

С 316335.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОХИМИИ АН И ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ ЧАЙНОГО ХОЗЯЙСТВА

БИОХИМИЯ ЧАЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

СБОРНИК ВТОРОЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Депозитарий

~~ав 34895~~
662
56
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ БИОХИМИИ АН И ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ ЧАЙНОГО ХОЗЯЙСТВА

~~С-216335~~

БИОХИМИЯ ЧАЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

СБОРНИК ВТОРОЙ

71409375

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1936 ЛЕНИНГРАД



РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

1984

Напечатано по распоряжению Академии Наук СССР
Непременный секретарь акад. Н. ГОРБУНОВ
Октябрь 1936 г.

Редактор издания акад. А. И. Бах

2010

Технический редактор Н. Сытин

Корректор А. С. Шабан

Сдано в набор 3/V 1936 г. Подписано к печати 26/VII 1936 г. Формат 72 X 110₁₆. Объем 67, п. л.
В 1 п. л. 48500 зн. Тираж 1175 экз. Уполн. Главлита В-41984. АИИ № 247. Заказ № 1991.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста «Полиграфкнига», Москва, Валовая, 28.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1. С. М. Манская. Окислительные процессы в ферментирующемся чае . . .	7
2. Н. Н. Дьячков и Б. М. Баланцев. Биохимические показатели конца ферментации	17
3. М. А. Бокучава. Температурный режим ферментации чая	23
4. И. В. Глазунов и С. В. Горюпова. Ферментативная характе- ристика чайного листа	41
5. А. Л. Курсанов и Т. А. Шуберт. Образование и судьба чай- ного аромата во время изготовления черного чая	45
6. А. И. Опарин. Производственный контроль на чайных фабриках . . .	73

CONTENTS

Introduction	5
1. S. M. Manskaya. The oxidated Processes in the fermenting Tea . . .	7
2. N. N. Dyachkov and B. M. Balanzer. The Biochemical Sho- wers of the Fermentation End	17
3. M. A. Bokuchava. The Temperature Regime of Tea Fermentation . . .	23
4. J. V. Glazunov and S. V. Gorunova. Tea Fermentative charac- ter of Tea-Leaf	41
5. A. L. Kursanov and T. A. Shubert. The Formation and the Sense of Tea Aroma during the Manufacture of the Black Tea	45
6. A. J. Oparin. The Industrial Control in Tea Factories	73

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наша чайная промышленность почти целиком создавалась за время существования Советской власти. Работавшие до войны полукустарные чайные фабрики скорее представляли собой барскую забаву, чем солидные промышленные предприятия. Никакого серьезного экономического значения они, конечно, не имели. Современная советская чайная промышленность ставит перед собой грандиозную задачу удовлетворить потребность населения СССР в чае. Поэтому она развивается исключительно бурными темпами. Если в 1923 г. под чайными плантациями Западной Грузии было занято всего лишь около 1000 га, то через 10 лет эта площадь возросла почти до 35 000 га и продолжает расти все более ускоренными темпами. В настоящее время мы имеем уже 28 крупных, прекрасно оборудованных чайных фабрик, а к 1937 г. их число должно увеличиться до 40.

Исключительно важное значение в чайном деле имеет не только количественная, но и качественная сторона. В этом отношении достигнуты уже значительные успехи, но все же необходима дальнейшая работа в указанном направлении. Нет никакого сомнения, что при надлежащей постановке дела качество наших черных чаев может быть в значительной степени повышено.

Обычно принято относить качество готового чая на счет сырья — зеленого чайного листа, поступающего в производство. И действительно, сорт чайного куста, метеорологические и почвенные условия произрастания, применяемые агрикультурные мероприятия и пр. оказывают весьма существенное влияние на качество готового продукта. Поэтому перед нашими селекционерами и агротехниками стоит почетная задача получения высококачественного сырья для чайных фабрик. Однако и технологии в борьбе за качество черного чая принадлежит далеко не последняя роль. Ведь в основном чайное производство сводится к тому, что вещества, содержащиеся в зеленом листе, подвергаются определенного рода химическим изменениям, в результате чего и возникают те ароматические и вкусовые продукты, которые придают готовому черному чаю его высокие качества.

Конечно, если лист содержит в себе недостаточно тех веществ, которые должны подвергнуться указанным химическим изменениям, то тут технология бессильна, — она не может создать этих веществ. Но и высококачественное сырье при неправильном ведении технологического процесса даст низкосортный продукт. Задача технолога состоит именно в том, чтобы полностью, на 100%, использовать все те возможности для получения высококачественного черного чая, которые дает ему сырье.

Хотя мировая чайная промышленность уже существует в течение многих сотен лет, она отнюдь не может считаться передовой в отношении своей техники. Она строилась чисто эмпирически и совершенствовалась от случая к случаю. Мировые авторитеты по чайному производству с полной отчетливостью констатируют, что ни по одному вопросу не сделано так мало, как по изучению тех изменений, которые происходят во время изготовления чая. «Несмотря на многочисленные работы, — пишет доктор Манн, — посвященные этому вопросу, мы все еще находимся в полном неведении относительно того, что происходит во время изготовления черного чая и каковы причины происходящих изменений».

В 1934 г. руководимая мною группа научных сотрудников по соглашению с Институтом чайного хозяйства произвела исследование тех процессов, которые осуществляются при изготовлении черного чая. Эти исследования до известной степени вскрыли те биологические основы, на которых покоится чайное производство. Они показали, что основным движущим началом здесь являются ферменты чайного листа. При скручивании чайного листа на роллерах происходит разрушение, раздавливание живой ткани. Но ферменты при этом не погибают, они сохраняются в полученной таким образом автолитической массе и проявляют свое действие на следующей стадии производства, при так называемой «ферментации». Именно благодаря деятельности ферментов в ферментирующемся чае возникают вещества, обуславливающие настой, вкус и аромат готового продукта.

Эти исследования были напечатаны в сборнике «Биохимия чайного производства», изданном в 1935 г. Главным управлением субтропических культур.

В 1935 г. указанная работа по изучению чайного производства была продолжена Институтом биохимии Академии Наук СССР по договору с Институтом чайного хозяйства, но уже в значительно расширенном масштабе. Работа развернулась в двух направлениях. С одной стороны, продолжалось углубленное изучение тех процессов, которые лежат в основе чайного производства, причем в этом году особое внимание было обращено на ферментацию. С другой стороны, на основании данных, полученных в 1934 г., были разработаны методы производственного контроля. На двух чайных фабриках (Чаквинской и Салибаурской) впервые в истории чайной промышленности были организованы химические лаборатории, которые в течение всего сезона по определенной инструкции контролировали работу фабрик. В результате этого для большинства отдельных партий чая был получен ряд объективных показателей, характеризующих в каждом отдельном случае работу завялочного, роллерного и ферментационного цехов. Таким путем на большом производственном материале удалось проверить наши основные теоретические положения и подтвердить возможность объективного контроля в данном производстве. Результаты сделанных нами в 1935 г. исследований сведены в настоящем сборнике.

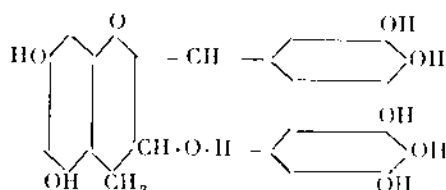
А. О п а р и н

С. М. МАНСКАЯ

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ФЕРМЕНТИРУЮЩЕМСЯ ЧАЕ

Произведенные нами в 1934 г. биохимические исследования процессов, происходящих при изготовлении чая [Сб. «Биохимия чайного производства», 1935] с полной отчетливостью показали, что ферментация чайного листа, а следовательно и образование чайного настоя, тесно связаны с деятельностью окислительных ферментов. Процесс ферментации начинается уже в роллере и выражается прежде всего в приобретении листом медно-красной окраски и характерного аромата. Окислительные ферменты, способствующие окислению соответствующего субстрата и превращению его в окрашенные вещества, состоят, по терминологии А. Н. Баха [1903], из оксигеназы и пероксидазы. Оксигеназа — вещество, способное образовывать с молекулярным кислородом перекись. Пероксидаза — фермент, производящий окисление только в присутствии перекиси водорода или органических перекисей. В экстрактах из свежего чайного листа, а особенно из завяленного и ферментированного, была обнаружена очень активная пероксидаза. Как показали исследования прошлого года [С. Манская, 1935], интенсивное поглощение кислорода чайным листом совершается в свежем и завяленном состоянии, а также и в течение скручивания. Но количество кислорода, поглощаемое во время скручивания, не уравнивается выделяемой углекислотой. На основании этих исследований была предложена схема, из которой видно, что окислительные процессы в ферментирующемся листе совершаются за счет кислорода, аккумулированного во время скручивания и обуславливающего образование органических перекисей. А. П. Курсанов [1935] в своей работе над пигментами чая показал, что быстро растертый лист как свежий, так и завяленный, при сохранении его в атмосфере CO_2 не вырабатывает в себе пигментов. При добавлении же перекиси водорода к такому материалу образование пигментов идет и в атмосфере CO_2 , хотя и слабее, чем при нормальном доступе кислорода. А. И. Смирнов [1935] в своем недавнем исследовании показал исключительную важность изменения поглощения кислорода при ферментации табака. Он считает, что эта величина может служить аналитическим показателем сферментированности табака. Субстратом для действия пероксидазы обычно являются вещества, легко окисляющиеся и образующие при окислении пигмент. В чайном материале таким субстратом может являться танин и продукты его распада. Танин,

содержащийся в чае в довольно большом количестве (до 12% и выше, в зависимости от сорта), всегда привлекал внимание исследователей чая, во-первых, потому, что присутствием танина объясняется особый терпкий вкус чая (характеризующий качество готового продукта), во-вторых, потому, что танин принимает участие в процессе ферментации чая. Чайный танин был выделен несколькими исследователями [Nanninga, 1901—1903; Deuss, 1923; Tsujimura, 1930—1931], считающими его веществом очень близким к обычному танину. По Tsujimura чайный танин обладает следующим строением:



Препарат танина очень легко окисляется на воздухе, но наша работа с растворами танина и с экстрактами из чайного листа показала, что самоокисление танина на воздухе совершается с ничтожной скоростью по сравнению со скоростью окисления, которое происходит в чайном листе во время ферментации. Это приводит к мысли, что при естественной ферментации окисление танина значительно ускоряется благодаря действию присутствующих в листе окислительных ферментов.

Уже в ранних исследованиях мы находим попытку окислять чайный танин ферментами. Netill [1928] указывает, что если к водному раствору чистого препарата танина прибавить раствор фермента, полученного путем экстракции чайных листьев и осажженного спиртом, то никакого окисления не наступает. Окислительный фермент не действует на чайный танин. Это совпадает с наблюдениями Freudenberga [1920], из которых видно, что чайный танин относится к группе уплотненных танинов, на которые фермент не действует. С другой стороны, Bamber и Wright [1902] исследовали прямое действие энзим на раствор танина из листьев чая. Они установили, что происходит побурение жидкости и образование некоторого количества сахара. Aso [1912], открывший в листьях чая оксидазу, указывает, что черный цвет чая обусловлен действием пероксидазы на танин. В виду существующего разногласия относительно окисления танина ферментом, можно было бы предположить, что этот процесс объясняется какими-то другими более сложными факторами. Но уже первые наши качественные пробы на действие пероксидазы на чайный танин показали, что если окисление не происходит, то лигмент не образуется. Но когда мы к нашим растворам предварительно прибавляли раствор альбумина или пептона, то окисление танина происходило.

Известно, что танин является веществом легко инактивирующим фермент. В работе Опарина и Курсанова [1929] выяснено, что даже очень малые концентрации танина (2/10000) инактивируют различные ферменты, в том числе и пероксидазу. Пептон или альбумин являются веще-

ствами, предохраняющими фермент от инактивации танином. Механизм этого явления описан в сводной статье А. И. Опарина [1934] «Действие ферментов в живой клетке» и состоит в основном, как показали работы Опарина и его сотрудников, в физическом изменении состояния фермента при переходе его из микрогетерогенного состояния в макрогетерогенное.

Из работ А. Курсанова [1935] и И. Глазунова [1935] следует, что во время процесса завяливания вследствие усиления протеолиза происходит обогащение материала «растворимым азотом», т. е. растворимыми в воде белками и продуктами их распада (пептон и аминокислоты). Этот «растворимый азот» может оказывать защитное действие на фермент. Он предохраняет фермент от инактивирования танином во время скручивания и ферментации.

В этом направлении и было предпринято настоящее исследование окислительной системы ферментирующегося чайного листа.¹ Как уже говорилось, первые качественные пробы окисления танина пероксидазой показали, что это возможно только в присутствии защитного белка. Поэтому в дальнейшем были поставлены опыты для выяснения количественных показателей окисления танина.

Методика опытов следующая: 1%-ный раствор танина (обычного или чайного), взятый в различных количествах (10, 20, 30, 40 см³ и т. д.), доводился водой до одного объема (до 30 см³, в некоторых случаях до 40 см³), затем смешивался с определенным количеством (12 см³) 1%-го, 2%-го или 3%-го раствора пептона (в некоторых случаях альбумина). Из фильтрата брались пробы по 10 см³: на определение содержания танина по Левенталю, на азот по Кьельдалю и на определение степени окисления в колориметре.

Окисление пероксидазой субстрата обычно идет в присутствии перекиси водорода, но может совершаться и за счет органических перекисей. В упоминавшейся уже работе Манской была предложена схема действия окислительных ферментов в чайном листе за счет действия органических перекисей, накапливающихся во время скручивания. Кроме того нами были проведены опыты по окислению гваякола и пирогаллола пероксидазой из хрена в присутствии высокомолекулярной перекиси, тетралина, а также — окисление чайной болтушки в присутствии пирокатехина. Это исследование продолжается и будет опубликовано в отдельной статье.

В опытах, приводимых в настоящей работе, окисление пероксидазой шло в присутствии перекиси водорода. Основные модельные опыты были поставлены с пероксидазой, полученной из хрена, по методу А. Н. Баха. Для окисления применялся 1%-ный раствор фермента в количестве 4 см³ на 10 см³ раствора танина и пептона, приготовленного вышеописанным способом. Этот раствор служил субстратом, а кроме того добавлялся 1 см³ 1%-го раствора H₂O₂. Активность пероксидазы в ед. окисленного гваякола = 20 мг гваякола. Смесь оставлялась при комнатной температуре на 20 мин. После этого определялась цветность раствора в универсальном

¹ Экспериментальная часть работы проведена при участии лаборанта К. А. Брюшковой.

колориметре системы Leitz, позволяющем компарировать, что очень важно, так как и после тщательной фильтрации растворы остаются мутноватыми. Стандартом¹ служил раствор щелочи, белка, кобальта и $K_2Cr_2O_7$, с успехом применявшийся нами для определения цветности чайного настоя.

В табл. 1 собраны данные по окислению различных количеств обычного танинна в присутствии различных количеств пептона пероксидазой из хрена и перекисью водорода.

Таблица 1

Окисление обычного танинна пероксидазой из хрена в присутствии H_2O_2 и различного количества пептона

№ по пор.	Пептон 1%-ный				Пептон 2%-ный				Пептон 3%-ный			
	мг танинна	мг пептона	цветность по стандарту	% окисления	мг танинна	мг пептона	цветность по стандарту	% окисления	мг танинна	мг пептона	цветность по стандарту	% окисления
1	3,7	13,1	0,20	100	3,3	40,2	0,23	100	3,3	50,7	0,23	100
2	5,8	8,7	0,25	78	5,9	35,0	0,40	95	5,9	45,9	0,40	95
3	7,9	8,7	0,23	54	6,9	26,2	0,48	91	6,7	31,2	0,45	100
4	11,9	7,9	0,22	34	8,4	28,2	0,57	100	8,4	31,2	0,57	100
5	17,8	4,4	0,22	23	9,8	15,6	0,54	78	10,0	30,0	0,69	100
6	23,5	4,4	0,22	17	11,1	13,1	0,41	52	11,1	30,0	0,68	87
7	30,2	4,4	0,22	13	13,2	11,3	0,41	34	13,2	27,5	0,67	60

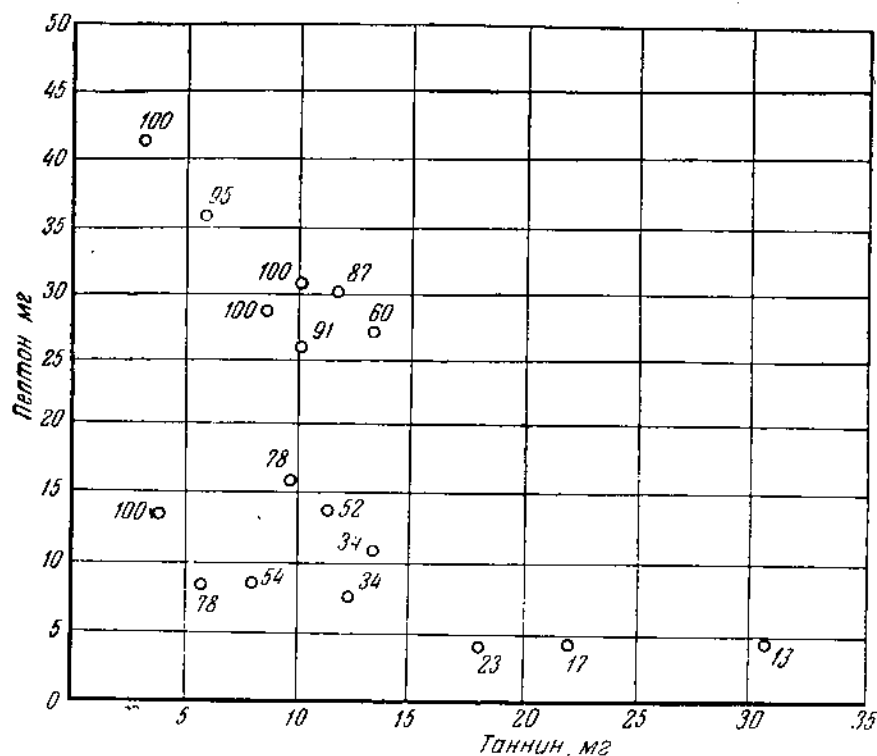
Из этих данных видно, что в зависимости от соотношения между количеством танинна и количеством защитного пептона меняется степень окисления танинна. В тех растворах, в которых содержится небольшое количество танинна и достаточно много пептона (порция № 1), степень окисления равна 100%.

Следующие цифры (№ 2, 3, 4, 5) первой графы (пептон 1%-ный) показывают, что при увеличении концентрации танинна и недостаточном количестве защитного пептона в растворе степень окисления падает до 34%—23% и даже ниже. В графе второй и третьей (пептон 2%- и 3%-ный), при тех же концентрациях танинна, что и в первой графе, но при значительных больших концентрациях защитного пептона даны высокие цифры степени окисления. Эта зависимость выступает особенно ясно на прилагаемой диаграмме (фиг. 1). В верхней части диаграммы, соответствующей более высоким концентрациям пептона, расположены точки, показывающие высокую степень окисления.

В нижней части диаграммы, при низких концентрациях пептона, расположены цифры, показывающие слабое окисление.

¹ 10 г альбумина, 5 г NaOH + 2 г $CO(NO_3)_2$ кипятятся 30 мин. в 250 см³ воды и фильтруются через асбест. К фильтрату добавляется 50 см³ 4%-го раствора двухромового калия.

Интересно отметить, что при указанных концентрациях пептона, танина и пероксидазы окисление обычного танина пероксидазой из хрена идет с образованием пигмента, очень близкого к окраске чайного настоя. В табл. 1 (графа цветности по стандарту) приведены цифры, показывающие изменение цветности по отношению к стандарту. Цветность увеличивается с увеличением количества танина до известного предела, после которого начинает падать. Предел, очевидно, связан с наличием достаточ-



Фиг. 1. - Степень окисления танина пероксидазой в зависимости от количества пептона

ного количества защитного белка. Установленная зависимость между количеством танина и количеством защитного пептона, с одной стороны, и степенью окисления танина пероксидазой, с другой, вполне подтверждается результатами анализа статистического материала фабричного контроля, как это видно из работы А. И. Опарина [1936].

Описанные опыты над окислением обычного танина пероксидазой из хрена могут служить простой моделью для объяснения окислительных процессов, происходящих в чайном листе во время завяливания и ферментации.

Было испытано окисление обычного танина чайной пероксидазой. В упоминавшейся уже работе Манской была обнаружена очень активная

пероксидаза в листьях чая. Поэтому мы использовали листья чая для получения препарата пероксидазы. Для этого завяленный чайный лист быстро пропускался через мясорубку, быстро отмывался спиртом для удаления растворимых в спирту дубильных веществ. Отжатая масса смешивалась с кожным порошком и водой, настаивалась 30 мин., затем отжималась, экстракт отфильтровывался через бумажную массу, забалтывался с кожным порошком, снова отфильтровывался, и прозрачный фильтрат осаждался четырьмя объемами спирта. Выпавший осадок отфильтровывался, высушивался. Полученный препарат слабожелтой окраски, отличается более низкой активностью, чем пероксидаза из хрена, и свойством очень быстро терять активность при хранении как в сухом виде, так и в растворе.

Возможно, что такая быстрая инактивация чайной пероксидазы зависит от того количества танина, который не удается удалить применявшейся нами очисткой. В этом случае инактивация в присутствии танина, особенно при повышении температуры, может быть объяснена коагуляцией сопутствующего ферменту белка, согласно работе Опарина и Манской [1933], посвященной тепловой инактивации амилазы. Это положение должно быть проверено экспериментально, в виду его значения для температурного режима ферментации. Как показали исследования Бокучавы [1936] над тепловой ферментацией чая, — при такой ферментации происходит более сильное понижение активности пероксидазы, чем при холодной ферментации.

Пероксидаза из листьев чая, полученная описанным способом, была применена для окисления танина обычного и чайного в присутствии пептона и альбумина.

В табл. 2 приведены данные по окислению обычного танина чайной пероксидазой, показывающие повторение примерно тех же соотношений, как при действии пероксидазы из хрена на танин, т. е. зависимость степени окисления танина пероксидазой от количества защитного пептона.

Таблица 2

Окисление обычного танина чайной пероксидазой в присутствии H_2O_2 и различных количеств пептона

№ по пор.	Пептон 2%-ый				Пептон 3%-ый			
	мг тани- на	мг пеп- тона	цветность по стан- дарту	% окисле- ния	мг тани- на	мг пеп- тона	цветность по стан- дарту	% окисле- ния
1	3.3	40.2	0.23	100	3.3	50.7	0.23	100
2	5.9	35.0	0.34	81	5.9	45.9	0.42	100
3	8.4	18.2	0.39	68	8.4	31.2	0.52	90
4	9.8	15.6	0.47	68	10.0	30.0	0.55	80
5	11.1	13.1	0.53	67	11.1	30.0	0.59	75
6	13.2	11.3	0.55	45	13.2	27.5	0.60	50

Таблица 3

Окисление чайного танина (1%-ный) чайной пероксидазой и H_2O_2 в присутствии альбумина (2%-ный)

(Цветность в отношении к стандарту)

См ³ 1%-го раствора танина	Без альбумина	+ 1 см ³ альбумина	+ 2 см ³ альбумина	+ 3 см ³ альбумина
1	следы	0.11 0.18	0.25 0.30	0.41 0.42
2	0	следы	0.40 0.53	0.63 0.61
3	0	следы	0.20	0.36 0.30

В табл. 3 приведены данные по окислению чайного танина пероксидазой.¹ Чайный танин был получен по методу, описанному Tsujimura. Из этой таблицы видно, что при прибавлении чайной пероксидазы к чайному танину окисление не идет, пигмент не образуется. Но при смешивании танина с защитным альбумином окисление чайного танина чайной пероксидазой происходит, увеличиваясь при увеличении количества танина в тех случаях, когда количество альбумина оказывается достаточным. Далее испытывалось окисление чайной пероксидазой (в присутствии альбумина и перекиси водорода) комбинированного субстрата: танин, танин + пирокатехин, танин + галловая кислота + H_2O_2 .

Цветность в отношении к стандарту:

Танин + альбумин	0.30
Танин + альбумин + галловая кислота	0.42
Танин + альбумин + пирокатехин	0.35

Из этого опыта видно, что применение такого комбинированного субстрата повышает цветность по сравнению с окислением одним танином. Пирокатехин и галловая кислота (в этом опыте бралось по 0.1 см³ 1%-го раствора), взятые в этой концентрации без танина, пероксидазой не окисляются.

В следующих опытах испытывалось действие пероксидазы на естественный субстрат чайного листа. Таким субстратом служили экстракты из чайного листа, взятого в различных стадиях технологического процесса.

Для этого 5 г листьев (целых) кипятились 10 мин. в 50 см³ воды, экстракт фильтровался, и фильтрат применялся как субстрат.

В табл. 4 показано образование цветности при окислении чайной пероксидазой в присутствии перекиси водорода кипяченных экстрактов из

¹ Во всех порциях этого опыта объем доводился водой до 6 см³, затем в каждую порцию прибавлялись по 2 см³ 1%-го раствора пероксидазы и 0.5 см³ 1%-го раствора H_2O_2 .

Таблица 4

Окисление кипяченных экстрактов из чайного листа чайной пероксидазой

№ по пор.	Прибавленные вещества	Показания колориметра в отношении к стандарту на 1 г сухого веса			
		лист све-жий	лист завя-ленный	лист фер-ментиро-ванный 6 часов	разница после вы-читания контроля
1	Контроль без фермента	0.0	следы	1.4	0.0
2	Экстракт + фермент + вода	0.6	0.71	2.1	1.0
3	Экстракт + фермент + H_2O_2	1.2	2.0	2.8	1.7
4	Экстракт + альбумин + фермент + вода	1.0	1.0	3.0	1.9
5	Экстракт + альбумин + фермент + H_2O_2	2.2	2.7	4.0	2.9

чайного листа, взятого на разных стадиях производства (флеш свежий, завяленный и ферментированный). Из этой таблицы мы видим, что кипяче- ные экстракты из чайного листа окисляются пероксидазой различно, в зависимости от того, на какой стадии производства был взят лист. При прибавлении пероксидазы к экстракту из свежего листа начинается сла- бое окисление, усиливающееся при прибавлении перекиси водорода. Прибавление защитного альбумина к экстракту вызывает более сильное окисление пероксидазой, чем без альбумина. Цифры следующей графы «лист завяленный» показывают, что окисление пероксидазой экстрактов из завяленного листа идет сильнее, чем из свежего листа, и увеличивается с прибавлением H_2O_2 . Добавление же защитного альбумина к та- кому экстракту очень мало влияет на окисление. Эти результаты соответ- ствуют нашему представлению о том, что во время завяливания чайного листа накапливаются воднорастворимые белки (альбумины) и продукты распада белка, которые и играют роль защитного вещества от инактива- ции фермента танином. Наконец, цифры третьей графы «лист ферменти- рованный» показывают, что самый экстракт (контроль) уже сильно окра- шен. После вычитания из этих цифр цифр контрольной 4-й графы мы видим, что действие перекиси водорода в листе ферментированном оказы- вается слабее, чем в листе завяленном. Это подтверждает данные об обра- зовании перекисей во время скручивания, за счет которых и идет окисле- ние. Прибавление защитного белка в конце ферментации сказывается уже сильнее, чем при завяливании, так как к этому времени количество соб- ственного растворимого азота уже падает. Из описанных опытов видно, что если в листе свежем в минимуме содержится защитный белок и пере- кись, в листе завяленном — только перекись, в листе ферментирован- ном опять уменьшается белок, то и окисление экстрактов этих листьев усиливается в зависимости от внесения недостающих компонентов.

Наконец, было еще испытано действие пероксидазы на танин при прибавлении его к болтушке, где действует пероксидаза самого листа. Болтушка готовилась следующим образом: флеш быстро пропускался

через мясорубку, быстро растирался в ступке и взбалтывался с водой (30 г растертого материала в 300 см³ воды), затем отжимался через марлю и равномерная суспензия разливалась пипеткой в узкие цилиндры, на 25 см³, куда добавлялась перекись водорода в количестве 0.5 см³. Все порции оставались стоять без встряхивания на 4 часа, после этого кипятились на водяной бане, фильтровались и в фильтрате определялось колориметрически изменение цветности.

Таблица 5

Действие пероксидазы в болтушке при добавлении танина и альбумина

№ по пор.	Прибавленные вещества	Цветность по отношению к стандарту на 1 г сухого вещества							
		свежий лист		завяленный лист		после скручивания		после ферментации	
		H ₂ O ₂ +	H ₂ O ₂ —	H ₂ O ₂ —	H ₂ O ₂ —	H ₂ O ₂ +	H ₂ O ₂ —	H ₂ O ₂ +	H ₂ O ₂ —
1	Контроль + вода	0.46	0	0.92	0.36	0.60	0.35	0.70	0.54
2	+ танин	0.27	0	0.81	0.38	0.60	0.35	0.58	0.44
3	+ альбумин + танин	0.41	0	1.11	0.36	0.96	0.35	0.88	0.44

Из табл. 5 видно, что прибавление танина к болтушке из свежего листа задерживает окисление, по сравнению с контролем, почти на половину, прибавление альбумина резко увеличивает окисление. В опытах с болтушками из завяленного листа инактивирующее действие танина сказывается уже незначительно, так как от инактивации предохраняют накопившиеся растворимые белки, а добавление альбумина еще повышает окисление. Танин, добавленный после скручивания, совсем не инактивирует болтушку; добавление альбумина еще повышает окисление. В болтушке из ферментированного листа добавление танина немного задерживает окисление, — присутствие альбумина увеличивает цветность.

Из всех описанных опытов можно заключить, что танин в чайном листе играет двойную роль: с одной стороны, он является субстратом для окислительных ферментов, с другой стороны, он — вещество, инактивирующее фермент. Для нормального окисления танина окислительными ферментами необходимо не только достаточное для образования пигмента количество танина и достаточно высокая активность фермента, но и совершенно необходимо, как это видно на модельных опытах и на чайном материале, соответствующее количество защитного растворимого белка.

ВЫВОДЫ

1. Пероксидаза не окисляет танин при прямом смешивании с ним. Окисление происходит в том случае, если пероксидаза защищена от инактивирующего действия танина предварительным добавлением защитного белка.
2. Установлена зависимость между количеством танина и количе-

ством защитного белка, с одной стороны, и степенью окисления танина пероксидазой — с другой.

3. Эта схема — окисление танина пероксидазой в присутствии защитного белка — может служить простой моделью течения окислительных процессов при скручивании и ферментации чайного листа.

4. Полученные экспериментальные данные вполне совпадают с результатами анализа статистического материала фабричного контроля.

S. M. MANSKAYA

THE OXIDATED PROCESSES IN THE FERMENTING TEA

Summary

At the basis of previous works it was fixed, that the oxidated ferments bear an active part in the processes of tea fermenting. The polyphenols are used as the substratum in the oxidated ferments in the plants. Tannin subjects to the oxidation by the fermentation in the tea material. It is known that tannin inactivates the ferments. The named work showed, that peroxidase does not oxidate tannin when they are mixed. The oxidation comes in that case, when peroxidase is protected from the inactivated influence of tannin by the preliminary addition of the protecting albuginea. It is fixed the dependence between the quantities of tannin and the protecting albuginea at one side and the degree of tannin oxidation by peroxidase — from the other. This scheme may be used as a plain model of the course of the oxidating processes by the rolling and fermentation of the tea leaf.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aso K. *Revue gén. de chimie*, 5, 419—421 (1912).
2. Bamber a. Wright. *Indian Planting and Gardening* (1902).
3. Bach A. u. Chodat R. *Ber. chem. Ges.*, 36, 606 (1903).
4. Бокучава М. А. Температурный режим ферментации (в этом сборнике).
5. Глазунов Н. В. Динамика ферментативного действия в чайном листе. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
6. Deuss J. *Recueil des travaux chim.* (1923).
7. Курсанов А. Л. Образование и природа чайных пигментов. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
8. Курсанов А. Л. Завяливание, как биохимическая подготовка чайного листа к ферментации. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
9. Манская С. Пероксидаза чайного листа. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
10. Nanninga A. (1901—1903), цитировано по Г. Невиллю, «Технология чая» (1928).
11. Курсанов А. Л. Условия работы ферментов в скрученном чайном листе. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
12. Невилль Г. *Технология чая*. Тифлис (1928).
13. Опарин А. И. Производственный контроль на чайных фабриках (в этом сборн.).
14. Oparin A. *Ergebnisse der Enzymforschung*, B. III (1934).
15. Oparin A. u. Kursanow A. *Bioch. Ztschr.*, B. 209, H. 1—3 (1929).
16. Oparin A. und Manskaya S. *Bioch. Ztschr.*, B. 260, H. 1—3 (1933).
17. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
18. Смирнов А. И. Сборник работ отдела сырьевой обработки табака (б. ферментативный), изд. Наркомснаба (1935).
19. Tsujimura M. *Sc. pap. of the Inst. of phys. and chem. res.*, v. 14, No. 261 (1930); v. 15, No. 293 (1931).
20. Freudenberg K. *Die Chemie der natürl. Gerbstoffe* (1920).

Н. Н. ДЬЯЧКОВ и Б. М. БАЛАНЦЕВ

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЦА ФЕРМЕНТАЦИИ

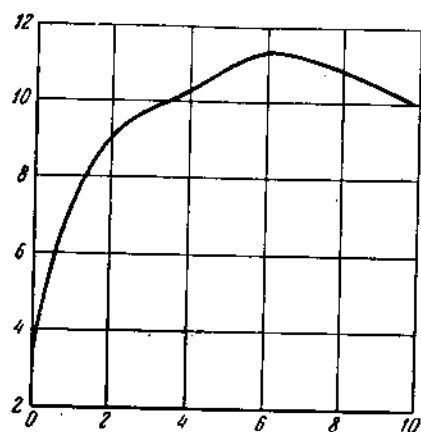
71409375-
Наиболее важной стадией технологического процесса чайного производства является процесс ферментации. Этот процесс характеризуется глубокими изменениями химического состава и интенсивным превращением веществ. Все качества готового продукта — крепость настоя, вкус и аромат — возникают во время ферментации. Здесь происходят качественные и количественные изменения большинства веществ, в особенности — экстрактивного комплекса, в частности — значительные изменения таннидов, красящих веществ, эфирных масел и пр. Но, несмотря на всю важность этого процесса, явления, происходящие в чайном листе во время ферментации, еще недостаточно изучены, и технолог на производстве опирается в своей работе лишь на эмпирические данные. Для того чтобы овладеть и руководить этой стадией производства, для того чтобы иметь возможность по своему усмотрению изменять ход превращения веществ, выявляя все нужные качества, заложенные в чайном листе, необходимо знать, как изменяются во время ферментации главные составные части листа и каково течение этих процессов во времени.

Основными признаками, по которым судят о качестве чая, являются цвет настоя, вкус и аромат. Согласно последним данным А. Опарина [1936], С. Манской [1936], цвет настоя зависит от окисления таннидов; вкус же определяется степенью окисленности танина и наличием в водном экстракте определенного количества растворимого танина и экстрактивных веществ, на что указывает и Н. Маап [1914]. Наконец, об аромате можно судить по количеству эфирных масел [Nanninga, 1900—1903; А. Курсанов и Т. Шуберт, 1936]. Хотя все эти качества, т. е. цвет, вкус и аромат, и возникают в процессе ферментации, но в этом процессе они и теряются. Поэтому необходимо точно знать, когда процесс ферментации нужно прекратить, т. е. когда важные для нас свойства чая достигают своего максимума.

Основная задача настоящего исследования и состояла в том, чтобы установить объективные биохимические признаки конца ферментации, которые позволили бы технологю точнее регулировать этот основной производственный процесс.

Работа была осуществлена в Институте чайного хозяйства в Анасеули. В лабораторных условиях мы воспроизводили схему технологического

процесса производства. Лист завяливался в течение 18—20 часов в специальном завялочном помещении, затем производилось скручивание листа лабораторным роллером (точная копия фабричного роллера типа Маршала); после 2 часов скручивания материал ферментировался при температуре в 25—26° и оптимальных условиях влажности. Начиная с момента скручивания, через каждые 2 часа брались пробы, и материал тотчас же анализировался на цветность настоя, растворимый танин, экстрак-



Фиг. 1 — Динамика цветности чайного настоя в различные часы ферментации

Таблица 1

Изменение цветности чайного настоя в различные часы ферментации

№ опыта	Дата опыта	Завяленный лист	Часы ферментации					
			0	2	4	6	8	10
1	25/VII	3.05	10.67	11.22	14.20	10.80	—	—
2	1/VIII	3.60	9.03	13.80	13.50	10.86	10.0	—
3	7/VIII	3.50	10.52	10.32	10.10	11.14	8.84	—
4	14/VIII	4.00	8.00	7.60	11.60	11.50	11.50	—
5	17/VIII	3.11	6.90	8.30	7.20	9.74	—	—
Среднее			3.45	9.02	10.25	11.32	10.81	10.11

тивность и эфирные масла. Проведен целый ряд таких опытов и полученный цифровой материал сведен в таблицы, а на основании средних чисел построены кривые.

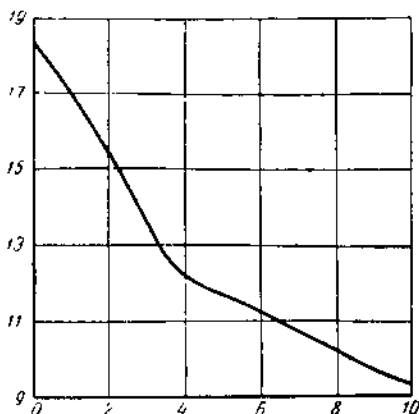
Наиболее существенные изменения при ферментации претерпевает чайный танин, который в этот период подвергается энергичному окислению. Эти изменения начинаются тотчас же, как только при скручивании нарушается целостность клеток чайного листа. Об интенсивности окисления танина можно судить по изменению цвета настоя; чем выше цветность настоя, тем большее количество танина окислено. Завяленный лист дает слабо окрашенный настой; после скручивания интенсивность окраски возрастает и увеличение цвета настоя продолжается в последующие часы ферментации, достигая своего максимума на 6—7-й час с начала скручивания (4—5 час. ферментации). Затем цвет настоя начинает постепенно падать (8—10-й час), что может быть объяснено образованием высокоокисленных продуктов, нерастворимых в воде. Приведенные выше цифры (табл. и фиг. 1) выражают цветность настоя сырого материала, определенную колориметром Дюбоска при стандарте, составленном из растворов альбумина, щелочи и кобальта, которым в своих работах пользовалась С. Манская [1936].

Наибольшей силы цветность настоя достигает на 6-й час ферментации, из чего можно заключить, что к этому времени основная масса танина оказывается окисленной.

Таблица 2

Изменение количества воднорастворимого танина в различные часы ферментации

№ опыта	Дата опыта	Завялен-ный лист	Часы ферментации					
			0	2	4	6	8	10
1	25/VII	—	15.23	12.34	13.34	11.60	—	—
2	1/VIII	18.11	15.06	10.87	10.10	8.06	8.68	—
3	7/VIII	17.42	14.97	13.05	11.55	11.29	9.66	—
4	17/VIII	20.84	15.50	12.34	11.56	10.36	—	—
5	21/VIII	16.40	16.57	17.86	9.82	9.86	9.74	—
Среднее			18.20	15.46	13.29	11.27	10.23	9.36



Фиг. 2 — Динамика растворимого танина в различные часы ферментации

Одновременно с окислением происходит также и общее уменьшение количества воднорастворимого танина в экстракте, что устанавливалось нами по методу Левентала [1933] (см. Демьянов и Прянишников), основанному на окислении танина перманганатом в присутствии индигокармина.

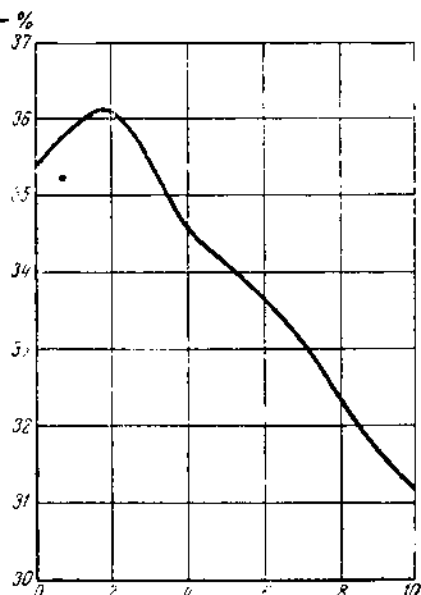
Как видно из табл. 2 и соответствующей кривой (фиг. 2), с каждым часом ферментации количество воднорастворимого танина уменьшается. Такое уменьшение было обнаружено и рядом других исследователей [Nanninga, 1900; Van Romburg и Lohman, 1894; А. Курсанов, 1935]. Данное явление может быть объяснено связыванием танина белковыми веществами, что, как известно, приводит к образованию нерастворимых осадков.

Уменьшение экстрактивности также согласуется с этими представлениями.

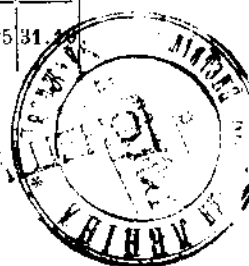
Таблица 3

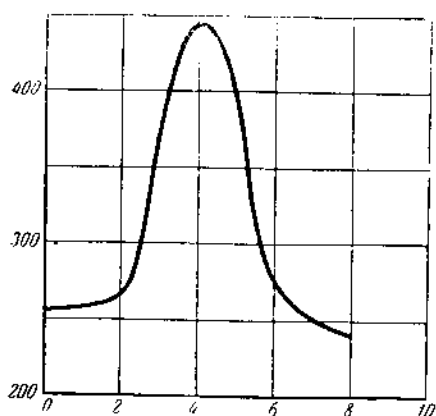
Изменение количества экстрактивных веществ в различные часы ферментации

№ опыта	Дата опыта	Завялен-ный лист	Часы ферментации					
			0	2	4	6	8	10
1	25/VII	37.20	35.10	33.10	34.20	31.20	—	—
2	1/VIII	32.80	36.00	35.50	33.50	32.30	31.30	—
3	7/VIII	34.25	37.40	33.50	33.12	31.11	31.08	—
4	17/VIII	38.58	35.98	36.30	34.01	34.41	—	—
Среднее			35.68	36.12	34.60	33.71	32.25	31.20



Фиг. 3 — Динамика общей экстрактивности в различные часы ферментации





Фиг. 4 — Динамика эфирного числа в различные часы ферментации

Таблица 4

Изменение эфирного числа в различные часы ферментации

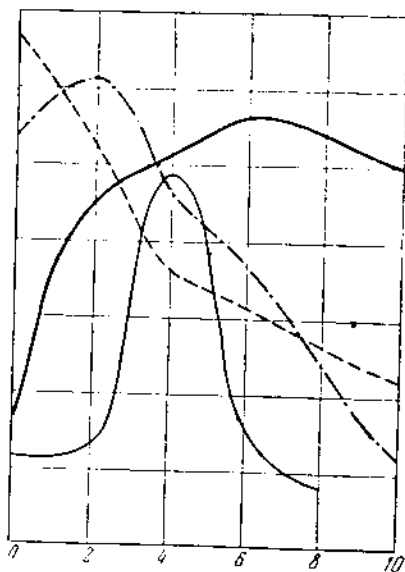
№ опыта	Дата опыта	Завяленный лист	Часы ферментации				
			0	2	4	6	8
1	7/VIII	142.2	216.7	267.7	314.7	308.6	
2	14/VIII	374.6	363.9	797.4	177.5	133.3	
3	7/IX	—	214.5	267.9	330.4	286.30	
Среднее			258.4	265.0	444.3	274.2	242.7

Количество сухих веществ экстракта, определенных нами методом выпаривания в том виде, как это описано в работе А. Курсанова и Шапакидзе [1935], возрастает в момент скручивания, очевидно, в связи с более совершенной экстракцией хорошо измельченного материала и затем падает с каждым часом ферментации.

Эфирное число (э. ч.), которое, согласно данным А. Курсанова и Т. Шуберт [1936], характеризует ароматность чая, определялось нами в дистилляте, полученном при пропускании горячего водяного пара через чайный материал.

Как видно из табл. 4, эфирное число возрастает до 4-го часа ферментации и падает в следующие часы.

В сводной кривой (фиг. 5) даны изменения основных показателей цвета, вкуса и аромата. Из этих данных уже заранее можно предположить, что материал на 8—10-м часу ферментации будет иметь удовлетворительную цветность настоя, но вместе с тем небольшое количество танина, пониженную экстрактивность и минимальное количество эфирных масел. Такой чай будет без сомнения низкого качества — пустой, без вкуса и аромата: чай переферментированный. Взяв противоположную крайность, т. е. материал тотчас же после скручивания, мы имеем незначительную цветность, наличие большего количества неокисленного танина, высокую экстрактивность и незначительное количество эфирных масел. Такой чай должен иметь слабо окрашенный с зеленой настой, горький и че-



Фиг. 5 — Изменение важнейших компонентов чая во время ферментации (на основании фиг. 1—3)

ресчур терпкий вкус и малый аромат. Для получения чая лучшего качества необходимо, чтобы основная масса танина окислилась, а так как об окислении танина мы судим по цвету настоя, то, согласно нашей кривой, на 6-й час ферментации достигается наибольшее количество окисленного танина, причем общее количество экстрактивных веществ, и в частности танина, еще остается достаточно высоким.

Что касается аромата, то период максимального накопления эфирных масел [Курсанов, 1935] приходится уже на четвертый час, благодаря чему создается естественный разрыв между оптимальным сроком выработки чайного аромата и прочих качеств в ферментирующемся чае.

Поэтому установление единого срока ферментации, при котором совместились бы наивысшие проявления цвета, вкуса и аромата, по крайней мере при обычных условиях, представляется затруднительным, и технолог, в зависимости от того, в каких качествах чая он заинтересован, вынужден соответствующим образом изменять сроки ферментации, проигрывая однако при этом в каком-либо из качеств, а именно при 4-часовой ферментации — в настое и вкусе, а при 6-часовой — в аромате.

Установленный нами разрыв между периодами возникновения отдельных качеств ферментирующегося чая следует без сомнения рассматривать как нежелательное явление, снижающее качество выпускаемого продукта.

Как показали, однако, исследования М. Бокучавы [1936], этот разрыв может быть в значительной мере уменьшен посредством вариаций температурного режима ферментации.

Произведенные нами исследования показали возможность объективного контроля ферментации на основе биохимических показателей; поэтому дальнейшая работа должна пойти по линии выработки экспрессных методов биохимического контроля ферментации, которые позволят внести достаточную точность в проведение этого основного процесса в производственных условиях.

N. N. DYACHKOV AND B. M. BALANZEV

THE BIO-CHEMICAL SHOWERS OF THE FERMENTATION END

Summary

In the present explorations were leaded through the showings of the general extraction, colour, dissolved tannin and aether quantities of the volatile tea substances (tea aroma) during the normal fermenting process.

At the basis of the received results the following summary may be done:

1. The tea tannin strengthly oxidates during the fermentation what brings up to the recrudescence of the tea liquor's colour, which comes to its maximum on the 6-th hour of the fermentation, whereupon the colour decreases again (scale No. 1).

2. During the fermentation the quantity of the extractive substances is decreasing, particularly of the dissolved tannin, what is to be explained by its precipitating with the albuginea substances (scale and curve No. 2, 3).

3. The aether quantity, which characterizes the development of the aroma grows to 4 hours, whereupon it quickly drops down (scale No. 4).

4. The difference in the periods of colour accumulation, and the falling of extractive substances, that is continually going, don't give the possibility to fix the unique term for the fermentation, that must be optimum for the accumulation of all the tea qualities (curve No. 5).

5. In the technological process of the fermentation it is possible to use its final biochemical showers, by interrupting the process itself, as far as it depends on the requests for the finished product.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокучава М. Температурный режим ферментации (в этом сборнике)
2. Van Romburg u. Lohman (1894). Цитировано по Невиллю: Технология чая (1928).
3. Курсанов А. Образование и природа чайных пигментов. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
4. Курсанов А. и Шапкидае. Исследование над динамикой экстрактивных веществ чайных листьев во время их переработки. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
5. Курсанов А. и Шуберт Т. Образование и судьба чайного аромата во время изготовления черного чая (в этом сборнике).
6. Левенталь Ц. Цитировано по Демьянову и Прянишникову: Общие приемы анализа растительных веществ, Сельхозгиз (1933).
7. Мали Н. Русские субтропики, № 1 (1914).
8. Манская С. Окислительные процессы в ферментирующемся чайном листе (в этом сборнике).
9. Наппинга (1900—1903). Цитировано по Невиллю: Технология чая (1928).
10. Опарин А. Производственный контроль на чайных фабриках (в этом сборнике).

М. А. БОКУЧАВА

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ФЕРМЕНТАЦИИ ЧАЯ

Ферментация чайного листа является сложным процессом, в результате которого чайная масса претерпевает ряд химических и биохимических превращений, ведущих к образованию: аромата, вкуса, цвета настоя, экстрактивности и пр., т. е. всех тех ценных свойств, которые обуславливают качество готового чая.

Как известно, скорость химических реакций, а равно и биохимических превращений, имеющих место в процессе ферментации, зависит от целого ряда факторов, как-то: аэрации, влажности воздуха, температуры и пр., причем влияние температуры является наиболее существенным фактором.

Согласно правилу Вант-Гоффа, скорость химических реакций при повышении температуры на 10° увеличивается в 2—3 раза. Та же закономерность сохраняется и в отношении ферментативных реакций с той, однако, разницей, что ферменты, будучи чувствительны сами по себе к температурным воздействиям, легко и необратимо инактивируются при увеличении температуры выше определенного предела. Поэтому правило Вант-Гоффа приложимо к действию ферментов при сравнительно низких температурах. Вместе с тем близкое знакомство со специальной литературой по ферментам убеждает нас в довольно различных температурных оптимумах действия ферментов, что может быть иллюстрировано таблицей, заимствованной из монографии Холдена.

Таблица 1

Оптимальные температуры в $^{\circ}\text{C}$ для действия ферментов

Липаза клещевины	35	Зимаза дрожжей	28—30
Хлорофиллаза	25	Пероксидаза	35—40
Мальтаза дрожжей	40	Нектаза	30
Амилаза солода	45	Уреаза	50

Уже одних этих данных достаточно, чтобы понять, что многочисленные процессы, параллельно протекающие во время ферментации чая, имеют различную оптимальную температуру действия. Эта картина еще более усложняется тем, что при достижении оптимальных температур действия в некоторых условиях, например, в присутствии дубильных веществ — одновременно с ускорением ферментативного действия ускоряется также инактивация ферментов, вследствие которой реакция, катализируемая данным ферментом, начинает протекать все медленней и, наконец, может

Таблица 2

Температурные коэффициенты некоторых энзиматических действий

Э н з и м	С у б с т р а т	Температур- ный интер- вал в °C	Температур- ный коэф- фициент
Панкреатическая липаза	Этилбутират	0—10 10—20 20—30	1.50 1.34 1.26
Липаза печени — эстераза	Этилбутират	0—10 10—20 20—30	1.72 1.36 1.10
Мальтаза дрожжей	Мальтоза	10—20 20—30 30—40	1.90 1.44 1.28
Амилаза солода	Крахмал	20—30 30—40 40—50	1.96 1.65 1.43
Пептидаза дрожжей	Глицилтурозин	25—35 35—45	2.25 1.56
Пептидаза панкреатическая	Глицилтурозин	25—35 35—45	1.67 1.60
Пепсин	Эдестин	0—10 10—20 20—30	2.6 2.0 1.8
Трипсин	Казеин	30—40 40—45 30—40	1.6 1.4 1.46
Катепсин	Желатина	30—40	2.6
Уреаза	Мочевина	30—40	3.0
Каталаза жира	H_2O_2	0.20	1.4
Каталаза лейкоцитов	H_2O_2	0.20	1.32
Ксантиноксидаза	Гипоксантин	—	2.0
Пероксидаза корнеплодов	Лейкомалахитовая зе- лень	5—15 15—25	2.0 2.0
Сукцилоксидаза	Соли янтарной кислоты	30—40 40—50 50—60	2.1 2.1 2.1
Инвертаза	Тростн. сахар	0—18 18—30 30—40	2.01 1.69 1.58

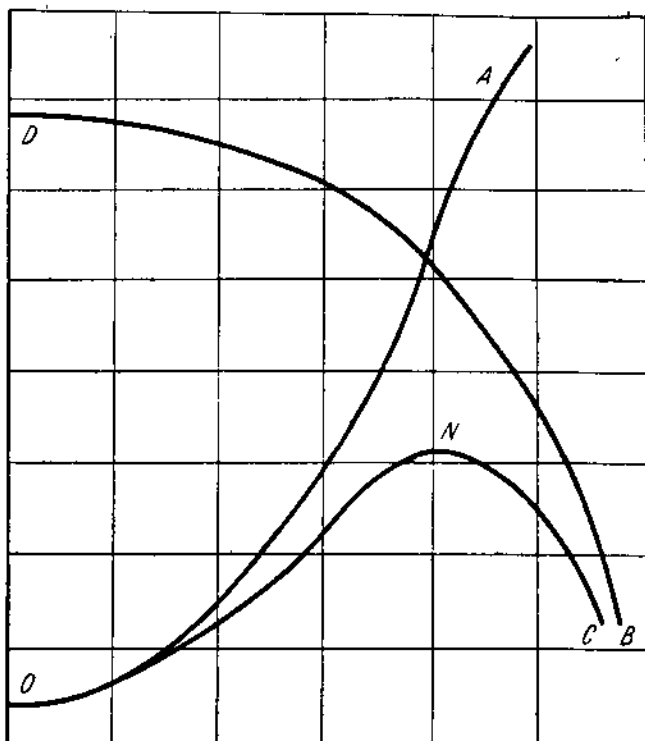
совсем остановиться. Нельзя также оставить в стороне значение концентрации водородных ионов для температурного оптимума ферментного действия.

Неудивительно поэтому, что правило Вант-Гоффа, применительно к изучению ферментного действия, испытывает значительные отклонения. Для иллюстрации приводим сводную таблицу температурных коэффициентов Q_{10} , заимствованную из монографии Холдена (см. стр. 24):

Как видно из таблицы 2, ближе всего отвечают закону Вант-Гоффа окислительные ферменты, Q_{10} которых весьма близко к 2. Температурный коэффициент гидролитических ферментов, как правило, менее двух, а в отдельных случаях может достигать 1.3—1.2. Это значит, что гидролитические ферменты менее чувствительны к температурным воздействиям, нежели окислительные. Однако, наряду с этим среди гидролитических ферментов мы встречаем примеры и весьма высоких Q_{10} , достигающих у пепсина — 2.6, уреазы — 3 и т. д.

Чрезвычайно важно, что при всем этом Q_{10} как для отдельных ферментов, так и для одного и того же фермента, не остается постоянным в различных температурных интервалах, а понижается с повышением температуры. Это явление объясняется тем, что повышение температуры влечет за собой также необратимую инактивацию фермента, иными словами, при повышении температуры реакция идет быстрее, но часть фермента парализуется и количество рабочих единиц уменьшается. Это явление графически можно изобразить следующим образом (фиг. 1).

Если вспомнить теперь, что процесс ферментации чая складывается из большого количества энзиматических реакций, то станет совершенно очевидным, что температурный фактор должен оказывать различные влияния на скорость отдельных превращений, и таким образом может быть



Фиг. 1 — Схематическое изображение активности ферментов в зависимости от температуры

не только изменена скорость всего процесса в целом, но в значительной мере изменена относительная скорость отдельных реакций, что в свою очередь должно привести к различному качеству получаемого продукта.

Изучение отдельных биохимических превращений, происходящих во время ферментации чайного листа, впервые предпринятое Дьячковым и Балланцевым, показывает, что динамика превращений отдельных веществ при ферментации весьма различна как по своей скорости, так равно и по характеру получаемых кривых.

Например, в то время как экстрактивность, а равно и растворимый таннин испытывают по мере ферментации различное по скорости уменьшение, — динамика эфирных масел и цветности описывает дугообразную кривую с максимальным накоплением в определенные часы и с последующим затем ее падением.

Особенно существенным во всей этой картине является разрыв между временем максимального накопления эфирных масел и цветностью настоя, с одной стороны, и экстрактивностью и растворимым таннином — с другой, так как согласно данным упомянутых авторов вершина кривой накопления эфирных масел приходится на 3—4-й часы ферментаций, в то время как цветность продолжает возрастать до 5—6-го часов. В связи с этим создается весьма нежелательный разрыв между цветом и ароматом чая, который хорошо известен технологам и на который еще в 1914 г. указывал Г. Манн.

Кроме того, весьма нежелательным является и то уменьшение экстрактивности и растворимого таннина, которое происходит в процессе ферментации и на которое указывает ряд исследователей [Невилль, Дьячков]. Все это послужило нам основанием для попытки изменения относительных скоростей отдельных биохимических превращений во время ферментации, с тем, чтобы сократить потери ценных веществ и сблизить между собой по времени стадии максимального накопления цвета и аромата чая.

В качестве орудия для разрешения этой задачи мы избрали температурный фактор, влияние которого на ферментативные реакции, а равно на относительные скорости биохимических процессов уже было отмечено. Знакомство с технологической литературой убедило нас в полной неразрешенности этой стороны дела, вследствие чего среди практиков чайной технологии отсутствует достаточно ясное понимание всей важности температурной проблемы, хотя изучением этого вопроса и занимался ряд ученых.

Впервые, еще в 1890 г. Козаи наблюдал, что продолжительность ферментации чая зависит не только от качества сырья, но и в значительной мере от температуры окружающего воздуха. Однако он замечал, что чем выше температура воздуха, тем скорее проходит ферментативный процесс; наилучшей температурой для ферментации он считал 40° C. Van-Romburg и Lohman в 1895 г., делая опыты в производственном масштабе в Бейтензорге, считали, что при 10—12° получается чай лучшего ка-

чества, чем при обыкновенных условиях (25—28°). Напротив того, исследования Nanninga [1909], которым Невилль в своей монографии придает особенно большое значение, показывают, что уже при 15° ферментация чая совершенно не происходит.

Deuss [1902] рекомендует фабрикам, расположенным на высоких местностях, повысить температуру в ферментационном помещении, мотивируя это предложение тем, что фабрики в низких местностях, где температура гораздо выше, дают чай лучшего качества.

Однако, в данном случае надо искать причину получения чая разного качества в различии качества сырья, выросшего в высоких местах и в низких.

Наряду со всем этим, не слишком задаваясь вопросом о значении температуры для ферментации, практики чайного производства у нас в СССР уже давно остановились в своей работе на температуре порядка $+24 - +27^{\circ}$, каковая обыкновенно устанавливается естественным путем в ферментационных отделениях чайных фабрик. Известные отклонения от этих температур, которые, конечно, нередко происходят, не привлекают к себе специального внимания технологов, а рассматриваются как явления, имеющие влияние только на скорость процесса ферментации в целом. Впрочем, в отдельных случаях мы встречаем попытки регулирования температурного режима в ферментационном отделении, главным образом с целью ускорения процесса. Например, на некоторых фабриках ферментационное отделение увлажняют горячим паром.

Мы знакомы также со взглядом некоторых технологов, которые считают целесообразным проводить ферментацию при 40°, исходя в своих утверждениях из того, что эта температура не превышает оптимальную температуру действия ферментов.

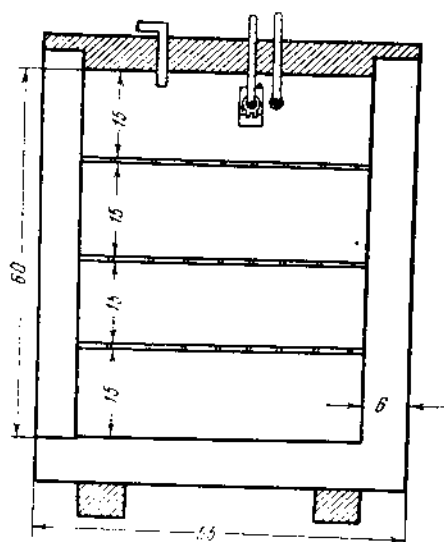
Между тем в работе А. Курсанова и Р. Шапакидзе [1935] мы находим указания, что охлаждение ферментирующегося чая до $+6 - +7^{\circ}$ благоприятно отзывается как на экстрактивности полуфабриката, так и на общей оценке его при опробовании.

Однако, в виду отсутствия систематических исследований в этом направлении и крайней запутанности всей проблемы, мы решили основательно пересмотреть вопрос температурного влияния на ферментацию с тем, чтобы экспериментальным путем установить оптимальные температурные условия и обосновать их биохимическими данными.

С этой целью необходимо было прежде всего проследить параллельные изменения химических показателей и титестерской оценки чая, претерпевающего обыкновенный технологический процесс переработки, а затем установить оптимальную температуру скручивания и ферментации. Вторая задача заключалась в том, чтобы установить оптимальные сроки ферментации, т. е. выяснить роль фактора времени для ферментации. Третья задача — это выяснение роли температурного фактора на различные периоды ферментации. Наконец, нужно было экспериментально наметить относительное влияние температурных вариаций на образование тех пенных веществ, которые определяют собой качество готового продукта.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для исследования брался с участков Анасеули свежий лист I сорта местного гибрида и подвергался обычной переработке: заваливался до технологической нормы 1 : 2 (т. е. до тех пор, пока влажность листа не достигала 66%), а потом скручивался в лабораторных роллерах (модель Marshall). Скрученный лист ферментировался в обычных ферментационных ящиках. Как при скручивании, так и во время ферментации велось наблюдение над температурой, что позволило установить наличие нежелательных температурных колебаний ($+22 - +27^\circ$) в фер-



Фиг. 2 — Схема ферментационного ящика (измерения даны в см)

ментационном помещении в зависимости от погоды, а также температурные колебания в самом материале (от $+2$ до $+4^\circ$). Для стабилизации температур, необходимых для наших опытов, мы сконструировали специальные ферментационные ящики, которые позволяли сохранить желательную константную температуру в течение 12 часов. Пользуясь этими ящиками, мы могли производить ферментацию при любой температуре между $+3$ и $+45^\circ$ (фиг. 2).

Для разрешения первой задачи мы шли по пути искания единой оптимальной температуры для всего процесса ферментации в целом, т. е. для скручивания и для ферментации, поскольку эти два процесса неразрывно связаны друг с другом.

Для этого были испробованы следующие варианты:

- I. Холодное скручивание, холодная ферментация ($+3^\circ, +5^\circ, +8^\circ$)
- II. Теплое скручивание и теплая ферментация ($+30^\circ, +35^\circ, +38^\circ$)
- III. Нормальное скручивание и нормальная ферментация ($+22, +26^\circ$).

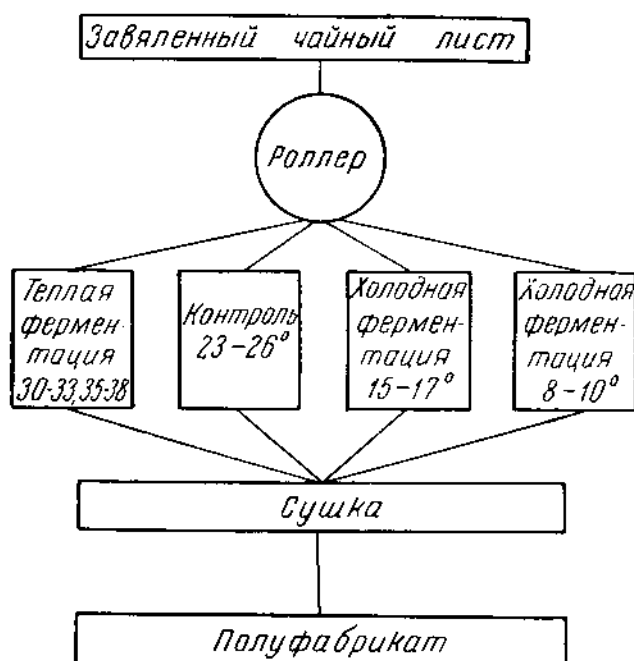
Испытание первого варианта положительных результатов не дало, поскольку после скручивания лист оставался совершенно зеленым и таким же продолжал оставаться в течение 12—14 часов ферментации.

Теплое скручивание и теплая ферментация приводили также к нежелательным результатам: готовый материал получался очень пестрый, так как в первый час скручивания нежные части флеша, почка и первый лист уже сферментировались и дальше чернели, тогда как во втором и третьем листе процесс только еще начинался.

На основании этого мы пришли к заключению, что в случае одинаковой температуры при скручивании и ферментации оптимальной температурой приходится признать интервал между 22 и 26° .

В дальнейшем мы изменили постановку наших опытов в том смысле, что скручивание велось всегда при одной и той же температуре (+23 до +25°), но температура на ферментации варьировалась согласно прилагаемой схеме (фиг. 3).

Для сравнительного изучения температур ферментации брался нормально завяленный лист, скручивался в обыкновенных условиях на лабораторных роллерах, и полученный после скручивания материал быстро перемешивался (для получения средней пробы). Разделив его затем на



Фиг. 3 — Схема опыта ферментации чайного листа при различных температурах

химическому анализу, так равно и титестерскому опробованию.¹

Для химической оценки чая мы остановились на определениях общей экстрактивности, растворимого танина и цветности, так как общая экстрактивность определяет крепость чайного настоя, а растворимый таннин является главнейшим фактором, определяющим вкусовые достоинства чая, и одновременно с этим служит исходным материалом для образования красно-бурых пигментов [А. Л. Курсанов, 1935]. В своих исследованиях Г. Манн, а также Гоппе по количеству растворимых веществ, а также растворимого танина, делают даже попытку непосредственно судить о качестве чая и, следовательно, о его рыночной цене.

¹ Пользуясь случаем, приношу свою искреннюю благодарность С. И. Васильеву, которым было проведено все титестерское опробование наших чаев.

Таблица 3

Ценность чая в зависимости от содержания растворимого танина и общего количества растворимых веществ (по Манну)

Оценка качества чая	Кахар-пеку	Доар-пеку	Доар-пеку	Ассам-пеку	Ассам-оранж. р.
Стоимость в аннасах	4.20	4.20	3.80	5.20	7.60
Сумма растворимых веществ в %	28.38	26.29	23.69	29.38	31.58
Танин в %	7.56	6.48	6.48	8.23	10.98

В наших опытах экстрактивность определялась методом выпаривания водных вытяжек в том виде, как это производил А. Л. Курсанов [Курсанов и Шапакидзе — «Динамика экстракт. веществ», 1935]. Растворимый танин определялся по методу Löwinthal [1902], который основан на окислении дубильных веществ марганцевоокислым калием в присутствии метиленовой синьки [Прянишников и Демьянов — «Анализ растительных веществ», 1933]. Следует заметить, что этим методом опре-

Таблица 4

Сравнительный опыт по температурным вариантам

Серия опытов	Условия ферментации			Данные химическ. анализов			Данные дегустационных опробований ¹			
	относ. влажн. возд.	темпер. фермент. °С	часы ферментации	экстракт. вещества в % от сух. веса	раствор. танина в % от сух. веса	цветность в % от станд.	Настой	аромат	вкус	разварка
1	100.00	31	3.0	30.0	10.90	34.0	Слаб.	1	1—	1
	100.00	22	5.0	32.0	13.05	35.0	Слаб.	1—	1	1
	100.00	8	8.5	35.0	15.00	40.0	Среди. кр.	1	1+	1
2	100.00	35	2.0	30.8	5.47	26.8	Очень сл.	1—	2	2
	100.00	25	4.0	32.3	9.11	28.2	Средн.	2—	3	5
	100.00	15—17	7.0	33.7	10.78	31.6	Ср., слегка кр.	1—	2	2
	100.00	8	9.0	34.1	11.06	39.8	Среди. кр.	1	1—	1
3	100.00	35	2.5	27.6	5.01	20.2	Слаб.	—	2	2
	99.71	25	4.5	30.1	8.07	22.2	Средн. (—)	2	1—	1
	99.83	15—17	7.0	33.2	8.84	41.2	Средн.	1	1+	1
	99.76	8	8.5	34.8	10.59	55.6	Среди. кр.	1+	1	1
4	99.73	35	2.0	28.78	6.38	28.8	Слаб.	1—	2	4
	99.74	25	4.0	31.25	9.52	35.2	Средн.	1—	1	4

¹ Наиболее высококачественным является чай с баллом (1+), далее идет (1), несколько хуже (1—), еще хуже (2), (2—), (3) и т. д.

деляется общее количество дубильных и красящих веществ, переходящих в раствор, так как животный уголь, которым обрабатывается испытуемый экстракт, поглощает не только растворимый танин, но и красящие вещества. Тем не менее по отношению к чайному настою данный метод мог быть успешно применен, так как красящие вещества представляют собой в данном случае те же танины, но лишь частично окисленные.

Цветность определялась по колориметрическому методу, в колориметре Дюбоска, сравнением экстракта со стандартом, выработанным С. Манской [1936].

В табл. 4 приведены данные сравнительных анализов, химических и дегустационных по варианту: теплая, нормальная и холодная ферментация.

Из таблицы видно, что как по химическим показателям, т. е. по содержанию растворимого танина, экстрактивности и цветности, так и по титестерским опробованиям, чай, прошедший холодную ферментацию, значительно превышает показатели теплой (33—35°) и нормальной (25°) ферментации.

В полуфабрикатах произведенное нами изучение эфирных масел [по методу Курсанова, 1936] в различных вариантах дало следующие результаты:

Таблица 5

Сравнительный анализ эфирных масел

Температура ферментации	Общая окисл.	к. ч.	э. ч.	л. фр.
Холодная ферментация 8° 104	2575	722	924	135
Нормальная ферментация 25° 54	1430	574	385	116
Теплая ферментация 33° 24	1175	717	154	81

Как видно из этой таблицы, холодная ферментация дает наивысшие показатели эфирного числа (э. ч.) и летучих фракций (л. фр.), имеющих решающее значение при оценке силы и полноты чайного аромата [работа Курсанова в этом сборнике].

Вышеприведенная табл. 4 является характерной и взята из многочисленных опытов, по которым ясно видно, что холодная ферментация имеет огромное преимущество перед обыкновенной и тем более — перед теплой ферментацией.

После получения таких ясных результатов дальнейшее исследование было направлено по линии установления оптимальных сроков ферментации для каждого температурного варианта, для чего мы пользовались титестерским опробованием, а равно и данными химических анализов.

Скрученный, хорошо перемешанный лист разделялся на 4 части и помещался в ферментационные ящики: I — холодная (8°), II — холодная (15—17°); III — нормальная (25°); IV — теплая (33°). Отсюда каждый

час брались пробы для сушки. Высушенные образцы подвергались химическому и дегустационному анализам. По данным дегустационного анализа было установлено, что наилучшим сроком ферментации для варианта 35° является 2—3 часа после скручивания, для варианта 25° — 5, а иногда и 4 часа (что подтверждает установленный практикой чайного производства срок ферментации). Для варианта холодной ферментации наилучшие показатели давали образцы, прошедшие 7 часов ферментации в случае $+15 - +17^{\circ}$ и 8—9 часов в случае $+8^{\circ}$. Химические анализы этих же образцов дают динамику экстрактивности, растворимого танина и цветности, говорящую о том, что мы имеем дело с общим явлением для всех вариантов — падением экстрактивности и растворимого танина и накоплением цветности, а также и аромата (фиг. 4, 5 и 6).

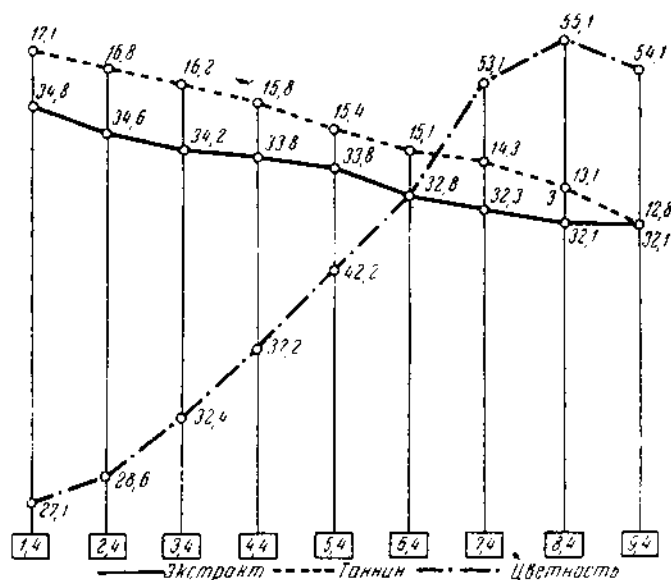
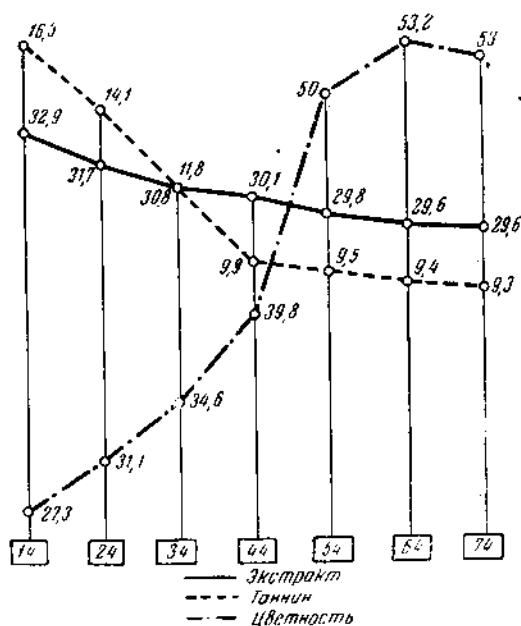
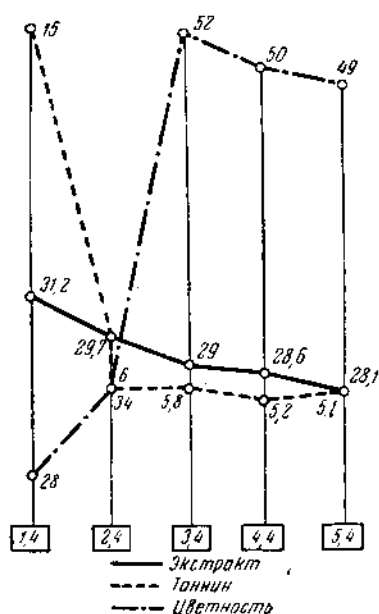
Расхождение полученных кривых, т. е. падение одних веществ и накопление других, сильно отличается друг от друга в различных вариантах. В случаях теплой ферментации (фиг. 5) мы имеем дело с быстрым падением экстрактивности и растворимого танина, что происходит особенно интенсивно за первые 2 часа ферментации. В то же время накопление цветности совершается относительно медленно и достигает своего максимума лишь на 3-й час ферментации; поэтому через 3 часа теплой ферментации, когда процесс можно считать законченным (по цветности), продукт оказывается очень бедным экстрактивными веществами и, в частности, растворимым танином.

Во время нормальной ферментации при 25° (контроль) (фиг. 5) мы имеем дело также с довольно заметным уменьшением экстрактивности и растворимого танина, приходящимся на 4-й час ферментации, и накоплением чайных пигментов, достигающим своего максимума на 6-й час ферментации. Ввиду более медленного падения экстрактивных веществ в данном варианте, разрыв между растворимым танином и экстрактивностью, с одной стороны, и цветностью, с другой, оказывается сравнительно меньше, чем при теплой ферментации, но все же и здесь он довольно чувствителен.

Таким образом, ферментация по вариантам I и II сопровождается значительными потерями ценных веществ чая. Было бы желательно изменить процесс таким образом, чтобы, сохранив к концу ферментации большую часть растворимого танина и экстрактивных веществ, достигнуть одновременно с этим максимального накопления цветности.

Как видно из фиг. 6, холодная ферментация и дает возможность разрешить вышеуказанную задачу. Действительно, при холодной ферментации на фоне общего замедления процессов относительная скорость падения экстрактивности и растворимого танина оказывается более замедленной, нежели образование пигментов, вследствие чего к концу ферментации наблюдаемый при нормальной и тем более при теплой ферментации разрыв между цветностью и растворимыми веществами оказывается при низкой температуре сведенным до минимума.

В ряде опытов, дополнительно приводимых в конце статьи, нам удалось наблюдать даже некоторое повышение общей экстрактивности



к концу ферментации, на что еще ранее указывали Курсанов и Шапанидзе [1935].

Ввиду того, что главная часть превращения во время ферментации связана с деятельностью ферментов, представлялось интересным проследить работу некоторых ферментов чайного листа при ферментации в условиях различной температуры.

С этой целью совместно со студенткой-практиканткой биофака Московского университета С. В. Горюновой нами были проведены определения активности пероксидазы, как важнейшего окислительного фермента.

Ввиду того, что активность ферментов могла существенно изменяться в различные часы ферментации, на что указывают в своих работах И. Главунов и С. Манская [1935], нами брались пробы материала в различные часы ферментации; в результате удалось установить общую динамику ферментного действия в течение всей ферментации.

Таблица 6

Определение пероксидазы в сравнительных опытах по температурным вариантам.

№	Условия ферментации		Часы ферментации						
	t° C	Влажн. в %	1	2	3	4	5	7	8
1	8—10	99.7	2.08	2.09	—	—	2.16	—	2.16
2	15—17	99.6	2.06	—	2.34	1.94	1.9	1.86	1.24
3	25	99.3	2.08	2.10	2.00	2.00	2.00	—	—
4	35	99.85	2.40	2.14	—	—	1.9	—	—

Из проделанных опытов выяснилось, что хотя низкая температура и замедляет скорость действия ферментов, она вместе с тем позволяет им сохранить активность неизменной в течение всего процесса, т. е. 8 часов. Средняя же и особенно повышенная температура, заметно увеличивая первоначальную скорость работы ферментов, вскоре однако приводит к инактивированию ферментов, что, несомненно, является результатом усиленного инактивирования их таннином [А. Опарин и А. Курсанов, 1929]. В результате этого уже через 3—4 часа деятельность ферментов при теплой ферментации оказывается ниже, чем в охлажденном материале.

Кроме того весьма характерно, что в зависимости от температуры ферментации оттенок чайного настоя значительно меняется, оказываясь более красным при холодной ферментации и бурым — при теплой. Исследования А. Л. Курсанова [1935] показали, что образование растворимых чайных пигментов зависит от окисления полифенолов растворимого таннина, причем автор указывает, что окисление пирогалловой группы приводит к образованию коричневых пигментов, а пирокатехиновой — меднокрасных. Соотношение этих пигментов очень важно для качества настоя и, если красный пигмент превалирует, настой получается более ценным. Названный автор также указывает, что окисление пирокатехиновых групп происходит в начале ферментации, когда процесс идет еще медленно.

Во время холодной ферментации, при замедленно идущем процессе, имеется большая возможность для полного окисления пирокатехиновых групп, что и приводит к красноватому оттенку настоя у чая, прошедшего холодную ферментацию.

В связи с приведенными здесь данными становится более понятным отрицательное влияние повышенной температуры на ферментацию чая. В своеобразных условиях скрученного чайного листа при повышенных температурах ферменты испытывают значительно большее инактивирование со стороны дубильных веществ. Благодаря этому их действие в согретом материале протекает сперва весьма энергично, но вскоре сильно снижается. Такая неравномерность ферментационного процесса, несомненно, не может остаться без влияния как на количественную, так и на качественную сторону происходящих биохимических превращений, что и было установлено нашими опытами на примере общей экстрактивности, цветности, растворимого танина, аромата (эфирных масел) и титестерской оценки.

На основе проведенных исследований мы приходим к следующим выводам:

1. Температурный режим ферментации имеет большое влияние как на скорость и характер биохимических превращений, так и на качество получаемого продукта.

2. В первый период процесс ферментации нуждается в сравнительно высоких температурах порядка $+23 - +26^{\circ}$, вследствие чего оптимальной температурой для скручивания следует признать обычную комнатную температуру. Охлаждение материала на роллере до $+5 - +8^{\circ}$, $+10 - +12^{\circ}$ или, напротив, разогревание до $+30 - +35^{\circ}$, $+38 - +40^{\circ}$ неблагоприятно отзываются на дальнейшем ходе ферментации и на качестве получаемого полуфабриката.

3. Вторая стадия ферментации, наступающая после скручивания, нуждается в иных температурных условиях. Отклонение температуры ферментирующегося материала с $22 - 24^{\circ}$ в сторону высоких температур $30 - 35 - 40^{\circ}$ хотя и ускоряет процесс ферментации, но вместе с тем и снижает общую экстрактивность, содержание растворимого танина, цветность настоя и количество летучих фракций чайного аромата, а наряду с этим приводит к снижению титестерской оценки такого продукта (табл. 6).

Напротив, понижение температуры ферментации до $+15 - -17^{\circ}$ и особенно до $+8 - -10^{\circ}$ хотя и затягивает на несколько часов процесс ферментации, но зато позволяет сохранить в готовом продукте значительно большее количество экстрактивных веществ, растворимого танина, а также приводит к максимальному накоплению цветности и летучих веществ чайного аромата (табл. 4 и 5). Такой продукт, как правило, получает более высокую оценку при титестерском опробовании.

4. Химический анализ и титестерское опробование полуфабрикатов, подвергшихся различно продолжительной ферментации, позволил, для лабораторных условий, установить оптимальные сроки ферментации для

каждого температурного варианта, а именно: 1) $+35$ — $+38^\circ$ 2—3 часа; 2) $+24^\circ$ — $+26^\circ$ 4—5 часов, 3) $+15$ — $+17^\circ$ 6—7 часов и 4) $+8$ — $+10^\circ$ 8—9 часов.

5. Исследование фермента пероксидазы показало, что скорость ее действия с понижением температуры вначале несколько ослабевает, но вместе с тем фермент в охлажденном материале инактивируется дубильным веществом значительно медленнее, чем это происходит при обычной и тем более при теплой ферментации. Поэтому к концу ферментации пероксидаза в охлажденном материале оказывается более активной, нежели в контрольном или теплом.

6. Рассмотрение затронутого вопроса приводит нас к убеждению, что отрицательное влияние повышенных температур на ферментацию происходит от чрезвычайно высоких температурных коэффициентов коагуляции коллоидных веществ, которые в условиях чайного материала еще увеличиваются наличием дубильных веществ. В результате этого при повышении температуры в короткий срок теряется значительное количество экстрактивных веществ, растворимого танина и прочее.

7. В заключение можно сказать, что теоретические установки в области чайной технологии, которые говорят о неблагоприятном действии низких температур воздуха на ферментацию, являются неосновательными.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

*Динамика экстрактивных веществ при холодной ферментации
(в процентах)*

Первый опыт

Часы ферментации при $t^\circ = 15-17^\circ\text{C}$

1-й	29.5
2-й	31.09
3-й	31.05
4-й	—
5-й	—
6-й	32.46

Второй опыт

Часы ферментации при $t^\circ = 8-10^\circ\text{C}$

1-й	30.5
2-й	31.2
3-й	—
4-й	31.5
5-й	—
6-й	31.73
7-й	32.3
8-й	37.3
9-й	—

Таблица 2

Сравнительный опыт по температурным вариантам

Серия опы- тов	Условия ферментации			Результаты химическ. анализа		
	относит. % влажности	температура в °C	часы	экстракт. в полуфаб. в % от сухого веса	раствори- мый танин в % от су- хого веса	цветность в %
1	99.80	30—35	2.0	30.00	10.90	33.4
	99.76	20	5.0	32.10	13.05	35.5
	99.80	8	8.0	35.20	15.20	44.0
2	99.90	30—35	2.5	29.66	5.71	26.0
	99.85	23—25	5.0	30.07	6.85	27.4
	99.78	15—17	7.0	35.40	8.28	32.2
	99.90	8	9.0	37.30	9.31	34.5
3	99.89	33	2.0	30.80	5.80	26.8
	99.90	24	4.0	33.70	9.30	27.1
	99.87	15—17	7.5	34.40	10.70	29.7
	99.87	8	9.0	36.10	11.06	31.6
4	99.80	30—35	2.0	28.10	6.50	27.2
	99.85	25	4.0	31.40	8.01	33.3
	99.79	15—17	7.5	34.30	9.28	44.5
	99.85	8	9.0	38.70	10.59	55.6

M. A. BOKUCHAVA

THE TEMPERATURE REGIME OF TEA FERMENTATION

Summary

The temperature is one of the most important factors having an influence on the tea fermentation, but the nature of this influence is still not quite clear. This exploration demonstrates that the temperature has a great influence as on the rapidity and the character of the biochemical transformations during the fermentation, so on the quality of the produce received. Here are in some items the results of this work:

1. In the first period the fermentation process stands in need of the comparatively high temperatures, 23—26°, and therefore the usual roomy temperature must be confessed as the optimum temperature for the rolling. The cooling of the material in the roller till 5—8°, 10—12° or the warming up till 30—35°, 38—40° on the contrary declares unfavourably in the further course of the fermentation and in the quality of the unfinished goods.

2. After rolling the fermentation process needs other temperature conditions. The temperature declination of fermenting material from +22, +24° to the high temperatures +30, +35, +40°, although it accelerates the fermentation process, but at the same time it reduces the general extraction, the soluble tannin, the colour of the liquor and the quantity of

volatile fractions of tea aroma, showing the diminishing in the teataster's valuation of such produce (scale No. 4).

On the contrary, the fall of fermentation temperature till $+15 - +17^\circ$ and specially till $+8 - +10^\circ$, although it lenthens for some hours the fermentation process, but it permits to conserve considerably more of the extractive substances, soluble tannin in the finished production and also gives maximum accumulation of the liquor colour and volatile fractions of the tea aroma (scales No. 5-6). Such a produce as a rule, gets a higher valuation at the teataster's tasting.

3. The comparison of the chemical formation with the teataster's valuation of the unfinished goods, exposed to different continuances of the fermentation in laboratory conditions, permitted to fix the optimum terms of the fermentation for each variation, namely:

1. $+35 - +38^\circ$	2 — 3 hours
2. $+24 - +26^\circ$	4 — 5 „
3. $+15 - +17^\circ$	6 — 7 „
4. $+8 - +10^\circ$	8 — 9 „

4. Exploration of the ferment peroxidase showed that the rapidity of its action with the fall of the temperature declines a bit, but at the same time the ferment in the cooled material is inactivated by tanning material considerably slower than during the ordinary and the warm fermentation moreover. Therefore peroxidase is more active in the cooled than in the control or warm material to the end of the fermentation.

5. The theoretical examination convinces us that the negative influence of the raising temperatures on the fermentation comes up from the extremely high temperature coefficients of the coagulation of colloidal substances, which in conditions of the tea material are more increasing at presence of tanning material. The result of this is that by temperatures increasing at short sight the considerable quantity of the extractive substances, soluble tannin, volatile fractions and aroma are losing.

6. Finally it is possible to state that the theoretical tendencies in the tea technology, which indicate an unfavourable action of the low air temperatures on the fermentation, are unfounded.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейлис Б. Природа действия энзимов, Госхимиздат (1932).
2. Благовещенский А. Биохимия растений, Госхимиздат (1934).
3. Вальдшмидт-Лейтц Е. Ферменты, их действия и свойства, ОНТИ (1929).
4. Глазунов И. Динамика ферментативного действия в чайном листе. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
5. Гнамм Г. Дубильные вещества и дубильные материалы (1927).
6. Гортнер Р. Основы биохимии, I, Снабтехиздат (1934).
7. Гортнер Р. Основы биохимии, ч. IV, Снабтехиздат (1934).
8. Гоппе Ф. Факторы, повышающие качество чая, Русский субтропик, № 1—2 (1914).
9. Deuss J. Цитирован по Невиллю: Технология чая (1928).

40. Дьячков Н. и Баланцев Б. Биохимические показатели конца ферментации (в этом сборнике).
41. Курсанов А. Образование и природа чайных пигментов. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
42. Курсанов А. и Шуберт Т. Образование и судьба чайного аромата во время изготовления черного чая (в этом сборнике).
43. Курсанов А. Условия работы ферментов в скрученном чайном листе. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
44. Курсанов А. и Шапакидзе Р. Динамика экстрактивных веществ при переработке чая. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1933).
45. Kozai R. Researches on the manufacture of various of tea, Tokio (1890). Цитирован по Невиллю: Технология чая (1928).
46. Löwenthal C. Ztschr. analyt. Chem., 41, 1/7 (1902).
47. Манская С. Пероксидаза чайного листа. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
48. Манская С. Окислительные процессы в ферментирующемся чайном листе (1936).
49. Манн Г. Ферментация чая, Русский субтропик, № 1 (1914).
50. Невилль Г. Технология чая, Тифлис (1928).
51. Опарин А. Биохимическая теория чайного производства. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
52. Oparin A. und Kursanov A. Inaktivierung von Fermenten durch Gerbstoffe, Bioch. Zeitschr., 209, 181 (1929).
53. Oparin A. und Manskaia S. Zur Frage der Hitzeinaktivierung der Amylase, Bioch. Ztschr., 260 (1933).
54. Опенгеймер К. и Кун Р. Ферменты, Госхимиздат (1931).
55. Провин С. Ферменты и их применение в пищевой промышленности, ОНТИ (1931).
56. Van-Romburgh P. u. Lohmann C. Цитировано по Невиллю: Технология чая (1928).
57. Рубинштейн Д. Физико-химические основы биологии, Госмедгиз (1932).
58. Манн Г. Стенографический отчет за 1933 год.
59. Холден Д. Энзимы, Госхимиздат (1934).

И. В. ГЛАЗУНОВ и С. В. ГОРЮНОВА

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧАЙНОГО ЛИСТА

Большинство биохимических превращений, которые совершаются в чайном листе во время его технологической переработки, происходят под воздействием ферментов. Естественно поэтому, что к изучению ферментативного комплекса чайного листа уже давно было привлечено внимание специалистов. В качестве примера укажем на работы Н. Манн [1907], Bernard [1911], Хачалавы [1933] и Глазунова [1935], в которых, с одной стороны, устанавливается наличие различных ферментов в чайном материале, а с другой — трактуется об изменении их активности на различных стадиях производства.

Ввиду такого большого значения ферментов нам казалось целесообразным охарактеризовать отдельные сорта чайного листа путем количественного определения в них различных ферментов. Этим путем мы надеялись подойти к объективной оценке так называемой зеленой массы, т. е. свежесорванного чайного листа, качество которого до сих пор является причиной разногласий при приемке зеленой массы на фабрику.

Экспериментальная часть настоящей работы была проведена в Грузии практиканткой Московского Гос. Университета С. Горюновой. И. Глазуновым же была разработана методика и намечен план работы, им же были подытожены и обработаны результаты опытов.

Полученные данные авторы считают лишь ориентировочными, в виду небольшого количества проведенных определений (6—10 опытов по каждому ферменту), а также в виду особых климатических условий лета 1935 года в Грузии (сильная засуха в первой его половине), вследствие чего цифровые показатели этого года могут оказаться нетипичными в условиях нормальной погоды.

Для первого знакомства со свежим чайным листом мы остановились на определениях четырех ферментов — инвертазы, β -глюкозидазы, пероксидазы и каталазы, каковые отнюдь не исчерпывают всего разнообразия ферментативного комплекса чайного листа и должны быть в дальнейшем дополнены в первую очередь протеолитическими ферментами и эстеразами.

Методика работы по определению ферментов была следующая. Инвертаза определялась по способу, разработанному И. Глазуновым для чайного материала [1935], только в таблице для сравнения данных по

разным ферментам оказалось удобнее суммировать работу инвертазы за первые 3 часа действия; β -глюкозидаза определялась в автолитической смеси по разложению амигдалина за 20 часов действия, и сила действия устанавливалась на основании повышения редуцирующей способности в растворе; каталаза определялась газометрически по методу Н. Иванова [1932]. Все эти ферменты определялись без освобождения раствора от танина, только определение пероксидазы производилось с освобождением растертых листьев от танина кожным порошком по способу, разработанному С. Манской [1935].

Мы производили определение этих ферментов в различных типах чайных листьев, в первую очередь — в двухлистном флеше, как наиболее доброкачественном сырье для производства чая. В противоположность этой пробе мы производили также определения ферментов в грубых листьях, дающих заведомо сырье низкого качества; затем в обычном трехлистном флеше, с которыми сравнивали все остальные образцы, и, наконец, в глушке, который, по мнению большинства специалистов, снижает доброкачественность сырья, если содержится в количестве более 10%. Кроме того, нам казалось интересным исследовать флеш с кустов, подвергшихся весной 1935 года тяжелой подрезке — операции, приобретающей в последнее время широкое хозяйственное значение.

Полученные в этом направлении результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

Содержание ферментов в различных типах чайного листа (в % от нормального трехлистного флеша)

Категории листьев	Инвер-таза	β -глюко-зидаза	Перокси-даза	Каталаза
Двухлистный флеш	119	56	143	118
Грубый лист	75	62	88	131
Нормальный трехлистный флеш . .	100	100	100	100
Глушок	131	104	119	61
Флеш с кустов после тяжелой под-резки	75	126	114	126

Количество каждого фермента в нормальном трехлистном флеше принято за 100, так что данные по другим видам листьев выражены в процентах от нормального флеша.

Каждая цифра является средней из ряда определений за летний период 1935 г.; этих определений по каждому ферменту было сделано от 6 до 10. Сезонные колебания в содержании ферментов будут указаны ниже.

Рассматривая таблицу, мы видим, что в двухлистном флеше количество инвертазы и каталазы выше, чем в нормальном флеше и особенно высоко содержание пероксидазы, на что мы обращаем особое внимание. Напротив того, β -глюкозидазы в этом листе содержится значительно меньше.

Грубый лист по ферментам — инвертазе, β -глюкозидазе и пероксидазе дает сильно сниженные цифры, более низкие, чем в какой-либо другой пробе; в этих листьях велико только количество каталазы, но она, повидимому, не играет большой роли при ферментации чайного листа. Большое количество каталазы в грубом, вполне развившемся листе, объясняется ее связью с фотосинтетической деятельностью этого листа.

Глушок дает незначительное повышение в содержании β -глюкозидазы и пероксидазы, сильное увеличение инвертазы и снижение каталазы.

Флеш с кустов после тяжелой подрезки дает небольшое повышение по пероксидазе, несколько большее по β -глюкозидазе, такое же по каталазе и сильное снижение по инвертазе.

Из сезонных колебаний наиболее характерные данные получены по β -глюкозидазе, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Сезонные колебания β -глюкозидазы

Категории листьев	Содержание β -глюкозидазы в см ³ перманганата		Увеличение в %
	июнь	сентябрь	
Двухлистный флеш	4.0	7.8	95
Нормальный трехлистный флеш	8.6	11.7	36
Глушок	6.0	15.8	163
Флеш с кустов после тяжелой подрезки .	8.4	18.0	114

В табл. 2 даны средние цифры из нескольких определений; они выражают увеличение редуцирующей способности автолитической смеси за 20 часов действия ее на 1%-ный раствор амидалина; причем первые два столбца дают абсолютные цифры в см³ децинормального перманганата.

Из таблицы видно, что во всех листьях происходит сильное повышение β -глюкозидазы к концу лета. Наибольшее повышение дает глушок; в июне содержание β -глюкозидазы в нем на 30% ниже, чем в нормальном флеше; в сентябре, наоборот, он дает цифры на 35% выше нормального флеша. Повидимому, в разное время сезона глушок не одинаков, что показывают также и колебания в содержании в нем других ферментов: каталаза дает увеличение к сентябрю на 30% и пероксидаза — на 41%.

Наиболее постоянное содержание β -глюкозидазы в нормальном трехлистном флеше.

Результаты, полученные в этом году, мы считаем ориентировочными. Необходимо в дальнейшей работе по ферментативной характеристике чайного сырья изучить сортовые и генетические различия, различия от местообитания, удобрения и т. д. Причем полученные ферментативные данные нужно сопоставить с качеством готового продукта, получаемого из данного сырья, что, к сожалению, в этом году нам не удалось сделать.

В настоящем же предварительном сообщении мы ограничимся указанием на то, что, согласно современным представлениям, основную роль

в ферментации чая приходится приписать β -глюкозидазе, действующей на глюкозидные связи чайного танина, а также пероксидазе, производящей окисление продуктов распада танина [А. Курсанов, 1935]. Кроме того большое значение нужно признать за протеазой, приводящей к накоплению растворимых форм азотистых веществ, которые производят защиту ферментов от инактивирующего действия дубильных веществ и кофеина [А. Опарин и А. Курсанов, 1929].

I. V. GLAZUNOV AND S. V. GORUNOVA

THE FERMENTATIVE CHARACTER OF TEA-LEAF

Summary

In purpose of getting the fermentative showers for the fresh tea-leaf of different kind and origin there were made ferments determinations: B-glukozidase, peroxidase, invertase and katalase.

In this preliminary information we bring forward the facts which characterize in all named ferments the normal three leaves flesh, the two leaves flesh, hard (coarse) leaf, dead leaf and the flesh from the bushes after heavy pruning (scale No. 1).

Besides, in the example B-glukozidase it is fixed that the containing of this ferment in all samples of tea-leaf considerably increases in the second half of the Summer (scale No. 2).

ЛИТЕРАТУРА

1. Bernard G. Ann. d. Jard. Botan. d. Buitenzorg, v. 10 (sér. 11), p. 9 (1911).
2. Глазунов И. Динамика ферментного действия. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
3. Иванов Н. Методы биохимии и физиологии растений, изд. 2-е, Госхимиздат, стр. 28 (1932).
4. Курсанов А. Образование и природа чайных пигментов. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
5. Maun H. The fermentation of tea, Publ. Ind. Tea Assoc., Part. I. a. II, Calcutta (1906—1907).
6. Манская С. Пероксидаза чайного листа. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).
7. Опарин А. и Курсанов А. Bioch. Ztschr., B. 209 (1929).
8. Хачалава И. Труды ВНИИЧХ, вып. 2, Тифлис (1933).

А. Л. КУРСАНОВ и Т. А. ШУБЕРТ

ОБРАЗОВАНИЕ И СУДЬБА ЧАЙНОГО АРОМАТА ВО ВРЕМЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧЕРНОГО ЧАЯ

Одним из наиболее замечательных качеств, которые вырабатываются в чайных листьях при изготовлении черного чая, является специфический аромат. Свойство это вместе со вкусом и цветностью, без сомнения, приходится отнести к основным положительным показателям черного чая.

К сожалению, достаточно тонкий и сильный аромат у чая является далеко непостоянным спутником готового продукта и отсутствует зачастую даже у лучших сортов. В силу своей большой летучести и, видимо, крайне легкой изменчивости, чайный аромат менее других качеств поддается управлению во время изготовления чая. Кроме того, в то время, как цветность, танин, экстрактивность и ряд других составных частей, подвергающихся энергичным изменениям во время завяливания и ферментации, хорошо фиксируются и устойчиво сохраняются в высушенном продукте, аромат продолжает изменяться даже при тщательном сохранении высушенного продукта — частью просто улетучиваясь, частью же претерпевая какие-то химические изменения, в результате которых он ослабевает, а иногда, напротив того, усиливается.

Все сказанное в большей или меньшей степени относится к черным чаям любого происхождения, особенно же остро обстоит вопрос с ароматом у грузинских чаев, которые, наряду с относительно высокими показателями настоя и вкуса, зачастую отличаются пониженной ароматичностью, которая к тому же быстро теряется при хранении.

Естественно поэтому, что при научном пересмотре приемов изготовления черного чая, каковой ведется в настоящее время у нас в Союзе, вопросам ароматообразования, а равно химической природе образующих его веществ, должно быть уделено исключительно большое внимание. К сожалению, знакомство со специальной литературой не только не позволяет составить цельной и достаточно обоснованной картины ароматообразования в черном чае, но, напротив того, убеждает в совершенной запутанности этого вопроса.

Одним из первых высказался по вопросу о происхождении чайного эфирного масла А. Nanninga [1900]. Этот автор получал посредством спиртовых вытяжек из свежих листьев чая глюкозид, содержание которого достигало 10% от сухого веса взятого материала.

Ближайшая природа этого вещества A. Nanninga не изучена, но по своим свойствам, как утверждает этот исследователь, это вещество было отлично от чайного танина. Прибавляя полученный глюкозид к освобожденному от него чайному материалу и добавляя в качестве источника ферментов немного растертых свежих листьев чая, A. Nanninga мог через несколько часов констатировать в этой смеси довольно сильный аромат чая, в то время как материал без глюкозида аромата не обнаруживал. Одновременно с этим A. Nanninga отмечает, что найденный им глюкозид присутствует лишь в свежих листьях и быстро исчезает во время ферментации, т. е. в период наиболее энергичного образования эфирного масла. На основании своих данных A. Nanninga делает заключение, что указанный глюкозид является исходным материалом для образования специфического чайного аромата. Описанные опыты представляют значительный интерес, но, к сожалению, в них отсутствуют указания на химическую природу тех превращений, которые A. Nanninga кладет в основу своих представлений; однако и из этих данных совершенно очевидно, что если глюкозид действительно участвует в образовании эфирного масла, то лишь незначительной своей частью, так как на место исчезающих 10% глюкозида в ферментирующемся чае образуются лишь доли процента эфирного масла.

Иначе высказывается по этому вопросу Н. Мапп [1902], который полагает, что чайный аромат, подобно чайным пигментам, возникает из танина в результате окисления последнего ферментом оксидазой (пероксидазой). Хотя эта точка зрения экспериментально и менее доказана, чем предыдущая, она все же имеет за собой ряд оснований, из которых главное состоит в том, что при помещении свежерастертого чайного листа в бескислородную атмосферу приостанавливается как выработка пигментов, так и аромата [А. Курсанов, 1935].

Казалось бы, обе точки зрения не противоречат друг другу и освещают различные стороны одного и того же явления. Именно: опыты A. Nanninga выявляют первоначальный распад глюкозида (может быть, глюкозидно связанного чайного танина) под влиянием гидролизующего фермента; а представления Н. Мапп устанавливают последующую стадию образования чайного аромата, связанную с ферментативным окислением разложенного глюкозида. Поэтому дальнейшее изучение вопроса ароматообразования могло бы идти по пути углубления этих представлений. Тем не менее большинство авторов не усматривало такой возможности и пыталось найти одностороннее толкование образованию эфирного масла в чае.

Так, Katayama [1907] категорически отрицает участие танина и окислительных ферментов в образовании чайного аромата, ссылаясь при этом на работу V. Kozai, которому, подобно A. Nanninga, удавалось вызывать образование чайного аромата действием энзима (какого?) на глюкозид. Еще ранее K. Bamber [1902] пришел к подобным же заключениям, когда, сопоставляя количество фермента оксидазы (пероксидазы) в листьях чая различного географического происхождения с ароматичностью получае-

мого из них черного чая, он не обнаружил пропорциональной зависимости. Впрочем, на этот слишком поспешный вывод Г. Невилль [1928] вполне резонно замечает, что перемена географической широты или высоты над уровнем моря влечет за собой слишком сложный комплекс изменений, в котором трудно было бы ожидать сохранения постоянной зависимости между содержанием оксидазы и ароматом.

Известную попытку связать создавшиеся противоречия мы находим у Y. Deuss [цитиров. по Г. Невиллю, 1928], который высказывал предположение, что образование чайного аромата начинается с энзиматического расщепления глюкозидных связей чайного танина, после чего отдельные упрощенные полифенолы танина (видимо, окисляясь до кислот) образуют эфиробразные соединения со спиртами и в частности с сахарами. Приходится лишь пожалеть, что это интересное предположение было оставлено Y. Deuss без экспериментальной проверки.

Несколько особняком, как, впрочем, и вся его теория ферментации, стоят представления А. Потапова [1933], который считает, что чайное эфирное масло белкового происхождения и что непосредственное участие в его синтезе принимают отдельные аминокислоты, накапливающиеся в листьях при завяливании. Согласно представлениям этого автора, аминокислоты (в частности, тирозин) являются, кроме того, источником образования чайных пигментов, откуда создаются условия для антагонизма между цветностью и ароматом чая, что, как известно, в действительности нередко имеет место. Несмотря на весьма подкупающие химические аналогии, которыми А. Потапов подкрепляет свою теорию, приходится с сожалением констатировать, что пока все эти интересные мысли остаются без экспериментального подтверждения.

Наконец, нельзя обойти молчанием и «бактериальную теорию» происхождения чайного аромата, которую неоднократно высказывали различные ученые как в более старое время, например, V. Kozai [1890], так и в новейшее — А. Tuustale [1923]. Однако, прямая проверка этой точки зрения, предпринятая сперва С. Bernard [1909] на выделенных им из листьев чая дрожжах, а позднее W. Staub [1912] — на культурах бактерий, встречающихся на листьях чая, показала, что незначительное развитие микроорганизмов не влияет на чайный аромат, в то время как в больших количествах они заметно снижают аромат и вкус получаемого продукта.

Почти столь же запутан вопрос и о химической природе эфирного масла из чая, хотя по этому поводу имеется ряд специальных исследований. Так, еще Д. Crole [1897] указывал, что эфирное масло из черного чая при сохранении на воздухе крайне легко «осмоляется» (повидимому, окисляется). Напротив того, Van-Romburgh и Lohmann [1887], которые получили довольно большое количество эфирного масла (около 130 см³) при отгонке его с водяным паром из 2500 кг ферментирующегося грубого листа, описывают его как желтоватую жидкость с низким удельным весом, хорошо сохраняющуюся и лишь через несколько лет хранения приобретающую твердую консистенцию. В новейшее время Г. Невилль [1928,

стр. 44] снова указывает на легкую окисляемость чайного эфирного масла на воздухе.

Что касается химического состава компонентов чайного аромата, то по этому поводу в литературе имеется несколько весьма ценных указаний, которые, однако, страдают некоторой оторванностью от общей проблемы происхождения чайного аромата, вследствие чего не разъясняют условий его образования, а остаются пока статистическими данными. Сюда прежде всего следует отнести исследования van Romburgh и Lohmann [1897], которым удалось доказать в полученном ими эфирном масле наличие метилового алкоголя и около 0.85% метил-салицилата. Остальная, более значительная часть эфирного масла чая осталась этими авторами невыясненной.

Несколько позднее R. Gildemeister и F. Hoffmann [1900] и затем Shulte im Hofe [1901] показали наличие в эфирном масле чая алкоголя, отвечающего формуле $C_6H_{12}O$ так называемого β - γ -гексенола, присутствующего в виде гексенилфенилацетата. По мнению первых авторов этому соединению принадлежит главная роль в образовании чайного аромата.

Из сопоставления всех перечисленных выше работ нетрудно прийти к заключению, что сведения наши в области строения и образования эфирных масел в черном чае страдают отрывочностью и изобилуют к тому же противоречиями. Необходимость более детального и планомерного изучения этого вопроса побудила нас предпринять настоящее исследование, в котором мы главным образом остановились на образовании и судьбе эфирных масел в чайных листьях во время приготовления черного чая. Этой задачей отнюдь не исчерпывается, конечно, вся проблема в целом, но нам казалось логически правильным начать планомерное изучение чайного аромата с подробного рассмотрения образования и исчезновения эфирных масел в тканях чайного листа при последовательном проведении материала через все стадии переработки. Сопоставляя затем эти результаты с другими биохимическими превращениями, совершающимися в чайных листьях во время переработки, удастся, вероятно, перейти от общей динамики эфирных масел к химизму их образования, а отсюда и к их химическому составу. Кроме того выяснение динамики эфирных масел на отдельных стадиях производства представлялось наиболее актуальным с чисто технологической стороны, так как критический пересмотр старых методов чайного производства и испытание новых методов и аппаратов постоянно упираются в необходимость точного объективного учета всех наиболее ценных свойств чая и в том числе чайного аромата.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Вопросами динамики чайного аромата во время изготовления черного чая впервые подробно занялся Н. Манн [1902 и 1914], который проследил количественные изменения летучих веществ в чайном материале на разных стадиях переработки. С этой целью Н. Манн применял обычную от-

гонку с водяным паром, но ввиду сравнительно высокой растворимости чайного эфирного масла в воде и его малого содержания в материале, прямые измерения отогнанного масла, как это делается при работе с другими маслами, оказались бы неточными даже при использовании больших количеств чая. Поэтому Н. Манн ограничивался определениями общей окисляемости дистиллята, для чего подвергал пахучий водный погон окислению раствором перманганата. Количество чайного аромата выражалось в опытах Н. Манн не в абсолютных единицах, а в относительных, — именно в количестве кислорода (в процентах от сухого веса взятого чая), необходимого для полного окисления веществ, увлекаемых горячим водяным паром из чайного листа. Другая особенность в постановке опытов заключалась в том, что Н. Манн совершенно отказался от отгонки эфирных масел из сырых материалов, например из свежих или ферментирующихся листьев, и всякий раз, когда исследованию должен был подвергнуться такой материал, он производил предварительное высушивание его при повышенной температуре. Прибегая к этому, повидимому, с целью приведения материала к однородному с полуфабрикатом состоянию, названный автор в действительности весьма искажал картину количественных изменений летучих веществ, так как операции высушивания являются, без сомнения, наиболее опасными в смысле потери летучих соединений.

Тем не менее, работая таким путем, Н. Манн довольно подробно проследил динамику летучих фракций на разных этапах переработки чая. Так напр., согласно этим данным, 20-часовое завяливание чайных листьев приводит к увеличению в них количества летучих веществ примерно на 15%. Периодом наиболее энергичного образования летучих веществ, согласно тем же данным, является скручивание, во время которого за 30—45 мин. количество летучих веществ возрастает на 10,2, 25,5 и даже 52,6%. Как видно из этих цифр, повышение ароматности при скручивании может быть весьма различным. Ферментация, по крайней мере в первые 3 часа после скручивания, сопровождается дальнейшим накоплением летучих веществ, например, в одном из опытов на 19,2%. Затягивание ферментации на более долгие сроки, например, на 6—6½ часов, приводит уже к обратному эффекту, т. е. к исчезновению летучих веществ на 6—17%. Впрочем, в отдельных опытах Н. Манн такого исчезновения не наблюдалось даже при 8½-часовой ферментации. Уменьшение количества летучих веществ при длительной ферментации Н. Манн объясняет развитием микроорганизмов, уничтожающих эфирные масла. Свою точку зрения он подкрепляет опытами, в которых ферментирующиеся чайные листья в присутствии хлороформа, как антисептика, лучше сохраняли свои летучие вещества.

Наконец, высушивание сферментированного чая в сушильной печи также влечет за собой, повидимому, сокращение части летучих веществ, но ввиду того, что все опыты Н. Манн проводились с предварительно высушенным материалом, судьба эфирных масел на наиболее опасном для летучих веществ участке — в сушильной печи — не могла быть

непосредственно установлена. Однако, изучая различные условия высушивания, названный автор мог констатировать, что после длительного высушивания при 100° летучих веществ в чае оказывается меньше, чем после быстрого высушивания при $85-90^{\circ}$.

Опыты Н. Манн, касающиеся индийских и цейлонских чаев, вскоре затем были повторены и на кавказских чаях В. Воронцовым [1914]. Пользуясь любезным разрешением проф. В. Е. Воронцова использовать для нашей работы его неопубликованные данные, мы приводим их здесь полностью. Переходя к методике определения чайного аромата, которая в его опытах была та же, что и у Н. Манн, В. Е. Воронцов пишет: «некоторые данные, не придавая им окончательного значения, я позволю себе здесь привести: так, в одном случае на окисление дестиллята пошло после завяливания $69.5 \text{ см}^3 \text{ KMnO}_4$, а после скручивания — 92.0 см^3 . В других опытах:

После завяливания . . .	$62.1 \text{ см}^3 \text{ KMnO}_4$	После завяливания . . .	$76.8 \text{ см}^3 \text{ KMnO}_4$
» скручивания . . .	80.2 »	» скручивания . . .	106.1 »
» 2 час. ферментации	81.1 »	» 2 час. ферментации	112.4 »
После скручивания . . . $81.4 \text{ см}^3 \text{ KMnO}_4$			
» 2 час. ферментации	90.2 »	» 2 час. ферментации	90.2 »
» 4 »	62.2 »	» 4 »	62.2 »

Из приведенных данных видно, что скручивание и ферментация, подобно тому, как это было найдено Н. Манн, приводят к накоплению летучих веществ; более длительная (4 часа) ферментация влечет за собой резкое сокращение летучих соединений. Данных о поведении эфирных масел в чайных листьях при завяливании, а равно и во время сушки, в труде В. Воронцова не приводится.

На этом и заканчиваются специальные исследования над динамикой эфирных масел в чайных листьях во время изготовления черного чая.

Производя оценку этих исследований, приходится отметить, что несмотря на очевидную простоту и удобство, которые представляет метод окисления дестиллятов перманганатом, он заключает в себе и ряд существенных недостатков. Как уже отмечалось выше, метод этот в сущности не является методом количественного выражения ароматического вещества чая, а дает лишь относительное представление о содержании веществ, отгоняемых из чая с водяным паром. Среди этих веществ несомненно находятся и те вещества, которые обуславливают специфический чайный аромат, но несомненно и то, что с водяным паром увлекаются и посторонние вещества, не имеющие отношения к чайному аромату. В пользу этого говорит, например, сравнительно высокое содержание летучих веществ в свежих листьях чая, между тем как эти последние характерным чайным ароматом вообще не обладают. Например, по данным Н. Манн количество летучих веществ в чайном листе характеризуется величиной $0.033\% \text{ O}_2$, в то время как в ферментирующемся доходит до $0.039\% \text{ O}_2$, т. е. возрастает всего лишь на 18% . Поэтому можно заранее сказать, что общей окисляемостью охватывается слишком широкий круг

веществ, среди которых собственно чайный аромат, и тем более его качественные особенности, оказываются затерянными. Отнюдь не следует поэтому слишком полагаться на такого рода определения, как это делает Н. Мапп, так как параллелизм между количеством окисляемых перманганатом веществ и силой чайного аромата может и не всегда оправдаться. Повидимому, хорошо учитывая это обстоятельство, В. Воронцов, который пользовался тем же методом, придает своим цифрам лишь предварительное значение.

Наконец, работая методом окисления, совершенно не удастся уловить качественных изменений эфирного масла чая, вследствие чего этим путем нельзя подойти к вопросу о химизме образования чайного аромата.

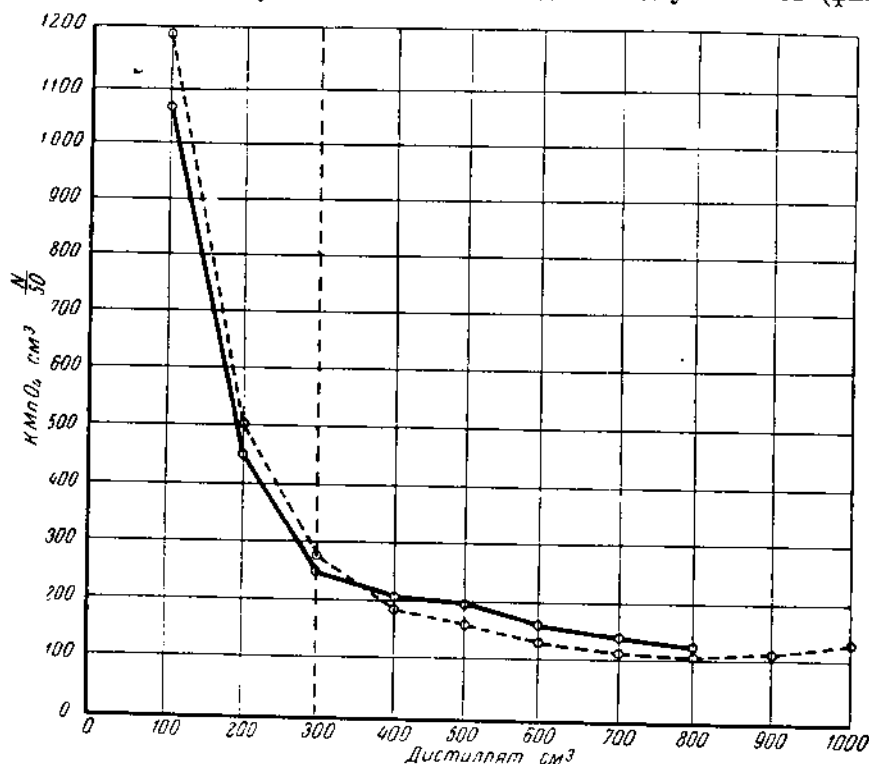
Тем не менее в наших собственных опытах нам казалось возможным сохранить определение общей окисляемости, но при условии, что получаемые этим путем величины служат лишь выражением общего количества летучих веществ. Сопоставление этих величин с рядом других показателей, введенных нами в изучение чайного аромата (см. ниже), позволяло ближе ознакомиться с происходящими при образовании чайного аромата явлениями.

Так как в работах Н. Мапп и В. Воронцова совершенно отсутствует описание способа и условий дистилляции чайных листьев, которыми пользовались эти авторы, и лишь в общих чертах упоминается о ходе определения окисляемости, нам казалось необходимым подробнее остановиться на выработке методики и на стандартизации всех тех определений, которыми мы пользовались при изучении летучих веществ чая.

С этой целью прежде всего было обращено внимание на соблюдение постоянных условий при дистилляции материала с водяным паром и на самый ход окисления дистиллята перманганатом. В конечном итоге мы остановились на следующем порядке определений.

200 г свежего завяленного или скрученного чайного листа помещались в колбу такого размера, чтобы свободно расположенный материал заполнял ее до горла. В случае работы с полуфабрикатами употреблялась навеска в 100 г, которая помещалась в колбу соответственно меньшего размера и смачивалась 100 см³ дистиллированной воды. Колба закрывалась каучуковой, или хорошей корковой пробкой, через которую была пропущена трубка, несущая на конце, погруженном почти на самое дно колбы, фильтр из пористого стекла № 1. Противоположный конец трубки соединялся с парообразователем, из которого горячий водяной пар, расплываясь в стеклянном фильтре, поступал в колбу с материалом. Чтобы избежать конденсации водяных паров, колба погружалась в кипящую водяную баню. Дистиллят, увлекая с собой летучие вещества из чая, охлаждался в холодильнике Либиха и в виде прозрачной или чаще слегка опалесцирующей пахучей жидкости собирался в подставленную мерную колбу. Так как скорость отгонки, согласно первым проведенным опытам, довольно существенно влияла на выходы летучих веществ, было обращено внимание на соблюдение постоянной скорости, принятой за 100 см³ в 10 минут. Большое значение имеет вопрос о количестве водяного пара,

пропускаемого при одном определении. Специальными опытами было установлено, что даже при отгонке 1000 см^3 воды и более из чайного материала продолжает увлекаться некоторое количество летучих веществ; поэтому операция полного отгона летучих веществ должна была сильно затянуться, что при массовых определениях представляло значительные неудобства. Приходилось поэтому остановиться на частичной дистилляции летучих веществ. Как видно из двух опытов (фиг. 1),



Фиг. 1 — Последовательный ход дистилляции с водяным паром летучих веществ чая. Приведены два опыта, сделанные с ферментирующимся сырым материалом

главная масса летучих соединений отгоняется из чая с первыми 300 см^3 воды, после чего каждые следующие 100 см^3 воды увлекают лишь небольшие и притом довольно мало меняющиеся количества летучих соединений.

Поэтому естественно было остановиться на сборе первых 300 см^3 дистиллята, что и было принято в наших опытах.¹

Для определения окисляемости в колбу Эрленмейера переносилось пипеткой точно 25 см^3 хорошо перемешанного дистиллята, затем добав-

¹ Специальные опыты показали, что при оставлении дистиллята на сутки или более в нем происходят значительные изменения окисляемости, вызванные, по-видимому, развитием микробов. Поэтому во всех опытах дистилляты подвергались исследованию в тот же день.

лялось 25 см³ дистиллированной воды, 5 см³ разведенной (1:4) серной кислоты и 20 см³ 0.02 N KMnO₄. Смесь оставлялась в колбе прикрывтой часовым стеклом при комнатной температуре на 30 минут, после чего содержимое кипятилось 10 минут на сетке. В горячий раствор приливалось точно 25 см³ 0.02N раствора FeSO₄, и обесцвевшийся еще горячий раствор титровался обратно 0.02N KMnO₄ до появления устойчивого розового окрашивания. Таким образом узнавалось количество см³ 0.02N KMnO₄, пошедших на окисление летучих веществ в 25 см³ дистиллята.¹ Ход вычисления представлен следующим уравнением:

$$a = \frac{(20 - 25 + x) \cdot 300}{25},$$

где a — количество см³ 0.02N KMnO₄, нужного для окисления 300 см³ дистиллята; 20 — количество см³ первоначально прибавленного 0.02 N KMnO₄; 25 (в числителе) — количество см³ 0.02N FeSO₄; x — количество см³ 0.02N KMnO₄, пошедшего на обратное титрование; 300 — общий объем дистиллята в см³.

В виду различного сухого веса материалов, употребляемых для отгонки, величину a необходимо пересчитывать на единицу сухого веса, в качестве каковой нами принимался 1 кг. Эта величина (A) служила окончательным выражением общей окисляемости дистиллята:

$$A = \frac{a \cdot 1000}{n},$$

где n — сухой вес взятого для дистилляции материала в граммах.

С целью экспериментальной проверки высказанных нами выше соображений о недостаточности определения окисляемости при оценке чайного аромата, мы произвели, строго придерживаясь описанного здесь метода, ряд опытов, подобных тем, которые проводили Н. Манн и В. Воронцов, т. е. определяли окисляемость дистиллята (величину A) чайных листьев, последовательно проходивших все стадии технологической переработки. Однако, материал для отгонки предварительно не высушивался, как это делал Н. Манн, а поступал в опыт в том виде, в каком он находился на данной стадии переработки.

Из довольно большого числа подобных определений в табл. 1 приведены два примера, из которых первый может служить образцом «удачного совпадения» величины A с динамикой аромата, так как его показания не противоречат нашим обычным представлениям. Этот опыт вместе с тем хорошо согласуется с прежними наблюдениями Н. Манн и В. Воронцова, указывая на постепенное накопление летучих веществ при завяливании, на дальнейшее накопление во время скручивания (на лабораторном роллере) и потерю летучих веществ при 4½-часовой ферментации и при сушке.

¹ Так как дистиллированная вода, употреблявшаяся нами, немного восстанавливала перманганат, то приходилось параллельно с основным определением окисляемости ставить контрольный опыт с дистиллированной водой, показания которого вычитались из первого опыта.

Второй пример представляет собой случай «несовпадения» динамики общей окисляемости с ходом накопления чайного аромата, так как не отражает даже такого бурного и безусловно обязательного процесса, каким является образование чайного аромата в период скручивания и ферментации. Кроме того даже и в первом опыте, показавшем «удачное совпадение», обращают на себя внимание явно слишком большие величины A в свежих и завяленных листьях, которые отнюдь не корреспондируют с динамикой специфического чайного аромата, получающего, как известно, свое развитие с момента скручивания.

Таблица 1

Изменения количества летучих веществ (A) в чайных листьях во время переработки

Опыт 1-й 30/V 1935 г.		Опыт 2-й 4/VI 1935 г.	
Стадия переработки	A	Стадия переработки	A
Свежий лист	1760	Свежий лист	1450
Во время завяливания (6 час.)	1942	Во время завяливания (6 ч. 15 м.)	2010
Конец завяливания (22 час.)	2244	Конец завяливания (23 час.)	1760
После двукратн. скручивания	2313	После двукратного скручивания	1570
После 4½-часовой ферментации	1710	После 5-часовой ферментации	1600
Полуфабрикат	1259	Полуфабрикат	1680

В табл. 2 приведены три других примера, где на основании изменений величины A мы пытались точнее оценить потери чайного аромата, происходящие при сушке сферментированного материала в сушильных печах на фабрике.

С этой целью на Махарадженской чайной фабрике из определенной партии чая, оканчивающей ферментацию, брались образцы I и III фракций, которые в стеклянных банках быстро (через 15—20 мин.) доставлялись в лабораторию Института, где тотчас подвергались исследованию. Вся остальная партия чая проходила нормальную сушку в фабричной печи. После этой сушки из полученных полуфабрикатов также брались образцы I и III фракций, которые подобно предыдущим подвергались исследованию.

Из приводимых данных видно, что во всех случаях высушивание сферментированного материала в сушильной печи влечет за собой более или менее значительную потерю летучих веществ. В отдельных опытах эти потери колебались от 7.6 до 37.9%, т. е. были очень различны. Тем не менее здесь мы находим соответствие между показаниями величины A и потерей чайного аромата во время сушки, так как каждому знакомому с чайным производством известно, что сушильные отделения чайных фабрик рассеивают на далекое расстояние вокруг фабрики характерный чайный аромат. Однако и здесь величины A , правильно показывая направление процесса, едва ли могут служить надежным количественным выра-

Таблица 2

Влияние фабричной сушки на содержание летучих веществ (А) в листьях чая
(Мазараденская чайная фабрика)

№ опыта и дата	Фракция после зеленой сортировки	В е л и ч и н а А			
		Материал ферменти- рующийся	Полуфабри- кат высу- шенный в су- шильн. печи	Уменьше- ние вели- чины А	Умень- шение в %
1 (6/VI 1935 г.)	I (мелкая)	1598	1258	340	21.3
	III (грубая)	2212	1372	840	37.9
2 (7/VI 1935 г.)	I (мелкая)	1633	1508	125	7.6
	III (грубая)	1955	1596	359	18.3
3 (8/VI 1935 г.)	I (мелкая)	1634	1049	585	35.8
	III (грубая)	2188	1602	586	26.7

жением чайного аромата, так как, например, во всех опытах грубые фракции показывали большую величину А, нежели более ароматные первые фракции. Поэтому полученные результаты дают лишь право утверждать, что во время сушки чая происходят значительные потери летучих веществ. Несомненно также, что вместе с ними теряется и некоторое количество чайного аромата.

Приведенные в табл. 1 и 2 примеры мы считаем достаточными для оценки метода окисления, который захватывает слишком широкую категорию веществ и поэтому ненадежен при оценке чайного аромата. Было совершенно очевидно, что дальнейшее углубление методики следовало вести по пути качественного разделения летучих веществ.

С этой целью, не отказавшись от определений общей окисляемости, поскольку важно было проследить зависимость между количеством летучих веществ и их качественными изменениями, мы определяли в остаточной части дестиллята количество свободных кислотных групп, — так называемое кислотное число (к. ч.), а равно и количество сложно-эфирных связей, т. е. эфирное число (э. ч.) Обе эти величины обычно применяются в качестве ее основных показателей при изучении и оценке эфирных масел, вследствие чего методика их определений хорошо разработана и стандартизирована [Демьянов, Нилов и Вильямс, 1933]. Однако, все это касается эфирных масел, нерастворимых в воде, в то время как при отгонке чайного аромата мы не получаем водный раствор. Поэтому стандартные методы определений к. ч. и э. ч. в чае были несколько изменены и проводились следующим образом.

100 см³ дестиллята, перенесенные в сухую колбу, титровались 0.1N КОН в присутствии 5 капель 1%-ного фенолфталеина до появления розового окрашивания. Так как даже небольшой избыток щелочи быстро

производит омыливание некоторых сложных эфиров и, следовательно, приводит к освобождению нового количества кислот, то титрование производилось до первого порозовения жидкости, сохранявшейся 10—15 сек. Обычно на это уходило от 0.5 до 3.0 см³ 0.1N KOH; впрочем, в отдельных случаях кислотность достигала 4.75 см³. Несмотря на незначительные объемы титрований, границу порозовения легко было уловить, благодаря чему повторные определения хорошо совпадали между собой. Полученные величины перечислялись так же, как и при определениях общей окисляемости, на 300 см³ дистиллята и на 1 кг сухого вещества и выражались в миллиграммах KOH. Эти величины и служили обозначением кислотного числа (к. ч.).

Для определения эфирного числа (э. ч.) в тот же раствор, который служил для титрования к. ч., прибавлялось 40 см³ 0.25N KOH¹ и смесь нагревалась на кипящей водяной бане в течение 1 часа. За это время успевали омылиться все сложные эфиры, присутствовавшие в дистилляте, и одновременно с этим происходила нейтрализация освободившихся кислот избытком KOH. Остудив раствор и доведя его объем дистиллированной водой до 200 см³, из смеси брались 100 см³, в которых посредством титрования 0.1N H₂SO₄ узнавалось количество оставшейся несвязанной щелочи, а отсюда и количество KOH, пошедшего на нейтрализацию освобожденных омылением кислот. Перечисляя эти данные на 300 см³ дистиллята и 1 кг сухого вещества, мы получили обозначение для эфирного числа (э. ч.), выражавшегося в миллиграммах KOH. Обыкновенно разница между титрованиями исходной щелочи и раствора после омыления эфирных связей выражалась в 1—3 см³ 0.1N H₂SO₄, что позволяло довольно точно устанавливать эфирное число дистиллята. Вообще же следует подчеркнуть, что вся описанная здесь методика дает хорошие результаты лишь при условии самого тщательного соблюдения постоянства условий во время проведения опытов, а равно возможно частой проверки титров.

В своей работе мы приводили также величины ч. о., т. е. числа омыления, которые, впрочем, являются лишь математической суммой к. ч. и э. ч. и выражают, следовательно, общее количество кислотных групп в дистилляте.

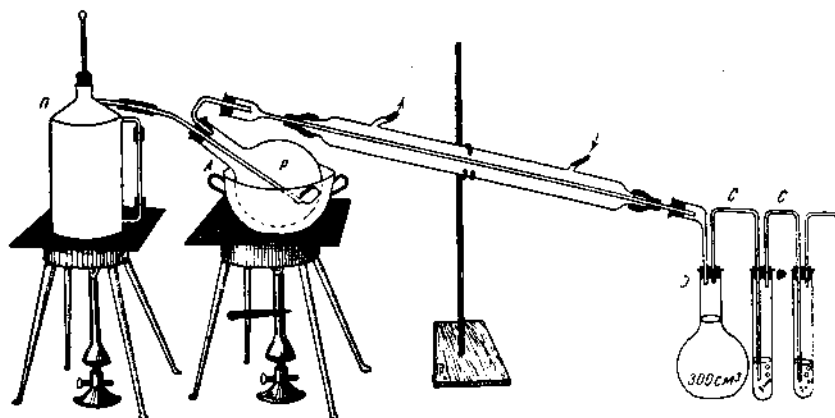
Далее обращало на себя внимание, что даже при самом тщательном предохранении отгоняемой жидкости от улетучивания во время отгонки по всей комнате распространяется сильный дурманящий аромат, особенно в тех случаях, когда отгонке подвергался ферментирующийся материал или полуфабрикат. Следовательно, часть наиболее летучих веществ, и притом обладающая сильным ароматом, при такой отгонке терялась. Естественно поэтому, что изучение одного только водного дистиллята не могло отразить всего количества летучих веществ.

Для учета и этой весьма важной части чайного аромата мы воспользовались способностью концентрированной серной кислоты количественно

¹ Применяя для этой цели первоначально спиртовый раствор KOH, как это делается при работе с нерастворимыми в воде эфирными маслами, мы вскоре отказались от быстро меняющегося титр и бурящего (из-за наличия альдегидов) спиртового раствора и заменили его более устойчивым водным раствором.

поглощать эфирные масла из воздуха. С этой целью колба для собирания дестиллята, плотно закрытая пробкой, соединялась на время отгонки посредством стеклянной трубки с двумя последовательно соединенными пробирками, содержащими по 4 см³ концентрированной H₂SO₄ каждая. Воздух, вытесняемый из колбы для собирания дестиллята, пузырьками проходил через кислоту, в которой полностью поглощались летучие фракции чайного аромата. При этом к концу отгонки в первой пробирке наблюдалось небольшое пожелтение кислоты, вызванное частичным обугливанием поглощенных веществ; кислота же во второй пробирке оставалась бесцветной. Общий вид установки изображен на фиг. 2.

При таком расположении прибора чайный аромат совершенно отсутствовал даже в непосредственной близости от аппарата. Характерно, однако, что при отгонке свежих и особенно завяленных листьев из выходной



Фиг. 2 — Прибор для отгонки летучих веществ из чая

трубки прибора распространялся довольно сильный запах сероводорода, который в несколько секунд заставлял темнеть бумажку, смоченную свинцовой солью. При отгонке ферментирующегося листа и готового чая выделения H₂S не наблюдалось. В настоящем исследовании причины этого явления остались незатронутыми; но мы считаем, что ближайшее знакомство с этим вопросом может представлять двойкий интерес — с одной стороны, для выяснения путей образования чайного аромата, а с другой — в связи с высокой чувствительностью процесса ферментации даже к ничтожным дозам сероводорода. Укажем лишь, что еще van Romburgh и Lohman [1894—1895] наблюдали полное прекращение образования пигментов при добавлении к ферментирующемуся чаю небольших доз H₂S.

По окончании отгонки серная кислота из обеих пробирок количественно переносилась в небольшую колбу Кьельдаля, где летучие фракции чайного аромата подвергались окислению до CO₂ в присутствии хромового ангидрида [метод Нилова, 1928]. Подробное описание хода определения и самого прибора для сжигания мы здесь опускаем, отсылая для ознакомления с ними к оригинальной статье Нилова [1928] или к

руководству Демьянова, Нилова и Вильямса [1933]. Укажем, что малоудобные пробирки для барита, которыми пользуются в приборе Нилова для улавливания образующейся CO_2 , мы заменили поглотителями Базыриной, употребляющимися обычно для изучения фотосинтеза у растений [С. П. Костычев, 1933]. Количество летучих фракций узнавалось посредством титрования оставшегося барита $0.05N$ щавелевой кислотой и выражалось в миллиграммах CO_2 . Окончательные пересчеты производились на 1 кг сухого вещества. Так как дистиллированная вода, на которой готовится раствор хромового ангидрида, содержит некоторое количество CO_2 , которая при нагревании улетучивается и поглощается баритом, то параллельно с рядом сжиганий летучих фракций следует проводить один контрольный опыт с чистой серной кислотой; показания этого опыта вычитают из результатов опытного сжигания.

В приводимой ниже табл. 3 представлены результаты двух серий определений, в которых чайный лист I сорта, доставленный с плантации Анасеули в Институт, подвергался нормальной технической переработке в условиях лаборатории и параллельно с этим испытывался на динамику летучих веществ со всеми вышеперечисленными константами.

Таблица 3

Динамика летучих веществ в чайных листьях во время приготовления черного чая

№ опыта и дата	Стадия переработки	A в см ³ 0.02N KMnO ₄	Летучие фракции в мг CO ₂	ч. о. в мг КОН	к. ч. в мг КОН	э. ч. в мг КОН
1 (17/VI 1935)	Свежий лист	1589	26.0	375.6	91.6	284.0
	Конец завялив. (15 час.)	2222	60.8	464.3	174.0	290.3
	После двукратн. скру- чивания	1630	45.8	759.0	445.0	314.0
	Конец ферментации . .	1953	79.2	821.0	456.0	365.0
	Полуфабрикат	1450	41.2	637.0	560.0	77.0
	Изменения во время сушки	-503	-38.0	-184.0	+104.0	-288.0
2 (16/IX 1935)	Свежий лист	1145	33.7	426.3	294.7	131.6
	Середина завялив. (7 час.)	2279	51.0	440.3	312.0	128.3
	Конец завялив. (20 час.)	2066	35.0	487.0	370.0	117.0
	После двукратн. скру- чивания	2078	41.0	719.7	473.0	246.7
	Конец ферментации . .	2329	62.5	862.6	549.0	313.6
	Полуфабрикат	1819	21.9	848.4	677.0	171.4
	Изменения во время сушки	-510	-40.6	-14.2	+128.0	-142.2

Как видно из таблицы, динамика величины A (окисляемость) в обоих опытах в общем соответствует тому, что было отмечено для 1-го опыта в табл. 1, т. е. завяливание, скручивание и ферментация сопровождаются накоплением летучих веществ, а сушка — довольно значительной поте-

рей их. В то же время из рассмотрения величины A в этих опытах вытекают и некоторые новые положения, а именно, что при завяливании количество летучих веществ первоначально увеличивается, а позднее вновь падает (опыт 16/IX). Повидимому, такое явление вызвано улетучиванием наиболее легких фракций во время лежания листьев на завялочных гамаках, что видно также из уменьшения других констант эфирного масла к концу завяливания. Можно полагать поэтому, что при условии сильной вентиляции, какую, например, применяют во время искусственного завяливания, или, напротив, при сильно затянувшемся завяливании в сырую погоду потери летучих веществ могут оказаться особенно значительными. Как показано ниже (см. табл. 5), специальные опыты подтверждают это предположение.

В опыте от 17/VI, где завяливание было окончено через 15 часов, отсутствует промежуточная проба недовяленного листа, поэтому нельзя судить о том, имело ли место и в данном случае уменьшение количества летучих веществ к концу завяливания. Во всяком случае в этом образце, в завяленном листе летучих веществ было больше, чем в свежем. Зато значительные потери летучих веществ (A) произошли в последовавшем вслед за этим двукратном (по 40 мин.) скручивании на лабораторном роллере. В других опытах, результаты которых приведены в табл. 6, наблюдались подобные же потери летучих веществ с той лишь разницей, что они происходили после трехкратного скручивания. Такой результат не может являться неожиданностью, если вспомнить сильный запах, распространяющийся при скручивании чайного листа на роллере. Вместе с тем роллерный процесс является, как известно, стадией усиленного образования специфического чайного аромата. Приходится поэтому допустить, что в этот период имеют место два противоположных процесса: 1) новообразование ароматических веществ и 2) их потеря вследствие улетучивания. В зависимости от того, какой из этих процессов получает перевес над другим, можно наблюдать во время скручивания накопление или уменьшение количества летучих соединений.

В условиях скручивания на лабораторном роллере, где общая масса листа не превышает 2 кг, выветривание чайного аромата должно происходить весьма энергично вследствие малого объема скручиваемой массы и, следовательно, относительно большой ее поверхности. Как результат после трехкратного, а иногда и двукратного, скручивания чайный лист делается беднее летучими веществами, что, как видно из табл. 3 и 6, сильнее всего сказывается на наиболее летучей части чайного аромата — на так называемой летучей фракции. Весьма возможно, впрочем, что отмеченное здесь явление не повторяется в столь значительной мере при скручивании листа на фабричном роллере, так как вследствие большой массы материала выветривание эфирных масел должно происходить медленнее.

Из рассмотрения динамики приведенных в табл. 3 к. ч., э. ч. и ч. о., характеризующих собой качественные изменения летучих соединений, прежде всего следует, что общее количество кислотных групп (ч. о.) неуклонно

возрастает с начала завяливания и до конца ферментации, увеличиваясь за этот период примерно в два раза. Особенно энергично происходит образование летучих кислот в скрученном чайном листе.

Такое накопление, с одной стороны, может явиться результатом освобождения уже ранее существовавших в чайных листьях кислот, например, при гидролитическом расщеплении глюкозидов; с другой стороны, оно могло произойти вследствие новообразования кислот, вызванного окислительными процессами в клетках. Не имея в настоящее время данных для окончательного решения этого вопроса, укажем все же, что ряд фактов заставляет склоняться к предположению, что образование летучих кислот в листьях чая вызывается окислительными процессами. Основным из этих фактов является то, что быстрое накопление летучих кислот начинается лишь с момента скручивания листа, т. е. когда в раздавленных клетках разыгрываются энергичные окислительные процессы. В то же время процессы гидролитические, которые получают преимущественное развитие в период завяливания [А. Курсанов, 1935], не приводят к значительному накоплению летучих кислот. Кроме того поскольку летучие кислоты являются, видимо, промежуточным звеном в образовании чайного аромата, следует напомнить, что в отсутствие кислорода в скрученном листе чайный аромат не образуется. Наконец, так как в листе, обработанном горячим паром, специфический аромат ферментирующегося чая не вырабатывается, то становится весьма вероятным участие в этом процессе окислительных ферментов.

Далее из той же табл. 6 видно, что возникающие летучие кислоты частью остаются свободными (к. ч.), частью же образуют сложные эфиры (э. ч.). Синтез этих последних начинается особенно энергично лишь в скрученном материале, причем в отдельных случаях происходит даже быстрее образования летучих кислот, благодаря чему количество свободных кислот (к. ч.) в период ферментации может понижаться (табл. 7). Образовавшиеся летучие эфиры представляют довольно неустойчивые соединения, так как во время сушки чая при 85° количество их резко понижается. Отчасти это понижение зависит просто от улетучивания сложных эфиров, отчасти же оно происходит от их разложения, о чем свидетельствует накопление свободных кислот (к. ч.) во время сушки. Кроме того, и в общем автолитическом процессе ферментации чайного листа накопление сложных эфиров является быстрым и довольно кратковременным процессом, который приводит на 3—4-й час ферментации к максимальному содержанию этих соединений, вслед за чем вновь наблюдается исчезновение сложных эфиров и частичное накопление за их счет свободных летучих кислот (табл. 7). Следует отметить, что примерно такую же кривую с максимумом на 3-й час ферментации прodelывает и чайный аромат, о чем упоминал еще Н. Манн [1914] и что затем подробно было изучено и развито в работах Н. Дьякова и Б. Баланцева [1936] и М. Бокучава [1936].

В связи с этим следует отметить, что с биохимической точки зрения синтез сложных эфиров во время ферментации чая представляется крайне

своеобразным процессом. Действительно, уже во время завяливания чайный лист все более и более охватывается гидролитическими процессами, вызванными сперва частичной декомпенсацией обратимого ферментного действия, а при более глубоком завядании — и полной утратой синтезирующей способности ферментов. Скручивание листа и вызванное этим нарушение структуры клеток не меняет данного положения и лишь несколько усложняет его присоединением к односторонним реакциям распада энергичных окислительных процессов. Чрезвычайно интересно поэтому, что на фоне всеобщего и одностороннего разрушения веществ, которым знаменуется процесс ферментации, возникает обратно направленный синтетический процесс, который продолжает существовать 3—4 часа после раздавливания клеток и приводит к образованию летучих сложных эфиров из летучих кислот и каких-то пока неопределенных спиртов. Позднее, однако, и этот процесс поддается всеобщему направлению распада, так что образовавшиеся сложные эфиры вновь начинают распадаться. В настоящее время весьма трудно сказать, является ли синтез сложных эфиров во время ферментации чая процессом чисто химическим, или же он вызван действием фермента, который в первые часы ферментации получает возможность вести процесс в сторону синтеза. Во всяком случае, каков бы ни был путь образования летучих эфиров, следует допустить, что с течением ферментации изменяются условия, при которых может происходить синтез этих соединений, благодаря чему и этот синтетический процесс меняет, наконец, свое направление.

Затронутый здесь вопрос, без сомнения, находит себе примеры и при автолизе многих других материалов, когда на общем фоне одностороннего распада веществ проявляются отдельные синтетические процессы. Приходится с сожалением констатировать, что условия прохождения этих своеобразных процессов остаются до настоящего времени неизученными.

Как уже было отмечено, ход образования и исчезновения сложных эфиров во время ферментации повторяет динамику ароматности чая. Отсюда напрашивается вывод, что летучие сложные эфиры как раз и являются носителями характерного чайного аромата. Однако прежде чем сделать такое утверждение, нам казалось необходимым сопоставить показания химического анализа летучих веществ чая с органолептической оценкой его аромата. С этой целью ряд образцов черного чая был подвергнут сравнительному титестерскому опробованию и параллельно с этим химическому исследованию. Пользуясь случаем, мы выражаем здесь нашу искреннюю благодарность заведующему районной Махарадзенской пробной С. И. Васильеву, который оказал нам в этой работе исключительную помощь, подбирая нужные образцы чая, производя их опробование и давая их исчерпывающую характеристику.

Из первых же опытов выяснилось, что органолептическая оценка чайного аромата при дегустации черного чая складывается из сочетания не менее двух ароматических начал, не считая случайных примесей. Одним из них является собственно чайный аромат, образование которого приурочено к периоду ферментации; другое же возникает во время сушки

чая и может быть охарактеризовано, как «прижаристый» аромат. Окончательная оценка зависит от удачного сочетания того и другого ароматического начала, которое, однако, может быть весьма различно для различных чаев. Так, чай с высоким содержанием собственного аромата должны иметь лишь небольшую примесь «прижаренности», с тем чтобы не был замаскирован их собственный букет. Те же чаи, но без прижаренного аромата, характеризуются как имеющие травянистый или сырой запах. Напротив того, чаи бедные специфическим ароматом могут быть оценены лучше, если в них присутствует явственный запах прижаренности.

В настоящем исследовании мы не занимались определениями прижаристого аромата и его происхождением, поскольку пути образования его глубоко отличны от биохимического синтеза эфирного масла в чае. Кроме того сила прижаристого запаха при достаточно внимательном отношении к работе сушильных печей может довольно легко регулироваться, вследствие чего вопрос этот представляет скорее задачу технологического, нежели биохимического порядка.

Тем не менее все это делало довольно сложным сопоставление титестерской оценки аромата с химическими анализами, в которых мы улавливали лишь специфический чайный букет, так как при отгонке с водяным паром прижаристый аромат не переходил в дестиллят, а оставался в чае, где делался в это время особенно ощутительным. Поэтому понадобился довольно тщательный подбор образцов, прежде чем сопоставление титестерской оценки аромата с химическими анализами привело к достаточно убедительным результатам.

В табл. 4 приведены 3 примера (всего 8 образцов чая) сравнительной химической и органолептической оценки аромата; при этом обе оценки давались независимо друг от друга и лишь затем сравнивались между собой.

Как видно из этих примеров, общее количество летучих веществ (величина А) отнюдь не может служить надежным показателем для оценки чайного аромата, так как в одних случаях (пример 1-й) она находилась в прямой зависимости от силы аромата, в других (пример 2-й) — в обратной и, наконец, в ряде случаев зависимости совсем не наблюдалось (пример 3-й). Значительно точнее может быть дана оценка чайного аромата на основании констант дестиллята.

При этом решающим показателем являются сложные эфиры (э. ч.), высокое содержание которых соответствует наиболее полному чайному аромату. Что касается свободных кислот (к. ч.), то они находятся скорее в обратной зависимости к аромату. Наконец, сравнение общего количества кислот (ч. о.) отдельных образцов с их ароматом позволяет установить, что более ароматичным чаям обычно свойственно повышенное содержание кислот.

Все это приводит к заключению, что образование чайного аромата проходит первоначально стадию образования летучих кислот, которое тем больше способствует появлению полного чайного аромата, чем большее их количество участвует затем в образовании сложных эфиров.

Таблица 4

Сравнительная оценка чайного аромата химическим путем и посредством титестерского опробования

№ опыта и дата	№ сравниваемого образца	Химическая оценка летучих веществ					Титестерское опробование	
		А	Лет. фракция	ч. о.	к. ч.	э. ч.	Ароматич. оценка в нисходящ. порядке	Примечание
1 (1/VII 1935)	1	2 042	117	1 161	826	670	1	Более ароматен
	2	1 608	32	867	769	196	2	Аромат слабый
2 (2/VII 1935)	1	2 526	142	1 495	801	694	1	Аромат наиболее сильный, но проще, чем № 3
	2	2 882	49	898	693	205	3	Слабый аромат, далеко позади № 1 и 3
	3	2 862	130	1 362	502	860	2	Аромат несколько слабее № 1, но полнее
3 (5/VII 1935)	1	1 775	81	871	717	154	3	Слабый аромат, далеко позади № 2 и 3
	2	1 430	116	959	574	385	1	Наиболее полный и приятный аромат
	3	2 275	135	1 046	722	324	2	Близкий по аромату к № 2

Наконец, так называемые летучие фракции могут служить хорошим показателем силы чайного аромата, что, впрочем, вполне соответствует их легкой испаряемости.

Таким образом мы приходим к заключению, что чайный аромат в основном коррелирует с эфирным числом дистиллята (э. ч.) и с количеством летучих фракций. При этом э. ч. соответствует по преимуществу полноте и приятности букета, а летучие фракции — силе чайного аромата.

Возвращаясь снова к таб. 3, мы можем теперь в достаточной мере оценить большие потери, которые претерпевает чайный аромат во время высушивания материала в сушильной печи, так как при этом, помимо непосредственного испарения более легких фракций сложных эфиров, происходит частичное разложение этих последних с образованием свободных кислот.

После того как была прослежена общая картина динамики эфирных масел во время приготовления черного чая и выяснено значение отдельных констант летучих веществ для чайного аромата, мы перешли к более

детальному рассмотрению судьбы ароматических веществ чая при варьировании отдельных условий переработки. С этой целью мы прежде всего обратили внимание на сроки завяливания, которые, как известно, вызывают к себе в настоящее время большой интерес у технологов. Одним из авторов настоящей работы [А. Курсанов, 1935] было показано, что процесс завяливания сопровождается помимо потери листьями воды и рядом весьма существенных биохимических превращений. Скорость этих превращений может быть довольно различна, в зависимости от скорости отдачи воды листьями и температуры завяливания, но обычно не заканчивается ранее 7—8 часов. Поэтому можно было ожидать, что и летучие вещества испытывают различные по скорости и характеру превращения в зависимости от условий завяливания. С этой целью партия свежего листа, разделенная на несколько частей, завяливалась в различных условиях; 1) естественно в завялочном помещении института и 2) искусственно в течение 4 и 7½ часов на сильном сквозном ветру.

Определение летучих веществ в этих образцах приведены в табл. 5.

Таблица 5

Влияние сроков завяливания на содержание летучих веществ в листьях чая

№ опыта и дата	Испытуемый материал и срок его завяливания	A в см ³ 0.02N KMnO ₄	Летучие фракции в мг CO ₂	ч. о. в мг KOH	к. ч. в мг KOH	э. ч. в мг KOH
1 (12/IX 1935)	Свежий лист	2158	38.4	472.4	270.8	201.6
	Завялен до нормы 1:2 за 4 часа	1826	11.0	445.8	271.9	173.9
	Завялен до нормы 1:2 за 7 ч. 15 м.	1930	8.7	356.3	229.0	127.3
2 (18/IX 1935)	Свежий лист	1800	26.0	—	345.0	—
	Завялен до нормы 1:2 за 4 часа	1782	22.6	354.6	218.0	136.6
	Завялен до нормы 1:2 за 18 час.	1838	39.9	542.6	356.0	186.6
3 (23/IX 1935)	Свежий лист	2163	21.7	413.0	216.0	197.0
	Завялен до нормы 1:2 за 4 часа	1715	21.0	304.0	228.0	76.0
	Завялен до нормы 1:2 за 22 часа	2017	42.0	429.3	263.0	166.3

Полученные результаты представляются довольно пестрыми, так что на основании их трудно сделать общее заключение о влиянии сроков завяливания на динамику летучих веществ. Причина этого несомненно заключается в том, что действительные изменения ароматических веществ в сильной мере искажаются частичным испарением их во время завяливания. При этом скорость улетучивания зависит от температуры, скорости движения воздуха и продолжительности завяливания, т. е. от ряда таких

фактов, которые могут самым различным образом комбинироваться при проведении завяливания. Тем не менее из приведенных данных следует, что листья сохраняют к концу завяливания тем меньше летучих соединений, чем сильнее было на них оказано воздействие со стороны упомянутых выше факторов. Поэтому, например, в наших опытах наибольшие потери происходили при искусственном 4-часовом и $7\frac{1}{2}$ -часовом завяливании, когда листья, развешенные на нитках, подвергались сильному проветриванию. Напротив того, естественное завяливание приводит к меньшим потерям летучих веществ, которые, однако, и здесь весьма различны в зависимости от сроков и условий завяливания. Так, в приведенных в табл. 5 опытах при 22- и 18-часовом завяливании было установлено даже повышение ряда показателей (особенно летучих фракций), что свидетельствует о новообразовании летучих соединений во время завяливания. То же было установлено и при 15-часовом завяливании (см. табл. 3); однако, в другом опыте той же таблицы 22-часовое завяливание привело к снижению большинства показателей, хотя и не столь значительному, как при искусственном. Естественно поэтому, что вопрос о влиянии сроков завяливания на содержание летучих веществ в листьях не может быть решен в общей форме, а должен быть изучен экспериментально, применительно к данной системе завяливания.

Таблица 6

Влияние скручивания на содержание летучих веществ в листьях чая

№ опыта и дата	Испытуемый материал и стадия переработки	A в см ³ 0.02N KMnO ₄	Летучие фракции в мг CO ₂	ч. о. в мг KOH	к. ч. в мг KOH	ч. в мг KOH
1 (22/VIII 1935)	Конец завяливания	1503	32.2	406.4	320.3	86.1
	После 1-го часа скручивания	1235	42.4	482.3	350.7	131.6
	После 2-го часа скручивания	775	45.3	950.3	700.0	250.3
	После 3-го часа скручивания	1095	32.0	791.4	701.5	89.9
	Доферментирован после 2-го скруч.	1113	—	992.8	738.8	254.0
	Доферментирован после 3-го скруч.	1649	33.7	1046.2	865.7	180.5
2 (29/VIII 1935)	Конец завяливания	1715	19.7	452.9	385.8	67.1
	После 1-го часа скручивания	1657	30.3	510.3	419.0	91.3
	После 2-го часа скручивания	1752	43.9	406.7	406.6	141.1
	После 3-го часа скручивания	1521	28.3	729.1	691.2	37.9
	Доферментирован после 2-го скруч.	1757	65.0	643.4	444.7	198.7
	Доферментирован после 3-го скруч.	1176	16.7	534.9	422.3	112.6

Более подробному исследованию была подвергнута динамика эфирных масел также и при скручивании. Здесь, как и при заваливании, можно было ожидать значительного искажения действительной картины поведения летучих веществ, так как постояннодвигающаяся и перемешивающаяся на роллере масса чайного листа легко может терять летучие соединения. Однако, как видно из табл. 6, новообразование летучих фракций, и особенно сложных эфиров, начинается при скручивании с такой силой, что потери вследствие улетучивания мало меняют общее нарастание эфирных масел в материале.

Лишь после трехчасового скручивания, когда новообразование летучих веществ видимо замедляется, потери начинают превосходить синтез новых соединений, вследствие чего материал становится беднее летучими фракциями и в особенности — сложными эфирами. Тем не менее, если переработка ведется при температуре 24—26°, процесс образования эфирных масел нельзя считать законченным к концу 3-го скручивания. В пользу этого говорит тот факт, что, будучи снят с роллера и помещен для доферментации в ящик, чайный материал при неподвижном лежании начинает снова накапливать летучие соединения, даже если он подвергался перед этим трехкратному скручиванию (табл. 6). Хотя полученные здесь результаты и отражают достаточно ясно динамику летучих веществ во время скручивания чайного листа на роллере, они все же требуют известной оговорки в том отношении, что получены при работе на лабораторном роллере малого объема, на котором относительная потеря летучих веществ, в силу небольшой массы материала (1½—2 кг), конечно, больше, чем при одновременном скручивании 100 кг. Поэтому можно ожидать, что в условиях фабричной переработки потери на улетучивание скажутся позднее в меньшей степени, чем в наших опытах.

Весьма существенным является вопрос о максимальном накоплении пахучих веществ в чайном материале. Так как данное явление приходится, повидимому, на период ферментации, то представлялось важным подробнее проследить динамику летучих веществ во время этого процесса. Чтобы избежать сильного улетучивания веществ, которое происходит во время скручивания и может существенно исказить действительную картину накопления пахучих веществ, мы производили двукратное скручивание материала (по 40 мин.), в течение которого образование чайного аромата не успевало закончиться. Далее такой материал помещался слоем в 10 см в ящики, где продолжал ферментироваться при температуре 24—26°. Время от времени отсюда брались пробы для анализов. Полученные результаты представлены в табл. 7.

Как видно из приведенных цифр, после двукратного скручивания в чайном материале еще примерно в течение трех часов продолжается энергичное накопление летучих фракций, в частности образование кислот и синтез эфиров. Дальнейшее сохранение материала (4—5 час.) влечет за собой более или менее быстрое сокращение количества отдельных веществ, хотя общее содержание летучих соединений (А) продолжает возрастать. Частью эти потери вызваны, без сомнения, улетучиванием наи-

Таблица 7

Изменение количества летучих веществ в чайных листьях во время ферментации

№ опыта и дата	Испытуемый материал и стадия переработки	A в см ³ 0.02N KMnO ₄	Летучие фракции в мг CO ₂	ч. о. в мг КОН	ч. в мг КОН	ч. в мг КОН
1 (3/IX 1935)	2 раза скрученный лист	1859	30.2	497.1	426.4	70.7
	После 1 ч. 10 м. ферментации	1932	43.9	585.7	484.6	101.1
	После 3 ч. 10 м. ферментации	2012	52.6	937.0	698.0	239.0
	После 4 ч. 40 м. ферментации	2168	42.6	619.4	429.2	190.2
2 (7/IX 1935)	2 раза скрученный лист	1694	45.2	780.5	566.0	214.5
	После 1 ч. 15 м. ферментации	1916	52.4	864.1	596.2	267.9
	После 3 ч. 20 м. ферментации	2009	79.0	793.5	463.1	330.4
	После 5 ч. 10 м. ферментации	2135	—	882.7	596.4	286.3

более легких фракций, которое по окончании новообразования эфирных масел сказывается с особенной ясностью; частью же здесь могут происходить и иные процессы, связанные с химическими изменениями летучих веществ, что видно из разрушения сложных эфиров и накопления свободных кислот, имевшими место в одном из приведенных примеров. Как уже отмечалось, эти результаты хорошо совпадают с представлениями Н. Манн [1914], согласно которым чайный аромат претерпевает во время ферментации дугообразную кривую с максимумом в 3-й час ферментации. Более подробное изучение этого важного в практическом отношении вопроса было предпринято с одной стороны Н. Дьячковым и Б. Баландцевым [1936], а с другой — М. Бокучава [1936], к работам которых мы и отсылали для ближайшего ознакомления.

В особом положении находится вопрос о потерях чайного аромата во время сушки. Здесь под влиянием высокой температуры заканчиваются биохимические превращения веществ, но вместе с тем особенно сильно могут проявляться химические реакции и отгонка летучих соединений с водяными парами. Как уже отмечалось в табл. 2 и 3, высушивание чайного материала сопровождается значительными потерями аромата. Потери эти происходят главным образом за счет отгонки с водяным паром летучих фракций, а равно и частичного разложения сложных эфиров. Одновременно с этим в чае появляется дополнительный запах «прижаренности», который в иных случаях может совсем замаскировать специфический чайный аромат. Однако, поскольку эти явления непосредственно вызываются условиями сушки и, следовательно, могут быть изменены путем варьирования конструкций и температурного режима сушильных печей, мы ограничиваемся здесь уже ранее приведенными

данными и передаем практическое разрешение этого вопроса на более компетентное обсуждение технологов и инженеров-конструкторов, подчеркивая при этом всю серьезность и недопустимость тех высоких потерь чайного аромата, которые происходят в современных сушильных печах.

Некоторые опыты, которым мы придаем пока предварительное значение, показали, что при варьировании продолжительности и температуры высушивания существенным образом могут быть изменены и потери чайного аромата.

Между прочим, при испытании различных способов высушивания в условиях лабораторного опыта особенно положительный эффект дало высушивание в замкнутом пространстве с возвратом воздуха. Для этого мы воспользовались идеей проф. Исаченко, применявшего для быстрого высушивания семян эксикаторы, в которых посредством создания разности температур происходило энергичное перемешивание воздуха.

Помещая в большом эксикаторе над прокаленным хлористым кальцием партию отферментированного чая и укрепив над чаем чашку с CaCl_2 , мы закрывали эксикатор крышкой и, погрузив его основание в водяную баню, нагретую до $80-85^\circ \text{C}$, производили охлаждение его крышки льдом. Устанавливающимися при этом конвекционными токами воздуха чайный материал высушивался через $1\frac{1}{2}-2$ часа и вместе с тем сохранял относительно большее количество летучих веществ. Однако, для получения хорошей оценки при органолептическом опробовании такой чай должен еще приобрести слегка прижаренный аромат, что впрочем легко достигается кратковременным прогреванием чая в сушильном шкафу при 90°C . При этом из сухого продукта происходит лишь незначительное улетучивание аромата. В качестве примера приводим опыт, в котором было определено общее количество летучих веществ (A) в свежесферментированном материале и в двух образцах полуфабрикатов, полученных из него высушиванием 1) в открытом сушильном шкафу и 2) в описанном выше эксикаторе. Как видно из этих данных, при высушивании чая в условиях циркуляции ограниченного объема воздуха можно уменьшить потери летучих веществ.

	A	в %
Сырой ферментирующийся материал	2237	100.0
Высушенный в сушильном шкафу (85°)	1936	62.4
» в эксикаторе (85°)	1631	73.0

Описанный здесь прибор является весьма несовершенным аппаратом для высушивания и отнюдь не претендует на промышленное использование. Посредством этого прибора мы хотели лишь доказать принципиальную возможность сохранения большого количества чайного аромата при условии переоборудования сушильных установок. Мы надеемся также, что разработанная нами методика количественного учета ароматических веществ чая поможет будущим конструкторам, которые возьмут на себя задачу переустройства сушильных печей, объективно подойти к оценке происходящих при высушивании потерь чайного аромата.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

В результате критического и экспериментального исследования мы приходим к следующим выводам:

1. Современное научное состояние вопроса о происхождении и природе чайного аромата является неудовлетворительным и содержит ряд глубоких противоречий.

2. Метод количественного учета чайного аромата посредством определения общего содержания летучих веществ, отгоняемых с водяным паром [метод окисления Н. Мана], захватывает слишком широкий круг веществ и поэтому не всегда соответствует содержанию чайного аромата.

3. Введенные нами определения кислотного числа, эфирного числа и числа омыления в получаемом при отгонке дистилляте, а равно улавливание и количественный учет наиболее летучих фракций эфирного масла посредством их сжигания с серной кислотой и хромовым ангидридом, позволяют значительно полнее подойти к оценке чайного аромата.

4. Сопоставление химических констант летучих веществ чая с титес-терским опробованием позволяет установить довольно постоянную зависимость между силой и полнотой аромата при органолептическом опробовании и содержанием летучих фракций и величиной эфирного числа при химическом изучении.

5. Изучение общей динамики эфирных масел во время переработки чая, предпринятое химическим путем, позволило установить, что с момента завяливания и до конца ферментации в чайном материале происходит накопление летучих кислот, образование которых особенно усиливается с момента скручивания. Летучие кислоты частью остаются свободными, частью же входят в состав сложных эфиров. Одновременно с этим возрастает и летучесть этих соединений. Процесс накопления летучих кислот и синтез сложных эфиров подходят к своему естественному концу примерно через $4\frac{1}{2}$ часа после начала скручивания. Этот момент следует рассматривать как стадию максимального накопления чайного аромата. Вслед за этим начинается потеря пахучих веществ, частью вызванная их улетучиванием, частью же обратным разложением эфиров до свободных кислот. Во время сушки чайный аромат сильно теряется, что зависит от общего сокращения летучих веществ и дальнейшего разложения эфиров.

6. Варьирование условий переработки дает возможность влиять на динамику летучих веществ чая; это открывает перспективы для рационального переустройства отдельных технологических приемов с целью получения более ароматных чаев. Особенно актуальным является вопрос о переустройстве сушильных печей, в которых происходят наибольшие потери эфирных масел. Предварительными опытами показана возможность лучшего сохранения летучих веществ при высушивании чая в ограниченном объеме циркулирующего воздуха.

7. Настоящее исследование открывает пути для ближайшего изучения механизма образования и строения эфирных масел чая, а также дает методу для объективного контроля чайного аромата при производственном испытании и оценке различных приемов и аппаратов.

A. L. KURSANOV AND T. A. SCHUBERT

**THE FORMATION AND THE SENSE OF TEA AROMA DURING
THE MANUFACTURE OF THE BLACK TEA****Summary**

In the present exploration the literature review concerning the questions of the origin and chemical formation of tea aroma is leaded. The experimental part of the proposed work is given for finding out the methods of the exploration of volatile tea substances and studying by this method the dynamics of the tea aroma during the manufacture of the black tea.

The results received permit to draw the following conclusion:

1. The present scientific state of the question about the origin and the nature of tea aroma is unsatisfactory, contains a run of deep contradictions.

2. The method of the quantitative account of the tea aroma by indicating the whole quantity of volatile substances, carrying with the water fumes away (the method of oxidation by permanganate, offered by H. Mann, 1902), takes hold too many substances and therefore does not always correspond to the containing of the tea aroma (scales No. 1, 2).

3. The settlings of the acid number, the aether number and the number of soaping the water distillates, having been brought up in the present exploration, and also the catching and the quantitative account of the mostly volatile fractions of the aetherly oil by burning them with the sulphuric acid and the chromic anhydride, — do give the possibility to be completely nearer to the valuation of the tea aroma.

4. The comparison of the chemical constants of the volatile tea substances with the teataster's tasting, permits to fix rather permanent dependence between the strength and the fullness of the aroma by the organoleptic tasting and the containing of the volatile fractions and the greatness of the aetherly number by the chemical studying (scale No. 4).

5. The studying of the general dynamics of the essential oils during the tea manufacture, made by the chemical way, permitted to state, that from the moment of the withering to the end of the fermentation an accumulation of the volatile acids takes place in the tea material; this accumulation particularly increases from the moment of the rolling. One part of the volatile acids is free and the other one penetrates into the formation of the complicated aethers. At the same time the volatility of these combinations increases. The process of the accumulation of the volatile acids and the synthesis of the complicated aethers comes near to its natural end approximately in $4\frac{1}{2}$ hours after the beginning of the rolling (to $24-26^{\circ}\text{C}$). This moment is to be considered as the stadium of the maximum accumulation of the tea aroma. Just after this the loss of the odorate substances begins, partly caused by their volatilization, partly by the return decomposition of the aethers to the free acids. During the drying the tea aroma is strongly losing, what comes from the general abbreviation of the volatile substances and the further decomposition of the aethers (scales No. 3, 5, 6, 7).

6. The variation of the manufacture conditions gives the possibility

to act upon the dynamics of the volatile tea substances (scales No. 5, 6, 7); this opens the perspectives for a rational reorganization of separate technological modes in purpose to get the more aromatic teas.

Specially actual is the question of the rebuilding the drying stoves, in which the loss of the essential oils is the most one. By preliminary experiments the possibility of better care of the volatile substances at the tea drying in a limited compass of the circulating air is shown.

7. This exploration gives the ways for the nearest studying the chemism of the formation and construction of the tea essential oils, as same as gives the method for the objective control of the tea aroma by the manufacture testing and the estimation of the different processes and apparatus.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bamber K. et Wright H. Note préliminaires sur l'enzyme du thé, Ind. planting a. Gardening, Calcutta, 27 (1920).
2. Bernard C. Over de aanwezigheid van gisten in fermenteerende thee en den eventuellen invloed daarvan op de fermentatie. Mededeelingen van het Proefstation voor Thee; 5, 1—46, (1909), Buitenzorg. Цитировано по Г. Невиллю.
3. Бокучава М. Температурный режим ферментации чая (в этом сборнике).
4. Croll D. Tea. A text book of tea planting and manufacture. London (1897). Цитировано по Г. Невиллю.
5. Демьянов Н., Нилов В. и Вильямс В. Эфирные масла, их состав и анализ, изд. 2-е, Сельхозгиз (1933), стр. 62, М.-Л. (1933).
6. Дьячков Н. и Баланцев Б. Биохимические показатели конца ферментации (в этом сборнике).
7. Gildemeister R. u. Hoffmann F. Les huiles essentielles, p. 606—607, Leipzig—Paris (1900). Цитировано по Wehmer.
8. Katsuyama. Sur l'arome du thé noirs. Bull. of the centr. Agr. exper. Stat. of Japan, т. I, p. 149—152; Tokio (1907).
9. Kozai V. Researches on the manufacture of various kind of tea, Tokio (1890). Цитировано по Wehmer и по Г. Невиллю.
10. Костычев С. Физиология растений, ч. I, стр. 124. Л.-М. (1933).
11. Курсанов А. Завяливание, как биохимическая подготовка чайного листа к ферментации. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома, стр. 32 (1935).
12. Курсанов А. Образование и природа чайных пигментов. Там же, стр. 110.
13. Mann H. The ferment of the tea leaf and its relation to quality in tea, Tropic. agric., No. 1, Colombo (1902).
14. Mann H. Ферментация чайного листа. Русские субтропики, 2, стр. 1—18 (1914).
15. Nanninga A. Zevende verslag over de onderzoeking op Java gecultiveerde theen (1900). Batavia. Цитировано по Г. Невиллю.
16. Невилль Г. Технология чая, Тифлис (1928).
17. Нилов В. К вопросу о количественных определениях эфирного масла в малых навесках, Научно-агрон. журн., 5, 819 (1928).
18. Потапов А. Биохимические основы технологии чая. Доклад на Ученом совете ВНИИЧХ (1933). Анапеули.
19. Van Romburgh P. u. Lohmann C. Onderzoeking betreffende op Java gecultiveerde theen. 1894 (1895), Batavia. Цитировано по Г. Невиллю.
20. Van Romburgh u. Lohmann C. Vierde verslag over de onderzoekingen betreffende Java gecultiveerde theen. Там же (1897).
21. Schulte am Hofe. Ber. Pharm. Ges., 10, 96 (1901).
22. Staub W. Bull. d. Jard. Botan. d. Buitenzorg, 5, 1 (1912).
23. Tunstall A. Publ. of Ind. Tea Assoc., 4, 126 (1923), Calcutta.
24. Воронцов В. Химия чайного производства. Рукопись (1914). Батумский ботанический сад.

А. И. ОПАРИН

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ НА ЧАЙНЫХ ФАБРИКАХ

Хотя мировая чайная промышленность существует уже сотни лет, она отнюдь не может считаться передовой в отношении своей техники. Она строилась чисто эмпирически, усовершенствовалась от случая к случаю и не имеет никаких логических, научных обоснований. Чрезвычайно существенным недостатком является отсутствие в чайном производстве объективного контроля, который позволял бы учитывать работу отдельных фабричных цехов и показывал бы, насколько полно и целесообразно мы используем в производстве все те возможности для получения высококачественного черного чая, которые заключены в перерабатываемом нами зеленом листе.

В ряду других отраслей пищевкусовой промышленности мы встречаемся с такого рода производственным контролем, на основании которого можно повседневно учитывать работу каждого агрегата, каждого отделения или цеха фабрики. Так например, в сахарном производстве химическая лаборатория с точностью до сотых процента учитывает потери, происходящие на диффузии, на станции очистки, на фильтр-прессах, на выпарке и т. д. Всякое повышение потерь или другие изменения показателей сигнализируют о неправильности работы данного отделения или агрегата, что позволяет сейчас же принять меры к устранению этих неправильностей. Только благодаря наличию такого строгого контроля сахарное производство достигло той высокой степени технического совершенства, на которой оно сейчас находится.

На чайных фабриках химические лаборатории вообще отсутствуют. Контроль производства здесь осуществляется путем простого опробования готового чая особым специалистом, так называемым титестером. Титестер определенным, строго стандартным путем заваривает пробу чая и затем чисто органолептически определяет густоту настоя, вкус, аромат и другие качества готового продукта. Несомненно, такая оценка имеет чрезвычайно существенное торговое значение, но ее очень трудно связать с работой отдельных фабричных цехов. Строго говоря, титестер может только установить, плох или хорош данный чай в отношении того или иного свойства, но он не может сказать, насколько получающееся качество продукта зависит от работы того или иного отделения фабрики. Следовательно, титестерская оценка носит скорее потребительский, чем

производственный характер, и таким образом собственно производственный контроль в чайной промышленности совершенно отсутствует.

Понятно, такое положение вещей создает большие затруднения для проведения планомерной рационализации производства. Только тогда, когда мы можем объективно контролировать, мы можем спокойно вводить те или иные изменения или усовершенствования. Иначе рационализатор попадает в чрезвычайно трудное положение, когда он не имеет под ногами почвы, не может объективно оценить те результаты, которые получены им при том или ином изменении схемы производства или при рационализации работы того или иного агрегата фабрики. В этих условиях рационализация приобретает чисто эмпирический характер и сводится только к более или менее удачному гаданию.

И действительно, отсутствие контроля очень ясно дает себя чувствовать всякий раз, как в чайную промышленность хотят ввести новое крупное усовершенствование. В частности у нас в последнее время очень ясно ощущается отсутствие контроля при введении ускоренных методов завяливания чайного листа. Чрезвычайно трудно путем титестерского опробования оценить качество работы завялочного отделения. Настой, цвет, вкус и аромат готового чая зависят, конечно, не только от процесса завяливания, но и от постоянно меняющегося сырья — зеленого чайного листа, а равно и от работы роллерного, ферментационного и сушильного отделений, через которые проходит уже завяленный лист. Всякого рода отклонения в работе этих отделений, даже незаметные при отсутствии контроля для производственника, отзываются на качестве готового продукта и искажают ту оценку, которую мы даем данному методу завяливания на основании титестерских показаний. Именно поэтому результаты применения ускоренного завяливания до сих пор еще остаются спорными, и мы еще не обладаем окончательно разработанной схемой для этого безусловно прогрессивного начинания.

Таким образом нет никакого сомнения, что только объективный производственный контроль позволит широко и планомерно развернуть работу по рационализации чайного производства и даже по коренной его реконструкции. Но для этого необходимо глубокое знакомство с теми процессами, которые протекают при изготовлении черного чая. Для того чтобы установить контроль, нужно прежде всего совершенно четко представить себе, чего мы хотим от того или иного отделения или агрегата, за изменением каких свойств сырья мы будем следить при нашем контроле.

В упоминавшемся выше сахарном производстве дело обстоит относительно просто. Здесь мы только выделяем определенное химическое соединение — сахарозу, находящуюся уже в готовом виде в сырье, в свекловичном корне. За этим веществом и устанавливается контроль. Всякое его изменение, разложение в процессе производства, знаменует собой потери и должно быть устранено.

В чайном производстве дело обстоит несравненно сложнее. Здесь какие-то вещества чайного флеша должны подвергнуться некоторым не вполне изученным изменениям, и только тогда мы получим продукт над-

лежащего качества. Ясно, что для введения в чайное производство объективного контроля должны быть прежде всего изучены эти изменения и установлен биохимический смысл определенных, найденных чисто эмпирически, приемов завяливания, скручивания, ферментации и т. д. Именно отсутствие научно обоснованных данных в указанной области задерживало внедрение контроля в чайное производство.

Работавшая в 1934 г. под моим руководством группа научных работников [А. Курсаков, С. Манская, И. Глазунов и М. Бокучава, — Сб. «Биохимия чайного производства», 1935] до известной степени вскрыла те биологические и химические изменения, которые происходят в чайном листе при его переработке на фабрике. Это позволило уже в 1935 г. практически подойти к вопросу о внедрении объективного контроля в чайное производство. На двух фабриках (Салибаурской и Чаквинской) по согласованию с Институтом чайного хозяйства нами были организованы химические контрольные лаборатории, которые исследовали перерабатываемые на фабриках чаи в течение всего производственного периода, с мая до сентября включительно. Работа лабораторий проводилась в тесном контакте с «титестерской», которая давала нам результаты органолептической оценки исследованных нами чаев. На Салибаурской фабрике все работы по контролю были осуществлены С. Габуния и Г. Серенковым при титестере С. Сильвановском, на Чаквинской фабрике — М. Шавишвили и И. Егоровым при титестере Ф. Шенинг.

Понятно, что проводившийся в 1935 г. контроль чайного производства носил еще только ориентировочный характер. Его задача состояла в том, чтобы в производственных условиях выявить значимость тех предварительно установленных нами показателей, при помощи которых мы считали возможным охарактеризовать работу завялочного, роллерного и ферментационного отделений. Работники лабораторий отнюдь не должны были вносить какие-либо коррективы в обычную технологическую схему производства. Они ограничивались лишь взятием проб для анализов на отдельных стадиях технологического процесса. Работа была организована так, что за отдельными партиями зеленого чайного листа, поступающими на фабрику, устанавливалось постоянное наблюдение, определялись и фиксировались известные показатели после завяливания этой партии, после ее скручивания, ферментации и т. д. И, наконец, полученный готовый полуфабрикат¹ подвергался как химическому анализу, так и всестороннему титестерскому опробованию.

Полученные таким путем показатели вносились в специальный рабочий журнал контрольных лабораторий и в дальнейшем на основании их можно было составить представление о том, насколько данный показатель

¹ Полуфабрикатом на чайных фабриках называется полученный из сушильных печей чай. По существу он является уже готовым продуктом, прошедшим все основные стадии производства. Дальнейшая его обработка носит чисто механический характер: измельчение, сортировка и смешивание (купаж). Все эти операции имеют большое торговое значение, но качество чая может быть определено уже в полуфабрикате.

действительно характеризует правильность работы того или иного отделения фабрики. Как порядок взятия проб, так и методы анализов осуществлялись согласно заранее выработанной нами инструкции. Конечно, в процессе работы эта инструкция подверглась некоторому изменению — часть анализов была устранена, так как они оказались или очень сложными в производственных условиях, или полученные показатели не были в достаточной степени характерными. Наоборот, кое-что пришлось добавить в процессе работы, в частности, было введено определение общего количества растворимых таннинов в полуфабрикате. Ниже мы даем в несколько сокращенном виде схему и методы анализов, производимых в контрольных лабораториях чайных фабрик.

СХЕМА И МЕТОДИКА КОНТРОЛЬНЫХ АНАЛИЗОВ

При поступлении на фабрику партия зеленого листа характеризовалась лишь обычными внешними показателями: отмечалось время и место сбора, сорт листа и метеорологические условия сбора. В громадном большинстве случаев под наблюдением бралась первосортная зеленая масса.

Такая характеристика зеленого листа, конечно, была недостаточна. В дальнейшем при контроле необходимо организовать химический анализ, который выявлял бы качества поступающего в переработку сырья. Но в наших условиях мы не были в состоянии этого сделать, так как работавшие в лабораториях сотрудники были полностью загружены анализами по ходу производства, и мы хотели получить производственные показатели при меняющемся качестве исходного сырья.

Далее в рабочем журнале отмечалось время лежания зеленого листа до поступления его на завяливание и затем — условия завяливания. Время лежания листа до завяливания имеет существенное значение, так как при этом, независимо от испарения воды, в листе может происходить ряд биохимических процессов (голодный обмен). В особенности это важно для Салибаурской фабрики, где обычно чайный лист лежит 2—4 часа навалом на бетонном полу перед тем, как поступить в завялочное отделение. Завяливание как на Салибаурской, так и на Чаквинской фабриках, в 1935 г. велось двумя методами: обычным, «естественным» способом, при котором зеленый лист размещается тонким слоем на холщевых гамаках и завяливается при температуре и влажности окружающего воздуха, примерно в течение 18 часов, и «искусственным» способом в специальных завялочных камерах Мардалейшвили (Салибаурская фабрика) или на особых станинах Шенгера (Чаквинская фабрика). Здесь завяливание заканчивается в значительно более короткий срок, но осуществляется при более высокой температуре и усиленной аэрации.

При завяливании в чайном листе происходит ряд физических и химических изменений. Вследствие испарения воды лист теряет свой тургор, делается гибким и тягучим, что очень важно для его последующего скручивания на роллерах. Вместе с тем, как показали исследования С. Манской [1935], коллоиды протоплазмы листа теряют свою гидрофильность, и поэтому хорошо завяленный лист уже не может впитывать воду и вос-

становливать свой тургор. Наряду с этим, согласно исследования А.Л. Курсанова [1935], в завяливаемом чайном листе происходит ряд глубоких химических изменений, играющих существенную роль для всей последующей переработки чайного листа. Особенно важными являются те изменения, которые претерпевает азотистый комплекс. Под влиянием протеолитических ферментов в завяливаемом листе происходит распад белковых веществ и накапливается так называемый «растворимый азот». На основании ряда данных мы выбрали количество этого «растворимого азота» в качестве показателя степени химической подготовленности листа при завяливании.

Для установления физической подготовленности листа при завяливании мы сперва применяли особый, разработанный С. Манской, метод, позволяющий определять потерю гидрофильности листа. Но этот метод в условиях производства оказался несколько сложным и поэтому в конечном итоге мы остановились на простом установлении степени завяливания путем определения количества сухих веществ в завяленном листе. Согласно техническим нормам хорошо завяленный лист должен содержать примерно $\frac{1}{3}$ сухих веществ и $\frac{2}{3}$ воды. При этих условиях лист действительно полностью теряет свою гидрофильность и может считаться вполне подготовленным по своим физическим качествам для скручивания на роллерах.

Таким образом, для оценки завяливания проводились следующие анализы.

Из вполне завяленного (по определению производителя) листа непосредственно перед его снятием с завялочных гамаков брались с десяти различных гамаков двадцать образцов по пяти флешей в каждом. Флеши смешивались, резались ножницами на кусочки в 0.5—1 см и перемешивались, после чего на технических весах (с точностью до 5 мг) брались три навески: 10, 5 и 10 г. Первая из них на часовом стекле помещалась в сушильный шкаф, высушивалась при 100° до постоянного веса и таким образом служила для определения сухих веществ во взятом образце.

Вторая навеска, завернутая в кусочек безазольного фильтра, бросалась в колбу Кьельдаля емкостью в 300—350 см³ и подвергалась обычному сжиганию с серной кислотой. Таким образом определялся общий азот, который в таблицах выражен в мг на 1 г сухого вещества.

Третья навеска переносилась в стеклянную ступку и тщательно растиралась с песком в течение 5 минут (до исчезновения отдельных кусочков). После этого растертая масса количественно переносилась в мерную колбу емкостью в 100 см³. Объем содержимого в колбе доводился дистиллированной водой до 80—85 см³. Смесь при частом перебалтывании оставалась при температуре 30° на 1 час.¹ По истечении этого срока объем раствора доводился до метки (100 см³). После тщательного перебалтывания содержимое колбы пропусклось через сухой складчатый фильтр.

¹ Нашими предварительными опытами было показано, что вследствие инактивирующего действия танина после растирания листа не происходит уже существенного увеличения «растворимого азота» в смеси.

25 см³ раствора вносилось пипеткой в колбу Кьельдаля и подвергалось обычному сжиганию с серной кислотой. Получаемый таким образом «растворимый азот» выражался так же, как и общий азот, в мг на 1 г сухого вещества.

Основная задача роллерного процесса состоит в том, чтобы при скручивании чайного листа возможно полнее раздавить все живые клетки. Если какой-либо участок листа остается нераздавленным, он не будет участвовать в дальнейшей ферментации. Совершающиеся в нем биохимические процессы будут идти так, как если бы мы просто сохранили его в течение определенного времени в зеленом состоянии и после высушили в сушилке. Таким образом нераздавленные на роллерах части флеша по существу минуя фабричную обработку и не используются для образования веществ, придающих готовому чаю его вкус и аромат; они являются вредным балластом, понижающим качество готового продукта. Следовательно, контроль над роллерным процессом должен сводиться к учету количества раздавленных и нераздавленных клеток. Это осуществлялось в наших контрольных лабораториях следующим путем.

Бралась средняя проба скрученного материала. Для этого из пяти разных мест роллера (или ферментационного ящика) брались небольшие, приблизительно равные (по 50 г) пробы материала и смешивались на широкой доске в одну общую кучу. Затем куча делилась на части, из них две крайние отбрасывались, остальные снова смешивались, снова разделялись на 4 части и так до тех пор, пока не оставалось приблизительно около 30 листьев. Эти листья осторожно и быстро разворачивались и складывались в белые фарфоровые ванночки на 10%-ном растворе двухромового калия (в каждую ванночку по 10 штук). Листья оставлялись на растворе ровно 3 минуты (по песочным часам), после чего они при помощи пинцета переносились в ванночку с чистой водой, тщательно ополаскивались и, наконец, помещались в 3-ю ванночку с водой, где и оставлялись до подсчета. Важно, чтобы листья в растворе бихромата оставались точно 3 минуты.

Раствор бихромата проникает только в раздавленные части листа и резко окрашивает их в черный цвет. Нераздавленные части остаются неокрашенными и легко могут быть учтены на глаз. Пользуясь разработанными нами стандартами или шаблонами, легко и довольно точно удавалось выразить результаты подсчетов окрашенных и неокрашенных частей листа в процентах от общей его площади. Обычно подсчеты производились независимо двумя или несколькими лицами и в громадном большинстве случаев давали совпадающие результаты.

Так как при скручивании листа осуществляется его зеленая сортировка, то оценка роллерного процесса, точно так же как и все дальнейшие анализы, осуществлялась по отдельным фракциям. На Салибаурской фабрике первая и вторая фракции перед ферментацией смешивались между собой, и в таблице они обозначены как первая фракция. Последняя, третья фракция, содержащая в себе наиболее крупный и грубый лист, в таблице фигурирует под названием второй фракции.

Так как собственно ферментационный процесс более или менее детально был изучен только в 1935 г. [см. статьи, помещенные в настоящем сборнике], то в инструкцию по контролю не удалось внести каких-либо показателей, непосредственно характеризующих этот процесс. Однако, о его ходе можно было судить на основании химического анализа высушенного полуфабриката. В полуфабрикате определялось содержание общих экстрактивных веществ и хлорофилловый показатель, а несколько позднее лаборатории стали определять и общее содержание растворимых дубильных веществ (растворимый таннин). Анализ полуфабриката осуществлялся следующим образом.

Из разных мест исследуемой партии полуфабриката бралось 10 проб приблизительно по 20—25 г каждая. Пробы хорошо перемешивались между собой, и таким образом получался средний материал для анализа. Прежде всего из него точно отвешивались две навески примерно по 20 г каждая. Навески высушивались в сушильном шкафу при 100° до постоянного веса, и таким образом устанавливался сухой вес полуфабриката, на который затем пересчитывались все остальные показатели.

Для определения экстрактивности из полученного путем смешивания проб среднего материала бралось около 25 г, которые тщательно растирались в течение 2—3 мин. в фарфоровой ступке. Затем отсюда отвешивалось на аналитических весах 5 г растертого материала, которые количественно переносились в колбу на 300 см³ и обливались 250 см³ горячей дистиллированной воды. При частом перемешивании содержимого колба нагревалась в течение 40 мин. в кипящей водяной бане, а затем охлаждалась под краном до температуры в 40°. Объем раствора доводился дистиллированной водой до 300 см³, еще раз хорошо перебалтывался, и экстракт быстро отфильтровывался через фильтр из пористого стекла (№ 2) в Бунзенскую колбу при отсасывании. Из полученного таким образом экстракта при комнатной температуре бралось пипеткой две параллельных пробы по 10 см³ каждая. Пробы помещались в небольшие фарфоровые чашечки, предварительно точно тарированные. Чашки с экстрактом выпаривались на кипящей водяной бане досуха, помещались в эксикатор над серной кислотой и после остывания взвешивались. После этого они вновь помещались в эксикатор, где высушивались до постоянного веса. Всегда производилось определение количества экстракта, по крайней мере в двух параллельных пробах материала, и только при близком совпадении результатов выводилась средняя, которая и заносилась в журнал.

Очень существенным для характеристики полуфабриката является хлорофилловый показатель. Он определялся следующим образом. Из указанного выше растертого в ступке полуфабриката точно отвешивался 1 г и помещался в круглодонную колбу емкостью в 100 см³. Сюда же приливалось 40 см³ 85%-ного этилового спирта. Колба с обратным холодильником нагревалась на водяной бане при температуре 78—80° в течение 30 минут. Затем она быстро охлаждалась под краном, ее содержимое отфильтровывалось через стеклянный фильтр № 2 при осторожном отсасывании. Оставшийся в колбе материал споласкивался еще два раза.

маленькими порциями 85%-ного этилового спирта и также переносился на фильтр, после чего дополнительно промывался небольшими порциями этилового спирта. Фильтрат количественно переносился в делительную воронку, туда же прибавлялось 10 см³ воды и 20 см³ петролейного эфира. После осторожного взбалтывания давали отстояться слою петролейного эфира, в который переходил хлорофилл в то время как бурые пигменты оставались в спирте. После разделения жидкостей спиртовой раствор еще два раза подвергали такому же извлечению петролейным эфиром, применяя каждый раз по 10 см³ этого растворителя. Все эфирные вытяжки хлорофилла сличались вместе. Вытяжка высушивалась двумя—тремя кусочками прокаленного хлористого кальция, и затем раствор сливался в мерную колбу или цилиндр, и его объем доводился петролейным эфиром до 30 см³. Полученный раствор служил для количественного определения хлорофилла, которое осуществлялось при помощи колориметрирования. Для этого часть раствора переносилась в стаканчик колориметра и быстро сравнивалась с стандартным раствором, который соответствовал определенному содержанию хлорофилла. Результаты колориметрирования выражались в процентах от стандарта. Стандартный раствор готовился следующим образом. Отдельно приготавливались растворы: 0,5 г индиго-кармина в 1 л воды; 50 г двуххромового калия в литре воды; 1 г алканы в 100 см³ воды. Растворы хранились отдельно и смешивались непосредственно перед определением в следующих соотношениях: 4 см³ раствора индиго-кармина, 0,6 см³ раствора двуххромового калия и 12 см³ воды. Полученный зеленый раствор по своей окраске соответствует 0,27 мг кристаллического хлорофилла в 1 см³ раствора. При работе с полуфабрикатами полученная вытяжка хлорофилла имеет слегка оливковый оттенок. Поэтому для облегчения колориметрирования к стандартному раствору следует прибавить одну—две капли раствора алканы до сообщения ему такого же оттенка. Определение дубильных веществ в полуфабрикате производилось в растворе, полученном после фильтрования для определения экстрактивных веществ. Дубильные вещества определялись по методу Левентала [1933] путем повторного титрования перманганатом и выражались в процентах от сухого веса полуфабриката¹.

Параллельно с химическими исследованиями полуфабриката производилось, по всем существующим на этот счет правилам, его титестерское опробование в отношении настоя, аромата, вкуса и разварки листа. Данные титестерского опробования заносились в рабочий журнал. Они выражены в специально установленных в титестерской практике баллах, при этом чем выше балл, тем соответственно выше данные качества опробованного чая. Кроме балльной отметки титестер в ряде случаев дополнял свою оценку теми или иными словесными весьма существенными для нас замечаниями.

¹ Ввиду известной громоздкости описанных выше приемов, они не могли служить для текущего контроля производства, т. е. для этого необходимы экспрессные методы определений. Выработка таких методов производится в настоящее время в нашей лаборатории.

АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ

Как уже отмечалось, контроль производства проводился на Салибаурской и Чаквинской фабриках. На Салибаурской было проведено исследование 40 образцов, на Чаквинской — 34 образцов переработанного на фабрике чая. Работа Салибаурской контрольной лаборатории протекала весьма успешно и после внимательного рассмотрения и изучения полученных результатов анализа лишь четырех образцов чая (1, 2, 16 и 40) возбуждали некоторое сомнение в их достоверности. Поэтому они исключены из нижеприводимой таблицы. Значительно менее достоверными оказались данные, полученные в чаквинской контрольной лаборатории. Уже в процессе работы этой лаборатории приходилось нередко констатировать некоторую нечеткость выполнения анализов, что подтвердилось последующим знакомством с цифрами. Поэтому, хотя данные чаквинской контрольной лаборатории и представляют известный интерес, мы приводим здесь только выписку из рабочего журнала салибаурской контрольной лаборатории, не желая загромождать настоящую статью большим количеством цифр. Все последующие выводы мы делаем на основании работ этой лаборатории, хотя нужно с полной определенностью подчеркнуть, что и данные чаквинской лаборатории вполне подтверждают приводимые ниже выводы. Только здесь соответствующие закономерности выступают не так отчетливо, как это имело место в Салибауре.

Ниже мы приводим несколько сокращенные данные, полученные при работе в салибаурской контрольной лаборатории (стр. 82).

Уже беглый просмотр этих данных показывает, что анализу подверглись партии чая, весьма сильно различающиеся между собой как в отношении сырья, из которого они были получены, так и в отношении фабричной переработки. Разнообразие зеленых масс, поступающих в производство, определялось прежде всего различием дат сбора чая, так как известно, что осеннее сырье считается более высококачественным, чем весеннее и летнее. В отношении переработки большое разнообразие вносилось прежде всего применявшимися на Салибаурской фабрике двумя различными методами заваливания — естественным и искусственным. Но и в пределах каждого из этих методов можно установить значительное колебание как в отношении длительности заваливания, так и в отношении температуры. Дальнейшая переработка листа хотя и велась по более или менее однородной схеме, но все же и здесь мы находим существенное различие в отношении условий скручивания, ферментации и сушки.

Переходя к рассмотрению отдельных показателей, мы прежде всего должны остановиться на степени завяленности листа, определенной по сухому весу. Как уже отмечалось выше, потеря листом воды связана с значительным изменением его физических свойств и имеет существенное значение для последующего скручивания листа на роллере. Недовяленный до нормы лист сохраняет свой тургор и на роллерах легко ломается. Поэтому он не дает красивого по форме хорошо скрученного чая (хорошей «уборки»). Но, как мы видели, роллерный процесс имеет цель не только придать листу определенную форму, но и раздавить живые клетки

Выписка из рабочего журнала Контрольной лабо

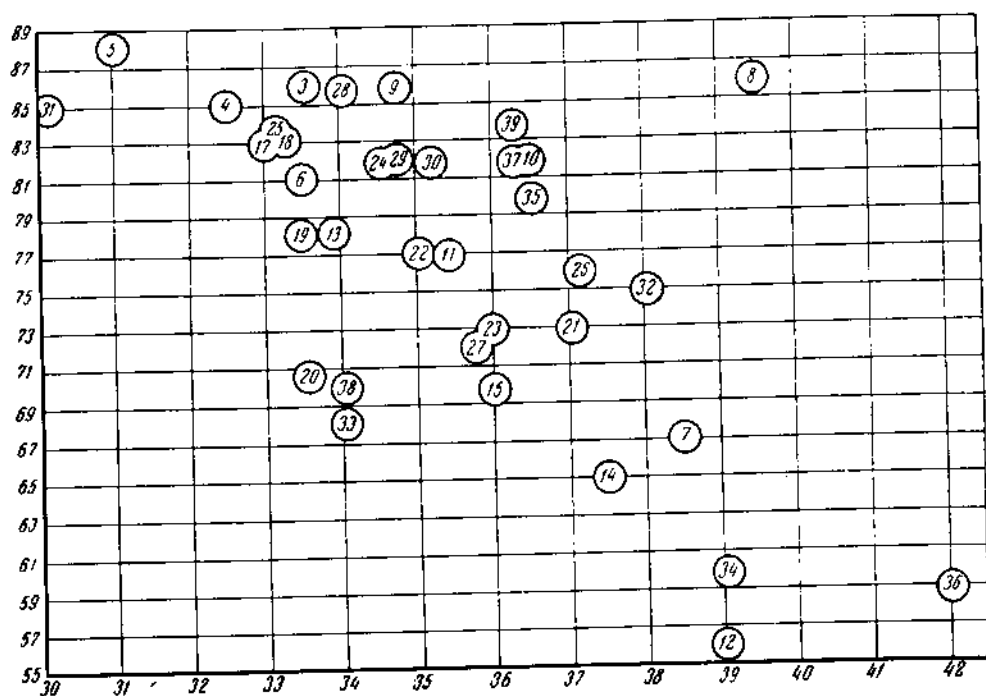
№ пробы	Время прибытия листа на фабрику		Характеристики листа		Завяливание				Оценка завяливания						% разведенной ткани	
	конец и час	часы и минуты	сорт	условия сбора	время лежания листа на фабрике в час. и мин.	искусств. или естеств.	продолжительность в час. и мин.	температура в °С	% сухого вещества в завяленном листе	средняя динамическая равномерность завяливания	общий азот в мг на 1 г сухого вещества	растворимый азот в мг на 1 г сух. вещества	число окружений и их продолжительность в час. и мин.	продолжительность дозревания в час. и мин.	I фракция	II фракция
3	1/VI	21.10	1	пасм.	4.00	иск.	8.30	30—32	33.5	—	43.6	16.88	—	—	89.0	86.0
4	3/VI	22.00	1	пасм.	4.00	иск.	—	—	32.5	—	56.4	18.6	—	—	98.0	85
5	6/VI	22.00	1	хор. пог.	3.40	иск.	7.00	30—34	31.0	—	55.7	15.04	—	—	89.5	87.7
6	8/VI	22.00	1	хор. пог.	2.40	иск.	7.00	30—34	33.5	—	48.0	14.03	—	—	90.8	81
7	12/VI	22.00	1	дождь	4.00	иск.	9.50 (7.00)	30—34	38.4	—	45.0	13.29	—	—	78.5	67.35
8	14/VI	22.00	1	пасм.	2.30	иск.	9.00	30—34	39.4	—	51.47	15.35	4	1.40	95.2	86.8
9	18/VI	—	1	дождь	2.00	иск.	9.30	30—33	34.4	—	40.7	15.33	4/3.15	2.00	96.3	86.8
10	20/VI	—	1	дождь	4.30	иск.	8.30	30—33	36.4	—	49.8	15.93	4/3.30	0.50	96.0	82
11	24/VI	—	1	хор. пог.	4.10	иск.	9.20	30—35	35.2	78.5	53.1	17.2	4/3.45	1.15	88.5	76.8
12	26/VI	14.40	1	дождь	4.00	ест.	21.00	21	39.0	86.4	52.1	14.7	4/3.10	4.15	70.0	56.2
13	30/VI	13.00	1	хор. пог.	4.30	ест.	19.00	22	33.7	87.0	49.3	13.88	4/3.15	2.05	84.0	78
14	2/VII	18.00	1	дождь	—	иск.	—	30—31	37.6	57.0	49.4	15.5	4	—	88.0	65
15	8/VII	22.00	1	—	2.40	иск.	10.40	30—33	36.0	76.0	51.09	14.17	4/3.05	2.60	86.0	70
17	13/VII	18.00	1	хор. пог.	1.30	ест.	35.00	20.8	33.0	59.0	48.57	13.81	4/3.25	2.00	93.0	83
18	14/VII	22.00	1	пасм.	2.40	иск.	8.15	32	33.0	52.0	48.0	13.5	4/3.25	1.40	91.0	83
19	14/VII	22.00	1	пасм.	3.40	ест.	21.00	24	33.5	72.5	—	13.9	4/3.15	3.20	80.0	78
20	18/VII	21.00	1	хор. пог.	2.40	иск.	10.10	33	33.5	75.0	53.7	14.6	3/3.25	2.35	86.7	70
21	18/VII	21.00	1	хор. пог.	2.40	ест.	37.00	20.5	37.0	68.0	—	13.10	4/3.10	1.50	75.5	73.5
22	21/VII	17.00	11	хор. пог.	2.20	ест.	22.40	24	35.0	68.0	—	14.37	4/3.0	2.25	84.0	77
23	23/VII	—	1	хор. пог.	3.00	иск.	11.10	—	36.2	73.0	49.75	13.5	4	—	78.0	73
24	1/VIII	17.00	1	хор. пог.	1.00	иск.	6 ч. + 7 ч.	—	34.5	87.0	65.0	16.83	4/3.10	2.40	92.0	82
25	3/VIII	22.00	1	—	6.00	ест.	37.00	21	33.0	82.0	50.0	15.3	4	—	96.0	83
26	6/VIII	21.00	1	—	24.00	иск.	7.00	—	37.2	90.4	50.8	12.6	4	—	83.0	76
27	10/VIII	22.00	1	пасм.	8.00	иск.	7.35	34	35.7	72.0	59.1	14.0	4/3.30	2.30	96.0	72
28	13/VIII	20.00	1	—	3.00	иск.	8.35	—	34.0	85.0	51.0	14.77	4/3.10	2.00	95.0	88
29	14/VIII	12.00	1	—	1.00	ест.	20.30	25	34.8	90.0	54.5	13.74	4/3.15	2.20	93.0	82
30	19/VIII	—	1	—	3.00	иск.	—	—	35.3	71.0	46.76	12.6	4	—	91.0	82
31	21/VIII	13.00	1	—	4.00	ест.	26.00	21	30.9	58.0	—	13.59	4/3.40	1.50	91.0	85
32	27/VIII	22.00	1	—	6.00	иск.	6.25	35	38.2	87.0	47.81	12.2	4/3.05	3.00	85.0	75
33	30/VIII	13.00	1	хор. пог.	7.00	ест.	17.50	23	34.0	80.0	51.8	15.5	4/3.10	3.00	96.0	88
34	1/IX	20.00	1	хор. пог.	1.20	иск.	10.20	30—31	39.0	79.0	49.85	16.26	4/3.15	2.05	89.0	80
35	3/IX	13.00	1	—	1.40	ест.	18.50	22	36.6	71.0	—	18.29	4/3.05	3.20	86.0	80
36	6/IX	20.00	1	—	8.00	иск.	6.50	35	42.0	95.0	51.2	13.8	4/3.20	—	77.0	59
37	8/IX	13.00	1	—	2.00	ест.	18.00	25	36.3	96.0	50.7	16.79	4/3.15	2.15	86.0	82
38	12/IX	16.00	1	—	2.00	ест.	26.00	20.6	34.0	81.0	50.0	15.1	4/3.15	4.90	77.0	70
39	15/IX	13.00	1	—	1.00	иск.	9.50	32	36.3	82.0	50.0	15.3	4/3.10	3.30	92.0	84

ратории на Салибаурской чайной фабрике 1935 г.

Таблица 1

Темпера- тура сушки в °С		Хлорофил- лов. показ. полуфабр.		Содерж. ду- бильн. веществ в полуфабр.		Экстракт. по- луфабр. в % от сух. вещества		% воды в полуфабри- кате		Результаты титестереного опробования								Титестереное замочания
										I фракция				II фракция				
										I сушка	II сушка	I фракция	II фракция	I фракция	II фракция	I фракция	II фракция	
90	85	29.7	43.5	—	—	—	—	6.30	6.80	5.00	2.75	2.75	2.25	3.50	2.50	2.50	2.00	—
93	80	40.0	50.0	—	—	40.00	36.00	5.00	5.00	5.00	2.75	2.75	2.25	3.50	2.25	2.25	2.00	—
93	80	45.0	47.0	—	—	45.00	42.00	4.20	4.80	5.00	3.00	3.00	2.50	3.50	2.50	2.75	2.00	—
90	80	45.0	45.0	—	—	40.00	38.00	5.80	6.30	5.00	3.00	2.75	2.25	3.25	2.75	2.50	2.00	—
90	75	32.0	33.0	—	—	40.00	36.00	5.20	6.10	4.00	2.75	2.75	2.25	2.75	2.50	2.50	2.00	—
95	71	26.0	31.2	—	—	40.00	38.00	6.50	6.70	4.00	2.75	3.00	2.25	3.00	2.50	2.50	2.00	—
90	80	29.5	33.3	—	—	36.60	36.70	6.60	6.80	4.00	2.75	2.75	2.25	3.00	2.50	2.50	1.75	—
85	65	28.6	32.26	—	—	38.20	36.10	7.00	7.70	4.75	3.00	2.75	2.25	3.00	2.75	2.50	1.75	—
—	—	35.7	—	—	—	40.00	37.30	5.00	5.60	6.00	3.25	3.25	2.75	4.00	3.00	3.00	2.25	—
96	75	38.4	45.5	—	—	39.00	37.20	4.20	4.20	5.00	3.00	3.25	2.25	3.75	3.00	3.00	2.10	—
97	70	35.7	62.0	—	—	37.54	34.40	4.40	5.60	4.50	3.00	2.75	2.25	3.00	2.75	2.50	1.75	—
—	—	30.0	31.0	—	—	40.00	38.50	4.00	5.30	4.50	2.75	3.00	2.50	2.75	2.50	2.50	1.75	—
90	70	21.7	25.0	13.60	—	36.80	30.00	8.00	7.75	4.00	3.00	3.00	2.25	3.00	2.75	2.75	2.00	—
95	70	31.0	34.0	11.60	8.12	32.54	31.50	5.50	6.50	4.75	3.00	3.00	2.50	3.50	2.75	2.75	1.75	—
90	70	25.0	22.0	9.12	7.37	38.50	36.00	3.50	4.00	4.75	3.00	3.00	2.50	2.75	2.75	2.50	2.50	—
92	70	26.0	41.6	9.03	6.81	38.86	38.90	3.50	6.80	4.75	3.00	3.00	2.50	3.00	2.50	2.75	1.75	—
90	69	20.0	50.0	8.09	6.5	36.50	33.40	7.50	6.60	4.75	3.25	3.00	2.50	3.75	2.75	2.75	1.75	—
90	75	38.0	36.0	6.70	5.8	34.00	31.10	4.40	5.50	4.50	2.75	2.75	2.25	3.50	2.50	2.50	2.00	зелен.
97	70	57.0	68.0	9.34	—	34.57	29.60	6.00	5.00	5.00	2.75	3.00	2.25	3.50	2.50	2.73	1.75	темн.
—	—	45.5	41.6	10.45	10.49	36.00	33.00	6.00	6.50	5.00	3.00	2.75	2.30	3.25	3.50	2.25	1.75	зелен.
90	72	16.7	29.4	10.98	8.81	38.38	34.34	4.00	5.40	6.00	2.75	3.00	2.23	4.00	2.25	2.23	1.75	крас.
—	—	31.0	37.0	8.00	7.10	40.00	35.00	4.80	4.60	4.50	3.25	2.75	2.50	3.75	2.50	2.25	2.00	—
—	—	35.7	66.6	9.40	7.05	38.20	32.80	4.60	4.30	5.00	2.50	2.75	2.75	4.75	2.75	2.75	1.75	зелен.
—	—	37.0	47.0	8.06	6.70	35.00	32.80	4.00	5.40	5.00	2.75	2.50	2.50	3.50	2.25	2.25	1.75	—
—	—	25.0	33.0	7.71	7.00	34.33	32.30	3.50	5.30	5.00	3.00	2.75	2.25	4.00	2.75	2.75	2.00	—
—	—	22.7	20.8	10.07	8.00	33.00	32.30	5.30	3.30	5.00	3.00	3.00	2.00	4.00	2.50	2.50	1.75	темн.
—	—	14.0	22.0	8.48	7.00	34.00	32.00	4.30	5.00	4.50	2.75	3.00	2.00	3.00	2.50	2.75	2.00	—
93	80	23.0	24.0	11.00	8.50	35.00	32.00	5.40	5.60	5.50	2.75	3.50	2.50	3.25	3.00	2.00	1.75	—
93	87	24.0	31.0	11.88	10.48	32.30	33.00	4.50	5.50	4.75	3.25	3.25	3.25	4.00	3.00	2.75	2.50	—
90	80	16.0	36.0	8.56	8.80	35.00	32.00	4.90	5.10	5.00	2.50	2.50	2.75	4.00	2.25	2.25	2.00	—
—	—	26.0	29.15	12.80	8.00	38.00	34.18	7.00	8.00	6.00	3.50	3.50	3.25	4.00	2.75	2.50	2.25	—
93	75	23.0	19.5	11.40	7.60	35.30	33.07	5.50	5.60	6.00	3.50	3.50	3.25	4.00	3.25	3.25	2.50	—
—	—	38.0	38.0	8.57	7.00	33.80	30.60	3.30	4.50	6.50	3.20	3.25	2.50	4.00	3.00	2.75	2.25	—
—	—	21.7	25.0	8.07	7.60	36.00	34.00	4.50	4.80	5.00	3.25	3+	2.25	4.00	3.00	2.75	2.00	—
—	—	44.0	44.0	8.26	7.13	37.00	35.00	3.80	6.00	6.30	3.00	3+	3.25	3.50	3.00	3.00	2.50	—
—	—	29.0	33.0	8.00	8.00	35.00	33.00	4.20	5.20	4.75	3.00	2.75	2.50	3.00	2.50	2.75	2.00	—

листа. На эту сторону дела до наших исследований не было обращено должного внимания. Интересно сопоставить степень физической завяленности листа с процентом раздавленной на роллере ткани. На нижеприводимой диаграмме (фиг. 1) дана эффективность роллерного процесса в зависимости от степени завяливания листа для второй фракции чаев, так как здесь мы имеем наибольшее количество неразрушенной ткани и поэтому соотношения здесь выступают довольно отчетливо. На вертикальной оси диаграммы отложены проценты раздавленной ткани, на горизонталь-



Фиг. 1 — Диаграмма эффективности роллерного процесса в зависимости от степени завяливания листа

ной — процент сухих веществ в завяленном листе. Кружками отмечены отдельные партии чая. Цифры, стоящие внутри кружков, обозначают номера этих партий.

Мы видим, что значительное большинство кружков располагается в пределах сравнительно узкой полосы, идущей по диагонали диаграммы из левого верхнего угла в ее правый нижний угол. Следовательно, чем выше был сухой вес завяленного листа, тем больше этот лист был перевялен, тем менее эффективна была работа роллера. Перевяленный лист легко и быстро скручивается, но внутри полученной таким образом трубочки остаются нераздавленные части ткани. Исключение представляют лишь № 8, который, несмотря на глубокое завяливание, удалось скрутить надлежащим образом, и № 20, 33 и 38, которые при надлежащей степени

завяливания были скручены относительно плохо. Недовяленные № 5 и № 31 дают сравнительно высокий процент раздавленной ткани, хотя все же они лежат ниже той полосы, в которой располагается большинство остальных номеров. Однако, недостаток недовяленного листа состоит, главным образом, не в том, что его клетки плохо раздавливаются на роллерах, а в том, что он плохо скручивается и не приобретает надлежащей формы.

Итак, степень физической завяленности листа имеет решающее значение для правильной работы роллерного отделения, а следовательно и для полноты использования всех тех возможностей, которые нам дает зеленый лист. Только в том случае, когда завяливание доведено до нормы (33 — 34% сухих веществ), мы вправе рассчитывать на правильное течение роллерного процесса, только при этом условии мы можем получить хорошо скрученный лист с высоким процентом раздавленной ткани.

Но еще более важное значение имеет завяливание с точки зрения химической подготовленности чайного листа. Как уже намечалось в работах Курсанова и как это стало особенно ясным после исследований С. Манской [1936], окислительные процессы, составляющие сущность ферментации и в значительной степени определяющие качества готового продукта, могут протекать с надлежащей скоростью только в том случае, когда лист в процессе завяливания успел накопить в себе нужное количество «растворимого азота». Это в особенности должно иметь большое значение для образования пигментов чайного настоя. Указанные пигменты возникают в процессе ферментации в результате окисления танинов чайного листа кислородом воздуха. Но это окисление может сравнительно быстро протекать только в результате действия фермента — пероксидазы. Явление осложняется тем, что чайный танин является не только субстратом для окисления, но в то же самое время играет роль инактиватора для пероксидазы. Поэтому при простом смешивании раствора танина и пероксидазы (в присутствии перекиси водорода) скорость окисления не возрастает, так как весь фермент оказывается инактивированным. Согласно данным А. Опарина и А. Курсанова [1929], фермент может быть защищен от инактивирующего действия танина путем предварительного добавления к нему раствора пептона, при этом, чем крепче раствор танина, тем большее количество пептона необходимо для того, чтобы «защитить» пероксидазу. Согласно модельным опытам С. Манской, при увеличении количества добавленного пептона возрастает процент окисленного в определенный промежуток времени танина.

Свежий чайный лист содержит лишь очень небольшие количества продуктов белкового распада, способных «защитить» пероксидазу от действия танина. Поэтому при разрушении целостности клеток такого листа пероксидаза, приходя в непосредственное соприкосновение с танином, им инактивируется, что исключает возможность быстрого окисления и образования пигментов в процессе ферментации. Напротив, при завяливании лист обогащается продуктами белкового распада, так как при водном дефиците резко усиливается гидролитическое действие протеолитических ферментов. Вследствие этого, чем больше при завяливании

накапливается продуктов белкового распада, тем больший процент танина должен окисляться при ферментации.

Уже при беглом просмотре журнала анализов можно видеть, что завяленный лист с большим содержанием «растворимого азота» в большинстве

Таблица 2

Партии чая, содержащие после завяливания более 16 мг «растворимого азота» на 1 г сухого вещества

№ пробы	Количество «растворимого азота» в мг на 1 г	Титестерская оценка настоя		Примечания титестера
		I фракция	II фракция	
3	16.86	5.0	3.5	Красный
4	16.6	5.0	3.5	
11	17.2	6.0	4.0	
24	16.83	6.0	4.0	
34	16.26	6.0	4.0	
35	16.29	6.0	4.0	
37	16.79	5.0	4.0	

Таблица 3

Партии чая, содержащие после завяливания меньше 16 мг «растворимого азота» на 1 г сухого вещества

№ пробы	Количество «растворимого азота» в мг на 1 г	Титестерская оценка настоя		Примечания титестера
		I фракция	II фракция	
7	13.29	4.0	2.75	Зеленый Зеленый Зеленый Темноват
13	13.88	4.5	3.0	
17	13.81	4.75	3.5	
18	13.5	4.75	2.75	
19	13.9	4.75	3.0	
21	13.1	4.5	3.5	
23	13.5	5.0	3.25	
26	12.6	5.0	4.75	
29	13.74	5.0	4.0	
30	12.6	4.5	3.0	
31	13.59	5.5	3.25	
32	12.2	4.75	3.0	

случаев дает чай, который как в первой, так и во второй фракции получают высокую титестерскую оценку по настою. Напротив, лист с малым содержанием «растворимого азота» дает и мало настояистые чай. Для большей ясности мы даем таблицы, где выписаны партии чая, обнаружившие после завяливания высокое (табл. 2) и соответственно низкое (таблица 3) содержание «растворимого азота».

Мы видим, что в общем чай, содержащий после завяливания большее количество «растворимого азота», получают и более высокую оценку по настою, но, конечно, здесь эта зависимость не так проста. Нужно иметь в виду, что согласно всему вышеизложенному количество «растворимого азота» в завяленном листе определяет собой лишь процент подвергающегося окислению танина. Понятно, что окраска настоя опреде-

ляется не только этим процентом, но и абсолютным содержанием танина в данной партии чая. Если в ней вообще очень мало танина, то и при большом проценте «растворимого азота» чай все-таки получится недостаточно настояистым. Таким образом, настояистость должна зависеть и от содержания «растворимого азота» и от содержания танина; это во-первых.

Во-вторых, известную роль в окраске чайного настоя играет присутствующий в готовом чае хлорофилл. Специфическая окраска чайного настоя, как мы уже говорили, определяется количеством продуктов окисления танина. Если чай содержит большое количество этих продуктов, то он является «настоястым» независимо от содержания хлорофилла. Напротив, желательно, чтобы в нем хлорофилла было немного, так как при этом условии чайный настой приобретает красивый красноватый оттенок, весьма ценимый в чайном деле: чай, как говорят титестеры, «краснит», и это является показателем высококачественности чая. При малом содержании продуктов окисления танина хлорофилл повышает густоту окраски, одновременно понижая качество колера. Если чай «темнит» или даже «зеленит», по выражению титестеров, то это является безусловно отрицательным моментом. Но отношение титестеров к таким чаям несколько различно. Некоторые титестеры (как например, С. И. Васильев) считают, что при наличии зеленого оттенка балл за настой должен быть значительно снижен, так как чай является в этом случае неполноценным в отношении колера своего настоя; замечено также, что такие чаи очень быстро теряют свою качественность при хранении. Другие титестеры (в частности и работавший с нами на Салибаурской фабрике т. Сильвановский) относятся к зеленым чаям несколько иначе. Они ставят балл, в основном, за густоту, интенсивность окраски настоя и лишь в примечании отмечают, что данный чай является темным или зеленым. Поэтому такие чаи, как, например, приведенные в табл. 3 № 21, 23, 26 и 29, получили относительно высокую оценку по настою не потому, что они содержат значительное количество продуктов окисления танина, а потому, что в них осталось (как это видно из рабочего журнала) много неразрушенного хлорофилла, что придает их настою зеленоватый оттенок (см. примечание титестера), но зато повышает интенсивность окраски.

Для того, чтобы получить правильное представление об интенсивности собственной окраски чайного настоя, зависящей от продуктов окисления танина, необходимо внести в титестерскую оценку некоторую поправку на хлорофилл. На основании ряда соображений мы это сделали следующим образом. Если хлорофилловый показатель данной партии не превышает 30, то, как показывают наши специальные наблюдения, содержащийся в чае хлорофилл не изменяет сколько-нибудь существенно интенсивность собственной окраски настоя, и поэтому титестерский балл для такого чая должен быть сохранен без изменения. Напротив, при более повышенном содержании хлорофилла он увеличивает густоту настоя тем значительнее, чем выше его показатель; и в этом случае в титестерскую оценку должна быть внесена некоторая поправка — несколько снижен балл. Условно для первой фракции чаев с хлорофилловым показателем от 30 до 35 включительно мы снижали титестерскую оценку на полбалла, для чаев с хлорофилловым показателем до 40 — на целый балл и, наконец, выше 40 — на 2 балла. Для второй фракции соответствующее снижение выражалось следующими цифрами: выше 30 до 40 — $\frac{1}{2}$ балла, до 50 — 1 балл и выше 50 — 2 балла.

Результаты этих пересчетов для первой и второй фракций салибаурских чаев сведены в табл. 4.¹

Таблица 4

Поправка на хлорофилл титестерской оценки по настою

№ пробы	I фракция			II фракция		
	Хлорофилловый показатель в % от стандарта	Поправка	Оценка настоя с внесенной поправкой	Хлорофилловый показатель в % от стандарта	Поправка	Оценка настоя с внесенной поправкой
15	21.7	0	4.0	25.0	0	3.0
17	31.0	0.5	4.25	34.0	0.5	3.0
18	25.0	0	4.75	22.0	0	2.75
19	26.0	0	4.75	41.6	1.0	2.0
20	20.0	0	4.75	50.0	1.0	2.75
21	38.0	1.0	3.5	36.0	0.5	3.0
22	57.0	2.0	3.0	68.0	2.0	1.5
23	45.5	2.0	3.0	41.6	1.0	2.25
24	16.7	0	6.0	29.4	0	4.0
25	31.0	0.5	4.0	37.0	0.5	3.25
26	35.7	1.0	4.0	66.6	2.0	2.75
27	37.0	1.0	4.0	47.0	1.0	2.5
28	25.0	0	5.0	33.0	0.5	3.5
29	22.7	0	5.0	20.8	0	4.0
30	14.0	0	4.5	22.0	0	3.0
31	23.0	0	5.5	24.0	0	3.25
32	24.0	0	4.75	31.0	0.5	2.5
33	16.0	0	5.0	36.0	0.5	3.5
34	26.0	0	6.0	29.2	0	4.0
35	23.0	0	6.0	13.5	0	4.0
36	38.0	1.0	5.5	38.0	0.5	3.5
37	21.7	0	5.0	25.0	0	4.0
38	44.0	2.0	4.0	44.0	1.0	2.5
39	29.0	0	4.75	33.0	0.5	2.5

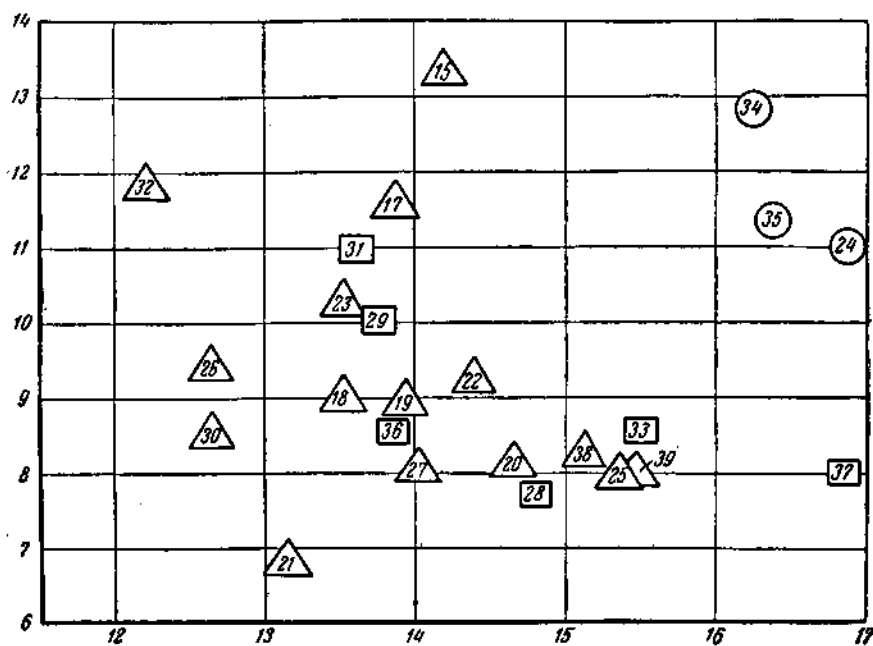
Эти титестерские показания по настою с внесенной в них поправкой на хлорофилл могут быть непосредственно использованы для характеристики собственной настойности чая.

Для того чтобы наглядно представить зависимость настойности чая от содержания в нем танина и от образовавшегося при завяливании «растворимого азота», мы даем нижеследующую диаграмму (фиг. 2), составленную для первой фракции чаев, исследованных нами на Салибаурской фабрике. На вертикальной оси диаграммы отложены количества растворимого танина, содержащегося в той или иной пробе чая. На горизонтали нанесены показатели «растворимого азота».

Каждая фигура, нанесенная на диаграмму, обозначает определенную исследованную нами партию чая. Цифры, стоящие внутри фигур, обозначают номер партии. При этом кружками обозначены те чаи, которые

¹ Мы даем здесь пересчитанные показатели настоя только начиная с пробы № 15, т. к. эти показатели нужны нам для дальнейшего сравнения их с «растворимым азотом» и танином, а определение танина началось в Салибаурской контрольной лаборатории только с пробы № 15.

после указанной выше поправки на хлорофилл получили по настою тестерский балл 6 и выше, прямоугольниками — чай среднего качества с баллом от 5 до 5.75 включительно и, наконец, треугольниками — малонастоистые чай с баллом ниже 5 (см. табл. 4). Мы видим, что высокосортные чай располагаются в правом верхнем углу диаграммы. Это значит, что только в том случае, когда лист содержит в себе достаточное количество танина и, что особенно важно, когда он накопил при завяливании большое количество «растворимого азота», мы получаем хороший настой. Напротив, в левой части диаграммы располагаются исключительно треу-

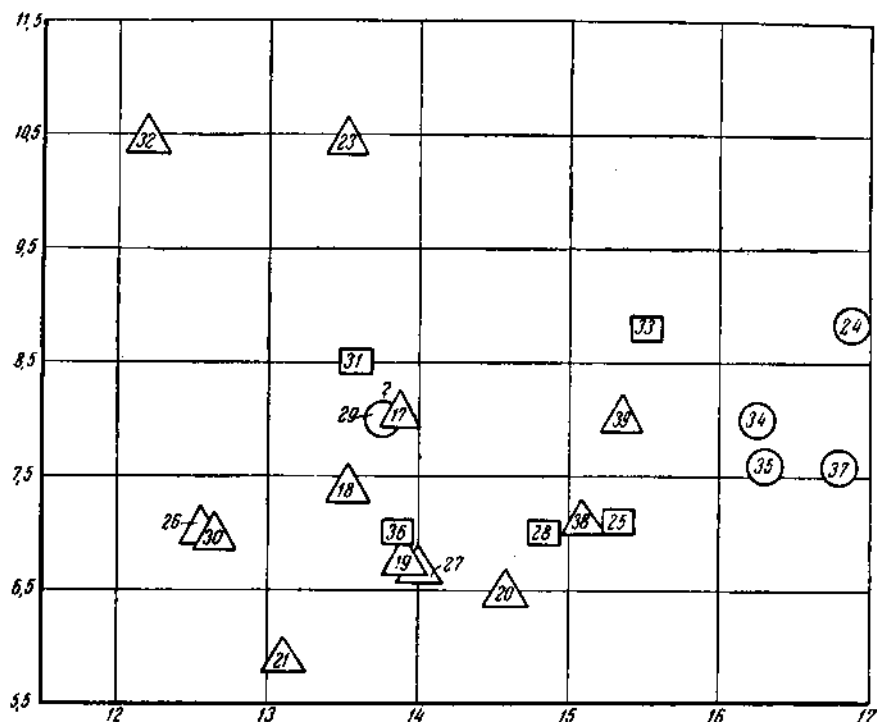


Фиг. 2 — Диаграмма зависимости чайного настоя от «растворимого азота» и танина

гольники — чай малонастоистые. Здесь встречаются образцы и с весьма высоким содержанием танина, но они не образуют хорошего настоя, потому что в них содержится мало «растворимого азота». Благодаря этому танин окислился лишь в небольшом проценте, и настоистость получилась слабая.

Особенно интересна проба, обозначенная треугольником в самой верхней точке диаграммы (проба № 15). Эта проба содержала сравнительно очень большое количество танина. Таким образом, с точки зрения обычной характеристики сырья по танину этот лист имел все предпосылки дать после обработки чай особенно хорошего качества. Но то ли вследствие своих природных свойств, то ли вследствие неправильно проведенного процесса завяливания, — он накопил в себе сравнительно мало «растворимого азота». Между тем повышенное содержание танина, как это

нами уже указывалось, требует и повышенного содержания «растворимого азота». В данном случае этого последнего оказалось недостаточно для того, чтобы «защитить» фермент от инактивирующего действия избыточного количества танина и поэтому, в конечном результате, чай получился особенно низкого качества. Конечно, возможны и другие случаи, когда, несмотря на значительное количество «растворимого азота», чай получается низконастойкий только потому, что в нем было очень мало



Фиг. 3 — Диаграмма зависимости чайного настоя от «растворимого азота» и танина

танина. Такие случаи мы видим в нижней части диаграммы (№ 20, 25, 38 и 39).

Совершенно аналогичным образом построена диаграмма № 3 для второй фракции чаев Салибаурской фабрики. Здесь принято несколько иное обозначение для титестерской оценки настоя в связи с тем, что вторая фракция вообще получает более низкую оценку, чем первая. На диаграмме (фиг. 3) кружками обозначены чаи, имеющие после поправки на хлорофилл титестерскую оценку по настою балл 4 и выше, прямоугольниками — с оценкой 3. 25, 3.5 и 3.75 и, наконец, треугольниками — с оценкой 3.00 и ниже.

Здесь, как и в случае первой фракции, все более высоко-настойные чаи располагаются в правой части диаграммы, т. е. имеют после завялки-

вания повышенное содержание «растворимого азота». Исключение составляет только № 29. Но по всем признакам он незаслуженно получил высокую титестерскую оценку. В примечании титестер отмечает, что хотя этот чай и получился темным по своему колеру, но содержание в нем хлорофилла весьма невелико. Повидимому, здесь произошла или ошибка определения хлорофилла, или, что значительно более вероятно, чай был сильно перегрет при сушке. Это согласуется с резко пониженными показателями для этого чая по вкусу, аромату и разварке листа.

Как и в случае первой фракции, чай с малым содержанием «растворимого азота» (левая часть диаграммы) получаются малонастоистыми. Особенно интересны № 23 и 32, которые, несмотря на повышенное содержание таннина, дают очень малонастоистые чаи.

Подводя итоги полученных нами результатов по настою, мы видим, что это качество чая в значительной степени предопределяется уже теми свойствами, которыми лист обладает после завяливания. Возникающий при завяливании «растворимый азот» обуславливает правильное течение окислительных процессов при ферментации чая, а следовательно и возникновение пигментов чайного настоя. Как мы увидим ниже, с этими же окислительными процессами связан и другой чрезвычайно важный качественный показатель — вкус чая. Наконец, согласно данным, приведенным в статье А. Курсанова [1936], от окислительных процессов как-то зависит и аромат чая. Таким образом мы видим, какое громадное значение для качества чая имеет процесс завяливания. Он предопределяет собой успешность всех последующих операций по переработке чайного листа.

Нужно подчеркнуть, что это значение завяливания определяется не столько количеством потерь при завяливании воды, сколько теми изменениями белкового комплекса, которые при этом происходят в листе. Скорость отдачи листом воды (скорость испарения) в основном определяется температурой, влажностью окружающего воздуха и скоростью, с которой этот воздух протягивается над поверхностью листа. Скорость протеолиза определяется гораздо более сложными обстоятельствами. Здесь играет роль не только водный дефицит, но и в значительной степени природа самого листа, условия, имевшие место при хранении листа до завяливания, условия аэрации и т. д. В силу этого при разных схемах естественного и, в особенности искусственного завяливания, мы не вправе ожидать какого-либо совпадения между потерей влаги и физическим изменением листа, с одной стороны, и химической его подготовленностью — с другой. Лист может за данный промежуток времени при указанных условиях потерять нужное количество воды, но из этого еще не следует, что в нем успели пройти необходимые нам протеолитические процессы и что он накопил вследствие этого нужное количество «растворимого азота».

Ниже мы приводим таблицы, в достаточной степени ярко характеризующие это положение. На табл. 5 приведены данные завяливания, имевшие место в том случае, когда были получены сравнительно высоконастоистые чаи. Напротив, табл. 6 содержит в себе те же данные для низкосортных чаев.

Таблица 5

Условия завяливания для высоконастоистых чаев

Способ завяли- вания	№ пробы	Раствори- мый азот в мг на 1 г	% сухих веществ	В р е м я				Темпера- тура завя- ливания в °С
				до завяли- вания		продолжи- тельность завялива- ния		
				ч.	м.	ч.	м.	
Искусствен- ный	3	16.86	33.5	4	00	8	30	30—32
	4	16.6	32.5	4	00	—	—	—
	11	17.2	35.2	4	10	9	20	30—35
	24	16.83	34.5	1	00	13	00	—
	34	16.26	39.0	1	20	10	20	30—31
Естест- венный	35	16.29	36.6	1	40	18	50	22
	37	16.79	36.3	2	00	18	00	25

Таблица 6

Условия завяливания для малонастоистых чаев

Способ завяли- вания	№ пробы	Раствори- мый азот в мг на 1 г	% сухих веществ	В р е м я				Темпера- тура завя- ливания в °С
				до завяли- вания		продолжи- тельность завялива- ния		
				ч.	м.	ч.	м.	
Искусственный	7	13.29	38.4	4	00	9	50	30—34
	18	13.5	33.0	2	40	8	15	32
	23	13.5	36.2	3	00	11	10	—
	26	12.6	37.2	24	00	7	00	—
	30	13.6	35.3	3	00	—	—	—
	32	12.2	38.2	5	00	6	25	35
Естественный	13	13.88	33.7	4	30	19	00	22
	17	13.81	33.0	1	30	35	00	21
	19	13.9	33.5	3	40	21	00	24
	21	13.1	37.0	2	40	37	00	20
	29	13.74	34.8	1	00	20	30	25
	31	13.59	30	4	00	26	00	21

На приведенных таблицах мы имеем и случаи кратковременного искусственного завяливания, и естественное 18-часовое завяливание, и еще более длительное завяливание в условиях повышенной влажности окружающего воздуха. Приведенные в графе 2 таблиц количества сухих веществ в завяленных листьях характеризуют собой степень физического завяливания листа. Как мы отмечали выше, лист, завяленный до нормы, должен содержать 33—34% сухих веществ. Если их содержится меньше,

то лист недовялен, если больше — то значит влаги удалено слишком много, лист перевялен. В таблицах приведены и те и другие случаи, но мы не можем установить какого-либо постоянного соотношения между степенью физической завяленности листа и количеством накопленного в нем «растворимого азота».

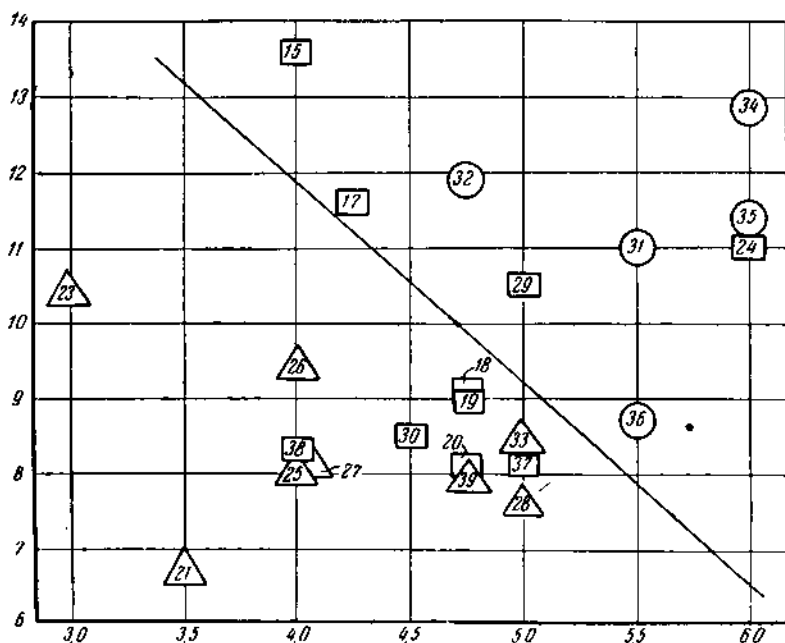
Однако, производительник свою оценку готовности листа в процессе завяливания дает исключительно на основании физических признаков, в буквальном смысле слова — наощупь. Понятно, что таким путем можно до известной степени установить только количество потерянной листом влаги, но ни в коем случае не те химические изменения, которые и составляют основной смысл процесса завяливания. Поэтому-то нередко, в особенности при применении искусственного завяливания, в производстве получаются глубоко различные, весьма пестрые результаты. Располагая азотным показателем, мы очень легко в лабораторных условиях и на фабриках можем установить такую рациональную схему завяливания, при которой в листе накапливалось бы максимальное количество «растворимого азота» и, следовательно, использовались бы на этой стадии все те возможности, которые дает нам зеленый чайный лист.

До сих пор мы, главным образом, сосредоточивали свое внимание на возникновении пигментов чайного настоя. Но внимательный разбор полученных контрольными лабораториями данных показывает, что образование «растворимого азота» при завяливании весьма существенно сказывается и на вкусе получаемого готового продукта. Это зависит от того, что происходящие при ферментации окислительные процессы имеют решающее значение в деле возникновения вкусовых свойств чайного настоя. Если танин чайного листа при ферментации не подвергается окислению, то чай получается весьма терпким и горьким. Но полнота чайного вкуса, его «тело», как говорят титестеры, зависит еще кроме того и от общего содержания в настое растворимого танина (как окисленного, так и неокисленного) и от общего количества экстрактивных веществ. Если их мало, то чай получается «пустой» на вкус, даже и в том случае, когда он обладает густым настоем.

Исследования Н. Дьячкова [1936] и М. Бокучава [1936] до известной степени вскрыли те процессы, которые происходят при ферментации чая. Сейчас же после разрушения клеток чайного листа на роллере начинается довольно энергичное окисление чайного танина в результате действия фермента — пероксидазы. Благодаря этому все большее и большее количество содержащегося в ферментирующем чае танина переходит в окисленное состояние. За этим процессом легко следить по нарастанию цветности чайного настоя. Его можно изобразить кривой, все время поднимающейся кверху и достигающей своей максимальной точки примерно на 6-й час ферментации. Одновременно с процессом окисления, но независимо от него, идет переход танина из растворимого в нерастворимое состояние. Повидимому, танин постепенно связывается с белками и таким образом уходит из настоя. Вследствие этого в течение ферментации количество общего растворимого танина (как окисленного,

так и неокисленного) постепенно понижается, что, конечно, связано с ухудшением вкусовых качеств чайного настоя.

Таким образом, чем дольше мы ферментируем лист, тем меньшее количество остается в нем растворимого танина. Чай получается хотя и в достаточной степени настоистым, но «пустым» на вкус. Наоборот, чай, полученный при кратковременной ферментации, содержит большое количество растворимого танина, но в нем окислительные процессы не успели еще пройти в надлежащей мере, и поэтому он получается малонастоистым и вместе с тем неприятного, горького вкуса. Процесс ферментации может



Фиг. 4 — Диаграмма зависимости вкуса чая от растворимого танина и степени его окисления

считаться правильно проведенным тогда, когда нам удалось сохранить максимальное количество чайного танина в растворимом состоянии и вместе с тем значительный его процент подвергнуть окислению.

Полученные контрольными лабораториями данные полностью подтверждают это положение, что можно видеть из прилагаемой диаграммы (фиг. 4). Здесь на вертикальной оси отложены количества растворимого танина полуфабриката, а на горизонтали — величины, характеризующие степень окисления чайного танина в наших пробах. В качестве этих величин мы взяли показатели цветности настоя с соответствующей поправкой на хлорофилл, как это сделано в табл. 4. Партии чая, расцененные титстером по вкусу баллом выше 3, обозначены кружками, баллу 3 соответствуют прямоугольники, и чай с показателем по вкусу ниже 3 обозначены треугольниками.

Как мы видим, эту диаграмму (фиг. 4) совершенно отчетливо можно разделить при помощи диагональной линии на два поля. Высококачественные по вкусу чай располагаются в правом верхнем углу диаграммы. Следовательно, они получаются только в том случае, когда при достаточном количестве растворимого танина значительный процент его находится в окисленном состоянии. Если же окисление не прошло в надлежащей степени, чай получается среднего качества даже при хорошем содержании растворимого танина (как например, пробы № 15 и 17). На левом нижнем поле диаграммы располагаются уже более низкосортные чай, что связано или с малым содержанием танина («пустота» вкуса, например, № 28) или с недостаточной окисленностью танина (например, № 23).

Третий и притом чрезвычайно существенный элемент качества чая — аромат — не был затронут в работе контрольных лабораторий, потому что в 1934 г. нами еще не были установлены надлежащие объективные показатели, по которым мы могли бы следить за изменением этого качества в процессе производства. В 1935 г. А. Курсановым были установлены объективные показатели чайного аромата и до некоторой степени была прослежена динамика этого качества при изготовлении черного чая. Указанная работа А. Курсанова позволяет в дальнейшем расширить показатели для контроля чайного производства с учетом и тех процессов, которые обуславливают ароматичность чая.

Подводя итоги всему сказанному, мы видим, что уже первый год работы показывает полную возможность внедрения химических методов контроля в чайном производстве. Пользуясь такими показателями, как «растворимый азот», процент раздавленных на роллере тканей, хлорофилл, растворимый танин и т. д., мы не только можем объективно контролировать работу отдельных цехов фабрики, но и правильно ориентировать усилия производственника на достижение им определенных результатов на каждой стадии производства. Нужно вести заваливание так, чтобы к концу его в листе оставалось около 34% сухих веществ, но в то же время так, чтобы в нем успело накопиться максимальное количество «растворимого азота». Работа роллера должна давать 100% раздавливания тканей. При ферментации мы должны окислить по возможности больший процент танина, но и в максимальной степени сохранить его в растворимом состоянии и т. д. Не подлежит сомнению, что внесение ясности в постановку задач, стоящих перед производственником, формулировка этих задач в виде точно установленных показателей и норм, достижение которых может быть легко проверено на ходу производства, позволит значительно улучшить работу фабрик и повысит качество выпускаемой продукции.

Конечно, работа по контролю чайного производства далеко еще не закончена, вернее, она только еще начата. Нам нужно значительно расширить круг подлежащих определению объективных показателей, в первую очередь тех показателей, от которых зависят вкус и аромат чайного настоя. Далее, мы считаем необходимым расширение контроля над ферментационным отделением и установление контроля работы сушильных

печей, который в 1935 г. в нашей схеме совершенно отсутствовал. Наконец, предстоит еще очень большая работа по методике определения. Эта работа должна быть направлена на создание быстрых, экспрессных методов, позволяющих в самом процессе производства устанавливать те или иные отклонения от нормы и сейчас же их исправлять. Но уже и сейчас на основании сделанного опыта мы можем сказать, что объективный химический контроль может и должен быть внедрен в чайное производство.

В заключение должен с большим удовлетворением отметить, что нам удалось выполнить изложенную выше работу только благодаря тому исключительному вниманию, которое мы встретили как со стороны Института чайного хозяйства, так и со стороны администрации и рабочего коллектива тех фабрик, на которых производились наши опыты.

ВЫВОДЫ

1. На основании исследований по биохимии чайного производства, исполненных в 1934 г. руководимой мною группой научных сотрудников, нам удалось установить ряд объективных показателей, пользуясь которыми можно осуществлять контроль чайного производства на отдельных его стадиях.

2. Организованные нами на Салибаурской и Чаквинской чайных фабриках химические и контрольные лаборатории провели контроль производства в течение 1935 г., начиная с мая и кончая сентябрем месяцем.

3. Работа указанных лабораторий позволила в заводской обстановке проверить данные нами схемы и методы контроля и выявила значимость отдельных установленных нами объективных показателей, позволяющих оценивать работу завялочного, роллерного и ферментационного отделений чайных фабрик.

4. Контроль над работой завялочного отделения велся в двух направлениях: устанавливалась степень физической и химической подготовленности завяленного листа к дальнейшим производственным операциям. Степень физической подготовленности устанавливалась по содержанию сухих веществ в завяленном листе. Хорошо завяленный лист должен содержать около 34% сухих веществ. Как недовяленный, так и перевяленный лист существенно затрудняет работу роллерного отделения и снижает полученные им результаты. Недовяленный лист ломается, раскручивается и вследствие этого дает плохую «уборку». Перевяленный лист не в полной мере раздавливается на роллере. Значительный процент ткани в этом случае остается нераздавленным, минует фабричную обработку и портит качество конечного продукта.

5. Контроль за происходящими при завяливании химическими изменениями велся на основании так называемого «азотного показателя». При завяливании происходит ферментативный распад белков, вследствие чего увеличивается количество «растворимого азота». Это имеет весьма существенное значение для правильного течения процесса ферментации чая. Только при наличии значительного количества накопленного при завяливании «растворимого азота» окислительные ферменты чайного лис-

та после разрушения тканей остаются в активном состоянии. В противном случае они инактивируются чайным танином, вследствие чего чрезвычайно замедляются происходящие при ферментации окислительные процессы.

6. За работой роллерного отделения можно следить при помощи установленного нами метода «биоконтроля». Этот метод позволяет учитывать процент нераздавленной на роллерах ткани чайного листа. Указанные участки ткани в этом случае не подвергаются ферментации, и таким образом в них не образуются те продукты, которые обуславливают собой цвет, вкус и аромат готового черного чая. Чем больше мы имеем такой нераздавленной ткани, тем в меньшей степени мы используем наше сырье для получения из него высококачественного готового продукта.

7. Настоистость чая обуславливается теми пигментами, которые возникают при окислении чайного танина в процессе ферментации. Количество этих пигментов зависит, с одной стороны, от общего количества растворимых танинов в зеленом листе, а с другой — от степени их окисления. Поэтому мы имеем ряд случаев, при которых чай с высоким содержанием танина является малонастоистым. Так как степень окисления танинов связана с активностью окислительных ферментов, а это последнее зависит от количества накопленного при завяливании «растворимого азота», мы на основании установленных признаков можем уже по завяленному листу предсказать, насколько полученный из этого листа чай будет высококачественным по настою.

8. От происходящего при ферментации окисления чайного танина зависит также и вкус чая. Если танин чайного листа в процессе обработки не подвергся окислению, то чай получается чрезвычайно терпким и горьким. Но полнота чайного вкуса зависит еще и от общего содержания растворимого танина (как окисленного, так и неокисленного). Высококачественные по вкусу чаи можно получить только в том случае, когда при общем высоком содержании растворимого танина значительный процент его будет находиться в окисленном состоянии.

9. Хлорофилловый показатель готового чая не должен быть выше 30-ти. При более высоком содержании хлорофилла значительно ухудшаются вкус чая и колер настоя, хотя густота настоя и несколько повышается.

A. I. OPARIN

THE INDUSTRIAL CONTROL AT THE TEA FACTORY

Summary

The absence of control in tea production makes extremely difficult its systematic rationalization. The teataster's valuation has rather consumer's than industrial character, as he only may fix good or bad the tea is in its quality, but he cannot surely indicate the dependence of the received quality from the work of either tea-factory's section.

The mentioned absence of objective control can be explained by reason that the chief processes in tea production were not clear untill present

time. Consequently, we could not exactly fix what we do want from different sections or aggregates of the tea-factory, which their objective points are.

Explorations in 1934, having been carried out under my leading, in some degree opened the biological and chemical alterations, that are proceeding with the tea leaf in its remaking at the factory. This already permitted in 1935 to put practically the question of installation the objective control into the tea production. In accordance with the Research Institut of Tea Production we organized two chemical control laboratories at the factories in Salybaury and Tehakwa — both of them made explorations of manufactured tea during the whole production period from May to September inclusively.

The work of the named laboratories on a production scale permitted to look over our schemes and methods of controlling and exposed the meaning of separate showers enabling to value the work of the withering, rolling and fermenting sections.

The works control of the withering section was in two directions: we fixed the degree of physical and chemical preparation of withered leaf for further industrial operations. The physical preparation was fixed by the containing of dry substances. Well withered leaf must have about 34% of dry substances. Both leaves, the unwithered and the overwithered, essentially make difficult the work of the rolling section with lower received results. The unwithered leaf is breaking up, comes unrolled and gives bad appearance of ready tea. The overwithered leaf will not be entirely crushed in the roller. Considerable percentage of material is in this case uncrushed passing over the manufacturing and spoils the final production.

The control on the chemical changes during the withering has been done at the basis of «azote shower». We have here the fermenting falling to pieces of albuginea according to what the quantity of soluble azote is increasing. This is a very important process for the normal tea fermentation. Only having considerable quantity of accumulated during the withering «soluble azote» the oxidated ferments of the tea leaf after destruction are active. On the contrary they are inactivating by tea tannin, with the result that the oxidated processes, arising during the fermentation, are making extremely slow.

The physical preparation does not far ever correspond with the chemical preparation in the natural as well as in the artificial (accelerated) withering. Therefore the determination of withering degree by the physical showers «to the touch» cannot be acknowledged satisfactory, as it does not always orientate the producer in his leading the withering operation.

The roller section's work can be inspected by method of «biocontrol» which permits to discount the percentage of the uncrushed part of tea leaf. Such parts in this case have no fermentation and in this way there is no formation of the products which are stipulating colour taste and aroma of ready black tea. The more we have such uncrushed parts the less we use our raw material for getting the finished goods of high quality.

The liquor of tea depends on those pigments, that arise by the oxidation of the tea tannin in the fermentation process. The quantity of these pigments depends at one side from the general quantity of soluble tannins in green leaf and of the degree of their oxidation at the other side. Therefore we have some cases in which the tea with a high containing of tannin is poor in liquor. As the degree of oxidation of tannin is connected with the activity of the oxidated ferments and the latter depends on the quantity of the accumulated, during the withering, «soluble azote», we can at the basis of the indicated showers foresee by the withered leaf of what high quality in liquor will be the tea received from such leaf.

The tea taste depends also from the oxidation of tea tannin as the result of the fermentation. If the tea leaf's tannin did not get oxidation during its cultivation the tea is to be extremely sour and bitter. But, besides, the fullness of teataste depends still from the general containing of the soluble tannin (oxidated and unoxidated). It is possible to get the high quality teas in taste only when by the high general containing of soluble tannin the considerable percentage of it will be oxidated.

The chlorophyll shower of ready tea must not be higher than 30. The higher containing of chlorophyll makes worse the taste of tea and the colour of liquor, although the richness of colour somewhat increases.

The further work in embedding the control into the tea manufacturing must be chiefly directed to settle «express» methods, permitting in the manufacture process itself to find out either declinations of the rule and to put them right at once.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бокучава М. Температурный режим ферментации чая (в этом сборнике).
2. Демьянов и Прянишников. Общие приемы анализа растительных веществ (1933).
3. Дьячков Н. и Баланцев Б. Биохимические показатели конца ферментации (в этом сборнике).
4. Курсанов А. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935), стр. 32.
5. Курсанов А. и Шуберт Т. Образование и судьба чайного аромата во время изготовления черного чая (в этом сборнике).
6. Манская С. Окислительные процессы в ферментирующемся чае (в этом сборнике).
7. Манская С. Биохимия чайного производства, изд. Субтропкома (1935), стр. 18.
8. Oparin A. u. Kurssanov A. Bioch. Ztschr., 209, 181 (1929).
9. Сб. «Биохимия чайного производства», изд. Субтропкома (1935).



- 409375 -

Цена 3 руб.



ПРИЕМ ЗАКАЗОВ И ПОДПИСКИ

НА ВСЕ ИЗДАНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР
ПРОИЗВОДИТСЯ:

1. В Отделе распространения Издательства Академии Наук СССР. Москва, пр. Художественного театра, 2. Тел. 2-14-62.
2. В Ленинградском отделении Издательства. Ленинград, В. О., 164, Менделеевская линия, 1. Тел. 5-92-62.