Cell rheometry with a narrow-gap Rotational rheometer

**Andreas Wierschem1, Haider Mohammed Ali Dakhil1,2**

1Institute of Fluid Mechanics

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

Erlangen, Germany

E-mail: andreas.wierschem@fau.de, web page: www.lstm.fau.de

2Faculty of Engineering

University of Kufa

Najaf, Iraq

E-mail: haider.dakhil@fau.de, web page: www.lstm.fau.de

**ABSTRACT**

We study the viscoelastic behavior of biological cells, their adhesion and load limits. To this end, we modified a commercial rheometer to set up a parallel-disk configuration with an accuracy of about 1 µm, which is an improvement by a factor of 30-100 over commercial rheometers [1].

While cell-to-cell variation is typically very large, making it tedious and time consuming to repeat single-cell studies, this setup allows determining average linear viscoelastic cell properties in single experimental runs. Therefore, cells in culture medium are fixed to the plates in a monolayer and the cell coverage is detected with a fluorescence microscope [2]. This permits quantifying the impact of drugs on the cell mechanics without the need of treating the samples in the rheometer and envisions the use of this method as a fast diagnostic tool. The method also allows for quantitatively studying of the impact of pre-stress on the storage and loss moduli of the cells.

The narrow-gap rheometer also allows studying the load limit of cells with respect to shear in low viscous media without harking back to thickeners, which may have an impact on the cell metabolism [3]. Furthermore, it allows detecting adhesion limits of cells in low viscous media to substrates, which is of crucial importance for implants and biofilms.

**Keywords:** Cell rheology, Linear viscoelasticity, Narrow-gap rheometry, Cell monolayer, Adhesion limit, Load limit.

References

[1] Dakhil, H., Wierschem, A. (2014), “Measuring low viscosities with a rotational rheometer in a thin-gap parallel-disk configuration,” Appl. Rheol. 24, 63795.

[2] Dakhil, H., Gilbert, D.F., Malhotra, D., Limmer, A., Engelhardt, H., Amtmann, A., Hansmann, J., Hübner, H., Buchholz, R., Friedrich, O. and Wierschem, A. (2016), “Measuring average rheological quantities of cell monolayers in the linear viscoelastic regime,” Rheol. Acta 55, pp. 527-536.

[3] Kokkinos, D., Dakhil, H., Wierschem, A., Briesen, H. and Braun, A. (2016), “Deformation and rupture of Dunaliella salina at high shear rates without the use of thickeners,” Biorheol. 53, pp. 1-11.

Ћелијска реометрија помоћу ротационог уСКОКАНАЛНОГ реометра

**Andreas Wierschem1, Haider Mohammed Ali Dakhil1,2**

1Institute of Fluid Mechanics

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

Erlangen, Germany

E-mail: andreas.wierschem@fau.de, web page: www.lstm.fau.de

2Faculty of Engineering

University of Kufa

Najaf, Iraq

E-mail: haider.dakhil@fau.de, web page: www.lstm.fau.de

**АПСТРАКТ**

У овом раду смо проучавали вискоеластично понашање биолошких ћелија, степен њихове атхезије за супстрат и величину оптерећења које могу да поднесу. У ову сврху смо модификовали комерцијални реометар да би добили паралелну конфигурацију дискова са прецизношћу од око 1µm, што представља побољшање са фактором од 30-100 у односу на комерцијалне реометре [1].

С обзиром да су варијације у величини ћелија веома велике, што понављање мерења на појединачним ћелијама чини заморним и временски захтевним, ова поставка омогућава одређивање упросечених вредности вискоеластичних својстава ћелије у једном експерименту.

Дакле, ћелије у медијуму су фиксиране за плоче у виду монослоја, а степен покривености плоче ћелијама је одређена помоћу флуоресцентног микроскопа [2]. Ово омогућава квантификацију утицаја лекова на механичка својства ћелија без потребе да се ћелије третирају у самом реометру дајући могућности да се реометар користи као брзо дијагностичко средство. Реометар такође омогућава изучавање утицаја претходног излагања ћелија притиску на складиштење и губитак ћелија.

Ускоканални реометар омогућава проучавање максималне вредноссти напона коју ћелија може да поднесе у току смицања у медијуму мале вискозности без истањења које може имати утцаја на метаболизам ћелије [3]. Поред тога, реометар омогућава откривање степена ћелијске атхезије за супстрат у медијуму мале вискозности што је од кључног значаја за импланте и биофилмове.

**Кључне речи:** Ћелијска реологија, Линеарна вискоеластичност, Ускоканални реометар, Ћелијски монослој, гранична атхезија, гранично оптерећење.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Dakhil, H., Wierschem, A. (2014), “Measuring low viscosities with a rotational rheometer in a thin-gap parallel-disk configuration,” Appl. Rheol. 24, 63795.

[2] Dakhil, H., Gilbert, D.F., Malhotra, D., Limmer, A., Engelhardt, H., Amtmann, A., Hansmann, J., Hübner, H., Buchholz, R., Friedrich, O. and Wierschem, A. (2016), “Measuring average rheological quantities of cell monolayers in the linear viscoelastic regime,” Rheol. Acta 55, pp. 527-536.

[3] Kokkinos, D., Dakhil, H., Wierschem, A., Briesen, H. and Braun, A. (2016), “Deformation and rupture of Dunaliella salina at high shear rates without the use of thickeners,” Biorheol. 53, pp. 1-11.