Дис.
№16-09
5-46

М. Г. Бенъяшъ.

Кислотная агглютинація бактерій.

ДИССЕРТАЦІЯ.

Кіевъ
1911.

616-093
Б-46

3+1

М. Г. Беньящъ.

7-НОЯ 2012

Кислотная агглютинація бактерій.

ДИССЕРТАЦІЯ.

№18898

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
1-го Харьк. Мед. Института

616-093
Б-46

58305

Переучет
1966 г.

Кіевъ.
1911.

НБ ХНМУ

Переучет-60

7 - ноя 2012

Замѣченныя опечатки.

Стр.	Строка.	Напечатано.	Слѣдуетъ читать.
6	15 сверху	сѣрнистымъ	сѣрнокислымъ.
18	18 снизу	растворт	растворовъ.
26	послѣдняя строка	стр. 391	Bd. 33. стр. 391.
72	Въ схемѣ	=	[H.] =
76	11 сверху	$CE_3.CH.COO$	$CH_3.CH.OH.COO$
78	11 снизу	актора	фактора
92	Въ таблицѣ	ультура	культура
120	3 снизу	отношенію	отношенію
128	8 сверху	euterit	enterit

Хар[illegible] Інститут
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА

№ 58305

Типографія С. Г. Слюсаревскаго. Институтская 14.
1911.

Специфическая агглютинація бактерій представляетъ собой сложный біологическій феноменъ, обусловливающійся взаимодѣйствіемъ двухъ сложныхъ и химически неопредѣленныхъ компонентовъ: агглютинина сыворотки и агглютиногена бактеріи. Вполнѣ очевидно, что попытки объяснить сущность этого процесса, основываясь исключительно на макро—и микроскопической картинѣ агглютинированныхъ бактерій (теоріи Gruber'a, Dineur'a, Pfeiffer'a и Kolle и др.), не могли привести къ удовлетворительнымъ результатамъ. Только послѣ детальнаго анализа сложной реакціи агглютинаціи, начало которому было положено изслѣдованіями Bordet, удалось установить рядъ фактовъ, легшихъ въ основу раціональной теоріи агглютинаціи. Удалось расчленить реакцію агглютинаціи на отдѣльные моменты, ее составляющіе; опредѣлены были количественныя отношенія, въ которыхъ агглютининъ и агглютиногенъ вступаютъ въ реакцію; была открыта неспецифическая агглютинація и опредѣлены были тѣ условія, при которыхъ различныя химическія соединенія вызываютъ агглютинацію бактерій. Въ результатѣ всѣхъ этихъ изслѣдованій выяснилось, что специфическая агглютинація, съ точки зрѣнія механизма процесса, не представляетъ явленія sui generis, а есть частный случай общаго явленія—осажденія коллоидныхъ взвѣсей, и что въ основѣ специфической агглютинаціи лежатъ тѣ-же физико-химическіе процессы, которые ведутъ къ осажденію коллоидныхъ тѣлъ.

Задача настоящаго изслѣдованія—разработка частнаго случая неспецифической агглютинаціи бактерій—агглютинаціи ихъ подъ вліяніемъ кислотъ. По предложенію профессора L. Michaelis'a я занялся этимъ вопросомъ съ цѣлью выяснить: существуетъ-ли опредѣленная закономѣрность въ

агглютинирующемъ дѣйствіи кислотъ по отношенію къ бактеріямъ; каковъ механизмъ кислотной агглютинаціи бактерій и какова роль въ процессѣ кислотной агглютинаціи тѣхъ физико-химическихъ факторовъ, которые лежатъ въ основѣ процесса осажденія коллоидныхъ тѣлъ; наконецъ, не проявляютъ ли различные виды бактерій различнаго отношенія къ агглютинирующему дѣйствію кислотъ.

Изложенію литературы вопроса о физико-химической основѣ процесса агглютинаціи я по необходимости долженъ предпослать хотя-бы краткое изложеніе ученія о коллоидныхъ тѣлахъ и о тѣхъ физико-химическихъ факторахъ, которые ведутъ къ выпаденію ихъ изъ растворовъ. Безъ ознакомленія съ основами общаго явленія—осажденія коллоидныхъ тѣлъ—осталась-бы неясной сущность частнаго явленія—агглютинаціи бактерій.

Раздѣленіе всѣхъ химическихъ тѣлъ, существующихъ въ природѣ, на двѣ группы: на группу кристаллоидовъ и на группу коллоидовъ принадлежитъ Graham'у. Изучая диффузію растворовъ, Graham установилъ, что одни тѣла въ водныхъ растворахъ легко диффундируютъ черезъ животныя перепонки, другія обладаютъ очень слабой способностью къ диффузіи. Типичнымъ представителемъ первой группы тѣлъ—„кристаллоидовъ"—являются кристаллическія соли, второй группы—„коллоидовъ"—клей.

Graham объяснялъ различіе въ свойствахъ кристаллоидовъ и коллоидовъ различіемъ въ ихъ молекулярной структурѣ и съ этой точки зрѣнія разсматривалъ ту и другую группу тѣлъ, какъ „два различныхъ міра матеріи" *).

Изслѣдованія позднѣйшихъ авторовъ внесли существенную поправку въ основной принципъ ученія Graham'a о коллоидахъ и кристаллоидахъ: оказалось, что между коллоиднымъ характеромъ тѣла и между его химической структурой нѣтъ строгой зависимости, такъ какъ всякое тѣло, какова-бы ни была химическая структура его, при соотвѣтствующихъ условіяхъ можетъ перейти въ коллоидное со-

*) Graham. Anwendung der Diffusion der Flussigkeiten zur Analyse. Annalen der Chemie und Pharmacie. 1862, стр. 68.

стояніе *). Раздѣленіе всѣхъ химическихъ тѣлъ на кристаллоиды и коллоиды сохраняетъ свою силу постольку, поскольку различныя тѣла проявляютъ различную способность переходить въ коллоидное состояніе. Но съ этой точки зрѣнія правильнѣе говорить не о коллоидныхъ и кристаллоидныхъ тѣлахъ, а о коллоидномъ и кристаллоидномъ состояніи тѣлъ. Правда, до нѣкоторой степени нужно признать зависимость между химической структурой тѣла и способностью его переходить въ коллоидное состояніе, такъ какъ большинство „коллоидныхъ тѣлъ" (въ смыслѣ Graham'a) отличается сложнымъ молекулярнымъ строеніемъ. Но этотъ признакъ характеренъ далеко не для всѣхъ коллоидныхъ тѣлъ и не можетъ поэтому служить основаніемъ для строгаго разграниченія коллоидовъ и кристаллоидовъ.

Итакъ, при изученіи коллоидныхъ тѣлъ нельзя исходитъ изъ химической структуры ихъ, и для того чтобы составить исчерпывающее понятіе о коллоидахъ, необходимо изучать ихъ въ связи съ тѣми условіями, при которыхъ наиболѣе полно и рѣзко обнаруживается ихъ коллоидное состояніе. Тѣ признаки, изъ которыхъ въ настоящее время слагается общее понятіе о коллоидахъ, установлены не на основаніи изученія этихъ тѣлъ in substantia, а на основаніи изученія ихъ растворовъ, такъ какъ въ растворахъ именно и даны тѣ условія, при которыхъ обнаруживаются отличительныя особенности коллоиднаго состоянія тѣлъ.

Въ отличіе отъ кристаллоидовъ, коллоиды обладаютъ слабымъ химическимъ средствомъ къ различнымъ растворителямъ и въ зависимости отъ этого диссоціируются въ нихъ не до молекулъ, а до болѣе или менѣе сложныхъ комплексовъ молекулъ. Отсюда вытекаютъ тѣ особенности, которыя отличаютъ коллоидные растворы отъ истинныхъ растворовъ, т. е. отъ растворовъ кристаллоидныхъ тѣлъ.

1. **Оптическія свойства коллоидныхъ растворовъ.** Вслѣдствіе слабой диссоціаціи коллоидныхъ тѣлъ, они даютъ съ растворителями оптически неоднородные растворы. Въ нѣкоторыхъ растворахъ частицы коллоида такъ велики, что растворъ представляется глазу въ видѣ болѣе или менѣе мутной суспензіи. Въ другихъ случаяхъ оптическую неоднородность коллоиднаго раствора можно обнаружить только

*) Wo. Ostwald. Grundriss der Kolloidchemie. 1911, стр. 3.

при помощи микроскопа. Въ нѣкоторыхъ коллоидныхъ растворахъ золота діаметръ частицъ не превышаетъ 4,0 μμ, и ихъ удается видѣть только при ультрамикроскопическомъ изслѣдованіи. Но и на этомъ примѣрѣ предѣлъ диссоціаціи коллоиднаго тѣла еще не достигнутъ. Въ нѣкоторыхъ растворахъ золота даже при ультрамикроскопическомъ изслѣдованіи не удается обнаружить частицъ золота, и неоднородность раствора сказывается только въ легкой опалесценціи его. Наконецъ, удается получить растворы золота, въ которыхъ частицы такъ малы, что и этотъ признакъ исчезаетъ. Для такихъ растворовъ величина частицы золота должна быть принята равной или, по крайней мѣрѣ, приближающейся къ величинѣ молекулы золота.

Неоднородность коллоиднаго раствора можетъ быть обнаружена еще и другимъ путемъ. Лучи свѣта, проходящіе чрезъ коллоидный растворъ, отражаются частицами коллоида во всѣ стороны, и если интенсивность свѣтовыхъ лучей достаточно велика, то въ той части коллоиднаго раствора, въ которой проходятъ эти лучи, возникаетъ яркій снопъ свѣта (феноменъ Tyndall'я). Феноменъ Tyndall'я представляетъ очень чувствительный реактивъ для неоднородныхъ растворовъ. Нужно однако сказать, что и съ помощью этого способа не всегда удается установить, имѣется-ли предъ нами истинный или коллоидный растворъ: съ одной стороны, растворы, въ которыхъ частицы коллоида очень малы, не даютъ феномена Tyndall'я, съ другой стороны, и нѣкоторые истинные растворы, а именно растворы тѣлъ большого молекулярнаго вѣса, могутъ давать этотъ свѣтовой феноменъ.

2. **Осмотическое давленіе, температуры кипѣнія и замерзанія коллоидныхъ растворовъ.** Величина осмотическаго давленія раствора находится въ прямой зависимости отъ молекулярной концентраціи его. Точно также, чѣмъ больше молекулярная концентрація раствора, тѣмъ выше температура его кипѣнія и тѣмъ ниже температура его замерзанія по сравненію съ температурами кипѣнія и замерзанія чистаго растворителя. Отсюда ясно, что коллоидныя тѣла, распредѣленныя въ растворителѣ въ видѣ сложныхъ аггрегатовъ молекулъ, должны сообщать ему лишь очень малое осмотическое давленіе и въ очень малой степени повышать температуру его кипѣнія и понижать температуру его замерзанія.

3. **Диффузія коллоидныхъ растворовъ.** Коллоидныя тѣла обладаютъ въ растворахъ очень слабой способностью къ диффузіи, что само по себѣ понятно, такъ какъ способность растворенаго тѣла къ диффузіи находится въ прямой зависимости отъ величины осмотическаго давленія, какое оно сообщаетъ раствору.

Arrhenius и Madsen установили для дифтерійнаго токсина и антитоксина, для тетанолизина и антитетанолизина очень низкіе коэффиціенты диффузіи. Нужно принять во вниманіе, что токсины и антитоксины относятся къ группѣ такъ назыв. гидрофильныхъ коллоидовъ, растворы которыхъ стоятъ на границѣ между типичными коллоидными и между истинными растворами. Отсюда можно заключить, какой неизмѣримо малой способностью къ диффузіи обладаютъ типичные (такъ назыв. суспензіонные) коллоиды.

4. **Фильтрація коллоидныхъ растворовъ.** Способность къ фильтраціи у различныхъ коллоидовъ выражена въ различной степени въ зависимости отъ степени ихъ диссоціаціи въ растворахъ: крупныя частицы коллоида задерживаются даже тонкимъ бумажнымъ фильтромъ, тогда какъ, напр., кремневая кислота, диссоціирующаяся въ водѣ до несложныхъ комплексовъ молекулъ, проходитъ чрезъ пористую глину.

5. **Вязкость коллоидныхъ растворовъ.** Нѣкоторые коллоиды при раствореніи ихъ въ водѣ замѣтно повышаютъ вязкость послѣдней, другіе коллоиды не оказываютъ никакого вліянія на вязкость воды. Установлено, что способностью повышать вязкость воды обладаютъ тѣ коллоиды, которые растворяются въ водѣ самостоятельно, безъ воздѣйствія на нихъ какихъ-либо физическихъ факторовъ. Послѣднее обстоятельство говоритъ за существованіе у такихъ коллоидовъ химическаго сродства въ водѣ. Исходя изъ этого, Höber различаетъ двѣ группы коллоидныхъ тѣлъ: группу гидрофильныхъ коллоидовъ и группу суспензіонныхъ коллоидовъ. Первые обладаютъ химическимъ сродствомъ къ

водѣ, съ которой они даютъ болѣе или менѣе стойкіе растворы и повышаютъ ея вязкость; вторые образуютъ съ водой нестойкія механическія суспензіи, вязкость которыхъ равна вязкости чистой воды.

Но коллоиды отличаются другъ отъ друга еще и въ другомъ отношеніи. Одни коллоиды, будучи тѣмъ или другимъ путемъ осаждены изъ раствора, не теряютъ способности къ образованію новаго раствора съ тѣмъ же растворителемъ, другіе эту способность теряютъ. На основаніи этого признака различаютъ обратимые и необратимые коллоиды. Нужно однако принять во вниманіе, что обратимость или необратимость коллоида во многихъ случаяхъ зависитъ не только отъ природы его, но и отъ способа осажденія его изъ раствора. Такъ, напр., бѣлокъ, осажденный изъ воднаго раствора его сѣрнистымъ аммоніемъ, сохраняетъ способность снова растворяться въ водѣ, но становится необратимымъ, если осадить его солями тяжелыхъ металловъ. Поэтому, для того чтобы, основываясь на свойствахъ обратимости и необратимости коллоидовъ, установить точный принципъ ихъ раздѣленія, необходимо при этомъ исключить вліяніе различныхъ осаждающихъ факторовъ. Формула Zsigmondy вполнѣ удовлетворяетъ этому условію. По опредѣленію Zsigmondy нужно отличать обратимые коллоиды отъ необратимыхъ въ зависимости отъ того, сохраняютъ-ли они, или теряютъ способность вновь давать растворъ со своимъ растворителемъ, изъ котораго они предварительно были выдѣлены съ помощью высушиванія раствора. Этотъ принципъ раздѣленія коллоидовъ на обратимые и необратимые основанъ на опредѣленныхъ свойствахъ, присущихъ самой природѣ коллоидовъ: тѣ коллоиды, которые даютъ съ водой растворы безъ воздѣйствія какихъ-либо физическихъ или химическихъ факторовъ, естественно, сохранятъ способность, по осажденіи ихъ изъ раствора посредствомъ высушиванія, вновь въ ней растворяться; тѣ-же коллоиды, которые безъ воздѣйствія спеціальныхъ факторовъ въ водѣ не растворяются, эту способность утратятъ.

Таковы основныя свойства коллоидныхъ растворовъ, отличающія ихъ отъ истинныхъ растворовъ. Естественно возникаетъ вопросъ: чѣмъ обусловливаются эти особенности коллоидныхъ растворовъ?

Выше было сказано, что диссоціація коллоидныхъ тѣлъ въ растворахъ ограничивается распаденіемъ ихъ на болѣе или менѣе сложные комплексы молекулъ. Нетрудно однако убѣдиться въ томъ, что однимъ этимъ свойствомъ коллоидныхъ тѣлъ можно лишь до нѣкоторой степени объяснить тѣ особенности коллоидныхъ растворовъ, которыя такъ рѣзко отличаютъ ихъ отъ истинныхъ растворовъ. Въ самомъ дѣлѣ, мы видѣли, что величина коллоидныхъ частицъ въ различныхъ растворахъ колеблется въ очень широкихъ предѣлахъ: отъ сравнительно крупныхъ частицъ, видимыхъ при слабомъ увеличеніи микроскопа, до амикроновъ, величина которыхъ, надо полагать, равна, или, по крайней мѣрѣ, очень близка къ величинѣ молекулы. Съ другой стороны, мы видѣли, что феноменъ Tyndall'я, обусловливающійся отраженіемъ лучей свѣта отъ частицъ растворенаго тѣла при опредѣленной минимальной величинѣ послѣднихъ, со многими коллоидными растворами не получается, такъ какъ величина частицъ въ этихъ коллоидныхъ растворахъ меньше этой минимальной величины, и, наоборотъ, получается съ нѣкоторыми истинными растворами тѣлъ высокаго молекулярнаго вѣса (растворы тростниковаго сахара и др.).

Мы видимъ, слѣдовательно, что диссоціація въ нѣкоторыхъ коллоидныхъ растворахъ достигаетъ предѣльной или, во всякомъ случаѣ, близкой къ предѣлу степени, и что величина частицъ въ такихъ растворахъ меньше величины частицъ нѣкоторыхъ высокомолекулярныхъ тѣлъ, дающихъ истинные растворы. Тѣмъ не менѣе и растворы золота, въ которыхъ величина частицъ золота равна или близка къ величинѣ его молекулы, по своимъ основнымъ свойствамъ должны быть отнесены къ коллоиднымъ, а не къ истиннымъ растворамъ.

Ясно, что одного механическаго распредѣленія молекулъ какого-нибудь тѣла въ растворителѣ недостаточно для полученія истиннаго раствора. Нужно предположить наличность еще одного фактора, какъ необходимаго условія образованія истинныхъ растворовъ. Все говоритъ за то, что факторъ этотъ заключается въ химическомъ сродствѣ растворимаго тѣла къ водѣ, выражающемся, согласно гидратной теоріи, въ образованіи съ водой гидратовъ. Растворы тѣлъ, не обладающихъ такимъ сродствомъ къ водѣ, дадутъ съ

ней не истинные растворы, а механическія, нестойкія взвѣси. Коллоидные растворы и представляютъ такія механическія взвѣси, какъ бы совершенна ни была въ нихъ диссоціація коллоиднаго тѣла, и стойкость этихъ взвѣсей обусловливается не химическими, а физическими факторами, всегда являющимися на сцену тамъ, гдѣ соприкасаются другъ съ другомъ двѣ различныя фазы: жидкость и твердыя частицы, взвѣшенныя въ ней.

Нужно однако оговориться, что и этотъ принципъ не даетъ намъ право рѣзко разграничивать коллоиды и кристаллоиды, какъ „два различныхъ міра матеріи“. Между коллоидными растворами, какъ суспензіями, и истинными растворами существуетъ связующее звено—растворы гидрофильныхъ киллоидовъ. Гидрофильные коллоиды, какъ сказано было выше, имѣютъ сродство къ водѣ, хотя и болѣе слабое, чѣмъ кристаллоиды; они растворяются въ ней самостоятельно, безъ воздѣйствія постороннихъ факторовъ, необходимыхъ для полученія другихъ коллоидныхъ растворовъ; водные растворы ихъ болѣе стойки, чѣмъ суспензіонные коллоидные растворы и не отличаются такой чувствительностью къ электролитамъ, которые уже въ малыхъ концентраціяхъ вызываютъ осажденіе суспензіонныхъ коллоидовъ. Обладая свойствами коллоидныхъ растворовъ (малое осмотическое давленіе, низкіе коэффиціенты диффузіи, оптическая неоднородность и пр.), растворы гидрофильныхъ коллоидовъ по своему сродству къ водѣ и стойкости по отношенію къ электролитамъ приближаются къ истиннымъ растворамъ.

На основаніи всего сказаннаго можно такимъ образомъ формулировать опредѣленіе кристаллоидовъ и коллоидовъ. Основной принципъ классификаціи химическихъ тѣлъ—ихъ отношеніе къ растворителямъ. Одни химическія тѣла обладаютъ сильнымъ химическимъ сродствомъ ко всѣмъ или къ большинству растворителей и даютъ съ ними стойкіе гомогенные растворы—истинные растворы (echte Lösungen). Особенно сильнымъ сродствомъ къ растворителямъ отличаются кристаллическія соли. Другія тѣла обладаютъ очень слабымъ химическимъ сродствомъ ко всѣмъ или къ большинству растворителей, съ которыми даютъ нестойкіе неоднородные растворы—ложные растворы (Pseudolösungen). Всѣ

эти тѣла аморфны; многія отличаются сложнымъ молекулярнымъ строеніемъ. Растворы тѣхъ и другихъ тѣлъ по своимъ основнымъ свойствамъ такъ рѣзко разнятся другъ отъ друга, что можно говорить о двухъ разнородныхъ группахъ тѣлъ. Тѣла, обладающія сильнымъ химическимъ сродствомъ къ растворителямъ и дающія съ ними истинные растворы, составляютъ группу кристаллоидовъ; тѣла, имѣющія очень слабое сродство къ растворителямъ и дающія съ ними нестойкіе неоднородные растворы, или суспензіи, образуютъ группу коллоидовъ. Нужно однако помнить, что рѣзкой грани между этими двумя группами тѣлъ, которая давала бы право говорить о „двухъ различныхъ мірахъ матеріи“, не существуетъ: во-первыхъ, многіе коллоиды, обладающіе очень слабымъ сродствомъ къ большинству растворителей, къ нѣкоторымъ растворителямъ имѣютъ сильное сродство и даютъ съ ними истинные растворы; во-вторыхъ, существуетъ рядъ коллоидныхъ тѣлъ (гидрофильные коллоиды), растворы которыхъ по нѣкоторымъ своимъ свойствамъ болѣе или менѣе приближаются къ истиннымъ растворамъ, т. е. къ растворамъ кристаллоидныхъ тѣлъ.

Какъ сказано было выше, всѣ изслѣдованія, касающіяся механизма агглютинаціи бактерій, показали, что агглютинація, какъ специфическая, такъ и неспецифическая, представляетъ собой частный видъ общаго явленія: осажденія коллоидныхъ тѣлъ изъ ихъ растворовъ. Къ темѣ настоящаго изслѣдованія вопросъ о факторахъ, отъ взаимодѣйствія которыхъ зависитъ стойкость коллоидныхъ растворовъ, имѣетъ поэтому непосредственное отношеніе, и переходя къ обзору этихъ факторовъ, слѣдуетъ остановиться на нихъ подробнѣе.

Сила поверхностнаго натяженія жидкости. Аггрегатное состояніе жидкихъ тѣлъ занимаетъ среднее положеніе между аггрегатнымъ состояніемъ твердыхъ тѣлъ и газовъ. Сила притяженія, существующая между молекулами твердаго тѣла, такъ велика, что благодаря ей молекулы не могутъ мѣнять своего положенія въ предѣлахъ массы твердаго тѣла. Между молекулами газа, наоборотъ, существуетъ не притягательная, а отталкивательная сила, благодаря которой газъ всегда стремится расширить свой объемъ. Сила,

существующая между молекулами жидкаго тѣла, положительнаго характера—это сила притяженія; но она значительно меньше, чѣмъ въ твердомъ тѣлѣ. Молекулы жидкаго тѣла перемѣщаются поэтому въ предѣлахъ даннаго жидкаго тѣла, но связь между отдѣльными молекулами, въ противоположность молекуламъ газа, сохраняется (когезія жидкости) *). Силы притяженія, которыя испытываетъ молекула жидкости, находящаяся во внутреннихъ слояхъ ея, направлены во всѣ стороны, и поэтому единственнымъ результатомъ воздѣйствія этихъ силъ на данную молекулу будетъ связь ея съ сосѣдними молекулами. Совершенно въ другихъ условіяхъ находятся молекулы самаго поверхностнаго слоя жидкости. Онѣ испытываюаъ притяженіе со стороны глубже лежащихъ молекулъ жидкости, которое ничѣмъ не компенсируется, такъ какъ съ противоположной стороны, со стороны поверхности, жидкости нѣтъ. Въ результатѣ этого дѣйствія силъ, направленныхъ въ одну только сторону, самый поверхностный слой жидкости находится подъ опредѣленнымъ давленіемъ. Дѣйствіе этого давленія сказывается двояко: такъ какъ жидкости обладаютъ, незначительною, правда, способностью сжиматься, то поверхностный слой будетъ представлять слой сжатой жидкости, и такъ какъ поверхностныя молекулы испытываютъ давленіе, направленное внутрь жидкости, то жидкость будетъ стремиться сжаться до возможнаго минимума. Если бы мы жидкость предоставили исключительно дѣйствію ея молекулярныхъ силъ, исключивъ дѣйствіе на нее внѣшней силы—силы тяжести, то любая жидкость приняла бы форму шара, т. е. ту форму, при которой жидкость при одной и той же массѣ ея достигла бы наименьшей поверхности. Такую именно форму и принимаетъ жидкость, находящаяся внутри другой жидкости, при томъ условіи, если удѣльный вѣсъ обѣихъ жидкостей одинаковъ (чѣмъ исключается дѣйствіе на нее силы тяжести), и если, конечно, жидкости не смѣшиваются одна съ другой. Это давленіе, которое испытываетъ поверхностный слой всякой жидкости, называется силой поверхностнаго натяженія.

Если жидкость соприкасается съ другой фазой, т. е. съ другой жидкостью, или съ газомъ, или съ твердымъ тѣ-

*) L. Michaelis. Dynamik der Oberflächen. 1909 г. стр. 5.

ломъ, то молекулы ея испытываютъ притяженіе не только внутрь жидкости, но и въ противоположную сторону, со стороны молекулъ другой фазы, такъ какъ и между разнородными молекулами существуетъ сила притяженія (адгезія). Если величина адгезіи равна величинѣ когезіи, то величина поверхностнаго натяженія жидкости равна нулю; въ этомъ случаѣ сила притяженія, дѣйствующая на поверхностную молекулу въ сторону глубже лежащихъ слоевъ жидкости, вполнѣ компенсируется силой, дѣйствующей въ противоположную сторону, и взаимоотношеніе силъ такое же точно, какъ и по отношенію къ любой молекулѣ, находящейся внутри жидкости. Если величина адгезіи меньше величины когезіи, то молекулы поверхностнаго слоя жидкости будутъ испытывать притяженіе со стороны глубже лежащихъ молекулъ, и величина этого притяженія будетъ равняться разности между величиной когезіи и величиной адгезіи. Наконецъ, если величина адгезіи больше величины когезіи, то молекулы поверхностнаго слоя жидкости будутъ испытывать притяженіе со стороны мелекулъ сосѣдней фазы, и сила этого притяженія будетъ измѣряться разностью между величиной адгезіи и величиной когезіи.

Сила поверхностнаго натяженія жидкости представляетъ собой факторъ, способствующій осажденію коллоидныхъ тѣлъ изъ ихъ растворовъ. Въ самомъ дѣлѣ, представимъ себѣ растворъ какого-либо коллоиднаго тѣла. На мѣстахъ соприкосновенія воды съ частицами коллоида существуетъ сила поверхностнаго натяженія, подъ вліяніемъ которой частицы воды будутъ стремиться уменьшить свой объемъ, т. е. слиться съ сосѣдними частицами, что въ свою очередь должно повести къ сліянію распредѣленныхъ между ними частицъ коллоида.

Если въ дѣйствительности такого сліянія частицъ коллоиднаго тѣла подъ вліяніемъ силы поверхностнаго натяженія жидкости не наступаетъ, то это происходитъ оттого что сила поверхностнаго натяженія въ коллоидныхъ растворахъ нейтрализуется другими силами, дѣйствующими въ направленіи, противоположномъ дѣйствію силы поверхностнаго натяженія.

Электрическія свойства коллоидныхъ растворовъ. На границѣ соприкосновенія двухъ фазъ возникаетъ, кромѣ силы поверхностнаго натяженія, еще другая сила—электрическій зарядъ. Фактъ этотъ установленъ еще въ началѣ прошлаго столѣтія, но объясненіе его стало возможнымъ лишь послѣ работъ Helmholtz'a, Arrhenius'a и Nernst'a.

Еще въ 1807 году Reuss наблюдалъ, что при электролизѣ воды, раздѣленной на два слоя пористой перегородкой изъ глины, происходитъ передвиженіе частицъ воды по направленію отъ анода къ катоду (электрическій эндосмозъ). Если глину помѣстить въ водѣ не въ видѣ цѣльной перегородки, а въ видѣ мелкой взвѣси, то при прохожденіи тока передвигаются не частицы воды, а частицы глины, и притомъ въ обратномъ направленіи—отъ катода къ аноду (электрическій катафорезъ).

Несомнѣнно, что электрическій эндосмозъ и электрическій катафорезъ представляютъ собой различныя формы одного и того же явленія и обусловливаются одной и той-же причиной: возникновеніемъ на мѣстахъ соприкосновенія воды и глины электрическаго заряда, причемъ частицы воды заряжаются положительнымъ, частицы глины—отрицательнымъ электричествомъ.

Изслѣдованія показали, что почти всѣ тѣла, взвѣшенныя въ водѣ въ видѣ мелкихъ частицъ, получаютъ отрицательный электрическій зарядъ (уголь, глина, каолинъ, металлы). Наоборотъ, въ спиртѣ частицы всѣхъ этихъ тѣлъ несутъ положительный зарядъ.

Что этотъ электрическій зарядъ взвѣшенныхъ въ водѣ частицъ препятствуетъ ихъ осажденію, понятно само собой: такъ какъ всѣ частицы несутъ однородный электрическій зарядъ, то онѣ стремятся оттолкнуться другъ отъ друга и тѣмъ самымъ оказываютъ противодѣйствіе силѣ поверхностнаго натяженія и силѣ тяжести, которыя стремятся соединить частицы въ болѣе крупные аггрегаты и осадить ихъ. Равнымъ образомъ и положительный электрическій зарядъ, который несетъ вода въ мѣстахъ соприкосновенія ея съ частицами взвѣшеннаго въ ней тѣла, способствуетъ стойкости этой взвѣси: частицы воды, будучи заряжены одинаковымъ (положительнымъ) потенціаломъ, отталкиваются другъ отъ друга, а такъ какъ поверхностное натяженіе воды

обусловливается существующими между частицами воды силами притяженія, то электрическій потенціалъ, дѣйствуя въ направленіи, противоположномъ силѣ взаимнаго притяженія частицъ, тѣмъ самымъ долженъ уменьшить величину поверхностнаго натяженія, т. е. той силы, которая обусловливаетъ осажденіе взвѣшенныхъ въ водѣ частицъ

Такъ наз. феноменъ Lippmann'a наглядно демонстрируетъ вліяніе электрическаго заряда на величину поверхностнаго натяженія жидкости. Въ опытѣ Lippmann'a поверхность ртутнаго столба соприкасается съ разведенной сѣрной кислотой; при этомъ на мѣстѣ соприкосновенія обѣихъ жидкостей возникаетъ электрическій зарядъ. Если пропускать чрезъ обѣ жидкости электрическій токъ, то разность потенціаловъ между поверхностью ртути и поверхностью сѣрной кислоты соотвѣтственнымъ образомъ измѣнится, т. е. въ зависимости отъ направленія тока увеличится, или уменьшится. Эти колебанія электрическаго заряда немедленно отражаются на стояніи ртутнаго мениска: при уменьшеніи разности потенціаловъ между поверхностью ртути и поверхностью сѣрной кислоты менискъ падаетъ, при увеличеніи разности потенціаловъ подымается. Иначе говоря, въ первомъ случаѣ наблюдается увеличеніе силы поверхностнаго натяженія въ зависимости отъ уменьшенія разности потенціаловъ между соприкасающимися электродами, во второмъ случаѣ—уменьшеніе силы поверхностнаго натяженія въ связи съ увеличеніемъ разности потенціаловъ.

Почему въ мѣстахъ соприкосновенія двухъ различныхъ фазъ возникаетъ электрическій зарядъ? Этотъ вопросъ необходимо выяснить, иначе въ дальнѣйшемъ изложеніи останется для насъ непонятнымъ механизмъ осаждающаго дѣйствія электролитовъ на растворы коллоидовъ.

Наиболѣе простое объясненіе для возникновенія электрическаго заряда при соприкосновеніи двухъ различныхъ фазъ — треніе другъ о друга поверхностей соприкасающихся фазъ. Но если во взаимномъ треніи разнородныхъ частицъ видѣть единственный источникъ возникновенія между ними электрическаго заряда, то мы не въ состояніи будемъ обяснить многихъ явленій, основанныхъ на электрическихъ свойствахъ неоднородныхъ растворовъ и, прежде всего, явленій осажденія въ этихъ растворахъ подъ влія-

ніемъ электролитовъ. Необходимо поэтому предположить существованіе еще другой причины образованія электрическаго заряда въ неоднородныхъ растворахъ.

Теорія Nernst'a, такъ наз. теорія электролитическаго напряженія металловъ въ растворахъ, вполнѣ удовлетворительно объясняетъ всѣ явленія, основанныя на существованіи электрическаго заряда въ неоднородныхъ растворахъ.

Теорія Nernst'a представляетъ дальнѣйшее развитіе теоріи электролитической диссоціаціи, такъ наз. теоріи іоновъ. Законъ Awogadro въ обобщенной формулировкѣ, данной ему Vant-Hoff'омъ, гласитъ: „при одинаковомъ осмотическомъ давленіи и одинаковой температурѣ равные объемы растворовъ различныхъ тѣлъ содержатъ равное количество молекулъ; оно равно количеству молекулъ, содержащихся при той же упругости и той-же температурѣ въ такомъ же объемѣ газа“. Кромѣ того, Vant-Hoff доказалъ, что между упругостью паровъ, а также точкой замерзанія растворовъ и между молекулярной концентраціей ихъ существуетъ то-же соотношеніе, какое, согласно формулированному выше закону, существуетъ между осмотическимъ давленіемъ растворовъ и ихъ молекулярной концентраціей.

Установленіе такого соотношенія между осмотическимъ давленіемъ, упругостью паровъ и температурой замерзанія раствора съ одной стороны и между его молекулярной концентраціей съ другой создало точный и простой методъ опредѣленія молекулярнаго вѣса растворимыхъ соединеній: путемъ опредѣленія величины осмотическаго давленія, упругости паровъ и температуры замерзанія ихъ растворовъ. Однако, эти опредѣленія съ самаго начала привели къ сомнительнымъ результатамъ. Оказалось, что молекулярные вѣса почти всѣхъ кислотъ, щелочей и солей, опредѣленные съ помощью этого метода, значительно меньше тѣхъ величинъ, какія установлены для нихъ на основаніи другихъ методовъ изслѣдованія; иначе говоря, осмотическое давленіе въ растворахъ этихъ соединеній, а также повышеніе температуры кипѣнія и пониженіе температуры замерзанія оказались выше тѣхъ величинъ, какихъ можно было ожидать, исходя изъ заранѣе установленныхъ посредствомъ другихъ методовъ молекулярныхъ вѣсовъ этихъ соединеній. Такъ, напр., въ то время какъ граммъ-молекула сахара, раство-

ренная въ 10-ти литрахъ воды, понижала температуру замерзанія ея на 0,185°C., граммъ-молекула поваренной соли, растворенная въ томъ-же объемѣ воды, давала въ два раза большее пониженіе температуры ея замерзанія. Эти факты, какъ будто, подрывали универсальность закона Vant-Hoff'a.

Теорія электролитической диссоціаціи, предложенная въ 1887 г. Arrhenius'омъ, вполнѣ разъясняетъ причину кажущагося противорѣчія. По теоріи Arrhenius'a, законъ Vant-Hoff'a примѣнимъ также къ растворамъ солей, кислотъ и щелочей; несоотвѣтствіе же между осмотическимъ давленіемъ, упругостью паровъ и температурой замерзанія ихъ растворовъ и между ихъ молекулярнымъ вѣсомъ нужно объяснить тѣмъ, что молекулярная концентрація растворовъ этихъ тѣлъ въ два раза больше количества растворенныхъ молекулъ. Это происходитъ оттого, что каждая молекула растворенаго тѣла распадается на свои составныя части: NaCl напр.—на Na и Cl. Чѣмъ выше степень разведенія раствора, тѣмъ полнѣе диссоціація молекулъ растворенаго тѣла, такъ что при извѣстной степени разведенія раствора диссоціируются всѣ молекулы. Такимъ образомъ, каждая молекула распадается на двѣ составныя части, и въ результатѣ повышается вдвое концентрація раствора.

Тѣ частицы, на которыя диссоціируется растворенная молекула, обладаютъ свойствами, отличными отъ свойствъ обыкновенныхъ атомовъ. Основное отличіе заключается въ томъ, что частицы эти могутъ существовать въ растворѣ только попарно: напр., частица Cl только рядомъ со своей частицей Na. Далѣе, хлоръ, напримѣръ, представляетъ собой зеленаго цвѣта газъ съ рѣзкимъ запахомъ, тогда какъ частица хлора, которая содержится въ растворѣ, какъ продуктъ диссоціаціи молекулы NaCl, не имѣетъ ни цвѣта, ни запаха и находится не въ газообразномъ состояніи, а исключительно въ видѣ раствора. Въ отличіе отъ элементарныхъ атомовъ Arrhenius назвалъ ихъ іонами.

Arrhenius показалъ, что іонамъ присуще еще одно свойство, отличающее ихъ отъ элементарныхъ атомовъ. Такъ какъ диссоціація наблюдается только въ растворахъ электролитовъ, то электропроводность этихъ растворовъ должна быть поставлена въ прямую зависимость отъ диссоціаціи

растворенныхъ молекулъ. Электропроводность растворовъ, какъ показали изслѣдованія Faradey'a, обусловливается передвиженіемъ по направленію тока и въ обратномъ направленіи частицъ, несущихъ электрическій зарядъ. При прохожденіи электрическаго тока чрезъ водный растворъ какого-либо электролита, напр., NaCl, на катодѣ отлагаются частицы натра, на анодѣ—частицы хлора. Отсюда слѣдуетъ, что іоны натра несутъ положительный электрическій зарядъ (Na—катіоны), іоны хлора—отрицательный электрическій зарядъ (Cl—аніоны).

Схематически эта диссоціація хлористаго натра въ водномъ растворѣ можетъ быть представлена слѣдующей формулой:

$$NaCl = Na^{\cdot} + Cl'.$$

Молекулы сложнаго строенія диссоціируются на іоны, соотвѣтствующіе не атомамъ, а болѣе или менѣе сложнымъ грушамъ молекулы. Такъ, напр., NaOH распадается на $Na^{\cdot}$ и OH' (гидроксиліонъ); CH_3COOH — на CH_3COO' и $H^{\cdot}$.

Какъ выше было сказано, теорія электролитическаго напряженія металловъ въ растворахъ, предложенная Nernst'омъ для объясненія возникновенія разности потенціаловъ при соприкосновеніи двухъ фазъ—металла и воды, представляетъ собой дальнѣйшее развитіе іонной теоріи.

По теоріи Nernst'a молекулы металла, погруженнаго въ чистую воду или въ любой растворъ, стремятся перейти въ растворъ въ видѣ положительныхъ іоновъ; но при этомъ іоны металловъ встрѣчаютъ въ растворѣ противодѣйствіе со стороны силы, дѣйствующей въ противоположномъ направленіи, именно со стороны осмотическаго давленія, обусловливающагося находящимися уже въ растворѣ однородными іонами. Если осмотическое давленіе находящихся въ растворѣ іоновъ металла выше электролитическаго напряженія металла, то іоны будутъ осѣдать изъ раствора на поверхности металла въ видѣ электрически нейтральныхъ атомовъ до тѣхъ поръ, пока величина осмотическаго давленія не понизится до величины электролитическаго напряженія металла, т. е. пока не установится равновѣсіе этихъ двухъ прогивоположно дѣйствующихъ силъ. Если же погрузить металлъ въ воду, содержащую

меньшее количество металліоновъ, чѣмъ какое нужно для компенсаціи электролитическаго напряженія металла, или въ которой совсѣмъ нѣтъ іоновъ этого металла, то подъ вліяніемъ электролитическаго напряженія металла поверхностные молекулы его будутъ превращаться въ положительные іоны и переходить въ воду. Переходъ металліоновъ въ воду долженъ былъ-бы совершаться до тѣхъ поръ, пока осмотическое давленіе раствора, повышающееся по мѣрѣ накопленія въ растворѣ металліоновъ, не стало бы равнымъ электролитическому напряженію металла. Въ дѣйствительности, однако, при переходѣ молекулъ металла въ положительные іоны возникаетъ еще одинъ факторъ, который противодѣйствуетъ стремленію металліоновъ переходить въ воду. Дѣло въ томъ, что при переходѣ поверхностныхъ молекулъ металла въ положительные іоны послѣдніе заряжаютъ воду положительно, самъ же металлъ заряжается при этомъ отрицательно. Возникаетъ такимъ образомъ разность потенціаловъ между поверхностью металла и свободными металліонами. Та сила притяженія, которая образуется между поверхностью металла и металліонами вслѣдствіе возникшей между ними разности потенціаловъ, препятствуетъ металліонамъ переходить въ воду. Чѣмъ больше молекулъ металла въ видѣ металліоновъ перейдетъ въ воду, тѣмъ больше будетъ наростать разность потенціаловъ, и когда она достигнетъ величины, равной величинѣ электролитическаго напряженія металла, то процессъ перехода металліоновъ въ растворъ пріостановится.

Итакъ, согласно теоріи Nernst'a, разность потенціаловъ, возникающая при погруженіи металла въ воду, является слѣдствіемъ электролитическаго напряженія металла, стремящагося отдѣлить отъ себя поверхностныя молекулы въ видѣ іоновъ и перевести ихъ въ растворъ. Величина этой разности потенціаловъ опредѣляется по слѣдующей формулѣ, данной Nernst'омъ:

$$\pi = \frac{RT}{n_e F} \log. n. \frac{P}{p},$$

гдѣ π—разность потенціаловъ, R—обыкновенная константа газа, T—абсолютная температура, n_e — атомность іона, F=96560 Coulomb'амъ, P—величина электролитическаго напряженія металла, p—величина осмотическаго давленія металліоновъ,

№18898

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
1-го Харьк. Мед. Института

находящихся въ растворѣ. Согласно этой формулѣ, π находится въ прямой зависимости отъ величины электролитическаго напряженія металла (P) и въ обратной отъ величины осмотическаго давленія металліоновъ (p).

Эту теорію Nernst'a, объясняющую свойства металловъ, какъ электродовъ, Billitzer использовалъ для объясненія происхожденія электрическихъ силъ въ коллоидныхъ растворахъ. Въ коллоидныхъ растворахъ металловъ каждая частица металла представляетъ собой электродъ: освобождая молекулы и переводя ихъ въ растворъ въ видѣ положительныхъ металліоновъ, частицы заряжаются отрицательнымъ потенціаломъ. Такимъ образомъ возникаетъ разность потенціаловъ между частицами металла и растворомъ.

Такимъ же образомъ, по Billitzer'у, возникаетъ электрическій зарядъ въ коллоидныхъ растворахъ сложныхъ тѣлъ.

Адсорбція. Въ большинствѣ реакцій, происходящихъ въ коллоидныхъ растворахъ, между прочимъ, и въ тѣхъ реакціяхъ, которыя ведутъ къ выпаденію коллоидныхъ тѣлъ изъ растворовъ и которыя имѣютъ непосредственное отношеніе къ предмету настоящаго изслѣдованія, существенную ролъ играетъ явленіе адсорбціи.

Подъ явленіемъ адсорбціи понимаютъ явленіе поглощенія тѣла, находящагося въ растворѣ, поверхностью другого, твердаго тѣла.

Разработка наиболѣе важныхъ вопросовъ, касающихся адсорбціи, принадлежитъ van Bemmelen'у. Изучая условія адсорбціи солей нѣкоторыми коллоидами (кремневой кислотой и другими коллоидными оксигидратами), van Bemmelen установилъ слѣдующія положенія: количество адсорбированной коллоидомъ соли зависитъ какъ отъ природы коллоида, такъ и отъ природы соли; коэффиціентъ адсорбціи, т. е. отношеніе количества соли, оставшейся въ растворѣ, къ количеству соли, адсорбированной коллоидомъ, кромѣ того, зависитъ также отъ концентраціи реагирующихъ тѣлъ и отъ температуры. Съ повышеніемъ температуры адсорбирующая способность коллоида понижается; съ повышеніемъ

концентраціи раствора соли абсолютное количество адсорбированной соли повышается, относительное же количество падаетъ.

Такую-же зависимость коэффиціента адсорбціи отъ концентраціи адсорбируемаго тѣла Biltz установилъ и для тѣхъ случаевъ, когда не только адсорбирующее, но и адсорбируемое тѣло представляетъ собой коллоидъ.

Какой процессъ лежитъ въ основѣ адсорбціи, и можно-ли всѣ случаи адсорбціи свести къ одному основному процессу? Изученіе различныхъ случаевъ адсорбціи приводитъ къ отрицательному отвѣту на послѣдній вопросъ. Во многихъ случаяхъ въ основѣ адсорбціи лежитъ чисто-химическій процессъ. Такъ, напр., если чрезъ губку изъ металлическаго серебра пропускать растворъ сѣроводорода, то на поверхности металлической губки образуется слой сѣрнистаго серебра. Въ другихъ случаяхъ адсорбціи никакой химической реакціи между адсорбирующимъ и адсорбируемымъ тѣлами не происходитъ. Такъ, напр., адсорбція уксусной кислоты животнымъ углемъ выражается въ простомъ накопленіи уксусной кислоты на поверхности животнаго угля. Что въ этомъ примѣрѣ никакой химической реакціи не происходитъ, и адсорбція обусловливается чисто физическимъ процессомъ, видно, между прочимъ, изъ того, что адсорбированную животнымъ углемъ уксусную кислоту легко обратно перевести въ растворъ. Но съ другой стороны, и тамъ, гдѣ адсорбированное тѣло не удается обратно перевести въ растворъ, эта необратимость процесса далеко не всегда говоритъ въ пользу химическаго характера его. Такъ, напр., бѣлокъ, адсорбированный животнымъ углемъ, обратно перевести въ растворъ не удается, а между тѣмъ, между бѣлкомъ и углемъ никакой химической реакціи не происходитъ.

Мы видимъ, слѣдовательно, что адсорбція, съ точки зрѣнія заложенныхъ въ основѣ этого явленія процессовъ, есть понятіе собирательное, и различные случаи адсорбціи приходится объяснять различно.

Гипотеза, предложенная Freundlich'омъ для объясненія механизма адсорбціи, удовлетворительно объясняетъ только случаи физической адсорбціи. Согласно гипотезѣ Freundlich'a, въ основѣ процесса адсорбціи лежитъ сила

поверхностнаго натяженія жидкости. Сила поверхностнаго натяженія, существующая въ мѣстахъ соприкосновенія даннаго раствора съ частицами адсорбирующаго тѣла, какъ энергія потенціальная, стремится уменьшиться до минимума. Freundlich допускаетъ, что нѣкоторыя тѣла, накопляясь въ поверхностныхъ слояхъ жидкости, понижаютъ величину ея поверхностнаго натяженія. Если данное тѣло, содержащееся въ растворѣ, способно понизить величину поверхностнаго натяженія жидкости, то оно будетъ накопляться въ мѣстахъ соприкосновенія частицъ жидкости съ частицами адсорбирующаго тѣла, такъ какъ тѣмъ самымъ оно будетъ способствовать уменьшенію величины поверхностнаго натяженія жидкости.

Michaelis и Rona, изучая адсорбцію бѣлка, альбумозъ, ферментовъ и красокъ, обнаружили при адсорбціи этихъ тѣлъ особенности, которыхъ нельзя объяснить, исходя изъ гипотезы Freundlich'a.

Какъ показали изслѣдованія названныхъ авторовъ, адсорбція этихъ тѣлъ представляетъ собой необратимый процессъ. Какъ выше было сказано, бѣлокъ, адсорбированный животнымъ углемъ, не удается обратно перевести въ растворъ. Предположеніе о переходѣ адсорбированнаго бѣлка въ денатурированное и, слѣдовательно, нерастворимое состояніе, чѣмъ можно было-бы объяснить необратимость процесса, должно быть отвергнуто, такъ какъ такой-же необратимый процессъ представляетъ адсорбція альбумозъ, о переходѣ которыхъ въ денатурированное состояніе не можетъ быть рѣчи. Оказалось далѣе, что адсорбція бѣлка, альбумозъ и ферментовъ сопровождается измѣненіемъ электрическихъ свойствъ адсорбирующаго тѣла: частицы животнаго угля, которыя въ водѣ несутъ отрицательный электрическій зарядъ, теряютъ его въ растворахъ бѣлка, альбумозъ и ферментовъ.

Адсорбція красокъ во многихъ случаяхъ также представляетъ необратимый процессъ, и именно въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ адсорбція краски ведетъ къ измѣненію электрическихъ свойствъ адсорбирующаго тѣла: къ исчезновенію его электрическаго потенціала. Отсюда авторы дѣлаютъ слѣдующій выводъ: адсорбція необратима въ тѣхъ случаяхъ, когда она связана съ выравниваніемъ электрическихъ потенціаловъ адсорбирующаго и адсорбируемаго тѣлъ, въ тѣхъ-же случаяхъ, когда въ основѣ адсорбціи лежитъ чисто механическій факторъ—сила поверхностнаго натяженія жидкости, она представляетъ обратимый процессъ.

Всѣ эти данныя послужили Michaelis'y для созданія электро-химической теоріи адсорбціи, въ основу которой онъ положилъ теорію электролитическаго напряженія металловъ въ растворахъ. „Мы представляемъ себѣ адсорбирующія тѣла, говоритъ Michaelis, какъ электроды, и процессъ адсорбціи сводимъ къ тому электрохимическому процессу, который наступаетъ при погруженіи электрода въ растворъ электролита, не содержащаго іоновъ, однородныхъ съ іонами этого электрода: тѣ іоны электролита, электрическій зарядъ которыхъ однозначенъ съ электрическимъ зарядомъ іоновъ адсорбирующаго тѣла, частью на немъ осѣдаютъ; эквивалентное количество іоновъ адсорбирующаго тѣла при этомъ переходитъ въ растворъ. Этотъ обмѣнъ іоновъ будетъ продолжаться до того момента, пока не наступитъ выравниванія электрическихъ потенціаловъ адсорбирующаго и адсорбируемаго тѣлъ, т. е. пока разность потенціаловъ между адсорбирующимъ тѣломъ и іонами его, перешедшими въ растворъ, не станетъ равной разности потенціаловъ между адсорбируемымъ тѣломъ и его неадсорбированными іонами“ *).

Разбирая различные случаи адсорбціи, Michaelis опредѣляетъ тѣ условія, при которыхъ адсорбція, согласно теоріи Freundlich'a, покоится исключительно на физическомъ факторѣ-силѣ поверхностнаго натяженія жидкости, и тѣ условія, при которыхъ въ основѣ адсорбціи, согласно теоріи автора, лежатъ электро-химическіе процессы. Тамъ, гдѣ поверхностное натяженіе на границѣ между растворомъ и частицами адсорбирующаго тѣла велико, адсорбція можетъ существенно понизить его величину; при этихъ условіяхъ основнымъ факторомъ адсорбціи является сила поверхностнаго натяженія жидкости. Въ тѣхъ-же случаяхъ, гдѣ величина поверхностнаго натяженія на границѣ между растворомъ и адсорбирующимъ тѣломъ (какъ напр., на границѣ между водой и суспендированнымъ въ ней каоли-

*) Michaelis Physikalische Chemie der Kolloide. Handbuch v. Korányi и Richter, стр. 379.

номъ) уже сама по себѣ ничтожна, и адсорбирующая способность послѣдняго будетъ ничтожна. Такъ, адсорбирующая способность каолина по отношенію къ уксусной кислотѣ ничтожна по сравненію съ адсорбирующей способностью по отношенію къ этой кислотѣ животнаго угля. Съ другой стороны установлено, что адсорбирующая способность каолина по отношенію къ электроположительнымъ коллоидамъ очень велика, по отношенію-же къ кислымъ краскамъ (слѣдовательно, тѣламъ электроотрицательнымъ) равна нулю. Каолинъ обладаетъ свойствами электроотрицательнаго коллоида. Въ противоположность каолину глиноземъ, относящійся къ электроположительнымъ коллоидамъ, хорошо адсорбируетъ всѣ кислыя краски и совершенно не адсорбируетъ основныхъ. Итакъ, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ между адсорбирующимъ и адсорбируемымъ тѣломъ существуетъ разность потенціаловъ, наступитъ адсорбція даже при томъ условіи, если сила поверхностнаго натяженія на границѣ между растворомъ и адсорбируемымъ тѣломъ ничтожно мала, такъ какъ въ этихъ случаяхъ въ основѣ адсорбціи лежитъ не механическій факторъ (сила поверхностнаго натяженія), а факторъ электрохимическій.

Пользуясь адсорбціей, какъ методомъ, можно, на основаніи сказаннаго, дифференцировать тѣла кислотнаго характера отъ тѣлъ съ основными свойствами. Если данное тѣло адсорбируется глиноземомъ и не адсорбируется каолиномъ, то оно представляетъ собой кислоту; обратное отношеніе указываетъ на основной характеръ изслѣдуемаго тѣла. Съ помощью этого метода Michaelis установилъ кислотный характеръ инвертина и пепсина и амфотерный характеръ трипсина.

Нестойкость коллоидныхъ растворовъ. Мы видѣли, какая рѣзкая грань отдѣляетъ коллоидные растворы отъ растворовъ истинныхъ. Если оставить въ сторонѣ растворы гидрофильныхъ коллоидовъ, представляющихъ связующее звено между коллоидными и истинными растворами, то съ полнымъ правомъ можно разсматривать тѣ и другіе растворы, какъ двѣ системы, не имѣющія никакихъ точекъ совпаденія. Истинные растворы представляютъ собой гомогенныя системы, коллоидные растворы — гетерогенныя, въ которыхъ растворенное тѣло и растворитель остаются обособленными

другъ отъ друга, какъ двѣ различныя фазы. Обусловливается это, какъ мы видѣли, тѣмъ, что въ истинныхъ растворахъ между молекулами растворенаго тѣла и молекулами растворителя существуетъ химическое сродство, тогда какъ между коллоидными тѣлами и между ихъ растворителями химическаго сродства нѣтъ, и существованіе ихъ въ видѣ растворовъ обусловливается одними лишь физическими факторами. Тѣ силы, которыя поддерживаютъ коллоидныя тѣла въ растворенномъ состояніи, какъ отмѣтилъ еще Graham, неизмѣримо слабѣе тѣхъ силъ, которыя лежатъ въ основѣ растворовъ кристаллоидныхъ тѣлъ. Отсюда еще одно отличіе коллоидныхъ растворовъ отъ растворовъ истинныхъ, о которомъ при описаніи свойствъ коллоидныхъ растворовъ было нами лишь вскользь упомянуто. Истинные растворы представляютъ собой стойкія системы; выпаденіе кристаллоидовъ изъ ихъ растворовъ возможно лишь при измѣненіи ихъ химической структуры. Коллоидные растворы-системы нестойкія; до тѣхъ поръ, пока вліяніе физическихъ факторовъ, поддерживающихъ коллоидныя тѣла въ растворѣ (треніе частицъ коллоида о частицы растворителя, разность потенціаловъ между частицами коллоида и растворителя) сохраняетъ перевѣсъ надъ вліяніемъ физическихъ факторовъ, способствующихъ выпаденію коллоидныхъ тѣлъ изъ раствора (сила тяжести, сила поверхностнаго натяженія), коллоидныя тѣла остаются въ растворѣ. Какъ только соотношеніе этихъ факторовъ измѣнилось въ противоположную сторону, наступаетъ выпаденіе коллоидныхъ тѣлъ изъ раствора.

Эта нестойкость коллоидныхъ растворовъ играетъ огромную роль въ природѣ; ею обусловливается необъятный рядъ явленій, начиная отъ многихъ біологическихъ процессовъ, происходящихъ внутри клѣтокъ организма, и кончая рядомъ геологическихъ процессовъ. Какъ мы увидимъ ниже, и нѣкоторыя реакціи иммунныхъ тѣлъ, именно—преципитація и агглютинація, основаны на нестойкости коллоидныхъ растворовъ.

Выпаденіе коллоидныхъ тѣлъ изъ ихъ растворовъ наступаетъ при прибавленіи къ растворамъ электролитовъ и коллоидовъ.

Условія выпаденія коллоидовъ подъ вліяніемъ электролитовъ.

1. Выпаденіе коллоидовъ подъ вліяніемъ электролитовъ—процессъ необратимый: выпавшій коллоидъ обратно перевести въ растворъ не удается.

2. Выпаденіе коллоидовъ происходитъ не тотчасъ послѣ прибавленія электролита, а по истеченіи опредѣленнаго измѣримаго времени.

3. Способность осаждать коллоиды у различныхъ электролитовъ выражена въ различной степени и опредѣляется той минимальной концентраціей электролита, въ которой послѣдній еще способенъ вызвать осажденіе коллоида. По изслѣдованіямъ Bechhold'a, кромѣ опредѣленной минимальной концентраціи электролита, дла осажденія коллоида требуется еще опредѣленная минимальная концентрація коллоиднаго раствора.

Способность осаждать коллоиды слабѣе всего выражена у солей K, Na и NH_4, сильнѣе—у солей щелочныхъ земель, особенно сильно—у кислотъ, щелочей и солей тяжелыхъ металловъ. Однако, это общее правило допускаетъ исключенія. Такъ, напр., сулема, въ противоположность остальнымъ солямъ тяжелыхъ металловъ, даже въ высокихъ коцентраціяхъ не вызываетъ осажденія мастики.

4. Способность электролита осаждать коллоиды находится въ прямой зависимости отъ коэффиціента его электролитической диссоціаціи. Для иллюстраціи этого положенія мы приведемъ данныя, полученныя Hardy при опредѣленіи минимальныхъ осаждающихъ дозъ различныхъ кислотъ по отношенію къ мастикѣ:

Кислоты.	Концентраціи кислотъ въ граммъ—эквивалентахъ на 1 литръ.	Специфическая электропроводность осаждающаго раствора.
HCl	0,004	14,5
HNO_3	0,004	14,3
H_2SO_4	0,004	13,2
H_3PO_4	0,015	13,3
CH_3COOH	0,7	12,6
$H_2C_2O_4$	0,009	14,4

Изъ этой таблицы видно, что, съ одной стороны, минимальныя конценераціи, въ которыхъ кислоты вызываютъ осажденіе мастики, для различныхъ кислотъ различны, но что, съ другой стороны, этимъ различнымъ концентраціямъ

ихъ растворовъ соотвѣтствуетъ одна и та-же степень электропроводности, или, что то-же самое, одно и то-же количество H—іоновъ, такъ какъ степень электропроводности раствора прямо пропорціональна количеству содержащихся въ немъ іоновъ.

Если принять во вниманіе, что сулема представляетъ собой электролитъ съ низкимъ коэффиціентомъ диссоціаціи, то станетъ понятной причина отмѣченнаго выше слабаго осаждающаго дѣйствія ея.

5. Способность электролита осаждать коллоиды зависитъ еще отъ степени подвижности его іоновъ. Наибольшей подвижностью отличаются водородъ-іоны и гидроксилъ-іоны, чѣмъ и объясняется тотъ фактъ, что кислоты и щелочи, по сравненію съ остальными электролитами, являются наиболѣе энергичными осадителями коллоидовъ.

6. Такое-же вліяніе на способность электролита осаждать коллоиды оказываетъ атомность его катіона, какъ это видно изъ прилагаемой таблицы, составленной Schulze на основаніи данныхъ, полученныхъ имъ при опредѣленіи максимальныхъ разведеній, въ которыхъ различныя соли сохраняютъ еще способность осаждать изъ раствора сѣрнистый мышьякъ:

K_2SO_4	1:76	$CaSO_4$	1:2780	$AlCl_3$	1:83000
Na_2SO_4	1:129	$MgSO_4$	1:2630	$CrCl_3$	1:20000
$(NH_4)_2SO_4$	1:188	$ZnSO_4$	1:3330	$Al_2(SO_4)_3$	1:52600
KCl	1:137	$FeSO_4$	1:2380		
KBr	1:103	$BaCl_2$	1:2860		
Kj	1:55	$CaCl_2$	1:4370		
KNO_3	1:84				
$NaNO_3$	1:117				
$_4NO_3$	1:138				
Одноатомные катіоны.		Двухатомные катіоны.		Трехатомные катіоны.	

Законъ Schulze былъ подтвержденъ опытамп Prost'a съ осажденіемъ сѣрнистаго кадмія при помощи солей съ катіонами различной атомности, а также опытами Linder'a и Picton'a съ осажденіемъ сѣрнистой сурьмы различными солями. Linder и Picton при этомъ установили, что часть катіона соединяется съ осажденнымъ коллоидомъ.

Schulze опредѣлилъ, что минимальныя осаждающія дозы хлоридовъ съ одно-двухъ-и трехатомными катіонами по отношенію къ коллоидному раствору сѣрнистаго мышьяка

относятся другъ къ другу какъ 1650 : 30 : 1. Болѣе общую формулу дали Hardy и Wetham:

$$R' : R'' : R''' = K : K^2 : K^3,$$

гдѣ R', R'', R''' обозначаютъ осаждающую способность одно-двухъ-и трехатомныхъ солей, K, K^2, K^3—различныя степени разбавленія этихъ солей, соотвѣтственно тѣмъ минимальнымъ концентраціямъ, въ которыхъ онѣ начинаютъ осаждать коллоиды.

6. Подтверждая собственными изслѣдованіями предыдущее положеніе, установленное Schulze, Hardy даетъ болѣе общую формулировку этому положенію, присоединяя къ атомности солей еще одинъ факторъ, играющій существенную роль въ процессѣ осажденія коллоидовъ подъ вліяніемъ электролитовъ. „Способность соли осаждать коллоиды, говоритъ Hardy, опредѣляется атомностью одного изъ іоновъ, на которые она диссоціирована. Электрическій зарядъ этого іона положительный или отрицательный—въ зависимости отъ того, какого характера зарядъ несутъ частицы коллоида: коагулирующій іонъ и частицы коллоида всегда несутъ электрическіе заряды противоположнаго характера“ *). Мы уже приводили изъ работы Hardy одну таблицу, изъ которой видно, что минимальныя осаждающія мастику дозы, различныя для различныхъ кислотъ, даютъ въ растворѣ одинаковое количество H—іоновъ, откуда слѣдуетъ, что именно электроположительный H—іонъ является факторомъ осажденія для электроотрицательной мастики. Наоборотъ, если опредѣлить минимальныя осаждающія дозы различныхъ кислотъ по отношенію къ электроположительнымъ коллоидамъ, то такого совпаденія концентрацій H—іоновъ мы не обнаружимъ:

Изъ таблицы Hardy.

Коллоидный растворъ гидрокиси желѣза (электроположительный коллоидъ).	Кислота.	Концентрація (въ гр.—экв. на литръ).	Специфическая электропроводность.
	HCl	0,5	1650
	HNO_3	0,5	1589
	H_2SO_4	0,002	6,8
	$(COOH)_2$	0,002	3,4.

*) Hardy. Eine vorläufige Untersuchung der Bedingungen, welche die Stabilität von nicht umkehrbaren Hydrosolen bestimmen. Zeitschr. f. physikalische Chemie. стр. 391.

Ясно, что осаждающимъ факторомъ по отношенію къ гидрокиси желѣза является не H-іонъ. Что роль осадителя въ этомъ случаѣ принадлежитъ именно аніону, видно изъ сопоставленія обѣихъ приведенныхъ нами таблицъ: соляная и азотная кислота, благодаря высокому коэффиціенту диссоціаціи, и, слѣдовательно, обильному образованію H-іоновъ, сильнѣе другихъ кислотъ осаждаютъ электроотрицательную мастику, по отношенію-же къ электроположительной гидрокиси желѣза проявляютъ болѣе слабую способность осажденія, чѣмъ сѣрная и щавелевая кислота; но соляная и азотная кислота содержатъ одноатомные аніоны, тогда какъ сѣрная и щавелевая кислота—двухатомные. Ясно отсюда, что по отношенію къ электроположительной гидрокиси желѣза роль осаждающаго фактора играютъ именно аніоны.

7. Способность электролита осаждать коллоиды находится въ обратной зависимости отъ величины энергіи, съ которой соотвѣтствующій іонъ электролита удерживаетъ свой электрическій зарядъ. Bechhold, Neisser и Friedemann, установившіе это положеніе, объясняютъ эту зависимость такимъ образомъ. При осажденіи коллоида подъ вліяніемъ электролита противоположные электрическіе заряды коллоида и іона взаимно нейтрализуются, т. е. происходитъ разрядъ электрическихъ потенціаловъ какъ коллоида, такъ и іона. Установлено, что различные іоны съ различной энергіей удерживаютъ свой зарядъ, и соотвѣтственно этому требуется затрата различныхъ количествъ энергіи для разряженія различныхъ іоновъ. Естественно, что чѣмъ больше работы должно быть затрачено при разряженіи іона, тѣмъ неблагопріятнѣе условія для осажденія коллоида подъ вліяніемъ этого іона.

Величина энергіи, съ которой іоны какой-либо соли удерживаютъ свой зарядъ, измѣряется величиной напряженія разряда (Entladungsspannung), т. е. силой тока, которая должна быть затрачена для электролиза соли, resp. для разряженія ея іоновъ.

Если распредѣлить металлы по степени энергіи, съ которой металліоны удерживаютъ свой электрическій зарядъ, то мы получимъ слѣдующій рядъ:

$$Mg > Ca > Zn > Ko = Ni > Pb > Cu > Hg.$$

Нормальные растворы солей этихъ металловъ, согласно из-

слѣдованіямъ Bechhold'a, Neisser'a и Friedemann'a, вызываютъ осажденіе 1 куб. с. суспензіи мастики въ такихъ количествахъ:

$MgSO_4$	$Ca(NO_3)_2$	$Zn(NO_3)_2$	$Co(NO_3)_2$	$Ni(NO_3)_2$
0,1 с.с.	0,05 с.с.	0,05 с.с.	0,05 с.с.	0,05 с.с.

$Cu(NO_3)_2$	$Pl(NO_3)_2$	$Hg(NO_3)_2$
0,005 с.с.	0,005 с.с.	0,0025 с.с.

Мы видимъ, что, чѣмъ выше энергія, съ которой металліонъ удерживаетъ свой зарядъ, тѣмъ слабѣе выражена его способность осажденія.

8. Способность электролита осаждать коллоиды зависитъ не только отъ свойствъ электролита, но и отъ способа прибавленія его къ коллоидному раствору. Та доза электролита, которая достаточна для осажденія даннаго коллоида, можетъ оказаться недостаточной, если прибавить его къ коллоидному раствору не сразу, а раздѣльными порціями. Аналогичное явленіе наблюдается при взаимодѣйствіи двухъ коллоидовъ и впервые было отмѣчено при изученіи реакцій между дифтерійнымъ токсиномъ и антитоксиномъ, между лабферментомъ и казеиномъ и между тетано—и стафилолизиномъ и взвѣсью красныхъ шариковъ крови.

Höber объясняетъ это явленіе такимъ образомъ. Въ основѣ процесса осажденія коллоидовъ лежитъ адсорбція: коллоидъ адсорбируетъ соотвѣтствующій іонъ электролита или частицы коллоида-осадителя; при этомъ наступаетъ уменьшеніе величины поверхностнаго натяженія жидкости. При фракціонированномъ прибавленіи электролита или коллоида каждая слѣдующая порція осадителя встрѣчаетъ въ коллоидномъ растворѣ все менѣе благопріятныя условія для адсорбціи (и, слѣдовательно, для осажденія), такъ какъ величина поверхностнаго натяженія жидкости, которое, согласно теоріи Freundlich'a, является основнымъ факторомъ адсорбціи, съ каждымъ разомъ становится меньше.

Объясненіе Höber'a можно, намъ кажется, примѣнить и для тѣхъ случаевъ осажденія коллоидовъ, гдѣ въ основѣ адсорбціи лежатъ не механическіе (по Freundlich'у), а электрохимическіе (по Michaelis'у) процессы: и въ этихъ случаяхъ условія адсорбціи и, слѣдовательно, осажденія при фракціонированномъ прибавленіи осадителя менѣе благопріятны, чѣмъ при однократномъ, такъ какъ разность потенціаловъ между частицами коллоида и частицами осадителя съ каждымъ разомъ становится меньше.

9. При осажденіи коллоидовъ электролитами, въ особенности трехатомными солями, наблюдается еще одно интересное явленіе, впервые отмѣченное Neisser'омъ и Friedemann'омъ.

Если къ одинаковымъ количествамъ коллоиднаго раствора прибавлять различныя количества электролита, начиная отъ большихъ дозъ и кончая минимальными осаждающими дозами его, то одна или нѣсколько промежуточныхъ дозъ электролита не вызовутъ осажденія коллоиднаго раствора; получится чередованіе растворовъ, въ которыхъ произошло выпаденіе коллоида, съ растворами, въ которыхъ такого выпаденія не наступило („промежуточныя зоны"). Величина и положеніе промежуточной зоны для однѣхъ и тѣхъ-же дозъ электролита могутъ быть различны и зависятъ отъ концентраціи коллоиднаго раствора.

Мы приведемъ изъ работы названныхъ авторовъ одну изъ многочисленныхъ таблицъ, иллюстрирующихъ это явленіе.

$Al_2(SO_4)_3$ нормальный растворъ.	Эмульсія мастики.		
	оригинальная эмульсія.	1/8 оригинальной эмульсіи.	1/64 оригинальной эмульсіи.
0,1	+ + +	+ + +	+ + +
0,05	+ + +	+ + +	+ + +
0,025	+ + +	+ + +	+ + +
0,01	+ + +	+ + +	+ + +
0,005	+ + +	+ + +	0
0,0025	+ + +	0	0
0,001	+ + +	0	0
0,0005	+ + +	+ + +	0
0,00025	0	+	0
0,0001	0	0	+ + +
0,00005	0	0	0
0,000025	0	0	0

Эти промежуточныя зоны Neisser и Friedemann называютъ задерживающими зонами. Что тутъ мы дѣйствительно имѣемъ дѣло съ задерживающимъ вліяніемъ соотвѣтствующихъ дозъ электролита на процессъ осажденія коллоида, видно изъ того, что въ этихъ промежуточныхъ растворахъ не удается вызвать осажденія мастики съ помощью другихъ солей, а также кислотъ въ такихъ концентраціяхъ, въ которыхъ эти электролиты вызываютъ быстрое и полное осажденіе мастики.

Такимъ образомъ, опредѣленныя дозы солей (преимущественно трехатомныхъ) не только не вызываютъ осажденія коллоида, но защищаютъ его противъ осаждающаго дѣйствія другихъ электролитовъ.

Условія выпаденія коллоидовъ подъ вліяніемъ коллоидовъ. Мы видѣли, что факторомъ осажденія коллоидныхъ тѣлъ изъ ихъ растворовъ являются не самые электролиты, а ихъ іоны, несущіе тотъ или другой электрическій зарядъ. Съ другой стороны, мы видѣли, что частицы растворенныхъ коллоидныхъ тѣлъ несутъ электрическіе заряды положительнаго или отрицательнаго характера. Такимъ образомъ, коллоиды обладаютъ однимъ общимъ свойствомъ съ электролитами: коллоиды, какъ и электролиты, являются носителями электрическихъ зарядовъ. Ниже мы увидимъ, что способностью осаждать коллоиды іоны обязаны своимъ электрическимъ зарядамъ, откуда слѣдуетъ заключить, что и коллоиды, какъ носители электрическихъ зарядовъ, должны обладать этой способностью осажденія.

Факты не только подтверждаютъ правильность этого заключенія, но устанавливаютъ для реакцій коллоидовъ съ коллоидами тѣ-же условія, какія имѣютъ мѣсто при реакціяхъ коллоидовъ съ электролитами. Реакціи коллоидовъ съ коллоидами такъ же, какъ и реакціи коллоидовъ съ электролитами, необратимаго характера. Законъ Hardy сохраняетъ свою силу и для коллоидо-коллоидныхъ реакцій: электроположительные коллоиды могутъ вызывать осажденіе только электроотрицательныхъ коллоидовъ и обратно. Точно также и законъ Schulze, устанавливающій связь между атомностью электролитовъ и ихъ способностью осаждать коллоиды, примѣнимъ и по отношенію къ коллоидамъ, какъ

осадителямъ: какъ показалъ Billitzer, трехатомные коллоиды (напр., сѣрнистая сурьма—Sb_2S_3) осаждаютъ гидрокись желѣза энергичнѣе, чѣмъ двухатомные (сѣрнистый мышьякъ—As_2S_2). Далѣе, Neisser и Friedemann получали при осажденіи коллоидовъ коллоидами такія-же задерживающія зоны, какъ и при осажденіи коллоидовъ электролитами. То-же нужно сказать и относительно остальныхъ условій выпаденія коллоидныхъ тѣлъ.

Условія выпаденія гидрофильныхъ коллоидовъ. Растворы гидрофильныхъ коллоидовъ, стоящіе на грани между истинными растворами и растворами суспензіонныхъ коллоидовъ, въ ихъ отношеніяхъ къ факторамъ осажденія особенно рельефно обнаруживаютъ свой переходный характеръ.

Къ солямъ щелочей растворы гидрофильныхъ коллоидовъ относятся такъ-же, какъ истинные растворы. Какъ извѣстно, прибавленіе химически индифферентныхъ солей щелочей и щелочныхъ земель къ раствору кристаллоида понижаетъ растворимость послѣдняго; въ концентрированныхъ растворахъ это пониженіе растворимости кристаллоида можетъ даже повести къ частичному выпаденію его изъ раствора. Выпаденіе кристаллоидовъ подъ вліяніемъ солей щелочей и щелочныхъ земель характеризуется слѣдующими особенностями: 1) выпаденіе наступаетъ лишь отъ большихъ количествъ электролита; 2) выпавшій осадокъ кристаллоида можно обратно перевести въ растворъ (обратимость процесса).

Такое-же точно отношеніе проявляютъ къ солямъ щелочей и гидрофильные коллоиды.

Однако, отношеніемъ гидрофильныхъ коллоидовъ къ солямъ щелочей и ограничивается ихъ близость къ кристаллоидамъ. Уже по отношенію къ солямъ щелочныхъ земель гидрофильные коллоиды представляютъ нѣкоторыя отступленія отъ кристаллоидовъ, обнаруживая къ нимъ меньшую (по сравненію съ кристаллоидами), хотя все еще довольно значительную резистентность. Что-же касается солей тяжелыхъ металловъ, кислотъ и коллоидовъ, то условія выпаденія гидрофильныхъ коллоидовъ подъ вліяніемъ этихъ соединеній вполнѣ совпадаютъ съ условіями выпаденія суспензіонныхъ коллоидовъ.

Вліяніе неэлектролитовъ на коллоиды. За рѣдкими исключеніями, неэлектролиты не оказываютъ никакого вліянія на коллоидные растворы. Какъ показалъ Freundlich, даже большія дозы неэлектролитовъ (этиловаго и метиловаго алкоголя, формальдегида, эфира, ацетона, сахара, мочевины, фенола) не обнаруживаютъ никакого осаждающаго дѣйствія на коллоидный растворъ сѣрнистаго мышьяка. Попытки Spiro осадить гидрокись желѣза съ помощью концентрированныхъ растворовъ сахара и мочевины, его-же опыты съ растворами желатины, къ которымъ онъ прибавлялъ большія дозы мочевины и глицерина, также привели къ отрицательному результату. Къ такимъ-же результатамъ привели аналогичные опыты Barus'a, Bodländer'a и др.

Но и въ тѣхъ рѣдкихъ случаяхъ, когда неэлектролиты вызываютъ выпаденіе коллоидныхъ тѣлъ, нѣтъ никакихъ основаній разсматривать этотъ процессъ, какъ результатъ взаимодѣйствія между коллоидомъ и неэлектролитомъ: во всѣхъ этихъ случаяхъ неэлектролиты ведутъ къ выпаденію коллоидовъ благодаря случайнымъ, побочнымъ причинамъ. Такъ, напр., причина выпаденія бѣлка подъ вліяніемъ большихъ дозъ алкоголя заключается въ томъ, что бѣлокъ въ алкоголѣ нерастворимъ. Понятно, что если къ водному раствору бѣлка прилить большое количество алкоголя, то въ такомъ двойномъ растворителѣ свойства алкоголя возьмутъ перевѣсъ надъ свойствами воды, и часть бѣлка выпадетъ изъ раствора. Въ другихъ случаяхъ неэлектролитъ вызываетъ выпаденіе коллоида потому, что понижаетъ удѣльный вѣсъ раствора, или уменьшаетъ его вязкость и т. п.

Если принять во вниманіе, что непосредственными факторами осажденія коллоидовъ являются электрическіе заряды (іоновъ электролита или частицъ коллоида-осадителя), то легко понять, почему неэлектролиты не обладаютъ способностью осаждать коллоидныя тѣла изъ ихъ растворовъ.

Механизмъ осажденія коллоидовъ. Мы перечислимъ вкратцѣ нѣкоторыя изъ тѣхъ положеній, которыя установлены на основаніи изученія реакцій осажденія коллоидныхъ тѣлъ. Неэлектролиты даже въ большихъ дозахъ не осаждаютъ коллоидовъ. При осажденіи электроположительныхъ коллоидовъ основная роль принадлежитъ аніону электролита, при осажденіи электроотрицательныхъ коллоидовъ—его катіону. Точно также, электроположительные коллоиды являются осадителями только по отношенію къ электроотрицательнымъ коллоидамъ и обратно. Чѣмъ выше атомность соотвѣтствующаго іона электролита, слѣдовательно, чѣмъ больше электрическихъ зарядовъ несетъ этотъ іонъ, тѣмъ сильнѣе выражена способность электролита осаждать коллоиды. Эта-же способность электролита находится въ прямой зависимости отъ коэффиціента его диссоціаціи, т. е. отъ способности его разлагаться въ растворѣ на большее или меньшее количество іоновъ-носителей электрическаго заряда, и отъ подвижности его іоновъ и въ обратной зависимости отъ энергіи, съ какой іонъ удерживаетъ свой электрическій зарядъ.

Все это согласно говоритъ за то, что рѣшающая роль въ реакціяхъ, происходящихъ между коллоидами съ одной стороны и между электролитами и коллоидами съ другой, принадлежитъ электрическому заряду іоновъ электролита или частицъ коллоида-осадителя.

Въ чемъ заключается роль электрическихъ зарядовъ въ процессѣ осажденія коллоидовъ, впервые показалъ Hardy. Онъ установилъ, что прибавленіе къ коллодному раствору электролита ведетъ къ уменьшенію величины электрическихъ зарядовъ частицъ коллоида; постепенно повышая количества электролита, можно достигнуть такого момента, когда между частицами коллоида и между частицами растворителя не будетъ никакой разности потенціаловъ („изоэлектрическій пунктъ"), и частицы коллоида перестанутъ перемѣщаться при прохожденіи чрезъ растворъ электрическаго тока. Дальнѣйшее повышеніе дозъ электролита снова сообщаетъ частицамъ коллоида электрическій зарядъ, но противоположнаго значенія по сравненію съ ихъ первоначальнымъ зарядомъ. Параллельно съ уменьшеніемъ величины электрическихъ зарядовъ частицъ коллоида идетъ уменьшеніе стойкости раствора, и съ опредѣленнаго момента начинается выпаденіе частицъ коллоида, достигающее своего максимума въ изоэлектрическомъ пунктѣ.

„Такимъ образомъ, говоритъ Hardy, существуетъ неразрывная связь между изоэлектрическимъ пунктомъ и моментомъ выпаденія коллоиднаго раствора".

То-же самое наблюдается и при осажденіи коллоидовъ съ помощью другихъ коллоидовъ. Прибавляя, напримѣръ, къ электроотрицательной суспензіи мастики электроположительный коллоидный растворъ гидрокиси желѣза, можно постепенно привести мастику къ изоэлектрическому состоянію, съ которымъ совпадетъ ея максимальное осажденіе.

Исходя изъ этихъ данныхъ, Bredig объясняетъ механизмъ осажденія коллоидовъ такимъ образомъ. Электрическій потенціалъ, существующій на поверхности каждой частицы коллоида, является антагонистомъ по отношенію къ силѣ поверхностнаго натяженія жидкости; отъ соотношенія этихъ двухъ противоположно дѣйствующихъ силъ зависитъ степень стойкости коллоиднаго раствора, такъ-какъ сила поверхностнаго натяженія жидкости стремится соединить другъ съ другомъ частицы коллоида, электрическій-же зарядъ частицъ отталкиваетъ одну частицу отъ другой. Съ этой точки зрѣнія вполнѣ понятенъ фактъ совпаденія изоэлектрическаго пункта съ выпаденіемъ изъ раствора частицъ коллоида: съ устраненіемъ электрическаго потенціала поле дѣйствія остается исключительно за силой поверхностнаго натяженія жидкости, которая и вызоветъ осажденіе коллоида.

Намъ остается еще выяснить характеръ того процесса, который происходитъ между частицами коллоиднаго раствора съ одной стороны и между частицами осадителя (электролита или коллоида) съ другой, и въ результатѣ котораго наступаетъ уменьшеніе величины электрическихъ зарядовъ частицъ коллоида и выпаденіе послѣднихъ. Процессъ этотъ— адсорбція: частицы коллоида адсорбируютъ соотвѣтствующіе іоны элекролита или частицы коллоида-осадителя, несущія электрическій зарядъ, разнозначный съ ихъ электрическимъ зарядомъ, причемъ происходитъ взаимная нейтрализація электрическихъ потенціаловъ. Мы видѣли, что въ частицахъ электроположительнаго коллоида, выпавшаго подъ вліяніемъ соли, всегда можно открыть составную часть этой соли, соотвѣтствующую его аніону, въ случаяхъ же выпаденія электроотрицательныхъ коллоидовъ выпавшій осадокъ коллоида содержитъ катодную часть соли (Linder и Picton). Равнымъ образомъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда выпаденіе коллоида происходитъ подъ вліяніемъ другого коллоида, выпавшій осадокъ состоитъ изъ комплексовъ частицъ обоихъ коллоидовъ.

Есть однако рядъ случавъ, гдѣ адсорбція не имѣетъ мѣста: случаи выпаденія коллоидовъ подъ вліяніемъ кислотъ и щелочей. На это впервые указалъ Michaelis и въ подтвержденіе своего взгляда высказалъ слѣдующія соображенія. Если электроотрицательный коллоидъ осаждать съ помощью солей (напр. $AgNO_3$ или $BaCl_2$), то коллоидъ адсорбируетъ металлъ въ видѣ его гидрокиси ($Ag.OH$, $Ba(OH)_2$), и въ растворѣ остаются соотвѣтствующія количества свободной кислоты. Если бы въ случаяхъ осажденія коллоидовъ кислотами процессъ, происходящій между частицами коллоида и H-іонами кислоты, также сводился къ адсорбціи, то, такъ какъ коллоидъ адсорбируетъ основаніе въ видѣ гидрокиси, пришлось бы сдѣлать явно несостоятельное предположеніе, что частицы коллоида адсорбируютъ воду ($H.OH$). Еще труднѣе было бы рѣшить, въ какомъ видѣ можетъ адсорбироваться коллоидомъ аніонъ щелочи (OH) въ случаяхъ осажденія электроположительныхъ коллоидовъ съ помощью щелочей.

Эти соображенія заставляютъ искать другого объясненія для нейтрализаціи электрическихъ потенціаловъ частицъ коллоида подъ вліяніемъ кислотъ и щелочей. Объясненіе это Michaelis находитъ въ теоріи электролитическаго напряженія металловъ (по Nernst'y) и коллоидовъ (по Billitzer'y) и иллюстрируетъ свою мысль слѣдующими примѣрами.

Поверхностныя молекулы частицъ гидрокиси желѣза (электроположительнаго коллоида) диссоціируются въ водѣ по формулѣ

$$Fe.(OH)_3 = Fe\cdots + 3\,(OH').$$

При этомъ возникаетъ разность потенціаловъ на мѣстахъ соприкосновенія частицъ коллоида съ растворителемъ. Величина этой разности потенціаловъ, согласно формулѣ

$$\pi = \frac{RT}{n_e F} \log.\,n.\,\frac{P}{p}$$

находится въ обратномъ отношеніи къ p, т. е. къ величинѣ осмотическаго давленія раствора, зависящей отъ количества растворенныхъ въ немъ іоновъ (въ нашемъ примѣрѣ $Fe\cdots$ и OH') коллоида. Такъ какъ OH-іоны обладаютъ значительно большей подвижностью, чѣмъ Fe-іоны, то осмотическое давле-

ніе раствора будетъ зависѣть почти исключительно отъ OH-іоновъ. Если теперь увеличить въ коллоидномъ растворѣ гидрокиси желѣза содержаніе OH-іоновъ прибавленіемъ къ нему NaHO, то осмотическое давленіе раствора (p) повысится, соотвѣтственно уменьшится разность потенціаловъ (π), и тѣмъ самымъ создадутся условія для выпаденія гидрокиси желѣза изъ раствора.

Разсмотримъ съ этой же точки зрѣнія случай осажденія электроотрицательнаго коллоида (мастики) подъ вліяніемъ кислоты. Атомы водорода отщепляются отъ поверхностныхъ молекулъ частицъ мастики и въ видѣ H-іоновъ переходятъ въ растворъ; на границѣ соприкосновенія частицъ коллоида съ растворомъ возникаетъ вслѣдствіе этого разность потенціаловъ. Прибавляя къ суспензіи мастики кислоту, мы увеличиваемъ содержаніе въ немъ H-іоновъ и тѣмъ самымъ повышаемъ его осмотическое давленіе. Происходитъ уменьшеніе разности потенціаловъ между частицами мастики и растворомъ, и, какъ слѣдствіе, ея выпаденіе изъ раствора.

Итакъ, наступаетъ-ли выпаденіе коллоида подъ вліяніемъ солей или кислотъ, или щелочей, или, наконецъ, коллоидовъ, непосредственная причина выпаденія—пониженіе разности потенціаловъ между частицами коллоида и растворителя. Но самый механизмъ процесса, который ведетъ къ пониженію разности потенціаловъ, въ различныхъ случаяхъ различенъ. Въ случаяхъ осажденія коллоидовъ подъ вліяніемъ солей и коллоидовъ процессъ протекаетъ такимъ образомъ: частицы коллоида адсорбируютъ соотвѣтствующіе іоны соли или частицы коллода-осадителя (частицы электроположительнаго коллоида адсорбируютъ аніоны соли или частицы электроотрицательнаго коллоида и обратно), и въ результатѣ происходитъ взаимная нейтрализація электрическихъ потенціаловъ. Иначе идетъ процессъ разряженія частицъ коллоида при осажденіи ихъ съ помощью кислотъ и щелочей: OH-іоны щелочи (въ случаяхъ осажденія электроположительнаго коллоида) и H-іоны кислоты (въ случаяхъ осажденія электроотрицательнаго коллоида) повышаютъ осмотическое давленіе въ коллоидномъ растворѣ, что ведетъ къ уменьшенію электрическаго потенціала на поверхности частицъ коллоида.

Взглядъ на агглютинацію, какъ на процессъ молекулярно-физическій, впервые былъ высказанъ Bordet. Установивъ, что агглютинація не находится ни въ какой связи съ жизнедѣятельностью бактерій, Bordet сдѣлалъ отсюда заключеніе, что агглютинація представляетъ собой частный случай общаго явленія: осажденія суспензій подъ вліяніемъ различныхъ физико-химическихъ факторовъ, и механизмъ агглютинаціи объяснилъ такимъ образомъ: „сыворотка, воздѣйствуя на микробы, измѣняетъ соотношенія въ моллекулярной аттракціи между ними и жидкостью“. Дальнѣйшія изслѣдованія Bordet установили, что въ процессѣ агглютинаціи нужно различать два послѣдовательныхъ момента-„моментъ соединенія специфическаго вещества сыворотки съ микробами, еще изолированными другъ отъ друга, и моментъ собственно агглютинаціи“. Первый моментъ, какъ показали опыты Bordet, протекаетъ безъ всякаго участія поваренной соли, содержащейся въ сывороткѣ, для наступленія же агглютинаціи связанныхъ съ агглютининомъ бактерій необходимо присутствіе въ сывороткѣ поваренной соли. Осадокъ агглютинированныхъ бактерій, тщательно отмытый отъ поваренной соли, даетъ съ водой равномѣрную суспензію; но стоитъ къ такой суспензіи прибавить незначительное количество поваренной соли, чтобы снова наступила агглютинація. Поваренная соль, по мнѣнію Bordet, играетъ роль физическаго фактора, измѣняющаго молекулярную аттракцію между бактеріями и жидкостью, въ которой онѣ взвѣшены.

Дальнѣйшая разработка вопроса о роли поваренной соли въ процессѣ агглютинаціи бактерій принадлежитъ Joos'y и Friedberger'y.

Подтверждая результаты изслѣдованій Bordet, Joos расходится съ нимъ во взглядѣ на характеръ той реакціи,

которая происходитъ между поваренной солью и между связанными съ агглютининомъ бактеріями. По мнѣнію Joos'a, роль поваренной соли активная: поваренная соль образуетъ химическое соединеніе съ бѣлками бактерійнаго тѣла.

Friedberger шире разработалъ вопросъ о роли солей въ процессѣ агглютинаціи и показалъ, что агглютинація связанныхъ съ агглютининомъ бактерій наступаетъ не только въ присутствіи поваренной соли, но и въ присутствіи другихъ неорганическихъ солей (KBr, K_2HPO_4, $BaCl_2$, $Ba(NO_3)_2$, $CaCl_2$ и др.) и даже нѣкоторыхъ органическихъ соединеній (аспарагинъ, виноградный сахаръ), хотя послѣднія обнаруживаютъ въ этомъ отношеніи очень слабое дѣйствіе по сравненію съ неорганическими солями.

Что касается роли, какую поваренная соль играетъ въ процессѣ агглютинаціи, то Friedberger склоняется къ взгляду Bordet: онъ признаетъ за поваренной солью роль физическаго фактора и считаетъ, что въ суспензіи связанныхъ съ агглютининомъ бактерій подъ вліяніемъ соли наступаютъ молекулярно-физическія измѣненія, ведущія къ агглютинаціи бактерій.

Friedberger опредѣлилъ вліяніе различныхъ концентрацій поваренной соли при прибавленіи послѣдней къ смѣси культуры и специфической сыворотки на быстроту наступленія агглютинаціи. Оказалось, что агглютинація наступаетъ быстрѣе всего при концентраціи поваренной соли=0,6%; дальнѣйшее повышеніе концентраціи хлористаго натра задерживаетъ агглютинацію, но при содержаніи NaCl въ количествѣ 16,0% и выше (вплоть до насыщенія смѣси поваренной солью) наступленіе агглютинаціи снова ускоряется.

Мы не станемъ останавливаться на тѣхъ доводахъ, какіе упомянутые авторы приводятъ въ пользу своихъ взглядовъ на механизмъ дѣйствія солей въ процессѣ агглютинаціи. Споръ, возникшій по этому вопросу между Joos'омъ и Friedberger'омъ, въ настоящее время имѣетъ лишь историческій интересъ: слишкомъ еще недостаточенъ былъ фактическій матеріалъ, какимъ располагали упомянутые авторы, и на которомъ они строили свои теоретическія заключенія. Къ тому же, то или другое объясненіе механизма дѣйствія солей въ процессѣ специфической агглютинаціи еще не раскрываетъ всего механизма этого сложнаго процесса, въ которомъ

первенствующая роль все же принадлежитъ специфическимъ тѣламъ: агглютинабельному веществу бактеріи и агглютинину сыворотки. Для выясненія механизма агглютинаціи необходимо было изучить и первый моментъ агглютинаціи, въ которомъ реакція происходитъ исключительно между этими двумя специфическими тѣлами, и прежде всего опредѣлить, существуетъ ли опредѣленная закономѣрность въ количественныхъ отношеніяхъ, въ какихъ бактеріи и агглютининъ вступаютъ въ реакцію.

Задачу эту разрѣшили Eisenberg и Volk. Названные авторы смѣшивали бактеріи (холерный вибріонъ, тифозную палочку) и гомологичную агглютинирующую сыворотку въ различныхъ отношеніяхъ и каждый разъ опредѣляли тѣ количественныя отношенія, въ которыхъ бактеріи и агглютининъ вступали въ реакцію. На основаніи ряда изслѣдованій Eisenberg и Volk установили, что отношенія между количествами агглютинина и агглютиногена, вступающими въ реакцію, не представляютъ постоянной величины: при смѣшеніи одного и того-же количества агглютиногена съ возрастющими количествами агглютинина абсолютное количество агглютинина, адсорбированнаго бактеріями, возрастаетъ, коэффиціентъ-же адсорбціи, т. е. отношеніе количества связаннаго бактеріями агглютинина къ количеству агглютинина, оставшагося свободнымъ, до опредѣленнаго пункта не измѣняется, при дальнѣйшемъ-же прибавленіи агглютинина постепенно уменьшается.

Изучая таблицы, составленныя Eisenberg'омъ и Volk'омъ на основаніи ихъ количественныхъ изслѣдованій, Arrhenius пришелъ къ заключенію, что между количествомъ связаннаго съ бактеріями (C) и свободнаго (B) агглютинина существуетъ опредѣленное соотношеніе, которое можетъ быть выражено слѣдующей формулой:

$$C = \text{konst.}\ B^{2/3},$$

причемъ величина константы, постоянная для данной сыворотки, для различныхъ сыворотокъ различна.

Мы приведемъ одну изъ таблицъ, въ которыхъ Arrhenius сопоставляетъ результаты, полученные имъ путемъ вычисленія на основаніи его формулы, съ тѣми результатами, какіе Eisenberg и Volk получили путемъ непосредственнаго измѣренія количествъ свободнаго агглюти-

нина (B) при смѣшеніи различныхъ количествъ агглютинина (T) съ постоянными количествами бактеріальной взвѣси.

T (Общее количество агглютинина).	C (Количество связаннаго съ бактеріями агглютинина.	B (Количество свободнаго агглютинина). (Измѣренное).	B (Вычисленное).	Константа.
2	2	0	0,024	—
20	20	0	0,69	—
40	40	0	2,1	—
67	67	0	4,0	—
200	180	20	19,7	24,4
400	340	60	52,9	22,6
2000	1500	500	478	23,7
10000	6500	3500	3890	28,2
20000	11000	9000	9160	25,4

Средняя величина для константы = 24,7.

Мы видимъ, что, принявъ для данной сыворотки величину константы = 24,7, Arrhenius путемъ вычисленія по его формулѣ получилъ для B величины, почти совпадающія съ дѣйствительными величинами, полученными путемъ непосредственнаго измѣренія.

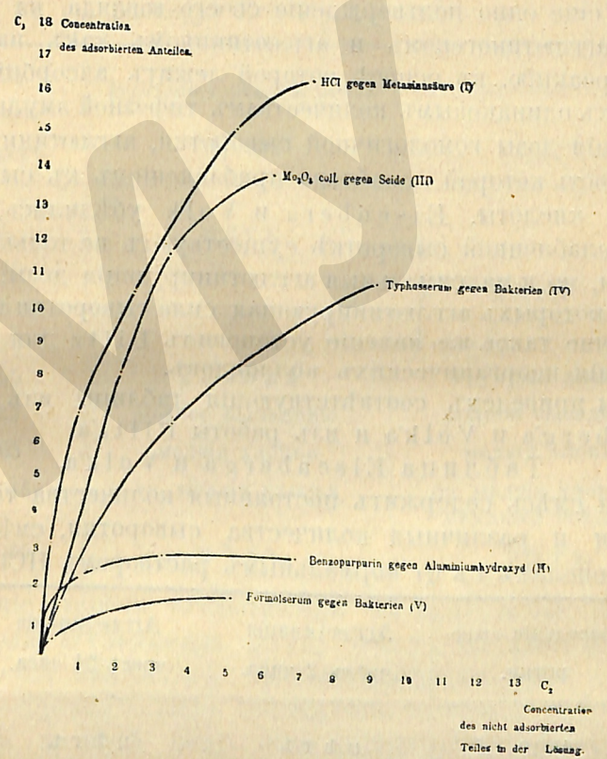
Arrhenius разсматриваетъ полученную имъ формулу, какъ выраженіе частнаго случая закона массоваго дѣйствія Guldberg-Waage, и считаетъ поэтому, что въ основѣ процесса агглютинаціи лежитъ чисто-химическая реакція.

Исходя изъ тѣхъ-же данныхъ Eisenberg'a и Volk'a, Biltz, въ противоположность Arrhenius'y, приходитъ къ выводу, что въ основѣ процесса, происходящаго между агглютинабельнымъ веществомъ и агглютининомъ, лежитъ адсорбція. Представляя въ видѣ кривыхъ съ одной стороны опредѣленныя Eisenberg'омъ и Volk'омъ количественныя отношенія между связаннымъ съ бактеріями и свободнымъ агглютининомъ и съ другой—количественныя отношенія, какія устанавливаются при адсорбціи какого-либо тѣла между адсорбированной и неадсорбированной его частями, Biltz получилъ въ томъ и въ другомъ случаѣ одинаковыя графическія изображенія, какъ видно изъ прилагаемой схемы:

„Нельзя, говоритъ Biltz, трактовать эти кривыя, какъ выраженіе закона массоваго дѣйствія, такъ какъ примѣнимость этого закона къ коллоиднымъ реакціямъ никѣмъ не

доказана, и едва-ли можно допустить, чтобы этотъ законъ, установленный для истинныхъ растворовъ, сохранялъ свою силу и для коллоидныхъ растворовъ, въ основѣ которыхъ

Схема Biltz'a.



лежатъ не химическіе, а физическіе факторы. Если, наоборотъ, разсматривать вешеприведенныя кривыя, какъ выраженіе адсорбціи, то количественныя отношенія между связаннымъ съ бактеріями и свободнымъ агглютининомъ вполнѣ отвѣчаютъ тѣмъ отношеніямъ, какія van Bemmelen установилъ для адсорбируемаго тѣла“ *). Исходя изъ положеній, установленыхъ van Bemmelen'омъ, Biltz даетъ кривымъ, представляющимъ отношенія между связаннымъ съ бактеріями и свободнымъ агглютининомъ, такое толкованіе: „адсорбирующая способность агглютиногена, которая сама по себѣ очень значительна, по мѣрѣ повышенія количества агглютинина падаетъ, и агглютиногенъ адсорбируетъ изъ

*) W. Biltz. Ein Versuch zur Deutung der Agglutinationsvorgänge. Zeitschr. f. physikal. Chemie. 1904. Bd. 48 стр. 618.

всего количества агглютинина все меньшія относительныя количества, причемъ полнаго насыщенія агглютиногена агглютининомъ не происходитъ“ *).

Въ изслѣдованіяхъ Eisenberg'a и Volk'a Biltz находитъ еще одно подтвержденіе своего взгляда на реакцію между агглютиногеномъ и агглютининомъ, какъ на коллоидную реакцію, въ основѣ которой лежитъ адсорбція. Прибавляя къ одинаковымъ количествамъ тифозной эмульсіи возрастающія дозы гомологичной сыворотки, агглютинирующая способность которой ослаблена прибавленіемъ къ сывороткѣ соляной кислоты, Eisenberg и Volk убѣдились, что въ такой ослабленной сывороткѣ существуютъ не только минимальныя, но и максимальныя агглютинирующія дозы, за предѣлами которыхъ агглютинирующая сила сыворотки падаетъ.

Точно такое-же явленіе установилъ Biltz для реакцій осажденія неорганическихъ коллоидовъ.

Мы приведемъ соотвѣтствующія таблицы изъ работы Eisenberg'a и Volk'a и изъ работы Biltz'a.

Таблица Eisenberg'a и Volk'a.

(Каждая смѣсь содержитъ постоянныя количества тифозной эмульсіи и различныя количества сыворотки, смѣшанной пополамъ съ 1/4 нормальнымъ растворомъ HCl).

Разведеніе сыворотки.	Агглютинація чрезъ 2 часа.	Агглютинація чрезъ 24 часа.
1 : 10	нѣтъ	нѣтъ
1 : 100	нѣтъ	легкіе слѣды
1 : 1000	почти полная	полная
1 : 5000	то-же	почти полная
1 : 10000	неполная	неполная
1 : 15000	то-же	то-же
1 : 20000	ясные слѣды	то-же
1 : 25000	слѣды	то-же
1 : 30000	большія хлопья	ясные слѣды
1 : 35000	оч. мелкія хлопья	то-же
1 : 40000	то-же	слѣды
1 : 45000	нѣтъ.	то-же.

*) l. c. стр. 619.

Таблица Biltz'a.

Осажденіе коллоиднаго раствора золота съ помощью гидроокиси циркона.

(Каждая смѣсь содержитъ 10 c. cm раствора золота (= 1,4 mg. Au.) и 5 c. cm раствора $Zr(OH)_4$ различной концентраціи).

ZrO_2 въ миллиграммахъ	Выпаденіе вскорѣ послѣ смѣшенія	Выпаденіе чрезъ 1 часъ
32,5	нѣтъ	нѣтъ
16,25	„	
6,5	„	
3,25	„	
1,95	хлопья	крупныя хлопья
1,62	полное выпаденіе	полное выпаденіе
0,65	мелкія хлопья	мелкія хлопья
0,315	оч. мелкія хлопья	оч. мелкія хлопья и скудный осадокъ
0,065	нѣтъ	нѣтъ.

Пониженіе степени агглютинаціи въ присутствіи избыточныхъ дозъ агглютинина Biltz объясняетъ тѣмъ-же, чѣмъ объясняется аналогичное явленіе, наблюдающееся при осажденіи неорганическихъ коллоидовъ: коллоиды остаются въ растворѣ до тѣхъ поръ, пока существуетъ опредѣленная разность потенціаловъ между частицами коллоида и жидкостью; прибавленіе къ коллоидному раствору другого коллоида, частицы котораго несутъ противоположный электрическій зарядъ, ведетъ, какъ мы видѣли, къ нейтрализаціи электрическаго потенціала растворенаго коллоида, и, слѣдовательно, къ выпаденію послѣдняго; избыточное-же количество второго коллоида снова сообщаетъ коллоиду, содержашемуся въ растворѣ, электрическій зарядъ (но уже противоположнаго характера), который удерживаетъ его въ растворѣ.

Мы видѣли, что, согласно изслѣдованіямъ Eisenberg'a и Volk'a, агглютининъ и агглютинабельное вещество вступаютъ въ соединеніе не въ опредѣленныхъ пропорціяхъ,

такъ какъ количество агглютинина, связаннаго съ бактеріями, варьируетъ въ зависимости отъ общаго количества содержащагося въ сывороткѣ агглютинина. Иными словами, если положеніе Eisenberg'a и Volk'a вѣрно, то соединеніе: агглютининъ + агглютиногенъ находится въ состояніи неустойчиваго равновѣсія, обусловливаемаго данной концентраціей агглютинина, содержащагося въ сывороткѣ. Измѣненіе концентраціи агглютинина должно нарушить равновѣсіе, установившееся между обоими тѣлами, вступившими въ реакцію, и измѣнить ихъ количественныя соотношенія. Слѣдовательно, въ зависимости отъ колебаній концентраціи агглютинина реакція между агглютининомъ и агглютиногеномъ должна итти не только въ сторону ихъ соединенія другъ съ другомъ, но и въ сторону разложенія уже наступившаго соединенія агглютинина съ агглютиногеномъ. Такимъ образомъ, положеніе, установленное Eisenberg'омъ и Volk'омъ, неизбѣжно приводитъ къ дальнѣйшему, логически вытекающему изъ него положенію, что соединеніе: агглютининъ + агглютиногенъ обратимо.

Изучая въ этомъ направленіи агглютинацію эритроцитовъ, Landsteiner и Jagić дѣйствительно установили фактъ обратимости соединенія агглютинина съ агглютинабельнымъ веществомъ.

Какъ показываютъ опыты Landsteiner'a, агглютинированные красные кровяные шарики, будучи отмыты отъ сыворотки и взвѣшены въ физіологическомъ растворѣ, отдаютъ въ растворъ часть агглютинина, причемъ отщепленіе агглютинина отъ агглютиногена эритроцитовъ происходитъ не только при нагрѣваніи взвѣси, но и при комнатной температурѣ.

Дальнѣйшіе опыты, поставленные Landsteiner'омъ совмѣстно съ Jagić'емъ, имѣли цѣлью выяснить вопросъ о вліяніи температуры на соединеніе агглютиногена съ агглютининомъ. Опыты поставлены были слѣдующимъ образомъ:

Опытъ I. 20 капель красныхъ шариковъ кроличьей крови смѣшивались съ 20,0 куб. с. инактивированной бычачьей агглютинирующей сыворотки; смѣсь оставлялась при комнатной температурѣ. Послѣ наступленія агглютинаціи осадокъ изъ агглютинированныхъ эритроцитовъ отмывался отъ сыворотки и раздѣлялся на 4 равныя порціи. Каждая

порція осадка взбалтывалась въ теченіе получаса въ 5-кратномъ количествѣ физіологическаго раствора. Растворы, по отцентрифугированіи кровяныхъ шариковъ, сливались и смѣшивались съ опредѣленнымъ количествомъ взвѣси свѣжихъ кровяныхъ шариковъ.

Степень агглютинаціи (resp. количество агглютинина, отщепившагося отъ кровяныхъ шариковъ и перешедшаго въ растворъ) отмѣчена въ слѣдующей таблицѣ:

Температура взвѣси кровяныхъ шариковъ, связанныхъ съ агглютининомъ, въ физіологическомъ растворѣ.	1 ч. раств.: 3 ч. крови.	1 ч. раств.: 1 ч. крови.	3 ч. раств.: 1 ч. крови.
	Степень агглютинаціи.		
25°C.	Очень слабая.	Очень слабая.	Ясная.
35°C.	Слабая.	Слабая.	Ясная.
45°C.	Ясная.	Рѣзкая.	Очень рѣзкая.
50°C.	Слабая.	Ясная.	Рѣзкая.

Опытъ II. 2 куб. сант. инактивированной бычачьей агглютинирующей сыворотки смѣшивались съ 0,3 куб. с. и съ 0,2 куб. с. взвѣси кровяныхъ шариковъ гуся; смѣсь оставлялась въ теченіе 7-ми часовъ при комнатной температурѣ. Такія же двѣ смѣси помѣщались на 7 часовъ въ термостатъ при $t_0 = 47°C$. Во всѣхъ пробахъ наступала рѣзкая агглютинація. Жидкость, слитая съ осадка, смѣшивалась затѣмъ со свѣжей взвѣсью кровяныхъ шариковъ гуся.

Результаты опытовъ представлены въ слѣдующей таблицѣ:

		1 ч. жидк.: 1 ч. крови.	1 ч. жидк.: 2 ч. крови.	1 ч. жидк.: 5 ч. крови.	1 ч. жидк.: 10 ч. крови.
		Степень агглютинаціи.			
0,3 крови	Комнатн. температ.	+	+	Слѣды.	—
0,2 крови	Комнатн. температ.	—	—	—	—
0,3 крови	47°C.	+ +	+	Слабая.	Слѣды.
0,2 крови	47°C.	+	+	Слѣды.	—

Итакъ:

1. Соединеніе: агглютинабельное вещество + агглютининъ—обратимое. Въ этомъ соединеніи количество агглютинина, связаннаго съ агглютинабельнымъ веществомъ, колеблется въ зависимости отъ концентраціи агглютинина въ смѣси агглютинирующей сыворотки и кровяныхъ шариковъ; при уменьшеніи въ этой смѣси концентраціи агглютинина (опытъ Landsteiner'a) часть агглютинина отщепляется отъ кровяныхъ шариковъ, и равновѣсіе въ соединеніи: агглютинабельное вещество + агглютининъ наступаетъ уже при другихъ количественныхъ соотношеніяхъ этихъ двухъ тѣлъ.

2. Количественныя отношенія между агглютинабельнымъ веществомъ и агглютининомъ, вступившими въ реакцію, кромѣ того, находится въ зависимости отъ температуры: въ предѣлахъ между 25° и 45° вмѣстѣ съ повышеніемъ температуры усиливается процессъ отщепленія агглютинина изъ его соединенія съ агглютиногеномъ; дальнѣйшее повышеніе температуры дѣйствуетъ въ обратную сторону (опытъ I Landsteiner'a и Jagić'a).

3. При высокой температурѣ равновѣсіе въ соединеніи агглютинабельнаго вещества съ агглютининомъ устанавливается при меньшемъ содержаніи въ этомъ соединеніи агглютинина, чѣмъ при низкой температурѣ (опытъ II Landsteiner'a и Jagić'a).

Схематически обратимость соединенія агглютинабельнаго вещества съ агглютининомъ авторы выражаютъ слѣдующей формулой:

Агглютинируемое вещество + агглютининъ $\rightleftarrows$ агглютинированное вещество.

Всѣ эти данныя приближаютъ насъ къ рѣшенію вопроса о сущности того процесса, который лежитъ въ основѣ агглютинаціи. Обратимый характеръ соединенія агглютинина съ агглютинабельнымъ веществомъ, отсутствіе постоянныхъ количественныхъ соотношеній между обоими компонентами этого соединенія, зависимость количественныхъ соотношеній компонентовъ отъ концентраціи одного изъ нихъ и отъ температуры—все это основные признаки, установленные, какъ мы видѣли, van Bemmelen'омъ для адсорбціи коллоидныхъ тѣлъ.

Итакъ, все говоритъ за то, что въ основѣ агглютинаціи бактерій лежатъ тѣ же физико-химическіе процессы, которые ведутъ къ выпаденію коллоидныхъ тѣлъ изъ ихъ растворовъ. Исходя изъ этого общаго положенія, установленнаго предыдущими изслѣдователями, Neisser и Friedemann подвергнули вопросъ о механизмѣ агглютинаціи бактерій детальной разработкѣ. Названные авторы изучали параллельно условія осажденія бактерій и коллоидныхъ тѣлъ (мастики и трехсѣрнистаго мышьяка) подъ вліяніемъ однихъ и тѣхъ же электролитовъ. Чтобы выяснить роль агглютинина въ процессѣ специфической агглютинаціи, они, кромѣ обыкновенныхъ бактерій, ввели въ кругъ своихъ изслѣдованій также биктеріи, связанныя съ агглютининомъ.

Какъ бактеріальной эмульсіей авторы пользовались взвѣсью въ дестиллированной водѣ тифозной палочки, предварительно убитой 1,0% растворомъ формалина и путемъ многократныхъ промываній освобожденной отъ солей. Для полученія взвѣси тифозныхъ бактерій, связанныхъ съ агглютининомъ, они смѣшивали культуру съ сывороткой высокаго агглютинаціоннаго титра, разведенной въ 250 разъ. Многократно промывъ смѣсь, для того чтобы отмыть бактеріи отъ сыворотки и солей, они взбалтывали культуру въ дестиллированной водѣ и получали равномѣрную эмульсію.

Результаты ихъ изслѣдованій представлены въ слѣдующихъ таблицахъ (см. стр. 48 и 49).

Мы видимъ почти полный параллелизмъ между агглютинаціей бактерій подъ вліяніемъ электролитовъ и осажденіемъ подъ вліяніемъ тѣхъ же электролитовъ коллоидныхъ суспензій. Тѣ же факторы, которые вызываютъ осажденіе коллоидовъ, вызываютъ и агглютинацію бактерій. Параллелизмъ этотъ сказывается даже въ частностяхъ. Законъ Schulze, устанавливающій зависимость между способностью солей осаждать коллоиды и между атомностью катіоновъ этихъ солей, сохраняетъ свою силу и по отношенію къ агглютинаціи бактерій: минимальныя осаждающія дозы солей съ трехатомными катіонами меньше минимальныхъ осаждающихъ дозъ солей съ двухатомными катіонами не только по отношенію къ суспензіямъ мастики и трехсѣрнистаго мышьяка, но и по отношенію къ взвѣси тифозной палочки. Точно также обратная зависимость величины мини-

мальныхъ осаждающихъ дозъ отъ величины энергіи, съ какой металліоны различныхъ солей удерживаютъ свой зарядъ, сохраняетъ свою силу по отношенію къ бактеріямъ въ такой же мѣрѣ, какъ и по отношенію къ коллоидамъ.

Существенную разницу между коллоидными и бактеріальными суспензіями мы видимъ только въ отношеніяхъ тѣхъ и другихъ къ солямъ щелочей и щелочныхъ земель, которыя или совсѣмъ не осаждаютъ бактерій, или проявляютъ къ нимъ очень слабую энергію осажденія. Въ этомъ отношеніи бактеріи отличаются не только отъ суспензіонныхъ коллоидовъ, но и отъ бактерій, связанныхъ съ агглютининомъ. Въ то время какъ минимальныя осаждающія дозы кислотъ одинаковы какъ для обыкновенныхъ бактерій, такъ и для бактерій, связанныхъ съ агглютининомъ, минимальныя осаждающія дозы солей для агглютининъ—содержащихъ бактерій меньше, чѣмъ для обыкновенныхъ бактерій. Особенно рѣзко эта разница сказывается въ отношеніяхъ тѣхъ и другихъ бактерій къ солямъ щелочей и щелочныхъ зе-

I. Одноатомные катіоны.

Минимальныя осаждающія дозы нормальныхъ растворовъ солей и кислотъ.	Эмульсія мастики. 1 ccm.	Трехсѣрн. мышьякъ. 1 ccm.	Взвѣсь бактерій. 1 ccm.	Взвѣсь бактерій, связанныхъ съ агглютининомъ. 1 ccm.	Металлы, расположенные соотвѣтственно напряженію ихъ разряда (Entladungsspannung).
$NaCl$	1	0,5	∞	0,025	Na
$NaNO_3$	„	„	∞	0,025	Rb
Na_2SO_4	„	„	∞	0,025	Hg
RbJ	„	„	∞	0,025	Ag
H_2SO_4	0,005	0,01	0,001	0,001	
HCl	„	„	0,001	0,001	
Укс. к.	„	„	0,001	0,001	
Амидобензойная к.	„	„	0,005	0,005	
$AgNO_3$	0,05	„	0,025	0,001	
$HgNO_3$	0,0025	„	0,001	0,0005	

II. Двухатомные катіоны.

Минимальныя осаждающія дозы нормальныхъ растворовъ солей.	Эмульсія мастики 1 ccm.	Трехсѣрн. мышьякъ. 1 ccm.	Взвѣсь бактерій. 1 ccm.	Взвѣсь бактерій, связанныхъ съ агглютининомъ. 1 ccm.	Металлы, расположенные соотвѣтственно напряженію ихъ разряда.
$MgSO_4$	0,1	—	∞	0,0025	Mg
$Mg(NO_3)_2$	0,1	—	—	—	Ba
$ZnSO_4$	0,1	—	0,01	0,001	Ca
$Zn(NO_3)_2$	0,05	0,005	—	—	Zn
$CaCl_2$	0,05	—	∞	0,005	Cd
$Ca(NO_3)_2$	0,05	—	—	—	Ko)
$BaCl_2$	0,05	—	∞	0,005	Ni) равное
$Ba(NO_3)_2$	0,05	0,005	—	—	Pb
$Ko(NO_3)_2$	0,05	—	—	—	Cu
$Ni(CH_3CO_2)_2$	0,025	—	0,025	0,0025	Hg
$Ni(NO_3)_2$	0,05	—	—	—	
$Cd(NO_3)_2$	0,025	—	0,01	0,001	
$CuSO_4$	0,01	—	0,0025	0,0001	
$CuCl_2$	0,01	—	0,0025	0,0005	
$Cu(CH_3CO_2)_2$	0,005	—	—	—	
$Cu(NO_3)_2$	0,005	0,005	—	—	
$Pb(NO_3)_2$	0,005	0,0025	0,0025	0,0001	
$HgCl_2$	∞	0,0025	0,0025	0,0005	
$Hg(NO_3)_2$	0,0025	—	—		

III. Трехатомные катіоны.

Минимальн. осажд. дозы норм. растворовъ солей.	Эмульсія мастики 1 ccm.	Трехсѣрн. мышьякъ. 1 ccm.	Взвѣсь бактерій. 1 ccm.	Взвѣсь бактерій, связанныхъ съ агглютининомъ. 1 ccm.	Металлы, расположенные соотвѣтственно напряженію ихъ разряда.
$Fe_2(NO_3)_6$	0,001	0,001	—	—	Al
Fe_2Cl_6	0,001	„	—	—	Fe
$Fe_2(SO_4)_3$	0,001	„	0,0005	0,0001	—
$Al_2(NO_3)_6$	0,0005	„	—	—	—
$Al_2(SO_4)_3$	0,0005	„	0,0002	0,00025	—

мель. Мы видимъ, напр., что NaCl, который даже въ высокихъ концентраціяхъ не вызываетъ осажденія обыкновенныхъ бактерій, осаждаетъ уже въ относительно малыхъ дозахъ бактеріи, связанныя съ агглютининомъ.

Такимъ образомъ, только въ отношеніяхъ къ солямъ щелочей и щелочныхъ земель бактеріальныя взвѣси представляютъ существенное отличіе отъ коллоидныхъ суспензій; но соединившись съ агглютининомъ, бактеріи теряютъ и эту единственную особенность, отличающую ихъ отъ коллоидовъ.

Итакъ, соли тяжелыхъ металловъ обладаютъ по отношенію къ бактеріямъ высокой энергіей осажденія, тогда какъ у солей щелочныхъ земель и щелочей способность осажденія бактерій выражена очень слабо, а у нѣкоторыхъ солей этой группы и совсѣмъ отсутствуетъ. Фактъ этотъ—огромнаго значенія, такъ какъ онъ даетъ возможность уяснить одинъ изъ моментовъ въ механизмѣ агглютинаціи бактерій. Различіе въ отношеніи бактерій къ солямъ щелочей и щелочныхъ земель и къ солямъ тяжелыхъ металловъ совершенно совпадаетъ съ тѣмъ различіемъ, какое, какъ мы видѣли, проявляютъ къ этимъ электролитамъ гидрофильные коллоиды и, въ частности, бѣлки. Это даетъ основаніе предполагать, что тѣ особенности, которыя отличаютъ бактеріи отъ суспензіонныхъ коллоидовъ въ ихъ отношеніяхъ къ различнымъ солямъ, находятся въ непосредственной зависимости отъ протеиновъ бактерійнаго тѣла, и что механизмъ агглютинаціи бактерій въ значительной степени опредѣляется наличностью въ нихъ протеиновъ.

Въ пользу правильности такого предположенія говоритъ установленный Neisser'омъ и Friedemann'омъ фактъ осажденія бактерій подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ неэлектролитовъ. Къ такимъ неэлектролитамъ относится алкоголь, формалинъ и др., т. е. тѣ именно соединенія, которыя вызываютъ свертываніе бѣлка. Такимъ образомъ, процессъ осажденія бактерій стоитъ въ непосредственной связи съ молекулярнымъ состояніемъ бѣлковыхъ веществъ, содержащихся въ тѣлѣ бактеріи. Опыты авторовъ съ неэлектролитами представляютъ большой интересъ еще и въ другомъ отношеніи: они показываютъ, что „образованіе нерастворимыхъ соединеній внутри тѣлъ бактерій можетъ само по

себѣ повести къ агглютинаціи этихъ бактерій“ *). Установить причинную связь между этими двумя явленіями авторамъ не удается, но фактъ самъ по себѣ представляетъ большой интересъ, такъ какъ освѣщаетъ нѣкоторые моменты въ механизмѣ агглютинаціи бактерій.

Опыты авторовъ съ осажденіемъ мастики изъ бѣлокъ—содержащихъ смѣсей (экстракта изъ тѣла пьявки, сыворотки, бактерійнаго экстракта) показали, что въ такихъ смѣсяхъ мастика не подвергается осаждающему дѣйствію солей щелочныхъ земель и щелочей; бѣлки какъ бы предохраняютъ мастику противъ осаждающаго дѣйствія на нее этихъ солей, по отношенію къ которымъ они играютъ роль задерживающихъ тѣлъ („Hemmungskörper“).

Авторамъ удалось прямыми опытами доказать наличность такихъ задерживающихъ веществъ въ тѣлѣ бактерій. Съ помощью дестиллированной воды они извлекли изъ тѣлъ бактерій вещества, которыя задерживали осаждающее дѣйствіе на мастику солей щелочныхъ земель и щелочей; съ другой стороны, имъ удавалось также вызвать осажденіе бактерій съ помощью этихъ солей, послѣ того какъ они путемъ сложной обработки освобождали бактеріи отъ ихъ протеиновъ.

Тѣ особенности, которыя отличаютъ бактеріи отъ коллоидныхъ тѣлъ въ ихъ отношеніяхъ къ различнымъ солямъ, авторы объясняютъ сложнымъ химическимъ составомъ бактерійнаго тѣла и различнымъ отношеніемъ входящихъ въ составъ бактерійнаго тѣла веществъ къ солямъ. Тѣло бактеріи состоитъ изъ протеиновъ и изъ веществъ небѣлковаго характера (целлюлеза и др.). Послѣднія, подобно неорганическимъ коллоидамъ, выпадаютъ отъ солей щелочныхъ земель и щелочей; бактеріопротеины же, какъ гидрофильные коллоиды, отъ солей этой группы не выпадаютъ. Составляя съ небѣлковыми составными частями бактерійнаго тѣла одно цѣлое, бактеріопротеины защищаютъ ихъ отъ осаждающаго дѣйствія солей щелочныхъ земель и щелочей, подобно тому какъ въ упомянутыхъ выше опытахъ бѣлки, находясь въ смѣси съ мастикой, сообщаютъ послѣдней стойкость по от-

*) Neisser u. Friedemann. Studien über Ausflockungserscheinungen. Münch. med. Woch. 1901, № 19, стр. 830.

ношенію къ этимъ солямъ. Всѣ тѣ факторы, которые устраняютъ задерживающее дѣйствіе бактеріопротеиновъ, сообщаютъ бактеріальной взвѣси всѣ свойства коллоидныхъ суспензій.

Мы видѣли, что бактеріи, связанныя съ агглютининомъ, въ противоположность обыкновеннымъ бактеріямъ, относятся къ солямъ такъ же, какъ неорганическіе коллоиды, что, слѣдовательно, въ такихъ бактеріяхъ роль бактеріопротеиновъ, какъ задерживающихъ тѣлъ, устранена. Подъ вліяніемъ агглютинина бактеріи какъ бы превращаются въ „инертныя частицы“ въ ихъ отношеніяхъ къ электролитамъ. Въ другихъ отношеніяхъ однако бѣлковый характеръ агглютининъ—содержащихъ бактерій сохраняется въ полной мѣрѣ: такъ, напр., подобно обыкновеннымъ бактеріямъ онѣ склеиваются подъ вліяніемъ опредѣленныхъ неэлектролитовъ (алкоголя, формалина и др.). Отсюда слѣдуетъ, что роль агглютинина выражается не въ полномъ устраненіи задерживающихъ тѣлъ, а въ измѣненіи нѣкоторыхъ свойствъ бактеріопротеиновъ: подъ вліяніемъ агглютинина бактеріопротеины теряютъ задерживающую способность по отношенію къ осаждающему дѣйствію солей щелочныхъ земель и щелочей, или даже и сами теряютъ свою стойкость по отношенію къ этимъ солямъ.

Нужно отмѣтить еще одну интересную особенность, которую агглютининъ сообщаетъ бактеріямъ: въ то время какъ обыкновенныя бактеріи, какъ и всѣ электроотрицательные коллоиды, при прохожденіи чрезъ бактеріальную суспензію электрическаго тока перемѣщаются къ аноду, бактеріи, связанныя съ агглютининомъ, подъ вліяніемъ электрическаго тока агглютинируются.

Для выясненія характера того процесса, который наступаетъ при соединеніи бактерій съ агглютининомъ, Neisser и Friedemann задались цѣлью искусственно воспроизвести тѣ условія, которыя имѣютъ мѣсто въ процессѣ специфической агглютинаціи. Этого они достигли, смѣшивая суспензію мастики съ желатиной. При опредѣленныхъ количественныхъ отношеніяхъ въ этой смѣси мастики и желатины измѣняются условія выпаденія мастики подъ вліяніемъ солей: минимальныя осаждающія дозы различныхъ

солей по отношенію къ такой смѣси мастики съ желатиной оказались въ 10—20 разъ ниже обычныхъ для мастики минимальныхъ осаждающихъ дозъ. Такимъ образомъ, удается получить смѣсь изъ суспензіи и коллоида, выпадающую уже отъ такихъ концентрацій солей, которыя не въ состояніи осадить каждый изъ этихъ компонентовъ въ отдѣльности. Но аналогія между смѣсью мастики съ желатиной съ одной стороны и между соединеніемъ бактерій съ агглютининомъ съ другой идетъ еще дальше. Оказалось, что эта смѣсь мастики съ желатиной въ тѣхъ количественныхъ соотношеніяхъ, въ которыхъ она выпадаетъ отъ субнормальныхъ концентрацій солей, пріобрѣтаетъ еще одну особенность, объединяющую ее съ агглютининъ-содержащими бактеріями: при прохожденіи чрезъ такую смѣсь электрическаго тока наступаетъ коагуляція ея.

Это совпаденіе свойствъ, какія обнаруживаютъ связанныя съ агглютининомъ бактеріи и смѣсь мастики съ желатиной по отношенію къ солямъ и къ электрическому току, приводитъ авторовъ къ заключенію, что и агглютининъ—содержащія бактеріи представляютъ смѣсь двухъ коллоидовъ. Для процесса осажденія смѣси мастики съ желатиной они предлагаютъ такое объясненіе: желатина представляетъ собой электроамфотерный коллоидъ; соли, а также электрическій токъ сообщаютъ этому коллоиду опредѣленный (положительный) зарядъ; соединеніе такого электроположительнаго коллоида съ электроотрицательной мастикой ведетъ къ выпаденію послѣдней. Нужно, слѣдовательно, думать, что и агглютининъ представляетъ подобный-же электроамфотерный коллоидъ, который лишь въ присутствіи солей, сообщающихъ ему положительный электрическій зарядъ, ведетъ къ агглютинаціи связанныхъ съ нимъ бактерій.

Дальнѣйшая разработка вопроса о механизмѣ агглютинаціи и о роли бактеріопротеиновъ въ процессѣ агглютинаціи принадлежитъ Porges'y. Въ подтвержденіе положенія, установленнаго Neisser'омъ и Friedemann'омъ, о первенствующей роли бактеріопротеиновъ въ процессѣ агглютинаціи, а также о тождествѣ механизма специфической и неспецифической агглютинаціи Porges приводитъ новыя данныя.

Porges показалъ, что степень агглютинабельности бактерій колеблется въ зависимости отъ того или другого состоянія бактеріопротеиновъ: нагрѣваніе бактеріальной взвѣси до 80° повышаетъ ея стойкость какъ по отношенію къ специфической сывороткѣ, такъ и по отношенію къ неспецифическимъ факторамъ агглютинаціи; разрушеніе-же бактеріонротеиновъ, наступающее при капяченіи бактеріальной взвѣси, рѣзко повышаетъ чувствительность бактерій какъ къ агглютинину, такъ и къ солямъ. Фактъ пониженія агглютинабельности бактерій въ связи съ измѣненіемъ ихъ протеиновъ, въ особенности-же фактъ повышенія ихъ агглютинабельности при разрушеніи бактеріопротеиновъ служитъ убѣдительнымъ доказательствомъ въ пользу первенствующей роли, какую играютъ бактеріопротеины въ процессѣ агглютинаціи — какъ специфической, такъ и неспецифической.

Повторяя опыты Neisser'a и Friedemann'a съ осажденіемъ бактерій съ помощью солей щелочныхъ земель и щелочей, Porges внесъ въ постановку этихъ опытовъ существенную поправку. Отличаясь стойкостью по отношенію къ солямъ этой группы, бѣлки все-же при опредѣленныхъ концентраціяхъ этихъ солей выпадаютъ. Въ опытахъ Neisser'a и Friedemann'a концентраціи этихъ солей не доведены до тѣхъ степеней, при которыхъ наступаетъ выпаденіе бѣлковъ, и такимъ образомъ параллелизмъ между коагуляціей бѣлковъ и агглютинаціей бактерій въ опытахъ этихъ авторовъ не доведенъ до конца. Porges показалъ, что нѣкоторыя соли щелочей и щелочныхъ земель (NH_4Cl, $MgCl_2$ и даже NaCl) въ тѣхъ концентраціяхъ, въ которыхъ онѣ коагулируютъ бѣлокъ, вызываютъ также агглютинацію бактерій. Далѣе, для бѣлка существуютъ не только минимальныя, но и максимальныя осаждающія дозы солей, такъ какъ при опредѣленномъ избыточномъ прибавленіи соли бѣлокъ обратно переходитъ въ растворъ. Такую-же обратимость процесса осажденія въ связи съ избыточнымъ содержаніемъ солей щелочныхъ земель и щелочей Porges установилъ и для бактерій. Наконецъ, для бѣлковъ, какъ это устоновлено еще въ 1888 г. Hoffmeister'омъ, характерно опредѣленное соотношеніе между величинами минимальныхъ и максимальныхъ осаждающихъ дозъ этихъ солей и между степенью разбавленія самаго бѣловаго раствора: минимальныя осаждающія дозы солей съ уменьшеніемъ концентраціи бѣлковаго раствора повышаются, максимальныя-же дозы при всѣхъ концентраціяхъ бѣлковаго раствора остаюся однѣ и тѣ-же. Porges показалъ, что между величинами минимальныхъ и максимальныхъ осаждающихъ дозъ этихъ солей и между концентраціями бактеріальныхъ взвѣсей существуютъ такія-же соотношенія.

Какъ выше было сказано, процессъ выпаденія подъ вліяніемъ электролитовъ гидрофильныхъ коллоидовъ и, въ частности, бѣлковъ обратимаго характера. Porges показалъ, что и въ этомъ отношеніи существуетъ полный параллелизмъ между процессомъ осажденія бактерій и процессомъ выпаденія бѣлковъ: подъ вліяніемъ опредѣленныхъ дозъ солей бактеріи склеиваются и осѣдаютъ, но если послѣ наступившаго выпаденія бактерій уменьшить концентрацію соли, то бактеріи снова образуютъ равномѣрную взвѣсь.

Porges приводитъ еще одинъ фактъ, указывающій на роль бактеріопротеиновъ какъ при специфической, такъ и при неспецифической агглютинаціи. Какъ извѣстно, различные виды микробовъ отличаются различной степенью агглютинабельности: холерный вибріонъ легче агглютинируется гомологичной сывороткой, чѣмъ тифозная палочка, послѣдняя—легче, чѣмъ кишечная палочка; особенной стойкостью отличается диплобациллъ Friedlaender'a. Изслѣдованія Porges'a показали, что и по отношенію къ солямъ всѣ эти виды микробовъ проявляютъ различную степень стойкости въ такой же мѣрѣ, какъ и по отношенію къ гомологичнымъ сывороткамъ, какъ это видно изъ слѣдующей таблицы: (см. стр. 56).

Различную степень агглютинабальности бактерій Porges объясняетъ различнымъ содержаніемъ въ нихъ протеиновъ; „въ этомъ, говоритъ онъ, мы убѣждаемся уже изъ сравненія нѣжно растущаго холернаго вибріона съ диплобацилломъ Friedlaender'a, окруженнымъ густой протеиновой оболочкой“ *).

*) Porges. Uber die Beziehung zwichen Bakterienagglutination und Ausflockungserscheinungen der Kolloide. Centralbl. f. Bakt. Bd. 40, стр. 137.

Процентное содержаніе $(NH_4)_2SO_4$ въ бактеріальныхъ взвѣсяхъ.

Бактеріальныя взвѣси	20%	30%	40%	50%	60%	70%
v. cholerae	Небольшой осадокъ	Неполное выпаденіе.	Полное выпаденіе.	Полное выпаденіе.	Полное выпаденіе.	Полное выпаденіе.
b. typhi	0	0	Неполное	Полное	Полное	Полное
b. coli	0	0	Небольшой осадокъ	Почти полное	Полное	Полное
b. Friedländeri	0	0	0	0	Неполное	Полное

Выяснивъ роль бактеріопротеиновъ въ процессѣ агглютинаціи, Porges въ дальнѣйшихъ опытахъ изучаетъ вліяніе различныхъ условій на ходъ агглютинаціи и на основаніи полученныхъ имъ результатовъ приходитъ къ заключенію о тождествѣ процесса агглютинаціи бактерій съ процессомъ осажденія, наступающимъ при смѣшеніи двухъ коллоидовъ: какъ съ увеличеніемъ количества агглютинина, такъ и съ повышеніемъ концентраціи коллоида-осадителя минимальная концентрація соли, необходимая для наступленія агглютинаціи, resp. осажденія, падаетъ; какъ избыточныя количества агглютинина, такъ и избыточныя количества коллоида ведутъ къ задержкѣ реакціи; какъ нагрѣваніе агглютинирующей сыворотки, такъ и нагрѣваніе коллоиднаго раствора повышаетъ эффектъ ихъ дѣйствія. „Итакъ, говоритъ въ заключеніе Porges, дальнѣйшія изслѣдованія процесса агглютинаціи должны быть сведены къ изслѣдованіямъ процесса осажденія коллоидовъ и, въ частности, бѣлковъ“ *).

Говоря о роли бактеріопротеиновъ въ процессѣ агглютинаціи, нельзя не упомянуть объ изслѣдованіяхъ Kirstein'a, который выращивалъ бактеріи на безбѣлковыхъ средахъ съ цѣлью полученія генерацій бактерій, бѣдныхъ протеиномъ. Какъ показали опыты Kirstein'a, при такихъ условіяхъ выращиванія бактерій рѣзко повышается ихъ агглютинабельность, откуда слѣдуетъ заключить, что бактеріопротеины играютъ роль „задерживающихъ тѣлъ“ (Hemmungskörper) въ процессѣ агглютинаціи.

*) l. c. стр. 149.

Что касается вопроса о коллоидномъ характерѣ агглютинина, то особенно убѣдительны въ этомъ отношеніи данныя, полученныя Landsteiner'омъ и Jagić'емъ и M-me Girard-Mangin и Henri.

Landsteiner и Jagić получали агглютинацію эритроцитовъ съ помощью коллоиднаго раствора кремневой кислоты. Опредѣляя по завершеніи реакціи количества кремневой кислоты, адсорбированной эритроцитами, авторы установили, что количественныя отношенія между кремневой кислотой и эритроцитами не представляютъ постоянной величины и колеблются въ зависимости отъ концентрацій раствора кремневой кислоты. Тотъ же принципъ, какъ мы видѣли, Eisenberg и Volk установили при изслѣдованіи специфической агглютинаціи бактерій.

Girard-Mangin и Henri получали агглютинацію эритроцитовъ съ помощью коллоидныхъ растворовъ гидроокиси желѣза, желѣзистосинеродистой мѣди, магдаларота и сѣрнистаго мышьяка. При этомъ оказалось, что условія агглютинаціи эритроцитовъ подъ вліяніемъ этихъ коллоидовъ (колебанія минимальныхъ агглютинирующихъ дозъ коллоида въ зависимости отъ измѣненія концентрацій эмульсіи эритроцитовъ, количественное отношеніе адсорбированной эритроцитами части коллоида къ неадсорбированной его части, задерживающее вліяніе на ходъ агглютинаціи избыточныхъ дозъ коллоида) совпадаютъ съ условіями специфической агглютинаціи.

Zangger подвергнулъ детальному анализу вопросъ о природѣ антитѣлъ и, въ частности, агглютинина и о характерѣ реакцій иммунныхъ тѣлъ. Сравнивая основныя свойства иммунныхъ тѣлъ и коллоидовъ, а также отличительныя особенности реакцій иммунныхъ и коллоидныхъ тѣлъ, Zangger находитъ полную аналогію между тѣми и другими. Иммунныя тѣла, какъ и коллоиды, даютъ оптически неоднородные растворы; они слабо диффундируютъ, не кристаллизуются, нестойки. Что касается реакцій иммунныхъ тѣлъ, то онѣ представляютъ собой, по выраженію Zangger'a, „функціи ихъ коллоиднаго состоянія“, въ пользу чего говорятъ слѣдующія данныя: кривыя, изображающія ходъ реак-

ціи иммунныхъ тѣлъ, совпадаютъ съ кривыми, представляющими ходъ адсорбціи коллоидныхъ тѣлъ; на конечный результатъ реакціи существенное вліяніе оказываетъ способъ прибавленія иммуннаго тѣла (однократное или фракціонированное); всѣ условія, вліяющія на ходъ коллоидныхъ реакцій, оказываютъ такое же вліяніе на реакціи иммунныхъ тѣлъ.

Мы попытаемся теперь свести къ одному всѣ данныя, какія добыты цитированными нами авторами, чтобы отвѣтить на основной вопросъ: о механизмѣ процесса агглютинаціи.

Агглютинація бактерій есть процессъ физико-химическій и въ этомъ отношеніи представляетъ собой частный видъ общаго явленія—осажденія коллоидныхъ тѣлъ. Отъ послѣдняго агглютинація отличается не по существу, а по большей своей сложности, что зависитъ главнымъ образомъ отъ большей сложности бактеріальной взвѣси по сравненію съ обычными коллоидными суспензіями. Бактеріи совмѣщаютъ въ себѣ свойства суспензіонныхъ коллоидовъ, поскольку въ тѣлѣ ихъ содержатся различныя „инертныя частицы“ (целлюлеза, хитинъ и др.), и свойства гидрофильныхъ коллоидовъ, въ зависимости отъ содержанія въ нихъ протеиновъ. Благодаря наличности протеиновъ, бактеріи, по сравненію съ неорганическими коллоидами, отличаются высокой стойкостью по отношенію къ различнымъ факторамъ осажденія, въ особенности по отношенію къ солямъ щелочей и щелочныхъ земель.

Специфическая и неспецифическая агглютинація, съ точки зрѣнія механизма того и другого процесса, представляютъ собой явленія одного и того-же порядка. Специфическая и неспецифическая агглютинація, а также отдѣльные виды неспецифической агглютинаціи отличаются между собой лишь въ деталяхъ, въ такой-же степени, въ какой отличается механизмъ осажденія коллоидовъ подъ вліяніемъ различныхъ факторовъ осажденія (кислотъ, солей и коллоидовъ). Мы и попытаемся, исходя изъ ученія о механизмѣ осажденія коллоидовъ, уяснить себѣ, насколько это возможно при современномъ состояніи вопроса, механизмъ агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ различныхъ факторовъ: кислотъ, солей, коллоидовъ и агглютинина.

1. **Механизмъ агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ кислотъ.** Бактеріи обладаютъ свойствами электроотрицательнаго коллоида: въ водѣ онѣ несутъ отрицательный электрическій зарядъ, и при прохожденіи чрезъ бактеріальную суспензію электрическаго тока перемѣщаются по направленію къ аноду. Согласно теоріи Nernst'a-Billitzer'a, возникновеніе электрическаго потенціала у электроотрицательныхъ коллоидовъ объясняется тѣмъ, что частицы коллоида отщепляютъ отъ себя атомы водорода и переводятъ ихъ въ растворъ въ видѣ H-іоновъ, сами вмѣстѣ съ тѣмъ принимая отрицательный электрическій зарядъ. Согласно формулѣ Nernst'a:

$$\pi = \frac{RT}{n_e F} \cdot \log. n. \frac{P}{p},$$

величина разности потенціаловъ (π) находится въ обратной зависимости отъ величины осмотическаго давленія (p), обусловливаемаго перешедшими въ растворъ H-іонами: при увеличеніи p уменьшается величина π, и обратно. Прибавляя къ бактеріальной взвѣси кислоту, мы увеличиваемъ содержаніе H-іоновъ въ взвѣси, что поведетъ къ увеличенію осмотическаго давленія (p) и, слѣдовательно, къ пониженію разности потенціаловъ между поверхностью тѣлъ бактерій и частицами воды. Въ зависимости отъ количества прилитой къ бактеріальной суспензіи кислоты, величина π можетъ стать меньше величины поверхностнаго натяженія, стремящагося соединить вмѣстѣ отдѣльныя бактеріи, и тогда наступитъ агглютинація.

2. **Механизмъ агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ солей.** И тутъ послѣднимъ моментомъ, ведущимъ къ агглютинаціи бактерій, является уменьшеніе разности потенціаловъ между поверхностью тѣла бактеріи и жидкостью, но процессъ, обусловливающій это уменьшеніе разности потенціаловъ, отличается отъ того процесса, который имѣетъ мѣсто при кислотной агглютинаціи бактерій. При агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ солей происходитъ нейтрализація отрицательнаго электрическаго заряда, который несутъ бактеріи, благодаря адсорбціи ими катіона соли, т. е. іона, несущаго положительный зарядъ.

3. **Механизмъ агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ коллоидовъ.** Подобно тому, какъ коллоиды выпадаютъ изъ рас-

творовъ только подъ вліяніемъ тѣхъ коллоидовъ, которые несутъ противоположный имъ электрическій зарядъ, и бактеріи, несущіе отрицательный зарядъ, агглютинируются только подъ вліяніемъ электроположительныхъ коллоидовъ. Агглютинацію бактерій подъ вліяніемъ коллоидовъ и нужно объяснить такъ-же, какъ и осажденіе коллоидовъ коллоидами: адсорбція бактеріями электроположительнаго коллоида ведетъ къ взаимной нейтрализаціи противоположныхъ электрическихъ зарядовъ: отрицательнаго заряда бактеріи и положительнаго заряда коллоида; пониженіе же электрическаго заряда бактерій обусловливаетъ агглютинацію ихъ.

4. **Механизмъ специфической агглютинаціи.** Если вѣрно предположеніе, высказанное Neisser'омъ и Friedemann'омъ, агглютининъ представляетъ собой электроамфотерный коллоидъ; какъ таковой, агглютининъ самъ по себѣ не можетъ повести къ агглютинаціи бактерій, такъ какъ не несетъ опредѣленнаго (положительнаго) электрическаго заряда, который нейтрализовалъ бы отрицательный электрическій зарядъ бактерій. Специфическая агглютинація наступаетъ только въ присутствіи солей, роль которыхъ, по объясненію названныхъ авторовъ, выражается въ томъ, что онѣ сообщаютъ амфотерному агглютинину опредѣленный (положительный) зарядъ.

Объясненіе механизма агглютинаціи, какое мы тутъ даемъ, представляетъ собой конечный выводъ изъ тѣхъ данныхъ, которыя мы находимъ по этому вопросу у цитированныхъ нами авторовъ. Задача нашего изслѣдованія заключается въ провѣркѣ этихъ данныхъ путемъ спеціальнаго изученія одного изъ видовъ неспецифической агглютинаціи бактерій: кислотной агглютинаціи. Вопросъ объ агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ кислотъ предыдущими изслѣдователями недостаточно разработанъ. Въ изслѣдованіяхъ Neisser'a и Friedemann'a, точно также и въ изслѣдованіяхъ Porges'a все вниманіе удѣлено агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ солей. Кислотной агглютинаціи Porges совсѣмъ не касался, а Neisser и Friedemann ограничились лишь опредѣленіемъ минимальныхъ осаждающихъ дозъ нѣкоторыхъ кислотъ по отношенію къ тифозной палочкѣ.

Вопросъ объ отношеніи бактерій къ кислотамъ пріобрѣлъ особенный интересъ послѣ того, какъ были опубликованы изслѣдованія Michaelis'a о кислотной коагуляціи бѣлковъ. Изслѣдованія эти, хотя и не касаются непосредственно агглютинаціи бактерій, должны быть положены въ основу изученія этого вопроса. Важность вопроса объ отношеніи бѣлковъ къ различнымъ факторамъ осажденія станетъ намъ понятна, если мы примемъ во вниманіе ту первенствующую роль, какую играютъ бѣлки бактерійнаго тѣла въ процессѣ агглютинаціи.

Hardy и Pauli независимо другъ отъ друга и на различныхъ модификаціяхъ бѣлка—первый на денатурированномъ, второй на генуинномъ сывороточномъ альбуминѣ—установили, что бѣлокъ представляетъ собой электроамфотерный коллоидъ. Согласно изслѣдованіямъ названныхъ авторовъ, бѣлокъ въ кислыхъ растворахъ при прохожденіи чрезъ нихъ электрическаго тока перемѣщается къ катоду, въ щелочныхъ растворахъ—къ аноду, въ растворахъ же, не содержащихъ кислотъ и щелочей, не обнаруживаютъ никакого электрическаго заряда (изоэлектрическій пунктъ).

Пользуясь болѣе совершенными методами опредѣленія электрическихъ свойствъ коллоидныхъ тѣлъ и болѣе точными способами приготовленія растворовъ различныхъ степеней кислотности и щелочности, Michaelis внесъ существенную поправку въ данныя, полученныя Hardy и Pauli. Оказалось, что изоэлектрическій пунктъ для бѣлка наступаетъ не при нейтральной, а при кислой реакціи бѣлковаго раствора. Опредѣляя концентрацію H-іоновъ въ такомъ кисломъ растворѣ генуиннаго альбумина бычачьей сыворотки, Michaelis нашелъ для нея величину=$0{,}82 \cdot 10^{-5}$ граммъ-молекулъ на литръ раствора („изоэлектрическая константа“ сывороточнаго альбумина). Ту же величину изоэлектрической константы Michaelis опредѣлилъ и для денатурированнаго сывороточнаго альбумина. Но въ опытахъ съ послѣднимъ обнаружилась одна интересная особенность: всякій разъ, какъ $[H^{\cdot}]$ *) въ бѣлковомъ растворѣ приближалась къ изоэлектрическому пункту дена-

*) Концентрація H-іоновъ. Здѣсь, какъ и въ дальнѣйшемъ изложеніи, скобки [ ] обозначаютъ концентрацію даннаго химическаго тѣла.

турированнаго бѣлка, наступала коагуляція послѣдняго, въ изоэлектрическомъ же пунктѣ коагуляція достигала своего optimum'а. „Это явленіе, говоритъ Michaelis, имѣетъ свое естественное объясненіе. Если генуинный альбуминъ относится къ числу гидрофильныхъ коллоидовъ и даетъ съ водой растворы, по своей стойкости приближающіеся къ истиннымъ растворамъ, то денатурированный бѣлокъ представляетъ собой типичный суспензіонный коллоидъ и образуетъ съ водой не растворъ, а суспензію. Частицы этой суспензіи держатся въ водѣ преимущественно благодаря разности потенціаловъ, существующей между ними и водой. Отсюда понятно, что всѣ тѣ факторы, которые уменьшаютъ эту разность потенціаловъ, тѣмъ самымъ создаютъ условіе для выпаденія изъ раствора денатурированнаго бѣлка“ *)

Фактъ совпаденія optimum'а коагуляціи денатурированнаго бѣлка съ его изоэлектрическимъ пунктомъ, помимо того, что представляетъ серьезный теоретическій интересъ, значительно упрощаетъ и вноситъ бо́льшую точность въ методику опредѣленія изоэлектрическаго пункта для различныхъ бѣлковъ, такъ какъ моментъ наступленія optimum'а коагуляціи удается уловить легче и точнѣе, чѣмъ моментъ наступленія изоэлектрическаго пункта при катафорезѣ.

Важно отмѣтить, что глобулины и нуклеопротеиды, въ противоположность генуинному альбумину и подобно денатурированному альбумину, даютъ съ водой нестойкіе растворы, обладающіе свойствами коллоидныхъ суспензій. Поэтому, при подкисленіи ихъ водныхъ растворовъ наступаетъ коагуляція ихъ съ того момента, когда концентрація H-іоновъ начинаетъ приближаться къ величинѣ, соотвѣтствующей ихъ изоэлектрическому пункту, и съ наступленіемъ изоэлектрическаго пункта достигаетъ своего максимума.

Остается еще отмѣтить, что изоэлектрическій пунктъ различенъ для различныхъ видовъ бѣлковыхъ тѣлъ (альбуминовъ, глобулиновъ и пр.) и даже для бѣлковъ одного и того же вида, но различнаго происхожденія. Такъ, напр., изоэлектрическій пунктъ для альбумина бычачьей сыворотки другой, чѣмъ для альбумина лошадиной сыворотки или для альбумина куринаго яйца.

*) Der isoelektrische Punkt nnd die relative Acidität der Serumalbumins. Biochem. Zeitschr. 1910. Bd. 24. стр. 88.

Бактеріальная эмульсія обладаетъ, какъ мы видѣли, свойствами сложной коллоидной суспензіи, сложной постольку, поскольку сложенъ составъ бактерійнаго тѣла. Къ различнымъ факторамъ осажденія и, въ частности, къ кислотамъ бактеріи, какъ показываютъ изслѣдованія Neisser'a и Friedemann'a, относятся такъ же, какъ электроотрицательные суспензіонные коллоиды: прибавленіе къ бактеріальной эмульсіи кислоты въ опредѣленной концентраціи ведетъ къ агглютинаціи бактерій. Установленная Michaelis'омъ связь между коагуляціей бѣлка и его изоэлектрическимъ пунктомъ ставитъ на очередь вопросъ объ отношеніи агглютинаціи бактерій къ ихъ изоэлектрическому пункту. Совпадаетъ ли optimum агглютинаціи бактерій съ ихъ изоэлектрическимъ пунктомъ, и можно ли вообще говорить объ изоэлектрическомъ пунктѣ для бактерій, въ составъ которыхъ входятъ разнородные элементы, несущіе различные заряды какъ по отношенію къ водѣ, въ которой взвѣшены бактеріи, такъ и другъ по отношенію къ другу? Или рѣшающая роль въ процессѣ агглютинаціи принадлежитъ бѣлкамъ, образующимъ главную составную часть бактерійнаго тѣла, и optimum агглютинаціи бактерій совпадаетъ съ изоэлектрическимъ пунктомъ бактеріопротеиновъ? Наконецъ, существуетъ ли вообще какая-либо закономѣрность въ агглютинаціи бактерій подъ вліяніемъ кислотъ?

Закономѣрность этого явленія Michaelis установилъ, изслѣдуя кислотную агглютинацію тифозной палочки. Оказалось, что агглютинація тифозной палочки наступаетъ въ предѣлахъ опредѣленныхъ минимальныхъ и максимальныхъ концентрацій H-іоновъ въ тифозной эмульсіи, и что при опредѣленной [H·], представляющей для тифозной палочки величину постоянную, агглютинація достигаетъ своего optimum'а.

Собственныя изслѣдованія.

Методика изслѣдованія.

Приготовленіе растворовъ съ различнымъ содержаніемъ H-іоновъ.

Для полученія растворовъ съ высокой степенью кислотности, т. е. съ высокой концентраціей H-іоновъ, вода подкисляется какой-нибудь неорганической кислотой, такъ какъ электролитическая диссоціація неорганическихъ кислотъ значительно выше, чѣмъ кислотъ органическихъ. Такъ напр., уже въ нормальномъ растворѣ соляной кислоты диссоціаціи подвергаются 78% всѣхъ молекулъ кислоты. Въ болѣе слабыхъ растворахъ диссоціація еще выше: въ $\frac{1}{10}$ n. растворѣ 91% всѣхъ молекулъ HCl диссоціированъ на іоны, въ $\frac{1}{100}$ n. растворѣ—96%. Въ зависимости отъ этого, опредѣляя въ граммъ-молекулахъ на литръ раствора концентрацію H-іоновъ, мы получимъ слѣдующія величины для [H·] въ растворахъ HCl различной концентраціи:

	Растворъ HCl.	[H·]
$\frac{1}{1}$	нормальный	$0{,}78 = 0{,}78.10^{0}$
$\frac{1}{10}$	„	$0{,}091 = 0{,}91.10^{-1}$
$\frac{1}{100}$	„	$0{,}0096 = 0{,}96.10^{-2}$ *).

Такимъ образомъ, съ помощью соляной кислоты можно получить растворы съ различной степенью концентраціи H-іоновъ, въ предѣлахъ между 10^{0} и 10^{-2}. Получить съ помощью HCl растворы, въ которыхъ [H·] была бы ниже 10^{-2}, не удается, такъ какъ для этого пришлось бы примѣнять слишкомъ слабые и потому нестойкіе растворы кислоты (ниже $\frac{1}{100}$ n.). Если въ болѣе концентрированныхъ растворахъ

*) L. Michaelis. Methoden zur Herstellung bestimmter Wasserstoffionenkonzentrationen. Abderhhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. Стр. 1338.

кислоты тѣ ничтожныя количества углекислоты, какія растворъ поглощаетъ изъ воздуха, а также тѣ слѣды щелочи, которые отщепляются отъ стекляныхъ стѣнокъ сосуда и переходятъ въ растворъ, нейтрализуя опредѣленное количество молекулъ кислоты, не могутъ существенно понизить ея концентрацію, то въ слабыхъ растворахъ даже такія незначительныя количества углекислоты и щелочи замѣтно измѣняютъ концентрацію кислоты. Иначе обстоитъ дѣло съ растворами органическихъ кислотъ. Послѣднія даже въ очень разведенныхъ растворахъ слабо диссоціированы. Такъ, напр., въ $\frac{1}{100}$ n. растворѣ уксусной кислоты только 4% всѣхъ молекулъ кислоты диссоціированы на іоны; иначе говоря, концентрація H-іоновъ въ такомъ растворѣ соотвѣтствуетъ не 0,01, а 0,0004—нормальному раствору ея. Вмѣстѣ съ тѣмъ, колебанія концентраціи органической кислоты, въ противоположность кислотѣ неорганической, лишь очень слабо отражаются на концентраціи H-іоновъ: въ растворахъ органическихъ кислотъ концентраціи H-іоновъ пропорціональны не количествамъ кислоты, находящимся въ растворѣ, какъ это установлено для растворовъ неорганическихъ кислотъ, а квадратному корню изъ количества кислоты. Для [H·] въ растворахъ органическихъ кислотъ установлена слѣдующая формула:

$$[H\cdot] = \sqrt{\text{к. [кислота]}},$$

гдѣ к.—коэффиціентъ диссоціаціи данной кислоты (Dissoziationskonstante). Если поэтому предположить, что $\frac{1}{1000}$ n. растворъ уксусной кислоты поглотилъ такое большое количество щелочи отъ стекляныхъ стѣнокъ сосуда, что послѣдняя связала $\frac{1}{10}$ часть всего количества кислоты, то и въ такомъ случаѣ дѣйствительная концентрація H-іоновъ будетъ ниже номинальной лишь на ничтожную величину, не имѣющую практическаго значенія.

Понятіе о коэффиціентѣ диссоціаціи нуждается въ поясненіи. Когда одна химическая система A переходитъ въ другую химическую систему B, то въ опредѣленный, постоянный для этихъ двухъ системъ моментъ устанавливается равновѣсіе между ними. Равновѣсіе, согласно закону массо-

ваго дѣйствія, наступаетъ въ тотъ моментъ, когда между концентраціей вновь образовавшейся системы B и концентраціей исходной системы A устанавливается количественное отношеніе, выражающееся въ опредѣленной для этихъ двухъ системъ величинѣ. Эта постоянная для данныхъ системъ величина, или такъ назыв. коэффиціентъ равновѣсія (Gleichgewichtskonstante) не зависитъ отъ концентраціи участвующихъ въ реакціи химическихъ соединеній, но мѣняется въ зависимости отъ температуры и давленія.

Пояснимъ сказанное примѣромъ. Если мы смѣшаемъ въ эквивалентныхъ количествахъ уксусную кислоту съ этиловымъ спиртомъ, то реакція пойдетъ по слѣдующей формулѣ:

$$\underset{\text{(уксусная к.)}}{CH_3 . COOH} + \underset{\text{(этиловый спиртъ).}}{C_2H_5 . OH} = \underset{\text{(уксуснокислый эфиръ).}}{CH_3COO . C_2H_5} + \underset{\text{(вода).}}{H_2O}$$

Если мы, наоборотъ, смѣшаемъ въ эквивалентныхъ количествахъ этилацетатъ и воду, то реакція выразится такимъ образомъ:

$$\underset{\text{(уксуснокислый эфиръ).}}{CH_3 . COO . C_2H_5} + \underset{\text{(вода)}}{H_2O} = \underset{\text{(уксусная кислота).}}{CH_3 . COOH} + \underset{\text{(этиловый спиртъ).}}{C_2H_5 . OH}.$$

Ни въ первомъ, ни во второмъ случаѣ реакція не идетъ до конца, но въ опредѣленный моментъ устанавливается состояніе равновѣсія между всѣми содержащимися въ смѣси соединеніями. Такимъ образомъ, и въ первомъ и во второмъ случаѣ въ смѣси образуются не два соединенія, а двѣ пары соединеній (уксусная кислота + спиртъ и этилацетатъ + вода), причемъ количественное соотношеніе между ними больше не измѣняется. Состояніе равновѣсія, которое наступаетъ между этими двумя парами соединеній, можно символически представить такимъ образомъ:

$$CH_3 . COOH + C_2H_5 . OH \rightleftarrows CH_3COOC_2H_5 + H_2O.$$

Коэффиціентъ равновѣсія измѣряется количественными отношеніями между обѣими парами соединеній, точнѣе—между произведеніемъ изъ концентрацій соединеній, образующихъ одну пару, и произведеніемъ изъ концентрацій соединеній другой пары:

$$\frac{[CH_3COO . C_2H_5] . [H_2O]}{[CH_3COOH] . [C_2H_5 . OH]} = k \text{ (коэффиціентъ равновѣсія).}$$

Процессъ электролитической диссоціаціи нѣкоторыхъ химическихъ соединеній, именно слабыхъ кислотъ и щелочей, также совершается по закону массоваго дѣйствія Guldberg-Waage. Для примѣра возьмемъ уксусную кислоту. Диссоціація уксусной кислоты идетъ не до полнаго разложенія ея на іоны, но останавливается въ опредѣленный моментъ, съ наступленіемъ котораго количество диссоціирующихся молекулъ кислоты возмѣщается такимъ же количествомъ молекулъ, вновь образовавшихся вслѣдствіе обратнаго соединенія іоновъ:

$$CH_3 . COOH \rightleftarrows CH_3 . COO' + H^{\cdot}$$

$$\text{Въ этомъ примѣрѣ } k = \frac{[CH_3 . COO'] . [H^{\cdot}]}{[CH_3 . COOH]} .$$

Коэффиціентъ равновѣсія (k) въ данномъ случаѣ носитъ спеціальное названіе — коэффиціента диссоціаціи *). Какъ выше было сказано, законъ Guldberg-Waage примѣнимъ только къ процессу диссоціаціи слабыхъ кислотъ и щелочей; нерганическія-же кислоты и щелочи, а также соли обнаруживаютъ существенныя отклоненія отъ этого закона.

Коэффиціентъ диссоціаціи опредѣленъ для большинства слабыхъ кислотъ; въ частности, для коэффиціента диссоціаціи уксусной кислоты установлены, соотвѣтственно различнымъ температурамъ раствора, слѣдующія величины:

$0^0 — 1{,}77 . 10^{-5}$.	$37^0 — 1{,}82 . 10^{-5}$.
$10^0 — 1{,}83 . 10^{-5}$.	$40^0 — 1{,}81 . 10^{-5}$.
$15^0 — 1{,}85 . 10^{-5}$.	$50^0 — 1{,}74 . 10^{-5}$.
$25^0 — 1{,}80 . 10^{-5}$.	$60^0 — 1{,}66 . 10^{-5}$.

Изъ этой таблицы видно, что коэффиціентъ диссоціаціи уксусной кислоты въ зависимости отъ температуры подвергается незначительнымъ колебаніямъ. Можно поэтому безъ существенной погрѣшности принять для коэффиціента диссоціаціи уксусной кислоты при различныхъ температурахъ (въ предѣлахъ между 0^0 и 50^0) величину $1{,}8 . 10^{-5}$. Принимая теперь въ формулѣ $[H^{\cdot}] = \sqrt{k \cdot \text{концентрацію кислоты}}$ величи-

*) Ernst Cohen. Vorträge für Aerzte über physikalische Chemie. 1907. стр. 54.

ну k равной $1{,}8 . 10^{-5}$, мы для [H·] въ растворахъ уксусной кислоты различной концентраціи получимъ слѣдующія величины:

Растворъ уксусной	k.		[H·]
1 норм.	—		$0{,}0042 = 4{,}2 . 10^{-3}$.
0,1	„	—	$0{,}0013 = 1{,}3 . 10^{-3}$.
0,01	„	—	$0{,}00042 = 4{,}2 . 10^{-4}$.
0,001	„	—	$0{,}00013 = 1{,}3 . 10^{-4}$.

Итакъ, съ помощью уксусной кислоты можно получить растворы съ болѣе низкими концентраціями H-іоновъ, чѣмъ съ помощью соляной кислоты—до концентраціи 10^{-4} включительно.

Мы видѣли однако, что концентрація H-іоновъ въ растворѣ сывороточнаго альбумина, соотвѣтствующая изоэлектрической константѣ послѣдняго, равна $0{,}8?. 10^{-5}$; для изоэлектрической константы нѣкоторыхъ другихъ коллоидныхъ тѣлъ установлены еще болѣе низкія концентраціи H-іоновъ, приближающіяся къ „пункту нейтральности“ (Neutralitätspunkt), т. е. къ [H·] дестиллированной воды *) и даже переходящія за этотъ пунктъ.

Для полученія такихъ растворовъ пользуются тѣми-же органическими кислотами, но не въ чистомъ ихъ видѣ, а въ смѣси съ ихъ щелочными солями, такъ какъ послѣднія понижаютъ диссоціацію кислотъ. Щелочныя соли слабыхъ кислотъ диссоціируются въ растворахъ значительно сильнѣе, чѣмъ ихъ кислоты. Такъ, напр., въ нормальномъ растворѣ уксуснокислаго натра 80% всей соли содержится въ видѣ іоновъ, въ децинормальномъ растворѣ—90%, въ болѣе слабыхъ растворахъ почти вся соль распадается на Na· и $CH_3.COO'$. Диссоціація-же уксусной кислоты, незначительная сама по себѣ, въ растворахъ, содержащихъ наряду съ ней и ея щелочную соль, падаетъ почти до нуля. Между концентраціями H-іоновъ, образующихся въ такомъ растворѣ отъ разложенія уксусной кислоты, $CH_3 . COO$ — іоновъ, образующихся отъ разложенія части уксусной кислоты, а главнымъ образомъ ея щелочной соли, и концентраціей недиссоціированной уксусной кислоты существуетъ, согласно закону массоваго дѣйствія, такое соотношеніе:

$$\frac{[CH_3 . COO'] . [H\cdot]}{[CH_3 . COOH]} = k = 1{,}8 . 10^{-5}.$$ Отсюда:

$$[H\cdot] = k . \frac{[CH_3 . COOH]}{[CH_3 . COO']} .$$

Но такъ какъ степень диссоціаціи уксусной кислоты въ такомъ растворѣ ничтожна, тогда какъ уксуснокислый натръ диссоціированъ въ немъ почти полностью, то безъ существенной погрѣшности можно принять, что всѣ $CH_3.COO$— іоны образовались вслѣдствіе диссоціаціи одного только уксуснокислаго натра, и что, слѣдовательно, концентрація въ этомъ растворѣ $CH_3 . COO'$ равна концентраціи въ немъ $CH_3 . COONa$. Послѣднюю формулу можно поэтому представить такимъ образомъ:

$$[H\cdot] = k . \frac{[CH_3 . COOH]}{[CH_3 . COONa]} .$$

Согласно этой формулѣ, [H·] зависитъ не отъ абсолютныхъ количествъ находящихся въ растворѣ уксусной кислоты и уксуснокислаго натра, а отъ отношенія количества кислоты къ количеству ея соли. Если мы поэтому смѣшаемъ одинаково концентрированные растворы уксусной кислоты и ея натронной соли, то соотвѣтственно относительнымъ количествамъ смѣшиваемыхъ растворовъ мы получимъ для концентрацій H—іоновъ слѣдующія величины:

$\frac{[CH_3 . COOH]}{[CH_3 . COONa]}$		[H·]	$\frac{[CH_3 . COOH]}{[CH_3 . COONa]}$		[H·]
$^{32}/_{1}$	—	$5{,}76 . 10^{-4}$	$^{1}/_{2}$	—	$0{,}9 . 10^{-5}$
$^{16}/_{1}$	—	$2{,}88 . 10^{-4}$	$^{1}/_{4}$	—	$0{,}45 . 10^{-5}$
$^{8}/_{1}$	—	$1{,}44 . 10^{-4}$	$^{1}/_{8}$	—	$0{,}22 . 10^{-5}$
$^{4}/_{1}$	—	$0{,}72 . 10^{-4}$	$^{1}/_{16}$	—	$1{,}1 . 10^{-6}$
$^{2}/_{1}$	—	$1{,}36 . 10^{-4}$	$^{1}/_{32}$	—	$0{,}56 . 10^{-6}$
$^{1}/_{1}$	—	$1{,}80 . 10^{-5}$			

Растворы съ еще болѣе низкими концентраціями H-іоновъ удается получить съ помощью фосфорной кислоты, коэффиціентъ диссоціаціи которой ($k = 2{,}0 . 10^{-7}$) значительно ниже коэффиціента диссоціаціи уксусной кислоты. Наоборотъ, съ помощью органическихъ кислотъ, коэффиціенты

*) Чистая, совершенно свободная отъ электролитовъ дестиллированная вода, какъ извѣстно, также содержитъ опредѣленное количество H-іоновъ, такъ какъ извѣстное количество молекулъ воды диссоціируется на іоны (H· и OH'). Концентрація H-іоновъ въ дестиллированной водѣ равна, приблизительно, 10^{-7}.

диссоціаціи которыхъ выше коэффиціента диссоціаціи уксусной кислоты, можно получить растворы съ болѣе высокими концентраціями H-іоновъ. Такимъ образомъ, комбинируя въ различныхъ отношеніяхъ растворы различныхъ органическихъ кислотъ съ ихъ щелочными солями, удается получить растворы какъ съ очень низкими, такъ и съ очень высокими концентраціями H-іоновъ.

Приготовивъ растворъ однимъ изъ вышеописанныхъ способовъ, необходимо подвергнуть его провѣркѣ путемъ непосредственнаго опредѣленія въ немъ величины [H·]. Это особенно необходимо въ тѣхъ случаяхъ, когда изслѣдуемый растворъ содержитъ вещества, связывающія кислоту (щелочи, бѣлокъ, пептонъ). Непосредственное опредѣленіе [H·] производится по методу Kohlrausch'a: опредѣляется величина сопротивленія, какое изслѣдуемый растворъ оказываетъ постоянному току опредѣленной силы по сравненію съ тѣмъ сопротивленіемъ, какое оказываетъ этому току растворъ съ заранѣе опредѣленнымъ и принятымъ за единицу содержаніемъ H-іоновъ. Какъ извѣстно, величина сопротивленія электрическому току прямо пропорціональна степени диссоціаціи раствора, и по величинѣ сопротивленія электрическому току можно поэтому вычислить степень диссоціаціи электролита въ данномъ растворѣ, т. е. количество находящихся въ немъ іоновъ.

Въ моихъ опытахъ я пользовался растворами кислотъ: молочной ($к = 1{,}38 \cdot 10^{-4}$), уксусной, хлоруксусной ($к = 1{,}55 \cdot 10^{-3}$), левулиновой ($к = 2{,}5 \cdot 10^{-5}$) и фосфорной въ смѣси съ ихъ натронными солями. Бо́льшая часть опытовъ поставлена съ молочной кислотой.

Приготовленіе растворовъ молочной кислоты и молочнокислаго натра.

Какъ исходными растворами я пользовался нормальнымъ и децинормальнымъ растворами молочной кислоты, которые я готовилъ по обычнымъ правиламъ аналитической химіи, и децинормальнымъ растворомъ молочнокислаго натра. Послѣдній растворъ я готовилъ такимъ образомъ: 20 куб. с. нормальнаго раствора ѣдкаго натра я нейтрализовалъ молочной кислотой и, доливая дестиллированной водой до 60-ти куб. с., получалъ $^1/_3$—нормальный растворъ молочнокислаго натра; смѣшивая предъ каждымъ опытомъ часть этого раствора съ дестиллированной водой въ отношеніи 3:7, я получалъ децинормальный растворъ молочнокислаго натра. Нормальный растворъ молочной кислоты хорошо сохраняется неопредѣленно долгое время; къ раствору молочнокислаго натра, во избѣжаніе развитія въ немъ плѣсеней, хорошо прибавить кусочекъ тимола; децинормальный растворъ молочной кислоты цѣлесообразнѣе готовить ex tempore.

Другія кислыя смѣси готовились такимъ же образомъ.

Что касается фосфорнокислой смѣси, то она получается путемъ смѣшенія первичнаго (NaH_2PO_4 — кислая соль) и вторичнаго фосфорнокислаго натра (Na_2HPO_4 — щелочная соль). [H·] въ фосфорнокислой смѣси опредѣляется по формулѣ:

$$[H\cdot] = k \cdot \frac{[NaH_2PO_4]}{[Na_2HPO_4]}.$$

Чтобы установить, съ какой [H·] совпадаетъ optimum агглютинаціи для даннаго микроба, необходимо, естественно, одновременно поставить рядъ опытовъ, приготовивъ взвѣсь бактерій съ цѣлымъ рядомъ смѣсей, отличающихся другъ отъ друга различнымъ содержаніемъ H-іоновъ. Полученіе смѣсей съ различными [H·] достигается, какъ мы видѣли, путемъ смѣшенія въ различныхъ количественныхъ отношеніяхъ раствора кислоты съ растворомъ ея соли, т. е. путемъ прибавленія къ одинаковымъ количествамъ раствора кислоты различныхъ количествъ раствора ея щелочной соли, или, наоборотъ, путемъ прибавленія къ одинаковымъ количествамъ раствора соли различныхъ количествъ раствора кислоты.

Въ моихъ опытахъ я примѣнялъ второй способъ и поступалъ такъ на основаніи слѣдующихъ соображеній. Относительно вліянія солей на кислотную коагуляцію бѣлковъ Michaelis установилъ слѣдующее положеніе: optimum коагуляціи бѣлковъ совпадаетъ съ одной и той же концентраціей H-іоновъ, какова бы ни была концентрація солей въ бѣлковомъ растворѣ; но степень коагуляціи различна при различныхъ концентраціяхъ солей, причемъ, чѣмъ выше концентрація солей, тѣмъ слабѣе выражена коагуляція. Если поставить нѣсколько аналогичныхъ рядовъ съ бѣлковыми растворами, отличающихся одинъ отъ другого только содержаніемъ соли, то optimum коагуляціи во

всѣхъ этихъ рядахъ будетъ наблюдаться въ аналогичныхъ смѣсяхъ, но степень коагуляціи въ каждомъ рядѣ будетъ другая. Ясно, что если бы мы въ предѣлахъ одного и того же ряда мѣняли концентрацію соли, то мы не могли бы установить optimum'а коагуляціи, такъ какъ не получили бы постепеннаго наростанія и паденія степени коагуляціи въ зависимости отъ измѣненія [H·].

Допуская возможность такого же вліянія солей и на степень кислотной агглютинаціи бактерій, я готовилъ смѣси съ различными [H·], измѣняя не количество солевого, а количество кислотнаго раствора. Приливая затѣмъ ко всѣмъ смѣсямъ соотвѣтственныя количества дестиллированной воды для приведенія ихъ къ одному и тому же объему, я получалъ такимъ образомъ рядъ смѣсей съ одной и той же концентраціей соли и съ различными концентраціями H-іоновъ, какъ это видно изъ прилагаемой схемы:

N смѣси	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Молочнокис. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
$\frac{[\text{Молочная кислота}]}{[\text{Молочнокислый натръ}]}$	1/8	1/4	1/2	1/1	2/1	4/1	8/1	16/1	32/1
=	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$7{,}0.10^{-5}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$

Въ приведенномъ рядѣ смѣсей [H·] наростаетъ въ геометрической прогрессіи: каждая смѣсь содержитъ въ два раза больше кислоты и, слѣдовательно, H-іоновъ, чѣмъ предыдущая.

Для выполненія опыта остается прилить ко всѣмъ смѣсямъ одинаковыя количества бактеріальной эмульсіи.

Приготовленіе бактеріалькой эмульсіи. Изъ пробирки съ суточной агаровой культурой предварительно удаляется

конденсаціонная вода, такъ какъ содержащіеся въ послѣдней слѣды щелочи и пептона могли бы связать незначительное, правда, количество кислоты въ нашей смѣси. Конденсаціонная вода осторожно сливается, остатки ея споласкиваются дестиллированной водой. Культура смывается затѣмъ дестиллированной водой съ поверхности агара, и полученная такимъ образомъ густая эмульсія переливается въ пробирку, въ которой разбавляется дестиллированной водой до желаемой густоты. Въ виду того, что при постановкѣ опыта бактеріальная эмульсія будетъ вторично разбавлена кислой смѣсью, исходная эмульсія должна быть достаточно густой—приблизительно, въ два раза гуще эмульсіи, употребляемой для реакціи Widal'я. Одинаковыя количества бактеріальной эмульсіи приливаются ко всѣмъ кислымъ смѣсямъ.

Ходъ изслѣдованія. Пробирки съ приготовленными такимъ образомъ взвѣсями бактерій можно оставить при комнатной температурѣ, но лучше на ½—1 часъ помѣстить въ термостатъ: опытъ показалъ, что при температурѣ термостата агглютинація наступаетъ скорѣе. Въ большинствѣ случаевъ уже черезъ 30—40 минутъ, нерѣдко еще раньше наступаетъ агглютинація въ одной изъ смѣсей. Если съ наступленіемъ этого момента вынуть смѣси изъ термостата и оставить ихъ при комнатной температурѣ, то въ большинствѣ случаевъ почти тотчасъ же начинаетъ усиливаться агглютинація въ отмѣченной смѣси и появляться въ сосѣднихъ смѣсяхъ. Въ опытахъ со слабо агглютинирующимися культурами агглютинація наступаетъ очень медленно, иногда лишь чрезъ 8—12 часовъ, и нерѣдко ограничивается только одной смѣсью.

Результаты опытовъ представлены въ видѣ таблицъ. Въ этихъ таблицахъ знакъ—обозначаетъ отсутствіе агглютинаціи, ± слѣды агглютинаціи, + слабую, ++ ясную, +++ полную агглютинацію.

Въ таблицахъ представлена сводка опытовъ, произведенныхъ мною съ 198-ю культурами. Кромѣ культуръ изъ музея проф. Michaelis'a, а также культуръ, выдѣленныхъ мной лично, я пользовался для своихъ опытовъ культурами изъ музеевъ Кіевскаго Бактеріологическаго Института и

Берлинскаго Гигіеническаго Института. Считаю своимъ пріятнымъ долгомъ выразить здѣсь мою горячую благодарность глубокоуважаемымъ профессорамъ В. К. Высоковичу, G. Sobernheim'у и докторамъ Б. И. Клейну и М. П. Нещадименко за ту неоцѣнимую услугу, какую они мнѣ оказали, любезно предоставивъ мнѣ пользоваться для моихъ изслѣдованій имѣющимися въ ихъ распоряженіи культурами.

Опыты съ кислотной агглютинаціей бактерій изъ группы кишечной палочки.

Bac. typhi abdominalis.

Таблица I.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$3{,}2\ 10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5—$\frac{1}{10}$n.; отъ 6 до 9—$\frac{1}{1}$n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. typhi abdominalis II	—	++	+	—	—	—	—	—	—
„ III	—	+++	++	+	—	—	—	—	—
„ Med. klinik	—	±	—	—	—	—	—	—	—
„ Giessen	—	+++	++	—	—	—	—	—	—
„ Moabit	—	+++	++	—	—	—	—	—	—
„ Friedrichshain	—	++	+	—	—	—	—	—	—
„ Gelsenkirchen	—	+++	++	—	—	—	—	—	—
„ Eiter	—	++	+	—	—	—	—	—	—
„ Milz	—	+	±	—	—	—	—	—	—
„ 1	—	+++	++	++	+	—	—	—	—
„ 11	—	+	±	—	—	—	—	—	—
„ 15	++	++	—	—	—	—	—	—	—
„ 16	—	+	—	—	—	—	—	—	—
„ 21	±	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 31	—	+++	++	+	—	—	—	—	—
„ 37	—	+++	++	+	—	—	—	—	—
„ 41	—	±	—	—	—	—	—	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bac. typhi abdominalis 45	—	+	—	—	—	—	—	—	—
„ 50	++	+++	++	±	—	—	—	—	—
„ 60	++	++	+	—	—	—	—	—	—
„ 61	+	++	±	—	—	—	—	—	—
„ 70	—	+	—	—	—	—	—	—	—
„ 79	—	+++	+++	++	+	—	—	—	
„ 80	±	+++	++	++	+	+	—	—	—
„ 82	—	+++	++	+	—	—	—	—	—
„ 86	—	+++	++	++	—	—	—	—	—
„ 89	—	++	++	+	—	—	—	—	—
„ 90	++	+++	+	±	—	—	—	—	—
„ 92	—	++	+	—	—	—	—	—	—
„ 98	++	+++	+	+	±	—	—	—	—
„ 99	+	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Blut	—	+++	++	++	+	—	—	—	—
„ Kіевъ 1	—	++	+	±	—	—	—	—	—
„ Kіевъ 2	—	±	+	—	—	—	—	—	—
Typhusdiagnosticum Ficker'a	—	—	+++	++	±	—	—	—	—

На основаніи приведенной таблицы мы можемъ сдѣлать слѣдующіе выводы:

1. Молочная кислота при опредѣленныхъ условіяхъ (см. п. 2) вызываетъ агглютинацію тифозной палочки. (Считаю нужнымъ прибавить, что кислотная агглютинація ни макроскопически, ни микроскопически не отличается отъ специфической агглютинаціи. Разница заключается лишь въ томъ, что въ случаѣ специфической агглютинаціи бактеріи сохраняютъ свою жизнедѣятельность, тогда-какъ подъ вліяніемъ кислоты, при высокихъ концентраціяхъ послѣдней, бактеріи погибаютъ. Поэтому при кислотной агглютинаціи всѣ бактеріи, какъ склеенныя въ кучки, такъ и оставшіяся свободными, лишены активной подвижности, при специфической-же агглютинаціи удается у нѣкоторыхъ отдѣльныхъ бактерій уловить ослабленную, правда, подвижность).

2. Агглютинація тифозной палочки наступаетъ лишь при опредѣленныхъ концентраціяхъ молочной кислоты въ бактеріальной взвѣси.

3. Между optimum'омъ агглютинаціи и степенью концентраціи кислоты существуетъ тѣсная связь. Изъ 34-хъ культуръ тифозной палочки у 28-ми культуръ optimum агглютинаціи совпадаетъ съ одной и той-же концентраціей кислоты (2-ой вертикальный рядъ); для остальныхъ культуръ наивысшая степень агглютинаціи отмѣчена въ сосѣднихъ рядахъ (1-мъ и 3-ьемъ). (Что касается концентраціи

кислоты, съ которой совпадаетъ optimum агглютинаціи Typhusdiagnosticum'а Ficker'а, то она, какъ показало непосредственное опредѣленіе концентраціи кислоты по методу Kohlrausch'а, въ дѣйствительности соотвѣтствуетъ не 3-му, а 2-му вертикальному ряду; часть кислоты связывается пептономъ, содержащимся въ этомъ препаратѣ).

Намъ остается еще выяснить, отъ какого фактора непосредственно зависитъ кислотная агглютинація тифозной палочки. Агглютинація наступаетъ при прибавленіи къ тифозной суспензіи молочной кислоты. Опредѣленная часть молочной кислоты диссоціирована на іоны ($H^{\cdot}$ и $CH_3.CH.COO'$); слѣдовательно, въ тифозной суспензіи содержатся 3 разнородныхъ элемента: недиссоціированная молочная кислота, H-іоны и $CH_3.CH.OH.COO$-іоны. Всѣ-ли эти элементы являются факторами агглютинаціи? Если не всѣ, то какой именно: кислота-ли, или одинъ изъ ея іоновъ?

По аналогіи съ кислотной коагуляціей бѣлковъ и электроотрицательныхъ коллоидовъ, слѣдуетъ думать, что и кислотная агглютинація бактерій, несущихъ въ водѣ отрицательный электрическій зарядъ, находится въ исключительной зависимости отъ H-іоновъ. Для выясненія этого вопроса необходимо поставить новый рядъ опытовъ, замѣнивъ молочную кислоту какой-либо другой кислотой. (См. Т. II).

Мы видимъ, что не только молочная, но и уксусная кислота вызываетъ агглютинацію тифозной палочки, что въ присутствіи уксусной кислоты точно такъ-же, какъ и въ присутствіи молочной кислоты, агглютинація наступаетъ лишь при опредѣленныхъ концентраціяхъ кислоты въ бактеріальной взвѣси, что, наконецъ, съ опредѣленной концентраціей кислоты всегда совпадаетъ optimum агглютинаціи тифозной палочки. Такое полное совпаденіе агглютинирующихъ свойствъ молочной и уксусной кислоты можно объяснить только наличностью одного и того-же элемента въ растворахъ этихъ кислотъ, т. е. H-іоновъ, и зависимостью кислотной агглютинаціи тифозной палочки именно отъ H-іоновъ. Дѣйствительно, сопоставляя обѣ таблицы, мы видимъ, что какъ въ суспензіяхъ, содержащихъ молочную кислоту, такъ и въ суспензіяхъ, содержащихъ уксусную кислоту, optimum агглютинаціи тифозной палочки совпадаетъ съ одной и той-же концентраціей H-іоновъ $= 3{,}6 \cdot 10^{-5}$.

Таблица II.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$2{,}3.10^{-6}$	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9.10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. typhi abdom. II	—	—	—	—	++	+	±	—	—
„ III	—	—	—	—	+++	++	+	—	—
„ Med. klinik.	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ Giessen	—	—	—	—	+++	+	—	—	—
„ Moabit	—	—	—	—	+++	++	—	—	—
„ Friedrichshain	—	—	—	—	++	±	—	—	—
„ Gelsenkirchen	—	—	—	—	++	+	—	—	—
„ Eiter	—	—	—	—	++	±	—	—	—
„ Milz	—	—	—	—	+	±	—	—	—
„ 1	—	—	—	—	+++	++	+	—	—
„ 11	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ 15	—	—	—	++	+	±	—	—	—
„	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ 21	—	—	—	+	±	—	—	—	—
„ 31	—	—	—	+	+++	++	+	—	—
„ 37	—	—	—	—	+++	+	—	—	—
„ 41	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ 45	—	—	—	—	+	±	—	—	—
„ 50	—	—	—	+	++	+	—	—	—
„ 60	—	—	—	++	++	+	+	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bac. typhi abdom. 61	—	—	—	—	++	+	—	—	—
„ 70	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ 79	—	—	—	—	+++	+++	++	+	—
„ 80	—	—	—	—	+++	++	+	+	—
„ 82	—	—	—	—	+++	++	±	—	—
„ 86	—	—	—	—	+++	++	+	—	—
„ 89	—	—	—	—	++	±	—	—	—
„ 90	—	—	—	+	+++	+	±	—	—
„ 92	—	—	—	—	+	±	—	—	—
„ 98	—	—	—	+	+++	++	+	—	—
„ 99	—	—	—	+	±	—	—	—	—
„ Blut	—	—	—	—	+++	++	++	+	—
„ Kiевъ 1.	—	—	—	—	+++	++	+	—	—
„ Kiевъ 2.	—	—	—	—	+	+	—	—	—
Typhusdiagnosticum Ficker'a	—	—	—	—	—	++	+	±	—

Для того чтобы исключить возможность случайнаго совпаденія результатовъ, полученныхъ съ молочной и съ уксусной кислотой, я поставилъ аналогичные опыты съ левулиновой кислотой. (См. Т. III).

Мы видимъ, что независимо отъ характера кислоты optimum агглютинаціи тифозной палочки всегда соотвѣтствуетъ одной и той-же концентраціи H-іоновъ въ бактеріальной взвѣси.

Послѣ того какъ роль H-іоновъ, какъ единственнаго актора агглютинаціи тифозной палочки, такимъ образомъ установлена, можно болѣе опредѣленно формулировать тѣ выводы, какіе сдѣланы на основаніи таблицы I:

1. Присутствіе H-іоновъ въ эмульсіи тифозной палочки при опредѣленныхъ условіяхъ ведетъ къ агглютинаціи послѣдней.

2. Кислотная агглютинація тифозной палочки наступаетъ лишь при опредѣленныхъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной взвѣси.

3. Optimum агглютинаціи тифозной палочки совпадаетъ съ опредѣленной $[H^{\cdot}]$, равной $3{,}6 \cdot 10^{-5}$ (въ граммъ-молекулахъ на литръ).

Таблица III.

$[H^{\cdot}] =$	1 $0{,}45.10^{-5}$	2 $0{,}9.10^{-5}$	3 $1{,}8.10^{-5}$	4 $3{,}6.10^{-5}$	5 $7{,}2.10^{-5}$	6 $1{,}4.10^{-4}$	7 $2{,}8.10^{-4}$	8 $5{,}6.10^{-4}$	9 $1{,}1.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n., отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.).	0,09	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3
Вода	2,21	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. typhi II	—	—	+	++	±	—	—	—	—
„ III	—	—	—	+++	++	+	±	—	—
„ Med. klinik	—	—	—	±	—	—	—	—	—
„ Giessen	—	—	—	+++	++	—	—	—	—
„ Moabit	—	—	—	+++	+++	+	—	—	—
„ Friedrichshain	—	—	—	++	+	—	—	—	—
„ Gelsenkirchen	—	—	—	+++	+	±	—	—	—
„ Eiter	—	—	—	++	±	—	—	—	—
„ Milz	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ 1	—	—	—	+++	++	+	—	—	—
„ 11	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ 15	—	—	++	++	—	—	—	—	—
„ 16	—	—	—	+	±	—	—	—	—
„ 21	—	—	+	—	—	—	—	—	—
„ 31	—	—	—	+++	++	+	+	—	—
„ 37	—	—	—	+++	++	++	—	—	—
„ 41	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ 45	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ 50	—	—	+	+++	++	±	—	—	—
„ 60	—	—	++	++	—	—	—	—	—
„ 61	—	—	—	++	±	—	—	—	—
„ 70	—	—	—	+	±	—	—	—	—
„ 79	—	—	—	+++	++	+	—	—	—
„ 80	—	—	+	+++	++	++	±	—	—
„ 82	—	—	—	+++	++	+	+	—	—
„ 86	—	—	—	+++	++	+	—	—	—
„ 89	—	—	—	+++	+++	+	—	—	—
„ 90	—	—	+	++	±	—	—	—	—
„ 92	—	—	—	++	±	—	—	—	—
„ 98	—	—	++	+++	±	±	—	—	—
„ 99	—	—	±	—	—	—	—	—	—
„ Blut	—	—	—	+++	++	+	—	—	—
„ Kiевъ 1.	—	—	—	+++	+	+	—	—	—
„ Kiевъ 2.	—	—	—	—	±	—	—	—	—
Typhusdiagnosticum Ficker'a	—	—	—	—	+++	++	—	—	—

Bac. enteritidis Gärtneri.

Результаты опытовъ съ кислотной агглютинаціей бактерій изъ группы энтерита представляютъ нѣкоторыя особенности. Правильно учесть ихъ невозможно, если при оцѣнкѣ результатовъ не принять во вниманіе особенностей самой группы бактерій энтерита.

Бактеріи энтерита принято раздѣлять на двѣ рѣзко обособленныя одна отъ другой и постоянныя въ своихъ свойствахъ группы: группу Gärtner'овской палочки и группу паратифозной палочки B. Однако, изслѣдованія Sobernheim'a и Seligmann'a установили рядъ отступленій отъ этой классификаціи бактерій энтерита. Данныя, полученныя названными авторами при систематическомъ изученіи этой группы, въ существенныхъ чертахъ сводятся къ слѣдующему,

Различныя культуры Gärtner'овской палочки различно относятся къ гомологичнымъ агглютинирующимъ сывороткамъ: однѣ культуры легко агглютинируются и реагируютъ почти на всякую специфическую сыворотку, другія культуры агглютинируются слабо и притомъ лишь немногими сыворотками. Однако, съ нѣкоторыми единичными сыворотками эффектъ получается какъ-разъ обратный: всѣ культуры, резистентныя по отношенію къ большинству гомологичныхъ сыворотокъ, очень чувствительны къ этимъ единичнымъ сывороткамъ, культуры-же, чувствительныя къ большинству специфическихъ сыворотокъ, на эти единичныя сыворотки совсѣмъ не реагируютъ, или реагируютъ очень слабо. Отсюда слѣдуетъ, что различное отношеніе этихъ двухъ группъ Gärtner'овской палочки къ агглютинирующей сывороткѣ обусловливается не различной степенью ихъ агглютинабельности, а біологическими особенностями бактерій той и другой группы, точнѣе—особенностями ихъ рецепторовъ.

Нѣкоторыя данныя въ изслѣдованіяхъ Sobernheim'a и Seligmann'a говорятъ за то, что эти двѣ группы Gärtner'овской палочки не представляются рѣзко обособленными одна отъ другой, что существуютъ переходные типы между ними, и что сами онѣ образовались путемъ по-

степеннаго измѣненія аппарата рецепторовъ въ Gärtner'овской палочкѣ. Различныя стадіи измѣненія основныхъ свойствъ Gärtner'овской палочки авторамъ удалось прослѣдить на двухъ культурахъ: „Rumfleth“ и „Haustedt“. Культуры эти постепенно утратили специфическія свойства Gärtner'овской палочки: онѣ не реагировали больше на Gärtner'овскую сыворотку; сыворотки, полученныя съ помощью этихъ культуръ, не обладали агглютинирующими свойствами по отношенію къ лабораторнымъ культурамъ Gärtner'овской палочки. Даже ростъ на различныхъ средахъ обнаружилъ нѣкоторыя отклоненія этихъ двухъ культуръ отъ основного типа. Съ теченіемъ времени наступилъ обратный процессъ, приведшій къ полному возстановленію первоначальныхъ свойствъ этихъ двухъ культуръ. При этомъ авторамъ удалось изъ исходныхъ культуръ выдѣлить нѣсколько дочернихъ культуръ, представляющихъ собой промежуточныя стадіи между обоими типами.

На нѣкоторыхъ культурахъ b. Gärtneri и b. paratyphi B. авторамъ удалось констатировать еще болѣе рѣзкія измѣненія, дающія право говорить о переходѣ Gärtner'овской палочки въ паратифозную и обратно. Нѣкоторыя культуры b. paratyphi B. послѣ многократныхъ перевивокъ пріобрѣли резистентность по отношенію къ большинству гомологичныхъ сыворотокъ и одновременно съ этимъ стали реагировать на Gärtner'овскія сыворотки. Однако, антигенныя свойства этихъ культуръ остались безъ измѣненія: сыворотки, полученныя съ помощью этихъ культуръ, были дѣйствительны только по отношенію къ паратифозной палочкѣ и не склеивали Gärtner'овской палочки. Слѣдовательно, въ данномъ случаѣ можно говорить только объ образованіи промежуточнаго типа, а не о полномъ переходѣ паратифозной палочки въ Gärtner'овскую.

Но возможенъ и полный переходъ одного изъ этихъ типовъ въ другой: изъ одной культуры паратифознаго бациллa авторами были выдѣлены отдѣльныя колоніи палочекъ, обладающихъ всѣми свойствами Gärtner'овской палочки; и обратно—въ трехъ культурахъ Gärtner'овской палочки они нашли бациллъ паратифа B. „Здѣсь, говорятъ авторы, предъ нами закономѣрно протекающій процессъ, который выражается въ измѣненіи основныхъ біологиче-

скихъ особенностей микроба и ведетъ къ переходу одного типа бактерій въ другой“ *).

Въ опытахъ съ кислотной агглютинаціей бактерій изъ группы энтерита я, естественно, долженъ былъ учесть ту измѣнчивость свойствъ, какая установлена для этой группы изслѣдованіями Sobernheim'a и Seligmann'a. Моя задача была существенно облегчена тѣмъ обстоятельствомъ, что, благодаря любезности проф. Sobernheim'a, я имѣлъ возможность пользоваться для моихъ опытовъ тѣми именно культурами бактерій энтерита, которыя послужили матеріаломъ для изслѣдованій Sobernheim'a и Seligmann'a. Такимъ образомъ, свойство каждой культуры и отношеніе ея къ той или другой группѣ бактерій энтерита мнѣ уже заранѣе были извѣстны.

Опыты поставлены были со слѣдующими культурами:

Bac. Gärtneri.

Ratte 1	*Gärtner alt*	*Gärtner Hellmuth.*
Ratte 2	„ *Gent*	„ *Halle*
Rattenseuche Schern.	„ *Fr*	„ *Drigalski.*
Ratin Halle	„ *G. A. N.*	
Ratin Kopenhagen		
Gärtner Giessen	„ *J.*	
Gärtner K.		
Moorseele		
Marseille		
Ollendorf		
Dunbar H.		
Dunbar N.		
Enteritis Spickgans		
6^d.		
13^4.		

Культуры, перечисленныя въ 1-мъ вертикальномъ ряду, относятся къ 1-ой изъ двухъ основныхъ группъ Gärtner'овской палочки („Rattengruppe“—по терминологіи Sobernheim'a и Seligmann'a); во 2-мъ ряду перечислены культуры, относящіяся ко 2-ой основной группѣ; культуры „Hellmuth“, „Halle“ и „Drigalski“, согласно словесному указанію проф. Sobernheim'a, представляютъ промежуточную группу.

*) G. Sobernheim und E. Seligmann. Beiträge zur Biologie der Enteritisbakterien. Zeitschrift für Immunitätsforsch. 1910, стр. 505.

Bac. paratyphi B.

Bac. paratyphi B: Halle, J., Meer, Hermsdorf, Müggelsee, Günther, Trautmann, Spickgans, 2, 3, 9, 11, 21.

Кромѣ того, мною поставлены опыты съ 4-мя культурами bac. paratyphi A: Schottmüller, Königsberg, Strasburg и Moskau.

Таблица IV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^+] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76\,10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5—$\frac{1}{10}$n; отъ 6 до 9—$\frac{1}{1}$n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода.	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Enteritis Ratte 1 . . .	—	—	++	++	—	—	—	—	—
„ Ratte 2 . . .	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ Rattenseuche Schern	—	±	+++	+++	—	—	—	—	—
„ Ratin Halle . . .	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ Ratin Kopenhagen .	—	—	—	++	+	—	—	—	—
„ Giessen	—	—	—	+	±	—	—	—	—
„ Moorseele	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ Marseille	—	—	±	+++	++	+	—	—	—
„ Gärtner K . . .	—	—	—	+++	++	+	—	—	—
„ Ollendorf	—	—	++	+++	+	—	—	—	—
„ Dunbar H . . .	—	—	+	+++	—	—	—	—	—
„ Dunbar N	—	—	++	+	—	—	—	—	—
6^d	—	—	—	+++	++	—	—	—	—

НБ ХНМУ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Enteritis 13⁴	—	—	—	—	—	—	+	++	++
„ Spickgans . . .	—	—	—	±	—	—	—	—	—
„ Danysz	—	—	+	+++	+++	—	—	—	—
„ Gärtner alt . . .	—	—	—	—	±	+	++	++	++
„ Gärtner Gent . .	—	—	—	—	—	—	++	+++	++
„ Gärtner Fr . . .	—	—	—	—	—	+	++	++	+++
„ Gärtner G. A. N. .	—	—	—	—	—	—	++	+++	+++
„ Gärtner J . . .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ Gärtner B. . . .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ Helmuth	—	++	++	+++	++	++	++	++	++
„ Halle	—	++	++	+++	+	+	±	±	+
„ Drigalski	±	+	++	+++	+++	+++	+++	++	++

Таблица V.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$2{,}3.10^{-6}$	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9.10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,1	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Enteritis Ratte 1 . . .	—	—	—	—	±	++	++	—	—
„ Ratte 2 . . .	—	—	—	—	—	—	+	—	—
„ Rattenseuche Schern	—	—	—	±	++	++	+++	—	—
„ Ratin Halle . . .	—	—	—	—	—	—	+	—	—
„ Ratin Kopenhagen .	—	—	—	—	—	++	++	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Enteritis Giessen . . .	—	—	—	—	—	±	+	—	—
„ Moorseele	—	—	—	—	—	—	+	—	—
„ Marseile	—	—	—	—	+	++	+++	+	—
„ Gärtner K . . .	—	—	—	—	+	++	+++	++	±
„ Ollendorf	—	—	—		—	++	+++	+	—
„ Dunbar H . . .	—	—	—	—	—	++	+++	—	—
„ Dunbar N	—	—	—	—	±	++	+	—	—
„ 6ᵈ	—	—	—	—	+	++	+++	+	—
„ 13⁴	±	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Spickgans . . .	—	—	—	—	—	—	±	—	—
„ Danysz	—	—	—	—	++	++	+++	++	—

Таблица VI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 = $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
В о д а	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Enteritis Ratte 1 . . .	—	—	—	±	+	—	—	—	—
„ Ratte 2 . . .	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ Rattenseuche Schern	—	—	—	++	++	—	—	—	—
„ Ratin Halle . . .	—	—	—	—	±	—	—	—	—
„ Ratin Kopenhagen .	—	—	—	±	+	±	—	—	—
„ Giessen	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ Moorseele . . .	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ Marseille	—	—	—	+	+++	+	±	—	—
„ Gärtner K . . .	—	—	—	+	+++	++	—	—	—
„ Ollendorf	—	—	±	++	+++	++	—	—	—

НВХИУ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Enterites Dunbar H.	—	—	—	+	+++	±	—	—	—
„ Dunbar N	—	—	—	++	++	—	—	—	—
„ 6d	—	—	—	+	+++	++	±	—	—
„ 13⁴	—	—	—	—	—	—	—	±	++
„ Spickgans	—	—	—	—	±	—	—	—	—
„ Danysz	—	—	—	++	+++	+++	—	—	—
„ Gärtner alt	—	—	—	—	—	—	+	++	++
„ „ Gent	—	—	—	—	—	—	±	++	+++
„ „ Fr	—	—	—	—	—	—	±	++	++
„ „ G. A. N.	—	—	—	—	—	—	±	++	+++
„ „ J.	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ „ B.	—	—	—	—	—	—	—	—	+
„ Helmuth	—	—	++	+++	+++	++	++	++	++
„ Halle	—	—	+	++	+++	+	+	+	±
„ Drigalski	—	—	±	++	+++	+++	+++	+++	+++

Таблица VII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$2{,}79.10^{-4}$	$5{,}58\,10^{-4}$	$1{,}17.10^{-3}$	$2{,}35.10^{-3}$	$4{,}7.10^{-3}$	$9{,}4.10^{-3}$	$1{,}88.10^{-2}$	$3{,}76.10^{-2}$	$7{,}5.10^{-2}$
Хлоруксуснок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
Хлоруксусная кислота (отъ 1 до 5 — $^1/_{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $^1/_1$ n.)	0,09	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,58	1,15	2,3
Вода	2,21	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,72	1,15	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Enteritis Gärtner alt	—	+	+	++	++	±	—	—	—
„ „ Gent	—	+	++	+++	+	—	—	—	—
„ „ Fr.	—	±	++	+++	+++	++	±	—	—
„ „ G. A. N.	—	—	++	+++	+++	++	—	—	—
„ „ J.	—	—	±	+	—	—	—	—	—
„ „ B.	—	—	—	±	—	—	—	—	—
„ „ 13⁴	—	—	+	++	++	±	—	—	—

Итакъ, каждой группѣ Gärtner'овской палочки строго соотвѣтствуютъ опредѣленныя [H·], въ предѣлахъ которыхъ наступаетъ агглютинація, и опредѣленная $[H.]_{opt.}$, съ которой совпадаетъ optimum агглютинаціи. Для 1-ой основной группы Gärtner'овской палочки $[H.]_{opt.}=1{,}4.\,10^{-4}$, для 2-ой группы $[H\cdot]_{opt.}=2{,}2.\,10^{-3}$. Что касается культуръ Hellmuth, Halle и Drigalski, то промежуточный характеръ ихъ выражается въ томъ, что онѣ агглютинируются какъ при тѣхъ [H.], при которыхъ наступаетъ агглютинація культуръ 1-ой группы, такъ и при тѣхъ [H.], которыя соотвѣтствуютъ агглютинаціонной зонѣ 2-ой группы; optimum-же агглютинаціи совпадаетъ у нихъ съ $[H\cdot]_{opt.}$ 1-ой группы.

Мы видимъ, что данныя кислотной агглютинаціи совпадаютъ съ данными специфической агглютинаціи, и что классификацію Gärtner'овской группы можно установить съ помощью мотода кислотной агглютинаціи съ такой же точностью, какъ и съ помощью специфической агглютинаціи.

Исключеніе составляетъ только культура „13⁴“, которая согласно изслѣдованіямъ Sobernheim'a и Seligmann'a входитъ въ 1-ю группу Gärtner'овской палочки, къ кислотамъ же относится, какъ культуры 2-ой группы. Я удѣлилъ особенное вниманіе этой культурѣ и подвергнулъ ее многократнымъ изслѣдованіямъ. Таблица VIII представляетъ общую сводку результатовъ, полученныхъ мною въ различное время при изслѣдованіи кислотной агглютинаціи культуры „13⁴“.

Таблица VIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$1{,}7.15^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода.	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B. enteritidis 13⁴ 26. IX. 1910	—	—	—	—	—	—	+	++	++
B. enteritidis 13⁴ 30. IX. „	—	—	—	—	—	±	+	++	++
B. enteritidis 13⁴ 18. X. „	—	—	—	—	—	—	+	++	++
B. enteritidis 13⁴ 18. XI. „	—	—	—	—	—	±	±	++	+
B. enteritidis 13⁴ 9. IV. 1911	—	—	+	++	—	—	—	—	—
B. enteritidis 13⁴ 16. IV. „	—	—	+	++	±	—	—	—	—
B. enteritidis 13⁴ 23. IV. „	—	—	+	++	—	—	—	—	—

Итакъ, предъ нами примѣръ „превращенія“ культуры Gärtner'овской палочки, перехода ея изъ 2-й основной группы въ 1-ю, вѣрнѣе даже—обратнаго перехода, такъ какъ свѣжевыдѣленная культура этой палочки, согласно изслѣдованіямъ Sobernheim'a и Seligmann'a, обнаруживала всѣ свойства культуръ, составляющихъ 1-ю группу Gärtner'овской палочки.

Такимъ образомъ, для культуры „13[4]“ съ помощью метода кислотной агглютинаціи удается установить тотъ же процессъ превращенія, какой Sobernheim и Seligmann съ помощью метода специфической агглютинаціи прослѣдили на культурахъ Rumfleth и Hausted.

Bac. paratyphi B.

Таблица IX.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. paratyphi B. Lab.	—	—	—	++	±	±	—	—	—
„ Halle	—	—	—	—	±	—	—	—	—
„ J.	—	—	+	+++	++	—	—	—	—
„ Meer	—	—	+	±	—	—	—	—	—
„ Hermsdorf	—	—	++	+++	++	+	—	—	—
„ Müggelsee	—	—	+	+	—	—	—	—	—
„ Günther	—	—	—	±	±	—	—	—	—
„ Trautmann	—	—	+	++	+	—	—	—	—
„ Spickgans	—	—	—	+	++	—	—	—	—
„ 2	—	—	—	++	+	—	—	—	—
„ 3	—	—	—	+++	+	—	—	—	—
„ 9	—	—	—	—	++	—	—	—	—
„ 11	—	—	—	+++	++	—	—	—	—
„ 21	—	—	—	++	±	—	—	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
„ Hulda	—	—	—	—	±	+	++	++	+
„ Schabefleisch.	—	—	—	—	—	±	+	+	—
„ Gertraud	—	—	+	+	++	++	+++	+++	++
Bac. paratyphi A. Schottmüller	—	—	—	±	—	—	—	—	—
„ Königsberg	—	—	++	+++	—	—	—	—	—
„ Strassburg	—	—	—	±	—	—	—	—	—
„ Moskau	—	—	+++	+++	++	+	+	—	—

Таблица X.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$2{,}3.10^{-6}$	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9.10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. paratyphi B. Lab.	—	—	—	—	—	—	++	+	—
„ Halle	—	—	—	—	—	—	±	+	—
„ J	—	—	—	—	—	++	+++	+	±
„ Meer	—	—	—	—	—	+	+	—	—
„ Hermsdorf	—	—	—	—	—	++	+++	+	—
„ Muggelsee	—	—	—	—	—	+	±	—	—
„ Günther	—	—	—	—	—	+	±	—	—
„ Trautman	—	—	—	—	—	++	+++	+	—
„ Spickgans	—	—	—	—	—	—	+	++	—
2	—	—	—	—	—	+	++	±	—
3	—	—	—	—	—	+	+++	±	—
9	—	—	—	—	—	—	±	++	—
11	—	—	—	—	—	+	+++	+	—
21	—	—	—	—	—	±	++	—	—
Bac. paratyphi A. Schottmüller	—	—	—	—	—	—	+	—	—
„ Königsberg	—	—	—	—	—	++	+++	—	—
„ Strassburg	—	—	—	—	—	±	±	—	—
„ Moskau	—	—	—	—	—	++	+++	—	±

Таблица XI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
Вода	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. paratiphi B. Lab.	—	—	—	—	++	±	—	—	—
„ Hall	—	—	—	—	±	+	—	—	—
„ J.	—	—	—	++	+++	++	+	—	—
„ Meer	—	—	—	±	±	-	—	—	—
„ Hermsdorf.	—	—	—	++	+++	++	—	—	—
„ Müggelsee.	—	—	—	—	+	±	—	—	—
„ Günther	—	—	—	—	±	±	—	—	—
„ Trautmann	—	—	—	±	++	±	—	—	—
„ Spickgaus.	—	—	—	—	+	++	—	—	—
„ 2	—	—	—	—	++	±	—	—	—
„ 3	—	—	—	+	+++	++	—	—	—
„ 9	—	—	—	—	±	++	—	—	—
„ 11	—	—	—	±	+++	+	—	—	—
„ 21	—	—	—	—	+++	+	—	—	—
„ Hulda	—	—	—	—	—	±	+	++	++
„ Schabefleisch.	—	—	—	—	—	—	±	±	±
„ Gertraud	—	—	—	±	+	++	++	+++	+++
Bac. paratiphi A. Schottmüller	—	—	—	—	±	—	—	—	—
„ Königsberg	—	—	+	++	+++	—	—	—	—
„ Strassburg	—	—	—	±	+	—	—	—	—
„ Moskau	—	—	±	+++	+++	++	+	±	+

Между кислотной агглютинаціей b. paratyphi B. и Gärtner'овскаго бацилла мы видимъ полное соотвѣтствіе: тѣ же двѣ зоны агглютинаціи, тѣ же величины для $[H.]_{opt}$, устанавливающія двѣ подгруппы паратифозной палочки. Такое совпаденіе легко объясняется принадлежностью паратифозной и Gartner'овской палочекъ къ одной и той же группѣ: бактеріямъ энтерита.

Нужно однако замѣтить, что подраздѣленія группы паратифозной палочки на двѣ подгруппы мы въ работѣ Sobernheim'a и Seligmann'a не находимъ. Наоборотъ, эти авторы указываютъ на то, что, по сравненію съ культурами Gärtner'овской палочки, „отношеніе паратифозныхъ культуръ къ гомологичнымъ сывороткамъ значительно однообразнѣе, колебанія титра сыворотки для различныхъ культуръ гораздо слабѣе, нѣтъ такой культуры, которая бы совершенно не реагировала на специфическія сыворотки“ *).

Однако, просмотрѣвъ соотвѣтствующія таблицы въ работѣ Sobernheim'a и Seligmann'a, легко убѣдиться въ томъ, что колебанія агглютинаціоннаго титра различныхъ сыворотокъ для различныхъ культуръ паратифозной палочки B., хотя и незначительны, но отличаются опредѣленной закономѣрностью, такъ какъ проявляются только по отношенію къ опредѣленнымъ культурамъ. Среди тѣхъ культуръ, которыя вошли въ кругъ моихъ изслѣдованій, культуры „Gertrud“, „Hulda“ и „Schabefleisch“ всѣми специфическими сыворотками агглютинируются слабѣе, чѣмъ остальныя культуры паратифозной палочки B. Именно этимъ культурамъ въ моихъ опытахъ съ кислотной агглютинаціей соотвѣтствуетъ другая величина $[H^{\cdot}]_{opt.}$ по сравненію съ той величиной, съ которой совпадаетъ optimum агглютинаціи остальныхъ культуръ.

Все это приводитъ къ заключенію, что b. paratyphi B., въ общемъ отличающійся значительно бо́льшимъ постоянствомъ, чѣмъ Gärtner'овскій бациллъ, можетъ однако давать разновидности, отличіе которыхъ отъ основного типа выражается очень слабо при изслѣдованіи ихъ съ помощью метода специфической агглютинаціи (незначительныя паденія агглютинаціоннаго титра сыворотки), но очень рельефно при изслѣдованіи съ помощью метода кислотной агглютинаціи (другая агглютинаціонная зона и другая $[H^{\cdot}]_{opt.}$).

Bac. paratyphi A агглютинируется въ предѣлахъ тѣхъ же $[H^{\cdot}]$ и обнаруживаетъ optimum агглютинаціи при той же $[H^{\cdot}]_{opt.}$, что и bac. paratyphi B.

*) l. c. стр. 461.

Bac. faecalis alcaligenes.

Я располагалъ только двумя, и притомъ очень старыми лабораторными культурами этого микроба и долженъ поэтому признать, что вопросъ о кислотной агглютинаціи b. faecalis alcaligenes нуждается въ дальнѣйшей разработкѣ. Какъ видно изъ приводимыхъ ниже таблицъ, агглютинація этого микроба наступаетъ какъ при очень низкихъ, такъ и при очень высокихъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной взвѣси (отъ $3{,}5.10^{-5}$ до $2{,}2.10^{-3}$); $[H^{\cdot}]_{opt.}$ колеблется между $1{,}4.10^{-4}$ и $2{,}8.10^{-4}$.

Таблица XII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,1	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. faecalis alcaligenes 1	—	++	++	+++	++	+	±	±	—
„ 2	—	—	±	±	++	+	+	±	—
„ 3	—	±	++	++	++	+	±	—	—

(Таблицы XIII и XIV на слѣд. стр.)

Въ опытахъ съ общекишечной и дизентерійной палочками я получилъ совершенно отрицательный результатъ: какъ кишечная, такъ и дизентерійная палочка не агглютинируются ни при какихъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальныхъ взвѣсяхъ (начиная отъ пункта нейтральности и кончая 10^{-2}). Въ чемъ заключается причина такой резистентности этихъ микробовъ по отношенію къ кислотамъ, трудно сказать. Если резистентность кишечной палочки можно, по-

Таблица XIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-6}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9.10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6	0,16
Вода	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. faecalis alcaligenes 1	—	—	—	±	+	++	++	+	±
„ 2	—	—	—	—	±	+	++	±	±
„ 3	—	—	—	±	±	+++	++	+	±

Таблица XIV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
Вода	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. faecalis alcaligenes 1	—	—	+	++	+++	++	+	±	±
„ 2	—	—	±	±	+	+	±	±	—
„ 3	—	—	+	+	++	+	—	—	—

жалуй, объяснить слабой агглютинабельностью этого микроба, то по отношенію къ дизентерійной палочкѣ, отличающейся высокой чувствительностью къ гомоличнымъ агглютинирующимъ сывороткамъ, такое объясненіе совершенно не примѣнимо.

Такъ какъ культуры, нагрѣтыя до 100°, какъ показалъ Porges, отличаются меньшей резистентностью по отношенію къ различнымъ факторамъ агглютинаціи, то я поставилъ опыты съ вскипяченными взвѣсями культуръ кишечной и дизентерійной палочекъ.

Таблица XV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0.5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5—$\frac{1}{10}$n.; отъ 6 до 9—$\frac{1}{1}$n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,38	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. coli comm. Laborator.	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ 1 .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	±	±	+	±
„ 3 .	—	—	—	—	±	±	+	+	±
„ 4 .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ 5 .	—	—	—	—	—	—	+	+	—
„ 6 .	—	—	—	—	±	+	+	+	±
„ 7 .	—	—	—	—	—	—	±	±	—
„ 8 .	—	—	—	—	—	—	±	+	±
„ 12 .	—	—	—	—	—	±	+	+	—

Таблица XVI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4—$\frac{1}{10}$n.; отъ 5 до 8—$\frac{1}{1}$n.; 9—$\frac{2}{1}$n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
Вода	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. coli commune Lab.	—	—	—	—	—	—	—	—	+
„ 1 .	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	±	±	+
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	±	+	+
„ 4 .	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ 5 .	—	—	—	—	—	—	—	±	±
„ 6 .	—	—	—	—	—	—	±	+	+
„ 7 .	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ 8 .	—	—	—	—	—	—	—	±	+
„ 12 .	—	—	—	—	—	±	±	+	+

Итакъ, нагрѣтыя до 100° культуры кишечной палочки агглютинируются въ присутствіи кислотъ. Впрочемъ, агглютинація кишечной палочки, какъ видно изъ таблицъ, никогда не бываетъ интесивно выражена; что-же касается агглютинаціонной зоны и $[H^{\cdot}]_{opt.}$, то какъ та, такъ и другая, какъ показываютъ таблицы XVII, XVIII и XIX, не представляются характерными исключительно для кишечной палочки.

Таблица XVII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	1,7.10⁻⁵	3,5.10⁻⁵	0,7.10⁻⁴	1,38.10⁻⁴	2,76.10⁻⁴	5,5.10⁻⁴	1,1.10⁻³	2,2.10⁻³	4,4.10⁻³
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5—$\frac{1}{10}$n.; отъ 6 до 9—$\frac{1}{1}$n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. dysenter. Flexner I. S.	—	—	—	—	—	—	±	+	—
„ II. S.	—	—	—	—	—	±	+	+	±
„ 838	—	—	—	—	—	—	±	±	—
„ Ruhr U .	—	—	—	—	—	—	+	—	—
„ 1 .	—	—	—	—	—	±	+	+	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	++	+	—
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	+	±	—
„ 4 .	—	—	—	—	—	±	+	+	—
„ 5 .	—	—	—	—	—	—	±	+	—
„ 6 .	—	—	—	—	—	—	—	+	—

Таблица XVIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	0,9.10⁻⁵	1,8.10⁻⁵	3,6.10⁻⁵	7,2.10⁻⁵	1.4.10⁻⁴	2,8.10⁻⁴	5,6.10⁻⁴	1,1.10⁻³	2,2.10⁻³
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ловулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.).	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
В о д а	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. dysenter. Flexner I. S	—	—	—	—	—	—	—	±	+
„ II. S	—	—	—	—	—	—	—	+	+

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bac. dysent. Flexner 838	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ Ruhr U .	—	—	—	—	—	—	±	+	+
„ „ 1 .	—	—	—	—	—	—	±	++	+
„ „ 2 .	—	—	—	—	—	—	±	++	+
„ „ 3 .	—	—	—	—	—	—	—	+	+
„ „ 4 .	—	—	—	—	—	—	±	+	+
„ „ 5 .	—	—	—	—	—	—	—	—	+
„ 6 .	—	—	—	—	—	—	—	+	+

Мы видимъ полное тождество между прокипяченными культурами кишечной и дизентерійной палочекъ въ отношеніяхъ тѣхъ и другихъ къ кислотамъ.

Таблица XIX.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	1,7.10⁻⁵	3,5.10⁻⁵	0,7.10⁻⁴	1,38.10⁻⁴	2,76.10⁻⁴	5,5.10⁻⁴	1,1.10⁻³	2,2 10⁻³	4,4.10⁻³
Молочнокис. натръ 1/10 n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — 1/10 n.; отъ 6 до 9 — 1/1 n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. coli 2 . . .	—	—	—	—	—	—	±	+	±
„ 3 . . .	—	—	—	—	—	±	+	+	±
Bac. Flexneri I. S. . .	—	—	—	—	—	—	+	+	—
„ II. S. . .	—	—	—	—	—	±	++	+	±
Bac. typhi II. . .	—	—	—	—	—	+	++	++	+
„ III. . .	—	—	—	—	—	++	++	+	±
„ 1 . .	—	—	—	—	—	—	±	+	±
„ 70 . .	—	—	—	—	—	±	+	++	+
„ 80 . .	—	—	—	—	—	—	±	++	±
„ Blut . .	—	—	—	—	—	+	++	++	±
Bac. parat. A. Strassburg	—	—	—	—	—	±	+	±	—
„ Moskau . .	—	—	—	—	—	—	+	+	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
„ Königsberg .	—	—	—	—	—	±	+	++	—
Bac. paratyphi B. J.. .	—	—	—	—	—	±	+	±	—
„ Spickgans .	—	—	—	—	—	+	++	+	+
„ Trautmann.	—	—	—	—	—	±	++	±	±
„ Hulda . .	—	—	—	—	±	+	++	+	±
„ Gertraud .	—	—	—	—	±	±	++	++	+
„ Halle . .	—	—	—	—	—	—	+	+	—
Bac. enteritidis Moorseele	—	—	—	—	—	—	±	±	±
„ Danysz . .	—	—	—	—	—	—	+	++	—
„ Halle . . .	—	—	—	—	—	+	++	++	±
„ Ollendorf .	—	—	—	—	—	+	++	+	—
„ Drigalski . .	—	—	—	—	±	+	++	+	±
„ Rattenseuche	—	—	—	—	—	—	++	±	—
„ Ratin Kopenhagen	—	—	—	—	—	+	++	+	±
„ Gärtner alt	—	—	—	—	—	—	+	±	—
„ Gärtner Gent	—	—	—	—	—	—	+	++	±

Оказывается такимъ образомъ, что прокипяченныя культуры всѣхъ видовъ бактерій кишечной группы имѣютъ одну и ту-же агглютинаціонную зону и одну и ту-же $[H\cdot]_{opt.}$ Ниже я попытаюсь дать посильное объясненіе этому факту.

Мы прослѣдили кислотную агглютинацію на всѣхъ видахъ бактерій кишечной группы. За исключеніемъ кишечной и дизентерійной палочекъ, бактеріи всѣхъ остальныхъ видовъ этой группы агглютинируются въ присутствіи кислоты. Мы убѣдились въ строгой закономѣрности этого явленія: мы видимъ, что агглютинаціонная зона и $[H\cdot]_{opt.}$ постоянны для каждаго даннаго вида бактерій кишечной группы и даже для каждой данной разновидности. Въ нѣкоторомъ условномъ смыслѣ можно говорить о специфичности процесса кислотной агглютинаціи, поскольку то или другое отношеніе даннаго микроба къ кислотной агглютинаціи опредѣляется принадлежностью его къ тому или другому виду.

Естественно возникаетъ вопросъ: въ какомъ отношеніи кислотная агглютинація находится къ специфической агглютинаціи, точнѣе—какова роль агглютинабельной субстанціи бактерійнаго тѣла въ процессѣ кислотной агглютинаціи?

A priori можно предполагать, что оба эти процесса, тождественные по своему внѣшнему проявленію, и по существу своему должны имѣть опредѣленныя точки соприкосновенія. Естественно допустить, что способность бактерій агглютинироваться въ присутствіи кислотъ обусловливается наличностью въ тѣлѣ бактерій той самой субстанціи, которая обусловливаетъ чувствительность бактерій къ агглютинину, и что кислота ведетъ къ агглютинаціи бактерій путемъ такихъ-же измѣненій ихъ агглютиногена, какія вызываетъ въ немъ агглютининъ.

Къ фактическому обоснованію этого апріорнаго положенія представляется только одинъ путь: сравненіе степени чувствительности одного и того-же микроба къ специфическому агглютинину и къ кислотамъ. Степень агглютинабельности микроба, resp. его чувствительность къ агглютинину, безспорно зависитъ отъ свойствъ его агглютинабельнаго вещества. Не отражается-ли то или другое состояніе агглютинабельнаго вещества бактерій на ихъ чувствительности къ кислотамъ? Иными словами, бактеріи, резистентныя къ агглютинину, не проявляютъ-ли резистентность и къ кислотамъ, и обратно: чувствительныя къ агглютинину бактеріи не отличаются-ли высокой чувствительностью и къ кислотамъ?

Для выясненія этого вопроса я поставилъ параллельные опыты съ специфической и кислотной агглютинаціей различныхъ культуръ тифозной палочки, отличающихся различной степенью чувствительности къ агглютинирующей тифозной сывороткѣ. (Табл. XX на сл. стр.)

Мы видимъ, что культуры, резистентныя по отношенію къ специфической агглютинирующей сывороткѣ, резистентны и по отношенію къ кислотѣ, и обратно: чувствительныя къ первой, чувствительны и ко второй. Это даетъ право заключить, что въ процессѣ кислотной агглютинаціи агглютинабельное вещество бактеріи играетъ ту-же роль, какая принадлежитъ ему въ процессѣ специфической агглютинаціи.

Серьезный теоретическій интересъ представляетъ также вопросъ объ отношеніи солей къ кислотной агглютинаціи бактерій. Специфическая агглютинація, согласно изслѣдованіямъ Bordet, Joos'a и Friedberger'a, наступаетъ

Таблица XX.

Кислотная агглютинація.	1	2	3	4	5	Специфическая агглютинація. Агглютинирующая тифозная сыворотка. Титръ = 1 : 1000	1:200	1:300	1:400	1:500	1:750	1:900	1:1000
Молочнокислый натръ $^1/_{10}$ . . .	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	Bab, typhi abd. 1	+++	+++	+++	+	+	++	+
Молочная кислота $^1/_{10}$ п.	0,6	0,12	0,24	0,5	0,1	„ 11	+	+	+	+	+	+	−
Вода	1,54	1,48	1,35	1,1	0,6	„ 41	+	+	+	−	−	−	−
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	„ 45	+	+	+	+	+	−	−
						„ 80	+	+	+	+	+	+	+
						„ 89	+	+	+	+	+	+	+

только въ присутствіи солей. Роль солей въ процессѣ специфической агглютинаціи Neisser и Friedemann, какъ мы видѣли, объясняютъ способностью ихъ сообщать агглютинину, который, по мнѣнію этихъ авторовъ, представляетъ собой электроамфотерный коллоидъ, опредѣленный электрическій зарядъ. Въ процессѣ кислотной агглютинаціи роль агглютинина принадлежитъ H-іонамъ кислоты, которые уже сами по себѣ несутъ положительный электрическій зарядъ, и поэтому, какъ это видно изъ опытовъ Neisser'a и Friedemann'a, присутствіе солей не представляется необходимымъ для наступленія кислотной агглютинаціи.

Но если кислотная агглютинація бактерій, въ противоположность специфической агглютинаціи, можетъ наступать и при полномъ отсутствіи солей въ бактеріальной эмульсіи, то какое вліяніе оказываетъ та или другая концентрація соли на кислотную агглютинацію бактерій?

Вліяніе различныхъ концентрацій солей на кислотную агглютинацію видно изъ таблицы XXI.

Таблица XXI.

[H·] =	1 $1{,}7.10^{-5}$	2 $3{,}5.10^{-5}$	3 $7{,}0.10^{-5}$	4 $1{,}38.10^{-4}$	5 $2{,}76.10^{-4}$	6 $5{,}5.10^{-4}$	7 $1{,}1.10^{-3}$	8 $2{,}2.10^{-3}$	9 $4{,}4.10^{-3}$
Молочнокис. натръ $\frac{1}{10}$ п.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ п.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ п.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. typhi II	—	++	+	—	—	—	—	—	—
„ Med. klinik . .	—	+	±	—	—	—	—	—	—

Тѣ-же ряды. Молочнокислый натръ — вмѣсто $^1/_{10}$ п. — $^1/_{30}$ п.; молочная кислота — вмѣсто $^1/_{10}$ п. и $^1/_1$ п. — $^1/_{30}$ п. и $^1/_3$ п.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bac. typhi II	—	+++	++	±	—	—	—	—	—
„ Med. klinik .	—	++	±	±	—	—	—	—	—
Тѣ-же ряды. Молочнокислый натръ 1/50 n.; молочная кислота — отъ 1 до 5 — 1/50 n., отъ 6 до 9 — 1/5 n.									
Bac. typhi II	—	+++	++	+	—	—	—	—	—
„ Med. klinik .	—	++	+	—	—	—	—	—	—
Тѣ-же ряды. Вмѣсто воды — физіологическій растворъ поваренной соли.									
Bac. typhi II	—	+	—	—	—	—	—	—	—
„ Med. klinik .	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Итакъ, кислотная агглютинація тѣмъ слабѣе выражена, чѣмъ выше концентрація соли въ бактеріальной взвѣси. Соли, слѣдовательно, вліяютъ задерживающимъ образомъ на кислотную агглютинацію бактерій, точно такъ-же какъ, согласно изслѣдованіямъ Michaelis'a, онѣ оказываютъ задерживающее дѣйствіе на кислотную коагуляцію бѣлковъ.

Опыты съ кислотной агглютинаціей холернаго и холероподобныхъ вибріоновъ.

Таблица XXII.

	1	2	3	4	5	6	7	8
[H·] =	1,7.10-5	3,5. 10-5	0,7.10-4	1,38.10-4	2,76.10-4	5,5.10-4	1,1.10-3	2,2.10-3	4,4.10-
Молочнокисл. натръ 1/10 n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — 1/10 n.; отъ 6 до 9 — 1/1 n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vibrio cholerae Berlin .	—	—	—	—	+++	+++	+++	+++	++
„ 1 . .	—	—	—	±	++	++	+++	+++	++
„ 2 . .	—	—	—	—	+	++	+++	+++	+

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vibrio cholerae 3 . . .	—	—	—	—	+	++	++	+++	++
„ 4 . . .	—	—	—	—	+	++	+++	+++	++
„ 5 . . .	—	—	—	—	—	++	++	+	—
„ 6 . . .	—	—	—	—	±	+	++	++	±
V. Metschnikowi Berlin .	—	—	—	—	—	—	+++	+++	++
„ Posen .	—	—	—	—	++	++	++	+	±
„ Halle .	—	—	—	—	—	+	++	++	+
„ Moskau	—	—	—	—	+++	++	++	+	—
v. Finkler—Priori . . .	—	—	—	—	++	++	+	—	—
v. Denecke	—	—	—	—	—	++	++	+	—
v. Danubicus	—	—	—	—	—	++	++	+	—
v. Dunbar	—	—	—	—	—	++	+	—	—
v. Berolinensis	—	—	—	—	—	+	—	—	±
v. aquatilis	—	—	—	—	—	—	—	±	+

Таблица XXIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	0,9.10-5	1,8.10-5	3,6.10-5	7,2.10-5	1,4.10-4	2,8.10-4	5,6.10-4	1,1.10-3	2,2.10-3
Левулиновок. натръ 1/1 n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — 1/10 n.; отъ 5 до 8 — 1/1 n.; 9 — 2/1 n.).	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
Вода	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vibrio cholerae Berlin .	—	—	—	—	±	+++	+++	+++	+++
„ 1 . .	—	—	—	—	+	+	++	+++	++
„ 2 . .	—	—	—	—	—	±	++	+++	+++
„ 3 . .	—	—	—	—	—	±	+	+	+++
„ 4 . .	—	—	—	—	—	+	++	+++	+++
„ 5 . .	—	—	—	—	—	+	++	++	++
„ 6 . .	—	—	—	—	—	±	+	++	++
V. Metschnikowi Berlin .	—	—	—	—	—	—	±	+++	+++
„ Posen .	—	—	—	—	—	+	++	++	+
„ Halle .	—	—	—	—	—	—	+	++	++
„ Moskau	—	—	—	—	—	++	++	++	+
V. Finkler—Priori . .	—	—	—	—	—	++	++	+	—
V. Denecke	—	—	—	—	—	—	+	+	±
V. Danubicus	—	—	—	—	+	++	±	—	—
V. Dunbar	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V. Berolinensis . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	±
V. aquatilis	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица XXIV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	2,79.10⁻⁴	5,58.10⁻⁴	1,17.10⁻³	2,35.10⁻³	4,7.10⁻³	9,4.10⁻³	1,88.10⁻²	3,76.10⁻²	7,5.10⁻²
Хлоруксуснок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Хлоруксусная кислота (отъ 1 до 1 — 1/10 n.; чтъ 6 до 9 — 1/1 n.)	0,09	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,58	1,15	2,3
В о д а	2,21	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,72	1,15	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Vibrio cholerae Berlin .	++	+++	+++	+++	++	±	—	—	—
„ 1 . .	+	+	+++	+++	++	++	+	—	—
„ 2 . .	+	+	++	+++	±	—	—	—	—
„ 3 . .	±	+	+	++	+	±	—	—	—
„ 4 . .	+	++	++	+++	++	+	—	—	—
„ 5 . .	—	++	++	++	+	—	—	—	—
„ 6 . .	+	+	++	++	—	—	—	—	—
V. Metschnikowi Berlin .	—	—	+++	+++	++	+	—	—	—
„ Posen .	—	++	++	+	±	—	—	—	—
„ Halle .	—	+	++	++	±	—	—	—	—
„ Moskau	++	++	++	+	+	—	—	—	—
V. Finkler–Priori .	+++	+++	++	±	—	—	—	—	—
V. Denecke	—	++	++	—	—	—	—	—	—
V. Danubicus	+	++	±	—	—	—	—	—	—
V. Dunbar	—	—	—	±	±	±	—	—	—
V. Berolinensis . . .	—	—	—	±	+	±	—	—	—
V. aquatilis	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Выводы:

1. Агглютинація холернаго вибріона наступаетъ при высокихъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной взвѣси.

2. Холерный вибріонъ отличается высокой чувствительностью къ кислотамъ (какъ и къ гомологичнымъ агглютинирующимъ сывороткамъ).

3. $[H\cdot]_{opt.}$ для холернаго вибріона не представляетъ строго опредѣленной величины и обнимаетъ широкую скалу [H·]—отъ $2{,}76 \cdot 10^{-4}$ до $2{,}2 \cdot 10^{-3}$.

4. Методъ кислотной агглютинаціи не можетъ служить для дифференцированія холернаго вибріона отъ большинства холероподобныхъ вибріоновъ.

Опыты съ кислотной агглютинаціей туберкулезной палочки.

Таблица XXV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	1,7.10⁻⁵	3,5.10⁻⁵	0,7.10⁻⁴	1,38.10⁻⁴	2,76.10⁻⁴	5,5.10⁻⁴	1,1.10⁻³	2,2.10⁻³	4,4.10⁻³
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а.	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. tuberculosis hominis	—	—	+	+	++	++	++	+	±
„ hominis .	—	—	—	±	+	+	+	±	±
„ bovis .	—	—	±	±	++	++	++	+	+
„ bovis .	—	—	—	—	±	±	±	—	—
„ bovis .	—	—	—	±	+	+	++	±	±
„ avium .	—	—	—	±	+	+	±	—	—
„ murium.	—	—	—	±	+.	+	+	±	—
Туб. палочка лягушки.	—	—	—	—	—	—	—	+	++

Таблица XXVI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	0,9.10⁻⁵	1,8.10⁻⁵	3,6.10⁻⁵	7,2.10⁻⁵	1,4.10⁻⁴	2,8.10⁻⁴	5,6.10⁻⁴	1,1.10⁻³	2,2.10⁻³
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
В о д а	2.12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. tuberculosis hominis	—	—	—	±	±	++	++	++	±
„ hominis .	—	—	—	—	±	±	+	+	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bac. tuberculosis bovis .	—	—	—	±	±	++	++	++	+
„ bovis .	—	—	—	—	—	±	±	±	—
„ bovis .	—	—	—	—	±	±	++	++	+
„ avium .	—	—	—	—	±	±	+	+	—
„ murium.	—	—	—	—	±	+	+	+	±
Туберк. палочка лягушки	—	—	—	—	—	—	—	—	+

Какъ видно изъ представленныхъ таблицъ, туберкулезная палочка слабо агглютинируется кислотами. Точно установить величину $[H^{\cdot}]_{opt.}$ не удается, такъ какъ optimum агглютинаціи наступаетъ при различныхъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной взвѣси (между $2{,}76 . 10^{-4}$ и $1{,}1 . 10^{-3}$). За исключеніемъ туберкулезной палочки лягушки, агглютинаціонная зона у различныхъ видовъ туберкулезной палочки соотвѣтствуетъ однѣмъ и тѣмъ-же концентраціямъ H-іоновъ.

Опыты съ кислотной агглютинаціей дифтерійной и ложнодифтерійной палочекъ.

Таблица XXVII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}]$ —	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B. diphtheriae Handmann	—	—	—	±	++	++	++	+	+
„ Engelgardt	—	—	—	—	++	++	++	+	+
„ Pautov .	—	±	+	+	++	+	±	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bac. diphtheriae Fiochev	—	—	±	+	++	++	++	±	±
„ Frentzel .	—	—	—	+	++	++	++	±	±
„ Schulze .	—	—	—	+	+	++	++	±	—
„ Лисъ . .	—	—	±	—	+	+	±	±	—
„ Гейлеръ .	—	—	—	±	++	+	+	—	—
„ Блюмъ .	—	—	—	±	+	+	+	±	—
„ Ар. . .	—	—	—	±	+	±	—	—	—
„ 165 . .	—	—	±	±	+	+	—	—	—
„ № 3 . .	—	±	±	+	++	++	±	±	—
Bac. pseudodiphtheriae 1	—	—	±	+	+	+	—	—	—
„ 2	—	—	±	±	++	++	±	±	—

Таблица XXVIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}]$ =	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9.10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6	1,6
Вода	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B. diphtheriae Handmann	—	—	—	—	—	+	++	++	++
„ Engelgardt	—	—	—	—	—	—	++	+	+
„ Pautov .	—	—	—	—	±	+	++	+	+
„ Fiochev .	—	—	—	—	—	—	++	++	++
„ Frentzel .	—	—	—	—	—	+	++	+	+
„ Schulze .	—	—	—	—	±	+	+	++	++

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
„ Лисъ . .	—	—	—	—	±	±	+	+	+
„ Гейлеръ .	—	—	—	—	—	+	++	+	—
„ Блюмъ .	—	—	—	—	—	—	+	+	+
„ Ар. . .	—	—	—	—	—	±	++	+	—
„ 165 . . .	—	—	—	—	—	±	++	++	—
„ № 3 . .	—	—	—	—	±	±	+	+	+
Bac. pseudodiphtheriae 1	—	—	—	—	—	+	+	+	+
„ 2	—	—	—	—	±	+	++	++	++

Таблица XXIX.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1.4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1\,10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ловулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.).	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
В о д а	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
B. diphtheriae Handmann	—	—	—	—	±	++	++	+	+
„ Engelgardt	—	—	—	—	—	++	+	+	±
„ Pautov .	—	—	±	±	+	++	±	—	—
„ Fiochev .	—	—	—	—	±	++	++	+	+
„ Frentzel .	—	—	—	—	±	++	++	++	+
„ Schulze .	—	—	—	—	±	+	++	+	±
„ Лисъ . .	—	—	—	±	+	+	+	—	—
„ Гейлеръ .	—	—	—	—	±	++	+	—	±
„ Блюмъ .	—	—	—	—	±	+	+	+	±
„ Ар. . .	—	—	—	—	±	+	±	—	—
„ 165 . . .	—	—	—	—	±	±	+	—	—
„ № 3 . .	—	—	—	±	+	++	++	+	—
Bac. pseudodiphtheriae 1	—	—	—	—	+	+	+	±	—
„ 2	—	—	—	—	±	++	++	+	—

Мы видимъ, что: 1) агглютинація дифтерійной палочки никогда не достигаетъ высокой степени; 2) $[H^{\cdot}]_{opt.}$ для диф-

терійной палочки не представляетъ строго опредѣленной величины; 3) между дифтерійной и ложнодифтерійной палочками не наблюдается никакого различія въ отношеніяхъ той и другой къ кислотной агглютинаціи.

Опыты съ кислотной агглютинаціей бацилла сибирской язвы.

Таблица XXX.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5\,10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76\,10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а.	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. anthracis 1 . . .	—	+	++	++	++	+	+	+	±
„ 2 . . .	—	±	+	++	++	+	+	±	—
„ 3 . . .	—	±	++	++	+	+	+	±	±
„ 4 . . .	—	±	+	++	+	±	±	±	—
„ 5 . . .	—	++	++	++	++	+	+	+	+

(Табл. XXXI и XXXII на сл. стр.)

Агглютинація сибиреязвенной палочки, какъ видно изъ приведенныхъ таблицъ, наступаетъ какъ при очень низкихъ, такъ и при очень высокихъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной эмульсіи. $[H]_{opt.}$ для b. anthracis колеблется между $0{,}7 \cdot 10^{-4}$ и $2{,}76 \cdot 10^{-4}$.

Таблица XXXI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$2{,}3.10^{-6}$	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9.10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6	1,6
о д а	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. anthracis 1 . . .	—	—	—	+	++	++	+	+	+
„ 2 . . .	—	—	—	±	+	++	++	+	+
„ 3 . . .	—	—	—	+	+++	++	++	+	+
„ 4 . . .	—	—	—	±	+	++	+	±	±
„ 5 . . .	—	—	—	—	++	++	++	+	+

Таблица XXXII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 = $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
В о д а	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. anthracis 1 . . .	—	—	+	++	++	+	+	+	±
„ 2 . . .	—	—	±	+	++	++	+	±	±
„ 3 . . .	—	—	—	++	++	+	+	+	+
„ 4 . . .	—	—	±	++	++	++	+	±	—
„ 5 . . .	—	—	+	++	++	+	+	+	±

Опыты съ кислотной агглютинаціей коклюшной палочки Bordet.

Таблица XXXIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. tussis convulsivae 1	+	++	++	++	++	++	++	+	—
„ 2	—	—	—	—	—	++	+	+	+
„ 3	—	±	++	++	++	++	±	—	—
Bac. influenzae . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Зависимость степени агглютинаціи отъ той или другой концентраціи H-іоновъ въ бактеріальной суспензіи выражена только у одной изъ трехъ изслѣдованныхъ мною культуръ этого микроба; для двухъ другихъ культуръ отмѣчена одинаковая степень агглютинаціи при различныхъ концентраціяхъ H-іоновъ (начиная отъ $3{,}5 . 10^{-5}$ и кончая $1{,}1 . 10^{-3}$).

Что касается палочки инфлюэнцы, то я располагалъ только одной культурой этого микроба. Культура эта не агглютинировалась ни при какихъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной суспензіи (начиная отъ пункта нейтральности и кончая 10^{-2}).

Опыты съ кислотной агглютинаціей diplobac. Friedländeri.

Таблица XXXIV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,38	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Diplobac. Friedländeri 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица XXXV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$2{,}79.10^{-4}$	$5{,}58.10^{-4}$	$1{,}17.10^{-3}$	$2{,}35.10^{-3}$	$4{,}7.10^{-3}$	$9{,}4.10^{-3}$	$1{,}88.10^{-2}$	$3{,}76.10^{-2}$	$7{,}5.10^{-2}$
Хлоруксуснок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
Хлоруксусная кислота (отъ 1 до 5 — $^1/_{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $^1/_1$ n.)	0,09	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,58	1,15	2,3
В о д а	2,21	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,72	1,15	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Diplobac. Friedländeri 1	—	—	—	—	±	—	—	—	—
„ 2	—	—	—	—	±	—	—	—	—
„ 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Мы видимъ, что диплобациллъ Friedländer'a, изъ всѣхъ патогенныхъ микробовъ отличающійся наибольшей резистентностью какъ по отношенію къ гомологичнымъ агглютинирующимъ сывороткамъ, такъ и по отношенію къ солямъ, обнаруживаетъ такую-же высокую резистентность и по отношенію къ кислотамъ.

Опыты съ кислотной агглютинаціей синегнойной палочки.

Таблица XXXVI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-6}$	$1{,}38\ 10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,1	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. pyocyaneus 1 . .	—	—	—	+	+++	++	++	+	—
„ 2 . .	—	—	—	—	±	—	—	—	—
„ 3 . .	—	—	—	—	+	—	—	—	—
„ 4 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 5 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(Табл. XXXVII и XXXVIII на сл. стр.)

$[H.]_{opt.}$ для синегнойной палочки представляетъ вполнѣ опредѣленную величину $= 2{,}76.10^{-4}$. Однако, способность къ агглютинаціи подъ вліяніемъ кислотъ у синегнойной палочки очень слабо выражена, а у нѣкоторыхъ культуръ этой бактеріи совершенно отсутствуетъ.

Таблица XXXVII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$2{,}3.10^{-6}$	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9\,10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. pyocyaneus 1 . .	—	—	—	—	—	±	++	+++	++
„ 2 . .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ 3 . .	—	—	—	—	—	—	—	+	—
„ 4 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 5 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Таблица XXXVIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$0{,}45.10^{-5}$	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n., отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.).	0,09	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3
Вода	2,21	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Bac. pyocyeneus 1 . .	—	—	—	—	—	+	++	+	+
„ 2 . .	—	—	—	—	—	—	+	—	—
„ 3 . .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ 4 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 5 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Опыты съ кислотной агглютинаціей гноеродныхъ стафилококковъ.

Таблица XXXIX.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$7{,}0.10^{-5}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокис. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Staphyloc. pyog. aureus D.	—	—	—	—	+	++	+++	+++	++
„ L.	—	—	—	—	±	+	+	++	±
„ M.	—	—	—	—	±	+	++	+	—
„ S.	—	—	—	—	±	+	+++	+++	+
„ W.	—	—	—	—	±	++	+++	+++	—
„ B.	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ Paukow .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ Croner .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ osteomyelitidis	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ meningit. .	—	—	—	—	+	+	++	+	—
„ 1 .	—	—	—	—	—	—	±	±	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	±	—	—
Staph. pyog. albus 1 .	—	—	—	—	++	+++	+++	+++	++
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	±	—	—
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	±	±	—
Staph. pyog. citreus 1 .	—	—	—	—	—	—	±	++	+
„ 3 .	6—	—	—	—	—	—	—	+	—

Таблица XL.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8.10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
В о д а	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Staphyloc. pyog. aureus D.	—	—	—	—	±	+	++	+++	+++
„ L.	—	—	—	—	—	+	+	++	++
„ M.	—	—	—	—	—	±	+	+++	++
„ S.	—	—	—	—	—	+	+	+++	+++
„ W.	—	—	—	—	—	±	++	++	+++
„ B.	—	—	—	—	—	—	—	—	+
„ Paukow.	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ Croner . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ osteomyelitidis	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ meningitidis .	—	—	—	—	—	+	+	++	+
„ 1 .	—	—	—	—	±	—	—	±	+
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
Staph. pyog. albus. 1 .	—	—	—	—	±	++	+++	+++	+++
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	±	+	—
Staph. pyog. citreus 1 .	—	—	—	—	—	—	±	++	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	±

Таблица XLI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}] =$	$2{,}79.10^{-4}$	$5{,}58\,10^{-4}$	$1{,}17.10^{-3}$	$2{,}35.10^{-3}$	$4{,}7.10^{-3}$	$9{,}4.10^{-3}$	$1{,}88.10^{-2}$	$3{,}76.10^{-2}$	$7{,}5.10^{-2}$
Хлоруксуснок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
Хлоруксусная кислота (отъ 1 до 5 — $^1/_{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $^1/_1$ n.)	0,09	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,58	1,15	2,3
В о д а	2,21	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,72	1,15	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Staphyloc. pyog. aureus D.	±	++	+++	+++	+	±	—	—	—
„ L.	—	±	+	++	+	—	—	—	—
„ M.	±	+	++	++	—	—	—	—	—
„ S.	+	++	+++	+++	±	—	—	—	—
„ W.	+	++	++	+++	+	—	—	—	—
„ B.	—	—	±	+	—	—	—	—	—
„ Paucow. .	—	—	—	±	—	—	—	—	—
„ Croner. .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ osteomyelit. .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ meningit. .	±	+	++	++	—	—	—	—	—
„ 1 .	—	—	±	+	—	—	—	—	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 3 .	—	—	±	—	—	—	—	—	—
Staph. pyog. albus. 1 .	++	++	+++	+++	++	±	—	—	—
„ 2 .	—	—	+	—	—	—	—	—	—
„ 3.	—	—	+	±	—	—	—	—	—
Staph. pyog. citreus 1 .	—	—	+	++	++	—	—	—	—
„ 2 .	—	—	—	±	—	—	—	—	—

Стафилококки обнаруживаютъ значительную чувствительность къ кислотамъ; однако, встрѣчаются культуры, не агглютинирующіяся подъ вліяніемъ кислотъ. Агглютинація стафилококковъ наступаетъ при очень высокихъ концентра-

ціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной взвѣси; $[H^{\cdot}]_{opt.}$ — между $2.2.10^{-3}$ и $4,4.10^{-3}$. Между различными видами стафилококковъ различія въ отношеніи кислотной агглютинаціи не наблюдается.

Опыты съ кислотной агглютинаціей гноероднаго стрептококка.

Таблица XLII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}]$ —	$1,7.10^{-5}$	$3,5.10^{-5}$	$0,7.10^{-4}$	$1,38.10^{-4}$	$2,76.10^{-4}$	$5,5.10^{-4}$	$1,1.10^{-3}$	$2,2.10^{-3}$	$4,4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
Вода	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Streptococcus pyog. 1 .	—	—	—	—	—	—	—	+	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	±	+	—
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ 4 .	—	—	—	—	—	—	±	±	—
„ 5 .	—	—	—	—	—	—	±	—	—
„ 6 .	—	—	—	—	—	—	—	+	±
„ 7 .	—	—	—	—	—	±	+	+	—
„ 8 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 9 .	—	—	—	—	—	—	—	±	—
„ scarlatinae Ф. 1.	—	—	—	—	—	±	±	±	—
„ „ Госпиталь	—	—	—	—	±	±	+	±	—
„ „ Лебедевъ.	—	—	—	—	—	±	+	±	—
„ „ № 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ 18 .	—	—	—	—	±	+	+	+	—

Таблица XLIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H^{\cdot}]$ =	$0,9.10^{-5}$	$1,8.10^{-5}$	$3,6.10^{-5}$	$7,2.10^{-5}$	$1,4.10^{-4}$	$2,8.10^{-4}$	$5,6.10^{-4}$	$1,1.10^{-3}$	$2,2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 = $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
Вода	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Streptococcus pyog. 1 .	—	—	—	—	—	—	—	±	+
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	+
„ 3 .	—	—	—	∓	—	—	—	—	±
„ 4 .	—	—	—	—	—	—	—	±	+
„ 5 .	—	—	—	—	—	—	—	+	—
„ 6 .	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ 7 .	—	—	—	—	—	—	±	+	+
„ 8 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 9 .	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ scarlatinae Ф. 1.	—	—	—	—	—	—	±	±	±
„ „ Госпиталь	—	—	—	—	—	—	±	±	±
„ „ Лебедевъ.	—	—	—	—	—	—	—	—	±
„ „ № 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ 18 .	—	—	—	—	—	±	+	+	+

Таблица XLIV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$2{,}79.10^{-4}$	$5{,}58.10^{-4}$	$1{,}17.10^{-3}$	$2{,}35.10^{-3}$	$4{,}7.10^{-3}$	$9{,}4.10^{-3}$	$1{,}88.10^{-2}$	$3{,}76.10^{-2}$	$7{,}5.10^{-2}$
Хлоруксуснок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Хлоруксусная кислота (отъ 1 до 1 — $^1/_{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $^1/_1$ n.)	0,09	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,58	1,15	2,3
В о д а	2,21	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,72	1,15	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Streptococcus pyog. 1 .	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ 2 .	—	—	+	+	—	—	—	—	—
„ 3 .	—	—	—	±	—	—	—	—	—
„ 4 .	—	—	±	+	—	—	—	—	—
„ 5 .	—	—	+	±	—	—	—	—	—
„ 6 .	—	—	—	+	±	—	—	—	—
„ 7 .	—	±	+	+	—	—	—	—	—
„ 8 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ 9 .	—	—	—	+	—	—	—	—	—
„ scarlatinae Ф. 1.	—	±	±	+	—	—	—	—	—
„ „ Госпиталь	—	±	+	±	—	—	—	—	—
„ „ Лебедевъ.	—	—	—	+	±	—	—	—	—
„ „ № 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ 18 .	—	—	+	+	+	—	—	—	—

Изъ представленныхъ таблицъ видно, что стрептококкъ отличается большей резистентностью по отношенію къ кислотамъ, чѣмъ стафилококкъ, величина же $[H\cdot]_{opt.}$ для обоихъ видовъ микробовъ одна и та же.

Опыты съ кислотной агглютинаціей пнеймококка.

Таблица XLV.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2\,10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокис. натръ $^1/_{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $^1/_{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $^1/_1$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Diplococcus Fraenkeli 1.	—	—	—	±	+	++	—	—	—
„ 2.	—	—	±	±	++	+	+	—	—
„ 3	—	—	—	—	±	+	—	—	—
„ 4.	—	—	—	—	±	+	—	—	—

Таблица XLVI.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
[H·] =	$4{,}5.10^{-6}$	$9{,}0.10^{-6}$	$1{,}8.10^{-6}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}45.10^{-4}$	$2{,}9.10^{-4}$	$5{,}8.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$
Уксуснокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Уксусная кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n.; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6	1,6
В о д а	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Diplococcus Fraenkeli 1.	—	—	—	—	—	±	+	+	—
„ 2.	—	—	—	—	±	±	++	+	—
„ 3.	—	—	—	—	±	±	±	+	—
„ 4.	—	—	—	—	—	±	+	—	—

НБ ХНМУ

Таблица XLVII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H\cdot] =$	$0{,}9.10^{-5}$	$1{,}8\,10^{-5}$	$3{,}6.10^{-5}$	$7{,}2.10^{-5}$	$1{,}4.10^{-4}$	$2{,}8.10^{-4}$	$5{,}6.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$
Левулиновок. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Левулиновая кислота (отъ 1 до 4 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 5 до 8 — $\frac{1}{1}$ n; 9 — $\frac{2}{1}$ n.)	0,18	0,36	0,72	1,44	0,29	0,57	1,15	2,3	2,3
В о д а	2,12	1,94	1,58	0,86	1,9	1,73	1,15	0,0	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Diplococcus Fraenkeli 1.	—	—	—	—	+	++	+	—	—
„ 2.	—	—	—	+	+	++	++	+	—
„ 3.	—	—	—	—	—	+	—	—	—
„ 4.	—	—	—	—	—	±	++	—	—

Пнеймококкъ обнаруживаетъ слабую способность къ агглютинаціи. $[H\cdot]_{opt.}$ — между $2{,}76.10^{-4}$ и $5{,}5.10^{-4}$.

Опыты съ кислотной агглютинаціей менингококка, гонококка и катарральнаго микрококка.

Таблица XLVIII.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H\cdot] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а.	1,54	1,48	1,36	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Meningococcus Berlin .	—	++	+++	+++	++	++	+	+	+
„ Willy .	+	++	+++	+++	++	+	—	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Meningococcus 1 . .	—	—	+++	+++	—	—	—	—	—
„ 2 . .	+++	+++	++	++	+	—	—	—	—
Gonococcus 1 . .	—	±	—	—	—	—	—	—	—
„ 2 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Micrococcus catarrhalis 1	—	—	—	—	—	—	+	+	++
„ 2	—	—	—	—	—	—	—	—	±

Менингококкъ обнаруживаетъ высокую чувствительность къ кислотамъ.

Изъ 4-хъ изслѣдованныхъ мною культуръ менингококка для 3-хъ культуръ предѣлы $]H\cdot]_{opt.}$ — между $0{,}7.10^{-4}$ и $1{,}38.10^{-4}$, для 4-й культуры — $1{,}7.10^{-5}$ — $3{,}5.10^{-5}$.

Гонококки и катарральный микрококкъ, въ противоположность менингококку, обнаруживаютъ слабую способность къ агглютинаціи.

$[H\cdot]_{opt.}$ для гонококка — $3{,}5.10^{-5}$, для катарральнаго микроба — $4{,}4.10^{-2}$.

Опыты съ вскипяченными эмульсіями различныхъ бактерій.

Таблица XLIX.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$[H\cdot] =$	$1{,}7.10^{-5}$	$3{,}5.10^{-5}$	$0{,}7.10^{-4}$	$1{,}38.10^{-4}$	$2{,}76.10^{-4}$	$5{,}5.10^{-4}$	$1{,}1.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$4{,}4.10^{-3}$
Молочнокисл. натръ $\frac{1}{10}$ n.	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Молочная кислота (отъ 1 до 5 — $\frac{1}{10}$ n.; отъ 6 до 9 — $\frac{1}{1}$ n.)	0,06	0,12	0,25	0,5	1,0	0,2	0,4	0,8	1,6
В о д а	1,54	1,48	1,38	1,1	0,6	1,4	1,2	0,8	0,0
Культура	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
V. cholerae 1 . .	++	+++	+++	++	++	+	—	—	—
„ 2 . .	—	++	++	++	++	—	—	—	—
V. Metschnikowi 1 . .	—	—	—	+	+++	+++	—	—	—
„ 2 . .	—	—	—	++	+++	—	—	—	—

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V. Finkler-Priori 1 . .	—	+	+++	+++	+++	—	—	—	—
„ 2 . .	+	++	++	++	—	+	—	—	—
Bac. anthracis 1 . .	±	+	+	+	+	±	—	—	—
„ 2 . .	—	++	++	+	+	—	—	—	—
Bac. diphtheriae 1 . .	—	—	+	+	—	—	—	—	—
„ 2 . .	—	—	+	++	—	—	—	—	—
Diplobac. Friedländeri 1 .	—		—	—	—	—	—	—	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	+	++
Bac. pyocyaneus 1 .	—	—	—	—	++	++	+	—	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Staph. pyog. aureus 1 .	—	—	—	—	—	—	—	++	—
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	+	+	—
„ 3 .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Streptococc. pyog. 1 .	—	—	—	—	—	—	—	±	+
„ 2 .	—	—	—	—	—	—	—	±	±

Итакъ, для однѣхъ бактерій условія кислотной агглютинаціи при нагрѣваніи ихъ до 100° не измѣняются, другія актеріи (вибріоны) въ вскипяченныхъ суспензіяхъ агглютинируются при другихъ концентраціяхъ Н-іоновъ, чѣмъ въ суспензіяхъ нормальныхъ.

Опыты съ катафорезомъ кислыхъ бактеріальныхъ взвѣсей.

Оставаясь на строго фактической почвѣ, мы на основаніи всего сказаннаго можемъ сравнить процессъ кислотной агглютинаціи бактерій съ процессомъ коагуляціи коллоидныхъ суспензій и растворовъ подъ вліяніемъ кислотъ. Бактеріи, несущія въ водѣ отрицательный электрическій зарядъ, въ присутствіи Н-іоновъ и при опредѣленной концентраціи послѣднихъ агглютинируются точно такъ же, какъ

коагулируются подъ вліяніемъ Н-іоновъ и при опредѣленной концентраціи ихъ частицы электроотрицательнаго коллоида.

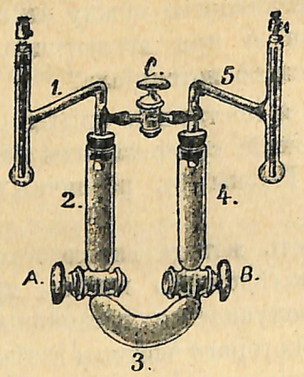
Можно ли до конца прослѣдить аналогію между этими двумя процессами? Наблюдается ли и при агглютинаціи бактерій уменьшеніе ихъ электрическаго потенціала?

Для разрѣшенія этого вопроса я поставилъ опыты съ катафорезомъ бактеріальныхъ суспензій, содержащихъ различныя количества кислоты, resp. Н-іоны въ различныхъ концентраціяхъ.

Методика изслѣдованія. Сущность метода заключается въ томъ, что чрезъ подлежащую изслѣдованію взвѣсь, наполняющую стеклянную трубку, пропускается постоянный электрическій токъ, подъ вліяніемъ котораго частицы взвѣси перемѣщаются къ аноду или катоду въ зависимости отъ знака ихъ электрическаго заряда. Перемѣщеніе частицъ при прохожденіи чрезъ суспензію электрическаго тока указываетъ на существованіе разности потенціаловъ между поверхностью частицъ суспензіи и жидкостью, въ которой онѣ взвѣшены; по направленію, въ которомъ перемѣщаются частицы, можно судить о характерѣ ихъ электрическаго потенціала; прекращеніе катафореза частицъ суспензіи указываетъ на наступленіе изоэлектрическаго пункта, т. е. на исчезновеніе разности потенціаловъ между частицами суспензіи и жидкостью.

При изученіи вліянія различныхъ электролитовъ на электрическія свойства суспензій необходимо считаться съ однимъ побочнымъ явленіемъ, которое можетъ существенно отразиться на результатахъ изслѣдованія. Прохожденіе тока чрезъ суспензію (или растворъ) ведетъ къ образованію въ послѣдней продуктовъ электролиза — главнымъ образомъ кислотъ, образующихся на анодѣ, и щелочей, выдѣляющихся на катодѣ. Само собой понятно, что вслѣдствіе образованія этихъ продуктовъ электролиза первоначальная концентрація кислоты въ изслѣдуемой кислой суспензіи можетъ существенно измѣниться. Для того чтобы ослабить вліяніе продуктовъ электролиза на составъ изслѣдуемой суспензіи, необходимо изолировать ее отъ электродовъ, что достигается особеннымъ устройствомъ стеклянной трубки и примѣне-

ніемъ „боковыхъ растворовъ“ (Seitenflüssigkeiten). На прилагаемомъ рисункѣ изображенъ стеклянный аппаратъ, служащій для опытовъ съ катафорезомъ. U-образная трубка (2, 3, 4) раздѣлена двумя кранами (A и B) на 3 отдѣленія; каждое изъ боковыхъ отдѣленій сверху закрыто резиновой пробкой, въ отверстіе которой вставленъ конецъ тонкой изогнутой стеклянной трубки (1 и 5), несущей боковой отростокъ. Резиновая трубка, насаженная на оба отростка и соединяющая такимъ образомъ обѣ тонкія стеклянныя трубки, снабжена стекляннымъ краномъ, при опредѣленномъ положеніи котораго сообщеніе между трубками прекращается. Въ боковыя отдѣленія изогнутыхъ трубокъ вставляются электроды.



1/4 натуральной величины (по Michaelis'у).

Изслѣдуемой кислой взвѣсью бактерій наполняютъ среднее отдѣленіе U-образной трубки, послѣ чего оба крана (A и B) закрываются; въ оба боковыхъ отдѣленія U-образной трубки вливаютъ „боковой растворъ“, т. е. дестиллированную воду, къ каждой единицѣ объема которой прилиты такія-же количества кислоты и ея щелочной соли, какія содержатся въ такой-же объемной единицѣ изслѣдуемой взвѣси. Такимъ обрасомъ, [H·] въ боковомъ растворѣ та-же, что и въ изслѣдуемой суспензіи, и вся U-образная трубка оказывается заполненной однородной (въ смыслѣ содержанія H-іоновъ) жидкостью. Тѣмъ-же боковымъ растворомъ наполняются обѣ верхнія трубки (1 и 5), причемъ предъ вливаніемъ въ нихъ раствора открываютъ верхній кранъ (C). Затѣмъ вставляютъ электроды, верхній кранъ закрываютъ, включаютъ токъ и осторожно открываютъ оба боковыхъ крана.

При такой постановкѣ опыта испытуемая жидкость не соприкасается непосредственно съ электродами, и образующіяся на послѣднихъ кислота и щелочь лишь медленно проникаютъ въ нее. Для того чтобы совершенно избѣгнуть образованія на электродахъ продуктовъ электролиза, Michaelis примѣнилъ для опытовъ съ катафорезомъ т. наз. неполяризующіеся электроды. Свойствами неполяризующагося электрода обладаетъ, какъ извѣстно, металлъ, погруженный въ растворъ какой-либо изъ его солей. Если, напр., къ жидкости, находящейся въ боковыхъ отдѣленіяхъ верхнихъ трубокъ (1 и 5) прибавить небольшое количество $ZnSO_4$ и въ качествѣ электродовъ вставить пластинки изъ Zn, то образованія продуктовъ электролиза при прохожденіи чрезъ жидкость электрическаго тока не наступитъ.

Опыты съ катафорезомъ тифозной палочки.

Опытъ I.

Изслѣдуемая взвѣсь { Взвѣсь тифозной культуры въ дестиллированой водѣ.

Боковой растворъ { Дестиллированная вода.

Черезъ 1 часъ послѣ включенія тока въ боковой части U-образной трубки, соотвѣтственно аноду, явственное помутнѣніе нижняго слоя воды — перемѣщеніе бактерій по направленію къ аноду.

Опытъ II.

Изслѣдуемая взвѣсь {
- Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 2,5
- Молочная кислота $\frac{1}{10}$ n. — 0,6
- Тифозная эмульсія — 12,5

Боковой растворъ {
- Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 10,0
- Молочная кислота $\frac{1}{10}$ n. — 2,4
- Дестиллированная вода — 50,0

$[H\cdot] = 3{,}5 \cdot 10^{-5}$, т. е. соотвѣтствуетъ optimum'у агглютинаціи тифозной палочки.

Черезъ 1 часъ — перемѣщеніе бактерій по направленію къ аноду.

Опытъ III.

Изслѣдуемая взвѣсь {
- Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 2,5
- Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n. — 4,0
- Тифозная эмульсія — 8,5

Боковой растворъ { Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 10,0 ; Молочная кислота — 16,0 ; Дестиллированная вода — 34,0 }

$[H\cdot] = 2{,}2 \cdot 10^{-3}$.

Черезъ 1 часъ — перемѣщеніе бактерій по направленію къ аноду.

Опыты съ катафорезомъ Gärtner'овской палочки

(bac. enterit. Rattenseuche Schern)

Опытъ I.

Изслѣдуемая взвѣсь { Взвѣсь Gärtner'овской культуры въ дестиллированной водѣ.

Боковой растворъ { Дестиллированная вода.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Опытъ II.

Изслѣдуемая взвѣсь { Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 2,5 ; Молочная кислота $\frac{1}{10}$ n. — 2,5 ; Бактеріальная эмульсія — 10,0 }

Боковой растворъ { Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 10,0 ; Молочная кислота $\frac{1}{10}$ n. — 10,0 ; Дестилированная вода — 40,0 }

$[H\cdot] = 1{,}38 \cdot 10^{-4}$, т. е. соотвѣтствуетъ optimum'у агглютинаціи Gärtner'овской палочки.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Опытъ III.

Изслѣдуемая взвѣсь { Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 2,5 ; Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n. — 4,0 ; Бактеріальная эмульсія — 8,5 }

Боковой растворъ { Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 10,0 ; Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n. — 16,0 ; Дестиллированная вода — 34,0 }

$[H\cdot] = 2{,}2 \cdot 10^{-3}$.

результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Опыты съ катафорезомъ холернаго вибріона.

Опытъ I.

Изслѣдуемая взвѣсь { Взвѣсь культуры въ дестиллированной водѣ.

Боковой растворъ { Дестиллированная вода.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Опытъ II.

Изслѣдуемая взвѣсь { Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 2,5 ; Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n. — 2,0 ; Холерная эмульсія — 10,5 }

Боковой растворъ { Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n. — 10,0 ; Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n. — 8,0 ; Дестиллированная вода — 42,0 }

$[H\cdot] = 1{,}1 \cdot 10^{-3}$, т. е. соотвѣтствуетъ optimum'у агглютинаціи холернаго вибріона.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Опытъ III.

Изслѣдуемая взвѣсь { Молочнокислый натръ $\frac{1}{20}$ n. — 2,5 ; Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n. — 8,0 ; Холерная эмульсія — 9,5 }

Боковой растворъ { Молочнокислый натръ $\frac{1}{20}$ n. — 10,0 ; Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n. — 32,0 ; Дестиллированная вода — 38,0 }

$[H\cdot] = 8{,}8 \cdot 10^{-3}$.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Опыты съ катафорезомъ стафилококковъ.

Опытъ I.

Изслѣдуемая взвѣсь { Взвѣсь стафилококковой культуры въ дестиллированной водѣ.

Боковой растворъ { Дестиллированная вода.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

НЕХНАУ

Опытъ II.

Изслѣдуемая взвѣсь	Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n.	— 2,5
	Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n.	— 4,0
	Стафилококковая эмульсія	— 8,5
Боковой растворъ	Молочнокислый натръ $\frac{1}{10}$ n.	— 10,0
	Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n.	— 16,0
	Дестиллированная вода	— 34,0

$[H\cdot] = 2{,}2 \cdot 10^{-3}$, т. е. соотвѣтствуетъ optimum'у агглютинаціи стафилококка.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Опытъ III.

Изслѣдуемая взвѣсь	Молочнокислый натръ $\frac{1}{20}$ n.	— 2,5
	Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n.	— 8,0
	Стафилококковая эмульсія	— 9,5
Боковой растворъ	Молочнокислый натръ $\frac{1}{20}$ n.	— 10,0
	Молочная кислота $\frac{1}{1}$ n.	— 32,0
	Дестиллированная вода	— 38,0

$[H\cdot] = 8{,}8 \cdot 10^{-3}$.

Результатъ катафореза — перемѣщеніе бактерій къ аноду.

Итакъ, результаты опытовъ съ катафорезомъ суспендированныхъ въ кислыхъ растворахъ культуръ различныхъ патогенныхъ микробовъ согласно говорятъ въ пользу того, что измѣненія концентрацій H-іоновъ въ бактеріальныхъ суспензіяхъ не вызываютъ никакихъ видимыхъ измѣненій въ электрическихъ свойствахъ бактерій: отрицательный электрическій зарядъ, который бактеріи несутъ въ водѣ, не усредняется въ кислыхъ взвѣсяхъ, въ которыхъ концентрація H-іоновъ соотвѣтствуетъ $[H\cdot]_{opt.}$ для даннаго микроба, и не замѣняется положительнымъ зарядомъ при дальнѣйшемъ повышеніи кооцентраціи H-іоновъ въ бактеріальной суспензіи.

Такимъ образомъ, въ противоположность коагуляціи коллоидныхъ суспензій, находящейся въ непосредственной зависимости отъ уменьшенія электрическаго потенціала

взвѣшенныхъ въ водѣ частицъ коллоида, при кислотной агглютинаціи бактерій такое уменьшеніе разности потенціаловъ между поверхностью бактерійнаго тѣла и водой не имѣетъ мѣста.

Нужно впрочемъ сказать, что обнаруживаемое въ опытахъ съ катафорезомъ различіе электрическихъ свойствъ бактеріальныхъ и коллоидныхъ суспензій не представляется неожиданнымъ и легко объясняется особенностями бактеріальной суспензіи. Въ отличіе отъ коллоидныхъ частицъ, т. е. аггрегатовъ однородныхъ молекулъ, бактерія представляетъ собой сложный по своему составу организмъ. Въ составъ тѣла бактеріи входятъ разнородные протеины, эндотоксины, токсины, агглютиногенъ, ферменты, пигменты, целлюлеза, продукты жизнедѣятельности бактеріи и пр. Каждый изъ всѣхъ этихъ разнородныхъ составныхъ элементовъ бактерійнаго тѣла несетъ ему лишь одному свойственный электрическій зарядъ, или, вѣрнѣе, заряды, такъ какъ разность потенціаловъ возникаетъ не только въ мѣстахъ соприкосновенія составныхъ элементовъ бактерійнаго тѣла съ жидкостью, въ которой взвѣшена бактерія, но и въ мѣстахъ ихъ взаимнаго соприкосновенія. Для того чтобы при данной [H·] въ бактеріальной взвѣси наступилъ изоэлектрическій пунктъ для бактеріи, а при дальнѣйшемъ повышеніи концентраціи H-іоновъ бактерія приняла положительный зарядъ, необходимо, чтобы при опредѣленной [H·] наступила нейтрализація электрическихъ потенціаловъ всѣхъ разнородныхъ составныхъ элементовъ бактерійнаго тѣла, а при болѣе высокихъ концентраціяхъ H-іоновъ всѣ эти разнородные элементы получили положительный зарядъ. И то и другое a priori трудно допустимо.

Но если уменьшеніе разности потенціаловъ между поверхностью бактерійнаго тѣла и кислымъ растворомъ при кислотной агглютинаціи бактерій не имѣетъ мѣста, то нужно допустить, что агглютинація находится въ связи съ наступленіемъ изоэлектрическаго пункта для одной изъ составныхъ частей бактерійнаго тѣла. Изслѣдованія Neisser'a и Friedemann'a, а также изслѣдованія Porges'a показали, что первенствующая роль въ процессѣ агглютинаціи бактерій принадлежитъ бѣлкамъ. Тѣ-же изслѣдователи обнаружили полное совпаденіе условій

коагуляціи бѣлковъ и агглютинаціи бактерій. Въ изслѣдованіяхъ Neisser'a и Friedemann'a мы находимъ прямое указаніе на связь между агглютинаціей бактерій и коагуляціей бѣлковъ внутри тѣла бактерій: какъ уже было упомянуто при изложеніи работы этихъ авторовъ, нѣкоторыя неэлектролиты вызываютъ агглютинацію бактерій, и это именно тѣ неэлектролиты, которые обладаютъ способностью свертывать бѣлокъ. Neisser и Friedemann вывели отсюда заключеніе, что „образованіе нерастворимаго соединенія внутри тѣлъ бактерій можетъ само по себѣ повести къ агглютинаціи этихъ бактерій".

Это положеніе сохраняетъ свою силу и по отношенію къ специфической агглютинаціи. R. Kraus установилъ, что агглютинирующія сыворотки вызываютъ образованіе осадка въ фильтратахъ культуръ соотвѣтствующихъ бактерій, т. е. что агглютинирующія сыворотки обладаютъ также преципитирующими свойствами. Способность этихъ фильтратовъ связывать агглютининъ, какъ это установлено изслѣдованіями Kraus'a и Pirquet, а также изслѣдованіями Wassermann'a, даетъ основаніе предполагать, что то тѣло, которое содержится въ фильтратахъ бактерій, тождественно агглютиногену. Но если агглютининъ коагулируетъ опредѣленное составное вещество бактерійнаго тѣла, находящееся внѣ послѣдняго, то несомнѣнно, что коагуляція этого вещества подъ вліяніемъ агглютинина наступаетъ и тогда, когда оно находится въ тѣлѣ бактеріи. Иными словами, при агглютинаціи бактерій всегда имѣетъ мѣсто коагуляція агглютинабельнаго вещества бактерій.

Но коагуляція всякаго коллоиднаго тѣла есть результатъ уменьшенія электрическаго потенціала частицъ коллоида, и optimum коагуляціи всегда совпадаетъ съ ихъ изоэлектрическимъ пунктомъ. Мы вправѣ отсюда заключить, что и въ случаяхъ кислотной агглютинаціи бактерій при той концентраціи H-іоновъ, которая соотвѣтствуетъ optimum'у агглютинаціи данной бактеріи, наступаетъ изоэлектрическій пунктъ для ея агглютиногена и коагуляціи послѣдняго.

Почему-же однако коагуляція агглютинабельнаго вещества ведетъ къ агглютинаціи, разъ бактерія въ цѣломъ, какъ показываютъ опыты съ катафорезомъ, не теряетъ при этомъ своего отрицательнаго потенціала? Ни мои изслѣдованія, ни

изслѣдованія предшествующихъ авторовъ не даютъ отвѣта на этотъ вопросъ. Упомянутыя выше изслѣдованія Neisser'a и Friedemann'a, точно также и изслѣдованія Kraus'a установили несомнѣнную зависимость момента агглютинаціи бактерій отъ процесса коагуляціи, наступившаго внутри бактерійнаго тѣла; но механизмъ процесса, ведущаго отъ коагуляціи бѣлковаго вещества внутри тѣла бактерій къ ихъ агглютинаціи, остается неразъясненнымъ пунктомъ въ физико-химической теоріи агглютинаціи.

Итакъ, агглютинація бактерій представляетъ собой процессъ болѣе сложный, чѣмъ коагуляція коллоидныхъ суспензій. Если перенести данныя, полученныя мною при катафорезѣ бактерій, на всѣ виды агглютинаціи, то можно установить слѣдующее общее положеніе: какъ факторы неспецифической агглютинаціи (кислоты, соли, коллоиды), такъ и агглютининъ не уменьшаютъ электрическаго потенціала на поверхности тѣла бактеріи, а нейтрализуютъ электрическій потенціалъ одного изъ составныхъ частей бактерійнаго тѣла-агглютинабельнаго вещества; уменьшеніе электрическаго потенціала агглютинабельнаго вещества ведетъ къ коагуляціи послѣдняго; коагуляція-же агглютинабельнаго вещества въ свою очередь ведетъ къ агглютинаціи бактерій.

Такое объясненіе механизма агглютинаціи бросаетъ нѣкоторый свѣтъ на природу агглютинабельнаго вещества. Природа этого тѣла до настоящаго времени остается совершенно не выясненной; даже принадлежность его къ группѣ бѣлковыхъ тѣлъ не установлена съ полной несомнѣнностью. Предположеніе, что въ основѣ агглютинаціи бактерій лежитъ коагуляція ихъ агглютинабельнаго вещества, если такое предположеніе вѣрно, говоритъ въ пользу бѣлковаго характера этого вещества. Въ самомъ дѣлѣ, мы видѣли, что условія агглютинаціи бактерій совпадаютъ съ условіями коагуляціи бѣлковъ, и если агглютинація бактерій обусловливается коагуляціей агглютиногена, то такое совпаденіе условій агглютинаціи бактерій съ условіями коагуляціи бѣлковъ можно объяснить только бѣлковымъ характеромъ агглютиногена. Мы знаемъ, какія бѣлковыя тѣла выпадаютъ въ ихъ изоэлектрическомъ пунктѣ—это глобулины и нуклеопротеиды; геніуинные-же альбумины, какъ показали изслѣдованія Michaelis'a, въ изоэлектрическомъ пунктѣ не выпадаютъ.

Отсюда слѣдуетъ заключить, что агглютиногенъ относится къ глобулинамъ или къ нуклеопротеидамъ.

Нельзя-ли въ различіи свойствъ, какое проявляютъ различные виды бѣлковъ, а также генуинный и денатурированный альбуминъ, искать объясненіе тому различію въ условіяхъ кислотной агглютинаціи, какое установлено нами для нормальныхъ и для вскипяченныхъ бактеріальныхъ суспензій? Мы видѣли, что въ нагрѣтыхъ до 100° суспензіяхъ нѣкоторыхъ бактерій агглютинація наступаетъ при другихъ концентраціяхъ H-іоновъ, чѣмъ въ нормальныхъ суспензіяхъ этихъ бактерій, и что $[H^{\cdot}]_{opt.}$ для вскипяченныхъ суспензій всѣхъ видовъ бактерій кишечной группы одна и та-же. Слѣдующее объясненіе намъ представляется наиболѣе правдоподобнымъ.

Согласно физико-химической теоріи агглютинаціи, способность бактерій агглютинироваться подъ вліяніемъ различныхъ факторовъ обусловливается наличностью въ тѣлѣ бактеріи вещества, коагулирующагося въ его изоэлектрическомъ пунктѣ, т. е. агглютиногена. Агглютиногенъ — тѣло строго специфическое, и поэтому изоэлектрическій пунктъ для агглютиногена у различныхъ видовъ бактерій и даже у различныхъ подвидовъ одного и того же вида различенъ. Но главную массу бактерійнаго тѣла составляютъ неспецифическія бѣлковыя тѣла. Въ число бактеріопротеиновъ, по изслѣдованіямъ E. Buchner'a и M. Hahn'a, входятъ бѣлковыя тѣла со свойствами альбумина, свертывающіяся при кипяченіа. Бѣлки эти, нужно думать, не принимаютъ никакого участія въ процессѣ агглютинаціи, такъ какъ генуинные альбумины не коагулируются въ изоэлектрическомъ пунктѣ. Наоборотъ, поскольку бѣлки, согласно изслѣдованіямъ Kirstein'a, Neisser'a и Friedemann'a и Porges'a, повышаютъ резистентность бактерій по отношенію къ различнымъ факторамъ осажденія, альбумины, входящіе въ составъ бактерійнаго тѣла, должны играть роль задерживающихъ факторовъ въ процессѣ агглютинаціи. При кипяченіи бактеріальной взвѣси альбумины бактерійнаго тѣла переходятъ въ денатурированное состояніи, и такъ какъ денатурированный альбуминъ, согласно изслѣдованіямъ Michaelis'a, коагулируется въ его изоэлектрическомъ пунктѣ, то можно допустить, что при опредѣленной концентраціи H-іоновъ, соотвѣтствующей изоэлектрическому пункту альбумина, наступаетъ коагуляція альбумина, а слѣдовательно, и агглютинація бактерій. Такъ какъ изоэлектрическая константа альбумина не совпадаетъ съ изоэлектрической константой агглютиногена, то агглютинаціонная зона и $[H^{\cdot}]_{opt.}$ у нагрѣтыхъ и нормальныхъ бактерій будутъ различны. Если, кромѣ того, принять во вниманіе, что бактерійные альбумины, въ противоположность агглютиногену, неспецифичны, то легко объяснить и тотъ фактъ, что въ нагрѣтыхъ до 100° взвѣсяхъ всѣ виды бактерій изъ группы кишечной палочки агглютинируются при однѣхъ и тѣхъ-же концентраціяхъ H-іоновъ.

Выводы.

1. Прибавленіе кислоты къ бактеріальной суспензіи при опредѣленныхъ условіяхъ (см. пунктъ 3) ведетъ къ агглютинаціи содержащихся въ суспензіи бактерій.

2. Ни кислота, какъ таковая, ни аніонъ кислоты не играютъ никакой роли въ процессѣ кислотной агглютинаціи бактерій; послѣдняя зависитъ исключительно отъ катіона кислоты, т. е. отъ H-іоновъ.

3. Кислотная агглютинація бактерій наступаетъ лишь въ предѣлахъ опредѣленныхъ концентрацій H-іоновъ въ бактеріальной суспензіи. Предѣлы концентрацій H-іоновъ, соотвѣтствующіе агглютинаціонной зонѣ, для различныхъ видовъ бактерій различны.

4. При опредѣленной $[H^{\cdot}]$, различной для различныхъ видовъ бактерій и постоянной для одного и того-же вида, агглютинація достигаетъ своего optimum'a.

5. Зависимость кислотной агглютинаціи бактерій отъ H-іоновъ кислоты объединяетъ, въ смыслѣ механизма процесса, кислотную агглютинацію бактерій съ коагуляціей подъ вліяніемъ кислотъ электроотрицательныхъ коллоидовъ и, въ частности, бѣлковъ. Поскольку механизмъ коагуляціи коллоидныхъ тѣлъ сводится, согласно теоріи Bredig'a, къ уменьшенію электрическаго потенціала частицъ коллоида, т. е. къ устраненію фактора, препятствующаго силѣ поверх-

ностнаго натяженія жидкости соединить частицы коллоида въ компактныя массы, постольку этотъ-же механизмъ приложимъ и къ процессу кислотной агглютинаціи бактерій. Ризница заключается лишь въ большей сложности процесса агглютинаціи бактерій по сравненію съ процессомъ коагуляціи коллоидовъ, что объясняется сложностью состава бактерійнаго тѣла.

6. Благодаря тому факту, что кислотная агглютинація каждаго даннаго вида бактерій наступаетъ при опредѣленныхъ концентраціяхъ H-іоновъ въ бактеріальной взвѣси, и что $[H\cdot]_{opt.}$ для каждаго даннаго вида бактерій представляетъ величину постоянную, методъ кислотной агглютинаціи можетъ служить для дифференціальной діагностики бактерій. Для цѣлей дифференціальной діагностики методъ кислотной агглютинаціи особенно примѣнимъ по отношенію къ бактеріямъ кишечной группы, гдѣ съ помощью опредѣленія величины $[H\cdot]_{opt.}$ удается дифференцировать другъ отъ друга не только различные виды бактерій, входящіе въ эту группу, но и различные подвиды одного и того-же вида. Мы едва-ли переоцѣнимъ практическое значеніе метода кислотной агглютинаціи бактерій, если скажемъ, что въ тотъ рядъ морфологическихъ и біологическихъ признаковъ, какимъ мы въ настоящее время пользуемся для характеристики и для дифференцированія микробовъ, необходимо включить еще одинъ новый признакъ— величину $[H\cdot]_{opt.}$, соотвѣтствующую optimum'у кислотной агглютинаціи различныхъ видовъ бактерій.

Литературные источники.

I. Коллоиды.

Thomas Graham. *Anwendung der Diffusion der Flussigkeiten zur Analyse.* Annalen der Chemie u. Pharmacie. 1862. Bd. 45. Heft 1.

Wo. Ostwald. *Grundriss der Kolloidchemie.* 1911.

Arthur Müller. *Allgemeine Chemie der Kolloide.* 1907.

R. Höber. *Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe.* 1906.

L. Michaelis. *Physikalische Chemie der Kolloide.* Handbuch v. Korányi u. Richter. Bd. II.

E. Cohen. *Vorträge für Aerzte über physikalische Chemie.* 1907.

Harald Lundén. *Affinitätsmessungen an schwachen Säuren und Basen.* 1908.

Hardi. *Eine vorläufige Untersnchung der Bedingungen, welche die Stabilität von nicht umkehrbaren Hydrosolen bestimmen.* Zeitschr. f. physikal. Chemie. 1900. Bd. 33.

Freundlich. *Ueber das Ausfällen kolloidaler Lösungen durch Elektrolyte.* Z. f. ph. Ch. 1903. Bd. 44.

Billitzer. *Eine Theorie der Kolloide und Suspensionen.* Z. f. ph. Ch. 1903. Bd. 45.

„ *Theorie der Kolloide* Z. f. ph. Ch. 1905. Bd. 51.

Schulze. *Schwefelarsen in wassriger Lösung.* Journal f. prakt. Chemie. 1882. Bd. 25.

II. Агглютинація.

Bordet. *Sur l'action des sérums préventifs.* Ann. Pasteur. 1896.

„ *Le mécanisme de l'agglutination.* Ann Pasteur 1889.

Joos. *Untersuchungen über den Mechanismus der Agglutination.* Zeitschr. f. Hygiene. 1901. Bd. 36.

Friedberger. *Ueber die Bedeutung der anorganischen Salze und einiger organischer krystalloider Substanzen für die Agglutination der Bakterien.* Centralb. f. Bakteriologie. 1901. Bd, 30.

Eisenberg u. Volk. *Untersuchungen über die Agglutination.* Zeitschr. f. Hyg. 1902. Bd. 40

НВХИМ

Arrhenius. *Zur physikalischen Chemie der Agglutinine.* Zeitschr. f physikal. Chemie. 1903. Bd. 46.

Biltz. *Ein Versuch zur Deutung der Agglutinationsvorgänge.* Zeitschr. f. physik. Chemie. 1904. Bd. 48.

Landsteiner u. Jagić. *Ueber die Verbindungen und die Entstehung von Immunkörpern.* Münch. med. Woch. 1903. № 18.

„ *Ueber Analogien der Wirkungen kolloidaler Kieselsäure mit der Reaktionen der Immunkörper und verwandter Stoffe.* Wiener klin Woch. 1907.

Neisser u. Friedemann. *Studien über Ausflockungserscheinungen.* Münch. med. Woch. 1904. №№ 11 и 19.

Bechhold. *Ausflockung von Suspensionen bezw. Kolloiden und Bacterienagglutination.* Zeitschr. f. physikal. Chemie. 1904. Bd. 48.

Porges. *Ueber die Beziehung zwischen Bakterienagglutination und Ausflockungserscheinungen der Kolloide.* Centralbl. f. Bakt. 1906. Bd. 40.

Kirstein. *Ueber Beeinflussung der Agglutinierbarkeit der Bakterien insbesondere von Typhusbacillen.* Zeitschr. f. Hyg. 1904. Bd. 46.

M-me Girard-Mangin et Henri. *Etude du phénoméne d'agglutination.* 1904. Vol. 56, 57.

Zangger. *Ueber die Funktionen des Kolloidzustandes bei der Immunkörperreaktionen.* (Zusammenfassende Uebersichten. Centralbl. f Bakt. Referate. 1905. Bd. 36.

Michaelis u. Mostynski. *Der isoelektrische Punkt und die relative Acidität des Serumalbumins.* Biochemische Zeitschrift. 1910. Bd. 24.

Michaelis. *Elektrische Ueberführung von Fermenten.* Biochem. Zeitschr. 1909. Bd. 16.

„ *Methoden zur Herstellung bestimmter Wasserstoffionenkonzentrationen.* Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden.

„ *Die Säureagglutination der Bakterien, insbesondere der Typhusbacillen.* Deutsch. med. Woch. 1911. № 21.

Sobernheim u. Seligmann. *Beiträge zur Biologie der Enteritisbakterien.* Zeitschr. f. Immunitätsforsch. 1910.

R. Kraus. *Ueber spezifische Reaktionen in keimfreien Filtraten aus Cholera—Typhus—Pestbacillenkulturen, erzeugt durch homologes Serum.* Wien. klin. Woch. 1897.

Kraus u. Pirquet. *Weitere Untersuchungen über spezifische Niederschläge.* Centr. f. Bakt. Bd. 32.

Wassermann. *Ueber Agglutinine und Präzipitine.* Zeitschr. f. Hyg. 1902. Bd. 40.

№ 88898

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
1-го Харьк. Мед. Института