

УДК 664:664.121-021.632

Получение пищевых волокон из вторичного сырья

Канд. техн. наук **Березина Н.А.** jrdan@yandex.ru

асп. **Мазалова Н.В.** nat292006@rambler.ru

магистрант **Тарасова А.В.** mandarinka_92@inbox.ru

Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс
302030, г.Орел, Наугорское шоссе, 29

В статье приводятся данные по оптимизации способа получения пищевых волокон из вторичного сырья свеклосахарного производства. Целью исследования являлась оптимизация режимов обработки вторичного сырья – стружки сахарной свеклы для получения пищевых волокон с максимальной водосвязывающей и сорбционной способностью. Оптимизация произведена на основе математических моделей, полученных методом полного факторного эксперимента.

Ключевые слова: сахарная свекла, вторичное сырье, пищевые волокна, оптимизация.

Getting food fibers from secondary raw materials

Ph.D. Berezina N.A., Mazalova N.V., Tarasova A.V.

*Federal State Educational Budgetary establishment of Higher Professional
Education State University - teaching, research and production complex
302030 Orel, Naugorskoe Highway, 29*

The article provides data on optimizing the way dietary fibers production from secondary raw materials for sugar production. The aim of the study was to optimization of modes of processing of secondary raw materials - sugar beet beet chips for production of food fibres with a maximum bind water and sorption capacity. Optimization made on the basis of mathematical models obtained by means of full factorial experiment.

Keywords: sugar beet, secondary raw materials, dietary fiber, optimization

В соответствии со стратегией развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года необходимо повысить глубину переработки, вовлечь в хозяйственный оборот вторичные ресурсы [1], что позволит увеличить выход готовой продукции с единицы перерабатываемого сырья.

Обогащение продуктов питания пищевыми волокнами, является одной из важнейших задач, так как введение их в рецептуры придает готовым изделиям функциональные свойства, улучшает качество готовой продукции [2].

Особенности производства сахара-песка из свеклы заключаются и в том, что в промышленности образуются большие количества вторичных сырьевых ресурсов (свекловичная стружка (жом), меласса) и отходов производства (транспортно-моечный и фильтрационный осадки, мелкие обломки корнеплодов свеклы, отсеб известнякового камня, сточные воды и др.). Неэффективное использование вторичных сырьевых

ресурсов приводит не только к их потерям, но и загрязнению окружающей среды, нарушению экологического баланса в отдельных регионах, а также значительным финансовым затратам на вывоз неиспользуемых отходов.

Комплексное использование нетрадиционного сырья является актуальным для пищевой промышленности, пищевые волокна из сахарной свеклы, являются привлекательным ингредиентом в производстве продуктов функционального питания [3, 4].

Исходя из вышеизложенного, целью исследования является оптимизация режимов обработки вторичного сырья – стружки сахарной свеклы для получения пищевых волокон с максимальной водосвязывающей и сорбционной способностью.

Водосвязывающая и сорбционная способность являются важными показателями качества пищевых волокон. Высокая гидрофильность волокон будет оказывать влияние на реологические свойства полуфабрикатов и качество готовых изделий, а так же играть определенную роль, усиливая моторику кишечника и сокращая время транзита по желудочно-кишечному тракту. Сорбционная способность источников пищевых волокон характеризует способность их связывать тяжелые металлы и другие ядовитые вещества, попадающие в организм с пищей.

Для построения математической модели исследовали влияние факторов: рН среда X_1 , продолжительность замачивания X_2 , температура X_3 . В качестве параметров оптимизации (выхода) Y были приняты водосвязывающая и сорбционная способность свекловичной стружки.

рН среды и температуру в эксперименте регулировали с помощью раствора уксусной кислоты с соответствующей рН и температурой. Температурные режимы поддерживали с помощью водяной бани. После обработки свекловичную стружку высушивали до влажности 12-14 %.

Водосвязывающую способность рассчитывали как отношение массы воды, связанной навеской, к исходной массе последней.

Сорбционную способность определяли по разнице между показателями оптической плотности фильтратов водной вытяжки стружки и вытяжки раствором нитрата натрия.

Эксперименты проводили в трехкратной повторности. План и выходные параметры эксперимента представлены в таблице 1.

Табл. 1 – План и выходные параметры эксперимента

№ опыта	X ₁ , рН	X ₂ , продолжительность замачивания	X ₃ , температура	Y ₁ , водосвязывающая способность, г/г	Y ₂ , сорбционная способность, нм
1	4,00	20,00	25,00	4,9	0,085
2	4,00	20,00	75,00	4,7	0,051
3	4,00	60,00	25,00	4,3	0,058
4	4,00	60,00	75,00	4,9	0,058
5	6,00	20,00	25,00	4,9	0,053
6	6,00	20,00	75,00	4,0	0,052
7	6,00	60,00	25,00	5,1	0,061
8	6,00	60,00	75,00	4,8	0,062
9	3,32	40,00	50,00	4,3	0,055
10	6,68	40,00	50,00	4,2	0,051
11	5,00	6,36	50,00	4,2	0,059
12	5,00	73,64	50,00	5,0	0,049
13	5,00	40,00	7,96	5,1	0,054
14	5,00	40,00	92,04	4,7	0,062
15	5,00	40,00	50,00	5,0	0,059
16	5,00	40,00	50,00	5,0	0,052

Данные эксперимента были обработаны с помощью программы Statistica 6.0. Графическая интерпретация в виде сечений представлена на рисунках 1, 2.

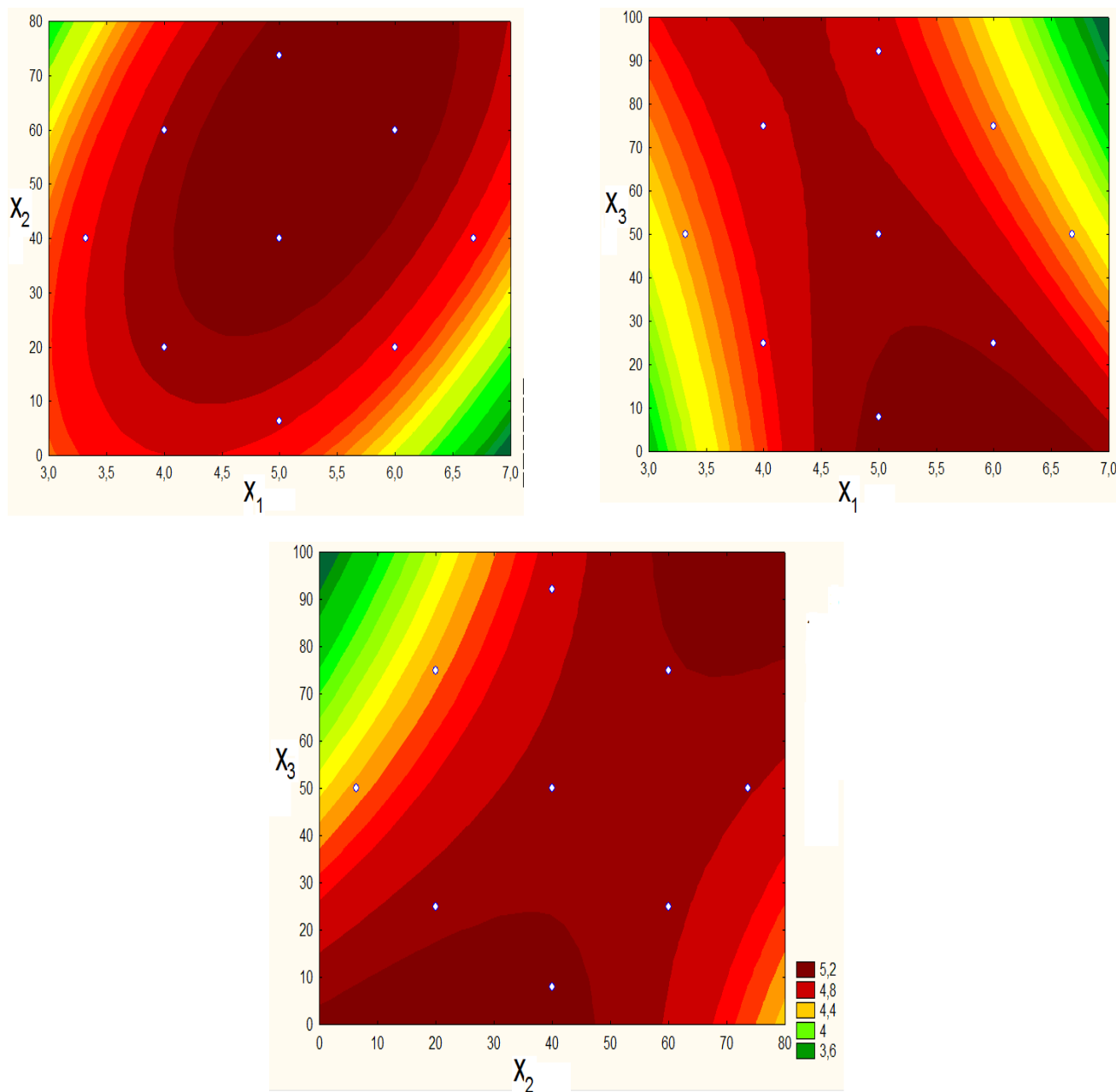


Рис. 1 Влияние pH среды (X_1), продолжительности замачивания (X_2) и температуры (X_3) на водосвязывающую способность свекловичной стружки

Как видно из данных, приведенных на рисунке 1, водосвязывающая способность свекловичной стружки практически не связана с температурой замачивания, в большей степени наблюдается влияние факторов продолжительность замачивания и pH-среда.

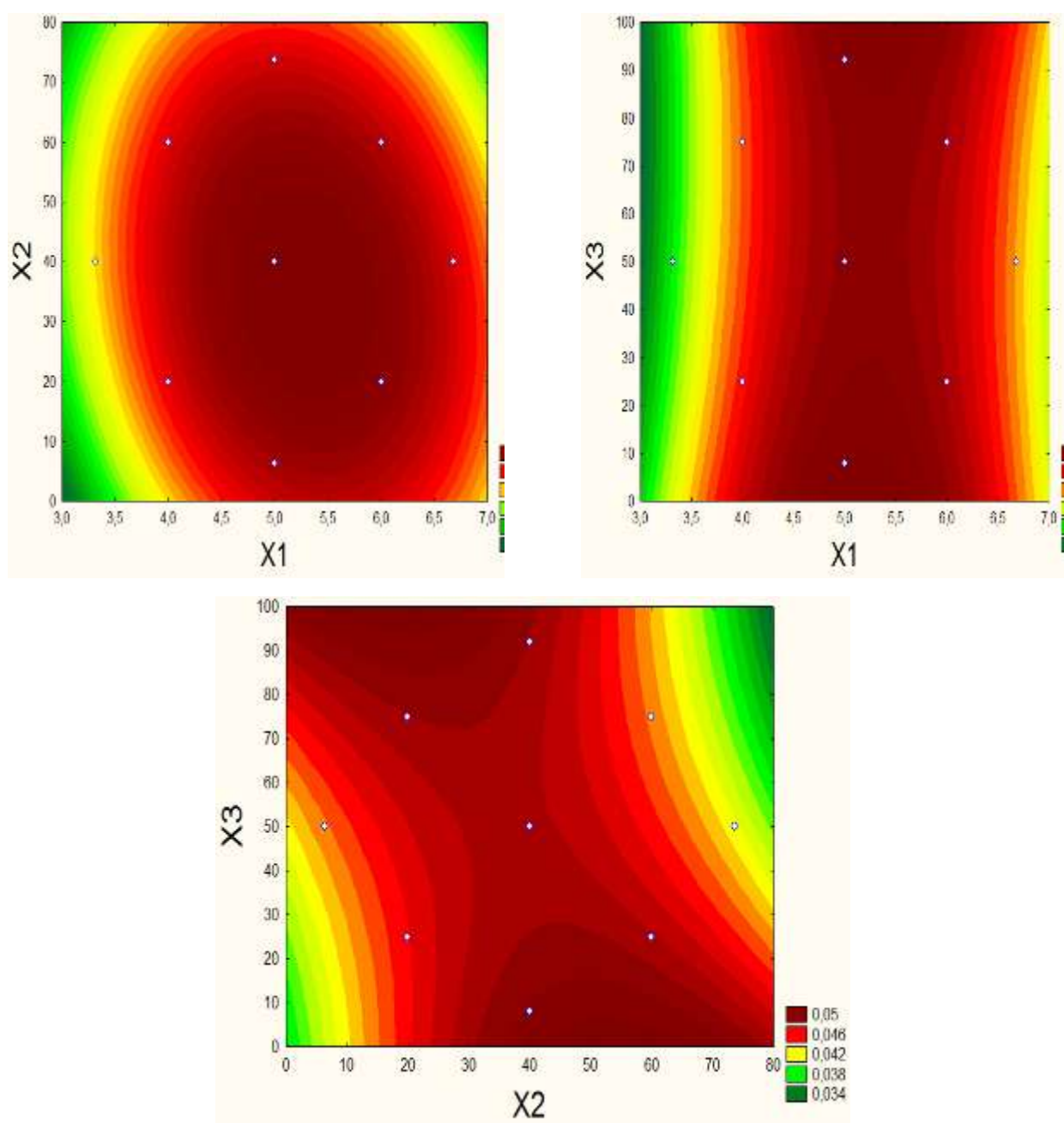


Рис.2 Влияние pH среды (X_1), продолжительности замачивания (X_2) и температуры (X_3) на сорбционную способность свекловичной стружки

Данные, приведенные на рисунке 2 показывают, что сорбционная способность свекловичной стружки незначительно связана с температурой замачивания. Наибольшее влияние на данный показатель оказывают факторы продолжительность замачивания и pH-среда.

Обработка данных позволила получить математические модели второго порядка:

Водосвязывающая способность

$$Y_1 = -0,81 + 2,36X_1 - 0,23X_1^2 - 0,032X_2 + 0,0003X_2^2 - 0,022X_3 - 0,000004X_3^2 + 0,009X_1X_2 - 0,008X_1X_3 + 0,0004X_2X_3$$
$$R^2 = 0,5, S^2 = 0,02$$

Сорбционная способность

$$Y_1 = -0,085 + 0,03X_1 - 0,0013X_1^2 + 0,0017X_2 + 0,000002X_2^2 + 0,0006X_3 + 0X_3^2 - 0,0004X_1X_2 - 0,00008X_1X_3 - 0,000009X_2X_3$$
$$R^2 = 0,51, S^2 = 0,00017$$

Анализ моделей показывает, что наибольший вклад в параметры оптимизации Y_1 и Y_2 оказывает фактор X_1 (рН-среда), т.к. имеет самый высокий размер коэффициента.

Для водосвязывающей способности увеличение фактора X_1 (рН-среда) оказывает положительное влияние на параметр оптимизации (коэффициент имеет положительный знак), остальные факторы имеют отрицательные знаки, свидетельствующие об их отрицательном действии на параметр оптимизации.

Для сорбционной способности знак «+» при коэффициенте X_1 (рН-среда) показывает положительное влияние увеличения этого фактора на параметр оптимизации. При этом сочетания факторов X_1X_2 , X_1X_3 , X_2X_3 в модели для сорбционной способности имеют знак «-», показывающий отрицательное влияние сочетания всех факторов на параметр оптимизации.

Нахождение оптимальных параметров проводили с помощью программы Excel, входящей в состав пакета программ Microsoft Office.

Решение уравнений позволило установить величину параметров оптимальную для сорбционной и водосвязывающей способности свекловичной стружки.

На основании проведенных исследований была разработана и утверждена техническая документация ТУ 9112-304-02069036-2013 Порошки пищевые свекловичные «Сахарные волокна».

Сорбционная способность нитратов, нитритов и мочевины из водных растворов сухой свекловичной стружкой и порошком пищевым свекловичным «Сахарные волокна» представлена на рисунке 3.

Как видно из данных представленных на рисунке 3 порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» и свекловичная стружка лучше всего адсорбируют нитраты и нитриты из водных растворов. При этом, порошок свекловичный «Сахарные волокна» способен сорбировать нитраты и нитриты в 7-11 раз, мочевины – в 2-3 раза больше по сравнению с исходным сырьем.

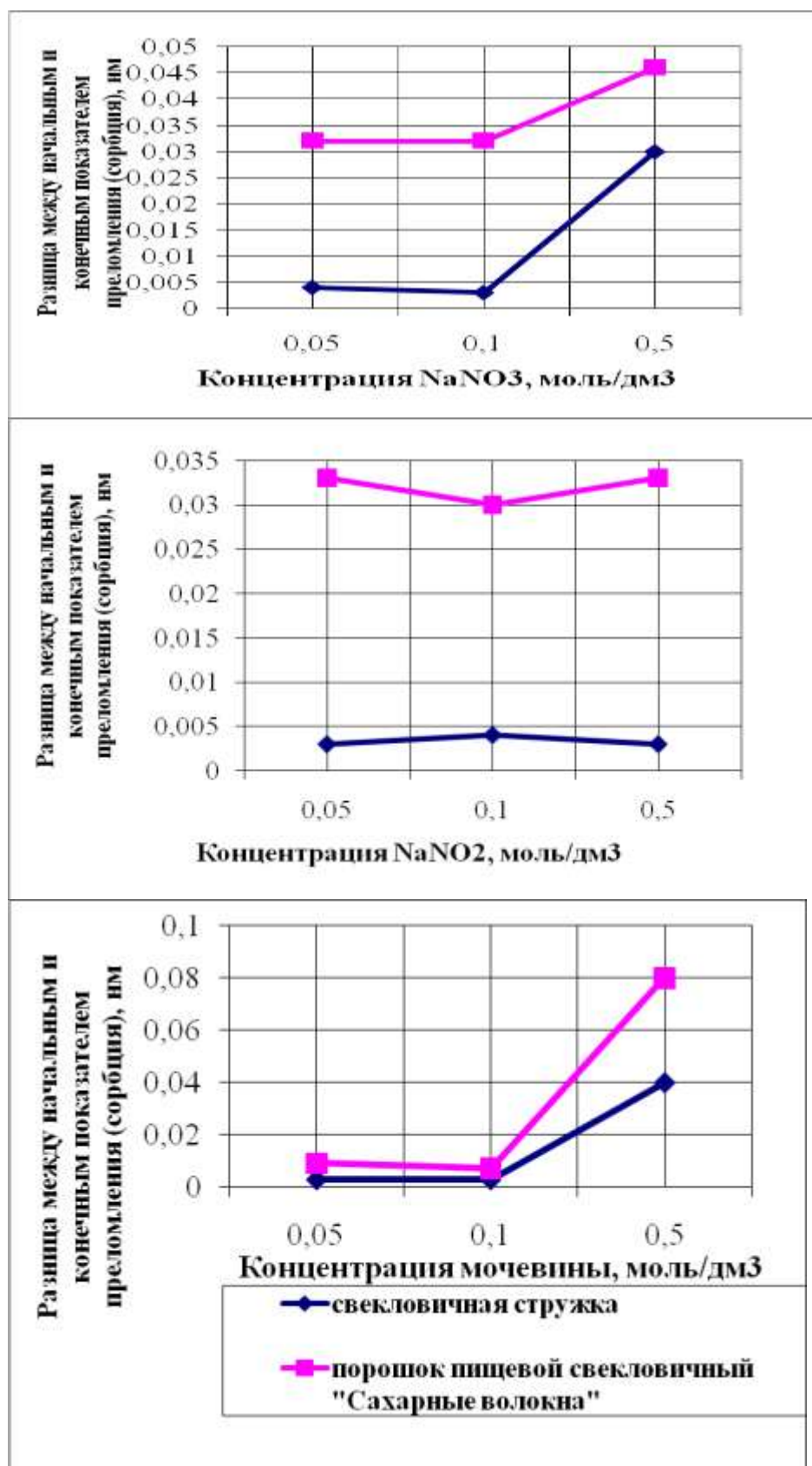


Рис. 3 Сорбция нитратов, нитритов и мочевины из водных растворов

Набухаемость определяли по изменению объема продукта при замачивании в воде в соотношении 1:20. При этом сырье заливали водой с температурой 20, 30, 40, 60, 92-95°C, выдерживали на водяной бане или в термостате с этой температурой в течение 4 часов.

Количественная мера набухания определяется по формуле:

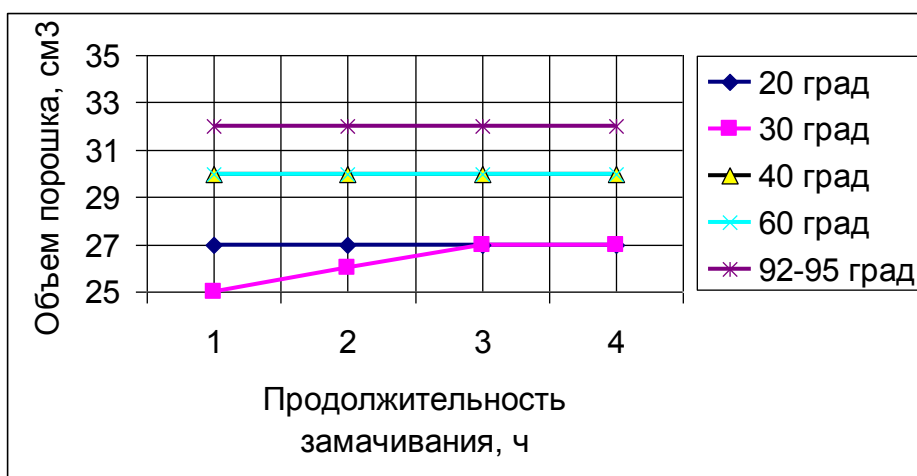
$$\alpha = \frac{V - V_0}{V_0},$$

где α – коэффициент набухаемости;

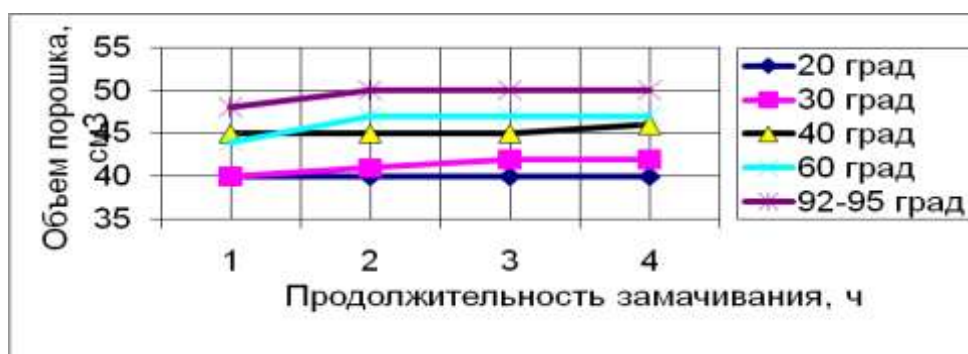
V_0 – начальный объем продукта (сухого), см³;

V – конечный объем продукта (замоченного), см³.

Влияние продолжительности и температуры замачивания на набухаемость свекловичной стружки и порошка пищевого свекловичного «Сахарные волокна», представлено на рисунке 4.



свекловичная стружка



порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна»

Рис.4 Влияние продолжительности и температуры замачивания на изменение объема при замачивании

Влияние температуры замачивания на коэффициент набухаемости свекловичной стружки и порошка пищевой свекловичный «Сахарные волокна» представлено на рисунке 5.

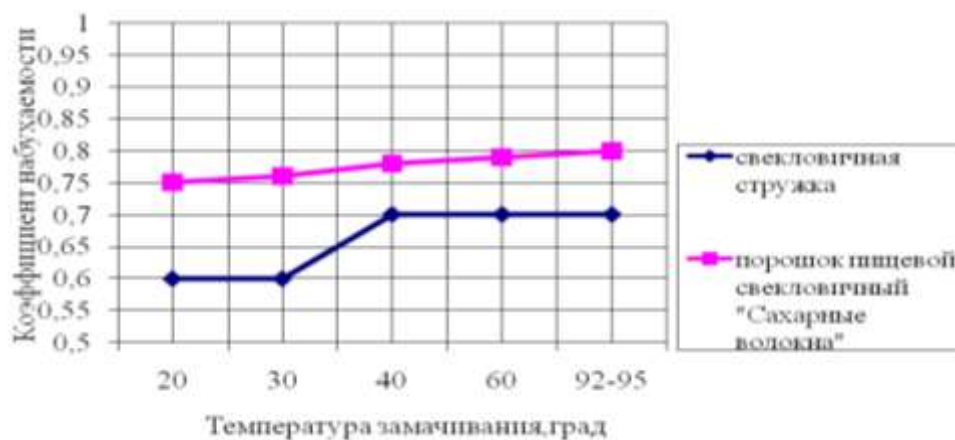


Рис.5 Влияние температуры замачивания на коэффициент набухаемости через 4 часа

Как видно из данных рисунков 4 и 5 максимальной набухаемости свекловичная стружка и порошок пищевой свекловичный «Сахарные волокна» достигают при температуре 92-95 °С. При этом коэффициент набухаемости порошка пищевого «Сахарные волокна» в 1,1-1,3 раза больше, чем у свекловичной стружки.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить оптимальные режимы кислотно-температурной обработки свекловичной стружки для разработки пищевых волокон из сахарной свеклы способных лучше сорбировать нитраты, нитриты и мочевины, обладающими большей набухаемостью, чем стружка из сахарной свеклы.

Полученные режимы прошли промышленную апробацию на предприятии Орловской области ЗАО «Колпнянский сахарный завод».

Список литературы:

1. Распоряжение правительства РФ от 17 апреля 2012 г. N 559-р Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года) // [Электронный ресурс]: <http://base.consultant.ru>
2. Лукьяненко, М. В. Использование свекловичных волокон в продуктах питания функционального назначения. [Текст] / М. В. Лукьяненко, Ю. И. Молотилин, М. Ю. Тамова // Пищевая технология, 2005. - №4. - С. 66.
3. Мазалова, Н.В Исследование технологических и функциональных свойств жома сахарной свеклы и пшеницы [Текст] / Н.В. Мазалова, Н.А. Березина // Материалы I Международной научно-технической интернет-конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты создания биосферосовместимых систем» 1-15 декабря 2012 г Орел: ГУ-УНПК. – 2013
4. Березина Н.А. Использование вторичного сырья в технологии хлебобулочных изделий из смеси ржаной и пшеничной муки / Н.А. Березина, Н.В. Мазалова // Сборник материалов пятого международного хлебопекарного форума 13-15 июня в рамках деловой программы 18-й международной выставки «Современное хлебопечение - 2012», М.: ФГБОУ Международная промышленная академия, 2012. – С.254-257