

**ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ЦЕННОСТИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ
В ПРОЦЕССЕ СВЧ-НАГРЕВА**

O.V. Perfilova

**BIOLOGICALLY ACTIVE VALUE CHANGE OF SECONDARY RAW MATERIALS
IN MICROWAVE HEATING PROCESS**

Перфилова О.В. – канд. техн. наук, доц., зав. каф. технологии продуктов питания Мичуринского государственного аграрного университета, Тамбовская обл., Тамбовский р-н, г. Мичуринск. E-mail: perfolgav@mail.ru

Perfilova O.V. – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Technology of Food, Michurinsk State Agrarian University, Tambov Region, Tambov District, Michurinsk. E-mail: perfolgav@mail.ru

Применение СВЧ-нагрева для предварительной обработки вторичного сырья является актуальным, так как в настоящее время приоритетным направлением развития пищевой и перерабатывающей промышленности является переход к технологиям, обеспечивающим комплексную переработку местного растительного сырья с максимальным сохранением биологически активных веществ. Цель исследования – изучение изменения биохимического состава выжимок от производства свекольного сока прямого отжима в результате их СВЧ-нагрева. Изменение биохимического состава свекольных выжимок после СВЧ-нагрева по сравнению с контролем определяли по содержанию сухих веществ, антиоксидантов и пектиновых веществ в лаборатории продуктов функционального питания Мичуринского государственного аграрного университета Тамбовской области. В результате проведенных исследований установлено, что при использовании СВЧ-нагрева свекольных выжимок происходят следующие изменения: нагрев от 50 до 96 °С при мощности 800 Вт приводит к увеличению содержания сухих веществ в опытных образцах на 1,6–5 % по сравнению с контролем; при режиме СВЧ-нагрева: температура – 92 °С, мощность – 800 Вт, время 160 секунд – в опытном образце по сравнению с контролем отмечено увеличение содержания антиоксидантов в 2,5 раза, что может быть обусловлено процессом гидролиза протопектина в пектин, в результате чего повышается клеточная проницаемость для водорастворимых антиоксидантов. Свекольные выжимки после СВЧ-нагрева рекомендуется перерабатывать в порошок и пасту, которые можно

использовать в технологии хлебобулочных и кондитерских изделий для здорового питания.

Ключевые слова: свекольные выжимки, СВЧ-нагрев, изменение биохимического состава, сухие вещества, антиоксиданты, пектины, порошок, паста, здоровое питание.

The application of microwave heating for preliminary processing of secondary raw materials is actual as now the priority direction of development of food and processing industry is the transition to the technologies providing complex processing of local vegetable raw materials with the maximum preservation of biologically active agents. The goal of the research was to study chemical composition change resulting after microwave heating of pomace from beet juice production. The change of biochemical composition of beet pomace after microwave heating compared with the control was determined by the content of solids, antioxidants and pectin substances in the Laboratory of Functional Nutrition of Michurinsk State Agrarian University of Tambov Region. As a result of conducted researches it was established that the using of microwave heating of beet pomace had caused the following changes: the heating from 50 to 96 °C at the power of 800 watt leading to the increase of solid content in test samples 1.6-5 % compared to the control; at microwave heating: the temperature was 92 °C, the power was 800 watt, the time was 160 seconds in the prototype compared to the control showed the maximum increase of antioxidants content in 2.5 times, which may be caused by hydrolysis process of protopectin in pectin, which increased cellular permeability to water-soluble antioxidants. Beet pomace after microwave heating is recommended to be processed into powder and paste for using in the

technology of bakery and confectionery products for a healthy diet.

Keywords: *beet pomace, microwave heating, biochemical composition change, solids, antioxidants, pectins, powder, paste, healthy diet.*

Введение. Пищевые компоненты определяют биологически активную ценность продуктов питания и оказывают решающее влияние на их структуру, цвет, внешний вид, вкус, аромат, а также полезные свойства. Это определяет необходимость комплексной оценки влияния каждого технологического процесса на отдельные пищевые компоненты. В связи с этой задачей необходимо знать специфическое поведение отдельных пищевых компонентов соответственно факторам, которые влияют на их изменения, а также механизмы этих изменений.

В плодоовощной консервной промышленности одним из технологических процессов является предварительная тепловая обработка сырья, в т.ч. бланширование, под которой понимается кратковременное (5–15 мин) воздействие на сырье горячей водой (температура 80...100 °С) или паром [4].

В процессе бланширования растительного сырья происходят потери питательных веществ, растворимых в воде, что является существенным недостатком. Диффузионный процесс, который происходит при бланшировании, является основной причиной потерь растворимых питательных веществ растительного сырья. Количество потерь питательных веществ зависит от вида и сорта растительного сырья, а также от его физического состояния (в целом или измельченном виде), в котором оно поступает на бланширование.

В настоящее время в современном оборудовании, как отечественного, так и иностранного производства, применяемом для предварительной термической обработки, используется микроволновая энергия. Данное оборудование позволяет рационально перерабатывать фрукты и овощи при непрерывном способе производства.

По сравнению с традиционными способами термической обработки для СВЧ-нагрева характерен ряд преимуществ:

- в результате «объемной» подачи тепла обеспечивается высокая скорость и равномерный нагрев;
- высокая сохранность витаминов и других биологически активных веществ;
- возможность мягкого режима термообработки

и подачи тепла импульсами (ступенчатый нагрев);

- экономическая эффективность процесса, обусловленная тем, что отсутствует контакт с теплоносителем, а также генерацией тепла в самом продукте, все это приводит к минимизации потерь тепла на нагрев оборудования и в окружающую среду;

- СВЧ-генераторы характеризуются меньшим потреблением электроэнергии по сравнению с электролитами и другими нагревательными приборами;

- из-за сокращения выделения тепла, газообразных веществ и пара во внешнюю среду улучшаются условия труда [3].

Однако еще недостаточно информации о влиянии токов сверхвысокой частоты (СВЧ-нагрева) на изменение биохимического состава перерабатываемого растительного сырья, в т.ч. вторичного.

Применение СВЧ-нагрева для предварительной обработки вторичного сырья является актуальным, так как в настоящее время приоритетным направлением развития пищевой и перерабатывающей промышленности является переход к технологиям, обеспечивающим комплексную переработку местного растительного сырья с максимальным сохранением биологически активных веществ.

Цель исследования. Изучение изменения биохимического состава выжимок от производства свекольного сока прямого отжима в результате их СВЧ-нагрева.

Задачи исследования: определить зависимость температуры нагрева свекольных выжимок от времени СВЧ-нагрева; зависимость содержания сухих веществ, водорастворимых антиоксидантов в свекольных выжимках от удельной работы СВЧ-нагрева; содержание пектиновых веществ в свекольных выжимках в свежем виде и после СВЧ-нагрева.

Объекты и методы исследования. Опытными образцами служили свекольные выжимки после СВЧ-нагрева до температуры от 50 до 96 °С при мощности 800 Вт. Контролем являлись свежие свекольные выжимки, которые не подвергались СВЧ-нагреву.

Изменение биохимического состава свекольных выжимок после СВЧ-нагрева по сравнению с контролем определяли по содержанию сухих веществ, антиоксидантов и пектиновых веществ в лаборатории продуктов функционального питания Мичуринского государственного аграрного университета Тамбовской области.

Содержание водорастворимых антиоксидантов в свекольных выжимках определяли на приборе «Цвет Яуза 01-АА» амперметрическим методом. Данный метод основывается на измерении силы электрического тока, который возникает на поверхности рабочего электрода в результате окисления молекул антиоксиданта при определенном потенциале, далее после усиления электрический ток преобразуется в цифровой сигнал. На значение электрического тока влияют природа и концентрация анализируемых веществ, тип и материал рабочего электрода, а также потенциал, приложенный к электроду [5].

Массовая доля сухих веществ в свекольных

выжимках определялась по ГОСТ 28561-90 методом высушивания навески при температуре 105 °С до постоянного веса.

Содержание пектиновых веществ (водорастворимых и протопектина) определялось объемным методом по С.Я. Райк.

Результаты исследования и их обсуждение. Известно, что температура, мощность и время СВЧ-нагрева являются основными параметрами, от значений которых будет зависеть биохимический состав свекольных выжимок.

На рисунке 1 показана зависимость температуры нагрева свекольных выжимок от времени СВЧ-нагрева при постоянной мощности 800 Вт.

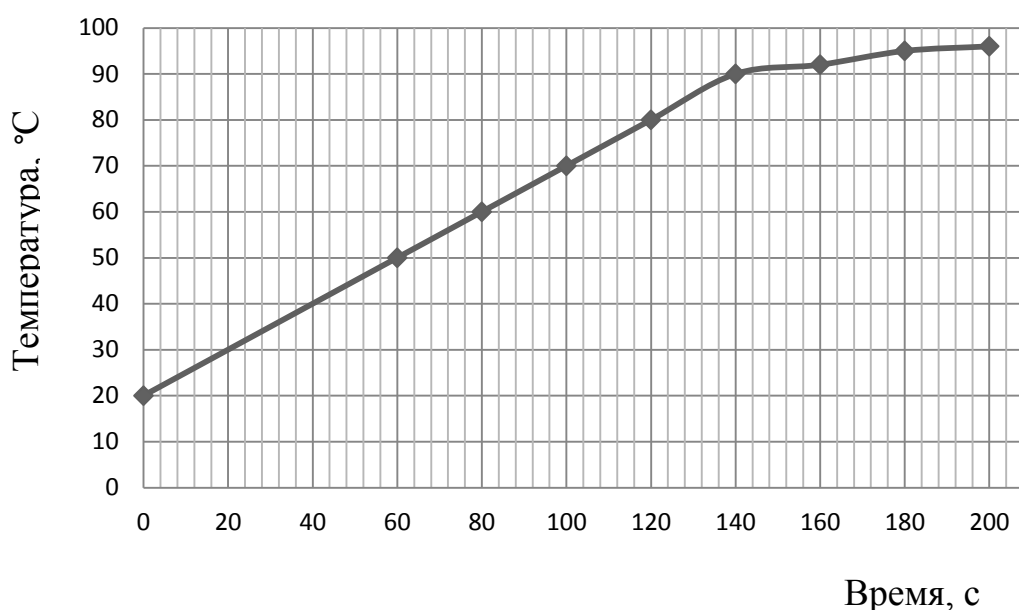


Рис.1. Зависимость температуры нагрева свекольных выжимок от времени СВЧ-нагрева при постоянной мощности 800 Вт

На рисунке 1 видно, что температура нагрева свекольных выжимок находится в прямой зависимости от времени СВЧ-нагрева при постоянной мощности 800 Вт. Установлено, что свекольные выжимки нагреваются до температуры 50 °С за 60 с, а максимальная температура 96 °С достигается за 200 с СВЧ-нагрева.

Одним из важнейших показателей, по которому судят о качестве перерабатываемого растительного сырья, является содержание в нем сухих веществ и антиоксидантов.

Содержание антиоксидантов влияет на функ-

циональную ценность растительного сырья. Антиоксиданты блокируют свободные радикалы, которые оказывают вредное воздействие на человеческий организм, и тем самым могут защищать его от заболеваний и старения. Наряду с белками, углеводами и жирами антиоксиданты признаются незаменимой частью функционального, профилактического и здорового питания.

Зависимости содержания сухих веществ и антиоксидантов в свекольных выжимках от удельной работы СВЧ-нагрева представлены на рисунках 2 и 3.

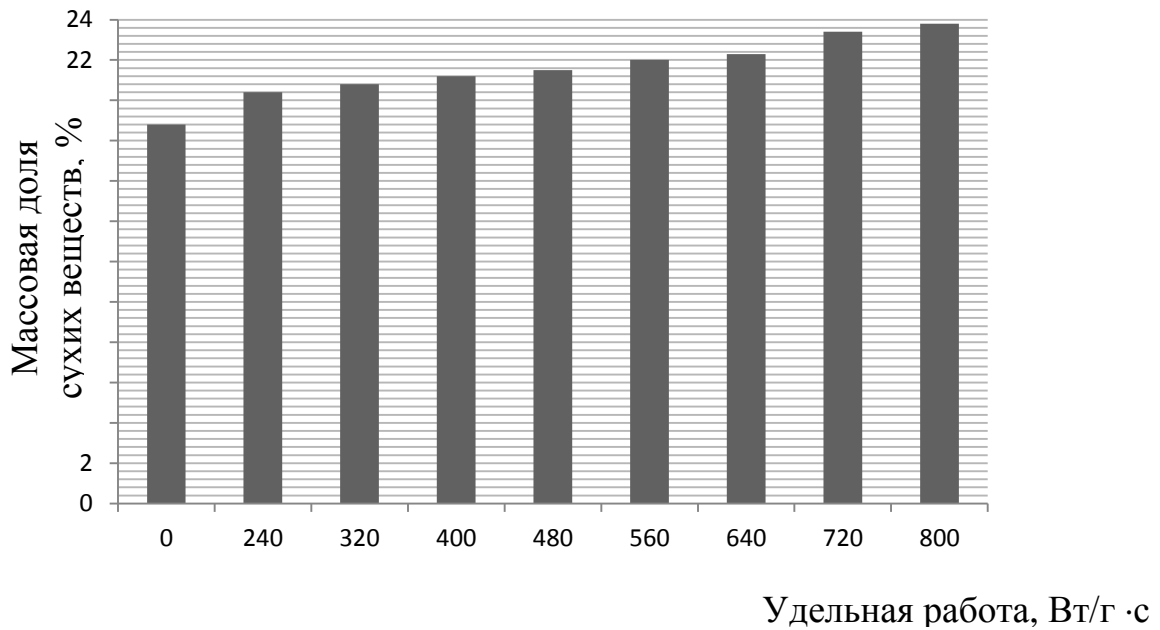


Рис. 2. Зависимость содержания сухих веществ от удельной работы СВЧ-нагрева свекольных выжимок

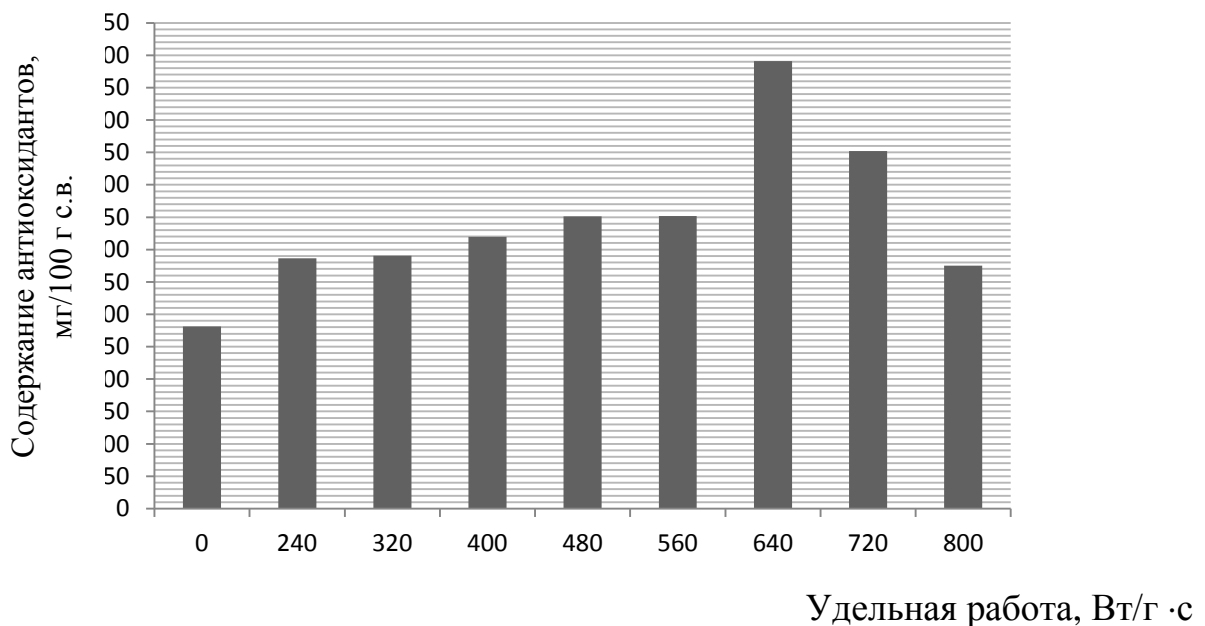


Рис. 3. Зависимость содержания антиоксидантов (по кверцетину) от удельной работы СВЧ-нагрева свекольных выжимок

В результате исследований выявлено, что в контрольном образце свекольных выжимок с массовой долей сухих веществ 18,8 % содержание антиоксидантов в пересчете на сухое вещество составило 281,4 мг/100 г с.в. После СВЧ-нагрева свекольных выжимок до 50 °С (удельная работа – 240 Вт/г·с) содержание антиоксидантов составило 386,3 мг/100 г с.в. при массовой доле сухих веществ 20,4 %. Максимальное содержание антиоксидантов в свекольных выжимках 691,0 мг/100 г

с.в. было выявлено в образцах после СВЧ-нагрева при следующем режиме: температура 92 °С, время 160 секунд, мощность 800 Вт (удельная работа – 640 Вт/г·с), при этом массовая доля сухих веществ составила 22,3 %. При дальнейшем увеличении удельной работы СВЧ-нагрева до 720–800 Вт/г·с температура свекольных выжимок повышалась незначительно – на 3–4 °С. При данных режимах СВЧ-нагрева свекольных выжимок массовая доля сухих веществ составила соответ-

ственно 23,4 и 23,8 %, а содержание антиоксидантов снизилось соответственно до 552,1 и 375,2 мг/100 г с.в.

Состояние пектиновых веществ в растительном сырье играет важную роль в технологии, оказывает влияние на многие технологические параметры и качественные характеристики готового продукта. Пектиновые вещества относятся к полисахаридам несахаристого типа. Они содержатся в растительном сырье (фрукты и овощи) как в виде протопектина, который не растворяется в воде, так и в виде водорастворимого пектина. Пектиновые вещества растворяются в воде, ус-

ваиваются в кишечнике, образуют гели и имеют значительную водоудерживающую способность, связывают катионы и органические вещества, холестерин и желчные кислоты, токсичные и лекарственные вещества [1, 2].

Сравнительная оценка содержания пектиновых веществ в свекольных выжимках в свежем виде и после СВЧ-нагрева при режиме, при котором обеспечивается максимальное содержание антиоксидантов (температура – 92 °С, мощность – 800 Вт, время нагрева – 160 секунд), представлена в виде диаграммы на рисунке 4.

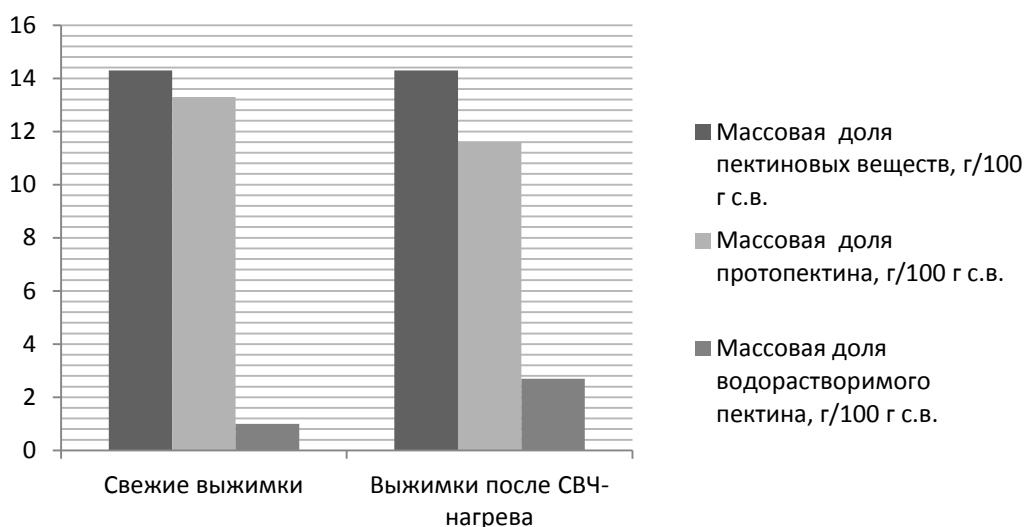


Рис. 4. Содержание пектиновых веществ в свекольных выжимках

Установлено, что при СВЧ-нагреве свекольных выжимок количественных изменений в содержании пектиновых веществ не установлено, однако меняется их качественный состав. Так, в свекольных выжимках, как в свежем виде, так и после СВЧ-нагрева, содержание пектиновых веществ в среднем составило 14,3 г/100 г с.в. Содержание водорастворимых пектиновых веществ в свекольных выжимках после СВЧ-нагрева по сравнению со свежими выжимками повышается с 7 до 19 % в результате гидролиза протопектина.

При СВЧ-нагреве свекольных выжимок происходит гидролиз протопектина в растворимый пектин, коагулируются белки протоплазмы, цитоплазменная оболочка повреждается, осмотическое давление уменьшается и выжимки размягчаются, а также увеличивается их клеточная проницаемость, что и может обуславливать факт увеличения содержания водорастворимых антиоксидантов в опытных образцах.

В технологическом аспекте предварительную

термическую обработку свекольных выжимок СВЧ-нагревом следует применять с целью ускорения процесса сушки или протирания.

Выводы. В результате исследования установлено, что при использовании СВЧ-нагрева свекольных выжимок происходят следующие изменения:

- нагрев от 50 до 96 °С при мощности 800 Вт приводит к увеличению содержания сухих веществ в опытных образцах на 1,6–5 % по сравнению с контролем;

- при режиме нагрева: температура – 92 °С, мощность – 800 Вт, время 160 секунд (удельная работа – 640 Вт/г·с) – в опытном образце по сравнению с контролем отмечено максимальное увеличение содержания антиоксидантов (в 2,5 раза), что может быть обусловлено процессом гидролиза протопектина в пектин, повышающим клеточную проницаемость для водорастворимых антиоксидантов.

Свекольные выжимки после СВЧ-нагрева рекомендуется перерабатывать в порошок и пасту, которые можно использовать в технологии хлебо-булочных и кондитерских изделий для здорового питания.

Литература

1. Арсеньева Т.П., Баранова И.В. Основные вещества для обогащения продуктов питания // Пищевая промышленность. – 2007. – № 1. – С. 6–8.
2. Гаппаров М.М.Г., Кочеткова А.А., Шубина О.Г. Пищевые волокна – необходимый «балласт» в рационе питания // Пищевая промышленность. – 2006. – № 6. – С. 56–58.
3. Ушакова Н.Ф., Копылова Т.С., Касаткин В.В. [и др.]. Опыт применения СВЧ-энергии при производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. – 2013. – № 10. – С. 30–32.
4. Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 494 с.
5. Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах

лекарственных растений амперометрическим методом. – М.: Химавтоматика, 2007. – 14 с.

Literatura

1. Arsen'eva T.P., Baranova I.V. Osnovnye veshhestva dlja obogashhenija produktov pitaniija // Pishhevaja promyshlennost'. – 2007. – № 1. – С. 6–8.
2. Gapparov M.M.G., Kochetkova A.A., Shubina O.G. Pishhevye volokna – neobhodimyj «ballast» v racione pitaniija // Pishhevaja promyshlennost'. – 2006. – № 6. – S. 56–58.
3. Ushakova N.F., Kopylova T.S., Kasatkin V.V. [i dr.]. Opyt primenenija SVCh-jenergii pri proizvodstve pishhevych produktov // Pishhevaja promyshlennost'. – 2013. – № 10. – S. 30–32.
4. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S., Grishin M.A. Osnovy konservirovaniija pishhevych produktov. – M.: Agropromizdat, 1986. – 494 s.
5. Jashin A.Ja., Chernousova N.I. Metodika vypolnenija izmerenij sodержaniija antioksidantov v napitkah i pishhevych produktah, biologicheski aktivnyh dobavkah, jekstraktah lekarstvennyh rastenij amperometricheskim metodom. – M.: Himavtomatika, 2007. – 14 s.

