

# Observations sur les qualités olfactives et gustatives des aliments

Autor(en): **Balavoine, P.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **39 (1948)**

Heft 4-5

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-982116>

## **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.

## Observations sur les qualités olfactives et gustatives des aliments

par *P. Balavoine*, Chimiste cantonal émérite, Genève

L'analyse chimique et physique des denrées alimentaires, si poussée soit-elle actuellement, donne des résultats utiles et nécessaires, mais ceux-ci ne fournissent qu'une idée encore grossière et imparfaite de ces qualités qui font que tel aliment plait au consommateur et qui expliquent pourquoi celui-ci plait moins que celui-là. Actuellement donc la dégustation reste souvent seule capable de donner une image exacte et décisive de la qualité d'un produit. J'ai déjà insisté sur ce sujet dans deux notes précédentes <sup>1)</sup> et j'essaye de démontrer ici que l'analyse ne pourra probablement jamais remplacer les «mesures» organoleptiques. Au fur et à mesure que mon expérience s'enrichit dans cette matière, j'acquies toujours plus la conviction que les substances qui occupent une place prépondérante dans l'odeur et la sapidité sont souvent celles qui sont en quantité les plus faibles, même extrêmement faibles. Il est donc nécessaire de donner aux méthodes organoleptiques un statut qui atténue autant que possible leur caractère subjectif et par là leur confère plus de sécurité. Les exemples qui suivent ont été choisis parmi ceux qui puissent apporter quelque lumière sur la nature des substances sapides et odorantes caractéristiques d'aliments dont la valeur de consommation réside en bonne partie, sinon totalement, sur leurs qualités organoleptiques plus que sur leurs propriétés nutritives. Je renvoie le lecteur à mes précédentes notes pour les conditions dans lesquelles doit se faire la dégustation et pour les précautions à prendre. Après maintes expériences j'ai adopté la méthode suivante: On prépare une série des dilutions croissantes mais voisines de ce qu'on suppose devoir être la limite de l'extrême sensibilité, en expérimentant d'abord la plus diluée, puis successivement celles qui le sont de moins en moins. Pour le seuil de saveur on déguste 5 cm<sup>3</sup> de liquide. Pour le seuil olfactif on dépose 1 cm<sup>3</sup> de liquide dans le flacon spécial de 100 cm<sup>3</sup> à bouchon de verre rodé. Après l'avoir bouché on le secoue pendant 30 secondes et on sent immédiatement en débouchant le flacon. Ces deux opérations se font à 15—20°.

*Lait.* L'exemple que j'examine ici est plutôt d'ordre négatif. C'est le cas de l'«odeur de bouc» communiquée au lait de vache par le lait de chèvre. *Koestler* et *Wegmüller* <sup>2)</sup> qui ont étudié longuement la cause de cette odeur, sans pouvoir élucider la nature chimique de la substance odorante, proposent une méthode pour différencier les 2 sortes de lait fondée sur l'olfaction d'un résidu de saponification. C'est la confirmation de la valeur de la méthode olfactive. Les auteurs ne proposent que de constater qualitativement la présence de cette odeur. Manquant de matériel je ne peux indiquer, pour le moment, des chiffres permettant d'en mesurer l'intensité ce qui me paraît nécessaire pour décider de

la présence du lait de chèvre. Mais comme le seuil olfactif des acides capronique et caprylique, qui seraient d'après ces auteurs plus ou moins responsables de l'odeur de bouc, sont de l'ordre de 0,05  $\gamma$  dans un litre d'air, il en résulte que le principe odorant est autre chose que ces acides, et en dose bien plus faible qu'eux.

*Beurre.* La cause principale, sinon l'unique, de la saveur du beurre est-elle vraiment due, comme on l'affirme, au diacétyle qui est plus sapide qu'odorant? Le seuil de sapidité du diacétyle cité par la littérature étant de 4  $\gamma$  (moi-même je l'estime à 3  $\gamma$  dans 1 g. de beurre) et la quantité normale de diacétyle dans le beurre étant estimée à 2—4 mg. par kg., on voit qu'en dénutant 1 g. de beurre on doit, normalement, ressentir juste la saveur du diacétyle naturel. Une plus forte impression sapide supposer une adjonction de cette substance, l'absence de cette saveur dans 1 g. indiquerait un beurre inférieur. Remarquons que pour doser une si faible dose de diacétyl il faudrait mettre en œuvre une très grande quantité de beurre. La dégustation remplace avantageusement le dosage chimique.

*Pain.* La nature et la composition de l'«arome du pain» étudiées par divers auteurs<sup>3)</sup> sont encore peu connues. On l'a tour à tour attribué à des acides volatils, à l'acétylméthylcarbinol, au diacétyle, au furfurool, à des dérivés de dégradation d'albuminoïdes, etc. Quoiqu'il en soit, on s'accorde à évaluer à 1 mg. dans 100 g. la quantité de cet arôme. Il faut donc laisser l'appréciation de la valeur d'un article de boulangerie ou de pâtisserie aux organes de l'odorat et du goût. Ils pourront donner des indications sur la qualité des farines, des levures et orienter sur la nature des causes qui auraient inhibé leur action. Seuls seraient dosables l'acétylméthylcarbinol et le diacétyle, mais ils ne sont pas les plus caractéristiques. Ici serait applicable non la méthode de dilution extrême, mais celle par comparaison.

*Sirop de fruits.* Prenons l'exemple d'un sirop de framboise du commerce contenant 35 % de jus. *Alberté et Rossmann*<sup>4)</sup> ont déjà eux aussi, après d'autres, employé la méthode du seuil par dilution, mais leur description n'explique pas clairement la technique employée. De mon côté j'ai constaté que la saveur est moins marquée que le parfum. J'apprécie, dans un sirop de framboise, le seuil de saveur à 1 : 350, celui de l'odeur à 1 : 600, chiffres assez semblables à ceux cités par les susdits auteurs. En évaluant la quantité du parfum se trouvant dans l'air du flacon olfactif à la moitié de celui continu dans 1 cm<sup>3</sup> de sirop dilué au  $\frac{1}{600}$  placé dans le flacon, on voit qu'on perçoit par l'odorat 0,0003 g. de jus de framboise. Il est intéressant de comparer ce chiffre à ceux du seuil d'olfaction des substances qu'on peut supposer être présentes dans le jus de framboise et être la cause de son arôme.

	seuil d'olfaction dans 1 litre d'eau	quantité dans 100 g. de jus calculée, d'après ces seuils
acétaldéhyde	0,7 $\gamma$	0,021 g.
éther ethylique	1 $\gamma$	0,03 g.
citral	0,5 $\gamma$	0,015 g.
acétate d'amyle	0,01 $\gamma$	0,0003 g.
acétate de méthyle	2 $\gamma$	0,06 g.
éther oenanthilique	0,1 $\gamma$	0,003 g.

On voit ainsi qu'il n'est guère possible de doser chimiquement de telles substances dont on ne sait pas exactement laquelle est celle qui est la plus proche du parfum naturel de framboise. Mais d'autre part on trouve dans la littérature des formules de parfum artificiels de framboise dont les éléments ont un seuil d'olfaction beaucoup plus faible. Ainsi le méthylphénylglycidate d'éthyle qui sent la fraise et la framboise a selon mes expériences un seuil de saveur de 0,0014  $\gamma$  % et un seuil d'odeur de 0,000001  $\gamma$  dans 100 cm<sup>3</sup> d'air. Si donc un sirop de framboises a un seuil olfactif plus faible que celui cité plus haut, il sera très suspect de contenir un arôme synthétique.

*Miel.* Quelques expériences m'autorisent de proposer un seuil de saveur et d'odeur identique, soit de 1 : 200 à 1 : 300. Ces limites assez étroites permettront, dans une certaine mesure, d'évaluer ainsi, et en quelque sorte quantitativement, la qualité d'un miel, de le différencier d'un miel artificiel et encore de déceler une addition de parfum synthétique. Ce qui fait la valeur d'un miel c'est avant tout son odeur et sa saveur. L'analyse chimique ne nous renseigne pas à ce sujet. Les essais olfactif et gustatif l'emportent sur la méthode analytique.

*Café.* Aucun dosage qu'on fait communément sur le café ne donne de renseignements sur sa valeur aromatique qui en est cependant l'élément principal, qui constitue la raison pour laquelle on le consomme et qui conditionne le prix qu'on le paye. Là encore l'appréciation organoleptique est prédominante. On ne trouve cité dans la littérature que l'épreuve dite à la tasse<sup>5)</sup>: on prend 8 g. de café pour 150 cm<sup>3</sup> d'eau (chaude?) pour juger de la qualité de la saveur. Il n'est pas question de l'odeur, ni de son intensité. L'épreuve citée ne porte que sur la qualité.

C'est une substance huileuse (Röstöl) formée lors de la torréfaction qui semble être le milieu dans lequel se rencontrent les matières responsables de l'arôme, chacune de ces matières ayant sa part en quantité et en qualité. On en a bien fait le dosage, mais on n'a jamais évalué les seuils de saveur et d'olfaction de toutes ces substances. Dans l'ensemble j'ai mesuré que le seuil de sapidité d'un café grillé de qualité moyenne est de l'ordre de 0,02 % (1 : 5  $\times$  10<sup>3</sup>), c'est à dire qu'on perçoit la saveur de 1 mg. de café réparti dans 5 cm<sup>3</sup> de décoction. Le seuil d'olfaction est 0,01 % (1 : 10<sup>4</sup>), c'est à dire qu'on perçoit l'odeur de 1/10 mg. de café dans le flacon spécial. Certains bons cafés marquent un seuil encore plus

dilué. En comparant ces seuils avec ceux des matières données comme composants de l'arome du café, on peut en déduire que la saveur est due à des matières âcres et amères (tanins, dérivés azotés) et que l'odeur est due au diacétyle, à des mercaptans et à des dérivés azotés.

*Chicorée.* On n'a guère l'habitude d'apprécier la chicorée torréfiée pour sa saveur et son arome. Cet exemple est cependant intéressant pour l'application systématique des méthodes organoleptiques.

Quelques rares auteurs se sont occupés de la nature des substances qui donnent à la chicorée son odeur et sa saveur. Mais ces recherches ont été faites surtout dans l'intention de prouver l'innocuité de ce succédané du café<sup>6</sup>). Ils en ont surtout relevé l'amertume et ils l'attribuent soit à une substance dite intybine, produit dérivé de l'inuline, qui se trouve aussi dans la chicorée non torréfiée, soit à l'oxyméthylfurfurol qui se forme durant la torréfaction. La première de ces substances, d'ailleurs assez labile, serait un glucoside (ou des glucosides) parents de la protocatéchualdéhyde, dont la proportion est évaluée par ces auteurs à 0,1—0,2 %. On ne connaît pas l'intensité d'amertume de l'une et de l'autre de ces substances, ni leur seuil gustatif.

Pour l'arome, *Grafe* a extrait une sorte d'huile qu'il appelle cichoréol (par analogie au caféol du café) et qu'il évalue à 0,1 % de la matière sèche. Les constituants principaux de cette huile sont très nombreux, parmi lesquels sont l'acide acétique (63 %) l'acide valérianique (5 %), l'acroléine (2,5 %), le furfurole (2 %), etc.

Le dosage global de ces deux séries de substances est certe possible, mais est impuissant à nous donner une bonne et juste idée de la valeur organoleptique de la chicorée. La mesure des seuils gustatifs et olfactifs s'annonce donc intéressante. Je les ai expérimentés sur la décoction faite à chaud, puis refroidie.

	seuil gustatif	seuil olfactif
cossettes de chicorée non torréfiées, anciennes	1 : 500	1 : 50
cossettes de chicorée non torréfiées, fraîches	1 : 2000	1 : 150
chicorée torréfiée depuis longtemps	1 : 2500	1 : 150
»	1 : 5000	1 : 1250
chicorée torréfiée fraîche	1 : 7500	1 : 1250
»	1 : 8000	1 : 1250
furfurole	1 : 8000	—

On voit que soit l'amertume gustative, soit l'arome subissent une déperdition avec le temps. Ces sortes d'examen sont donc utiles pour juger de la fraîcheur de cette marchandise dont c'est, en somme, la seule valeur intrinsèque. De ces chiffres il résulte que l'intybine est labile en effet, qu'elle est cependant la partie la plus importante de l'amertume, et que l'oxyméthylfurfurol n'intervient que pour une faible part. Ceci est important car on trouve cette substance dans

toute substance organique torréfiée. Quant à l'arome il paraît certain que l'élément le plus odorant est autre chose que les 4 principaux constituants indiqués par *Grafe*.

*Thé.* On pourrait répéter les mêmes propos que pour le café. D'après la littérature <sup>7)</sup> l'arome du thé est dû à une huile essentielle qui s'y trouve à la dose de 0,6—1,0 %, la saveur à un tanin spécial. On indique de juger d'un thé en plaçant 5 à 8 g. de thé dans 250 cm<sup>3</sup> d'eau chaude. On ne présuppose donc pas que les substances responsables soient très volatiles. Cet essai porte éndement sur la qualité, non sur la quantité de la valeur aromatique.

J'ai mesuré, sur une série de thés ordinaires, le seuil de saveur. Il est de l'ordre de 1 : 10<sup>4</sup>. A cette dilution seule l'amertume se perçoit. Le thé contenant 10 % de tanin, cela équivaut au seuil sapide du tanin. Le seuil olfactif est du même ordre, ce qui signifie qu'on perçoit dans le flacon où l'on a placé 1 cm<sup>3</sup> de décoction, environ 1  $\gamma$  d'huile essentielle. Cette estimation ne nous met pas sur la voie de savoir de quoi est composée cette huile.

*Vins.* Pour les vins mouillés et les vins aigris, l'analyse donne des renseignements plus sûrs que l'examen organoleptique. Mais pour juger de l'origine et confirmer la véracité des indications de l'étiquette, l'appréciation du «bouquet» est considérée comme primordiale. Mais qu'est-ce que le bouquet? L'étude de ce problème a tenté de nombreux chercheurs, mais aucune conclusion ne s'est encore imposée sur la nature des éléments du bouquet et sur l'importance du rôle de chacun de ces éléments. Il conviendrait de classer ces éléments par ordre d'importance en quantité d'une part, et en valeur organoleptique d'autre part. Il est probable qu'on arriverait à la conclusion que les substances qui ont une action prépondérante sur le bouquet sont celles qui ne se trouvent dans le vin qu'en quantités infimes. Cela démontrerait et confirmerait l'impuissance de la méthode analytique à cet égard.

J'ai constaté que dans la mesure du seuil de saveur du vin sec il n'y a que l'acidité qui entre en ligne de compte, avec le tanin. Le seuil correspond à celui de la teneur de ces 2 séries de substances. La dilution extrême est de 1 : 15 à 1 : 20. Dans les vins doux c'est le sucre qui reste perceptible le dernier, la dilution est de 1 : 40 à 1 : 90. L'examen purement gustatif ne donne ainsi aucun renseignement intéressant; il faut y renoncer.

Dans la mesure du seuil olfactif, opérée dans le flacon de 100 cm<sup>3</sup> avec 1 cm<sup>3</sup> de vin dilué, il me paraît que l'odeur qui reste perceptible la dernière est l'acétaldéhyde. Dilution 1 : 70 à 1 : 100. Mais en même temps cependant le «bouquet» est perceptible, de sorte qu'à mon avis cette technique par dilution donne des renseignements aussi sûrs, si ce n'est davantage, pour une personne exercée que la dégustation faite comme à l'ordinaire sur le vin entier.

Pour les vins aigris, on a coutume de les juger sur la quantité d'acidité volatile. L'expérience montre que ce jugement est insuffisant. Certains vins qui ont moins de 2 g. par litre d'acidité volatile ont une saveur et une odeur

désagréables, tandis que d'autres sont supportables avec un peu plus que 2 g. La valeur organoleptique ne dépend pas uniquement de cette estimation analytique. Les sens olfactifs et gustatifs nous informent qu'une autre substance est importante, c'est l'acétate d'éthyle (ester acétique). Le seuil olfactif de cette substance est de 1 : 10<sup>5</sup> (1 mg. ds 100 cm<sup>3</sup>). Dans le vin, l'impression odorante et sapide est amortie considérablement (phénomène général et connu, comme je l'ai déjà rappelé). Dans un vin privé auparavant par distillation de tout acide acétique et ester acétique, l'addition artificielle de l'acétate d'éthyle est perceptible à la dose de 10 mg. ‰ (1 : 40<sup>4</sup>). J'ai déterminé dans une série de vins la quantité d'esters, en regard de la quantité d'acide acétique:

	acide acétique g. par litre	esters g. par litre
vin rouge	0,9	0,017
vin blanc	1,0	0,019
vin rouge	0,8	0,021
vin blanc	1,2	0,026
vin rouge	1,3	0,026
vin rouge	1,5	0,022
vin rouge un peu anormal	1,5	0,035
vin rouge un peu anormal	1,6	0,028
vin blanc piqué	2,3	0,035
vin blanc piqué	3,2	0,044
vin blanc très piqué	4,7	0,044
vin blanc très piqué	4,6	0,042

On voit que tout en croissant avec la quantité d'acidité volatile, la quantité d'esters ne lui est pas exactement proportionnelle. Par comparaison avec l'appréciation organoleptique, on peut conclure que c'est à partir de la dose de 0,03 g. ‰ que l'altération du vin est dénoncée par les esters. Il conviendrait d'introduire cette prescription pour l'appréciation des vins en voie d'altération.

*Vinaigres de vin.* J'ai déjà fait précédemment la remarque que l'appréciation olfactive offre des ressources pour distinguer les vinaigres de vin de ceux d'alcool, ceux-ci étant moins aromatiques que ceux-là. La lecture des seuils d'olfaction suivants en donnent une idée.

	seuil d'olfaction
vinaigre de vin préparé selon la méthode d'Orléans	1 : 1000
vinaigre de vin du commerce	1 : 750
vinaigre de vin du commerce	1 : 700
vinaigre de vin du commerce	1 : 650
vinaigre d'alcool	1 : 400
vinaigre d'alcool	1 : 500

Le seuil d'olfaction étant apprécié sur 1 cm<sup>3</sup> de vinaigre dilué, on voit que dans le dernier cas il y a 500  $\gamma$  d'acide acétique ds 1 litre d'air (si le vinaigre titre 5 % d'acide acétique). Or ce chiffre est précisément le seuil de l'acide acétique pur. Cela signifie que dans le vinaigre d'alcool seul l'acide acétique est perceptible, tandis que dans le vinaigre de vin il se trouve en outre des substances aromatiques qui se manifestent par un seuil plus élevé du vinaigre, Ces substances ayant un pouvoir odorant plus élevé que l'acide acétique, il est certain qu'elles se trouvent dans le vinaigre en faibles quantités peu dosables. Seule l'odori-métrie permet d'en tenir compte plus ou moins quantitativement. Les esters sont un élément de l'arome des vinaigres de vin, mais ils ne sont pas seuls.

	acidité volatile %	esters g. par litre
vinaigre d'alcool	6,1	0,123
vinaigre de vin en cours de fabrication	2,5	0,22
vinaigre de vin terminé	5,5	0,24

*Eaux-de-vie.* Il règne une certaine confusion sur la part attribuable à l'odeur et sur celle à la saveur. J'ai déjà fait remarquer <sup>8)</sup> que les méthodes en usage confondent les deux modes de perception. Il ne faut pas oublier, non plus, que lors de la gustation une part de la sensation relève de l'odorat, si le produit essayé pénètre dans l'arrière bouche.

Il y aurait quelque logique, dans la distillation fractionnée selon *Micko*, d'utiliser la ou les premières fractions, qui contiennent ce qui est le plus volatil, pour la perception olfactive, et la dernière fraction pour la perception gustative. Mais ce faisant deux causes d'erreur risquent d'intervenir: est-on certain d'une part que la distillation fractionnée ne produit pas des modifications chimiques dans la composition des bouquets et, d'autre part, n'est-il pas nécessaire que cette distillation soit conduite d'une façon rigoureusement identique et constante. Je ne prétends pas qu'il faille négliger les conclusions des auteurs qui se sont déjà occupés de cette investigation, mais, pour ma part, je préfère opérer sur les eau-de-vie elles-mêmes et j'ai cherché à obtenir des valeurs de seuils olfactifs et gustatifs de produits, tant sur ceux aussi réels qu'il m'a été possible de me procurer que sur des coupages. Ce sont des chiffres que je propose comme base à cette étude, sans les considérer encore comme définitifs. Le problème étant très important il convient que d'autres dégustateurs donnent leur avis, comme j'espère qu'ils le feront.



Sortes	Seuils d'olfaction	Conclusion de dégustateurs
Cognac	1 : 500	vrai
Cognac	1 : 500	vrai
Cognac	1 : 500	vrai
Cognac	1 : 500	vrai
Cognac	1 : 300	coupage
Armagnac	1 : 300	coupage
Cognac	1 : 700	vrai
Eau-de-vie de vin Portugal	1 : 400	vrai
Eau-de-vie de coupage	1 : 250	—
Eau-de-vie de marc	1 : 2000	vrai
Eau-de-vie de marc	1 : 1000	probablement coupage
Rhum Janaïque	1 : 5000	bon
Rhum Surinam	1 : 3000	encore bon
Kirsch vieux Fricktal	1 : 10000	très bon
Kirsch	1 : 4000	coupage
Kirsch	1 : 3000	coupage
Kirsch	1 : 5000	pur
Kirsch	1 : 2000	à peine coupage
Kirsch	1 : 4500	tout juste vrai
Kirsch	1 : 6000	bon
Kirsch	1 : 4000	pur
Kirsch	1 : 2500	coupage
Kirsch	1 : 3000	coupage
Kirsch	1 : 3000	coupage
Kirsch	1 : 1000	pas même coupage
Kirsch coupage	1 : 2000	—
Kirsch coupage	1 : 2000	—
Eau-de-vie de pruneaux suisse	1 : 1500	—
Eau-de-vie de prun. Jougoslav.	1 : 1200	insuffisant
Eau-de-vie de prun. Jougoslav.	1 : 3000	bon

### *Conclusions*

L'appréciation des aliments ne peut être établie uniquement sur l'analyse chimique et physique, mais dépend, pour une part plus grande qu'on suppose ordinairement, des résultats que donne la méthode subjective de l'olfaction et de la gustation. C'est pourquoi celle-ci doit être perfectionnée selon les règles de la recherche scientifique.

### *Résumé*

La composition d'un certain nombre d'aliments et de boissons est discutée afin de voir si l'analyse chimique est capable d'en donner une image exacte et complète. La conclusion est négative dans la plupart des cas, ce qui conduit à montrer l'importance de la méthode subjective.

### *Zusammenfassung*

Die Zusammensetzung einer Anzahl Lebensmittel und Getränke wird einer näheren Betrachtung unterworfen, um festzustellen, ob die chemische Analyse es erlaubt, davon ein genaues und vollständiges Bild zu geben. Da man in den meisten Fällen zu negativen Schlussfolgerungen gelangt, gibt dies Anlass, die der subjektiven Methode (Sinnenprüfung) zukommende Wichtigkeit darzulegen.

### *Littérature*

- <sup>1)</sup> Trav. chim. alim. **34**, 68, 368 (1943); Arch. Sc. phys. et nat. vol. **28**, 91 (1946).
- <sup>2)</sup> Landw. Jahrbuch der Schweiz, 1934, 842.
- <sup>3)</sup> Z.U.L. **76**, 113 (1938); **78**, 459 (1939); **79**, 241 (1940).
- <sup>4)</sup> Z.U.L. **67**, 180 (1934).
- <sup>5)</sup> Handbuch der Lebensmittelchemie (Bömer, Juckenack und Tillmans), VI. 29.
- <sup>6)</sup> Bioch. Zeitschr. **68**, 1 (1915); Arch. Hyg. **76**, 210 (1912).
- <sup>7)</sup> Handbuch der Lebensmittelchemie (Bömer, Juckenack und Tillmans), VI. 117.
- <sup>8)</sup> Ces Trav. **34**, 71 et 372 (1943).