

УДК 634.8

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ВИНОГРАДНОЙ МЕЗГИ МЕМБРАННО-ВАКУУМНЫМ ПРЕССОМ

Должикова Надежда Николаевна

аспирант

Назаров Игорь Васильевич

к.т.н., доцент

Белоусова Любовь Николаевна

ФГБОУ ВО Донской ГАУ Азово-Черноморский Инженерный Институт
– филиал ФГБОУ ВО «Донской Государственный Аграрный Университет»

Аннотация: В статье произведён анализ способов получения виноградного сока, разработана классификационная схема оборудования для отжима винограда и предложена конструкция мембранно-вакуумного пресса для отжима виноградной мезги. Представлены результаты экспериментальных исследований процесса прессования виноградной мезги мембранно-вакуумным прессом.

Ключевые слова: прессы, прессование, мембранно-вакуумный пресс, камера прессования, перфорированная вставка, мембрана, виноградная мезга, сусло, сок-самотёк, давление, степень отжима, скорость фильтрации.

RESULTS OF THE PRESSING PROCESS RESEARCH GRAPE PULP BY MEMBRANE VACUUM PRESS

Nazarov Igor Vasilyevich

Dolzhikova Nadezhda Nikolaevna

Belousova Lyubov Nikolaevna

Abstract: The article analyzes the methods of obtaining grape juice, developed a classification scheme for equipment for pressing grapes, and suggests the design of vacuum press for grape pulp. Also. experimental studies of the pressing process were carried out.

Key words: pressing, grape pulp, vacuum press, the pressing chamber, perforated insert, membrane, mash, juice-free, pressure. the degree of equipment, filtration speed.

Фруктовые, ягодные и овощные соки по праву занимают одно из важнейших мест в питании человека. По питательной ценности они практически не уступают свежим плодам, а по усвояемости даже превосходят их. Соки содержат значительное количество сахаров, органических кислот, пектин, полифенольные и красящие вещества, а также органические кислоты и витамины [1].

Наиболее широко используемым сырьём для производства соков и вин является виноград, благодаря своим вкусовым качествам и химическому составу.

В состав винограда входит более 150 биологически активных веществ. Кожица ягод содержит воск; фито-стериновые вещества (вителины); эфирное масло; дубильные и красящие вещества. Сок винограда в зависимости от степени зрелости и сорта, содержит до 20% сахаров, белок, жиры, клетчатку, гемицеллюлозу, пектины, пентозан. А также органические кислоты – винную, лимонную, щавелевую, яблочную, а также витамины В1, В2, В6, В12, С, Р, РР, фолиевую кислоту [2].

При производстве виноградного сока необходимо обеспечить сохранность наибольшего количества полезных веществ. Для этого следует использовать современные технологии обработки сырья, позволяющие сохранить максимальное количество витаминов и питательных веществ [3, 4, 5].

Сырьём для производства натуральных соков и вин является сусло, получаемое в процессе прессования ягод, поэтому именно на него необходимо обратить особое внимание.

Для прессования винограда используются корзиночные, шнековые и мембранные прессы.

Корзиночные прессы являются машинами периодического действия. Они бывают вертикального и горизонтального типа.

Корзиночные прессы вертикального типа оборудуются винтовым механизмом подачи прессующей плиты либо гидравлическим цилиндром обеспечивающим подачу корзины.

Корзиночные прессы горизонтального исполнения оборудуются гидравлической или пневматической подачей прессующей плиты.

Достоинством корзиночных прессов является то, что в процессе прессования происходит незначительное повреждение кожицы ягод и практически отсутствует дробление семян.

Недостатком корзиночных прессов является низкая производительность и контакт мезги и получаемого сока с воздухом.

Более производительными являются шнековые прессы, которые являются оборудованием непрерывного действия. Они позволяют создать также более высокое давление прессования. Удельное давление прессования, создаваемое шнековыми прессами, может достигать 1,37 МПа, а удельное давление прессования, создаваемое корзиночными прессами, составляет 0,294 МПа [5].

В процессе прессования винограда шнековыми прессами, в результате трения мезги о стенки шнеков и камеры прессования происходит перетирание кожицы и дробление семян, в результате чего в получаемое сусло попадают фенольные и азотистые веществ, а также железо.

Полученный таким способом прессования сок содержит много взвесей и имеет более низкие вкусовые качества по сравнению с соком-самотёком.

В последнее время получают распространение пневматические прессы, оборудованные прессующей мембраной. Прессы такого типа имеют меньшую производительность чем шнековые прессы, но более производительны по сравнению с корзиночными прессами.

Их достоинством является высокое качество получаемой продукции. Они обеспечивают более «мягкий» режим прессования, при котором исключается дробление косточки и значительно снижается перетирание кожицы ягод винограда, что повышает качество получаемого сусла и увеличивает его выход.

Недостатком данных прессов является контакт мезги и получаемого сусла с кислородом воздуха.

На основании анализа существующих конструкций прессов для отжима винограда, нами была разработана классификационная схема, представленная на рисунке 1.

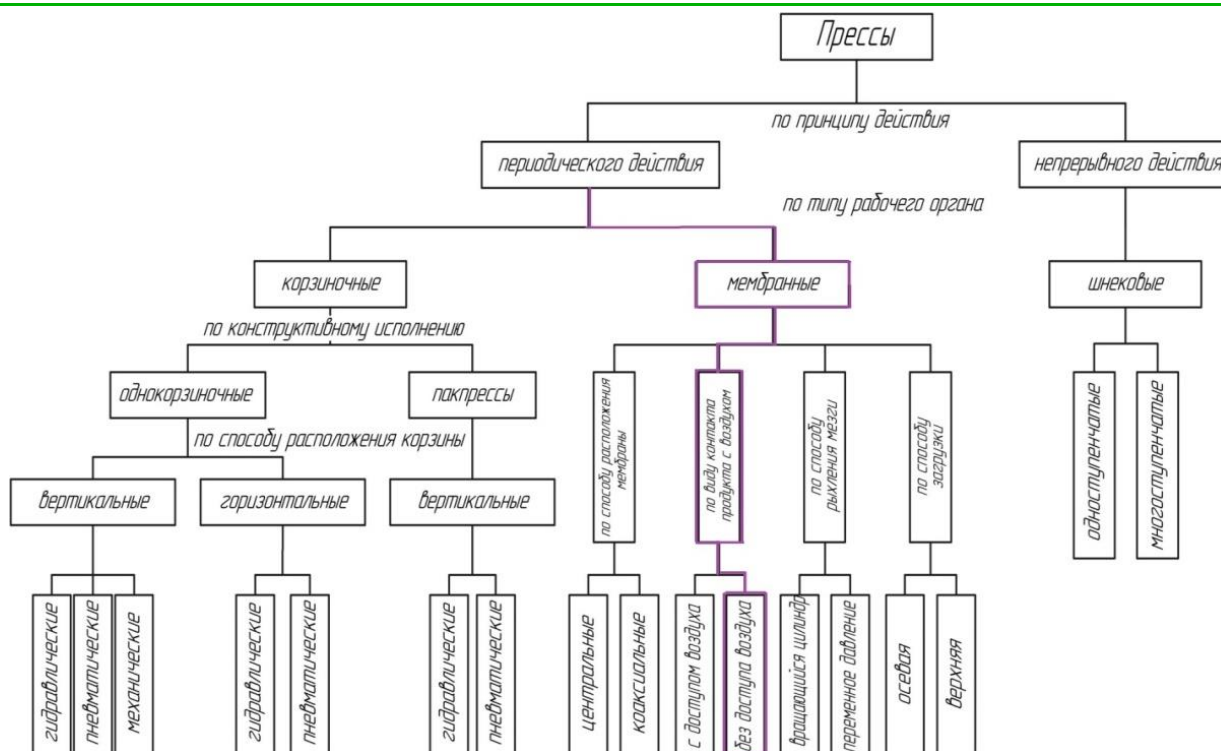


Рис. 1. Классификация прессов для отжима винограда

Современные прессы имеют высокую стоимостью и энергоемкостью, что неприемлемо для небольших консервных и винодельческих заводов, а также крестьянских и фермерских хозяйств, а получаемое на этом оборудовании сусло не всегда обладает высоким качеством. В настоящее время промышленность осваивает выпуск прессов малой мощности, предназначенных для использования в крестьянско-фермерских хозяйствах. Однако одним из недостатков таких конструкций является контакт прессуемого сырья и получаемого сусла с кислородом воздуха, что снижает качество получаемой продукции.

С целью устранения недостатков существующих прессов, нами предлагается конструкция мембранно-вакуумного пресса для отжима виноградной мезги (рис. 2. 1). Данный пресс обеспечивает «щадящий» режим прессования, исключая контакт собранного сусла с кислородом воздуха, что позволяет получать высококачественную продукцию [7].

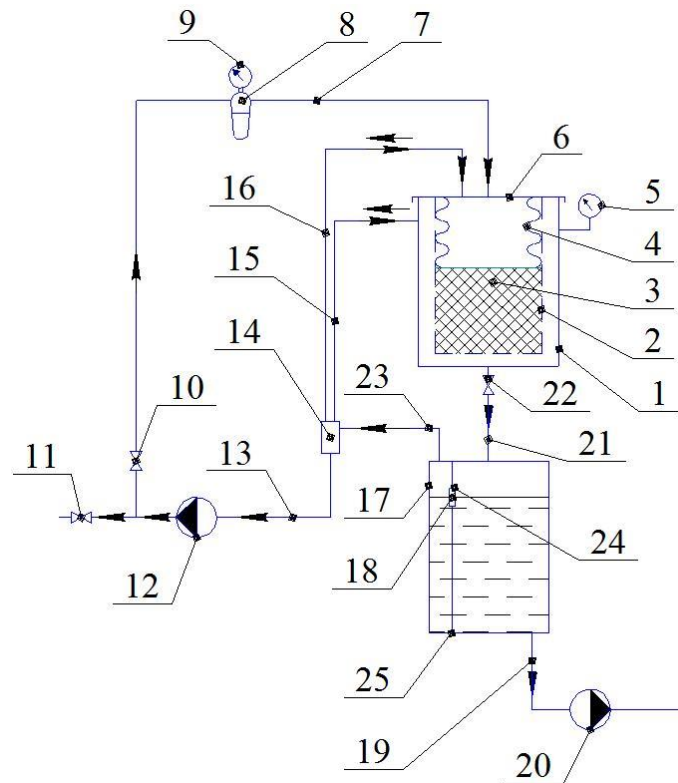


Рис. 2. Мембранно-вакуумный пресс для отжима виноградной мезги
1 – корпус; 2 – перфорированная вставка; 3 – камера прессования;
4 – гофрированная мембрана; 5 – мановакуумметр; 6 – крышка;
7 – магистраль высокого давления; 8 – регулятор давления;
9 – манометр; 10, 11 – вентили; 12 – вакуумный насос-компрессор;
13 – вакуумная магистраль; 14 – пульсатор; 15, 16 – магистрали
переменного давления; 17 – ёмкость для сбора сусла; 18 – датчик уровня
поплашкового типа; 19 – патрубок для сбора сусла; 20 – центробежный
насос; 21 – патрубок для отведения сусла; 22 – обратный клапан;
23 – патрубок постоянного вакуума; 24, 25 – герметичные контакты

Проектируемая конструкция мембранно-вакуумного пресса включает в себя корпус, внутри которого установлены перфорированная вставка и гофрированная мембрана. Сверху корпус пресса герметично закрывается крышкой. Пространство между перфорированной вставкой и гофрированной мембраной образует камеру прессования. При помощи патрубка для сбора сусла с обратным клапаном, корпус пресса соединяется с ёмкостью для сбора сусла, в которой установлены датчик уровня поплавкового типа и герметичные контакты. Центробежным насосом собранное сусло перекачивается в приёмную ёмкость (на рисунке не показана).

Переменное давление в прессе создаётся при помощи вакуумного насоса-компрессора, подключаемого посредством вакуумной магистрали к пульсатору, а через него, магистралью постоянного вакуума соединяемого с ёмкостью для сбора сусла, а магистралями переменного давления с корпусом пресса.

На выходе из вакуумного насоса-компрессора установлена магистраль высокого давления, которая подключена к крышке корпуса пресса. Контроль давления осуществляется при помощи регулятор давления и вакуумметра.

Исследуемый пресс работает следующим образом. Мезга загружается в перфорированную вставку, установленную в корпусе пресса. Сверху корпус пресса герметично закрывается крышкой с гофрированной мембраной.

На первом этапе через перфорированную вставку происходит отделение сока-самотека, который стекает в приемную ёмкость 5. Собранный сок-самотек откачивается насосом 20 в ёмкость для сбора сока-самотека.

Далее включают вакуумный насос-компрессор 12 и в ёмкости для сбора сусла и камере прессования создаётся разрежение, а в надмембранное пространство подаётся атмосферный воздух. Под действием перепада давлений мезга подпрессовывается гофрированной мембраной 4. Полученный при этом сок первого отжима поступает в ёмкость для сбора сусла 17. По мере её заполнения поплавковый датчик 18 замыкает герметичный контакт 24 и включает в работу насос 20 откачивающий собранное сусло. После откачивания сусла из ёмкости 17 поплавковый датчик размыкает герметичный контакт 25 и насос 20 отключается.

В процессе отжима мезги периодически срабатывает пульсатор 14, и происходит смена областей разрежения и атмосферного давления по обе стороны гофрированной мембраны 4, в результате чего происходит разрыхление мезги, что способствует более полному выходу сока. Происходит сбор сока второго отжима. При снижении интенсивности отделения сока, открывают вентиль 10 и в надмембранное пространство подаётся сжатый воздух, увеличивая давление прессования.

Таким образом, собирается сок третьего отжима. По окончании процесса прессования отключают систему вакуумирования, и в камеру прессования подается атмосферный воздух. После чего открывают крышку 6 и производят выгрузку мезги.

Для обоснования конструктивных параметров и режимов работы предлагаемой конструкции мембранно-вакуумного пресса были проведены экспериментальные исследования.

В результате проведённых экспериментальных исследований установлено, что интенсивность отделения сока зависит от сорта винограда, степени его измельчения и предварительной обработки, а также от давления прессования. Зависимость интенсивности отделения сока от давления прессования представлена на рисунке 3.

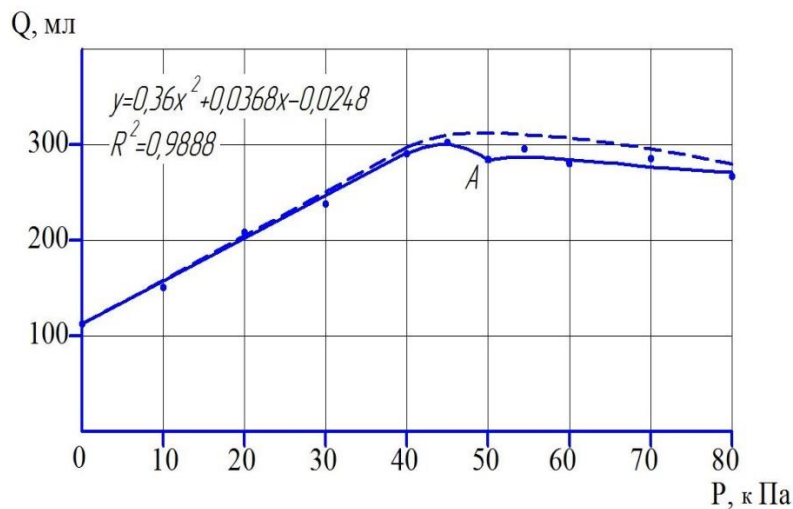


Рис. 3. Зависимость выхода сока от давления прессования

Из данного графика видно, что интенсивность отделения сока зависит от создаваемого в камере прессования давления. При увеличении давления прессования от 0 до 45 кПа интенсивность отделения сока возрастает, и далее при возрастании давления от 45 кПа до 80 кПа практически не изменяется и даже незначительно снижается. Незначительное снижение выхода сока обусловлено обезвоживанием и уплотнением слоя мезги в камере прессования.

Зависимость интенсивности выделения сока от давления прессования можно представить уравнением регрессии:

$$Q = 0,0036 \cdot P^2 + 0,0368 \cdot P - 0,0248., \text{ мл}, \quad (1)$$

где Q – выход сока, мл.;

P – давление прессования, кПа.

Достоверность взаимосвязи между данными показателями подтверждается коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,98$.

Интенсивность отделения сока зависит также от продолжительности процесса прессования. Зависимость количества выделившегося сока от продолжительности прессования представлена на рисунке 4.

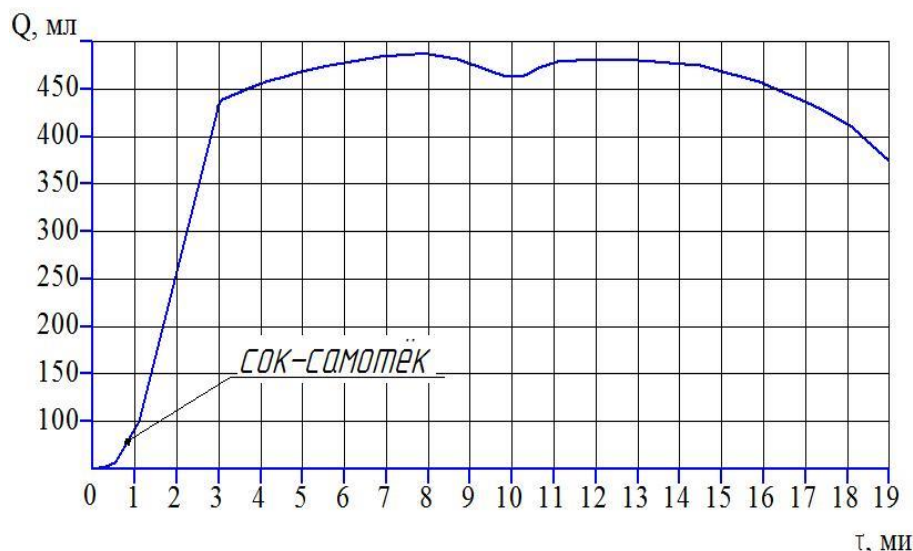


Рис. 4. Зависимость количества выделившегося сока от продолжительности прессования

Из данного графика видно, что на начальном этапе прессования в течение первых полутора минут идёт отделение сока-самотёка и далее протекал процесс прессования.

На начальном этапе процесса прессования в течении первых трёх минут происходит интенсивное отделение сока, после чего в течение 5 минут количество выделенного сока незначительно возрастает и затем снижается. В момент, когда сокоотделение прекратилось, при помощи пульсатора производили смену областей разрежения и атмосферного давления, в результате чего происходило разрыхление мезги и в течение последующих 5 – 6 минут количество выделившегося сока незначительно возрастало, а затем снижалось.

При прессовании давление, оказываемое на материал, распределяется между деформируемым скелетом мезги и находящимся в свободном состоянии соком. Сок вытекает по капиллярам скелета мезги.

Увеличение давления приводит к повышению выделения сока до тех пор, пока не произойдёт сжатие капилляров, что ведёт к затруднению или полному прекращению сокоотделения.

В процессе прессования происходит уплотнение мезги, в результате чего её плотность возрастает и нарушается структура капилляров, что приводит к снижению интенсивности сокотделения.

Зависимость изменения плотности мезги от давления прессования представлена на рисунке 5.

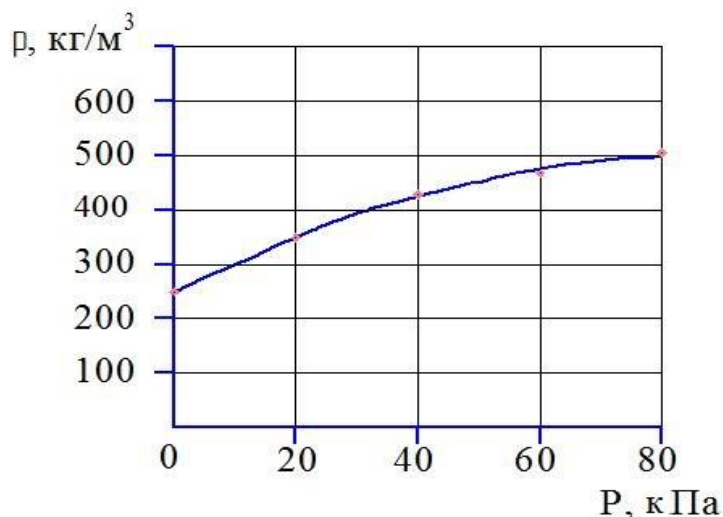


Рис. 5. Зависимость изменения плотности виноградной мезги от степени давления прессования

Из рисунка 5 видно, что при увеличении давления прессования плотность виноградной мезги возрастает. На начальном этапе прессования плотность виноградной мезги составляла 250 кПа, а в конце прессования, при давлении 80 кПа она составляла 500 кПа. В процессе прессования необходимо обеспечить плавное изменение давления, поскольку быстрое наращивание давления в процессе прессования создает местные переуплотнения, вызывает сильные гидравлические удары, увеличивает перепады давления в слоях мезги и на разделяющей перегородке. Все это приводит к обогащению суслу взвесями и фенольными веществами и в то же время не способствует сокращению общей продолжительности извлечения суслу.

В процессе прессования увеличивается Зависимость степени отжима мезги от давления прессования представлена на рисунке 6.

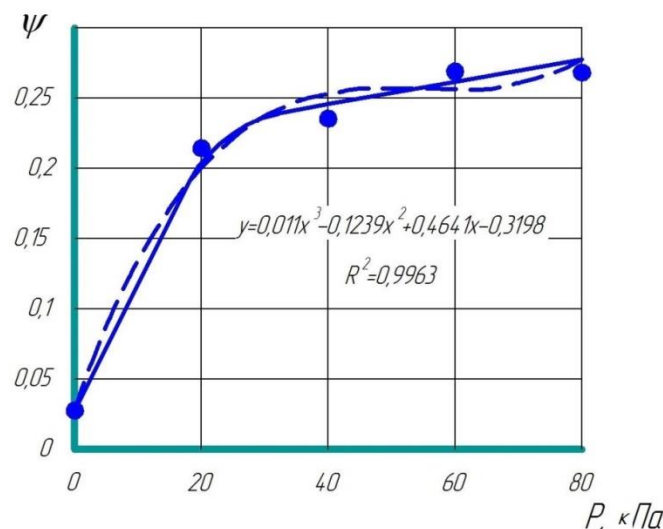


Рис. 6. Зависимость степени отжима виноградной мезги от давления прессования

Степень отжима мезги зависит от давления прессования. Взаимосвязь между этими параметрами можно представить в виде уравнения регрессии:

$$\psi = 0,011 \cdot P^3 - 0,1239 \cdot P^2 + 0,4641 \cdot P + 0,3198, \quad (2)$$

где P – давление прессования, кПа.

Достоверность взаимосвязи между рассматриваемыми показателями подтверждается коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,99$.

Для фильтрации сока использовалась лавсановая ткань в которую загружалась прессуемая мезга. В процессе отжима сок проходил сквозь слой мезги и фильтрующую ткань. Зависимость изменения скорости фильтрации сока от давления прессования представлена на рисунке 7.

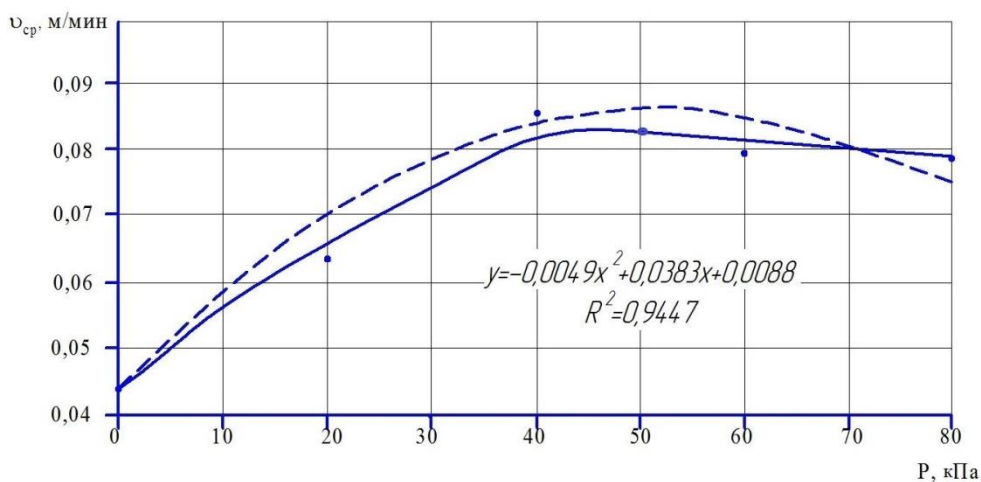


Рис. 7. Зависимость скорости фильтрации сока от давления прессования

Из графика представленного на рисунке 7 видно, что с ростом давления до 45 кПа идёт интенсивный рост скорости фильтрации и при дальнейшем увеличении давления до 80 кПа скорость фильтрации незначительно снижается. На основании этого можно сделать вывод, что увеличение давления более 80 кПа, нецелесообразно.

Протекание процесса прессования виноградной мезги зависит от скорости движения сока по дренирующим каналам под действием давления внутри прессуемой массы. Взаимосвязь между скоростью фильтрации и давлением прессования представим уравнением регрессии:

$$v_{\phi} = 0,0049P^2 + 0,0383P + 0,0088, \text{ м/мин.}, \quad (3)$$

где P – давление прессования, кПа.

Достоверность взаимосвязи между рассматриваемыми показателями подтверждается коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,94$.

Как показали исследования, скорость фильтрации зависит от продолжительности прессования (рис. 8). Скорость фильтрации сока-самотёка составляет 0,041 м/мин. Он выделяется в течении первой минуты. Затем при увеличении давления до 40 кПа скорость фильтрации возрастает до 0,069 м/мин после чего идёт её снижение. Это связано с обезвоживанием мезги, уплотнение её скелета, сужением пор и загрязнением осадком фильтрующей ткани.

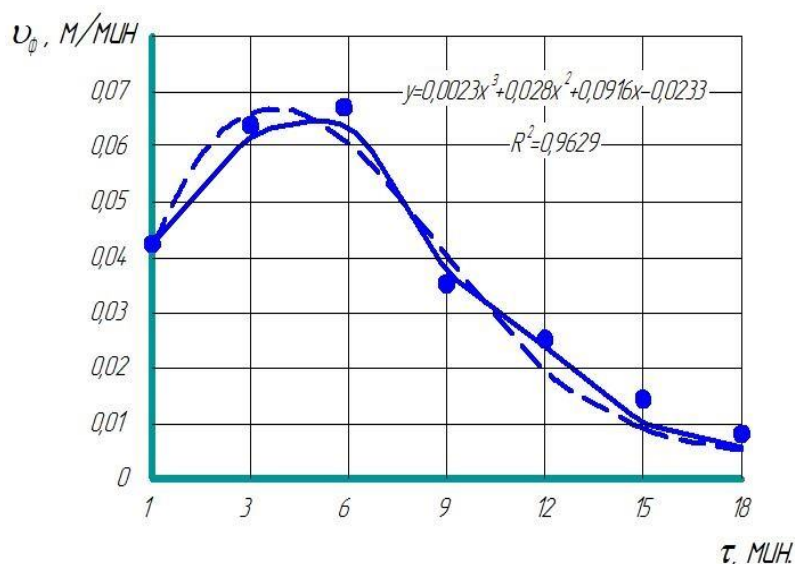


Рис. 8. Зависимость скорости фильтрации сока от продолжительности прессования

Взаимосвязь между скоростью фильтрации и продолжительностью прессования представим в виде уравнения регрессии:

$$v_{\phi} = 0,0023\tau^3 + 0,028\tau^2 + 0,0916\tau - 0,0233, \text{ м/мин.}, \quad (4)$$

где P – давление прессования, кПа.

Достоверность взаимосвязи между рассматриваемыми показателями подтверждается коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,96$.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Анализа имеющихся способов прессования винограда и применяемого для этого технологического оборудования показал, что одним из перспективных направлений является использование мембранно-вакуумных прессов.

2. На выбор параметров и режимов прессования существенное влияние оказывают сорт винограда и способ его обработки перед прессованием.

3. Производительность мембранно-вакуумного пресса зависит от объёма загружаемой мезги, содержания в ней сока, давления и продолжительности цикла прессования.

4. Интенсивность выделения сока зависит от создаваемого давления и продолжительности цикла прессования. Для отжима виноградной мезги достаточно поддерживать давление прессования на уровне 80 кПа. При этом продолжительность процесса прессования составляет 19 минут.

4. При увеличении давления прессования происходит уплотнение мезги. Плотность мезги увеличивается в 2 раза, что приводит к разрушению капилляров и снижению сокоотделения. Для обеспечения более полного отжима мезги при снижении интенсивности сокоотделения необходимо производить рыхление мезги.

5. Скорость фильтрации сока зависит от толщины слоя мезги в камере прессования, давления и продолжительности прессования, а также материала фильтрующей ткани.

5. Степень отжима виноградной мезги зависит от давления прессования и меняется от 0,21 при давлении 20 кПа до 0,27 при давлении 80 кПа. При дальнейшем увеличении давления степень отжима не изменялась.

Список литературы

1. Маюрникова, Л.А. Анализ востребованности соков и сокосодержащих напитков / Л.А. Маюрникова, Г.А. Гореликова, О.А. Степанова, А.В. Попова // Пиво и напитки. – 2007. – № 3. – С. 5-7.

2. Николаев, Б.А., Структурно-механические характеристики ягодных тканей / Шишмаров А.А., Троянская Н.И. Известия вузов. Пищевая технология, – М.: 2003, 26 с.

3. Даскалов, П.В. Плодовые и овощные соки / П.В. Даскалов, Р.И. Аслаян, Р.Е. Тенов, – М.: Пищевая промышленность, 2016. – 421 с.

4. Донченко, Л.В. Безопасность пищевой продукции. В 2 ч. Часть 1: учебник для академического бакалавриата / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – 3-е изд., испр. И доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 264 с. – (Серия: Бакалавр. Академический курс).

5. Дьяченко, М.А. Безалкогольные напитки как основной сегмент рынка функциональных продуктов / М. А. Дьяченко, И. А. Филатова, А. Ю. Колеснов, А.А. Кочеткова // Пиво и напитки. - 2009. - № 2. - С. 37-40.

6. Гельгар Л.Л., Тихонов В.П. Прессы для винодельческой промышленности // Л.Л. Гельгар, В.П. Тихонов. – М.: Пищ. пром-сть, 1977 – 104 с.

7. Должикова, Н.Н. Совершенствование процесса прессования винограда // Н.Н. Должикова, И.В. Назаров / Активная Честолюбивая Интеллигентная Молодежь Сельскому Хозяйству (АЧИМСХ). – Зерноград: АЧИИ ФГБОУ ВО Донской ГАУ. – 2019 – №1(7). – С. 57-61.