

Автореферат
Я

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени М. В. ЛОМОНОСОВА

Для служебного пользования

Экземпляр № 100

Аспирант М. А. ЯЦКО

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА СОКООТДАЧУ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**[Специальность 05.371 — технология
консервирования пищевых продуктов]**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса — 1971

Автореферат
Я

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ имени М. В. ЛОМОНОСОВА

Для служебного пользования

Экземпляр № — — —

Аспирант М. А. ЯЦКО

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА СОКООТДАЧУ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

(Специальность 05.371 — технология
консервирования пищевых продуктов)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ОНАХТ 06.08.10
Влияние электрогидра

Одес
инсти
ленно



v017916

БИБЛИОТЕКА

Одесса — 1971

v017916
ОНАХТ
БИБЛИОТЕКА

Работа выполнена в Опытном-конструкторском бюро электротехнологии Украинского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства.

Научный руководитель —
доктор технических наук **Б. Л. Флауменбаум.**

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор **М. Я. Дикис.**

Кандидат технических наук **Е. И. Соловьева.**

Оппонирующая организация — Одесский опытно-экспериментальный консервный завод им. В. И. Ленина.

Автореферат разослан «___»_____ 1971 г.

Защита диссертации состоится «___»_____ 1971 г. на заседании совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института. Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения, просим направлять в совет института по адресу: г. Одесса, ГСП-510, ул. Свердлова, 112.

Ученый секретарь совета

Л. ЗАПОРОЖЕЦ.

ВВЕДЕНИЕ

Правильное и экономичное расходование сырья является одним из актуальных вопросов производства плодоягодных соков. Применяющаяся в промышленности технология заключается в дроблении плодов с последующим извлечением сока из мезги путем отжима его на прессах. При содержании сока во фруктово-ягодном сырье 90—95%, выход его не превышает 60—70%, а из некоторых других видов еще ниже. Известно, что основными факторами, влияющими на сокоотдачу, являются структура растительной ткани, степень зрелости плодов, вязкость сока, давление и продолжительность пресования и т. д.

Исследованиями кафедры технологии консервирования Одесского технологического института пищевой и холодильной промышленности установлено, что сокоотдача фруктово-ягодного сырья в значительной степени зависит от его клеточной проницаемости.

Высоких выходов сока можно добиться при надлежащей подготовке сырья к пресованию, предусматривающей повреждение протоплазмных оболочек клеток. С этой целью плоды подвергают нагреванию либо замораживанию, электроплазмолизу, ультразвуковому, вибрационному и радиационному воздействию, обработке пектолитическими ферментативными препаратами.

По технологической эффективности и ряду технико-экономических показателей эти методы далеко не равноценны. В частности, тепловая обработка ведет к резкому повышению проницаемости клеток и выхода сока, в то же время она вызывает некоторые нежелательные превращения, ведущие к

понижению качества сока (например, стимулируют меланоидиновые реакции).

Замораживанием с последующей дефростацией плодов можно добиться большого выхода сока, однако этот метод еще не нашел требуемого аппаратного оформления. Это же можно сказать и в отношении радиационной обработки. Недостаточно эффективно в технологическом отношении действие ультразвука и низкочастотной вибрации.

Применение ферментативных препаратов способствует увеличению выхода сока, лучшему его осветлению и облегчает процесс фильтрации. Вместе с тем длительность процесса, необходимость применения периодически действующих аппаратов ограничивает его использование в соковой промышленности.

Весьма перспективным является, на наш взгляд, предложенный Б. Л. Флауменбаумом метод обработки плодов переменным электрическим током (напряжение 220 вольт), который вызывает почти мгновенную коагуляцию белков протоплазмы, увеличение ее проницаемости, вследствие чего сокоотдача возрастает. Однако применение этого метода к мезге жидкой консистенции требует особых мер по технике безопасности.

Резюмируя сказанное, следует отметить, что ни один из предложенных способов не отвечает полностью требованиям современного производства.

Вот почему, несмотря на имеющееся большое число исследований, вопрос об изыскании оптимального метода обработки плодов перед прессованием является актуальным.

Ознакомившись с теорией электрогидравлического эффекта (ЭГЭ), мы пришли к выводу о возможности применения его для повышения проницаемости клеток сочного растительного сырья и увеличения выхода сока.

Широкие исследования в области изучения физики процесса ЭГЭ начаты в нашей стране и за рубежом после опубликования в 1955 году советским инженером Юткиным Л. А. своих работ.

ЭГЭ представляет собой сложный комплекс физических явлений, возникающих при высоковольтном искровом разряде в жидкости, который сопровождается мощными гидравлическими ударными волнами, интенсивным ультразвуковым и световым излучением, кавитационными процессами, образованием импульсных магнитных полей и т. д.

Установлено, что ЭГЭ может быть использован более чем

в шестидесяти отраслях народного хозяйства. Исследования по применению его в пищевой промышленности немногочисленны.

Известны, главным образом, работы И. А. Рогова и Н. Е. Федорова с сотрудниками по использованию ЭГ-обработки в технологии мясных и молочных продуктов.

Действие ЭГЭ на растительную ткань и, в частности, на повышение сокоотдачи фруктово-ягодного сырья до сих пор никем не изучалось.

В настоящей работе были поставлены следующие задачи: изучить реакцию растительных клеток на ЭГ воздействие, определить возможность применения этого фактора для повышения сокоотдачи плодов и ягод; установить оптимальные параметры процесса; определить тип сырья, для которого данный вид обработки наиболее приемлем, исследовать влияние ЭГЭ на физико-химический состав сока и его пищевую ценность; проверить бактерицидное действие ЭГ обработки. Создать и испытать в производстве экспериментальную, а затем и опытно-промышленную электрогидравлическую установку непрерывного действия; проверить эффективность обработки плодово-ягодной мякоти на ЭГ установке мембранного типа.

Работа состоит из литературного обзора и трех глав.

В первой главе представлены методы исследования, описана конструкция использованной аппаратуры и приборов, изложены экспериментальные работы по определению повреждающего действия ЭГЭ на растительное сырье и повышение его сокоотдачи. Приведены данные по изысканию оптимальных параметров процесса.

Глава вторая посвящена характеристике конструкций разработанных ЭГ установок периодического и непрерывного действия и результатам их испытаний на производстве. Здесь же представлены итоги поисковых работ на мембранной ЭГ установке.

В третьей главе суммированы результаты работ по отдельным разделам: определение физико-химических показателей соков, подвергнутых ЭГ воздействию, и токсиколого-биологические испытания их на животных, изучение бактерицидного действия ЭГЭ, исследование влияния ЭГ обработки мякоти на процесс самоосветления виноградного сока.

В приложении представлены титульные листы трех авторских свидетельств, расчет экономической эффективности от внедрения непрерывной электрогидравлической установки

для обработки виноградной мезги, акты производственных испытаний, акты дегустационной проверки сока в Украинском научно-исследовательском институте консервной промышленности, протокол заседания дегустационной комиссии при Киевском научно-исследовательском институте гигиены питания.

Работа изложена на 163 страницах машинописного текста, содержит 22 таблицы, иллюстрирована 51 рисунком.

Лабораторные исследования проведены в отделе природных соединений Проектно-конструкторского бюро электрогидравлики (ныне химико-технологический отдел опытно-конструкторского бюро электротехнологии УНИИМЭСХ). Совместно с лабораторией соков и детских консервов Украинского научно-исследовательского института консервной промышленности выполнены физико-химические и микробиологические исследования виноградных соков, обработанных электрогидравлическим эффектом. Токсиколого-биологические исследования проведены совместно с лабораторией санитарной экспертизы Киевского научно-исследовательского института гигиены питания. Производственные испытания ЭГ установки проходили на Кучурганском пункте первичной переработки сырья Одесского опытно-экспериментального консервного завода имени Ленина, в соковом цехе этого завода и на винном заводе совхоза Радсад Николаевской области.

ГЛАВА I

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НА ПОВРЕЖДЕНИЕ КЛЕТОК СОЧНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Анализируя теорию высоковольтного искрового разряда в жидкости, мы пришли к выводу о возможности использования его для обработки фруктово-ягодного сырья.

В связи с тем, что эффективность действия разряда зависит от многих факторов (конструктивных особенностей установки, электрических параметров, физических свойств среды), мы в своих исследованиях на данном этапе пользовались одной лабораторной ЭГ установкой и определенными пределами величин: емкость C , напряжение U , рабочий промежуток РП, количество импульсов n , сохраняя неизменными прочие условия опытов.

Максимальная мощность разряда (P_{\max}) определяется следующим соотношением $P_{\max} = \frac{0,588W_1}{\sqrt{LC}}$, где $W_1 = \frac{CU^2}{2}$

максимальное время — $\tau_{\max} = 1,18 \sqrt{LC}$. Следовательно, необходимо стремиться к уменьшению времени разряда τ , индуктивности L и емкости цепи C . В то же время величина C не может быть малой, так как определяет и величину запасенной энергии W_1 . Чтобы емкость соответствовала необходимой величине запасенной энергии и оптимальной длительности разряда, можно повысить U .

Однако, безгранично увеличивать U нельзя, так как устройства получают громоздкими и не всегда удается обеспечить приемлемые габариты установки и безопасность ее обслужи-

вания. Поэтому в своих исследованиях мы пользовались напряжением 30—70 кв, емкостью конденсаторной батареи 0,4—1 мкф, количеством импульсов от 5 до 500 (в отдельных случаях до 1000). Рабочий промежуток в пределе от 20 до 30 мм уточняли осциллографированием процесса разряда.

Исследования проводили на лабораторной ЭГ установке, состоящей из генератора импульсов тока и технологического узла. Основные конструктивные элементы генератора: высоковольтный трансформатор ВТМ 35/70 и набор конденсаторов ИМГ 80/1, 50/01. Схема формирования высоковольтного электрического разряда приведена на рис. 1.

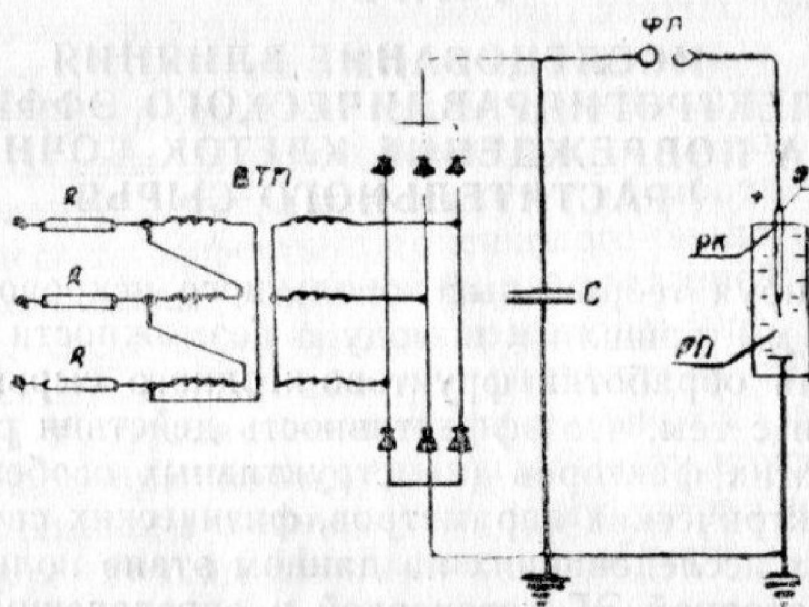


Рис. 1.

От источника постоянного тока высокого напряжения ВТМ заряжается конденсаторная батарея С. Накопленная энергия через шаровой воздушный разрядник (формирующий промежуток ФП) разряжается в рабочем промежутке РП между положительным и отрицательным электродами (Э), размещенными внутри рабочей камеры (РК).

Технологический узел лабораторной установки состоит из цилиндрической рабочей камеры емкостью 2,3 литра со сферическим дном и герметически закрывающейся крышкой.

Положительным электродом служит острозаточенный стальной прут диаметром 8 мм с полиэтиленовой изоляцией диаметром 300 мм, отрицательным — дно камеры.

При определении механизма действия ЭГЭ на растительную ткань в основном пользовались сахарной свеклой как

сырьем более доступным для эксперимента в течение значительной части года, позволяющим изучить основные закономерности реакции растительной ткани на данные воздействия. Для сахарной свеклы был установлен оптимальный режим. Как механизм действия, так и режим работы уточняли, исследуя другие виды сырья: морковь, айву, сливы, абрикосы, вишни, виноград.

Сахарную свеклу и морковь перед обработкой натирали на крупной терке, айву нарезали кусочками, сливы, абрикосы и вишни применяли целыми.

Электрогидравлическую обработку проводили в воде. Виноградная мезга, имеющая жидкую консистенцию, не требовала добавления воды.

Проведенные нами исследования по кинетике извлечения сухих веществ из клеток позволили установить, что ЭГ обработка на всех режимах способствует значительному

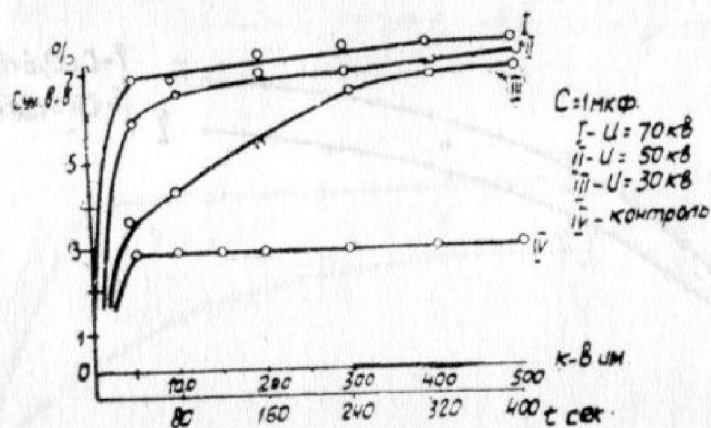


Рис. 2.

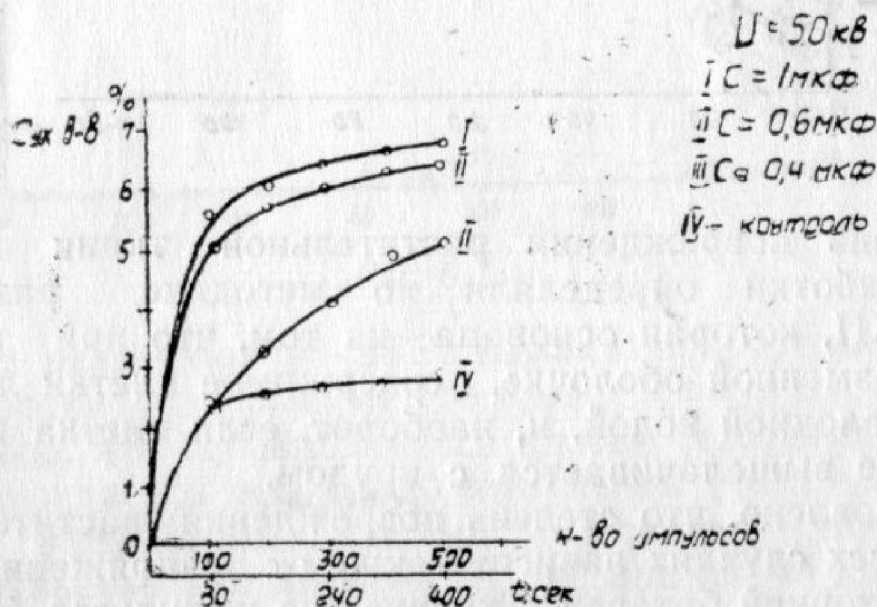


Рис. 3.

(против контрольных образцов) накоплению сухих веществ в экстракте. Некоторые данные исследований стружки сахарной свеклы (гидромодуль 2,5) представлены на рис. 2 и 3.

Из графиков видно, что с возрастанием величин C, U (определяющих энергию одного импульса) и общего количества импульсов значительно повышается содержание сухих веществ в экстракте. При исследовании воздействия ЭГЭ на сахарную свеклу наибольший интерес представлял вопрос повышения содержания сахара в экстракте. Результаты показали, что данный процесс значительно интенсифицируется при ЭГ воздействию. Выход сахара из клеток сахарной свеклы (как и сухих веществ) увеличивается с повышением энергии импульса и количества импульсов. Например, при режиме $C=1$ мкф, $U=50$ кв, $РП=20$ мм (оптимальном режиме) и $n=100$ импульсов извлекается 91% сахара от содержания его в исходном сырье (рис. 4).

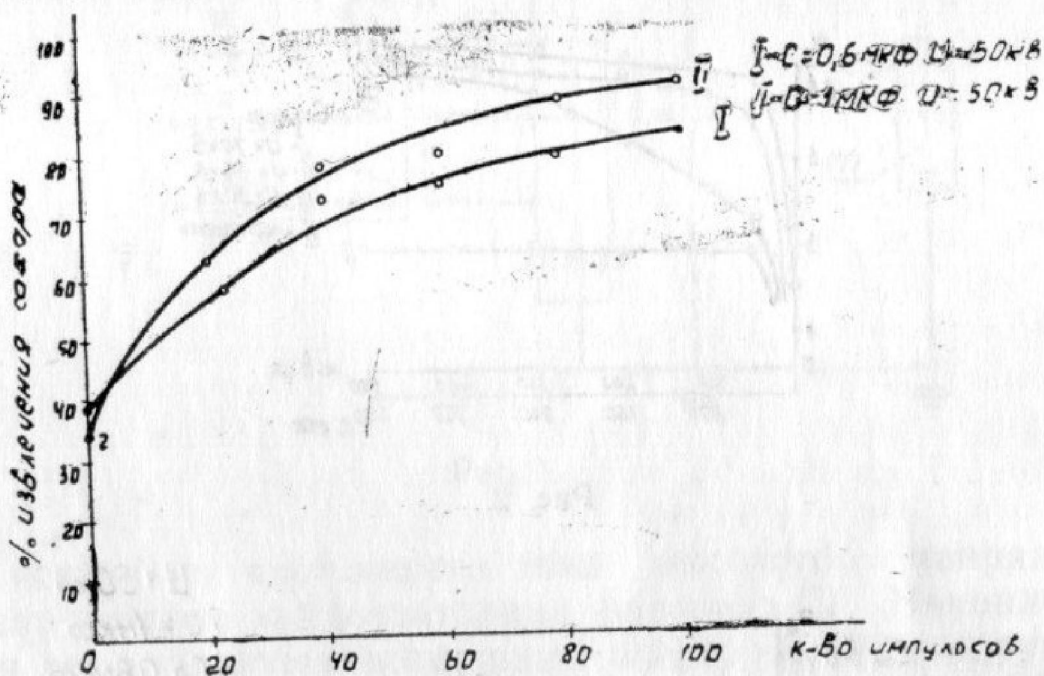


Рис. 4.

Степень повреждения растительной ткани в процессе ЭГ обработки определяли по методике, разработанной ОТИПиХП, которая основана на том, что при нарушенной протоплазменной оболочке, содержимое клетки легко вымывается холодной водой, и, наоборот, если клетка цела; ее содержимое выщелачивается с трудом.

Установлено, что степень повреждения растительных клеток во всех случаях зависит также от напряжения, емкости конденсаторной батареи и количества импульсов (рис. 5 и 6). Отмечено, что растительные клетки различных видов сырья

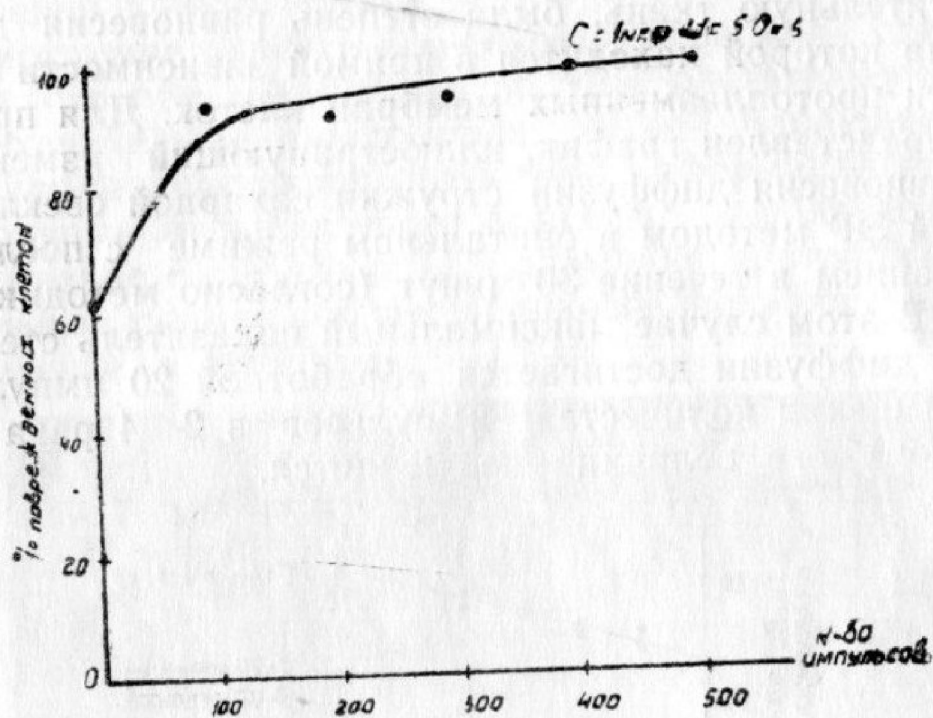


Рис. 5.

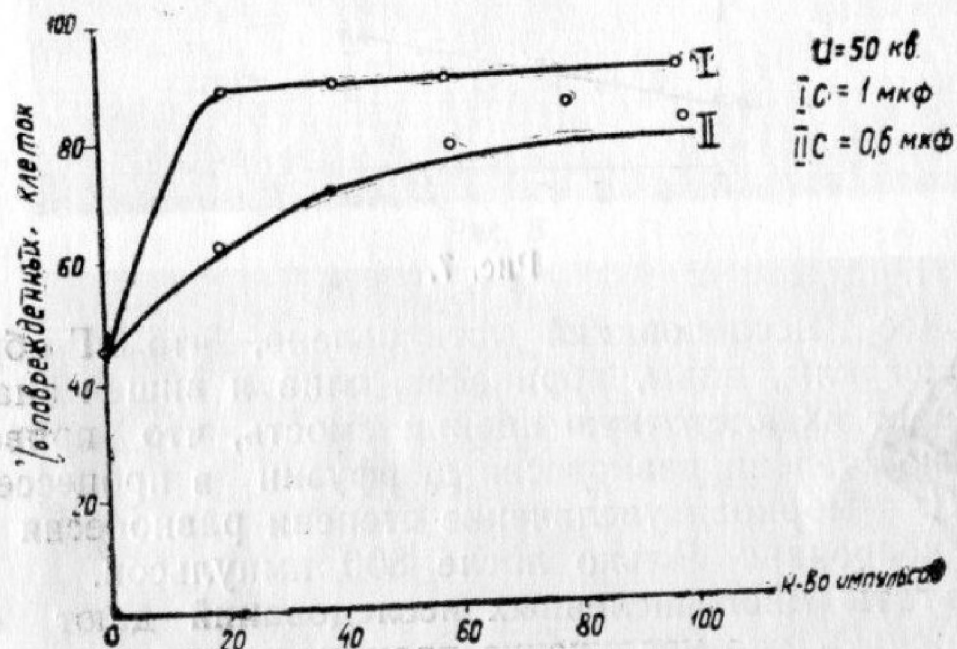


Рис. 6.

неодинаково реагируют на ЭГЭ. Анализ полученных результатов обработки (при режиме $C = 1 \text{ мкФ}$, $U = 50 \text{ кВ}$) позволил сделать вывод, что основная масса клеток сахарной свеклы (89%) повреждается при $n = 20$ импульсам (т. е. 40 импульсов на кг), в то время как 100% клеток — только при $n = 500$ импульсам, для айвы — 93,3%, при $n = 60$ импульсам; а для моркови 81,6%, при $n = 100$ импульсам.

Следующим фактором, характеризующим влияние ЭГЭ на растительную ткань, была степень равновесия диффузии, величина которой находится в прямой зависимости от проницаемости протоплазменных мембран клеток. Для примера на рис. 7 представлен график, иллюстрирующий изменение степени равновесия диффузии стружки сахарной свеклы, обработанной ЭГ методом в опитальном режиме с последующим настаиванием в течение 30 минут (согласно методике определения). В этом случае максимальный показатель степени равновесия диффузии достигается обработкой 20 импульсами, а при повышении количества импульсов в 2—4 раза (40—80 импульсов) его величина не меняется.

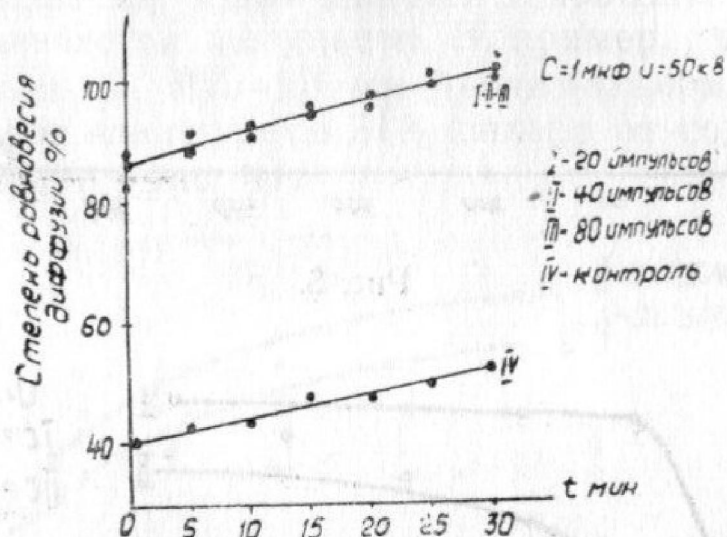


Рис. 7.

В процессе исследований установлено, что ЭГ обработка сахарной свеклы, айвы, абрикосов, слив и вишен значительно повышает их клеточную проницаемость, что приводит к увеличению степени равновесия диффузии в процессе настаивания. Для моркови увеличение степени равновесия диффузии зафиксировано только после 800 импульсов.

Результаты многочисленных исследований дают основание утверждать, что увеличение проницаемости клеток может быть объяснено только действием ЭГЭ, температурный фактор в данном случае не оказывал заметного влияния, так как в основной массе опытов температура не поднималась выше 30—33°C и только при использовании самого жесткого режима (С=1 мкФ, U=70 кВ, n=500 импульсов) достигала 48°C.

Ввиду того, что действие ЭГЭ на растительную ткань еще не изучалось, представлялось интересным рассмотреть обработанные клетки под микроскопом. Следует отметить, что из-

мельчение тканей и их размягчение сильно усложняли задачу получения тонких срезов.

Просмотр многочисленных снимков позволил сделать заключение, что при воздействии ЭГЭ на растительное сырье, кроме механического измельчения тканей, наблюдается полное разрушение клеточной структуры, деформация отдельных клеток, разрыв межклеточного вещества и разделение клеток, вымывание содержимого, деформация протоплазмы.

Отдельные снимки клеток абрикосов показаны на рис. 8, 9 (увеличение в 680 раз).



Рис. 8.

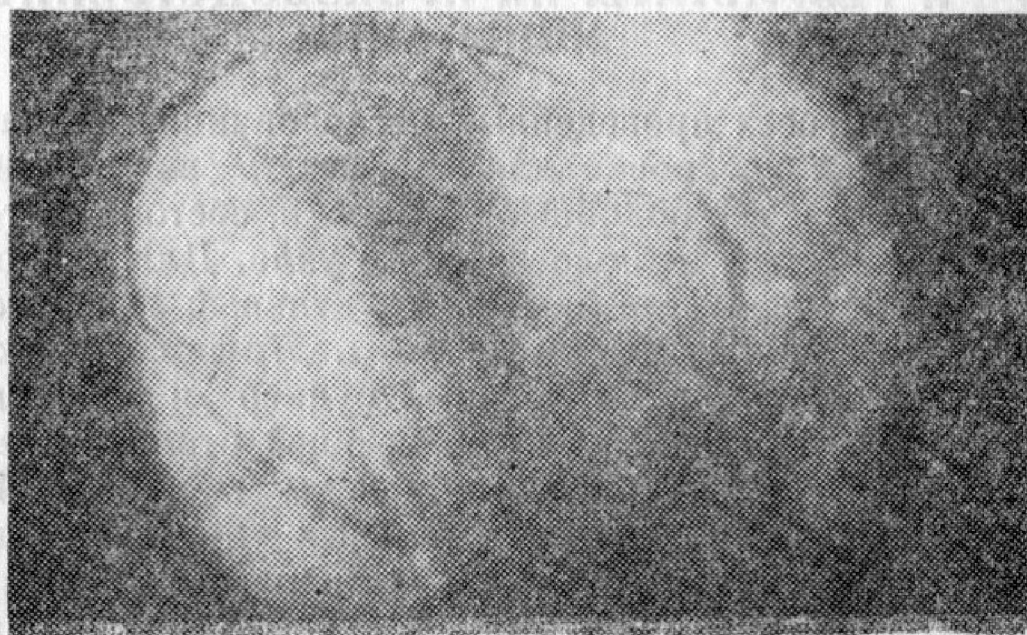


Рис. 9.

Исследования по извлечению сока подтвердили наши предположения о возможности увеличения сокоотдачи пло-

дов под влиянием ЭГЭ и позволили уточнить необходимое количество импульсов для каждого вида сырья.

В то же время совокупность полученных результатов разрешает утверждать, что выбранный метод наиболее приемлем для мезги жидкой консистенции, т. к. при обработке в воде (необходимой для всех других видов сырья) наблюдается значительный переход сухих веществ в воду. Поэтому в дальнейших исследованиях мы пользовались только виноградной мезгой.

Лабораторная установка обеспечивала обработку 25-ю импульсами 1 кг мезги при энергии одного импульса 1,25 кдж. Такой режим способствует повышению выхода сока против контрольных образцов на 7—11%. При большем количестве импульсов сырье оказывалось слишком измельченным, что осложняло прессование и снижало выход сока.

Особого внимания заслуживает характер полученных выжимок. Если в контрольных пробах на кожице остается тонкий слой мякоти, то в опытных партиях кожица очень тонкая и сухая, а косточки целые.

ГЛАВА II.

ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИНОГРАДНОЙ МЕЗГИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ

С учетом всех проведенных исследований создана экспериментальная установка для обработки виноградной мезги, которая, как и все подобные установки, состоит из генератора импульсов тока и технологического узла. Для данного случая разработан специальный малоиндуктивный генератор, имеющий согласованный режим работы. Технологический узел установки содержит загрузочный бункер и рабочую камеру. Последняя выполнена из нержавеющей стали, имеет цилиндрическую форму с конусным днищем и емкость 13 литров. Электроды изготовлены из стальных прутьев диаметром 10 мм, остро заточены на концах и расположены в камере горизонтально. От корпуса оба электрода изолированы полиэтиленом. Вся установка, генератор и технологический узел смонтированы на автоприцепе.

В производственных испытаниях экспериментальной установки ставили следующие основные задачи:

- исследование при разных параметрах с целью уточнения оптимального режима работы;
- изготовление при оптимальном режиме опытных и контрольных партий сока-полуфабриката для наблюдения за процессом хранения;
- исследование физико-химических и органолептических показателей опытных и контрольных партий сока-полуфабриката;
- определение бактерицидного действия электрогидравлического эффекта.

Всего было проведено 30 опытов, в которых применяли гибридные и европейские сорта винограда. Мезгу подвергали ЭГ обработке после центробежного гребнеотделителя и перед отделением сока-самотека. В дальнейшем технология изготовления была общепринятой и ничем не отличалась от изготовления контрольных партий.

Температура мезги под влиянием ЭГЭ повышалась на 2—4°. Обработанная мезга, в отличие от исходной, по своей консистенции была более жидкая и не содержала целых ягод. Опыты проводили при постоянном рабочем напряжении $U=40$ кв, рабочем промежутке РП=30 мм. Переменными были емкость конденсаторной батареи — С и количество электрических импульсов, расходуемых на обработку. В опытах 1, 2, 3 (таблица 1) $C=1$ мкф, а в опытах 4, 5, 6 $C=2$ мкф. Данные таблицы показывают, что с увеличением количества импульсов повышается выход сока, достигая максимума при

Таблица 1
Средние данные испытаний электрогидравлической
установки периодического действия

Опыт	Количество импульсов	Выход сока в процентах
Контроль	—	70,3
Обработка 1	100	76,0
Контроль	—	70,2
Обработка 2	150	78,1
Контроль	—	70,3
Обработка 3	200	70,7
Контроль	—	74,7
Обработка 4	100	78,4
Контроль	—	76,8
Обработка 5	150	81,0
Контроль	—	74,7
Обработка 6	200	77,8

150 импульсных разрядах и $C=1$ мкф (количество импульсов на 1 кг мезги 11,5). Дальнейшее увеличение количества и энергии импульсов приводит даже к некоторому снижению выхода сока, так как мезга превращается в кашеобразную массу, что затрудняет прессование.

Для наблюдения за процессом осветления была выработана опытная партия виноградного сока в установленном режиме, которую расфасовывали методом горячего розлива в 3-х и 10-ти литровые баллоны.

Опытно-промышленная установка для обработки виноградной мезги в потоке, разработанная с учетом всех проведенных исследований и защищенная авторским свидетельством, состоит из генератора импульсов тока (ГИТ), пульта управления и технологического узла.

Техническая характеристика генератора импульсов тока (ГИТа)

Мощность, потребляемая генератором в номинальном режиме	23,5 кВт
Напряжение источников питания	380 в
Частота питающей сети	50 гц
Ток, потребляемый из сети	35,5 а
Рабочее напряжение генератора	50000 в
Максимальное напряжение на конденсаторах	50000 в
Емкость конденсаторов	4 мкф
Энергия, запасенная конденсаторами	5 кдж
Частота следования импульсов	2 гц
Питание обмотки управления дросселя	24 в
Ток обмотки управления	9 а
Количество рабочих электродов	4

Согласно разработанной электрической схеме работы ГИТа достигается одновременный пробой четырех рабочих промежутков (РП) между четырьмя парами электродов при одном формирующем промежутке. Монтаж электрической части установки проведен в соответствии с правилами техники безопасности. Технологический узел выполнен в соответствии с техническим заданием Одесского консервного завода. Он состоит из 4-х эллипсоидных камер, которые жестко крепятся на наклонной раме. Рабочие камеры изготовлены из нержавеющей стали Х18Н9Т толщиной 5 мм. В каждой камере вертикально расположены два электрода из стали диаметром 10 мм, изолированы от корпуса полиэтиленом. Весь технологический узел обшит стальными панелями, на внутренних по-

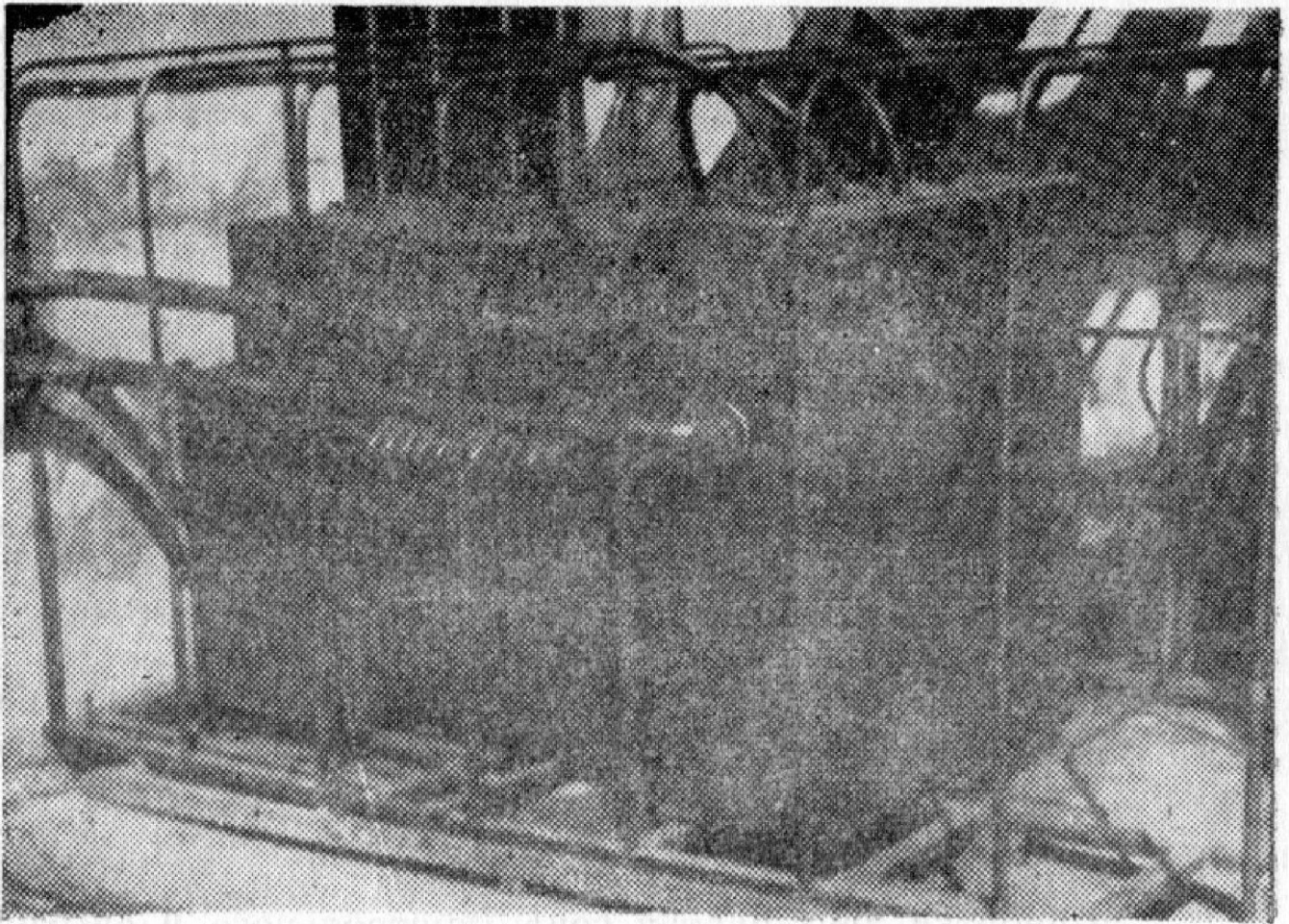


Рис. 10.

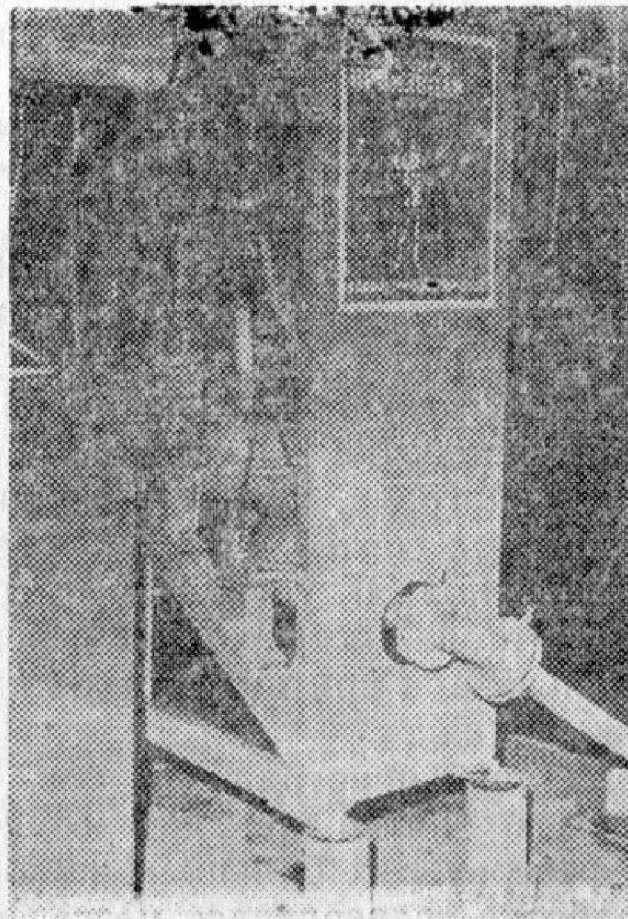


Рис. 11

017916

ОНАХТ
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

~~Одесский технический университет~~

верхностях которых для уменьшения шума наклеен полихлоруретановый микропор. Общий вид установки изображен на рис. 10, технологический узел — на рис. 11.

Электрогидравлическая установка включалась в технологическую линию фруктового цеха после гребнеотделителя Д-41. Мезга подавалась на обработку плунжерным насосом НПМ 10/16 по трубопроводу последовательно в четыре камеры. Подача мезги непосредственно в зону разряда обеспечивала более равномерную обработку.

В процессе испытания намечалось провести исследования по уточнению необходимого количества импульсов для обработки одного килограмма виноградной мезги, обеспечивающее максимальное увеличение сокоотдачи на имеющихся параметрах ГИТ, изучение работы установки в выбранном режиме с целью выяснения ее технических возможностей в непрерывном технологическом процессе получения виноградного сока, а также определения производительности и выхода сока:

- исследование изменений химического состава и органолептических свойств соков, изготовленных при испытании;
- выработка двух партий сока (контрольного и опытного) для наблюдения за процессом хранения его в тенках;
- проверку бактерицидного действия электрогидравлического эффекта;
- изучение токсиколого-гигиенических свойств полученных соков путем проведения опытов на животных в подостром, остром и хроническом экспериментах. В результате большого числа опытов установлено, что оптимальное количество импульсов на 1 кг мезги при выбранных параметрах ГИТа равно 11,5.

В табл. 2 приведены результаты определений выхода сока из подвергнутых ЭГ обработке в выбранном режиме и необработанных партий винограда, представляющих собой смесь европейских и гибридных сортов. Производственные испытания опытно-промышленной ЭГ установки непрерывного действия подтвердили, что она соответствует своему назначению и может быть использована при выработке виноградного сока в технологических линиях.

В процессе испытаний виноградный сок изготовляли по обычной технологии, принятой при расфасовке и хранении полуфабриката в резервуарах большой емкости на холоду. При этом ЭГ обработке подвергалась мезга после дробилки-гребнеотделителя, затем следовало отделение сока-самоте-

Таблица 2

Результаты производственного испытания электрогидравлической установки непрерывного действия на оптимальном режиме

№№ прессования	Режим обработки мезги	Выход сока в процентах	
		общий	самотек
1.	11,5 имп/литр	78,5	58,3
2.	»	78,36	65,8
3.	»	79,2	63,0
4.	»	77,6	57,9
Ср. данные		78,4	61,5
1.	Контрольный	70,4	51,3
2.	»	71,0	52,1
Ср. данные		70,7	51,7

ка, прессование, сепарирование, пастеризация и, наконец, наполнение тенков соком.

Кроме влияния «открытого» разряда, возникающего непосредственно в мезге, интересно было проверить возможность увеличения сокоотдачи при обработке на ЭГ установках мембранного типа, предложенных И. А. Роговым, характерной особенностью которых является формирование электроимпульсного разряда между двумя электродами в воде и передача его действия обрабатываемой массе через мембрану. Работы проводили в поисковом плане. В разработанной специально для этого лабораторной установке, рабочая камера емкостью 7,4 кг находилась между двумя разрядными камерами и отделялась от каждой из них мембраной, изготовленной из титанового сплава толщиной в 1 мм.

Режим работы каждой пары электродов следующий:
 $U=50$ кв, $C=1$ мкф, $РП=30$ мм, $n=75; 100; 150$.

Проведенные исследования показали, что применение двухсторонней мембраны дает наибольший эффект в отношении увеличения выхода сока (8,9%) при расходе на 1 кг мезги 29 импульсов, что значительно больше, чем на ЭГ установке с «открытым» разрядом.

Следует учесть, что на данном этапе нас интересовала только принципиальная возможность такой обработки. Естественно, при создании более совершенных ЭГ установок мембранного типа разрыв в расходе электроэнергии на 1 кг продукта сократится.

ГЛАВА III.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКТА, ПОДВЕРГНУТОГО ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Исследования по определению влияния ЭГ обработки на физико-химический состав соков проводили как в лабораторных условиях (на установках с «открытым» разрядом и мембранного типа), так и в производственных испытаниях экспериментальной и опытно-промышленной установок.

Полученные результаты показали, что при лабораторных исследованиях на выбранных параметрах (от 8 до 400 кдж на 1 кг продукта) не изменяется содержание в соке общего количества сахара, пектина, общей кислотности, не наблюдается образование метилового спирта и повышение радиоактивности соков. Отмечалось некоторое повышение зольности и содержания железа.

Более широко качество соков проверяли в процессе производственных испытаний (см. таблицу 3).

Таблица 3

Физико-химические показатели качества виноградного сока

Наименование показателя	Един. изм.	Сок из гибридных сортов винограда		Сок из европейских сортов винограда	
		контр.	обработ.	контр.	обработ.
Сухие вещества	%	18,0	18,1	20,0	19,9
Сахар общий	%	15,5	15,6	18,1	18,0
Кислотность	%	1,170	1,170	0,975	0,990
Сумма дубильных и красящих веществ	%	0,073	0,105	0,140	0,150
Общее содержание коллоидных веществ	г/л	9,100	9,880	6,500	8,270
Азотистые вещества	%	0,446	0,558	0,525	0,560
Винный камень	%	0,592	0,615	0,665	0,674
Зола общая	%	0,280	0,283	0,243	0,270
Цветность	Ед. оптич. плотн.	0,370	0,600	0,060	0,060
Плотность	кг/м ³	107,5	107,6	108,3	108,2
Вязкость	с/ст	2,50	2,50	1,54	1,59

Исследованиями установлено, что при оптимальных режимах работы (14,4 кдж/кг) во всех случаях сохраняется ос-

новой химический состав сока, отмечается повышение содержания в нем азотистых, дубильных, красящих, коллоидных веществ, винного камня. В пробах сока, обработанных на ЭГ установке непрерывного действия с использованием электродов из стали 3, проверялось содержание макро- и микроэлементов методом спектрального анализа (таблица 4).

Таблица 4

Содержание микро- и макроэлементов
в виноградном соке

Наименование элементов	Содержание микроэлементов в мг/л в соке	
	обработанном	контрольном
Алюминий	27,55	24,44
Магний	38,79	31,77
Кальций	177,00	158,90
Железо	38,79	31,77
Марганец	3,32	2,97
Никель	4,75	2,69
Кобальт	0,038	0,022
Фосфор	63,72	31,77
Хром	0,382	0,331
Медь	1,539	1,105
Цинк	0,762	0,540
Кремний	38,89	31,77

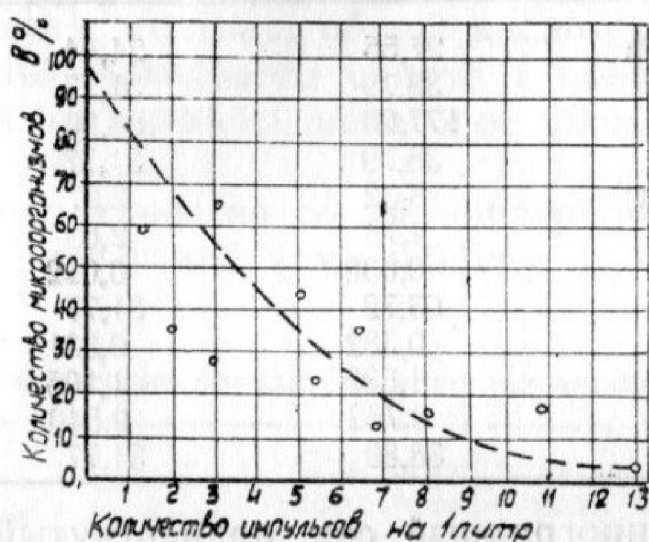
Неоднократно виноградный сок, подвергнутый ЭГ воздействию, представляли на дегустационную оценку в соответствующие научно-исследовательские институты и медицинские учреждения. Во всех случаях отмечалось, что опытные партии сока отличаются от контрольных лучшей окраской, полнотой вкуса и ярче выраженным ароматом свежего винограда и рекомендовалось использовать соки, обработанные на установке непрерывного действия с использованием выбранных режимов и электродов из стали 3 для питания населения. Подобные, хотя и менее ярко выраженные, результаты получены при анализе качества соков, обработанных на мембранной установке.

Влияние действия виноградного сока, подвергнутого ЭГ обработке, на организм животных исследовалось с применением тестов общепринятых при токсикологических опытах. Во всех случаях параллельно проверяли опытные и контрольные образцы соков. Исследованиями в остром эксперименте в течение двенадцати дней, подостром, хроническом — 9 меся-

цев установлено, что весовые коэффициенты в опытных партиях в процессе эксперимента не имели отклонения от нормы.

При вскрытии животных, питавшихся соком, подвергнутом ЭГ обработке с использованием электродов из стали 3, а также на мембранной установке не обнаружено каких-либо патологических изменений в органах и тканях. Как положительный фактор следует отметить повышение гемоглобина и эритроцитов в крови животных.

Отдельными испытаниями было подтверждено бактерицидное действие ЭГЭ на виноградную мезгу. Установлено также, что с возрастанием количества импульсов на 1 кг мезги общая обсемененность ее уменьшается (рис. 12).



Влияние импульсной обработки на снижение количества микроорганизмов в мезге

Рис. 12.

Соки-полуфабрикаты, изготовленные из мезги, обработанной перед прессованием на ЭГ установке периодического действия, хранили на складе в бутылках, а изготовленные при испытании установки непрерывного действия — в холодильном отделении в тенках.

Наблюдения за образцами соков при хранении показали, что ЭГ обработка виноградной мезги не замедляет процесса самоосветления, так как через 5 месяцев содержание винного камня и коллоидных веществ в опытных и контрольных партиях соков было на одном уровне. При этом осадки в опытных соках были более плотными и содержали на 2—6% сока меньше, чем в контрольных.

ВЫВОДЫ

1. Электрогидравлическая обработка, при которой в жидкости возникают мощные гидравлические ударные волны, импульсные магнитные поля, интенсивное ультразвуковое и световое излучение, кавитационные процессы, вызывает повреждение клеточной структуры растительной ткани. При определенных параметрах обработки наблюдается разрыв и деформация межклеточного вещества, клеточных оболочек и протоплазменных мембран, в результате чего доля поврежденных клеток достигает 80—98%, а клеточная проницаемость резко возрастает.

2. В процессе электрогидравлической обработки заметно интенсифицируется кинетика диффузии растворимых веществ плодов в окружающую жидкость. Степень равновесия диффузии d_{30} достигает 100%, а количество извлеченного сахара 90% от начального его содержания.

3. Подтверждением влияния электрогидравлической обработки на клеточную проницаемость является и повышение выхода сока при отжиме. При этом, по сравнению с контрольными опытами, повышается сокоотдача свеклы на 35—40%, винограда на 7—11%, вишен на 13—14%.

4. Основными параметрами электрогидравлического воздействия при постоянной конструктивной характеристике цепи являются емкость конденсаторной батареи C , рабочее напряжение U , промежуток между электродами РП и количество импульсных разрядов n .

Различные виды растительного сырья неодинаково реагируют на электрогидравлический эффект. При подборе параметров обработки наиболее целесообразно оставлять неизменными емкость $C = 1$ мкф, рабочее напряжение $U = 50$ кв, межэлектродный промежуток РП = 20—30 мм, варьируя лишь количество импульсов, т. е., в конечном итоге, количество электроэнергии, приходящееся на единицу массы сырья σ . Этот показатель рассчитывают по формуле

$$\sigma = \frac{CU^2n}{2G}$$

Оптимальными параметрами электрогидравлической обработки сливы являются 7,8 кдж/кг; винограда — 14,4 кдж/кг; сахарной свеклы — 50 кдж/кг.

Снижение удельного расхода электроэнергии приводит к

уменьшению сокоотдачи, а повышение — к чрезмерному измельчению сырья и ухудшению условий прессования.

5. Поскольку электрогидравлическое воздействие возможно только в жидкой среде, основными видами фруктового сырья, практически приемлемыми для такой обработки, являются виноград и вишни, имеющие в дробленном виде жидкую консистенцию. Все остальные виды плодов можно подвергать электрогидравлической обработке только погружая их в воду, что сопровождается потерей растворимых веществ.

6. Опытно-промышленная установка для электрогидравлической обработки виноградной мезги в потоке, состоящая из высоковольтного генератора импульсов тока и четырех рабочих эллипсоидных каскадно расположенных камер емкостью по 8 литров каждая, обеспечила режим обработки на каждую пару электродов $C=1$ мкф, $U=50$ кв, $RP=30$ мм при частоте 2—2,5 импульса в секунду.

Производительность ее составила 3700 кг винограда в час, расход электроэнергии 6,35 квт-час/т сырья, дополнительный выход самотека 9,8%, а превышение общего выхода сока по сравнению с контрольными опытами 6—7%.

7. Электрогидравлическая обработка виноградной мезги до прессования практически не оказывает влияния на процесс изменения содержания винного камня и коллоидных веществ при сохранении сока-полуфабриката и способствует получению плотного осадка, что облегчает операцию декантации сока с осадка.

8. Электрогидравлическая обработка уменьшает обсеменность микроорганизмами виноградной мезги. Бактерицидный эффект возрастает с увеличением количества импульсов и при оптимальном режиме содержание микроорганизмов уменьшается приблизительно в 10 раз. Обнаруженное бактерицидное действие электрогидравлического эффекта благоприятствует последующему хранению сока в резервуарах большой емкости и в определенных условиях (использование серебряных электродов), возможно, позволит обойтись без применения холода.

9. Электрогидравлическая обработка, являющаяся новым и одним из самых мощных физических способов воздействия на растительное сырье, не вызывает, даже при режимах во много раз более жестких, чем оптимальные, заметных изменений качества виноградного сока. Можно считать неизменными такие показатели качества сока, как плотность, сахар, сухие вещества, кислотность, рН, пектин, вязкость и другие.

Содержание же некоторых важных в биологическом отношении пищевых веществ, в результате более энергичной, чем при обычных методах воздействия, обработки кожицы, несколько увеличивается. Это относится к дубильным, красящим, ароматическим, коллоидным и азотосодержащим веществам, к микро- и макроэлементам. В целом органолептические свойства виноградного сока (цвет, вкус, аромат) при электрогидравлической обработке улучшаются.

10. Новизна предложенного метода физической обработки виноградной мезги с целью повышения ее сокоотдачи потребовала токсиколого-гигиенических исследований виноградных соков, обработанных электрогидравлическим способом на установках с «открытым» разрядом электродами из стали 3 и Х18Н9Т, проведенных на животных в остром, подостром и хроническом экспериментах.

Эти опыты показали, что соки, обработанные «открытым» разрядом электродами из стали 3, не оказывают отрицательного влияния на организм животных и, следовательно, могут быть рекомендованы для питания. Соки же, обработанные электродами из стали Х18Н9Т, содержат большое количество хрома, что по существующим санитарным нормам недопустимо.

11. Обработка виноградной мезги электрогидравлическим способом через мембрану также способствует сокоотдаче, однако расход энергии при этом в два с лишним раза больше, чем на установке с «открытым» разрядом, так как часть гидравлических и ультразвуковых колебаний поглощается металлической мембраной.

12. Расчет экономической эффективности от внедрения электрогидравлической установки непрерывного действия для производства виноградного сока на Кучурганском пункте Одесского опытно-экспериментального консервного завода им. В. И. Ленина, позволил установить годовой экономический эффект порядка 30 тыс. рублей и срок окупаемости 0,66 года.

**Совещания, на которых автор доложил
отдельные этапы исследования:**

1. Первое республиканское (УССР) совещание «Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства» (Николаев, 1965 г.).
2. Первое общесоюзное совещание по электрической обработке материалов (Кишинев, 1967 г.).
3. Второе республиканское совещание «Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства» (Николаев, 1969 г.).
4. Второе общесоюзное совещание по электрической обработке материалов (Кишинев, 1969 г.).

Опубликованные работы по теме диссертации:

1. Применение электрогидравлического эффекта в пищевой промышленности. Сборник II. Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства. Киев, 1967. (Соавтор Н. А. Журавлева).
2. К вопросу о методах увеличения сокоотдачи виноградной мезги. — «Известия высших учебных заведений. Пищевая технология», 1963, № 6. (Соавторы: Н. А. Журавлева, З. П. Камнева, Н. И. Соколова).
3. Электроимпульсный способ обработки мезги в потоке. — «Известия высших учебных заведений. Пищевая технология», 1970, № 1. (Соавторы: З. П. Камнева, Н. А. Журавлева).
4. Обработка виноградной мезги электрогидравлическим способом с целью увеличения выхода сока. — «Электронная обработка материалов», 1970, № 1. (Соавторы: Н. А. Журавлева, З. П. Камнева, Л. Л. Коринская).
5. К вопросу об использовании электрогидравлической установки мембранного типа для обработки виноградной мезги. — «Электронная обработка материалов», 1970, № 4. (Соавторы: Н. А. Журавлева, З. П. Камнева).
6. Технология получения концентрата из люцерны с помощью ЭГЭ. В сборнике: «Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства», 1970, вып. III. (Соавторы: Н. А. Журавлева, Г. М. Балан).
7. Влияние электрогидравлической обработки на биохимический состав и микрофлору виноградного сока. В сборнике: «Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства», 1970, вып. III. (Соавторы: З. П. Камнева, Н. А. Журавлева, А. Ф. Белоусенко).
8. Использование ЭГЭ для обработки виноградной мезги. В сборнике: «Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства», 1970, вып. III. (Соавторы: Н. А. Журавлева, З. П. Камнева, А. К. Ткаченко).
9. Токсикологическая оценка виноградных соков, полученных из мезги, обработанной на электрогидравлической установке. В сборнике: «Применение электрогидравлического эффекта в технологических процессах производства», 1970, вып. III. (Соавторы: Л. С. Шакина, Н. А. Журавлева).
10. Электрогидравлическая установка для разрушения клеток растительного сырья. Авторское свидетельство № 221483. (Соавторы: А. Г. Перепелкин, Н. А. Журавлева, В. И. Петриченко).

11. Способ разрушения растительных тканей. Авторское свидетельство № 222052. (Соавторы: Н. А. Журавлева, Л. Д. Пидоренко).
12. Стерилизация жидких и полувязких сред. Авторское свидетельство № 266154. (Соавторы: В. Д. Кузьмин, Н. А. Журавлева).
13. Способ извлечения растворимых веществ из растительных клеток. Решение о выдаче авторского свидетельства от 3.4.1970 г. № 1312814/2813. (Соавторы: Г. М. Балан, Н. А. Журавлева, Л. Л. Коринецкая).