

АКР  
4379

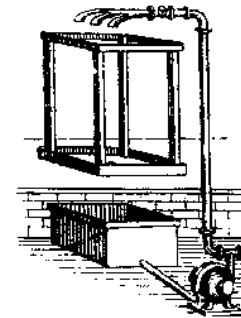
ЦЕНА 5 р. 50 к.

24098

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

И.А.МАКРИНОВ

# БИОЛОГИЧЕСКАЯ МАЦЕРАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК

# THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS  
50 EAST LAKE STREET  
CHICAGO, ILLINOIS 60607  
TEL: 773-707-3000  
WWW.UCHICAGO.PRESS.COM

1

2

3



А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

И. А. МАКРИНОВ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ МАЦЕРАЦИЯ  
РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ

ВВЕДЕНИЕ В ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ  
МОЧКИ ВОЛОКНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА 1941 ЛЕНИНГРАД

Ответственный редактор  
академик А. Н. БАХ



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая работа является введением в изучение биологической мочки волокнистых растений. В этом введении преследуется задача разработать принципиальные руководящие указания, которые должны лечь в основу как научно-исследовательской работы, так и практической деятельности в области биологической мочки волокнистых растений. В работе описываются микробиология и, в особенности, биохимизм бактериальных процессов современных способов мочки. Мы исходим из убеждения, что как исследователь, так и практический работник в области биологической мочки только тогда будут стоять на правильном пути, когда будут ясно представлять себе сущность тех бактериальных процессов, которые осуществляются в каждом данном способе мочки. При этом следует иметь в виду различие между бактериальным процессом в лабораторных условиях и тем же процессом в обстановке производства: иногда даже несовершенный по своему биохимизму бактериальный процесс, вследствие тех или других видоизменений и приспособлений, может дать хорошие результаты в производстве. Например анаэробное брожение пектиновых веществ, находящее свое наиболее полное выражение в бассейной мочке волокнистых растений, — весьма несовершенный по своему биохимизму процесс: он ведет к накоплению больших количеств продуктов, вредных для микрофлоры мочильной жидкости и для волокна, затягивающих процесс мочки и снижающих качество волокна. Однако использование различных мероприятий (смена мочильной жидкости или ее медленный проток во время мочки, предварительная экстракция льна, активные закваски, «дополнительные» вещества, нейтрализация мочильной жидкости и др.) сделало этот способ в производстве достаточно эффективным, правда, глубоко изменив биохимизм процесса и значительно удорожив его.

Весьма же совершенный по своему биохимизму и своим особенностям бактериальный процесс аэробного брожения пектиновых веществ встречает трудности в практическом осуществлении (например способ Росси и др.).

На основании сказанного, в предлагаемой работе дано описание не только микробиологических, но и биохимических особенностей следующих способов мочки: 1) анаэробного брожения пектиновых веществ и, в связи с этим, анаэробной мочки; 2) брожения пектиновых веществ и мочки по методу повторности; 3) аэробного брожения пектиновых веществ и аэробной мочки. Последнему бактериальному процессу, благодаря его замечательным особенностям, уделено наибольшее внимание и дано ему подробное описание, имея в виду возможность создать на основе этого бактериального процесса способ мочки, могущий удовлетворить запросы промышленности и сельского хозяйства. Поэтому мы подробно описываем: 1) микробиологию и биохимию аэробного брожения пектиновых веществ как бактериального процесса, а не как способа мочки, т. е. того же процесса в обстановке производства; 2) производственные и экономические преимущества, которые вытекают из самой природы данного процесса и, наконец, 3) приемы осуществления данного процесса в производстве, которые могут привести к выработке удовлетворительного способа мочки.

В последней главе описываются результаты применения аэробного способа мочки в полужаводских и заводских условиях.

В виду того, что биологическая мочка волокнистых растений на практике сосредоточена в руках инженеров-технологов, вообще мало осведомленных в области биологии, опубликование данной работы, разъясняющей сущность микробиологии и биохимии бактериальных процессов, лежащих в основе того или другого способа мочки, даст возможность ориентироваться как в исследовательской, так и в практической работе по биологической мочке волокнистых растений и избежать нередко грубых ошибок, приносящих промышленности крупный материальный ущерб.

Приношу искреннюю благодарность моим сотрудникам: Б. В. Троицкому — за произведенные им химические и ферментативные исследования; А. М. Чижевой и Е. К. Креслинг — за микробиологические и микрохимические исследования.

*Автор*

## ВВЕДЕНИЕ

Биологическая мацерация растительных тканей, находящая свое наиболее полное выражение в мочке волокнистых растений, принадлежит к числу тех биологических процессов, сущность которых еще не разъяснена исследователями и по сей день. И в настоящее время биологическая мочка прядильных растений во всех странах, в главной массе, проводится так же, как она проводилась, например, в древнем Египте: в естественных водоемах, искусственных ямах или расстилом, со всеми вытекающими экономическими последствиями — потерями на выходе волокна и на качестве его. Не лучшие результаты получаются и при искусственной, так называемой «тепловой», мочке в ее многочисленных вариантах различных изобретателей (способы Ванстеенкисте, Карбонэ, Шредера, Ла-Фейета и др.). В данное время мы не имеем еще ни одного способа мочки, который удовлетворял бы промышленность и был общепринятым.

Изучение современных искусственных способов мочки позволяет установить, что по биохимизму процесса они мало отличаются друг от друга и от обычной тепловой мочки и что этому биохимизму свойственны обычные недостатки всякого анаэробного или близкого к нему бактериального процесса. По своей эффективности эти способы приблизительно одинаковы, все они в достаточной степени научно не разработаны и не определены.

В каком же направлении необходимо вести дальнейшие исследования, чтобы можно было подойти к выяснению сущности сложного биологического процесса мочки?

Современная литература о мочке волокнистых растений и наш довольно продолжительный опыт работы над проблемой мочки приводят к заключению, что решающим моментом при биологической мочке являются условия для прохождения нормального процесса,

создаваемые тем или иным способом мочки. Изучая биохимическую сторону мочки, удастся выяснить также причины неудач современных попыток найти совершенный способ биологической мочки. Поэтому мы поставили целью изучение биохимизма различных существующих способов мочки и возможного их усовершенствования. Работа в этом направлении привела нас к разработке новых способов мочки, резко отличающихся по своему биохимизму от всех существующих и представляющих более совершенные формы брожения. Эти исследования позволили выработать представление о «нормальном» бактериальном процессе, в противоположность существующим в современной микробиологии «ненормальным», т. е. искаженным, неправильно протекающим бактериальным процессам, типичным представителем которых является обычная мочка погружением растений в воду (в особенности тепловая).

В предлагаемой работе излагаются результаты исследований в указанном направлении, производившихся в Отделе растительного сырья Ботанического института им. В. А. Комарова Академии Наук СССР. Необходимо отметить, что в разрешении поставленных задач много важных данных и указаний принесло изучение диких волокнистых растений—однодольных и двудольных, которое составляло одну из главных проблем Отдела растительного сырья.

## ГЛАВА I

# АНАЭРОБНАЯ МОЧКА

### 1. Общие замечания

Под мацерацией растения разумеют распад его на составляющие анатомические элементы вследствие разложения пектиновых веществ, склеивающих клетки и ткани между собою. Понятно, что всякая переработка растения, распадающаяся на ряд этапов, обычно начинается с мацерации, которая, таким образом, является основным, начальным процессом распада растения, производимым с целью его переработки.

Пектиновые вещества не являются одинаковыми по своим свойствам и составу во всех частях растения. Пектины, склеивающие паренхимные клетки и лубяные пучки с окружающей тканью, например во льне, довольно существенно отличаются от пектиновых веществ, склеивающих элементарные волокна лубяного пучка: последние более устойчивы ко всевозможным биологическим и химическим воздействиям, чем первые. На этом различии основано выделение цельных лубяных пучков, т. е. технического волокна после распада менее устойчивых пектиновых веществ, склеивающих лубяные пучки с окружающей тканью.

Наиболее распространенной и типичной формой мацерации растений, производимой с целью выделения волокна, является мочка волокнистых растений — культурных и диких.

В предлагаемой работе мы имеем в виду дать анализ современных и новых приемов и способов мочки прядильных растений.

В настоящее время известны три способа мочки волокнистых растений: 1) мочка погружением растения в воду; 2) мочка по методу повторных мочек в одной и той же мочильной жидкости и, наконец, 3) аэробная мочка с погружением

растения в воду и без погружения, но в обоих случаях с широким доступом воздуха.<sup>1</sup>

Каждый из этих способов мочки характеризуется своим строго определенным биохимизмом и техникой его проведения.

Изучение этих способов мочки представляет глубокий научный интерес, так как оно способно привести к разрешению некоторых основных важнейших проблем современной микробиологии и биохимии и огромное практическое значение, почему на описании этих способов и, в особенности, их биохимизме мы остановимся несколько подробнее.

## 2. Биохимизм и микрофлора анаэробной мочки

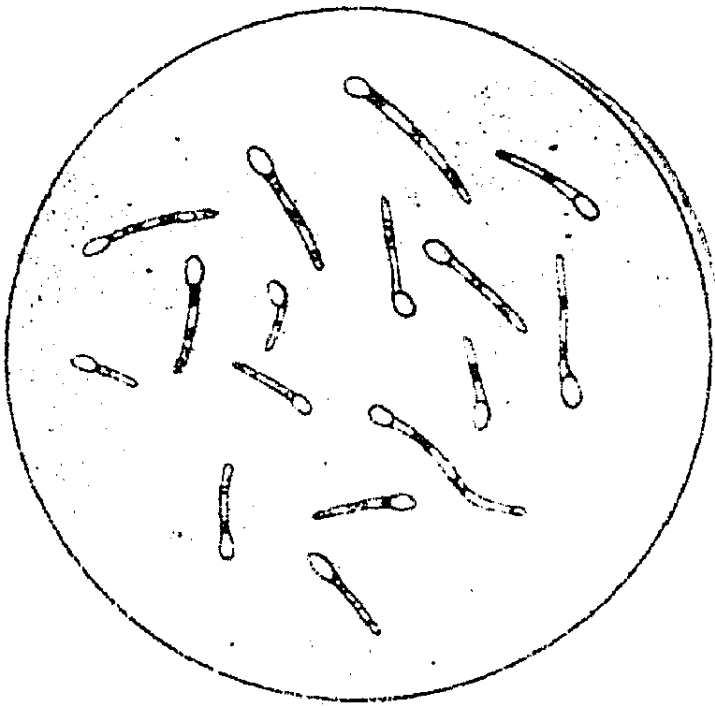
Эта мочка проводится обычно в бассейнах (тепловая мочка), в ямах, в прудах, арыках и т. п. и является более или менее резко выраженным анаэробным процессом (особенно в бассейнах и ямах). При этом способе анаэробизм достигается не только довольно глубоким погружением вымачиваемых растений, но главным образом, разрастанием на поверхности мочильной жидкости пленки аэробных микроорганизмов, поглощающих кислород воздуха и не допускающих его внутрь мочильной жидкости. Анаэробная мочка характеризуется накоплением больших количеств кислот, образующихся в первой фазе мочки в результате брожения экстрактивных веществ, а во второй — пектиновых (об этом подробнее—ниже). В первой фазе мочки почти не наблюдается брожения собственно пектиновых веществ: в этот период, продолжающийся приблизительно 18—22 часа, происходит брожение экстрактивных веществ, очень бурное, идущее с образованием значительных количеств пены, вследствие выделения газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ , отчасти  $\text{CH}_4$  и др.); к концу указанного периода оно постепенно затухает почти до полного прекращения. Затем наступает вторая фаза мочки — брожение собственно пектиновых веществ; постепенно усиливаясь, оно принимает бурные формы, затем постепенно ослабевает и прекращается. Такая смена фаз процесса совершенно понятна: экстрактивные вещества состоят преимущественно из легко растворимых углеводов (сахара, растворимый крахмал), глюкозидов и небольшого количества пектиновых веществ. Эти вещества представляют более доступный материал для воздействия ба-

---

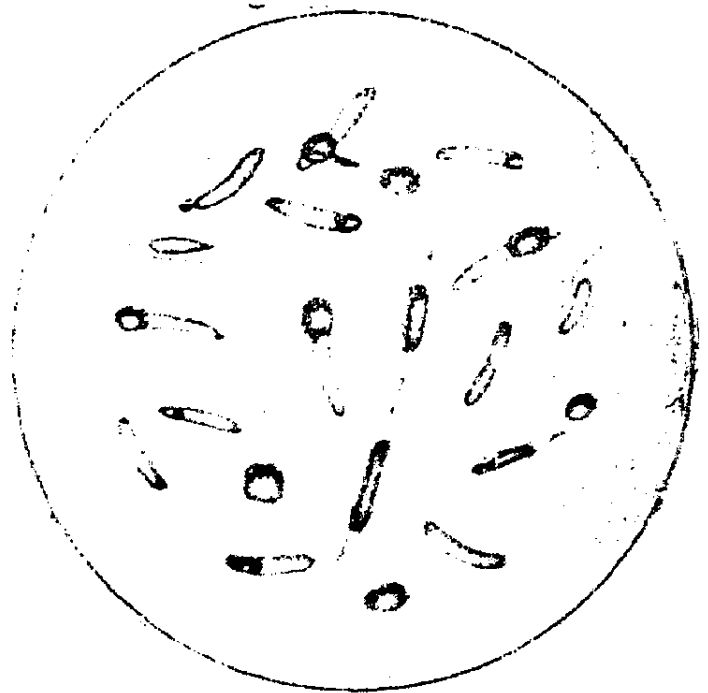
<sup>1</sup> Мы не включаем сюда мочку „стланьем“, так как биохимическая сторона этого способа мочки до сих пор не вполне выяснена.

нальных кислотообразующих бактерий, например *Bact. Coli*, *Bact. fluorescens* и др., чем для возбудителей пектинового брожения, деятельность которых к тому же ограничена недостатком пектиновых веществ в мочильной жидкости в первую фазу мочки и образующейся значительной кислотностью.

Описанное течение процесса мочки подтверждается отсутствием анатомических изменений в стеблях и отсутствием микробов на них, но все эти особенности легко наблюдаются во вторую фазу мочки — в период настоящего распада пектиновых веществ.



Фиг. 1. *Granulobacter pectinovorum*.



Фиг. 2. *Bacillus cannabinus*.

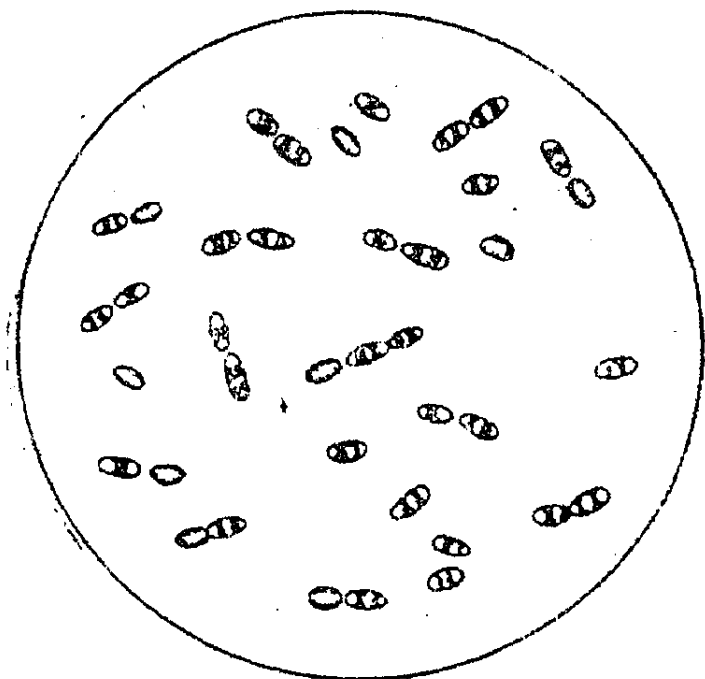
Главными возбудителями процесса мочки волокнистых растений являются специфические микробы — возбудители брожения пектиновых веществ, характерные для каждого растения: <sup>1</sup> так, мочку льна в большинстве случаев проводит анаэробный *Granulobacter pectinovorum* (фиг. 1), кенафа — также анаэробный *Bacillus cannabinus* <sup>2</sup> (фиг. 2), кендыря — *Bact. аросуни* (фиг. 3) и *Bacillus аросуни* <sup>3</sup> (фиг. 4), дикие волокнистые (например *Psoralea drupacea*, *Althaea nudiflora* и др.) вымачиваются каждое в жидкости с характерной для него ми-

<sup>1</sup> И. А. Макринов. Симбиотическая группа микробов-возбудителей мочки белорусского льна. Докл. Микробиол. общ. 15 I 1935.

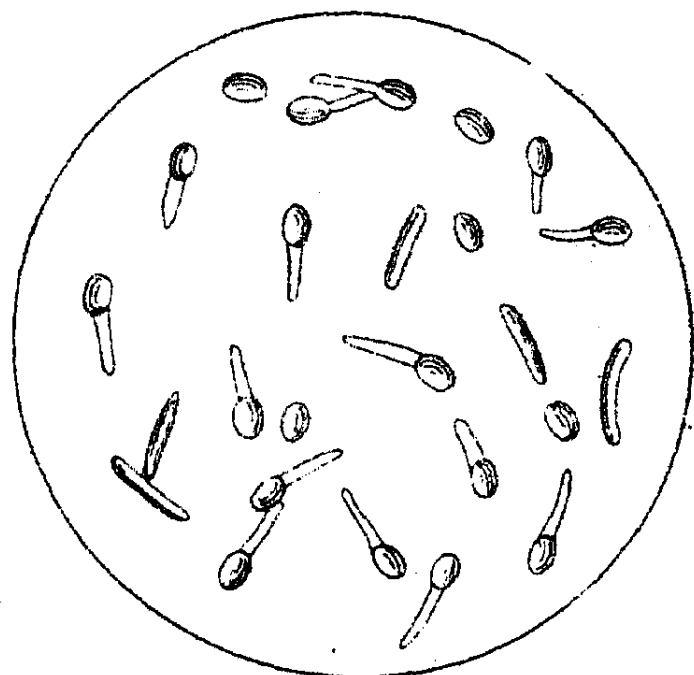
<sup>2</sup> И. А. Макринов. К характеристике возбудителя пектинового брожения при мочке кенафа. Арх. биол. наук, т. XXV II, 1928.

<sup>3</sup> И. А. Макринов. Проблема биологической мочки кендыря. Арх. биол. наук т. XXVIII, 1928.

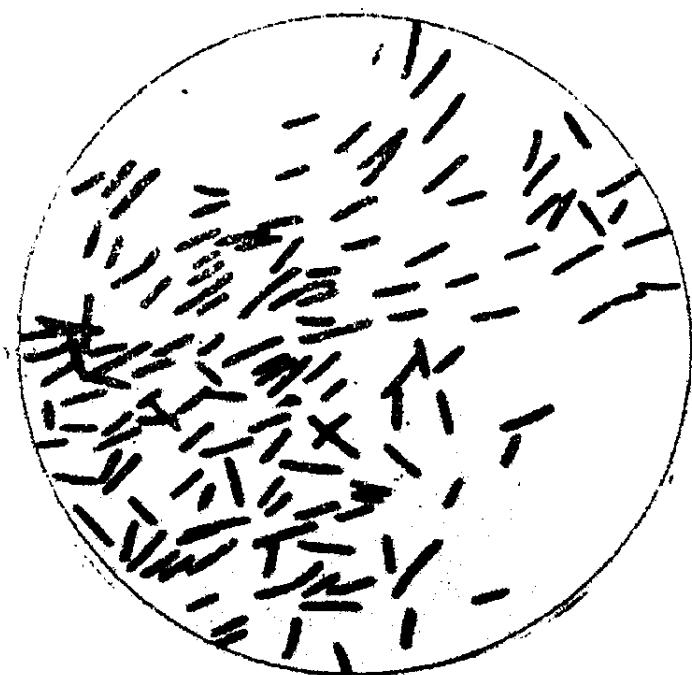
крофлорой. Весьма активным для мочки льна, конопли, кендыря и других растений является также найденный нами в почве *Pectinobacter amylophilum*<sup>4</sup> (фиг. 5—6).



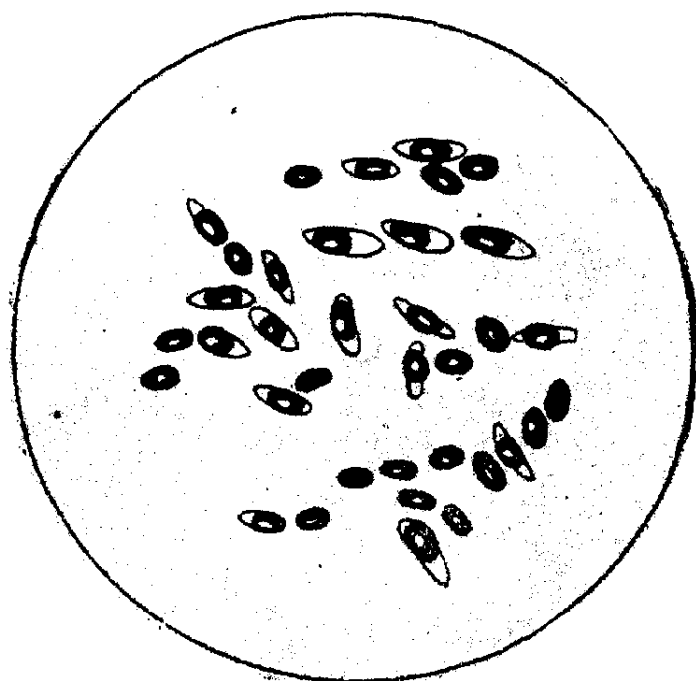
Фиг. 3. *Bacterium apocyni*.



Фиг. 4. *Bacillus apocyni*.



Фиг. 5. *Pectinobacter amylophilum* — вегетативные палочки.



Фиг. 6. *Pectinobacter amylophilum* — в стадии образования спор.

В мочильной жидкости накаплиются в качестве промежуточных продуктов брожения экстрактивных и пектиновых

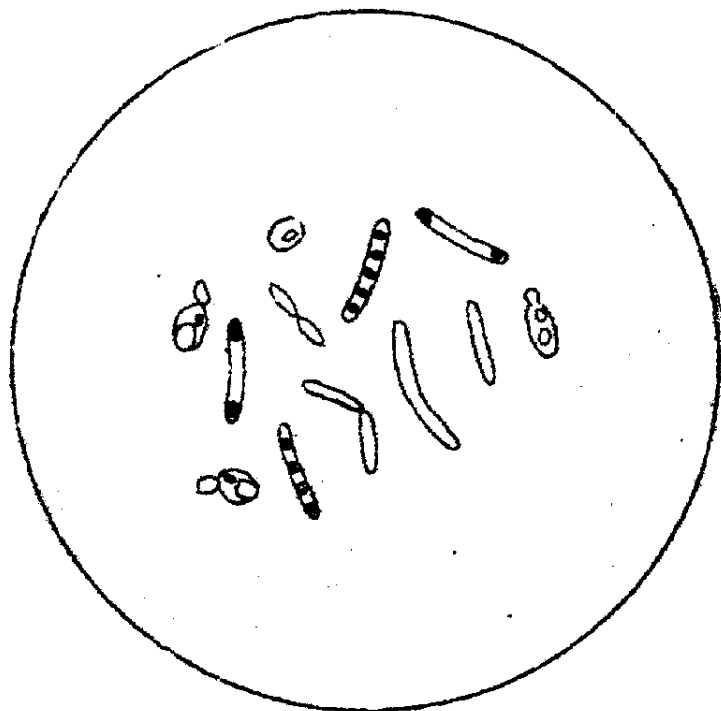
<sup>4</sup> И. А. Макринов. Аэробное брожение пектиновых веществ. Арх. биол. наук, т. XXXII, 1932.



веществ, главным образом, масляная кислота, уксусная, муравьиная, валерьяновая и др.<sup>1</sup> При мочке образуются под действием *Pectinobacter amylophilum* кислоты: уксусная, муравьиная и в ничтожных количествах молочная, янтарная, а под действием анаэробного *Bacillus felsineus* (фиг. 7) — преимущественно уксусная кислота, отчасти муравьиная, следы молочной, но масляной кислоты не образуется.<sup>2</sup>

Во всех случаях образуются в весьма незначительных количествах некоторые спирты и эфиры.

Анаэробная мочка характеризуется накоплением большого количества кислот (табл. 1) и медленностью процесса вследствие вредного, задерживающего влияния на микрофлору кислот и других продуктов жизнедеятельности микробов мочки.<sup>3</sup> Характерными для анаэробной мочки являются ее антисанитарные свойства — дурной запах, загрязнение мочильной жидкости ядовитыми продуктами, например масляной кислотой; нередко распространение болезнетворных агентов, например возбуждение тифа и малярии (в особенности при мочке кенафа).



Фиг. 7. *Bacillus felsineus* — вегетативные и споровые палочки с дрожжевыми клетками.

Волокно анаэробной мочки, вообще, отличается невысокими качествами оно темное, неоднородное и слабое. Потеря крепости волокна обуславливается, главным образом, чисто химическим действием кислой среды на волокно и достигает 22—24%, тогда как при аэробной мочке, протекающей при нейтральной реакции, эта потеря равна 3—4% (Лежава).<sup>4</sup>

Чтобы ослабить вредное действие на микрофлору мочки

<sup>1</sup> S. N. Winogradsky, C. R. Acad. Sciences, Paris, t. 121, 1895.

<sup>2</sup> Carbone und Loblér, Faserforschung, Bd. 2, 1922.

<sup>3</sup> С. Е. Клупт. К вопросу о биохимизме мочки льна. Тр. Инст. с.-х. микробиол., т. 7, вып. 1, 1936; она же. Изменения химического состава мочильной жидкости в течение процесса мочки льна. Тр. Инст. с.-х. микробиол., т. VII, вып. 2, 1935.

<sup>4</sup> О. А. Лежава. Пенько-джутовая промышленность, 1932, № 6.

## Изменение кислотности мочильной жидкости при анаэробной мочке

| По собственным исследованиям |                                  | По Флигу <sup>1</sup> |     |
|------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----|
| часы от начала мочки         | pH                               | часы от начала мочки  | pH  |
| 0                            | 6.9—7.0                          | 3                     | 7.2 |
| 12                           | 6.6—6.8                          | 6                     | 7.0 |
| 25                           | 6.2—6.0                          | 8                     | 7.0 |
| 30                           | 6.2—6.2                          | 10                    | 6.8 |
|                              | (После смены мочильной жидкости) | 18                    | 6.2 |
| 36                           | 5.2—5.4                          | 26                    | 5.2 |
| 48                           | 4.6—4.8                          | 32                    | 4.8 |
| 60                           | 4.0—4.2                          | 42                    | 4.4 |
| 72                           | 3.6—3.8                          | 75                    | 3.2 |

*Примечание.* Эти цифры изменения кислотности в процессе мочки, конечно, могут быть только приблизительными. так как они весьма колеблются от различных условий мочки: температуры, действующей микрофлоры, качества сырья, воды и пр.

экстрактивных веществ и органических кислот, мочильную жидкость обычно сильно разбавляют водой: или периодически сливая часть мочильной жидкости и доливая свежую воду, или сразу удаляя в середине мочки почти всю мочильную жидкость и наполняя бассейн свежей водой. Вследствие этих добавок свежей нагретой воды (при тепловой мочке) и происходят большие затраты времени и средств на воду и ее подогрев.

Многие исследователи пытались улучшить анаэробную мочку. Ванстеенкесте рационализировал операции смешения горячей и холодной воды, загрузку сырья в бассейны и их устройство. Карбонэ ввел применение заквасок из открытого или анаэробного *Bacillus felsineus* (фиг. 7) и пр.; все эти мероприятия, быть может, несколько улучшили мочку, но не ускорили ее и несколько не изменили биохимизма самого процесса со всеми присущими ему недостатками.

Из приведенного описания биохимической стороны анаэробной мочки видны ее недостатки: высокая кислотность среды, переполненной к тому же почти неразлагающимися в этих условиях экстрактивными веществами (смолисто-маслянистыми, дубильными, воскообразными и каучукоподобными).

<sup>1</sup> O. Flieg. Die Harnstoffröste. Faserforschung, Bd. IV, N. 3, 1924.

вредное влияние кислот и экстрактивных веществ на микробов мочки и на волокно, медленность мочки и ее антисанитарные явления и т. д. Однако и бассейная мочка при соответствующих условиях может дать хорошие результаты. Так, тепловая мочка в Бельгии, проводимая со сложной техникой протока через бассейн мочильной жидкости и с некоторыми другими мероприятиями (предварительная экстракция стеблей, осторожная нейтрализация, прибавление добавочных веществ и др.), создает для действующей микрофлоры мочки условия, не менее благоприятные, чем аэробная мочка. Бельгийская мочка требует больших количеств теплой воды для смены мочильной жидкости или ее протока и большого искусства высококвалифицированных мастеров мочки; такая мочка обходится очень дорого.

Чтобы умерить большие расходы на подогрев воды при этой мочке, стараются использовать, где это возможно, отработанный пар для подогрева мочильной жидкости.<sup>1</sup>

Бельгийскую мочку нередко проводят в два приема: по истечении 4—6 суток от начала мочки ее прекращают, лен выгружают и высушивают в капеллах в поле, а затем вторично загружают в баки и заканчивают мочку; как в первый, так и во второй прием мочки делают энергичный проток мочильной жидкости по особой системе. Так проводится бассейная «анаэробная» мочка на заводе Де Вита в Бельгии; на заводе же Ванстеенкисте мочка осуществляется в один прием, с применением протока и других мероприятий, но лен этой мочки расценивается гораздо ниже льна завода Де Вита.<sup>2</sup>

С точки зрения создания условий, благоприятных для микрофлоры, мочка на заводе Де Вита более совершенна, чем мочка Ванстеенкисте, так как при сушке на солнце стебли стерилизуются от банальной микрофлоры и целлюлозных бактерий, большей частью неспоровых, специфические же споровые микробы остаются; кроме этого, солнечные лучи отбеливают волокно. При оценке бельгийской мочки следует также иметь в виду огромную сложность и дороговизну оборудования и эксплуатации этих заводов. И все же этот способ не достигает всей полноты необходимых благоприятных условий для мочки.

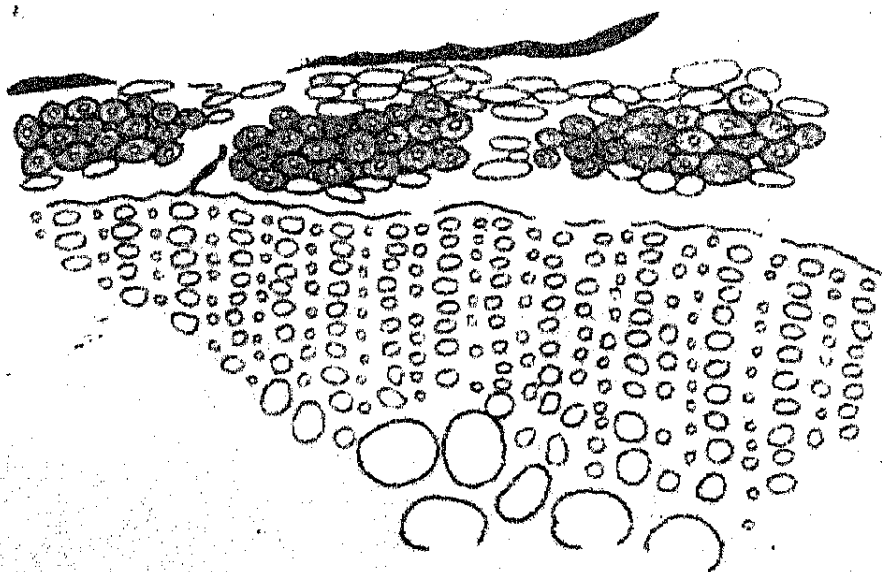
---

<sup>1</sup> К. М. Миронов. Мочка кенафа и итальянской конопли с подогревом воды на заводах. Отчет Новлублинститута за 1937 г. (Рукопись.)

<sup>2</sup> А. В. Данилочкин. Промышленная первичная обработка льна в Бельгии. Сельхозгиз, 1931.

### 3. Анаэробный способ для мочки диких волокнистых растений

Способ бассейной мочки, но без подогрева мы применяли с некоторыми изменениями для мочки диких волокнистых растений — двудольных, как, например, дикая конопля, *Pueraria*, *Astragalus*, *Althaea nudiflora* и др., дающих мягкое волокно, и однодольных, дающих так называемое жесткое волокно. Первые вымачивались с теми же дефектами, как культурные лен, конопля, о которых было указано выше. Мочка

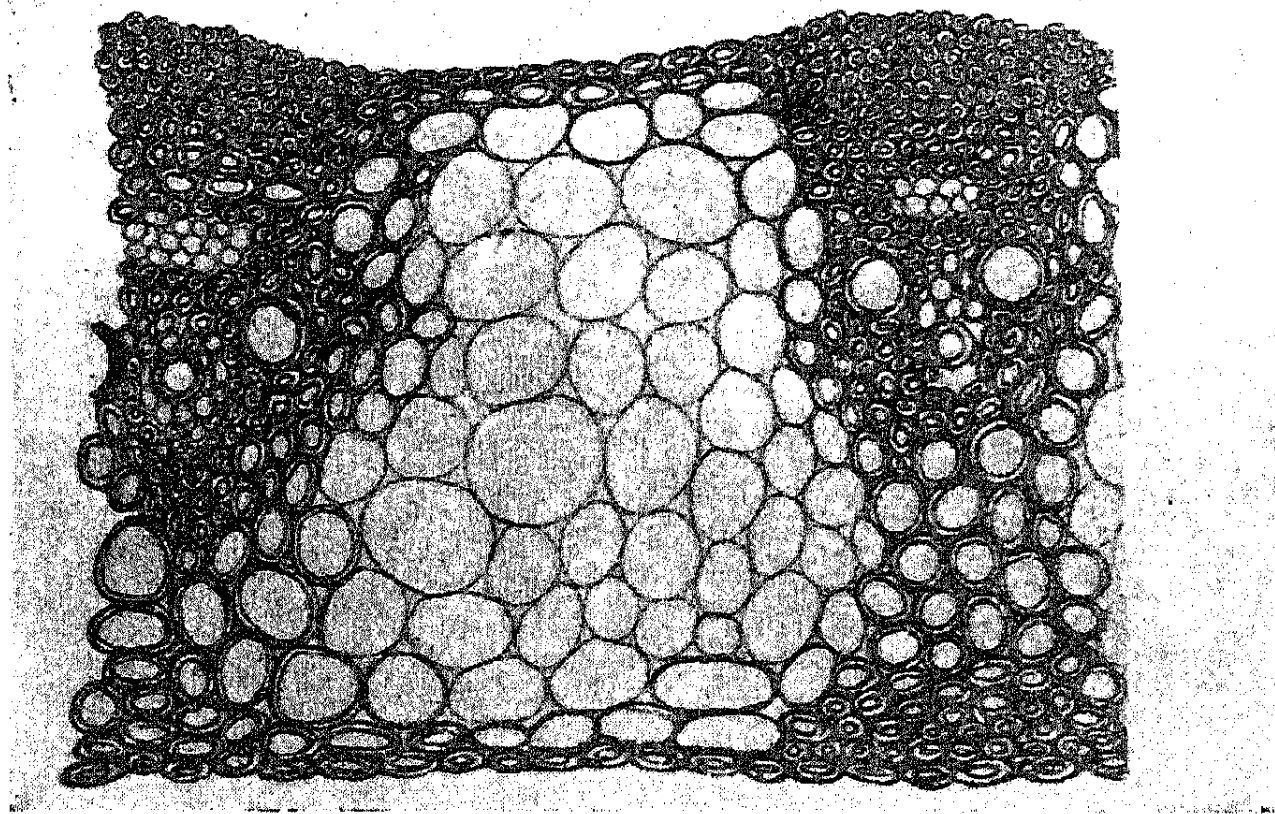


Фиг. 8. Поперечный разрез стебля льна после анаэробной тепловой мочки.

же однодольных растений, благодаря их иному анатомическому строению и специфическому действию на них мочки, оказалась более результативной: в то время как в двудольных растениях мочка имеет целью разрушить пектиновые вещества и освободить лубяные пучки от окружающей ткани (фиг. 8), в однодольных растениях источником волокнистого материала служит механическая ткань этих растений, т. е. сосудисто-волокнистые пучки и окружающие их склеренхимные волокна. Конечной целью мочки однодольных является не только распад пектиновых веществ, но и разложение паренхимы, в которую погружена эта механическая ткань (фиг. 9 и 10); образующиеся здесь органические кислоты благотворно действуют на одревесневшие склеренхимные волокна, несколько их смягчая.

Для мочки однодольных растений необходимо в мочильную жидкость прибавлять азотистые и фосфорнокалийные соединения, лучше всего в виде костяной муки до 0.1% от веса сырья, а иногда и известь в количестве 0.3—0.5% для частичного воздействия на лигнин.

В процессе мочки однодольных происходят брожение с выделением пузырьков и постепенное накопление кислотности, которая очень удобно определяется калометрически и колеблется в широких пределах, доходя, например, до



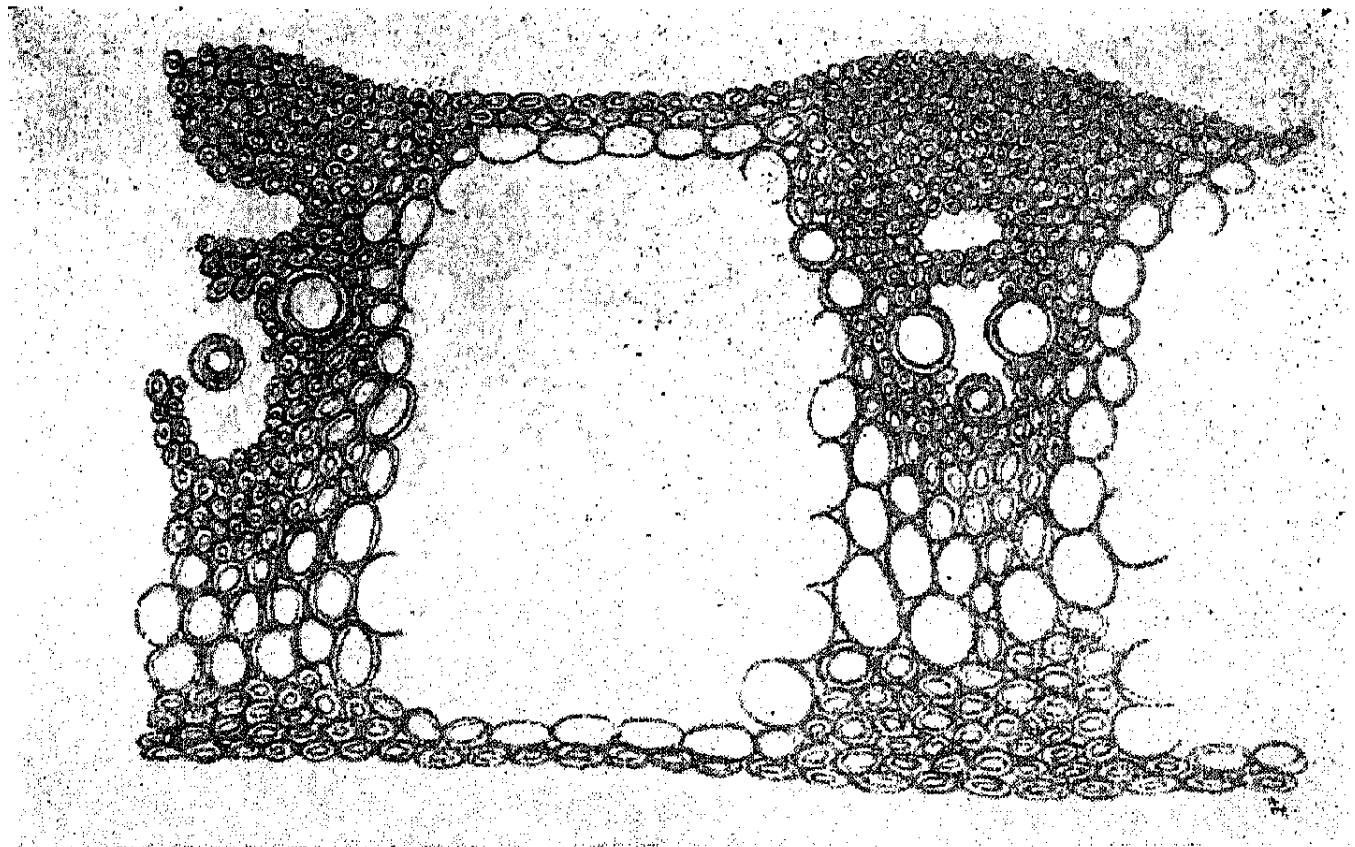
Фиг. 9. Поперечный разрез листа калама (*Saccharum spontaneum*) до мочки.

$pH=4.5 - 4.8$ . При накоплении такой кислотности мочка однодольного обычно останавливается: если взятая проба вымачиваемого растения, обработанная до волокна, обнаружит отделение последнего и его хорошие качества, значит мочка закончилась. В противном случае большая часть мочильной жидкости удаляется, прибавляются в половинном размере указанные соли и наливается свежая вода, вследствие чего брожение возобновляется и мочка скоро заканчивается.

Для мочки однодольных растений применяются также бактериальные закваски преимущественно из культур микробов—возбудителей пектинового брожения (фиг. 1—7).

Нередко после мочки однодольных растений не наблю-

дается с анатомической стороны распада паренхимы (как, например, на фиг. 9 и 10), но это — явление чисто внешнего порядка, обуславливаемое лигнифицированием, одревеснением клеточных стенок паренхимы, которые не поддаются воздействию микробов, в то время как неодревесневшая часть стенки клеток распадается; поэтому ткань после мочки иногда сохраняет свой вид при разложившейся целлюлозе. Это состояние легко обнаруживается тщательными гистологическими и, в особенности, химическими исследованиями, кото-



Фиг. 10. Поперечный разрез листа калама (*Saccharum spontaneum*) после мочки.

рые показывают исчезновение чистой клетчатки и сохранение лигнина (табл. 2).

Из данных табл. 2 видно, что процентное содержание чистой клетчатки всегда понижено в вымоченных стеблях по сравнению с невымоченными, и наоборот, содержание сырой клетчатки почти во всех исследованных растениях повышено в вымоченных сравнительно с невымоченными. Подобное явление объясняется присутствием в сырой клетчатке лигнина, не поддающегося разложению, в то время как чистая клетчатка легко разлагается бактериями.

На этот факт вполне определенно указывает также Стад-

Количество сырой и чистой клетчатки в растениях до и после мочки  
(в %)

|                    | Сырая клетчатка по Геннебергу |             | Чистая клетчатка по Шульце |             |
|--------------------|-------------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
|                    | до мочки                      | после мочки | до мочки                   | после мочки |
| Эриантус . . . . . | 39.58                         | 43.46       | 15.81                      | 13.66       |
| Чий . . . . .      | 44.90                         | 47.03       | 16.44                      | 13.88       |
| Рогоз . . . . .    | 35.24                         | 40.13       | 15.83                      | 13.30       |
| Калам . . . . .    | 50.98                         | 48.93       | 35.35                      | 30.54       |

ников,<sup>1</sup> отмечающий разложение в естественных условиях целлюлозы в древесине, сохранившей в целости свою структуру (по химическому анализу и анатомическим срезам).

Вследствие распада чистой клетчатки паренхимы, механическая ткань (т. е. волокно) хорошо отделяется при последующих операциях промина и чески, получается доброкачественное волокно, пригодное на различные изделия грубого прядения и ткачество (шпагат, веревочные изделия, дорожки, золотопромывные маты, мешковина и пр.).<sup>2</sup>

Этот биологический метод обработки диких волокнистых растений, отличающийся простотой, доступностью и дешевизной оборудования и эксплуатации, положен нами, в противоположность химическому методу, в основу использования диких растений для хозяйственных нужд и организации производства указанных изделий (нами организован, по заданию БИН, ряд таких производств).

Таким образом анаэробная мочка, являющаяся в настоящее время почти единственным способом мочки культурных растений, несмотря на свои дефекты, с успехом применяется для мочки диких волокнистых растений, в особенности однодольных (отчасти и двудольных). Среди двудольных, однако, имеется ряд растений, не поддающихся анаэробной мочке, вследствие особенностей своего химического состава (обилие

<sup>1</sup> Г. Л. Стадников. Химия торфа. Госхимтехиздат, М., 1932, стр. 153.

<sup>2</sup> Это волокно отличается некоторой жесткостью по сравнению с волокном, полученным химическим способом, что и послужило причиной нападков на биологический метод со стороны защитников химического способа обработки волокнистых растений. Однако волокно, полученное биологическим путем, при использовании рационального промина и эмульсирования делается достаточно мягким и эластичным, пригодным для различных изделий.

дубильных, смолистых, каучукоподобных и других веществ) и анатомического строения, например кендырь (*Apocynum venetum*), псоралея (*Psoralea drupacea*), альтея (*Althaea nudiflora*) и др. (стр. 75). Наиболее пригодной анаэробная мочка является для диких волокнистых однодольных растений вследствие благоприятного действия кислой среды на их механическую ткань (сосудистые и склеренхимные пучки), представляющую собой источник волокнистого материала.<sup>1</sup>

## ГЛАВА II

### МЕТОД ПОВТОРНЫХ МОЧЕК

Хотя анаэробная мочка имеет ряд существенных недостатков, обусловливаемых накоплением в мочильной жидкости вредных для микрофлоры мочки продуктов, все же эта мочка является почти единственной и весьма распространенной во всех странах Старого и Нового Света. Поэтому разработка и применение новых способов (по биохимизму) мочки являются настоятельно необходимыми.

Изучение биохимических особенностей аэробного возбудителя брожения пектиновых веществ — *Pectinobacter amylophilum* — привело к возможности повторного культивирования этого микроба в одной и той же среде при условии прибавления органического питания взамен израсходованного органического вещества.

Это явление повторности процесса в одной и той же среде и легло в основу предложенного нами «метода повторных мочек», или «метода непрерывного бактериального процесса». Он состоит в следующем: проведя одну мочку в сосуде, из него вынимают вымоченные растения, а на их место вносят новую порцию стеблей того же растения. Опыт показывает, что вторая порция вымачивается значительно скорее первой, а третья — скорее второй, четвертая — скорее третьей и т. д.: так, если первая мочка продолжалась 72 часа, то вторая мочка в той же мочильной жидкости продолжается около 48—50 часов; третья мочка — около 30—36 часов, а четвертая — до 20—24 часов, пятая мочка заканчивается через 16—18 часов; затем наступает стационарное состояние: срок мочки остается неизменным при нескольких повторениях, а затем

---

<sup>1</sup> И. А. Макринов. Биологическая и технологическая обработка дикорастущих растений на волокно. Тр. Бот. инст. Акад. Наук, сер. V, вып. I, 1938.



довольно быстро удлиняется, и наконец, осуществить мочку в той же среде уже становится невозможным.

В течение всех этих мочек кислотность постепенно увеличивается, и к моменту прекращения возможности дальнейшей мочки кислотность достигает своего максимума — примерно  $pH = 3.2 - 3.6$ .

Если теперь мочильную жидкость оставить в покое, т. е. не прибавлять в нее стеблей, то кислотность начнет постепенно уменьшаться, и среда делается нейтральной, так как микроб использует для своего органического питания накопленные в среде кислоты, разложив их до  $CO_2$  и  $H_2O$ . Теперь эту жидкость можно вновь употребить для мочки и проделать в ней тот же цикл мочек, как в первый раз, при обязательном прибавлении фосфорнокалийных и аммониевых солей, что видно из табл. 3.

Таблица 3

Накопление кислот при мочке льна по методу повторности

|                   | pH      |                            | pH      |
|-------------------|---------|----------------------------|---------|
| После 1-й мочки . | 6.0—6.4 | После 5-й мочки .          | 3.4—3.6 |
| „ 2-й „ .         | 5.2—5.6 | „ 3—4 дней                 |         |
| „ 3-й „ .         | 4.4—4.8 | „ отдыха .                 | 5.8—6.4 |
| „ 4-й „ .         | 3.8—4.2 | „ 6 дней от-<br>дыха . . . | 7.0—7.2 |

Цифры кислотности сильно колеблются в различных опытах в зависимости от активности микроба, сорта льна, его зрелости и состава и т. д.

Интересно отметить, что в мочильной жидкости посторонние микроорганизмы, помимо *Pectinobacter*, почти не размножаются, повидимому, вследствие большей кислотности среды и антитоксичности ее.

Возникает вопрос: при каких же условиях можно осуществить явление повторных мочек, или непрерывного бактериального процесса? Основным и необходимым условием является выбор микроба — возбудителя мочки, который должен обладать определенными биохимическими особенностями.

Для этой цели был взят найденный нами аэробный споровый возбудитель пектинового брожения — *Pectinobacter amylophilum*. Его замечательным свойством следует считать способность сбраживать пектиновые вещества, крахмал и

другие углеводы до 75% нацело (до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ), и лишь только одну четверть (25%) он сбрасывает с образованием 1 части муравьиной кислоты и 2 частей уксусной. Муравьиная кислота, как продукт очень нестойкий, быстро распадается, в среде остается одна уксусная кислота, и среда лишь очень незначительно подкисляется продуктами жизнедеятельности микроба (особенно по сравнению с продуктами анаэробного *Granulobacter pectinovorum*).

Но *Pectinobacter amylophilum* обладает и другими замечательными свойствами: он отличается высокой окислительной способностью и легко разлагает пигментные, красящие вещества стеблей льна и конопли, отчего волокно получается чистое и светлое; он располагает также значительной энергией, активностью в разложении пектиновых веществ и может закончить мочку в течение 18—20 часов (*Granulobacter pectinovorum* — в течение 72 часов). Наконец, *Pectinobacter amylophilum* присуща очень значительная устойчивость против различных физических (высокая температура) и химических (кислоты) воздействий: он продолжает работать даже при  $\text{pH} = 4.0 - 3.5$  и быть в такой среде долгое время жизнеспособным.

Понятно, что при наличии микроба со столь ценными свойствами вполне возможно осуществить описанное явление повторности мочки в одной и той же среде. Наблюдения показывают, что после первой мочки льна в стерильных условиях под влиянием *Pectinobacter amylophilum*, в среде находятся его обильно размножившиеся клетки в состоянии высокой активности и ферменты этого микроба при очень незначительной кислотности среды ( $\text{pH} = 6.4$ ) (табл. 3). Следовательно, налицо все основания для более активной следующей мочки в той же мочильной жидкости: вторая мочка и последующие, действительно, проходят скорее первой. Надо иметь в виду очень быстрое истощение среды минеральными солями, что очень понятно: в первой мочке, после стерилизации стеблей, извлеченные из них минеральные соли содержатся в среде и идут на питание микробов; во второй и последующих мочках в мочильную жидкость от первой мочки вносятся стебли, потерявшие свои соли при их стерилизации, поэтому очень скоро наступает солевое истощение среды. Соли следует прибавлять искусственно в виде  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  и  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  и  $\text{MgSO}_4$  в количестве 0.05—0.1% от сухого веса вымачиваемых стеблей.

Мочильная жидкость после 2—3 мочек находится в состоянии полной активности: прибавленные в нее стерильные

стебли вымачиваются очень скоро и дают светлое, чистое волокно.

Возникает вопрос: в какой мере и в каком соотношении принимают участие в создании активности мочильной жидкости микробы и ферменты? Для решения этого вопроса активная мочильная жидкость была профильтрована через свечу Шамберлана. Полученная свободная от микробов жидкость была испытана на мочку в ней стерильных стеблей — продолжительность оказалась почти в 2 раза больше, чем при мочке в той же мочильной жидкости, но в присутствии клеток *Pectinobacter amylophilum*. Точно так же и в первой мочке, когда имеются в среде внесенные в закваске одни клетки этого микроба, мочка также очень продолжительна. Таким образом при наличии в среде одних клеток микроба, но без ферментов и одних ферментов, но без микробов, мочка протекает гораздо медленнее, чем в присутствии в среде одновременно и ферментов, и микробов, образующих этот фермент.

Следует, однако, иметь в виду, что успешное осуществление описанного явления повторности процесса мочки в одной и той же мочильной жидкости достигается при неперменном соблюдении ряда необходимых условий, нарушение которых приводит: 1) к сокращению количества повторностей, 2) к затяжке повторяемых мочек, 3) к появлению дурного запаха и 4) к размножению посторонней микрофлоры, образующей в большинстве случаев пленку на поверхности «активной» мочильной жидкости и задерживающей нормальное размножение главного агента мочки — *Pectinobacter amylophilum* (с ослаблением его активности).

Неблагоприятными условиями являются:

1) Обилие экстрактивных веществ (особенно трудно разлагаемых, например смолисто-маслянистых, дубильных, пигментных, воскообразных, каучукоподобных и пр.). Даже такой высокоактивный агент мочки, как *Pectinobacter amylophilum*, не может переработать их в короткое время. Для устранения экстрактивных веществ употребляются в последовательных повторных мочках (с целью приготовления «активной» мочильной жидкости) стебли, предварительно экстрагированные стерилизацией или выдержанные в горячей воде.

2) Извлечение, выщелачивание солей при предварительной обработке стеблей и, следовательно, последующее солевое голодание микрофлоры при повторных мочках. Для устранения этого недостатка необходимо искусственное внесение фосфорнокалийных, аммонийных солей  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgSO}_4$ . Ко-

нечно, искусственно прибавленные соли не могут заменить того естественного комплекса их, который микробы получают из стеблей, но все же прибавление солей необходимо и оно до некоторой степени компенсирует потерю естественных.

3) Потеря или ослабление активности действующего агента повторных мочек. Поэтому забота о поддержании активности этого агента мочки на должной высоте должна быть на первом месте. Для этой цели надо использовать вегетативные, а не споровые формы, после предварительного культивирования несколькими пассажами, например в жидкой среде с крахмалом следующего состава:

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| $(\text{NH})_3\text{PO}_4$ . . . . . | 0.1%       |
| $\text{K}_2\text{HPO}_4$ . . . . .   | 0.1        |
| $\text{MgSO}_4$ . . . . .            | 0.05       |
| Растворимый крахмал . . . . .        | 0.5        |
| Мел . . . . .                        | Следы      |
| Водопроводная вода . . . . .         | quan. sat. |

4) Наконец, четвертое неблагоприятное условие — это быстро следующие одна за другой мочки: каждая предыдущая мочка заканчивается при легком отделении волокна и достаточной его «разработанности», т. е. распада на мелкие технические волокна; но в этот момент в мочильной жидкости еще имеются вещества неразложившиеся, и потому необходим некоторый период времени для их окончательного распада.

Устранение всех указанных неблагоприятных условий дает возможность выработать действительно «высокоактивную» мочильную жидкость, наполненную активными ферментами и клетками микроба.

На основе указанных замечаний, приготовление «активной» мочильной жидкости в лабораторной обстановке производится следующим образом: стебли льна стерилизуются в 2—3-литровой широкогорлой банке с ватной пробкой. По охлаждении стебли заражаются активной культурой *Pectinobacter amylophilum*, после чего наступают сильное брожение и мочка; по окончании ее стебли вынимаются, а на место их вкладывается, с соблюдением асептики, новая порция также стерильных стеблей и кипяченая вода доливаема до первоначального объема. Теперь вторая мочка в той же мочильной жидкости проходит быстрее первой; по окончании этой второй мочки повторяют также третью мочку в той же мочильной жидкости, внося третью порцию стерильных стеблей и предварительно указанных выше солей для питания микробов. Эта мочка проходит еще скорее. Полученная таким пу-

тем мочильная жидкость называется «активной» в виду производимой ею скорости мочки.

Если требуются большие количества «активной» мочильной жидкости, то она готовится уже не в банках, а в более или менее объемных бочках таким образом. Бочка, назначенная для приготовления в ней «активной» жидкости, по возможности чистая, ошпаривается кипятком и покрывается чистым деревянным кружком; спустя 15—20 минут кипяток выливается, в бочку вносят стебли льна в количестве 1 : 30 по отношению к вмещающейся в ней воде; стебли заливаются опять кипятком, бочку покрывают кружком и дают стоять при потряхивании полчаса. По истечении этого срока сливают воду и наливают новую порцию кипятку, по охлаждении которого до температуры парного молока (30°С) прибавляют в воду указанные выше соли и обильную закваску (в количестве 5—6% от сухого веса стеблей) из *Pectinobacter amylophilum* и *Bacillus cannabinus*; происходят бурное брожение и мочка, по окончании которой стебли вынимают и вносят в бочку новую порцию их, также предварительно ошпаренных кипятком в другой бочке. Вторая мочка проходит скорее первой. По окончании ее прибавляют в мочильную жидкость указанные выше соли и дают ей отдохнуть 1—2 дня, а затем прибавляют в третий раз также ошпаренные кипятком стебли. Теперь мочка должна закончиться приблизительно в 30—36 часов; после этой мочки мочильную жидкость можно считать «активной». Эту «активную» жидкость, при небольшом разбавлении водой на 25—30% и прибавлении солей, употребляют для мочки льна, котонизации и других целей.

При приготовлении «активной» мочильной жидкости все время необходимо внимательно следить за микроскопической картиной мочильной жидкости, которая должна состоять, главным образом, из клеток *Pectinobacter amylophilum*. В случае же появления большого количества посторонних микробов и грибков и разрастания на поверхности жидкости пленки надо удалить эту жидкость и начать готовить новую.

Как используется «активная» мочильная жидкость в производственных условиях? «Активную» мочильную жидкость заготавливают в отдельных небольших мочильных чанах и применяют для мочки, прибавляя определенное ее количество (приблизительно 35—40% от веса сухих стеблей). Уже первая мочка проходит очень быстро — в течение 45—48 часов. По окончании мочки эту мочильную жидкость выливают в соседний бак, расположенный несколько ниже, чтобы жидкость могла вытечь через отверстие у дна самотеком.

Затем выгружают вымоченный лен и загружают новую партию, насосом перекачивают слитую «активную» мочильную жидкость в бассейн и заливают заложённый лен. Теперь мочка должна пройти несколько скорее предыдущей — приблизительно в 30—35 часов. Когда мочка начинает затягиваться, жидкость выливают в особый чан «на отдых», а в мочильный бассейн наливают новую «активную» жидкость.

Описанный метод «повторных мочек» с применением *Pectinobacter amylophilum* был использован сначала в расширенном масштабе в лабораторных условиях. Опыты ставились в небольшом бассейне емкостью в 140 л, подогреваемом горячей водой, проводимой через спираль на дне ее. Количество льна колебалось от 555 до 315 г, отношение льна к количеству воды равнялось 1 : 40. Лен перед мочкой выдерживался в течение 10—15 минут в теплой воде при 65—70° С с целью удаления экстрактивных веществ. Температура мочки поддерживалась в 28—30° С. Результаты опытов видны из табл. 4.

Таблица 4

Мочка льна при действии *Pectinobacter amylophilum*

| № опыта | Продолжительность, в часах | Температура, °С | pH      | % умочки | Выход общего количества, в % | Выход длинного волокна, в % | Выход короткого волокна, в % |
|---------|----------------------------|-----------------|---------|----------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1       | 45                         | 34—22           | 5.6     | 26       | 21.8                         | 15                          | 7.7                          |
| 2       | 24                         | 30—28           | 5.8     | 21       | 23.4                         | 13.5                        | 13.7                         |
| 3       | 22                         | 30—28           | 5.8     | 31.3     | 18.5                         | 14.4                        | 6.6                          |
| 4       | 22                         | 30              | —       | 26       | 24.3                         | 18.0                        | 9.9                          |
| 5       | 22                         | 30              | 5.6     | 25.4     | 20.7                         | 17.3                        | 9.7                          |
| 6       | 20                         | 30              | 4.4—5.8 | 26.5     | 22.3                         | 18.9                        | 4.8                          |
| 7       | 18                         | 30              | —       | 21       | 23.0                         | 15.3                        | 9.3                          |
| 8       | 17                         | 30              | 5.8—5.2 | 26       | 26.8                         | 18.4                        | 8.4                          |
| 9       | 24                         | 30—28           | —       | 25       | 23.5                         | 17.7                        | 5.4                          |
| 10      | 28                         | 32—28           | 5.8     | 25.1     | 25.4                         | 13.5                        | 13.1                         |
| 11      | 28                         | 30—27           | 5.8     | 24       | 11.8 ?                       | 10.1                        | 2.7                          |
| 12      | 43                         | 22              | —       | 22       | 24.0                         | 15.7                        | 9.2                          |

Из данных таблицы видно, что продолжительность мочки только в первом опыте была 45 часов; начиная со второго опыта, т. е. с повторной мочки в той же жидкости, скорость мочки падает до 24 часов, и во всех последующих мочках в той же жидкости она держится приблизительно на том же уровне — большей частью 22 часа, повышаясь в двух случаях до 28 часов и в трех случаях спускаясь до 17—18—20

часов. В одном случае мочка продолжалась 43 часа, вследствие понижения активности среды и температуры (22° С). Кислотность не понижалась далее рН=5.2, а большей частью она была рН=5.8. При мочке льна в стерильных условиях при действии *Pectinobacter amylophilum* развивается в повторных мочках большая кислотность (рН=4.5 и ниже), но при отдыхе мочильной жидкости (во время перерывов) кислотность понижается до рН=6.5 и выше. В данных опытах отсутствие высокой кислотности объясняется также перерывами между опытами и отчасти прибавлением солей. Процент умочки — обычный, он колебался около 25.

Выход общего количества волокна равен, в среднем, 22.1%, а длинного волокна — 15.6%.

Волокно получалось высокого качества — чистого белого цвета с серебристым или кремовым оттенком, крепкое, очень мягкое и нежное, с хорошей делимостью на тонкие технические волоконца.

Микрофлора мочильной жидкости была очень однообразна и состояла, главным образом, из клеток *Pectinobacter amylophilum*, изредка встречался *Granulobacter pectinovorum*, развивающийся преимущественно в глубоких слоях; встречаются иногда кокки, обыкновенно усиленно размножающиеся в начале мочки и исчезающие при понижении кислотности.

По методу повторных мочек были проведены опыты в заводских условиях на заводе РОСПОЛ<sup>1</sup> с хорошими результатами, но в дальнейшем работы не были поддержаны промышленностью.

Описанное явление повторности и усиления процесса мочки можно распространить не только на разнообразные культурные волокнистые растения, но и на многочисленные дикие — однодольные и двудольные. В случае двудольных растений, вымачиваемых на их естественной микрофлоре, количество повторности мочки в одной и той же мочильной жидкости весьма разнообразно в зависимости от рода и вида растений и особенностей их естественной микрофлоры. Одни растения, как *Narца*, *Psoralea*, *Althaca* и др., допускают проведение мочки в одной и той же мочильной жидкости не более 1—2 раз; другие же, например *Astragalus*, допускают мочку в одной и той же мочильной жидкости (с ускорением в каждой последующей мочке) 3—4 раза, при окончательной кислотности рН=3.8—4.2; такое разнообразие в отношении количества повторностей мочек зависит от химического со-

<sup>1</sup> Е. Н. Финцнер. Вестн. льнян. дела, 1927, №№ 6 и 10.

става растений и биохимических особенностей главных возбудителей мочки у этих растений.

Применение метода повторности особенно полезно при мочке однодольных волокнистых растений, например калама (*Saccharum spontaneum*), селина (*Aristida Karlin*), различных осок и др., при использовании заквасок из *Pectinobacter amylophilum* и добавках указанных солей. Эти растения допускают до 3—4 повторностей мочки с хорошим результатом в одной и той же мочильной жидкости, с конечной кислотностью  $pH = 4.8 - 5.2$ .

Явление повторности бактериального процесса в одной и той же среде осуществляется, помимо пектинового брожения, и другими физиологическими группами аэробных микроорганизмов, например целлюлозными, гнилостными и пр. Нам удалось при использовании заквасок из аэробного гнилостного *Bacillus mycoides* вызвать разложение белков волосяного покрова, снимаемого при дублении кож с эпителием. В широком бассейне разложение белков шло очень энергично; первый процесс заканчивался в 72—75 часов; второй — в 48—50; третий — в 32—36; четвертый — в 24—30.

Метод повторности или непрерывности бактериальных процессов может иметь очень широкое применение в промышленности и в сельском хозяйстве.

Несомненно, что явление повторности имеет широкое распространение в почве и обуславливает в ней ежегодное возобновление питательных для растений веществ, уносимых с каждым урожаем. Разрыхление почвы, при наличии соответствующих минеральных удобрений, способствует энергичному протеканию, за счет органических веществ почвы, важнейших биологических процессов, обуславливающих ее плодородие: аммонификации, нитрификации, целлюлозного брожения, фиксации азота и др., идущих наиболее энергично именно при аэробных условиях.

Успешное применение того или другого микроба для метода повторности является делом очень сложным и часто зависит не только от биохимических особенностей действующего микроба, но и от условий его применения. Например *Asotobacter chroococcum* по своему биохимизму является наиболее пригодным для осуществления брожения по методу повторности и непрерывности, так как он нацело разлагает предложенные ему органические вещества и не оставляет в жидкой среде никаких промежуточных химически определяемых продуктов. Однако В. Л. Омелянский в своих опытах повторного культивирования *Asotobacter* в одной и той же



среде получил постепенное понижение азотофиксирующей способности. Он повторил 3 раза прибавление 2% декстрозы в минеральную среду после ее исчезновения в предыдущем опыте и получил следующие результаты:

В первом опыте фиксация азота равна . . . . 3.39 мг на 1 г декстрозы  
 Во втором " " " " . . . . 2.13 " " "  
 В третьем " " " " . . . . 1.7 " " "

Причину понижения азотофиксирующей способности В. Л. Омелянский видел в накоплении вредных продуктов распада, не определяемых химическим анализом, или в истощении минеральных солей.

Наши опыты повторности проводились в вегетационных глиняных сосудах, в синтетической среде (песок + глина + минеральные соли) + торф (в пересчете на гумус — 15%) в качестве единственного источника органического питания. После снятия урожая одного года сосуды находились в течение года в лабораторном помещении; весной к содержимому сосудов были прибавлены торф и соли, тщательно перемешанные. Этой смесью набивались новые сосуды, в которых соотношение песка, глины, солей и торфа оставалось таким же, как в сосудах предыдущего года. Сосуды были засеяны также овсом, полученные результаты по сравнению с предыдущим годом приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Повышение урожая и содержания азота при повторных посевах в одной и той же среде**

|               | Повышение урожая, в % |           |              | Повышение содержания азота, в % |           |         |
|---------------|-----------------------|-----------|--------------|---------------------------------|-----------|---------|
|               | на зерне              | на соломе | на общ. весе | на зерне                        | на соломе | в сумме |
| 1-й год . . . | 76                    | 57        | 57           | 72                              | 151       | 96      |
| 2-й " . . .   | 336                   | 190       | 209          | 356                             | 207       | 247     |

Из этих данных видно, что действие *Azotobacter* на урожай на второй год в той же самой твердой среде, получившей некоторую добавку торфа и минеральных солей (при рылении), дало весьма значительное повышение урожая и увеличение содержания азота в нем. Такой же эффект действия *Azotobacter* на урожай мы могли бы иметь и в естественных почвах при их нормальной структуре, достаточной влаге,

снабжении необходимыми минеральными и органическими соединениями при определенном бактериальном режиме.<sup>1</sup>

Из всего изложенного видно, что метод повторных мочек в одной и той же мочильной жидкости также осуществляется в бассейнах и с внешней стороны похож на обычную анаэробную мочку, однако биохимизм метода повторных мочек, как мы видели выше, имеет следующие отличия от биохимизма анаэробной мочки: 1) возбудителями процесса в анаэробной мочке являются анаэробные микробы, а в методе повторных мочек, наоборот, — аэробы со специфическими особенностями; 2) при методе повторности мочка может несколько раз осуществляться в одной и той же мочильной жидкости, именно благодаря высокоокислительной способности агентов этого метода; 3) при мочке по методу повторности биологический процесс идет даже и в глубоких слоях бассейна (при аэробных возбудителях) именно потому, что, начиная со второй и последующих мочек, процесс ведут, главным образом, ферменты.

Помимо мочки волокнистых растений, т. е. брожения пектиновых веществ, метод повторности применим и в других бактериальных процессах, осуществляемых микробами, близкими по своим биологическим особенностям к описанному выше *Pectinobacter amylophilum*.

Метод повторных мочек с успехом применяется в тех случаях, где обычная анаэробная мочка затягивалась на длительное время.

Таким образом метод повторности может иметь широкое применение не только для мочки волокнистых растений, но и в других различных биологических процессах в промышленности и в сельском хозяйстве и тем самым значительно расширять наши возможности в разрешении различных задач.<sup>2</sup>

### ГЛАВА III

## АЭРОБНАЯ МОЧКА ВОЛОКНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Описанные выше два типа брожения пектиновых веществ — анаэробная мочка и мочка по методу повторности —

---

<sup>1</sup> И. А. Макринов и Б. В. Троицкий. Использование микробов для поднятия производительности почвы. Сельхозгиз, Л., 1931, стр. 64—68.

<sup>2</sup> Подробное описание метода повторных мочек содержится в следующих работах: И. А. Макринов. Аэробное брожение пектиновых веществ. Арх. биол. наук, т. 3<sup>о</sup>, 1932. *Idem*. Aerobe Pectinstoffgärung. *Sbl. f. Bacteriol.*, Bd. 85, 1932; Е. Н. Фицнер. О биологической мочке и котонизации кендыря и льна в ползуаводском масштабе. Вестн. льнян. дела, 1927, №№ 6 и 10.

являются: первая — весьма распространенной, но мало эффективной, вторая — более эффективной, но мало распространенной и весьма ограниченной. Анаэробная мочка осуществляется анаэробными организмами со всеми неблагоприятными последствиями: продолжительность мочки, накопление в мочильной жидкости больших количеств кислот, вредно действующих на волокно и микрофлору мочки, невысокое качество продукции, сильное загрязнение мочильной жидкости и пр. Все это вызывает большое недовольство промышленности и требует коренных изменений и улучшений в практикуемых способах (приемах) мочки. Мочка же по методу повторности не имеет этих недостатков: она протекает довольно быстро — приблизительно в 35—40 часов; при этом хотя и накапливается большая кислотность ( $pH = 3.8 - 4.2$ ), но мочильная жидкость не содержит таких вредных продуктов, как, например, масляная кислота; жидкость легко самоочищается; продукция отличается высоким качеством. Но все же и эта мочка в практике встречает трудности для ее проведения: требует приготовления активной закваски, ухода за ней, довольно сложной техники применения самого способа. Мочка эта дешевле обычной тепловой мочки.

Мочка по методу повторности стала известна лишь очень недавно (метод этот был опубликован в 1932 г.) и не получила еще широкого применения из-за отсутствия и неразработанности технических условий ее проведения.

При таком положении биологической мочки, естественно, попытки ее улучшения и рационализации не прекращались. Так, гораздо раньше опубликования метода повторности стали заниматься тепловой мочкой в бассейнах, но при аэробных условиях.

Росси<sup>1</sup> сделал первый шаг к проведению такой мочки для льна (хотя и в бассейнах, но в аэробных условиях), с применением искусственной закваски из культур открытого им аэробного возбудителя — *Bacillus Comesi* (фиг. 11), и различных банальных аэробных возбудителей.

Мочку он проводил в обширных и довольно глубоких бассейнах (размерами  $10 \times 2.5 \times 2$  м) с загрузкой льна до 1.5—2.0 т в каждом бассейне при горизонтальной укладке снопов льна при 30—32° С. Аэробизация здесь достигается сильным продуванием воздуха через второе решетчатое дно бас-

---

<sup>1</sup> Rossi. Methodo Rossi per la macerazione microbiologica della tessili e lesue applicatione industri, Bd. I, Portici, 1916; Bd. II, Portici, 1920.

сейна, отчего жидкость приходит в состояние как бы бурного брожения и сильно пенится. При таком способе мочка протекала быстрее — приблизительно в 48—60 часов против 72—84 часов обычной тепловой мочки в бассейнах.

Мочильная жидкость имела почти нейтральную реакцию ( $\text{pH} = 6.7 - 6.9$ ); не было дурного запаха, и мочильная жидкость не загрязнялась продуктами распада. Волокно льна получалось светлое, чистое, однородное и крепкое, при большом выходе, равном около 20% против 14—15% тепловой мочки. Все эти благоприятные особенности явились результа-

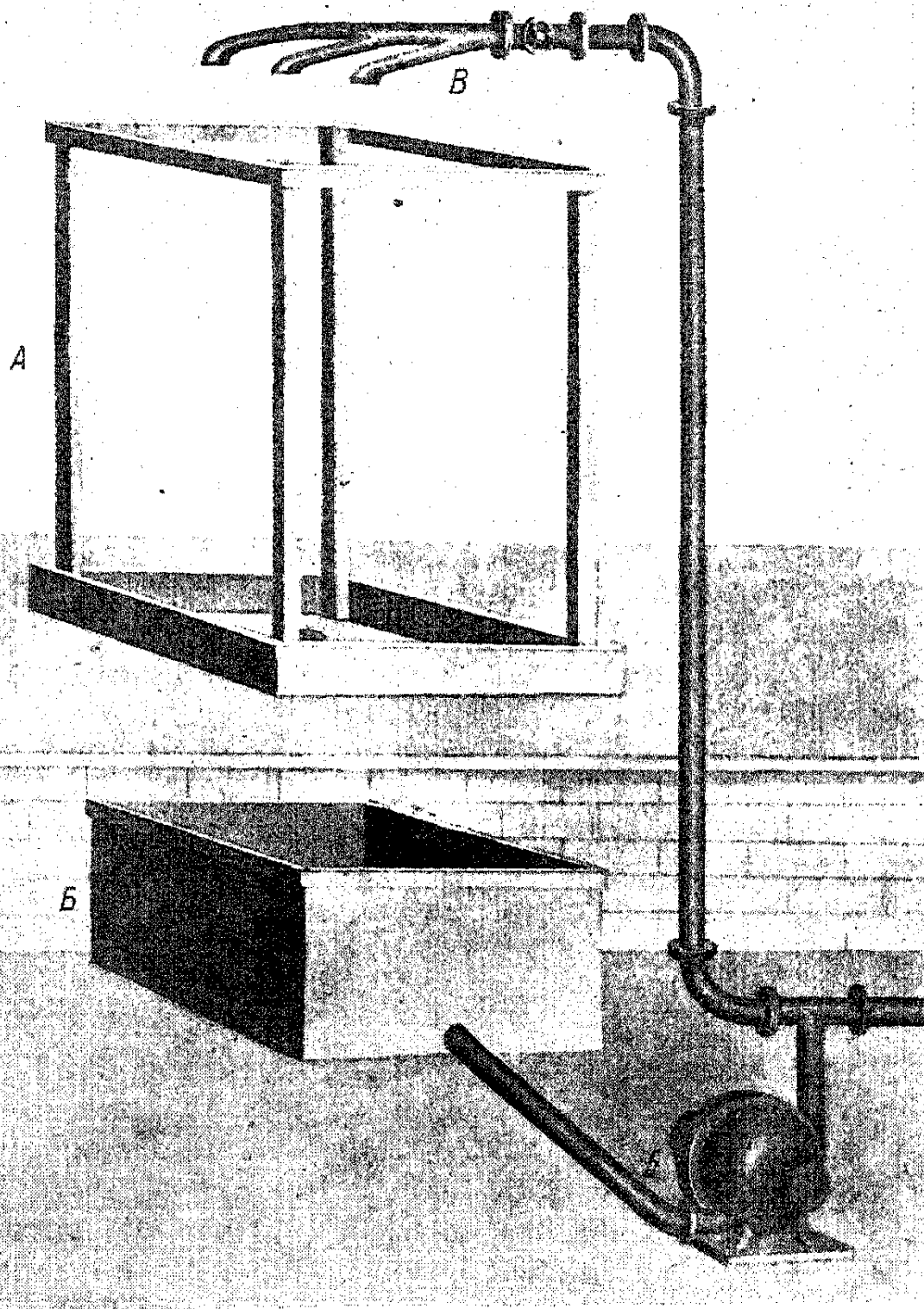
том резкого изменения биохимизма процесса мочки при аэробных условиях. При широком доступе воздуха, т. е. кислорода, все процессы распада шли до конечных продуктов —  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  без образования промежуточных соединений в виде, главным образом, различных кислот, отсутствие которых при аэробной мочке и обуславливает нейтральную реакцию мочильной жидкости. При аэробной мочке, очевидно, происходит полный распад не только различных экстрактивных и пектиновых веществ, но и пигментных, красящих составных частей льняного



Фиг. 11. *Bacillus Comesii*, изолированный со стеблей белорусского льна.

стебля, вследствие чего волокно получается светлое и чистое. Более полно и глубоко идущие процессы распада пектиновых веществ определяют и более полное отделение лубяных пучков и, следовательно, больший выход волокна.

Аэробный способ мочки Росси был осуществлен в заводском масштабе, однако широкого применения не получил вследствие громоздкости и дороговизны его оборудования и эксплуатации. Но научное значение этого способа, в смысле выяснения биохимизма процессов мочки, а также и вообще бактериальных процессов очень велико: впервые были разграничены анаэробные процессы мочки с их обязательными промежуточными продуктами и кислой реакцией среды и аэробные процессы с их конечными продуктами распада  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  и нейтральной реакцией среды.



Фиг. 12. Полузаводская установка аэробной мочки. Обозначения даны в тексте.

Признав ценность именно аэробного способа мочки прядильных растений, мы предложили другой, более простой и дешевый, но по своему биохимизму более совершенный, как увидим ниже, способ аэробной мочки прядильных растений.

Предложенный нами способ заключается в следующем (фиг. 12): на цементной, каменной или деревянной площадке

с закраинами сооружается установка А, состоящая из 4 столбов, связанных вверху и внизу. Под этой установкой или рядом с ней где-либо вырывается яма (кирпичная на цементе) или бассейн Б; над установкой ставится оросительный аппарат В (разбрызгивательные приспособления — дренчера или спринклера). Между 4 столбами на указанную площадку плотно загружаются вертикально мелкостебельные и горизонтально крупностебельные волокнистые растения, могущие загружаться и вертикально двуснопами: для горизонтальной укладки имеются выдвижные сквозные рамы, на которые и загружаются растения. В бассейн наливается вода, вносятся закваска и «добавочные» вещества (об этом подробно — ниже), затем вода насосом б перекачивается в оросительный аппарат, из которого она тончайшими струями или каплями падает на вымачиваемые растения, орошает их, проходит сквозь эти растения и затем стекает в нижний бассейн. Отсюда она вновь перекачивается в оросительный аппарат, стекает на растения и опять собирается в нижний бассейн и т. д. Такая циркуляция мочильной жидкости непрерывно или с определенными перерывами продолжается до конца мочки, протекающей при обыкновенной температуре (16—18°C), без всякого подогрева воды в течение 4.5—5 дней.

Как видно из описания, данный способ аэробной мочки отличается простотой, доступностью и дешевизной его оборудования и эксплуатации (подробно — стр. 73).

## 1. Техника проведения аэробной мочки орошением

Приемы для технического проведения аэробной мочки не сложны, но они специфичны, и на них мы остановимся несколько подробнее, так как, несмотря на 10-летний срок работ по этому способу, до сих пор еще наблюдаются грубые ошибки и извращения в проведении этого простого способа мочки. Операциями проведения аэробной мочки являются:

а) Сортировка сырья по длине, толщине, цвету и зрелости. Отсортированные стебли связываются в снопы простые (крупностебельные волокнистые растения: конопля, кенаф, кендырь и др.) и в двуснопы (тонкостебельные, например: лен, мелкая конопля и др.) по Бельгийскому способу: связываются комли одного снопа с верхушкой другого (довольно плотно).

б) Предварительная замочка, т. е. погружение на 5—10 минут снопов в воду для достижения равномерного смачивания в последующем орошении на установке.

в) Загрузка. Смоченные снопы загружаются вертикально в установку плотно между 4 столбами в один или два яруса для тонкостебельных растений (для льна); для крупностебельных растений возможна вертикальная двуснопами и горизонтальная укладка одиночными снопами комлями наружу взаимно перпендикулярными рядами.

г) Техника орошения, являющаяся важнейшим моментом в проведении данного способа мочки: вначале мы пользовались непрерывным орошением, затем выяснилась полная возможность достигнуть тех же целей прерывистым орошением. В настоящее время только оно и применяется и состоит в следующем: после загрузки орошение непрерывно продолжается 18—20 часов для достижения полного увлажнения растений; в последующее время до конца мочки орошение проводится по 1 часу через каждые 3 часа перерыва.

д) Смена мочильной жидкости — очень важная операция при аэробной мочке: она проводится в тот момент, когда мочильная жидкость содержит максимум экстрактивных веществ и имеет целью удалить эти вещества, из которых одни, например: пигментные, смолистые, дубильные, каучукоподобные и др., портят цвет волокна, задерживают мочку, а другие требуют времени для своего разложения в процессе мочки, и потому удаление их сокращает мочку, улучшает качество волокна и позволяет действующей микрофлоре направить свою работу лишь на пектиновые вещества. Действительно, удаление темной, перегруженной различными экстрактивными веществами мочильной жидкости и замена ее свежей водой дают возможность вести весь процесс на чистой воде, что отзывается очень благоприятно на качестве волокна.

После смены мочильной жидкости необходимо в свежую воду прибавить, для питания микробов, азотистые, фосфорно-калийные и магниевые соли, которые извлекла из растения предыдущая мочильная жидкость. Поэтому при мочке со сменой мочильной жидкости не нужно в начале мочки прибавлять минеральные соли. Что же касается бактериальных заквасок, то их полезно прибавлять 2 раза: перед началом мочки и после смены мочильной жидкости.

Следует, однако, иметь в виду, что смена мочильной жидкости не увеличивает расхода воды, так как прибавленная после удаления мочильной жидкости свежая вода лишь очень незначительно загрязняется к концу мочки и потому может идти на первый процесс следующей мочки. Вообще воды при аэробной мочке расходуется гораздо меньше, чем при ана-

эробной, бассейной моче: при последней требуется воды в отношении 1 : 30, т. е. на 1 т вымачиваемого растения требуется 30 т воды, а иногда и больше, тогда как при аэробной моче требуется отношение 1 : 7, а при смене мочильной жидкости — 1 : 9, т. е. воды расходуется в 3—4 раза меньше.

Столь резкое снижение потребности воды при аэробной моче объясняется распадом всех органических веществ до конечных газообразных продуктов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и отсутствием свойственных анаэробной моче промежуточных продуктов в виде различных кислот, для ослабления вредного действия которых и требуется большое разведение мочильной жидкости. Кроме этого, при аэробной моче вымачиваемые растения не находятся в постоянном соприкосновении с мочильной жидкостью, которая время от времени лишь смачивает стебли и удаляется, унося, как увидим ниже, отработанные ненужные вещества.

## 2. Роль заквасок, дополнительных веществ и антисептиков при аэробной моче

Перечисленные в предыдущем операции при аэробной моче являются основными при моче любого волокнистого растения. Таким же общим и основным мероприятием является прибавление заквасок и «дополнительных» веществ, разумея под этим смесь азотистых и фосфорнокалийных солей. Закваски готовятся из наиболее активных аэробных возбудителей пектинового брожения, например *Bacillus Cotnesii* и изолированные нами *Pectinobacter amylophilum*, *Bact. аросумі*, *Bacillus аросумі*, *Bacillus cannabinus*.

Наблюдения, однако, показали, что, помимо указанных общих заквасок и «дополнительных» веществ, для каждого растения требуются своя специфическая закваска и специфическая смесь «дополнительных» веществ для осуществления наиболее эффективной мочки, т. е. для получения наиболее доброкачественного волокна, его большого выхода и более скорой мочки.

В отношении заквасок, на основании личного опыта, мы пришли к следующему выводу: для мочки каждого растения наиболее эффективной является закваска, составленная из микробов-возбудителей пектинового брожения, имеющих на стеблях этого растения, обычно изолируемых при соблюдении определенной методики. В этом отношении нам приходилось наблюдать весьма интересные явления, которые мы и отметим вкратце.



Для аэробной мочки льна мы с большим успехом применяли аэробного *Pectinobacter amylophilum*, который давал очень хорошие результаты как по скорости мочки, так и по качеству и выходу волокна. Однако белорусский лен лучше вымачивался на смеси аэробных возбудителей пектинового брожения, изолированных со стеблей этого льна, имеющего свою специфическую, описанную нами, оригинальную микрофлору,<sup>1</sup> отличную от микрофлоры других льнов. Применяя с положительным результатом *Pectinobacter amylophilum* для аэробной мочки льна и конопли, мы получили резко отрицательные результаты при использовании этого микроба для мочки кенафа, и наоборот, изолированный нами с вымоченных стеблей кенафа специфический возбудитель, хотя и анаэробной *Bacillus cannabinus*, дал при аэробной мочке очень хорошие результаты.

Кендырь лучше вымачивался при употреблении аэробных культур: *Bact. аросуни* и *Bacillus аросуни*, изолированных нами с вымоченных стеблей этого растения.

Дикое волокнистое растение *Psoralea drupacea* хорошо вымачивалось самопроизвольно, совершенно подавив развитие искусственно прибавленного *Pectinobacter amylophilum*.

Данные показывают необходимость строгого подбора соответствующих для каждого растения микробов — возбудителей мочки.

Подбор «дополнительных» веществ для некоторых растений представляется довольно затруднительным и сложным: важно не только обеспечить мочку азотистыми и фосфорнокалийными соединениями, но и снабдить мочильную жидкость такими соединениями, которые обеспечили бы нужное течение процесса мочки и выход доброкачественного волокна. В этом отношении особенно показательным является при аэробной мочке разрастание плесени и других грибков, вызывающих пороки волокна. Развитие плесеней как бы свидетельствует о ненормальности процесса мочки; например, аэробная мочка без прибавления указанных солей протекает медленнее и допускает развитие плесеней, иногда очень значительное (до 20—25% вымачиваемого материала); прибавление азотистых и фосфорнокалийных солей ускоряет мочку, улучшает качество волокна и сокращает распространение грибков; наилучшие результаты дает, помимо указанной смеси солей,

---

<sup>1</sup> И. А. Макринов. Симбиотическая группа микробов-возбудителей пектинового брожения. Докл. в Микробиол общ. 15 I 1935.

костяная мука, прибавляемая как и соли, в количестве 0.1—0.2% от веса обрабатываемых растений.

Костяная мука дает хорошие результаты при мочке льна, кенафа и др. Наоборот, при мочке конопли она является совершенно недостаточной, кроме нее приходится прибавлять еще щелочь, например КОН в количестве 0.2—0.3%, что значительно сокращает распространение плесеней. Но еще лучше, вместо КОН, прибавить NaF1 в количестве 0.5%. Однако бывают партии конопли, настолько пораженные грибками на корню или при уборке, что для предотвращения развития грибков приходится прибавлять антисептики при замочке в бассейне. Наилучшим антисептиком является гидросульфит натрия  $\text{NaHSO}_3$  в дозе 0.5—1.0%; хорошо действуют фенол и формалин в количествах: первый — от 0.1 до 0.2%, второй — от 0.3 до 0.5% от сухого веса стеблей.

Из сказанного следует, что при аэробной мочке подбор дополнительных веществ — создание, так сказать, химической базы для мочки данного растения и умелое, удачное составление заквасок, а также определенный технологический процесс мочки — является важнейшим фактором осуществления эффективной аэробной мочки.

В связи с применением искусственных бактериальных заквасок при аэробной мочке интересно отметить возможность использования ферментов при этой мочке. Обычно применяются ферменты, полученные путем культивирования соответствующих микроорганизмов главным образом на картофеле, на крапивном отваре и последующим отжимом и фильтрацией среды и растворенных в ней ферментов. Отфильтрованная среда и служит для «ферментативной» мочки стеблей льна. Конечно, трудно представить, чтобы эта «ферментативная» среда содержала только ферменты и не имела бы микробов; при внесении в эту среду нестерильных стеблей льна также вносятся и спонтанная их микрофлора, таким образом эта «ферментативная» мочка проводится при действии не только ферментов, но и микроорганизмов.

Такая организация «ферментативной» мочки страдает рядом существенных недостатков: 1) потребляет довольно значительные количества картофеля для культивирования микробов и накопления ферментов. Это обстоятельство ограничивает размеры применения «ферментативной» мочки; 2) приготовление ферментов сопряжено с тратой большого количества времени, требует большого количества посуды, и 3) требуется вообще кропотливая и трудоемкая операция.

Исходя из указанных соображений, мы избрали другой

путь для использования ферментов при аэробной моче, именно — метод приготовления так называемой «активной жидкости», которая по существу представляет собою смесь накопленных ферментов и их образовавших высокоценных рас микробов — возбудителей пектинового брожения.

«Активная» жидкость готовится по описанному выше методу повторных мочек льна в одной и той же мочильной жидкости в отдельных чанах и представляет собою обычную мочку льна без всякой траты картофеля (гл. II, стр. 22—23). Приготовление активной закваски несколько затруднительно, но не требует больших затрат материалов и времени, а применение ее дает эффект, равный «ферментативной» моче.

### 3. Эффект аэробной мочки

Аэробная мочка по вышеописанному способу является холодноводной мочкой, проводимой без всякого подогрева и, следовательно, без затрат на подогревание и связанное с ним сложное оборудование. В этом — одно из существенных преимуществ этого способа перед тепловым.

О преимуществах этого способа перед другими будет сказано подробно ниже, здесь же мы остановимся на его способности при правильном его проведении давать: 1) первосортное волокно при большом выходе последнего и 2) увеличенную скорость мочки.

Выход и качество волокна, оцениваемые процентом выхода длинного волокна и номерностью видны из табл. 6.

Таблица 6

#### Выход длинного волокна, его номер и продолжительность аэробной и холодноводной бассейной мочки

(Составлена по актам опытов при Ленинградском сельскохозяйственном институте; № соломки: 1.5—2)

| № опыта | Выход длинного волокна в % от соломки | № волокна | Цвет волокна                | Продолжительность аэробной мочки, в часах, при температуре 14—16°С | Продолжительность мочки, в часах, в бассейне при той же температуре |
|---------|---------------------------------------|-----------|-----------------------------|--|---|
| 1       | 17—22                                 | 15/22     | Светложелтый                | 120  | 216   |
| 2       | 21—24                                 | 18/26     |                             | 108  | 192   |
| 3       | 18                                    | 21/22     | Светлый с кремовым оттенком | 107  | 164   |
| 4       | 18                                    | 21        | Тоже. Волокно очень крепкое | 124  | 182   |

Из данных этой таблицы видны достаточно высокий выход длинного волокна в пределах 18—24% и № волокна 15—21 нечесаного и 22—26% чесаного (против 12.14% выхода волокна и его № 13—16 тепловой мочки), как показали параллельные опыты тепловой мочки того же льна, и скорость мочки, почти равная скорости тепловой мочки и почти в 2 раза меньшая, чем холодноводная бассейная мочка; при этом, как правило, волокно аэробной мочки получается гораздо крепче волокна анаэробной мочки — приблизительно на 15—20%.

В связи с этим интересно отметить, что волокно анаэробной мочки теряет в своей крепости около 24%, а волокно аэробной — от 3 до 4% (Лежава).

Компетентная экспертная комиссия по отборке экспортного волокна при льнозаводе Лиозно отметила высокие качества волокна льна аэробной мочки (акт от 29 X 1932 при льнозаводе в Лиозно БССР).

Другая экспертная комиссия при Джутовой фабрике в Одессе в актах, составленных в октябре—сентябре 1928 г., указывает на высокие качества волокна кенафа аэробной мочки, характеризуя его как «волокно высшего сорта Персидского кенафа» и отмечая при этом однородность, стандартность волокна кенафа аэробной мочки сравнительно с волокном анаэробной.

Очевидно, что волокно аэробной мочки по описанному способу, при правильном его проведении, является первосортным.

К числу особых преимуществ способа аэробной мочки относится возможность вымачивать растения, не поддающиеся в обычных условиях биологической мочке, например, дикие волокнистые растения: кендырь (*Apocynum venetum*), *Psoralea drupacea*, *Narcea levis*, *Althaea nudiflora*, *Astragalus eremospartoides* и др. (об этом подробно на стр. 75).

В отношении второй особенности данного аэробного способа мочки, скорости процесса, на основании многочисленных опытов с различными волокнистыми растениями можно сделать следующий общий вывод: скорость аэробной мочки при 16—18° С равна приблизительно скорости тепловой анаэробной мочки в бассейнах. Например аэробная мочка льна при 16—18° С протекает приблизительно в 4—4,5 дня, т. е. в 96—108 часов; тепловая мочка льна в бассейне продолжается, в среднем, 3.5—4 дня, т. е. 84—96 часов; холодноводная мочка льна в бассейне при 16—18° С продолжается 7—8 дней, т. е. 168—192 часа.

В табл. 7 сведены результаты продолжительности в часах аэробной мочки различных растений сравнительно с тепловой и холодноводной в бассейнах.

Таблица 7

Продолжительность, в часах, аэробной мочки (при температуре 16—18° С) и анаэробной тепловой (30—32° С) и холодноводной (16—18° С) в бассейнах

| Название растения                  | Тепловая мочка (30—32° С) в бассейне | Аэробная мочка (16—18° С) | Холодноводная в бассейне (16—18° С) |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Лен . . . . .                      | 84—96                                | 95—108                    | 168—192                             |
| Конопля . . . . .                  | 84—120                               | 84—96                     | 168—192                             |
| Кенаф . . . . .                    | 144—168                              | 96—144                    | 240—268                             |
| Кендырь . . . . .                  | 120—144                              | 120—144                   | } Не вымачивается                   |
| <i>Psoralea drupacea</i> . . . . . | —                                    | 144—168                   |                                     |
| <i>Althaea nudiflora</i> . . . . . | —                                    | 144—168                   |                                     |
| Кора ивы . . . . .                 | 144—168                              | 120—136                   |                                     |

Данные этой таблицы показывают, что аэробная мочка протекает при комнатной температуре (16—18° С) приблизительно в 2 раза скорее, чем мочка в бассейне при той же температуре, и почти одинаково скоро с тепловой мочкой (30—32° С) в бассейне.

Факт уравнивания скорости одного и того же бактериального процесса, несмотря на значительную разницу температуры (16 и 32° С), представляет глубокий научный интерес, поскольку эта одинаковая скорость обуславливается в одном случае высокой температурой, а в другом — резким изменением направления процесса и его биохимизма.

#### 4. Биохимизм аэробной мочки прядильных растений

##### а) Реакция мочильной жидкости при аэробной мочке

Первой бросающейся в глаза особенностью аэробной мочки по данному способу является определенно выраженная нейтральная реакция мочильной жидкости в течение всего процесса мочки. Уже в аэробном способе Росси продуванием воздуха через мочильный бассейн достигалась почти нейтральная среда (рН = 6.7 — 6.8).

В нашем способе она никогда не бывает ниже рН = 6.9 и обычно колеблется в пределах от 6.9 до 7.5, в среднем рН = 7.3. Нейтральная реакция среды обуславливается, оче-

видно, весьма энергичными окислительными процессами при данной аэробной моче.

Чем же объясняется такое энергичное окисление органических веществ, разлагающихся до конечных продуктов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и др.) без образования даже малейших следов промежуточных продуктов в виде кислот, способных сообщить среде кислую реакцию?

Энергия окислительных процессов обуславливается огромными количествами воздуха, поступающего в толщу вымачиваемой растительной массы не только вследствие того, что весь процесс ведется на воздухе, заполняющем всю рыхло сложенную кучу растений, и не только вследствие засасывания воздуха в растения движущимися через них токами воды, но и вследствие того, что вода, проходя через растения, отдает им свой кислород, которым она вновь насыщается по выходе из растений, стекая тончайшими струями или каплями в нижний бассейн, из бассейна через оросительный, разбрызгивающий аппарат, попадает на растения, вновь отдает им свой кислород, которым снова насыщается, и т. д. Таким образом с каждым оборотом мочильная жидкость отдает свой кислород вымачиваемым растениям, и своей циркуляцией в течение мочки она играет роль как бы аппарата нагнетающего кислород в растения. На основании указанных соображений мы приходим к выводу, что аэробная мочка по данному способу осуществляется при резко выраженных аэробных условиях, широком доступе воздуха и энергичных окислительных процессах, приводящих почти к полной минерализации органических веществ мочильной жидкости, как видно из сравнительного химического анализа мочильной жидкости анаэробной и аэробной мочек, приведенного в табл. 8.

Из данной таблицы видно, что количество минеральных веществ в мочильной жидкости аэробной мочки почти в 7—8 раз больше, чем в мочильной жидкости анаэробной мочки и, наоборот, в первой органических веществ в 2—3 раза меньше, чем во второй.

Табл. 9 характеризует изменение количеств минеральных и органических веществ в процессе аэробной мочки конопля.

Из данных табл. 9 видно, что: 1) максимум экстрактивных веществ падает на 18—20 часов от начала мочки, а затем количество их постепенно падает; 2) смена мочильной жидкости производит резкое снижение экстрактивных веществ (от 0.27 до 0.08% через 16 часов), количество которых потом начинает постепенно увеличиваться почти вдвое;

Таблица 8

## Химический состав мочильной жидкости кенафа и льна при аэробной и анаэробной мочке

| Название материала                 | Сухой остаток, в мг на 1 л | Минеральные вещества, в мг на 1 л | %-е содержание минеральных веществ в остатке | %-е содержание органических веществ в остатке | Расход $KMnO_4$ на окисление органических веществ в 1 л мочильной жидкости, в мг |
|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|---|--|
| Аэробная мочильная жидкость льна . | 975.0                      | 608.3                             | 62.37  | 37.63   | —  |
| " " " кенафа                       | 911.7                      | 426.5                             | 46.78  | 53.22   | —  |
| Анаэробная " " льна .              | 752.0                      | 56.0                              | 7.44   | 92.55   | 1568   |
| Аэробная " " льна .                | 787.7                      | 421.0                             | 53.44  | 46.56   | 305.38   |

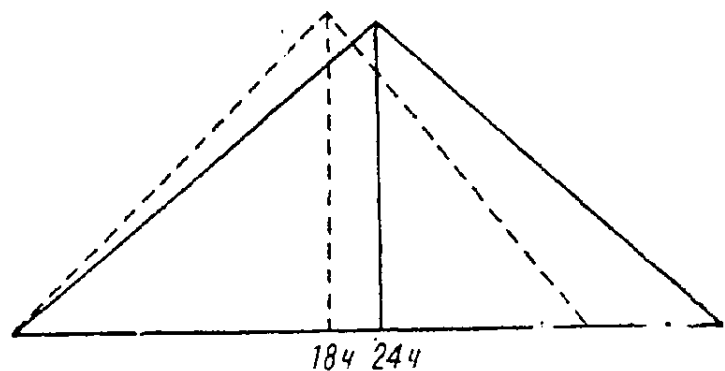
Таблица 9

## Изменение количеств минеральных и органических веществ, в %, в течение аэробной мочки конопли

| Время взятия пробы   | Общее количество сухого вещества (экстрактивного) | Минеральные соединения | Органические вещества |
|--|---|------------------------|-----------------------|
| Через 16 часов от начала мочки . . . . .                                   | 0.3718  | 0.2050                 | 0.1668                |
| Через 23 часа от начала мочки . . . . .                                    | 0.2768  | 0.1670                 | 0.1096                |
| Через 16 часов после смены мочильной жидкости . . . . .                    | 0.0840  | 0.0518                 | 0.0323                |
| Через 43 часа после смены мочильной жидкости . . . . .                     | 0.1824  | 0.1104                 | 0.0720                |
| Через 93 часа после смены мочильной жидкости . . . . .                     | 0.1738  | 0.1070                 | 0.0668                |
| Через 23 часа от начала нового опыта в той же мочильной жидкости . . . . . | 0.5040  | 0.3000                 | 0.2040                |
| Конец опыта . . . . .  | 0.2006  | 0.1386                 | 0.0620                |

3) в течение всего процесса мочки количество экстрактивных органических веществ уменьшается гораздо сильнее, чем количество минеральных, и в конце мочки количество минеральных веществ равно 0.138%, а органических — 0.062%; первых вдвое больше. Органические вещества сжигаются в аэробном процессе: минеральные вещества должны бы уве-

личиваться вследствие их освобождения после распада органических соединений, однако минеральные соединения уменьшаются вследствие потребления их микробами, а отчасти вследствие адсорбции их растениями (фиг. 13).



Фиг. 13. Кривые изменения количества органических и минеральных веществ во время мочки кенафа.

Сплошная линия — сумма минеральных и органических веществ в мочильной жидкости аэробной мочки через 24 часа; пунктирная линия — одни органические вещества, максимум через 18 часов после мочки.

Изменение количества минеральных и органических веществ в процессе аэробной мочки льна видно из табл. 10.

В табл. 10 обращают на себя внимание следующие цифры: количество минеральных веществ и азота на волокне увеличивается, что обусловливается поглощением волокном, как телом коллоидальным, этих веществ, растворенных в мочильной жидкости при ее

прсхождении через стебли льна; пентозаны сильно уменьшаются (на 83%), лигнин — почти на 50%, а количество маслянистых веществ остается на волокне почти без изменения по сравнению с количеством их в стебле, что обусловливает маслянистость волокна льна — весьма ценное его свойство для прядения. Для устранения излишних минеральных соединений и лигнина стебель льна после аэробной мочки должен хорошо отжиматься с промывкой. Высокое содержание лигнина

Таблица 10

Химический состав соломы, тресты и волокна аэробной мочки, в % на абсолютно сухую навеску

| Название материалов                       | Влажность | Зола | Общий азот | Пентозаны | Клетчатка по |             | Лигнин | Маслянистые и смолы вещества |
|---|-----------|------|------------|-----------|--------------|-------------|--------|------------------------------|
|   |           |      |            |           | Гофмейстеру  | Крос-Бевину |        |                              |
| Льняная солома до мочки . . .             | 11.46     | 2.67 | 0.81       | 16.29     | 43.31        | 54.0        | 13.24  | 5.12                         |
| Льняная солома после мочки (треста) . . . | 13.02     | 1.34 | 0.28       | 14.34     | 55.07        | 61.45       | 20.42  | 3.34                         |
| Волокно . . . . .                         | 11.4      | 2.46 | 1.13       | 2.78      | 75.25        | 81.26       | 7.28   | 4.50                         |



обусловливается приставшими к волокну частичками полуразрушенных клеток паренхимы.

## б) Поведение микрофлоры в процессе аэробной мочки

Распределение микробов в жидкости и на стеблях в процессах тепловой и аэробной мочки представляет большой научный интерес, поскольку он обусловливается биохимизмом биологического процесса в том и другом случае.

В тепловой бассейной мочке не происходит собственно мочки в первую половину процесса (в течение первых 18—20 часов) и на стеблях не обнаруживается никаких изменений. В это время почти вся микрофлора сосредоточена в мочильной жидкости, содержащей большое количество экстрактивных веществ (сахаров, крахмала, отчасти пектиновых веществ, глюкозидов, растворимых азотистых соединений, минеральных солей и др.). На счет этих легко разлагающихся веществ и происходит первоначальное, так называемое «пенное», брожение, идущее с образованием, вследствие обильного выделения газов, большого количества пены на поверхности мочильной жидкости и различных органических кислот, отчасти спиртов и эфиров. Приблизительно через 20—22 часа это брожение затихает и совершенно прекращается; кончается первая фаза мочки — наступает момент отсутствия брожения, после которого начинается вторая фаза мочки, когда брожение возобновляется — это собственно брожение пектиновых веществ. Теперь уже на стебле (на срезе) заметны изменения в его эпидермисе и коровой паренхиме: начинается ослизнение, а под микроскопом можно видеть на стебле присутствие микробов мочки и их сопровождающих.

Таким образом тепловая мочка льна протекает в 2 фазы, из которых в первую фазу не происходит собственно мочки, микробы пектинового брожения бывают подавлены и проявляют свою жизнедеятельность во вторую фазу лишь после разложения экстрактивных веществ.

Совсем иную картину представляет распределение микробов в жидкости и на стебле при аэробной мочке (например льна). Здесь можно наблюдать оседание микробов, в особенности микробов мочки, на стеблях уже в первые часы мочки — через 4—5 часов, что легко обнаруживается микроскопически. Через 8—10 часов от начала мочки становится заметным ослизнение стеблей, т. е. разложение эпидермиса и паренхимы. Таким образом работа и размножение специ-

фических микробов мочки на стеблях уже происходят, несмотря на присутствие в мочильной жидкости еще большого количества органических веществ (табл. 9).

При аэробной мочке распад экстрактивных веществ и пектиновое брожение идут одновременно и параллельно. Это явление происходит вследствие адсорбции, оседания микробов на стеблях, которое с течением мочки все усиливается, между тем как в жидкости количество микробов становится все меньше и меньше. Мы подсчитывали количество микробов в мочильной жидкости каждый день в течение всего процесса аэробной мочки. Из мочильной жидкости одним и тем же платиновым ушком делали посева на пластинки из м. п. агара с сахаром, по 2 пластинки на каждый день, и подсчитывали количество колоний, брали среднее из 2 пластинок; количество колоний обозначалось цифрами: максимальное, около 3000 колоний, — цифрой 10; минимальное, около 100—150 колоний, — цифрой 1; все остальные промежуточные цифры распределились между ними. Результаты подсчета видны из следующих данных:

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| К концу 1-го дня мочки . . . . . | 8—10 |
| „ 2-го „ „ . . . . .             | 5—6  |
| „ 3-го „ „ . . . . .             | 2—3  |
| „ 4-го „ „ . . . . .             | 0—1  |

В конце мочки в мочильной жидкости наблюдается лишь ничтожное количество микробов. Это явление особенно резко заметно при мочке на заквасках и пастеризации стеблей.

В анаэробной мочке подавляющее количество микробов находится в мочильной жидкости и только часть действующей микрофлоры появляется на стеблях лишь во вторую фазу мочки. В аэробной мочке, наоборот, специфическая микрофлора с самого начала мочки оседает на стеблях, а развившаяся в мочильной жидкости микрофлора в процессе мочки постепенно оседает на стеблях, а в жидкости остается небольшое количество микробов.

Сосредоточение всей действующей микрофлоры на стеблях в первые же часы мочки значительно ускоряет процесс аэробной мочки. Здесь нет предварительной биологической фазы, как в тепловой мочке, и нет того антагонизма между микрофлорой мочильной жидкости и микрофлорой стеблей, который существует в тепловой мочке, что составляет одно из важных преимуществ аэробной мочки.

## в) Адсорбция ферментов вымачиваемыми растениями при аэробной мочке

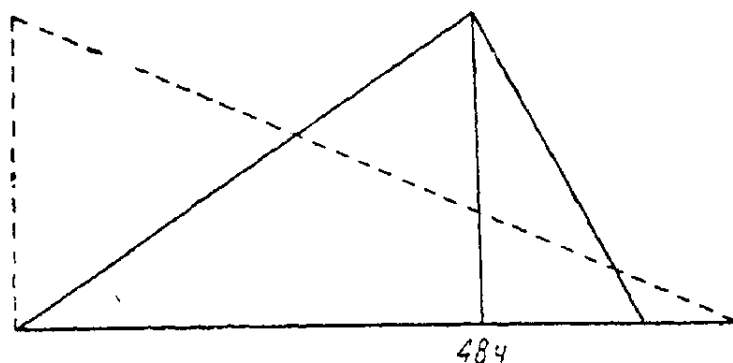
Подобно тому как было изучено распределение микробов в жидкости и на стеблях, мы также исследовали распределение ферментов в мочильной жидкости и на стеблях.<sup>1</sup> Для исследования были взяты ферменты: каталаза, инвертаза, пероксидаза и амилаза. Ферменты определялись в мочильной жидкости и на стеблях ежедневно в течение всего процесса мочки. В результате оказалось, что в начале мочки ферменты находятся в мочильной жидкости в довольно большом количестве, которое постепенно увеличивается и к концу первого

дня для амилазы, второго дня для инвертазы и третьего дня для каталазы и пероксидазы достигает максимума, затем количество ферментов начинает уменьшаться в мочильной жидкости и увеличивается на стеблях. К концу третьего дня в мочильной жидкости количество ферментов значительно снижено, а в конце четвертого дня оно

равно почти нулю, в этот момент мочильная жидкость энзиматически мертва, так как все ферменты адсорбировались стеблями вымачиваемого растения (фиг. 15—18).

Параллельное исследование ферментов мочильной жидкости анаэробной тепловой мочки обнаружило их постепенное нарастание именно в мочильной жидкости до конца мочки. Таким образом при тепловой мочке в бассейне мы имеем обратное явление сравнительно с аэробной мочкой: накопление ферментов в мочильной жидкости и минимальное их количество на стеблях; в аэробной же мочке, наоборот,— максимум ферментов на стеблях и почти полное отсутствие в мочильной жидкости, что видно из табл. 11.<sup>2</sup>

В мочильной жидкости, аэробной и анаэробной, по окончании мочки были определены следующие ферменты: ката-



Фиг. 14.

Сплошная линия — окисляемость мочильной жидкости по Кубелю (через 48 часов); пунктирная линия — окисляемость вытяжки из стеблей постепенно падает до конца мочки.

<sup>1</sup> Эту работу, по нашему заданию, проводил Б. В. Троицкий.

<sup>2</sup> Б. В. Троицкий. О ферментах при аэробном и анаэробном брожении пектиновых веществ. (Архив биологич. наук, т. XXIX, вып. III, 1929).

лаза, пероксидаза, инвертаза и амилаза (табл. 11). Каталаза определялась таким образом: к 20 см<sup>3</sup> мочильной жидкости прибавлялось 30 см<sup>3</sup> 1%-ной Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>. Параллельно к другим 20 см<sup>3</sup> мочильной жидкости, после инактивирования на водяной бане (10 минут) и охлаждения, прибавлялось 30 см<sup>3</sup> Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>, после этого оба раствора взаимодействовали в течение 40 минут. Реакция останавливалась прибавлением 10 см<sup>3</sup> Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10%), и жидкость тотчас титровалась  $\frac{N}{10}$  раствором КМnO<sub>4</sub> до появления устойчивой розовой окраски. Результаты выражались в см<sup>3</sup>  $\frac{N}{10}$  КМnO<sub>4</sub> на 1 л мочильной жидкости.

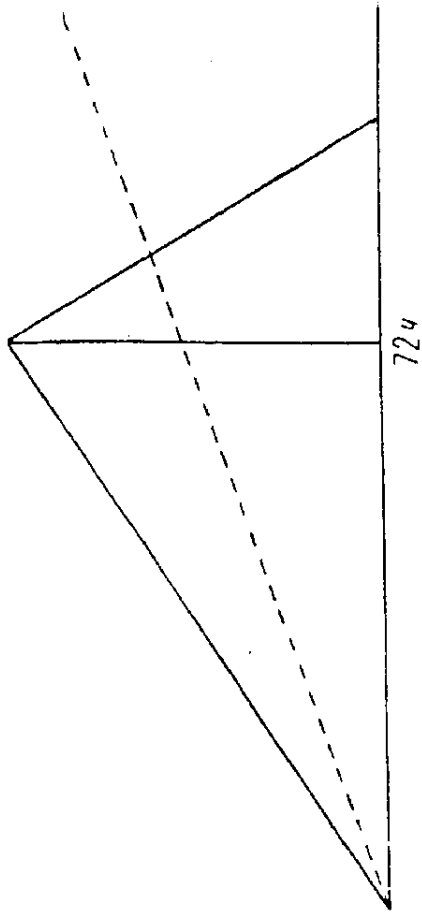
Пероксидаза определялась таким образом: реакционная смесь состояла из 40 см<sup>3</sup> мочильной жидкости + 5 см<sup>3</sup> 10% пирогаллола + 2 см<sup>3</sup> 1% раствора Н<sub>2</sub>О<sub>2</sub>; продолжительность опыта — 24 часа при 32° С. Образовавшийся пурпургалин отфильтровался через асбестовый фильтр, промывался и растворялся в Н<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (уд. в. 1.84), фильтр снова промывался дистиллированной водой так, чтобы концентрация соответствовала отношению кислоты в растворе, равному 1 : 10. Кислый раствор окислялся  $\frac{N}{10}$  КМnO<sub>4</sub> при слабом нагревании и дотитровывался  $\frac{N}{10}$ -й щавелевой кислотой. При пересчетах на пурпургалин принималось, что 1 см<sup>3</sup>  $\frac{N}{10}$  КМnO<sub>4</sub> отвечает 0.7 мг пурпургалина.

Инвертаза и амилаза выражаются в мг Сu на 10 см<sup>3</sup> мочильной жидкости за 24 часа при действии их на 1% растворы сахарозы и растворимого крахмала.

Таблица 11

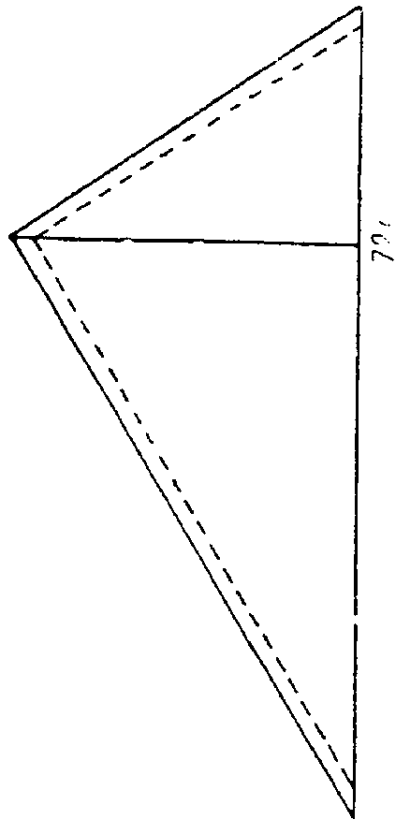
**Ферменты мочильной жидкости льна и кенафа аэробной и анаэробной мочки**

| Название материала        | Каталаза, в см <sup>3</sup> $\frac{N}{10}$ КМnO <sub>4</sub> на 1 л жидкости | Пероксидаза, в см <sup>3</sup> $\frac{N}{10}$ КМnO <sub>4</sub> | Инвертаза               | Амилаза |
|---------------------------|--|---|-------------------------|---------|
|                           |  |   | в мг Сu на 1 л жидкости |         |
| Аэробная льна . . . . .   | 515  | 10  | 25.0                    | 595     |
| „ кенафа . . . . .        | 25   | 5   | 40.0                    | 10      |
| Анаэробная льна . . . . . | 3560   | 52.5  | 120.0                   | 870     |



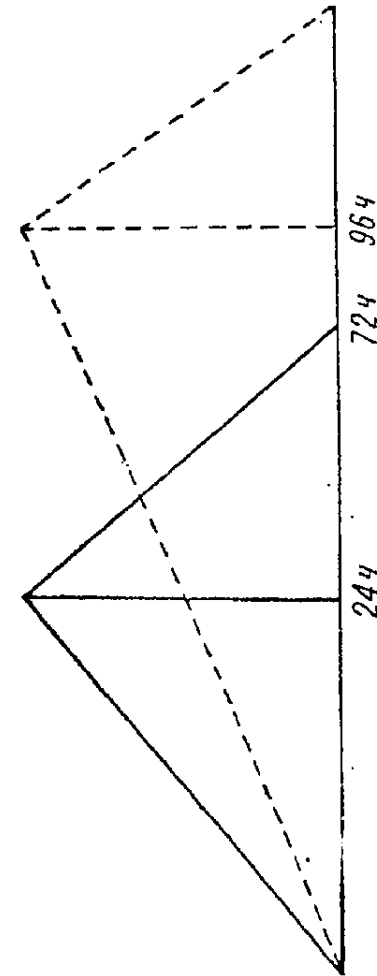
Фиг. 16.

Сплошная линия — пероксидаза мочильной жидкости возрастает до 72 часов, затем быстро падает до конца мочки; пунктирная линия — пероксидаза стеблей медленно, но неуклонно возрастает в течение всей мочки.



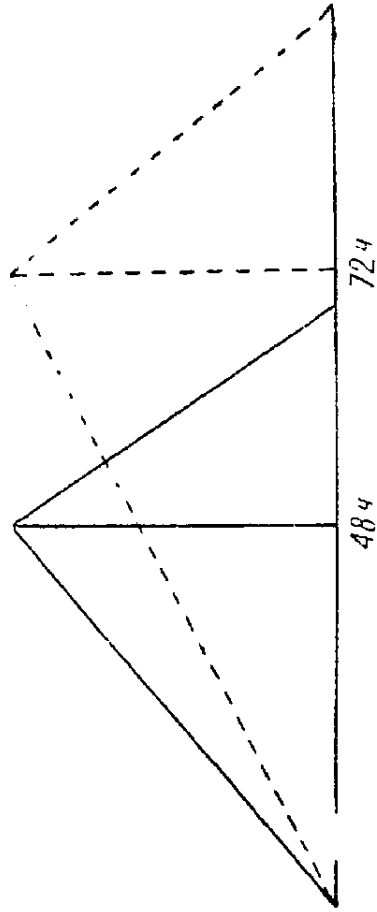
Фиг. 15.

Сплошная линия — каталаза мочильной жидкости постепенно возрастает до 72 часа; пунктирная линия — каталаза стеблей изменяется параллельно.



Фиг. 17.

Сплошная линия — амилаза мочильной жидкости до 24 часа и затем постепенно падает; пунктирная линия — амилаза стеблей достигает максимума через 96 часов.



Фиг. 18.

Сплошная линия — инвертаза мочильной жидкости возрастает до 48 часов, затем падает; пунктирная линия — инвертаза стеблей достигает максимума через 72 часа и затем падает.

Из данных табл. 11 видно, что в мочильной жидкости льна и кенафа аэробной мочки ферментов во много раз меньше, чем в мочильной жидкости анаэробной мочки этих же растений.

Концентрация ферментов на стеблях, которые собственно и являются объектом брожения, имеет огромное преимущество для аэробной мочки и в значительной мере активизирует процесс мочки.

Надо отметить, что ферменты в данном случае двойного происхождения — из культур размножившихся микробов (бактериальные) и из вымачиваемых растений.

### г) Избирательная способность вымачиваемых растений по отношению к различным веществам при аэробной мочке

При аэробной мочке по данному способу различных волокнистых растений мы наблюдали весьма интересное явление выбрасывания, выделения с мочильной жидкостью вымачиваемым материалом ненужных или даже вредных для процесса мочки веществ и, наоборот, задержки или поглощения нужных, полезных для процесса соединений — минеральных и органических. Почти все волокнистые растения содержат смолисто-маслянистые, пигментные, красящие, дубильные, каучукоподобные и другие вещества, ненужные или даже вредные для процесса мочки. Эти вещества и вымываются мочильной жидкостью при ее циркуляции через вымачивание растения, жидкость делается темнобурой или черной.

При дальнейшей циркуляции мочильной жидкости через вымачиваемый материал эти экстрагированные бурые или темно-окрашенные соединения так и остаются в мочильной жидкости, не задерживаясь на стеблях. Насколько неблагоприятно влияние этих веществ на мочку, — показывает следующий опыт. Равные по длине, толщине и возрасту стебли кенафа разрезались на 3 части: верхнюю треть, среднюю и нижнюю. Каждая треть из этих отрезков вымачивалась отдельно в сосудах. Оказалось, что верхняя треть почти не давала темных соединений в мочильной жидкости, средняя — давала их довольно умеренное количество, а нижняя — максимум; затем каждая из этих третей, вымоченная отдельно, обнаружила следующее: мочка верхушек закончилась почти в 2 раза скорее, чем мочка нижней трети, а средняя заняла промежуточное положение. Этот опыт показывает вредное действие на мочку этих буроокрашенных соединений в теп-

ловой бассейной моче, где они остаются в соприкосновении с микрофлорой. Наоборот, вредного действия при аэробной моче, где стебли большую часть мочки не соприкасаются с мочильной жидкостью, не существует

Насколько велика адсорбционная, поглощающая необходимые вещества способность вымачиваемой аэробным способом растительной массы, — видно из следующего опыта: в мочильную жидкость был прибавлен  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ , присутствие которого определялось реактивом Nessler'a. Получены были следующие результаты:

|       |     |            |         |               |      |
|-------|-----|------------|---------|---------------|------|
| После | 1-й | циркуляции | реакция | очень сильная | (++) |
| •     | 2-й | •          | •       | слабее        | (+)  |
| •     | 3-й | •          | •       | слабая        | (+)  |
| •     | 4-й | •          | •       | отсутствует   | (0)  |

Таким образом необходимые для процесса азотистые и фосфорнокалийные соединения энергично поглощаются вымачиваемым растением.

При прибавлении же в мочильную жидкость ненужного вещества, например  $\text{CaCO}_3$ , последний оставался в ней в неизменном количестве до конца мочки, показав вначале и в конце одну и ту же кислотность среды.

Избирательная по отношению к необходимым для процесса веществам способность вымачиваемой массы растений, надо думать, аналогична избирательной способности, например, корня, воспринимающего из почвенного раствора, в силу осмоса и ассимиляции, потребные вещества и отбрасывающего ненужные, непотребляемые.

#### д) Специфичность процесса аэробной мочки

При использовании активных заквасок из культур микробов—возбудителей пектинового брожения, при наличии специфических реагентов, искусственно прибавляемых в виде дополнительных веществ, при резко выраженных специфических условиях аэробной мочки (одинаковое в течение всего процесса орошение, аэрация, реакция, отсутствие побочных продуктов жизнедеятельности и др.), создается резко выраженный специфический, одинаковый (при условии равномерного орошения) во всей массе вымачиваемых растений процесс пектинового брожения.

Эта резко выраженная специфичность обуславливается весьма активной работой специфических микробов—возбудителей данного процесса, внесенных в начале мочки и находящихся благоприятные условия для своей жизнедеятельности:

определенную химическую среду (пектиновые вещества, прибавленные азотистые и фосфорнокалийные соли), нейтральную реакцию, усиленную аэрацию, увлажнение, удаленные экстрактивные вещества и др. Поэтому активные специфические возбудители мочки, максимально приспособленные к данным условиям, естественно вытесняют со стеблей посторонние микроорганизмы, и потому никаких других побочных процессов в данном случае не возникает и процесс делается резко выраженным специфическим.

В результате такого течения процесса мочки получается волокно высокого качества и однородное во всей перерабатываемой партии — «штандартное» волокно.<sup>1</sup>

В качестве сопровождающего процесса, протекающего лишь в слабой степени, интересно отметить размножение *Azotobacter*, очевидно, на счет экстрактивных, пектиновых веществ и продуктов их гидролизом (спирты и кислоты). Процесс этот, во всяком случае, только на пользу мочке, так как создает дополнительный источник азотистого питания для микробов—возбудителей пектинового брожения.

На размножение *Azotobacter* при анаэробной бассейной мочке как на положительный фактор указывает Минервин; он даже сделал попытку на этом явлении «симбиоза» обосновать «новый» способ мочки льна, при котором размножение *Azotobacter* и его азотфиксирующая способность является условиями более активной жизнедеятельности микробов пектинового брожения и ускоренной мочки, однако в дальнейшем эти предположения не подтвердились.

Другим бактериальным процессом, не сопровождающим мочку, но могущим развиваться к концу ее, является аэробное целлюлозное брожение, представляющее собою серьезную опасность для крепости волокна в случаях перемочки, т. е. запаздывания, несвоевременного прекращения мочки. Наша довольно продолжительная практика применения аэробной мочки с различными волокнистыми растениями не дает оснований для беспокойства за порчу волокна при аэробной мочке целлюлозными бактериями, так как конец мочки легко распознается на практике и мочка всегда прекращается в нужный момент; во время же мочки целлюлозобактерии не действуют, так как волокно еще закрыто пектиновыми веществами (что легко наблюдать под микроскопом)

---

<sup>1</sup> Заключение Экспертной комиссии по волокну аэробной мочки кенафа при Джутовой фабрике в Одессе: „волокно однородное во всей партии, и все партии волокна похожи друг на друга“.



и микробы пектинового брожения, заселяя сплошь весь стебель, вытесняют все другие виды микробов, не имеющих отношения к пектиновому брожению.

#### е) Описание лабораторного прибора для аэробной мочки

Приведенные экспериментальные данные в отношении приемов проведения аэробной мочки и выяснения ее особенностей были получены как на полужаводских установках (стр. 31), так и на лабораторном приборе, к описанию которого и переходим.

Сконструированный нами лабораторный прибор для проведения аэробной мочки представляет собой копию полужаводских установок, применяющихся нами в опытах в производственных условиях. Он имеет следующее устройство: 4 столбика, длиной по 75 см, связываются вверху и внизу поперечными распорками, длиной в 35 см каждая; на расстоянии 20 см от нижнего конца (у нижней связи распорок) имеется решетчатое дно (*б*); между дном и верхней связью, на равном расстоянии, устраиваются 2—3 подвижные, решетчатые рамы, в случае ненадобности удаляемые; стенками этой 4-угольной установки (*Д*) являются стеклянные выдвигаемые листы. Над верхней связью располагаются 4 желобочка (ящика) (*в*) с щелевидными сверху на продольных стенках прорезами (*а*) для стекания через них мочильной жидкости. На эти установленные параллельно 4 желобка накладывается поперек желобок (*г*) несколько больших размеров, также с прорезами сверху на продольных стенках; эти прорезы приходятся над нижними желобками. Такое устройство «оросительного» аппарата ведет к тому, что жидкость из верхнего ящика, по его заполнении, выливается через указанные прорезы струями в нижние желобки, по заполнении которых выливается тонкими струйками через верхние прорезы. Если в каждом желобке делается, примерно, по 12 прорезов на стенке, то один желобок дает 24 струйки, а 4 желобка — 96 струек на площадь внутри прибора (занимаемую обрабатываемым материалом) приблизительно в 400 см<sup>2</sup>. Следовательно, одна струйка орошает площадь в 4 см<sup>2</sup>. Вместо описанного «оросительного» аппарата можно применить Сегнерово колесо, постоянно вращающееся под напором поступающей в него жидкости и орошающее вымачиваемый материал.

Весь 4-угольный прибор устанавливается в 4-угольный ящик (*В*) из оцинкованного железа, шириной и длиной в 45 см,

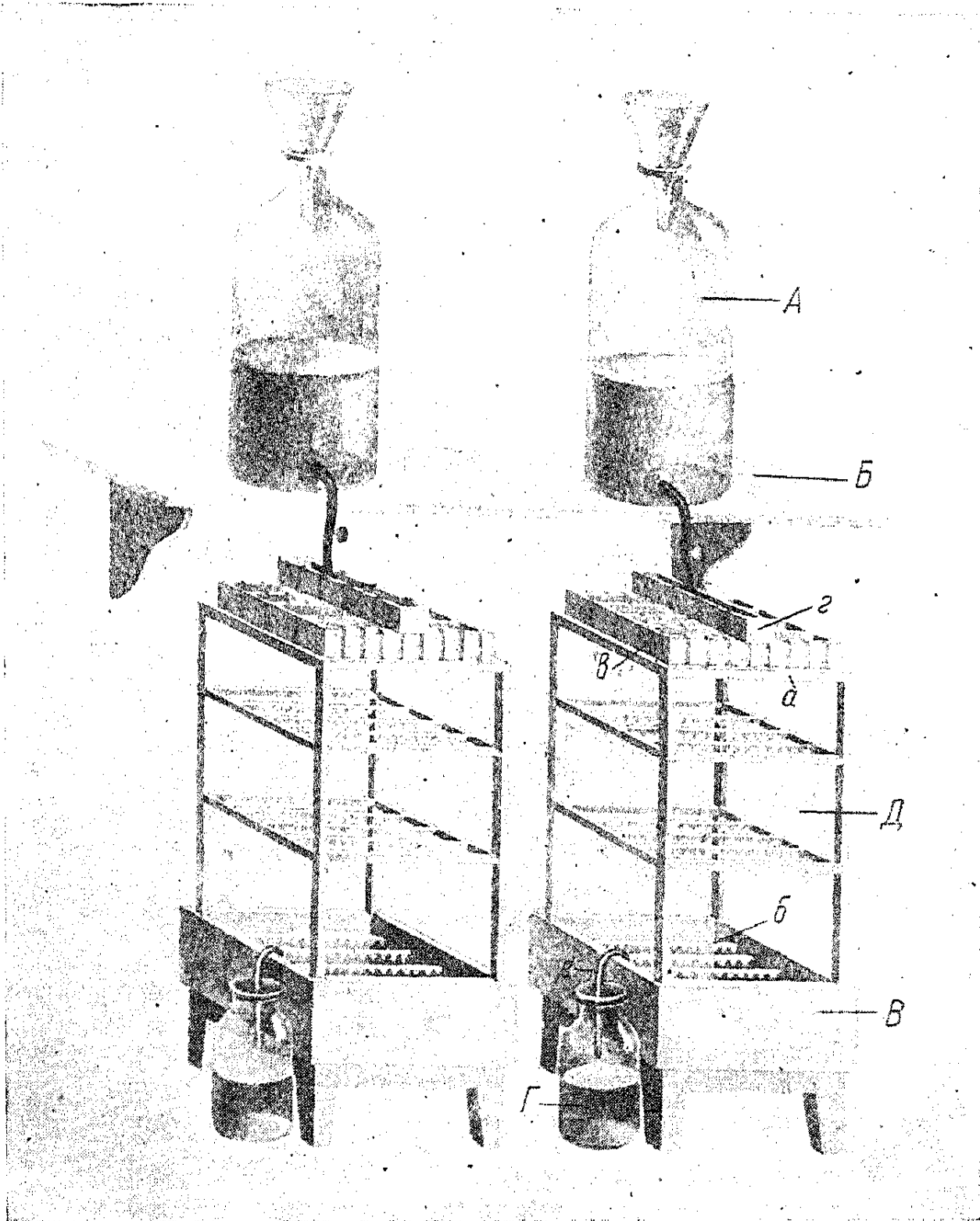
глубиной в 20 см. Данный аппарат с металлическим сосудом устанавливается около этажерки (Б), которая должна быть выше его. На этажерку устанавливается большая бутылка (А), с нижним тубусом, емкостью приблизительно 14—15 л; в нижний тубус вкладывается резиновая пробка с стеклянной трубочкой, на которую надевается гуттаперчевая трубка с стеклянной трубочкой на конце. На гуттаперчевой трубке имеется винтовой зажим, которым можно регулировать струю. Действие прибора заключается в следующем: внутрь прибора на дно устанавливается сноп волокнистого растения соответственных размеров. В верхний сосуд (А) наливается вода, наполняющая через нижний тубус и гуттаперчевую трубку верхний желоб; отсюда она вытекает струями, заполняет нижние желобки и многочисленными струйками орошает сноп вымачиваемого растения. Пройдя через этот сноп, жидкость выливается в указанный металлический сосуд (В), в котором стоит аппарат. По наполнении нижнего сосуда, поступление воды в «оросительный» аппарат останавливается зажимом на гуттаперчевой трубке. Жидкость из нижнего металлического сосуда сифоном (е) выливается в сосуд (Г), которым переливается в верхнюю бутылку. Когда жидкость из нижнего сосуда перелита в верхний, орошение возобновляется.

Таких аппаратов следует иметь два: один служит для контрольного, а другой — для опытного исследования (общий вид двух аппаратов изображен на фиг. 19 и 20).

Если мочку стеблей желают провести при горизонтальной их укладке, то стебли разрезают на части, длиною в 20—25 см, и укладывают их горизонтальными, взаимоперпендикулярными рядами на дно и на указанные выдвижные рамы; при этих условиях иногда достигаются лучшие результаты орошения и мочки. Но, во всяком случае, как при горизонтальной, так и вертикальной укладке стеблей последние должны быть предварительно смочены для более равномерного орошения.

При такой организации опытов аэробной мочки очень удобно следить за процессом мочки, за ее фазами, за реакцией мочильной жидкости и ее микрофлорой, за изменением микрофлоры на стеблях, за действием заквасок и качеством получаемого волокна.

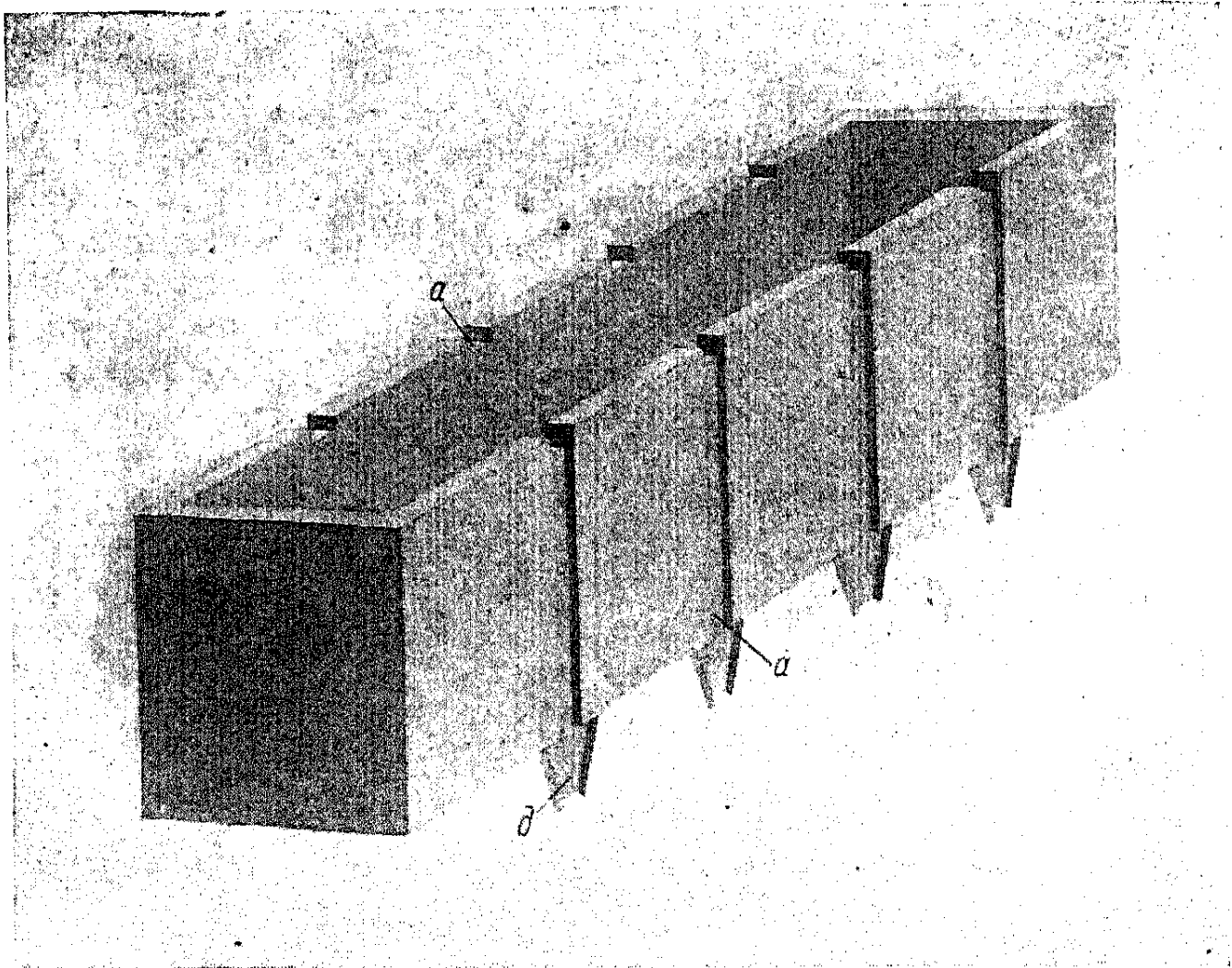
Значение описанного аэробного метода мочки, прежде всего, заключается в том, что это — первый случай проведения бактериального процесса не в сосуде, который всегда в той или другой степени искажает его биохимизм и нормальное течение, а на воздухе. Помимо этого, бросаются в глаза новые,



Фиг. 19. Лабораторный прибор аэробной мочки в собранном виде.

глубоко оригинальные биохимические особенности этого процесса, дающие возможность впервые установить представление о «нормальном» течении бактериального процесса, в котором действующий микроб, не испытывая никаких угнетающих его вредных влияний со стороны среды и продуктов своей жизнедеятельности, имеет возможность проявить всю

силу своего бактериального и ферментативного воздействия на стебли, на которых, в силу адсорбции, концентрируются как ферменты, так и сами действующие бактерии. Нейтральная же реакция в течение всего процесса, почти неизменяющаяся концентрация мочильной жидкости, вымывание ненуж-



Фиг. 20. Желобок из оросительного прибора с прорезами сверху [деталь лабораторного прибора аэробной мочки (фиг. 19)].

*a* — прорезы в стенке сосуда; *d* — направляющие в стенке сосуда желобки для стекания жидкости.

ных, вредных веществ и оседание полезных составляют ту основу, которая определяет энергичное течение процесса.

В дальнейшем, путем сравнения с обычным аэробным процессом мочки в бассейне, мы еще подробнее и яснее очертим все значение замечательных свойств аэробного метода,

## СРАВНЕНИЕ АНАЭРОБНОЙ и АЭРОБНОЙ МОЧЕК; ПРЕИМУЩЕСТВА ПОСЛЕДНЕЙ

Это сравнение мы проведем по следующим основным моментам биологического процесса мочки: 1) влияние на микрофлору мочки в том и другом случае продуктов, накаплиющихся в мочильной жидкости; 2) распределение микрофлоры мочки на стеблях и в мочильной жидкости в анаэробной и аэробной мочках; 3) распределение ферментов в мочильной жидкости и на стеблях в той и другой мочке; 4) специфичность процесса мочки в том и другом случае; 5) избирательная способность вымачиваемых растений при аэробной мочке и ее значение для процесса мочки; 6) концентрация мочильной жидкости в анаэробной и аэробной мочках.

1. Влияние на микрофлору мочки продуктов, накаплиющихся в мочильной жидкости. При анаэробной мочке накапливается в мочильной жидкости большое количество различных экстрактивных веществ и продуктов жизнедеятельности действующей микрофлоры. Среди экстрактивных веществ имеются легко разлагаемые соединения: углеводы (сахара, растворимый крахмал и др.), глюкозиды, отчасти пектиновые вещества, но здесь находятся также экстрактивные вещества, очень слабо поддающиеся воздействию микробов, остающиеся без изменения почти в течение всего процесса анаэробной мочки и неблагоприятно действующие как на микробов мочки, так и на волокно (смолисто-маслянистые, воскообразные, дубильные, каучукообразные, соли тяжелых металлов и др.).

К неблагоприятному влиянию этих экстрактивных веществ присоединяется еще угнетающее действие продуктов жизнедеятельности микробов на самих микробов, в особенности органических кислот (масляная, уксусная, муравьиная, валериановая и др.) и отчасти спиртов и эфиров. Эти продукты жизнедеятельности, в особенности органические кислоты, неизбежно входят во вторичные реакции с различными экстрактивными веществами, в результате чего образуются новые продукты, которые, возможно, также вредны для микробов мочки. Все эти вещества постоянно увеличивают концентрацию мочильной жидкости, также неблагоприятно влияющую на работу микробов мочки; главнейшим, особенно вредно действующим на микробов мочки фактором, является кислотность мочильной жидкости, доходящая в конце первой фазы

до  $pH = 3.4-3.8$ , ослабевающая вследствие прибавления свежей воды и затем снова увеличивающаяся во время второй фазы до тех же пределов  $pH = 3.8-4.0$ . В конечном результате совокупного действия указанных экстрактивных веществ и продуктов жизнедеятельности анаэробная мочка, даже со сменой мочильной жидкости, дает затяжной процесс мочки, недоброкачественную продукцию, антисанитарные условия мочки и дорогие эксплуатацию и оборудование.

Естественно задать вопрос: каковы экстрактивные вещества и продукты жизнедеятельности и каково их влияние на микробов при аэробной мочке? Здесь мы найдем те же экстрактивные, легко разлагающиеся под действием микробов вещества (углеводы, глюкозиды, пектиновые вещества и др.), но при аэробной мочке эти вещества разлагаются до конечных, т. е. газообразных продуктов  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$  и др., поэтому образование органических кислот не происходит, реакция мочильной жидкости остается нейтральной и вредного действия кислотности, главного фактора угнетения микрофлоры мочки, не бывает. В этом обстоятельстве — одно из важнейших преимуществ аэробной мочки.

Помимо легко разлагающихся веществ, мочильной жидкостью, как выше было указано, экстрагируются другие вещества, трудно поддающиеся воздействию микробов и, в свою очередь, действующие на них неблагоприятно (смолисто-маслянистые, дубильные, каучукоподобные, соли тяжелых металлов и др.). Как эти вещества ведут себя при аэробной мочке? Было уже указано, что при аэробной мочке все вещества, неблагоприятные, ненужные для процесса биологической мочки, не задерживаются вымачиваемыми растениями и вымываются из них. Микрофлора стеблей лишь в малой степени соприкасается с указанными веществами, уносимыми движущимся током воды; наоборот большую часть времени мочки увлажненные растения не соприкасаются с мочильной жидкостью, и потому вредное влияние этих веществ на микробов мочки и волокно сводится почти к нулю.

Из описанного сравнения анаэробной и аэробной мочек волокнистых растений можно сделать общий вывод, что, в противоположность резко выраженному угнетающему воздействию среды на микробов анаэробной мочки, те же агенты при аэробной мочке не испытывают почти никакого неблагоприятного влияния со стороны среды.

2. Распределение микробов на стеблях и в мочильной жидкости анаэробной и аэробной мо-

чек значительно различается вследствие глубокого различия биохимизма мочки анаэробной и аэробной.

Как было указано, анаэробная мочка распадется на две фазы: брожение только экстрактивных веществ, когда изменение в стеблях не происходит (в период около 18—20 часов), вся действующая микрофлора сосредоточена исключительно в мочильной жидкости, а на стеблях ее нет.<sup>1</sup> Только во вторую фазу мочки, начинающуюся приблизительно через 20—22 часа от начала мочки, когда начинается распад тканей растения, т. е. собственно пектиновое брожение, на стеблях появляются микробы. Эти же микробы находятся в некотором количестве и в мочильной жидкости, среди обильной микрофлоры предыдущей фазы; с этой микрофлорой действующие теперь специфические возбудители пектинового брожения находятся в антагонизме, испытывая на себе все неблагоприятные влияния продуктов жизнедеятельности посторонней микрофлоры.

Совсем другую картину распределения микробов в жидкости и на стеблях мы имеем при аэробной мочке. Непосредственные наблюдения показывают, что в первые же часы мочки появляются и в мочильной жидкости и на стеблях специфические возбудители пектинового брожения, но в последующие часы мочки, при циркуляции мочильной жидкости через вымачиваемое растение, микробы мочки постепенно все более и более оседают на стеблях, а жидкость от них освобождается и к концу мочки содержит лишь ничтожное количество бактерий. Возбудители пектинового брожения находятся на стеблях в наиболее благоприятных условиях и легко вытесняют постороннюю микрофлору, не приспособленную

---

<sup>1</sup> Первую фазу мочки прядильных растений можно уподобить „инкубационной“ стадии каждого бактериального процесса, в течение которой происходит только размножение микробов — возбудителей данного процесса, но самый процесс еще не начинается. Например, в молочнокислом брожении при 30° С в стерильном молоке под влиянием чистой культуры *Bact. lactis acidi* Leicht. инкубационная стадия продолжается около 6—7 часов; в течение этого времени происходит только размножение микроба и ни малейшего накопления кислоты, что легко определяется титрованием щелочью. При мочке прядильных растений вклинивается в эту „инкубационную“ стадию „пенное“ брожение экстрактивных веществ, которое совершенно подавляет размножение собственно возбудителей пектинового брожения. При аэробной же мочке в первые же часы начинается и размножение микробов мочки и их действие на стебли, т. е. как будто никакой инкубационной стадии нет. Этот факт наводит на мысль, не является ли „инкубационная“ стадия результатом ненормальных условий жизнедеятельности микробов при обычных методах производства различных бактериальных процессов.



к разложению пектиновых веществ. Таким образом при аэробной моче возбудители пектинового брожения, сосредоточиваясь на стеблях, которые и являются объектом их воздействия, легко вытесняют постороннюю микрофлору с самого начала мочки и потому не испытывают с их стороны угнетающего влияния, как это имеет место при анаэробной моче.

3. Распределение ферментов в мочильной жидкости и на стеблях при анаэробной и аэробной мочках также различно и следует тем же правилам, как и распределение микробов. При анаэробной моче ферменты растений и микробов сосредоточиваются, главным образом, в мочильной жидкости и лишь отчасти на стеблях. Если принять во внимание столь значительное превосходство количества мочильной жидкости перед количеством стеблей (30 : 1), смену ее, то станет понятно, насколько разведены в воде ферменты и насколько ослаблено их действие при анаэробной моче. При аэробной моче происходит обратное: ферменты имеются в мочильной жидкости в начале мочки, но по мере циркуляции мочильной жидкости через вымачиваемую массу растений ферменты все более и более оседают на стеблях, адсорбируясь ими, а в жидкости их становится все меньше и меньше. К концу мочки мочильная жидкость аэробной мочки «энзиматически мертва». Таким образом при аэробной моче концентрируются на стеблях микробы и ферменты, т. е. вся сила бактериального и ферментативного воздействия на стебли, являющиеся главным объектом брожения. Это явление сосредоточивания микробов и ферментов следует считать одним из важнейших преимуществ аэробной мочки перед анаэробной.

4. Избирательная способность вымачиваемых растений при анаэробной и аэробной мочках. При анаэробной моче нельзя говорить об избирательной способности вымачиваемых растений воспринимать в себя вещества, необходимые для биологического процесса мочки, и отбрасывать вредные, ненужные: все эти вещества растворены в мочильной жидкости, в которую погружены стебли мокнущих растений, находящиеся в постоянном соприкосновении с этими веществами, оказывающими на них и полезное, и вредное действие. При аэробной моче мы имеем совершенно другое: полезные, необходимые для биологического процесса мочки вещества, как было показано выше, поглощаются, задерживаются вымачиваемыми растениями, и наоборот, ненужные или вредные для процесса мочки вещества не задерживаются, выбрасываются; отсюда понятно, насколько в



более благоприятных условиях протекают биологические процессы при аэробной моче по сравнению с анаэробной.

5. Специфичность процесса пектинового брожения при анаэробной и аэробной мочках. При анаэробной моче, как было видно из описания смены процессов и ее биохимизма, специфичности процесса не может быть, так как уже до начала брожения собственно пектиновых веществ происходит брожение экстрактивных веществ с образованием различных кислот, спиртов, эфиров и других продуктов.

При аэробной моче почти никаких промежуточных продуктов не обнаружено. Здесь происходит распад разнообразных органических веществ до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  и т. п. Следовательно, при аэробной моче не образуются различные вещества, как при анаэробной моче, способные сообщать волокну те или другие свойства. При аэробной моче мочильная жидкость не имеет промежуточных продуктов распада, она постоянного состава, а потому волокно «однородно во всей партии и все партии волокна похожи друг на друга». Постоянство состава мочильной жидкости и отсутствие промежуточных продуктов брожения еще более усиливается сменой мочильной жидкости в момент ее наибольшего переполнения экстрактивными веществами (приблизительно через 16—18 часов от начала мочки). Таким образом и в отношении специфичности, обуславливающей однородность, штандартность волокна, аэробная мочка имеет несомненное преимущество перед анаэробной.

6. Концентрация мочильной жидкости при анаэробной и аэробной мочках. Концентрация мочильной жидкости при анаэробной моче, по мере хода процесса, все более и более увеличивается вследствие постепенного увеличения экстрактивных веществ, незначительного их распада и образования промежуточных веществ. Вследствие этого, при отсутствии смены мочильной жидкости, процесс мочки сильно затягивается и не доходит до конца. При аэробной моче, наоборот, концентрация среды остается неизменной, так как большая часть экстрактивных веществ разлагается нацело до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ , а трудно разлагаемые вещества удаляются при смене мочильной жидкости в середине процесса.

Из описания сравнения анаэробной и аэробной мочки по указанному способу видно, что последняя обладает новыми, оригинальными и замечательными особенностями:

1) Действующая микрофлора мочки не испытывает ника-

ких вредных, тормозящих ее работу влияний ни со стороны среды, ни со стороны сопутствующей банальной микрофлоры, не размножающейся в заметных количествах, как при анаэробной моче.

2) Вся специфическая микрофлора оседает на стеблях вымачиваемого растения и почти отсутствует в мочильной жидкости; на стеблях же адсорбируются и ферменты и концентрируется вся энергия бактериального и ферментативного воздействия на пектиновые вещества. При анаэробной же моче и микробы и ферменты распылены между мочильной жидкостью и стеблями и не могут проявить всей полноты своего действия.

3) Стебли вымачиваемых растений при аэробной моче обладают способностью задерживать, поглощать полезные, нужные для биологического процесса вещества и выбрасывать, вымывать ненужные, вредные для него вещества — органические и минеральные.

4) Посторонние, ненужные для пектинового брожения микробы, создающие при анаэробной моче побочные, тормозящие этот процесс вещества, при аэробной моче не размножаются; наоборот, эти микробы вытесняются специфической микрофлорой и не получают заметного развития.

Бактериальный процесс, в котором действующие специфические возбудители этого процесса не испытывают вредных, искажающих их нормальную жизнедеятельность воздействий ни со стороны среды, ни со стороны сопутствующей микрофлоры и в котором реакция остается нейтральной и концентрация среды не изменяется, мы называем «нормальным» бактериальным процессом.

Такие «нормальные» процессы создают правильное представление как о действующих специфических агентах данного процесса, так и об его биохимизме, так как ни природа и особенности возбудителей данного процесса, ни их нормальная жизнедеятельность в условиях аэробной мочки не искажаются. Наоборот, в анаэробной моче создаются совершенно неблагоприятные условия для жизнедеятельности специфических агентов пектинового брожения, которые в течение всего процесса мочки угнетают, искажают деятельность специфических микробов мочки, искажают вместе с тем и биохимизм самого процесса. Такие процессы мы называем «ненормальными», они дают неправильное представление как об особенностях специфических возбудителей процесса, так и об его биохимизме.

Из сказанного становится очевидным, почему аэробный способ мочки оказался более эффективным и по скорости процесса мочки, и по качеству продукции, и по рентабельности.

## Г Л А В А V

### ЗНАЧЕНИЕ АЭРОБНОГО МЕТОДА В СОВРЕМЕННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ

Единственный способ придать элементу конечному, количественно ограниченному свойство бесконечного — это придать ему движение по замкнутой кривой, заставить его вращаться в круговороте. Природа широко использует этот принцип, положив его в основу симбиотических отношений между категориями организмов.

Проф. В. Р. Вильямс.  
„Общее земледелие с основами  
почвоведения“.

Чтобы полностью уяснить сущность описанного в главе III бактериального процесса, необходимо отметить, что в настоящее время почти все бактериальные процессы осуществляются в искусственных питательных средах, подвергаемых стерилизации, изменяющей эти среды, и в различных лабораторных сосудах, т. е. при искусственной обстановке. Естественно, возникает вопрос: правильно ли протекают эти процессы при этих условиях, не допускаем ли мы их ложного течения? Если принять во внимание, что почти всякий бактериальный процесс имеет различные варианты его течения, то какой же из них нужно считать нормальным? Например, указанные выше три способа мочки льна — это три варианта, по которым может протекать биологическая мочка (а на самом деле их гораздо больше, так как при малейшем изменении технической обстановки мочки меняется и направление процесса мочки, — мы взяли только наиболее типичные варианты).

Первый — анаэробный — способ мочки мы не можем назвать нормальным ни по биохимизму (накопление огромного количества вредных продуктов жизнедеятельности), ни по скорости, ни по качеству получаемой продукции, ни по рентабельности. Второй способ мочки — по методу повторности — не имеет большого количества вредных продуктов, отличается скоростью процесса мочки и хорошими качествами

продукции, но является слишком обусловленным определенным подбором действующих микробов мочки, приготовлением высокоактивной закваски и сложной кропотливой техникой его проведения, но при всем этом все же в мочильной жидкости накапливается высокая кислотность, вредно действующая на микробов мочки. И этот способ мочки не дает нам картины «нормального» бактериального процесса.

Наоборот, аэробный способ мочки волокнистых растений, со всеми его глубоко оригинальными и замечательными особенностями, дает нам впервые представление о том, какими свойствами должен отличаться в идеале «нормальный» бактериальный процесс: 1) действующая микрофлора работает при нейтральной реакции в течение всего процесса; 2) все вредно действующие на микробов продукты их жизнедеятельности, а также и другие неблагоприятные для них, например, экстрактивные вещества, устраняются из среды в момент их образования; 3) микробы и ферменты сосредоточены на объекте брожения, проявляя таким образом всю полноту возможного бактериального и ферментативного воздействия на этот объект; 4) процесс является резко выраженным специфическим даже без всякой стерилизации благодаря введению активных возбудителей данного биологического процесса, прибавлению определенных реагентов и применению подходящего технологического режима; 5) процесс отличается высокой активностью и дает высококачественную продукцию.

Такой процесс, как выше указано, мы называем правильно протекающим, «нормальным» бактериальным процессом.

Если бы мы теперь с этой точки зрения стали рассматривать бактериальные процессы, осуществляемые в искусственной обстановке, то мы нашли бы, что все отрицательные особенности анаэробной мочки, указанные вначале, в той или другой степени встречаются почти во всяком бактериальном процессе, проводимом в сосудах или в бассейнах, т. е. в анаэробных или близких тому условиях.

Типичную картину такого прохождения бактериального процесса можно видеть, например, в спиртовом брожении, которое осуществляется таким образом: составляется искусственная питательная среда, нейтральная, и стерилизуется в колбочках. Во время стерилизации происходят изменения в среде: усиливается обмен между солями и солей с органическими соединениями среды, которые к тому же при нагревании отчасти изменяются. После заражения такой среды, которая по существу нам неизвестна после стерилизации, начинается брожение. В первые же часы в среде наступают изме-

нения: образуется этиловый спирт, затем амиловый, бутиловый, глицерин, янтарная кислота, уксусный альдегид, простейшие одноосновные органические кислоты, сложные эфиры и др. Эти продукты, действуя угнетающим образом на дрожжи, в свою очередь входят с органическими соединениями среды во вторичные реакции, могущие также неблагоприятно действовать на дрожжи. В результате всех этих неблагоприятных воздействий дрожжи прекращают свою работу, доведя количество спирта в среде лишь до 30% и переработав далеко не весь сахар.

Попытки улучшить условия жизнедеятельности дрожжей в спиртовом брожении можно видеть в способе «непрерывного спиртового брожения» проф. С. В. Лебедева (1909). При этом способе бродящее сусло течет в одном направлении по ряду сосудов и чанов, между собою соединенных трубками: сусло движется из чана, расположенного выше, и самотеком получает активную дрожжевую закваску в так называемом «активаторе», перед входом в бродильные чаны. Начавшееся в первом чане брожение продолжается в следующих, где происходит постепенное нарастание основных продуктов брожения, например спирта или спирта и кислоты при изготовлении кваса. Действующая микрофлора — дрожжи — при такой организации спиртового брожения находится в гораздо более благоприятных условиях, чем в одном бродильном чану, благодаря тому, что продукты жизнедеятельности, вредные для дрожжей (спирт, кислоты и пр.), не сконцентрированы в одном чану, а распределены в различных промежуточных чанах, причем более высокие концентрации продуктов образуются в последних чанах, а действующие дрожжи, уже достаточно размножившиеся в первых чанах, работают при более или менее пониженных концентрациях вредных для них продуктов жизнедеятельности. Благоприятным условием является постоянный ток жидкости, увлекающей воздух и улучшающей аэрацию бродящей жидкости. Поэтому применение непрерывного спиртового брожения на некоторых заводах повысило производительность этих заводов в 2.2 раза.

Еще в большей степени попытки улучшить условия жизнедеятельности микрофлоры можно видеть в мочках волокнистых растений в бассейнах, но с периодическим или постоянным протоком (об этом подробно на стр. 13). Эти попытки, лишь слабо улучшающие процесс, являются исключением.

В указанном выше типичном процессе мы видим:

1) искажение биохимизма спиртового брожения, выразившееся в образовании промежуточных продуктов;

2) незаконченность процесса вследствие вредного действия на дрожжи продуктов их жизнедеятельности;

3) угнетение жизнедеятельности дрожжей, не переработавших весь сахар.

Подобные явления неблагоприятного или даже вредного влияния на действующую микрофлору со стороны среды в большей или меньшей степени имеют почти все бактериальные процессы, и потому почти все они являются искаженными, ненормальными. Микробы же являются организмами лабильными, неустойчивыми, легко поддающимися всякому неблагоприятному воздействию среды. Именно, исходя из этого основного свойства, лежащего в природе микроорганизмов, мы должны иметь в виду, что подобно брожению пектиновых веществ, как оно характеризуется по мочке волокнистых растений, почти каждый бактериальный процесс допускает несколько, иногда довольно много, вариантов, по которым он может совершаться, но среди них должен быть такой, который протекает как «нормальный» бактериальный процесс и дает наибольший эффект. Именно этот вариант и надо отыскать, потратив иногда не мало усилий.

Точно так же при изучении микробов путем их культивирования на различных питательных средах мы только тогда получим их правильную характеристику, когда будем убеждены в том, что среды, на которых культивируются микробы, и условия культивирования являются для них подходящими, что они не угнетают и не искажают жизнедеятельности. Только в этом случае изучение микроба будет находиться на правильном пути.

В настоящее время такого осуществления и изучения бактериальных процессов и микробов — их возбудителей, мы почти не имеем. Таким образом современный микробиолог и биохимик имеют дело лишь с искаженными, ненормальными бактериальными процессами. Они изучают, так сказать, патологию бактериального процесса, а не его нормальное течение, которое в настоящее время неизвестно почти ни для одного бактериального процесса.

Не только бактериальные процессы, но и возбудители их — микробы, действующие в неблагоприятных условиях их жизнедеятельности, — представляются нам в искаженном виде. Мы приписываем им те или другие отрицательные свойства, которые появляются у них лишь под влиянием ненормальных условий их работы. Например, *Pectinobacter amylophilus* — аэробный специфический возбудитель пектинового брожения, при культивировании его в жидкой среде в колбе обра-

зует промежуточные продукты — муравьиную, уксусную, отчасти молочную и янтарную кислоты; мочка льна в стерильных условиях заканчивается при действии этого микроба с образованием кислот. Но та же мочка льна при аэробных условиях проходит при нейтральной реакции, как выше было указано, без образования каких-либо промежуточных продуктов, определяемых химическим путем (по Дюкло и Ненцкому). Точно так же дрожжи образуют те или другие промежуточные продукты в зависимости от условий их культивирования и жизнедеятельности в лабораторных процессах и в производстве.

При современных методах проведения бактериальных процессов в колбах иногда бывает очень трудно разгадать истинную природу микроба: так, например, *Azotobacter* при культивировании его в жидкой среде в широкодонных колбах не образует никаких промежуточных продуктов: он сжигает предложенное ему органическое вещество, например крахмал, до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , и при самых тщательных химических анализах среды не удается открыть какие-либо продукты распада. Казалось бы, это — нормальные для него условия жизнедеятельности, однако это не так: в этих условиях он не размножается на растительных остатках в смеси с целлюлозными бактериями. В условиях же аэробной формы брожения (см. ниже) он усиленно размножается и даже фиксирует азот. Следовательно, культивирование *Azotobacter* в колбах, даже широкодонных, в тонком слое среды нейтральной реакции для него неблагоприятно (стр. 26—27).

Отсюда понятно, какое громадное научное и практическое значение имело бы проведение всех бактериальных процессов именно в условиях нормальных для жизнедеятельности микробов—возбудителей этих процессов, т. е. чтобы последние не испытывали никаких вредных воздействий со стороны среды и обстановки, как это указано выше, например, для аэробной мочки, что обуславливает высокую активность процесса и получение продукции высокого качества.

Применимы ли описанные приемы аэробной мочки к другим бактериальным процессам и можно ли выработать какие-либо другие приемы проведения бактериальных процессов, которые создавали бы также благоприятные условия для жизнедеятельности возбудителей этих процессов, как в описанной аэробной мочке? На оба вопроса мы можем ответить положительно: помимо описанной аэробной формы брожения, мы имеем другие формы брожения, в которых действующая микрофлора находится в столь же благоприятных условиях

для проявления своей жизнедеятельности, как и в аэробной моче, такие формы брожения будут описаны нами в следующих работах:

Что касается первого вопроса — применения аэробной формы брожения или принципа «нормального» бактериального процесса к осуществлению других, помимо мочки волокнистых растений, бактериальных процессов, то мы с большим успехом использовали его для таких в настоящее время еще не осуществленных биологических процессов, как биологическая обработка, с целью обогащения азотом, торфа и растительных остатков на удобрение, биологическое обогащение грубых кормов белком и жиром и др. В результате такой обработки мы имеем: 1) обильное размножение азотфиксирующих и целлюлозных бактерий; 2) увеличение содержания азота — относительное и абсолютное (в отношении торфа); 3) превращение трудно усвояемых составных частей торфа и растений в легко усвояемые; 4) размножение жировых дрожжей и накопление жира.<sup>1</sup>

Конечно, применение аэробного способа, или «аэробной формы брожения», для осуществления этих процессов потребовало его глубокой реконструкции и приспособления к проведению данных процессов соответственно свойствам обрабатываемого сырья и особенностям действующей в них микрофлоры. В своих исследованиях мы получили положительные результаты, опубликованные нами в ряде статей.<sup>2</sup>

В последующих работах нами будет дано описание самой техники проведения этих приемов биологической обработки торфа и растительных остатков с указанной целью.

Проведение всех бактериальных процессов, столь различных по исходному материалу, по задачам и целям его переработки, по свойствам и особенностям действующей в них микрофлоры, — по одному шаблону и приему, именно в колбочках, в сосудах в лабораторных условиях и в бродильных

---

<sup>1</sup> I. A. Makrinow. Die biologische Bearbeitung von der Pflanzenresten. Sbl. f. Bacter., Bd. 89, 1933; Bd. 90, 1934; Bd. 92, 1935; Bd. 95, 1936.

<sup>2</sup> И. А. Макринов. О накоплении белка и жира при разложении растительных остатков. Сов. бот., 1934, № 6; он же. Химические превращения в торфе под влиянием целлюлозных и азотфиксирующих бактерий. Природа, 1937, № 7; он же. Влияние биоазотированного торфа на развитие растений и накопление азота в них. Природа, 1937, № 8; он же. Механизм размножения *Azotobacter* и накопления азота при аэробном разложении торфа. Природа, 1938, № 3; он же. Задачи и методы биологической и технологической обработки растительного сырья. Природа, 1938, № 8; Ромашенков. Влияние торфяного удобрения в продвижении пшеницы на север. Природа, 1938, № 2.



чанах на производстве, уже à priori представляется несостоятельным и неправильным по существу, так как культивирование в этих условиях заранее уже предрешает определенный биохимизм всякого бактериального процесса независимо от его специфических особенностей. В колбочках и в чанах бактериальный процесс осуществляется дефективно, так как в них, в подавляющем числе случаев, невозможно осуществить, например для аэробных процессов, настоящий полный аэробизм, а для анаэробных — анаэробизм.

Осуществление всех бактериальных процессов в сосудах известно с глубокой древности и по настоящее время является почти единственным способом осуществления самых разнообразных брожений и биологических процессов, которые по существу производятся по одному шаблону, лишь с очень незначительными вариантами. Понятно, какой односторонностью и дефектами должны отличаться результаты бактериальных процессов, проводимых в столь однообразных и ненормальных условиях. Почти все они имеют промежуточные продукты, загрязняющие главный продукт брожения; все они отличаются медленностью, отсутствием однородности конечного продукта, его «штандартности», наличием антисанитарных условий производства, малыми выходами продуктов брожения, а кроме того, нередко полной невозможностью осуществить обычные процессы, например: мочку коры ивы вследствие обилия в ней дубильных веществ, мочку целого ряда волокнистых растений, как кендырь, *Psoralea drupacea*, *Althaea nudiflora* и др., но которые при аэробной мочке легко вымачиваются. Мы не можем, при современных методах производства бактериальных процессов, осуществить и другие важнейшие бактериальные процессы размножения азотофиксирующих бактерий и фиксацию азота на растительных остатках, получение каучука и пр. На некоторых растительных остатках, как листья, подгнившие стебли, торф и др., азотофиксирующие бактерии могут развиваться на счет экстрактивных веществ из них (сахар, крахмал и пр.), но не на счет их растительного скелета.

На основании этих неправильных, дефективных процессов и их результатов создались ложные заключения и представления об этих процессах и микробах — возбудителях их. В конечном счете они-то и легли в основу современного научного мировоззрения в области микробиологии и биохимии. Таким образом привычка проводить всевозможные бактериальные процессы как в научных исследованиях, так и на производстве в сосудах наложила свою печать на все современное

мировоззрение микробиологов и биохимиков, изучающих лишь искаженные, а не нормальные бактериальные процессы. Это мировоззрение и определяет собою современное состояние как промышленности, основанной на бактериальных процессах, так в особенности сельского хозяйства. Так, например, мы считаем совершенно нормальным, что при спиртовом брожении получают в качестве промежуточных продуктов сивушные масла, различные кислоты и пр., хотя никто не предпринял исследований по проведению спиртового брожения именно по описанному выше принципу «нормального» бактериального процесса, за исключением слабой попытки проф. Лебедева (см. выше). При моче волокнистых растений долгое время мирятся с накоплением огромного количества промежуточных продуктов в виде различных кислот, весьма вредно действующих на микрофлору мочки и на продукцию, когда же мочку поставили в аэробные условия, немедленно исчезли промежуточные продукты (кислоты), мочка ускори-лась и качество продукции значительно улучшилось.

Обобщая изложенное, можно сказать, что колбочка буквально в течение столетий держит мысль исследователей в плену, давая ложное направление всем исследованиям в области микробиологии и биохимии. Отсюда понятна современная беспомощность в разрешении поставленных жизнью проблем, как, например, биологический синтез азота на растительных остатках, обогащение их белком и др.

Несомненно эти же методы не только по отношению к применению микробов, но и к культивированию их играют такую же роль и в медицине, ветеринарии и пр.

Наоборот, проведение бактериальных процессов по принципу «нормального процесса» потребует весьма широкого разнообразия приемов для осуществления бактериальных процессов, сообщит всему изучению этих приемов значительную гибкость, широкую приспособляемость, и отсюда — достижение большей эффективности в разрешении как научных, так и прикладных вопросов микробиологии.

Нельзя не отметить скудости средств современной микробиологической лаборатории для осуществления бактериальных процессов: колбочки различной формы, чашки Петри и пробирки — вот весь арсенал современного микробиолога. С точки зрения «нормального» бактериального процесса станет понятным, почему биологическая мочка волокнистых растений и в настоящее время проводится так же, как она проводилась в глубокой древности, например в древнем Египте. До сих пор микробиология не овладела этим процессом потому,

что данной наукой не разрешены некоторые основные проблемы брожения.

В частности, является вопрос, каким образом можно производить по принципу «нормального» бактериального процесса анаэробные процессы, которые неизбежно сопровождаются накоплением продуктов жизнедеятельности, угнетающих возбудителей этих процессов, и каким образом в этих условиях можно добиться «нормальных» условий работы микробов? Вопрос этот, несомненно, очень сложный, полный глубокого научного интереса и практического значения. В настоящее время мы располагаем двумя фактами, могущими пролить некоторый свет на этот сложный вопрос.

Анаэробная мочка кенафа производится, главным образом, под действием анаэробного маслянокислого микроба, изолированного нами с вымоченных стеблей кенафа и описанного под именем *Bacillus cannabinus*.

Поэтому для аэробной мочки кенафа мы применили аэробного *Pectinobacter amylophilum* и получили отрицательный результат (затяжку мочки и неудовлетворительную продукцию). Однако та же аэробная мочка кенафа, проведенная на закваске, приготовленной из чистой культуры анаэробного *Bacillus cannabinus*, дала прекрасные результаты как по скорости мочки, так и по качеству волокна. Микробиологические и микроскопические исследования вымоченных стеблей кенафа обнаружили на стеблях, в подавляющем количестве, анаэробного *Bacillus cannabinus*, доминирующая роль которого в мочке была несомненна. Таким образом в резко выраженных аэробных условиях оказалось возможным проявление полной жизнедеятельности анаэробного возбудителя с наилучшими результатами процесса. В данном случае, очевидно, совместно с анаэробным специфическим *Bacillus cannabinus* действовала аэробная банальная микрофлора, создавшая благоприятные условия для анаэробного микроба; точно так же, например, резкий анаэроб *Clostridium pasteurianum* в сожительстве с аэробным *Azotobacter*, распространенный в поверхностных слоях почвы, проявляет полную жизнедеятельность в тонком слое питательной среды в широкодонных колбах Виноградского при наличии на поверхности ее тонкой пленки банальной аэробной микрофлоры, прекращающей доступ воздуха внутри среды.

Аналогичные явления возможны и при описанной аэробной мочке кенафа под влиянием анаэробного *Bacillus cannabinus*.

В естественных условиях волокнистые растения несут на

своих стеблях микрофлору возбудителей пектинового брожения с разнообразными свойствами: нами была изолирована из стеблей белорусского льна группа возбудителей пектинового брожения: одни — аэробы, другие — анаэробы, одни — разлагающие белки, другие — углеводы.<sup>1</sup>

Другой факт мы наблюдали в торфе, обработанном при резко аэробных условиях, а именно, здесь происходит весьма энергичное размножение облигатного анаэроба *Clostridium pasterianum* (находившегося при том в состоянии полной активности). Высевы этого микроба на торфе в высокие пробирки со средой С. Н. Виноградского обнаружили сильное брожение и жизнедеятельные клетки при отсевах на картофеле в анаэробных условиях, тогда как отсевы из того же необработанного торфа показали лишь начало слабого брожения, вскоре прекратившееся, а клетки *Clostridium pasterianum* — все признаки вырождения.<sup>2</sup> Таким образом обработка торфа при аэробных условиях в присутствии аэробных организмов (*Azotobacter* и аэробных целлюлозных бактерий) привели к усиленному размножению анаэробного *Clostridium pasterianum* и его активизации.

В природе анаэробные процессы в чистом виде происходят очень редко, в специфических условиях, а вообще нормально в природе они широко распространены и переплетаются с аэробными процессами. Например, в почве участие анаэробных возбудителей легко осуществляется и регулируется благодаря взаимодействию с аэробными микробами и успешно протекает при тех же аэробных условиях, что очень наглядно можно иллюстрировать давно известным опытом: в колбе Виноградского анаэробный *Clostridium pasterianum* в тонком слое среды, конечно, не размножается, но достаточно привить сюда аэробного микроба, энергично размножающегося на поверхности среды с образованием пленки, поглощающей кислород воздуха и образующей в среде *minimum* кислорода, благоприятный для размножения анаэроба, как *Clostridium pasterianum* начинает прекрасно развиваться.

В заключение необходимо остановиться на уточнении постоянно употребляемого в микробиологии понятия «способ» проведения того или иного процесса. Например, известны: обычный тепловой способ мочки, способ Ванстеенкисте, способ Карбоне — все эти «способы» считаются различными, на

---

<sup>1</sup> И. А. Макринов. Симбиотическая группа микробов — возбудителей пектинового брожения. Докл. в Микробиол. общ. 15 I 1935.

<sup>2</sup> I. M. Makrinow. Cbl. f. Bact., Abt. 2, Bd. 89, 1933.

самом же деле они совершенно одинаковы по своему биохимизму, поэтому одинаково эффективны и различаются только некоторыми техническими подробностями их выполнения.

Способ Росси также проводится в глубоких бассейнах, но с продуванием воздуха, и биохимизм его совершенно отличен от биохимизма указанных способов мочки, проводимых также в бассейнах.

Мы предлагаем неопределенное, расплывчатое понятие «способ» заменить понятием «форма брожения», разумея под этим понятием совокупность приемов, необходимых для осуществления данного бактериального процесса, характеризующегося определенным биохимизмом и определенной техникой его выполнения. Поэтому в дальнейшем всякую совокупность приемов для осуществления того или другого бактериального процесса, приводящую к определенному биохимизму его, следует называть «формой брожения». Так, из указанных 4 способов мочки (тепловой способ, способы Ванстеенкисте, Карбоне и Росси) три первые нужно назвать «анаэробной формой» мочки, а последний — аэробной формой брожения, так как в ней осуществляется биохимизм аэробной мочки.

Введение в употребление термина «форма брожения» дает возможность отчетливо разграничивать бактериальные процессы, различающиеся лишь техникой проведения, но имеющие один и тот же биохимизм, от бактериальных процессов, протекающих при весьма сходной технике, но имеющих совершенно особый, свойственный им биохимизм.

В настоящее время имеются описанные выше три формы брожения: 1) анаэробная, 2) по методу повторности и 3) аэробная. Следует, однако, иметь в виду, что эти формы брожения в их чистом виде практически применяются редко и осложняются целым рядом приемов брожения, значительно изменяющих их подлинную сущность; анаэробная форма брожения в лабораторных условиях видоизменяется проведением процессов в широкодонных колбах, в невысоком слое среды, при широком доступе воздуха; иногда, как при мочке волокнистых растений, в середине процесса мочильная жидкость, перегруженная продуктами обмена и экстрактивными веществами, частично или целиком удаляется и заменяется свежей водой.

Еще в большей степени изменяется анаэробная форма брожения то пропусканием воздуха через среду, то медленным протоком свежей воды через бассейн, в котором происходит данный процесс (например мочка с протоком), то прерыванием процесса (когда объект брожения, например стеб-

ли льна, вынимается, проветривается и вновь замачивается — это «двойная» мочка); точно так же мочка с периодическим погружением и т. д. Во всех этих случаях биохимизм процесса необычайно усложняется и резко видоизменяется, теряя свою подлинную форму.

Из сказанного в этой главе можно сделать следующие выводы:

1. Аэробная мочка волокнистых растений, путем периодической циркуляции мочильной жидкости через вымачиваемые растения, обнаруживает ряд характерных и замечательных особенностей, представляющих в совокупности это брожение как идеальный случай такого бактериального процесса, в котором действующая микрофлора в течение всего процесса не испытывает никаких задерживающих, вредных влияний со стороны среды и находится в весьма благоприятных условиях своей жизнедеятельности.

Такие процессы мы называем «нормальными» бактериальными процессами.

2. В современной микробиологии подавляющее большинство бактериальных процессов протекает при условиях, неблагоприятных или даже вредных для жизнедеятельности действующей микрофлоры, вызывающих искажение процесса; оно выражается большею частью в образовании промежуточных продуктов, в замедлении процесса, в понижении качества продукции, в антисанитарных условиях производства и других явлениях. Такие процессы мы называем «ненормальными».

3. Для осуществления «нормального» бактериального процесса необходимо провести его при таких условиях, при которых его действующая микрофлора не испытывала бы никаких вредных, угнетающих ее жизнедеятельность влияний, что определяется изучением биохимизма каждого бактериального процесса (реакция, продукты обмена и др.).

Это положение должно быть руководящим для осуществления всякого бактериального процесса и является единственным средством найти правильный путь в осуществлении каждого бактериального процесса среди многих его вариантов.

4. До настоящего времени все бактериальные процессы выполняются в колбах, в сосудах в лабораторных условиях и в чанах на производстве, что обуславливает по существу только одну анаэробную форму брожения, весьма несовершенную, примитивную по своему биохимизму.

5. Вследствие применения этой формы брожения мы име-

ем в современной микробиологии лишь искаженные бактериальные процессы, на основании которых делались неправильные заключения об этих процессах и микробах — возбудителях их. В результате сложилось неправильное дефективное воззрение в этой области, определяющее собой современное состояние отдельных отраслей промышленности и сельского хозяйства, использующих эти процессы.

6. В дальнейшем, для осуществления бактериальных процессов, должны применяться более совершенные формы брожения, обуславливающие отсутствие каких-либо неблагоприятных влияний на микробов — возбудителей данного процесса, и проявление их полной жизнедеятельности. Типичным представителем такой формы брожения является описанная выше аэробная мочка волокнистых растений; но могут быть и другие столь же совершенные по своему биохимизму формы брожения.

7. При наличии одной до сих пор существующей именно анаэробной формы брожения невозможно осуществить все бактериальные процессы, а те, которые осуществляются, протекают ненормально, являются искаженными по своему биохимизму и дают в большинстве пониженную дефективную продукцию.

8. Освоение и разработка двух новых форм брожения (брожение по методу повторности и аэробный способ брожения) значительно увеличивают и расширяют возможность к наиболее эффективному проведению различных бактериальных процессов.

## ГЛАВА VI

### **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА АЭРОБНОЙ МОЧКИ ВОЛОКНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ПЕРЕД ДРУГИМИ СПОСОБАМИ**

Описанные особенности аэробной мочки прядильных растений, создающие столь благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры, возможные и для других бактериальных процессов, естественно возбуждают вопрос, какие же экономические и производственные преимущества несет с собою этот новый способ мочки по сравнению с существующими? Очевидно, те же самые преимущества будут иметь и все другие бактериальные процессы, осуществляемые этим способом.

Этот способ, действительно, имеет целый ряд совершенно исключительных преимуществ по сравнению с существующими способами, чем и обуславливаются его ценность и значение.

Отметим вкратце эти преимущества:

1) Мочка не в мочильном чану и не в яме, а на воздухе. Следовательно, мочильная жидкость приобретает температуру воздуха, которую мы можем использовать, избегая дорого стоящего подогрева мочильной жидкости, например в местностях с теплым климатом, в теплое время года, а также и в холодное, ограничившись лишь отоплением помещения. Таким образом этот по существу холодноводный способ мочки обладает особенностями, приближающими его к тепловому способу без всяких затрат на подогрев.

2) Незначительное количество воды, обуславливаемое, как выше было указано, полным распадом органических веществ при аэробном процессе до  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  и отсутствием промежуточных продуктов, главным образом различных кислот, вредно действующих на микрофлору и требующих большого разведения мочильной жидкости для понижения их неблагоприятного действия на микрофлору и волокно. При тепловой мочке отношение вымачиваемого растения к воде равно 1 : 30, при аэробной мочке оно равно 1 : 6—8. Незначительная потребность воды при аэробной мочке имеет большое экономическое значение, так как большая часть расходов при тепловой мочке падает именно на воду и ее подогрев, чего нет при аэробной мочке.

3) Отсутствие антисанитарных явлений — дурного запаха, загрязнения мочильной жидкости неперебродившими продуктами жизнедеятельности (например ядовитой масляной кислотой), нередко и болезнетворными агентами (например тифом и, в особенности, малярией), как при мочке кенафа и других растений; объясняется это тем, что аэробные процессы брожения сопровождаются глубоким распадом веществ, с образованием вполне окисленных, газообразных непахучих продуктов.

4) Быстрота аэробной мочки, которая, будучи холодноводной мочкой, по скорости приближается к тепловой мочке, что объясняется замечательными особенностями данного способа мочки, создающими исключительно благоприятные условия для жизнедеятельности микрофлоры мочки (стр. 39).

5) Простота, доступность и дешевизна оборудования и эксплуатации данного способа аэробной мочки, представляющей к тому же возможность проводить мочку и в холодное



время года, независимо от условий климата, что потребует лишь обычного помещения и его отопления. Рационально поставленная аэробная мочка по данному способу, как указано ниже, требует меньше расхода, чем обычная мочка в ямах, прудах, при отсутствии потерь, неизбежных при обычной мочке в ямах и в естественных водоемах.

6) Высокое качество продукции аэробной мочки и большой выход длинного волокна по сравнению с анаэробной мочкой. В особенности при аэробной мочке отмечается однородность волокна, его стандартность.

Выход длинного волокна колеблется в пределах 16—22%.

7) Преимущества аэробной мочки по рентабельности и эффективности, выражающиеся в приведенных на стр. 90 цифрах.

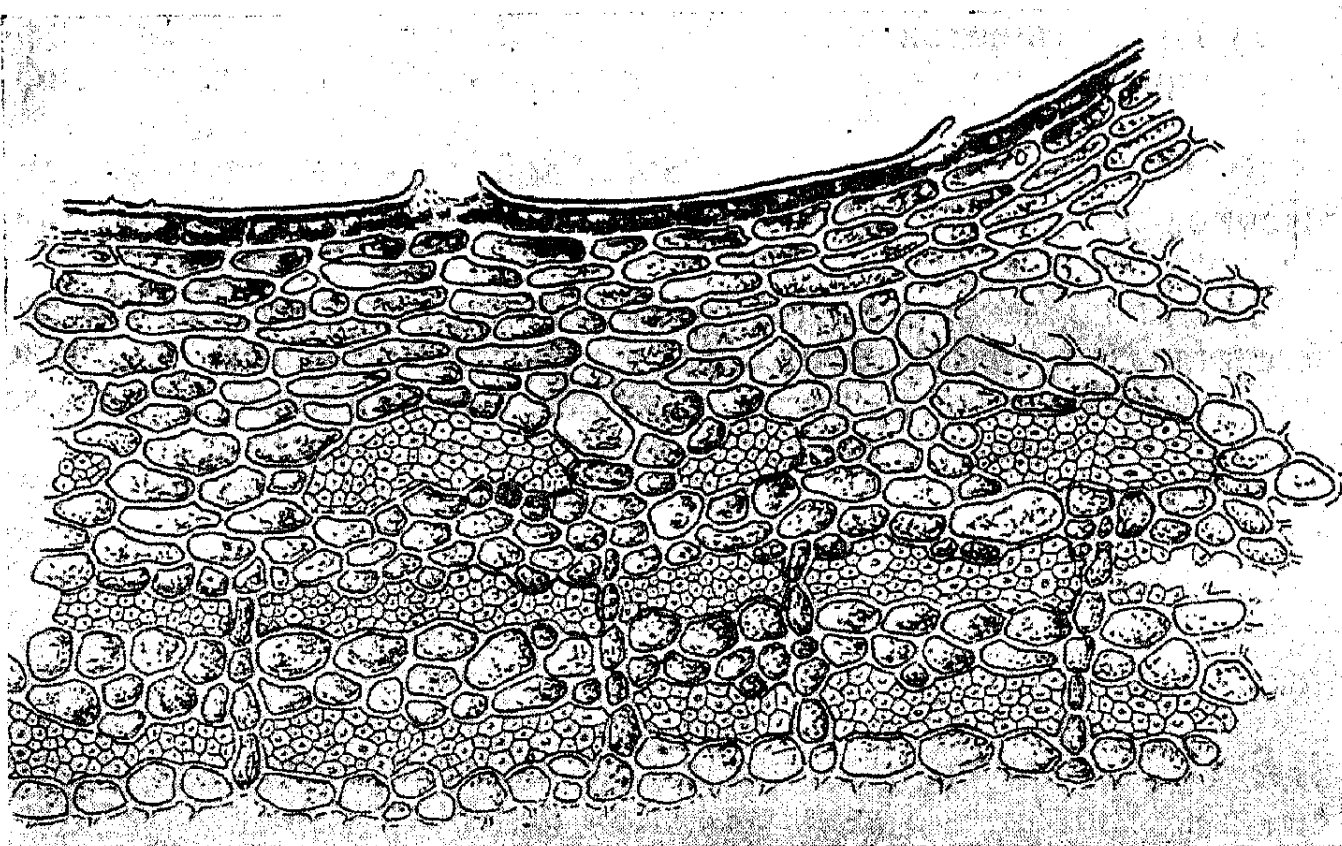
8) Особое преимущество аэробной мочки — возможность высокоактивной котонизации льняных отходов, льняного, кендырного луба и луба рами.

Таким образом введение в производство новых, более совершенных приемов брожения, обуславливающих высокие биохимические возможности бактериального процесса, привело к большим результатам производственного значения.

Однако значение аэробной мочки по данному способу далеко не исчерпывается сказанным. Если такие волокнистые растения, как лен и конопля, хорошо вымачиваются и анаэробным способом, и аэробным и последний имеет только значительные преимущества, например, для кенафа, то существует еще целый ряд весьма ценных волокнистых растений, которые анаэробным способом не вымачиваются и которые при аэробной мочке вымачиваются легко и скоро и дают ценное волокно. К числу последних относятся: кендырь, рами, дикорастущие *Psoralea drupacea*, *Althaea nudiflora*, кора ивы и др. Кендырь вплоть до последнего времени считался растением, не поддающимся биологической мочке, однако нам удалось не только произвести мочку, но и выделить в чистой культуре возбудителей мочки этого растения и выяснить биохимизм его мочки. Кендырь удовлетворительно вымачивается в неглубоких и широких бассейнах, но наибольший эффект дает все же аэробная мочка. Другие растения, как *Psoralea*, *Althaea*, *Napea*, кора ивы и др., в бассейнах совсем не поддаются мочке даже после 3—4-недельного периода, наоборот при аэробной мочке они вымачиваются легко и скоро и дают высокоценное волокно. Интересно остановиться несколько подробнее на мочке *Psoralea drupacea* и коры ивы. *Psoralea drupacea* — дикое растение из сем. бобовых, весьма

распространено на юге СССР, например в Таджикской ССР. После 3—4 недель мочки в бассейне волокно совершенно не отделяется; наоборот, при аэробной мочке орошением и циркуляцией мочильной жидкости мочка при обыкновенной температуре заканчивается в течение 5—6 дней, причем никаких грибков не развивается, получается волокно лентистое, мягкое, эластичное и крепкое.

Еще более интересны результаты мочек коры ивы. Кора ивы, как видно из поперечного среза ее, содержит большое количество лубяных пучков, расположенных concentрически-

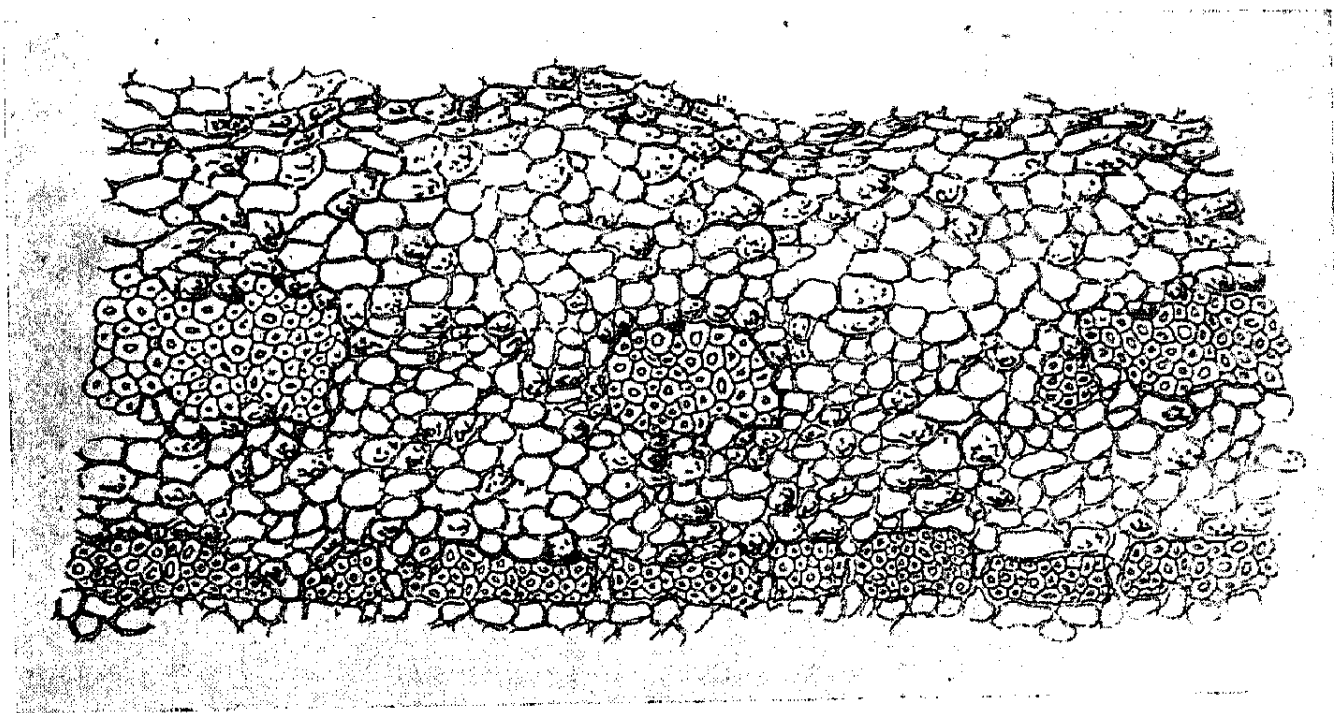


Фиг. 21. Поперечный срез коры ивы (*Salix viminalis*) до мочки.

ми кругами (до 10—12 кругов) и очень похожих на лубяные пучки льна; лубяные пучки погружены в паренхиму, сплошь наполненную дубильными веществами, которых в коре корзиной ивы 8—12% (фиг. 21).

В тех случаях, когда кора снимается с прутьев варкой, дубильные вещества отчасти разлагаются, и такая кора слабо, неполно, но вымачивается в бассейне. При частичном распаде дубильных веществ паренхимы лубяные пучки в процессе чески освобождаются в виде комплексов лубяных пучков, все же не освобожденных от паренхимы. Получается «техническое» волокно, довольно грубое и жесткое. Кора же,

снятая со стеблей при помощи пара или снятая весной во время движения соков, совершенно не поддается мочке в бассейне; при аэробной же мочке и такая кора, как показали опыты, хорошо вымачивается, так как дубильные вещества и паренхима разлагаются (что видно из фиг. 21—24). После чески лубяные пучки большею частью освобождаются от паренхимы. Получается довольно чистое волокно, достаточно крепкое и эластичное, пригодное не только для шпагата и веревочных изделий, но и для грубых тканей, например мешковины. Интересно отметить, что и при аэробной мочке коры



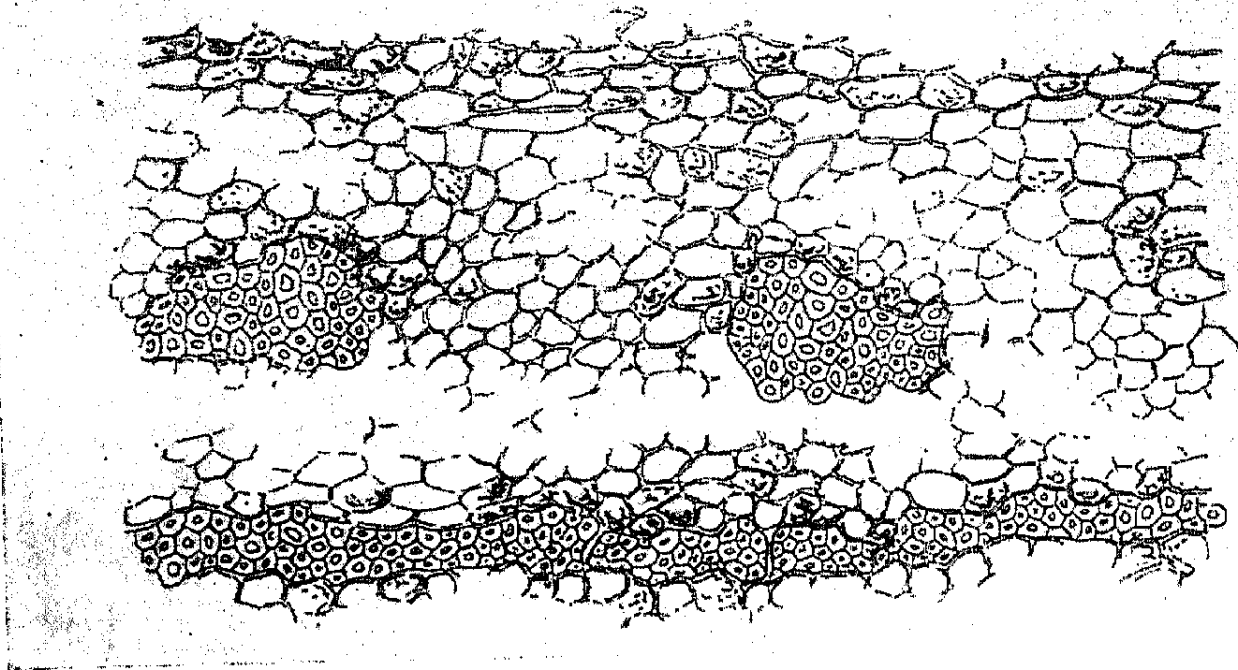
Фиг. 22. Поперечный срез коры ивы (*Salix viminalis*) после анаэробной мочки.

ивы, так же как и при мочке *Psoralea*, грибки не развиваются даже при их искусственном внесении.

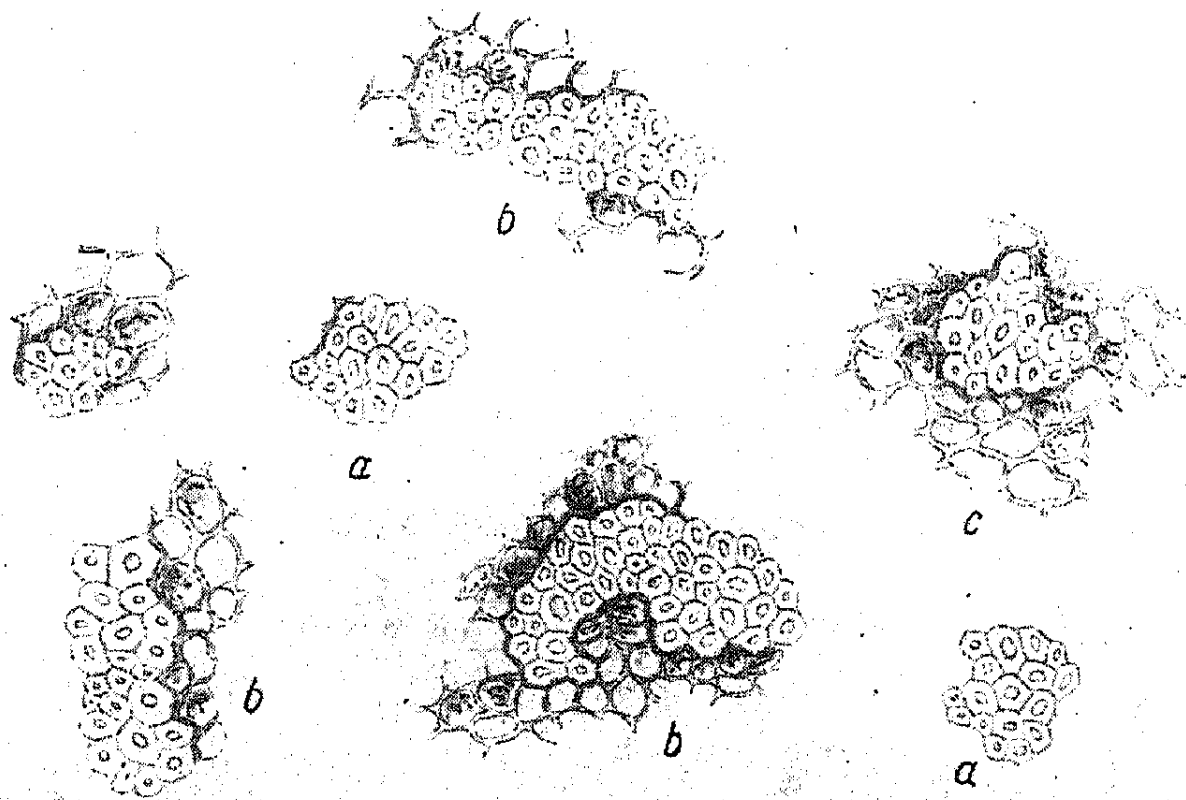
Из приведенного анализа существующих и новых способов мочки волокнистых растений можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее распространенным и единственным (не считая расстила) способом мочки волокнистых растений является мочка погружением в воду (естественные водоемы, ямы, бассейны тепловой мочки), т. е. в подавляющем большинстве анаэробная мочка, нерентабельная и дефективная по своей продукции.

2. Мочка по методу повторности, проводимая при действии специфического аэробного возбудителя пектинового



Фиг. 23. Поперечный срез коры ивы (*Salix viminalis*) после аэробной мочки.



Фиг. 24. Поперечный срез через пучок волокон коры ивы (*Salix viminalis*) после аэробной мочки и чески.

Одни пучки совершенно свободны от паренхимы (а), другие лишь в незначительной степени загрязнены паренхимой (b), но имеются лубяные пучки, сплошь кругом покрытые паренхимой (с).

брожения — *Pectinobacter amylophilum*, является более совершенной вследствие незначительного количества вредных продуктов жизнедеятельности, выделяемых этим микробом, чем обуславливается более скорая мочка и лучшая продукция.

3. Аэробный способ мочки, осуществляемый путем повторной циркуляции мочильной жидкости через вымачиваемые растения, не имеет этих недостатков и является в настоящее время наиболее совершенной мочкой вследствие полного отсутствия вредных продуктов жизнедеятельности, удаления со стеблей их вредных выделений и оседания, концентрации на стеблях действующей микрофлоры и ферментов, что приводит к ускорению мочки и улучшению продукции.

4. Последние два способа мочки (по методу повторности и аэробный способ) можно распространить на те волокнистые растения, которые не вымачиваются анаэробной мочкой.

## ГЛАВА VII

### РАЗРАБОТКА И ОСВОЕНИЕ НОВЫХ СПОСОБОВ МОЧКИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Два вышеописанных новых способа мочки: 1) метод повторных мочек и 2) аэробный способ мочки, параллельно с лабораторными испытаниями, разрабатывались и в производственных условиях, где они обнаружили свои особенности и преимущества перед другими способами и значение в дальнейшем развитии текстильной промышленности.

По времени раньше открытый и предложенный способ повторных мочек был довольно хорошо разработан в лабораторных условиях.<sup>1</sup>

Опыты мочки льна по этому методу в производственных условиях проводила в 1927 г. Е. Н. Фицнер<sup>2</sup> на заводе «РОСПОЛ» в г. Ржеве. Опыты мочки были осуществлены в небольших бассейнах, емкостью на 500 кг сухой соломки, а затем в заводских бассейнах большой емкости — 2—2.5 т сухой соломки. Опыты дали определенно положительные результаты: в среднем мочка проходила в течение 36—40 часов при температуре мочильной жидкости в 28—30°С. Волокно получалось высокого качества, дававшее после расчеса до № 60;

---

<sup>1</sup> И. А. Макринов. Аэробное брожение пектиновых веществ. Арх. биол. наук, т. 32, 1932.

<sup>2</sup> Е. Н. Фицнер. О биологической мочке кендыря и льна в производственном масштабе. Вестн. льнян. дела, 1927, №№ 6 и 10.

выход длинного волокна от 18 до 20%. Е. Н. Фицнер сделала Льняному управлению предложение перевести все заводы тепловой мочки льна на этот метод; однако предложение это не было реализовано. В результате непродолжительных работ по этому методу, особенно в производственных условиях, оказалось недостаточно разработанной довольно сложная техника приготовления заквасок и «активной жидкости», а также и самой мочки по этому методу; он вскоре уступил свое место другому, одновременно с ним разработанному методу аэробной мочки, более эффективному и совершенному и потому привлекающему к себе все внимание промышленности. На результатах первых опытов применения аэробного способа в промышленности мы и остановимся.

Необходимо отметить, что в предыдущем изложении наше внимание было обращено, главным образом, на подробное описание бактериального процесса аэробного брожения пектиновых веществ, как он выявляется на основании аэробной мочки льна, кенафа и других растений в лабораторных и полупромышленных условиях. Как видно из приведенного в предыдущих (III—VI) главах описания, этот процесс аэробной мочки имеет весьма ценные особенности, обуславливающие его высокую эффективность: большой выход волокна высокого качества, скорость мочки, простоту и дешевизну ее оборудования и эксплуатации. Такова эта мочка по лабораторным и полупромышленным опытам. Однако при организации этой мочки в заводском масштабе пришлось встретиться с рядом трудностей, которые до некоторой степени удалось преодолеть, но не окончательно. Трудности заключаются в: 1) получении правильного, равномерного орошения; 2) борьбе с разрастанием плесеней и «грибов-черновиков» (например: *Cladosporium herbarum*, *Phizopus nigricans* и др.) на некоторых растениях (например на конопле, в отдельных случаях на льне; большинство же волокнистых растений не дают грибов: кенаф, кендырь, кора ивы, *Psoralea drupacea*, *Althaea* и др.); 3) борьбе с образованием слизи, оседающей на волокне и понижающей его прядомость.

В отношении вопроса о правильном и равномерном орошении следует сказать, что он еще ни разу не разрабатывался в специальных технических и инженерных организациях. Между тем и в данное время, при использовании спринклеров и дренчеров, удается получить удовлетворительное орошение, и это обстоятельство дает основание надеяться на положительное разрешение этого вопроса при его дальнейшей разработке.

Что же касается разрастания плесеней и «грибков-черновиков», то рациональное использование соответствующих «дополнительных» веществ и антисептиков, выполнение технологического режима мочки, пастеризация привели также к положительным результатам, но вопрос этот находится еще в стадии своей разработки.

Образование и оседание на волокне слизи имеет своим источником, главным образом, большие количества углеводов, отчасти белков, экстрагируемых водой из стеблей, поэтому смена мочильной жидкости в середине мочки, в момент максимального содержания в ней экстрактивных веществ, является хорошим средством против слизи. Наши опыты показали, что применение активных бактериальных заквасок благотворно действует против образования слизи.

Рушман,<sup>1</sup> занимавшийся исследованием причин и условий образования слизи при аэробной мочке льна, показал, что при усилении аэрации и понижении температуры берут верх аэробы, реакция из нейтральной превращается в слабощелочную, при этом увеличивается слизеобразование. Наоборот, при ослаблении аэрации и повышении температуры нейтральная реакция переходит в слабокислую и образование слизи уменьшается. Таким образом при мочке льна можно в производственных условиях регулированием аэрации и температуры добиться значительного уменьшения слизеобразования.

Очень хорошим средством против грибков и слизеобразования является использование лизирующих микробов (Новогрудский), сернистокислых солей в виде, например, сульфитных щелоков целлюлозного производства и газообразного SO<sub>2</sub> (в баллонах), которым насыщают воду (служащую для замочки и промывки) до определенного рН (примерно рН = 6.4—6.6).

В результате указанных, пока еще мало разработанных мероприятий против неравномерности орошения, плесеней и слизи удалось все же и в производственных условиях получить положительные результаты для некоторых растений: кенафа, кендырь, лен, кора ивы, *Psoralea drupacea*, *Althaea nudiflora* и др., которые вкратце и описываются в дальнейшем.

### 1. Аэробная мочка кенафа

Вначале аэробный способ разрабатывался применительно к мочке кенафа на 1-й кенафной плантации около Красно-

---

<sup>1</sup> G. R o u s c h m a n n. Faserstengelrösten mit Luftzufuhr (Aerobe Pectin-gärung). (Faserforschung, Vol. 1, Fasc. 2, 1921).



дара в 1927 г., затем на Джутовой фабрике в Одессе в 1928 г. и на специально выстроенных опытных установках аэробной мочки на Дондуковском опытном заводе в 1930 г. Отличительной особенностью, проходящей красной нитью через эти и последующие опыты со льном и коноплей, является очень слабая техническая организация способа аэробной мочки, оказывавшая весьма неблагоприятное действие на ход процесса мочки и на ее результаты. Отсутствие равномерного и достаточно обильного орошения имело последствием отставание мочки и разрастание плесеней в местах слабого орошения; недержание мочильной жидкости в нижнем бассейне приводило к потере ее и вместе с ней к потерям «добавочных» веществ и закваски; излишнее испарение мочильной жидкости, вследствие непринятия соответствующих мер, приводило к охлаждению вымачиваемой массы, разрастанию грибков и затяжке мочки. Отсутствие строгой горизонтальности, оросительного аппарата и самой установки имело последствием избыток влаги в одних местах и недостаток в других. Несмотря на эти недостатки технической организации аэробной мочки, мы имели весьма удовлетворительные результаты мочки как по скорости ее, так и по выходу и качеству волокна, что регистрировалось особыми специальными актами на каждый опыт.

Результаты этих опытов видны из табл. 12, в которой данные аэробной мочки кенафа приводятся параллельно с данными анаэробной бассейной мочки на Дондуковском опытном заводе.

Из данных табл. 12 видно, что аэробная мочка кенафа при гораздо более низкой температуре (18—20°C) проходила скорее и давала лучшее волокно, чем анаэробная мочка при 30°—32°C. Различие в мочке аэробной и анаэробной особенно резко сказалось при мочке луба кенафа: в то время как аэробная мочка луба проходила, в общем, даже скорее той же мочки стеблей, анаэробная мочка луба сильно затягивалась, как показали дальнейшие записи, до 4—5 недель, а средняя ее продолжительность равнялась 14—15 дням.

Еще более неблагоприятные результаты анаэробной мочки луба и стеблей кенафа получил Кислов:<sup>1</sup> анаэробная мочка луба при 30—32°C, при плотности загрузки в 55—60 кг/м<sup>3</sup>, при колебаниях гидромодуля в пределах 1 : 22 — 1 : 97, продолжалась от 6 до 20 дней, а мочка стеблей при той же

---

<sup>1</sup> А. А. Кислов. Мочка луба кенафа. Отчет Новлублинститута за 1938 г.



## Результаты аэробной и анаэробной мочек кенафа

| № опытов | Аэробная мочка                   |                        |   | Анаэробная мочка <sup>1</sup>            |                                  |                        | Особые замечания           |
|----------|----------------------------------|------------------------|---|--|----------------------------------|------------------------|----------------------------|
|          | Название материалов вымачиваемых | Продолжительность, дни | Результат мочки                                   | Особые замечания                         | Название материалов вымачиваемых | Продолжительность, дни |                            |
| 1        | Прошлогодние стебли              | 6                      | Волокно хорошего качества без повреждений грибами | Стебли поражены грибами на 35—40%        | Прошлогодние стебли              | 7                      | Волокно хорошее            |
| 2        | То же                            | 5                      | Высший сорт Персидского кенафа                    | —  | То же                            | 7                      | Волокно нормально вымочено |
| 3        | Тонкие прошлогодние стебли       | 4                      | Хорошо вымоченное волокно среднего качества       | Стебли сильно повреждены грибом          | "                                | 8                      | Волокно среднего качества  |
| 4        | Средние стебли прошлогодние      | 5                      | То же   | То же                                    | "                                | 8                      | То же                      |
| 5        | Луб со стеблями нового урожая    | 5                      | Волокно высшего сорта Персидского кенафа          | —  | Луб прошлогодних стеблей         | 14                     | Волокно среднего качества  |
| 6        | То же                            | 4                      | То же   | —  | То же                            | 19                     | Волокно 2 и 3-го сортов    |
| 7        | Толстые стебли кенафа            | 7                      | Волокно хорошего качества                         | —  | Прошлогодние стебли              | 10                     | Волокно 2, 3 и 4-го сортов |
| 8        | Луб кенафа                       | 5                      | Волокно 1-го сорта                                | Пониженные температуры вызывает за-тяжку | Луб прошлогодних стеблей         | 28                     | Волокно 2 и 3-го сортов    |

<sup>1</sup> Данные этой таблицы получены из заводского дневника Дондуковского опытного завода, где производились одновременно опыты анаэробной и аэробной мочек кенафа в 1930 г.

температуре, при плотности загрузки  $60 : 65 \text{ кг/м}^3$ , при колебаниях гидромодуля в пределах  $1 : 28 - 1 : 45$ , продолжалась от 19 до 24 суток. Автор столь продолжительную мочку луба и стеблей объясняет «чрезвычайно трудной вымокаемостью» данного вида сырья — узбекского кенафа урожая 1936 г.

По Миронову,<sup>1</sup> средняя продолжительность анаэробной мочки стеблей кенафа Краснодарского и Орджоникидзевского края, при той же температуре и плотности загрузки  $60-65 \text{ кг/м}^3$ , исчисляется в 5 суток 6 часов при гидромодуле  $1 : 25$ .

Резкое различие между аэробной и анаэробной мочками стеблей и луба кенафа легко объясняется анатомическим строением этого растения, имеющего сильно развитую коровую паренхиму, клетки которой обильно наполнены крахмалом, протоплазмой, пектиновыми веществами (в особых резервуарах), декстрином, минеральными солями. При мочке на счет этих веществ образуется огромное количество слизи, которая обволакивает как отдельные стебли, так и их снопы. Эта слизь сильно затрудняет проникновение воды и мочильной жидкости между стеблями, что и затягивает мочку. Это же явление ослизнения в гораздо более резкой степени наблюдается при мочке луба: здесь не только отдельные ленты луба, но целые пучки их обволакиваются слизью, поэтому проникновение и движение мочильной жидкости внутри их весьма затруднено; здесь создаются даже условия, благоприятные для анаэробного целлюлозного брожения, вследствие чего после продолжительной мочки (20—30 дней) волокно кенафа оказывается очень слабым, легко распадающимся на короткие волокна.

При аэробной мочке указанное ослизнение как стеблей, так и луба происходит лишь очень незначительно, так как углеводы, на счет которых образуется слизь, разлагаются до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  без образования промежуточных продуктов, при этом образующиеся вещества, способные дать слизь, а также и другие ненужные для мочки соединения вымываются движущимся через растения током мочильной жидкости, и потому мочка проходит очень легко и скоро. Более скорая, по сравнению со стеблем, мочка луба объясняется тем, что в снятом лубе процесс мочки идет не только с эпидермиса, но и с внутренней стороны — с камбия.

---

<sup>1</sup> К. М. Миронов. Мочка кенафа и итальянской конопли с подогревом воды на заводах. Отчет Новлублинститута за 1937 г.

А. И. Кислов<sup>1</sup> в своих опытах аэробной мочки стеблей кенафа с прерывистым орошением (40 : 60 — отношение времени орошения и покоя) имел продолжительность 5—7 суток при 13—23°C и плотности загрузки 150—175 кг/м<sup>3</sup> и выход высококачественного волокна 12—14% от обмолоченного стебля. Слизь легко устраняется при мокрой обработке тресты кенафа на машине В-2. Радикальным средством против разрастания грибков Кислов считает применение Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, смесь Вальполя (уксусная кислота + уксуснокислый натр) и ускорение мочки путем применения заквасок, но более рациональное средство, пастеризацию, он отрицает.

В других опытах<sup>2</sup> Кислов получил выход длинного волокна 13.4—14.5% от тресты при продолжительности мочки в 10 дней, плотности загрузки 185 кг/м<sup>2</sup> и водном режиме 26 м<sup>3</sup> на 8 т стеблей; но промывка волокна была затруднена слизью и грибами.

Нами мочка кенафа проводилась при незначительных прибавках фосфорнокалийных соединений (0.05% от сухого веса стеблей) и при использовании искусственных бактериальных заквасок из культур *Bacillus cannabinus*, *Bact. аросуни* и *Bacillus аросуни*; орошение было непрерывное в течение всей мочки данной партии, и мочильная жидкость не менялась не только в процессе мочки одной партии, но нескольких. Мочильная жидкость для каждой новой мочки дополнялась свежей водой до своего обычного объема. Мочка проводилась в августе и сентябре; в августе температура наружного воздуха была, в среднем, 22—24°C, и вода из колодца, с температурой в 16—17°C, быстро приобретала температуру в 20°C. Емкость установок при горизонтальной укладке равнялась приблизительно бассейной емкости, а при вертикальной укладке превосходила ее.

Предварительная замочка снопов кенафа не проводилась; снопы укладывались сухими, взаимно перпендикулярными рядами, комлями наружу.

Тонкие стебли вымачивались скорее толстых (3.5—4 дня против 6.5—7 дней тепловой мочки), а стебли средней толщины — в 4.5—5 дней. Стебли нового урожая вымачивались несколько скорее (на 15—20 часов), чем стебли прошлогодние. Волокно аэробной мочки было получено крепче волокна

---

<sup>1</sup> А. И. Кислов. Аэробная мочка кенафа. Отчет Новлублинститута за 1938 г.

<sup>2</sup> А. И. Кислов. Мочка кенафа дождеванием и очистка сточных вод на базе этого способа. Отчет Новлублинститута за 1939 г.

анаэробной мочки и превосходило его по качеству (эластичности, лентистости и цвету). Выход волокна колебался в пределах 13—14% для тонких стеблей, 11—12% для средних и 9—10% для толстых.

Во всех наших опытах аэробной мочки кенафа (в Краснодаре, Одессе и на Дондуковском заводе) разрастания каких-либо грибков не происходило, даже при зараженности стеблей до мочки. Волокно получалось чистое и белое.

Все указанные данные о мочке кенафа зарегистрированы официальными актами, составленными на каждый опыт отдельно.<sup>1</sup>

Мы считаем, что аэробная мочка кенафа, которая должна быть еще более эффективна при введенных впоследствии в этом способе усовершенствованиях (прерывистое орошение, смена мочильной жидкости), уже на данной стадии разработки в производственных условиях может с успехом применяться в промышленности.

В дальнейшем необходимо провести параллельные опыты на открытых и закрытых установках и, вообще, принять более строгие меры к ослаблению испарения (плотно закрытые помещения мочилен).

## 2. Аэробная мочка льна

Помимо мочки кенафа, нами были проведены опыты аэробной мочки льна в лабораторном и, в особенности, в полупромышленном масштабе в период с 1931 по 1932 г. в Минском институте промышленности, на льнозаводе Лиозно БССР и в Ленинградском сельскохозяйственном институте (ЛСХИ).

Опыты проводились по первоначальному варианту аэробного способа мочки — при непрерывном орошении и беспрерывной воде в ряде мочек, в большинстве даже без применения заквасок и «дополнительных» веществ.

Техническое оформление этих опытов было приблизительно такое же, какое описано выше (гл. III, стр. 32); орошение производилось также при помощи довольно примитивного «оросительного аппарата», состоящего из системы желобов с прорезами в боковых стенках сверху, как описано выше (гл. III, стр. 51). Опыты проводились в 1931 г. одновременно на льнозаводе в Лиозно БССР и в ЛСХИ в полузаводском масштабе. В первых опытах мы имели типичный бе-

---

<sup>1</sup> Подробный отчет об аэробной мочке кенафа в Краснодаре, Одессе и Дондуковском заводе представлен в ноябре 1930 г. Новлубтресту.

лорусский лен, довольно низкого сорта (лен 6-й группы — «межеумочные» льны), наоборот, в ленинградских опытах у нас был высокосортный селекционный лен, при мочке которого обнаружено было огромное количество экстрактивных веществ, удлинявших мочку. Результаты этих опытов видны из табл. 13.

Таблица 13

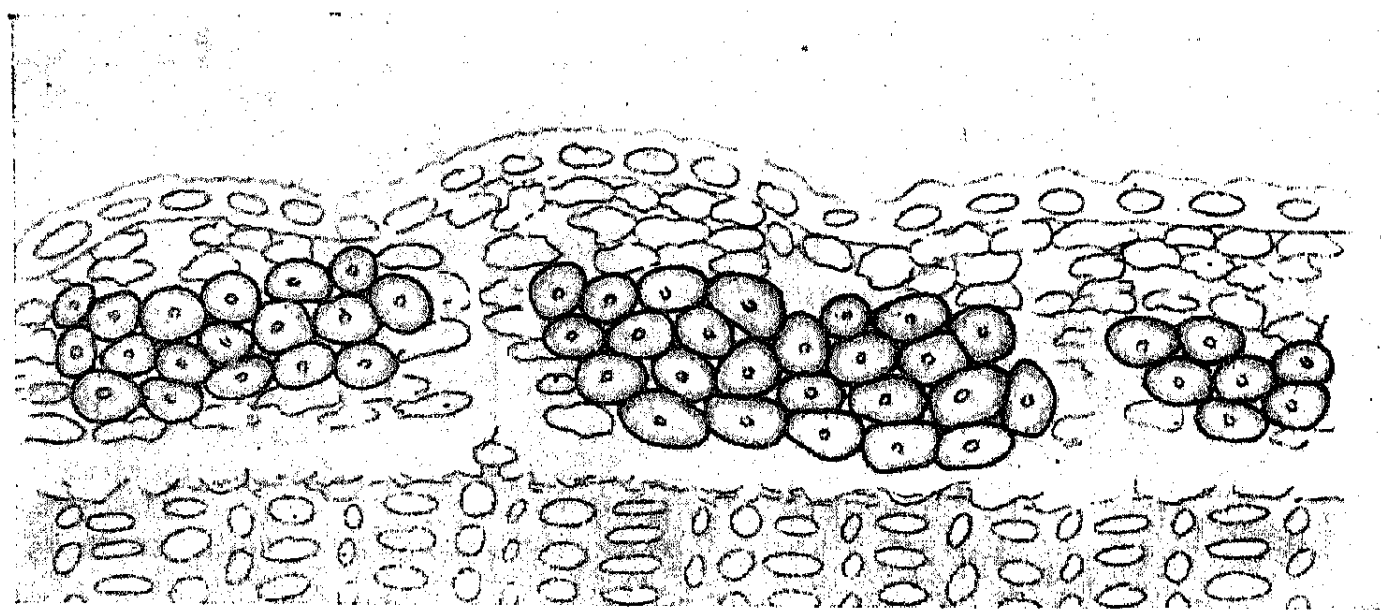
Результаты аэробной мочки льна в ЛСХИ и в Лиозно БССР

| №№ опытов  | Количество льна, в кг | Продолжительность мочки, в днях | Температура мочки, в °С | Вес тресты, в кг | % умочки | % выхода длинного волокна от стеблей | Номер волокна |          | Цвет волокна                                       |
|--|-----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|----------|--------------------------------------|---------------|----------|--|
|  |                       |                                 |                         |                  |          |                                      | нечесаного    | чесаного |  |
| Опыты ЛСХИ   |                       |                                 |                         |                  |          |                                      |               |          |  |
| 1  | 93.5                  | 6                               | 20—22                   | 71.3             | 23.7     | 17.2                                 | 15            | 22       | Темноватосерый                                     |
| 2  | —                     | 6                               | 20—22                   | —                | —        | 22.3                                 | 13            | 24       | Светлосерый  |
| 3  | 91.5                  | 6                               | 21—22                   | 69.7             | 23.8     | 24.0                                 | 18            | 26       | То же, очень крепкий                               |
| 4  | 128.0                 | 5.5                             | 17—20                   | —                | —        | 22.0                                 | 21            | 32       | Светлый с кремовым оттенком, очень крепкое волокно |
| 5  | 75                    | 6                               | 20—22                   | —                | —        | 18.0                                 | 21            | —        |  |
| Опыт аэробной мочки белорусского льна в Лиозно при одинаковых условиях |                       |                                 |                         |                  |          |                                      |               |          |  |
| 1  | 480                   | 3.5                             | 20—22                   | 388              | 19.02    | 16.1                                 | 12.6          | —        | Волокно темное, очень крепкое                      |
| 2  | 260                   | 3                               | 19—20                   | 187              | 27.9     | 16.6                                 | 13.0          | —        |  |
| 3  | 180                   | 4                               | 16                      | 137              | 23.8     | 15.6                                 | 14.0          | —        |  |

Из данных табл. 13 видно, что как в опытах ЛСХИ, так и в опытах на льнозаводе в Лиозно основные моменты мочки (продолжительность, процент умочки) и технологические показатели получаемого волокна (его выход, номер, цвет и др.) определились для каждого льна соответственно его сорту. Ленинградский лен более высокого номера, селекционный, дал более высокий процент выхода длинного волокна и его более высокий номер, но зато и более продолжительный срок мочки (5—6 дней), причем очень темная, густая, насыщенная большим количеством экстрактивных веществ мочильная жидкость менялась после каждой мочки; этот лен дал выход длинного волокна в пределах 17.2—24.0%, а но-

мер его нечесаного волокна колебался в пределах 13—21, а чесаного — в пределах 22—32. На поперечном срезе стебля аэробной мочки можно видеть полноту отделения лубяных пучков от окружающей ткани (фиг. 25), а окрашивание суданом III обнаруживает присутствие на волокне капель масла, обуславливающих маслянистость волокна (фиг. 26).

Белорусский лен — это маломощный лен, вымачивавшийся гораздо скорее, в 3—4 дня, причем мочильная жидкость была светложелтая, с малым содержанием экстрактивных веществ, не менялась в течение всего срока опытов 2.5 месяца и вода только добавлялась в количестве, пошедшем на впи-



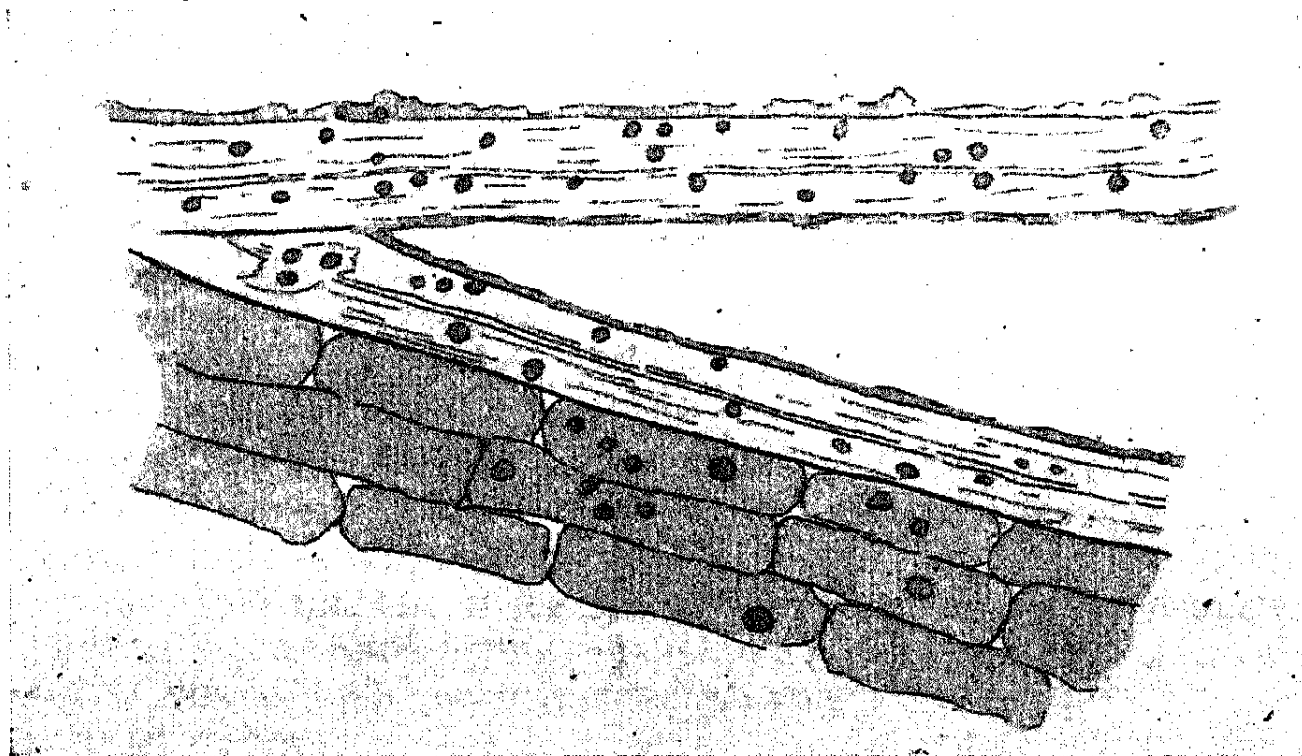
Фиг. 25. Поперечный срез стебля льна после аэробной мочки.

тывание и на испарение. Выход волокна был ниже, чем у ленинградского льна, — около 15.6—16.6%, номер его также гораздо ниже (12.6—14.0). Процент умочки приблизительно был одинаков в том и другом льне. Значительная продолжительность мочки ленинградского льна обуславливается, повидимому, большим количеством экстрактивных веществ, задерживавших мочку, и их вредным влиянием на качество волокна. Можно предполагать, что при мочке со сменой мочильной жидкости произойдут и ускорение мочки, и повышение качества волокна.

Эти опыты проводились без заквасок. Реакция мочильной жидкости в обоих опытах была приблизительно одинакова и колебалась в пределах  $\text{pH} = 7.2—7.5$ . Отношение веса соломки к количеству воды в обоих опытах колебалось в пределах 1 : 6—8.

В следующем (1932) году опыты аэробной мочки проводи-

лись в полузаводском масштабе при Институте промышленности в Минске под нашим руководством. Для опытов был взят более высокосортный лен, чем для опытов в Лиозно. Результаты этих опытов, проводившихся по тому же варианту, как и предыдущие опыты в 1931 г., но с применением заквасок и «дополнительных» веществ, были следующие: продолжительность мочки при 18—20°C колебалась в пределах 96—105 часов; выход длинного волокна был 15—16% от веса соломки; волокно в большинстве партий не повреждалось



Фиг. 26. Волокна льна аэробной мочки, окрашенные суданом III; темные пятна — капли жира на волокне.

грибками, было чистое кремового цвета. Экспертная комиссия отметила высокие качества этого волокна (акт 29 X 1932). На основании этих опытов был выработан проект опытного завода аэробной мочки, построенного в г. Шклове в 1933 г.; затем было выстроено еще 4 опытных завода в различных льноводных районах СССР. Работа на этих заводах производилась, к сожалению, без нашего ведома и участия; по имеющимся сведениям, были допущены существенные ошибки как в конструировании заводов, так и в проведении технологического процесса аэробной мочки, вследствие чего продолжительность мочки значительно возросла до 120—130 часов, вместо 96—105 нормальной мочки, при этом нередко мочка сопровождалась обильным разрастанием грибов, портивших волокно. Несмотря на дефекты в конструкции установок и

ошибки в проведении техники аэробной мочки, все же были получены хорошие результаты, как это видно из доклада А. Л. Пескина о результатах опытов, проведенных им на указанных опытных заводах аэробной мочки, на совещании при Отделе льнозаводов Главного управления льняной промышленности (ГУЛП) от II 1935. Отмеченные на этом совещании преимущества аэробной мочки по рентабельности и эффективности перед анаэробной тепловой и холодноводной видны из следующих данных:

- 1) Повышение выхода волокна . . . . . на 8<sup>0</sup>/<sub>0</sub>
- 2) " качества " . . . . . " 1.5 номер
- 3) " отбеливаемости волокна . . . . . " 2.3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>
- 4) Уменьшение капиталовложений . . . . . в 25 раз, чем при тепловой мочке
- 5) Понижение трудоемкости . . . . . на 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> для холодной мочки и на 50<sup>0</sup>/<sub>0</sub> для тепловодной
- 6) " угарности . . . . . на 2.5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>
- 7) Повышение номерности . . . . . " 0.25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Кроме того, это совещание отмечает также «особую ценность этого способа в связи с тем, что технологическое преимущество в нем сочетается с конструктивной простотой, меньшим размером капиталовложений и меньшей стоимостью мочки в сравнении с тепловой»; далее, совещание «подчеркивает народно-хозяйственное значение аэробной мочки в борьбе за уменьшение потерь в льноводстве, неизбежных при способе расстила».

Все эти данные получены при использовании лишь одного из усовершенствований, введенных нами в аэробном способе мочки и подробно указанных выше (гл. III, стр. 33), именно — прерывистого орошения, которое имеет значение преимущественно в отношении рентабельности способа, стоимости его эксплуатации, так как прерывистое орошение сокращает работу насоса и мотора почти на 60%, на качестве же продукции оно отзывается мало. При наличии же всех усовершенствований и правильного рационального орошения аэробная мочка льна при 16—18°С обычно заканчивалась в течение 96—105 часов и давала высокосортное волокно при большом выходе длинного волокна (стр. 87).

Главнейшим затруднением при этой мочке льна была борьба с размножением и разрастанием грибков, портивших волокно. Явление это чисто местное и обнаруживается только в некоторых отдельных районах (например в Белоруссии) и зависит от поражения стеблей льна различными грибами



еще на корню. В подавляющем количестве местностей лен вымачивается без грибков. При неравномерном орошении появляются плесени в отдельных местах вымачиваемой партии, примерно в количестве 1.5—2%, что легко удаляется затем с промывкой стеблей после мочки и для качества волокна последствий не имеет. Но в этих случаях рационально организованная аэробная мочка, вообще, свободна от грибов. Мы считаем наиболее рациональным средством борьбы с грибами: 1) правильное, равномерное орошение, 2) использование нужных «добавочных» веществ и активных заквасок, 3) рациональное использование антисептиков и пастеризации 4) отжим вымоченных стеблей с поливкой.

В дальнейшем опыты аэробной мочки проводил А. Л. Пескин, не используя этих усовершенствований и, в некоторых случаях, нужных антисептиков, между тем все это имело бы особо большое значение в усовершенствовании аэробного способа мочки (для разработки которого, кстати сказать, А. Л. Пескин мог бы сделать много полезного). Он проводил свои работы по аэробной мочке на специально выстроенных опытных заводах: загрузка производилась в 2—3 яруса, общей высотой в 2.7 м, двуснопами, плотностью около 100 кг/м<sup>3</sup> рабочего объема установки. При этом была выяснена возможность мочки прессованными кипами. Предварительная замочка обязательна для достижения последующего равномерного увлажнения. Орошение — прерывистое, по следующей схеме: первые 7 часов — непрерывное орошение, затем 1 час отдыха и вновь 7 часов непрерывного орошения; после этого до конца мочки был дан такой режим: 1 час орошения и 3 часа отдыха, в результате 40% всего времени мочки идет на орошение, а 60% — на отдых. Интенсивность орошения 0.3—0.5 л. на 1 м<sup>2</sup> в 1 секунду; мочильная жидкость освежалась ежедневно частично, а полное возобновление всей мочильной жидкости производилось 1 раз в месяц. При таких условиях мочки расход воды колебался от 1 : 10 до 1 : 15.

В использовании такого водного режима была допущена существенная ошибка: ежедневная, неполная смена мочильной жидкости может лишь частично улучшать ее качество и умерять вредное действие на мочку и волокно экстрактивных веществ, в то время как полная смена мочильной жидкости в момент ее наибольшего перегружения экстрактивными веществами и дальнейшая мочка со свежей водой максимально устраняют вредное влияние их на процесс мочки и на волокно. Но этот эффект достигается при обязательном

применении после смены мочильной жидкости активных заквасок и подходящих «дополнительных» веществ.

Кислотность и окисляемость в опытах А. Л. Пескина видны из следующих данных: на 1 см<sup>3</sup> мочильной жидкости требовалось 0.36 см<sup>3</sup>  $\frac{N}{100}$  NaOH и 1.05 г кислорода на 1 л. К сожалению, рН не определялся.

Предложенные А. Л. Пескиным<sup>1</sup> в техническом оформлении аэробного способа мочки изменения заключаются в следующем: солома льна загружается двуснопами не в указанную выше (фиг. 12) установку из 4 столбов, а в глубокий (до 3 м) мочильный бассейн в 3 яруса и полностью заливается водой; в таком состоянии под водой лен находится в течение 2—4 часов. Затем, жидкость через кран выпускается в нижний бассейн, откуда насосом подается в оросительный аппарат, при помощи которого производится в дальнейшем орошение загруженного льна в течение 2 часов, после чего — перерыв в орошении на 3 часа. Такой режим, представляющий собой по существу вариант известного способа Oschmann'a,<sup>2</sup> продолжается до конца мочки. Отрицательная сторона способа Oschmann'a заключается в том, что при чередовании по этому способу мочки полного затопления льна в глубоких бассейнах и его столь же полной аэрации в периоды удаления воды из бассейна происходит смена резко выраженных анаэробных и аэробных условий, вследствие чего не создается условий, благоприятных ни для аэробных, ни для анаэробных микробов мочки, и последняя даже при теплой погоде продолжается 20—24 дня. Кроме того, по нашим опытам, такой режим мочки не спасает от размножения грибов-черновиков. С этими явлениями, вероятно, встретился и А. Л. Пескин, почему этот режим был заменен им другим, при котором лен во все время мочки в ящиках находится под водой, в течение всего процесса аэрируемой пропусканием ее в мочильный бассейн через оросительный аппарат, т. е. получается вариант аэробной мочки по Тилье де ля Невиль,<sup>3</sup> где лен также находится на все время мочки под водой, а мочильная жидкость аэрируется вне бассейна. Мочка продолжается 7—8 дней при 18—20° С.

---

<sup>1</sup> К. М. Миронов. Биологическая мочка новых лубяных культур. Гизлегпром. Москва, 1940, стр. 88.

<sup>2</sup> Немецкий патент 1920 г.

<sup>3</sup> E. Dhalluin. Les divers modes de traitement des fibres végétales. L'Industrie textile, 1937, pp. 315—318.

К сожалению, биохимизм мочки по этому варианту совершенно неизвестен.

О преимуществах такого технического оформления и режима аэробной мочки перед аэробной мочкой, описанной выше (гл. III), нельзя говорить уже в силу их очевидной нерентабельности (7—8 дней непрерывной работы мотора!).

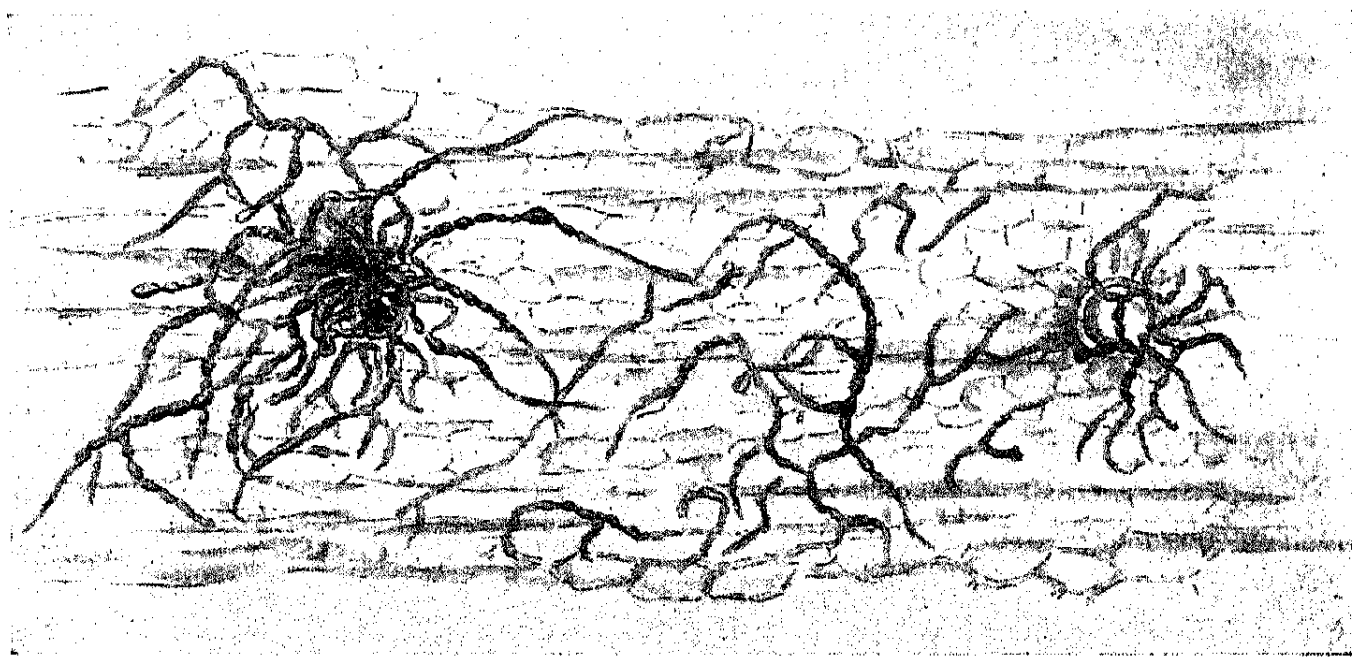
Как в описанных, так и в дальнейших опытах А. Л. Пескина красной нитью проходит отсутствие в них микробиологической базы: он стремится разрешить сложный биологический процесс мочки без участия микрофлоры и биохимизма данного процесса, в своих работах он ни разу даже не упоминает о действующих, хотя бы главнейших, агентах мочки, ни об условиях, для них благоприятных, ни о причинах некоторых отрицательных явлений аэробной мочки (разрастание плесеней, образование слизи); он не применяет бактериальных заквасок и добавочных веществ, — вследствие этого он не мог выработать правильного технологического режима аэробной мочки, а в борьбе с плесенями и со слизью он стал на путь различных технических усложнений и надстроек в простом техническом оформлении аэробной мочки (гл. III). Результатом такого направления работ А. Л. Пескина явились искажение весьма ценного биохимизма аэробного способа мочки, увеличение ее продолжительности и значительное усложнение технической организации.

Аэробная мочка льна при некоторой доработке ее в отношении дополнительных веществ, антисептиков и слизиобразования, проведения проверочных опытов в полужаводском масштабе и при условии получения положительных результатов может постепенно вводиться в производство.

### 3. Аэробная мочка конопли

Преимущества аэробного способа, столь ценные для мочки льна, кенафа, кендыря и других растений в отношении качества продукции и рентабельности, несомненно приобретают еще бóльшую ценность для мочки конопли, для которой общепринятые способы мочки расстилом, в естественных водоемах и тепловым способом являются особенно дефективными из-за низкого качества получаемой продукции и нерентабельности. По нашим опытам, аэробная мочка конопли проходит очень успешно в течение 84—108 часов при 18—20°C, давая очень хорошую продукцию, если стебли до мочки не были поражены грибами. Такая здоровая неповрежденная конопля довольно часто встречается в южных, отчасти и в сред-

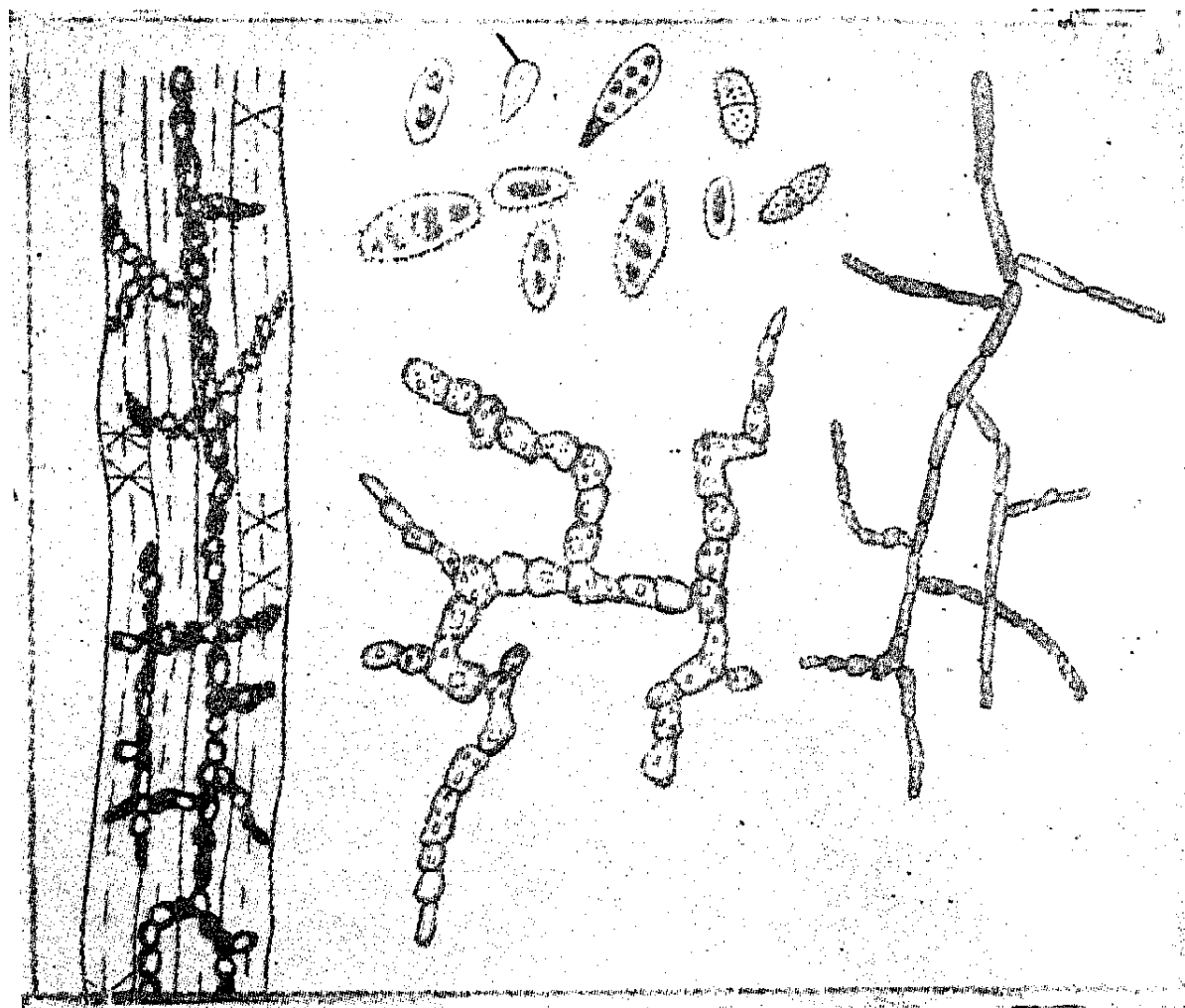
них районах СССР, при сухой погоде во время ее созревания и уборки. Волокно получается серовато-белого цвета, эластичное, с характерным природным блеском и очень крепкое. Указанной обстановкой, т. е. сухим временем созревания и уборки конопли, в особенности на юге, можно бы воспользоваться для более быстрой вымочки урожая, и в таком случае можно бы получать очень хорошую продукцию. Но достаточно буквально одного-двух дождей, под которые попадает урожай конопли, как уже на стеблях ее, при последующей сырой погоде, появляются грибки-черновики. Они до-



Фиг. 27. Распространение грибка-черновика на поверхности стебля (конопли) в виде незаметных колоний и мицелия. Увел. в 200 раз.

вольно быстро начинают размножаться в виде мицелия и плодовых тел (фиг. 27). Если стебли удастся во-время высушить, то дальнейшее развитие грибков прекращается, образовавшиеся мицелии и плодовые тела засыхают и остаются в виде тонких нитей. При аэробной мочке споры прорастают, дают мицелий, который сплошь покрывает весь стебель; черный цвет переходит и на волокно. Описанное явление оседания спор грибов на стеблях, их частичное разрастание на стеблях еще до уборки конопли и затем обильное размножение их во время аэробной мочки представляют значительные затруднения для нормальной мочки конопли. Главнейшими видами грибков являются *Cladosporium herbarum* (фиг. 28), *Rhizopus nigricans* (фиг. 29), *Alternaria* и др. Почему именно эти грибы являются столь обычными и частыми обитателями

стеблей конопли? Исследование самопроизвольной микрофлоры стеблей различных волокнистых растений показывает, что каждое растение имеет свою характерную для него спонтанную микрофлору, очевидно наиболее приспособленную к химизму данного растения; указанные грибки-черновики, повидимому, хорошо приспособлены к химическому составу стеблей конопли.



Фиг. 28. *Cladosporium herbarum*.

При аэробной мочке конопли поселившиеся на ней грибки находят вполне благоприятные для их жизнедеятельности условия: нейтральную реакцию, интенсивную аэрацию, обильное питание и пр. и потому весьма энергично размножаются.

Какие же средства борьбы с грибками? Прежде всего правильное проведение самой техники аэробной мочки, как было указано выше (гл. III, стр. 32): равномерное орошение с должными перерывами, смена мочильной жидкости, использование фосфорнокалийных и аммонийных солей, также  $\text{KOH}$  и  $\text{NaFl}$  в дозах 0.3—0.5% и активных заквасок. Выполнение только этих требований уже дает хорошую мочку. Если при

этих условиях все же появляются грибки, нужно применить антисептики, как указано выше, или пастеризацию (гл. III, стр. 36). При рациональном использовании антисептиков, «дополнительных» веществ и заквасок и равномерном орошении удастся получить уже чистое, белое волокно и мочку без грибков.

Использование антисептиков при мочке волокнистых растений является делом совершенно новым, до сих пор не практиковавшимся. Оно основано в данном случае на устранении менее устойчивых к антисептикам микроорганизмов, как вредных для производства, например вышеуказанных грибков-черновиков, и предоставлении благоприятных условий полезным, нужным споровым микробам — возбудителям мочки, которых мы усиливаем еще прибавлением искусственных бактериальных заквасок.

Использование антисептиков в данном случае для достижения, так сказать, частичной стерилизации является вопросом довольно сложным в смысле выбора антисептика и его дозы, ибо требуется, сохранив жизнедеятельность специфических, споровых микро-

Фиг. 29. *Phizopus nigricans*.

бов мочки стебля, удалить лишь грибки менее устойчивые по отношению к антисептикам. При этом нужно подобрать такой антисептик, который не портит бы качества волокна (например в отношении цвета). Надо также, чтобы эти антисептики были дешевы, доступны и удобоприменимы. Существует еще одно обстоятельство при использовании антисептиков, которое следует принимать во внимание, — это химический состав антисептика; например, при аэробной мочке, в смысле борьбы с грибками, полезно поддерживать щелочную реакцию, поэтому такие антисепти-

ки, как NaF1, NaHSO<sub>3</sub>, очень полезны. На основании наших исследований мы остановились на следующих антисептиках: фенол в количестве 0.1—0.2% от веса сухих стеблей, формалин 0.3—0.5%; NaHSO<sub>3</sub> 0.2—0.3% и NaF1 0.3—0.5%; SO<sub>2</sub>, растворимый в воде до рН=6.4—6.6. Фенол при избыточной дозе проникает через эпидермис и коровую паренхиму до лубяных пучков и окрашивает волокно в темный цвет, поэтому его следует применять с осторожностью. Формалин действует очень хорошо, но при повышенных дозах он делает волокно после промина и трепания слегка темным, вследствие образования так называемых «бакелитов». Наилучшим является NaHSO<sub>3</sub>, он делает волокно светлым и является очень сильным антисептиком.<sup>1</sup>

Антисептик применяется простым разведением сначала в ведре, из последнего он выливается в воду, в бассейн, в котором производится замочка. Время замочки — от 15 до 20 минут — достаточно и для действия антисептика.

После действия антисептиков важнейшей операцией является применение дополнительных веществ — общих, т. е. фосфорнокалийных и азотистых, и специальных.

В качестве первых можно применять суперфосфат, томасов шлак, костяную муку и (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> в дозах 0.1% от сухого веса стеблей; в качестве специальных веществ нужно применять КОН в количестве 0.2—0.3% и NaF1 в количестве 0.3—0.5%.

Параллельно с антисептиками хорошим средством против грибков являются искусственные закваски из активных и ценных культур микробов — возбудителей мочки, например: *Pectinobacter amylophilum*, *Bacillus cannabinus*, *Bact. аросуни*, *Bacillus аросуни* и др.

Весьма полезно также применение «активной» мочильной жидкости, приготовление и применение которой описано выше (гл. II, стр. 22). Эта жидкость весьма ускоряет мочку, и потому грибки не успевают развиваться, будучи к тому же подавлены обильной и весьма активной бактериальной флорой.

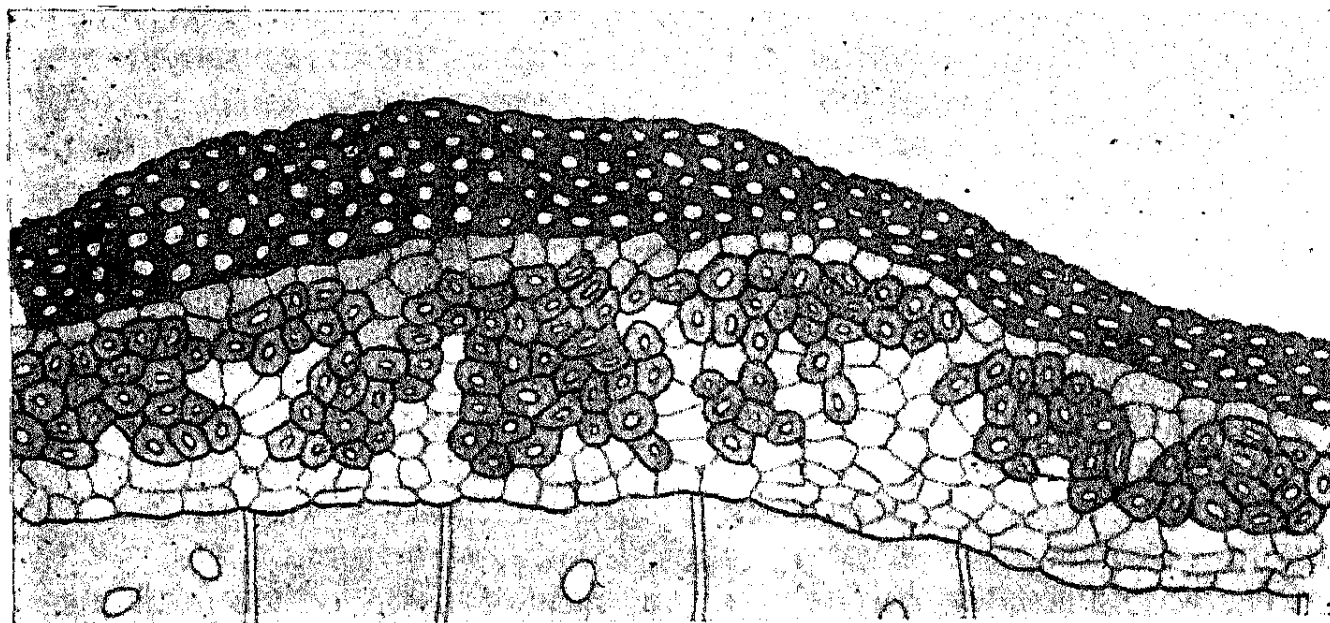
Конопля представляет, как мы видели из предыдущего, значительные трудности для аэробной мочки; с теми же трудностями мы встречаемся и при последующей обработке уже вымоченных стеблей для выделения из них волокна.

---

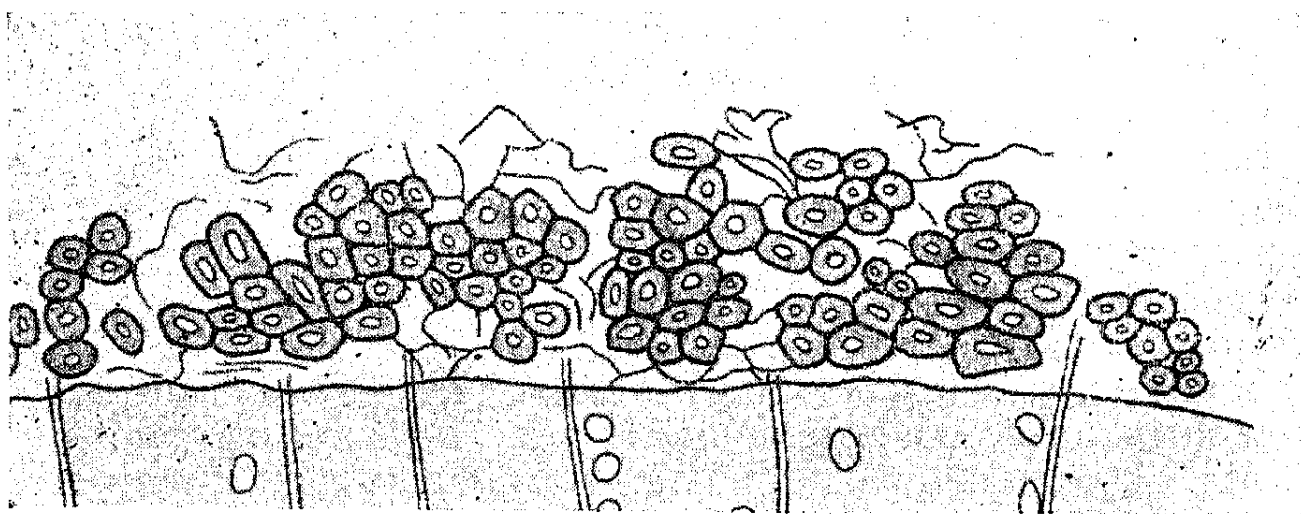
<sup>1</sup> Указанные дозы антисептика являются приблизительными и несколько меняются в зависимости от сорта сырья, степени его пораженности грибами, зрелости и т. д.



Обычно вымоченную коноплю сушат и затем мнут и треплют. После аэробной мочки вымоченные стебли конопли очень полезно подвергнуть отжиму с поливкой, удаляющим



Фиг. 30. Поперечный срез стебля конопли до мочки.



Фиг. 31. Поперечный срез стебля конопли после аэробной мочки.

значительные количества слизи; этой операции, как выше было указано, подвергается и лен после аэробной мочки, но для конопли она особенно необходима. При мочке конопли нового урожая, созревшей и убранной в сухую погоду и не зараженной грибками, можно обойтись без отжима с поливкой, но все же эта операция всегда значительно улучшает качество волокна и его выход.



На качество волокна и его выход влияют также приемы промина и трепки. По нашим опытам оказалось, что при промине на кустарной щелевидной мялке и ручной трепке выход длинного волокна значительно выше, чем при обработке на льняной швинг-турбине; подбор и хорошее отрегулирование швинг-турбины имеют очень большое значение для выхода длинного волокна. Результаты наших опытов видны из табл. 14.

Таблица 14

Выход длинного и короткого волокна и общего количества волокна конопли и аэробной мочки

| №№ опытов            | Количество соломы, в кг | Количество тресты, в кг | % умочки | Количество длинного волокна, в кг | Выход длинного волокна, в % от соломы | Количество короткого волокна, в кг | Общее количество волокна, в кг | Количество волокна, в % от соломы |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|----------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 4                    | 185.0                   | 161.3                   | 12.8     | 18.9                              | 10.2                                  | 16.8                               | 35.7                           | 19.3                              |
| 5                    | 129.1                   | 114.1                   | 11.7     | 14.8                              | 11.5                                  | 14.1                               | 25.9                           | 22.3                              |
| 6                    | 154.0                   | 135.5                   | 12.0     | 16.0                              | 10.4                                  | 17.4                               | 33.4                           | 21                                |
| 7                    | 154.4                   | 133.0                   | 12.7     | 18.9                              | 12.4                                  | 18.3                               | 37.2                           | 24                                |
| 8<br>бассейная мочка | 86.0                    | 69                      | 19.7     | 10.3                              | 13.1                                  | 9                                  | 20.3                           | 23                                |

В этой таблице приводятся результаты 4 вариантов аэробной мочки, из которых наиболее совершенный был последний, 7-й, и одного опыта бассейной мочки. Из данных таблицы видно, что последний (7-й) вариант аэробной мочки дал процент выхода длинного волокна и процент общего количества волокна приблизительно одинаковые с теми же процентами волокна анаэробной мочки.

Крепость волокна оказалась в весьма большой зависимости от промина: луб конопли до мочки имел крепость 23.06 кг, волокно аэробной мочки, снятое руками, — 23—07, волокно, промятое на деревянной мялке, — 18.66, волокно, промятое на 12-паровальной мялке, — 16.73, волокно анаэробной мочки — 20.1 (несколько недомоченное).

Как видно, на крепость волокна значительное влияние оказывает способ промина и трепки: волокно, снятое руками, имело крепость, равную лубу немоченой конопли; но эта крепость значительно понижается при промине на кустарной мялке и еще более при обработке на 12-паровальной мялке.

Результаты качества волокна аэробной мочки конопли видны из табл. 15.

Таблица 15

Качество волокна аэробной мочки конопли (в %)о

| №№ опыта | 1-й сорт | 2-й сорт | 3-й сорт | Цвет, мягкость, лентистость, маслянистость    |
|----------|----------|----------|----------|---|
| 4        | 51.3     | 40.3     | 8.5%о    | Волокно темноватое (от фенола), мягкое        |
| 5        | 62.5     | 37.5     | —        | Волокно желтовато-белое, часть волокна темная |
| 7        | 64.86    | 36.14    | —        | Волокно, сходное с предыдущим                 |

Из данных табл. 15 видно, что по мере улучшения приемов мочки процент волокна 1-го сорта увеличивался.

Продолжительность аэробной мочки при 18—20°С колебалась в пределах 3.5—4.5 дней, или 86—108 часов, в то время как анаэробная мочка в бассейне той же конопли, при равных условиях температуры и воды, продолжалась 8 суток, т. е. 192 часа.

Аэробной мочкой конопли занимался А. Л. Пескин, который в своих опытах стремился выяснить следующие вопросы:

- 1) Способ загрузки — горизонтальный односнопами в „лапу“, вертикальный — односнопами или двуснопами.
- 2) Необходимость предварительной замочки и ее продолжительность.
- 3) Способ орошения — непрерывное или прерывистое.
- 4) Возможность применения пастеризации стеблей для устранения размножения грибов.

5) Влияние отжима и промывки тресты на количество волокна.

Для опытов была взята среднерусская конопля, оцененная по морфологическим признакам вторым турбинным сортом; перед мочкой — горстевая сортировка; корни отрубались, головки очесывались.

Результаты его опытов были следующие:

При горизонтальной загрузке обнаруживается неравномерность орошения, в особенности, верхних и нижних слоев снопов, вследствие чего наблюдаются разрастание плесени в нижних слоях снопов и пестрота в цвете и качестве волокна.

Вертикальная загрузка односнопами дала лучшие результаты сравнительно с горизонтальной по равномерности орошения, однородности по вымочке и по качеству волокна; но при этом дала полную невозможность загрузки в 2 яруса вследствие сползания второго яруса и смятия нижнего из-за размягчения снопов.

Гораздо лучшие результаты были получены при вертикальной загрузке двуснопами как в отношении водно-воздушного режима (однородность орошения), так и по плотности загрузки — до 75 кг/м<sup>3</sup> (по нашим данным — до 95 кг/м<sup>3</sup>), при возможности 2- и даже 3-ярусной загрузки.

Предварительная замочка стеблей перед мочкой совершенно необходима во избежание неравномерности увлажнения стеблей и усиленного вследствие этого развития грибков и неоднородности волокна; оптимальная продолжительность — от 2 до 5 минут.

Непрерывное и прерывистое орошение различия на процесс мочки не оказывают и не обнаруживают, но прерывистое орошение сокращает работу насоса и мотора почти на 60% и потому более выгодно.

Продолжительность мочки при 16—17° С равна 144 часам, т. е. 6 суткам, а при 8—20° С — 120 часам, т. е. 5 суткам.

Максимальная пастеризация стеблей достигалась при 60—65° С в течение 5 минут, что давало более высокий выход волокна и лучшего качества (но жесткое) и затяжку мочки на 24—48 часов вследствие, очевидно, неиспользования искусственных заквасок и „дополнительных“ веществ.

Из табл. 16 видны результаты мочки конопли в опытах Пескина.

Таблица 16

| Варианты опытов                            | Вес соломы, в кг | % умочки | % выхода длинного волокна от тресты | % выхода короткого волокна от тресты | % выхода всего волокна |
|--|------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| Вертикальная загрузка без отжима . . . . . | 62.8             | 23.7     | 9.0                                 | 11.7                                 | 20.7                   |
| Вертикальная загрузка с отжимом . . . . .  | 45.6             | 22.3     | 7.89                                | 11.86                                | 19.75                  |

В опытах аэробной мочки конопли А. Л. Пескин, указав на преимущества вертикальной загрузки двуснопами в 1—2 яруса перед горизонтальной, на необходимость предварительной замочки, на благоприятные результаты пастеризации стеблей (5 минут при 65°С), получил все же неудовлетворительные результаты: затяжку мочки до 136—160 часов сравнительно с 86—108 часами и малый выход длинного волокна 8—9% против 14% наших опытов, вследствие неправильного технологического процесса мочки и неиспользования заквасок и дополнительных веществ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> При доступности, простоте и дешевизне оборудования и эксплуатации аэробный способ должен привлечь к себе особое внимание колхозов и совхозов. Особый интерес к этому способу поддерживается также и другими его преимуществами перед прочими современными способами мочки, а именно: высокими качествами продукции, скоростью мочки, полным устранением антисанитарных явлений, независимостью от условий погоды и др. Этот способ мочки конопли был нами организован в колхозе „Гигант“ Глуховского района Черниговской обл. Для этой цели служило помещение в 16 м<sup>2</sup>. На деревянном помосте 2.5 × 2 м была устроена установка аэробной мочки (фиг. 12). Рядом с помостом была вырыта яма, размерами 2.5 × 1.5 × 1.2 м, в которую вложен деревянный бассейн соответствующих

#### 4. Аэробная мочка кендыря

Кендырь до самого последнего времени пользовался репутацией растения, не поддающегося мочке, несмотря на многочисленные попытки мочки его в естественных (Райкова) и лабораторных (Минервин и Потапов) условиях. Впервые мочка кендыря и ее агенты были описаны И. А. Макриновым. Химические исследования кендыря Б. В. Троицкого, а также анатомические и микрохимические исследования Т. В. Щепкиной обнаружили в кендыре присутствие воска, смол, каучука, которые для их омыления требовали некоторого количества щелочи и проведения мочки при нейтральной или слабощелочной реакции; этими же исследованиями был установлен недостаток азотистых и фосфорных соединений в стеблях кендыря. На основании этих данных считалось необходимым прибавление  $K_2HPO_4$  и  $(NH_4)_3PO_4$  в количестве 0.1% от сухого веса стеблей и закваски из культуры *Pectinobacter atylophilum*. При этих условиях нами была вполне успешно осуществлена мочка кендыря даже в лабораторных широкогорлых банках по методу повторности. В дальнейших опытах выяснилась все-таки довольно значительная медленность мочки в сосудах (7—10 дней), и потому, в виду указанного химизма этого растения, было решено подвергнуть его аэробной мочке, обеспечивающей всегда нейтральную или слабощелочную реакцию; к тому же побуждали и аэробные свойства выделенных из мочильной жидкости кендыря агентов его мочки.

Аэробная мочка кендыря производилась таким образом: отсортированные стебли кендыря связывались в снопы для горизонтальной укладки при мочке или в двуснопы для вертикальной и подвергались замочке в бассейне в течение 10—15 минут; в бассейн полезно еще прибавить щелочи (0.1% от веса стеблей); после этого снопы укладывались в установку горизонтально или вертикально.

Для кендыря с его пропитанной воском и смолой кутикулой, весьма затрудняющей проникновение бактерий внутрь

---

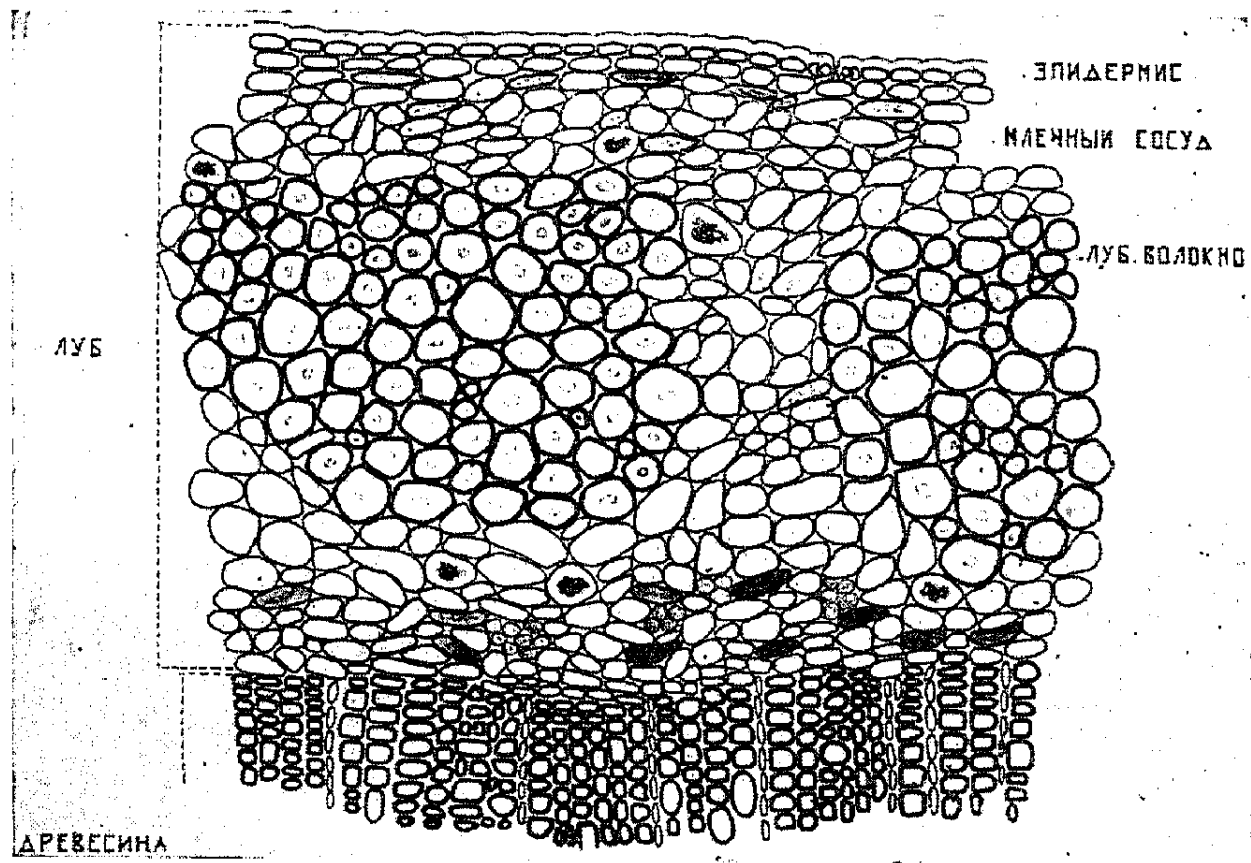
размеров; к этому бассейну подведены заборная труба для подачи воды в оросительный аппарат и для выкачивания отсюда отработанной мочильной жидкости и другая труба, приводящая воду из пруда. Все эти операции производились при помощи центробежного насоса, приводимого в движение трактором.

Эта опытная установка обошлась всего в 1500—2000 руб. (1937 г.).

К сожалению, работы на этой установке не развернулись в должной мере из-за отсутствия сырья и по другим причинам.

стеблей, очень полезно расплющивание стеблей перед мочкой пропусканием их сквозь гладкие валы. Стебли затем связываются в снопы, замачиваются и загружаются в установку.

После прибавления закваски из культур *Pectinobacter amylophilum*, *Bact. аросуи* и *Bacillus аросуи* начинается непрерывное орошение в течение 18—20 часов (с 1 часом перерыва для отдыха мотора). По окончании этого срока непрерывное орошение прекращается на 3—4 часа, в течение коих вся мочильная жидкость удаляется и наливается свежая вода. На поверхность загруженного кендыря прибавляются из садовой

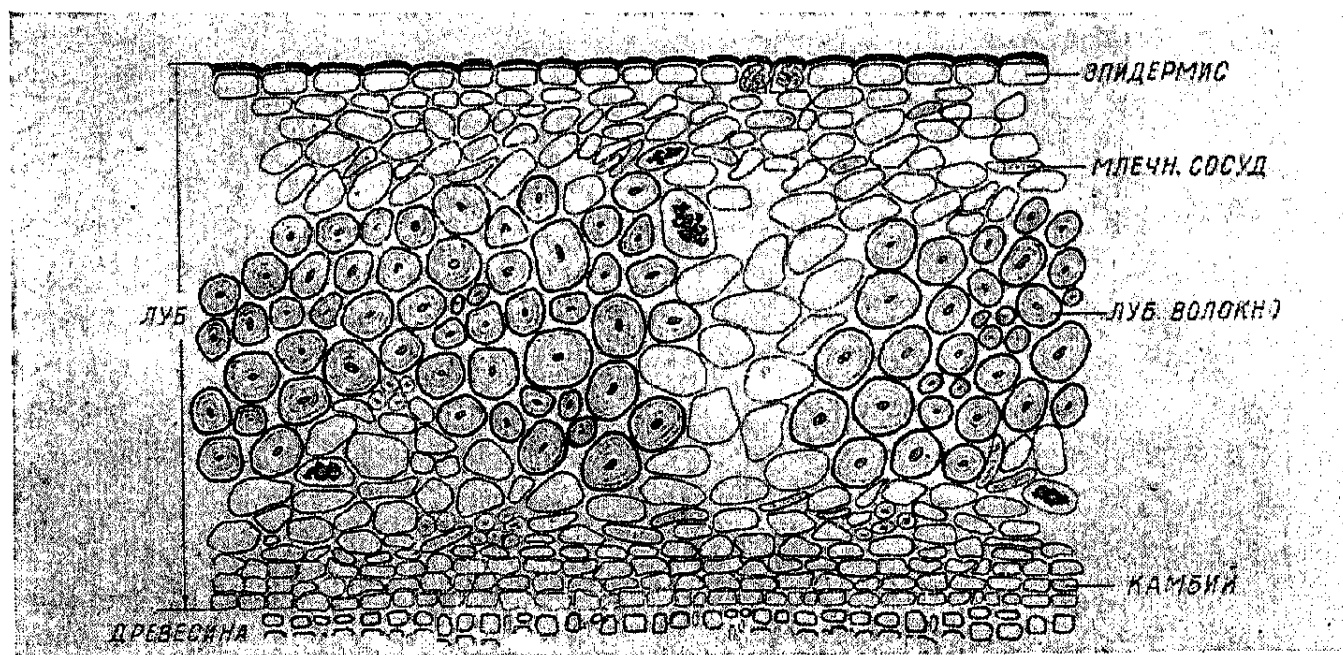


Фиг. 32. Поперечный разрез сухого стебля кендыря до мочки.

лейки дополнительные вещества — минеральные соли для питания микробов: фосфорнокалийные,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ , томас-шлак или костяная мука в количестве 0.1% от веса сухих стеблей; затем во второй раз прибавляется указанная закваска в количестве 2% от веса стеблей. Прибавление солей и закваски надо производить осторожно и медленно, чтобы жидкость успела равномерно распространиться по всей партии нагруженного кендыря и, по возможности, не стекала насквозь. После прибавления солей и закваски, для лучшего их распределения и оседания микробов на стеблях, партии дают минут 30 постоять и затем производят орошение в течение 1 часа с последующим 3—4-часовым перерывом, и такой режим

конца мочки. Продолжительность мочки — от 4 до 6 дней при 18—20°C. Колебания в продолжительности мочки зависят от качества сырья; например, Илийский кендырь — светло-желтый — вымачивается скорее крымского с темнокрашенной, сильно одревесневшей кутикулой; неперезревшие стебли вымачиваются скорее перезревших и т. п.

Вопрос о конце мочки кендыря — запутанный и невыясненный в виду тождественности по составу пектиновых веществ, склеивающих лубяные пучки с окружающей тканью и отдельные волокна в пучке между собой; следствием этого является одновременность распада пектиновых веществ, склеивающих лубяные пучки с окружающей тканью, и пектинов, склеивающих элементарные волокна в пучке



Фиг. 33. Поперечный разрез стебля кендыря после мочки.

между собой (фиг. 32—33). Конец мочки, следовательно, совпадает с началом ктонизации. Поэтому для получения длинного волокна кендыря лучше немного не домачивать его. Образование и распространения грибов-черновиков при мочке не наблюдается.

Большие затруднения представляет обработка кендыря после мочки в виду того, что кутикула, хорошо отстающая от волокна в мокром состоянии, во время сушки вновь крепко прилипает к нему и затем с трудом от него отделяется. Повидимому, мокрая обработка кендыря после мочки является наиболее целесообразной, но вопрос этот не разработан.

Выход длинного волокна кендыря колеблется в пределах 7.5—9.0%, а всего волокна — от 10 до 12%.

## Заключение

В заключение работы, посвященной, главным образом, описанию замечательных особенностей бактериального процесса аэробного брожения пектиновых веществ по данному способу мочки, необходимо еще раз подчеркнуть, что этот процесс является наиболее совершенным по своему биохимизму. Очередная задача разработки данного способа мочки в промышленности должна заключаться в таком его техническом оформлении, которое позволило бы и в производственных условиях сохранить и использовать те весьма ценные свойства аэробного брожения пектиновых веществ, которые выявлены в лабораторных и полужаводских опытах.

На основании данных, приведенных в этой и других главах, можно сделать вывод, что аэробный способ мочки уже на данной стадии его разработки может быть постепенно вводим в промышленность для мочки льна, кенафа, кендыря (*Аросунит генетум*) и диких волокнистых растений *Psoralea drupacea*, *Althaea nudiflora* и, в особенности, коры ивы, с необходимыми доработками некоторых указанных выше вопросов и при условии получения положительных результатов.

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аэробная мочка льну. Сборник работ Инст. Пром-сти, Минск, 1934.
2. Бактериологическая и биохимическая природа процесса мочки льна. Труды Всес. Инст. с.-х. микробиол., т. 7, вып. 1, 1936.
3. Геккер П. А. — Руководство по технологии и первичной обработке новых лубяных волокон. М., 1933, гл. 5 и 6: „Биологические способы выделения волокна“.
4. Данилочкин А. В. — Промышленная первичная обработка льна в Бельгии. Сельхозгиз, 1921.
5. Данилочкин А. В. — Технология первичной обработки лубяных волокон. Л., 1932.
6. Кислов А. И. — Мочка луба кенафа. Отчет Новлублинститута за 1938 г.
7. Кислов А. И. — Аэробная мочка кенафа. Отчет Новлублинститута за 1938 г.
8. Кислов А. И. — Мочка кенафа дождеванием и очистка сточных вод на базе этого способа. Отчет Новлублинститута за 1939 г.
9. Лен и пенька. Сборник статей по первичной обработке. М., 1925.
10. Микробиологические процессы при мочке льна, силосовании и хранении молока. Тр. Всес. инст. с.-х микробиол., т. 7, вып. 2, 1935.
11. Миронов К. М., Колесников А. Г. и Байков Ф. Д. — Мочка кенафа и итальянской конопли с подогревом воды на заводах. Отчет Новлублинститута за 1937 г.
12. Руководство по технологии первичной обработки новых лубяных волокон. Изд. Новолублинститута, М., 1933.
13. Сурков Н. М. — Кенаф. Краснодар, 1927.
14. Троицкий Б. В. — Химический состав кендыря в связи с процессами его биологической мочки. Бюлл. Кендырн. бюро, 1928, № 3.
15. Троицкий Б. В. — Химический состав кенафа (*Hibiscus cannabinus*) в связи с процессами бактериальной мочки. Арх. биол. наук, т. 29, 1929.
16. Троицкий Б. В. — О ферментах при аэробном и анаэробном брожении пектиновых веществ. Арх. биол. наук, т. 28, 1929.
17. Троицкий Б. В. — Химический состав мочильной жидкости аэробной мочки.
18. Цитович. — Мочка пеньки на незамерзающих ключах. Лен и пенька, 1928. № 12.
19. Carbone D. — La macerazione industriale delle Plante tessile col. *Bacillus felsineus*. Dell' Instituto Sieroterapico Milanese, 1926.
20. Erlich. Ueber die fermentierte Zerstörung von Pectinstoff. Angew. Chemie, 1930.
21. Rouschmann G. — Grundlagen der Röste. Leipzig, 1923.



# DIE BIOLOGISCHE MAZERATION PFLANZLICHER GEWEBE (EINFÜHRUNG IN DAS STUDIUM DER BIOLOGISCHEN RÖSTE VON BASTPFLANZEN)

Von Prof. I. A. Makrinov

Zusammenfassung

Die Mazeration, d. i. der Zerfall pflanzlicher Gewebe in ihre anatomischen Bestandteile, findet den vollständigsten Ausdruck in der biologischen Röste von Bastpflanzen. Gegenwärtige Arbeit befasst sich mit der Darlegung der Eigenschaften der Mikrobiologie und des Biochemismus:

- 1) der anaeroben Röste;
- 2) der Röste nach dem Wiederholungsverfahren;
- 3) der aeroben Röste.

Letzterer Prozess wird mit besonderer Ausführlichkeit behandelt in Anbetracht seiner besonderen Eigentümlichkeiten, welche uns die Möglichkeit eröffnen im Weiteren ein vollkommeneres Röstverfahren zu schaffen, als die gegenwärtig bestehenden.

Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse der Anwendung des aeroben Röstverfahrens in Bedingungen industrieller und halbwegs-industrieller Praxis angeführt, woraus erhellt, dass bereits auf dem heutzutage erreichten Stadium der Ausarbeitung dieses Verfahrens selbiges für die Behandlung von Flachs, Hanf, Kenaf, Kendyr, Weidenrinde, *Psoralea drupacea* u. a. m. sich verwerten lässt.

Verfasser geht von der Annahme aus, dass das für die Ausbeute an Faser bei der biologischen Röste massgebende Moment in den Verlaufsbedingungen besteht, welche dem normalen biochemischen Prozess durch das gegebene Röstverfahren auferlegt werden. Die mit Rücksichtnahme auf diese Auffassung ausgeführte Arbeit brachte zur Aufstellung von zwei neuen Röstverfahren, welche sich nach ihrem Biochemismus von allen bisher bekannten Verfahren scharf unterscheiden und für die

Gärung günstigere Verhältnisse liefern. Diese Untersuchungen erlaubten auch den Begriff eines „normalen“ bakteriellen Prozesses zu formulieren im Gegensatz zu den in der Mikrobiologie heutzutage bekannten „anormalen“, d. i. verzerrten, nicht regelrecht verlaufenden Prozessen, deren typisches Beispiel uns in der sogenannten Warmröste geboten ist.

Die typische anaerobe Röste wird gewöhnlich in den natürlichen Verhältnissen (in Gruben, Teichen usw.) ausgeführt und in künstlich hergestellten Bedingungen (Warmröste auf Betrieben in eigens dazu verwandten Becken). Die anaerobe Röste ist gekennzeichnet durch Anhäufung in erheblicher Menge von Säuren auf Kosten der Vergärung von aus den Stengeln extrahierten Kohlehydraten, Glukosiden, Pektinstoffen und Stickstoffverbindungen, sowie durch das Auftreten von in den betreffenden Verhältnissen der Einwirkung der Mikroben kaum zugänglichen Extraktivstoffen als, z. B., harzig-öligen, wachsartigen, kautschukartigen u. dgl. m. Die einen Stoffe wie die anderen verlangsamen den Ablauf des Rösteprozesses, verschlechtern die Faser und schaffen sanitätswidrige Betriebsverhältnisse. Als Erreger fungieren bei der anaeroben Röste die Anaeroben *Granulobacter pectinovorum*, *Bacillus felsineus*, *Bacillus cannabinus* u. a. m. Die verschiedenen bestehenden „Verfahren“ der Röste (Vansteenkiste, Carbone, Schneider u. a. m.) gleichen sich in Hinsicht ihres Biochemismus und sind daher auch der Effektivität nach gleichwertig.

Die Ausnutzung von künstlicher bakterieller Impfung von aktiven Erregern der Pektingärung als, z. B., *Pectinobacter amylophilum*, *Bacterium apocyni*, *Bacillus apocyni*, *Bacillus Comessii* u. a., besonders mit gleichzeitiger Anwendung von entsprechenden chemischen Reagentien, führt zu erheblicher Besserung der Röste.

Das Wechseln der Röstflüssigkeit im Laufe des Prozesses der Röste, einmalig oder teilweise, bzw. unter Einrichtung eines ständigen Durchflusses, ist entschieden die durchgreifendste Massnahme zur Besserung der Röste, doch ist es mit weitgehenden Veränderungen des Biochemismus des anaeroben Röstprozesses verbunden, welche ihm einen eigenartigen aeroben Charakter beimessen, und ist dabei sehr kostspielig.

Und dennoch hat sich die anaerobe Röste, aller hervorgehobenen Nachteile ungeachtet, bei wilden monokotyledonen Bastpflanzen vortrefflich bewährt angesichts der Besonderheiten ihrer anatomischen Struktur und dank der günstigen Beeinflussung des verholzten mechanischen Gewebes, aus welchem das Bastmaterial dieser Pflanzen besteht.

Die Röste nach dem Wiederholungsverfahren ist ihrem Biochemismus nach von der anaeroben Röste scharf unterschieden; sie ist eine vollkommenerere und wirkungskräftigere Gärungsform. Die Röste nach diesem Verfahren besteht darin, dass sie mehrere Male in einer und derselben Röstflüssigkeit durchgeführt wird unter wachsender Beschleunigung des Prozesses und steigender Qualität der Faser. In Laboratoriumsverhältnissen vollzieht sich die Röste nach diesem Verfahren folgendermassen: in weithalsigen Glasflaschen mit Baumwollpfropfen werden die Flachsstengel nach vorausgehender Sterilisation mit *Pectinobacter amylophilum* infiziert. Der heftig verlaufende Gärungsprozess dauert gewöhnlich 3 Tage bei 30°. Nach Abschluss der Röste werden die Stengel aus dem Gefäss entfernt und durch eine neue Partie von sterilen Stengeln ersetzt; nun verläuft die Röste bereits schneller, ungefähr in 48—60 Stunden. Mit dergleichen Massnahmen wird des weiteren noch mehrmals fortgeföhren, wobei die dritte Röste schon nach ca. 30—36 Stunden zum Abschluss kommt und die vierte nach ca. 18—24 Stunden. Manchmal dauert die Beschleunigung noch in mehreren nachfolgenden Röstungen fort, in den meisten Fällen hält jedoch die Geschwindigkeit der Röste bei einem gewissen Höchstbetrage an, worauf sie wieder allmählich zu sinken beginnt, um mit hoher Acidität der Röstflüssigkeit ( $\text{pH} = 3.4 - 3.6$ ) wieder beim anfänglichen Masse anzulangen. Daraufhin wird die Röstflüssigkeit auf längere Zeit zur „Erholung“ unbesetzt gelassen.

Die in der Röstflüssigkeit angesammelte Mikroflora, in Ermangelung der in den Stengeln gebotenen Nahrung, zehrt an den organischen Säuren der Röstflüssigkeit unter Zersetzung derselben bis auf  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ ; dementsprechend nimmt die Acidität der Flüssigkeit allmählich ab bis zu neutraler Reaktion ( $\text{pH} = 6.9 - 7.0$ ). Damit wird die Röstflüssigkeit von neuem aktiv, ihre Fähigkeit zu beschleunigter Durchführung der Röste wiedergewinnend.

Die Beobachtung der Röste zeigt, dass nach der zweiten Röste die Röstflüssigkeit eine ungenügende Menge von Stickstoffverbindungen und Phosphorkalialsalzen enthält, welche gewöhnlich aus den Stengeln extrahiert werden, im gegebenen Falle aber bereits vorher infolge der Sterilisation in besonderem Gefässe verloren gehen. Deshalb ist es geboten nach der zweiten Röste der Röstflüssigkeit etwa 0.1—0.2% von  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  nebst  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  oder von Knochenmehl beizufügen. Nach der dritten Röste erreicht die Röstflüssigkeit meistens das Maximum ihrer Aktivität und wird „aktive Flüssigkeit“ genannt.

Welche sind denn die Bedingungen für das Instandsetzen

des obengeschilderten Verfahrens der wiederholten Rösten? Die Hauptbedingung ist eine gehörige Auswahl von zur Genüge aktiven und durch bestimmten Biochemismus gekennzeichneten Erregern der Röste; als Vertreter dieser Art von Mikroben wäre besagter *Pectinobacter amylophilum* anzuführen. Dieser Mikrob weist nicht nur hochgradige Aktivität auf, sondern auch die Fähigkeit, die ihm vorgelegten organischen Substanzen im Verhältnis von 75% vollends zu zerlegen bis auf CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O, während nur ca. 25% in Ameisen (1 Teil) und Essigsäure (2 Teile) verarbeitet werden; die Ameisensäure jedoch, als ein nicht standfestes Produkt, gerät rasch in Zersetzung, und im Medium bleibt einzig die Essigsäure übrig. Auf solche Weise wird in der Röste unter dem Einfluss dieses Mikroben das Medium nur sehr unbedeutend angesäuert, dafür wird aber nach jeder Röste die Menge der Zellen der sich betätigenden Mikroben und der Fermente in hohem Grade gesteigert, was die Aktivität der Röstflüssigkeit anwachsen macht. Parallel damit wächst auch mit jeder Röste die Acidität des Mediums, welche nach Ablauf von mehreren Rosten sehr erheblich stark wird und die Aktivität der Röstflüssigkeit herabsetzt. Nach „Erholung“ und Zerfall der Säuren stellt letztere ihre Aktivität wieder her.

Lässt man die aktive Flüssigkeit durch einen Chamberland'schen Kerzenfilter hindurch, so wird deren Röstfähigkeit bedeutend abgeschwächt; das besagt, dass die Röstflüssigkeit bei alleiniger Betätigung der Fermente ohne die Mikroben, gleichwie der Mikroben ohne Fermente (wie, z. B., in der ersten Röste) ihre hohe Aktivität einbüsst. So leuchtet denn ein, dass nur ein harmonisches Zusammenwirken innerhalb des Mediums von Fermenten und Mikroben das Höchstmass der Wirkung ergibt. Experimentell steht fest, dass in der Röste nach dem gegebenen Verfahren die führende Rolle den Fermenten gehört, welche mit jeder in derselben Röstflüssigkeit abgehaltenen neuen Röste sich dort anhäufen, weswegen in dieser Beckenröste auch aerobe Mikroben tätig sein können, welche in diesem Falle nicht nur als Erreger der Röste, sondern auch als Produzenten von Fermenten auftreten. Ausser *Pectinobacter amylophilum* ergeben auch aerobe Erreger der Röste positive Resultate, als *Bacillus Comesii*, *Bact. apocyni*, *Bacillus apocyni* u. a. m. Ein Zusatz von solchen nicht streng zu nehmenden Anaeroben, wie *Bact. cannabinus*, ist für die Anwendbarkeit des Verfahrens der wiederholten Röste von Vorteil.

Zum Zweck der Ausnutzung dieses Verfahrens in Betriebsverhältnissen wird im voraus eine „aktive“ Röstflüssigkeit in

genügender Menge (vgl. S. 22) bereitet und im Verhältnis von 35—40% dem die Becken anfüllenden Wasser zugesetzt. Nach der ersten Röste wird die Röstflüssigkeit in einen besonderen Behälter beiseitegegossen. Der Flachs bzw. die anderen der Röste unterliegenden Pflanzen werden aus dem Becken entfernt, um anderen Partien Platz zu machen, welche sodann mit derselben, eben noch im Gebrauch gewesenen Röstflüssigkeit behandelt werden.

Die von E. Fitzner auf den „Rospol“-Werken angestellten Versuche ermöglichten die Durchführung der Röste in einer Durchschnittszeit von 36—40 Stunden mit sehr guter Produktion.

Das oben beschriebene Wiederholungsverfahren ist im Vergleich mit der anaeroben Röste vollkommener und wirksamer. Doch bietet seine Verwertung in Betriebsverhältnissen nicht geringe Schwierigkeiten wegen der hier erforderlichen speziellen Auswahl von aktiven Mikroben mit spezifischen Eigentümlichkeiten, als *Pectinobacter amylophilum*, *Bacterium* und *Bacillus apocyni*, *Bacillus Comesii*, *Bacillus cannabinus* u. a. m., sowie wegen der Notwendigkeit „aktive“ Röstflüssigkeit im voraus zu bereiten und ein bestimmtes technologisches Regime einzuhalten. Auch in Hinsicht ihres Biochemismus ist die Röste nach dem Wiederholungsverfahren keineswegs als ideal einzuschätzen wegen des hochgradigen Anwachsens der Acidität und der Schwierigkeiten mit der Zersetzung der Extraktivstoffe.

In dieser Beziehung verdient die aerobe Röste nach Rossi besonders hervorgehoben zu werden. Bekanntlich wird die Aerobiose in dieser Röste mittels Durchblasen von Luft durch das Becken während der ganzen Dauer der Röste erreicht; Erreger der Röste sind die Aeroben *Bacillus Comesii* und andere banale Formen. Die Röstflüssigkeit hat über die ganze Dauer der Röste hinweg nahezu neutrale Reaktion (pH=6.7—6.9); üblen Geruch gibt es nicht, die Röste lässt sich etwas beschleunigen bis auf 48—60 Stunden; die Produktion ist von guter Qualität. Dieses Verfahren genießt keine grosse Verbreitung infolge der Kostspieligkeit von Apparatur und Ausbeutung.

Den Wert gerade der aeroben Röste vollauf anerkennend haben wir ein anderes, einfacheres und billigeres, aber seinem Biochemismus nach vollkommeneres Röstverfahren in Vorschlag gebracht. In technischer Hinsicht gestaltet sich dieses Verfahren folgendermassen (Abb. 12): auf einer Zement-, Stein- oder Holzdiele mit gehobenen Rändern wird ein Gerüste aus vier Pfosten errichtet, die oben und unten miteinander verbunden sind. Unter diesem Gerüste oder daneben wird eine Grube gegraben, ausgelegt gewöhnlich mit Ziegeln auf Zement, in welche die Röstflüs-

sigkeit von der Diele abfließt. Über dem Gerüste wird ein Bewässerungsapparat angebracht, welcher aus einem System von Sprinklern oder Drenchern zusammengestellt ist. Das der Röste auszusetzende Material, z. B. Flachs, wird vertikal in Doppelgarben sehr kompakt geladen. Das Wasser wird aus dem unteren Becken mittels Pumpe in den Bewässerungsapparat hinaufbefördert, aus welchem es in einer Menge von feinsten Strahlen sich auf den Flachs ergießt, durch dessen Masse auf die Diele dringt, um in das untere Becken abzufließen (Abb. 12), von wo es von neuem in den Bewässerungsapparat hinaufgepumpt wird usw. Eine derartige Zirkulation der Röstflüssigkeit erfolgt periodisch dermassen, dass die Pumpe nur während 35—40% der Röstezeit arbeitet, ungefähr nach folgendem Schema: nach Beginn der Röste wird die Bewässerung 18 Stunden lang anhaltend geführt mit einer Stunde Pause zur Erholung des Motors, darauf eine Unterbrechung für 3 Stunden mit nachfolgender 1 Stunde Bewässerung, wieder 3 Stunden Unterbrechung und 1 Stunde Bewässerung und so fort bis zum Abschluss der Röste.

Der technologische Prozess dieser Röste besteht in folgendem: die Flachsgarben, zu Doppelgarben zusammengebunden (je eine Spitze mit einem groben Ende), werden einer Anwässerung unterworfen während 5—10 Minuten, um die Gleichmässigkeit der weiteren Bewässerung zu sichern. Darauf werden die Garben dichtgedrängt in das Gerüste geladen und mit einem aktiven Vergärer (in einem Quantum von ca. 2%) infiziert, welcher aus einer Gartenkanne darüber gegossen wird. Darauf setzt die Bewässerung ein, welche nach dem angegebenen zeitlichen Schema sich abspielt. Nach Ablauf von 18 Stunden Bewässerung ist eine 3-stündige Unterbrechung vorgesehen, während welcher die ganze Röstflüssigkeit entfernt und frisches Wasser aufgegossen wird. Nun wird von neuem der Vergärer zugesetzt (das halbe von dem ersten Quantum) und eine Lösung von Stickstoffverbindungen und Phosphorkalisalzen (S. 22) in einer Menge von 0.1% vom Trockengewicht der Stengel, darauf folgt eine Stunde Bewässerung, drei Stunden Unterbrechung und so fort bis zum Abschluss der Röste. Bei 16—18° verläuft die Röste gewöhnlich während 100—105 Stunden und ergibt ein Produkt von hoher Qualität.

Die Mängel des Verfahrens sind:

a) ungleichmässige Bewässerung (als Folge unvollständiger Ausarbeitung);

b) Entwicklung von Pilzen auf einigen Pflanzen, besonders auf dem Hanf, manchmal auf Flachs bei Infiziertsein der Stengel vor der Röste und

### c) Bildung von Schleim.

Als Mittel zur Bekämpfung der „Schwärzepilze“ (*Cladosporium herbarum*, *Rhizopus nigricans* usw.) sind die Antiseptica zu nennen, welche bei der Anwässerung verwandt werden (Formalin zu 0.3%, Phenol zu 0.1—0.2%, NaFl zu 0.5%, NaHSO<sub>3</sub> zu 0.3—0.5% u. a. m.) und besonders Erwärmung des Wassers während der Anwässerung (3—5 Minuten) bis auf 65—70°. Gegen den Schleim helfen der schon erwähnte Wechsel der Röstflüssigkeit, auch ein Regeln der Lüftung und der Temperatur (Ruschmann).

Bemerkenswert ist der Biochemismus der aeroben Röste nach diesem Verfahren: die Reaktion der Röstflüssigkeit im Laufe der ganzen Röste bleibt neutral (pH=7.0—7.3). Die Mikroben, Erreger der Röste, setzen sich ganz von Beginn der Röste auf den Stengeln ab und vermehren sich auf denselben mit grosser Intensität, die fremden Mikroben verdrängend. Die spezifischen Mikroben der Röste, die sich in der Röstflüssigkeit vermehren, werden während ihrer Zirkulation durch die Stengel aufgehalten, bleiben auf denselben haften und sind gegen Ende der Prozedur in der Röstflüssigkeit fast abwesend (Tab., S. 44). Desgleichen werden auch die Fermente an den Stengeln der behandelten Pflanze adsorbiert und sind gegen Ende der Röste in der Röstflüssigkeit kaum noch nachzuweisen (Abb. 15—18). Das Konzentrieren der tätigen Mikroben und Fermente auf den Stengeln, welche das wesentliche Objekt der Prozedur bilden, übt auf dieselbe eine bedeutende aktivierende Wirkung aus. Diese Wirkung wird noch von einer anderen merkwürdigen Eigenschaft dieser Röste begünstigt, das ist die selektive Fähigkeit der nach diesem Verfahren gerösteten Pflanzen aus der Röstflüssigkeit die für den Prozess erforderlichen Substanzen aufzuhalten, zu absorbieren, die unbrauchbaren dagegen auszuschleiden; wenn man der Röstflüssigkeit, z. B., (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> zugibt, so wird es nach 2—3 Rundläufen daraus schon verschwunden sein, da es von den Mikroben energisch verbraucht wird (Tab., S. 49). Andererseits, z. B., bleibt zugesetzte Kreide in der Röstflüssigkeit in unveränderter Menge, da sie für die Mikroben unbrauchbar ist. Genannte Eigenschaften dieses Röstverfahrens schaffen ihm einen scharf ausgeprägten spezifischen Charakter des Röstprozesses, woraus sich für den Betrieb die hohe Qualität und Standardmässigkeit der Produktion ergibt.

Die beschriebenen Eigentümlichkeiten der aeroben Röste, welche so günstige Bedingungen für die Aktivität der Mikroflora schaffen, legen natürlicherweise die Frage nahe, welche wirtschaftlichen und betrieblichen Vorzüge diesem Röstverfahren

den anderen in der Praxis bestehenden gegenüber eigen sind. Diese Vorzüge sind die folgenden:

1) Verwertung der Wärme der umgebenden Luft, in welcher die Röstflüssigkeit sich fortbewegt und deren Temperatur sie annimmt, was uns erlaubt die aerobe Röste bei erhöhter Temperatur auszuführen ohne Erhitzen, beispielsweise in der warmen Jahreszeit, während in der kalten ein geheizter Raum benutzt werden kann.

2) Die unbedeutende Menge des erforderlichen Wassers bei der aeroben Röste (Hydromodulus 1:10, anstatt 1:30 bei der anaeroben Röste).

3) Abhandensein von gesundheitsschädlichen Erscheinungen als Ubelgeruch, Verunreinigung der Röstflüssigkeit durch Zersetzung organischer Substanzen bis auf CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub> usw.

4) Schnelligkeit der aeroben Röste, welche derjenigen der Wärmeröste fast gleichkommt (Tab. 7).

5) Einfachheit, Zugänglichkeit und Billigkeit von Ausrüstung und Ausbeutung der aeroben Röste nach dem angegebenen Verfahren.

6) Hohe Qualität der sich ergebenden Produktion (Ausbeute von langer Faser (18—20%, № 18).

7) Die Vorzüge der aeroben Röste in Hinsicht von Wirksamkeit und Einträglichkeit lassen sich auf Grund von auf Versuchswerken angestellten Arbeiten in nachfolgender Weise zusammenfassen:

|  |  |
|--|--|
| Steigerung von Ausbeute der Faser . . . . .              | um 8%  |
| „ „ Qualität der Faser . . . . .                         | „ 1.5 N  |
| „ „ Bleichbarkeit der Faser . . . . .                    | „ 2.8%   |
| Verringerung der erforderlichen Kapitalanlagen . . . . . | „ 2.5%-fach gegenüber der Wärmeröste                                   |
| „ des „ Aufwands an                                      |  |
| Arbeitskraft . . . . .                                   | um 50% gegenüber der Wärmeröste, id. um 30% gegenüber der kalten Röste |
| Verluste an Fäserchen . . . . .                          | „ 2.5%   |

8) Möglichkeit einer hochaktiven Cotonisierung von Flachsabfällen, von Flachs- und Kendyrbast und von Ramiebast.

9) Verröstbarkeit von solchen Pflanzen, welche für die gewöhnliche anaerobe Röste nicht empfänglich sind, als Kendyr, Weidenrinde, *Psoralea drupacea* u. a. m.

Die beschriebene aerobe Röste mit allen ihren tief eigenartigen und merkwürdigen Eigentümlichkeiten gibt uns erstmalig einen Begriff davon, welche Eigenschaften jeden bakteriellen Prozess in seiner idealen Fassung kennzeichnen sollen, nämlich:



1) die darin tätige Mikroflora arbeitet bei neutraler Reaktion im Laufe des ganzen Prozesses;

2) alle auf die als Erreger des betreffenden Prozesses auftretenden Mikroben schädlich wirkenden Produkte ihrer Lebenstätigkeit, sowie auch andere, dieselben und die Qualität der Betriebsproduktion beeinträchtigenden Substanzen, wie z. B. Extraktivstoffe, werden aus dem Medium sofort nach ihrer Bildung ausgeschieden;

3) Mikroben und Fermente konzentrieren sich auf dem Objekte der Vergärung, was ihnen erlaubt alle nur mögliche bakterielle und fermentative Einwirkung auf dieses Objekt in vollem Ausmass zu entfalten.

4) der Prozess muss einen ausgesprochen spezifischen Charakter tragen, sogar ohne jegliche Sterilisation;

5) der Prozess soll sich durch hohe Aktivität kennzeichnen und eine Produktion von hoher Qualität ergeben.

Solche Prozesse nennen wir regelmässig verlaufende „normale“ bakterielle Prozesse im Gegensatz zu den in der gegenwärtigen Mikrobiologie unregelmässig verlaufenden, verzerrten, gestörten, „anormalen“ bakteriellen Prozessen, als deren typisches Beispiel die im I Kapitel beschriebene anaerobe Röste mit ihrer sauren Reaktion des Mediums, nachteilig wirkenden Stoffwechselprodukten, mit den schwer zerlegbaren Extraktivstoffen hinzustellen ist. Diese schädigenden Nebenwirkungen sind in höherem oder minderem Grade fast in jedem bakteriellen Prozesse anzutreffen. So sehen wir denn, dass zur richtigen Instandsetzung eines jeden „normalen“ bakteriellen Prozesses für den Ablauf desselben derartige Verhältnisse gewährleistet sein müssen, dass die daran beteiligte Mikroflora keinerlei deren Lebenstätigkeit beeinträchtigenden Einflüssen ausgesetzt sei. Dieser praktische Grundsatz muss bei der Verwirklichung eines jeden bakteriellen Prozesses massgebend sein.

---

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|  | Стр.      |
|--|-----------|
| Предисловие . . . . .  | 3         |
| Введение . . . . .   | 5         |
| <b>Глава I. Анаэробная мочка . . . . .</b>   | <b>7</b>  |
| 1. Общие замечания . . . . .   | 7         |
| 2. Биохимизм и микрофлора анаэробной мочки . . . . .   | 8         |
| 3. Анаэробный способ для мочки диких волокнистых растений . . . . .  | 14        |
| <b>Глава II. Метод повторных мочек . . . . .</b>   | <b>18</b> |
| <b>Глава III. Аэробная мочка волокнистых растений . . . . .</b>  | <b>28</b> |
| 1. Техника проведения аэробной мочки орошением . . . . .   | 32        |
| 2. Роль заквасок, дополнительных веществ и антисептиков при аэробной мочке . . . . .   | 34        |
| 3. Эффект аэробной мочки . . . . .   | 37        |
| 4. Биохимизм аэробной мочки прядильных растений . . . . .  | 39        |
| а) Реакция мочильной жидкости при аэробной мочке . . . . .   | 39        |
| б) Поведение микрофлоры в процессе аэробной мочки . . . . .  | 43        |
| в) Адсорбция ферментов вымачиваемыми растениями при аэробной мочке . . . . .   | 45        |
| г) Избирательная способность вымачиваемых растений по отношению к различным веществам при аэробной мочке . . . . .                   | 48        |
| д) Специфичность процесса аэробной мочки . . . . .   | 49        |
| е) Описание лабораторного прибора для аэробной мочки . . . . .   | 51        |
| <b>Глава IV. Сравнение анаэробной и аэробной мочек; преимущества последней . . . . .</b>   | <b>58</b> |
| <b>Глава V. Значение аэробного метода в современной микробиологии . . . . .</b>  | <b>61</b> |
| <b>Глава VI. Экономические и производственные преимущества аэробной мочки волокнистых растений перед другими способами . . . . .</b> | <b>73</b> |
| <b>Глава VII. Разработка и освоение новых способов мочки в промышленности . . . . .</b>  | <b>79</b> |
| 1. Аэробная мочка кенафа . . . . .   | 81        |
| 2. Аэробная мочка льна . . . . .   | 86        |
| 3. Аэробная мочка конопли . . . . .  | 93        |
| 4. Аэробная мочка кендыря . . . . .  | 102       |
| Заключение . . . . .   | 105       |
| Литература . . . . .   | 106       |
| Резюме на немецком языке . . . . .   | 107       |

Редактор *Н. И. Шарпов*. Подписано к печати 7/V 1941 г. Ризо № 1425 М 53942.  
 Объем 7¼ печ. л., 6,78 уч.-авт. л. Зн. в л. 38880. Тираж 1000 экз. Цена книги 5 р. 50 коп.  
 Заказ № 809.

## О П Е Ч А Т К И

| <i>Страница</i> | <i>Строка</i> | <i>Напечатано</i> | <i>Следует читать</i> | <i>По чьей вине</i> |
|-----------------|---------------|-------------------|-----------------------|---------------------|
| 5               | 15 сверху     | Шредера           | Шнейдера              | Типография          |
| 90              | 13 "          | в 25 раз          | в 2,5 раза            | .                   |

И. А. Макринов. Зак № 809