



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **79334** (13) **U**
(51) МПК
C12N 1/14 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 08893	(72) Винахідник(и): Чайка Олександр Володимирович (UA), Федотов Олег Валерійович (UA), Файнерман Валентин Борисович (UA), Лилик Світлана Володимирівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.07.2012	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2013, Бюл.№ 8	(73) Власник(и): ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Університетська, 24, м. Донецьк, 83055 (UA)

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕНЗІОМЕТРИЧНИХ ТА РЕОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЛЬТУРАЛЬНОГО ФІЛЬТРАТУ ВИЩИХ БАЗИДІАЛЬНИХ ГРИБІВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення тензіометричних та реологічних характеристик культурального фільтрату вищих базидіальних грибів включає отримання та проведення міжфазової тензіометрії матеріалу продуцента поверхнево-активних речовин шляхом аналізу форми вісесиметричної краплі. Міжфазову тензіометрію культурального фільтрату продуцента поверхнево-активних речовин - культури вищого базидіального гриба здійснюють через аналіз форми висячої краплі і додатково проводять визначення дилатаційних реологічних (механічних) характеристик адсорбційних шарів шляхом стрибкоподібної або гармонічної зміни площі краплі. Виконують аналіз зміни поверхневого натягу і фазового кута із подальшим розрахунком тензіореометричних показників у пакеті програмного забезпечення "Oscibubble_1.9.exe".

UA 79334 U

Корисна модель належить до мікології, а саме до способів визначення тензіометричних та реологічних параметрів культурального фільтрату вищих базидіоміцетів, і може бути використана у наукових мікологічних дослідженнях та промислового культивуванні макроміцетів-продуцентів біологічно активних речовин та біосурфактантів з метою оптимізації умов культивування та збільшення виходу цільового продукту; а також в процесах розкладання лігноцелюлозних відходів промисловості і сільського господарства та біоре mediaції забруднених середовищ [11, 12].

Задля отримання біомаси та метаболітів, базидіоміцети культивують на твердих субстратах чи рідких середовищах поверхневим або глибинним методами, причому глибинне культивування має ряд переваг в порівнянні з поверхневим. Воно економічно більш вигідне, надає можливість масштабування біотехнологічного процесу та керування ним, отримувана високоякісна продукція є однорідною, стандартизованою та із заданими властивостями [1, 2, 3]. Вважається [6, 14], що величина поверхневого натягу рідини, де розвивається культура гриба, є визначальною характеристикою, що впливає на найважливіші процеси її життєдіяльності, зокрема, на живлення, розвиток та розмноження. Під час росту гриби можуть спрямовано змінювати поверхневий натяг культуральної рідини завдяки утворенню поверхнево-активних речовин (ПАР) - протеїнів (гідрофобінів), екзополісахаридів, жирних кислот тощо [7, 8, 13, 14]. Біогенні ПАР мають широкі перспективи практичного застосування в нафтовидобувній і гірничодобувній, а також фармацевтичній, хімічній та харчовій промисловості, сільському господарстві та екології, адже за здатністю до емульгування вони не поступаються синтетичним ПАР. Однак, на відміну від останніх, мають такі переваги, як біодеградабельність, нетоксичність, здатність до збереження властивостей в широкому діапазоні температур, рН та солоності середовища [1, 5, 11].

Отже, існує необхідність розробки способів визначення тензіометричних та реологічних характеристик культурального фільтрату вищих базидіальних грибів, залучених до різноманітних біотехнологічних процесів.

Відомий спосіб визначення поверхневого натягу культуральної рідини бактерій *Vibrionaceae* та *Pseudomonas fluorescens* з метою встановлення вмісту бактеріальних біосурфактантів. За ним краплі бактеріальної суспензії поміщаються на нахилене скло і, якщо поверхневий натяг досить низький, краплі зісковзують зі скла, що вважається ознакою продукції біосурфактантів [9]. Недоліком даного методу є характеристика тензіометричних властивостей рідини лише за динамічними крайовими кутами. Також цей метод не адаптований і не застосовувався для дослідження культуральної рідини грибів.

Відомий спосіб вимірювання поверхневого натягу культуральної рідини та безклітинної фракції штамів бактерій, які були виділені з ґрунту, забрудненого поліциклічними ароматичними вуглеводнями, і вирощувалися на рідкому живильному середовищі, з метою виявлення продуцентів ПАР та біоемульгаторів. Для цього в експоненціальну і стаціонарну фазу росту продуцента відбираються проби, в яких вимірюється поверхневий натяг за допомогою тензіометра моделі K10 (Krfiss, Гамбург, Німеччина) [11]. За даним методом вимірюється величина поверхневого натягу та не аналізується реологія зразку. Не досліджувалися культуральні фільтрати культур базидіальних грибів.

Відомий спосіб визначення реологічних властивостей культуральної рідини цвілевого грибу *Aspergillus niger*, за яким вимірюють в'язкість за допомогою двох пристроїв.

За допомогою пристрою 1 "Rotovisko RV1" (Gergruder Haake - Німеччина) в'язкість дослідного розчину визначається як функція напруження зсуву і геометрії вимірювальної системи. Динамічна в'язкість розраховується за формулою:

$$\eta_1 = K \cdot U \cdot S,$$

де: η_1 - в'язкість (пуаз або сантіпуаз);

K - постійний множник Rotovisko RV1 (сП/скт);

U - фіксована частота (безрозмірна);

S - показання шкали приладу (скт), прямо пропорційне обертовому моменту.

За допомогою пристрою 2 - віскозиметра типу "B3" (VEB Kombinat-Medizin und Labortechnik, Лейпциг) в'язкість визначається шляхом вимірювання часу падіння підібраної кулі між двома позначками трубки апарата. Динамічна в'язкість розраховується за формулою:

$$\eta_2 = t \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot k,$$

де: η_2 - динамічна в'язкість (сП);

ρ_1 - густина кулі (г/см³);

ρ_2 - густина рідини за робочої температури (г/см³);

t - час падіння кулі (с);

k - константа кулі [6].

Недоліками даного методу є те, що з тензіореометричних параметрів визначається тільки в'язкість рідини, що не в повній мірі відображає властивості зразка. Метод має недостатню точність вимірювань та не є адаптованим для вивчення вищих базидіоміцетів.

Найбільш близьким за технічною суттю і досяжністю результату є спосіб оцінки продукування бактеріальних біосурфактантів за значенням поверхневого натягу культуральної рідини. Поверхневий натяг вимірюють методом аналізу форми вісесиметричної краплі (ADSA), що лежить на твердій поверхні. Досліджено 9 штамів *Streptococcus mitis* і 2 штами *S. salivarius*, культури яких суспендують в калій-фосфатному буфері з рН 7,0, потім 0,1 мл краплі наносять на добре очищену фтороетиленпропіленову (ФЕП-тефлонову) поверхню і профіль краплі визначають аналізатором контуру Supcon EC 90 (Sensoptic B.V., Stedum, Нідерланди). Вимірювання проводяться протягом 2-х годин в закритій камері при кімнатній температурі. Співвідносячи профіль краплі культуральної рідини з профілем ідеально сферичної кульки з нержавіючої сталі приблизно такого ж розміру, обчислюється значення зміни форми краплі в залежності від часу та розраховується величина поверхневого натягу рідини. Поверхневий натяг суспензії клітин у штамів, що не є продуцентами ПАР, залишається незмінним, а тих, що утворювали ПАР - значно знижується [10]. За даним способом оцінювалися поверхневий натяг та крайовий кут змочування, але не визначалися міжфазові реологічні характеристики. Метод не застосовувався для дослідження культуральної рідини вищих базидіальних грибів.

В основу корисної моделі поставлено задачу розробки способу визначення тензіометричних та реологічних характеристик культурального фільтрату вищих базидіальних грибів, в якому завдяки модифікації методу розширюються можливості досліді шляхом збільшення кількості експериментальних характеристик, що визначаються, підвищення точності та адаптації до мікологічного лабораторного аналізу.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення тензіометричних та реологічних характеристик культурального фільтрату вищих базидіальних грибів, який включає отримання та проведення міжфазової тензіометрії матеріалу продуцента поверхнево-активних речовин шляхом аналізу форми вісесиметричної краплі, згідно з корисною моделлю, міжфазову тензіометрію культурального фільтрату продуцента поверхнево-активних речовин - культури вищого базидіального гриба здійснюють через аналіз форми висячої краплі і додатково проводять визначення дилатаційних реологічних (механічних) характеристик адсорбційних шарів шляхом стрибкоподібної або гармонічної зміни площі краплі, виконують аналіз зміни поверхневого натягу і фазового кута із подальшим розрахунком тензіореометричних показників у пакеті програмного забезпечення "Oscibubble_1.9.exe".

Приклад конкретного виконання.

В прикладі описується визначення тензіометричних та реологічних характеристик культурального фільтрату (КФ), отриманого шляхом культивування штамів 9 видів ксилотрофних базидіоміцетів.

Попередньо відібрані біосинтетично активні штами базидіоміцетів культивують на рідкому живильному середовищі, наприклад глюкозо-пептонному середовищі (ГПС) об'ємом 50 мл, в колбах ємністю 250 мл глибинним методом на лабораторній качалці протягом 6-ти діб при температурі 25°C.

ГПС має наступний склад, г/л [4]:

глюкоза	10,0
пептон	3,0
KH_2PO_4	0,6
K_2HPO_4	0,4
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5
CaCl_2	0,05
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,001
дистильована вода	до 1 літра.

Всі компоненти мають кваліфікацію хч, або чда (глюкоза), пептон ферментативний виробництва Biofas, Данія. Співвідношення С:Н дорівнює 13:1. рН після стерилізації становить $6,62 \pm 0,02$. Треба враховувати, що склад живильного середовища, рівень рН та умови культивування можуть бути відмінні від вказаних для культивування різних штамів базидіоміцетів.

Наприкінці ферментації міцеліальні пелети відділяють від культуральної рідини за допомогою щільної капронової тканини, отримуючи таким чином культуральний фільтрат.

Визначення тензіометричних та реологічних характеристик культурального фільтрату вищих базидіальних грибів здійснюється методом аналізу форми вісесиметричної висячої краплі за

допомогою тензіореометра PAT-2 (SINTERFACE, Німеччина) [15]. Для аналізу необхідно до 0,5 мл КФ.

Крапля досліджуваної рідини формується за допомогою шприца макродозуючої системи на кінчику сталевого капіляра, що знаходиться в термостатованому осередку об'ємом 20 мл. Температура у вимірювальному осередку становить 25°C. Експеримент проходить в автоматичному режимі. Час вимірювання встановлюється індивідуально для кожного зразка культурального фільтрату і може становити від 10 до 10000 с і більше, наприклад, для КФ *Trametes trogii* Berk. Тт-11 він становить 3000 с. Об'єм краплі підтримується і регулюється автоматично завдяки роботі мікродозуючої системи, що управляється комп'ютером. Встановлення межі профілю краплі відбувається за максимальним градієнтом яскравості спеціальною відеокамерою, від якої сигнал надходить до комп'ютера, де він обробляється і виводиться на екран у вигляді графіків. На отриманих графіках за допомогою програмного забезпечення "Oscibubble_1.9.exe" встановлюються наступні параметри [15]: рівноважний поверхневий натяг (ζ_4) як граничний поверхневий натяг в залежності від $t^{-1/2}$, кут нахилу тензіограми в координатах $t^{-1/2}$ (λ_2) і час релаксації в стресовому експерименті (σ). Експериментальна похибка вимірювань поверхневого натягу становить близько 0,1 мН/м.

Для дослідження дилатаційної в'язкопружності після досягнення рівноважного поверхневого натягу, поверхня краплі піддається гармонійним осциляціям з частотою f від 0,005 до 0,2 Гц (чи від 0,031 до 1,256 радіан/с). Амплітуда осциляції площі краплі становить 7-10 %. Зміни площі міжфазової поверхні порушують адсорбційну рівновагу і ініціюють процеси, які ведуть до відновлення рівноважного стану системи. Такими відновними процесами є: дифузійний перенос речовини з об'єму до поверхні краплі, процеси адсорбції/десорбції сурфактантів, конформаційні зміни або агрегація адсорбованих молекул, хімічні реакції в поверхневому шарі тощо. Якщо зміна площі поверхні краплі відбувається за гармонійним законом (синусоїдальні деформації) і відносно незначна (менше 10 %), то зв'язок між зміною площі поверхні і відповіддю системи на цей вплив (зміною поверхневого натягу) може бути виражений через дилатаційний модуль (модуль в'язкопружності), який враховує всі релаксаційні процеси, що впливають на поверхневий натяг.

Результати експериментів з гармонійними осциляціями аналізуються в програмі "Oscibubble_1.9.exe" за допомогою перетворення Фур'є. При цьому з вимірюваного відношення амплітуд осциляцій площі та поверхневого натягу обчислювали модуль в'язкопружності [15]:

$$E = \frac{d\gamma}{d \ln A},$$

де γ - поверхневий натяг;

A - площа поверхні.

Модуль в'язкопружності E включає в себе модуль пружності, що відображає накопичення енергії в поверхневому шарі (E_r) і модуль втрат, який відображає втрати енергії в релаксаційних процесах (E_i) та є дилатаційною в'язкістю. За зсувом осциляцій площі та поверхневого натягу за допомогою перетворення Фур'є розраховується фазовий кут між деформацією і напругою, що дозволяє розділити вклади від пружності і в'язкості в модуль в'язкопружності E . Компоненти E_r і E_i подаються на графіках у вигляді лінійних залежностей від логарифма кутової частоти осциляцій ω [15]:

$$E_r = a_1 + b_1 \cdot \lg \omega,$$

$$E_i = a_2 + b_2 \cdot \lg \omega,$$

де: ω - частота осциляцій;

$\omega = 2\pi f$ - безрозмірна величина, відношення вимірюваної кутової частоти до частоти 1 радіан/сек.;

a_1 - вільний член лінійного рівняння для E_r або поверхнева пружність при частоті 1 радіан/сек. (при цій частоті другий член рівняння перетворюється на нуль);

b_1 - кут нахилу лінійної залежності E_r або кут нахилу поверхневої пружності від логарифма частоти осциляцій;

a_2 - вільний член лінійного рівняння для уявної компоненти в'язкопружності E_i при частоті 1 радіан/сек, оскільки поверхнева в'язкість $\mu = E_i/\omega$, то при частоті $\omega = 1$ радіан/сек. значення μ і E_i рівні між собою, і тому a_2 є значенням поверхневої в'язкості μ при частоті 1 радіан/сек.;

b_2 - кут нахилу лінійної залежності уявної компоненти в'язкопружності E_i від логарифма частоти осциляцій.

Як приклад на фіг. 1. показано графік залежності динамічного поверхневого натягу для культурального фільтрату, отриманого після 6-ти діб глибинного культивування штаму *Trametes trogii* Berk. Тт-11 (1) та вихідного живильного глюкозо-пептонного середовища (ГПС) (2) від часу.

На фіг. 2. показані гармонічні осциляції площі краплі з частотою 0,02 Гц (одне коливання за 50 секунд, темні пункти), та відповідні коливання поверхневого натягу (світлі пункти) для культурального фільтрату штаму *Trametes trogii* Berk. Tt-11. Стрілками показаний фазовий зсув (кут φ) між амплітудами коливань цих параметрів. Цей зсув дорівнює куту між реальною і уявною компонентами в'язкопружності: $\tan \varphi = E_r/E_i$. Видно, що амплітудне значення поверхневого натягу відстає від амплітуди коливань площі. Це відставання і є кут φ .

На фіг. 3. показані залежності реальної (пружність, крива 1) і уявної (в'язкість, крива 2) складових комплексної ділятаційної в'язкопружності культурального фільтрату штаму *Trametes trogii* Tt-11 від частоти гармонічних осциляцій поверхні краплі ω з амплітудою $\pm 7\%$. Для порівняння на цьому ж графіку наведено залежності пружності (крива 3) і в'язкості (крива 4) вихідного ГПС.

Як видно з графіка, представлені залежності є практично лінійними функціями логарифма частоти, а значення реальної та уявної складових модуля в'язкопружності є надзвичайно чутливими до вмісту ПАВ. Різна концентрація сурфактантів значно впливає на ділятаційну реологію досліджуваних зразків. Це вказує на дуже високу чутливість даного методу дослідження біологічних рідин.

Досліди проводять у трикратній повторності. Отримані експериментальні дані обробляють з використанням Microsoft Excel та пакету програм для проведення статистичної обробки результатів біологічних експериментів.

В таблиці наведені тензіометричні та реологічні показники КФ глибинних культур 9 видів вищих базидіальних грибів у порівнянні з вихідним середовищем ГПС.

Таблиця

Тензіо-реометричні показники культуральної рідини деяких штамів вищих базидіальних грибів

Вид	Штам	E	σ , с	σ_4 , мН/м	λ_2	Пружність		В'язкість	
						a_1	b_1	a_2	b_2
<i>Flammulina velutipes</i>	F-610	42,1 \pm 3,5*	340,7 \pm 56,1	57,4 \pm 0,8	248,1 \pm 18,6*	49,6 \pm 4,6*	6,9 \pm 0,5	6,1 \pm 0,7	-1,4 \pm 0,2*
<i>Lentinula edodes</i>	Le-6	12,5 \pm 0,9*	232,1 \pm 51,3	55,1 \pm 1,1*	136,3 \pm 21,1*	21,8 \pm 2,4	4,4 \pm 0,4*	4,7 \pm 0,5	0,0 \pm 0,4*
<i>Fistulina hepatica</i>	Fh-18	9,8 \pm 1,3	375,9 \pm 29,7*	47,5 \pm 0,8*	95,4 \pm 9,3*	20,7 \pm 1,4	7,6 \pm 0,2	6,7 \pm 0,2	2,6 \pm 0,3*
<i>Schizophyllum commune</i>	Sc-1102	5,4 \pm 0,5*	356,5 \pm 31,8*	65,1 \pm 0,3*	51,9 \pm 9,9	10,7 \pm 1,1*	2,0 \pm 0,2*	1,3 \pm 0,1*	-0,7 \pm 0,3*
<i>Pleurotus ostreatus</i>	P-004	13,8 \pm 2,5*	273,1 \pm 8,5	56,5 \pm 2,3	136,1 \pm 17,2*	25,3 \pm 2,7	6,1 \pm 0,3*	4,8 \pm 0,2*	0,3 \pm 0,2*
<i>Ganoderma lucidum</i>	Gl-2	12,1 \pm 1,0*	285,2 \pm 47,5	53,4 \pm 1,1*	93,8 \pm 15,0	21,0 \pm 1,3	4,8 \pm 0,3*	4,3 \pm 0,4*	0,5 \pm 0,3*
<i>Irpex lacteus</i>	IL-4K	9,4 \pm 1,5	338,0 \pm 84,4	41,6 \pm 1,8*	132,4 \pm 30,2*	18,7 \pm 1,7	5,3 \pm 0,5*	4,1 \pm 0,2*	-0,5 \pm 0,1*
<i>Fomes fomentarius</i>	Ff-09	9,6 \pm 0,4	302,8 \pm 48,2	63,1 \pm 0,6*	88,0 \pm 8,9	20,9 \pm 0,7	3,3 \pm 0,3*	2,5 \pm 0,3*	-0,9 \pm 0,1*
<i>Trametes trogii</i>	Tt-11	19,6 \pm 0,7*	277,2 \pm 12,9	49,9 \pm 0,1*	203,9 \pm 14,7*	32,8 \pm 1,2*	11,2 \pm 0,9*	7,4 \pm 0,3*	-0,3 \pm 0,2*
Контроль (ГПС)		9,2 \pm 0,5	234,5 \pm 17,4	57,9 \pm 0,6	72,2 \pm 5,7	22,7 \pm 1,3	7,5 \pm 0,6	6,1 \pm 0,5	1,3 \pm 0,2

Примітка: "*" - різниця достовірна при $p < 0,05$.

Таким чином, запропонований спосіб визначення тензіометричних та реологічних характеристик культуральної рідини вищих базидіальних грибів є адаптованим для мікологічного матеріалу, легко здійснюваним для виконання у лабораторній практиці, та має високу інформативність і чутливість.

Джерела інформації:

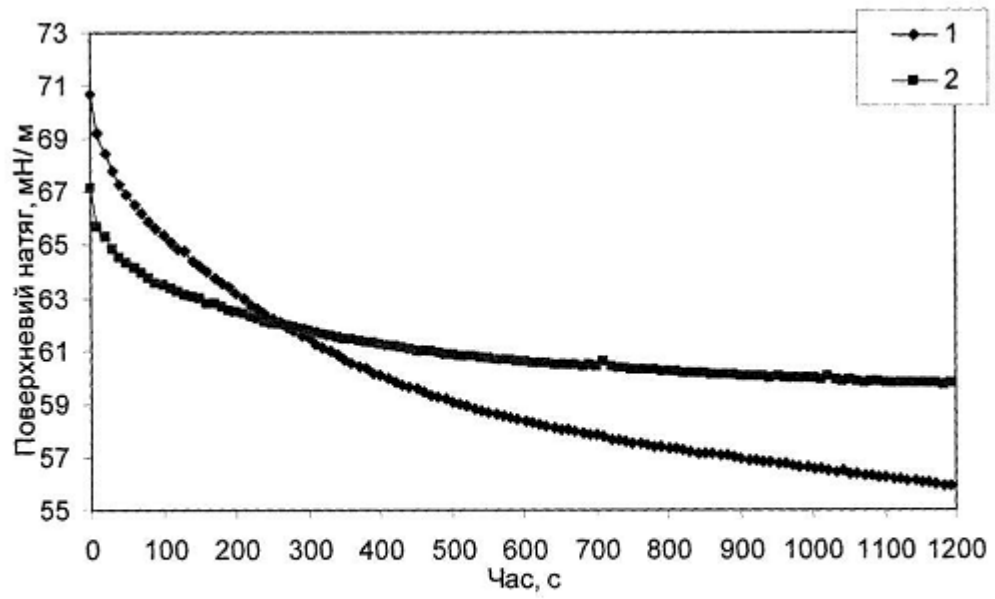
1. Бабицкая В.Г. Новые биологически активные добавки на основе глубинного мицелия базидиальных грибов / В.Г. Бабицкая, В.В. Щерба, Т.С. Гвоздкова // Успехи медицинской микологии. - 2006. - Т. 7. - С. 178-180.

2. Винаров А.Ю. Ферментационная аппаратура для процессов микробиологического синтеза / А.Ю. Винаров, Л.С. Гордеев, А.А. Кухаренко, В.И. Панфилов / под ред. В.А. Быкова. - М, 2005. - 278 с.

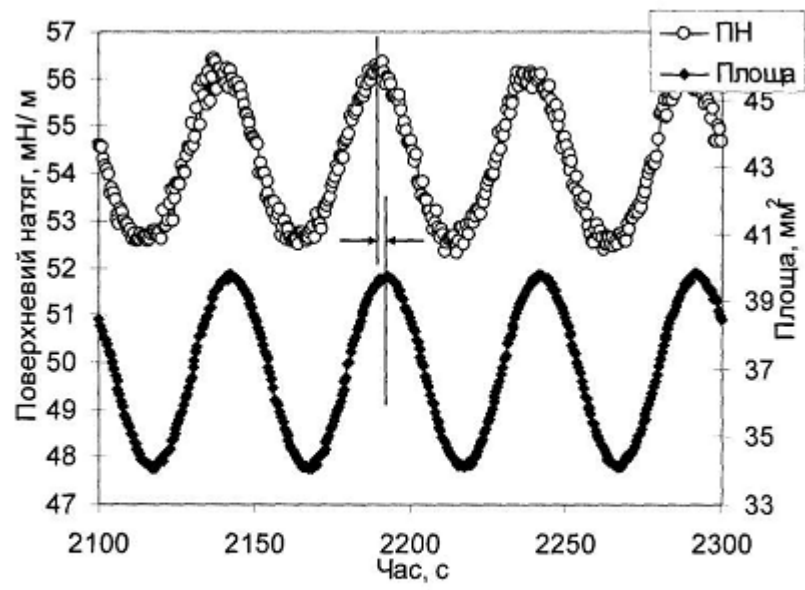
3. Феофилова Е.П. Новые биотехнологии получения биологически активных веществ из мицелиальных грибов / Е.П. Феофилова // Успехи медицинской микологии. - 2007. - Т. 9. - С. 195-196.
4. Чайка О.В. Ріст та інтенсивність процесів перекисного окиснення ліпідів штаму *Pleurotus ostreatus* P-107 / О.В. Чайка, О.В.Федотов // Мікробіологія і біотехнологія. - Одеса, ОНУ ім. І.І.Мечникова, 2011. - № 3(15). - С. 88-95.
5. Banat I.M. Potential commercial applications of microbial surfactants / I.M. Banat, R.S. Makkar, S.S. Cameotra // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 2000. - 53. - P. 495-508.
6. Câmpeanu G. Studies on the rheological properties of the fermentation broth in the production of pectolytic enzymes / G. Câmpeanu, M. Pele, M. Cîmpeanu // Int. Agrophysics. - 1999. - 13. - P. 421-424.
7. Linder M.B. Hydrophobins: the protein-amphiphiles of filamentous fungi / M.B. Linder, G.R. Szilvay, T. Nakari-Setälä, M.E. Penttilä // FEMS Microbiol. Rev. - 2005. - 29. - P. 877-896.
8. Loglio G Drop and Bubble Shape Analysis as Tool for Dilational Rheology Studies of Interfacial Layers // G. Loglio, P. Pandolfi, R. Miller, A.V. Makievski, F. Ravera, M. Ferrari, L. Liggieri / Novel Methods to Study Interfacial Layers. - Amsterdam: Elsevier, 2001. - P. 439-484.
9. Persson A. Capacity for biosurfactant production of environmental *Pseudomonas* and *Vibrionaceae* growing on carbohydrates / A. Persson, G. Molin // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 1987. - 26. - P. 439-442.
10. Vegt W. van der. Assessment of bacterial biosurfactant production through axisymmetric drop shape analysis by profile / W. van der Vegt, H.C. van der Mei, J. Noordmans, H.J. Busscher // Appl. Microbiol. Biotechnol. - 1991. - 35. - P. 766-770. (прототип)
11. Willumsen P.A. Screening of bacteria, isolated from PAH-contaminated soils, for production of biosurfactants and bioemulsifiers / P.A. Willumsen, U. Karlson // Biodegradation. - 1997. - 7. - P. 415-423.
12. Winquist E. Production of lignin modifying enzymes on industrial waste material by solid-state cultivation of fungi / E. Winquist, U. Moilanen, A. Mettälä, M. Leisola, A. Hattaka // Biochem. Eng. J. - 2008. - 42. - P. 128-132.
13. Wösten H.A.B. Hydrophobins, from molecular structure to multiple functions in fungal development / H.A.B. Wösten, J.G.H. Wessels // Mycoscience. - 1997. - 38. - P. 363-374.
14. Wösten H.A.B. Surface-active proteins enable microbial aerial hyphae to grow into the air / H.A.B. Wösten, J.M. Willey // Microbiology. - 2000. - 146. - P. 767-773.
15. Zholob S.A. Advances in calculation methods for the determination of surface tensions in drop profile analysis tensiometry / S.A. Zholob, A.V. Makievski, R. Miller and V.B. Fainerman / Bubble and Drop Interfaces. - V. 2, Progress in Colloid and Interface Science / R. Miller and L. Liggieri (Eds.). - Brill Publ., Leiden, 2011. - P. 49-74.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

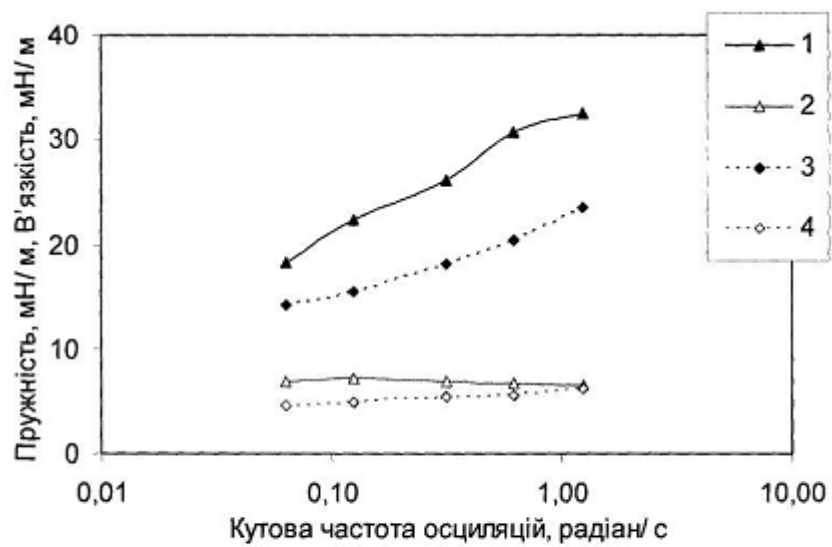
- 40 Спосіб визначення тензіометричних та реологічних характеристик культурального фільтрату вищих базидіальних грибів, що включає отримання та проведення міжфазової тензіометрії матеріалу продуцента поверхнево-активних речовин шляхом аналізу форми вісесиметричної краплі, який **відрізняється** тим, що міжфазову тензіометрію культурального фільтрату продуцента поверхнево-активних речовин - культури вищого базидіального гриба здійснюють
- 45 через аналіз форми висячої краплі і додатково проводять визначення дилатаційних реологічних (механічних) характеристик адсорбційних шарів шляхом стрибкоподібної або гармонічної зміни площі краплі, виконують аналіз зміни поверхневого натягу і фазового кута із подальшим розрахунком тензіореометричних показників у пакеті програмного забезпечення "Oscibubble_1.9.exe".



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601
