszwecke der Viskositätstest stets unter peinlich gleichen Bedingungen durchgeführt wird. Bei der Wahl der einzuhaltenden Standardbedingungen hat man zunächst einen ziemlich weiten Spielraum. — Die Viskositätsverhältnisse von Pektinlösungen sind äusserst kompliziert (7). Wenn nicht bei gleicher Pektinkonzentration, mit demselben Pektinpräparat, bei bestimmtem pH, bei stets gleichem Zusatz an niedermolekularen Elektrolyten usw. gearbeitet wird, sind Vergleiche nicht möglich.

Zunächst muss die Viskosität der pektinfreien Lösung v_0 bekannt sein. Ausserdem ist stets die Viskosität der Pektinlösung ohne Enzym oder mit inaktiviertem Enzym v_a und mit dem aktiven Präparat nach normierter Einwirkungsdauer v zu bestimmen. Bei geeigneter Messmethodik sind die absoluten Viskositäten (v_0 , v_a und v) den Fallzeiten der Kugel im *Höppler*-Viskosimeter oder den Ausflusszeiten im *Ostwald*-Viskosimeter (t_0 , t_a und t) proportional.

Als Mass für den Pektinabbau soll die folgendermassen definierte *Abbauzahl* A dienen:

$$A = \frac{t_a - t}{t_a - t_0} \cdot 100$$

Beispiel für die Berechnung der Abbauzahl A aus den Fall- oder Ausflusszeiten:

Pektinfreie Lösung	$t_0 = 15$ Sekunden.
Pektinlösung ohne oder mit inaktivem Enzym	$t_a = 80$ Sekunden.
Pektinlösung mit aktivem Enzym nach normierter Einwirkungsdauer	$t = 39$ Sekunden.

$$A = 100 (80 - 39) / (80 - 15) = \text{ca. } 63,1.$$

Die Abbauzahl stellt die Abnahme der spezifischen Viskosität durch die Pektinasewirkung in Prozent der spezifischen Viskosität der unabgebauten Pektinlösung dar. A ist kein absolutes Mass für die stattgefundene Pektindegradation.

Die Viskosität der abgebauten Lösung kann dadurch bestimmt werden, dass man direkt die Pektin-Pektinase-Lösung in das Viskosimeter gibt und zur gewünschten Zeit die Viskosität misst. Man kann natürlich auch die Pektolyse nach der festgesetzten Einwirkungsdauer unterbrechen, z. B. durch Aufkochen oder durch Zugabe von Natronlauge oder Formaldehyd.

Um dem Verwendungszweck der Filtrationsenzyme nahe zu kommen, wird im folgenden der *Viskositätstest an Lösungen von Pektin in verdünntem Apfelkonzentrat* vorgenommen. Die Bestimmungen lassen sich stets in gleicher Weise durchführen, wenn die Lösungen aus demselben Apfelkonzentrat und demselben Pektinpräparat hergestellt werden.

Durchführung des Viskositätstestes

1. *Herstellung des verdünnten Apfelkonzentrates.* Durch Verdünnen mit Wasser wird z. B. ein Saft mit folgenden Eigenschaften gewonnen: spezif. Gewicht = 1,047 bis 1,048; pH = 3,4 bis 3,6; Viskosität $v_0 = 0,015$ bis 0,016 Poise bei 20° C. — Zur Haltbarmachung enthält der verdünnte Saft 0,15 % Natriumbenzoat.

2. *Herstellung der Apfelsaft-Pektinlösung.* 5 g Trockenpektin werden im Becherglas mit 5 cm³ ca. 90 %igem Alkohol befeuchtet und mit ca. 500 cm³ verdünntem Apfelkonzentrat versetzt. Unter ständigem Rühren wird auf 50° C erwärmt. Die homogene Lösung wird in einen 1-Liter-Messkolben gespült, und es wird nach Abkühlung genau bis zur Marke mit verdünntem Apfelkonzentrat aufgefüllt. Dann wird noch durch ein Jenaer Filter (G 2) filtriert. Diese Lösung ist bei 4 bis 5° C während drei Wochen ohne nennenswerte Verminderung der

Viskosität haltbar. Die Viskosität v_a hängt stark vom Pektinpräparat ab; sie beträgt z. B. 0,05 bis 0,14 Poise bei 20° C.

3. *Herstellung des Enzymauszuges.* 2,00 g feingemahlten Pektinasepräparates, das vorher bei nicht mehr als 50° C getrocknet wurde, werden mit 100 cm³ pektinfreiem, verdünntem Apfelkonzentrat vermischt und bei etwa 40° C während zwei Stunden geschüttelt. Danach wird noch filtriert.

4. *Mischung der Pektinlösung und des Enzymauszuges. Messung der Viskosität.* 10 cm³ des Enzymauszuges (oder einer vorfiltrierten Nährlösung von Pilzkulturen) werden in ein 100 cm³ Messkölbchen pipettiert. Dann wird mit der Apfelsaft-Pektin-Lösung genau bis zur Marke aufgefüllt. Die gut gemischte Lösung wird bei 20° C aufbewahrt. Genau nach sechs Stunden wird die Viskosität v bei 20,0° C bestimmt. (Bei den folgenden Messungen wurde mit dem Höppler-Präzisionsviskosimeter gearbeitet.)

In den Tabellen 1 und 2 finden sich einige Messungen des zeitlichen Pektinabbaus durch das Handelspräparat Filtragol. Variiert wurde, abgesehen von der Zeit, die Enzymkonzentration und das Pektinpräparat. Man erkennt, dass es wichtig ist, beim Vergleich zwischen verschiedenen Enzympräparaten stets mit dem gleichen Pektinmuster zu arbeiten. Das Pektinpräparat 1 der Tabelle 2 besitzt einen höheren Veresterungsgrad und ein geringeres Molekulargewicht als das Präparat 2. (Die quantitative Bestimmung des Veresterungsgrades und des relativen Molekulargewichtes ist an anderer Stelle beschrieben; 7.)

Tabelle 1

Viskosimetrische Verfolgung des Pektinabbaus bei zwei verschiedenen Pektinase-Konzentrationen

0,5 % Pektin mit Veresterungsgrad von 62 % in verdünntem Apfelkonzentrat:
 $v_a = 0,120$ Poise — Verdünntes Apfelkonzentrat ohne Pektin: $v_o = 0,0156$ Poise

Einwirkungsdauer in Stunden	Auszug aus 1 g Filtragol	Auszug aus 2 g Filtragol
	Abbauzahl A	
1	1,5	14,0
2	4,0	34,7
3	9,5	48,0
6	17,0	67,7
9	25,0	77,0
24	49,0	91,7

Tabelle 2

Viskosimetrische Verfolgung des Pektinabbaus mit zwei verschiedenen Pektin-Präparaten

0,5 % Pektin
Auszug aus 2 g Filtragol

Einwirkungsdauer in Stunden	Pektin 1	Pektin 2
	Veresterungsgrad 72% $v_a = 0,0859$ Poise	Veresterungsgrad 62% $v_a = 0,117$ Poise
	Abbauzahl A	
0,5	5,0	13,8
1	7,8	24,0
2	12,5	39,7
6	34,5	62,0
19	69,0	86,4

In den Tabellen 3 und 4 werden einige Filtrationsenzyme des Handels und einige Mycelien und Nährlösungen von Schimmelpilzkulturen nach dem oben angegebenen Verfahren (6 Stunden Einwirkungsdauer) testiert. Es wurde stets das gleiche Pektinpräparat mit einem Veresterungsgrad von 72% verwendet. Die Ausgangsviskosität des pektinhaltigen Apfelsaftes betrug $v_a = 0,074$ bis $0,078$ Poise. Der pektinfreie Apfelsaft besass eine Viskosität $v_o = 0,0156$. — Es zeigen sich sehr deutliche Unterschiede in der Aktivität verschiedener Pektinase-Präparate. Aus Tabelle 4 ergibt sich, dass die Enzymaktivität des Mycels zu der Aktivität der zugehörigen Nährlösung in keinem festen Verhältnis steht.

Tabelle 3

Bewertung verschiedener Filtrationsenzyme des Handels nach ihrer Pektinase-Aktivität

Filtrationsenzym Nr.	Abbauzahl A
1	61,7
2	85,7
3	53,8
4	2,5

Tabelle 4

Bewertung von drei Schimmelpilzkulturen auf ihre Pektinase-Aktivität

Die drei nicht näher identifizierten Pilze wurden auf einer Nährlösung, die 3,3 % Malzextrakt und 0,7 % Pektin enthielt, gezüchtet*). Die bei 40° C getrockneten Mycelien und die zugehörigen Nährlösungen wurden getrennt untersucht.

Pilzstamm Nr.	Mycel	Nährlösung
		Abbauzahl A
1	14,0	62,5
2	63,0	30,0
3	49,7	39,0

*) Für die Überlassung der Schimmelpilzkulturen sind wir Herrn Prof. Dr. O. Jaag (Inst. für spez. Botanik, E.T.H., Zürich) zu Dank verpflichtet.

Beim enzymatischen Pektinabbau der Tabelle 5 zeigt sich, dass die prozentuale Abnahme der Geléegrade und der spezifischen Viskositäten der Reaktionslösung nahe beieinander liegen. Durch Gelfestigkeit und Viskosität wird also die gleiche Eigenschaft des Pektins (Kettenlänge) erfasst. Die Abnahme der Viskosität der verdünnten Natriumpektatlösung in 0,05 n NaOH weist einen etwas anderen Verlauf auf (Methodik s. 7). — Während des pektolytischen Abbaus blieb der Veresterungsgrad des Pektins (66,3 %) unverändert.

Tabelle 5

Verfolgung eines enzymatischen Pektinabbaus durch Geléeegrad und Viskosität

3 Liter Reaktionslösung enthielten 9,57 g Pektin und den Extrakt aus 1,5 g Filtrationsenzym des Handels. Temperatur 20° C.

Reaktionszeit in Minuten	Abnahme der Geléegrade in % (Geléegrade anfangs 345 gleich 100%)	Abbauzahl der Reaktionslösung (0,319% Pektin, spezif. Visk. anfangs 4,11 gleich 100%)	Abbauzahl der halbkonz. Na-pektatlösung (spezif. Visk. anfangs 0,490 gleich 100%)
0	0	0	0
5	8,5	4,0	5,3
35	24,1	22,5	13,7
50	31,0	29,5	19,6
65	33,4	35,0	25,7
95	39,4	44,0	30,3
125	52,2	53,0	37,3
155	58,3	58,0	41,2
185	65,8	63,0	46,3
215	72,5	66,5	51,0

Zusammenfassung

Es werden die Verbreitung und die Eigenschaften der Pektinase, des wirksamen Fermentes der «Filtrationsenzyme», an Hand der Literatur besprochen.

Zur Bewertung der Filtrationsenzyme wird ein einfacher Viskositätstest der den Verhältnissen bei der Saftklärung angepasst ist, beschrieben. Durch einige viskosimetrische Messungen wird diese Methode zur Ermittlung der Pektinase-Aktivität illustriert.

Résumé

La dissémination et les propriétés de la pectinase, le ferment actif des «enzymes de filtration», sont discutées au cours d'une étude des données de la littérature.

Pour l'appréciation des enzymes de filtration on décrit un test simple de viscosité adapté aux conditions de l'éclaircissement des jus. Cette méthode de détermination de l'activité des pectinases est illustrée par quelques mesures viscosimétriques.

Literatur

- 1) G. L. Baker und R. F. Kneeland, *Ind. Eng. Chem.* **27**, 92 (1935).
- 2) K. Bernauer und H. Knobloch, In Bamann-Myrbäck, *Meth. Fermentforsch.* 1323 (1941).
- 3) H. Bock, In Bamann-Myrbäck, *Meth. Fermentforsch.* 1914 (1941).
- 4) E. Bourquelot und H. Hérissey, *C. r.* **127**, 191 (1898).
- 5) U. L. S. Charley, *Fruit Prod. J. Amer. Vin. Ind.* **15**, 267 (1936).
- 6) R. F. Davison und J. J. Willaman, *Bot. Gaz.* **83**, 329 (1927).
- 7) H. Deuel, *diese Mitt.* **34**, 41 (1943); H. Deuel und F. Weber, *Helv.* **28**, 1089 (1945).
- 8) F. Ehrlich, *B.* **65**, 352 (1932); *Bioch. Z.* **250**, 525 (1932); **251**, 204 (1932).
- 9) F. Ehrlich, In Abderhalden, *Hdb. biol. Arbeitsmeth.* **IV**, **2**, 2405 (1936).
- 10) F. Ehrlich, *Enzymologia* **3**, 185 (1937).
- 11) C. R. Fellers, J. A. Clague und R. L. France, *Massach. Stat. Bull.* **293**, 42 (1933).
- 12) W. Grassmann, R. Stadler und R. Bender, *Ann.* **502**, 20 (1933); **503**, 167 (1933).
- 13) E. L. Green und Z. I. Kertesz, *New York State Agr. Exp. Stat. Bull.* **181**, 1 (1931).
- 14) E. Hübler, *Diss. Heidelberg*, 1940.
- 15) Z. I. Kertesz, *New York State Agr. Exp. Stat. Bull.* **589**, 1 (1930).
- 16) Z. I. Kertesz, *Erg. Enzymforsch.* **5**, 233 (1936).
- 17) Z. I. Kertesz, *Am. Soc.* **61**, 2544 (1939).
- 18) Z. I. Kertesz, *J. Nutrition* **20**, 289 (1940).
- 19) H. Klebahn, *Ber. deut. bot. Ges.* **48**, 374 (1930); **51**, 318 (1933).
- 20) G. Krumbholz, *Obst- und Gemüseverwertungsind.* **22**, 651 (1933).
- 21) F. Lange und A. Bohne, *Med. und Chem.* **2**, 205 (1934).
- 22) E. Letzig, *Unters. Lebensmitt.* **72**, 312 (1936).
- 23) H. Lüers und A. Loether, *Wschr. Brau.* **52**, 49 (1935).
- 24) R. E. Marshall, *Ind. Eng. Chem.* **33**, 285 (1941).
- 25) A. Mehlitz, *Konserv.-Ind.* **17**, 306 und 321 (1930); **19**, 539 (1932); *Allg. deut. Konserv.-Z.* **20**, 348 (1934); *Z. Unters. Lebensmitt.* **68**, 91 (1934); *Congr. internat. chim. ind. agr.* **V**, **2**, 452 (1937); **VI**, **1**, 535 (1939).
- 26) A. Mehlitz, *Süssmost*. 5. Aufl. Braunschweig, 1938.

- 27) *A. Mehlitz*, In Bamann-Myrbäck, *Meth. Fermentforsch.* 2865 (1941).
 28) *A. Mehlitz* und *H. Maass*, *Bioch. Z.* **276**, 66 und 86 (1935).
 29) *A. Mehlitz* und *H. Maass*, *Z. Unters. Lebensmitt.* **70**, 180 (1935).
 30) *A. Mehlitz* und *M. Scheuer*, *Bioch. Z.* **268**, 345 und 355 (1935).
 31) *A. Perrier*, *C. r.* **193**, 547 (1931).
 32) *W. Pilnik*, diese Mitt. **36**, 149 (1945).
 33) *G. A. Pitman* und *W. U. Cruess*, *Ind. Eng. Chem.* **21**, 1292 (1929).
 34) *H. D. Poore*, *Fruit Prod. J. Amer. Vin. Ind.* **14**, 170 (1935).
 35) *E. Popowa*, *Rev. Appl. Mycol.* **15**, 103 (1936).
 36) *K. Täufel*, *Chem. Z.* **59**, 165 (1935).
 37) *S. C. Werch*, *A. A. Dag*, *R. W. Jung* und *A. C. Ivy*, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **46**, 569 (1941).
 38) *A. Widmer*, diese Mitt. **25**, 216 (1934); **27**, 347 (1936); *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* (1937/41).
 39) *J. J. Willaman* und *Z. I. Kertesz*, *Fruit Prod. J. Amer. Vin. Ind.* **11**, 39 (1931); *New York State Agr. Exp. Stat. Bull.* **178**, 1 (1931).
 40) *W. Zimmermann*, *L. Malsch* und *R. Weber*, *Vorratspflege und Lebensmittel-forsch.* **2**, 271 (1939).

Die quantitative Analyse des Weizenkeimöles, zugleich Beitrag zur rhodanometrischen Analyse der Fette

Von *Ernst Iselin*

(Mitteilung aus dem Kant. Laboratorium in Basel)

Das aus den Keimlingen von *Triticum vulgare* gewonnene Öl ist wegen der im Unverseifbaren vorkommenden schönkristallisierbaren sterinartigen Verbindungen «Tritisterine»¹⁾ zu einer gewissen Bedeutung gelangt. Es handelt sich dabei um Vitamin E-wirksame Stoffe, die sogenannten Tocopherole (Alpha und Beta Tocopherol). Der chemische Name weist auf die Bedeutung für die Fortpflanzung hin: tokos = Geburt; phero = trage. Vitamin E-Mangel soll Schäden der Fortpflanzungsorgane hervorrufen. Bei der Frau sollen sich diese durch Fruchttod, Abort und Frühgeburt zeigen, beim Manne durch Sterilität. Während der Schwangerschaft soll der Tagesbedarf ca. 2—5 mg betragen.

Die Getreidekeime sind die reichsten Vitamin E-Quellen: 100 g Weizenkeimöl enthalten 300—520 mg. Für den Fett- und Proteingehalt der Weizenkeime wurden folgende Werte gefunden:

	Öl	Protein
Keimlinge, aus der Mühle gezogen	7,1 %	26,1 %
Abgesiebte Weizenkeime	9,8 %	33,7 %

Angaben über die Kennzahlen des Weizenkeimöles finden sich in der Bibliographie der Fette von *W. Halden* und *A. Grün*²⁾ und ferner in einer Arbeit von *Ch. D. Ball*³⁾. Die Angaben sind dürftig, die Kennzahlen zeigen grosse Schwankungen.