

В.М. Кушнір, І.В. Сущук

### СТЕРИЛЬНІ САМОДОЗУЮЧІ УПАКОВКИ ДЛЯ КРІОКОНСЕРВАЦІЇ КЛІТИННИХ СУСПЕНЗІЙ

Обробка поточних суспензій за універсальним способом виключає використання автоматів по дозуванню, герметизації та перемішуванню об'єктів без зниження продуктивності праці; спричинює підвищення якісних показників біооб'єктів мінімум на 10–20 %.

Основою для реалізації універсального способу є використання спеціальних герметичних упаковок, випуск яких може бути налагоджений навіть на підприємствах, які займаються виробництвом заморожених біооб'єктів.

Визначною перевагою запропонованих упаковок перед іншими відомими є те, що розфасовка і дозування в них біооб'єктів виконується неперервно за один прийом, а герметизацію і маркірування проводять одночасно, миттєво і також за один прийом. Переаховані технологічні розв'язки дозволяють виключити з виробничого процесу.

На спеціалізованих підприємствах більшості країн світу клітинні суспензії заморожують в соломинках різного об'єму та довжини. Для маркування, заповнення та їх герметизації використовують дорогі автомати-апарати. Крім цього, при фасуванні клітинні суспензії мають контакт з повітрям, що призводить до їх забруднення мікроорганізмами.

Цих недоліків можна уникнути, якщо використати стерильні самодозуючі упаковки (рис. 1–рис. 3). Універсальна упаковка, що показана на рис. 1, виготовлена із двох полімерних плівок і переважно може бути використана для кріоконсервації гамет кнурів, жеребців, самців риб, крові, мікроорганізмів та інших клітинних суспензій. Інші циліндричні упаковки (рис. 3) виготовлені із тонкої полімерної трубки, можуть бути використані переважно для кріоконсервації сперми баранів та бугаїв.

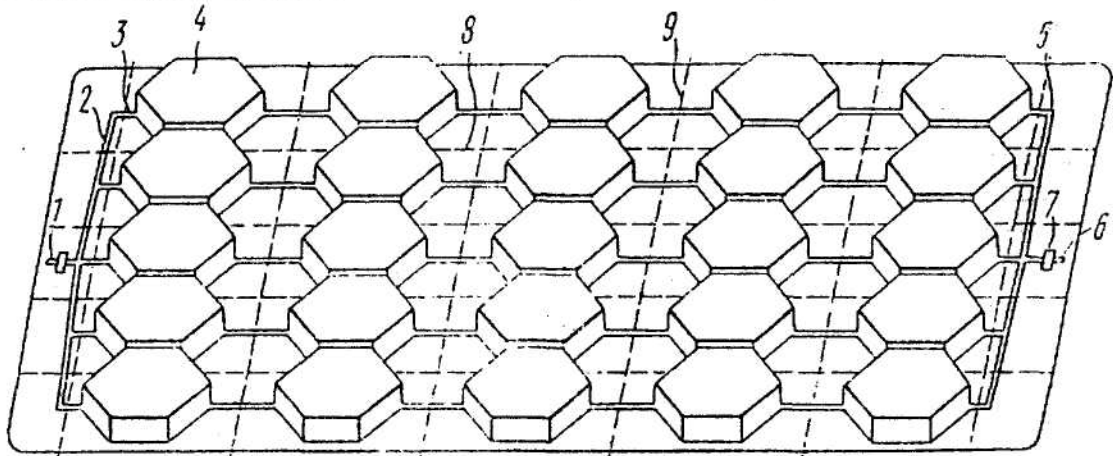


Рис. 1. Герметична стерильна самодозуюча упаковка для заморожування сперми та інших клітинних суспензій

Упаковка – це стерильна герметично закрита ємність, внутрішня порожнина якої складається із багатьох комірок, з'єднаних між собою тонкими капілярними каналами.

Від усіх відомих самодозуючих стерильних упаковок відрізняється тільки її притаманними особливостями, а саме:

- готова упаковка чиста, стерильна і герметично закрита, що економить затрати підприємств на її миття, сушіння, стерилізацію, утилізацію мийних розчинів, будівництво приміщень та придбання обладнання для проведення цих робіт, утримання цих приміщень тощо;

- наповнення рідини в упаковку проводять по закритій системі, продукт не має контакту з оточуючим середовищем. Це запобігає забрудненню клітинних суспензій мікроорганізмами та шкідливими речовинами з повітря, що підвищує строки зберігання продукції в 5–100 разів. При фасуванні шкідливих та отруйних речовин не забруднюється оточуюче середовище;

- при наповненні порожнини упаковки рідина саморозподіляється на менші дози, що запобігає використанню в практичних умовах дозуючих автоматів;

– в залежності від запитів виробника із упаковки можна використати весь об'єм або його частину. При використанні клітинних суспензій (речовини) частинами залишок не має контакту із зовнішнім середовищем;

– упаковку використовують поза автоматом, на якому вона виготовлялась, що дає змогу більш продуктивно експлуатувати автомат;

– при наявності простого пристрою для герметизації упаковок, що працює від акумулятора на 12–24 В, упаковку можна використовувати в польових умовах (заготівля соків, джерельної та мінеральної вод тощо) або в екстремальних умовах на випадок відсутності електричного струму в мережі.

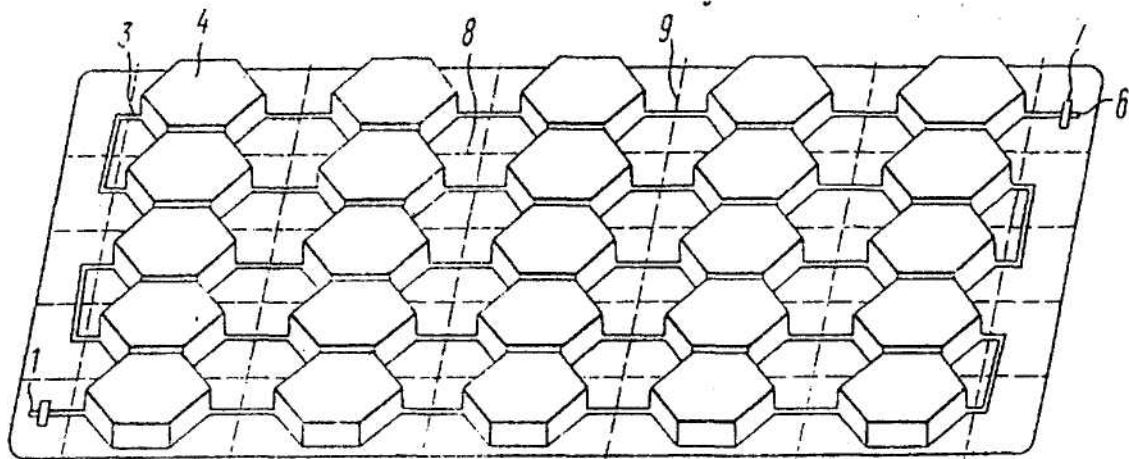


Рис. 2. Універсальна герметична стерильна самодозуюча упаковка з послідовним з'єднанням комірок каналами

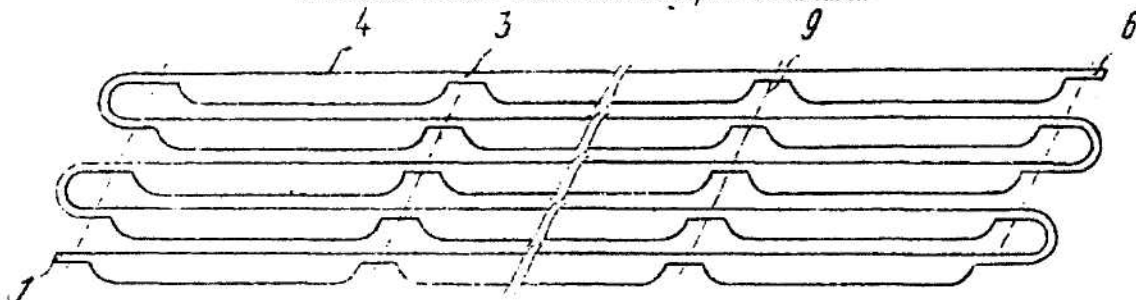


Рис. 3 Циліндрична самодозуюча упаковка для заморожування сперми бугаїв та баранів:  
 1 – підвідний канал; 2, 5 – колекторні канали; 3 – капілярний канал; 4 – комірки;  
 6 – відвідний канал; 7 – еластична вставка; 8 – деформовані перегородки;  
 9 – лінія термічної зварки

Самодозуюча герметична полімерна упаковка – це найдешевша упаковка. Вона не потребує дорогого обладнання для її виготовлення і наповнення. Полімерний матеріал для самодозуючих упаковок значно дешевший, ніж матеріал найбільш розповсюджених в СНД упаковок фірм “Тетра-Пак”, “Лаваль” та інших. Якщо на початку 1995 року упаковка місткістю 0,2 л коштувала 49 коп., то аналогічного об'єму самодозуюча полімерна упаковка обходилась виробнику 3 коп., тобто в 16,3 рази дешевше.

Поряд з дешевизною економічний ефект від використання упаковок і упаковочної техніки буде складатись:

– від цілодобового (або більш тривалого) використання автоматів формування упаковок;  
 – від можливості виготовлення на автоматі (при заміні матриць) продукції іншого типу, що користується більшим попитом на ринку. Всі існуючі автомати виготовлення і фасування працюють тільки при наявності продукції. При її відсутності автомат високої вартості простоє. Це пов'язано з тим, що кожен відомий автомат оснащений дозатором, а самодозуюча упаковка не потребує дозатора і може бути використана автономно поза автоматом, на якому вона виготовлялась;

- від найзручнішого та дешевого способу наповнення (самоплином) і дозування упаковок без використання дорогих апаратів-автоматів;
- від найтривалішого зберігання продуктів, які поступають в стерильну упаковку по закритій системі;
- за рахунок конкурентоздатних технологій криоконсервації біооб'єктів і використання стерильних упаковок в медицині, ветеринарії, мікробіології та інших галузях народного господарства;
- за рахунок монополії використання упаковок та упаковувальної техніки, захищених патентами України та Росії.

Таким чином, упаковка і упаковувальна техніка – енерго-трудо-ресурсо-зберігаючі. При виготовленні якісної продукції відпадає ризик банкрутства, оскільки, в залежності від запитів ринку, можна легко за 1–3 години перейти на випуск інших товарів народного вжитку. Ні один відомий автомат або лінію для виготовлення і фасування нев'язкої рідкої продукції (наприклад, фірми “Тетра-Пак”) неможна перебудувати на випуск іншого виду продукції, а тим більше за короткий строк (1–3 год.).

Стерильні самодозуючі упаковки виготовляються на роторному автоматі методом негативного вакуумного термоформування. Будучи винайденим майже 100 років тому, цей метод переробки полімерних плівок в об'ємі виробі існує до цих пір практично в тому ж вигляді. З роками вдосконалювалась технологія і обладнання, процес механізувався і автоматизувався, але суть його залишилася незмінною.

Полімерна плівка розігрівається нагрівачем до температури, яка відповідає вискоеластичному стану (при переробці аморфних термопластів), або до температури початку плавлення кристалів (при переробці термопластів з різним ступенем кристалічності). Розігрів плівок – одна з найбільш відповідальних операцій в процесі формування листових і плівочних термопластів. Далі нагріта плівка щільно накладається на циліндричну матрицю з формуючими гніздами і каналами. Оформлення плівки відбувається під дією різниці тиску над плівкою і під нею. Різниця тиску створюється вакуумуванням об'єму під формуючою плівкою. Після того як під дією різниці тиску плівка отримала необхідну форму, вона подається на вузол термосклеювання двох плівок. Така традиційна схема термоформування листових і плівочних термопластів, для реалізації якої розроблено багато методів, які дозволяють простіше, економічніше і якісніше виготовити той чи інший виріб, повніше використовувати формуюче обладнання.

В автоматі для виготовлення стерильних самодозуючих упаковок застосовується вузол вакуумного формування ротаційного типу. Це дозволяє дискретний рух плівки, що формується, замінити безперервним. Він складається з механізму розмотування нижньої плівки, нагрівача, циліндричної матриці. До матриці щільно прилягає термосклеюючий барабан, в якому постійно під час роботи підтримується висока температура, необхідна для склеювання верхньої і нижньої плівок. В середині матриці виконані вакуумний (В), охолоджуючий (О) і нейтральний (Н) сектори. На вакуумному секторі проводиться формування комірок на нижній плівці і термосклеювання двох плівок. В секторі (О) шляхом обдуву або іншим методом відбувається охолодження барабана. В секторі (Н) відсутній вакуум і охолодження. На цьому рівні відбувається розігрів нижньої плівки.

За термосклеюючим барабаном розміщений механізм розмотування верхньої плівки, пристрій для відрізання, живильник, механізм передавлювання каналів та їх термосклеювання і механізм намотування відходів плівок. Перед нагріванням і термосклеюванням верхня і нижня плівки автономно проходять стерилізацію в 4%-му розчині перекису водню в спеціальних ваннах.

Упаковка, виготовлена на даному автоматі, найстерильніша із всіх існуючих упаковок, оскільки плівки під час формування і термосклеювання проходять потрібну стерилізацію. Перша стерилізація відбувається при проходженні плівок через ванни з 4%-им розчином перекису водню, друга – під час проходження нижньої плівки через нагрівач, а верхньої по нагрітому барабану термосклеювання і третя – під час термосклеювання двох плівок під високою температурою.

Перед заповненням розраховують скільки необхідно мати упаковок, щоб в них розмістити необхідний об'єм сперми. Якщо об'єм великий, упаковки з'єднують між собою стерильними трубками, проколовши незаражені 96°-ним спиртом-ректифікатом вихідний канал 6 першої упаковки і вхідний 1 наступної. В останній упаковці прокалюють стерильною голкою вихідний канал 6 для виходу повітря.

Заповнюють упаковки так. На рівну поверхню стола кладуть упаковки комірками до низу, щоб з'єднувальні канали 2, 3, 5 були зверху упаковок. Потім до стерильного накінецьника спермоприймача із розбавленою спермою приєднують стерильну трубку з голкою від шприца. Цією голкою проколюють незаражений вхідний канал 1 першої упаковки і сперма самоплином або під незначним тиском через канали 2, 3 поступить в перші комірочки 4, а потім з них через аналогічні канали в наступні комірочки, поки з спермоприймача не вилетить вся сперма. Після чого в упаковки вдувають стерильне повітря або інший газ, наприклад,  $CO_2$ , якщо не передбачено технологією обробки, і сперма з каналів потече в пусті комірочки і заповнить їх. Таким чином, сперма просамодозується – в кожній комірочці буде певний її об'єм з невеликою повітряною бульбашкою. Бульбашка необхідна для перемішування сперми перед замороженням і після розмороження. Вона також запобігає пошкодженню комірочок упаковки під час замороження сперми.

Потім від упаковки від'єднують спермоприймач, герметизують вхідний канал 1 і з'єднувальні капілярні канали після останніх заповнених комірочок. Якщо в упаковках сперма кнура, жеребця, самців риб, то герметизують вхідний 1 і вихідний 6 канали, а якщо сперма бугая, то герметизують всі з'єднувальні капілярні канали по лінії 9. Якщо із упаковки слід взяти сперму із декількох комірочок (сперма баранів), то герметизують канали у відповідних місцях.

Герметизують і маркують всі дози сперми за один прийом на спеціальному пристрої, що працює від електромережі або від акумулятора на 12–24 В.

Загерметизовану сперму охолоджують, еквилібрують, а потім заморожують на металевих щитах, що знаходяться в парах азоту посудин Д'юара. Режими (температура і експозиція) обробки сперми встановлюють у відповідності до розробленої технології і залежать, в першу чергу, від складу оточуючого клітину середовища. Заморожену сперму зберігають постійно зануреною в рідкому азоті посудин Д'юара.

Щоб взяти з упаковки необхідну кількість комірочок (доз) зі спермою, їх відламують в рідкому азоті по лініях зварки 9 і деформованих перегородок 8.

Доза сперми для свиноматки або кобили – це її об'єм, що міститься в одній упаковці. Доза сперми для корови або вівці міститься в одній комірочці упаковки.

Розморожують сперму у водяній бані при температурі 38–40° С.

Для осіменіння свиноматок, кобил сперму використовують зі всіх комірочок однієї упаковки. Для цього упаковку виймають з посудини Д'юара і опускають у водяну баню. Придержуючи пінцетом упаковку, її похитують у воді для швидшого розморожування сперми. Після її повного відтаювання упаковку виймають, підсушують фільтрувальним папером, вхідний і вихідний канали обеззаражують 96°-ним спиртом і витирають стерильною салфеткою. Потім вихідний канал проколюють стерильною голкою, а у вхідний вставляють стерильну голку від шприца. До цієї голки через стерильну гумову трубку приєднують інструмент для осіменіння і витягують в нього з упаковки всю сперму, попередньо провіривши її на якість.

Для осіменіння корів і телиць сперму використовують з однієї комірочки. Її в рідкому азоті відламують по лінії деформованих перегородок та лінії зварювання каналів і швидко опускають в водяну баню. Помішуючи пінцетом коливальними рухами в бані воду, дозу витримують до повного розморожування. Потім її виймають з бані, підсушують фільтрувальним папером, незаражують 96°-ним спиртом і висушують марлевою салфеткою.

Після позитивної оцінки якості сперми її із комірочки, аналогічно як і з усієї упаковки, витягують в спеціальний шприц-катетер і осіменяють маток.

Якщо сперма розморожена в циліндричних упаковках, їх після попередньої обробки і оцінки сперми, вставляють в спеціальний шприц-катетер і осіменяють корів.

КУШНІР Володимир Маркович – кандидат біологічних наук, провідний науковий співробітник НТЦ і УДУХТ.

Наукові інтереси:

– нові технології кріоконсервації клітинних суспензій.

СУЩУК Ігор Валентинович – аспірант Житомирського інженерно-технологічного інституту.

Наукові інтереси:

– міцність конструкцій;

– механіка та технології переробки полімерних матеріалів.