

# ТРУДЫ

ВОЛОГДСКОГО МОЛОЧНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ИНСТИТУТА.

---

ANNALES

DE L'INSTITUT DE LAITERIE DE VOLOGDA.

Том II.

№ 2.

1921 г.

---

ВОЛОГДА  
1922

## ОГЛАВЛЕНИЕ.

---

	Стр.
<b>М. П. Корсакова</b> Физиологическая роль глюкозидов в растениях . . . . .	3
<b>С. С. Перов.</b> О состоянии казеиновой кислоты в растворе . . . . .	95
<b>В. И. Лемус.</b> Опыт пастьбы коров на привязи . . . . .	127
<b>С. С. Дедюкович.</b> Помещения современных молочных заводов . . . . .	139
<b>Г. С. Инихов.</b> Метод определения силы сычужного фермента . . . . .	147
<b>С. С. Перов.</b> Пептизационные свойства сычужного фермента . . . . .	163

---

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ  
роль ГЛЮКОЗИДОВ В РАСТЕНИЯХ.

# физиологическая роль глюкозидов в растениях.

М. КОРСАКОВОЙ.

---

---

Обширная группа глюкозидов принадлежит к числу тех, теперь уже немногочисленных соединений, роль которых в жизни растений еще мало выяснена. Группа эта весьма велика и разнообразна по своему химическому характеру <sup>1)</sup>. В состав каждого глюкозида входят с одной стороны те или иные сахара, с другой-радикалы чрезвычайно разнообразного состава, принадлежащие к ничему общего между собой не имеющим группам органических соединений. При каких условиях и каким образом происходит синтез глюкозидов, их распад, какие превращения претерпевают продукты этого распада-остается вопросом мало исследованным. Подойти к нему можно лишь путем опытов с отдельными представителями этой группы имеющими различный химический характер. Результаты физиологических опытов с каким нибудь одним глюкозидом не могут быть обобщены по отношению ко всем другим. Возможно, что значение в жизни растений различных глюкозидов не имеет между собой ничего общего. Одни могут служить запасными питательными веществами, другие отбросами клетки, которые не могут быть вовлечены в дальнейший обмен веществ растения. В своих исследованиях я остановилась на двух группах глюкозидов, резко отличающихся друг от друга по своему химическому характеру: сапонинах и цианогенных глюкозидах.

## Распределение и превращение сапонина в растениях.

Сапонины представляют из себя совершенно обособленную от других группу глюкозидов различного химического состава, Они все растворимы в воде, сильно пенятся в растворе, не растворимы в эфире, бензоле, хло-

1) E, Armstreong, Dieeinfachen Zuckerarten und die dlucostde, Berlin 1913.

роформе, абсолютном спирте, обладают ядовитыми свойствами. Химическая структура их точно не установлена. Фермент, который мог-бы расщеплять сапонины, до сих пор не найден. Они представляют из себя весьма стойкие соединения, которые сравнительно трудно гидролизуются кислотами. При гидролизе с кислотами сапонин распадается на сахара и нерастворимый в подкисленной воде сапоженин. В состав большинства сапонинов входят глюкоза и галактоза; в некоторых из них найдена пентоза, не сбраживаемая дрожжами, представляющая из себя по всей вероятности арабинозу. Сапоженин не растворим в воде, растворим в спирте, ледяной уксусной кислоте, до известной степени в эфире и хлороформе. Сапоженины, полученные при гидролизе различных сапонинов, имеют не одинаковый химический состав. В общем, соединения эти мало устойчивы и легко изменяются в зависимости от условий гидролиза: присутствия той или иной кислоты, продолжительности ее воздействия и степени нагревания.

Химический состав сапонинов, встречающихся в разных растениях не однороден Кобер,<sup>1)</sup> классифицирует сапонины в гомологический ряд со следующей формулой:  $C_n H_{2n-8} O_{10}$ , число атомов углерода меняется от  $C^{17}$  до  $C^{19}$ . Например, сапотоксин, который находится в семенах куколя имеет формулу  $C^{17} H_{26} O^{10}$ . Кобер делит все сапонины на две группы: группу кислых сапонинов, осаждаемых одновременно как нейтральным, так и основным уксусно-кислым свинцом и группу нейтральных сапонинов или сапотоксинов, которые осаждаются только основным уксусно-кислым свинцом. Во многих растениях одновременно находятся как кислый, так и нейтральный сапонин; кислотность сапонинов обусловлена присутствием карбоксильной группы. Сапонины никогда не имеют основного характера за исключением соланина, который, впрочем, стоит на границе между сапонидами и алкалоидами. Шульц<sup>2)</sup> приписывает сапонидам более сложную формулу, чем Кобер: он считает, что сапонин, находящийся в мыльнянке имеет формулу  $4(C^{18} H^{28} D^{10})$

Гессе<sup>3)</sup> находит, что при разщеплении сапонин дает одну частицу сапоженина и три частицы глюкозы.

1) Kobert, Beiträge zur Kenntniss der Saponine. Schtutzy 1904.

„ Arch. Exp. Path. B, XXII стр. 223.

„ „ „ „ „ B. XXIII стр. 241.

2) Schuls. Chem. Structur der saponine. Arb. d. pharm. Inst. tu. Dorpat 1896.

3) Hesse. Lieb. An B. CCLXI (1891) стр. 371.

Распределение сапони́на в растениях изучалось главным образом методом локализации. Для локализации сапони́на может быть применен целый ряд реактивов: серная кислота и спирт, взятые в равных объемах при нагревании и прибавлении нескольких капель железной соли дают с сапони́ном сине-зеленое окрашивание; Миллонов реактив дает ярко-красное окрашивание; раствор селенистой кислоты в серной кислоте дает в присутствии сапони́на фиолетовое окрашивание. Нужно отметить, впрочем, что ни один из применявшихся методов локализации не может дать точных данных относительно распределения сапони́на в растениях. Существуют и другие соединения, которые дают те же окрашивания, напр. некоторые другие глюкозиды, алкалоиды, сахара и проч. В виду этого, даже при изучении вопроса о распределении сапони́на в растениях предпочтение должно быть отдано химическим методам определения.

Сапони́ны в растениях находятся главным образом в корнях и семенах, но могут встречаться и во всех других органах. В стеблях и корнях сапони́ны находятся главным образом во внешних слоях первичной коры, в семенах большею частью заключается в зародыше, хотя иногда, как, например у каштана, сапони́н распределен по всей паренхиме семедолей<sup>1)</sup>.

Для количественного определения сапони́нов применялись различные методы. Прежде чем приступить к исследованию вопроса о роли сапони́нов в растении, мне пришлось остановиться на изучении методики различных способов определения сапони́на. Литературные указания, касающиеся различных методов количественного определения сапони́на не отличаются большой точностью, в виду этого, прежде чем применять их на практике, необходимо было сравнить их между собою и проверить.

Наиболее распространен метод Кристоффсена; с некоторыми изменениями он применялся Шульцем и Драгендорфом.<sup>2)</sup> Метод этот основан на том, что при действии едкого барита на раствор сапони́на последний дает нерастворимое соединение. При помощи этого метода количественное определение сапони́на в растениях производится

---

<sup>1)</sup> R. Combes. *Etude botanique des plantes a saponines* Paris.

<sup>2)</sup> Christophson *Über das saponin*. Dorpat 1874.

Kruskal. *Ab d pharm. Inst zu Dorpat* II 1891.

Schuls. *Ab d pharm. Inst zu Dorpat* 1896. 13,14.

следующим способом: измельченные части растения извлекаются водой, раствор сгущается, осаждается кипящим баритом, и полученный осадок отфильтровывается. Количество сапонина, находящегося в осадке в виде соединения с едким баритом, может быть определено двумя способами. Согласно первому, осадок промывается, высушивается и взвешивается, взвешенный осадок прокаливается до постоянного веса и еще раз взвешивается. По разнице в весе до и после прокаливания определяется количество сапонина. По другому способу осадок, представляющий из себя соединение сапонина с баритом, разлагается кислотой, барит осаждается серной кислотой, отфильтрованный от осадка сернокислый барий, раствор сапонина гидролизуются и полученный при гидролизе сапоженин взвешивается. Количество сапонина, бывшего в растении, вычисляется, исходя из количества найденного сапоженина.

В основание метода Крусгала положено свойство сапонина давать с жженой магнезией легко разлагаемое соединение. В общих чертах этот метод сводится к следующему: измельченные части растения извлекаются несколько раз кипящей водой, полученный раствор выпаривается на водяной бане в присутствии жженой магнезии, порошок извлекается спиртом и горячий раствор отфильтровывается. Сапонин, при охлаждении спиртового раствора выделяется в виде осадка, который отфильтровывается и сушится.

Кристофсен <sup>1)</sup>, применяя баритовый метод, нашел в старых корнях *Saponaria tubra* (мыльнянки) 5, 61% сапонина в продажном корне 5, 09%. Определение сапонина в корнях *Saponaria tubra* сделанное Шульцем <sup>2)</sup> при помощи баритового же метода дало значительно более низкую цифру 3, 45%. Как видно данные, касающиеся процентного содержания сапонина в корнях мыльнянки, сильно разнятся у различных авторов. Возможно, что количество сапонина варьирует у того же самого вида в зависимости от условий местообитания, периода развития и т.д. Но возможно объяснить несходство результатов, полученных разными авторами, неточностью самих методов определения.

Для выяснения пригодности приведенных выше методов для количественного определения сапонина в рас-

<sup>1)</sup> Chrisophson Ibid.

<sup>2)</sup> Schult. Ibid.

тениях пришлось проверить и сравнить их между собою на готовом препарате. Проверка была произведена с препаратом сапонина Мерка, предварительно очищенным повторным растворением в горячем спирте.

Как известно, сапонин трудно гидролизуется даже при нагревании с кислотами. Есть указания, что при нагревании с кислотами отщепление сахара от сапонина идет постепенно, т. к. одни частицы сахара более прочно-связаны с сапоженином, чем другие <sup>1)</sup>. В зависимости от концентрации кислоты, продолжительности и степени нагревания, отщепляются различные количества сахара, Приступая к проверке методики, следовало прежде всего установить, при каких условиях достигается полный гидролиз сапонина. Все приведенные ниже опыты были произведены с препаратом Мерка, пять раз перекристаллизованным из 95% спирта.

1.

0,1 гр. сапонина нагревалось в течении часа на водяной бане в 10 сант. 5% серной кислоты. После охлаждения раствор нейтрализовался содой и количество образовавшегося при гидролизе сахара, возстановляющего Фелингову жидкость, определялось методом Бертрана. При гидролизе сапонин расщепляется на сапоженин, глюкозу и галактозу); для краткости я обозначаю оба полученные при гидролизе сахара как глюкозу и произвожу вычисления, так как будто при гидролизе получилась одна глюкоза.

После гидролиза найдено 0,0552 гр. глюкозы.

При гидролизе сапонина путем нагревания его на водяной бане в 5% растворе серной кислоты, найдено в нем 55,24% глюкозы.

2.

1,25 гр. сапонина растворены в 50 сант. 4% серной кислоты и в течении часа нагревались в автоклаве при 120°. Раствор нейтрализован 10% содой, дополнен при до 250 с. Определения сахара производились в 20 с. раствора соответствующим 0,1 гр. сапонина

При гидролизе 0,1 гр. сапонина получилось 0,05806 гр. глюкозы.

---

<sup>1)</sup> Mme Ducher Les plantes à sáponines. Paris.



При гидролизе сапонина путем нагревания его в 4% серной кислоте в автоклаве при 120°, найдено в нем 58,06% глюкозы.

3.

1 гр. сапонина растворен в 75 3% серной кислоты, раствор в течении часа нагревался в автоклаве при 105°. Раствор нейтрализован содой, дополнен до 150 сант., для определения сахара взято 20 с. раствора.

В 1 гр. сапонина найдено 0,6009 гр. глюкозы.

При гидролизе сапонина путем нагревания его в течении часа в автоклаве при 105° в 3% растворе серной кислоты в нем найдено 60,09% глюкозы.

4.

1 гр. сапонина растворен в 3% серной кислоты, раствор в течении часа гидролизировался в автоклаве при 105°.

В 1 гр. сапонина найдено 0,6023 гр. глюкозы, что отвечает 60,23%.

На основании приведенных определений можно сделать следующие заключения. Путем нагревания раствора сапонина на водяной бане в течении часа в 5% растворе серной кислоты не достигается полного его гидролиза; найденное количество глюкозы ниже действительного. Нагревание в автоклаве при 120° в 4% растворе серной кислоты оказывается слишком энергичным, часть глюкозы разрушается. Наиболее полный гидролиз достигается путем нагревания сапонина в 3% растворе серной кислоты в автоклаве при 105° в течении часа.

Проверка точности двух методов количественного учета сапонина (Кристофсона и Крусаля) была произведена мною с тем-же самым, очищенным спиртом препаратом Мерка. Препарат, согласно вышеприведенному определению, заключал в себе 60,16% глюкозы. Количество сапонина вычислялось исходя из найденного после гидролиза количества глюкозы.

5.

2 гр. сапонина растворены в воде, раствор осажден на холоду концентрированным едким баритом, осадок отфильтрован. Действием кислоты осадок, представляющий соединение сапонина с баритом, разложен на свои составные части; барий осажден серной кислотой и отфильтрован от раствора; последний гидролизирован 3% серной кислотой путем нагревания в течении часа в авток-

лаве при  $105^{\circ}$ . Полученная путем гидролиза глюкоза определена методом Бертрана.

Всего найдено 0,5985 гр. глюкозы.

Исходный сапонин содержал 60,16% глюкозы. Если бы барит произвел полное осаждение сапонина, в конце опыта, после гидролиза, мы должны-бы были найти 1,2032 гр. глюкозы, отвечающее тому, которое было в исходном материале. Найденное количество глюкозы вдвое меньше, что указывает на то, что холодный барит далеко не производит полного осаждения сапонина из раствора.

6.

Раствор 2 гр. сапонина осажден кипящим, насыщенным баритом; осадок отфильтрован, разложен кислотой-барит осажден серной кислотой, отделен от раствора фильтрованием, раствор гидролизирован нагреванием в автоклаве при  $105^{\circ}$  в 3% серной кислоте. После гидролиза произведено определение глюкозы.

Всего в гидролизированном растворе найдено 0,6595 гр. глюкозы, вместо 1,2032 гр., которые были в исходных 2 гр. сапонина.

7.

Раствор 1 гр. сапонина осажден насыщенным кипящим баритом и нагревался с ним в течении 5 минут. После удаления бария и гидролиза, произведено определение глюкозы.

Найдено 0,33 гр. глюкозы вместо 0,6016 гр. заключавшихся в исходном сапонине.

8.

Раствор 1 гр. сапонина осажден кипящим баритом и нагревался с ним в течении четверти часа. После удаления бария и гидролиза произведено определение глюкозы.

Найдено 0,34 гр. глюкозы вместо 0,6016 гр., заключавшихся в исходном сапонине.

Приведенные опыты показывают, что барит не производит полного осаждения сапонина из раствора. В конце опытов на 1 гр. исходного сапонина мы получили 0,292 гр., 0,329 гр., 0,33 гр. и 0,34 гр. глюкозы, что соответствует следующим количеством сапонина: 0,4973 гр., 0,5478 гр., 0,5485 гр. и 0,565 гр. Т. обр. барит осаждает не более 56% находившегося в растворе сапонина.

Приведенные опыты с препаратом Мерка показывают, что баритовый метод не может быть применен для количественного определения сапонина в растениях, т.-к. барит осаждает только часть находящегося в водном растворе сапонина.

Следует добавить, что не полное осаждение сапонина кипящим баритом является не единственным источником ошибок при применении баритового метода, на что указывает опыт определения этим методом сапонина в корнях мыльнянки (*Saponaria officinalis*).

Прежде чем производить определение сапонина в корнях мыльнянки, необходимо было получить из них чистый препарат этого глюкозида и определить в последнем процентное содержание глюкозы и сапоженина.

### 9.

Для определения состава сапонина был взят 1 гр. корней мыльнянки. Свежие, только-что выкопанные корни были помещены в термостате при 35°; через четыре дня они были несколько измельчены и помещены на два дня в сушильный шкаф при 60-70°. Сухие корни были растерты в порошок, кот. извлекался 1 литром метилового спирта при нагревании на водяной бане с обратным холодильником в течении трех часов. Горячий раствор отфильтровывается, корни еще раз извлекаются метиловым спиртом, с которым порошок кипятится в течении трех часов. По охлаждении из той и другой спиртовой вытяжки выделяется осадок, который отфильтровывается и очищается многократной перекристаллизацией из кипящего спирта.

Полученный препарат сапонина имел белый цвет и не возстановлял до гидролиза Фелинговой жидкости. Для определения процентного содержания в нем глюкозы и сапоженина были взяты две отдельные пробы по 1 гр. в каждой.

1) Раствор 1 гр. сапонина гидролизировался в автоклаве нагреванием в течении часа при 105° в 3% растворе серной кислоты.

Количество возстановляющих после гидролиза Фелингову жидкость сахаров вычислено по методу Бертра-на, как глюкоза.

Найдено 0,652 гр. глюкозы, что отвечает 65,2%.

Осадок сапоженина, полученный при гидролизе, отфильтрован, промыт, высушен до постоянного веса и взвешен.

Найдено 0,322 гр. сапоженина, что соответствует 0,322 %.

2) Раствор 1 гр. сапонина гидролизирован в тех-же условиях, как и предыдущий, в нем произведено определение как глюкозы, так и сапоженина.

Найдено глюкозы 0,651 гр., что соответствует 65,1%.

Найдено сапоженина 0,32 гр., что соответствует 32%.

Взяв средние цифры из двух определений, мы можем сказать, что сапонин мыльнянки содержит 65,15% сахара и 32,1% сапоженина.

## 10.

Для количественного определения сапонина баритовым методом было взято 10,52 гр. корней (*Saponaria officinalis*) мыльнянки, высушенных до постоянного веса.

Корни измельчались в порошок и извлекались кипячением с водой до тех пор, пока порошок при взбалтывании с водой не переставал давать пену. Вытяжки отфильтровывались, сливались вместе, избыток воды удалялся выпариванием. Кипячение производилось в присутствии небольших количеств углекислого кальция, необходимого для нейтрализации кислот. Полученный сконцентрированный раствор осаждался при нагревании кипящим баритом. Осадок разлагался кислотой, барий удалялся из раствора в виде сернокислых солей, раствор-же гидролизировался обычным способом.

Выделившийся после гидролиза сапоженин отфильтровывался, промывался и взвешивался; количество находившейся в растворе глюкозы определялось методом Бертрана.

Сапоженина найдено: 0,153 гр.

Глюкозы найдено: 0,46 гр.

Принимая во внимание, что сапонин содержит 65,15% сахара и 32,1% глюкозы, можно вычислить количество бывшего в корнях сапонина, исходя как из найденного количества сапоженина, так и глюкозы. Количество сапонина, вычисленное на основании найденного количества сапоженина, оказывается равным 0,4787 гр., что соответствует 4,55% исходного материала. Количество-же сапонина, вычисленное исходя из найденного количества глюкозы, составляет 0,73 гр., что соответствует 6,93% сухого веса корней. Разница в полученных цифрах указывает, что барит увлек из раствора в осадок кроме сапонина

какие то другие вещества, способные после гидролиза восстанавливать Фелингову жидкость. По всей вероятности к числу таких веществ принадлежит углевод, еще не вполне изученный с химической точки зрения. Углевод этот заключается в больших количествах в корне мыльнянки. Ар. Мейером <sup>1)</sup> он назван лактозином, Массон <sup>2)</sup> его называет галактаном.

Приведенные поверочные опыты показывают, что баритовый метод определения сапонина не дает точных результатов. Причины этому следующие: во первых, при действии на раствор барита не весь сапонин переходит в осадок; во вторых, барит увлекает в осадок кроме сапонина и некоторые другие вещества, способные после гидролиза редуцировать Фелингову жидкость.

В виду этого, для количественного определения сапонина пришлось остановиться на другом, так называемом магнизиальном методе. Метод этот, как указывалось, сводится к следующему: объект извлекается при кипячении водой или разбавленным спиртом, экстракт выпаривается со жженой магнезией, с которой сапонин дает нестойкое соединение. Полученный порошок извлекается кипящим спиртом. Количество сапонина в растворе определяется одним из двух способов: или взвешиванием перешедшего в осадок при охлаждении спиртового раствора сапонина, или количественным определением глюкозы, полученной после гидролиза раствора. <sup>3)</sup>

Проверка этого метода заставила внести в него некоторые изменения. Применявшиеся до сих пор способы определения сапонина в спиртовом растворе, полученном извлечением жженой магнезии не давали точных результатов. Осаждение сапонина из спиртового раствора при его охлаждении, как это применялось, оказывается неполным, как показывает ниже приведенный опыт.

## 11.

0,1 гр. сапонина растворен при кипячении в 100 с. 90° спирта; раствор поставлен на 48 ч. на холод. Полученный осадок отфильтрован, растворен в 3% серной кислоте и подвергнут гидролизу в автоклаве при 105° в течении часа.

Найдено глюкозы: 0,02376 гр.

<sup>1)</sup> Ar. Mayer. Ber. Chem. ges. 1884 стр. 65.

<sup>2)</sup> Masson. Recherches sur guelgues plantes, à Saponine Paris.

<sup>3)</sup> Kruskal. Jbid.

0,1 гр. сапони́на содержит 0,0603 гр. глюкозы, т. обр. при охлаждении выделилась только часть сапони́на.

12.

0,1 гр. сапони́на растворен в 100 с. кипящего 90° спирта; по охлаждении спирта к раствору прибавлено 100 с. эфи́ра. Раствор оставлен на холоду на 48 часов. Полученный осадок отфильтрован, растворен и гидролизирован в автоклаве при 105° в 3% серной кислоте.

Найдено глюкозы 0,0589 гр.

Приведенный опыт показывает, что при прибавлении к спиртовому раствору равного количества эфи́ра, весь бывший в растворе сапонин переходит в осадок. В виду этого выделение сапони́на из спиртового раствора при его количественном определении производилось путем прибавления к нему равного объема эфи́ра. В полученном т. обр. осадке находится весь сапонин, заключавшийся в исследуемом растении. Остается только учесть его количество.

Если-бы при действии эфи́ра из спиртового раствора выделялся чистый сапонин, без примеси каких либо других соединений, его количество можно-бы было определять прямым взвешиванием, или как это делал Weevers<sup>1)</sup> с семенами каштана (*Aesculus Hippocastanum*), можно было бы вычислить количество сапони́на по глюкозе, полученной после гидролиза осадка. Опыт показал, однако, что ни один из этих способов не применим, т.-к. в полученном осадке находятся какие то углеводы, способные после гидролиза восстанавливать Фелингову жидкость.

13

Для опыта собрано 10 гр. свежих корней мыльнянки, сухой вес которых равняется 2,84 гр., корни извлечены разбавленным метиловым спиртом, раствор выпарен с жженой магнезией и порошок извлечен спиртом. Полученный экстракт осажден равным объемом эфи́ра.

Осадок растворен и разделен на две порции.

В первой сделано определение сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость, вторая подвергнута воздействию инвертина, который, как известно, гидролизировать сапони́ны не может.

<sup>1)</sup> Weevers. Jahrb. Wiss. Bot. Bd. XXXIX стр. 243 (1904).

Сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость, найдено: 0,0224 гр.

Сахаров, начинающих восстанавливать Фелингову жидкость после воздействия инвертина (раствор был помещен в термостат при 33° на три дня в присутствии инвертина и тимола) 0,102 гр.

Приведенный опыт показывает, что из спиртового раствора эфир осаждает не чистый сапонин, к нему примешены сахара, как непосредственно восстанавливающие Фелингову жидкость, так и такие, которые начинают ее восстанавливать после гидролиза инвертином. В осадок попадают, по видимому, разнообразные углеводы, которые могут гидролизироваться под влиянием различных ферментов. Не только инвертин, но и диастаз и эмульсин вызывают частичный гидролиз этого осадка.

В виду того, что получаемый осаждением эфиром осадок содержит в себе примеси различных углеводов, для количественного учета сапонина пришлось обратиться к определению количества получаемого после гидролиза сапоженина.

Испытание различных методов количественного учета сапонина привело меня в конце концов к способу, основанному на следующих свойствах сапонина: 1) его способности образовывать непрочное соединение с жженой магнезией, 2) его растворимости в кипящем спирте, 3) не растворимости в смеси спирта и эфира, взятых в равных объемах, 4) его свойстве—при гидролизе в автоклаве при 105° с 3% серной кислотой нацело расщепляться на свои составные части: сапоженин и сахара.

Метод, к которому я в результате своих опытов, пришла и которым пользовалась при всех количественных определениях сапонина, в главных своих чертах сводится к следующему.

Все определения сапонина производились со свежими непосредственно сорванными или выкопанными растениями, т.-к. есть указания, что при высушивании глюкозиды могут расщепляться <sup>1)</sup>. Части растения, количество сапонина, в которых должно было быть определено, взвешивались в свежем виде. Часть свежего материала употреблялась для определения сухого веса, часть—для анализа. Растение разрезалось по возможности мелко, и несколько раз извлекалось 50% метиловым спиртом; раствор отфильтровывался, и выпаривался до суха на водяной бане в

<sup>1)</sup> Schulz. Arb. d. pharm. Inst tu. Dorpat. Stuttgart 1896.

присутствии жженной магнезии. Полученный порошок обрабатывался три раза кипящим 80° спиртом; спиртовые вытяжки соединялись вместе, охлаждались и осаждались эфиром. Осадок стоял на холоду в течении двух суток, затем отфильтровывался, растворялся в 3% серной кислоте и подвергался в течении часа гидролизу в автоклаве при 1050. Полученный после гидролиза сапोजенин отфильтровывался, выслушивался до постоянного веса и взвешивался. По количеству сапोजенина вычислялось количество сапонины, принимая, на основании предыдущих определений, что сапонины содержит 32,15%, сапोजенина.

### Распределение сапонины и сахаров в различных органах *Saponaria officinalis* (мыльнянки).

Давно установлено, что корень мыльнянки чрезвычайно богат сапонином. Шульц <sup>1)</sup> назвал этот сапонины сапорубином, и нашел, что он имеет формулу  $C_{18}H_{26}O_{10}$ . До сих пор изучение сапонины мыльнянки ограничивалось определениями его химического состава и количества его в корнях. В корнях *Saponaria rubra* нашел Кристофсона <sup>2)</sup> нашел 5,61% сапорубина, Крусгал <sup>3)</sup> в корнях *Saponaria alba* нашел 7,8% сапорубина, Массон <sup>4)</sup> нашел в корнях *Saponaria officinaeis* 5,5% сапорубина. Вопрос о том, как сапонины распределяются во всех других органах мыльнянки до сих пор оставался открытым.

Первой задачей, которую я себе поставила и было изучение распределения сапонины в различных органах мыльнянки. Сапонины вещества трудно расщепляемые, поэтому они не могут быть легко утилизируемы растением. Параллельно с определением количества сапонины в различных органах мыльнянки, я производила в них учет количества легко усваиваемых растением соединений сахаров. Определения были сделаны в корнях, стеблях, листьях и семенах *Saponaria officinalis*. При всех определениях материал собирался непосредственно перед началом опыта, измельчался в свежем виде. Одна часть его употреблялась для определения сухого веса, другая опускалась в кипящий раствор 50° спирта в присутствии небольшого количества порошка углекислого кальция.

<sup>1)</sup> Christophson. L. c.

<sup>2)</sup> Kruskal L. c.

<sup>3)</sup> Masson. L. c.



При определении сапонина в листьях, извлечение его производилось не спиртом, а водой, для того чтобы избежать извлечения хлорофилла, который мог помешать дальнейшему определению.

14.

20 июня было выкопано с корнями несколько растений *Saponaria officinalis*.

Из 51,3 гр. свежего веса корней 10 гр. было взято для определения сухого веса, 41,3 гр. для анализа.

Сухой вес 10 гр. корней равен 2,5472 гр.

Сухой вес 41,3 гр. корней равен 10,516 гр.

Сапозенина найдено 0,2231 гр.

Сапозенин, согласно приведенным определениям, составляет 32,1% сапозенина, следовательно в 10,516 гр. сухих корней найдено 0,695 сапозенина.

Сапозенин составляет 6,6% сухого веса корней мыльнянки лекарственной.

15.

Из 90 граммов свежих стеблей, 10 гр. было взято для определения сухого веса, 80 гр. для анализа.

Сухой вес 10 гр. стеблей равен 1,8687 гр.

Сухой вес 80 гр. стеблей равен 14,9495 гр.

Сапозенина найдено: 0,0663 гр.

Сапозенина найдено: 0,2066 гр.

Сапозенин составляет 1,38% сухого веса стеблей мыльнянки лекарственной.

16.

Из 90 гр. свежих листьев 10 гр. было взято для определения сухого веса, 80 гр. для анализа.

Сухой вес 10 гр. листьев равен 2,1123 гр.

Сухой вес 80 гр. листьев равен 16,8984 гр.

Сапозенина найдено: 0,1211 гр.

Сапозенина найдено: 0,3772 гр.

Сапозенин составляет 2,2% сухого веса листьев.

Определения сапонина в различных органах мыльнянки лекарственной, сделанные 20 июня, в тот период, когда растения приготавливаются к цветению, показали, что содержание его в стеблях и листьях довольно близко друг к другу и значительно ниже того, которое найдено в корнях.

Определение сапорурина в семенах было сделано по их созреванию, в августе месяце.

17.

Сухой вес 5 гр. воздушно сухих зрелых семян мыльнянки лекарственной равен 4,3395 гр.

Для определения сапотоксина было взято 25 гр. семян., сухой вес которых равен 21, 697 гр.

Сапоженина найдено: 0,1097 гр.

Сапорурина найдено: 0,3419 гр.

Сапорурин составляет 1,56% сухого веса семян.

Приведенные определения показывают, что сапорурин распределен почти равномерно во всех органах *Saponaria officinalis*; только в корнях он накапливается в значительных количествах: в листьях количество его несколько больше чем в стеблях; количество же его в семенах даже меньше, чем в листьях; т. обр. в семенах не наблюдается накопления сапонина.

Одновременно с изучением распределения сапонина в различных органах мыльнянки, были сделаны и определения, касающиеся содержания в них сахаров, которые являются главным запасным питательным материалом растения.

Определение сахаров производилось следующим способом: свежий материал извлекался при кипячении 80° спиртом в присутствии следов жженой магнезии. Извлечение повторялось несколько раз, экстракты собирались вместе, спирт отгонялся и раствор разделялся на три порции: в одной порции определялись сахара, непосредственно восстанавливающие Фелингову жидкость, другая подвергалась в течении трех дней в присутствии фтористого натрия воздействию трех энзим: инвертина, эмульсина и диастаза; третья часть подвергалась гидролизу в автоклаве в течении часа в 3% серной кислоте. Определение сахара производилось по методу Бертрана; перед определением производилось осаждение белков или уксусно-кислым свинцом или коллоидальным раствором окиси железа.

18.

20 июня с бесплодной, каменистой почвы собрано 20 гр. корней *Saponaria officinalis*.

10 корней высушено до постоянного веса, который равнялся 2,85 гр.

10 гр. взято для определения сахаров.

Сахара непосредственно восстанавливающие Фелингову жидкость найдены в количестве 0,0096 гр., что составляет 0,33% сухого веса корней.

Сахара типа сахарозы, которые способны гидролизироваться ферментами. Количество их определялось следующим образом: третья часть раствора после прибавления ферментов помещалась на три дня в термостат при 33° в присутствии избытка тимола. Из найденных после этого сахаров, вычитались те, которые непосредственно восстанавливали Фелингову жидкость. Общее количество сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после воздействия ферментов равняется 0,2262 гр. Количество же сахаров, гидролизующихся ферментами равняется 0,2166 гр. в 2,85 гр. сухих корней, что составляет 7,6%.

Сахара, принадлежащие сапонину количество которых было вычислено, исходя из количества сапонина, в 2,85 гр. сухих корней таких сахаров находится 0,1104 гр.

Сахара, принадлежащие полисахариду, способному гидролизироваться только при кипячении с серной кислотой. Количество этого полисахарида было вычислено следующим образом: из общего количества сахара, восстанавливающего Фелингову жидкость после кипячения с 3% серной кислотой был вычтен сахар, непосредственно восстанавливающий Фелингову жидкость, сахар, гидролизующийся ферментами, и сахар, принадлежащий сапонину. Общее количество сахаров после гидролиза с кислотой равняется 0,916 гр. Количество же сахаров полисахарида в 2,85 гр. сухих корней мыльнянки равно 0,5794 гр. что составляет 20,3%.

Полисахарид, находящийся в корнях мыльнянки, представляет из себя лактозин Ар. Мейера <sup>1)</sup> или галактан Массона <sup>2)</sup> Мейер называл лактозином растворимый углевод, найденный им в корнях мыльнянки, который при гидролизе дает лактозу, т.-е. смесь глюкозы и галактозы. Со времен Мейера вопрос о лактозине больше не затрагивался и некоторые авторы даже сомневались в его существовании. Как видно, мне удалось констатировать в корне мыльняки присутствие растворимого как в воде, так и в спирте углевода, не способного гидролизироваться ни одним из трех мною примененных ферментов (инвертином,

<sup>1)</sup> A. Mauer *ibid.*

<sup>2)</sup> Masson *ibid.*

эмульсином и диастазом), который начинает восстанавливать Фелингову жидкость после кипячения с кислотой. Эти данные указывают на то, что найденный мною полисахарид может быть идентифицирован с лактозином А. Мейера.

19

21 июня собрано 20 гр. свежих корней мыльнянки лекарственной; растения росли на обработанной плодородной почве и достигли более пышного развития чем те, которые были взяты для предыдущего анализа.

10 гр. свежих корней было высушено до постоянного веса; сухой вес их был найден равным 2,8458 гр.

Для анализа взято 10 гр. свежих корней и найдено: Сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,0224 гр.

Всех сахаров восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с ферментами: 0,1849 гр.

Всех сахаров восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с серной кислотой: 1,006 гр.

Сахаров сапорурина: 0,112 гр.

Т. обр. в 2,8458 гр. корней мыльнянки, выросшей на плодородной обработанной почве, заключается:

Сахаров непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,0224 гр., 0,79%.

Сахаров, которые способны гидролизироваться ферментами: 0,1625 гр., 5,7%.

Сахаров сапорурина: 0,112 гр., 3,9%.

Лактозина: 0,7091 гр., 24, 9%.

20.

В Июле было собрано 20 гр. корней мыльнянки лекарственной на том-же месте, на котором были выкопаны корни для девятнадцатого опыта.

Сухой вес 10 гр. свежих корней равен 2,83 гр.

Для определения сахаров взято 10 гр. свежего веса корней и найдено:

Сахаров непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,018 гр.: всех сахаров восстанавливающих Фелингову жидкость после действия ферментов: 0,2776 гр.

Всех сахаров восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с серной кислотой: 0,9929 гр.

Сахаров сапорурина: 0,1092 гр.

И так, в 2,83 гр. корней мыльнянки заключается:

Сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,0186 гр., 0,63%.

Сахаров, которые способны гидролизироваться ферментами: 0,259 гр., 9%.

Сахаров сапорурина: 0,1092 гр., 3,8%

Лактозина: 0,6061 гр., 21,3%.

Как видно из приведенных определений корни мыльнянки чрезвычайно богаты растворимыми углеводами, которые в них отлагаются в качестве запасных питательных веществ. По сравнению с общим количеством находящихся в корнях углеводов, количество сахаров сапорурина представляется весьма незначительно: напр. из общего количества сахаров, составляющих 34,73% сухого веса корней, собранных 13 июля, только 3,8% принадлежат сапорурину. Резко выраженных колебаний в содержании углеводов в зависимости от местообитания растений и периода вегетации, наблюдать не удалось. Из всех углеводов больше всего в корнях находится лактозина, в корнях мыльнянки, растущей на обработанной почве, собранной 21 июля процентное содержание лактозина достигает 21,9%. Количество лактозина в корнях мыльнянки, росшей рядом с предыдущей, собранной тремя неделями позднее оказывается несколько меньшим, равным 21,3%. За указанный период процентное содержание сахаров, способных гидролизироваться ферментами повысилось с 5,7% на 9%. За тот же период времени не удалось наблюдать заметных колебаний в количестве сапорурина. В течении трех недель, с 21 июня по 13 июля растения чрезвычайно энергично развиваются, подготавливаясь к цветению.

## 21.

21 июня собрано 35 гр. листьев, из которых 10 гр. взято для определения сухого веса, а 25 гр. для анализа.

Сухой вес 10 гр. свежесобранных листьев равен 2,2 гр.

Сухой вес 25 гр. листьев взятых для анализа равен 5,5 гр.; в них найдено:

Сахар в непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,07395 гр.

Всех сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после действия ферментов: 0,7621 гр.

Всех сахаров восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с серной кислотой: 0,8647 гр.

Сахаров сапорурина: 0,0726 гр.

Приведенные цифровые данные показывают, что в 5,5 гр. сухих листьев заключается:

Сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,07395 гр. 1,3 %.

Сахаров, которые способны гидролизироваться ферментами: 0,6882 гр. 12,5%.

Сахаров сапорурина: 0,0726 гр., 1,3%.

Лактозина: 0,03 гр. 0,55%.

## 22.

7 июля было собрано 10 гр. листьев, сухой вес которых определен равным 2,19 гр.

В них найдено:

Сахаров непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,0252 гр.

Всех сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с ферментами: 0,3102 гр.

Всех сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с серной кислотой: 0,3813 гр.

Сахаров сапорурина: 0,0294 гр.

Приведенные цифровые данные показывают, что в 2,19 гр. сухих листьев находится:

Сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,0252 гр. 1,1%.

Сахаров, которые способны гидролизироваться ферментами: 0,285 гр. 13%.

Сахаров сапорурина: 0,0294 гр. 1,4%.

Лактозина: 0,042 гр. 1,9%.

## 23.

21 июня собрано 35 гр. свежих стеблей; 10 гр. взято для определения сухого веса, 25 гр. для анализа.

Сухой вес 10 гр. свежих стеблей равен: 2,4 гр.

Сухой вес 25 гр. взятых для анализа свежих стеблей равен 6 гр.; в них найдено:

Сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,0817 гр.

Всех сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после действия ферментов: 0,3787 гр.

Всех сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с серной кислотой: 0,517 гр.

Сахаров сапорурина: 0,0496 гр.

Приведенные цифры показывают, что в 6 гр. сухих стеблей находится:

Сахаров непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,0817 гр. 1,3%

Сахаров, которые способны гидролизироваться ферментами: 0,297 гр. 4,9%

Сахаров сапорурина. 0,0496 гр. 0,8%

Сахаров лактозина: 0,0887, гр. 1,4%

## 24

7 Июля собрано 20 гр. стеблей, из которых 10 гр. взято для определения сухого веса. 10 гр. для анализа

Сухой вес 10 гр. стеблей равен 243 гр., в них найдено Сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,076 гр.

Всех сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после действия ферментов: 0,2992 гр.

Всех сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после гидролиза с серной кислотой: 0,342 гр.

Сахаров сапорурина: 0,0198 гр.

Приведенные цифры показывают, что в 2,43 гр. сухого веса корней заключается:

Сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость: 0,076 гр. 3,1%

Сахаров, которые способны гидролизироваться ферментами: 0,2232 гр. 9,1%

Сахаров, сапорурина: 0 198 гр. 0,8%

Лактозина: 0,023 гр. 0,9%

Для большей наглядности все полученные мною данные, касающиеся распределения сапонина и растворимых углеводов в различных органах *Saponaria officinalis* (мыльнянки лекарственной) сведены в двух нижеприведенных таблицах.

## I.

Распределение сапонина в различных органах  
мыльнянки.

	Время сбора.	Сырой вес в грам.	Сухой вес в грам.	Сапоже- нин в граммах.	Сапоруб- рин в граммах.	Сапорубрин в процентах по отношению к сухому весу.
Корни.	20июня	41,3	10,51	0,2231	0,695	6,6 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>
Стебли	„	80	14,9495	0,663	0,2066	1,38 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>
Листья	„	80	16,9884	0,1211	0,3772	2,2 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>
Семена	„	25	21,697	0,1097	0,3419	1,56 <sup>0</sup> / <sub>10</sub>

Как видно из приведенных данных, сапорубрин у мыльнянки накапливается главным образом в ее мощно развитых корнях. Остальные органы особенно листья также содержат сапонин в значительных количествах; интересно то, что в семенах совершенно не происходит накопления сапорубрина; процентное содержание в них сапорубрина приблизительно то-же, что и в стебелях, и заметно меньше, чем в листьях.



## Распределение растворимых углеводов в различных органах мыльнянки.

	Время сбора.	Сырой вес в граммах.	Сухой вес в граммах.	Сахара, непосредственно восстанавливающие Фелингову жидкость		Сахара, способные гидролизироваться ферментами.		Сахара сапорурина		Лактозины.	
				в грамах.	0,05% го веса	в грамах.	0,05% го веса.	в грамах.	0,05% го веса	в грамах.	0,05% го веса
Корни растений с каменистой почвы.	20 июня	10	2,85	00,096	0,33	0,2166	7,6	0,1104	3,8	0,5794	20,3
Корни растений с плодородной почвы	21 июня	10	2,84	00,224	0,79	0,1625	5,7	0,1120	3,9	0,7091	24,9
Корни растений с плодородной почвы	13 июня	10	2,83	0,0186	0,63	0,259	91	0,1092	3,8	0,6061	21,3
Листья	21 июня	25	5,5	007,395	1,3	0,5882	12,5	0,0726	1,3	0,03	0,55
Листья	7 июня	10	2,19	0,0259	1,1	0,285	13	0,0294	1,4	0,042	1,9
Стебли	21 июня	25	6,0	0,0817	1,3	0,297	4,9	0,0426	0,8	0,0887	1,4
Стебли	7 июня	10	2,43	0,076	3,1	0,2232	9,1	0,0198	0,8	0,023	0,9

Приведенные цифровые данные показывают, что в многолетних корнях мыльнянки параллельно с накоплением сапорурина идет накопление растворимого углевода, лактозина, количество которого, в экземплярах, растущих при благоприятных условиях доходит до 24,9%. Накопления других растворимых углеводов в корнях не наблюдается. В стеблях и листьях о которых процентное содержание сапорурина сравнительно не велико, лактозин тоже находится в незначительных количествах не превышающих 2%; количество сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость и сахаров, способных гидролизироваться ферментами в них несколько выше, чем

в корнях. Особенно много способных гидролизироваться ферментами сахаров заключают в себе листья, где их процентное содержание доходит до 13<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Таким образом органы мыльнянки, в которых происходит синтез органических соединений, и те которые служат вместилищем запасных питательных веществ, резко отличаются по характеру входящих в их состав соединений. В первых преобладают менее стойкие растворимые углеводы, способные гидролизироваться ферментами, сапорубрин находится в них в небольшом сравнительно количестве; во вторых накопляется лактозин и сапорубрин. Семена мыльнянки очень мелки, и не могут быть особенно богаты питательными веществами; количество сапонина в них тоже не велико и не превышает содержания его в листьях.

### Распределение сапонина в различных органах *Agrostemma Githago* (куколя).

Вторым объектом, в котором я исследовала распределение сапонина в различных органах, был куколя (*Agrostemma Githago*). Химические свойства сапонина, находящегося в семенах куколя, были подробно изучены Брандлем <sup>1)</sup>: он установил, что семена этого растения содержат два сапонина; один нейтральный, названный им сапотоксином, другой обладающий кислыми свойствами, названный агростеммовой кислотой. Количество первого значительно больше чем количество второго. Брандль гидролизировал сапотоксин путем нагревания его в 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворе серной кислоты в течении четырех часов на водяной бане, содержащей раствор поваренной соли. В качестве продуктов гидролиза он получил 37,37<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сапоженина и 51,92<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сахара; вычисление последнего произведено им таким образом как будто бы единственным продуктом гидролиза была глюкоза. В действительности—же, по его собственному определению, в состав сапотоксина входят кроме глюкозы, галактоза и арабиноза. Крускаль <sup>2)</sup> гидролизировал сапонин куколя нагреванием с 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> соляной кислотой в течении трех-четырех часов в запаяных трубках при 140—150<sup>0</sup>; после гидролиза он получал 24,3—25,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сапо-

<sup>1)</sup> Brande. Archiv f. exp. Path. und. Pharm. 1906. T. 54 стр. 244.

<sup>2)</sup> Kruskal Archiv d. pharm. Inst. tu Dorpatz 1891 т. VI стр. 881.

женина. Как видно, Крусгаль нашел в сапотоксине значительно меньшее количество сапоженина; различие данных, полученных этими двумя авторами может быть объяснено или тем, что препарат Брандля отличался большей чистотой, или тем, что при нагревании в запаянных трубках при 140° могло происходить частичное разрушение сапотоксина. Последнее предположение подтверждается тем обстоятельством, что в моих опытах сапонин желтел уже при кратковременном нагревании с 2% кислотой при 120°. Условия гидролиза, которые я применяла, ближе подходили к условиям Брандля, чем Крусгаля, и при своих вычислениях я принимала, что сапотоксин куколя содержит 37,37% сапоженина.

Ниже приведены результаты определений сапотоксина, сделанных мною в различных органах *Agrostemma Githago* (куколя). Куколя был собран в тот период, когда он уже отцвел, но семена еще не созрели, оставались белыми и мягкими, хотя и достигли размеров зрелых семян.

25.

Из 60 гр. выкопанных корней куколя 10 гр. взято для определения сухого веса, 50 гр. для анализа.

Сухой вес 10 гр. свежих корней равен 2,95 гр.

Сухой вес 50 гр. свежих корней, в которых было произведено определение количества сапонина, равен 14,75 гр.

Определение сапонина производилось тем-же способом как и в корнях мыльнянки. В результате анализа обнаружилось полное отсутствие сапоженина, что доказывает и отсутствие сапонина в корнях куколя.

26.

Из 60 гр. собранных листьев куколя, 10 гр. взято для определения сухого веса, 50 гр. для определения сапонина.

Сухой вес 10 гр. свежих листьев 2,05 гр.

Сухой вес 50 гр. свежих листьев 10,25 гр.

Сапоженин в конце анализа не удалось обнаружить что показывает, что в листьях куколя сапонин или отсутствует или находится в таких ничтожных количествах, что он ускользает от всякого определения.

27.

Собрано 60 гр. стеблей куколя; 10 гр. высушено до постоянного веса, в 50 гр. сделано определение сапонина.

Сухой вес. 10 гр. свежих стеблей определен равным 2,6 гр.; следовательно для анализа взято 13 гр. сухого веса стеблей.

Сапоженин в конце анализа так-же как и в предыдущем случае не найден. Г. обр. в стеблях сапонин то-же отсутствует.

28.

Собрано 15 гр. почти зрелых семян куколя.

Сухой вес. 5 гр. зрелых семян равен 4,5379 гр.

Сухой вес. 10 гр. семян куколя, взятых для определения сапонина равен 9,0758 гр.

Найдено сапоженина: 0,1052 гр.

Принимая, что сапоженин входит в состав сапонина в количестве 37,37%, как нашел Брандль, мы получаем количество сапонина равным 0,2815 гр. что составляет 3,1% сухого веса семян.

Если-бы мы приняли в основу вычислений данные Крусгала, а не Брандля (сапоженин входит в состав сапонина в количестве 24—25%), мы бы получили несколько более высокие цифры сапонина—0,4208 гр., что составляет 4,6%. В виду того, что моей задачей было изучение распределения сапонина, хода его образования в семенах и его судьбы при проростании последних, мне было совершенно достаточно иметь точные цифры количеств сапоженина в каждом из ледуемом случае. Перечисление на количестве сапонина делалось просто для большей наглядности. Поэтому я не сочла нужным выделять из куколя чистый сапонин и определять в нем количество сапоженина. Как показал опыт с корнями мыльнянки выделение чистого сапонина требует значительной затраты времени и труда, и я предпочла взять за основу дальнейших вычислений цифры, полученные Брандлем.

Как показывают приведенные определения в каждом из двух исследованных мною растений наблюдается своеобразное распределение сапонина. В многолетнем растении (мыльнянки) *Saponaria officinalis* сапорубрин накапливается главным образом в мощных, богатых различными запасными углеводами корнях; все другие органы этого растения так-же содержат сапорубрин, но в значительно меньших количествах; в листьях его несколько больше чем в стеблях и семенах; процентное содержание сапорубрина в семенах не превышает того, которое найдено в стеблях,

в них совершенно не наблюдается накопления гликозида. Семена мыльнянки очень мелкие и поэтому не могут заключать в себе сколько нибудь значительных количеств и запасных углеводов.

У *Agrostemma Githago* (куколя) мы видим совершенно другое распределение гликозида: во всех органах растения, за исключением семян, сапонин или совсем не найден или найден в таких минимальных количествах, которые совершенно не поддаются учету. Семена куколя достигают довольно крупных размеров, богаты запасными углеводами и сапонином.

Не смотря на резкую разницу в распределении сапонина в двух исследованных растениях, в характере этого распределения наблюдаются и общие черты: в обоих растениях сапонин сосредоточивается в тех органах, в которых происходит накопление запасных углеводов. У мыльнянки таким органом являются корни, в которых из году в год отлагаются запасные питательные вещества. У однолетнего куколя, корни которого сравнительно слабо развиты—семена, богатые запасными углеводами. Накопление сапонина в тех органах, которые им особенно богаты, может происходить двумя различными путями: или сапонин притекает в них в готовом виде, или он в них вновь образуется за счет притекающих в них растворимых соединений. Для выяснения указанного вопроса мною были сделаны исследования над образованием сапонина в созревающих семенах куколя.

### Изменение количества сапонина и растворимых углеводов в семенах *Agrostemma Githago* (куколя) в течении периода их созревания.

Для исследования вопроса, каким путем происходит накопление запасных веществ в семенах куколя, мною были сделаны определения в них количеств сапонина и растворимых углеводов в различные периоды их созревания. Первые определения были сделаны в период, непосредственно следующий за окончанием цветения, последние—в зрелых семенах. Одновременно был сделан количественный учет тех-же соединений и в листьях, где углеводы образуются, и в незрелых коробочках, через которые питательные вещества притекают в семена.

Определение сапонина производилось приведенным выше магниезальным методом. Определение растворимых углеводов производилось следующим образом: разрезанные на куски части только что собранного растения опускались в кипящий 80% спирт и кипятились в нем в присутствии небольшого количества углекислого кальция. Спирт отфильтровывался, и растение еще раз извлекалось спиртом. Спирт вновь отфильтровывался, а кусочки растения высушивались в сушильном шкафу при 33°, измельчались в порошок и вновь извлекались спиртом. Все три спиртовые вытяжки соединялись вместе и спирт отгонялся на водяной бане. Полученный после отгонки спирта водный раствор отфильтровывался от углекислого кальция, доводился до определенного объема и делился на две порции. В одной порции определялись сахара непосредственно восстанавливающие Фелингову жидкость, в другой сахара, расщепляющиеся под влиянием инвертина и представляющие из себя сахарозу. Для определения сахарозы я применяла способ Буркело <sup>1)</sup>, который в общих чертах сводится к следующему: растительные органы, в которых хотят определить содержание сахарозы извлекают при нагревании спиртом, спирт отгоняется, вытяжка делится на четыре порции. В одной порции определяют количество сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость, в другой—количество сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость после действия инвертина. в третьей порции определяют величину вращения плоскости поляризации, в четвертой—то-же вращение плоскости поляризации после действия инвертина. Количество сахарозы вычисляют одновременно и на основании определения по методу Бертрана и по изменению вращения плоскости поляризации.

В моих опытах я не могла вполне точно определять изменения углевращения плоскости поляризации; растворы были окрашены и после грения несколько затемнено. В виду этого для определения сахарозы я ограничилась определением сахаров, восстанавливающих Фелингову жидкость до и после действия инвертина. Инвертин приготавлился по методу Буркело <sup>2)</sup>: дрожжи взбалтывались с 95% спиртом, оставлялись со спиртом на пол часа, отсасывались на сите, промывались спиртом и эфиром, а затем быстро высушивались при 30°. 1 гр. полученного таким

<sup>1)</sup> Bourquelot J. de Ph. de Chimii T. II. 1901 стр. 481.

<sup>2)</sup> Bourquelot. Ibid.

образом препарата обрабатывался 100 с. воды, насыщенного тимолом, и раствор отфильтровывался. Растительный экстракт подвергался действию инвертина в присутствии тимола в течении трех дней; параллельная порция экстракта ставилась в тот же термостат в присутствии тимола, но без инвертина—в ней через три дня определялось количество сахаров, непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость.

## 29.

Сейчас-же после окончания цветения собраны совсем мелкие, белые и мягкие семена *Agrostemma Cithago* (куколя) 20 гр. взято для определения сухого веса, 50 гр. для определения сапонина.

Сухой вес 20 гр. семян равен 3,008 гр.

Сухой вес 50 гр. семян, в которых произведено определение сапонина, равен 7,52 гр.

Сапоженин в конце анализа не найден; после гидролиза с 3% серной кислотой в автоклаве при 105°, раствор оставался совершенно прозрачным.

## 30.

Семена куколя собраны вскоре после окончания цветения. Они еще мелкие, белые и мягкие.

Сухой вес 25 гр. свежих семян определен равным 3,6575 гр.

Сухой вес 75 гр. семян, в которых произведено определение сапонина, равен 10,9725 гр.

В конце анализа после гидролиза с серной кислотой в автоклаве при 105°, осадок совершенно не образовался; что указывало на полное отсутствие сапоженина, а следовательно и сапонина.

И так, в начале своего развития семена куколя совершенно не содержат сапонина подобно другим органам этого растения. Если в них сапонин и заключается, то в количествах настолько малых, что они совершенно ускользают от учета.

## 31.

Когда семена достигли почти величины зрелых семян но оставались еще белыми и мягкими, было собрано и освобождено от коробочек 100 гр.; 25 гр. было взято для определения сухого веса, 75 гр. для анализа.

Сухой вес 25 гр. свежих семян равен 4,51 гр.

Сухой вес 78 семян, имевших в свежем виде вес равный 75 гр., равен 13,53 гр.

В конце анализа, после кипячения в автоклаве при  $105^{\circ}$  в 3% серной кислоте, обнаружился некоторый осадок сапоженина.

При взвешивании найдено 0,0252 гр. сапоженина, что отвечает 0,0674 гр. сапонина.

Семена, в течении второго периода их развития, содержат 0,49% сапонина.

## 32.

Для определения сапонина собраны семена приблизительно того-же возраста, как и предыдущие.

Сухой вес 10 гр. свежих семян определен равным 1,689 гр.

Сухой вес 20 гр. свежих семян, взятых для определения сапонина следовательно равен 3,378 гр.

Найдено сапоженина: 0,0086 гр., что отвечает 0,023 гр. сапонина.

Семена во втором периоде развития содержат 0,68% сапонина.

## 33.

Собрано и освобождено от коробочек 60 почти зрелых, уже почерневших семян.

Сухой вес 20 гр. свежих семян равен 13,14 гр.

Сухой вес 25 гр. свежих семян, взятых для анализа равен 23,257 гр.

Найдено сапоженина: 0,2487 гр., что соответствует 0,731 гр. сапонина.

Сапонин составляет 3,14% сухого веса семян куколя, достигших почти полной зрелости.

## 34.

Собрано и освобождено от коробочек 20 гр. совершенно зрелых семян; для 10 гр. определен сухой вес, который оказался равным 9,07 гр.

Для определения сапоженина взято 10 гр. зрелых семян, сухой вес которых равен 9,07 гр.

Найдено: 0,1052 гр. сапоженина, что отвечает 0,2815 гр. сапонина.

Зрелые семена содержат 3,3% сапонина.

Приведенные определения показывают, что в первом периоде развития семян сапонин в них совершенно отсут-



ствуется. По мере созревания сапонин постепенно накапливается в семенах и количество его достигает своего максимума в зрелых семенах. В семенах, во второй период их развития, количество сапонина приближается к полупроцентам, в зрелых-же семенах превышает три процента. В 140 семенах, собранных сейчас-же после окончания цветения, сухой вес которых равен 8 8079 гр., сапонина совсем нет; 78 семенах, собранных во втором периоде развития, когда они достигли размера зрелых семян, но сохранили еще белый цвет и мягкую консинстенцию, сухой вес которых равен 13,534 гр., заключается 0,0674 гр. сапонина. В 60 зрелых семенах, с сухим весом равным 23,257 гр., заключается 0,731 гр. сапонина. Т. обр. в среднем, в одном семени, во второй период развития заключается 0,0008 гр. сапонина, в зрелом—же семени количество его достигает 0,0116 гр.

Для того чтобы установить, какие изменения в течении периода созревания семян куколя, претерпевают растворимые углеводы, за счет которых мог бы синтезироваться сапонин, были произведены определения этих углеводов в различные периоды развития.

## 35.

Для определения количества сахаров собраны семена куколя сейчас же после окончания цветения: семена собраны одновременно с теми, в которых было произведено определение сапонина (опыт 29). Собрано и освобождено от коробочек 35 гр. семян, 10 гр. отделено для определения сухого веса, 25 гр. взято для анализа.

Сухой вес 10 гр. свежих семян равен 1,4628 гр.

Сухой вес 25 гр. свежих семян, употребленных для анализа, равен, следовательно 3,657 гр.

Найдено сахаров непосредственно восстанавливающих Фелингову жидкость, вычисленных как глюкоза: 0,4345 гр.

Найдено восстанавливающих Фелингову жидкость сахаров, после действия инвертина: 0,7532 гр.

Количество сахаров 0,3187 гр.

Глюкоза составляет 11,88% сухого веса семян в первый период их развития.

Сахароза составляет 8,71% сухого веса семян в первый период их развития.

## 36.

Для определения сахаров во второй период созревания семян, когда они достигли почти полной величини-

ны, но остались еще мягкими и белыми, было собрано 38 гр., 10 гр. употреблено для определения сухого веса, а 28 гр. для анализа.

Сухой вес 10 гр. свежих семян равен 1,6107 гр.

Сухой вес 28 гр. свежих семян, взятых для определения сахаров, равен 4,51 гр.

Найдено сахаров, непосредственно возстановляющих Фелингову жидкость 0,1408 гр.

Найдено сахаров, возстановляющих Фелингову жидкость после действия инвертина 0,1652 гр.

Количество сахарозы равно 0,0244 гр.

Глюкоза по отношению к сухому весу семян составляет 3,1%.

Сахароза по отношению к сухому весу семян составляет 0,54%.

### 37.

Одновременно с семенами, собранными для предыдущего определения, собрано еще 28 гр. семян, сухой вес которых равен 4,51 гр.

Найдено сахаров, непосредственно возстановляющих Фелингову жидкость: 0,1511 гр.

Найдено сахаров, возстановляющих Фелингову жидкость после действия инвертина: 0,1827 гр.

Найдено сахарозы: 0,0316 гр.

Глюкоза, по отношению к сухому весу семян составляет 3,3%.

Сахароза, по отношению к сухому весу семян составляет 0,7%.

### 38.

Собрано 10,7 гр. зрелых семян, которые разделены на две равные порции, в одной сделано определение сухого веса, который равен 4,8 гр., другая взята для определения сахаров.

Найдено сахаров, непосредственно возстановляющих Фелингову жидкость: 0,0149 гр.

Найдено сахаров, возстановляющих Фелингову жидкость после действия инвертина: 0,0845 гр.

Найдено сахарозы: 0,0696 гр.

По отношению к сухому весу семян глюкоза составляет: 0,31%.

По отношению к сухому весу семян сахароза составляет: 1,4%.

## 39.

Собрано 16 гр. зрелых семян; половина их употреблена для определения сухого веса, половина для определения сахаров.

Сухой вес 8 гр. свежих семян равен 7,2 гр.

Найдено сахаров. непосредственно возстановляющих Фелингову жидкость: 0,0194 гр.

Найдено сахаров, возстановляющих Фелингову жидкость после действия инвертина: 0,192 гр.

Найдено сахарозы: 0,1226 гр.

По отношению к сухому весу семян глюкоза составляет: 0,27<sup>0</sup>.

По отношению к сухому весу семян сахароза составляет: 1,7<sup>0</sup>.

Как видно из приведенных данных, в молодых, только что начинающих развиваться семенах куколя наблюдается полное отсутствие сапонина; по мере созревания семян сапонин в них появляется сначала в незначительных количествах, затем процентное содержание его начинает постепенно повышаться. По отношению к сахарам наблюдается обратный процесс; как количество глюкозы, так и сахарозы постепенно уменьшается по мере созревания семян.

При накоплении сапонина в семени по мере его созревания он может или синтезироваться в самих семенах или притекать в них в готовом виде из других органов растения. Для освещения этого вопроса, необходимо было выяснить, находится ли сапонин в течении периода созревания семян в сколько нибудь заметных количествах, в листьях и коробочках. Листья. органы, где происходит синтез большей части органических соединений; соединения же эти могут поступать в семена только через коробочки

## 40.

Тотчас по окончании цветения было собрано 60 гр. листьев *Agrostemma Githago*. (куколя); из них 20 гр. употреблено для определения сухого веса, 40 гр. для анализа.

Сухой вес 20 гр. свежих листьев равен 4,0754 гр.

Сухой вес 40 гр. свежих листьев, взятых для определения сапонины, следовательно, равен 8,1508 гр.

В конце анализа, после гидролиза с серной кислотой не обнаруживается никакого осадка, что указывает на полное отсутствие сапоженина. а, следовательно и сапонины.

## 41.

Тотчас по окончании цветения куколя собраны коробочки, и очищены от находящихся в них семян. 26 гр. свежих собранных коробочек разделено на две равные порции: в одной определен сухой вес, другая употреблена для анализа сапонины.

Сухой вес 13 гр. коробочек равен 2,7632 гр.

В конце анализа, после гидролиза с серной кислотой не обнаружено сапоженина, что доказывает и отсутствие сапонины.

## 42.

Второй сбор листьев был сделан в то время, когда семена достигли второй стадии своего развития-величины зрелых семян, но сохраняли еще белый цвет и мягкую консистенцию 60 гр. собранных свежих листьев разделены на две равные порции: с одной произведено определение сухого веса, с другой анализ сапонины.

Сухой вес 30 гр. свежих листьев равен 6,2538 гр.

В результате анализа сапоженина совершенно не найдено, что доказывает отсутствие в листьях сапонины.

## 43

Одновременно с листьями собрано во второй период созревания семян и 40 гр. коробочек. Из них 20 гр. взято для определения сухого веса, 20 гр. для анализа.

В результате анализа сапоженина совершенно не найдено, что указывает на отсутствие в листьях сапонины.

## 44

Для определения сахаров собрано 60 гр. листьев сейчас-же после окончания цветения в первый период созре-

вания семян. Сухой вес. 10 гр. свежих листьев определен равным 2,1095 гр.

Следовательно. сухой вес 50 гр. свежих листьев, взятых для анализа, равен 10,5475 гр.

Найдено сахаров, непосредственно возстановляющих Фелингову жидкость: 0,085 гр.

Найдено сахаров, возстановляющих Фелингову жидкость после действия инвертина: 0,2519 гр.

Найдено сахарозы: 0,1669 гр.

По отношению к сухому весу листьев глюкоза составляет 0,80%

По отношению к сухому весу листьев сахароза составляет 1,58%.

Одновременно с листьями, собранными для определения сахаров в первый период созревания семян, собраны и коробочки в количестве 35 гр.

Сухой вес 10 гр. коробочек определен равным 1,033 гр.

Сухой вес 25 гр. коробочек, в которых было произведено определение сахаров, равен, следовательно, 5,165 гр.

Найдено сахаров, непосредственно возстановляющих Фелингову жидкость 0,1001 гр.

Найдено сахаров, возстановляющих Фелингову жидкость после действия инвертина: 0,1995 гр.

Найдено сахарозы: 0,0994 гр.

По отношению к сухому весу коробочек глюкоза составляет 1,94 %.

По отношению к сухому весу коробочек сахароза составляет 1,93 %.

Как видно, ни листья, ни коробочки куколя в течении периода созревания семян не содержат сапонина; количество глюкозы и сахарозы несколько выше в коробочках, чем в листьях.

Для того чтобы иметь возможность сопоставить результаты приведенных определений, касающихся изменений количеств сапонина и сахаров в созревающих семенах куколя, полученные цифровые данные сведены в приведенных ниже таблицах.

## III.

## Изменение количеств сапонина в семенах куколя.

	Сырой вес в гр	Сухой вес в гр	Сапоже- нин гр.	Сапо- нин гр.	Сапо- нин в % сухо- го веса
Очень молодые семена, собранные сейчас после окончания цветения.	50 гр.	7,521	0	0	0
Семена как и предыдущие собранные в течении первого периода развития.	75 гр.	10,9725	0	0	0
Семена достигшие величины зрелых семян, но еще мягкие и белые.	75 гр.	13,5354	0,0252	0,0674	0,49
Семена собранные, как предыдущие в течении второго периода развития.	20	3,378	0,0086	0,023	0,68
Почти зрелые семена.	25	23,257	0,2487	0,731	3,14
Зрелые семена.	10	9,0758	0,1052	0,2815	3,3

## IV.

## Количество сапонина в листьях и коробочках куколя в течение периода созревания семян.

	Сырой вес в гр	Сухой вес в гр	Сапоже- нин в гр	Сапо- нин в гр	Сапо- нин в % сух вес
Листья.	40	8,1508	0	0	0
Коробочки	13	2,7632	0	0	0

## V.

Изменение количеств глюкозы и сахарозы в семенах куколя во время их созревания и распределение их в листьях и коробочках в тот-же период.

	Сырой вес.	Сухой вес в грам.	Глюкоза в гр.	Глюкоза в 0,00100 веса,	Сахароза.	Сахароза в 0,00100 веса.
Семена в первый период развития.	25	3,6575	0,4345	11,88	0,3187	8,71
Семена во второй период развития.	28	4,5118	0,1408	3,1	0,0244	0,54
Семена во второй период развития.	28	4,5118	0,1511	3,3	0,0316	0,7
Зрелые семена.	5,3	4,8038	0,0149	0,31	0,0696	1,4
Зрелые семена.	8	7,2057	0,0194	0,27	0,1226	1,7
Листья во время созревания семян.	50	10,5475	0,085	0,8	0,1669	1,58
Коробочки во время созревания семян	25	5 165	0,1001	1,94	0,0994	1,93

В некоторых определениях мною было сосчитано количество семян, взятых для анализа; принимая во внимание процентное содержание сапонина и сахаров, мы могли высчитать то количество глюкозида и углеводов, которые приходилось на каждое отдельное семя в различные периоды их созревания.

## VI.

	Сухой вес в граммах.	Число семян.	процентное содержание по отношению к сухому весу.			Количество в граммах на одно сем-ля.		
			Глюкоз.	Сахар.	Сапон.	Глюкоз.	Сахар.	Сапон.
Семена в первый период развития	8.8079	1.40	11.88	8.71	0.	0.0075	0.0056	0
Семена во второй период развития	135354	78	3.2	0.62	0.58	0.0055	0.0012	0.0008
Средние семена	23.257	60	0.29	1.5	3.3	0.0011	0.0054	0.0116

Приведенные в таблице VI данные особенно наглядно показывают ход изменений в составе семян по мере их созревания. Процентное содержание глюкозы по мере созревания семени падает с 11,88 до 0,99%; количество же ее в каждом отдельном семени уменьшается с 0,0075 гр. до 0,0011 гр. В изменении количеств сахарозы не наблюдается той правильности, которая могла быть отмечена в отношении глюкозы. Процентное содержание сахарозы в семенах только начавших развиваться равняется 8,71% во второй период созревания оно падает до 0,62%, а в зрелых семенах опять несколько повышается, достигая 1,5%. Правильного изменения в количестве сахарозы в каждом отдельном семени то же не наблюдается; в совсем молодом семени заключается 0,0056 гр. сахарозы, во втором периоде оно падает до 0,0012 гр. и в зрелых семенах снова повышается до 0,0054 гр. на каждое отдельное семя, достигая первоначального количества. Процентное содержание сапонина правильно возрастает по мере созревания семян от 0,58% во втором периоде развития до 3,3% в зрелых семенах; семена только что начавшие развиваться совсем не содержат сапонина, количество его в каждом отдельном семени, постепенно повышаясь, доходит до 0,0116 гр.

Сопоставление результатов касающихся распределения сапонина и растворимых углеводов в различных органах *Agrostemma Githago* (куколя) и хода изменения их количеств в семенах, позволяют сделать следующие заключения.



Местом образования растворимых углеводов являются листья: в них течении периода созревания семян процентное содержание глюкозы достигает 0,8%, сахарозы—1,58%. В созревающие семена приток питательных веществ происходит через коробочки, в которых глюкоза содержится в количестве 1,94% по отношению к их сухому весу—сахароза в количестве 1,93%. Ни в листьях ни в коробочках совершенно не содержится сапонина. В начинающихся развиваться сейчас после окончания цветения семян обнаруживается высокое процентное содержание глюкозы—11,88% и сахарозы 8,71%. Это энергичное накопление растворимых углеводов в первом периоде развития семян может быть объяснено или быстротой притока питательных веществ или медленностью производства в них синтеза более сложных органических соединений, напр. крахмала. Не смотря на высокое процентное содержание в совсем молодых семенах растворимых углеводов, сапонин в них совершенно отсутствует. Появляется он только по мере дальнейшего развития семян, в то время как процентное содержание в них глюкозы и сахарозы начинает значительно уменьшаться. Как уже упоминалось, накопление сапонина в семенах может быть объяснено двумя способами: или сапонин образуется в листьях, и притекает в семена в готовом виде, или он синтезируется в самых семенах за счет тех более простых соединений, которые в них накапливаются. Полученные мною фактические данные заставляют меня склоняться ко второй из приведенных гипотез.

Если бы сапонин образовывался в листьях, то его передвижение из листьев должно бы было происходить параллельно с передвижением растворимых углеводов, глюкозы и сахарозы. По всей вероятности, в таком случае, образование глюкозы, сахарозы и сапонина происходило бы в течении всего периода развития семян в приблизительно одинаковых количественных соотношениях. Ввиду того, что в течении этого периода не происходит никаких изменений в условиях образования этих соединений, нет основания предполагать, чтобы это соотношение скольконибудь существенно менялось в ту или другую сторону.

Анализ семян куколя, сделанный Леманом и Мори<sup>1)</sup> показал, что эти семена в зрелом состоянии содержат 47,47% сахаров и крахмала и 8,23% клетчатки—следова-

тельно в общем 55,7% всех углеводов. Мои определения показывают, что зрелые семена содержат 3,3% сапонина; следовательно в них на один грамм углеводов, приходится около 0,06 гр. сапонина. Если-бы в семена во время их развития притекал вместе с углеводами и готовый сапонин, то отношение между количеством углеводов и сапонина в различные периоды их созревания должно бы было оставаться более или менее неизменным, приближающимся к тому, которое мы находим в зрелых семенах. При сохранении соотношений, существующих в зрелых семенах, в семенах только что начинающих развиваться, мы должны-бы были найти на 20,59% находящихся там растворимых углеводов—1,23% сапонина. В действительности же в семенах, в течении первого периода их развития сапонин совершенно отсутствует.

То-же отсутствие сапонина мы констатировали в листьях как в первый, так и во второй период созревания семян. В коробочках, через которые в семена притекают питательные вещества, сапонин так-же не мог быть открыт.

Образующиеся в листьях растворимые углеводы притекают в развивающиеся семена. Часть этих углеводов идет на дыхание, часть образует запасные питательные вещества семени, переходя в значительной мере в нерастворимое соединение—крахмал. До известной степени можно вычислить максимальное количество углеводов, которые потребляются семенем на дыхание в течении периода его проростания. При проростании этиолированных растений в течении восьми недель они могут терять до 50% своего сухого веса; при распускании почек наблюдается уменьшение сухого вещества, доходящее до 40%. При росте грибных организмов экономический коэффициент нормально не поднимается выше 2—3. На основании этих данных можно принять, что не больше половины притекавших в семена углеводов было потреблено на дыхание; в таком случае количество углеводов, поступивших из листьев в семена в течении их развития вдвое больше того, которое мы находим в зрелых семенах; следовательно на 1 гр. поступавших в семена углеводов должно-бы было поступать 0,03 гр. сапонина и в начинающихся развиваться семенах сапонин должен-бы был составлять 0,6% сухого веса, тогда как в действительности он совершенно отсутствует.

Приведенные соображения заставляют меня склониться к принятию той гипотезы, что сапонин синтези-

руется в созревающих семенах куколя, а не притекает в них в готовом виде.

Тот факт, что как у *Saponaria officinalis* (мыльнянки) так и у *Agrostemma Cithago* (куколя) сапонин накапливается как раз в органах, где сосредоточиваются запасные питательные вещества, является косвенным указанием, что и сам глюкозид играет в растениях то-же роль запасного питательного вещества. С другой стороны самый характер сапонина, его сравнительно большая стойкость, отсутствие расщепляющего его фермента в растениях его содержащих, не вполне вяжутся с этой ролью. Для освещения указанного вопроса мною были поставлены опыты с проростанием содержащих сапонин семян. Потребление сапонина на ряду с запасными углеводами во время проростания семян, служило-бы определенным доказательством того, что сапонин не является продуктом отброса живой клетки-

### Изменение количества сапонина во время проростания семян.

Проростящие семена являются чрезвычайно удобным объектом для исследования вопроса об изменении количества глюкозидов и их утилизации растением, в них мы можем производить точный учет как до, так и после проростания. Изменения же количества глюкозидов в таких органах как почки, листья может быть обусловлено не только утилизацией, но и оттоком их. Что касается изменений количества сапонина в проростающих семенах то мне известна только работа Weevers<sup>1)</sup> относительно *Aesculus Hippocastanum* (конского каштана), в которой метод определения глюкозида оставляет желать многого по точности.

Семена *Agrostemma Cithago* (куколя) проростают очень легко, особенно в условиях хорошей аэрации<sup>0</sup>, всхожести их оказывается в таком случае равным 100. Первые два опыта с проростанием семян куколя были поставлены без соблюдения условий стерильности. Следующие были уже поставлены в стерильных условиях.

Постановка опытов сводилась к следующему. Для проростания семена помещались в стеклянный сосуд диа

<sup>1)</sup> Weevers. Jahrb. W. Bot. Bd. XXXIX 1903, стр. 228.

метром около 20 сант.; сосуд этот по форме напоминал колбы Виноградского, с широким основанием и узким горлом, с той разницей, что стенки его не сразу начинали суживаться, а нижняя часть их шла вертикально. Семена распределялись по дну сосуда в один ряд. Сосуд закупоривался каучуковой пробкой с двумя отверстиями; в одно отверстие вставлялась длинная, в другое короткая стеклянная трубка. Сосуд закрывался черным колленкором и через него в течении всего опыта протягивался при помощи воздушного насоса медленный так воздуха, насыщенного водяными парами; прежде чем поступить в сосуд с семенами воздух проходил через колбу с дистиллированной водой.

46.

Семена разделены на две порции по 25 гр. каждая. В одной произведено контрольное определение сапонина, с другой цоставлен опыт.

Сухой вес 25 гр. семян равен 23,8966 гр.

Найдено сапоженина 0,3141 гр. что соответствует 0,8405 гр. сапонина.

Сапонин составляет 3,5% сухого веса семян.

Проростание семян происходило в темноте; все семена проросли; опыт продолжался 28 дней. В конце опыта на стебельках двух, трех из всех проростков появились желтые пятна—признак истощения проростков. Такие пятнышки появляются и на стерильных культурах и указывают на то, что проростки начинают страдать от недостатка питательных веществ. Через 28 дней проростки были вынуты из сосуда, и высушены в сушильном шкафу при 30°. Пятая часть всех проростков была взята для определения сухого веса, в четырех пятых было сделано определение сапонина.

Сухой вес пятой части всех проростков равен 2,3 гр.

Сухой вес всех проростков равен 11,5 гр.

В проростках, подвергнутых анализу, составляющих четыре пятых общего количества.

Найдено сапоженина 0,26 гр. что соответствует 0,699 гр. сапонина.

Во всех проростках т. обр находится 0,325 гр. сапоженина, что отвечает 0,874 гр. сапонина.

Сапонин составляет 7,6% сухого веса проростков.

В течении четырехнедельного периода проростания семян в темноте значительная часть запасных питатель-

ных веществ, в них находившихся, была утилизирована растениями. Сухой вес взятых для опыта семян составил 23,89 гр. сухой вес этнолированных проростков достиг всего 11,5 гр., т.е. уменьшился на 54%. Не смотря на энергичное потребление питательных веществ, которое происходило в проростках, количество сапонина в проростках не уменьшилось по сравнению с тем, которое было в семенах; в семенах найдено 0,84 гр. сапонина, в четырехнедельных проростках 0,87 гр.—что указывает на то, что сапонин не потребляется во время проростания семян.

47.

Для контрольного определения сапонина взято 10 гр. семян, сухой вес которых равен 8,8752 гр. 10 гр. семян помещены в стеклянный сосуд, выше описанный, для проростания.

Через 28 дней проростки собраны, высушены при 30° в одной пятой сделано определение сухого веса, в четырех пятых—определение сапонина.

Сухой вес одной пятой доли проростков равен 0,9829 гр.

Сухой вес всех проростков равен: 4,9145 гр.

В четырех пятых долях всех проростков найдено 0,1114 гр. сапонина.

Во всех проростках, следовательно, находилось 0,1391 гр. сапонина, что отвечает 0,3418 гр. сапонина.

Сапонин составляет 6,96% сухого веса проростков

До начала проростания в семенах находилось 0,29 гр сапонина, в четырехнедельных же проростках найдено 0,34 гр. Не смотря на то, что сухой вес проростков уменьшился по сравнению с сухим весом семян на 45%, количество сапонина в них не только не уменьшилось, но даже несколько увеличилось. Результаты приведенного опыта подтверждают вывод, сделанный из предыдущего—что сапонин не потребляется во время проростания семян в темноте.

В приведенных двух опытах никаких признаков заражения проростков не было обнаружено: такая стойкость проростков объясняется с одной стороны быстротой их проростания, с другой тем, что они содержат в себе ядовитое вещество сапонин. Следующий опыт был все-же сделан в стерильных условиях; стерилизация производилась при помощи перекиси водорода согласно методу

Пинуа и Магру.<sup>1)</sup> Проростание семян происходило в большом стерильном баллоне, в темноте, через баллон во время опыта проходил непрерывно медленный ток воздуха, профильтрованного через трубки со стерильной ватой. Семена стерелизовались при помощи раствора перекиси водорода, промывались несколько раз стерильной водой и затем в стерильной камере переносились в баллон для проростания.

48.

Для контрольного определения сапонина взято 15 гр. зрелых семян, сухой вес которых равен 13,05 гр.

В них найдено 0,1584 гр. сапоженина, что отвечает 0,4238 гр. сапонина.

Вторая порция в 15 гр. помещена проростать в темноте в стерильных условиях. По окончании опыта, через три недели в этнолированных проростках найдено 0,1569 гр. сапоженина, что соответствует 0,4118 гр. сапонина.

Количество сапонина в этнолированных проростках за три недели уменьшилось на 0,012 гр. по сравнению с тем, которое было в семенах; разница эта настолько ничтожна, что она вполне уместается в пределы ошибки метода. Как видно, при проростании семян в стерильных условиях в темноте, сапонин, как и в предыдущих случаях, не потребляется растением.

Осуществить намеченные мною опыты с проростанием семян *Saponaria officinalis* (мыльнянки), мне не удалось в виду того, что они имели очень малый процент всхожести.

## Превращение амигдалина в проростающих семенах *Amygdalus communis*.

В предыдущей главе приведены мои исследования относительно превращений в проростающих и созревающих семенах *Agrostemma Cithago* сапонина. Глюкозид этот является одним из наиболее трудно расщепляющихся; фермент, способный его гидролизировать, до сих пор еще не найден.<sup>2)</sup> Для сравнения, интересно было проследить

<sup>1)</sup> Pinou et Magru. Bulletin de la Société Botanique de France 4<sup>e</sup> série T. XII 1912. Стр. 609-612.

<sup>2)</sup> M. Korsakow. Revue générale. 1914 стр. 1.

превращения какогонибудь из легко гидролизирующихся глюкозидов. Естественно предположить, что превращение в растениях двух соединений, из которых одно чрезвычайно легко, другое, наоборот, трудно расщепляются, могут идти совершенно различными путями.

К числу таких легко гидролизирующихся глюкозидов принадлежит сравнительно хорошо изученная группа цианогенных глюкозидов, из них наибольшее внимание уделено было амигдалину, на изучении превращений которого в семенах *Amygdalus communis* я и остановилась.

С каждым годом увеличивается число тех растений, в составе которых найдены цианогенные глюкозиды. Треуб исследовал цианогенные глюкозиды целого ряда тропических растений: *Pangium edule*, *Phaseolus Lunatus*.<sup>1)</sup> Он открыл присутствие синильной кислоты во многих других растениях: *Sorgum vulgare*, *Manihot utilissima*, *Prunus javanica* и др. По отношению к некоторым из этих растений Треуб только установил присутствие синильной кислоты, но не изучил ближе, находится ли она в них в свободном состоянии или связана в виде глюкозида.

По аналогии с подробно им изученными *Pangium edule* и *Phaseolus Lunatus*, он заключил, что синильная кислота в большинстве растений находится в виде глюкозидов.

Гиньяр установил присутствие цианогенных глюкозидов в черемухе и бузине.<sup>2)</sup> Любопытно, что в одном и том же роде различные виды отличаются друг от друга по содержанию в них синильной кислоты. В черной бузине находятся сравнительно значительные количества цианогенных глюкозидов, в зеленике найдены лишь следы и в красной же бузине они совсем не встречаются. Подтверждает же факт Гиньяр наблюдал и у различных видов смородины<sup>3)</sup>: в одних видах, напр. красной и золотистой смородины цианогенные глюкозиды были обнаружены, в других же они не были вовсе найдены. В отношении бобов Армстронг установил еще более интересные особенности: лядвенец большой никогда не заключает цианогенных глюкозидов, лядвенец же рогатый имеет две формы, отличающиеся систематиками: в одной из них цианогенные

1) Treub, J. du J. du Brutentorg V. XIII 1895 стр. 1.  
Treub. " " " " V. XIX 1904 стр. 86.

2) Guignard. C. r. 1890 стр. 471.

" " " " C. r. 1905 стр. 16.

3) Guignard C. r. 1905 стр. 448.

4) Armstrong. Pr.R.S. 1912. B. 84.

глюкозид всегда содержится в большем или меньшем количестве, в другой—не удается обнаружить даже следов последнего.

Наиболее распространены цианогенные глюкозиды среди семейства розоцветных; часто встречаются они также среди яблочных. Среди бобовых виды, содержащие цианогенные глюкозиды, встречаются сравнительно реже. Бертран<sup>1)</sup> исследовал сорок видов бобовых растений и нашел цианогенные глюкозиды только в роде *Vicia*. Среди тропических растений, впрочем, существует целый ряд содержащих означенные глюкозиды бобовых.

Что касается распределения цианогенных глюкозидов, то в наибольших количествах они накапливаются в семенах, хотя встречаются и в других органах. У черной бузины наиболее богаты глюкозидом листья, содержащие 0,01 % синильной кислоты, затем зеленые плоды; в ветвях найдено не более 0,003<sup>0,0</sup>, в цветах—следы, в коре же установлено полное отсутствие глюкозида.<sup>2)</sup> Чрезвычайно богат синильной кислотой бамбук; синильная кислота в нем входит в состав соединения настолько легко разлагающегося, что оно не могло быть более подробно исследовано<sup>3)</sup>. Не смотря на это, авторы предполагают, что синильная кислота находится и в бамбуке в виде глюкозида. Главным образом синильная кислота сосредоточена в молодых побегах, в растущей зоне. В листьях и в закончивших свое развитие стеблях ее совсем нет.

Как уже было указано, наиболее изучен из всех цианогенных глюкозидов амигдалин. Он открыт был в 1830 г. Робике и Буртон Шалардом в семенах горького миндаля<sup>4)</sup>. В последствии, он был найден в семенах различных родов яблочных: у яблони, рябины, кратегуса, груши и т. д.<sup>5)</sup> В листьях амигдалин встречается у *Prunus laurocerasus*, в коре у *Prunus virginica*<sup>6)</sup>. В коре *Prunus radus* находится не кристаллический амигдалин, а аморфное соединение, которое Леманн назвал лауроцеразином и которое обнаружено в коре, листьях, цветочных почках, камбин и молодой древесине. В незрелых семенах он нашел лауроцеразии, в зрелых же амигдалин.

<sup>1)</sup> Bertrand C. r. 1906. T. 143. стр. 832.

<sup>2)</sup> Guignard, L. c.

<sup>3)</sup> Вальтер. Красносельская. Мальчевский и Максимов. Известия Академии Наук СПб 1911.

<sup>4)</sup> Robiquet et Bourtond Chalard. Ann. Chim. phys. 1830 т. 44 стр. 357

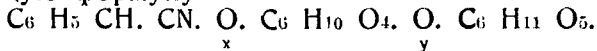
<sup>5)</sup> Wicke Jieb. Ann. V. I. XXIX (1851) Стр. 79.

<sup>6)</sup> Schimmel. Ch. Ber. 1890 стр. 48.



В 1837 г. Либих и Велер <sup>1)</sup> установили, что при гидролизе он распадается на синильную кислоту, бензойный альдегид и глюкозу. Шифф <sup>2)</sup> нашел, что две молекулы глюкозы соединены в нем в биозу. Предположение Фишера, что биоза, входящая в состав амигдалина, представляет из себя мальтозу, не оправдалось. Ни по своим химическим свойствам, ни по своему отношению к энзимам амигдалин не может быть назван мальтозидом.

Не смотря на многочисленные исследования точная структура амигдалина до сих пор не установлена. Caldwell and Courtauld <sup>3)</sup> принимают для амигдалина следующую формулу:



Гидролиз идет быстрее в месте связи у чем х, т.-ч. сначала отщепляется первая частица глюкозы, а затем уже вторая.

Эмульсин не является единственным ферментом, который может гидролизировать амигдалин; в дрожжевых клетках находится фермент расщепляющий амигдалин на одну частицу глюкозы и мандель зейренитрилглюкозид. Существовало предположение, что ферментом дрожжевых клеток, гидролизующим амигдалин является мальтаза. Ближайшее исследование показало, однако неправильность этого предположения.

Эмульсин, как установил Армстронг <sup>4)</sup>, состоит из двух ферментов: амигдалазы, при помощи которой амигдалин расщепляется на одну частицу глюкозы и мандельзейренитрилглюкозид, и з глюкозы, или собственно эмульсина, который действует уже на в глюकोзид. В дрожжевых клетках находится только амигдалаза, она может быть отделена от мальтазы при помощи нагревания, т.-к. является более устойчивой по отношению к высокой температуре, чем мальтаза. Т. об. для отщепления от амигдалина обеих частиц глюкозы необходимо воздействие на него двух ферментов: амигдалазы и в глюкозы. Теоретически возможно представить, что существует какой нибудь третий фермент, способный отщеплять от амигдалина сразу обе частицы глюкозы. Такой фермент действи-

1) Liebig u Wöhler Ann. ch. etphys. 1837 т. 64 стр. 185.

2) Schiff Die Konstitution d Amygdalinus und der Amygdalinsäure.

3) Caldwell a Courtauld. J Chem. J. 1907 т. 91 стр. 666

1907 т. 91 стр. 671.

4) Armstrong Studies on Enzymes Action. XVI Pr. R. S. T. 85.

тельно был найден Гайаа <sup>1)</sup> и выделен им из желудочного сока слизи. При воздействии этого фермента от амигдалина отщепляется дисахарид типа трехалозы, восстанавливающий Фелингову жидкость.

Мандельзейренитрильглюкозид представляет из себя  $\beta$  глюкозид. Он не только входит в состав амигдалина, но может встречаться в растениях и самостоятельно, в виде любого из трех различных рацемических видоизменений: d, l и dl.

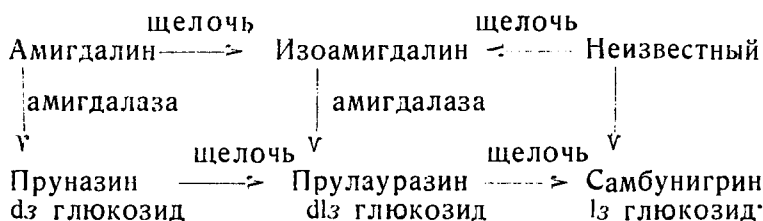
Пруназин dз мандельзейренитрильглюкозид.

Прулауразин dlз “ “

Самбунигрин lз “ “

Каждый из трех глюкозидов отличается друг от друга как температурой плавления, так и вращением плоскости поляризации.

Интересную схему, показывающую соотношение между тремя з глюкозидами приводит Армстронг <sup>2)</sup>.



В состав амигдалина, как ясно видно из приведенной схемы, входит пруназин. У *Prunus laurocerasus* амигдалин найден только в семенах, в листьях его нет; в листьях этого растения находится прулауразин. Оказалось, что соответственно распределению глюкозидов, распределены в этом растении и ферменты. В семенах находится как амигдалаза, так и з глюкозид, в листьях-же только з глюкоза.

Как видно, литература, касающаяся химического строения амигдалина и природы эмульсина—очень обширна. Нельзя того-же сказать относительно работ, посвященных его физиологической роли. Данные, касающиеся превращений амигдалина во время прорастания семян *Amygdalus communis* весьма немногочисленны. Jehmann <sup>3)</sup> установил, что во время прорастания семян горького миндаля коли-

<sup>1)</sup> Giaja. C. r. 1910 стр. 150.

<sup>2)</sup> Armstrong. Die einfachen Zuckerarten und die Glycoside.

<sup>3)</sup> Jehmann. Just B. Jahresb. 1874. Bd II стр 823.

чество амигдалина уменьшается. Jorissen <sup>1)</sup> констатирует появление амигдалина при проростании семян сладкого миндаля. Первый из указанных авторов смотрит на амигдалин как на запасное питательное вещество, кот. потребляется при проростании семени, второй не признает амигдалин запасным питательным веществом, а смотрит на него как на продукт обмена веществ, образующийся из протсиновой молекулы.

Я поставила себе задачей изучить по возможности подробно те превращения, которым подвергается амигдалин при проростании семян горького и сладкого миндаля. Материалом для моих опытов служили горькие и сладкие миндали из Тифлисского Ботанического Сада, сбора 1917 г.

Часто камнем преткновения при физиологических исследованиях являются недостаточно совершенные методы количественного определения исследуемых соединений. Что касается цианогенных глюкозидов, то методика их качественных и количественных определений вполне выработана.

### Методика определения амигдалина и постановки опытов.

Для изучения распределения амигдалина в семенах и проростках миндаля мною были применены два метода: пикриновый метод и метод Трейба с железными солями.

Количественные определения амигдалина производились методом Трейба с видоизменениями, указанными у Бертрана. Материал, предназначенный для исследования, быстро растирался в фарфоровой ступке, переносился в колбочку с 20 сант. тимоловой воды и тимолом в порошок, закупоривался каучуковой пробкой и помещался на три дня в термостат при 30°. Срок мацерации, вероятно, без ущерба для результатов мог-бы быть сокращен до одних суток, но из предосторожности во всех опытах мацерация продолжалась трое суток. По истечении этого срока содержимое колбочки перегонялось с водяным паром. Перегнанная синильная кислота улавливалась в приемной конической колбе, содержащей 20 сант. нормально-го раствора едкого кали и 4 сант. десятипроцентного иодистого калия. Титрование синильной кислоты 0,01 п. раствора азотно-к. серебра производилась, согласно указа-

<sup>1)</sup> Jorissen Bul. de l'Academic de Bely. 7.1884 стр. 736.

иям Бертрана во время перегонки; перегонка прекращается тогда, когда образовавшаяся от прибавления одной капли азотно—кислого серебра муть не исчезала при дальнейшей перегонке. При титровании во время самой перегонки достигается большая точность, чем та, которая может быть получена при титровании по ее окончании.

Для проверки того, как велика точность указанного метода в применении к определению амигдалина в семенах горького миндаля были поставлены следующие опыты.

#### О п ы т 49.

10 семян продажного горького миндаля растерто в ступке и разделено на две порции, в каждой отдельно взвешенной порции произведено определение синильной кислоты.

1) Навеска: 2,31 гр.

При титровании азотно—кислого серебра: 10,4 сент.  
Синильной кислоты найдено: 5,63 м.

Исходя из полученного количества синильной кислоты вычислено амигдалина: 95,05 м.

Синильная кислота составляет 0,243% воздушно-сухого веса семян.

Амигдалин составляет 4,11% воздушно сухого веса семян.

2) Навеска: 2,31 гр.

При титровании азотно-кислого серебра: 10,5 сент.  
Синильной кислоты 5,7 мил.

Амигдалина 96,4 м.

Синильная кислота составляет 0,247% воздушно—сухого веса семян.

Амингдалин составляет 4,13% воздушно—сухого веса семян.

Приведенный опыт показывает, что путем титрования азотно—кислым серебром определение амигдалина может быть произведено с большой точностью.

Прежде чем приступить к исследованию вопроса относительно превращений амигдалина в проростающих семенах, пришлось остановиться на выборе определенного метода проращивания. При первых, поставленных в этом направлении опытах пришлось натолкнуться на некоторые трудности. Способ, который применял Йориссен <sup>1)</sup> ока-

<sup>1)</sup> Jorissen l. c.

заялся совершенно непригодным. Иориссен помещал семена миндаля на тарелку, смачивал водой, и оставлял их при комнатной температуре. Через две недели он делал в проростках определения синильной кислоты.

Попытка воспроизвести проростание семян *Amygdalus communis* в таких простых условиях дала отрицательные результаты. Уже на второй день после смачивания на семенах появлялся мицелий мукоровых грибов, а очень быстро затем все семена сплошь покрывались грибным налетом. Семена, пророставшие при комнатной температуре в песке или в опилках точно так-же оказывались зараженными. Грибы так сильно развивались, что песок или опилки покрывались грибным налетом. Благодаря этому, опыты оказались возможным ставить только в стерильных условиях. Следует отметить, что семена подвержены заражению грибом главным образом в период, предшествующий проростанию. Проросшее семя при дальнейшем росте грибом уже обычно не заражается.

Для стерелизации я пользовалась однопроцентным раствором брома. <sup>1)</sup> Первоначально, я предполагала применить поверхностную стерелизацию заключенных в скорлупу семян, но первые-же опыты заставили меня отказаться от этого способа. Не смотря на все предосторожности принимаемые при освобождении семян от скорлупы и перенесении их в стерильные условия для проростания, семена неизменно оказывались зараженными мукоровыми грибами. Возможно, что не удавалось освободить семена от скорлупы, не заразив их, но может быть самые семена внутри скорлупы уже бывали заражены. В виду этого я перешла к стерелизации семян предварительно освобожденных от скорлупы и получила, при применении 1% раствора брома, прекрасные результаты.

Методика стерильных культур высших растений данное время хорошо разработана Шуловым, <sup>2)</sup> Петровым, Мазе, <sup>3)</sup> Combes'ом <sup>4)</sup>). Основываясь на уже существующих методах, мне пришлось выработать такой, который был бы наиболее применим для семян миндаля. Несомненно наилучшими являются те методы, при которых стерели-

<sup>1)</sup> Арциховский.

<sup>2)</sup> Шулов И. С. Исследование в области физиологии питания высших растений. Москва 1933.

<sup>3)</sup> Петров Г. Г. Усвоение азота высшими растениями. Москва 1917.

<sup>4)</sup> Maze. Ann. Inst. Pasteur. 25. 705. 1911.

<sup>5)</sup> Combes. C. ч. Т. 154. 1912 стр 891.

зация, промывание и проростание семян происходит в соединенных между собой в один прибор сосудах. При такой конструкции стерильное семя переносится лишь внутри собранного и простерелизованного прибора, т.-ч. возможность заражения совершенно исключена. Изготовление такого сложного специального прибора, было сопряжено с такими трудностями, что пришлось от него отказаться, особенно в виду необходимости иметь для параллельных опытов несколько однородных приборов.

Пришлось примириться с тем, что семена переносились из прибора, где они стерелизовались, в пробирки, где проросли, а затем уже в сосуды, в которых происходил их дальнейший рост.

Прибор для стерелизации семян состоял из цилиндрического сосуда с вытянутым в трубку нижним концом, на который надевался каучук с зажимом. Сосуд с ватными пробками (а) предварительно стерелизовался при 180°, затем на нижний конец его надевался каучук, который предварительно кипятился в течении часа в дистиллированной воде, и весь прибор стерелизовался три дня по одному часу в текущем пару, в Кохе. Семена освобождались от скорлупы, обмакивались в 98° спирт, и по пяти штук помещались в стерелизационные трубки, в кот. наливался 1% (насыщенный) раствор брома. Трубки сверх ваты закрывались каучуковыми пробками и семена стерелизовались в течении 15—18 минут. Стерелизованные семена промывались затем в тех-же трубках в течении часа дистиллированной водой, вода в трубках переменялась не менее десяти раз. Прибор, из которого наливалась вода для промывания семян, приготавливался следующим образом: большая колба, вместимостью в два литра, наполнялась дистиллированной водой, замыкалась каучуковой пробкой с двумя отверстиями и кипятилась три дня по одному часу ежедневно. Перед окончанием кипячения отверстия пробки закрывались стерелизованной ватой. На третий день, не прекращая кипячения, в одно отверстие пробки вставлялась трубка фильтр (b); в другое отверстие вставлялась изогнутая трубка (с), соединенная при помощи каучука с развилкой (d) которая в свою очередь была соединена каучуком с двумя стеклянными трубочками, концы которых были вытянуты в капилляры (e). Концы трубок с капиллярами при помощи ватных пробок вставлялись в маленькие пробирки, в месте с которыми они

стерелизовались и присоединялись к развилке. Само собой разумеется, что все отдельные части предварительно стерелизовались сухим жаром при 180°, затем, после соединения отдельных частей при помощи прокипяченных каучуков, три раза в Кохе. Из стерелизационной трубки быстро, над пламенем горелки вынималась вата и вставлялась ватная пробка с трубкой е, которая тут и вынималась из пробирки. Таким путем стерелизационная трубка соединялась с прибором с дистиллированной водой. Нижний конец стерелизационного прибора а соединялся трубочкой, вытянутой в капилляр и при помощи ватной пробки вставлялся в стерелизованную колбу, в которую спускались промывные воды. При промывании вода и поступала в стерелизационные трубки и вытекала из них одинаково медленно.

После промывания семена переносились в пробирки. Предварительно пробирки до одной трети наполнялись стеклянной ватой и стерелизовались при 180°; затем, в них наливалась перегнанная в стеклянной посуде вода таким образом, чтобы вата была покрыта водой. Пробирки с водой стерелизовались в автоклаве. Перенесение семян из трубок в пробирки производилось в стерелизационной стеклянной камере. Камера предварительно промывалась сулемой и в течении часа наполнялась паром из самовара. Во время работы пар продолжал поступать в камеру, передняя стенка которой открывалась лишь постольку, поскольку это было необходимо. В каждую пробирку помещалось одно семя. Первоначально я предполагала помещать пробирки с семенами в термостат, при постоянно температуре 22-23°; при таком способе достигались бы совершенно одинаковые условия проростания во всех опытах.

В Октябре 1917 г. 24 семени урожая того-же года были простерелизованы и помещены в стерильных пробирках в термостат при 22-23°. Одно из семян проросло на десятый день, другое на двенадцатый, а остальные в течении целого месяца не обнаруживали признаков проростания. По внешности все семена были совершенно стерильны, вода в пробирках оставалась прозрачной. Вообще нужно отметить, что, применяя описанный выше метод, я достигала почти всегда полной стерильности выращиваемых культур. Обычно, я засеивала одновременно двенадцать пробирок, редко случалось, чтобы хотя бы одна

из них оказалась зараженной. Низкий процент проростания опытных семян мог быть объяснен или их плохой всхожестью, или тем, что условия, в которые семена были помещены, оказались неблагоприятны для их проростания. В виду этого, я попробовала переменить эти условия и выставила пробирки с не проросшими в термостате семенами на свет, около окна, где благодаря близости парового отопления температура сильно колебалась в течении суток. Дней через девять, десять после этого семена начали проростать один за другим и очень быстро проросли все без исключения. При всех дальнейших опытах стерильные пробирки с семенами помещались на свет у окна, при комнатной температуре. Всхожесть оказалась равной ста процентам. Семена всегда проросли очень дружно, дней через семь—десять после стерелизации.

Причину задержки проростания семян в термостате трудно установить без постановки соответственных опытов. Перенесение семян из термостата подвергает их влиянию трех новых факторов: сравнительно более низкой температуре, действию света и колебаниям температуры. Влияние света на всхожесть семян является установленным фактом; интересно было бы, если бы это влияние так сильно сказывалось на проростании семян, в естественных условиях заключенных в твердую, не пропускающую свет скорлупу.

После краткого описания методики, которая применялась как по отношению к сладким, так и горьким миндалям, я перехожу к опытам, касающимся превращений амигдалина в горьких миндалях.

## Распределение амигдалина в семенах и проростках горького миндаля.

Прежде чем приступить к исследованию превращений амигдалина во время проростания семян горького миндаля, необходимо было получить представление о распределении его как в семенах, так и проростках. Для этого можно было воспользоваться методом Трейба с железными солями и пикриновым методом Гвньера. Я применяла главным образом пикриновый метод, с помощью которого могут быть обнаружены 0,02 мг. синильной кислоты.



## О п ы т 50.

10 семян горького миндаля были разделены на две порции: в одной находились зародыши, в другой семедоли. Порция, в которой находились одни зародыши, не дала реакции на синильную кислоту: пикриновая бумажка, помещенная в пробирку с мацердующимися при 30° зародышами не дала реакции на синильную кислоту, сохранив через 24 часа свой желтый цвет. В семенах, таким образом, весь амигдалин сосредоточен в семедолях, в зародышах он совершенно отсутствует.

Проростанию семени предшествует период его набухания, который продолжается более или менее долгое время. Период этот для семян горького миндаля может быть искусственно продолжен помещением их в термостат при 22°. В таких набухавших в течение месяца, но не проросших семенах горького миндаля, были сделаны определения синильной кислоты отдельно в семедолях и зародышах.

## О п ы т 51.

10 семян горького миндаля были положены в термостат при 22° при обычных стерильных условиях. Через месяц были сделаны пробы на синильную кислоту отдельно в семедолях и зародышах при помощи пикринового метода. Проба эта обнаружила, что при разбухании в течение месяца семян не происходит изменений в распределении в них амигдалина: амигдалин остается исключительно в семедолях. Для решения вопроса, происходят ли в течении периода набухания семени какие-нибудь изменения в количествах амигдалина в семедолях, были поставлены следующие опыты.

## О п ы т 52.

Взяты две порции семян горького миндаля по 5 семян в каждой. Контрольная служила для определения амигдалина—опытные семена были помещены в термостат при 22° в пробирках, в стерильных условиях.

Контрольная порция:

Вес семян 3,5 гр.

При титровании азотно-кислого серебра: 17,5 сант.

Синильной кислоты найдено: 9,45 мг.

Амигдалина вычислено: 178 мг.

Синильная кислота составляет 0,270% воздушно-сухого веса семян.

Амигдалин составляет 5,08% воздушно-сухого веса семян.

Опытная порция:

5 семян горького миндаля простерелизованы 22 февраля и в 5 пробирках помещены в термостат при 22°. В течении шести недель они не обнаруживали никаких признаков проростания. 8 апреля опыт окончен и в семенах сделано определение синильной кислоты.

Вес семян: 2,4135 гр.

Исходя из определения, сделанного в контрольной порции, вычислено, что в исходном материале находится 110,4 мг. амигдалина.

По окончании опыта при титровании азотно-кислого серебра: 12,0 с.

” ” ” найдено синильной кислоты: 6,44 мг.

” ” ” в разбухавших в течении 6 недель семенах горького миндаля найдено 108,8 мг. амигдалина.

Принимая количество амигдалина в семенах до начала опыта равным 100, мы находим следующее отношение.

Амигдалин в семенах до начала опыта: 110,4 100

Амигдалин в семенах по окончании опыта: 108,8 98

#### О п ы т.

Пять горьких миндалин помещены 8 марта в термостат при тех же условиях, как и в предыдущем опыте. Семена в течении месяца не обнаружили никаких признаков проростания. Опыт окончен 8 апреля.

Вес семян до начала опыта 2,915 гр.

В семенах до начала опыта амигдалина: 130,0 мг.

По окончании опыта азотно-кислого серебра: 13,85 сант.

Синильной кислоты найдено: 7,4 мг.

Амигдалина найдено по окончании опыта: 125,0 мг.

Амигдал. в семен. до начала опыта: 130,0 мг. = 100

Амигдал. в семен. по окончании опыта: 125,0 мг. 96

Приведенные опыты показывают, что в том случае когда семена горького миндаля, разбухая в течении шести недель, не прорастают—сколько-нибудь заметных изменений в содержании амигдалина не наблюдается. Отношение исходного количества амигдалина к полученному по окончании опыта равняется или  $\frac{100}{98}$  или  $\frac{100}{96}$ , то есть колеблется почти в пределах ошибки метода. Распределение амигда-

лина за время опыта то-же не изменяется. В виду этого, в дальнейшем, я исчисляла продолжительность опытов не со дня стерелизации семян, а с того дня, когда они начали проростать.

Амигдалин при воздействии эмульсина расщепляется чрезвычайно быстро и энергично. Достаточно растереть семя и прибавить к нему дистиллированной воды, чтобы при комнатной температуре моментально началось расщепление амигдалина. Как указано, в семенах горького миндаля, набухавших в течении месяца, не наблюдается изменений в количестве амигдалина. Такое постоянство в содержании его может быть объяснено или тем, что амигдалин во время набухания семени совсем не расщепляется или тем, что одновременно происходит как расщепление так и гидролиз амигдалина, которые приводят к состоянию равновесия.

Все опыты, произведенные мною в целях исследования превращений амигдалина в проростающих семенах горького миндаля, можно разбить на несколько групп, в зависимости от внешних условий. В первой серии опытов семена проросли в темноте, дистиллированной воде, не получая извне ни углерода, ни азота, и питаюсь исключительно за счет своих собственных запасов. В этом случае, при достаточной продолжительности опыта, должны быть мобилизованы как все углеродистые, так и азотистые запасные вещества семени.

### Превращения амигдалина в семенах горького миндаля в темноте: в дистиллированной воде.

Все опыты с семенами горького миндаля, поставленные в темноте, были произведены с миндалями, собранными в 1917 г. с одного дерева Тифлисского ботанического сада. Поэтому, при каждом опыте не делалось отдельных контрольных определений синильной кислоты, а это определение было сделано предварительно и данные, в нем полученные, применялись по отношению ко всем опытам.

*Контрольные определения амигдалина в горьких миндалях:*

1) Вес семян: 3,5175 гр.

Азотно-кислого серебра при титровании: 17,25 г.

Синильной кислоты найдено: 9,315 мг.

Синильная кислота составляет 0,264<sup>0</sup>/<sub>0</sub> воздушно-сухого веса семян.

- 2) Вес второй порции семян: 3,256 гр.  
Азотно-кислого серебра при титровании: 16,25 гр.  
Синильной кислоты найдено: 8,986 мг.  
Синильная кислота составляет: 0,276<sup>0</sup>/<sub>0</sub> воздушно-сухого веса семян.
- 3) Вес третьей порции семян: 2,855 гр.  
Азотно-кислого серебра при титровании пошло 14,4 с.  
Синильной кислоты найдено: 7,794 мг.  
Синильная кислота составляет: 0,273<sup>0</sup>/<sub>0</sub> воздушно-сухого веса семян.

В среднем, синильная кислота составляет 0,271<sup>0</sup>/<sub>0</sub> веса воздушно-сухих семян горького миндаля. Исходя из содержания синильной кислоты вычисляем, что амигдалин составляет 5,13<sup>0</sup>/<sub>0</sub> воздушно-сухого веса семян.

Во всех опытах проростание семян происходило на свету, в описанных выше стерильных условиях; в темноту пробирки с семенами переносились только тогда, когда обнаруживались признаки проростания, появлялся корешок. Дня через четыре, за которые корешок уже успевал значительно вытянуться в длину, проросток переносился в сосуд с дистиллированной водой, при соблюдении всех возможных условий для сохранения стерильности. Сосуд вместимостью в 400 с. с узким горлом, предварительно стерелизовался при 180<sup>0</sup> сухим жаром, затем в автоклаве с 250 с. воды, перегнанной в стеклянной посуде, и наконец, дополняется до верху из баллона, устроенного по тому-же образцу, как колба для промывания стерелизованных семян. Проросток переносился в горлышко сосуда, зажимался в нем при помощи ваты, так что семедоли были совершенно обернуты ватой, а корешок касался воды. Не смотря на довольно большую сложность работы, сопряженной с двукратным перенесением проростков из одного сосуда в другой—в большинстве случаев достигалась полная стерильность проростков. Обычно, одновременно заседалось двенадцать пробирок (по одному семени в каждую пробирку); чаще всего, все двенадцать культур оставались стерильными, изредка, одна из пробирок оказывалась зараженной и выбрасывалась. Заражение двух культур из двенадцати, кажется, ни разу не произошло. При дальнейшем росте проростки, перенесенные из пробирок в сосуды, обычно сохраняли свою стерильность.

Исходное количество амигдалина в семенах во всех приведенных ниже опытах вычислялось на основании приведенных выше контрольных определений.

### О п ы т 53.

Пять семян горьких миндалин проросли между 10 и 12 ноября; опыт окончен 3 декабря. Проростки имели возраст от двадцати одного до двадцати трех дней.

Вес взятых для опыта семян: 2,764 гр.

Количество амигдалина, вычисленное в исходном материале: 126,5 мг.

По окончании опыта стебельки и корешки проростков отделены от семедолей и определения синильной кислоты произведены в тех и других отдельно.

а) Стебельки и корешки:

Азотно-кислого серебра при титровании: 3,1 с.

Синильной кислоты найдено: 1,674 мг.

Амигдалина найдено: 28,27 мг.

в) Семедоли:

Азотно-кислого серебра при титровании: 10,5 ст.

Синильной кислоты: 5,68 мг.

Амигдалина: 95,94 мг.

В целых проростках общее количество амигдалина: 124,21 мг.

Принимая исходное количество амигдалина в семенах за 100, мы находим следующее соотношение:

Амигдалин в семенах:  $126,5 \text{ мг.} \frac{100}{100}$

Амигд. в целых проростк.:  $124,21 \text{ мг.} \frac{98}{100}$

Амигдалин в семенах:  $126,5 \frac{100}{100}$

Амигдалин в семедолях:  $95,94 \frac{75}{100}$

### О п ы т 54.

Пять семян горького миндаля проросли между 8 и 11 ноября, опыт окончен 11 декабря. Проростки достигли возраста от тридцати до тридцати трех дней.

Вес взятых для опыта семян 3,315 гр.

Количество амигдалина в пяти опытных семенах: 151,7 мг.

а) Стебельки и корешки проростков:

Азотно-кислого серебра при титровании: 4,85 с.

Найдено синильной кислоты: 2,61 мг.

Найдено амигдалина: 44,12 мг.

в) Семедоли:

Азотно-кислого серебра при титровании: 9,5 сант.

Найдено синильной кислоты: 5,13 мг.

Найдено амигдалина: 86,65 мг.

Общее количество амигдалина в целых проростках: 130,77 мг.

Количество амигдалина в семенах: 151,7 мг. 100

Колич. амигдал. в целых проростк.: 130,77 мг. 86

Количество амигдалина в семенах: 151,7 мг. 100

Количество амигдалина в семедолях: 86,65 мг. 57

Параллельно с определением изменений амигдалина в проростающих семенах, были сделаны определения изменений при тех-же условиях других, играющих первенствующую роль азотистых соединений—белков. Опыты были поставлены в темноте при тех-же, выше описанных стерильных условиях.

#### К о н т р о л ь н ы й о п ы т 55.

1) Вес семени: 0,599 гр.

Количество белкового азота: 21,07 мг.

Белковый азот в процентах по отношению к воздушно-сухому весу семян: 3,52%.

2) Вес семени: 0,730 гр.

Количество белкового азота: 26,19 мг.

Белковый азот в процентах по отношению к воздушно-сухому весу семян: 3,57%.

В среднем, белковый азот составляет 3,545% воздушно-сухого веса семян горького миндаля.

#### О п ы т 56.

Семя проросло 11 ноября, опыт окончен 3 декабря; проросток имел двадцати-двух дневный возраст.

Вес семени: 0,6125 гр.

Количество белкового азота в семени, вычисленное на основании контрольного опыта: 21,73 мг.

Определения белкового азота были произведены отдельно в семедолях—с одной стороны, корешка и стелька с другой.

а) Стебелек и корешок:

Белковый азот: 1,37 мг.

в) Семедоли:

Белковый азот: 10,67.

В целом проростке белкового азота 12,04 м.			
Белковый азот	семяни	21,73,	100
Белковый азот целого проростка		12,04	== 55
Белковый азот	семени	21,73	100
Белковый азот семедолей		10,67	== 49

О п ы т 57.

Семя проросло 12 ноября; опыт окончен 3 декабря; определение белкового азота было сделано в двадцати одно дневном проростке.

Все семяни: 0,6209 гр.

Количество белкового азота в семяни, вычисленное на основании контрольного опыта: 22,09 мг.

а) Стебелек и корешок:

Белковый азот: 1,37 мг.

в) Семедоли

Белковый азот: 13,68 мг.

Белковый азот в целых проростках 15,05 гр.

Белковый азот	семяни	22,09	100
Белковый азот целых проростков		15,05	== 68
Белковый азот	семяни	22,09	100
Белковый азот семедолей		13,68	== 61

Сопоставление результатов, полученных в опытах с семянами горького миндаля в темноте, в дистиллированной воде показывает, что по мере проростания семяни, количество амигдалина в семедолях постепенно уменьшается, в растущих-же частях, стебельке и корешке увеличивается; общее количество амигдалина в проростках медленно подает.

Сравнение превращений амигдалина с превращениями белков показывает, что распад амигдалина в семедолях идет медленнее распада белков. Факт этот сам по себе представляет известный интерес в связи с отношением амигдалина и белков к ферментам, их расщепляющим. В то время как эмульсин даже при обыкновенной температуре, действует на амигдалин почти моментально, гидролиз амигдалина идет крайне быстро. Про протеолитический фермент того-же сказать нельзя; сравнительно, гидролиз белков под влиянием фермента идет медленно.

В данное время мы не имеем возможности осветить в полной мере те сложные процессы, которые происходят внутри клетки и регулируют работу ферментов. Медлен-

ность воздействия фермента в живой ткани растения, которую мы наблюдали как в опытах с проростающими в темноте растениями, так и в тех опытах, в кот. проростание задерживается и семена набухают в течении продолжительного времени, может получить только гипотетическое объяснение. Возможно, что фермент и соединение, которое он расщепляет, находятся в различных клетках семедолей и они начинают приходить в соприкосновение только с момента проростания семян. К сожалению, известные в данное время методы локализации глюкозидов и ферментов не могут быть признаны вполне достоверными. Поэтому данные относительно распределения амигдалина и эмульсина в семенах горького миндаля, полученные методом локализации, не являясь доказательством приведенной гипотезы, свидетельствуют только о ее допустимости Буркело <sup>1)</sup> указывает, например, что в стеблях *Monotropa* глюкозид гаультерин и фермент его расщепляющий, находятся в различных клетках. Гиньяр <sup>2)</sup> исследовал методы локализации распределение эмульсина в семени миндаля, применяя Миллонов реактив и бишретовую реакцию, при действии которых, по его наблюдениям, эмульсин окрашивается более интенсивно, чем белки. Он нашел, что в семедолях эмульсин находится в эндодерме и перицикле, окружающих не вполне развитые пучки, а в зачаточном осевом органе миндаля только в перицикле. Люцц <sup>3)</sup>, применяя метод Гиньяра, нашел, что амигдалин находится как в семедолях, так и в зародыше, эмульсин-же исключительно в семедолях, в зародышах его совершенно нет.

Если принять, что действительно, амигдалин и эмульсин находятся в различных клетках семедолей, то медленность гидролиза амигдалина объясняется тем, что фермент и амигдалин лишь постепенно приходят в соприкосновение.

В разбухавших в темноте, но не проросших семенах в течении шести недель не происходит никаких изменений в содержании амигдалина, в проростках количество амигдалина в семедолях за три недели уменьшается на двадцать пять процентов, за четыре-же, на сорок процентов.

<sup>1)</sup> Bourquelot, Arch. d. Pharm. 1907 стр. 172

<sup>2)</sup> Quignard Comptes rend 1890 стр. 477.

<sup>3)</sup> Lutz. Bull. soc. bot. de. Fr. 1897 стр. 263.



Если-бы действительно удалось доказать, что амигдалин и эмульсин находятся в различных клетках семян долей, можно было-бы сделать заключение, что фермент приходит в соприкосновение с глюкозидом только с того времени, когда семя начинает проростать.

Преобразования амигдалина в проростках горького миндаля, выросших в темноте, могут замедляться или ускоряться в зависимости от тех внешних условий, в которых постановлены опыты, напр. от условий аэрации. В виду этого, сравнению подлежат лишь результаты тех опытов, которые были поставлены в совершенно одинаковых условиях, ниже мною приводятся результаты параллельных опытов: в одних, проростки, как обычно, переносились из пробирок, в которых они проросли, в новые сосуды, при чем корни проростка были погружены в воду, стебель-же свободно рос в воздухе; в других—проростки так и оставались в пробирках, закрытых плотными ватными пробками, в которых они начали проростать. Во второй серии опытов условия аэрации были затруднены, что, как будет видно, отразилось на превращениях амигдалина.

#### О п ы т 58.

Из пяти семян горького миндаля одни проросли 12 октября, другие 13, третьи 14. Опыт окончен 3 ноября. Возраст проростков от девятнадцати до двадцати одного дня; на третий день после проростания они были перенесены в сосуды с дистиллированной водой. Вес семян 2,7355 гр.

Количество амигдалина в семенах: 125,2 мг.

Определение синильной кислоты сделано в целых проростках.

Азотно кислого серебра при титровании 13,5 с.

Синильной кислоты найдено: 7, 29 мг.

Амигдалина найдено: 123,14 мг.

Амигдалина в семенах: 125,2 мг.		= 100
Амигдалина в проростках 123,14		= 98

#### О п ы т 59.

Из пяти опытных семян первые проросли 9 ноября, последние 11 ноября. Опыт окончен четвертого декабря. Проростки имели возраст от двадцати двух до двадцати четырех дней, и на третий день после проростания перенесены были в сосуды с дистиллированной водой.

Вес семян: 3,435 гр.

Амигдалина в семенах 157,2 мг.

По окончании опыта в проростках найдено синильной кислоты: 9,18 мг.

В проростках найдено амигдалина: 155,0 мг.

Амигдалин в семенах: 157,2 мг. = 100

Амигдалин в проростках: 155,0 мг. = 98

О п ы т 60.

Из пяти семян одни проросли 10, другие 11 октября. Опыт окончен 4 ноября. Проростки имеют двадцати трехдневный возраст и росли все время в пробирках, закрытых ватными пробками.

Вес семян: 3,337 гр.

Амигдалина в семенах: 152,7 мг.

Азотно-кислого серебра при титровании: 12,5 с.

Синильной кислоты в проростках: 6,75 мг.

Амигдалина в проростках: 114,0 мг.

Амигдалин в семенах 152,7 мг. = 100

Амигдалин в проростках 114,02 = 74

О п ы т 61.

Из пяти семян одни проросли 12, другие 13, третьи 14 ноября. Опыт окончен 5 декабря. Возраст проростков от двадцати двух до двадцати четырех дней,—в течении которых они оставались в пробирках, закрытых ватными пробками.

Вес семян 3,312 гр.

Количество амигдалина в семенах 151,6 мг.

Азотно-кислого серебра при титровании 12,5 с.

Найдено в проростках синильной кислоты 6,75 мг.

Амигдалин в проростках 114,02 мг.

Амигдалин в семенах: 151,6 мг. = 100

Амигдалин в проростках: 114,0 мг. = 75

Сравнение опытов, которые произведены в условиях хорошей аэрации с теми, которые произведены в условиях затрудненной аэрации, в пробирках, закрытых ватными пробками, показывают, что в течении трех первых недель от начала проростания при свободном доступе воздуха количества амигдалина остались почти неизменными, в замкнутом-же пространстве уменьшилось на двадцать пять процентов. Это уменьшение количества амигда-

лина может быть вызвано или задержкой его синтеза в растущих частях или ускорением гидролиза в семедолях. Вероятнее, конечно, предположить, что недостаточная аэрация задерживает синтез, а не ускоряет гидролиз.

Опыты с проросшими в темноте в дистиллированной воде семенами горького миндаля, дают нам право сделать следующие заключения: при проростании семян в этих условиях происходит уменьшение количества амигдалина в семедолях, в то-же время в растущих органах проростков, стеблях и корнях, происходит накопление амигдалина. Происходит-ли при этом просто передвижение амигдалина из семедолей в растущие органы, или амигдалин гидролизуется в семедолях, вновь затем синтезируясь в стебельке и корешке, сказать в данное время трудно. Уменьшение общего количества амигдалина в проростках показывает (Опыт 54), что, по крайней мере часть амигдалина гидролизуется, освободившаяся-же при этом синильная кислота может или идти на построение новых азотистых соединений, или выделяться из проростков, благодаря своей большой летучести.

Иногда на стебельках проростков, росших в темноте; дистиллированной воде, не смотря на их полную стерильность через три, четыре недели после начала опыта, на вполне здоровых ранее проростках, появлялись желтые пятнышки. Для избежания появления их, опыты прекращались обычно по истечении трех, четырех недель.

Появление таких желтых пятнышек должно быть объяснено недостатком питательных веществ, т.-к. проростки, воспитываемые в темноте, но не в дистиллированной воде, а в питательном растворе, оставались здоровыми. Благодаря этому опыт в питательном растворе удалось продолжить до двух месяцев.

### Опыты в темноте в питательном растворе.

Опыты в темноте, в питательном растворе ставились в тех-же стерильных условиях, как и опыты в дистиллированной воде. Состав питательного раствора был следующий: На 1 литр воды, перегнанной в стеклянной посуде:

Ca (№ <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,7145 гр.
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0,181 гр.
Kcl	0.075 гр.
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0,0434 гр.
Mg SO <sub>4</sub>	0,144 гр.
Ca CO <sub>3</sub>	0,166 гр.

В простерилизованный при 180° сосуд наливалось 200 сант. питательного раствора указанного состава, но 1/2 двойной крепости. Раствор стерелизовался три дня в Кохе, а затем в стерильной камере, к нему прибавлялось 200 сант. дистиллированной воды.

О п ы т 62.

5 горьких миндалин проросли 22 апреля. Опыт окончен 9 мая. Возраст проростков семнадцать дней.

Длина стеблей проростков 4—5 сант., длина корней 8—10 сант.

Вес семян: 2,65 гр.

Амигдалина в семенах: 121,4 мг.

По окончании опыта найдено.

а) В стебельках и корешках проростков.

Синильной кислоты 1,1 мг.

Амигдалина: 18,2 мг.

в) В семедолях проростков.

Синильной кислоты: 5,13 мг.

Амигдалина 86,6 мг.

Общее количество амигдалина в проростках: 104,8мг

Амигдалина в семенах: 121,4 мг. 100

Амигдалин в целых проростках: 104,89 мг. = 86

Амигдалин в семенах: 121,4 мг. 100

Амигдалин в семедолях 86,6 мг. = 71

О п ы т 63.

Из пяти горьких миндалин одни проросли 17 Марта, другие 18. Опыт окончен 9 Мая, Проростки, следовательно, имели возраст пятидесяти двух и пятидесяти трех дней.

Длина стеблей 16 18 см., длина корней 21—25 сант.

Вес семян: 3,18 гр.

Амигдалина в семенах: 144,2 мг.

По окончании опыта найдено.

а) В стебельках и корешках проростков.

Синильной кислоты: 1,21 мг.

Амигдалина: 20,5 мг

в) В семедолях проростков

Синильной кислоты: 1,62 мг.

Амигдалина: 27,3 мг.

Общее количество амигдалина в целых проростках: 4,78 мг.

Амигдалин в семенах: 144,2 мг. 100

Амигдалин в целых проростках 47,8 мг. = 32

Амигдалин в семенах: 144,2 мг. =  $\frac{100}{18}$   
 Амигдалин в семедолях: 27,3 мг.

Пораллельно был поставлен опыт с изменением количества белков в проростках, воспитываемых в темноте в дистиллированной воде.

О п ы т 64.

Семя проросло 21 Апреля, опыт окончен 7 Мая; определение белков произведено в шестнадцати дневных проростках.

Длина стебелька 5,5 с. длина корешка 8 см.

Белкового азота в семени 22 91 иг. (Вычислено на основании контрольного опыта).

Белкового азота в проростке:

а) В стебельке и корешке: 2,73 мг.

в) В семедолях: 11,49 мг.

Белковый азот в семени 22,91 мг. = 100  
 Белкового азота в целых проростках 14,22 мг. = 66  
 Белковый азот семени 22,91 мг. = 100  
 Белковый азот в семедолях проростков 11,49 мг. = 50

Как видно, распад амигдалина в темноте в питательном растворе, идет тем-же путем, как и в дистиллированной воде.

Для того чтобы иметь возможность лучше сопоставить результаты опытов в дистиллированной воде и питательном растворе, полученные данные сведены в следующих таблицах.

VII. Опыты в темноте, дистиллированной воде.

Вес семян в граммах.	Средний возраст проростков.	Количество амигдалина в мг в семенах до начала опыта.	Количество амигдалина в мг. по окончании опыта.			Отношение амигдалина на семя (принятому за 100) к амигдалину семедолей проростков.	Отношение амигдалина на семя к общему количеству амигдалина на целых проростков.
			В стеблях и корнях проростков.	В семедолях проростков.	В целых пророст.		
2.76	22 дня.	126,5	28,2	95,9	124,2	100:75	100:98
3.31	32 дня.	151,7	44,1	86,6	130,7	100:57	100:86

### VIII. Опыты в темноте в питательном растворе.

2,65	17 дней	121,4	18,2	86,6	104,8	100:71	100:80
3,18	53 дня.	144,2	20,5	27,3	47,8	100:18	100:32

### X. Опыты в темноте в дистиллированной воде.

Вес семян в граммах,	Средний возраст проростков.	количество белкового азота в семенах до начала опыта.	количество белкового азота в стебле и корне проростка.	количество белкового азота в семенах доростка.	Отношение белкового азота семени к белковому азоту целых проростков.	Отношение белкового азота семени и белковому азоту семядолей,
0.61	22 дня.	21,7	1,36	10,6	100:55	100:49
0.62	22 дня.	22,0	1,3	13,6	100:68	100:61

### X. Опыт в темноте в питательном растворе.

0,64	16 дней	22,9	2,73	11,4	100:66	100:50
------	---------	------	------	------	--------	--------

Сравнивая опыты в дистиллированной воде и в питательном растворе, мы видим, что превращения амигдалина при проростании семян горького миндаля в обоих случаях идет в одном направлении: в семядолях количество амигдалина постепенно уменьшается, в растущих же органах, стеблях и корнях амигдалин образуется в весьма незначительных количествах. По видимому, в начальных стадиях развития проростков в темноте, синтез амигдалина в стебле и корне идет с такой-же быстротой, как и его распад в семядолях. Поэтому, к концу первых трех недель общее количество амигдалина в проростках, мало отличается от того, которое было в семенах до начала про-

ростания. В дальнейшем, синтез перестает уравнивать распад, начинает отставать от него, вероятно, в связи с постепенным истощением запасных веществ семедолей. В двадцати двух дневных проростках в темноте, в дистиллированной воде, количество амигдалина в семедолях уменьшилось на 25% в целых-же проростках оно осталось почти без изменения. В тридцати двух дневных проростках амигдалин в семедолях составляет всего пятьдесят семь процентов бывшего первоначально. Сравнивая количество амигдалина в целых проростках выросших в темноте с тем, которое было в семенах, мы видим, что за двадцать два дня оно почти не изменилось, за тридцать же два дня уменьшилось до восьмидесяти шести процентов. В темноте, в питательном растворе процесс идет в том-же направлении, и через пятьдесят три дня от начала опыта в семедолях сохранилось всего восемнадцать процентов первоначально бывшего амигдалина, в целых проростках же тридцать два процента. Таким образом в том случае, когда опыт в темноте продолжался около двух месяцев, из семедолей исчезла большая часть амигдалина, в стебле и корне он образовался в незначительном количестве. Из тех превращений, которым подвергается амигдалин в проростках, первым должно быть его расщепление при помощи эмульсина. Образующаяся при этом глюкоза вовлекается в обмен углеродистых веществ, как это нормально происходит с сахаристыми веществами. Для того, чтобы решить вопрос о том, какова дальнейшая судьба синильной кислоты, мы не имеем никаких экспериментальных данных. Возможно, что она служит для построения более сложных азотистых соединений, но, до тех пор, пока обратное не доказано, нельзя отрицать того, что в качестве крайне летучаго продукта, она может выделяться в воздух.

### Проростание семян горького миндаля на свету в питательном растворе.

Во всех опытах, поставленных на свету, корни растений погружались в питательный раствор приведенного выше состава, стебель свободно развевался не воздухе; Постановка опытов велась тем-же способом, и в тех-же стерильных условиях, как и в темноте. Растения, выставленные на свет, быстро зеленели, и хорошо развивались; корни ветвились, имели здоровый и крепкий вид.

## О п ы т 65.

Опыт поставлен с пятью семенами, которые проросли 6 и 7 Апреля Опыт окончен 29 Апреля. Проростки имели возраст двадцати одного и двадцати двух дней.

Длина стеблей 7-8 см., длина корней 12-15 см. корневая система сильно разветвлена.

Вес семян: 3,04 гр.

Амигдалина в семенах 156,5 мг. (Вычислено на основании контрольного опыта).

По окончании опыта найдено:

а) В стебельках и корешках проростков:

Синильной кислоты 2,1 мг.

Амигдалина: 40,9 мг.

в) В семедолях проростков:

Синильной кислоты: 2,7 мг.

Амигдалина 5,1 мг.

Общее количество амигдалина в целых проростках 92 мг.

Амигдалин в семенах: 156,5 мг.  $\frac{100}{156,5} \times 92 = 58$

Амигдалин в целых проростках по окончании опыта  $\frac{100}{156,5} \times 92 = 58$

Амигдалин в семедолях по окончании опыта  $\frac{100}{156,5} \times 51 = 32$

## О п ы т 66.

Из пяти взятых для опыта семян одни проросли 20 апреля, другие 21. Опыт окончен 13 Мая, т.-ч. проростки имели от 22 до 23 дней.

Длина стеблей 6-9 см., длина корней 13-16 см., корни сильно ветвятся.

Вес семян: 3,49 гр.

Амигдалина в семенах 188 мг.

По окончании опыта найдено:

а) В стеблях и корнях проростков.

Синильной кислоты: 2,3 мг.

Амигдалина: 43,4 мг.

в) В семедолях проростков.

Синильной кислоты. 2,4 мг.

Амигдалина. 46 мг.

Общее количество амигдалина в целых проростках: 89,4 мг.

Амигдалина в семенах 188 мг.  $\frac{100}{188} \times 89,4 = 47$

Амигдалина в целых проростках 89,4 мг.  $\frac{100}{188} \times 89,4 = 47$

Амигдалина в семенах 188 мг.  $\frac{100}{188} \times 46 = 24$

Амигдалина в семедолях 46 мг.  $\frac{100}{188} \times 46 = 24$



## О п ы т 67.

Для опыта взято пять семян. Все семена проросли 3 апреля. Опыт окончен 8 мая т.-ч. проростки имели тридцати пяти дневный возраст.

Длина стеблей 10-12 сант., корней 15-17 сант.

Вес семян: 3,09 гр.

Амигдалина в семенах: 158,6 мг.

По окончании опыта найдено:

а) В стеблях и корнях проростков:

Синильной кислоты: 3,5 мг.

Амигдалина: 64 мг.

в) В семедолях:

Синильной кислоты: 2,7 мг.

Амигдалина: 51 мг.

Амигдалина в целых проростках: 115 мг.

Амигдалина в семенах 158,6 мг.

	=	100
Амигдалина в целых проростках 115 мг.		73

	=	100
Амигдалин в семенах 158,6 мг.		32

	=	32
Амигдалин в семедолях 51		

## О п ы т 68.

Для опыта взято пять семян:

Семена проросли: 10, 11 и 12 апреля. Опыт окончен 22 мая. Проростки имели возраст сорока, сорока двух дней.

Длина стеблей проростков 16-18 сант., длина корней 22-25 сант.

Вес семян: 2,5 гр.

Амигдалина в семенах: 129,7 мг.

По окончании опыта найдено:

а) В стеблях и корнях проростков:

Синильной кислоты: 4,05 мг.

Амигдалина 76 мг.

в) В семедолях

Синильной кислоты 2,5мг.

Амигдалина: 48 мг.

Амигдалина в целых проростках 125,3 мг.

Амигдалин в семенах 129,7 мг.

	=	100
Амигдалин в целых проростках 125,3 мг.		96

	=	100
Амигдалин в . семенах 129,7 мг.		38

	=	38
Амигдалин в семедолях проростков 48 мг.		

Одновременно с определением изменений количества амигдалина в проростающих на свету в питательном растворе семенах горького миндаля, было сделано и определение изменений в тех-же условиях количества белков.

О п ы т 69.

Для опыта было взято семя, проросшее 3 апреля. Определение белка было сделано 13 мая в сорокадневных проростках.

Длина стебля 11 см.

Длина корня 28,5 см.

Вес семян: 0,45 гр.

Количество азота в семени: 15,9 мг.

По окончании опыта найдено азота:

а) В стебельке и корешке: 5,6 мг.

в) В семедолях : 4,1 мг.

В целом проростке найдено азота; 9,7 мг.

Азот семени: 15,9 мг.	100
-----------------------	-----

Азот в семедолях по окончании опыта: 4,1 мг.	26
--	----

Азот семени: 15,9 мг.	100
-----------------------	-----

Азот проростков по окончании опыта: 9,7	61
---	----

О п ы т 70.

Для опыта взято семя проросшее 11 Апреля. Определение белков в проростке было сделано 6 мая; опыт продолжался двадцать пять дней.

Длина стебля 5 см., длина корня; 15,5 с.

Вес семени: 0,58 гр.

Белкового азота в семени: 20,7 мг.

По окончании опыта в проростках найдено азота:

а) в стебле и корне: 2,2 мг.

в) в семедолях: 10,1 мг.

В целом проростке 12,3 мг.

Количество азота в семени:	20,7 мг. 100
----------------------------	--------------

Количество азота в семедолях:	10,1 мг. 50
-------------------------------	-------------

Количество азота в семени:	20,7 мг. 100
----------------------------	--------------

Количество азота в целом проростке:	12,3 мг. 59
-------------------------------------	-------------

Результаты опытов на свету в питательном растворе сгруппированы в приведенной ниже таблице.

## XI. Превращение амигдалина на свету в питательном растворе.

Вес семян в граммах	Средний возраст проростков.	Количество амигдалина в мг. в семенах до нач. опыта	Количество амигдалина в мг. по омен. оп.			Отношение амигдалина семян к амигдалину семян проростков.	Отношение амигдалина семян к амигдалину целых проростков.
			В стеблях и корнях проростков.	В семядолях проростков.	В целых проростках.		
3,04	22 дней	156,5	40,9	51,1	92	100:32	100:58
3,49	22 —	188	43,4	46	89,4	100:24	100:47
3,09	35 —	158,6	64,5	51,1	115,6	100:32	100:73
2,52	40 —	129,7	76,5	48,5	126,3	100:38	100:96

## XII. Превращение белков на свету в питательном растворе.

Вес семян в гр.	Возраст проростков.	Количество белкового N в семени.	Количество белкового N в стебле и корнях проростков.	Количество белкового N в семядолях проростков.	Количество белкового азота в целых проростках.	Отнош. белк. N в семени к белк. N в семядолях.	Отношение белк. N в сем. к белк. N цел. прор.
0,58	25 дн.	20,7	2,1	10,1	12,2	100:50	100:59
0,45	40 —	15,9	5,5	4,0	9,5	100:26	100:61

Опыты, приведенные в таблице XI показывают, что при проростании семян горького миндаля на свету в питательном растворе в семядолях идет распад амигдалина. Из сопоставления данных, полученных на свету и в темноте видно, что процесс этот идет на свету быстрее, чем в темноте. В течении первых трех недель от начала проростания семян количество бывшего в семядолях амигдалина уменьшается на 70-75%. В дальнейшем уже не наблюдается уменьшения количества амигдалина в семядолях. В тридцати пяти и сорокодневных проростках отношение количества амигдалина в семенах к количеству

амигдалина в проростках остается почти тем-же, как и в двадцати двух дневных. Скорее, наблюдается некоторая тенденция в сторону увеличения количества амигдалина в семедолях. Распад амигдалина в семедолях, конечно, может продолжаться и по истечении трех недель. К этому времени в позеленевших семедолях, характер которых приближается к обыкновенным листьям, энергия синтеза амигдалина начинает уравниваться или даже превышать его распад. В течении первых трех недель общее количество амигдалина в целых проростках постепенно уменьшается: в трехнедельных проростках мы находим около 50<sup>0/0</sup> того амигдалина, который был в не проросших семенах. По прошествии трех недель начинает наблюдаться обратный процесс: накопление амигдалина в проростках. Мы видим, что в тридцати пяти дневных проростках количество амигдалина уже доходит до 75<sup>0/0</sup>, а в сорока дневных 96<sup>0/0</sup> того, который был в семенах. При дальнейшем развитии, количество амигдалина в проростках будет, очевидно, правильно возрастать.

Распад белков на свету происходит медленнее, чем распад амигдалина, но продолжается он в течении более длинного периода времени, чем последний. Уменьшение количества белковых веществ в семедолях не прекращается и по истечении трех недель: в двадцати пяти дневных проростках количество белков составляет половину того, которое было в непроросших семенах, в сорока дневных оно равняется всего 25<sup>0/0</sup> первоначального. В то же время, в стебле и корне происходит постепенное накопление белков.

Сопоставление опытов, произведенных в темноте и на свету показывает, что увеличение количества амигдалина в проростках может происходить только на свету.

Этот факт ни в коем случае, конечно, не является доказательством того, что образование амигдалина процесс фотосинтетический. Отсутствие накопления амигдалина в этнолированных проростках должно быть, вероятно, объяснено, как и отсутствие в них накопления белков, просто недостатком тех соединений, за счет которых этот синтез мог бы происходить. В виду этого, мною были поставлены опыты с горькими миндалям: в темноте, в которых корни проростков были погружены в раствор глюкозы и селитры, следовательно имели в избытке как источники углерода, так и азота.

## Преобразование амигдалина в проростках горького миндаля в темноте, в растворе 2% глюкозы и 0,2% селитры.

Иориссен<sup>1)</sup> нашел, что синтез амигдалина в проростках горького миндаля может идти в темноте за счет глюкозы и селитры, в раствор которых погружены проростки. Для ближайшего выяснения этого вопроса мною были поставлены опыты в описанных выше стерильных условиях. Трех, четырехдневные проростки переносились в раствор, содержащий 2% глюкозы, 0,2 калийной селитры и в некоторых случаях небольшое количество кальциевых солей. По окончании опытов специальной пробы на стерильность сахарных растворов не производилось, но полная их прозрачность являлась уже сама по себе достаточным доказательством стерильности.

### О п ы т 71.

Пять семян проросли 17 и 18 февраля, опыт окончен 10 марта, т.е. проростки имели двадцать один, двадцать два дня.

Вес семян: 2,56 гр.

Длина стеблей 5—6 сант, длина корней 3,5—4,5 сант.

Амигдалина в семенах: 132,9 мг.

По окончании опыта найдено:

а) в стеблях и корнях:

Амигдалина: 27 мг.

б) В семедолях:

Амигдалина: 103,9 мг.

Общее количество амигдалина в проростках 130,9 мг.

Амигдалин в семенах:	132,9	=	100
Амигдалин в целых проростках:	130,3	=	98
Амигдалин в семенах:	132,9	=	100
Амигдалин в семедолях	103,9	=	77

### О п ы т 72.

Пять семян проросли 15 февраля, опыт окончен 7 марта; определение амигдалина сделано в двадцати двух дневных проростках.

Длина стеблей 6—7 сант, длина корней около 4 сант.

Вес семян: 3,0 гр.

Количество амигдалина в семенах: 155,9 мг.

<sup>1)</sup> Jorissen. Bul. de L'Acad. de Belg. 7. 1884.

По окончании опыта найдено амигдалина:

а) в стеблях и корнях: 12,3 мг.

б) в семедолях: 122, 85 мг.

В целых проростках амигдалина: 135,1 мг.

Амигдалин в семенах: 155,9 мг.      100

Амигдалин в целых проростках: 135,1 мг.      =      86

Амигдалин в семенах: 155,9      100

Амигдалин в семедолях: 122,8      =      79

#### О п ы т 73.

Из пяти семян одни проросли 1, другие 2, третьи 3 февраля, опыт окончен 8 марта; проростки имели возраст от тридцати пяти до тридцати семи дней.

Длина стеблей около 4,5 с., длина корней около 6-5 с.

Вес семян: 3,1 гр.

Амигдалина в семенах: 158,7 мг.

По окончании опыта найдено амигдалина:

а) В стеблях и корнях: 15,1 мг.

б) В семедолях: 103,9 мг.

В целых проростках амигдалина 119 мг.

Амигдалин в семенах: 158,7 мг.      100

Амигдалин в целых проростках: 119 мг.      =      75

Амигдалин в семенах: 158,7 мг.      100

Амигдалин в семедолях: 103,9 мг.      =      69

#### О п ы т 74.

5 семян проросли 5 марта, опыт окончен 8 апреля; проростки имели тридцати трех дневный возраст.

Длина стеблей около 6 см., длина крней около 8 см.

Вес семян: 3,2 гр.

Амигдалина в семенах: 172,9 мг.

По окончании опыта найдено амигдалина:

а) в целых проростках: 135,1 мг.

Амигдалин в семенах: 172,9      100

Амигдалин в целых проростках: 135,1      =      78

Параллельно с определением амигдалина в проростках горького миндаля было сделано и определение белков.

#### О п ы т 75.

Семя проросло 5 февраля, опыт окончен 22 февраля, проросток имел возраст двадцати двух дней.

Длина стебля 5 см., корня 5 см.

Вес семени 0,62 гр.

Количество белкового азота в семени: 22,1 мг.

По окончании опыта в проростках найдено белково-го азота:

а) в стебле и корне: 1,9 мг.

б) в семядолях: 13,6 мг.

Белкового азота в целом проростке: 15,5 мг.

Белковый азот в семени	22,1 мг.	100
Белков. азот в семядолях по оконч. опыта	13,6 мг.	= 61
Белковый азот в семени	22,1 мг.	100
Белковый азот в целом проростке	15,5 мг.	= 70

Данные, полученные относительно изменений количеств амигдалина при проростании семян горького миндаля в темноте, в растворе глюкозы и селитры сопоставлены в приведенной ниже таблице.

### XIII. Таблица изменений амигдалина проростков в темноте в растворе 2% глюкозы + 0,2% селитры

Вес семени в гр.	Возраст проростков.	Количество амигдалина в мг. в семени до начала опыта.	Количество амигдалина проростков по окончании опыта.			Отношение количества амигдалина на семя к количеству амигдалина в семядолях проростков	Отношение амигдалина семян к амигдалину целых проростков
			В стеблях и корнях.	В семядолях	В целых проростках.		
2,56	22 дня	132,9	7,0	103,9	130,9	100:77	100:98
3,0	22 „	155,9	12,3	122,8	135,1	100:79	100:86
3,1	36 „	158,7	15,1	103,9	119,5	100:69	100:75
3,2	33 „	172,9			135,1		100:78

### Таблица изменений белков проростков в темноте в растворе 2% глюкозы + 0,2% селитры.

Вес семени.	Возраст проростков.	Белковый азот семени в мг.	Белковый азот проростков в мг. по окончании опыта.			Отношение белкового азота семян к белковому азоту семядолей проростков.	Отношение белкового азота семян к белковому азоту целых проростков.
			В стебле и корне.	В семядолях.	В целых проростках.		
0,62	22	22,1	1,9	13,6	15,5	100:70	100:61

Сравнение полученных данных показывает, что процесс превращений амигдалина в проростках в темноте идет в одинаковом направлении как в дистиллированной воде, так и в питательном растворе и в растворе глюкозы. Присутствие в растворе глюкозы и селитры не производит заметного влияния на ход изменений количеств амигдалина при проростании семян горького миндаля.

Количество амигдалина в семедолях постепенно уменьшается, в стебелях и корнях увеличивается; увеличение это идет настолько медленно, что общее количество амигдалина в целых проростках постепенно падает. Т. обр. мне не удалось установить синтеза амигдалина за счет глюкозы и селитры. Увеличение количества амигдалина в проростках горького миндаля идет только на свету, в питательном растворе.

Результаты опытов, показывающие ход превращений амигдалина в проростках горького миндаля в течение первых четырех, пяти недель их роста для большей наглядности изображены в виде кривых.

Первая серия кривых изображает ход изменений количеств амигдалина в целых проростках. Цифры, поставленные на оси ординат показывают количество амигдалина в целых проростках при том условии, что количество амигдалина в семенах до начала опыта принято за 100. На оси абсцисса—цифры изображают возраст проростков.

На второй серии кривых изображен ход изменений амигдалина в семедолях. Сравнивая характер кривых у целых проростков и у семедолей, мы видим, что в темноте все эти кривые идут в одном направлении. На свету—же мы видим между ними некоторую разницу. В семедолях недели через три после начала проростания процесс распада амигдалина задерживается и количество его делается приблизительно постоянным. В целых проростках по прошествии трех недель не только прекращается распад, но и начинается накопление амигдалина.

Третья серия кривых изображает ход изменений белков в проростающих семенах горького миндаля. Характер кривых распада белков в семедолях вполне соответствует характеру кривых распада амигдалина. Распад белков идет как в темноте, так и на свету, более или менее в одинаковой степени.

Разсматривая всю совокупность данных, полученных относительно превращений амигдалина в проростках горь-



кого миндаля, мы имеем возможность сделать следующие заключения:

1) В семедолях горького миндаля в темноте происходит постепенное уменьшение количеств амигдалина, независимо от того раствора, в котором растут корни проростков. Амигдалин, исчезающий из семедолей может передвигаться в стебли и корни проростков. Общее количество амигдалина в целых проростках постепенно уменьшается; следовательно в стебли и корни может передвигаться только часть того амигдалина, который исчезает из семедолей; другая—же его часть должна претерпевать какие-то новые превращения.

Уменьшение количества амигдалина в семедолях на свету в питательном растворе наблюдается только в течении первых трех недель; затем в позеленевших семедолях, процесс этот приостанавливается. Очевидно синтез начинает уравнивать распад.

2) Ход изменений количеств амигдалина у целых проростков в темноте подобен тому, который мы отметили в семедолях. Накопление амигдалина в стеблях и корнях идет медленнее, чемо распад его в семедолях—в виду этого, общее количество амигдалина в проростках, постепенно падает. Не наблюдается в течении первых трех недель и накопления амигдалина в темноте за счет глюкозы и селитры, в раствор которых погружены корни проростков. Синтез амигдалина был наблюдаем только на свету, в питательном растворе.

Отсутствие синтеза амигдалина в этнолированных проростках объясняется, по всей вероятности, тем, что в темноте синтез его отстает от распада, который идет особенно энергично в семедолях. На свету энергия синтеза превышает энергию распада—и мы наблюдаем постепенное накопление глюкозида в проростках. Слабый синтез амигдалина в темноте должен быть объяснен недостатком в этнолированных проростках тех соединений, за счет которых происходит этот синтез.

**Превращения синильной кислоты, образующейся в проростках горького миндаля при гидролизе амигдалина.**

Приведенные мною опыты с семенами горького миндаля показали, что, при проростании их, происходит уменьшение количества амигдалина в семедолях. Падение ко-

личества синильной кислоты в целых проростках показывает, что это уменьшение обуславливается не только преобразованием амигдалина из семедолей в растущие части, но и его превращениями. Первым этапом в ряду этих превращений является несомненно его расщепление при воздействии эмульсина. Дальнейшая судьба освобождающейся при этом глюкозы не возбуждает сомнений: она вовлекается в общий обмен углеводов. Какие превращения претерпевает при этом синильная кислота остается совершенно не выясненным. Факт постепенного уменьшения количества синильной кислоты при проростании семян горького миндаля подтверждается всеми приведенными мною опытами. Нет, однако, никаких фактических данных для суждения о том, потребляется ли при этом исчезающая синильная кислота внутри растения для построения каких либо новых азотистых соединений или просто выделяется из него благодаря своей крайней летучести. А priori, предположение, что синильная кислота выделяется из растения, кажется мало вероятным. Едва ли можно допустить, чтобы столь необходимый для растений матерьял, как азот с которыми они обычно обращаются весьма бережно, не утилизировался бы растением, а выделялся из семедолей в воздух.

В виду полного отсутствия экспериментальных данных, касающихся этого вопроса, мною были поставлены опыты, целью которых было выяснить, происходит ли при проростании семян горького миндаля выделение в воздух синильной кислоты, или нет.

Для проведения постановки этих опытов, их необходимо было вести в стерильных условиях, в проходящем токе воздуха.

Предварительно необходимо было установить, возможно ли учитывать, с иольной точностью, количество синильной кислоты в проходящем токе воздуха. Для выяснения поставленного вопроса был произведен приведенный ниже контрольный опыт.

#### О п ы т 76.

0,7349 гр. амигдалина Мерка растворены в 100 кс. дистиллированной воды. 10 с. раствора помещены в колбочку вместимостью в 100 с.: в колбочку прибавлено 20 с. Тимоловой воды, тимол в порошке и 1 с. раствора эмульсина, приготовленного по методу Бертрана. Колбочка за-

крыта каучуковой пробкой с двумя отверстиями. В одно отверстие вставлена длинная, в другое короткая изогнутая стеклянная трубка. Короткая трубка соединена, при помощи каучука, с зажимом регулятором с Эрленмейеровской колбочкой вместимостью в 150 с., закрытой каучуковой пробкой со вставленными двумя трубками, одной длинной, соединенной с колбочкой, другой короткой, соединенной с кали-аппаратом. В Эрленмейеровскую колбочку налито 20 с. нормального едкого кали и 2 см. 10% иодистого калия. В кали-аппарат тоже налит раствор нормального едкого кали. Кали-аппарат соединен с водяным насосом, т.-к. через прибор может протягиваться постоянный ток воздуха скорость которого регулируется зажимом регулятором. По образцу описанного прибора были сконструированы еще два совершенных ему подобных и в колбочку каждого из этих приборов было налито по 10 с. того-же раствора амигдалина и 1 с. эмульсина. Амигдалин постепенно гидролизировался эмульсином, образовавшаяся синильная кислота уносилась проходящим током воздуха и улавливалась раствором едкого кали. Как бы медленно не шел гидролу при комнатной температуре в пять дней он уже несомненно должен был быть окончен; поэтому ток воздуха пропускаться через прибор в течении пяти дней со скоростью 100-110 пузырьков в минуту. Приведу результаты определений отдельно в каждой порции.

1) 10 сант. раствора амигдалина налито в колбочку 18/IX; колбочка с едким кали закрыта коленкором и в нее прибавлено 5 см. 0,01N  $\text{Ag NO}_3$ ; через весь прибор пропускается ток воздуха.

19/IX в колбочке сохранилась небольшая муть; ток воздуха прекращен, прибавлено 1,5 см.  $\text{Ag NO}_3$ .

20/IX в колбочке сохранилась небольшая муть, к раствору прибавлено 0,1 с.  $\text{Ag NO}_3$ .

21/IX раствор вполне прозрачен, прибавлено 0,2 см.  $\text{Ag NO}_3$ .

22/IX раствор вполне прозрачен, прибавлено 0,1 см.  $\text{Ag NO}_3$ .

23/IX слабая муть сохранилась.

Всего прибавлено 6,9 см. азотно кислого серебра, что отвечает 0,003726 гр. синильной кислоты.

2) Опыт поставлен как в предыдущем с той разницей, что в Эрленмейеровскую колбочку сразу прибавле-

но 10 сант.  $\text{Ag NO}_3$ ; через пять дней ток воздуха прекращен и произведено обратное титрование помощью раствора цпанистого калия.

При титровании пошло 6,8 см. азотно-лисного серебра.

3) Опыт поставлен как и предыдущий; при титровании пошло 6,9 см. азотно-кислого серебра. Вся синильная кислота целиком улавливалась в Эрленмейеровских колбочках, не достигая кали аппаратов. В последних муть появлялась уже от одной капли  $\text{Ag NO}_3$ .

Т. обр. в каждой порции амигдалина, содержащей 10 с. первоначального раствора, найдено было 0,003726 гр. синильной кислоты, что отвечает содержанию ее в амигдалине, равному 5,07%.

Определение синильной кислоты в том-же амигдалине путем гидролиза и перегонки с водяным паром дали более низкую цифру 5,02%, что показывает, что в проходящем токе воздуха синильная кислота улавливается нацело.

Прибор для опытов касающихся выделения синильной кислоты из проростающих семян был сконструирован следующим образом. Для помещения семян служили так называемые худяковские приборы со стеклянной ватой на дне. Тонкая трубка прибора была соединена с двумя „и“ образными последовательно между собой соединенными трубками. В широкое колено прибора была вставлена ватная пробка, верх которой колено было закрыто каучуковой пробкой со стеклянной трубкой. Эта последняя при помощи каучука соединялась с маленькой Эрленмейеровской колбочкой вместимостью около 50 сант., закрытой каучуковой пробкой с двумя отверстиями: в одно из отверстий была вставлена короткая, в другое длинная, доходящая до дна стеклянная трубка. Короткая трубка была соединена с кали-аппаратом, в который был налит нормальный раствор едкого кали: последний был соединен с регулятором воздушного насоса. С целью части прибора: Худяковский прибор со стеклянной ватой, „и“ образные трубки с ватой, были предварительно простерелизованы сухим жаром при  $180^\circ$ , каучуки в течение часа кипятились в дистиллированной воде; Худяковский прибор, в который была налита перегнанная в стеклянной посуде вода, был простерелизован в автоклаве, а после присоединения каучуков и „и“ образных трубок стерелизовался три дня подряд в Кохе. В Эрленмейеровскую

колбочку наливалось 20 сант. нормального раствора едкого кали и 2 с. 10% иодистого кали; колбочка эта соединялась с кали—аппаратом с нормальным раствором едкого кали, последний-же присоединялся к водяному насосу.

В простерилизованные указанные способом Худяковские приборы перенесены в стерилизационной камере, простерилизованные бромом семена горького миндаля. В каждый прибор помещалось по одному семени; в широкое колено прибора сверх ваты вставлялась каучуковая пробка, проведенная через огонь.

### 76.

Опыт был поставлен с шестью семенами в шести Худяковских приборах и проведен при комнатной температуре.

Семена помещены в Худяковские приборы 21 января. Первое семя проросло 1 февраля, к 3 февраля проросли и пять остальных семян. До 3 февраля приборы оставались замкнуты. 3 февраля через прибор в течении шести часов протягивался медленный ток воздуха. В каждую из Эрленмейеровских колбочек с едким кали было предварительно прибавлено по 2 капли (0,075 сант).  $AgNO_3$ , которые дали в колбочках сильную муть. Колбочки были закрыты черным колленкором. После протягивания воздуха муть в Эрленмейеровских колбочках не исчезла. Затем прибор вновь был замкнут до 6 февраля, когда через него опять в течении шести часов протягивался воздух. Муть в колбочках не исчезла. Прибор был вновь замкнут, а содержимое эрленмейеровских колбочек было протитровано цианистым калием.

Десяти сантиметрам раствора цианистого калия соответствовало 4,2 сант. раствора  $\frac{1}{100}$  нормального азотно-кислого серебра.

Титрование дало следующие результаты:

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1) Колбочка: 0,2 см. KCN | 4) Колбочка: 0,2 см. KCN. |
| 2) " 0,25 см. "          | 5) " 0,2 " "              |
| 3) " 0,25 см. "          | 6) " 0,25 " "             |

Принимая во внимание, что на 2 капли  $AgNO_3$  должно идти при титровании 0,2 KCN, мы должны признать, что в первые две недели опыта из проростков не выделялось синильной кислоты.

Начиная с 7/II вплоть до окончания опыта через прибор непрерывно протягивался ток воздуха при помо-

щи водяного насоса. В три Эрленмейеровские колбочки было прибавлено по капле азотно-кислого серебра, в каждую, в три других азотно-кислого серебра прибавлено не было.

До 13/III никаких признаков заражения проростков обнаружено не было: вода была совершенно прозрачна; растеньица имели совершенно здоровый вид; росли проростки медленно благодаря сравнительно низкой температуре.

Опыт был окончен 13 марта; в тех колбочках, в которые было прибавлено азотно-кислое серебро, муть сохранилась до конца опыта; в тех-же колбочках, в которые заранее не было прибавлено азотно-кислое серебро, муть при титровании образовалась от прибавления одной его капли.

Предварительные опыты с пропусканием через раствор едкого кали синильной кислоты в проходящем токе воздуха показали, что налитый в Эрленмейеровские колбочки раствор нормального едкого кали настолько полно улавливает синильную кислоту, что в помещенном за Эрленмейеровской колбочкой кали-аппарате, с раствором едкого кали, нельзя уловить ни следов ее.

Приведенные опыты показывают, что ни одно из шести пророставших в стерильных условиях семян не выделило за сорок дней ни следов синильной кислоты.

Для выяснения того, произошло-ли за время опыта какое либо изменение в количестве синильной кислоты в проростках, параллельно было произведено определение этой последней в пяти контрольных проростках.

#### О п ы т 77.

Из пяти опытных семян одно проросло 1, два 2 и на 3 февраля. Опыт окончен 13 марта, возраст проростков, следовательно, был около сорока дней.

Вес семян 3,31 гр.

Количество синильной кислоты в семенах: 9,2 мг.

По окончании опыта в целых проростках найдено: 6,7 мг. синильной кислоты.

Количество синильной кислоты в семенах: 9,2 мг.  $\frac{100}{9,2}$   
Количество синильной кисл. в проростках: 6,7 мг.  $\frac{100}{6,7}$

Количество синильной кислоты в пяти проростках уменьшилось, по сравнению с тем количеством, которое

было в начале опыта, на 270, т.-е. на 1,5 мг. На один проросток в среднем, уменьшение количества синильной кислоты составляет около 0,3 мг., что соответствует 0,55 сант. т.-е. 20 каплям азотно-кислого серебра.

В протягиваемом-же через проростки воздухе не обнаружено ни следов синильной кислоты, так как в растворе едкого кали муть появляется уже от одной капли азотно-кислого серебра.

Приведенный опыт показывает, что получающаяся при проростании семян и расщеплении в них амигдалина синильная кислота не выделяется из растения, а потребляется им. Синильная кислота вовлекается в дальнейший обмен веществ, за счет ее строятся какие-нибудь новые азотистые соединения.

Для заключения о том, каковы эти новые азотистые соединения и имеют-ли они какое-нибудь отношение к белкам—мы сейчас сказать не можем. На пути разрешения этого вопроса стоят еще многие трудности, к числу которых принадлежит между прочим, и малое содержание синильной кислоты в исследуемом объекте.

### Превращения амигдалина в семенах сладкого миндаля.

Хотя семена сладкого миндаля содержат значительные количества эмульсина, амигдалин в них совершенно отсутствует и появляется только после их проростания. Для того, чтобы исследовать вопрос о том, на каких стадиях развития и при каких условиях появляется в проростках сладкого миндаля амигдалин, был поставлен ряд опытов в стерильных условиях.

Метод стерилизации и проращивания семян оставался тем-же, который был применен к семенам горького миндаля; все опыты были произведены с семенами сладкого миндаля из Тифлисского Ботанического сада сбора 1917 года. В первых, так сказать, ориентировочных опытах синильная кислота определялась только при помощи качественного, пикринового метода. Для проростания, пробирки с семенами сладкого миндаля помещались на свет перед окном, при комнатной, колеблющейся в течении суток, температуре; в термостате при постоянной температуре семена сладкого миндаля, так-же как и семена горького, прорастают с большим трудом.

### О п ы т 78.

15 семян сладкого миндаля были разделены на три порции, по 5 семян каждая; в первой контрольной порции была сделана пикриновым методом проба на присутствие синильной кислоты; проба дала отрицательный результат. Вторая семен. порция была простерилизована, семена были помещены в стерильные пробирки со стеклянной ватой и водой и поставлены в термостат при 23°. Семена третьей порции были так же простерилизованы, перенесены в пробирки, но для прорастания помещены уже не в термостат, а поставлены в комнате у окна. Семена в комнате проросли уже все через десять дней и были перенесены в темноту; в термостате же они лежали в течении месяца, не обнаруживая никаких признаков прорастания.

Через месяц была сделана проба пикриновым методом на присутствие синильной кислоты как вне проросших, так и в проросших семенах; в первом случае проба дала отрицательный результат, во втором—присутствие синильной кислоты было обнаружено. Исследование в отдельных порциях стебельков и корешков проростков с одной стороны, и семедолей с другой показывает, что при прорастании семян сладкого миндаля в темноте, синильная кислота образуется только в стебельках и корешках, но совершенно не появляется в семедолях. Более подробное исследование условий появления и распределения амигдалина было сделано при помощи количественных определений синильной кислоты при помощи метода титрования Трейба.

### О п ы т 79.

Для контрольного определения содержания синильной кислоты в семенах сладкого миндаля, взято две порции по 5 семян в каждой. Каждая порция отдельно растерта в ступке и после мацерации перегнана с водяным паром. В приемнике с нормальным едким кали, содержащем перегон при прибавлении одной капли  $\frac{1}{100}$  N раствора  $AgNO_3$  появляется муть, что служит доказательством полного отсутствия синильной кислоты, а следовательно и амигдалина в семенах сладкого миндаля.

### О п ы т 80.

Первые опыты были поставлены с прорастанием семян сладкого миндаля в темноте, в дистиллированной



воде. Стерилизация семян произведена 15 ноября, опыт окончен 19 дек.; для опыта было взято 3 сладких миндалина.

Количество азотно-кислого серебра при титровании 1,8 см. В проростках найдено 0,97 мг. синильной кислоты, что соответствует 16,3 мг. амигдалина.

#### О п ы т 81.

Опыт произведен с тремя сладкими миндалинами в темноте, в дистиллированной воде. Семена простерелизованы 15 ноября, опыт окончен 19 дек.

Количество азотно-кислого серебра при титровании 0,9 см.

В проростках найдено 0,49 гр. синильной кислоты, что отвечает 8,2 мг. амигдалина.

#### О п ы т 82.

Три семени сладкого миндаля проросли 14 дек. и помещены в темноту. Опыт окончен 14 янв. Количество азотно-кислого серебра при титровании 1,53 см. В проростках найдено 0,82 мг. синильной кислоты, что отвечает 13,8 мг. амигдалина.

#### О п ы т 83.

Из четырех взятых для опыта семян сладкого миндаля три проросли 10 апр., одно 12 апр., все семена помещены в дистиллированную воду в темноту. Опыт окончен 14 мая.

При титровании количество азотно-кислого серебра: 1,55 см. В проростках найдено 0,83 мг. синильной кислоты, что отвечает 13,9 мг. амигдалина.

Как видно из приведенных опытов, при прорастании сладкого миндаля в темноте, в дистиллированной воде, в проростках появляется синильная кислота, которая совершенно отсутствовала в семенах. Таким образом, синтез синильной кислоты может происходить в отсутствии света за счет тех запасных азотистых веществ, которые были в семени.

Опыты в дистиллированной воде, не смотря на полную стерильность культур, не могли быть особенно длительны, так как иногда на стебельках, по прошествии трех, четырех недель, появлялись маленькие желтые пятнышки; во избежание этого, обычно культуры продолжались не

более трех, четырех недель со времени проростания семян. Появление пятнышек зависит, повидимому от недостатка питательных солей, так как в питательных растворах они не наблюдались, и длительность опытов могла быть увеличена, как показывают приведенные ниже опыты.

#### О п ы т 84.

Три семени сладкого миндаля проросли 8 апреля опыт окончен 31 мая, проростки, сейчас по проростании семени были перенесены в питательный раствор того же состава, как и в опытах с горьким миндалем и поставлены.

Перед определением синильной кислоты проростки были разделены на две порции: стебельки и корешки с одной стороны и семедоли с другой.

а) Стебельки и корешки. При титровании 2,1 сант. азотно-кислого серебра.

В стебельках и корешках найдено 1,13 мг. синильной кислоты.

в) Методом титрования азотно-кислым серебром обнаружено полное отсутствие синильной кислоты в семедолях.

В трех проростках сладких миндалей, имевших возраст пятидесяти трех дней, найдено всего 1,13 мг. синильной кислоты, что отвечает 19,6 мг. амигдалина.

Как видно, в темноте, в питательном растворе, образование синильной кислоты идет так же медленно, как и в дистиллированной воде, вся найденная в проростках синильная кислота сосредоточена в стебельках и корешках, если она и образуется в семедолях, то в таких ничтожных количествах, которые совершенно не поддаются учету.

#### О п ы т 85.

Три семени сладкого миндаля проросли 15/III, опыт окончен 17/IV. Проростки воспитывались в темноте, в растворе 2% глюкозы, 0,2% селитры и 0,002 гр.  $\text{CaSO}_4$ . Раствор до конца опыта оставался совершенно прозрачным, что свидетельствует о его полной стерильности.

При титровании пошло 1,66 с. азотно-кислого серебра.

В проростках найдено 0,87 мг. синильной кислоты, что отвечает 16 мг. амигдалина.

Опыт показывает, что помещение корневой системы проростков сладкого миндаля в раствор глюкозы и селитры

не повышает количества образовавшегося в них амигдалина. Таким образом, в темноте в проростках сладкого миндаля амигдалин образуется в очень малых количествах независимо от того, помещена-ли их корневая система в дистиллированную воду, в питательный раствор или раствор глюкозы с селитрой. Для выяснения вопроса каким образом влияет свет на образование амигдалина, в проростках сладкого миндаля были произведены опыты на свету в питательном растворе.

#### О п ы т 86.

Три семени сладкого миндаля проросли 7/IV, перенесены в питательный раствор, сосуды закрыты черным колленкором, вставлены в папковые футляры и выставлены на свет у окна, обращенного на южную сторону. Благодаря продолжавшейся в течение большей части времени опыта ясной погоде, проростки почти весь день находились на ярком солнечном свете. По окончании опыта 31/V измерена длина стеблей, корней и листьев.

Длина стеблей: 15 см., 18 см. и 26 см.

Длина листьев: 2,5 см., 3 см. и 3,5 см.

Длина корней: 23 см., 26 см. и 39 см.

Количество синильной кислоты было определено в трех отдельных порциях:

а) Стебли и листья: при титровании  $\text{AgNO}_3$ : 4 см.

Синильной кислоты найдено 2,16 мг., что отвечает 36,4 мг. амигдалина.

б) Корни:  $\text{AgNO}_3$  при титровании 1 с.

Синильной кислоты найдено 0,54 мг., что соответствует 9,1 мг. амигдалина.

в) Семедоли:  $\text{AgNO}_3$  при титровании 1,4 с.

Синильной кислоты найдено 0,21 мг., что отвечает 3,5 мг. амигдалина.

На свету, в питательном растворе, в трех проростках сладкого миндаля образовалось 2,9 мг. синильной кислоты, что отвечает 4,9 мг. амигдалина.

Приведенные опыты показывают, что при проростании сладкого миндаля идет синтез амигдалина. Синтез этот может происходить в темноте в дистиллированной воде, следовательно может идти исключительно за счет тех азотистых соединений, которые были в семени. При отсутствии минеральных солей и глюкозы не отражается на энергии этого синтеза, который в темноте идет только в

вступивших органах—стебельке и корешке. На свету—синтез амигдалина в проростках сладкого миндаля идет с гораздо большей энергией и наблюдается так-же в семечках.

Сопоставление всех данных относительно превращения амигдалина при проростании семян *Amygdalus communis*, показывают, что они вполне согласуются с теми данными, которые Гиньяр <sup>1)</sup> получил относительно хода изменений углеводного цианогенного глюкозида-фазеолунатина у *Phaseolus sativus*. Опыты Гиньяра продолжались в течении тридцати дней. Когда семена проросли в темноте, в течении всего названного периода наблюдалось постепенное падение количества глюкозида; на свету уменьшение количества глюкозида продолжалось только в течении первых двух недель, затем начиналось постепенное его накопление. В сопоставленных мною опытах с семенами миндаля, при проростании в темноте, наблюдалось непрерывное падение количества амигдалина, на свету количество амигдалина уменьшалось только в течении двух первых недель, затем начиналось постепенное накопление глюкозида <sup>2)</sup>. Как и на свету, так и в темноте, синтез амигдалин <sup>2)</sup> в стебельке и корешках идет с самого начала проростания семян; в ряду с ним, идет и распад амигдалина в семечках. В темноте распад постоянно превышает синтез; на свету-же это наблюдается только в течении первых двух недель, когда общее количество амигдалина в проростках уменьшается; по мере развития проростков, синтез начинает превышать распад и обнаруживается накопление амигдалина. По аналогии со сладким миндалем можно предположить, что по крайней мере часть образующегося в стебельках и корешках горького миндаля амигдалина синтезируется в них из других азотистых соединений, а затем притекает в готовом виде из семечколей.

При проростании семян горького миндаля в темноте, несмотря на падение общего количества амигдалина, выделения в воздух свободной синильной кислоты не наблюдается. Следовательно, синильная кислота амигдалина потребляется в проростках на синтез каких-то азотистых соединений. Указанный факт согласуется с воззрением Гиньяра <sup>1)</sup>, не могшего открыть в проростках *Phaseolus sativus* свободной синильной кислоты и потому считавшего, что она очень быстро потребляется растением.

<sup>1)</sup> Guignard loc.

В проростках горького миндаля идут одновременно два процесса: распада и синтеза амигдалина. Естественно предположить, что оба процесса протекают под влиянием того-же фермента, эмульсина. Способность этого фермента к синтетической деятельности уже давно обратила на себя внимание; подробное исследование этой синтетической деятельности было сделано Буркело <sup>2)</sup> и его учениками, которые синтезировали при помощи эмульсина целый ряд глюкозидов.

Приведенные данные заставляют прийти к заключению, что амигдалин есть запасное вещество, потребляемое во время проростания семян, все составные части которого утилизируются растением. Сделать того же вывод по отношению к другому, исследованному мною глюкозиду—сапонину, нет основания. Вряд-ли мы имеем право назвать его запасным питательным веществом, т. к. он потребляется растением, даже при проростании семян в темноте. Не исключена, конечно, возможность того, что в будущем будут найдены условия, при которых и сапонин утилизируется растением.

Привожу в заключение, те основные выводы, которые можно сделать из приведенных фактических данных.

1. Распределение сапонина в различных органах двух исследованных мною растений, *Saponaria officinalis* и *Agrostemma Githago*, сильно отличается друг от друга. У многолетней мыльнянки сапонин накапливается главным образом в корнях, которые являются вместилищем запасных питательных веществ; у однолетнего куколя сапонин находится исключительно в семенах, в которых тоже сосредоточиваются запасные питательные вещества. Накопление сапонина сосредоточено, таким образом, в тех органах, в которых происходит и накопление запасных углеводов.

2. Исследование согревающих семян *Agrostemma Githago* показывает, что в начинающих развиваться семенах находится значительное количество углеводов, но сапонин совершенно отсутствует. Накопление сапонина начинается происходить только в течении дальнейшего развития семян. Сопоставление данных, касающихся распределения сапонина в других органах куколя в период созревания семян, показывает, что сапонин синтезируется в согревающих семенах за счет тех питательных веществ, которые приносятся из листьев.

<sup>2)</sup> Вогтаулот.

3. При проростании семян куколя в темноте, в дистиллированной воде, сапонин в семенах не употребляется, что мы не имеем фактических данных, которые давали бы нам право назвать его запасным питательным веществом.

4. При проростании семян *Amygdalus communis* в темноте, в дистиллированной воде, наблюдается постепенное падение количества амигдалина, не зависимо от того, в какой раствор погружены корни растений: погружены ли в дистиллированную воду, в питательный раствор или в раствор глюкозы и селитры. Падение количества амигдалина в проростках обусловлено тем, что гидролиз в семедолях идет медленнее, чем синтез в семедолях.

5. При проростании семян горького миндаля на свету, в питательном растворе, в течении первых двух недель наблюдается уменьшение количества амигдалина, обусловленное тем, что гидролиз в семедолях идет медленнее, чем синтез в проростках. При дальнейшем развитии проростков синтез его в растущих частях начинает превышать гидролиз и обнаруживается увеличение количества амигдалина в семедолях.

6. При проростании семян горького амигдалина в темноте, в дистиллированной воде, когда происходит уменьшение общего количества амигдалина в проростках, образующаяся при гидролизе синильная кислота не выделяется из семедолей, а целиком потребляется растением для построения новых азотистых соединений.

7. Потребление амигдалина при проростании семян указывает, что этот глюкозид является запасным питательным веществом; как углеводы, так и синильная кислота, получаемые при его гидролизе, могут быть использованы растением.

8. При проростании семян сладкого миндаля в темноте происходит синтез амигдалина главным образом в себелях и корешках, на свету, синтез этот происходит также и в позеленевших семедолях.

---

## О состоянии казеиновой кислоты в растворе.

*С. Перов.*

---

(Предварительные наблюдения в области дисперсионных свойств белковых веществ).

В мнении химика прошлого века белок был загадочной „вещью в себе“, недоступной обычным аналитическим методам исследования, субстратом, имеющим некоторый коэффициент от живого существа.

Способы выделения и очистки белка были мало разработаны, индивидуализированы крайне, не проверены критически (каждый автор—свой способ), объективных признаков чистоты препарата не существовало.

Элементарный анализ давал грубые числа состава белка, а продукты гидролитического распада давали одно лишь существенное указание, что белок есть сложное из аминокислот (главным образом) соединение.

Своеобразные физикохимические свойства белков, выходящих многофазностью своего состояния из обычной схемы монофазности—твердое, жидкое, газообразное не могли характеризовать белка и часто свойства многофазной системы (Ж+Ж; Ж+Т; Т+Ж; Ж+Т+Ж; Т+Ж+Т; и т. д.) переносились на препарат белка, как индивидуум, ибо дисперсионного подхода к состоянию белка не было.

Классификация и систематизация белков была на уровне грубых эмпирических приемов, вроде растворимости с качественной стороны, при чем между химиками возникали споры чисто схоластические о мелочах отнесения одного белка к той или иной группе, тогда как первичный классифика-

ционный принцип был не верен и критике не подвергался (Вейль и Ритгаузен).

Словом область белковых тел была неизвестной, заброшенной страной, куда изредка только экскурсировали химики.

В начале XX столетия на химии белков сосредоточилось внимание ряда ученых.

А. Коссель в 1900 г., работая над проблемой о химической конфигурации белка и выдвинув идею о „протаминах в новом белковом ядре“, дал сводку работ по химии протеинов.

Его доклад, полно осветивший чисто химические соотношения белков, почти не касался физикохимических свойств их.

Через четыре года Э. Фишер, закончив свои гениальные исследования в области анализа и синтеза белков, дал исчерпывающую монографию. В ней были подробно выяснены возможные сочетания аминокислот в белке, механизм связи, способы построения белковой частицы, описаны белкоподобные искусственные тела, но стороне физико химической уделено было мало внимания.

В 1911 году вышла последним изданием работа Конгейма „*Chemie der Eiveisskörper*“. Она содержала добросовестную сводку подробных сведений о белках, общетеоретические подходы, специальные описания каждого. Обилие сырого непроверенного материала, отсутствие системы в изучении белков (кроме Э. Фишера), шаткость теоретических построений не позволили автору развернуть до конца критичность и в книге, наряду с серьезными выводами, имеются летучие наблюдения исследователей, неверные с опытной стороны, особенно в специальной части. Физикохимическим свойствам отведено лишь несколько страниц, при чем коротко охарактеризованы белки как коллоиды, количественно указано лишь золотое число, качественно на реакции по диализу, внутреннему трению и т. д., даны температурные зависимости коагуляции, числа высаливаемости и некоторые (часто противоречивые) оптические, calorические и молекулярные величины.

В 1912 году Робертсон издал свое исследование над белками и весь центр тяжести перенес на физикохимические соотношения. Были поставлены им наблюдения над механическими, физическими, оптическими и электрическими свойствами, но Робертсон в виду отсутствия дисперсионного подхода к состоянию белка, совершил познавательную ошибку—его белок субстанциально однозначен, как кристалли-



ческое вещество в границах молекулярных. Это неверно, ибо белок уже в растворе имеет коэффициент от дисперсности, что меняет все физические соотношения, при том же химическом составе.

Наконец, В. Паули, Абдергальден и Михаэлис исследовали белки, но главным образом со стороны биохимической.

Вот крупные вехи в изучении белков в XX веке.

Робертсон главное внимание в своей работе отвел казеину, не только сделав сводку литературного материала о нем, но и выбрав его объектом для своих оригинальных исследований.

Робертсон дал способ получения чистого препарата и дальнейшего рафинирования его, уточнил число титрования для казеина (8 к. с.  $\frac{11}{10}$  NaOH на 1 гр.), ввел эквивалентные обозначения для связи с кислотами и щелочами у казеина, установил электрохимический эквивалент казеина, определил растворимость в щелочных средах и скорость перехода казеина в раствор, дал способ количественного определения казеина рефрактометрически, установил для казеинатов удельную электропроводность, наблюдал понижение точки замерзания казеиновых растворов, нашел удельные вязкости казеинатов в воде и алкоголе, установил коэффициент преломления для растворов казеина в щелочах.

Круг сведений о казеине после Робертсона расширился. В американской литературе стали появляться исследования, посвященные выяснению химической сущности его (V. Slyke и Hart).

Разбираясь в свойствах казеина, я пришел к выводу, что из белков казеин является наиболее удобным для изучения дисперсоидных физикохимических свойств.

Ясная амфотерность его, возможность определения эквивалентного веса, растворимость в нейтральных солях, принадлежность к наиболее распространенным белкам позволяют пользоваться казеином, как типическим объектом для изучения условий состояния белкового вещества в растворе. При изучении условий необходимо принять во внимание принципы равновесия между казеином как дисперсной фазой и водой, как дисперсионной средой, влияние посторонних присутствующих ионов и молекул, гистерезисные явления и вести наблюдение, соблюдая непрерывность перехода состояний.

При этих наблюдениях законы поддержания казеиновой кислоты (казеина) в растворе могут дать правильный подход к дисперсоидному состоянию белков вообще.

Естественным субстратом для получения казеина является молоко коровы. В нем казеин присутствует в виде дисперсоидного раствора, частью кальциевых солей, частью казеиновой кислоты. В виду разнокалиберности отделяющих клеток раствор казеина в молоке полидисперсоиден. Центрофугирование обратное дает зональные образования. Грубый способ получения сводится к сгусткообразованию при помощи  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (5% к объему молока—10% к  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), при чем молоко разводится в два—три раза водой. Сгустки отмываются на фильтре от уксусной кислоты, дегидратируются спиртом до полной сухости и обезжириваются эфиром. Полученный таким способом препарат может содержать золу, с трудом растворяется в щелочах и нейтральных растворителях. Внутренние агрегаты его крупны и стойки по отношению к растворителям.

Более усовершенствованным способом является вторичная и третичная перекристаллизация. Сгустки, полученные от уксусной кислоты растворяются в 1/4% растворе  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Мутные растворы фильтруются через бумажные фильтры и вновь осаждаются уксусной кислотой; растворение в  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и осаждение повторяется. Полученный и отмытый от  $\text{CH}_3\text{COOH}$  препарат протирается сквозь сито в 0,25 мм. Протертый осадок дегидратируется спиртом, в спиртовой кашеце вновь протирается сквозь сито, обезжиривается и отмывается от спирта эфиром и высушивается в термостате при 45°. Растворение необходимо проводится в  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  указанной концентрации во избежание частичного распада казеина, протирание сквозь сито необходимо для уменьшения величины внутренних казеиновых агрегатов. Полученный таким образом препарат уже быстро растворяется в естественном растворителе, но в  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOONa}$  только при нагревании. Наиболее высокоизмельченный казеин можно получить переосаждением из  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOONa}$ .

Промытый до полной сухости спиртом и эфиром он легко растворяется в  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOONa}$  на холоду.

Главная задача при получении чистого препарата казеина заключается в получении его в наименьшей величине внутренних агрегатов, так как скорость растворения увеличивается по мере уменьшения последних. Перерастворители вроде  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOONa}$  играют роль молекулярных сит.

„Казеин“ в чистом беззольном препарате является веществом с кислотными функциями в виду присутствия в частице карбоксильных групп. Индикатором их служит фенолфталеин, как кислота более слабая. Поэтому для такого препарата вводим термин „казеиновая кислота“.

При растворении в нейтральных растворителях ( $K_2HPO_4$ — $KCl$ — $NaCl$ ,  $C_6H_4OHCOONa$  и т. д.) кислотные функции казеина выступают особенно отчетливо и могут быть насыщены щелочами. При насыщении до нейтральной по фенолфталеину реакции или при растворении казеиновой кислоты в требуемых для насыщения количествах щелочи получаются соли казеиновой кислоты—казеинаты—их можно выделить в сухом виде медленным испарением раствора при уменьшенном давлении или высушиванием в эксикаторе над серной кислотой. Они легко растворимы в воде. Растворы всяких концентраций стойки и физикохимические свойства их резко отличены от золь казеиновой кислоты.

При титровании растворами  $NaOH$  эквивалентный вес казеина установлен мною в 1220 или для грамма казеина требуется  $8,2 \text{ к. с. } \frac{N}{10} NaOH$  (число титрования казеиновой кислоты). Для перевода казеиновой кислоты в раствор удобнее пользоваться эквивалентными количествами щелочи и получить казеинаты в растворе всех значений концентрации.

Нормальным раствором казеината является раствор в литре  $N NaOH$ —1220 граммов казеиновой кислоты.

Для приготовления точно титрованных золь казеиновой кислоты служит способ вытеснения эквивалентными растворами кислот путем сливания. Для получения, например, 1 литра  $\frac{N}{1000}$  золь казеиновой кислоты берется 500 к. с.

$\frac{N}{500}$  натрий казеината (1,22 гр. смачивается водой в колбе 500 к. с. приливается 10 к. с.  $\frac{N}{10} NaOH$  и доливается водой до 500 к. с. и сливается с 500 к. с.  $\frac{N}{500} HCl$ .

Эти золи и являются объектами для изучения состояний казеиновой кислоты в водных растворах, при чем способ разведения более концентрированных золь из основного золь казеиновой кислоты не должен употребляться, так как степень дисперсности от разведения не меняется. Только одно сливание дает золи той степени дисперсности, которая соответствует определенной концентрации. Поэтому

разведение, имеющее место для понижения концентрации казеинатов, не может применяться для приготовления золя казеиновой кислоты.

Экспериментальной части моей работы следует предпослать небольшое теоретическое введение.

В теории растворов до сих пор царствует множественность объяснений в виду того, что анализ явлений не пытался дойти до предела разрешения раствора — молекул. Физикохимические, физические, химические, механические и электрические теории растворов исходят из побочных признаков его, из явлений второго и третьего порядка. Между тем в химии есть простые и долголетние теории — атомистическая теория вещества и кинетическая теория состояний его. Пользуясь ими можно легко объяснить любое явление при растворении.

Последние, еще не вполне усвоенные идеи Broun'a, Perrin'a и Веймарна, говорят о действительности молекул и условиях образования состояний.

В моей работе я исхожу из постулированных, своего рода, законах, вытекающих из идей этих ученых.

1) Атомы и молекулы вещества есть полная реальность.

2) Атомы и молекулы под действием еще не исследованных зависимостей находятся в движении, при чем скорость его при отсутствии посторонних влияний обратно зависимо от величины частиц.

3) Атомы и молекулы могут агрегироваться физикохимически, при чем стремление это строго векториально.

4) Движение переходит и на агрегации.

5) Есть лишь единое кристаллическое дисперсионное состояние материи.

6) В однофазных и многофазных системах состояния, последнее обусловлено величиной частиц и величина их обуславливает в критические моменты переходы видов состояния (количество переходит в качество).

7) Переход из состояния в состояние в конечном счете зависит от массы частиц и их скорости —  $S \propto \frac{u}{m}$

8) Величина, количество, скорость движения частиц обуславливают вторичные явления в растворах — поверхностные, капиллярные, осмотические, оптические, электрические и т. д.

С приложением этих законов к растворам достигается ясное понимание их сущности.

Возьмем простейшее—газовое. Система—однофазна и гомогенна химически. Материя диспергирована, раздроблена до размера молекул. Кое где наблюдается слабое агрегирование. Частицы обладают максимальной скоростью. Уменьшение скорости влечет за собой дальнейшее и более прочное агрегирование частиц. Скорость остается за агрегатом та же. Масса частиц приобретает решающее значение по постулату 7. Наступает насыщение пространства. Система переходит в полуустойчивое состояние, когда округневшие частицы поддерживаются действием броуновского движения более легких частиц. Дальнейшее агрегирование влечет за собой переход в следующее состояние, при чем в зависимости от первоначальной концентрации варьируется количество отделяющейся фазы. Система становится двухфазной.

При условии многофазности состояний и химической неоднородности имеем—раствор вещества в веществе. Система усложняется, но явления схожи с простейшим состоянием—газовым.

Принимаем для дальнейшего следующее дисперсионное обозначение.

Степень измельчения вещества—функция от величины частиц или агрегатов их—есть степень дисперсности вещества. Среда в которой взвешены различной величины частицы (разной степени дисперсности) называется дисперсионной средой. Взвешенное вещество—дисперсное тело.

Дисперсионная среда, дисперсные тела при условии сосуществования, объединенные смешением (растворением) носят название дисперсных фаз.

Превышение скорости частиц дисперсной среды над скоростью частиц дисперсного тела, не дающее коагулироваться дисперсному телу и, доказываемое Броуновским движением, называется поддерживательным напором дисперсионной среды.

Превышение массы дисперсного тела в силу агрегации частиц над массой частиц дисперсионной среды, вызывающее коагуляцию называется кристаллообразовательным напором дисперсного тела.

Сосуществование фаз—система фаз.

Стремление молекул дисперсного тела соединиться физикохимически друг с другом называется агрегирующей способностью дисперсного тела, вызывающей кристаллизацию.

Молекулярная бомбардировка частиц дисперсной фазы на частицы другой дисперсной фазы называется дезагре-

гирующей способностью фазы, помогающей растворению. Замедление явления при количественном превышении антагонизирующего агента называется гистерезисным явлением. Помогаящая гистерезисным явлениям способность дисперсных фаз уменьшать кристаллизационный напор называется защитной ролью дисперсной фазы или дисперсоидным паразитизмом.

Разсмотрим ряд систем фаз, имеющих отношение к моей работе.

I. Вода и кристаллы  $\text{NaCl}$ . Система двухфазная.

Дезагрегационная способность дисперсионной среды здесь выше агрегационной способности дисперсного тела.  $\text{NaCl}$  быстро переходит в раствор. Кристаллообразовательный напор в начале малый с растворением усиливается. В момент насыщения сравнивается с поддерживательным напором дисперсионной фазы. При легком пересыщении имеем полуустойчивое состояние, объясняемое медленностью векториальных процессов—гистерезисное явление. При увеличении пересыщения (охлаждение) кристаллообразовательный напор возрастает и  $\text{NaCl}$  коагулирует в виде кристаллов.

II. Вода и порошок казеиновой кислоты. Две фазы. Дезагрегационная способность дисперсионной среды меньше агрегационной способности дисперсного тела и порошок казеиновой кислоты только смачивается.

III. Вода,  $\text{NaOH}$  и порошок казеиновой кислоты. Три фазы. Дезагрегационная способность сосуществующих фаз  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{NaOH}$  выше агрегационной способности казеиновой кислоты.

Казеиновая кислота раздробляется до размера частиц близких к молекуле. Поддерживательный напор раствора заставляет переходить в раствор казеиновую кислоту, ибо поддерживательная способность раствора больше кристаллообразовательного напора казеиннатрия.

IV. Вода,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  и порошок казеиновой кислоты. Три фазы. Дезагрегационная способность первых двух фаз выше агрегационной способности казеиновой кислоты. Идет тот же процесс, что и в III. Поддерживательный напор раствора оставляет в нем агрегаты казеина до известной концентрации. Увеличение концентрации  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  создает защитную роль (дисперсоидный паразитизм).

Выравнивание векториального процесса влечет нарастание условий агрегации, усиливает кристаллообразовательный напор и казеиновая кислота коагулируется.

При этом следует помнить, что всякая агрегация происходит с уменьшением внутреннего объема в силу закона дисперсоидологии Веймарна „Всякое тело стремится всеми возможными средствами уменьшить свою свободную поверхностную энергию“.

Задачей моего изследования было—установить границы по концентрации поддерживательного напора дисперсионной среды ( $H_2O$ ) в отношении казеиновой кислоты, уловить, установить границы кристаллообразовательного напора казеиновой кислоты, влияние на них прибавления незлектролитов и электролитов, проследить гистерезисные явления, дисперсоидный паразитизм для частиц казеиновой кислоты от присутствия электролитов.

Основным раствором казеиннатрия служил  $\frac{E}{25}$  раствор его, содержащий на литр 48,8 гр. казеиновой кислоты (при чем на каждый грамм требовалось 8,2 к. с.  $\frac{n}{10}$  NaOH—1,6 гр. NaOH или  $\frac{n}{25}$  NaOH). Вторым основным раствором служил  $\frac{n}{10}$  HCl.

Для получения золь казеиновой кислоты желаемой концентрации, раствор казеиннатрия ( $\frac{E}{25}$ ) разводится, параллельно разводится и раствор кислоты и равные объемы эквивалентных разведений вдвое крепче желаемого сливались при помешивании. Получался золь казеиновой кислоты любой концентрации от  $\frac{E}{50}$  до  $\frac{E}{20000}$ . Система преимущественно двуфазна. Фаза NaCl настолько мала, что на золь не влияла.

При сливании эквивалентных растворов казеиннатрия и HCl происходит следующее изменение.

Стойкая система—вода+казеиннатрий переходит в нестойкую—вода+казеиновая кислота+NaCl.

Дезагрегирующее влияние NaOH уничтожено.

Кристаллообразовательный напор казеиновой кислоты с концентрацией возрастает и так как поддерживательный напор дисперсионной среды остается один и тот же, система принимает в зависимости от концентрации казеиновой кислоты все формы коллоидного состояния.

При сливании устанавливается особый дисперсоидный режим, который в зависимости от концентрации сливаемых

растворов можно определить пока с качественной стороны:—прозрачно, легкая опалесценция, сильная опалесценция, коллоидный раствор, мутный раствор, молочность, мелкий взмученный осадок, мелкий осадок, крупные сгустки.

Таблица № 1 указывает на все стадии золя казеиновой кислоты. Взяты растворы казеиннатрия от  $\frac{E}{50}$  до  $\frac{E}{10000}$  и эквивалентные растворы HCl. Сливаются по 50 к. с. каждого раствора. Получаются золи казеиновой кислоты от  $\frac{E}{100}$  до  $\frac{E}{20000}$ . В полученных золях делается испытание на влияние нагревания, избытка кислоты и времени.

ТАБЛИЦА № 1-й А.

Условия состояния казеиновой кислоты в водной среде.

Концентрация.	Количество.	Коллоидный режим.	Появление мути или осадка, реакция на время.
$\frac{E}{20000}$	100 к.с.	Прозрачн. раствор.	
$\frac{E}{10000}$	---	Легкая опалесценция.	
$\frac{E}{5000}$	---	Ясная опалесценция.	Пропорциональное отседание через двое суток.
$\frac{E}{2500}$	---	Коллоидный раствор.	
$\frac{E}{1000}$	---	Молочность.	Мелкий осадок через 20 часов.
$\frac{E}{500}$	---	Интенсивная молочн.	Отсел мелкий осадок
$\frac{E}{400}$	---	Тоже.	через 30 минут.
$\frac{E}{332}$	---	Мелкий осадок.	Отсел мелкий осадок через 1,5 м
$\frac{E}{250}$	---	Отсели хлопья.	



ТАБЛИЦА № 1-й В.

Концентрация.	Коллоидный режим.	Реакция по времени через сутки.	Т <sup>о</sup> .	Изб. Н-ионов.
Е 20000	Ясно.	Помутнение.	Пропорциональное усиление режима.	Пропорциональное усиление режима.
Е 10000	Легкая опалесценция.	Коллоидность.		
Е 5000	Колл. раствор.	Молочность.		
Е 2500	Легк. молочн.	Тоже.		
Е 1000	Ясная молочн.	Тоже.		
Е 500	Интенсивная молочность.	Легк. осадок.		
Е 250	Осадок.	Осадок над, ним кол. раствор.		

ТАБЛИЦА № 1-й С.

Концентрация.	Коллоидный режим.	Т <sup>о</sup> .	Ионы Н-к 10 к. с. золя 1 кс. НСІ.	Примечанис.
Е 20000	Прозрачный раствор.	Пропорциональное усиление режима.	Пропорциональсе усиление коллоидного режима.	С Е до Е зависит от бы- строты слива- ния. 1000 250
Е 10000	Легкая опалесценция.			
Е 5000	Ясная опалесценция.			
Е 2500	Коллоидн. раствор.			
Е 1000	Молочность.			
Е 500	Интенсивн. молочн.			
Е 250	Мелкий осадок.			
Зависит от быстроты приливания. Быстро усиливает процесс.				

$\frac{E}{10000}$	Прозрачно.		
$\frac{E}{5000}$	Опалесценция.		
$\frac{E}{2500}$	Ясная опалесценция.	Усиление режима.	Усиление режима.
$\frac{E}{1000}$	Молочность.		
$\frac{E}{500}$	Ясная молочность.		
$\frac{E}{250}$	Сильн.молочность; переход. в осадок.		

Из анализа таблиц можно установить, что вполне устойчивое состояние золя казеиновой кислоты лежит в концентрациях от  $\frac{E}{20000}$  до  $\frac{E}{1000}$ ; от  $\frac{E}{1000}$  до  $\frac{E}{250}$  идет полустойчивое состояние, дающее гистерезисные явления от дисперсионной среды; от  $\frac{E}{250}$  и выше кристаллообразовательный напор вызывает коагуляцию. Полуустойчивость растворов от  $\frac{E}{1000}$  до  $\frac{E}{250}$  устанавливается способом сливания. Осторожным сливанием можно добиться невыпадения золя в концентрации  $\frac{E}{250}$  и грубым сливанием можно заставить выпасть  $\frac{E}{1000}$  раствор. Для растворов слабейших способ сливания безразличен.

Повышение температуры, слабо влияющее на растворы до  $\frac{E}{2500}$ , при следующих концентрациях дает усиление коллоидного режима, уменьшает степень дисперсности (усиляет опалесценцию), повышает кристаллообр. напор, избыток  $H^+$  ионов влияет также. Время является агентом помогающим коагуляции.

Математически зависимость между величинами можно выразить так

$$w \text{ есть } f \text{ от } \frac{K}{C \cdot T \cdot t \cdot >H^+}$$

$w$ —степень дисперсности,  $c$ —концентрация,  $T$ —температура  
 $t$ —время,  $>H^+$ —избыток кислоты.

Чтобы проследить условия состояния казеиновой кислоты в другой дисперсионной среде, поступаем так:

$\frac{E}{25}$  (водный) раствор казеиннатрия разводится 97<sup>0</sup> спиртом до желаемой концентрации, параллельно приготавливаются растворы HCl в спиртовой среде.

Фактом введения водяного основного раствора понижается крепость спиртовой среды—для явления это не существенно. Растворы сливаются по 50 к. с.

ТАБЛИЦА № 2-й.

Условия состояния казеиновой кислоты в спиртовой среде.

Концентрация.	Коллоидный режим.	Реакция на время через сутки.
E 16000	Прозрачно	Помутнение.
E 8000	Коллоидность.	Висяч. осадок.
E 4000	Очень мелкий осадок.	Отсело.
E 2000	Осадок мелкий.	Тоже.
E 1000	Осадок.	Тоже.
E 500	Мелкие сгустки.	Тоже.
E 200	Крупные сгустки.	Тоже.

Из анализа ее устанавливаются те же явления, что и в водной среде, но все они как бы сдвинуты в область меньших концентраций. Поддерживательный напор спиртовой среды гораздо ниже водной среды. Коагуляция каз. кислоты идет при меньших концентрациях.

Тоже самое можно проследить в таблице № 3.

ТАБЛИЦА № 3-й.

Конц. золя каз. кисло- ты.	На 50 к. с. количество Ca H <sub>2</sub> OH <sub>2</sub> вводимого в систему.	Коллоидный режим.	Реакция на время.	Реакция на > H <sup>+</sup> .
E 1000	5 к с	Коллоидность.	Усиление коллоидного режима.	На 50 к. с. 1 к. с. 11 100 HCl
	10 „ „	Осадок.		
	20 „ „	Тоже.		
	25 „ „	Тоже.		
	30 „ „	Тоже.		
	40 „ „	Тоже.		
E 2000	„ „	Коллоидность.		Молочность.
	1 „ „	Коллоидность.		„
	2 „ „	Тоже.		„
	3 „ „	Тоже.		„
	5 „ „	Тоже.	„	
	10 „ „	Опалесценция.	Опалесц. усил.	
20 „ „	Молочность.	Осадок.		

Постепенное введение спирта уменьшает поддерживательный напор водной среды.

Особенность этих опытов та, что при сливании растворов достигается не вполне нейтрально электрическая точка, а лишь эквивалентное вытеснение казеиновой кислоты в раствор. При этом ионы H<sup>+</sup> от самой казеиновой кислоты присутствуют в растворе, но побочно ионов H<sup>+</sup> или лучше части кислоты (хотя бы H<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>) нет. Введение их совершенно нарушает состояние системы, что можно установить такими опытами.

Взято по 20 к. с. золя казеиновой кислоты разных концентраций, к ним приливается разнообъемное количество  $\frac{N}{10}$  HCl.

ТАБЛИЦА № 4-й.

Влияние избытка  $\text{H}^+$  на состояние золь казеиновой кислоты.

Е  
20000

Кол-ч. $\frac{\text{N}}{10} \text{HCl}$ .	Характеристика состояния.
0.1 эк.	Не меняет.
0.2 "	Увелич. опалесц.
0.3 "	" "
0.4 "	" "
0.5 "	" "
1.0 "	Коллоидность.
2.0 "	" "
3.0 "	Прозрачность.

Е  
5000

Кол-ч. $\frac{\text{N}}{10} \text{HCl}$ .	Характеристика состояния.
0.1 эк.	Не изменяет.
0.2 "	Не изменяет.
0.3 "	Увелич. опалесц.
0.4 "	" "
0.5 "	" "
1.0 "	Коллоидность.
2.0 "	" "
5.0 "	" "
10.0 "	Прозрачность.

Е  
2500

Кол-ч. $\frac{\text{N}}{10} \text{HCl}$ .	Характеристика состояния.
0.1 эк.	Не изменяет.
0.2 "	Не изменяет.
0.3 "	" "
0.4 "	" "
0.5 "	" "
1.0 "	Молочность.
2.0 "	" "
3.0 "	" "
5.0 "	Прозрачность.
10.0 "	Прозрачность.

Е  
1000

Кол-ч. $\frac{\text{N}}{10} \text{HCl}$ .	Характеристика состояния.
0.1 эк.	Изменения нет.
0.2 "	Молочность.
0.3 "	Осадок мелкий.
0.5 "	" "
1.0 "	" "

Из анализа таблицы видно, что добавочные частицы  $\text{СН}^+$  увеличивают кристаллообразовательный напор дисперсного тела. Имеется максимум этого увеличения. Явления даже расходятся в зависимости от концентрации по двум направлениям.

В меньших концентрациях ( $\frac{E}{20000}$  до  $\frac{E}{2500}$ ) избыточное прибавление кислоты влечет за собой перестройку системы—фаза HCl становится дезагрегирующей и фаза казеиновой кислоты переходит в фазу хлористоводородного казеина (казеин—основание).

При больших концентрациях ( $\frac{E}{1000}$  и т. д.) максимум выражается уже коагуляцией и тогда дальнейшее прибавление кислоты не в состоянии дезагрегировать слишком крупные хлопья казеиновой кислоты.

В концентрациях слабых процесс перестройки легко обратим, в сильных обратимость в кислотную систему понижена, так как полоса полуустойчивого равновесия пробегается очень быстро.

В естественных дисперсоидных системах одной из фаз является фаза неэлектролитов—обычно углеводов.

В молоке—молочный сахар. Чтобы исследовать влияние этой фазы на золь казеиновой кислоты, мы прибегли к такому опыту. Перед сливанием золь казеиннатрия с эквивал. раствором HCl прибавляется разнопроцентное количество молочного сахара в золь.

ТАБЛИЦА № 5-й

Влияние на состояние золь каз. кислоты молочно-сахара.

$\frac{E}{50}$	Каз. На $\frac{N}{50}$ HCl.	Колич. молочн. сахара.	Коллоидный режим.
E 100		1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Мелк. осад.
По 10 к.с.			
Общее 20		3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	То же.
		4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	То же.
		5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	То же.
		7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	То же.

Из анализа таблицы явствует, что неэлектролит не оказывает никакого влияния на напоры в растворе. Явление протекает как в чистой дисперсионной среде.

Главной задачей нашей работы было проследить влияние на кристаллообразовательный напор дисперсного тела и обратно на поддерживательный напор дисперсионной среды электролитов.

В каждой естественной коллоидной системе одной из слагающих существенных фаз является фаза электролитов. Отсюда несомненно, что состояние системы весьма зависит от этой фазы.

В моих опытах были выбраны электролиты разной валентности— $\text{NaCl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  [все нейтральны по фенолфталеину].

Наблюдения ставились так. В растворы разных концентраций казеиннатрия, но таких где в водяной дисперсионной среде при сливании будет наступать уже коагуляция, перед сливанием с  $\text{HCl}$  вносилось разнопроцентное количество солей и наблюдался коллоидный режим. В устойчивых и полустойчивых системах испытывалось влияние повышения температуры, повышения концентрации  $\text{H}^+$  ионов и времени.

### ТАБЛИЦА № 6-й.

#### Влияние присутствия $\text{NaCl}$ .

Концентрация золя казеиновой кислоты  $\frac{\text{Е}}{250}$ ,  
через сливание по 50 к. с.  $\frac{\text{Е}}{125}$  каз. натрия и  $\frac{\text{н}}{125}$   $\text{HCl}$ .

Концентрация и колич.	Колич. $\text{NaCl}$ в %	Коллоидный режим после сливания с $\text{HCl}$ .	Реакция на $\frac{\text{н}}{10}$ $\text{H}^+$ к. с. $\text{HCl}$ .	Реакция на время через сутки.
$\frac{\text{Е}}{250}$	1%	Молочный раст. мелкий взмученный осадок.	Крупные хлопья.	Отсло.
100 к. с.	2%	Молочность.	Мелкий осадок.	Хлопьеобразн.
	3%	Коллоидный раствор.	Мелкий взмучен. осадок.	Мелкий осадок.
	5%	Прояснение.	Молочный раствор.	Мелкий осадок.
	10%	Совершенно ясный опалесц. раствор.	Сильная опалесценция.	Мелкий осадок.

### ТАБЛИЦА № 7-й.

#### Влияние NaCl.

Е  
250 золя казеиновой кислоты.

Содерж. NaCl 0/о	Коллоидный режим до внесения HCl.	Коллоидный режим после внесения HCl.	Реакция на время суток.	T <sup>o</sup>	Реакция на > N <sup>o</sup> ион.
0.0	Коллоидный раствор с увеличением вязкости и опалесценции.	Крупн. хлопья.	Отсело.	Увеличение опалесценции усиление коллоидн. режима.	На 10 к. с. золя.
0.5		Мелк. хлопья.	То же.		1 к.с. 10/о CH <sub>3</sub> COOH.
0.8		Молочность.	Осадок и мутн. раствор.		Осадок.
10/о		Молочность.	Мутн. раствор.		Осадок.
3/о		Коллоидный раствор.	Ясно.		Осадок.
5 <sup>o</sup> .		Коллоидный раствор с расту- щим просвет- лением при увеличении концентр. NaCl.	Коллоидный раствор.		Осадок.
8 <sup>o</sup> .			"		То же.
10 <sup>o</sup> .			"		То же.
15 <sup>o</sup> .			"		То же.
25 <sup>o</sup> .		"	То же.		

Чем больше концентр. NaCl, тем меньше хлопья.

Из анализа таблиц явствует, что первые прибавления NaCl до 10/о не изменяют явления. Оно идет как в чистой дисперсионной среде. Дальнейшее прибавление NaCl в казеиннатрий влечет увеличение вязкости. При сливании с HCl наблюдается все растущее просветление раствора в зависимости от увеличения концентрации NaCl. NaCl создает дисперсоидный паразитизм и т. с. увеличивает поддерживательный напор дисперсионной среды. Кроме того фаза NaCl действует весьма дезагрегирующе, повышая при сливании степень дисперсности казеиновой кислоты.

Повышение температуры слабо повышает кристаллообразовательный напор.

Избыток H<sup>+</sup> ионов сильно повышает кристаллообразовательный напор и уничтожает дисперсоидный паразитизм. Время способствует векториальным процессам.



ТАБЛИЦА № 8-й.

Влияние на состояние казеина NaCl.

Концентрация золя  $\frac{E}{100}$  при сливании по 50 к. с.  $\frac{E}{50}$   
 казеиннатрия и  $\frac{n}{50}$  HCl.

У-и содерж. NaCl.	Коллоидн. ре- жим до сли- вания с HCl.	Коллоидн. режим после сли- вания с HCl.	Реакция на T <sub>0</sub> .	Реакция на > H'	
				Влияние 0.1 к.с. 10% CH <sub>3</sub> COOH к 10 к.с. золя.	Влияние 1 к.с. $\frac{n}{10}$ HCl к 10 к.с. золя.
0.5	Кол.	Осадок.	Пропорцион. усиление коллоидного режима.	Вызывает коагуляцию осадок.	Вызывает коагуляцию по- рог за 0.7 к. с.
1 <sup>0</sup>	Кол.	Мелкий ос. молочность.			
3 <sup>0</sup>	Кол.	Коллоидн. раствор.			
5 <sup>0</sup>	Кол.	Ясный коллоидный раствор.			
10 <sup>0</sup>	Кол.	То же.			

Таблица № 8 с большей концентрацией золя ярче иллюстрирует те же процессы.

Факторы T, t и > H' действуют аналогично.

Вывод из таблиц—электролиты подобные NaCl создают дисперсионный паразитизм в системе.

Переходим к влиянию (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Берутся золи казеиновой кислоты различных концентраций—от  $\frac{E}{250}$  до  $\frac{E}{25}$ . Концентрация (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> остается постоянной—5<sup>0</sup> о. Задача—проследить границы защиты.

ТАБЛИЦА № 9-й.

Влияние 5% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> на состояние золя казеиновой кислоты при разных его концентрациях.

Концентр. золя.	Коллоидн. режим до сливания с HCl.	Коллоидный режим после сливания с HCl.	Реакция на T.	Реакция на V H <sup>+</sup> 1 к. с. 10% CN <sub>3</sub> COOH.	Реакция на T <sup>+</sup> .
$\frac{E}{250}$	Коллоидн. раствор.	Коллоидный раствор с увелич. опалесценции.	Усиление коллоидн. режима	Коагуляция хлопьеобразно.	При легком избытке H <sup>+</sup> ионов коагуляция.
$\frac{E}{200}$	Коллоидн. раствор.	То же.			
$\frac{E}{100}$	То же.	То же.			
$\frac{E}{50}$	То же.	Через минуту мелкий осадок.			
$\frac{E}{25}$	Сгустки.	Крупные хлопья.			

Из анализа таблицы явствует, что 5% раствор (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> защищает в известных лишь пределах: в  $\frac{E}{50}$  и  $\frac{E}{25}$  выпадает как и в чистой среде (H<sub>2</sub>O). Наблюдается обратное действие электролита — при  $\frac{E}{25}$  до сливания с HCl выпадают сгустки от внесения (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в казеиннатрий.

Отсюда — (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при известной концентрации увеличивает кристаллообразовательный напор казеиннатрия при определенной высокой концентрации его, а не наоборот, как это наблюдается при средних концентрациях.

Берутся золи казеиновой кислоты определенных концентраций  $\frac{E}{250}$  и  $\frac{E}{100}$ . Изследуется влияние разнопроцентных прибавок (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:

ТАБЛИЦА № 10-й

Влияние присутствия  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  на состояние золя казеиновой кислоты.

Испыт. ведется с  $\frac{\text{E}}{250}$  по 25 к. с.  $\frac{\text{E}}{125}$  Каз На и  $\frac{\text{H}}{125}$  HCl.

%, со держание $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Коллоидный режим до сливания с HCl.	Коллоидный режим после сливания с HCl.	Реакция на т. сутки.	Реакция на Т.	Реакция на $> \text{H}^+$ 3 к. с. $\frac{\text{H}}{10}$ HCl на 25 к. с. золя.	
0.25%	Коллоидн. раствор.	Осадок.	Усиление коллоидного режима.	Усиление коллоидного режима.	Осадок.	
0.50%	Тоже.	Тоже.				
1%	Колл. раст.	Сильн опалесц. и муть.				
3%	"	Молочность				
5%	"	Коллоидн. раствор.				
8%	"	Ясно колл. раствор.				
10%	"	Осадок.				
15%	Осадок.	"				Осадок собирается на поверхности раствора
25%	Осадок.	"				
35%	Осадок.	"				

ТАБЛИЦА № 11-й

Влияние  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  на состояние золя казеиновой кислоты

Испытание ведется с  $\frac{E}{100}$  золя при сливании по 10 к. с.  $\frac{E}{50}$  каз натрия и  $\frac{11}{50}$   $\text{HCl}$ .

0,0 содержание $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Коллоидный режим досливания.	Коллоидный режим после сливания с $\text{HCl}$ .	Реакция на T.	Реакция на T.	Реакция на $\gamma$ H. на 5 к. с. золя — 0,1 к. с. $\frac{11}{10}$ $\text{HCl}$
0,25%	Коллоидный раствор	Осадок { Мутн. раствор	Усиление коллоидного режима.	Усиление коллоидного режима.	Осадок.
0,5	Тоже.	Осадок { Мутн. раствор			Тоже.
1%	„	Сильная молочность.			Тоже.
3%	„	Коллоидный раствор.			Тоже.
5%	„	Сильная опалесценция.			Тоже.
8%	Молочность	Сильная молочность.			Тоже.
10%	Сильная молочность.	Осадок { Мутн. раствор			Тоже.
15%	Осадок.	Осадок разрешился.			Тоже.
25%	Осадок	Тоже.			Тоже.

Анализ таблиц устанавливает — малопрцентные прибавки (до 1%)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  не меняют процессов, текущих в чистой дисперсионной среде ( $\text{H}_2\text{O}$ ), аналогично  $\text{NaCl}$ . Внесение  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  от 1% до 8% создает дисперсоидный паразитизм. Внесение более высоких концентраций вызывает обратное явление — увеличивает кристаллообразовательный напор дисперсного тела.

Момент перемены знака лежит между 8%—10%, когда при 8% при сливании с  $\text{HCl}$  наблюдается еще защитное действие, а уже при 10% совершается коагуляция.

В таблицах 10 и 11 ярче оттеняется коагулирующее влияние высоких концентраций  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , наблюдавшееся в таблице № 9 (см.  $\frac{E}{25}$ )—при 15% и выше появляется осадок и в системе казеиннатрия.

Все это говорит за своеобразие защитной роли  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и за иные пределы ее, чем у  $\text{NaCl}$ .

Факторы— $T$ ,  $t$  и  $>H$  действуют аналогично общим наблюдением, ранее отмеченным, т. е. повышают кристаллообразовательный напор дисперсного тела. Математически влияние  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  на степень дисперсности золя можно выразить так.

W есть  $f \frac{K \cdot I^{10/0}}{C \cdot T \cdot t \cdot >H}$  где I концентрация  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Переходим к исследованию влияния  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

Наблюдение ведется с  $\frac{E}{250}$  и  $\frac{E}{100}$  золя. Количество  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  варьируется.

### ТАБЛИЦА № 12-й

влияние присутствия  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  на состояние золя казеиновой кислоты.

Сливание по 25 к. с.

$\frac{E}{250}$

°/о содержание $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .	Коллоидный режим до сливания.	Коллоидный режим после сливания с $\text{HCl}$ .
0,1	Коллоидн. раствор	Колл. раствор.
0,25	Тоже.	Тоже.
0,5	Тоже.	Тоже.
1,0	Тоже.	Тоже.
5,0	Тоже.	Тоже.
10,0	Тоже.	Тоже.
25,0	Тоже.	Тоже.

$\frac{E}{100}$		
% содержание №: $a_2HPO_4$ .	Коллоидный ре- жим до сливания.	Коллоидный режим после сли- вания с HCl.
0,05	Коллоидн. раствор	Коллоидн. раствор
0,5	То же.	То же.
1,0	То же.	То же.
5,0	То же.	То же.
10,0	То же.	То же.

Явление подобно с NaCl, но система более устойчива: реакция на T, t и  $>H^+$  весьма слабы.

В таблице № 13 помещены наблюдения над влиянием  $C_6H_4ONCOONa$ . Концентрация золя  $\frac{E}{100}$ , от сливания по 20 к. с.

ТАБЛИЦА № 13-й.

Концентр. золя.	Концентр. $C_6H_4ONCOONa$ 0,0	Коллоидный режим до сли- вания.	Коллоидный режим после сливания с HCl.	Реакция на T, t, $>H^+$
$\frac{E}{100}$	0	Коллоидный раствор.	Осадок.	Ослаблены во всех кон- центрациях.
	1	То же	"	
	2	"	Сильная молоч- ность, осадок.	
	3	"	Коллоидный раствор.	
	5	"	То же.	

$C_6H_4OHCOONa$  создает тот же дисперсионный паразитизм, но для устойчивости системы имеется предел концентрации его (не меньше 3%). Дезагрегирующая способность молекул  $C_6H_4OHCOONa$  слабее, чем у  $Na_2HPO_4$ .

Общая математическая формулировка создания дисперсионного паразитизма от электролитов.

W есть  $f \frac{K \cdot l^x}{C \cdot T \cdot t \cdot \gamma \cdot H}$ , l есть количество электролитов.

Влияние избыточных ионов  $H^+$  или лучше частиц  $H^+Cl^-$  или  $CH_3COO^-H^+$  на кристаллообразовательный напор дисперсного телл при существовании дисперсионного паразитизма от электролитов было исследовано мною особо.

Брались разной концентрации золи казеиновой кислоты с заранее внесенными разнопроцентными количествами  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $Na_2HPO_4$  и  $C_6H_4OHCOONa$ . К этим зоям прибавлялась в определенной прогрессии  $CH_3COOH$  и наблюдалось изменение коллоидного режима.

ТАБЛИЦА № 14-й.

Влияние  $\gamma H^+$  и  $H^+CH_3COO^-$  на состояние зоя каз. кислоты в присутствии 5%  $(NH_4)_2SO_4$ .

$\frac{E}{200}$

Количество зоя и коллоидный режим.	Количество укусул. кислоты.	Коллоидный режим.	Реакция на T.	Реакция на t.
По 25 к. с.	0,25 к. с.	Увелич. опалесц.	Усиление коллоидн. режима.	Коагуляция.
$\frac{E}{100}$ и $\frac{H^+}{100}$	0,5 " "	Молочность.		
$\frac{E}{200}$	0,75 " "	Тоже.		
50 к. с.	1 к. с.	Мелкий плавающий осадок.		
Сильная опалесценция.	2 " "	Осадок.		
	3 " "	Тоже.		
	5 " "	Крупн. хлопья.		

Взят раствор золя  $\frac{E}{200}$ , по 50 к. с. золя, прибавлено от 0,25 к. с. до 5 к. с.  $\frac{n}{6}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

Из анализа таблицы устанавливается, что минимальный избыток  $\text{CH}_3\text{COOH}$  влечет увеличение кристаллообразовательного напора казеиновой кислоты, ясно уменьшается степень дисперсности ее в растворе.

При концентрации 1 к. с.  $\frac{n}{6}$   $\text{CH}_3\text{COOH}$  в 50 к. с. золя начинается превышение кристаллообразовательного напора дисперсного тела над поддерживательным напором дисперсионной среды, при чем уничтожается дисперсионный паразитизм, вызванный  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Дальнейшее прибавление  $\text{CH}_3\text{COOH}$  вызывает ясную коагуляцию. Т, t действуют подобно прежним наблюдениям — уменьшают степень дисперсности казеиновой кислоты.

ТАБЛИЦА № 15-й.

Влияние избытка Н<sup>+</sup> ионов на золь казеиновой кислоты

5<sup>0</sup>  $\text{C}_6\text{H}_4\text{ONCOO Na}$ .

Количество золя, концентрация и режим.	Количество 10 <sup>0</sup> $\text{CH}_3\text{COOH}$	Коллоидный режим.
По 10 к. с.	0,05 к. с.	Коллоидный раствор.
$\frac{E}{50}$ и $\frac{n}{50}$	0,1 " "	Легкая опалесценция.
	0,3 " "	Большая опалесцен.
$\frac{E}{100}$ — 20 к. с.	0,5 " "	Молочность.
Коллоидный раствор:	0,75 " "	Густая молочность.
	1,00 " "	Легкий осадок.
	1,25 " "	Осадок.



1%  $C_6H_4OHCOONa$   $\frac{E}{200}$  каз. Na;  $\frac{1}{6}$   $CH_3COOH$ ; 50 в. с. золя.

Колич. $\frac{1}{6}$ $CH_3COOH$ .	Коллоидный режим.	Реакция на Т.	Реакция на т.
0,25	Коллоидн. раствор.	Усиление коллоидного режима.	Коагуляция.
0,5	" "		
0,75	Опалесценция.		
1,0	Муть.		
1,5	Легкий осадок.		
2,0	Осадок.		
3	Тоже.		
5,0	Тоже.		

В таблице № 15 испытание ведется с  $\frac{E}{200}$  и  $\frac{E}{100}$  золям казеиновой кислоты.  $CH_3COOH$  берется  $\frac{1}{6}$  и 10%, сообразно этому меняется от 5% до 10% содержание  $C_6H_4OHCCONa$ .

Из анализа таблицы видно, что избыток  $CH_3COOH$  до известного предела не может уничтожить дисперсоидного паразитизма, вызванного  $C_6H_4OHCCONa$ .

За пределом паразитизм уничтожается, но в зависимости от концентрации  $C_6H_4OHCCONa$  пределы коагуляции золя перемещаются. Уничтожение поддерживательной способности электролита зависит от концентрации его в растворе и концентрации избыточных ионов H.

В таблице № 16 взята в качестве электролита вызывающего дисперсоидный режим  $Na_2HPO_4$ . Наблюдение идет с  $\frac{E}{100}$  золя казеиновой кислоты,  $CH_3COOH$  взята двух концентраций  $\frac{1}{6}$  и 10%.

ТАБЛИЦА № 16-й.

Влияние избытка N на состояние золя казеиновой кислоты при  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .

$10\% \text{Na}_2\text{HPO}_4, \frac{E}{100}$  золя.

Количество золя, концентрация и режим.	Количество и $\text{CH}_3\text{COOH}$	Коллоидн. режим.	
По 25 к. с. $\frac{E}{50}$ и $\frac{E}{50}$	0.10 к. с.	Коллоидн. раствор.	
	0. 2 "	То же.	
$\frac{E}{100}$ 50 к. с.	0,50 "	То же.	
	0.75 "	Опалесценция.	
Коллоидн. раствор.	1. 0 "	Молочность	
	1.25 "	Легкий осадок.	
	1. 5 "	Осадок.	

$10\% \text{Na}_2\text{HPO}_4 \frac{E}{100}$  золя.

Количество золя, концентрация и режим.	Количество $\frac{100}{100}$ $\text{CH}_3\text{COOH}$ .	Коллоидн. режим.
По 10 к. с. $\frac{E}{50}$ и $\frac{E}{50}$	0,05	Коллоидный раствор.
	0. 1	То же.
$\frac{E}{100}$ 20 к. с.	0. 2	То же.
Коллоидн. раствор.	0, 3	Кол. раствор.
	0, 4	Молочность.
	0, 5	Мелкий осад.
	0.75	Осадок.
	1.00	Осадок.

Из нея можно вывести об аналогии полной с явлениями при  $C_6H_4OHCOONa$ . Поддерживательная роль лишь сильнее. Количества  $CH_3COOH$  для уничтожения паразитизма требуются выше.

Последняя таблица № 17 устанавливает пределы избытка ионов, вызывающих уничтожение дисперсионного паразитизма при разных концентрациях  $Na_2HPO_4$  и  $C_6H_4OHCOONa$ .

Концентрация золя  $\frac{E}{100}$ , количества электролитов раз-  
нопроцентны, коагуляция вызывается 10%  $CH_3COOH$ .

ТАБ И Ц А № 17-й

$\frac{E}{100}$		
Количество $C_6H_4OHCOONa$	Количество золя, режима и концентр.	Количество 10% $CH_3COOH$ до осадка.
30%	По 10 к. с.	0,55 к. с.
50%	$\frac{E}{50}$ и $\frac{n}{50}$	1,00 к. с.
70%	20 к. с. $\frac{E}{100}$	1,6 к. с.
100%	Коллоидн. раствор	2,4 к. с.

$\frac{E}{100}$		
Количество $Na_2HPO_4$ .	Количество золя, концентрация и режим.	Количество 10% $CH_3COOH$ до осадка.
10%	По 10 к. с.	0,75
20%	$\frac{E}{50}$ и $\frac{n}{50}$	1,5
30%	$\frac{E}{100}$ 20 к. с.	2,25
50%	Коллоидн. раствор	3,75

Из анализа ее следует, что количества избыточных ионов  $H^+$ , уничтожающих (пересыщение) дисперсионный паразитизм, пропорциональны концентрации электролита, обладающего поддерживательной способностью.

Таковы наблюдения над состоянием золь казеиновой кислоты и влиянием на это состояние физических и химических факторов.

### Из наблюдений следуют выводы.

#### *Общие.*

Дезагрегационная способность дисперсных фаз не совпадает с общим поддерживательным напором раствора. Сухой порошок казеиновой кислоты в присутствии некоторых электролитов не растворяется, но при сливании при тех же концентрациях электролита не выпадает.

Молекулярная бомбардировка не в силах разбить крупных агрегатов, но в силах поддержать известное количество их в большей степени дисперсности.

Тоже относится и к агрегационной способности и кристаллообразовательному напору.

Раскрытие и определение постоянных агрег. и дезагрег. способности и полной функции напоров—тема моих последующих работ.

#### *Специальные выводы.*

Кристаллообразовательный напор золь казеиновой кислоты превышает поддерживательный напор дисперсионной водной среды при концентрации золь около  $\frac{E}{250}$  и при высших концентрациях наступает коагуляция. При концентрации золь от  $\frac{E}{1000}$  до  $\frac{E}{250}$  имеется полуустойчивое состояние; в спиртовой среде пределы снижены.

Повышение концентрации золь, повышение температуры, время и избыток  $H^+$  ионов повышают кристаллообразовательный напор раствора и уменьшают степень дисперсности золь.

Частицы  $NaCl$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $Na_2HPO_4$  и  $C_6H_4ONCOONa$  создают дисперсионный паразитизм для золь казеиновой кислоты. Защищая частицы коллоида и тем увеличивая

поддерживательный напор раствора, они обуславливают гистерезисные явления в растворе, но только в известных пределах своей концентрации. Для  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  наблюдается при известных концентрациях перемена знака. Свободные частицы кислоты уничтожают гистерезисные явления в известной пропорции к количествам защитного тела ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{ONCOONa}$  и т. д.). Пропорция эта индивидуальна для каждой соли.

# Опыт пастьбы коров на привязи.

Проф. В. И. Лемус.

Летом 1919 г. Зоотехническая Опытная Станция поставила опыт пастьбы коров на клеверных полях. Для этой цели взято было из стада Института 9 коров, кои и были разделены на три группы. В первых 2-х группах находилось по одной корове ангельнской породы, одной—домшинской и одной холмогорской. В 3-й группе была одна ангельнка и две домшарки. В нижеследующей таблице приведены время отела коров и их живой вес при начале опыта.

		Отел.	Жив. вес.
I-я группа.	Бухта (анг.) . . .	13—III	19 п. 28 ф.
	Терция (дом) . . .	23—III	22 „ 10 „
	Буря (холм.) . . .	1—IV	28 „ 23 „
II-я группа.	Ваза (анг.) . . .	11—III	21 „ 08 „
	Славянка (дом.) . .	24—IV	23 „ 19 „
III-я группа.	Бабочка (хол.) . .	13—III	25 „ 06 „
	Баррикада (анг) .	26—III	20 „ 09 „
	Прима (дом.) . . .	9—III	22 „ 19 „
	Проза (дом.) . . .	26—III	20 „ 39 „

Опыт начат 22 июня, т. е. на 3—4 мес. удойного периода коров. Средний живой вес коровы первой группы был к началу опыта 23 п. 20 ф.; во второй группе средний вес был 23 п. 11 ф., а в третьей—21 п. 9 ф. К сожалению не удалось подыскать в стаде Института животных более подходящего веса и потому 3-я группа несколько отстает от веса двух первых групп. К тому же в состав 3-й группы не удалось включить холмогорку вместо одной домшарки. Причину эту надо искать в малочисленности стада Института \*).

\*) В настоящее время Наркомземом отпущены средства на увеличение стада Института.

Схема опыта была построена следующим образом. Одна группа коров должна была кормиться пастбищным кормом на привязи, другая получать то же количество свежескошенной травы на стойле, а третья группа должна была кормиться на пастбище вместе со всем остальным стадом. В качестве этой последней группы избрана была 3-я группа в составе Баррикады, Прими и Прозы.

Выгон, на котором паслось стадо Института, расположен в двух верстах от скотного двора и занимает площадь около 45 дес, составляя часть хутора „Бородино“. Почва — сильно оподзоленный суглинок, местами заболоченный. Травяной покров по обследованию станции следующий:

Разбросанно.	Мятлик луговой.
	Мятлик обыкновенный.
Рассеянно.	Полевица обыкновенная.
	Полевица белая.
	Горлянка обыкновенная.
	Подорожник средний.
Изредка.	Подорожник большой.
	Манжетка обыкновенная.
	Тысячелистник.
	Лютик едкий.
	Ястребинка волосистая.
	Ромашка непахучая.
	Хвощ полевой.
Редко.	Хвощ луговой.
	Колокольчик раскидистый.
	Борщевик сибирский.
	Клевер красный.
	Клевер белый.
	Клевер бурый.
Группами около полей.	Мышиный горошек.
	Чина луговая.
	Подмаренник мягкий.
	Брусника
	Земляника.

Почва покрыта на значительном пространстве мохом. Кроме того, среди кустарников и молодой заросли встречаются:

- Кукушкин цвет.
- Тимофеевка.
- Одуванчик аптечный.
- Лабазник.

Ромашка луговая.  
Гравилат поручейный.  
Белоус.  
Вейник наземный.

Флора попадающихся болотин имеет следующий состав:

Ситник раскидистый и нитевидный.  
Лапчатка болотная.  
Вахта трилистниковая.

Как видно из описания растительности на выгоне было лишь очень немного хороших кормовых трав.

Контрольная группа коров, как и все стадо Института, получала дома подкорм в виде подсолнечного жмыха. Сначала корове давали по 6 ф. жмыха в сутки, затем по 5 ф. и наконец по 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> ф. Дача жмыха контрольной группе прекращена, как и всему стаду, с 10-го сентября. Кроме пастбы институтского стада на обычном выгоне в августе стали применять пастбу и по клеверной отаве. Именно с 12 августа стадо ежедневно под вечер часа по 2 паслось на отаве. Живой вес коров контрольной группы определен, за весь опыт 7 раз и оказался в фунтах следующий:

	22/VI.	30/VI.	20/VII.	31/VII.	20/VIII.	29/VIII.	15/IX.
Баррикада . . . . .	837	809	880	880	849	849	840
Прима . . . . .	894	899	965	991	983	974	977
Проза . . . . .	847	839	880	870	860	857	850

Живой вес контрольной группы возрастает от начала опыта до 20—31 июля, достигает к этому времени своего максимума и начинает затем падать.

За время опыта контрольная группа дала следующие количества молока, исчисленные по периодам опыта, о чем будет сказано ниже.

	1/VI—20/VII. (20 дней).	31/VII—19/VIII. (20 дней)	30/VIII—14/IX. (16 дней).
Баррикада . . . . .	403 ф.	322,5 ф.	284,0 ф.
Прима . . . . .	371 "	305,5 "	226,5 "
Проза . . . . .	443 "	371,5 "	272,5 "
В среднем 1 корова дала фунт.молока в день . . . . .	20,3 "	16,6 "	16,3 "



Таким образом дневной удой за 2½ мес. понизился очень мало.

Теперь обратимся к рассмотрению данных, полученных от двух других групп коров. Одна из групп кормилась на клеверном поле в то время, когда другая кормилась травой этого поля в коровнике и никаким выгоном не пользовалась. Опыт начался 22 июня, причем до 30 июня, в течение 9 дней, никаких учетов не производилось, т. к. в это время коровы постепенно приучались к новым условиям содержания. Такие же переходные периоды (по 10 дней) предшествовали и другим учетным периодам. Первый учетный период продолжался с 1 по 20 июля включительно. Второй период с 31 июля по 19 августа и третий с 30 августа по 14 сентября. В первый период первая группа коров (Бухта, Терция, Буря) кормилась на привязи, а вторая группа (Ваза, Славянка, Бабочка) кормилась на стойле, а вторая—на привязи и в третий период вновь первая группа кормилась на привязи, а вторая—на стойле. Для краткости мы назовем время кормления коров на привязи пастбищным периодом данной группы, а время кормления коров на стойле—их стойловым периодом.

В пастбищный период коров выводили утром в 6 ч. и оставляли в поле до 10 час. утра, а затем после обеда выводили в 4 ч. и оставляли до 8 ч. Всего за день коровы были на пастбище 8 ч. За время однократного пребывания на выгоне коровы переставлялись 2 раза, каждый раз на ½ круга новой не стравленной травы. Этого порядка мы придерживались в течение первых двух периодов, когда коровы кормились клевером до его скашивания. В третьем же периоде, когда коровы кормились на отаве с меньшим травостоем, кол, к которому привязывалась корова, переставлялся в течение времени 4-х часового пребывания на пастбище на полный круг 3—5 раз. Веревка была длиной 2½ саж и площадь пастбы каждый раз равнялась следовательно  $\pi r^2 = \frac{225^2}{72^2} =$  около 20 кв. саж.

За все время опыта рядом с местом, где паслись коровы, скашивались контрольные площадки, величиною со стравленную площадь. Затем скашивалась трава, оставшаяся после пастбы коров и по разности этих двух укосов определялось количество съеденной коровами травы. Укосы эти дали следующие результаты:

		В фунтах травы.			
		Сколько кругов.	На контр.	На стр.в.	Съедено.
			площадь.	площадь.	
1 пер.	23 июня . . .	1	200	80	120
	30 " . . .	1	200	80	120
	19 июля . . .	1	151	31	120
	В среднем . .	—	184	64	120
2 пер.	30 июля . . .	1	120	52	68
	16 августа . .	1	120	61	59
	В среднем . .	—	120	56	64
3 пер.	28 августа . .	4	118	—	118
	9 сентября . .	5	120	20	100
	В среднем . .	—	119	10	109

Уменьшение количества травы в течение первого и второго периода, когда коровы паслись на одном и том же поле (клевер 4-го года) перед зданием Института объясняется неровностью травостоя. Сначала коровы ставились на западный край участка, где травостой был особенно густой, а с продвижением коров к другому краю поля на восток травостой становился все хуже. В то же время качество травы значительно ухудшилось вследствие переростания и одервенения. Это понижение вкусового достоинства травы привело к постепенному увеличению оставляемой коровою травы; так в первый период коровы оставляли несъеденной 34% травы, а во второй 47%. В третий период несъеденными оставалось всего 8%, что объясняется тем, что в это время коровы паслись на молодой траве, более сочной и приятной на вкус.

За те же периоды другая группа коров, остававшаяся на стойле, получала свежескошенную траву с того же клеверного поля, при чем коровам задавалась трава вволю и определялось количество остатков. Стойловая группа животных поедала в среднем на голову в 1 пер. 94 фунт. травы, во 2-м пер. 66 ф и в 3-м периоде—122 ф. В 3-м периоде стойловая группа коров получала отаву скошенную с 1-го или 2-го поля клевера, а потому в 3 периоде сравнение группы стойловой и пастбищной затруднительно.

Ботанический состав травы с 1 кв. арш. клеверного поля в граммах:

	Первоначальная влажность (травя).	Воздушно-сухое состояние (сено).
Клев. красного . }	215	67
„ ползучего }		
Тимофеевки . . .	17	8
Полевицы . . . .	136	68
Разнотравья . . .	28	12
<b>Всего . . . . .</b>	<b>396</b>	<b>155</b>

По этим данным выходит, что с площади в 20 кв. саж. (=180 кв. арш.) должно было получиться около 4<sup>1</sup>/<sub>3</sub> пуд. травы. По пробным укосам на все пять раз с 23 июня по 16 августа оказывается в среднем, что с площади получилось около 3<sup>3</sup>/<sub>4</sub> пудов травы. Несколько большее количество травы, полученное в первом случае объясняется более тщательным сбором ее при определении ботанического состава по сравнению с обыкновенным укосом.

Во время пастбищного и стойлового периодов каждая группа коров съедала в сутки в среднем на одну голову фунтов травы:

	1 пер.	2 пер.	3 пер.
На пастбище . . . . .	120	64	109
„ стойле . . . . .	94	66	122

Работы по уходу за животными выполнялись все время в следующие часы:

- 1-я дойка в 6 ч. утра.
- 2-я „ „ 1 „ дня.
- 3-я „ „ 9 „ вечера.

После дойки производилось поение коров. После утреннего поения одна группа выводилась на пастьбу, а другая в это время получала зеленый клевер. Тоже происходило и в послеобеденные часы. Никакого другого корма коровы не получали.

При пастьбе на привязи коровы часть времени лежали, следовательно насыщались в достаточной степени. В течение месяцев июня и июля коров беспокоили мухи, что, видно, отражалось на упитанности животных, как это можно усмотреть из сравнения живых весов пастбищных и стойловых животных.

Живой вес в фунтах.

	22/VI.	30/VI.	20/VII.	31/VIII.	20/VIII.	29/VIII.	15/IX.
1-я гр. Бухта . . .	792	788	788	800	805	760	800
Терция . . .	843	890	855	895	912	840	898
Буря . . .	1133	1143	1165	1200	1180	1102	1160
2-я гр. Ваза . . .	835	848	871	849	840	800	903
Славянка . . .	886	939	958	909	900	893	933
Бабочка . . .	945	1006	1043	989	990	979	1000

В общем живой вес коров во все время опыта остался без существенных изменений, но можно заметить повышение живого веса у коров, кормящихся в стойле и понижение у коров пасущихся. Так, в первой группе ж. в. всех животных к концу пастбищного периода (20/VII) был 2.808 ф., а к концу последовавшего стойлового периода (20/VIII) поднялся до 2.897 ф., в конце же следующего за ним пастбищного периода опустился до 2.858 ф. Во второй группе ж. в. группы в конце стойлового периода был 2.872 ф., в конце же последовавшего пастбищного понижился до 2.370 ф., а в конце следующего стойлового поднялся до 2.836 ф.

Перейдем теперь к рассмотрению полученных от коров удоев. В следующей таблице сведены удои всех 9 коров во все три опытных периода. Перед первым периодом удои коров учтены за 20 дней, предшествовавших опыту, когда все коровы кормились одинаково на выгоне с подкормом подсолнечных жмыхов.

1-я группа.		20 дней до опыта.	1-й период (20 дн.).	2-й период (20 дн.).	3-й период (16 дн.).	Удой 3-го периода пересч. на 20 дней.
		В ф у н т а х.				
{	Бухта . . . . .	387	397	227	341	426
	Терция . . . . .	415	422	252	394	490
	Буря . . . . .	387	437	276	402	502
	Среднее за день	19,5	20,9	12,6	—	23,6

		20 дней до опыта.	В ф у н т а х.				Удой 3-го периода переч. на 20 дней.
			1-й период (20 дн.).	2-й период (20 дн.).	3-й период (16 дн.).		
2-я группа.	Ваза . . . . .	301	325	269,5	277	346	
	Славянка . . .	342	340	260	271	342	
	Бабочка . . . .	382	363	271	294	367	
Контр. группа.	Среднеезадень	17,2	17,1	13,3	—	17,6	
	Баррикада . . .	423	403	322,5	284	355	
	Прима . . . . .	402	371	305,5	226,5	283	
	Проза . . . . .	458	443	371,5	272,5	341	
	Среднеезадень	21,4	20,3	16,7	—	16,3	

Если удои коров за 20 дней, предшествовавших опыту, принять равными 100, то получится следующая таблица, выражающая остальные удои в  $\% \%$  от первоначальных удоев:

		До опыта.				
			1 пер.	2 пер.	3 пер.	
1-я группа.	Бухта . . . . .	100	104,1	Пастб. 58,7	Стойл. 110,1	Пастб.
	Терция . . . . .	100	101,7			
	Буря . . . . .	100	113,0	71,0	130,0	
	Среднее 1 гр.	100	106,3	63,5	119,5	
2-я группа.	Ваза . . . . .	100	107,9	Стойл. 89,5	Пастб. 111,6	Стойл.
	Славянка . . . .	100	99,3			
	Бабочка . . . . .	100	95,0	70,9	96,2	
	Среднее 2 гр.	100	100,7	78,8	102,6	
Контр. группа.	Баррикада . . .	100	95,2	76,3	83,9	
	Прима . . . . .	100	92,2	76,0	70,4	
	Проза . . . . .	100	96,7	81,1	73,0	
	Среднее 3 гр.	100	94,7	77,8	75,8	

Как видно, удои контрольной группы за все время опыта неуклонно падают. Особенно резко это падение удоев во 2-й период с 31 июля по 19 августа, когда паст-

бище представляло перестоявший корм, особенно несочный вследствие сухого лета 1919 года. В 3-й период удои падают менее заметно, очевидно потому, что в это время коровы с 12 августа ежедневно часа по 2 паслись на клеверной отаве, кроме пастьбы на обычном выгоне. Сравнивая средние удои коров в 1-м периоде во всех группах видно, что клеверный выгон дал значительно больший эффект, нежели вольная пастьба на Институтском выгоне с подкормом жмыха. Среди групп, кормящихся зеленым клевером особенно выделилась по продуктивности та группа, которая паслась на привязи. Стойловая группа также дала под'ем удоев по сравнению с доопытным периодом, но не в такой степени. Во втором периоде обе опытные группы сильно понизили свои удои, причем первая группа дала даже меньше молока (по отношению к доопытному периоду) нежели контрольная группа. Это обстоятельство находит себе об'яснение также в том, что во втором периоде клевер уже перестоял и сильно одервенел. При ближайшем рассмотрении видно, что понижение удоев было более резко в стойловой группе (1-й) и менее резко в пастбищной группе (2-й). Наконец, в 3 периоде удои в 2-х опытных группах резко поднимаются кверху, причем опять-таки пастбищная группа (1-я) дает лучшие удои, нежели стойловая (2-я), хотя стойловая в этом периоде получила вероятно лучший корм. Для выяснения вопроса о питательности корма, которым пользовались коровы в течение различных периодов опыта, сопоставим средние живые веса коров, соответственные удои и потребность в кормовых единицах на каждый опытный период. Средний живой вес мы определяем как среднее между начальным и конечным в течение данного периода живым весом.

I-я группа.		1-й пер.			2-й пер.			3 й пер.		
		Жив. вес.	Удой.	Корм. ед.	Жив. вес.	Удой.	Корм. ед.	Жив. вес.	Удой.	Корм. ед.
I-я группа.	Бухта . . . . .	788	20	12	802	11	9	780	21	12
	Терция . . . . .	872	21	13	903	13	10	869	24	14
	Буря . . . . .	1154	22	15	1190	14	13	1131	15	16
Среднее потреб.										
	корм. ед. . . . .	—	—	13	—	—	11	—	—	14

		1-й пер.		2-й пер.		3-й пер.	
		Жив. вес.	Удой. / Корм. ед.	Жив. вес.	Удой. / Корм. ед.	Жив. вес.	Удой. / Корм. ед.
2-я группа.	Ваза . . . . .	859	16 11	844	13 10	851	17 12
	Славянка . . . .	948	17 12	904	13 10	913	17 12
	Бабочка . . . . .	1024	18 13	987	13 11	989	18 13
	Среднее потреб. корм. ед. . . . .	—	— 12	—	— 10	—	— 12
Контр. группа.	Баррикада . . . .	844	20 13	864	16 11	844	18 12
	Прима . . . . .	932	18 12	987	15 12	975	14 11
	Проза . . . . .	859	22 13	865	18 12	853	17 12
	Среднее потреб. корм. ед. . . . .	—	— 13	—	— 12	—	— 12

При перечислении на потребность в корм. ед. мы берем на 150 ф. ж. в. и на 3 фун. удоя по одной кормовой единице.

Из ранее приведенных данных мы знаем, какое количество травы съедали коровы в отдельные периоды. Таким образом мы имеем возможность вычислить сколько фунтов травы приходится на 1 корм. единицу у различных групп и в разные периоды.

	1-й период.			2-й период.			3-й период.		
	Съедено ф.	Треб. кор. ед.	На 1 к. ед. фун. тр.	Съедено ф.	Треб. кор. ед.	На 1 к. ед. фун. тр.	Съедено ф.	Треб. кор. ед.	На 1 к. ед. фун. тр.
1-я группа .	120	13	9,2	66	11	6	109	14	7,8
2-я „ .	94	12	7,8	64	10	6,4	122	12	10,2
3-я „ .	—	13	—	—	12	—	—	12	—

Ввиду того, что в каждом периоде обе группы получали траву с одного поля по возможности сходную друг с другом, мы можем считать действительное кормовое достоинство травы соответственного периода лежащим между найденным у отдельных групп в данный период

величинами, тогда окажется, что для получения питательности равной 1 корм. единице=0,6 кр. экв. надо было взять травы:

В 1 период	около	8,5	ф.
" 2	"	6,2	"
" 3	"	9	"

Меньшая питательная сила травы 3-го периода может быть объяснена тем, что это была отросшая после первого стравливания отава с большим количеством влаги тем более, что в течение 3-го периода перепадали довольно часто дожди. Большая же питательность травы 2-го периода может быть объяснена большею сухостью этой травы по сравнению с травой 1-го периода. Это, вернее говоря, лишь кажущаяся большая питательность, т. к. в действительности трава в это время перестояла и хотя и содержала больше сухого вещества, но это вещество было менее питательно. Большой эффект корма, который получился во 2-й период может быть вернее объяснен как результат последующего действия хорошего корма в 1-й период, *заправившаго* коров.

Принимая, что 1 корм. ед. равна 0,6 кр. экв. получим, что 100 ф. травы 1, 2 и 3 пер. имели следующие крахм. экв.:

1 период	. . . . .	7,0
2 "	. . . . .	9,7
3 "	. . . . .	6,7

Так как усыхаемость травы найдена в 40%, т. е. на 100 ф. травы получилось около 40 ф. сена, то следовательно крахм. экв. сена, которое получилось из нашей травы должны быть:

1 период	. . . . .	17,5
2 "	. . . . .	24,2
3 "	. . . . .	16,7

Несомненно, что кр. экв. сена за 2 период взят слишком высоким, потому что мы ввели ту же усыхаемость травы, что и за 1-й период, что очевидно неверно, но у нас, к сожалению, нет данных для суждения об усыхаемости нашей травы за разные периоды ее вегетации. Кроме того во втором периоде перестоявшая трава без сомнения имела меньшую питательность.

За первые 2 месяца опыта все 6 коров кормились травой с 4-го поля клевера, при чем за все это время стравлено и скошено всего 2,2 дес., следовательно 1 дес.



нашего поля могла в течение 2 мес. прокормить 2,7 коровы, причем около 40% травостоя оставалось нестравленным.

Выводы нашего опыта могут быть пока сведены в следующие пункты:

1. Кормление коров на привязи на клеверном поле 4-го года дает бóльший эффект в отношении молочности, нежели кормление коров на вольном выгоне в Бородине, причем для приблизительного уравнивания удоев необходимо при кормлении коров на выгоне подкармливать их дома в сутки 2—6 ф. подсолнечного жмыха.

2. При сравнении эффектов кормления на привязи и на стойле травой одного и того же качества оказывается, что группа стойловая дает несколько меньшие удои, но прирастает в живом весе, а группа пастбищная дает несколько большие удои, но за то немного падает в отношении живого веса.

3. С десятины клевера 4-го года у нас получено  $\frac{3,75 \times 2400}{20} = 450$  пуд. травы. Так как на 2,2 дес. кормилось 6 коров в течение 2 месяцев, то на голову в день приходится  $\frac{450}{6} \cdot \frac{2,2}{2,30} = 2,7$  пуда = 108 ф. В зависимости от качества корма, погоды и упитанности животных величина дневного рациона свободно стравливаемой травы колеблется от 1½ до 3 пудов.

---

## Помещения современных молочных заводов.

*С. Федкович.*

---

В недалеком будущем предстоит преобразование деятельности наших молочных заводов, которым придется перейти на неограниченное производство ввиду сокращения поставки молока, чтобы продуктами из казеина хотя отчасти возместить уменьшившееся производство масла. Переход этот вполне возможен при настоящем положении вещей путем незначительной перестройки существующих зданий заводов, и в этом направлении большую пользу может оказать разработка планов типичных заводов с неограниченным производством.

При составлении плана завода необходимо исходить как из технологических соображений, т. е. удобства помещений для работы, так и из строительных, чтобы здание стоило недорого, не требовало ремонта и больших расходов на содержание в исправном состоянии. В этом отношении на стоимость строительных расходов форма здания оказывает весьма большое влияние, которое особенно сильно дает себя чувствовать у заводов с неограниченным производством с большим количеством операционных помещений. Между различными отделениями завода должна сохраняться связь, позволяющая одному лицу иметь надзор и руководство над всей работой, в то же время различные операции необходимо выделить и как бы изолировать друг от друга. По этой причине приемная, которая является местом для выполнения наружных операций производства, причем молоко находится в ней достаточно продолжительное время, чтобы успеть воспринять дурные запахи и обогатиться бактериями, если таковые имеются в воздухе, располагается обычно в главной фасадной части здания и делается большой, светлой и отделанной для сохранения поверхности пола, стен и потолка чистыми и сухими. В приемной делаются часто

двое дверей, чтобы отделить вход от выхода возчиков и носчиков молока. Если приемная расположена на два фронта во всю ширину здания, весьма удобно проложить в ней двери с противоположных сторон. Через одну дверь происходит занос молока, другая служит для выноса порожних фляг на двор для просушки, также для выдачи обрат. Рампы в этом случае устраиваются с обеих сторон приемной. На заводе с неограниченным производством приемная выполняет еще более важную роль, чем на маслодельне, так как здесь производится кроме обычных работ также и сортировка молока, назначенного на различные способы переработки.

К приемной с разных сторон примыкают операционные помещения различных отделов завода, располагаемые таким образом, чтобы операции выполнялись в последовательном порядке с соблюдением условий состояния воздуха согласно потребности процесса. В этом отношении необходимо учитывать положение здания по отношению стран света, а также величину и способ устройства ледника, являющегося источником холода для помещений молочного завода. Все помещения, где требуется иметь низкую температуру, располагаются по соседству с ледником.

Учет сказанных соображений при выборе формы здания позволит устранить те недочеты, которые так часто встречаются на практике. Безусловно выгодной формой для здания является прямоугольник с выступами по краям контура в виде подковы, наконец, два прямоугольника, сходящиеся углом. Всякая другая форма вроде буквы Т, например, должна отвергаться, как ненужная, и даже вредная по создаваемым неудобствам. При форме буквы Т получается вместо одного два двора, объезд кругом здания затруднен, площадь участка мало использована и должна быть значительной, так как службы могут располагаться по обязательным постановлениям не ближе  $6^{\circ}$  от здания молочного завода. Строительная стоимость подобного здания также возрастает и отличается весьма немного от стоимости двух совершенно отдельных корпусов для того же завода. Кроме того при длинном корпусе средней части здания, затрудняется разводка пара и воды по всем заводским помещениям и подача механической энергии.

При прямоугольной форме здания перечисленные неудобства не имеют места. Встречаются два расположения

операционных помещений: вытянутое в одну линию и в два ряда; первое обычно для небольших заводов с ограниченным производством; в два ряда помещения располагаются при большом их числе для сокращения пути передачи продукта, лучшего обзора и надзора за производством, производимого из центрального места завода — приемной, и уменьшения строительных расходов, так как кубатура здания уменьшается параллельно с удлинением его пролета.

В одинаковой степени с приемной на форму здания влияет также ледник, который считается обязательной частью всякого молочного завода. Кроме целей непосредственного охлаждения молока лед расходуется на поддержание низких температур в холодильнике и подвалах, отчего на больших заводах запас льда, заготавливаемый на операционный год, получается большим и вызывает необходимость иметь значительное льдохранилище для его помещения. Наиболее рациональным в большом производстве считается установка холодильной машины, вполне заменяющей ледник и обходящейся в эксплуатации значительно дешевле его. В случае, если искусственное охлаждение неосуществимо, и некоторые операционные, как например, холодные подвалы лежат ниже уровня земли, там ледник делается подземный, с дном углубленным в землю, причем уменьшается площадь дна ледника и поддерживается низкая температура в подвалах. Подобное расположение дна ледника принято также в планах заводов, описанных ниже.

Ледник является источником холода на заводе. Все помещения с низкой температурой располагаются с ним по соседству, причем охлаждение холодильников производится воздухообменом через проемы в стенах, а сырных подвалов — также утоненными стенами ниш, открыванием двери в подвал и т. п. за исключением подвалов с центральной вентиляцией и подводкой увлажненного свежего воздуха по сети каналов. Нахождение ледника по соседству с холодным подвалом затрудняет во многих случаях разбивку подвалов в очередном порядке так, чтобы продукт проходил через различные стадии производства последовательно и по кратчайшему пути. Это камень преткновения, который на практике и не пытаются преодолеть, а обходят около по линии наименьшего сопротивления. В большинстве случаев подвалы наших сыроварен вытяги-

ваются в линию и свежие сыры приходится перетаскивать в солильню через все прочие подвалы, а потом из солильни совершать обратный путь. Подвалы сыроварни Климовской школы расположены в два этажа, с двумя солильнями для лета и для зимы, причем солильня для зимы летом служит как влажный бродильный подвал. Сыроварня в Спасском-Куркине имеет бродильные подвалы в верхнем этаже, над ледником, и разумеется сохранять в них летом требуемое состояние воздуха в смысле температуры и влажности затруднительно.

Между тем все затруднения в разбивке плана устраняются полностью, если принять для сыроварен твердых сыров двухъярусное расположение подвалов, подобно тому как это практикуется в швейцарских сыроварнях. При подземном леднике при этом получается весьма удобное расположение подвалов с соблюдением последовательности выдерживания сыров. Планы заводов, разбираемых ниже все построены на этом основании и получают весьма удобными, компактными и имеющими между собой органическую связь. Здания для заводов проектируются деревянные на каменных фундаментах и цоколях. При надлежавшей отделке деревянных зданий и снабжении помещений удовлетворительной вентиляцией и канализацией они не менее каменных пригодны для помещений молочных оборудований, но менее долговечны и требуют постоянного ремонта. Подъем пола, если он делается водонепроницаемым из дерева, должен составлять по строительным правилам не менее  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ ', что удобно в отношении выгрузки молока с возов на приемных рамах, и допускает устройство под полом подвалов, несколько выступающих из земли. Такой же подъем пола надлежало бы принимать и при минеральных полах. Понятно, что хорошие подвалы должны быть каменные и иметь сводчатые каменные или бетонные плоские потолки. Правильно устроенный завод может быть поэтому устроен, считаясь с местными условиями севера и недостатком других строительных материалов кроме леса—из дерева—выше цоколя, ниже из камня, кирпича или бута. Основание для ледника кладется из водонепроницаемых и не пропускающих тепло каменных пород—песчаник и мелкозернистый гранит здесь будут мало пригодны. Стены подвалов можно класть и из упомянутых пород. Строить низ ледника из дерева и выводить стены и потолки подвалов из того же материала

допустимо только в исключительных случаях, когда нет другого выхода, и всему устройству придается временный характер.

Черт. 1—3, табл. 1 изображает план и разрез маслодельни с творожным отделением. Маслодельня состоит из приемной, сепараторной, масляной и холодильника для масла в их обычно делаемом на севере расположении. Из масляной через дверь ведет ход в холодильник для молока и сливок, совершенно отдельный от холодильника для масла. В предхолодильнике по лестнице, идущей вниз устроено сообщение с творожной и влажным при ней подвалом.

Черт. 4—6, табл. 2—3—это план завода с неограниченным производством, т.-е. с маслодельным отделением и сыроварней. В подвальном помещении находятся солильня и влажный бродильный подвал; сухой бродильный подвал расположен на верхнем надземном этаже; он может быть в случае нужды приспособлен под лагерьный, так как лежит рядом с ледником. Для хранения зрелых сыров служит также особый холодильник Е'. Приемная и судомойная занимают левую часть здания и в благоприятном случае, напр. при каменных стенах, также при оштукатуренных деревянных бревенчатых стенах и наличии хорошей вентиляции, соединяются в одну общую большую комнату. Передняя часть здания занята под выработку масла, залняя—сыров. Отформованные сырки переносятся вниз, в подвал „солильню“, где происходит прессование и посолка в солильном чане; затем они поступают в рядом лежащий влажный бродильный подвал б и оттуда по особой лестнице d, устроенной в крыше над подземными подвалами, выносятся в сухой бродильный подвал. Операция переноса сыров может производиться также и по главной лестнице (e) или помощью подъемника, как это принято на черт. 8—9, тогда надобность в особой лестнице d отпадает.

Черт. 7—9, табл. 4 относятся к заводу с полным производством и выработкой из части поставляемого молока сгущенного молока и молочного порошка, из остальной части твердых сыров, масла и творога. Таким образом, здесь мы встречаем четыре различных отделения, совершенно независимые по существу и входящие между собой в строгой взаимной связи во время работы, так как приводятся в действие от общей двигательной силы, получают пар от одного источника и сырой материал, пере-

рабатываемый на продукты, одного и того же происхождения. На выработку сыров высокого качества наиболее пригодно молоко, происходящее от одного стада с животными, содержащими в одинаковых условиях кормления. Дальняя доставка молока ухудшает его пригодность для выработки хороших сыров. Точно также сгущенное молоко может быть получено только из доброкачественного молока, с невысокой степенью кислотности. По этим причинам приемка молока на заводе с неограниченным производством происходит параллельно с его испытанием, после чего оно сортируется и поступает в различные отделения на переработку. Отвешенное на приемных весах молоко по испытанию направляется насосом на холодильник для охлаждения и собирается в нескольких молочных баках, смотря по назначению, в молочной. Чтобы не происходило задержки при приемке молока, около приемных весов устанавливают два или три бака, которые по очереди переключаются на насос. Еще лучше поставить двое весов, назначив одни для специального, а другие для остального молока. При каждых весах нужен приемник, бак и отдельный насос.

Описание помещений завода сделано рядом с чертежами и не требует комментариев; кроме особого отделения по сгущению молока в данном плане, по сравнению с ранее рассмотренным, находим особое творожное отделение, состоящее из сыроварни **Н** и холодного подвала **О**, лежащих в надземном этаже и совершенно изолированных от остальных помещений. Сыроварня **М**—занимает большую светлую комнату, прилегающую к приемной и сепараторной; в ней кроме сыроваренных котлов и сточных столов устроена русская духовая печь; а в творожной **Н**—нагревательный куб. Расположение печей может быть изменено на обратное, причем печь устанавливается в творожной, а куб на сыроварне **М**. Оба очага обслуживаются отдельными от них топками с суженным к основанию решетчатым топливником.

Подвалов при заводе спроектировано четыре с последовательным расположением. Из сыроварни по проходной **р** и лестнице **г** сыры поступают в соляную **а**, оттуда **г** во влажный бродильный подвал **в** и сухой бродильный подвал **с**. Достигнув зрелости, сыры по той же лестнице **г** или через подъемник в стене **х** препровождается в лагерьный подвал **д**, лежащий рядом с ледником, но выше земли.

Подъемник устроен весьма просто и состоит из платформы, передвигаемой намоткой шнура, натянутого через блок на барабан ручной лебедки.

Для хранения молока служит молочная, узкая большая комната со свежим и не особенно теплым воздухом. В ней сделан в полу холодильный бак для погружения в воду фляг и ушатов с молоком при хранении и отстое. Над баком на кронштейнах покоятся 2 или 3 молочных бака с изолированными стенками. В них хранится молоко перед переработкой в соответственных отделах. Контора и лаборатория помещаются около приемной.

---



# Метод определения силы сычужного фермента.

*Г. С. Инихов.*

Сила сычужного фермента выражается двояко: или числом показывающим количество частей (весовых или объемных), створаживающихся одной частью фермента при известной температуре в определенное время, или продолжительностью времени (в минутах и секундах), протекающего с момента введения сычужного фермента до выделения параказеина.

В обоих случаях створаживание ведут при температуре близкой к оптимальной действия энзима — 35°C.

Время нормального створаживания принимается в 40 минут, и так как в известных пределах действия сычужного фермента время створаживания обратно пропорционально количеству фермента, то исходя из этой условной единицы высчитывают силу энзима. При указании силы фермента в продолжительности времени выделения им параказеина исходят из произвольных растворов сычужного фермента полученных в лабораториях, на заводах. При этом препараты сычужного фермента могут быть самой различной силы в зависимости от методики выделения их и целого ряда других факторов, благодаря чему получаемые цифры продолжительности сквашивания будут чисто условными и совершенно несравненными при работе с различными препаратами.

Обычно испытание силы фермента ведется с молоком, чем вносится помимо указанного еще новая условность. Состояние и количество отдельных составных частей молока подвержено изменениям и следовательно ве-

личине активизирующих и парализующих фактов в молоке на сычужной фермент будет изменяться.

Изучение факторов отзывающихся на видимом эффекте действия сычужного фермента показало, что главная роль принадлежит концентрации водородных ион среды и солей кальция.

Влияние изменения реакции среды на процесс створаживания было изучено Van Dam'ом (1902)<sup>1)</sup>, Allemann'ом (1912)<sup>2)</sup>, Michaelis и Mendelsohn'ом (1913)<sup>3)</sup> и др., которые пользовались электрометрическим способом определения кислотности или концентрации ион водорода.

Van Dam пришел к заключению, что быстрота свертывания прямо пропорциональна концентрации (H<sup>+</sup>) при чем действие CaCl<sub>2</sub>, поскольку эта соль поднимает (H<sup>+</sup>) среды, также ускоряет действие фермента. Активирующее действие кальция зависит не от кальциевых солей, растворимых в молоке, а от количества кальция в коллоидальном соединении.

Allemann определил концентрацию ион водорода после прибавления эквивалентных количеств соляной и уксусной кислот и нашел, что (H<sup>+</sup>) одинакова для эквивалентных количеств соляной и уксусной кислот, хотя степень диссоциации обоих различна, что происходит очевидно благодаря тому, что молоко действует, как фактивный регулятор при содержании щелочного фосфата и регулирующая способность теряется когда весь вторичный фосфат переходит в первичный, при чем в этот момент происходит кислотное осаждение казеина.

Michaelis и Mendelsohn определили зону оптимума концентрации водородных ион для свертывающего действия сычужной закваски и осаждения казеина кислотой. Они нашли, что зона оптимума для действия сычужной закваски в присутствии растворимых кальциевых солей лежит между  $0,4 \cdot 10^{-4}$  и  $1 \cdot 10^{-6}$  N. Числовая величина (H<sup>+</sup>) в свежем молоке находится между  $1,158 \cdot 10^{-6}$  (P<sub>H</sub> 6,80) и  $0,310 \cdot 10^{-6}$  N (P<sub>H</sub> 6,50) и в зависимости от этих величин мы будем иметь различную быстроту сквашивания.

Milroy<sup>4)</sup> доказал, что хлористый кальций кроме увеличения (H<sup>+</sup>) в молоке усиливает действие сычужного фер-

1) Zeitschr. Physiol. Chem. 58, 295.

2) Biochem. Zeitschr., 45, 346.

3) Biochem. Zeitschr., 58, 375.

4) Biochem. Journal. V. IX, 2.

мента с самого начала ферментации. Помимо этих двух главных факторов, влияющих на быстроту сквашивания сычужным ферментом молока, известен еще целый ряд физических и химических факторов, активирующих или парализующих действие фермента. Влияние, оказываемое этими факторами будет или прямое—непосредственно на фермент, или косвенное—на среду, в которой действует фермент или на продукты реакции. Из числа этих факторов можно указать—механическое воздействие—взбалтывание, химическое—нагревание молока, содержание минеральных солей: белков, жира и т. д. Влияние всех этих факторов в достаточной мере еще не изученных, не может быть учтено при испытании сычужного фермента в молоке, благодаря чему фермент одной и той же силы будет показывать различную продолжительность свертывания в отдельных пробах молока. Особенно резко это сказывается, когда мы берем пробы молока от отдельных коров, а не средние пробы сборного молока.

Нами было произведено исследование молока коров всего Институтского стада. На таблице 1-й приведены выдержки из этого исследования.

ТАБЛИЦА 1.

Название коров.	Время исслед.	Град. кисл. сокса.	Быстрота сквашив.
Эльба . . . . .	20,ш.	7,9	3 мин. 25 с.
Секста . . . . .	—	6,8	5 „ 40 „
Акция . . . . .	—	6,4	32 „ - „
Кварта . . . . .	—	7,1	8 „ 40 „
Шалунья . . . . .	—	7,9	14 „ 20 „
Квинта . . . . .	—	7,5	5 „ 25 „
Беглянка . . . . .	—	8,1	не скв. в 6 ч.
Секунда . . . . .	—	8,6	4 мин. 25 с.
Немка . . . . .	—	7,9	4 „ 30 „
Терция . . . . .	—	6,6	7 „ 10 „

Название коров.	Время изслед.	Град. кисл. сокса.	Быстрота скашив.
Ракета . . . . .	20 ш.	7.3	не скв. в 6 ч.
Октава . . . . .	—	6.4	6 мин. 20 с.
Амазонка . . . . .	22 ш.	9.0	3 „ 50 „
Зорька . . . . .	—	7.9	5 „ 40 „
Валюта . . . . .	—	8.6	7 „ 30 „
Рента . . . . .	—	9.6	12 „ 45 „
Рума . . . . .	—	9.4	4 „ 25 „
Кокетка . . . . .	16 ш.	7.5	28 „ 25 „
Шашка . . . . .	—	7.5	10 „ 30 „
Бабочка . . . . .	—	8.6	6 „ 35 „
Прима . . . . .	—	7.5	8 „ 30 „
Поляна . . . . .	—	7.1	4 „ 45 „
Рулада . . . . .	17 ш.	8.25	13 „ 55 „
Проза . . . . .	—	8.60	4 „ 10 „
Ария . . . . .	—	7.10	3 „ 40 „

Из этой таблицы мы видим, что при одинаковых условиях кормления, содержания скота быстрота скашивания молока одним и тем же раствором сычужного фермента у отдельных коров колеблется от 3 мин. 25 секунд до четырех и свыше часов, при чем правильной зависимости с кислотностью молока не наблюдается.

Даже продолжительность свертывания молока различных удоев одной коровы может не совпадать. В качестве примера приведу данные, полученные нами в Институте (табл. 2-я).

Время скашивания молока отдельных удоев трех коров—Ариша, Ария и Немка отличается в секундах; утреннее молоко коровы Ракета скашивается в 15—17 минут, а вечернее не дало сгустка в течении свыше 4 часов

ТАБЛИЦА 2-я.

У Д О И	Название коров.			
	Ариша.	Ария.	Немка.	Ракета
Утрен. 16/ш	3 м. 18 с.	4 м. 30 с.	4 м. 25 с.	15 м. 45 с.
Полдн. "	3—15	4—20	5—55	
Вечерн. "	3 25	3 40	4 30	не скваш.
Утрен. 17 "	3 17	3 55	4—05	17 30
Полдн. "	3—30	4—	4—35	
Вечерн. "	3—50	4 10	7—	не скваш.

В тему настоящего сообщения не входит выяснение факторов влияющих на время свертывания молока. подробный разбор их будет приведен в одной из ближайших наших статей.

В практике с явлением изменения продолжительности свертывания молока приходится сталкиваться сыроварам, вынужденным каждой варке сыра предварять испытание силы сычужной закваски, дабы иметь возможность рассчитать то количество ее, которое требуется прибавить в молоко.

Раз продолжительность сквашивания молока зависит от целого ряда причин, то, следовательно, пользоваться молоком, как раствором для определения силы сычужного фермента нельзя. Необходимо заменить его каким-либо более постоянным белковым раствором, в котором устранено влияние всех факторов, отзывающихся на времени створаживания, за исключением двух—концентрации водородных ион и солей кальция, величины которых имели бы вполне определенное значение и могли бы быть регулируемы по желанию.

В качестве такой среды, мы применили раствор казеина в насыщенном растворе известковой воды, который после нейтрализации излишней щелочности подкислялся до известного градуса кислотности. В этом растворе кальциевой соли казеина имеем определенную концентрацию водородных ион и солей кальция, при чем все эти величины могут быть произвольно изменены в ту или иную сторону.

К сожалению мы не располагали прибором для установления концентрации водородных ион и измерения (Н<sup>+</sup>) приходилось вести титрованием раствора нормальной щелочью.

Принимая указанный раствор за основной при определении силы фермента, мы начали с выяснения тех условий концентрации ион водорода и солей кальция, при которых происходит сквашивание его.

Для опытов брались препараты чистого казеина, полученные в лаборатории по способу Гаммерстена. Для приготовления раствора определенная навеска казеина (2—3%) растворялась в насыщенном при комнатной температуре растворе извести. после полного растворения казеина, избыток щелочи нейтрализовался  $\frac{1}{10}$  Н. соляной кислотой до кислой реакции по фенол-фталеину.

Выяснение условий свертывания белков раствора.

а) Изменение кислотности.

Опыты №№ 5, 11, 13.

6 грамм казеина растворено в 200 к. с. насыщенного при комнатной температуре раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  избыток щелочи нейтрализован  $\frac{1}{10}$  НСl по индикатору фенол-фталеину.

Навеска в 6 грамм казеина на 200 к. с. взята с таким расчетом, чтобы иметь содержание казеина близкое к таковому же содержанию его в молоке. Раствор разлит в пробирки по 10 к. с., которые поставлены в штатив. В каждую пробирку, начиная с первой прибавлялась  $\frac{1}{10}$  Н. НСl в количестве увеличивающимся с 0,1 к. с. на одну десятую куб. сан.

Таким образом в первую влило 0,1 к. с.  $\frac{1}{10}$  Н. НСl, во вторую 0,2 и т. д. Наибольшее количество в 13-й пробирке—1,3 к. с. Объем жидкости в каждой пробирке доведен до одной величины (11,3 к. с.) прибавлением соответствующаго количества воды.

После этого пробы заквашивались при 35° С. 1 к. с. раствора сычужного фермента, приготовленного растворением 0,3 гр. его в 100 к. с. воды (сила сычужного фермента по испытанию с нормальным свежим молоком около 100.000).

ТАБЛИЦА 3-я.

Колич. раствор.	Приб. 10 Н. HCl	Град. кисл.	Продолжительность свертывания.				Разница соседн. проб.	
			18 в.	19 в.	20 в.	Средн.		
10 в. с.	0.1	1.0	не сквашилось.			не скв.		
—	0.2	2.0	„	„	—	„		
—	0.3	3.0	„	„	„	„		
—	0.4	4.0	14 м. 50 с.	14 м. 36 с.	14 м. 42 с.	14 м. 41 с.	7 м. 01 с.	
—	0.5	5.0	7 „ 35	7 „ 45	7 „ 40	7 „ 40	2 „ 12	
—	0.6	6.0	5 „ 22	5 „ 30	5 „ 32	5 „ 28	1 „ 09	
—	0.7	7.0	4 „ 20	4 „ 20	4 „ 17	4 „ 19	„ 32	
—	0.8	8.0	3 „ 50	3 „ 48	3 „ 44	3 „ 47	— „ 16	
—	0.9	9.0	3 „ 35	3 „ 30	3 „ 28	3 „ 31	— „ 31	
—	1.0	10.0	3 „ 07	3 „ 00	2 „ 57	3 „ 00	— „ 32	
—	1.1	11.0	2 „ 38	2 „ 27	2 „ 21	2 „ 28	— „ 28	
—	1.2	12.0	2 „ 00	„	—	2 „ 00	„	
—	1.3	13.0	белок выпал до сквашивания.					

Данные опытов показывают, что предел сквашивания сычужным ферментом в приготовленном нами растворе казеина лежит между кислотностью 4—12 градусоз. В условиях опыта при кислотности ниже 4 гр. свертывание белков после 4-х часового действия фермента не наступает,

Разница в один градус кислотности вызывает не одинаковое изменение быстроты сквашивания. Наименьшая разница получается при кислотности между 8 и 9-ю градусами. Уменьшение градуса кислотности от этой величины вызывает обратно пропорциональное изменение быстроты сквашивания приблизительно в арифметической прогрессии.

б) Влияние солей кальция.

Для выяснения влияния этого фактора в нашем растворе были поставлен ряд опытов, в которых изменялось

количество растворимых солей кальция путем изменения количества известковой воды при той же кислотности и том же объеме казеинового раствора.

Опыты №№ 22, 12, 23, 17, 19 и 24.

Казеина 3,0 гр., количество  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  различное. общий объем раствора доведен до одной и той же величины 139,0 к. с. прибавлением соответствующего количества воды. Кислотность также приводилась к одному градусу.

Опыт № 22 взято казеина 3 гр., известк. воды 50 к. с.

"	"	12	"	"	"	"	"	60	"
"	"	23	"	"	"	"	"	80	"
"	"	17	"	"	"	"	"	86,3	"
"	"	19	"	"	"	"	"	100,0	"
"	"	24	"	"	"	"	"	110,0	"

Растворы были разлиты в пробирки по 10 г. с. после чего кислотность их была изменена прибавлением  $\text{HCl}$  аналогично опытам № № 5, 11 и 13 в пределах от 5 до 11 градусов.

ТАБЛИЦА 4я.

Град. кисл.	Продолжительность сваживания.					
	22	12	23	17	19	24
5	не ств. в 35 м. 4 часа	3 с.				
6		12 .. 40 .. 40 м. 55 с.	4 м. 45 с.	3 м. 42 с.		
7	—	9 .. 25 ..	3 .. 40 ..	3 .. 25 ..	2 .. 52 ..	2 м. 12 с.
8	не ств. 2ч.	7 .. 45 ..	3 .. 05 ..	2 .. 45 ..	2 .. 29 ..	2 .. 20 ..
9		—	2 .. 50 ..	2 .. 24 ..	2 .. 13 ..	2 .. 06 ..
10	—		2 .. 20 ..	1 .. 50 ..	1 .. 42 ..	1 .. 35 ..
11	—		1 .. 45 ..	1 .. 17 ..	1 .. 10 ..	1 .. 00 ..

Опыты показывают, что при известном минимуме солей кальция в растворе (опыт № 22) даже при благоприятной концентрации ион водорода (кислотность 7—8 гр.) выделение белков не происходит.

Содержание ион кальция в растворе может быть приблизительно вычислено, исходя из того количества ки-



слоты, которое требуется для нейтрализации раствора казеина в известковой воде. Здесь мы можем сделать лишь очень приблизительный расчет, так как нейтральность реакции устанавливается с индикатором фенол-фталином, и неизвестно точно с какою солью казеина имеют дело при растворении его в известковой воде, и какова степень гидролиза этой соли. Допуская что соль казеина нейтральна и зная, что 1 к. с. нашего известкового раствора содержит 0,00092025 гр. Са и для доведения раствора № 23 до кислотности в 7 гр. потребовалось 17.2 к. с. HCl, найдем следующее процентное содержание ион Са в № 22—0,00407. № 12—0,01149 и № 23—0,02407.

Отсюда можно заключить, что казеино-кальциевой раствор при концентрации ион водорода, выражаемый кислотностью в 7 градусов, не свертывается в 4 часа сычужным ферментом, когда содержание ион Са падает ниже 0,005% только при увеличении концентрации ион водорода (кислот. 9 гр.) такой раствор начинает свертываться.

Увеличение кальция в растворе сопровождается уменьшением продолжительности створаживания, при чем здесь как и при концентраций ион водорода имеется известный предел оптимального действия кальция—переход его в сторону понижения замедляет реакцию, превышение вызывает выпадение белков при нагревании раствора до 35°C. до введения сычужного фермента.

Подобное же действие оказывает и введение солей  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{JrCl}_2$  и др. в приготовленный уже раствор казеина, в определенном количестве известковой воды.

Наиболее энергичное активирующее действие оказывают соли бария, затем кальция.

Опыт № 19 и 20 показывают эту зависимость. В опыте № 19 взято 3,0 гр. казеина, растворено в 100 к. с.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , приб.  $\frac{1}{10}$  Н. HCl. 24,85 к. с., воды 14,0 к. с.

В опыте № 20—4 гр. казеина, 100 к. с.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\frac{1}{10}$  Н. HCl. 18,2 к. с.

ТАБЛИЦА 5-я.

Опыт.	№ 19.			№ 20.		
	6	8	10	6	8	10
Продолжительность сквашивания.						
10 к. с. раствора . . . . .	3 м. 42 с.	2 м. 29 с.	1 м. 50 с.	10 м. 39 с.	5 м. 50 с.	3 м. 45 с.
10 к. с. раств. + 1 к. с. $\frac{1}{2}$ Н. СаСl <sub>2</sub>	2 .. 55 ..	1 .. 50 ..	1 .. 25 ..	8 .. 32 ..	3 .. 23 ..	2 .. 10 ..
10 к. с. раств. : 1 к. с. $\frac{1}{2}$ Н. ВаСl <sub>2</sub>	2 .. 33 ..	1 .. 40 ..	1 .. 15 ..	8 .. 21 ..	3 .. 09 ..	2 .. 00 ..

Растворы казеина—опыт № 22, не створаживающихся сычужным ферментом при прибавлении СаСl<sub>2</sub> дают сгустки:

ТАБЛИЦА 6-я.

Град. кисл.	7	8	9
10 к. с. раств. . . . .	не створ. в 2 часа		
„ „ „ + 1 к. с. $\frac{1}{2}$ Н. СаСl <sub>2</sub>	1 м. 15 с.	1 м. 05 с.	1 м. —
„ „ „ „ „ „ „ ВаСl <sub>2</sub>	.. 55 „	.. 40 „	.. 30 с.

Подробности влияния одно, дву и тривалентных катионов на створаживание прослѣжены и будут напечатаны в ближайшем выпуске Трудов Института. Этими ориентировочными данными был намечен тот раствор, который можно было взять как основной для испытания сычужного фермента.

В качестве такого штандартного раствора был приготовлен раствор 1,5 гр. казеина в 40 к. с. Са(ОН)<sub>2</sub>. Для приведения его к кислотности в 7 град. требуется около 9,0 к. с.  $\frac{1}{10}$  Н. НСl. Общий об'ем раствора доводится водою до 70 к. с.

Крепость насыщенного раствора  $\text{Ca}(\text{CH}_3)_2$ , которым мы пользовались была такова, что 21,95 к. с. его соответствует 10 к. с.  $\frac{1}{10}$  Н. Na OH.

Продолжительность сквашивания 25 к. с. такого казеинового раствора 0,5 к. с. сантиметрами раствора сычужного фермента (0,3 гр. фермента в 100 к. с. воды), при различной степени кислотности дало следующие цифры.

Опыт №№ 74, 75, 76 и 77.

ТАБЛИЦА 7-я.

№.№ опыта.	Град. кисл.	5	6	7	8	9	10
74	продолж. сквашив.	2 м. 30 с.	1 м. 50 с.	1 м. 30 с.	1 м. 15 с.	1 м. 10 с.	—
		2 „ 35 „	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 17 „	1 „ 15 „	—
		2 „ 33 „	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 16 „	1 „ 13 „	—
75	—	2 „ 20 „	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 15 „	1 м. 10 с.
		2 „ 20 „	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 15 „	1 „ 05 „
		2 „ 20 „	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 15 „	1 „ 07 „
76	—	2 „ 30 „	1 „ 51 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 15 „	1 „ 05 „
		2 „ 35 „	1 „ 47 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 17 „	1 „ 00 „
		2 „ 33 „	1 „ 49 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 16 „	1 „ 03 „
77	—	—	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 15 „	1 „ 07 „
		—	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 15 „	1 „ 07 „
		—	1 „ 50 „	1 „ 30 „	1 „ 20 „	1 „ 15 „	1 „ 06 „

Испытание растворов, приготовленных с разными препаратами казеина, полученными в лаборатории, дали те же самые результаты (табл. 7-я).

Таблица 8-я показывает, что казеиновые растворы при определенном градусе кислотности и одном и том же количестве солей кальция дают постоянные цифры для продолжительности сквашивания изменяющиеся с изменением кислотности.

ТАБЛИЦА 8-я.

Град. кисл.	Продолжительность сквашивания.						
	5	6	7	8	9	10	11
	2 м. 20 с.	1 м. 50 с.	1 м. 25 с.	1 м. 16 с.	1 м. 15 с.	1 м. 10 с.	— 40 с.
	2 .. 15 ..	1 .. 50 ..	1 .. 25 ..	1 .. 17 ..	1 .. 16 ..	1 .. 05 ..	— 35 "
	2 .. 20 ..	1 .. 50 ..	1 .. 30 ..	1 .. 20 ..	1 .. 15 ..	1 .. 05 ..	— 35 "
	2 .. 20 ..	1 .. 50 ..	1 .. 30 ..	1 .. 20 ..	1 .. 10 ..	1 .. 00 ..	— 39 "
	2 .. 40 ..	1 .. 54 ..	1 .. 33 ..	1 .. 20 ..	1 .. 15 ..	1 .. 05 ..	— 40 "
	2 .. 45 ..	1 .. 47 ..	1 .. 30 ..	1 .. 22 ..	1 .. 15 ..	1 .. 07 ..	
	2 .. 20 ..	1 .. 50 ..	1 .. 33 ..	1 .. 20 ..	1 .. 15 ..	1 .. 06 ..	
	2 .. 20 ..	1 .. 50 ..	1 .. 30 ..	1 .. 20 ..	1 .. 17 ..	1 .. 05 ..	
	2 .. 30 ..	1 .. 52 ..	1 .. 30 ..	1 .. 23 ..	1 .. 15 ..		
	2 .. 30 ..	1 .. 50 ..	1 .. 32 ..	1 .. 20 ..	1 .. 15 ..		
			1 .. 30 ..				
			1 .. 30 ..				
			1 .. 27 ..				
			1 .. 30 ..				
Ср.	2 м. 27 с.	1 м. 50 с.	1 м. 30 с.	1 м. 20 с.	1 м. 15 с.	1 м. 05 с.	— 38 с.

Повышение кислотности раствора, начиная с 5 градусов вызывает уменьшение продолжительности сквашивания приблизительно в арифметической прогрессии до кислотности в 9 градусов. Между 8 и 9-ю градусами кислотности продолжительность сквашивания имеет наименьшую разницу (табл. 9-я)—5 секунд.

ТАБЛИЦА 9-я.

Град. кисл.	Продолж. скваш.	Разница на кажд. град.
5	2 м. 27 с.	} 37 с.
6	1 .. 50 ..	
7	1 .. 30 ..	20 ..
8	1 .. 20 ..	10 ..
9	1 .. 15 ..	5 ..
10	1 .. 05 ..	10 ..
11	38 ..	23 ..

Дальнейшее повышение кислотности увеличивает разницу между растворами, отличающимися по кислотности

на один градус, приблизительно в той же арифметической прогрессии. Повысить кислотность на 1—2 градуса выше 11 градусов удается с трудом так как большая концентрация водородных ион вызывает выпадение казеина.

Если признать, что приготовленный указанным способом раствор казеина обладает определенной продолжительностью сквашивания для сычужного фермента известной силы, то принявши его за штандартный, мы можем пользоваться им для определения силы фермента.

Тот сычужный фермент, с которым мы работали имеет силу по отношению к свежему нормальному молоку 80.000, т. е. одна часть фермента сквашивает в 40 минут при 35°C. 80000 частей молока.

Приблизительно такой силы фермент готовится русским сычужным заводом в Москве в качестве сычужной закваски для сыроварения.

Таким образом, имея штандартный казеиновый раствор мы можем испытать любой имеющийся у нас препарат сычужного фермента, отвесив небольшое количество его и приготовивши водный раствор приблизительно 0,3 гр. на 100 к. с. воды. Очень сильный фермент до отвешивания предварительно растирается с химически чистой поваренной солью, взятой в известном отношении, чтобы получить фермент приблизительно силою около 100,000, так как отвешивание малых количеств слишком сильного фермента может явиться причиною неточности расчетов. в случае небольших ошибок при взвешивании химически чистый хлористый натр смешанный с ферментом не действует на него и такой порошок может сохраниться продолжительное время.

### Методика определения.

Отвешивают 1,5 гр. казеина, приготовленного по Гаммерстену <sup>1)</sup> растворяют его в 40 к. с. насыщенного при комнатной температуре известковой воде (21,91 к. с. Ca(OH)<sub>2</sub> соответствует 10 к. с.  $\frac{1}{10}$  Н. раствора).

<sup>1)</sup> Приготовление казеина по Гаммерстену ведется следующим образом: Снятое молоко разбавляется 5-ти кратным объемом дистиллированной воды и казеин осаждается при постоянном помешивании 0,1% уксусной кислотой до тех пор пока уксусная кислота не будет давать больше осадка (избытка уксусной кислоты нужно избегать). Затем казеину дают осесть и жидкость удаляют сифоном. Осадок отфильтровывают с помощью водяного насоса, в фарфоровой ко-

После полного растворения казеина в щелочном растворе, что ускоряется растиранием мелких комков казеина стеклянной палочкой, избыток щелочи усредняется  $\frac{1}{10}$  Н. HCl до кислотности раствора по фенол-фталеину в 7°, на что требуется около 9 к. с. кислоты. Кислоту следует прибавлять осторожно все время взбалтывая раствор во избежание выпадения хлопьев казеина.

Общий объем жидкости доводится водою до 70 к. с. Кислотность раствора проверяется титрованием  $\frac{1}{10}$  Н. щелочью, при чем нет необходимости устанавливать кислотность точно в 7 градусов, можно приготовить раствор и с иным градусом кислотности, пользуясь таблицею 9-й.

Отмеривают 25 к. с. казеинового раствора, нагревают его до 35° С. и заквашивают 0,5 к. с. водного раствора сычужного фермента (0,3—0,2 гр. фермента на 100 к. с. воды). Если фермент очень сильный, то разбавление следует увеличить так, чтобы продолжительность сквашивания не слишком уклонялась от цифр, приведенных на таблице 9-й.

Можно для сквашивания брать 10 к. с. раствора и заквашивать 0,1 к. с. раствора фермента, тогда полученное время свертывания нужно будет разделить на два, так как продолжительность сквашивания обратно пропорциональна силе фермента (или количеству его).

Зная степень разбавления испытуемого сычужного фермента, высчитывают силу фермента в единицах штандартного раствора.

Пример. 0,5 к. с. раствора сычужного фермента, полученного растворением 0,2 гр. испытуемого фермента в 100 к. с. воды, сквасили 25 к. с. штандартного казеинового раствора при кислотности в 8 градусов в 2 минуты.

ронке Бюхнера. Потом казеин вновь переносят в стакан и здесь смешивают с дистиллированной водою по объему равной количеству молока, из которого он был получен, при чем все время производится тщательное взбалтывание. По осаждения казеина на дно, вода удаляется сифоном, а казеин промывается еще два раза дистиллированной водою взятой в том же объеме. Затем казеин растворяется в 0,2% растворе углекислого натрия, осаждается уксусной кислотой и промывается водою. Такое осаждение и промывание повторяется по меньшей мере два раза. После последнего промывания, казеин смешивается с раствором 60% спирта, спирт отсасывается водоструйным насосом на воронке, казеин вновь смешивается с 90% спирта после чего просушивается несколько раз серным эфиром и высушивается при температуре не выше 37° с.

Простым тройным правилом высчитываем силу фермента.

$$\begin{array}{r} 0,3-1 \text{ м. } 20 \text{ с.} - 80000 \\ 0,2-2 \text{ м.} \quad \quad \quad - \quad X \\ \hline X = \frac{80000 \cdot 0,3 \cdot 80}{0,2 \cdot 120} = 80.000 \end{array}$$

Сила фермента 10000.

---

# Пептизационные свойства сычужного фермента.

*С. Перов.*

---

## Предварительное сообщение.

Химозин, добываемый из стенок телячьего желудка принят в биохимии за фермент свертывающий белок, но в то же время представление о механике процесса свертывания—разложение казеина на параказеин и остаточный белок—придает химозину функции протеолитического фермента.

Отсюда напрашивается аналогия с обычной нормальной пептонизацией, совершаемой ферментами подобными пепсину, присутствующему в желудочном соке, тоже вырабатываемому стенками желудка.

Трудность разделения двух ферментов желудка пепсина и химозина породили настроение среди биохимиков за единство их или вернее за присутствие в едином ферменте двух функций—пептонизирующей и створаживающей.

Проф. Павлов в своей работе определенно устанавливает единство пепсина и химозина, доказывая это наблюдениями над параллелизмом силы переваривания и скорости свертывания в желудочном соке; уменьшение и уничтожение двух функций совершается в одинаковой мере; разделения функций добиться невозможно.

Наблюдая над действием сычужного фермента, я подошел к объяснению механики процесса не с биохимической, а с дисперсоидологической точки зрения.

Она сводится к следующему:

Золи казеиновой кислоты представляют из себя двухфазную систему— $\text{Ж}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{vTK}_{\text{nA}}$ .

Значек справа указывает на химический состав фазы, значек слева на качественную характеристику коллоидного

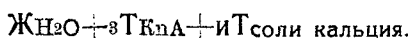


режима. Принимается следующее обозначение—казеиновая кислота  $K_nA$ , кальциевая соль  $K_nCa$  и т. д., иондисперсное состояние—и, молекулярдисперсное—м, золевое—з, суспензионное—с, гелевое—г, коагулятное—осадочное—о и т. д. Степень дисперсности фазы  $zTK_nA$  может при определенных значениях параметров состояния  $C$ —(концентрация),  $t^0$ —(температура) и  $> H$  (избыток ионов  $H$ ) вынудить разрешение этой фазы, т. е. вызвать коагуляцию.

Система перейдет— $ЖH_2O \rightarrow OTK_nA$ , а если принять во внимание не всегда до конца идущую дисперсоидологически реакцию в  $ЖH_2O \rightarrow zTK_nA \rightarrow OTK_nA$ .

В большей степени эти изменения в системе можно отнести к усложненным системам, как молоко, где присутствует ряд фаз— $ЖH_2O \rightarrow M_{\text{мол. сах.}} \rightarrow И_{\text{соли}} \rightarrow zTK_nA \rightarrow zTK_nCa \rightarrow Э_{\text{жиры}}$ .

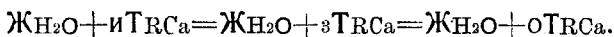
В виду того, что действие сычужного фермента проявляется при неперменном присутствии кальциевых солей, из фаз молочной плазмы выбираем следующие:



В химической литературе есть ряд указаний на меньшую растворимость кальциевых солей органических кислот при повышении температуры.

$Ca(C_7H_{15}O_2)_2 \rightarrow 1\frac{1}{2}H_2O$  имеет, например, следующие значения растворимости—при  $16^0$ —12,0, при  $28^0$ —11,33, при  $40^0$ —10,32, при  $50^0$ —8,81.

Следовательно, при повышении температуры в растворах этой соли при насыщении может происходить следующая дисперсоидологическая температурно обратная реакция.

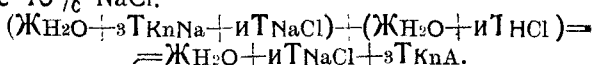


В моей работе „о состоянии казеиновой кислоты в растворе“ указано каким путем можно добиться весьма пересыщенных растворов (золей) казеиновой кислоты без наступления фазы  $OTK_nA$ .

При исследовании действия сычужного фермента выбираем системы описанные в этой работе.

Система  $ЖH_2O \rightarrow zTK_nA \rightarrow И_{\text{соли}}$  подготавливается так. Растворением чистого препарата казеиновой кислоты в эквивалентном количестве  $NaOH$  приготавливается  $\frac{E}{50}$  золь казеинового натрия; параллельно подготавливается раствор

$\frac{n}{50}$ -HCl. Опираясь на поддерживательную роль NaCl для частиц казеиновой кислоты, вводим в раствор казеинового натрия такое количество NaCl, чтобы в общем объеме при сливании получился 10% раствор NaCl. К  $\frac{E}{50}$  казеинового натрия с NaCl приливается равнообъемное количество  $\frac{n}{50}$ -HCl. Получается ясный коллоидный  $\frac{E}{100}$  КпА в растворе 10% NaCl.



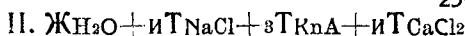
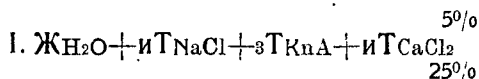
Трехфазная система с большим пересыщением фазой ТКпА и с большой поддерживательной ролью фазы ТNaCl.

Для введения в систему фазы кальциевых солей, приливаем раствор CaCl<sub>2</sub>.

Приготовляем две системы.

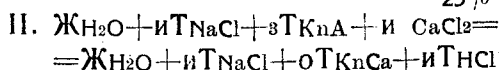
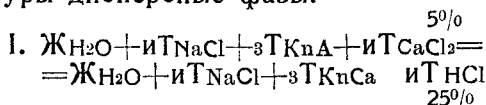
К  $\frac{E}{100}$  золь казеиновой кислоты, взятому в количестве 10 к. с. прибавлено 3—5 капель 5% CaCl<sub>2</sub>, к тому же количеству золь прибавлено 3—5 капель 25% CaCl<sub>2</sub>.

Как в том, так и в другом случае коагуляция не наступала, но при 25% CaCl<sub>2</sub> опалесценция становилась значительнее.



Обе системы нагревались осторожно до 37°C. В первой было заметное увеличение опалесценции, во второй появился осадок.

Следовательно, в этих системах несомненно могут появляться в присутствии CaCl<sub>2</sub>, переменные, зависящие от температуры дисперсные фазы.



Во второй системе концентрация CaCl<sub>2</sub> так велика, что она вызывает фазу КпСа в такой степени дисперсности, на которую не может распространяться поддерживательная роль фазы NaCl и КпСа коагулирует.

Фаза  $KnCa$  коагулирует в крупных хлопьях, над ней остается мутный раствор, очевидно дисперсоидологически (а может быть и химически) реакция не идет до конца и остается некоторое количество фазы  $zTKnCa$  (или  $zTKnA$ ).

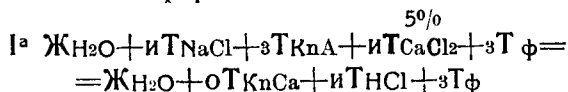
При понижении температуры коагулят  $KnCa$  остается прочным, обратно в раствор не переходит; оставление на сутки не вызвало видимого изменения формы и количества сгустка, следовательно при этих концентрациях  $CaCl_2$  реакция дисперсоидологически или необратима или крайне трудно обратима.

В первой системе при понижении температуры наступает просветление, опалесценция вызванная нагреванием уменьшается.

Отсюда делаем вывод—в системе  $\frac{E}{100}$  золя казеиновой кислоты с фазой  $NaCl$ , при существовании фазы  $CaCl_2$ , при определенной концентрации и повышении температуры вызывается появление фазы  $KnCa$ , при чем в зависимости от концентрации появляются фазы  $zTKnCa$  или  $oTKnCa$  и в зависимости от концентрации  $CaCl_2$  находится их температурная обратимость.

Переходим к действию сычужного фермента.

К первой системе  $\frac{E}{100}$  золя казеиновой кислоты приливаем некоторое количество раствора химозина. При нагревании до  $37^\circ$  наблюдается выделение осадка в отличие от системы без фермента.



При сличении  $I^a$  и  $I$  систем делаем вывод.

Химозин является катализатором ускоряющим и помогающим разрешению фазы  $oTKnCa$  при температуре  $37^\circ$ , несмотря на концентрацию  $CaCl_2$  незначительную, при которой коагуляция без фермента не наступает.

Во второй системе с  $25\%$   $CaCl_2$  прибавление химозина не вызывает новых явлений, ибо концентрация  $CaCl_2$  достаточна и реакция идет сама собой.

К коагуляту  $KnCa$  во второй системе, полученному без фермента при  $37^\circ$  и охлажденному до обыкновенной температуры и не изменившемуся, прибавляем раствор сычужного фермента.

Через десять—двадцать минут по прибавлении раствора химозина наступает полное растворение коагулята. Раствор переходит в нормальный золь. Нагревание до 37° влечет снова выпадение сгустка, вторичное охлаждение вызывает снова растворение и т. д.

То же самое наблюдается и в первой системе с 5% CaCl<sub>2</sub>.

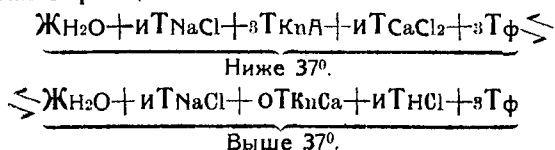
Следовательно явление коагуляции в присутствии фермента становится температурно-обратным и температура критическая перехода есть 37°.

Все явление протекает по такой реакции.

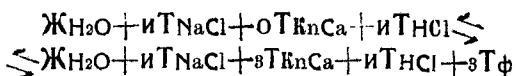
Вторая система. После нагревания до 37° и охлаждения без фермента система имеет вид основной  $\text{ЖН}_2\text{O} + \text{иТNaCl} + \text{оТКнCa} + \text{иТHCl}$ , с побочными фазами  $\text{зТКнCa} + \text{зТКнA} + \text{иТCaCl}_2$ , прибавление химозина влечет перестройку при обыкновенной температуре и получается система или  $\text{ЖН}_2\text{O} + \text{иТNaCl} + \text{зТКнA} + \text{иТCaCl}_2$  или  $\text{ЖН}_2\text{O} + \text{иТNaCl} + \text{зТКнCa} + \text{иТHCl}$ .

Общее же уравнение для обеих систем будет таково.

Первая вариация.



Вторая вариация.



Отсюда делаем выводы, что химозин является катализатором или ускоряющим обратимость реакции перехода осадка КнСа в золь казеиновой кислоты или (что дисперсоидологически безразлично) катализатором переводящим осадок КнСа в золевое состояние.

Следовательно как в том, так и в другом случае химозин является дисперсоидологическим катализатором, имеющим свойство пептизировать осадки, т. е. увеличить степень дисперсности вещества.

В начале статьи мы назвали его и катализатором помогающим коагуляции.

Эти две функции для химозина можно обобщить так.

Химозин является в виду сконцентрированности в себе огромного запаса поверхностной энергии, дисперсом-

дологическим катализатором вообще увеличивающим степень дисперсности у соединений казеиновой кислоты и тем помогающим обратимости всех дисперсоидол. реакций, в виду удержания в молекулярном раздроблении вещество.

Ибо только этим и может быть объяснена такая согласованная и простая обратимость.

Вот чем объясняется пептизационное (физически раздробляющее), но не пептическое (химически раздробляющее) свойство сычужного фермента,

Таков существенный вывод из моих наблюдений. Работа продолжается. Подробности будут даны в специальной статье.

