

Über die Lindstoffe fadenziehender Weine

Autor(en): **Büchi, W. / Deuel, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **45 (1954)**

Heft 3

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-984024>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Über die Lindstoffe fadenziehender Weine

Von *W. Büchi* und *H. Deuel*

(Agrikulturchemisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich)

(Mai 1954)

Das Lind-, Schleimig- oder Zähwerden der Weine ist schon lange bekannt¹⁶⁾¹⁵⁾. Diese krankhaft veränderten Weine, die als lind, ölig, fadenziehend usw. bezeichnet werden, fließen lautlos ins Glas und bilden schleimige Fäden¹³⁾¹²⁾. Durch Schütteln oder längeres Stehenlassen der kranken Weine geht das Fadenziehvermögen verloren. Dem Lindwerden der Weine sind bereits zahlreiche Studien gewidmet¹⁹⁾¹⁵⁾¹³⁾¹⁷⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾. Es wird durch Bakterien verursacht⁹⁾¹³⁾¹²⁾. Erst in jüngster Zeit gelang es¹²⁾, einen oder den Erreger der Krankheit, *Streptococcus mucilaginosus var. vini Lüthi*, in Reinkultur zu züchten. Es handelt sich dabei um Kokken, die oft von einer dicken Schleimkapsel von mehrfacher Zellgrösse umgeben sind. Nach eingehenden Untersuchungen der Wachstumsbedingungen dieses Bakteriums⁸⁾ wird es neuerdings als *Streptococcus malolacticus var. mucilaginosus* bezeichnet.

Über die chemische Konstitution der Lindstoffe ist nur wenig bekannt. In der älteren Literatur wird diesen Schleimen Eiweissnatur zugeschrieben (vgl. 13). Da sie jedoch durch Erhitzen und Zugabe von Tannin¹⁹⁾ nicht ausgeflockt werden, dürfte es sich kaum um Eiweisse handeln. Wegen eines vermuteten Gehaltes der Lindstoffe an Aminozuckern¹⁷⁾ hat man sie zu den Mucinen gerechnet. Nach eingehenden Isolier- und Hydrolyseversuchen¹³⁾ handelt es sich um Polysaccharide, die aus Zuckern und Uronsäuren aufgebaut sind.

Im folgenden soll ein Beitrag zur Kenntnis der chemischen Konstitution von Lindstoffen geliefert werden. Die studierten Lindstoffe wurden in Wein bzw. Nährlösungen von verschiedenen Mikroorganismen unter verschiedenen Kulturbedingungen gebildet. Die Lindstoffe wurden nach Isolierung, Reinigung und Hydrolyse auf ihre monomeren Bausteine qualitativ untersucht. Das verfügbare Material gestattete, einige Eigenschaften dieser makromolekularen Stoffe zu studieren, es reichte jedoch für eine gründlichere Konstitutionsermittlung nicht aus. Daher liessen sich auch nicht, wie eigentlich beabsichtigt, Beziehungen zwischen dem molekularen Aufbau und dem Fadenziehvermögen der Lindstoffe herausfinden.

Experimenteller Teil

1. Nährsubstrate

a) Gesunde Weine

Aus den gesunden Weinen mussten die normalerweise vorkommenden Polysaccharide entfernt werden¹⁾. Dazu wurden 100 Liter Wein in einem Hochvakuumdünnschichtenverdampfer (Luwa AG, Zürich) bei 32° C innerhalb 1 Std. auf 13 Liter konzentriert. Das Konzentrat wurde über Nacht bei 4° C stehen

gelassen und der ausgefallene Weinstein abfiltriert. Das Filtrat wurde in 40 Liter 94%igem Äthanol eingegossen. Dabei fielen neben Polysacchariden u. a. auch Eiweisse und Mineralstoffe aus. Nach 2tägigem Stehenlassen wurde die klare überstehende Lösung dekantiert und der zugesetzte Äthanol im Vakuum bei 35° C abdestilliert. Der Destillationsrückstand wurde mit Wasser und Äthanol annähernd auf das Ausgangsvolumen und den ursprünglichen Äthanolgehalt des Weines von ca. 9 Vol. % gebracht.

b) *Halbsynthetische Pepton-Nährlösung NL II* ⁸⁾

10 g Glukose	0,02 g MnCl ₂
10 g Pepton	0,02 g FeSO ₄
1 g Apfelsäure	10 cm ³ Vitaminlösung
2 g KH ₂ PO ₄	ad 1000 ml Wasser
1 g MgSO ₄	pH = ca. 4,5

c) *Synthetische Nährlösung NL III* ⁸⁾

10 g Glukose	0,02 g MnCl ₂
2 g NH ₄ Cl	ad 1000 ml Wasser
2 g KH ₂ PO ₄	pH = ca. 4,5
1 g MgSO ₄	

2. Kulturbedingungen ⁸⁾

Die Nährsubstrate wurden durch zweimaliges Erhitzen auf 85° C sterilisiert. Nach der Impfung wurden die Lösungen bei 23° C stets ca. 4 Wochen bebrütet.

3. Isolierung und Reinigung der Lindstoffe

Die Lindstoffe wurden aus den verschiedenen linden Nährlösungen und zum Vergleich auch aus linden Handelsweinen durch Eingiessen in die 5fache Menge Äthanol bzw. 3fache Menge Azeton ausgeflockt. Nach 1tägigem Stehenlassen wurde die überstehende Lösung abdekantiert, die restliche Suspension zentrifugiert und der Rückstand in Wasser gelöst. Nachdem die Lösung mit Salzsäure auf ein pH von 3 gebracht worden war, wurde erneut zentrifugiert und der Lindstoff erneut, wie oben beschrieben, ausgefällt.

Zur Abtrennung mitgefällter Eiweisse wurden je 2 g roher Lindstoff in 600 cm³ Wasser gelöst und mit 25 cm³ Chloroform und 4,5 cm³ Isoamylalkohol versetzt ²⁰⁾. Dann wurde während 20 Stunden geschüttelt, zentrifugiert und die klare überstehende Lösung von der sedimentierten Eiweiss-Isoamylalkohol-Chloroformschicht abdekantiert. Das Polysaccharid wurde mit Äthanol aus der Lösung ausgefällt. Nach einer zweiten derartigen Behandlung waren die Lindstoffe praktisch stickstofffrei. Ihre wässrigen Lösungen waren noch fadenziehend. (Es zeigte sich jedoch, dass durch weitere Umfällungen der Lindstoffe das Fadenziehvermögen stark herabgesetzt wird, um allmählich völlig zu verschwinden.)

4. Qualitative Bestimmung der monomeren Bausteine der Lindstoffe

30—50 mg gereinigter Lindstoff wurden mit 0,5 cm³ 2n-Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohr im Ölbad bei 110° C während 24 Stunden hydrolysiert. Die Hydrolysate wurden mit Bariumkarbonat neutralisiert und auf Whatmanpapier Nr. 1 bzw. Nr. 541 chromatographiert. Als Lösungsmittel wurden wasser-

Tabelle 1
Monomere Bausteine einiger Lindstoffe

Impfung mit *Streptococcus mucilaginosus* var. *vini* Lüthi, Stamm 216 bzw. Stamm 224

Nährsubstrat	Impfmaterial usw.	Monomere Bausteine der gebildeten Lindstoffe				
		Glukose	Galaktose	Mannose	Arabinose	Galakturonsäure
a) <i>Gesunde Weine</i> Elbling Räuschling	Stamm 224 + <i>Acetobacter rancens</i> <i>Beijerinck</i> ⁺	—	+	+	+	+
	Stamm 224 + <i>Penicillium roquesforti</i> <i>Thom</i> ⁺	—	+	+	+	+
b) <i>Halbsynthetische Pepton-Nährlösung NL II</i>	Stamm 216	+	—	—	—	—
	Stamm 224	+	—	—	—	—
	<i>Streptococcus mucilaginosus</i> <i>Kulka, Cosbie et Walker</i> (Bier)	+	—	—	—	—
	Stamm 216 + <i>Penicillium roquesforti</i> <i>Thom</i> [*]	+	—	+	—	—
	Stamm 216 + <i>Acetobacter rancens</i> <i>Beijerinck</i> ⁺	+	—	+	—	—
	Stamm 216 + <i>Penicillium roquesforti</i> <i>Thom</i> ⁺	+	—	+	—	—
	Stamm 224 + <i>Acetobacter rancens</i> <i>Beijerinck</i> ⁺	—	+	+	+	+
	Stamm 224 + <i>Penicillium roquesforti</i> <i>Thom</i> ⁺	—	+	+	+	+
c) <i>Synthetische Nährlösung NL III</i>	Stamm 216 + <i>Penicillium roquesforti</i> <i>Thom</i> [*]	+	—	+	—	—
	Stamm 224 + <i>Penicillium roquesforti</i> <i>Thom</i> [*]	+	—	+	—	—
	Stamm 216 + <i>Penicillium roquesforti</i> <i>Thom</i> ⁺	+	—	+	—	—

+ Zusätzliche Impfung mit lebenden Mikroorganismen

* Zugabe abgetöteter Trockenpräparate von Mikroorganismen mit noch intakten Enzymen

gesättigte Isobuttersäure, Butanol-Äthanol-Wasser (50:10:40 Vol.%) und Methyläthylketon-Wasser (20:80 Vol.%) verwendet. Als Entwickler diente frisch zubereitete Anilinphthalatlösung. Sämtliche Hydrolysate wurden mit Azetylazeton und p-Dimethylaminobenzaldehyd²⁾ auf Anwesenheit von Hexosamin geprüft. — Es konnten in keinem der untersuchten Lindstoffe Aminosucker nachgewiesen werden.

In Tabelle 1 sind die monomeren Bausteine einiger Lindstoffe, die durch qualitative Papierchromatographie der Hydrolysate ermittelt wurden, zusammengestellt. — Die Polysaccharide linder Handelsweine (Kalterer Auslese VOLG 1948, Dachsener Beerli VOLG 1946 und Uhwiesener Klevener VOLG 1946) bestanden aus Galaktose, Mannose, Arabinose, Rhamnose und Galakturonsäure. Es handelt sich dabei um Gemische von Lindstoffen mit den natürlichen Traubensaft-Polysacchariden.

5. Einige Eigenschaften der Lindstoffe

Die wässrigen Lösungen der schonend isolierten Lindstoffe sind alle stark fadenziehend. Sie zeigen — bestimmt nach der Methode des kapillaren Aufstiegs in Filtrierpapier unter normierten Bedingungen¹³⁾ — starke Schütteleffekte; d.h. durch Schütteln wird die kapillare Steiggeschwindigkeit stark erhöht, und das Fadenziehvermögen geht verloren.

An 0,2%igen wässrigen Lösungen einiger Lindstoffe (Glukane und Glukomannane) wurde der Einfluss verschiedener Oxydationsmittel auf den Schüttel-effekt studiert. Der dabei zuweilen stattfindende oxydative Abbau der Lindstoffe konnte mit der oben erwähnten Filtrierpapiermethode verfolgt werden. Es zeigte sich, dass durch Oxydationsmittel auch ohne Schütteln ein irreversibles Verschwinden des Fadenziehens eintreten kann. In einer inerten Gasatmosphäre ist kein Rückgang des Schütteleffektes festzustellen, ebenfalls nicht bei Luftzutritt. Ein Zusatz von 0,1 % Ascorbinsäure in Gegenwart von Luft oder von 0,01 % Wasserstoffperoxyd auch schon bei Luftabschluss bewirkt rasch ein fast völliges Verschwinden des Fadenziehvermögens.

Auf eine Wiedergabe der Messresultate wird hier verzichtet.

Diskussion

Nach den in Tabelle 1 zusammengestellten Ergebnissen handelt es sich bei den isolierten Lindstoffen um stickstofffreie *Polysaccharide*; dies ist bereits früher¹³⁾ gezeigt worden. Ähnlich wie zahlreiche andere Mikroorganismen können also auch die das Lindwerden von Weinen bewirkenden Bakterien Polysaccharide an die Nährlösung abgeben. Es sei jedoch erwähnt, dass in manchen Versuchen eine Bildung von Lindstoffen nicht nachgewiesen werden konnte.

Es gibt nun nicht nur einen bestimmten Lindstoff. Es werden — je nach Bakterienstamm, Symbionten, Zusammensetzung der Nährlösung usw. — Lind-

stoffe verschiedener chemischer Konstitution gebildet. Auffallend ist, dass die Lindstoffe, die von Reinkulturen von *Streptococcus mucilaginosus var. vini Lüthi* in synthetischen Substraten gebildet werden, von denen natürlich linde Weine verschieden sind. So lieferte Stamm 216 in Reinkultur ein Glukan, in Gegenwart lebender Organismen oder von Trockenpräparaten von *Pencillium roqueforti Thom* jedoch Glukomannane. Ähnlich verhielt sich Stamm 224, der in Reinkultur in einer synthetischen Nährlösung Glukan bildete, in komplizierter zusammengesetzten Nährlösungen jedoch Glukomannane oder Polysaccharide aus Galaktose, Mannose, Arabinose und Galakturonsäure.

Die untersuchten Polysaccharide linder Handelsweine waren aus den gleichen Bausteinen aufgebaut wie die natürlichen Traubensaft-Polysaccharide ¹⁾²²⁾, nämlich aus Galaktose, Mannose, Arabinose, Rhamnose und Galakturonsäure. Nur die aus den linden Weinen isolierten Polysaccharide erwiesen sich jedoch als fadenziehend. Es muss aber betont werden, dass bei diesen Untersuchungen die natürlichen Traubensaft-Polysaccharide miterfasst wurden.

Die augenfälligste Eigenschaft linder Weine und wässriger Lösungen von Lindstoffen ist ihr *Fadenziehvermögen*. Fadenziehvermögen oder Spinnbarkeit wird auch bei verdünnten Lösungen verschiedener anderer Stoffe, wie z.B. von Flohsamenschleim, Polysaccharid-Boratkomplexen, Muzinen, Eiklar und Seifen, beobachtet ⁶⁾⁵⁾⁷⁾¹³⁾²³⁾. Auch die Spinnbarkeit von Glas- und Polyamidschmelzen dürfte durch ähnliche morphologische Verhältnisse der Systeme bedingt sein. Die Voraussetzung für das Fadenziehen ist offenbar ein labiles, dreidimensionales Netzwerk. Vielleicht ist die Fähigkeit zur Ausbildung statistisch anisotroper Raumnetze von besonderer Bedeutung ²¹⁾. Der Aufbau derartiger Lockernetze kann durch lyophile, stark anisodiametrische Makromolekeln oder Mizellen am ehesten zustande kommen ⁷⁾. Bei den Lindstoff-Polysacchariden handelt es sich sicher um stark von der Kugelform abweichende Makromolekeln. Für das Auftreten des Fadenziehens scheinen nun relativ wenig labile Haftpunkte zwischen den Makromolekeln, die leicht gelöst und an anderer Stelle wieder geknüpft werden, notwendig zu sein ⁶⁾. Die Haftpunkte stellen bei fadenziehenden Polysaccharidlösungen wahrscheinlich schwache Nebervalenzbindungen dar. Damit stimmt überein, dass Flohsamenschleim sein Fadenziehvermögen bei Zusatz von wenig Kupferoxydammoniak verliert, nach dem Ansäuern aber wieder fadenziehend wird.

Die eindeutige Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften fadenziehender Systeme ist schwierig. Bestimmte Werte der Viskosität, Elastizität oder Oberflächenspannung genügen nicht für das Zustandekommen des Fadenziehens ²³⁾²⁴⁾. Flüssige Systeme sind wohl nur dann fadenziehend, wenn sie sog. Orientierungsviskosität ¹⁴⁾ besitzen, d.h. wenn die Viskosität mit steigender Schubspannung durch Orientierung anisodiametrischer Teilchen zunimmt. Übliche Viskosimeter eignen sich nicht zur Feststellung der Orientierungsviskosität.

Charakteristisch für linde Weine und wässrige Lösungen von Lindstoffen ist noch der sog. *Schütteleffekt* ¹³⁾, d.h. diese Lösungen verlieren durch blosses

Schütteln ihr Fadenziehvermögen. Ähnlich verhalten sich auch andere fadenziehende Systeme. Bei stark verdünnten Lösungen der Lindstoffe ist der Verlust des Fadenziehens meist ein irreversibler. Zuweilen kann jedoch in Stickstoff- oder Kohlensäureatmosphäre⁸⁾ auch Thixotropie (isotherme, reversible Sol-Gel-Transformation) beobachtet werden. Durch das Schütteln wird sicher die lockere Netzstruktur zerstört, eventuell tritt dabei eine Aggregation (mechanische Koagulation) ein. Bei linden Weinen, die nur sehr wenig Lindstoff (ca. 0,01 %) enthalten, ist eine Rückbildung der Netzstruktur in der ruhenden Lösung zweifellos schwierig. Nach elektronenmikroskopischen Untersuchungen an Lösungen von Flohsamenschleim erfolgt durch Schütteln eine Zusammenlagerung der Makromolekeln zu Aggregaten⁵⁾. Nach Aufkochen (Dispergierung) und anschliessender Abkühlung werden diese geschüttelten Lösungen wieder fadenziehend.

Für das Verschwinden des Fadenziehens linder Lösungen sind jedoch nicht allein mechanische Effekte verantwortlich. So ist z.B. bekannt, dass linde Weine bei blossem Stehenlassen ihr Fadenziehvermögen irreversibel verlieren können¹³⁾⁸⁾. Dabei handelt es sich wohl um einen Abbau der Lindstoff-Makromolekeln durch Enzyme oder besonders durch Oxydationsmittel. Allgemein erfolgt ein oxydativer Abbau von Polysacchariden leicht durch Oxydationsmittel wie Ascorbinsäure + Sauerstoff, Wasserstoffperoxyd, Wasserstoffperoxyd + Ferrosalze usw.¹⁸⁾³⁾⁴⁾. Dies gilt nun auch für die Lindstoffe, wie Angaben der Literatur¹⁷⁾⁸⁾ und eigene Untersuchungen zeigen. Wenn in der Lösung noch andere oxydierbare Stoffe, wie Alkohol oder Zucker, sind, dürfte der oxydative Abbau der Lindstoffe vermindert sein.

Zum besseren Verständnis der Lindstoffe und ihrer merkwürdigen mechanischen Eigenschaften sind noch eingehende Studien notwendig. Zunächst ist noch weiter zu untersuchen, von welchen Kulturbedingungen die Art und Menge der gebildeten Lindstoffe abhängen. Auch die genaue chemische Konstitution der Lindstoffe ist noch weitgehend unbekannt. Es wäre genau zu prüfen, ob es sich bei den isolierten Polysacchariden um Gemische handelt oder nicht. Für eine Erklärung des Fadenziehvermögens aus der chemischen Konstitution muss die Anordnung der Bausteine in der Makromolekel bekannt sein. Es sollte z.B. nach Verzweigungsstellen in der Makromolekel und nach den Gruppen, die für die Nebervalenzbindungen zwischen den Makromolekeln verantwortlich sind, gefahndet werden.

Wir sind den Herren Dr. H. Lüthi und Dr. R. Hochstrasser von der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil für die Überlassung der Mikroorganismenkulturen und für die Bereitstellung und Impfung der Nährlösungen zu grossem Dank verpflichtet. — Die vorliegende Arbeit wurde durch Mittel des *Weinbau-fonds des Eidg. Volkswirtschaftsdepartementes* ermöglicht. Wir danken den zuständigen Bundesbehörden für die gewährte finanzielle Unterstützung bestens.

Zusammenfassung

Aus linden Handelsweinen und künstlich lind gemachten Weinen und Nährlösungen (Impfung mit *Streptococcus mucilaginosus var. vini Lüthi*) werden die Lindstoffe isoliert.

Bei den Lindstoffen handelt es sich um stickstofffreie Polysaccharide. Ihre monomeren Bausteine werden papierchromatographisch bestimmt. Je nach Bakterienstamm, Symbionten, Zusammensetzung des Nährsubstrates usw. werden Lindstoffe verschiedener chemischer Konstitution gebildet. U.a. wurden Glukane, Glukomannane und Polysaccharide, die sich aus Galaktose, Mannose, Arabinose und Galakturonsäure aufbauen, gefunden.

Das Fadenziehvermögen von wässrigen Lösungen der Lindstoffe wird untersucht und diskutiert.

Résumé

Des matières visqueuses des vins gras du commerce, des vins et des solutions nutritives rendues artificiellement grasses (inoculation de *Streptococcus mucilaginosus var. vini Lüthi*) ont été extraites.

Ces substances sont des polysaccharides dépourvus d'azote. Leurs composants monomères ont été déterminés par la chromatographie sur papier. Des matières visqueuses de différente constitution chimique sont formées suivant la variation des solutions nutritives, des bactéries, des symbiotes, etc. Entre autres ont été trouvés des glucanes, des glucomannanes et des polysaccharides constitués par de la galactose, mannose, arabinose et de l'acide galacturonique.

La propriété des solutions aqueuses de ces matières de former des filaments est analysée et discutée.

Summary

The mucilages of ropy wines and of solutions in which ropiness was induced by inoculation with *Streptococcus mucilaginosus var. vini Lüthi* were isolated.

These mucilages are nitrogen-free polysaccharides. Their chemical constitution depends on the varieties of the bacteria, the composition of the culture medium, etc. The polysaccharides examined were found to be among other substances: glucans, glucomannans, and polymers consisting of galactose, mannose, arabinose, and galacturonic acid.

The ropiness of aqueous solutions of these bacterial polysaccharides is studied and discussed.

Literatur

- 1) *W. Büchi*, Diss. ETH, Zürich 1954.
- 2) *F. Cramer*, Papierchromatographie. Weinheim 1951.
- 3) *H. Deuel*, diese Mitt. **34**, 333 (1943).
- 4) *H. Deuel*, Helv. Chim. Acta **26**, 2002 (1943).
- 5) *H. Deuel*, *G. Huber* und *J. Solms*, Experientia **6**, 138 (1950).
- 6) *H. Deuel* und *H. Neukom*, Makromol. Chem. **3**, 13 (1949).
- 7) *H. Erbring*, Kolloid-Z. **77**, 213 (1936).
- 8) *R. Hochstrasser*, Diss. ETH, Zürich 1954.
- 9) *E. Kayser* und *E. Manceau*, Les ferments de la graisse des vins. Epernay 1909.
- 10) *H. Lüthi*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1949**, 266.
- 11) *H. Lüthi*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1950**, 149, 165.
- 12) *H. Lüthi*, diese Mitt. **44**, 30 (1953).
- 13) *L. Martin*, Diss. ETH, Zürich 1948.
- 14) *H. Nitschmann* und *J. Schrade*, Helv. Chim. Acta **31**, 297 (1948).
- 15) *A. Osterwalder*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1919**, 20.
- 16) *L. Pasteur*, Etude sur le vin. Paris 1866.
- 17) *H. Rentschler*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1948**, 7.
- 18) *W. B. van Robertson*, *M. W. Ropes* und *W. Bauer*, Biochem. J. **35**, 903 (1941).
- 19) *L. Sémichon*, Traité des maladies des vins. Montpellier et Paris 1905.
- 20) *M. S. Sevag*, Biochem. Z. **273**, 419 (1934).
- 21) *A. Smekal*, Nov. Acta Leop. N. F. **13**, 487 (1944).
- 22) *J. Solms*, *W. Büchi* und *H. Deuel*, diese Mitt. **43**, 303 (1952).
- 23) *H. Thiele* und *H. Lamp*, Kolloid-Z. **129**, 25 (1952).
- 24) *A. Widmer* und *A. Geiger*, Landw. Jahrb. Schweiz **58**, 930 (1944).