

Chemische und physikalische Grundlagen eines bakteriologischen Papierstreifenverfahrens (bacto-strip)

Autor(en): **Förg, F.J.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **47 (1956)**

Heft 3

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-983964>

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.

Chemische und physikalische Grundlagen eines bakteriologischen Papierstreifenverfahrens (bacto-strip)

Von *F. J. Förg*

(Aus dem Forschungslaboratorium der bacto-strip AG, Zollikon-Zürich)

I

Aus dem gesamten Gebiet der chemischen Analyse und Betriebskontrolle sind schnell orientierende Nachweisverfahren bekannt. Besonders wo es sich darum handelt, innert kürzester Frist den Ablauf eines Fabrikationsprozesses zu überwachen und zu steuern, liegt der Wert der Methode weniger in ihrer wissenschaftlichen Genauigkeit, als vielmehr in der Schnelligkeit, mit der ein Ergebnis erzielt wird.

Alle bakteriologischen Untersuchungen und auch indirekten Methoden sind in ihrem Zeitbedarf abhängig von Wachstumsvorgängen. Diese wiederum sind das Resultat zahlreicher, zum Teil sehr komplizierter und vielfach uns auch heute noch unbekannter Reaktionsmechanismen lebender Zellen. Die klassische Bakteriologie bediente sich der kulturellen Züchtung bestimmter Organismen oder Bakteriengruppen in solchen Nährmedien, welche möglichst einen optimalen Bedarf der als notwendig bekannten Wachstumsstoffe enthielten. Mit fortschreitender Erkenntnis und dem Wissen über essentielle Wachstumsfaktoren wurden die Nährmedien jeweils umgestaltet und modifiziert. Es sei hier nur an Aminosäuren, Vitamine und Spurenelemente erinnert. Hinsichtlich des Zusatzes von Indikatoren beschränkte man sich vor allem darauf, charakteristische und spezifische Gruppenmerkmale damit zu erkennen. In vielen Fällen sind aber die dazu herangezogenen Substanzen, je nach der dem Nährmedium zugefügten Menge, gleichzeitig als Inhibitoren zu betrachten. Vielfach macht man sehr bewusst davon Gebrauch, indem man die verschieden starke Empfindlichkeit gegenüber solchen Substanzen dazu benützt, um aus der natürlichen Begleitflora die für die Untersuchung unerwünschten und störenden Gruppen, durch Unterdrückung ihres Wachstums, auszuschalten.

Die Möglichkeit zur Verbesserung eines Nährmediums ist dadurch gegeben, dass man es weitgehend optimal gestaltet. Darunter ist besonders die leicht assimilierbare Form aller im Nährmedium enthaltenen Stoffe zu verstehen. Ein weiterer von der Forschung beschrittener Weg besteht darin, die Stoffwechselfvorgänge der Zelle in ihren einzelnen Phasen zu verfolgen und dabei auftretende Zwischenprodukte in ihrer chemischen Struktur und Wirksamkeit zu erfassen und zu ergründen. Die radioaktive Markierung am Stoffwechsel der Bakterienzelle beteiligter Substanzen hat in den letzten Jahren zu so aufschlussreichen Entdeckungen geführt, dass damit unsere Erkenntnis um diese Vorgänge sprunghaft erweitert wurde. Während es heute noch verfrüht ist, daraus praktisch und

allgemein verwendbare Nachweismethoden ableiten zu können, dürfen wir vielleicht doch mit solchen Tatsachen in nicht allzuferner Zeit rechnen.

Bei dem gegenwärtigen Stand der bakteriologischen Untersuchungstechnik ist es, begründet durch den Zeitbedarf der Methoden, in vielen Fällen so, dass das Ergebnis erst dann vorliegt, wenn das z.B. kontrollierte Lebensmittel bereits verzehrt wurde. Dies gilt für alle leicht verderblichen Genuss- und Lebensmittel wie Fische, Fleisch oder Milch — um nur einige zu nennen. Auch der für die einwandfreie Beschaffenheit der von ihm in Verkehr gebrachten Lebensmittel verantwortliche Hersteller und auch die Überwachungsbehörde haben selbst bei laufender Kontrolle keine Gelegenheit, eine nach den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen untaugliche Ware aus dem Verkehr zurückzuhalten. Wenn nach frühestens 1 oder 2 Tagen die bakteriologische Feststellung die Bedenklichkeit eines Lebensmittels ergibt, so ist es doch meist zu diesem Zeitpunkt verzehrt. Weiterhin kommt hinzu, dass die Vielzahl solcher Stellen über keine Einrichtung verfügt, die sie zu ausgedehnten bakteriologischen Arbeiten befähigen. Teilweise sind solche Untersuchungen nicht laufend auszuführen, so dass eine Fachkraft arbeitstechnisch nicht voll ausgelastet wäre. Andererseits aber ist für die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit der Untersuchungsergebnisse die Erfahrung in der Herstellung von Nährmedien absoluter Konstanz eine der wichtigsten Voraussetzungen. Durch diese Tatsachen werden nicht nur gelegentliche Kontrollen unterlassen, sondern auch dort, wo eine laufende Untersuchung gewährleistet sein sollte, diese nur in unregelmässigen und ungenügenden Abständen ausgeführt.

Die in den verschiedensten Laboratorien hergestellten Nährböden weisen, nach eigenen Untersuchungen, nicht unerhebliche Schwankungen auf. Diese sind durch die unterschiedliche Qualität eines der Hauptbestandteile, dem Pepton, bedingt. Bis noch vor Jahren war die Herstellung von enzymatisch abgebauten Eiweisskörpern, wie Casein bzw. Fleisch, einem mehr oder weniger empirischen Herstellungsprozess unterworfen. Man ist heute aber in der Lage, diese Aufschlüsse, je nachdem, ob man hierzu Trypsin oder Pepsin verwendet, in ersterem Falle bis zu den freien Aminosäuren, im letzteren Falle nur bis zu niederen Peptiden, verlaufen zu lassen. Als wertvollstes Hilfsmittel zur qualitativen und auch quantitativen Kontrolle hat sich dabei der papierchromatographische Nachweis erwiesen. Es ist bekannt, dass der hohe Gehalt an freien Aminosäuren tryptisch abgebauter Eiweisstoffe entscheidend ist für das Wachstum solcher Bakterien, die mit Hilfe ihrer eigenen Ektoenzyme nicht in der Lage wären, angebotene höhermolekulare Eiweisse ihrerseits selbst soweit abzubauen, dass eine Assimilation der dadurch entstehenden niedermolekularen Verbindungen stattfinden könnte.

Ein schnellerer Nachweis bestimmter Bakterien oder -gruppen ist dadurch möglich, dass

1. optimale Nährsubstrate verwendet werden,

2. die Erfassung eventuell typischer Stoffwechselprodukte als indirekte Methode angewandt wird. Dazu zählt beispielsweise die Messung der Dehydrogenase-Aktivität mittels bestimmter Redoxindikatoren in Elektivnährböden.

Die Frage der in diesem Zusammenhang wichtigen bakteriellen Atmungsfermente soll im Rahmen dieser nur orientierenden Zusammenfassung, nicht aufgegriffen werden. So interessant auch das Problem der Feststellung der Lokalisationsorte fermentaktiver Systeme innerhalb der Bakterienzelle ist, so muss es doch hier übergangen werden.

Aus der Gruppe bekannter Redoxindikatoren hat sich im letzten Jahrzehnt eine Reihe modifizierter Tetrazoliumverbindungen ein immer weiteres Anwendungsgebiet erobert. Es ist das besondere Verdienst von *Jerchel* und *Kuhn*, nicht nur diese Verbindungen systematisch geordnet, sondern auch die Fragen der biologischen Anwendungsmöglichkeit geprüft zu haben. In weit über 100 Veröffentlichungen ist die Brauchbarkeit in den verschiedensten Zweigen der Biologie und Chemie erörtert und kritisch geprüft worden.

Auf einige grundsätzliche Tatsachen sei nur deshalb hingewiesen, weil sie für später erwähnte bakteriologische Verfahren von Bedeutung sind. Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, dass die chemische Reduktion des farblosen 2, 3, 5-Triphenyltetrazoliumchlorids (wasserlöslich) in der 1. Reduktionsphase bis zum roten Triphenylformazan (wasserunlöslich) verläuft und in der 2. Phase zum farblosen Benzhydrazin und schliesslich bis zum Benzamidrazon führt. Eine Reihe wissenschaftlich hochinteressanter, sich scheinbar widersprechender Tatsachen beruhen nach *Jámbor*⁵⁾ einerseits auf der Feststellung der Unabhängigkeit des Redoxpotentials vom pH-Wert, und dass andererseits eine Reduktion nur oberhalb eines bestimmten pH-Wertes (im saueren Bereich) stattfindet. Diese nur angedeuteten, komplizierten Zusammenhänge haben seine Verwendbarkeit zur Messung der Aktivität von Enzymsystemen bestätigt, andererseits aber gezeigt, dass eine Redoxpotentialmessung nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen möglich ist. Auf den chemischen Nachweis reduzierender Zucker mit TTC auf dem Papierchromatogramm sei nur kurz hingewiesen. Diese ganze Gruppe chemisch wertvoller Nachweise aber soll in diesem Zusammenhang ausser Betracht bleiben.

Die Derivate der Tetrazoliumverbindungen wie z.B. Tetrazolpurpur (Neotetrazolium) oder Tetrazolblau (Ditetrazolium) weisen gegenüber dem TTC eine unterschiedliche Toxizität auf. Die, die Wachstumsgrenze kennzeichnende Konzentration für verschiedene Bakterienarten und andererseits die für die einsetzende Formazanbildung muss im biologischen Versuch ermittelt werden und schwankt bei TTC für das Wachstum zwischen 1 : 50 bis 1 : 20 000 und für die Formazanbildung zwischen 1 : 100 und 1 : 40 000 (zit. nach *Wundt*).

Da, wie bereits erwähnt, diese Reduktion pH-abhängig ist, bedarf es bei der Verwendung der genannten Verbindungen und ihrer weiteren Derivate einer sehr sorgfältig abgestimmten Komposition der jeweils angewandten Nährmedien. Der

alleinige Zusatz von TTC selbst in hohen Konzentrationen konnte als nicht auswahlspezifisch für eine bestimmte Gruppe festgestellt werden. Die sehr empfindlichen Keime der Shiga-Kruse-Ruhr-Gruppe stehen dabei an letzter Stelle, während die Coli-Aerogenes- und die Typhus-Paratyphus-Enteritidis-Gruppe sich als lebensfähig in hohen Konzentrationen erwiesen.

II

In Erkenntnis der allgemein geschilderten Tatsachen und insbesondere auch der Verwendung bestimmter, modifizierter Tetrazoliumverbindungen, wurde ein unter dem Namen «bacto-strip» bekanntes Verfahren entwickelt.

Aus dem wissenschaftlich und praktisch angewandten weitverzweigten Gebiet der Papierchromatographie und Elektrophorese ist der Gebrauch von Papieren bestimmter Zusammensetzung und Faserrichtung längst zu einem unentbehrlichen Begriff geworden. Das Papier als universeller Werkstoff ist in der Kombination und Mischung mit anderen indifferenten, z.B. Kunststoffen, oder auch durch Imprägnieren mit chemisch reaktionsfähigen Stoffen in seiner Anwendungsmöglichkeit unbeschränkt. In der Bakteriologie hat man auch Papier mit Nährlösungen getränkt, ohne aber dabei etwaige besondere Eigenschaften der Papiere zu berücksichtigen.

Bei Beachtung besonderer Herstellungsverfahren ist es möglich, Papiere mit entsprechend gleichbleibenden Konstanten zu erhalten. Als ein physikalisches Kennzeichen zur Bestimmung der Saugfähigkeit eines Papieres für Wasser innerhalb gleicher Zeit, bei bestimmter Schichtdicke und Flächeneinheit, wurde der Ausdruck «spezifische Saugfähigkeit» verwendet. Die dabei ermittelten Werte sind die Summe verschiedener Faktoren, von denen nur einzelne wie z.B. Quellfähigkeit der Faser, Benetzbarkeit (als Folge von Oberflächenspannungen besonders bei Mischungen von Papier und Kunststoffen) als Kriterien genannt seien.

Als praktische Nutzenanwendung entstand daraus ein Papierstreifen bestimmter Länge, Breite und Schichtdicke. Ist die Quellfähigkeit der Faser entsprechend, so ist dieser Streifen in der Lage, eine bestimmte Flüssigkeitsmenge aufzusaugen. Damit ist für die Praxis ein Ersatz für die Pipette geschaffen. Da für bakteriologische Arbeiten im allgemeinen in der laufenden Kontrolle 1,0 und 0,1 ml Flüssigkeit zur Probenahme genügen, wurden solche Papierstreifen entwickelt, welche eine Genauigkeit der aufgesaugten Flüssigkeitsmenge von $\pm 0,05$ ml bei den 1 ml-Streifen und $\pm 0,02$ bei den 0,1 ml-Streifen besitzen.

Da diese Papierstreifen aber nicht nur zur Entnahme einer Flüssigkeit dienen, sondern auch gleichzeitig deren Keimgehalt bestimmt werden soll, ist die Imprägnierung mit einem für diese Bakterienart möglichst spezifischen Nährmedium anzustreben. Da hierdurch aber die Quellfähigkeit der Papierfaser bei der nachfolgenden Trocknung zu einem gewissen Prozentsatz verloren geht, so resultiert schliesslich für die praktisch zur Verfügung stehende Saugfähigkeit ein Wert, der sich aus der Quell- und Saugfähigkeit der ursprünglichen Faser, abzüglich des durch die Imprägnierung verlorenen Anteils, zusammensetzt.

Im Gegensatz zu der bisher gebräuchlichen Technik bakteriologischen Arbeitens ergibt sich ein neuer Gesichtspunkt hinsichtlich des Verhältnisses von Untersuchungsflüssigkeit : Nährmedium. Es ist für den Papierstreifen grundsätzlich konstant. Pro Flächeneinheit, was einer bestimmten Flüssigkeitsmenge entspricht, steht immer die gleiche Nährbodenmenge zur Verfügung. Bei der üblichen bakteriologischen Methodik dagegen gibt man beispielsweise einmal vielleicht 1,0, dann aber auch wieder 0,1 ml Untersuchungsmenge zu einer Nährbodenflüssigkeit. Das entstandene Verhältnis von Nährboden-Inhibitoren zur Untersuchungsflüssigkeit selbst wird besonders dadurch ungünstig, dass bei einer Eiweiss enthaltenden Flüssigkeit wie Milch, das Bindungsvermögen des Caseinkomplexes einmal stärker entgiftend sich auswirken kann als in anderer Konzentration und die somit auf die Begleitbakterienflora ausgeübte Hemmwirkung sehr unterschiedlich ist.

Die vorhergehend beschriebenen, trockenen und sterilen Streifen sind luft- und feuchtigkeitsdicht in eine Kunststoffhülle eingeschlossen. Ihre dunkle Aufbewahrung ist durch ihren Gehalt eines Anteils auch lichtempfindlicher Tetrazoliums Salze erforderlich. Die Hülle wird zur Entnahme der Streifen geöffnet und der mit einer Handhabe (Abriss) versehene Teil kann unbedenklich angefasst werden. Er wird nach kurzem Eintauchen in die Untersuchungsflüssigkeit, nachdem der Streifen in die Hülle wieder zurückgebracht wurde, abgetrennt. Diese wird durch kurzes Durchziehen in einer Flamme luftdicht verschweisst. Das Anpressen des feuchten Streifens an den Kunststoff ist für das Wachstum entscheidend. Eine Reihe von, teilweise noch eingehend zu klärenden, Problemen ist dafür massgebend. Coliforme Keime entwickeln sich bereits nach 8—10 Stunden im Brutschrank bei 37° C zu deutlich sichtbaren und einwandfrei mit blossen Auge auszählbaren Kolonien. Diese bebrüteten Streifen können getrocknet aufbewahrt werden oder sind bei anschliessender Aufbewahrung samt Hülle im Eisschrank für wenigstens 2 Wochen nahezu unverändert haltbar. Bei höheren Temperaturen dagegen, oder wenn die Ablesung nicht nach 10 Stunden erfolgt, entwickeln sich die Bakterien weiter und die punktförmigen Kolonien zeigen flächenhafte, dann ineinander übergehende Flecken.

Eine Reihe weiterer derartiger Streifenpräparationen ist in Entwicklung. Durch die flächenhafte Unterteilung eines Streifens in mehrere, voneinander durch wasserabstossende Zonen getrennte, Abschnitte verschiedenre Nährbodenzusammensetzungen können quantitative und qualitative Bestimmungen unterschiedlicher Keimarten durch *eine* Probenahme erfolgen. Da es weiterhin möglich ist, nicht nur Nährmedien und Indikatoren, sondern auch lyophilisierte Testbakterien auf den Streifen unterzubringen, auch in Kombination mit Antibiotica, so eröffnet sich ein weites und kaum begrenztes Anwendungsgebiet.

Dadurch, dass grössere Papierflächen gerollt werden, lassen sich Flüssigkeitsmengen bis zu 50 ml \pm etwa 0,9 ml entnehmen und bakteriologisch prüfen.

Eine weitere Variation ist zu erreichen, wenn man die Kunststoffhülle aus hitzebeständigem Material wählt und damit Sterilisationsprozesse in gleicher

Art und Weise kontrolliert werden können. Schliesslich ist durch einen Querverschluss der Hülle (wodurch ein langgestreckter Tetraeder entsteht) der Einschluss eines gewissen Luftvolumens, ausreichend zu aerober Bebrütung, oder eines entsprechenden anderen Gases wie z.B. Kohlensäure für Keime zur Entwicklung unter einer gewissen CO₂-Spannung, gegeben.

Für den Kontaktabdruck bakteriologisch zu prüfender Flächen können feuchte Streifen verwendet und unter aeroben oder anaeroben Bedingungen bebrütet werden.

Über die Genauigkeit der Methode sind hinsichtlich der Erfassung coliformer Keime umfangreiche Untersuchungen angestellt, z.T. auch veröffentlicht ¹⁾²⁾³⁾ worden. Aus diesen Vergleichen mit flüssigen und festen Standardnährböden kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die Ergebnisse dieses Verfahrens innerhalb der allgemeinen bekannten biologischen Streugrenzen liegen. In parallelen Untersuchungsreihen waren dabei feste Nährböden, Bromthymolblau-Trypaflavin-Laktose-Agar, Desoxycholatar, Violetrot-Galle-Agar, TTC-Agar und Fuchsin-Laktose-Agar nach Endo, und auch flüssige Nährmedien, Galle-Gentianviolett-Pepton-Laktose-Lösung, Formiat-Ricinoleat-Bouillon, Brilliantgrün-Galle-Lösung, und TTC-Bouillon als Kontrollen verwendet worden. Die zur Gruppe der Escherichia-Aerobacter-Keime zählenden Bakterien wie *E. freundii* und Intermediuskeime wurden, selbstverständlich neben den typischen Vertretern dieser Gruppe, *E. coli* und *A. aerogenes*, als auf dem Papierstreifen einwandfrei wachsend, festgestellt. Enterokokken, *Bact. pyocyaneum*, *Bact. proteus* und *Bact. prodigiosum* wachsen nicht neben coliformen Keimen bei einer Nährbodenimprägnierung, nur speziell für Bakterien der Coli-Aerogenes-Gruppe gedacht ⁴⁾. Die beim Arbeiten mit bekannten Nährbodenzusammensetzungen auftretenden Schwankungen machen sich selbstverständlich auch in gleicher Weise

Bild 1

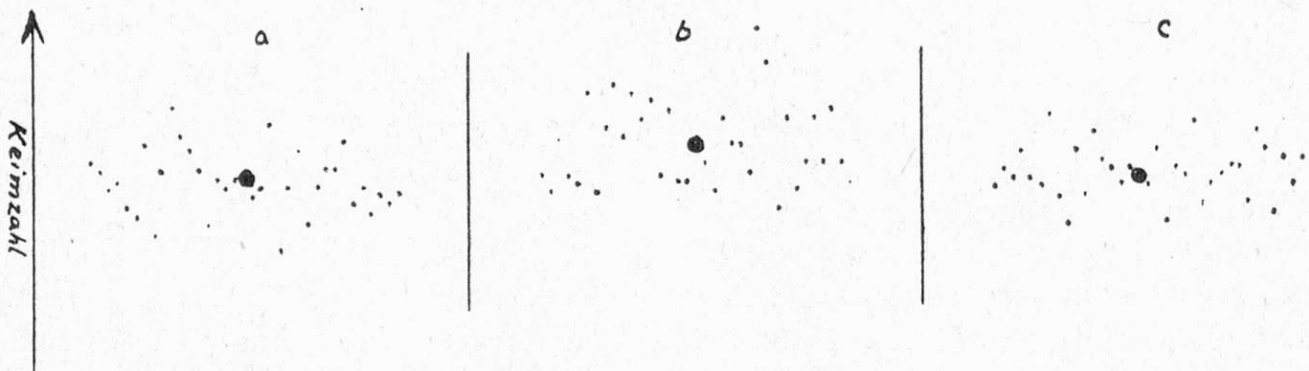


Bild 1

a, b und c umfassen je eine Versuchsreihe von 35 Keimzahlen auf den Streifen, wobei jede dieser Zahlen den Mittelwert von 5 Parallelproben darstellt, also 175 Keimzahlbestimmungen pro Versuchsreihe umfasst. Der jeweilige Mittelwert ist durch einen stark markierten Punkt wiedergegeben.

mit dem Papierstreifen-Verfahren bemerkbar. Die Zahl der auszählbaren Kolonien coliformer Keime in Wasserproben stellt sich in graphischer Wiedergabe nach Bild 1 dar. Jeder Punkt bedeutet dabei den Mittelwert von 5 Untersuchungen, wobei das Abstandsverhältnis masstäblich dargestellt ist. Damit soll die Treffsicherheit der Methode hinsichtlich der Reproduzierbarkeit ihrer Werte gezeigt werden.

In Bild 2 wird ein Überblick über 480 Untersuchungen in verschiedenen flüssigen und festen Nährböden gegeben. Der Colititer in den flüssigen Nährmedien wurde in jeweils 5 Parallelproben nach den McCrady'schen Tabellen ausgewertet. Die Keimzahlen des Papierstreifens und der festen Nährböden sind Mittelwerte von Doppelproben. Da es sich bei diesen Untersuchungen um natür-

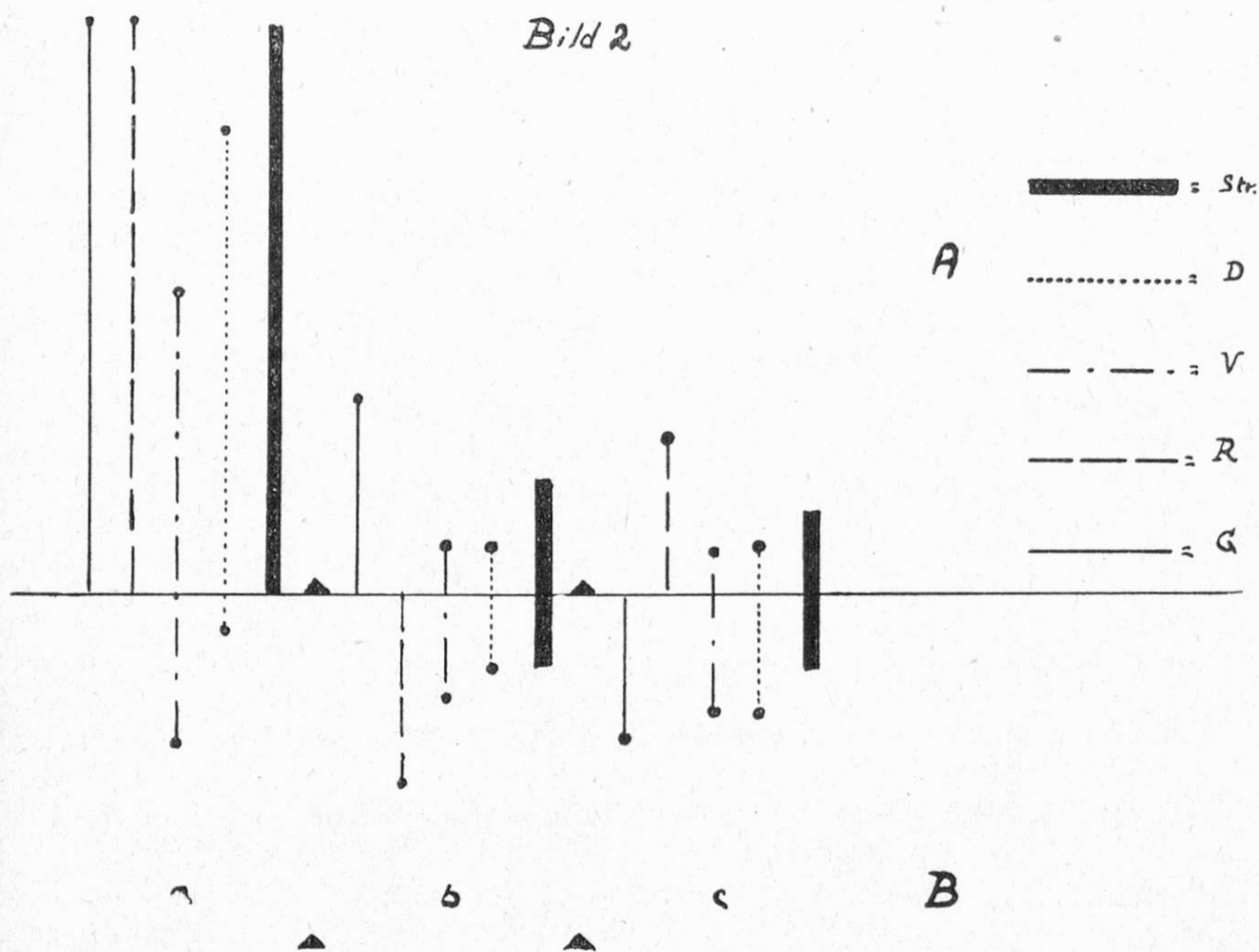


Bild 2

In 3 Gruppen a, b und c sind die Keimzahlergebnisse aus 480 Untersuchungsergebnissen mit 4 verschiedenen Standardnährmedien und den Papierstreifen als Vergleich zusammengefasst. Zur besseren Übersicht wurde eine Aufteilung in 3 verschiedene Zusammenstellungen korrespondierender Ergebnisse mit den jeweiligen Nährmedien, gewählt. (Erläuterung im Text).

lich infizierte Proben verschiedener örtlicher Herkunft handelt, lag eine Mischflora coliformer Keime vor. Die sich mit der Untersuchung in diesen verschiedenen Nährmedien ergebenden zahlenmässigen Differenzen sind so wiedergegeben, dass die innerhalb einer Zehnerpotenz übereinstimmenden Proben in Abschnitt A oder B zusammengefasst sind, wobei B um eine Zehnerpotenz niedriger liegt als A. Der Vergleich umfasste die Nährmedien Galle-Gentiana-Violett-Pepton-Laktose-Lösung (G), Formiat-Ricinoleat-Bouillon (R) und Violettrot-Galle-Agar (V) sowie Desoxycholat-Agar (D) und die Papierstreifenmethode (Str.). Diese Unterschiede der Keimzahlen sind aus Veröffentlichungen auch anderer Arbeiten bekannt und wurden damit in eigenen Untersuchungen bei der Prüfung der Streifenmethode erneut bestätigt.

Da sich zukünftig dem Papier in Bezug auf bakteriologische Arbeiten und andere nur andeutungsweise erwähnten Nachweisverfahren ein breites Anwendungsgebiet eröffnen wird, sei für solche speziellen Methoden in Anlehnung an papierchromatographische Verfahren der Ausdruck «Papierbaktographie» in Vorschlag gebracht. In diese Gruppe fallende Untersuchungen wären z.B. auch jene neuerdings bekannt gewordenen Forschungen aus Japan ⁶⁾, bei denen synchrone Bakterienkulturen dadurch entstehen, dass man eine dichte Bakteriensuspension auf eine Schicht von Filtrierpapier aufträgt und dadurch bei Colibakterien Fraktionen unterschiedlicher Wachstumseigenschaften und verschiedenem Stoffwechsel erhält. Die kleinsten Zellen zeigten stufenweises Wachstum, während sich die grösseren Zellen kontinuierlich vermehrten.

In bezug auf die vorliegende Arbeit sei darauf hingewiesen, dass das bakteriologische Papierstreifen-Verfahren nur eine orientierende Methode darstellen soll und, trotz ausreichender Genauigkeit und vergleichbarer Werte, die wissenschaftlich-klassischen Methoden nicht ersetzen will.

Zusammenfassung

1. Es wird der gegenwärtige allgemeine Stand der bakteriologischen Untersuchungstechnik beschrieben.
2. Die möglichen Verbesserungen sind durch optimale Nährbodenzusammensetzung und den Nachweis gruppenspezifischer Stoffwechselprodukte charakterisiert.
3. Modifizierte Tetrazoliumverbindungen können, unter Beachtung eingeschränkter Verwendungsmöglichkeit, zur Fermentaktivität intrazellulärer Vorgänge herangezogen werden.
4. Ein neues bakteriologisches Papierstreifen-Verfahren zum orientierenden Schnellnachweis, mit quantitativ vergleichbaren Ergebnissen gegenüber bekannten Standardmethoden ist ausführlich besprochen.
5. Als neue Begriffsbestimmung für bakteriologische Nachweisverfahren unter Ausnutzung besonderer und spezieller Eigenschaften bestimmter Papiere wird das Wort «Papierbaktographie» vorgeschlagen.

Résumé

1. L'auteur décrit l'état actuel général de la technique analytique bactériologique.
2. Les progrès possibles sont caractérisés par une composition optimale des milieux de culture et l'identification de produits spécifiques du métabolisme de certains groupes bactériens.
3. Des composés de Tetrazolium modifiés peuvent être utilisés pour l'étude de l'activité des ferments dans des phénomènes intracellulaires, en observant certaines conditions restrictives.
4. Un nouveau procédé bactériologique utilisant des bandes de papier pour des examens rapides, donnant des résultats comparables au point de vue quantitatif avec des méthodes standard connues, est décrit en détail.
5. Comme nouvelle dénomination de ce procédé de recherche bactériologique, applicable en tenant compte des propriétés spéciales de certains papiers, on propose le terme de «bacto-graphie sur papier».

Summary

1. A survey is given of the present state of bacteriological methods.
2. The improvements which it is possible to make are characterized by the optimum composition of the media and by the detection of the highly specific metabolism products of certain groups of bacteria.
3. Modified triphenyltetrazolium compounds may be used for following the intracellular processes due to ferment activity.
4. To a new bacteriological paper strip test, giving quantitative comparable results and qualified to be used as a quick field method, is given detailed consideration with regard to standard methods generally applied.
5. The new terminological expression «paper bactography» is suggested for the bacteriological test methods calling for very characteristic qualities of certain papers.

Literatur

- ¹⁾ Seelemann, M. und Wegener, K. H., Zum Nachweis von Escherichia-Aerobacter Keimen in Milchproben. *Milchwissenschaft* **11**, 51—56 (1956).
- ²⁾ Beck, G., Erfahrungen mit «bacto-strip» zum Schnellnachweis von Keimen aus der Coli-Aerogenes-Gruppe in Milch. *Milchwissenschaft* **11**, 49—50 (1956).
- ³⁾ Futschik, J., Über die Brauchbarkeit neuer Coli-Bestimmungsmethoden für die bakteriologische Stufenkontrolle. *Die österr. Milchwirtschaft* **11**, 70—72 (1956).
- ⁴⁾ Wüstenberg, J., nicht veröffentlicht.
- ⁵⁾ Jám bor, B., Polarographic Study of Triphenyltetrazolium Chloride. *Acta Chim. Sci. Acad. Hung. Tom. 4 Fasc. 1*, 55—71 (1954).
- ⁶⁾ Maruyama, Y. und Yamagita, T., Papierchromatographie von Bakterien. *Bacteriol. Proc.* (1955) S. 37, zit. *Umschau Wissensch. und Techn.* **56**, 279 (1956).