

© Т.И. Котова, Г.И. Хантургаева, В.Г. Ширеторова
Россия, Улан-Удэ, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия

Исследование диэлектрических характеристик замороженных плодов облепихи

Исследована зависимость изменения коэффициента диэлектрических потерь плодов облепихи от влагосодержания и температуры методом сравнения.

© T.I. Kotova, G.I. Khanturgaeva, V.G. Shiretorova

Research of dielectric characteristics of the frozen sea-buckthorn berries

Dependence of change of factor of dielectric losses of sea-buckthorn berries from moisture and temperatures is investigated by a method of comparison.

Введение

Общепринятыми методами измерения диэлектрических характеристик продуктов в диапазоне СВЧ являются резонансные, волноводные, метод свободных волн и методы, основанные на использовании медленных волн [1-5]. Нами был использован метод сравнения (экспресс-метод), разработанный в МИНХе им. Г.В. Плеханова, позволяющий определить диэлектрические характеристики, в частности коэффициент диэлектрических потерь ε'' , пищевых продуктов с достаточной для практического использования точностью. Все измерения сводятся к сравнению скорости нагрева исследуемого образца и эталона (воды) за одинаковый период времени, с учетом веса и теплоемкости образца, а также колебательной мощности ЭМП СВЧ, вводимой в рабочую камеру [2].

• Экспериментальная часть

Измерения проводились в микроволновой печи «Samsung» с частотой 2450 МГц и колебательной мощностью 600 Вт. В качестве эталона использовалась дистиллированная вода. Было проведено несколько серий опытов по СВЧ-нагреву воды и плодов облепихи, взятых в равном объеме, за фиксированный промежуток времени. Температура нагрева эталона и образца контролировалась при помощи шеститочечного самопишущего потенциометра КСП-4. Датчиками измерения температуры служили хромель-капельные термопары с диаметром термоэлектродов 0,2 мм.

Средняя (за некоторый промежуток времени) удельная активная мощность, рассеян-

ная в единице объема данного материала в виде теплоты, определяется согласно закону Джоуля - Ленца [2,3]:

$$P_{уд} = 0,556 \cdot 10^{-10} \cdot \varepsilon'' \cdot f \cdot E^2, \quad (1)$$

где $P_{уд}$ – удельная мощность, Вт/м³; ε'' – коэффициент диэлектрических потерь; f – частота колебаний электромагнитного поля, Гц; E – напряженность электромагнитного поля, В/м.

Тепловую энергию, генерируемую в материале, можно также определить по формуле:

$$Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

где Q – количество теплоты, генерируемой в материале, Дж; c – удельная теплоемкость материала, Дж/(кг·К); m – масса материала, кг; ΔT – разность температур между конечной T_k и начальной T .

Сравнение скорости нагрева dT/dx эталона и образца, а также совместное решение уравнений (1) и (2) позволяет определить зависимость значений коэффициента диэлектрических потерь плодов облепихи от различных факторов.

Определение коэффициента диэлектрических потерь плодов облепихи проведено в интервале влагосодержаний от 12 до 80%. До определенной влажности плоды облепихи подсушивали на лабораторной конвективной сушилке. С целью снятия температурных зависимостей ε'' опыты проводились при различных температурах в интервале 293...333 К. Для этого продукт предварительно термостатировали в шкафу с ав-

96 томатическим регулированием температуры.

На рис. 1 приведены зависимости изменения коэффициента диэлектрических потерь

плодов облепихи при частоте ЭМП 2450 МГц от влагосодержания.

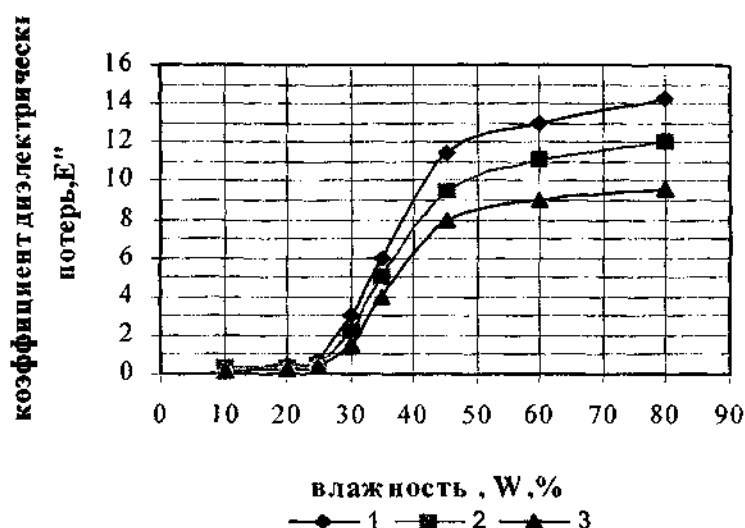


Рис. 1. Зависимость изменения коэффициента диэлектрических потерь ε'' плодов облепихи при частоте ЭМП 2450 МГц от влагосодержания (W): 1 - $T=293$ К; 2 - $T=313$ К; 3 - $T=333$ К

Как видно из рис. 1, значение ε'' в значительной степени зависит от влажности материала, т.е. вода играет основную роль в процессе поглощения энергии при диэлектрическом нагреве [2]. Нелинейная зависимость коэффициента диэлектрических потерь от влажности обусловлена разнообразием форм связи влаги в плодах облепихи.

С увеличением влагосодержания до 46% происходит резкое увеличение коэффициента диэлектрических потерь ε'' . Данный интервал влагосодержания соответствует адсорбционной влаге, с большой энергией связи.

В интервале влагосодержаний от 46 до 80% наблюдается незначительное увеличение коэффициента диэлектрических потерь ε'' от 5,9 до 8,2. Это объясняется тем, что при увеличении количества свободной влаги (влаги макрокапилляров) с минимальной энергией связи относительная доля прочно связанной влаги в исследуемом материале в общем оставшемся объеме уменьшается.

Уменьшение значения ε'' с повышением температуры плодов облепихи можно объяснить уменьшением ε'' воды, а также активными потерями воды, которые происходят в результате реакций, происходящих в плодах облепихи [1]. При нагревании из плодов удаляется влага, что также приводит к умень-

шению коэффициента диэлектрических потерь ε'' .

Заключение

Результаты исследований зависимости коэффициента диэлектрических потерь плодов облепихи от влагосодержания и температуры показали, что чем выше влагосодержание, тем больше коэффициент диэлектрических потерь. От температуры наблюдается обратная зависимость: чем выше температура, тем меньше коэффициент диэлектрических потерь.

Литература

1. Некрутман С.В. Диэлектрические свойства пищевых продуктов на частоте 2375 МГц // Электронная обработка материалов. – 1973. – № 4. – С. 82-84.
2. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов / И.А.Рогов, С.В. Некрутман. – М.: Агропромиздат, 1986. – 297с.
3. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов / И.А.Рогов, В.Я. Адаменко, С.В. Некрутман и др.; под ред. И.А. Рогова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 287с.
4. Microwave dryer to be available in early 1982 // Farm Industry News. – Midwest. – 1981.
5. Stanley E. Microwave vacuum drying // Food Eng. – 1979. – V. 51.