

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОКИСНЕННЯ ДРІЖДЖІВ ЗА АКУСТИЧНОЮ КАВІТАЦІЄЮ У ВОДНОМУ РОЗЧИНІ ГЛЮКОЗИ

© Максимів Н.Л., Хлібишин З.Я., 2010

Досліджено окиснення дріжджів у водному розчині глюкози під впливом акустичної кавітації. Процес окиснення відбувається відповідно до кінетичного рівняння другого порядку і глюкоза інгібує радикально-ланцюговий процес. Створена математична модель дає змогу розрахувати зміну в часі концентрації дріжджів і глюкози в дисперсії.

The process of oxidation of yeast under acoustic cavitation in water solution of glucose has been investigated. The process of oxidation proceeds according to the kinetic equation of second order and glucose inhibits the radical chain oxidation. Mathematical model of change of concentration microorganisms and glucose in dispersion on time has been created

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими завданнями. Широке використання мікробіологічних процесів у виробництві лікарських препаратів, харчовій промисловості, переробці відходів комунальних та сільськогосподарських підприємств вимагає не тільки генерації нових штамів мікроорганізмів [1, 2, 3], а й вдосконалення колоїдно-хімічних характеристик процесів вирощування мікроорганізмів та їх використання для одержання цільових продуктів. Актуальним є дослідження використання ультразвуку для знезараження і часткового окиснення хімічних домішок у воді для мобільних установок очищення води у віддалених районах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Здебільшого використання сучасних фізичних методів, а саме – ультразвуку, інфрачервоного опромінювання, дає змогу значно інтенсифікувати мікробіологічні процеси за рахунок дезагрегації колоній мікроорганізмів, збільшення швидкості набрякання спор бактерій чи дріжджів [1–3], деструкції поживного середовища до мономолекулярних сполук, швидкість споживання яких бактеріями значно вища, ніж полімерних чи олігомерних складових [4]. Використання ультразвуку також уможлиблює значно збільшити аерацію середовища, що також сприяє збільшенню ефективності деяких мікробіологічних процесів [5].

Мета роботи – дослідити закономірності процесу окиснення дріжджів за акустичної кавітації у водному розчині глюкози.

Експериментальна частина. Для одержання коректних даних і визначення оптимальних умов процесу очищення води від хімічних чи біологічних забруднень досліди проводились з використанням модельних сумішей. У дослідженнях використовували дисперсії сушених хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* з концентраціями від 1,6 до 40 г/л. Наважку дріжджів диспергували у дистильованій воді протягом 0,5 год і далі розбавляли розчином глюкози марки «х.ч.» до необхідної концентрації. До отриманої дисперсії за постійного перемішування додавали 1 мл пероксиду водню марки «хч» з вмістом основної речовини 25 %. Обробку отриманих дисперсій ультразвуком проводили безпосередньо після їх приготування. Для акустичної обробки дисперсій використовували магнітострикційний випромінювач, хвилевід якого, приєднаний до генератора ультразвуку УЗДН-2Т, опускали у скляний реактор, заповнений 80 мл дисперсії. Реактор безперервно охолоджували водою для підтримання постійної температури дисперсії 25 °С з точністю ± 1 °С. Частота коливань – 22 кГц. Концентрацію пероксидів в системі визначали йодометричним методом [6]. Кінетику окиснення дріжджів в дисперсії вивчали за зміною показника хімічного споживання кисню (ХСК), оскільки система містить багато сполук, розділення

яких є доволі важким завданням. ХСК дисперсії визначали стандартним біхроматним методом [7] зворотним титруванням розчину непрореагованого біхромату сульфатом заліза (II).

Аналіз наших результатів показав, що швидкість збільшення кількості дріжджів в розчині глюкози можна описати рівнянням:

$$dN/dt = k_1 N, \quad (1)$$

де k_1 – константа швидкості розмноження клітин дріжджів; N – кількість клітин в одиниці об'єму системи, t – час.

При цьому глюкоза окиснюється зі швидкістю, описаною рівнянням (2), оскільки одна клітина дріжджів окиснює кілька молекул глюкози за росту і розмноження:

$$d[\text{Глюкози}]/dt = -k_2 N [\text{Глюкози}], \quad (2)$$

де k_2 – константа швидкості зменшення концентрації глюкози в системі.

Інтегруванням рівняння (1) можна отримати залежність концентрації дріжджів в системі, враховуючи те, що маса дріжджів пропорційна до кількості їх клітин:

$$[\text{Дріжджі}] = [\text{Дріжджі}]_0 \exp(k_1 t), \quad (3)$$

де k_{11} – константа збільшення маси клітин дріжджів пропорційна до константи k_1 .

Інтегруванням рівняння (2) з врахуванням рівняння (3) отримаємо залежність концентрації глюкози в часі у системі, яка містить дріжджі і глюкозу:

$$[\text{Глюкоза}] = [\text{Глюкоза}]_0 \exp(k_2/k_1 [\text{Дріжджі}]_0 (1 - \exp(k_1 t))). \quad (4)$$

Враховуючи те, що ХСК системи пропорційна до суми концентрацій дріжджів і глюкози, можна записати:

$$\text{ХПК} = k_3 [\text{Дріжджі}] + k_4 [\text{Глюкози}], \quad (5)$$

де k_3 та k_4 – коефіцієнти пропорційності.

Значення коефіцієнтів k_3 та k_4 були знайдені з залежностей ХПК від концентрації дріжджів тв. Глюкози (рис. 1)

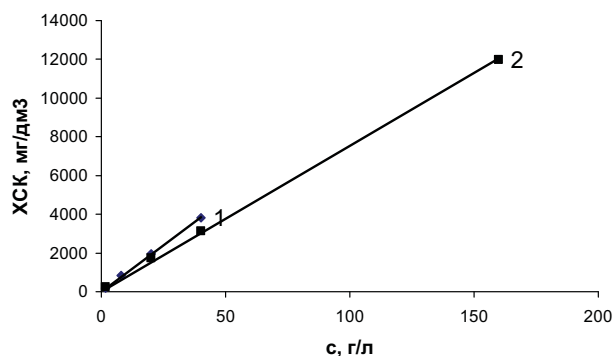


Рис. 1. Залежність ХСК дисперсії дріжджів (1) та глюкози (2) від їх концентрації в системі

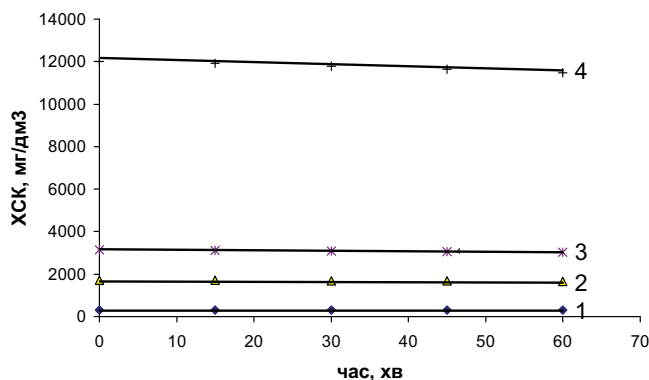


Рис. 2. Зміна ХСК в часі у системі, яка містить 1,6 г/л дріжджів і 1,6 (1), 20 (2), 40 (3) і 160 (4) г/л глюкози за аерації системи киснем. Експериментальні дані представлені точками. Теоретичні криві розраховані за рівняннями (2)–(4)

Враховуючи рівняння (2)–(4) швидкість зміни ХСК системи дорівнюватиме:

$$W = dXСК/dt = k_3k_{11} [\text{Дріжджі}] + k_4k_2 [\text{Глюкози}]. \quad (6)$$

Перетворенням рівняння (5) одержимо:

$$w/[\text{Глюкози}] = k_3k_{11} [\text{Дріжджі}]/ [\text{Глюкози}] + k_4k_2. \quad (7)$$

Швидкість зміни ХСК в часі у системі вимірювали за різних концентрацій глюкози. Кінетичні дані показано на рис. 2.

Як бачимо з рис. 3, залежність швидкості зміни ХСК від концентрації дріжджів і глюкози добре вкладається на пряму в координатах рівняння (6).

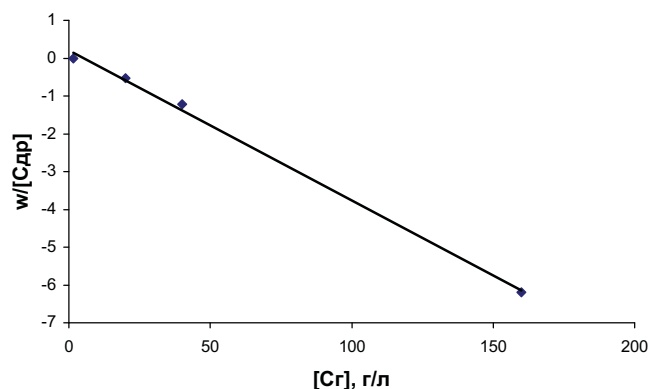


Рис. 3. Залежність швидкості зміни ХСК в системі, яка містить дріжджі і глюкозу, від їх концентрації в координатах рівняння (6)

Знайдені з графіків (рис. 1 та 3) константи дали змогу розрахувати теоретичну швидкість зміни ХСК в системі. Як бачимо з рис. 2, експериментальні дані добре збігаються з теоретичними кривими, що свідчить про адекватність наведеної моделі експериментальним даним.

Наведена модель також дає змогу розрахувати зміну концентрації дріжджів і глюкози у системі (рис. 4).

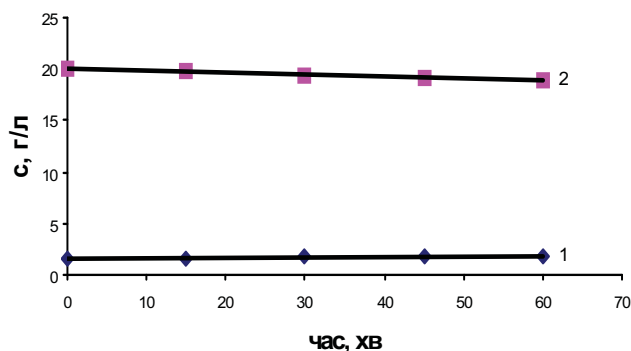


Рис. 4. Зміна концентрації дріжджів і глюкози у системі за початкової концентрації дріжджів 1,6 (1) г/л і глюкози 20 (2) г/л

Отже, процес окиснення дріжджів у водному розчині глюкози за акустичної кавітації відбувається за радикально-ланцюговим механізмом і глюкоза інгібує цей процес. Кінетика процесу окиснення відбувається відповідно до кінетичного рівняння першого порядку. Запропоновано математичну модель процесу, яка дає змогу розрахувати зміну концентрації глюкози та дріжджів у системі.

1. Neis U., Blume T. The effect of ultrasound of particulate matter, especially in complex water and wastewater media. In: Proceedings of the 16th International Symposium on Nonlinear Acoustics. 19-23 august 2002. Moscow, Russia. 2. Баранов Г.А., Беляев А.А., Земляной А.В. Активация клеток в

кавитационном потоке // Журнал технической физики. – 2007. – Т. 77, Вып. 7. – С. 108 – 114. 3. Jess C. Brown and Andrew Salveson Emerging Disinfection Technologies July 2006 *Floria Water Resources Journal*. 4. Кльопа Т.П. Дослідження впливу ультразвуку на стан біологічних обростань систем оборотного водопостачання підприємств азотної промисловості // *Вопросы химии и химической технологи*. – 2006. – №5. 5. Nasser S. and al. Determination of the ultrasonic effectiveness in advanced wastewater treatment. // *Environ. Health Sci. Eng.* – 2006. – Vol. 3. – №2. – P. 109–116. 6. Черонис Н.Д. Ма Е.С. Микро- и полумикрометоды органического функционального анализа. – М.: Химия, 1973. – 576 с. 7. Шевчук Л.І., Старчевський В.Л. Вплив ультразвуку на хімічний та мікробіологічний стан води // *Вопросы химии и химической технологи*. – 2005. – №3.

УДК 615.322:616.37

Н.Т. Юрчишин, Н.Є. Стадницька, О.В. Швед, Р.Т. Конечна
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології

РОЗРАХУНОК БЕЗПЕЧНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ДОБАВКИ З ВМІСТОМ HELLEBORUS PURPURASCENS

© Юрчишин Н.Т., Стадницька Н.Є., Швед О.В., Конечна Р.Т., 2010

Висвітлено сучасні погляди на застосування біологічно активних добавок і, зокрема розглянуто безпечність вживання у складі БАД *Helleborus purpurascens*.

Ключові слова: біологічно активна добавка, *Helleborus purpurascens*.

The article deals with contemporary views on BADs application and *Helleborus purpurascens* harmless use within BAD has been studied.

Keywords: BAD, *Helleborus purpurascens*.

Постановка проблеми. У наш час спостерігається стрімке поширення харчових добавок (ХД) та біологічно активних добавок (БАД) на ринку харчових, профілактичних та реабілітаційно-оздоровчих продуктів.

Медико-біологічна концепція сьогодення для людини передбачає здоровий спосіб життя та організацію здорового раціонального харчування, яке в сучасних умовах ґрунтується на теорії адекватного харчування, що, окрім основ теорії збалансованого харчування, що включає вживання якісних поживних харчових продуктів, також заохочує вживання баластних харчових речовин (волокон).

Моніторинг структури харчування сучасної людини свідчить про хронічний дефіцит незамінних компонентів їжі. Оптимізація раціону сучасної людини, з урахуванням рекомендованих норм споживання, а також профілактика та реабілітація здоров'я, можуть бути досягнуті за рахунок застосування біологічно активних добавок. У цьому напрямі працюють учені, спеціалісти фірм-виробників у багатьох розвинених країнах.

У ст. 1 закону України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» №191-IV від 24.10.2002 р. біологічно активна добавка трактується як спеціальній харчовий продукт, призначений для вживання чи введення у фізіологічних нормах до раціонів харчування та до харчових продуктів з метою надання їм дієтичних, оздоровчих, профілактичних властивостей, для забезпечення нормальних та відновлення порушених функцій організму людини.

Біологічно активні добавки з'явилися в Україні близько 10 років тому, а сьогодні на ринку пропонують свою продукцію вже понад 200 фірм – виробників БАД. Володіючи арсеналом БАД, лікар може вводити їх у раціон дієтичного чи раціонального харчування для оптимізації обмінних процесів та функцій організму людини з урахуванням стану здоров'я.