



УКРАЇНСЬКИЙ
НАУКОВО-ІНЖЕНЕРНИЙ ЦЕНТР
МЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ
І ПРОМИСЛОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УКРАЇНСЬКИЙ ЖУРНАЛ МЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

[№1, 2007]

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ
Заснований у грудні 1993 року
Виходить чотири рази на рік за сприяння
Національного технічного університету України «КПІ»

Головний редактор О.Т. МАРЧЕНКО

Наукові консультанти А.М. СЕРДЮК,
Ю.І. ЯКИМЕНКО

Редакційна рада В.Я. БЕРЕЗОВСЬКИЙ, В.С. ДІДКОВСЬКИЙ,
Є.С. МАЛКІН, І.В. ОСТРОВСЬКИЙ, Л.Д. ПИСАРЕНКО,
В.М. ПОНОМАРЕНКО, Ю.С. СИНЕКОП, О.В. ЧАЛИЙ

Редакційна колегія В.О. ГЕРАНІН (*перший заступник головного редактора*),
С.О. ВОРОНОВ (*заступник головного редактора*),
О.П. МІНЦЕР (*заступник головного редактора*),
Ю.Г. СЛЕСАРЄВ (*заступник головного редактора*),
А.П. АЛПАТОВ, О.С. БУЙКО, Є.М. ГОРБАНЬ,
В.В. ДОРОФІЄНКО, О.Ш. КОРОТКО, В.Ф. МАРІЄВСЬКИЙ,
М.Г. ПРОДАНЧУК, А.А. СМЕРДОВ,
О.С. СНУРНІКОВ, Ю.О. ФУРМАНОВ

ЗАТВЕРДЖЕНО ДО ДРУКУ ВЧЕНИМИ РАДАМИ
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ УКРАЇНИ «КПІ»

Завідуюча редакцією Н.А. ЖУРБЕНКО

Редактори Н.С. КОЛОСОК — укр., рос. мови;
А.В. СТЕЦЕНКО — англ. мова

Адреса редакції Україна, 02160, Київ-160, проспект Возз'єднання, 7а,
офіс 215, тел.: (044) 559-30-90, факс: 559-40-10

Комп'ютерна верстка А.В. СТЕЦЕНКО

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №253 від 07.12.93. Підписано до друку 23.03.2007.
Наклад 1500. Препресс, друк — «Аванпост та Партнери», a_r@ukr.net

Т. С. Тодосійчук, М. А. Григор'єва, Н. В. Москаленко

Національний технічний університет України «КПІ», Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІММОБІЛІЗАЦІЇ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТУ ЦИТОРЕЦИФЕН АДСОРБЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Викладено результати дослідження ефективності іммобілізації ферментного препарату циторецифен адсорбційним методом. Визначено літичну активність ферментних препаратів, іммобілізованих на різних носіях. Встановлено вплив різних буферних систем на літичну та протеолітичну активність лізоenzимного препарату циторецифен. Вивчено вплив рН реакційної системи та температури інкубації на активність іммобілізованого препарату циторецифен.

Результати дослідження дають підставу вважати доцільним розробку комплексного поліферментного препарату на основі аеросилу використанням фосфатно-лужної або борно-лужної буферних систем як реакційного середовища для іммобілізації.

Изложены результаты исследования эффективности иммобилизации ферментного препарата циторецифен адсорбционным методом. Определена литическая активность ферментных препаратов, иммобилизованных на разных носителях. Установлено влияние разных буферных систем на литическую и протеолитическую активности лизоenzимного препарата циторецифен. Изучено влияние рН реакционной системы и температуры инкубации на активность иммобилизованного циторецифена.

Результаты исследований дают основание считать целесообразной разработку комплексного полиферментного препарата на основе аэросила с использованием в качестве реакционной среды для иммобилизации фосфатно-щелочной или борно-щелочной буферных систем.

The work is devoted to the investigation of immobilized enzyme preparation cytoarecifen efficiency by adsorption method. The lytic activity of enzyme preparations, immobilized on different substances, was defined. The influence of different buffer systems to the lytic and proteolytic activities of lysoenzyme preparation cytoarecifen was established. PH- influence of reactionary system and temperature incubation on the activity of immobilized preparation cytoarecifen was studied.

The results of the investigation give a ground to consider elaboration of complex polyenzyme preparation on the base of Silica into the phosphate-alkaline or boric-alkaline buffer systems extremely expedient.

Проблема поширення інфекційних захворювань поряд із підвищенням антибіотикорезистентності патогенних мікроорганізмів потребує розробки нових протимікробних засобів або модифікації відомих субстанцій. Одним зі шляхів такої модифікації може бути створення іммобілізованих біопрепаратів [1].

Дослідження останніх років довели перспективність та актуальність розробки високоефективних технологій одержання іммобілізованих ферментних препаратів [2, 3]. Завдяки значному спрощенню та здешевленню всього технологічного процесу їх промислове виготовлення є економічно вигідним.

Шляхом підбору відповідних носіїв та методів іммобілізації можна цілеспрямовано модифікувати такі властивості ферментів, як специфічність, температурозалежність, а також стабільність у разі денатуруючих впливів.

Іммобілізовані ферменти за властивостями відрізняються від нативних, оскільки змінюється просторова структура білкової молекули. Водночас іммобілізація сприяє підвищенню стабільності ферменту в розширеному діапазоні рН і температури, що важливо при застосуванні та довготривалому використанні ферментів. Позитивним слід вважати і те, що іммобілізовані ферменти стійкіші до дії інгібіторів.

Аналіз літературних повідомлень дає підстави розглядати адсорбцію як один із ефективних і технологічних методів іммобілізації ферментів. При адсорбційній іммобілізації фермент утримується на поверхні носія за допомогою електростатичних, гідрофобних, водневих зв'язків, а також завдяки дисперсійним взаємодіям. При адсорбції в іммобілізованому препараті зберігається достатньо висока активність — від 50 до 100% [4].

Матеріали і методи досліджень

В роботі використовували ферментний препарат циторецифен, що синтезується мікробним штамом-продуцентом *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* IMB Ac-5001 та містить глікозидази, мурамідази, протеїнази, протеази та інші ензими [5].

Для визначення літичної активності ферментних препаратів були використані мікробні тест-культури *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* як моделі грампозитивних та грамнегативних патогенів та *Lactobacillus bulgaricus* 86 — як культуру, що є перспективним джерелом одержання біологічно активних препаратів (структур клітинної стінки, певних органел тощо).

Літичну активність (ЛА) ферментного препарату визначали за здатністю до лізису суспензії тест-культур та виражали в одиницях на мілілітр (од/мл). За одиницю ЛА приймали кількість ферменту, яка знижує густину суспензії тест-культури на 0,001 оптичної одиниці за 1хв.

Визначення проводили турбідиметричним методом [6] у такій модифікації: до 4 мл суспензії тест-культури (з оптичною густиною 0,7–0,8 ОД при

Таблиця 1. Визначення літичної активності ферментних препаратів, іммобілізованих на різних носіях, од/мл

Тест-культура	Носій для іммобілізації							
	Поліокси-етилен (ПОЕ)	Поліетилен-гліколь (ПОГ)	ПЕГ н-форма	Поліакриламід (ПАА)	Полівініловий спирт (ПВС)	Метилцелюлоза (МЦ)	Аеросил	Контроль
<i>L. bulgaricus</i> 86	573±7	347±7	410±3	254±7	315±6	363±8	374±7	683±14
<i>St. aureus</i>	231±5	250±3	317±6	271±10	288±5	212±6	244±3	771±19
<i>E. coli</i>	239±4	151±35	159±5	48±2	61±3	124±4	137±6	380±8

Примітка. Контролем слугував розчин вихідного ферментного препарату циторецифен у дистильованій воді.

$\lambda = 540$ нм) додавали 0,1–0,3 мл розчину ферменту та інкубували впродовж 10 хв за температури 50°C. Розчини препаратів готували у дистильованій воді у концентрації 40 мг/мл.

У контроль додавали 0,1–0,3 мл дистильованої води та інкубували у таких самих умовах. За різницею оптичної густини суспензії до (ОДвих) та після (ОДкін) інкубації визначали рівень ЛА. Оптичну густину визначали на фотометрі КФК-3 при $\lambda = 540$ нм у кюветі 0,5 см на фоні дистильованої води.

Літичну активність визначали за формулою

$$LA = \frac{(OD_{вих} - OD_{кін} \times C) \times N}{0,001 \times \tau}, \text{ од/мл.}$$

де С — коефіцієнт автолізу (відношення ОДвих/ОДкін контролю); N — розведення проби в реакційній суміші, раз; τ — час інкубації, хв; 0,001 — коефіцієнт перерахунку на одиницю активності.

Протеолітичну активність (ПА) визначали за азоказеїном [7].

Як носії для іммобілізації використовували аеросил марки «Силікс» А-300 [8], метилцелюлозу (МЦ) та гідрофільні полімери — поліетиленгліколь (ПЕГ, молекулярна маса 4500, ступінь полімеризації 115), поліетиленгліколь (ПЕГ, н-форма), поліоксетилен (ПОЕ, молекулярна маса 5000), полівініловий спирт (ПВС), а також поліакриламід (ПАА). Вибір таких носіїв пов'язаний з їх біологічною нешкідливістю, потенційною здатністю стабілізувати і пролонгувати дію субстанції, а також стимулювати захисні сили організму.

Іммобілізацію проводили адсорбційним способом, вносячи носій у робочий розчин ферментного препарату (40 мг/мл) до концентрації рідкого гелю (5–7%) та перемішуючи на магнітній мішалці протягом 30 хв [9]. Іммобілізацію проводили у водному розчині ферменту, а також у досліджуваних буферних системах (БС): борно-лужній (рН 8,4),

фосфатно-лужній (рН 6,2) та цитратній (рН 4,1) [10].

Утворений гель центрифугували протягом 20 хв при 5000 хв⁻¹ і видаляли надосадову рідину. Осад іммобілізованого препарату висушували у термостаті протягом 1–2 год за температури 30°C. Активність препарату аналізували за наведеними вище методиками визначення ЛА та ПА.

Результати та їх обговорення

Специфічність дії та характеристики лізоензимного препарату циторецифен дають підставу розглядати його як ефективну протимікробну субстанцію медичного призначення для поверхневого застосування [11].

Метою дослідження було визначення ефективності іммобілізації лізоензимного препарату циторецифен, продукованого *Str. recifensis var. lyticus* ІМВ Ас-5001, адсорбційним методом із використанням носіїв різної природи. Як засвідчують наведені дані (табл.1), найвища активність усіх одержаних іммобілізованих ферментних препаратів спостерігається стосовно клітин *L. bulgaricus* 86, нижча літична активність — щодо *E.coli*. Це пояснюється складністю руйнування клітинної оболонки грамнегативних мікроорганізмів (*E.coli*) порівняно з простішими за будовою клітинними оболонками грампозитивних мікроорганізмів (*St. aureus* та *L. bulgaricus* 86).

Ефективним носієм для іммобілізації можна вважати ПОЕ, оскільки спостерігається приблизно на 28–56% вищий рівень лактолітичної активності іммобілізованого препарату, а при використанні ПОЕ стосовно тест-культури *E.coli* — на 33–79% вищий рівень ЛА порівняно з іншими носіями. При використанні як носія ПЕГ (н-форма) спостерігаються найвищі показники ЛА щодо всіх тест-культур, окрім результатів активності препарату на основі ПОЕ.

Порівнюючи ЛА іммобілізованих на різних носіях ферментних препаратів з контролем, можна зазначити:

- по відношенню до *L. bulgaricus* 86 при використанні як носія ПОЕ втрати ЛА є найменшими (~16%), а при використанні ПАА — найбільшими (~60%);
- втрати стафілолітичної активності, якщо використовуються як носії ПОЕ, ПЕГ, ПАА, ПВС, МЦ та аеросил, становлять 63 — 72%. Використання ПЕГ зменшує втрати активності (порівняно з контролем) до 58%;
- по відношенню до *E.coli*, якщо як носії використовуються ПОЕ, втрати ЛА становлять 37%, а при використанні ПЕГ, ПЕГ (н-форма), МЦ та аеросилу — порядку 60%. Менш ефективним є використання носіїв ПАА та ПВС, де втрати ЛА становлять приблизно 85%.

Залишкова активність іммобілізованих препаратів на основі вказаних носіїв знаходиться на рівні 50–70%, що є прийнятним показником ефективності при розробці аналогічних препаратів [12].

Отже, дані, наведені у табл.1, засвідчують можливість використання як носіїв для іммобілізації циторецифену поліоксиетилену, поліетиленгліколю та аеросилу. Зважаючи на те, що поліензимний препарат медичного призначення повинен мати не лише антимікробні властивості, а й здатність до адсорбції некротизованої тканини та патогенної мікрофлори, серед досліджуваних носіїв для іммобілізації було обрано аеросил [13]. Перевагами його є також технологічність, дозвіл для медичного використання, а отже, як результат, можливість використання у розробці препаратів медичного призначення (наприклад, присипок) [14].

Препарат циторецифен, іммобілізований на ПОЕ, має переваги використання для одержання біологічно активних речовин з культури *L. bulgaricus*

86 (фрагментів клітинних стінок, які мають імуностимулювальну та протипухлинну активність, а також білків, ліпідів, полісахаридів та інших компонентів клітини), на що вказує високий рівень лактолітичної активності (табл. 1). Препарати, одержані на основі ПЕГ (н-форма) та аеросилу, мають найкращі перспективи застосування у медичній практиці для боротьби з патогенними мікроорганізмами, на що вказує найвищий серед досліджуваних носіїв рівень ЛА стосовно модельних патогенних тест-культур *E. coli* та *St. aureus*.

Вплив рН та іонів буферних систем на вияв ЛА та ПА нативного ферментного препарату визначали у такий спосіб: готували робочий розчин ферментного препарату у воді та у досліджуваних БС: борно-лужній (рН 8,4), фосфатно-лужній (рН 6,2) і цитратній (рН 4,1) та визначали активність препарату за вказаними методиками.

Згідно з даними рис. 1, вищий рівень ЛА ферментного препарату спостерігається при використанні як розчинника фосфатно-лужного буферу порівняно з використанням інших розчинників, найнижчий рівень ЛА — якщо використовується дистильована вода. Борно-лужна та цитратна буферні системи приблизно однаково впливають на вияв ЛА ферментного препарату.

Серед використаних тест-культур спостерігається максимальний лізис клітин *St. aureus* усіма досліджуваними розчинами ферментного препарату. Але найбільше на лізис цієї культури впливає ферментний препарат, приготований з використанням фосфатно-лужної БС, що підтверджується на 18% вищим рівнем ЛА цього препарату порівняно з використанням борно-лужної та цитратної БС, та на 23% вищим рівнем ЛА, ніж при використанні дистильованої води.

Лізис клітин *L. bulgaricus* 86 відбувався однаково інтенсивно, якщо використовувалися фосфатно-лужна та цитратна БС. Використання борно-

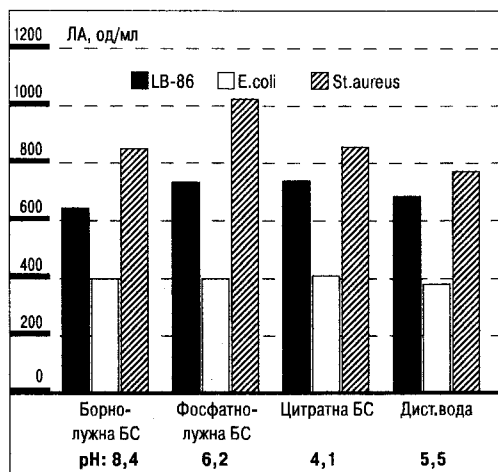


Рис. 1. Вплив буферної системи на літичну активність лізоenzимного препарату циторецифен

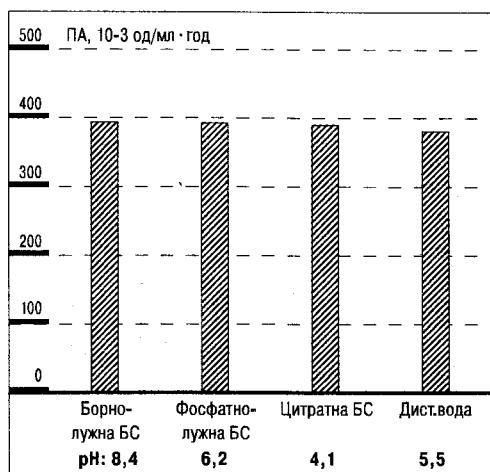


Рис. 2. Вплив буферної системи на протеолітичну активність лізоenzимного препарату циторецифен

лужної БС та дистильованій води для приготування розчину поліферментного препарату призводило до зниження ЛА приблизно на 10%.

Найменше із використаних тест-культур піддавались лізису клітини *E.coli*. Причому однаково низьким рівнем ЛА стосовно цієї тест-культури можна охарактеризувати всі досліджувані розчини ферментного препарату, незалежно від використаного розчинника.

Як засвідчує рис. 2, рівень протеолітичної активності незначно відрізняється в усіх досліджуваних ферментних препаратах при використанні різних буферів. Різниця між значеннями ПА досліджуваних лізоenzимних препаратів знаходиться у межах похибки (5%), що може вказувати на відсутність впливу іонів буферних систем на виявлення ПА.

Аналіз впливу pH та іонів досліджуваних буферних систем показує їх мінімальний вплив безпосередньо на конформацію та активність ферментного препарату. Тому виявилось доцільним визначити вплив pH та іонів PO_4^{2-} , OH^- , Cl^- , VO_3^- , H^+ , Na^+ , K^+ на ефективність самого процесу іммобілізації циторецифену на аеросилі.

Іммобілізацію проводили адсорбційним способом, наведеним у матеріалах і методах досліджень. Були приготовані такі іммобілізовані препарати: препарат №1 — вихідний ферментний препарат розчиняли у борно-лужній БС; препарат №2 — вихідний ферментний препарат розчиняли у фосфатно-лужній БС; препарат №3 — вихідний ферментний препарат розчиняли у цитратній БС; препарат №4 — вихідний ферментний препарат розчиняли у дистильованій воді; препарат №5 — вихідний ферментний препарат розчиняли у дистильованій воді, після центрифугування гелю іммобілізованого ферментного препарату промивали дистильованою водою, після чого повторно центрифугували та висушували порошок.

В іммобілізованих ферментних препаратах аналізували рівень літичної та протеолітичної активності, інкубацію дослідних зразків при визначенні ЛА — за температури 50°C (оптимальній для дії ферменту) та 37°C (фізіологічній для людини). Рівень літичної та протеолітичної активності аналізували також у розчинах вихідного ферментного препарату у відповідних буферних системах та дистильованій воді (контроль).

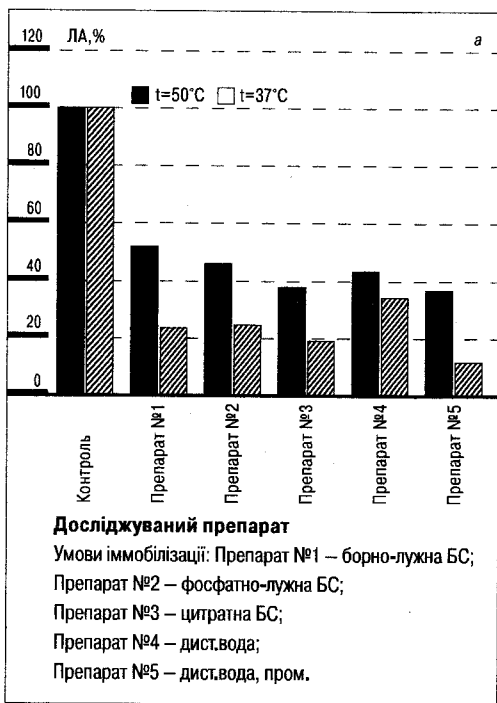


Рис. 3а. Вплив рН реакційної системи та температури інкубації на активність іммобілізованого препарату циторецифену: ЛА стосовно *L. bulgaricus* 86

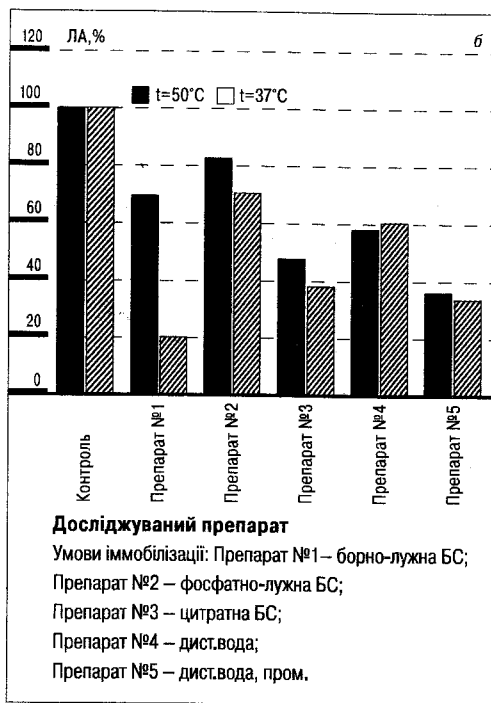


Рис. 3б. Вплив рН реакційної системи та температури інкубації на активність іммобілізованого препарату циторецифену: ЛА стосовно *E. coli*

З представлених на рис.3а даних видно, що лактолітична активність вища майже вдвічі, якщо інкубація дослідних зразків ферментних препаратів проводиться за температури 50°C порівняно із 37°C. Винятком є іммобілізований препарат при рН 5,5, для якого ця різниця становить 9%. При 50°C найвищий рівень літичної активності, що становить 52% від ЛА контролю, спостерігається у поліферментного препарату, приготованого на основі борно-лужної БС, при рН 8,4. Найвищою ЛА, що становить 34%, при 37°C характеризується препарат циторецифену, приготований на основі дистильованої води, при рН 5,5.

Слід також зазначити, що втрати літичної активності ферментних препаратів у зв'язку з їх іммобілізацією, становлять приблизно 50% порівняно з ЛА контролю.

Як показує рис. 3б, літична активність щодо тест-культури *E. coli* вища на 12% при рН 8,4 та 6,2 (інкубування дослідних зразків при 50°C). Винятком є препарат при рН 8,4, у якого ЛА іммобілізованого препарату при 50° та 37°C майже однакова. При 50°C найвищий рівень літичної активності, що становить 83% ЛА контролю, спостерігається у лізоenzимного препарату, приготованого на основі фосфатно-лужної БС. Найвищою ЛА, що дорівнює 71%, при 37°C характеризується також вищезгаданий препарат. Це можна пояснити дією іонів PO_4^{2-} , OH^- , Na^+ , які входять до складу фосфатно-лужної БС і активують ферментний комплекс у складі іммобілізованого препарату при лізисі клітин *E. coli*.

Згідно з наведеними на рис. 3в даними, стафілолітична активність вища на 6% для іммобілізованого циторецифену

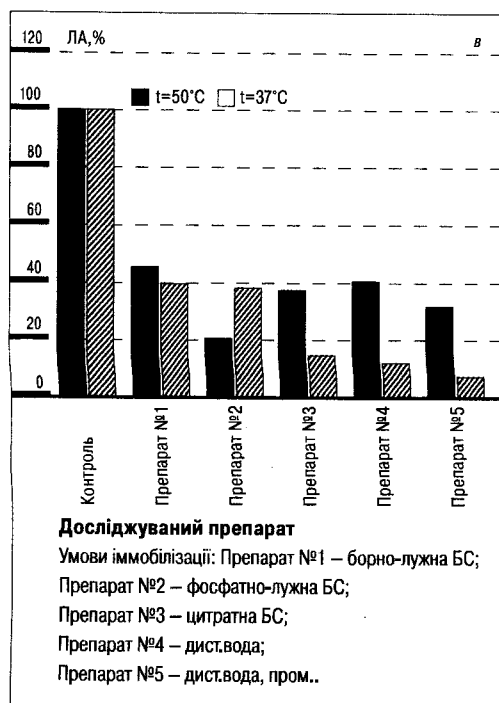


Рис. 3в. Вплив pH реакційної системи та температури інкубації на активність іммобілізованого препарату циторецифену: ЛА стосовно *St.aureus*

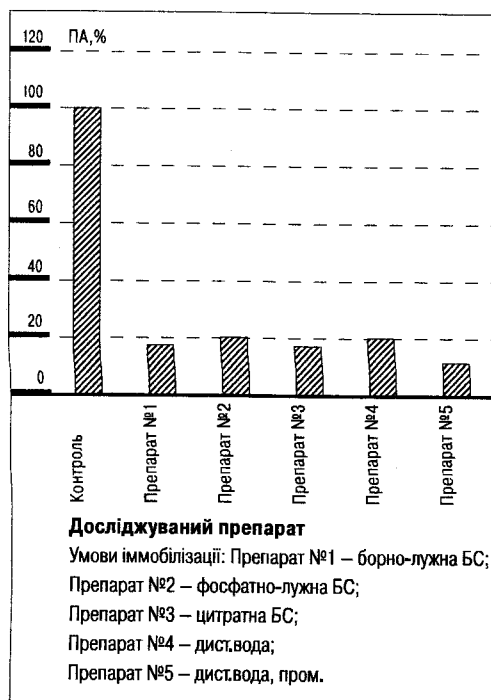


Рис. 4. Вплив pH реакційної системи на протеолітичну активність іммобілізованого ферментного препарату

при pH 8,4, на 20% — при pH 4,1, і на 28% — при pH 5,5 у разі інкубування дослідних зразків за температури 50°C. Винятком є іммобілізований циторецифен при pH 6,2, рівень ЛА якого при 37°C вищий на 18%, ніж при 50°C. За температури 50°C найвищим рівнем літичної активності, що становить 46% ЛА контролю, був у препараті, приготованого на основі борно-лужної БС. Найвищою ЛА, що становить 40%, при 37°C також характеризується препарат, приготований на основі борно-лужної буферної системи при pH 8,4. Це можна пояснити активацією поліферментного комплексу у складі іммобілізованого препарату за рахунок впливу іонів OH^- , VO_3^- та Na^+ при лізисі клітин *St.aureus*. Спостерігається зниження літичної активності іммобілізованого ферментного препарату №5 щодо всіх тест-культур при обох досліджуваних

температурних режимах. Це можна пояснити зменшенням вмісту лізоензимного комплексу у складі препарату після додаткового промивання водою у процесі іммобілізації, а отже, вірогідно, утворенням лише іонних та водневих зв'язків.

Порівняння літичної активності іммобілізованих препаратів лізоензимного комплексу при двох температурних режимах, показує зниження рівня ЛА при інкубуванні дослідних зразків за температури 37°C у середньому на 40% порівняно з 50°C. Проте таке зниження активності іммобілізованих ферментних препаратів є припустимим для застосування їх у медичних цілях, де вони матимуть достатній рівень активності за фізіологічної температури, зважаючи на нижчу концентрацію патогенних мікроорганізмів при запальному процесі.

Згідно з наведеними даними на рис. 4, відбувається втрата протеолітичної активності іммобілізованих ферментних препаратів на рівні 80–88% порівняно з ЛА контролю. Різниця між рівнями протеолітичної активності іммобілізованих у різних БС лізоenzимних препаратів становить приблизно 2%, що є не суттєвим. Отже, можна говорити про відсутність впливу власне іонів досліджуваних буферних систем на ефективність іммобілізації ферментного препарату, однак очевидна недоцільність використання даного методу іммобілізації для одержання препарату з провідною протеолітичною активністю.

На підставі даних про залишкову літичну активність, наведених вище, можемо зробити припущення, що іони PO_4^{2-} , OH^- , VO_3^- та Na^+ , які входять до складу борно-лужної та фосфатно-лужної БС, загалом сприяють активізації процесу іммобілі-

зації поліферментного препарату. Тому оптимальним реакційним середовищем серед досліджуваних для іммобілізації препарату циторецифен можна вважати вищезгадані БС, на відміну від цитратної БС та дистильованої води. Найіндиферентнішими до впливу іонів досліджуваних буферних систем виявились протеолітичні ферменти, що засвідчує майже однаковий рівень ПА іммобілізованих препаратів у разі використання як досліджуваних БС, так і дистильованої води.

Таким чином, за результатами проведеної роботи, можемо зробити висновок, що доцільною є розробка саме комплексного поліферментного препарату на основі аеросилу для застосування як антимікробного медичного засобу з використанням у якості реакційного середовища при іммобілізації фосфатно-лужної або борно-лужної буферних систем.

1. Григорьева М. А., Крупская Т. В., Москаленко Н. В. Исследование противомикробной активности иммобилизованных биопрепаратов // *Материалы X Всерос. конф. по пробл. науки и высш. школы «Фундаментальные исследования в технических университетах»* — Санкт-Петербург, 2006. — С. 377.

2. *Получение и применение иммобилизованных ферментов в научных исследованиях, промышленности* // Тез. докл. ВНИТИ антибиотиков и ферментов медицинского назначения. — Л., 1980.

3. Торчилин В. П., Максименко А. В., Тищенко Е. Г. и др. Лекарственные препараты иммобилизованных ферментов с повышенным сродством к месту действия // *Антибиотики и мед. биотехнология*. — 1986. — № 2. — С. 122–127.

4. Грачева И. М. *Технология ферментных препаратов*. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1987. — 357 с.

5. Тодосійчук Т. С. Розробка технології гідролітичного ферментного препарату циторецифен: Автореф. дис...канд. техн. наук. — К., 2000. — 25с.

6. Павлова И. Н., Жолнер Л. Г., Захарова И. Я. и др. Сериновая протеиназа с литическими свойствами // *Микробиология*. — 1988. — Т. 57, № 3. — С. 398–404.

7. Петрова И. С., Винцюнайте М. Н. Определение литической и протеолитической активности ферментных препаратов микробного происхождения // *Прикл. биохимия и микробиология*. — 1966. — №2. — С.322–327.

8. Курищук К. В., Пентюк О. О., Погорелий В. К. Энтеросорбент Силикс: властивості та клінічне застосування. — К.: Ін-т хімії поверхні НАН України, 2003. — 21с.

9. Кельцев Н. В. *Основы адсорбционной техники*. — М.: Химия, 1984. — С. 280.

10. *Справочник биохимика: Пер. с англ.* /Р. Досон, У. Элиот, К. Джонс — М.: Мир, 1991. — 544 с.
11. Наумкина Е. В., Обгольц А. А., Рейс Б. А., Чернышов А. К. Влияние сорбирующих материалов на гидрофобность и адгезивность грамотрицательных микроорганизмов // *Эфферент. терапия.* — 1997. — Т. 3, № 1. — С. 26–28.
12. Геращенко И. И., Штатько Е. И., Бондарчук О. И., Чуйко Н. А. Особенности взаимодействия микроорганизмов и ферментов с высокодисперсным кремнеземом // *Мед. химия.* — 2003. — Т. 7, — № 8. — С. 153–167.
13. Пентюк О. О., Погорелий В. К., Чуйко Н. О. Лікувальні властивості ентеросорбенту Силіксу — аморфного ультрадисперсного кремнезему // *Мед. хімія.* — 2003. — Т. 5, № 1. — С. 95–98.
14. Кощеченко К. А. Иммобилизированные клетки в биотехнологии. — Пушино, 1987. — 456 с.

ПРО АВТОРІВ

Тодосійчук Тетяна Сергіївна — кандидат технічних наук, доцент кафедри промислової біотехнології факультету біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «КПІ». Тел.: (044) 454-98-51 (сл.). e-mail: totania@mail.ru

Григор'єва Марина Анатоліївна — аспірант кафедри промислової біотехнології факультету біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «КПІ». Тел.: (044) 241-76-13 (сл.). e-mail: alina@fbt.ntu-kpi.kiev.ua

Москаленко Наталія Вікторівна — інженер кафедри промислової біотехнології, факультету біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «КПІ». Тел.: (044) 241-76-13 (сл.).

Адреса: 03056, м. Київ, пр-т Перемоги, 37, факультет біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «КПІ».

ЗНАЕТЕ ЛИ ВЫ...

Бета-каротин не улучшает зрение

Результаты нового исследования ставят под сомнение представления о том, что морковь, богатая бета-каротином, помогает улучшить зрение. Ученые сомневаются в том, что препараты, содержащие бета-каротин, эффективны в борьбе с самым распространенным типом возрастной потери зрения.

Новое исследование доказывает, что бета-каротин не оказывает спасительного влияния на зрение. В исследовании участвовали 21 тысяча врачей, часть из которых

в течение 12 лет принимали препараты с бета-каротином, а часть — таблетки-пустышки, не зная об этом. У членов обеих групп заболевание прогрессировало в одинаковой мере, что позволило исследователям сделать вывод о том, что бета-каротин никак не влиял на зрение.

Медики рекомендуют есть в день пять и больше порций фруктов. Только так можно обеспечить поступление в организм комбинации питательных веществ, которые, по мнению ученых, являются значимым фактором в поддержке зрения.