

ВЛИЯНИЕ КОНВЕКТИВНОЙ И СВЧ-СУШКИ СЕМЯН РАПСА НА ПОКАЗАТЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ РАПСОВОГО МАСЛА

Е.С. Бунин, Г.В. Калашиников, С.В. Макеев

Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

В пользу расширения производства и переработки рапса говорит факт возможности использования рапсового масла в качестве возобновляемого и экологически безопасного вида биотоплива, наличие практически неограниченных рынков сбыта рапсового сырья, возможности улучшения фитосанитарных и агрофизических свойств почвы, благоприятные почвенно-климатические условия в большинстве регионов страны [1, 2]. Ценность рапса для пищевой промышленности определяется высоким содержанием витаминов группы Е и самым оптимальным соотношением всех физиологически важных жирных кислот, содержащихся в масле его семян, особенно ненасыщенной олеиновой кислоты, способствующей снижению уровня холестерина в крови и стимулирующей деятельность сердечно – сосудистой системы человека [3]. Наиболее перспективным направлением повышения эффективности процесса сушки растительного сырья и совершенствования технологии производства рапсового масла при обеспечении высокого качества готового изделия является использование СВЧ-энергии и активных гидродинамических режимов в виде закрученных потоков теплоносителя. В процессе сушки семян рапса более влажные частицы под воздействием СВЧ-энергии нагреваются более интенсивно, чем частицы, имеющие меньшее влагосодержание, таким образом, происходит выравнивание влагосодержания материала. Вследствие большего градиента влагосодержания и температуры при действии СВЧ-энергии частицы подвергаются более интенсивному внутреннему теплообмену и внешнему тепло – и массообмену, что способствует интенсивной сушке с большей скоростью. Поэтому температура теплоносителя может быть снижена на (293...313) К, чем в случае только конвективного подвода тепловой энергии, что положительно сказывается на качестве высушиваемого материала. Отличительной особенностью сушки семян рапса при воздействии СВЧ-энергии в отличие от воздействия температуры сушильного агента на продукт при конвективной сушке является то, что подводимая СВЧ-мощность в меньшей степени оказывает влияние на критическое влагосодержание. Соотношения периодов постоянной и убывающей скоростей сушки определяются только формами связи влаги с материалом, что положительно сказывается на качестве высушиваемого материала.

Целью работы – исследование влияния различных способов сушки и СВЧ-обработки семян рапса на показатели безопасности, а также оценка качества рапсового масла.

В качестве способов сушки семян рапса выбраны конвективная сушка и комбинированная сушка с СВЧ-энергоподводом. Для исследования влияния СВЧ-энергии на качество изделия определялись основные показатели безопасности рапсового масла, которыми являются кислотное число и перекисное число [4]. Отбор проб семян рапса осуществляли в соответствии с ГОСТ 13586.3–83. Для семян рапса, высушенных конвективным способом и с помощью комбинированного СВЧ-энергоподвода кислотное число определяли по ГОСТ 13496.18–85, перекисное число – согласно МУ № 13–5–02/0657 [4]. Полученные значения показателей качества пересчитывались на абсолютно сухое вещество для исключения влияния на них различной массовой доли влаги в семенах, высушенных конвективным способом и с помощью СВЧ-энергоподвода. Погрешность при исследовании составляла: для кислотного числа – $\pm 0,4$ мг КОН/г (ГОСТ 13496.18–85), перекисного числа – $\pm 0,04$ % J_2 (МУ № 13–5–02/0657). Показателем количественного содержания свободных жирных кислот является кислотное число. Свободные жирные кислоты могут содержаться в растительном сырье (семена незрелых растений или семена, самозревающие при хранении во влажном состоянии), а также образовываться в процессе выделения масла в результате частичного гидролиза триглицеридов (высшие жирные кислоты) и их окисления под действием света и при длительном хранении. Суммарное содержание свободных жирных кислот в растительных маслах определяет их кислотность. Кислотное число характеризует содержание в одном грамме растительного масла свободных жирных кислот (т. е. степень липолитической порчи жира (расщепления триглицеридов)) и других титруемых щелочью веществ и выражается в миллиграммах едкого калия, необходимого для их нейтрализации.

На основе данного показателя можно говорить о степени свежести масла. Он нормируется стандартами для большинства пищевых жиров [4]. В соответствии с ГОСТ 8988–2002 кислотное число масла, содержащегося в семенах рапса, не должно превышать 6 мг КОН/г. В процессе сушки семян рапса различными способами кислотное число масла, содержащегося в семенах рапса, составляет: для конвективной сушки 4,5 мг КОН/г и комбинированной сушки с СВЧ-энергоподводом – 4,0 мг КОН/г. Перекисное число – показатель, характеризующий изменение качества растительного масла, вследствие окислительной порчи жиров (прогоркание), особенно снижающие органолептические показатели. Перекисное число выражается количеством граммов йода, выделенного из йодистого калия перекисями, содержащимися в 100 г. масла. При повышении перекисного числа снижаются органолептические свойства масла и, как следствие, качество готового изделия [4]. Согласно ГОСТ 8988–2002 показатель перекисного числа для рапсового масла не должен превышать 0,13 % J_2 . Перекисное число для проб после конвективной сушки составляло 0,07 % J_2 , а после комбинированной сушки с СВЧ-энергоподводом равно 0,05 % J_2 . По результатам исследований физико-химических показателей качества можно сделать вывод, что использование СВЧ-энергии позволяет улучшить показатели кислотного и перекисного числа рапсового масла. Таким образом, использование СВЧ-энергоподвода приводит не только к сокращению времени и энергозатрат на процесс сушки, но и к улучшению качества получаемого продукта. Для реализации технологии предложены энергоэффективные способы, конструкции сушилок, технологические схема и линия переработки семян рапса [5–11]

ЛИТЕРАТУРА

1. Климарев, С.И. Интенсификация физико-химических процессов СВЧ-энергией в СЖО [Текст] / С.И. Климарев. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 252 с.
2. Рензеева, Т.В. Продукты переработки рапса, рыжика, сурепицы [Текст] / Т.В. Рензеева. – М.: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 140 с.
3. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник [Текст] / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М. Скурихина и академика РАМН, проф. В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
4. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). Книга 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Текст] / Ю.Я. Харитонов. – М.: Высшая школа, 2001. – 560 с.
5. Kalashnikov, G.V. Energy-Efficient Combination Convective Drying Of Disperse Materials / Kalashnikov, G.V., Chernyaev, O.V. // Fibre Chemistry. Volume: 51. Issue: 4. – Pp: 289–292, Early Access: 2020, doi 10.1007/s10692–020–10098–6
6. Калашников Г.В. Сушилка термолабильного пищевого растительного сырья непрерывного действия [Текст] / Г.В. Калашников, О.В. Черняев // Материалы Международной научно-техн. конф. «Инженерия техники будущего пищевых технологий». – Воронеж: ВГУИТ, 2018. С. 95–98
7. Калашников, Г.В. Энергоэффективное технологическое оборудование для сушки растительного сырья [Текст] / Г.В. Калашников, О.В. Черняев // Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе: материалы международной научно-практ. конф. – Воронеж: ВГАУ им. императора Петра I, 2018. – С. 85–89
8. Калашников Г.В., Черняев О.В. Роторная сушилка / Пат. № 2647557 РФ, F26B 15/04. – Патентообладатель: ФГБОУ ВО ВГУИТ (RU). – № 2017116523; заявл. 12.05.2017; опубл. 19.03.2018. // Изобретения. Полезные модели. – 2018. – № 8
9. Калашников Г.В., Литвинов Е.В., Родионова А.Е., Рябикова С.А. Способ влаготепловой обработкой дисперсных материалов с использованием переменного комбинированного конвективно-СВЧ энергоподвода / Пат. № 2640848 РФ, F26B 25/22, G 05 D 27/00. – Патентообладатель: ФГБОУ ВО ВГУИТ (RU). – № 2016120689; заявл. 26.05.2016; опубл. 12.01.2018. // Изобретения. Полезные модели. – 2018. – № 2
10. Калашников Г.В., Черняев О.В. Ленточная сушилка / Пат. № 2702940 РФ, F26B 17/04. – Патентообладатель: ФГБОУ ВО ВГУИТ (RU). – № 2018142929; заявл. 05.12.2018; опубл. 14.10.2019 // Изобретения. Полезные модели. – 2019. – № 29
11. Калашников Г.В., Черняев О.В. Ярусная роторная сушилка / Пат. № 2703182 РФ, F26B 15/06. – Патентообладатель: ФГБОУ ВО ВГУИТ (RU). – № 2018142967; заявл. 05.12.2018; опубл. 16.10.2019 // Изобретения. Полезные модели. – 2019. – № 29