

Beiträge zur Biochemie der Mikroorganismen.

Von

Hartwig Franzen.

IV. Mitteilung.¹⁾

Über die Vergärung der Ameisensäure durch *Bacillus Kiliense*.

Von

Hartwig Franzen und G. Greve.

(Mitteilung aus dem chemischen Institut der Universität Heidelberg.)

(Der Redaktion zugegangen am 27. Oktober 1910.)

In dieser Abhandlung geben wir das Zahlenmaterial zur Vergärung der Ameisensäure durch *Bacillus Kiliense*; die theoretischen Erörterungen finden sich schon in der zweiten Mitteilung.²⁾

III. *Bacillus Kiliense*.

A. Stamm Kräl.

a) Calciumformiat.

1. 27°.

Tabelle Nr. 65.

0,4602 g Ameisensäure als Calciumformiat bei 27°.

Bakterium: *Bac. Kiliense* Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7072	0,4600	99,96	0,0002	—0,04
2	4,7054	0,4598	99,92	0,0004	—0,08
3	4,7096	0,4602	100,01	0,0000	+0,01
4	4,7048	0,4598	99,91	0,0004	—0,09
5	4,7168	0,4609	100,16	0,0007	+0,16

¹⁾ III. Mitteilung: Diese Zeitschrift, Bd. LXVII, S. 251 (1910).

²⁾ Diese Zeitschrift, Bd. LXIV, S. 169 (1910).

Tabelle Nr. 66.

0,4602 g Ameisensäure als Calciumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7060	0,4599	99,93	0,0003	-0,07
2	4,7022	0,4595	99,85	0,0007	-0,15
3	4,7941	0,4597	99,89	0,0005	-0,11
4	4,7106	0,4603	100,03	0,0001	+0,03

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt: die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Calciumformiat wird durch Bac. Kiliense Kräl bei 27° nicht vergoren.

2. 37°.

Tabelle Nr. 67.

0,4602 g Ameisensäure als Calciumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7046	0,4598	99,90	0,0004	-0,10
2	4,7035	0,4597	99,88	0,0005	-0,12
3	4,7026	0,4596	99,86	0,0006	-0,14
4	4,7118	0,4605	100,06	0,0003	+0,06
5	4,7044	0,4598	99,44	0,0004	-0,56

Tabelle Nr. 68.

0,4602 g Ameisensäure als Calciumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7014	0,4595	99,84	0,0007	-0,16
2	4,7051	0,4598	99,92	0,0004	-0,08
3	4,7037	0,4597	99,89	0,0005	-0,11
4	4,7055	0,4599	99,92	0,0003	-0,08
5	4,7140	0,4607	100,10	0,0005	+0,10

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Calciumformiat wird durch Bac. Kiliense bei 37° nicht vergoren.

β) Natriumformiat.

1. 17°.

Tabelle Nr. 69.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,6012	0,4497	97,71	0,0105	2,29
2	4,1418	0,4048	87,95	0,0554	12,05
3	3,1978	0,3125	67,91	0,1477	32,09
4	2,6866	0,2626	57,05	0,1976	42,95
5	2,4708	0,2415	52,47	0,2187	47,53
6	2,3472	0,2294	49,84	0,2308	50,16
7	2,2516	0,2200	47,81	0,2402	52,19
8	2,2078	0,2158	46,88	0,2444	53,12

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von

Lackmuspapier als Indikator durchgeföhrt. Die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Sehr schwache Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung stärker als am Tage vorher, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Starke Trübung, zusammenhängendes farbloses Häutchen, an der Wandung des Glases, dort wo die Flüssigkeit aufhört, schmaler rosenrot gefärbter Ring, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Trübung nicht mehr so stark wie am Tage vorher, ziemlich dicke zusammenhängende rauhe siegellackrote Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Schwache Trübung, Haut unverändert, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 6 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 7 Tagen: Sehr schwache Trübung, Haut intensiv dunkel siegellackrot, stark gekräuselt, die Flüssigkeit schwach rot gefärbt, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 8 Tagen: Gegen den vorhergehenden Tag kaum Veränderung, nur daß die unter der Bakterienhaut befindliche Flüssigkeit fast ganz klar geworden ist.

Tabelle Nr. 70.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	—	4.5542	0.4451	96,71	0,0151	3,29
2	—	4.0304	0.3939	85,59	0,0663	14,41
3	—	3.2506	0.3178	69,05	0,1424	30,95
4	1	3.1118	0.3041	66,08	0,1561	33,92
5	2	2.9088	0.2843	61,77	0,1759	38,23
6	—	—	—	—	—	—
7	5	1.3806	0.1349	29,32	0,3253	70,68
8	6	1.6250	0.1588	34,51	0,3014	65,49
9	7	1.2694	0.1241	26,96	0,3361	73,04
10	4	1.1466	0.1121	24,35	0,2481	75,65

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Ziemlich starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Starke Trübung, schwach rosenrote zusammenhängende Haut, die Färbung der Haut ist in einigen Kolben etwas intensiver als in den anderen; Kolben sehen nicht ganz gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung, zusammenhängende stark gefaltete Haut, in Kolben 4 ist die Haut nur ganz schwach rosa gefärbt, in 2, 3, 5, 6, 7 intensiv rosa, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen nicht ganz gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Trübung schwächer als am Tage vorher, in Kolben 4 ist die Trübung noch ziemlich stark, die Haut auf Nr. 4 ist nur ganz schwach rosa gefärbt, sie sieht auch nicht so gleichmäßig aus, wie die auf den anderen Kolben, auf den Kolben 3, 5, 6, 7 derbe stark gefaltete rosenrote Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen nicht ganz gleichmäßig aus.

Nach 6 Tagen: Gegen den vorhergehenden Tag kaum Veränderung, auf Kolben Nr. 4 ist die Haut noch nicht zusammenhängend und nur ganz schwach rosa gefärbt, in Kolben 4 nicht, kein Bodensatz; Kolben sehen nicht ganz gleichmäßig aus.

Nach 7 Tagen: Wie am Tage vorher, Kolben 4 nur ganz schwach rosa gefärbt; Kolben sehen nicht ganz gleichmäßig aus.

Nach 8 Tagen: Sehr schwache Trübung, die nur noch schwach rot gefärbte Haut ist an einigen Stellen durchbrochen, sonst unverändert; Kolben sehen nicht gleichmäßig aus.

Nach 9 Tagen: Nur Kolben 4 vorhanden; unverändert.

Tabelle Nr. 71.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH "o	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH "o
1	1	4,4206	0,4320	93,87	0,0282	6,13
2	3	4,0068	0,3916	85,09	0,0686	14,91
3	5	3,5174	0,3437	74,69	0,1165	25,31
4	7	3,2382	0,3165	68,77	0,1437	31,23

Tabelle Nr. 72.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,4338	0,4333	94,15	0,0269	5,85
2	4	3,9916	0,3901	84,76	0,0701	15,24
3	6	3,5592	0,3478	75,58	0,1124	24,42

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt. Die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Ziemlich starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Ziemlich starke Trübung, dünne Haut, am Boden etwas untergesunkene Haut, kein Farbstoff; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Die Versuchsreihe 70 wurde 8 Tage später angesetzt als Versuchsreihe 69; 71 und 72, welche zu gleicher Zeit angesetzt wurden, wurden 3 Wochen später angesetzt als 70.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

Tabelle Nr.	69	70	71	72
1. Tag	2,29	3,29	6,13	5,85
2. „	12,05	14,41	14,91	15,24
3. „	32,09	30,95	25,31	24,42
4. „	42,95	33,92	31,23	—
5. „	47,53	38,23	—	—
6. „	50,16	—	—	—
7. „	52,19	70,68	—	—
8. „	53,12	65,49	—	—
9. „	—	73,04	—	—
10. „	—	75,65	—	—

Wegen der großen Abweichungen von einander ist es zwecklos, das Mittel aus den erhaltenen Resultaten zu ziehen.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 69	sind vergoren HCOOH		
		70	71	72
1. Tages	2,29	3,29	6,13	5,85
2. »	9,76	11,12	8,79	9,39
3. »	20,04	16,54	10,40	9,18
4. »	10,86	2,97	5,92	—
5. »	4,58	4,31	—	—
6. »	2,63	—	—	—
7. »	2,03	—	—	—
8. »	0,93	+ 5,19	—	—
9. »	—	7,55	—	—
10. »	—	2,61	—	—

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tabelle Nr. 69	70	71	72	
1. Tag	105	151	282	269
2. »	554	663	686	701
3. »	1477	1424	1165	1124
4. »	1976	1561	1437	—
5. »	2187	1759	—	—
6. »	2308	—	—	—
7. »	2402	3253	—	—
8. »	2444	3014	—	—
9. »	—	3361	—	—
10. »	—	3481	—	—

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	Tabelle Nr. 69	70	71	72
1. Tages	105	151	282	269
2. »	449	512	404	432
3. »	923	761	479	423
4. »	499	137	272	—
5. »	211	198	—	—

Innerhalb des Tabelle Nr.	sind vergoren HCOOH			
	69	70	71	72
6 Tages	121	—	—	—
7.	94	—	—	—
8.	+ 2	+ 239	—	—
9.	—	347	—	—
10.	—	120	—	—

Die erhaltenen Zahlen zeigen eine recht schlechte Übereinstimmung; nur Versuchsreihen 71 und 72, welche gleichzeitig angesetzt wurden, zeigen eine ganz gute Übereinstimmung. Diese Nichtübereinstimmung der Zahlen macht sich auch in den makroskopischen Erscheinungen bemerkbar. Die Differenzen müssen auf eine Verschiedenartigkeit der Nährbouillon zurückgeführt werden.

Nach 5 Tagen werden im Mittel $0,1973 \text{ g} = 42,88\%$ Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 3. Tages; innerhalb dieses Tages werden im Mittel $0,0647 \text{ g} = 14,04\%$ Ameisensäure vergoren.

2. 21°.

Tabelle Nr. 73.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	—	—	—	—	—	—
2	2	3,7982	0,3712	80,66	0,0890	19,34
3	3	3,1134	0,3043	66,12	0,1559	33,88
4	4	3,0902	0,3020	65,62	0,1582	34,38

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt. Die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Ziemlich starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Mittelstarke Trübung, schwach rötlich gefärbte zusammenhängende Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Tabelle Nr. 74.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5180	0,4415	95,94	0,0187	4,06
2	3	4,1984	0,4103	89,15	0,0499	10,85
3	5	3,8366	0,3749	81,47	0,0853	18,53
4	7	3,4950	0,3416	74,22	0,1186	25,78
5	9	3,3904	0,3313	72,00	0,1289	28,00

Tabelle Nr. 75.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,5318	0,4429	96,23	0,0173	3,77
2	4	4,2604	0,4165	90,47	0,0437	9,53
3	6	3,8170	0,3730	81,06	0,0872	18,94
4	8	3,5834	0,3502	76,10	0,1100	23,90

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt. Die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Schwache Trübung, keine zusammenhängende Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Schwache Trübung, gefältelte Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Schwache Trübung, gefältelte rosenrote Haut, die Haut ist teilweise untergetaucht, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Die Versuchsreihen 74 und 75, welche gleichzeitig angesetzt wurden, wurden 6 Wochen später angesetzt als Versuchsreihe 73.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 73	74	75
1. Tag	—	4,06	3,77
2. „	19,34	10,85	9,53
3. „	33,88	18,53	18,94
4. „	34,38	25,78	23,90
5. „	—	28,00	—

Wegen der wenig guten Übereinstimmung der 3 Versuchsreihen ist es unzumutbar, das Mittel aus den erhaltenen Werten zu ziehen.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH		
Tabelle Nr. 73	74	75	
1. Tages	—	4,06	3,77
2. „	—	6,79	5,76
3. „	14,54	7,68	9,41
4. „	0,50	7,25	4,96
5. „	—	3,22	—

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 73	74	75
1. Tag	—	187	173
2. „	890	499	437
3. „	1559	853	872
4. „	1582	1186	1100
5. „	—	1289	—

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH		
Tabelle Nr. 73	74	75	
1. Tages	—	187	173
2. „	—	312	264
3. „	669	354	435
4. „	23	333	228
5. „	—	103	—

Auch hier zeigt sich wieder eine recht schlechte Übereinstimmung der erhaltenen Zahlen; nur Versuchsreihe 74 und 75, welche gleichzeitig angesetzt wurden, stimmen etwas besser überein. Die Differenzen müssen auch hier wieder auf eine Verschiedenheit der Bouillon zurückgeführt werden. In 5 Tagen werden 0,1289 g = 28,00% Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 3. Tages; innerhalb dieses Tages werden 0,0486 g = 10,54% Ameisensäure vergoren.

3. 27°.

Ein Teil der Versuchsreihen, welche über die Vergärung der Ameisensäure durch Bac. Kiliense bei 27° vorliegen, wurde im Sommersemester 1908 ausgeführt (Versuchsreihe 76, 77, 78, 79), ein anderer Teil im Wintersemester 1908/09 (Versuchsreihe 80, 81, 82, 83). Zwischen der Ausführung dieser beiden Gruppen von Versuchsreihen liegt ein Zeitraum von 3½—4 Monaten. Da die beiden Gruppen von Versuchsreihen keine gute Übereinstimmung zeigen, sollen sie besonders aufgeführt werden.

Tabelle Nr. 76.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.
Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,5694	0,4466	97,03	0,0136	2,97
2	3,9972	0,3906	84,88	0,0696	15,12
3	3,1132	0,3042	66,11	0,1560	33,89
4	2,4394	0,2384	51,80	0,2218	48,20
5	2,0162	0,1970	42,81	0,2632	57,19

Tabelle Nr. 77.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,5238	0,4421	96,06	0,0181	3,94
2	4,0096	0,3918	85,15	0,0684	14,85
3	3,1522	0,3081	66,94	0,1521	33,06
4	—	—	—	—	—
5	2,0230	0,1977	42,96	0,2625	57,04

Tabelle Nr. 78.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,5340	0,4431	96,28	0,0171	3,72
2	3,9804	0,3890	84,52	0,0712	15,48
3	3,1566	0,3085	67,03	0,1517	32,97
4	2,4282	0,2373	51,55	0,2229	48,45
5	2,0250	0,1979	43,00	0,2623	57,00

Tabelle Nr. 79.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,5252	0,4423	96,12	0,0179	3,88
2	4,0158	0,3924	85,28	0,0678	14,72
3	3,1604	0,3089	67,11	0,1513	32,89
4	2,4348	0,2379	51,70	0,2223	48,30
5	1,9920	0,1947	42,30	0,2655	57,70

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt. Die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft. Versuchsreihe 17, 18 und 37, 38 wurden zu gleicher Zeit angesetzt; der Zeitunterschied zwischen 17, 18 und 37, 38 betrug 3 Wochen.

Tabelle Nr.	76	77	78	79
1. Tag	2,97	3,94	3,72	3,88
2. »	15,12	14,85	15,48	14,72
3. »	33,89	33,06	32,97	32,89
4. »	48,20	—	48,45	48,30
5. »	57,19	57,04	57,00	57,70

Mittlere Tabelle.

1. Tag	3,63
2. »	15,04
3. »	33,20
4. »	48,32
5. »	57,23

Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten.

Tabelle Nr.	76	77	78	79
1. Tag	-0,66	+0,31	+0,09	+0,25
2. »	+0,08	-0,19	+0,44	-0,32
3. »	+0,69	-0,14	-0,23	-0,31
4. »	-0,12	—	+0,13	-0,02
5. »	-0,04	-0,19	-0,23	-0,47

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind, abgesehen von je einer Zahl des 1., 2., 3. und 5. Tages, nicht größer als +0,31% und -0,32%. Werden die Zahlen 2,97 des 1. Tages 15,48 des 2. Tages, 33,89 des 3. Tages und 57,70 des 5. Tages nicht berücksichtigt, so wird folgende korrigierte mittlere Tabelle erhalten.

Korrigierte mittlere Tabelle.

1. Tag	3,85
2. »	14,90
3. »	32,97
4. »	48,32
5. »	57,08

Abweichung der gefundenen von den korrigierten
mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 76	77	78	79
1. Tag	- 0,88	+ 0,09	- 0,13	+ 0,03
2. »	+ 0,22	- 0,05	+ 0,58	- 0,18
3. »	+ 0,92	+ 0,09	± 0,00	- 0,08
4. »	- 0,12	—	+ 0,13	- 0,02
5. »	+ 0,11	- 0,04	- 0,08	+ 0,68

Abgesehen von den eingerahmten Zahlen, welche den nicht berücksichtigten Werten zukommen, sind die Abweichungen der gefundenen von den korrigierten mittleren Werten recht klein, sie schwanken zwischen + 0,22% und - 0,18%.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der korrigierten mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	3,85
2. »	9,05
3. »	18,07
4. »	15,35
5. »	8,76

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 76	77	78	79
1. Tag	136	181	171	179
2. »	696	684	712	678
3. »	1560	1521	1517	1513
4. »	2218	—	2229	2223
5. »	2632	2625	2623	2655

Mittlere Tabelle.

1. Tag	167
2. »	693
3. »	1528
4. »	2223
5. »	2634

Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 76	77	78	79
1. Tag	— 31	+ 14	+ 4	+ 12
2. »	+ 3	— 9	+ 19	— 15
3. »	+ 32	— 7	— 11	— 15
4. »	— 5	—	+ 6	+ 0
5. »	— 2	— 9	— 11	+ 21

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind, abgesehen von je einer Zahl des 1., 2., 3. und 5. Tages, nicht größer als + 0,0014 g und — 0,0015 g. Werden die Zahlen 136 des 1. Tages, 712 des 2. Tages, 1560 des 3. Tages und 2655 des 5. Tages nicht berücksichtigt, so wird folgende korrigierte mittlere Tabelle erhalten.

Korrigierte mittlere Tabelle.

1. Tag	177
2. »	686
3. »	1517
4. »	2223
5. »	2627

Abweichungen der gefundenen von den korrigierten Werten.

	Tabelle Nr. 76	77	78	79
1. Tag	— 41	+ 4	— 6	+ 2
2. »	+ 10	— 2	+ 26	— 8
3. »	+ 43	+ 4	+ 0	— 4
4. »	— 5	—	+ 6	+ 0
5. »	+ 5	— 2	— 4	+ 28

Abgesehen von den eingerahmten Zahlen, welche den nicht berücksichtigten Werten zukommen, sind die Abweichungen der gefundenen von den korrigierten mittleren Werten sehr klein; sie schwanken zwischen + 0,0010 g und — 0,0008 g; die Abweichungen halten sich also innerhalb der Versuchsfehler.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen
Ameisensäure.

(Berechnet aus der korrigierten mittleren Tabelle.)

1. Tag	177
2. »	509
3. »	831
4. »	706
5. »	404

Tabelle Nr. 80.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

- Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	—	—	—	—	—
2	3,9750	0,3885	84,41	0,0717	15,59
3	3,3846	0,3308	71,87	0,1294	28,13
4	3,0336	0,2925	64,42	0,1637	35,58
5	2,5232	0,2466	53,58	0,2136	46,42
6	2,2242	0,2174	47,23	0,2428	52,77
7	2,0292	0,1983	43,09	0,2619	56,91
8	1,8942	0,1851	40,22	0,2751	59,78
9	1,8454	0,1803	39,19	0,2799	60,81
10	1,8411	0,1799	39,10	0,2801	60,90

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt. Die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, feine nicht zusammenhängende Haut, einzelne Schollen, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Starke Trübung, zusammenhängende, teilweise rot gefärbte, gefältelte Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Schwache Trübung, dicke, stark gefältelte rote Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Trübung nur noch sehr schwach, stark gefällte, dicke zusammenhängende rote Haut, Haut nicht so intensiv gefärbt wie bei der gleichzeitig angesetzten Versuchsreihe bei 17° (Tabelle 43), sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Die Flüssigkeit ist fast klar, Haut unverändert, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 6 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 7 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 8 Tagen: Ähnlich wie am Tage vorher, die Haut ist nicht mehr so gleichmäßig, einige Partien scheinen zu Boden gesunken zu sein; die Flüssigkeit ist schwach rot gefärbt; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Tabelle Nr. 81.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	—	4,5496	0,4446	96,61	0,0156	3,39
2	—	4,0176	0,3926	85,32	0,0676	14,68
3	1	3,3208	0,3245	70,52	0,1357	29,48
4	2	3,0008	0,2933	63,72	0,1669	36,28
5	3	2,7370	0,2675	58,12	0,1927	41,88
6	4	2,4240	0,2369	51,47	0,2233	48,53
7	6	2,2070	0,2157	46,87	0,2445	53,13
8	7	2,0954	0,2048	44,50	0,2554	55,50

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Ziemlich starke Trübung, an der Wandung des Glases, dort wo die Flüssigkeit aufhört, farbloser Ring von Bakterienhaut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Schwache Trübung, schwache Haut, auf Kolben 2, 4, 5, 6 ist die Haut teilweise rot gefärbt, auf 1, 3, 7 farblos, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen ungleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Schwache Trübung, nur Kolben 3 ist ziemlich stark getrübt, rosenrote zusammenhängende Haut, auf Kolben 3 farblose Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen ungleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Flüssigkeit fast klar, nur Kolben 3 ist etwas stärker getrübt, auf allen Kolben intensiv rosenrote zusammenhängende, glatte, nicht gefälte Haut, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen fast gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Flüssigkeit fast klar, die glatte Haut ist nicht gleichmäßig rot gefärbt, sie ist teilweise herabgesunken und von Flüssigkeit bedeckt, sonst kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen im allgemeinen gleichmäßig aus.

Nach 6 Tagen: Gegen den vorhergehenden Tag kaum verändert, der Farbstoff der Haut ist zurückgegangen, die Flüssigkeit in Kolben 6 ist ganz klar, in Kolben 7 stark getrübt; Kolben sehen ungleichmäßig aus.

Nach 7 Tagen: Keine Haut, kein Farbstoff, am Boden viel Bakterienmasse.

Tabelle Nr. 82.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5626	0,4159	96,89	0,0143	3,11
2	3	4,1204	0,4027	87,50	0,0575	12,50
3	5	3,2165	0,3143	68,31	0,1459	31,69
4	—	—	—	—	—	—

Tabelle Nr. 83.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,5668	0,4463	96,98	0,0139	3,02
2	4	4,0790	0,3986	86,62	0,0616	13,38
3	6	3,2468	0,3173	68,95	0,1429	31,05
4	7	2,6492	0,2589	56,26	0,2013	43,74

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt. Die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Kolben 3 und 4 starke Trübung, Kolben 5, 6, 7 schwache Trübung, Kolben 3 und 4 keine Haut, Kolben 5, 6, 7 dünne farblose Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen ungleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Kolben 3 und 4 starke Trübung, Kolben 5, 6, 7 schwache Trübung, Kolben 3 und 4 keine Haut, Kolben 5, 6 und 7 farblose teilweise untergetauchte Haut, kein Farbstoff; Kolben sehen ungleichmäßig aus.

Versuchsreihe 82, 83, welche zu gleicher Zeit angesetzt wurde, wurde 3 Wochen später als Versuchsreihe 80.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 80	81	82	83
1. Tag	—	3,39	3,11	3,02
2. »	15,59	14,68	12,50	13,38
3. »	28,13	29,48	31,69	31,05
4. »	35,58	36,28	—	43,74
5. »	46,42	41,88	—	—
6. »	52,77	48,53	—	—
7. »	56,91	53,13	—	—
8. »	59,78	55,50	—	—
9. »	60,81	—	—	—
10. »	60,90	—	—	—

Wegen der wenig guten Übereinstimmung der Werte ist es nicht angängig, eine mittlere Tabelle aufzustellen.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH			
Tabelle Nr. 80	81	82	83	
1. Tages	—	3,39	3,11	3,02
2. »	—	11,29	9,39	10,36
3. »	12,54	14,80	19,19	17,67
4. »	7,45	6,80	—	12,69
5. »	10,84	5,60	—	—
6. »	6,35	6,65	—	—
7. »	4,18	4,60	—	—
8. »	2,87	2,37	—	—
9. »	1,13	—	—	—
10. »	0,09	—	—	—

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

Tabelle Nr.	80	81	82	83
1. Tag	—	156	143	139
2. »	717	676	575	616
3. »	1294	1357	1459	1429
4. »	1637	1669	—	2013
5. »	2136	1927	—	—
6. »	2428	2233	—	—
7. »	2619	2445	—	—
8. »	2751	2554	—	—
9. »	2799	—	—	—
10. »	2801	—	—	—

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH			
Tabelle Nr.	80	81	82	83
1. Tages	—	156	143	139
2. »	—	520	432	477
3. »	577	681	1084	813
4. »	343	312	—	584
5. »	499	258	—	—
6. »	292	306	—	—
7. »	191	212	—	—
8. »	132	109	—	—
9. »	48	—	—	—
10. »	2	—	—	—

Die Versuchsreihen 76, 77, 78, 79 zeigen eine recht gute Übereinstimmung. Aus dieser Übereinstimmung geht wiederum hervor, daß Bouillonsorten, welche zu verschiedenen Zeiten dargestellt werden, doch den Bakterien identische Lebensbedingungen bieten können; die aus den einzelnen Reihen herausfallenden Zahlen müssen in einer Verschiedenartigkeit der Luftzufuhr ihre Ursache haben. Sehr schlecht ist wiederum die Übereinstimmung bei den Versuchsreihen 80, 81, 82, 83; nur 82 und 83, welche gleichzeitig angesetzt wurden, stimmen etwas

besser überein; hier sind die Differenzen wiederum auf eine Verschiedenheit der Nährbouillon zurückzuführen. Die Differenzen machen sich auch bei den makroskopischen Erscheinungen bemerkbar. Zum Vergleich sollen nur die aus den Versuchsreihen 76, 77, 78, 79 erhaltenen Werte herangezogen werden. In 5 Tagen werden 0,2634 g = 57,08% Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 3. Tages; innerhalb dieses Tages werden 0,0831 g = 18,07% Ameisensäure vergoren.

4. 37°.

Tabelle Nr. 84.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7066	0,4600	99,95	0,0002	0,05
2	4,7102	0,4603	100,02	0,0001	0,02
3	4,7034	0,4596	99,88	0,0006	0,12
4	4,7058	0,4599	99,93	0,0003	0,07
5	—	—	—	—	—

Tabelle Nr. 85.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	—	—	—	—	—
2	4,6954	0,4589	99,71	0,0013	0,29
3	4,6994	0,4593	99,80	0,0009	0,20
4	4,7114	0,4604	100,05	0,0002	0,05
5	4,7066	0,4600	99,95	0,0002	0,05

Tabelle Nr. 86.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH ‰	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH ‰
1	4,7054	0,4598	99,92	0,0004	0,08
2	4,7060	0,4599	99,93	0,0003	0,07
3	4,7066	0,4600	99,95	0,0002	0,05
4	4,7062	0,4599	99,94	0,0003	0,06
5	4,7048	0,4598	99,91	0,0004	0,09

Tabelle Nr. 87.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: Bac. Kiliense Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH ‰	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH ‰
1	4,7072	0,4600	99,96	0,0002	0,04
2	—	—	—	—	—
3	4,7058	0,4599	99,93	0,0003	0,07
4	4,7070	0,4600	99,95	0,0002	0,05

Die Neutralisation der Nährbouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Vergleich der bei den verschiedenen Temperaturen erhaltenen Zahlen.

Es fällt zunächst die Tatsache in die Augen, daß bei 37° keine Ameisensäure mehr vergoren wird; die Temperatur braucht also fernerhin beim Vergleich nicht mehr berücksichtigt zu werden. Die größte Gärungsintensität liegt bei allen Temperaturen innerhalb des 3. Tages. An diesem Tage werden vergoren:

bei 17° 0,0647 g = 14,04% Ameisensäure

» 21° 0,0486 » = 10,54% »

» 27° 0,0831 » = 18,07% »

Nach 5 Tagen sind vergoren:

bei 17° 0,1973 g = 42,88% Ameisensäure

» 21° 0,1289 » = 28,00% »

» 27° 0,2634 » = 57,08% »

Merkwürdig ist hier, daß bei 17° und bei 27° mehr Ameisensäure vergoren wird als bei 21°.

B. Stamm K.G.A.

1. 17°.

Tabelle Nr. 88.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Kiliense K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5904	0,4486	97,48	0,0116	2,52
2	3	4,5342	0,4431	96,29	0,0171	3,71
3	5	4,3412	0,4243	92,19	0,0359	7,81
4	7	4,2524	0,4156	90,30	0,0446	9,70
5	9	4,0740	0,3981	86,51	0,0621	13,49

Tabelle Nr. 89.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 17°.

Bakterium: Bac. Kiliense K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,6242	0,4519	98,20	0,0082	1,80
2	4	4,5166	0,4414	95,91	0,0188	4,09
3	6	4,3192	0,4221	91,72	0,0381	8,28
4	8	4,2608	0,4164	90,48	0,0438	9,02
5	10	4,0902	0,3997	86,86	0,0605	13,14

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, keine Haut, kein Bodensatz, kein Farbstoff; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Trübung etwas stärker als am Tage vorher, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Mittelstarke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, etwas Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Wie am Tage vorher; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Versuchsreihe 88 und 89 wurden gleichzeitig angesetzt.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 88	89
1. Tag	2,52	1,80
2. »	3,71	4,09
3. »	7,81	8,28
4. »	9,70	9,52
5. »	13,49	13,14

Mittlere Tabelle.

1. Tag	2,16
2. »	3,90
3. »	8,05
4. »	9,61
5. »	13,32

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 88	89
1. Tag	+ 0,36	- 0,36
2. »	- 0,19	+ 0,19
3. »	- 0,24	+ 0,23
4. »	+ 0,09	- 0,09
5. »	+ 0,17	- 0,18

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind nicht groß, sie schwanken zwischen $+0,36\%$ und $-0,36\%$. Eine Korrektur anzubringen, ist in diesem Falle nicht nötig.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	2,16
2. »	1,74
3. »	4,15
4. »	1,56
5. »	4,71

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH	
Tabelle Nr. 88	88	89
1. Tages	2,52	1,80
2. »	1,19	2,29
3. »	4,10	4,19
4. »	1,89	1,24
5. »	3,79	4,12

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 88	89
1. Tag	116	82
2. »	171	188
3. »	359	381
4. »	446	438
5. »	621	605

Mittlere Tabelle.

1. Tag	99
2. »	180
3. »	370
4. »	442
5. »	613

Abweichung der gefundenen mittleren Werte.

	Tabelle Nr. 88	89
1. Tag	+ 17	- 17
2. »	- 9	+ 8
3. »	- 11	+ 11
4. »	+ 4	- 4
5. »	- 8	+ 8

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind recht klein, sie schwanken zwischen + 0,0017 g und - 0,0017 g.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	99
2. »	81
3. »	190
4. »	72
5. »	171

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH	
Tabelle Nr. 88	88	89
1. Tages	116	82
2. »	55	106
3. »	188	193
4. »	87	57
5. »	175	167

Die erhaltenen Zahlen zeigen eine recht gute Übereinstimmung. In 5 Tagen werden 0,0613 g = 13,32% Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 3. Tages, innerhalb dieses Tages werden 0,0190 g = 4,15% Ameisensäure vergoren.

2. 21°.

Tabelle Nr. 90.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Kiliense K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,5438	0,4441	96,49	0,0161	3,51
2	3	4,3454	0,4247	92,28	0,0355	7,72
3	5	4,1716	0,4077	88,59	0,0525	11,41
4	7	3,9944	0,3904	84,82	0,0698	15,18
5	9	3,9136	0,3825	83,11	0,0777	16,89

Tabelle Nr. 91.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 21°.

Bakterium: Bac. Kiliense K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,5670	0,4463	96,98	0,0139	3,02
2	4	4,3736	0,4274	92,88	0,03280	7,12
3	6	4,1944	0,4099	89,07	0,0503	10,93
4	8	4,0832	0,3990	86,71	0,0612	13,29

Diese Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, ziemlich viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, starker Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Starke Trübung. schwache rötliche Haut, sonst kein Farbstoff, starker Bodensatz.

Versuchsreihen 90 und 91 wurden zu gleicher Zeit angesetzt.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 90	91
1. Tag	3,51	3,02
2. »	7,72	7,12
3. »	11,41	10,93
4. »	15,18	13,29
5. »	16,89	—

Mittlere Tabelle.

1. Tag	3,27
2. »	7,42
3. »	11,17
4. »	14,24
5. »	16,89

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten:

	Tabelle Nr. 90	91
1. Tag	+ 0,24	— 0,25
2. »	+ 0,30	— 0,30
3. »	+ 0,24	— 0,24
4. »	+ 0,94	— 0,95
5. »	+ 0,00	—

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind an den ersten 3 Tagen recht klein, sie halten sich in den gewöhnlichen Grenzen; dagegen ist die Abweichung am 4. Tage recht bedeutend. Da außerdem bei Versuchsreihe 91 der 5. Tag fehlt, dürfte es geboten sein, für Vergleichszwecke mit anderen Versuchsreihen beide Versuchsreihen besonders zu behandeln.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus Tabelle 90.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	3,51
2. »	4,21
3. »	3,69
4. »	3,77
5. »	1,71

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	3,02
2. »	4,10
3. »	3,81
4. »	3,36

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 90	91
1. Tag	161	139
2. »	355	328
3. »	525	503
4. »	698	612
5. »	777	—

Mittlere Tabelle.

1. Tag	150
2. »	342
3. »	514
4. »	655
5. »	777

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 90	91
1. Tag	+ 11	— 11
2. »	+ 13	— 14
3. »	+ 11	— 11
4. »	+ 43	— 43
5. »	+ 0	—

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	161
2. »	194
3. »	170
4. »	173
5. »	79

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus Tabelle 91.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	139
2. »	189
3. »	175
4. »	109

Die erhaltenen Zahlen zeigen, abgesehen vom 5. Tage, eine recht gute Übereinstimmung. In 5 Tagen werden 0,0777 g = 16,89% Ameisensäure vergoren. Die größte Gärungsintensität liegt innerhalb des 2. Tages; innerhalb dieses Tages werden 0,0192 g = 4,16% Ameisensäure vergoren.

3. 27°.

Tabelle Nr. 92.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: Bac. Kiliense K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	1	4,3804	0,4281	93,02	0,0321	6,98
2	3	4,1804	0,4085	88,77	0,0517	11,23
3	5	3,9414	0,3852	83,70	0,0750	16,30
4	7	3,7098	0,3625	78,78	0,0977	21,22
5	9	3,4590	0,3380	73,45	0,1222	26,55

Tabelle Nr. 93.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.
Bakterium: Bac. Kiliense K.G.A.

Zeit in Tagen	Kolben Nr.	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	2	4,4040	0,4304	93,52	0,0298	6,48
2	4	4,1666	0,4072	88,48	0,0530	11,52
3	6	3,9514	0,3862	83,91	0,0740	16,09
4	8	3,6926	0,3609	78,41	0,0993	21,59
5	10	3,4434	0,3365	73,12	0,1237	26,88

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Phenolphthalein als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 2 geimpft.

Makroskopische Erscheinungen.

Nach 1 Tag: Schwache Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 2 Tagen: Starke Trübung, keine Haut, kein Farbstoff, kein Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 3 Tagen: Starke Trübung, an der Wandung des Glases, dort wo die Flüssigkeit aufhört, beginnende Hautbildung, kein Farbstoff, ziemlich viel Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 4 Tagen: Starke Trübung, schwache rötliche Haut, sonst kein Farbstoff, starker Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Nach 5 Tagen: Starke Trübung, die rötliche Haut ist etwas stärker geworden, kein Farbstoff, starker Bodensatz; Kolben sehen gleichmäßig aus.

Versuchsreihen 92 und 93 wurden zu gleicher Zeit angesetzt.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 92	93
1. Tag	6,98	6,48
2. "	11,23	11,52
3. "	16,30	16,09
4. "	21,22	21,59
5. "	26,55	26,88

Mittlere Tabelle.

1. Tag	6,73
2. »	11,38
3. »	16,20
4. »	21,41
5. »	26,72

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 91	93
1. Tag	+ 0,25	- 0,25
2. »	- 0,15	+ 0,14
3. »	+ 0,10	- 0,11
4. »	- 0,19	+ 0,18
5. »	- 0,17	+ 0,16

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind recht klein, sie schwanken zwischen + 0,25% und - 0,25%. Korrekturen brauchen nicht angebracht zu werden.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	6,73
2. »	4,65
3. »	4,82
4. »	5,21
5. »	5,31

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH	
	Tabelle Nr. 92	93
1. Tages	6,98	6,48
2. »	4,25	5,04
3. »	5,07	4,57
4. »	4,92	5,50
5. »	5,33	5,29

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 92	93
1. Tag	321	298
2. »	517	530
3. »	750	740
4. »	977	993
5. »	1222	1237

Mittlere Tabelle.

1. Tag	310
2. »	524
3. »	745
4. »	985
5. »	1230

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 92	93
1. Tag	+ 11	- 12
2. »	- 7	+ 6
3. »	+ 5	- 5
4. »	- 8	+ 7
5. »	- 8	+ 7

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind sehr klein, sie schwanken zwischen + 0,0011 g und - 0,0012 g, halten sich also innerhalb der Versuchsfehler.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle.)

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	310
2. »	214
3. »	221
4. »	240
5. »	245

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH	
	Tabelle Nr. 92	93
1. Tages	321	298
2. »	196	232
3. »	233	210
4. »	227	253
5. »	245	244

Die erhaltenen Zahlen zeigen eine recht gute Übereinstimmung. In Tagen werden 0,1230 g = 26,72% Ameisensäure vergoren. Über die Gärungsintensität läßt sich hier nichts Sicheres aussagen, da die Zahlen fortwährend ansteigen.

Vergleich der bei den verschiedenen Temperaturen erhaltenen Zahlen.

Die größte Gärungsintensität liegt bei 17° innerhalb des 2. Tages, bei 21° innerhalb des 3. Tages, bei 27° unbestimmt.

Nach 5 Tagen sind vergoren:

bei 17° 0,0613 g = 13,32%

» 21° 0,0777 » = 16,89%

» 27° 0,1230 » = 26,72%.

Bei 21° wird mehr Ameisensäure vergoren als bei 17°, und bei 27° mehr als bei 21°. Die Differenz zwischen 17° und 21° beträgt 0,0164 g = 3,57% und zwischen 21° und 27° 0,0453 = 9,83%. Der Sprung von 17° auf 21° (Unterschied 4°) ist bedeutend kleiner als der zwischen 21° und 27° (Unterschied 6°).

Vergleich von Bac. Kiliense Kräl mit Bac. Kiliense K.G.A.

Nach 5 Tagen sind vergoren

Kräl	K.G.A.
	17°.
0,1973 g = 42,88%	0,0613 g = 13,32%
	21°.
0,1289 g = 28,00%	0,0777 g = 16,89%
	27°.
0,2634 g = 57,08%	0,1230 g = 26,72%

21°.

Bac. prodigiosus	0,2449 g	= 53,21 %
» Plymouthensis	0,1176 »	= 25,55 %
» Kiliense	0,1289 »	= 28,00 %

27°.

Bac. prodigiosus	0,1531 g	= 33,26 %
» Plymouthensis	0,1273 »	= 27,65 %
» Kiliense	0,2634 »	= 57,08 %

37°.

Bac. prodigiosus	0,0000 g	= 0,0 %
» Plymouthensis	0,0000 »	= 0,0 %
» Kiliense	0,0000 »	= 0,0 %

Durch Bac. prodigiosus wird innerhalb 5 Tagen bei 17° und 21° mehr Ameisensäure vergoren als bei 27° und bei 21° wird mehr vergoren als bei 17°. Durch Bac. Plymouthensis wird innerhalb 5 Tagen bei 21° mehr Ameisensäure vergoren als bei 17° und bei 27° mehr als bei 21°. Durch Bac. Kiliense wird bei 17° und bei 27° mehr Ameisensäure vergoren als bei 21°.

Bei 17° vergärt Bac. Kiliense am meisten Ameisensäure, dann folgt Bac. prodigiosus. Bei 21° vergärt Bac. prodigiosus am meisten Ameisensäure, dann folgt Bac. Kiliense. Bei 27° vergärt wiederum Bac. Kiliense am meisten Ameisensäure, dann folgt Bac. prodigiosus. Bei 37° wird von keiner der 3 Bakterienarten Ameisensäure mehr vergoren. Im allgemeinen kann man sagen, daß Bac. Kiliense am meisten und Bac. Plymouthensis am wenigsten Ameisensäure zu vergären vermag, in der Mitte steht Bac. prodigiosus.

Vergleicht man die mit Calciumformiat und Natriumformiat erhaltenen Resultate miteinander, so findet man, daß bei 27° viel mehr Natriumformiat vergoren wird als Calciumformiat: bei 37° wird durch keine der 3 Bakterien Natriumformiat vergoren, während Calciumformiat durch Bac. prodigiosus und Plymouthensis noch vergoren wird und Bac. Kiliense nicht mehr.

Natriumformiat.

Stamm K.G.A.

17°.

Bac. prodigiosus	0,0322 g = 6,99%
» Plymouthensis	0,0635 » = 13,80%
» Kiliense	0,0613 » = 13,32%

21°.

Bac. prodigiosus	0,0402 g = 8,70%
» Plymouthensis	0,0810 » = 17,60%
» Kiliense	0,0777 » = 16,89%

27°.

Bac. prodigiosus	0,0803 g = 17,46%
» Plymouthensis	0,0987 » = 21,43%
» Kiliense	0,1230 » = 26,72%

Bei 17° wird durch Bac. Plymouthensis am meisten Ameisensäure vergoren, dann folgt in sehr kleinem Abstände Bac. Kiliense, sodaß man fast sagen kann, durch beide Bakterienarten wird gleichviel Ameisensäure vergoren. Am wenigsten Ameisensäure wird durch Bac. prodigiosus vergoren; ungefähr die Hälfte von dem, was die andern vergären. Bei 21° wird ebenfalls durch Bac. Plymouthensis am meisten Ameisensäure vergoren und es folgt wieder in sehr kleinem Abstände Bac. Kiliense, auch hier kann man fast sagen, daß durch beide Bakterienarten gleichviel Ameisensäure vergoren wird. Am wenigsten wird wieder durch Bac. prodigiosus vergoren, ungefähr die Hälfte von dem, was durch die andern beiden vergoren wird. Bei 27° ändert sich das Bild etwas, hier wird durch Bac. Kiliense am meisten Ameisensäure vergoren und dann folgt in sehr weitem Abstände Bac. Plymouthensis; am wenigsten wird auch hier wieder durch Bac. prodigiosus vergoren. Während bei 21° durch Bac. Plymouthensis und durch Bac. Kiliense ungefähr doppelt so viel Ameisensäure vergoren wird als durch Bac. prodigiosus, hat sich das Verhältnis bei 27° zugunsten von Bac. prodigiosus verschoben; die Differenz zwischen Bac. prodigiosus und Bac. Plymouthensis ist nicht

mehr so groß wie bei den niedrigen Temperaturen. Vergleicht man die mit Stamm Kräl erhaltenen Zahlen mit den mit Stamm K.G.A. erhaltenen Zahlen, so findet man, daß hier die Verhältnisse ganz anders liegen; vor allen Dingen fällt auf, daß ganz regelmäßig durch Stamm Kräl vielmehr Ameisensäure vergoren wird, als durch Stamm K.G.A.

Bacillus miniaceus.

1. 27°.

Tabelle Nr. 94.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: *Bac. miniaceus* Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,6534	0,4548	98,82	0,0054	1,18
2	4,5980	0,4493	97,64	0,0109	2,36
3	4,5662	0,4462	96,97	0,0140	3,03
4	4,5102	0,4408	95,78	0,0194	4,22
5	4,4806	0,4379	95,15	0,0223	4,85

Tabelle Nr. 95.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 27°.

Bakterium: *Bac. miniaceus* Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,6478	0,4542	98,70	0,0060	1,30
2	4,6016	0,4497	97,72	0,0105	2,28
3	4,5598	0,4455	96,83	0,0147	3,17
4	4,5044	0,4402	95,65	0,0200	4,35
5	4,4732	0,4373	94,99	0,0229	5,01

Die Neutralisation der Bouillon würde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Vergleich der gefundenen relativen Werte.

	Tabelle Nr. 94	95
1. Tag	1,18	1,30
2. »	2,36	2,28
3. »	3,03	3,17
4. »	4,22	4,35
5. »	4,85	5,01

Mittlere Tabelle.

1. Tag	1,24
2. »	2,32
3. »	3,10
4. »	4,29
5. »	4,39

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 94	95
1. Tag	- 0,06	+ 0,06
2. »	+ 0,04	- 0,04
3. »	- 0,07	+ 0,07
4. »	- 0,07	+ 0,06
5. »	- 0,08	+ 0,08

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind sehr klein, sie schwanken zwischen + 0,08% und - 0,08%.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

(Berechnet aus der mittleren Tabelle).

Innerhalb des	sind vergoren HCOOH
1. Tages	1,24
2. »	1,08
3. »	0,78
4. »	1,19
5. »	0,64

Vergleich der gefundenen absoluten Werte.

	Tabelle Nr. 94	95
1. Tag	54	60
2. »	109	105
3. »	140	147
4. »	194	200
5. »	223	229

Mittlere Tabelle.

1. Tag	57
2. »	107
3. »	144
4. »	197
5. »	226

Abweichung der gefundenen von den mittleren Werten.

	Tabelle Nr. 94	95
1. Tag	- 3	+ 3
2. »	+ 2	- 2
3. »	- 4	+ 3
4. »	- 3	+ 3
5. »	- 3	+ 3

Die Abweichungen der gefundenen von den mittleren Werten sind sehr klein, sie schwanken zwischen + 0,0003 g und - 0,0004 g.

Menge der während der einzelnen Tage vergorenen Ameisensäure.

1. Tag	57
2. »	50
3. »	37
4. »	53
5. »	29

Tabelle Nr. 96.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: *Bac. miniaceus* Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,6992	0,4592	99,79	0,0010	0,21
2	4,7110	0,4604	100,04	0,0002	0,04
3	4,7064	0,4599	99,94	0,0003	0,06
4	4,7053	0,4598	99,92	0,0004	0,08
5	4,7044	0,4598	99,90	0,0004	0,10

Tabelle Nr. 97.

0,4602 g Ameisensäure als Natriumformiat bei 37°.

Bakterium: *Bac. miniaceus* Kräl.

Zeit in Tagen	Kalomel g	Noch vorhandene HCOOH g	Noch vorhandene HCOOH %	Vergoren HCOOH g	Vergoren HCOOH %
1	4,7052	0,4598	99,92	0,0004	0,08
2	4,7072	0,4600	99,96	0,0002	0,04
3	4,7012	0,4594	99,83	0,0008	0,17
4	4,7108	0,4604	100,03	0,0002	0,03
5	—	—	—	—	—

Die Neutralisation der Bouillon wurde mit Hilfe von Lackmuspapier als Indikator durchgeführt; die Kolben wurden nach Methode 1 geimpft.

Bei 37° wird durch *Bac. miniaceus* Kräl keine Ameisensäure mehr vergoren. *Bac. miniaceus* Kräl vergärt bei 27° viel weniger Ameisensäure als die 3 anderen untersuchten Arten.