

ПРОДУЦЕНТИ МІКРОБНИХ ЛІПІДІВ

Двінських Н.В., Хохленкова Н.В., Борисова К.В.

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

Вступ. Здатність мікроорганізмів накопичувати в клітинах значну кількість ліпідів знаходить застосування для отримання мікробного жиру, який використовують у різних галузях промисловості на заміну олій та жирів рослинного та тваринного походження, що дозволяє вивільнити їх для харчових потреб. Очищені ліпіди мікробного походження можуть використовуватися для виготовлення косметичних товарів і лікарських препаратів.

Мета дослідження. Аналіз даних літератури щодо продуктивності мікроорганізмів, здатних утворювати та накопичувати мікробні ліпіди, з метою вибору перспективних об'єктів досліджень.

Методи дослідження. Методи опрацювання інформації з наукових публікацій та інших джерел: екстрагування даних та їх порівняльний аналіз, систематизація.

Основні результати. Ліпіди є продуктом метаболізму та присутні в біомасі всіх мікроорганізмів, проте здатність накопичувати їх у значній кількості мають небагато видів дріжджів, мікроскопічних грибів, бактерій та водоростей.

Штами дріжджів гетерогенні за ознакою біосинтезу ліпідів. Виявлено штами з підвищеним та зниженим синтезом ліпідів. Типовими ліпідоутворювачами є дріжджі *Cryptococcus terricolus*, які синтезують велику кількість ліпідів (до 60% від сухої маси) у будь-яких умовах культивування. Дріжджі *Candida guilliermondii* синтезують переважно фосфоліпіди, до вмісту майже 20 %. Накопичують великі кількості ліпідів та активно розвиваються на вуглеводних субстратах (на мелясі, гідролізатах торфу та деревини) дріжджі видів *Lipomyces lipoferus* та *Rhodotorula gracilis*. Ці види, на відміну від *Cr. terricolus* відрізняються певною примхою культивування, їх ліпогенез сильно залежить від умов культивування, проте може накопичуватися до 70 % триацилгліцеридів.

У природі найбільш поширені такі ліпідоутворювачі, як *Rhodotorula* та *Pichia*. Вони можуть продукувати ліпіди в межах 30–40 % від СРК.

Ліпідний склад грибів представлений в основному нейтральними жирами та фосфоліпідами. Вихід жирів у *Aspergillus terreus*, наприклад, на вуглеводних середовищах досягає 51% від сухих речовин клітини (СРК). Жир грибів за своїм складом близький до рослинного. Нитчасті гриби, такі як *Yarrowia isabellina*, виробляють масла, багаті моно- та поліненасиченими жирними кислотами, вони здатні накопичувати до 80% ліпідів. Як правило, штам використовується для отримання біопалива, але отримані дані, які свідчать, що склад олії змінюється в залежності від умов культивування, тому ці гриби є перспективним «виробником» мікробної олії для харчового використання.

Бактерії відрізняються специфічністю фракційного складу та різноманітністю складу жирних кислот. Переважно це фосфоліпіди. Мікобактерії містять значну кількість восків, архебактерії – нейтральні ліпіди (ізопропілгліцеринові ефіри). Еубактерії містять жирні кислоти від 10 до 20

атомів вуглецю. Серед них поширені насичені кислоти. Для актиноміцетів та бацил характерний високий вміст розгалужених жирних кислот (до 80 % від загальної суми жирних кислот).

Водорості здатні накопичувати в оптимальних умовах культивування до 85% жиру від СРК. Як і вищі рослини, мікроводорості містять нейтральні та полярні ліпіди. Нейтральні ліпіди складаються в основному зі складних ефірів гліцерину. За сприятливих умов мікроводорості виробляють в основному полярні ліпіди (наприклад, фосфоліпіди).

Мікроводорості, вирощені в потоці стічних вод, використовуються при виробництві біопалива, біогазу та мікробної олії для технічних цілей. Якщо мікроводорості, наприклад виду *Chlorella vulgaris*, культивувати в стерильних умовах, їх можна використовувати у виробництві мікробного масла для харчового застосування. Але мала швидкість росту водоростей не дозволяє широко застосовувати їх у промисловому виробництві.

Для подолання недоліків використання водоростей та з урахуванням їх переваг запропоноване спільне культивування мікроводоростей з дріжджами, що мають високу здатність до ліпогенезу, оскільки дріжджі мають низку цінних біотехнологічних характеристик (швидкість росту, використання простих та дешевих субстратів, відсутність токсинів, високий вихід ліпідів, їх цінний склад). Найчастіше використовуються представники так званих «жирових дріжджів», т. е. здатних синтезувати у нормі до 40 % ліпідів.

При такому способі культивування можна досягти синергетичного ефекту: при зростанні дріжджів виділяється вуглекислий газ, який споживається мікроводоростями, а вони, у свою чергу, виділяють кисень для реалізації процесів дихання дріжджів. Також мікроводорості вивільняють органічний вуглець та вторинні метаболіти, які можуть споживати дріжджі, що сприяє накопиченню та зростанню кількості ліпідів.

Також можна відмітити, що деякі ліпіди, одержувані з мікроорганізмів, не мають аналогів у рослинних та тваринних клітинах. Наприклад, полігідроксибутират – термопластичний поліефір, який є резервною енергозапасною сполукою і накопичується найрізноманітнішими мікроорганізмами, такими як представники родів *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Pseudomonas* та *Rhizobium*. В деяких умовах окремі види, зокрема *Alcaligenes eutrophus* і *Azotobacter beijerinckii*, здатні акумулювати цей полімерний матеріал у кількості до 70 % від СРК. Корисні властивості цього полімеру, особливо його схильність до біодеградації, можуть сприяти його застосуванню в ряді галузей.

Продуценти мікробних ліпідів створюються із застосуванням традиційних селекційно-генетичних підходів та ступінчастого відбору на підвищений синтез продукту.

Висновки. Найбільш перспективними продуцентами для промислового використання є дріжджі, та перспективним напрямком підвищення продуктивності є сумісне використання дріжджів та мікроскопічних водоростей для отримання мікробних ліпідів.