

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ММ-КАПЕЛЬ РУПЕРТА СФЕРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ С КОНТРОЛЕМ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ОТ 3600 ДО 54000 К/МИН

Литвак И. Л. ст. лаб.

Научный руководитель: Булавин М. В., к. ф. - м. н.

Объединённый институт ядерных исследований,

Дубна, Москва и Московская область

Изготовление капель Руперта может быть полезно в качестве одного из этапов для технологии замораживания биологических материалов без разрушения клеток, а также обеспечения транспортировки в контейнерах (без риска загрязнения). Изготовление возможно благодаря обратному эффекту Лейденфроста [1], который позволяет осуществлять грубый контроль скорости охлаждения для используемого в работе вещества в пределах интервала от 600 до 9000 К/мин для капель диаметром 3.7-3.9 мм или от 3600 до 54000 К/мин для капель диаметром 0.5 мм.

Устройство, использующее данный эффект, состоит из криостата и капельницы [2]. Криостат представляет собой вертикальный сосуд, заполняемый жидким азотом, сосуд изолирован с нижней и боковых сторон от внешнего пространства вакуумной рубашкой. Внутри криостата находятся ячейки с намотанной на концах нихромовой нитью, подключенной к источнику тока. Повышение напряжения или силы тока, подаваемых на нихромовую нить, приводят к изменению скорости охлаждения шариков. В процессе изготовления шарики скапливаются на дне криостата.

Технология витрификации Cryotop использует схожую систему, но применяет твёрдую подложку, обеспечивая скорость охлаждения до 40000 К/мин [3]. Схожая технология, но между листами нейлона, позволяет достичь скорости охлаждения в 700000 К/мин [4]. При этом для успешной криоконсервации скорость охлаждения начинается от 20000 К/мин [5], что достижимо технологией изготовления над жидким азотом.

Литература

1. Adda-Bedia M, et al. Inverse Leidenfrost effect: Levitating drops on liquid nitrogen. *Langmuir*. 2016;32(17):4179-4188.
2. Bulavin MV, et al. To theory of pneumotransport of beads of cold neutron moderator of the IBR-2 reactor. *Phys Part Nucl Lett*. 2017;14(3):520-532.
3. Kuwayama M. Highly efficient vitrification for cryopreservation of human oocytes and embryos: the Cryotop method. *Theriogenology*. 2007;67(1):73-80.
4. Isachenko E, et al. Vitrification of mammalian spermatozoa in the absence of cryoprotectants: from past partial difficulties to present success. *Reprod Biomed Online*. 2003;6(2):191-200.
5. Vajta G, et al. Open pulled straw (OPS) vitrification: a new way to reduce cryoinjuries of bovine ova and embryos. *Mol Reprod Dev*. 1998;51(1):53-58.