

Денис УМАРОВ, аспірант

Олена БЕСПАЛОВА, канд. техн. наук., доц.,

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна, e-mail: bmsftrs21@gmail.com, e.bespalova25.02@gmail.com

РОЗРОБКА АПАРАТУ ДЛЯ БІОПРИНТУ ОБ'ЄКТІВ НА КЛІТИННІЙ ОСНОВІ

Анотація. Робота присвячена конструюванню апарату для біопринтингу та супутнім дослідженням параметрів гелю для друку об'єктів.

Ключові слова: біодрук, 3D-принтер, біопринтинг, клітинна інженерія, тканинна інженерія

Актуальність дослідження. 3D-біопринтинг – відносно нова технологія на стику різних галузей [1]. Це процес створення об'єкту з біологічного матеріалу із збереженням функцій і життєздатності клітин. Основна перспективна галузь для використання даної технології – регенеративна медицина [2]. Питання трансплантології з моменту переходу людства на дану сходинку розвитку в медицині є і буде завжди актуальним. В майбутньому розвиток технології друку тканин та органів, що матимуть доказову експериментальну базу придатності для трансплантацій, покритим певну частину потреб у трансплантології, починаючи із друку та пересадки шкіри (що є доступним на даний момент, і вже реалізується комерційно) і закінчуючи більш складними фізіологічними конструктами, як, наприклад, органи [3]. Завдяки своєму величезному потенціалу, технологія може використовуватися для багатьох галузей дослідження та виробництва, включно з дослідженням препаратів *in-vitro* або дослідження токсичності без використання тварин.

Мета дослідження. Метою роботи є створення апаратного комплексу для 3D-друку біооб'єктів на клітинній основі.

Основні матеріали досліджень. Для реалізації основної мети дослідницько-конструкторської роботи був зібраний звичайний 3D-принтер для друку полімерами та модифікований під друк гелевою субстанцією. Був сконструйований основний каркас принтера, встановлені двигуни, вісі і рухома голівка. В процесі роботи була спроектована та роздрукована 3D-модель тримача екструдера для біодруку. Оскільки прототип має на увазі друк гелевою субстанцією, даний тримач був розрахований під шприц об'ємом 2 мл. Після того, як була зібрана конструкція, проводилися дослідження гелю для тесту друку та підбір голки. Експериментальним шляхом була знайдена концентрація розчину альгілату натрію (4 %) із додаванням розчину хлориду кальцію (0.1 М) для кращого застигання. Для оптимального потоку гелю під час екструзії була підібрана голка розміру 27G ½ (Ø 4 мм). Після завершення конструювання приладу та тесту речовини, був проведений тестовий друк 3D-об'єкта. Результати проведеної роботи наведені на рис. 1.

Після цього етапу роботи було проведено подальше вдосконалення та встановлені додаткові елементи в якості забезпечення умов для друку живими клітинами (рис. 2). Для ізоляції друку від навколишнього середовища (як запобігання контамінації і дотримання чистих умов роботи) був зібраний бокс із органічного скла. У цей бокс поміщений біопринтер, заведена проводка та встановлені додаткові елементи: УФ-лампа для стерилізації боксу після проведених робіт та LED-лента для освітлення (позиція 1 на рисунку 2), кулер із керамічним елементом для нагрівання повітря для забезпечення підтримки необхідної температури для друку; окрім того цей кулер призначений для видування повітря після роботи та стерилізації (позиція 2 на рис. 2) та елемент керування із термостатом, до елемента керування підключені перелічені вище елементи (позиція 3 на рис. 2). Усі необхідні частини корпусу та супутні деталі були надруковані на 3D-принтері.

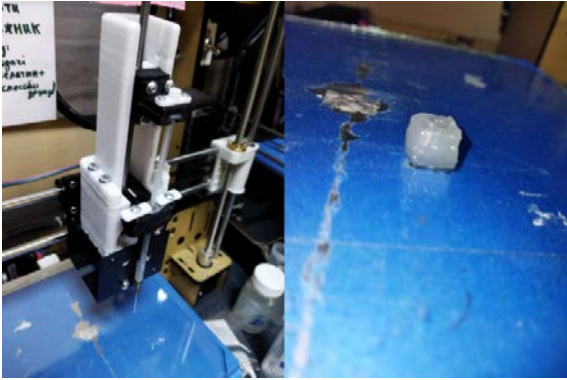


Рис. 1. Модифікований екструдер та надрукований конструкт

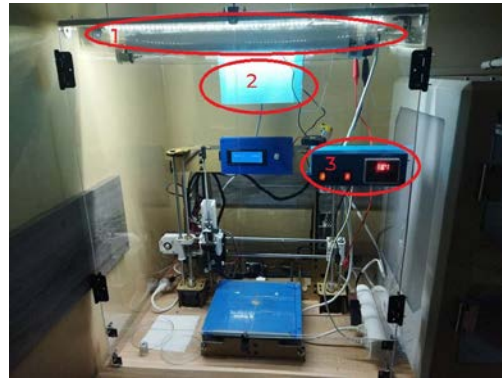


Рис. 2. Зібраний бокс із додатковим обладнанням

Висновок

Отже, в даній роботі було проведено конструювання приладу для 3D-біодруку та необхідні дослідження речовин та матеріалів для проведення тестового друку. В результаті був надрукований тривимірний об'єкт за допомогою гелю, який імітує гель із клітинним матеріалом. Представлений етап роботи разом із прототипом та проведеним друком показує реальну перспективу доступності приладу для друку об'єктів на клітинній основі. Разом з тим, проведена робота та прототип потребують подальших вдосконалень як з технічного боку (вдосконалення точності друку та наведення експериментально значущих показників), а також безпосередньо проведення друку гелем на клітинній основі, що також вимагає експериментів із культурами клітин. Для виконання наступних поставлених етапів будуть обрані клітини із флуоресцентними вставками (як-от наприклад GFP). Це буде зроблено для того, аби після друку перевірити життєздатність клітин у гелевих конструктах, отже й виконання поставленої задачі. Відповідно, для цього потрібно буде напрацювати роботу із обраними клітинами. Дані дослідження і вдосконалення будуть проведені і опрацьовані в подальшій роботі.

Література

1. Xianbin Du – 3D Bio-Printing Review// IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 301(1):012023. DOI:10.1088/1757-899X/301/1/012023.
2. Current Developments in 3D Bioprinting for Tissue and Organ Regeneration – A Review. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. – 2020. Режим доступу: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmech.2020.589171/full> (дата звернення 10.04.2023).
3. Nabanita Panja, Sumana Maji, Sabyasachi Choudhuri, Kazi Asraf Ali and Chowdhury Mobaswar Hossain – 3D Bioprinting of Human Hollow Organs. – Published online 2022 May 10. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. – 2022. Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1208/s12249-022-02279-9> (дата звернення 10.04.2023).