

Aus der Medizinaluntersuchungsanstalt am Hygienischen Institut der Freien und Hansestadt Hamburg (Leiter: Prof. Dr. S. WINKLE)

Neue serologische Untersuchungen über O-Antigenbeziehungen zwischen *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Arizona* und *Citrobacter*

New Serological Investigations into O-Antigenic Relations Between *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Arizona* and *Citrobacter*

M. REFAI und R. ROHDE

Eingegangen am 23. November 1974

Abstract

During a systematic investigation into O-antigenic relations within the family Enterobacteriaceae, with special emphasis on serological relationships between O-antigens (or O-groups) of *E. coli* and various O-groups of *Salmonella*, *Arizona*, and *Citrobacter*, our tests confirmed some findings previously described by other authors, some were not confirmed, and other antigenic relationships were discovered which have not yet been published.

Individually tested were O-Antigens of 142 serologically defined *E. coli* types by using O-factor sera of *Salmonella*, *Arizona*, and *Citrobacter* for the slide agglutination. The slide agglutination was applied in preference to the tube-agglutination, not only because the former has been generally adopted but it also shows broader reactions. We wanted to evaluate only real antigenic relationships and no unspecific par- or co-agglutinations.

Strong agglutinations in sera anti *Salmonella* and anti *Arizona* were observed in 27 of 142 *E. coli* types tested. In 25 of these cases *Arizona* sera were used which reacted specifically with such O-factors closely related or even identical with *Salmonella* factors determined in the first instance. Two *E. coli* types agglutinated with serum anti *Arizona* O:6; this serum had never before proved positive with any *Salmonella* strain of sub-genera I, II, and IV, since the antigen O:6 so far represented a pure *Arizona* O-group. These positive agglutinations in sera anti *Salmonella* and *Arizona* are additional proof for the cross reactions being absolutely specific.

11 *E. coli* types showed antigenic relations with bacteria of the *Citrobacter* group.

The following *E. coli* O-groups demonstrated clear relations to *Salmonella* and *Arizona* O-antigens:

- 1) *E. coli* O-antigen 1 to *Salmonella* O:42 = group T and to the herewith corresponding *Arizona* O-antigen 15.
- 2) *E. coli* O-antigen 2 to *Salmonella* O:55 and to its related *Arizona* O-antigen 8.
- 3) *E. coli* O-antigen 6 to *Salmonella* O:40 of O-group R (= det. 40₁, 40₂ further to *Arizona* O-antigen 10 (= det. 10a, 10c), and to *Citrobacter* O-group 11a, 11b. The last two O-groups are related to *Salmonella* O:40.

- 4) *E. coli* O-antigen 15 to *Salmonella* O:59 and to the corresponding *Arizona* O-antigen 19.
- 5) *E. coli* O-antigen 23 to *Salmonella* O:51 and to the *Arizona* O-antigen 1, 2.
Since there exist relations between *Salmonella* O-antigens 51 and 44 and the herewith corresponding *Arizona* O-antigens 1, 2 and 1,3, positive reactions resulted with unabsorbed sera anti *Salmonella* O:44 and *Arizona* O:1,3, whilst absorbed sera showed no reactions.
- 6) *E. coli* O-antigens 44, 62, 68, 79, 73, 99, 106 and 129 – which amongst themselves show cross reactions – to *Salmonella* O:6 and O:14 and to the corresponding *Arizona* O-antigens 7a, 7c and 32. *Arizona* O-antigen 7a, 7c translates into the *Salmonella* O-formula (6), 14 and *Arizona* O:32 into *Salmonella* O:6, 14.
In the slide agglutination test with *Salmonella* sera the two *Arizona* O-antigens are distinguishable by the factor O:6 which in one case is stronger developed than in the other. There are further relations to the *Citrobacter* O-group 21 which in turn is related to *Salmonella* 6, 14.
- 7) *E. coli* O-antigen 55 to *Salmonella* O:50 (= det. 50₁, 50₂, 50₃) and the herewith corresponding *Arizona* O-antigen 9a, 9c.
- 8) *E. coli* O-antigens 86 and 90 to *Salmonella* O:43 of group U and to the *Arizona* O-group 21, In detail: *E. coli* O:86 reacts with *Salmonella* 43₁, 43₃, 43₄ and *E. coli* O:90 reacts with *Salmonella* 43₁, 43₂, 43₃; the difference lies merely in dissimilar sub-factors within the antigenic complex O:43.
- 9) *E. coli* O-antigen 132 to *Salmonella* O:17 (O-group J) and to the *Arizona* O-antigen 12. However, *E. coli* O:134 shows cross reactions with the *Salmonella* O-group G (*Arizona* O-group 18 respectively) and in particular to the special factor 36 belonging to group G.
- 10) Identity of *E. coli* O-antigen 111 with *Salmonella* O:35 and *Arizona* O:20 respectively – which was established some time ago – was confirmed by our tests.

The strong antigenic relations between *E. coli* strains and certain serotypes of the groups *Salmonella*, *Arizona*, and *Citrobacter* demonstrate that practical diagnoses cannot rely solely on serological findings, particularly findings regarding O-antigens, but that the exact classification of a suspect strain also requires a biochemical test.

There exist no monospecific *Salmonella* O-sera and it is a mistake to try to achieve such sera by all kinds of agglutinin absorptions.

Zusammenfassung

27 von insgesamt 142 untersuchten *E. coli*-Typen zeigten starke Agglutinationen in *Salmonella*- bzw. *Arizona*-Antiseren. 11 *E. coli*-Typen hatten Antigenverwandtschaften mit Bakterien der *Citrobacter*-Gruppe. Die verschiedenen Antigenbeziehungen wurden ausführlich diskutiert. Die Notwendigkeit der eingehenden biochemischen Prüfung eines verdächtigen Stammes für eine exakte Klassifizierung wurde hervorgehoben.

In einer früheren Veröffentlichung (1972) berichteten wir über die von uns gefundenen Antigenbeziehungen zwischen Cholera-Vibrionen und Enterobacteriaceen. Gegenwärtige Arbeit behandelt eine ebenso systematische Untersuchung über Antigenbeziehungen innerhalb der Familie Enterobacteriaceen mit dem Ziel, noch nicht bekannte Antigenbeziehungen zwischen verschiedenen O-Antigenen bzw. O-Gruppen der Genera *Escherichia*, *Salmonella*, *Arizona* und *Citrobacter* festzustellen.

Im Rahmen unserer serologischen Analysen konnten wir zahlreiche in der Literatur bereits beschriebene Antigenverwandtschaften nicht bestätigen, dagegen viele andere feststellen, die von anderen Autoren nicht erwähnt wurden.

Material und Methoden

Die O-Antigene von 142 serologisch definierten E. coli-Typen wurden zunächst in polyvalenten Salmonella- bzw. Arizona-Antisera in der Objektglasagglutination geprüft. Nur die Stämme, die eine prompte und starke Agglutination zeigten, wurden, da die meisten O-Antigene komplex strukturiert sind, noch weiter in Einzel-Faktoren geprüft, um die festgestellte Antigenverwandtschaften en detail zu präzisieren.

Ergebnisse

Insgesamt fanden wir 27 E. coli-Typen, die starke Agglutinationen mit Salmonella-Antisera aufwiesen. 17 E. coli-Typen hatten jeweils nur zu einem Salmonella-Faktor Beziehung, während 10 E. coli-Typen mit mehreren Salmonella- bzw. O-Gruppen-Antisera kreuzreagierten. Andererseits agglutinierten 8 E. coli-Stämme in den gleichen Salmonella O-Faktorsera, z.B. Anti O:6 und Anti O:14, obwohl sie zu serologisch unterschiedlichen E. coli-O-Gruppen gehörten.

Tabelle 1. Antigenbeziehungen zwischen Salmonella, Escherichia coli, Arizona und Citrobacter

Escherichia coli	Salmonella	Arizona	Citrobacter
O:1 (U5/41)	42 ₁	15	
O:2 (U9/41)	55	8	
O:6 (Bi 7458/41)	40 ₁ , 40 ₃	10 a, 10 c	11 a, 11 b
O:11 (Bi 623/42)	16	25	
O:15 (F 7902/41)	59	19	
O:21 (E 19 a)	38	16	14
O:23 (E 39 a)	51	1, 2	
O:35 (P 12 a)		6	
O:44 (H 702 c)	6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14+)	7 a, 7 c 32 20	21
O:55 (Su 3912/41)	50 ₁ , 50 ₂ , 50 ₄	9 a, 9 c	
O:62 (10524/41)	9, 12 (9-) 4, 12 (4-) 12 ₂ , 12 ₃ 6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14+)	7 a, 7 c 32 9 a, 9 b	21
	50 ₁ , 50 ₂ , 50 ₃		

Escherichia coli	Salmonella	Arizona	Citrobacter
O:66 (P 1 a)	17	12	
O:68 (P 7 d)	6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14+)	7 a, 7 c 32	21
O:70 (P 9 c)	6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14+) 17	7 a, 7 c 32 12	21
O:73 (P 12 a)	2 12 ₂ , 12 ₃ 6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14+) 17	7 a, 7 c 32 12	21
O:75 (E 3 b)	7 11 41	27 17 13	
O:85 (H 23)	17	12	
O:86 (H 35)	43 ₁ , 43 ₃ , 43 ₄	21	
O:90 (H 77)	43 ₁ , 43 ₂ , 43 ₃	21	
O:99 (H 504 c)	6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14+)	7 a, 7 c	21
O:106 (H 521 a)	6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14+)	7 a, 7 c 32	21
O:111 (Stoke W)	35	20	
O:127 (Ewing 4932)	22	18	
O:129 (Seeliger, 178-54)	6, 7 (7-) 6, 8 (8-) 6, 14 (14-) 35	7 a, 7 c 32 (±) 20	21
O:132 (N 87)	17	12	
O:133 (N 282)		6	
O:134 (4370-53)	36		

Ferner zeigten 27 E. coli-Typen deutliche Agglutinationen in Arizona-Antiseren. In 25 dieser Fälle handelte es sich um Arizona-Antiseren, die spezifisch mit solchen O-Faktoren reagierten, die mit den zunächst festgestellten Salmonella-Faktoren entweder nahe verwandt oder identisch waren. 2 E. coli-Typen agglutinierten im Arizona O:6-Antiserum, das bisher noch mit keinen Salmonellen der sub-genera I, II und IV positiv war und somit eine reine Arizona-O-Gruppe repräsentierte (Tab. 1).

11 E. coli-Typen zeigten Antigenverwandtschaften mit Bakterien der Citrobacter-Gruppe. Der größte Teil agglutinierte im Citrobacter 21-Antiserum, das seinerseits auch mit den Salmonella O-Antigenen 6 und 6,14 positiv reagierte.

Diskussion

In dieser Arbeit haben wir bei 27 E. coli-Typen Antigenverwandtschaften mit Salmonella bzw. Arizona (= Salmonella sub-genus III) festgestellt. FRANTZEN (1950) erwähnte 11 E. coli-Typen mit Antigenbeziehungen zu Arizona. KAUFFMANN (1954) faßte die Antigenverwandtschaft von Salmonella, Arizona und Escherichia in einer Tabelle zusammen, die 18 E. coli-Typen enthielt, welche mit O-Antigenen von 15 Arizona- und 15 Salmonella-Arten enge serologische Beziehungen aufwiesen.

Von den 149 E. coli-Stämmen, die KAMPELMACHER (1959) mit Salmonella- und Arizona-Antiseren untersuchte, agglutinierten 103 (ca. 68%) positiv. Darunter befanden sich auch 11 damals bekannte enteropathogene E. coli-Typen, die mit Salmonella serologische O-Antigenbeziehungen aufwiesen. Ein so hoher Prozentsatz von serologischen Kreuzreaktionen mit Salmonella erscheint uns ziemlich unwahrscheinlich, da er in der Praxis die serologische Diagnose enteropathogener E. coli-Typen sehr erschweren müßte.

Die Spezifität solcher Untersuchungen und die Abgrenzung von spezifischen Reaktionen gegenüber mehr oder weniger unspezifischen Par- bzw. Coagglutinationen hängt jedoch von mehreren Faktoren ab, die sich z. B. auf die Untersuchungsmethode, die qualitative Beurteilung der Agglutination und nicht zuletzt auch auf die Qualität bzw. Spezifität der verwendeten Seren und die absolute S-Form der geprüften Stämme beziehen.

Wenn, wie die späteren Ausführungen zeigen, unsere Ergebnisse teilweise von denen anderer Autoren, insbesondere KAMPELMACHERS erheblich abweichen, so muß gerechterweise berücksichtigt werden, daß KAMPELMACHER Röhren-Agglutinationen benutzte, während wir unseren Versuchen bewußt die Objektträger-Agglutination zugrunde gelegt haben. In der bakteriologischen Routinediagnostik pflegt man sich fast ausschließlich der Objektglas-Agglutination zu bedienen. Daher ist diese Methode vom praktischen Standpunkt aus vorzuziehen, zumal die Röhren-Agglutination oft auch zu scharfe Ergebnisse liefert, die bei der gröberen Objektglasmethode nicht beobachtet werden oder in der Praxis nicht störend ins Gewicht fallen.

Aus diesem Grunde vertraten wir den Standpunkt, daß nur solche Kreuzreaktionen bewertet werden durften, die auf echten Antigengemeinschaften beruhten. Weiterhin ist zu bedenken, daß noch zu wenig geklärt ist, ob Antigene innerhalb eines Serotyps stabil sind. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, daß Arbeiten mit verschiedenen Stämmen Unterschiede ergeben. Schließlich muß auch die Verfeinerung der Herstellungstechnik von spezifischen Faktorseren während der letzten 10 bis 20 Jahre berücksichtigt werden. Auch diese Tatsache könnte bis zu einem gewissen Grade erklären, daß unsere Feststellungen verschiedentlich von den Resultaten abweichen, die KAMPELMACHER vor 16 Jahren erhoben hat.

Bei unseren Untersuchungen haben wir nur ganz einwandfreie typische Objektglas-Agglutinationen bewertet. Alle Stämme, die nur schwach oder zweifelhaft reagierten, wurden überhaupt nicht berücksichtigt. Da die meisten Arizona- und Salmonella-O-Antigene entweder serologisch nahe verwandt oder sogar identisch sind, so daß sie mit entsprechenden Salmonella- als auch mit Arizona-Antiseren positiv agglutinieren, läßt sich jeder Arizona-Typ nicht nur mit einer Arizona-Formel nach dem originalen Arizona-Schema von EDWARDS et al., sondern ebenso mit einer korrespondierenden Salmonella-Formel nach dem originalen K.W.-Schema definieren, wie KAUFFMANN und ROHDE (1962) gezeigt haben. Diese Tatsache war eine der maßgeblichen Gründe dafür, daß man heute im allgemeinen Arizona nicht mehr als eine selbständige Enterobacteriaceae-Gattung betrachtet, sondern als sog. sub-genus III von Salmonella (*S. arizonae*) klassifiziert. Dementsprechend sind inzwischen auch sämtliche serologisch definierten Arizona-Typen in die mit ihnen korrespondierenden Salmonella-Antigenformeln übertragen (ROHDE, 1969) und in toto in das K.W.-Schema integriert worden. Daraus folgt, daß alle in Salmonella-Antiseren koagglutinablen *E. coli*-Stämme auch positive Agglutinationen in den entsprechenden Arizona-Antiseren zeigen müßten, was wir als einen zusätzlichen Beweis für eine echte Antigenverwandtschaft werten.

Die *E. coli*-Stämme, die nur mit einem Salmonella-, aber nicht mit dem entsprechenden Arizona-Antiserum reagierten (und vice versa) wurden bei unseren Prüfungen nicht als positive Reagentien betrachtet und solche einseitigen Agglutinationen daher auch nicht bewertet.

Nachstehend sollen einige besonders charakteristische Ergebnisse besprochen werden:

1. Das *E. coli*-Antigen O:1 agglutinierte in Salmonella 42- und Arizona 15-Antiseren (was auch mit KAMPELMACHER's Befund übereinstimmt). Im Gegensatz zu KAMPELMACHER aber konnten darüber hinaus keine weiteren Agglutinationen in Salmonella (8), 20- oder Arizona O:6-Antiseren nachgewiesen werden, was auch einleuchtend ist, zumal bisher zwischen den letztgenannten beiden Salmonella- (= 8,20) und Arizona-(O:6) O-Gruppen und der Salmonella O-Gruppe T=42 bzw. der ihr korrespondierenden Arizona O-Gruppe 15 keinerlei serologische Beziehungen beobachtet worden sind.

Die O-Gruppe T ist entweder durch die O-Antigene 42 oder 1,42 (detailliert 42, und 1, 42₁, 42₂) charakterisiert. Der in der detaillierten Formel enthaltene und stets mit einem O:1-Antigen vergesellschaftete Sonderfaktor 42₂ unterliegt auch einer gemeinsamen O-Variation, so daß entsprechende Kulturen: 1⁺⁺, 42⁺⁺ oder 1[±], 42[±] Formen dissoziieren. 77% aller sub-genus I-species dieser O-Gruppe sind nach den bisherigen Erfahrungen durch das komplexe Antigen 1, 42₁, 42₂ gekennzeichnet. Dagegen besitzen alle z.Z. bekannten atypischen Salmonella-Stämme der subgenera II und III (= Arizona) nur das einfache Antigen 42₁. LEMINOR (1965) stellte fest, daß die 1, 42₂-positiven Kulturen lysogen sind, d. h. einen isolierfähigen Phagen beherbergen, mit dessen Hilfe es ihm gelang, auch Stämme mit dem einfachen Antigen 42 in eine 1, 42₂⁺ zu konvertieren.

Da der *E. coli*-Typ O:1, wie wir feststellten, den Salmonella-O-Faktor 42₁ besitzt, wäre es durchaus möglich, daß er durch eine Konversion mit Hilfe des konvertierenden Phagen 1, 42 imstande wäre, ebenfalls die komplexe O-Form 1, 42₁, 42₂ zu erwerben, wobei in den Formeln die Antigen-Nummern, die der Konversion unterliegen, neuerdings durch Kursivschrift kenntlich gemacht werden sollen. Ent-

sprechende Versuche, auch E. coli-Typen mit dem Antigen O:1 in der komplexen O-Form 1,42₁,42₂ zu konvertieren, sind bereits in Angriff genommen.

2. Das E. coli-Antigen 2 agglutinierte im Salmonella O:55- und außerdem im Arizona O:8-Antiserum. FRANTZEN, KAUFFMANN sowie KAMPPELMACHER erwähnten bereits Antigenbeziehungen zwischen E. coli O:2 und Arizona O:8. LE MINOR (1961) erwähnte seinerseits eine serologische Beziehung zwischen Arizona O:8 und Salmonella O:55-Antigenen anlässlich der Publikation von S. tranoroa (sub-genus II). Diesen Hinweis nahmen wir zum Anlaß, den E. coli-Stamm mit O-Antigen 2 auch mit einem Salmonella O:55-Antiserum zu prüfen, wobei wir auch in diesem die erwartete positive Agglutination erhielten.

Die Feststellung einer positiven Agglutination mit 2 Antiseren, die wiederum mit 2 unterschiedlichen aber ebenfalls kreuzreagierenden O:Gruppen agglutinieren, unterstreicht zugleich das Vorhandensein einer serologischen Verwandtschaft zwischen der E. coli O:2 und der Arizona O:8-Gruppe.

3. Das E. coli O:6-Antigen zeigte starke Agglutinationen mit den Salmonella 40₁, 40₃ und den korrespondierenden Arizona 10a, 10c sowie Citrobacter 11a, 11b-Antiseren. Eine Koagglutination im Salmonella-Antiserum 1, 4, 5, 12, die von KAMPPELMACHER erwähnt wurde, war in unseren Seren sehr schwach bzw. zweifelhaft, daß wir sie als unspezifisch betrachtet haben.

4. Das E. coli-Antigen O:15 besitzt nach KAMPPELMACHER Antigenbeziehungen mit den Salmonella-O-Faktoren 47a,c (wahrscheinlich 47₁, 47₃, da die Bezeichnung a, c nur in Arizona- aber nicht in Salmonella-Formeln verwendet wird) und 48. Diese Ergebnisse konnten wir nicht bestätigen. Stattdessen beobachteten wir eine starke positive Agglutination sowohl im Salmonella O:59- als auch in dem diesem entsprechenden Arizona O:19-Antiserum, wobei der Doppelbefund sowohl im Salmonella- wie im Arizona-O-Antiserum als eine Bestätigung der von uns beobachteten Antigenverwandtschaft zu betrachten ist.

5. Das E. coli-Antigen O:23 soll nach KAMPPELMACHER Antigenbeziehungen mit folgenden miteinander nicht kreuzreagierenden Salmonella-O-Faktoren besitzen: (8), 20; 6, 14, 25; 18; (3), (15), 34; 13, 22; 13, 23, d.h. mit den O-Antigenen der Salmonella-Gruppen C₃, H, K, E₃, G₁ und G₂. Auch diese a priori unwahrscheinlichen Befunde konnten von uns nicht bestätigt werden. Dagegen fanden wir eine deutliche Agglutination im Salmonella 51- und dem korrespondierenden Arizona O-2-Faktorserum. Letzterer Befund stimmt auch mit Beobachtungen von KAUFFMANN (1966) überein, wonach E. coli O:23 serologische Beziehungen mit den Arizona-O-Antigenen 1, 2 und 1, 3 besitzen soll. Zwischen den Arizona-Gruppen 1, 2 (= Salmonella O:51) und Arizona 1, 3 (= Salmonella O:44) bestehen bekanntlich serologische Beziehungen (KAUFFMANN, 1966), so daß zur sicheren Abgrenzung beider O-Gruppen (und das gleiche gilt für Arizona O:1, 2 und 1, 3, wo bereits durch den gemeinsamen Faktor 1 eine Beziehung zum Ausdruck gebracht wird) die Verwendung absorbierter Seren zu empfehlen ist. Benutzten wir absorbierte Antiseren (Serum anti O:51 minus 44 bzw. anti O:44 minus 51), so erhielten wir eine positive Agglutination lediglich im spezifischen O:51-Antiserum. Entsprechend fielen die Reaktionen bei Benutzung von absorbierten Arizona 2- und 3-Antiseren aus, d.h. nur das absorbierte O:2-Antiserum, das Salmonella O:51 entspricht, reagierte mit E. coli O:23 positiv.

6. Die *E. coli* O-Gruppen 44, 62, 68, 70, 73, 99, 106 und 129 zeigten positive Agglutinationen in den Salmonella-Antiseren 6, 7 (7—); 6, 8 (8—); 6, 14 (14+) und den Arizona-Antiseren 7a, 7c bzw. 32 sowie in dem Citrobacter-Antiserum 21.

Bemerkenswert an diesen Befunden ist, daß bei allen *E. coli*-Stämmen mit serologischen Beziehungen zu dem Salmonella-O-Faktor 6 zugleich auch eine Beziehung zu dem Salmonella-O-Faktor 14 bestand und daß andererseits eine entsprechende Kreuzreaktion auch mit den Arizona-O-Antigenen 7a, 7c und 32 beobachtet werden konnte. Letztere Feststellung ist so zu erklären, daß das Arizona-Antigen 7a, 7c = (6), 14 aus einem schwach ausgeprägten O:6 und einem stärker entwickelten O:14 Faktor besteht, während in dem Arizona O-Antigen 32 beide Faktoren 6 und 14 etwa gleich stark enthalten sind.

Unsere Resultate ließen darauf schließen, daß auch zwischen den oben erwähnten mit Salmonella 6, 14 verwandten *E. coli* O-Gruppen serologische Beziehungen bestehen müssen. Für diese Vermutung sprechen Feststellungen von EWING et al. (1956), wonach Beziehungen zwischen *E. coli* O:44 und O:73 bzw. O:106; O:62 mit O:68 und O:106; O:73 mit O:106 und schließlich O:86 mit O:90 bestehen. Unsere Untersuchungen zeigten, daß alle diese Beziehungen auf einer Antigenverwandtschaft mit den Salmonella-Faktoren 6 und 14, bzw. Arizona 7a, 7c und 32 beruhen.

7. Die *E. coli* O-Gruppe 55 ist nach FRANTZEN und KAUFFMANN mit der Arizona O-Gruppe 9 verwandt. Wir konnten diesen Befund dahingehend erweitern, daß sich diese Antigenverwandtschaft auf die Arizona O-Gruppe 9a, 9c bezieht, was auch mit Hilfe von Salmonella-Antiseren bestätigt werden konnte. Arizona 9a, 9c entspricht dem detaillierten Salmonella O-Antigen 50₁, 50₂, 50₃, infolgedessen erhielten wir auch positive Agglutinationen in den Salmonella-Seren Anti O:50, O:50₂ und O:50₃.

8. Die *E. coli* O-Antigene 86 und 90 sind ebenfalls untereinander verwandt (FRANTZEN, 1950 und KAUFFMANN, 1954). Der diese Beziehungen verursachende Faktor soll dem Arizona O-Antigen 21 (= Salmonella O:43) entsprechen. Nach KAMPFELMACHER agglutinierten die beiden *E. coli*-Gruppen in den Salmonella-Antiseren 13, 22 und 13, 23 sowie im Arizona 18-Antiserum. Wir konnten die Ergebnisse von FRANTZEN und KAUFFMANN, aber nicht die von KAMPFELMACHER bestätigen. Beide *E. coli*-Gruppen agglutinierten sowohl im Arizona O:21 als auch im Salmonella O:43-Antiserum. Sie unterscheiden sich in einer detaillierten serologischen Analyse nur dadurch, daß *E. coli* O:86 mit den Salmonella Faktorenseren 43₁, 43₃, 43₄ und *E. coli* O:90 dagegen in den Salmonella Faktorenseren 43₁, 43₂, 43₃ kreuzreagiert.

9. In weiteren Fällen stimmen unsere Ergebnisse nicht mit denen von KAMPFELMACHER überein. So sollen nach ihm die *E. coli* O-Antigene 132 und 134 keine Beziehungen mit Salmonella besitzen. Unseren Befunden zufolge agglutinierte aber *E. coli* O:132 positiv in den Salmonella O:17- bzw. Arizona O:12-Antiseren, während *E. coli* O:134 eine serologische Verwandtschaft zu der Salmonella O-Gruppe G und der dieser entsprechenden Arizona O-Gruppe 18 zeigte, sich aber ganz besonders auf den Salmonella O-Faktor 36 bezog.

10. Die bereits bekannte Identität des *E. coli*-Antigens O 111 mit dem Salmonella O-Antigen 35 und mit dem diesem entsprechenden Arizona O-Antigen 20 konnten bei unseren Versuchen bestätigt werden.

Die in der Tabelle 1 und unter den Ziffern 1–10 behandelten starken Antigenbeziehungen zwischen *E. coli*-Stämmen einerseits und bestimmten Serotypen der *Salmonella*-, *Arizona*- und *Citrobacter*-Gruppen andererseits beweisen, daß man sich in der praktischen Diagnostik nicht auf serologische Befunde, insbesondere O-Antigenbefunde, allein verlassen kann, sondern daß eine exakte Klassifizierung eines verdächtigen Stammes zugleich einer eingehenden biochemischen Prüfung bedarf. Monospezifische *Salmonella* O-Seren gibt es nicht, weshalb der immer wieder unternommene Versuch, ein solches durch alle möglichen Agglutinin-Absorptionen zu gewinnen, ein Fehler ist.

Literatur

- EWING, W.H., H.W.TATUM, B.R.DAVIS and R.W.REAVIS: Studies on the serology of *Escherichia coli* group. CDC monography. Public Health Service, Atlanta, Georgia (1956)
- FRANTZEN, A.: Antigenic relationships between the *Salmonella*, *Arizona* and *Escherichia* groups. *Acta path. microbiol. scand.* 27 (1950) 647
- KAMPELMACHER, E.H.: On antigenic O-relationships between the groups *Salmonella*, *Arizona*, *Escherichia* and *Shigella*. *Antonie van Leeuwenhoek* 25 (1959) 289–324
- KAUFFMANN, F.: On antigenic relationships between *Escherichia* strains from infantile enteritis and *Salmonella* or *Arizona* strains. *Acta path. microbiol. scand.* 31 (1952) 355–359
- KAUFFMANN, F.: *Enterobacteriaceae*. E. Munksgaard, Copenhagen (1954)
- KAUFFMANN, F.: *The bacteriology of Enterobacteriaceae*. E. Munksgaard, Copenhagen (1966)
- KAUFFMANN, F. und R.ROHDE: Eine Vereinfachung der serologischen *Arizona*-Diagnose. *Acta path. microbiol. scand.* 54 (1962) 473–478
- LE MINOR, L., P.LENOC et D.DRÉAN: Un nouvel antigène somatique des *Salmonella*. *Ann. Inst. Pasteur* 101 (1961) 133–134
- LE MINOR, L.: Recherches sur la conversion bacteriophagique der caractères antigéniques des *Salmonella*. Thèses présentés à la Faculté des Sciences de l'Univ. de Paris (1965)
- ØRSKOV, F., E.E.SCHMID and T.VELAUDAPILLI: An *Escherichia freundii* strain related to *Escherichia coli* 111:B4. *Acta path. scand.* (Copenh.) 32 (1953) 565
- ROHDE, R.: Biochemische und serologische Möglichkeiten einer Differentialdiagnose der *Salmonella* sub-genera I-IV. (Zugleich erstmaliger Versuch einer vollständigen Eingliederung sämtlicher *Arizona*-species in das Kauffmann-White-Schema.) Habilitationsthesis, Hamburg (1969)
- SEELIGER, H.P.R. und F.SULZBACHER: O-Antigenbeziehungen enteropathogener Colitypen und ihre Bedeutung für die Diagnostik. *Z. Hyg.* 142 (1956) 531–537
- WINKLE, S., M.REFAI and R.ROHDE: On the antigenic relationship of *Vibrio cholerae* to *Enterobacteriaceae*. *Ann. Inst. Pasteur* 123 (1972) 775–781

Prof. Dr. M.REFAI, Faculty of Veterinary Medicine, Cairo University, Giza, Egypt
(Stipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung)

Priv.-Doz. Dr. R.ROHDE, Hygiene-Institut, D-2 Hamburg 36, Gorch-Fock-Wall 15–17