

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕКАНТАЦИИ ОСАДКОВ В СОКЕ ШЕЛКОВИЦЫ

Сотимов О.Б

Ниёзов Х.Н

Самандаров А.И

Додаев К.О

Ташкентский химико-технологический институт, магистрант

*Ташкентский химико-технологический институт, старший
преподаватель*

Ургенчский государственный университет, старший преподаватель

Ташкентский химико-технологический институт, профессор

Аннотация: Разработана технологическая схема переработки плодов тутовника на соки и концентраты. На основе анализа всех процессов, входящих в технологическую схему компонована линия, включающая прессование сока, очищение свежеежатого сока от механических примесей, ферментирование и осветление сока, фильтрацию и получение прозрачного сока, выпаривание и получение концентрата сока.

Ключевые слова: сок плодов тутовника, крахмал, амилаза, ферментация, пектин, пектиназа, расщепление, бентонит, эрбигель, осветлённый сок, вакуумное выпаривание, концентрат.

ВВЕДЕНИЕ

По оценкам, в Узбекистане выращивается более 150 000 т шелковицы в год, в основном потребляется населением в сыром виде. Наше исследование направлено на плоды тутовника как на источник производства натуральных сладких, в то же время полезных для организма изделий: сушёные плоды, варенье и джемы, соки и концентраты.

Шелковица (*Morus*) - семейство деревьев, принадлежащих к семейству тутовых; фруктовое дерево; В Узбекистане выращивают 5 видов. Употребляются в основном плоды шелковицы белой (*M. alba*) и шелковицы черной (*M. nigra*) [1.2].



Morus alba



Morus nigra

Методы и материалы.

В работе использовали стандартные и специальные физико-химические, микробиологические, реологические и органолептические (сенсорные) методы сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью корреляционно-регрессионного анализа в средах Microsoft Excel 2013 и MathCad 15 [8].

Результаты и их обсуждение.

Таблица 1

Изучен химический состав плодов шелковицы

№	Нутриенты	Массовая доля, г /100 г плода
1	Вода	81,74
2	Белки	0,78
3	Сахара	12,60
4	Крахмал	0,65
5	Пектин	0,21
6	Жиры	0,41
7	Органические кислоты	1,34
8	Пищевые волокна	1,75
9	Зола	0,23
10	Другие вещества	0,29
11	Степень сладости	высокая
12	Энергетическая ценность, ккал	56,7

Витамины: А-0,4 %, β-каротиноиды - 0,4 %, В1 - 2,7 %, В2 - 1,1 %, холин - 2,5 %, В5 - 1,6 %, В6 - 2,5 %, В9 - 1,5 %, В12 - не определено. , С-11,1%, Д-не определено, Е-5,8%, Н-1,2%, К-6,5%, РР-4%, К-14%,

Сумманое количество макро- и микроэлементов (в %-ах от общего количества): К-14%; Са-2,4%, Si-33,3%, Mg-12,8%, Na-1,2%, Ph-4,8%, Cl-0,1%, Fe-10,3%, I-0,7%, Co-10. %, Mn-0,9%, Cu-6%, Mo-3,6%, Se-1,1%, R-0,3%, Cr-14%, Zn-1%.

Плоды тутовника едят целиком, свежей или сушеной (тутовый изюм), также из них готовят сладости, джемы, мармелады, повидло и патоку.

Плод тутовника водянистый, в нем содержится 81,7-86,2% воды. Сахаристость свежего плода 10,9-12,7%, тутового изюма 73,29-83,71%. Плоды тутовника рекомендуют употреблять ослабленным болезнями и часто простуживающимся. В семенах содержится 24-33% масла и других полезных веществ. Поскольку в ней содержится большое количество фосфора, шелковица очень полезно для людей, которые занимаются умственной деятельностью. Для беременных женщин плоды шелковицы также являются источником необходимых препаратов для хорошего развития плода, укрепляют иммунную систему, защитные средства организма от

инфекционных заболеваний, предотвращают преждевременные морщины кожи, улучшают зрение, защищают поражение сетчатки глаза. Свежий (или консервированный) сок шелковицы помогает облегчить боль в груди и одышку. С лечебной целью тутовый сок употребляют в течение трех недель, за этот промежуток времени работа сердца полностью восстанавливается [1,2].

Математическая модель экономических показателей процесса гидромеханического разделения сока шелкопряда.

При известных начальных значениях параметров суспензии, содержания воды в суспензии и остаточного содержания воды в густой массе после центрифугирования или расхода откачиваемой воды, а также геометрические и кинематические характеристики центрифуги, можно определить расход электроэнергии, затрачиваемой на центрифугирование, который математически выражается в следующем виде

$$N = f(G_1, X_0, X_1, \dots) \quad (24)$$

При определении мощности электродвигателя $N_{эл}$ центрифуги пользуются выражениями, полученными для отдельных составляющих расхода мощности, которые приведены ниже [9, 10].

Мощность, необходимая для сообщения кинетической энергии выбрасываемой жидкости N_1 , мощность, необходимая для преодоления сил трения о воздух N_2 , мощность, необходимая для преодоления сил трения в опрочных подшипниках N_3 , мощность, необходимая на выброс осадка через разгрузочные щели N_4 .

$$N_{эл} = (N_1 + N_2 + N_3 + N_4) / \eta \quad (25)$$

Однако, для практических расчетов употребляется упрощенная формула расчета мощности электродвигателя

$$N_{общ} = 1000 * M * H_б * n_б^3 * r^4 \quad (26)$$

где M – коэффициент ($M = 0,016 - 0,018$); $H_б$ – высота барабана центрифуги, м; $n_б$ – частота вращения барабана, c^{-1} ; r – максимальный радиус барабана, м.

Годовые затраты электроэнергии в кВт*час-ах определяются по выражению

$$N_э = N_{общ} * \tau_{сез} \quad (27)$$

где $\tau_{сез}$ – ресурс рабочего времени в сезоне, час.

Затраты электроэнергии при центрифугировании являются одними из наиболее ощутимых текущих расходов, затрачиваемых на разделение дынного сока в компоненты в поле центробежных сил.

Производственные затраты на центрифугирование пульпы определяются по следующему выражению

$$Z_c = (A * G_1 / G_T) + C_3 * N_3 / (3600 * G_1 * \tau_{сез}) \quad (28)$$

$$K = G_1 / G_T$$

Здесь А амортизационные отчисления капитальных вложений. Они определяются по следующему выражению

$$A = C_c E_H / G_1 \tau_{сез} 3600 \quad (29)$$

где C_c , C_3 – соответственно стоимости центрифуги и 1 кВт*час электроэнергии, сум; E_H – нормативный коэффициент амортизационных отчислений; G_1 - текущая производительность центрифуги, кг/с; G_T - теоретическая производительность центрифуги, кг/с; К-коэффициент использования центрифуги, в нормальных условиях работы цеха К может быть равной единице, чем меньше К тем меньше используется центрифуга в производстве, бывает значение К превышает единицу, это само собой разумеется оптимальный режим использования центрифуги.

Полученная система уравнений (30) представляет собой математическое описание материального баланса процесса центрифугирования суспензий. Уравнения (28) и (29) необходимы для исследования оптимальных параметров процесса центрифугирования шелковица пульпы [8].

$$\begin{cases} N_{общ} = 1000 * M * H_b * n_b^3 * r^4 \\ A = C_c E_H / G_1 \tau_{сез} 3600 \\ N_3 = N_{общ} * \tau_{сез} \\ Z_c = (A * G_1 / G_m) + C_3 * N_3 / (3600 * G_1 * \tau_{сез}) \end{cases} \quad (30)$$

Выводы.

1. Исследован способ гидромеханической деконтации осадков ферментированного сока и дальнейшего выпаривания осветленного сока плодов тутовника. Получена математическая модель процесса центрифугирования, включающее уравнения материального баланса относительно концентраций водорастворимых Р и нерастворимых НР сухих веществ, модель оптимизации экономических показателей центрифугирования.

2. Исследования комплекса процессов, протекающих в сложных технологических линиях, описываемых алгебраическими и дифференциальными уравнениями, реализована при использовании комплексной программы MATLAB и ее части SIMULINK, программы MATHCAD. Приведены результаты исследований математической модели в широком диапазоне варьирования входных параметров процесса. Выполнен анализ полученных результатов относительно весомости параметров, влияющих на ход протекания процесса деконтации осадков.

Предложен итерационный алгоритм решения системы трансцендентных уравнений баланса. Результаты исследования оказались адекватными к

результатам расчёта испарения влаги с поверхности раздела фаз в сепараторах выпарного комплекса по изменению межфазного равновесия и парциальных давлений пара и воды. Они также идентичны результатам промышленных экспериментов.

3. Произведена оптимизация процесса центрифугирования сока на стадии декантации осадка, полученного ферментированием исходного сырого сока, также оптимизирован процесс выпаривания в многокорпусной вакуум-выпарной установке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Жаббарова С.К. Влияние сахарозаменителей и подсластителей на безвредность кондитерских изделий // *Universum: Технические науки: электронный научный журнал*. -2019. -№2(59).

2. Жаббарова С.К. Исабаев И.Б., Хайдар-Заде Л.Н. Совершенствование технологии производства заварных пряничных изделий с использованием натуральных сахаросодержащих добавок // *Научно-технический журнал «Развитие науки и технологий»*. -Бухара: Изд-во «Sharq-Buxoro». -2020. -№4. -С.182-189.

3. Артиков А.А., Маматкулов А.Х., Яхшимурадова Н.К., Додаев К.О. Системный анализ концентрирования растворов инертным газом. Ташкент “Фан”. 1986. -164 с.

4. Ходжаева М.А., Тураходжаев М.Т., Рахманзаде Е. Углеводы MeLO Zard Pang // *Химия природных соединений*. - 1999. №4. -С. 142-144.

5. Таубман Е.И. Выпаривание. - М.: Химия, 1982. -327 с.

6. Панфилов В.А. Научные основы развития технологических линий пищевых производств. -М.: Агропромиздат, 1986. -288 с.

7. Плодово–ягодные и овощные соки: пер. с нем. / Шобингер У. / Под. ред. к.т.н. А.Н. Самсоновой. -М.: «Лёгкая и Пищевая промышленность», 1982. - 472 с.

8. Додаев К.О. Развитие научных основ интенсификации тепломассообменных процессов переработки томатов. Диссертация докт. техн. наук. Ташкент. 2006 г. -260 с.