

Свойства поверхностной пленки в чае

Борщева Варвара Дмитриевна, 10 класс физико-математический профиль

Специализированный учебно-научный центр (факультет) — школа-интернат имени А.Н. Колмогорова Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Руководитель: Руденко Юлия Константиновна

При заваривании чая иногда можно наблюдать образующийся на его поверхности налет, или чайную пленку. Интуитивно кажется, что налет образуется при заваривании более низкосортного чая, однако, как показано в других работах, это не так [1-2]. Чайная пленка образована из фенолов и полифенолов, которые широко распространены в тканях растений. Данные соединения вступают в реакцию с солями (в частности, с карбонатом кальция), содержащимися в воде, и образуют налет. Он сохраняет антибактериальные и высокореакционные свойства природных полифенолов, что может стать более дешевой альтернативой полидопамина [2], который используется как универсальное покрытие в биомедицине и химической промышленности.

Цель проекта состоит в изучении свойств поверхностной пленки в различных жидкостях и в чае. Для этого были поставлены задачи исследования: определение состава пленки, условий ее образования и влияния пленки на тепловые структуры на поверхности. В работе тепловизором FLIR SC7700 измерялись поля температуры в различных жидкостях: дистиллированной воде, воде с различной концентрацией соли (NaCl), чае, заваренном в воде различной жесткости и этиловом спирте. Сравнение полей температуры в дистиллированной воде и этаноле показало, что в воде на поверхности присутствует «холодная» пленка из естественных примесей, что препятствует обновлению поверхности при неравномерном нагреве или охлаждении [3], однако очень слабо влияет на величину поверхностного натяжения жидкости. В этаноле такая пленка отсутствует, и видны мелкие ячеистые структуры, что говорит о наличии температурной конвекции Марангони. Чайный налет также блокирует конвекцию Марангони. Однако при нагреве пленка может «прорываться», и тогда видны участки с двумя разными граничными условиями: с холодной пленкой и с более теплыми участками, где видна конвекция Марангони, как показано на рис. 1. В работе показано, что чтобы прорвать пленку с чайным налетом, необходима более высокая температура.

Были получены ИК-снимки для дистиллированной воды и чая, заваренном в воде различной жесткости и при разной температуре. В дальнейшем планируется исследовать свойства пленки при добавлении в чай лимона и молока, что может повлиять на толщину и эластичность пленки. Также планируется сравнить рельеф поверхности жидкости при возбуждении колебаний в ультразвуковой ванне.

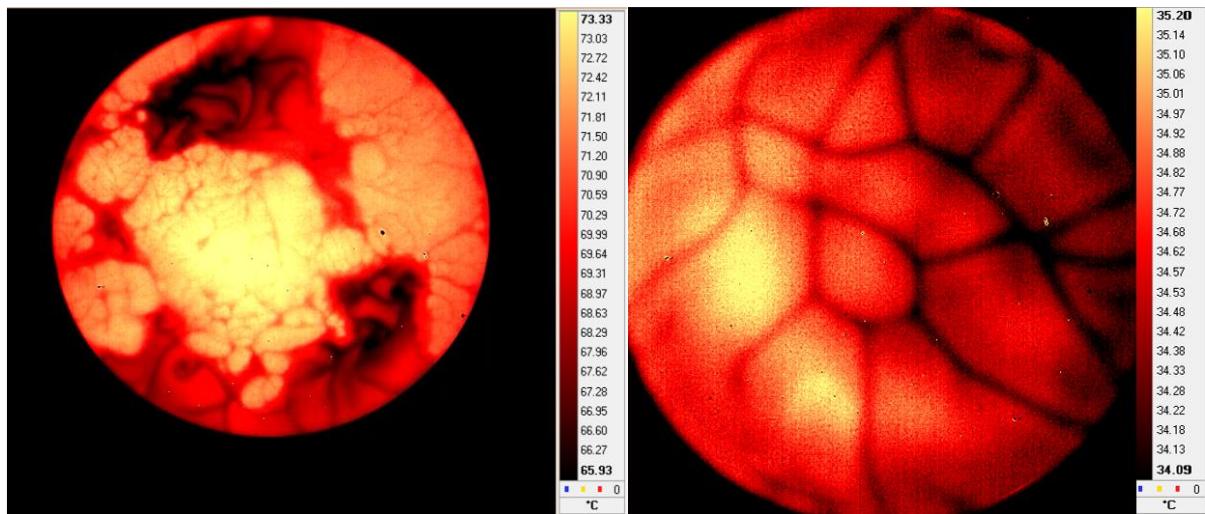


Рис. 1. ИК-снимки, полученные тепловизором, в нагретой дистиллированной воде (слева) и в заваренном на дистиллированной воде зеленом чае (справа). Диаметр чаши Петри – 10 см

- [1] Sileika T. S., Barrett D. G., Zhang R., Lau K. H. A., Messersmith P. B. Colorless multifunctional coatings inspired by polyphenols found in tea, chocolate, and wine // *Angewandte Chemie International Edition*. — 2013. — Vol. 52. — P. 10766–10770.
- [2] Giacomin C. E., Fischer P. Black tea interfacial rheology and calcium carbonate // *Physics of Fluids*. — 2021. — Vol. 33, No. 092105. — 12 p.
- [3] Плаксина Ю.Ю., Пуштаев А.В., Винниченко Н.А., Уваров А.В. 2018. Влияние малых примесей на формирование структур при конвекции Рэлея-Бенара-Марангони в плоском слое жидкости. *Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия*, вып. 5, сс. 55-61.