

УДК 591.524.1 : (595.371 : 591.543.1)

В.Д. РОМАНЕНКО, Ю.Г. КРОТ, Т.І. ЛЕКОНЦЕВА, А.Б. ПОДРУГІНА

Інститут гідробіології НАН України  
пр-т Героїв Сталінграду, 12, 04210

## **РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ГАМАРИД *CHAETOGAMMARUS ISCHNUS* STEVING (CRUSTACEA: AMPHIPODA) ДО ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**

Досліджували резистентність гамарид *Chaetogammarus ischnus* до дії підвищених температур водного середовища. Виявлено особливості змін рівня теплостійкості організму в залежності від характеру впливу чинника (статичний або динамічний режими) та попередніх умов існування. Показано міжпопуляційні, вікові відмінності поведінкових реакцій та індивідуальної мінливості рівня резистентності особин.

*Ключові слова:* резистентність, гамариди, температура, адаптація, толерантність, культивування, регульовані системи

Температура є одним із головних чинників середовища, що визначає екологічні межі існування гідробіонтів. При цьому діапазон температурної толерантності виду в значній мірі обумовлений ступенем мінливості температури у середовищі існування [4]. У зв'язку з цим, важливим є вивчення адаптивних можливостей організму в залежності від особливостей зміни температури водного середовища. Одним із фізіологічних критеріїв оцінки температурної адаптації та функціональної стійкості організму є рівень теплостійкості.

Метою даної роботи було вивчення теплостійкості *Chaetogammarus ischnus*, який являється представником літоральних біоценозів, характеризується широкою екологічною валентністю [3], є цінним кормовим об'єктом для риб [1], сировиною для отримання біологічно активних речовин [5], завдяки чому може бути перспективним об'єктом для масового культивування в регульованих системах.

### **Матеріал і методи досліджень**

Лабораторна популяція *Ch. ischnus* створена у 2008 р. в біотехнологічному комплексі Інституту гідробіології НАН України. Маточна культура утримується в ємностях об'ємом 100 дм<sup>3</sup> з регульованими параметрами водного середовища: температура – 20±1 °С, кисневий режим – 6,8–8,2 мг/дм<sup>3</sup>. Корм – личинки хірономід, ряска, штучний рослинний корм «Tetramin».

З метою виявлення особливостей зміни терморезистентності *Ch. ischnus* лабораторної популяції в залежності від температурних умов утримання, у жовтні 2011 р, для порівняння, було відловлено гамарид *Ch. ischnus* на русловій ділянці Канівського водосховища (температура води 12<sup>0</sup>С). Відбір і аналіз проб здійснювали згідно із загальноприйнятими методами [2]. Видову належність гамарид визначали за [6]. До початку експерименту представники природної популяції проходили аклімацію протягом трьох тижнів (температура 20<sup>0</sup>С) в системах з регульованими параметрами (об'єм 100 дм<sup>3</sup>), середовище – річкова вода.

Оцінку резистентності *Ch. ischnus* до змін температури водного середовища проводили в умовах статичної та динамічної дії чинника. Тварин різних розмірних груп (довжиною 2–5 та 9–14 мм) по 6–12 екз. висаджували у пластикові садки з сітчастим дном (планктонний газ № 72) об'ємом 250 см<sup>3</sup>, які розміщували у скляних ємностях об'ємом 5 дм<sup>3</sup> (статичний режим) і 10 дм<sup>3</sup> (динамічний режим), обладнаних системою термостабілізації, аерації та перемішування води. Середовище – вихідна вода, в якій утримувалися ракоподібні. У «статичному» варіанті тварин утримували в середовищі з константною температурою (20 (контроль), 26, 29, 30, 31, 32, 35, 38<sup>0</sup>С; ±0,5<sup>0</sup>С) і визначали смертність особин за певний проміжок часу. У «динамічному» – летальну температуру та час переживання тварин в умовах підвищення температури водного середовища зі швидкістю 6 і 12<sup>0</sup>С/год.

Протягом експерименту реєстрували особливості поведінкових реакцій тварин (локомоторна активність, порушення координації рухів). Верхньою межею теплостійкості

вважали момент настання повного знерухомлення ракоподібних. По закінченні кожного дослідження визначали довжину (відрізок від переднього краю головної капсули до заднього краю тельсону) та сиру масу рачків.

Обробку одержаних даних проводили з використанням стандартних статистичних програм (STATISTICA 6.0).

**Результати досліджень та їх обговорення**

Діапазон температурної толерантності більшості еврибіонтних видів водяних тварин помірних широт становить 2–32°C, при цьому верхні летальні температури для ракоподібних знаходяться в межах 32–42°C [7].

Згідно отриманих нами даних, за умов статичної дії підвищених температур водного середовища недіальна температура для обох популяцій *Ch. ischnus* становила 29°C, летальна – 32°C (рис. 1).

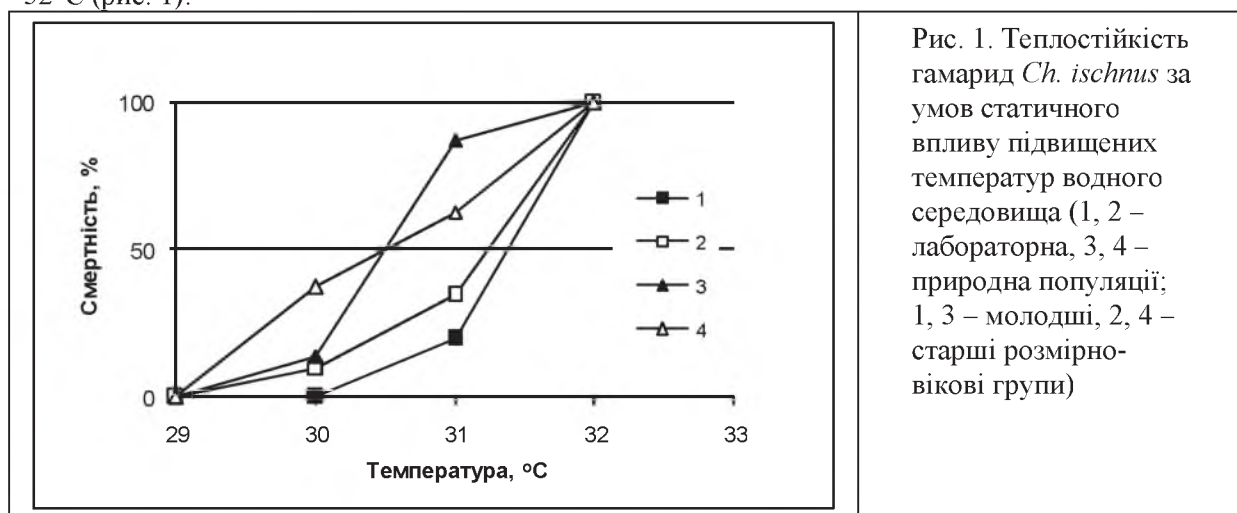


Рис. 1. Теплостійкість гамарид *Ch. ischnus* за умов статичного впливу підвищених температур водного середовища (1, 2 – лабораторна, 3, 4 – природна популяції; 1, 3 – молодші, 2, 4 – старші розмірно-вікові групи)

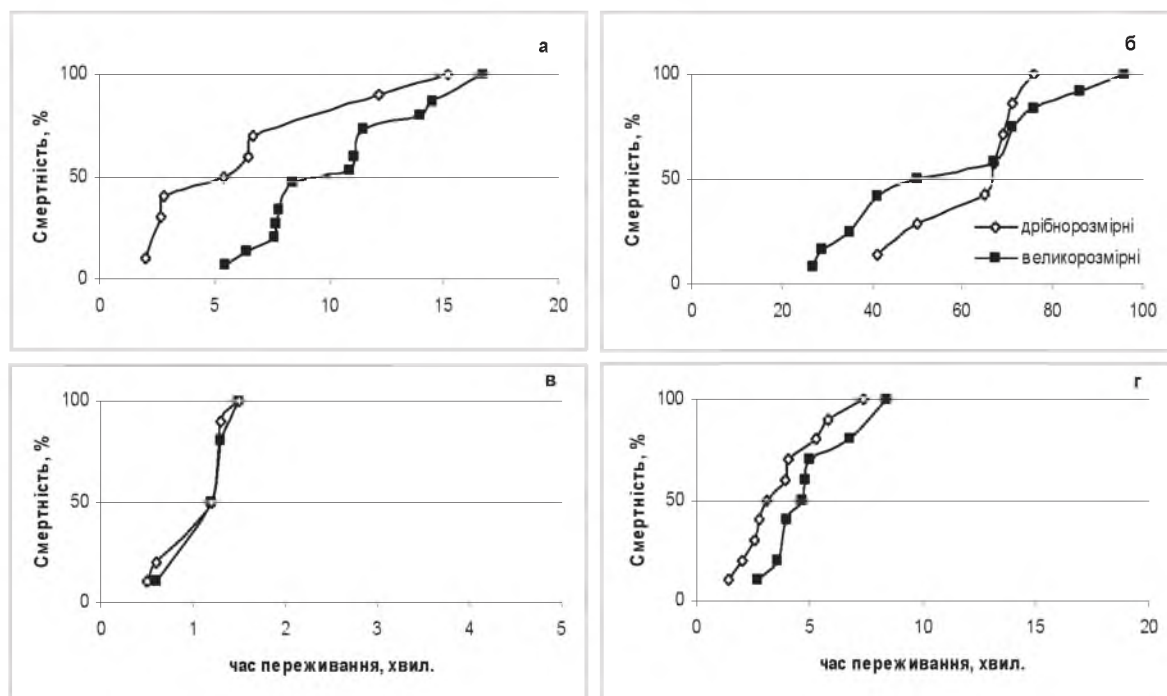


Рис. 2. Теплостійкість *Ch. ischnus* за умов статичного впливу екстремальних температур водного середовища (а, б – лабораторна, в, г – природна популяції; а, в – 38°C, б, г – 35°C)

Статичний вплив більш високих температур, що знаходяться поза межами толерантної шкали, виявив значну перевагу представників лабораторної популяції *Ch. ischnus* (температурні умови попереднього утримання обмежуються інтервалом 17–25°C) порівняно з природною (рис. 2).

Так, при температурі середовища 35°C час переживання рачків молодших і старших розмірно-вікових груп з лабораторної популяції *Ch. ischnus* становив відповідно 62,7±4,7 і 57,5±6,7 хвил., тоді як рачки природної демонстрували гіперчутливість до теплового стресу (відповідно 3,8±0,6 і 5,2±0,6 хвил.). При температурі 38°C середній час переживання особин з обох популяцій суттєво скорочується, однак рівень теплостійкості молодших (6,8±1,5 хвил.) і старших (10,6±0,9 хвил.) вікових груп лабораторної популяції залишається у 6 і 9 разів вище за показники природної (відповідно 1,1±0,1 і 1,2±0,1 хвил.).

Таким чином, тривала дія підвищених температур водного середовища з відносно невеликою амплітудою коливань (в межах 19–21°C), яку зазнавала лабораторна популяція, призвела до підвищення загального рівня теплостійкості особин та їх здатності протидіяти стресовому впливу екстремально високих температур порівняно з природною популяцією.

В умовах безперервного зростання температури водного середовища зі швидкістю 6 та 12°C/год., на відміну від статичного впливу чинника, різниця між терморезистентністю особин *Ch. ischnus* з лабораторної та природної популяцій стає менш вираженою (рис. 3).

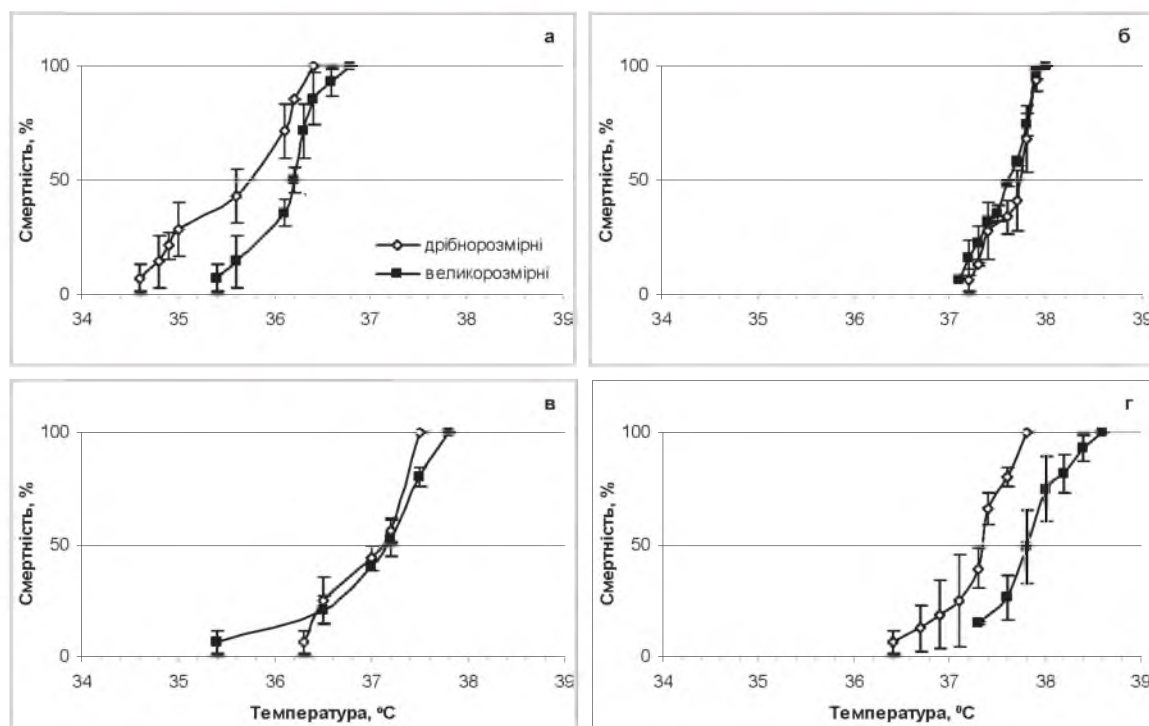


Рис. 3. Теплостійкість різних розмірно-вікових груп *Ch. ischnus* в умовах підвищення температури водного середовища з постійною швидкістю (а, в – природна, б, г – лабораторна популяції; а, б – 6°C/год, в, г – 12°C/год.)

Для лабораторної популяції *Ch. ischnus* середні значення летальних температур при повільнішому нагріванні середовища для молодших і старших розмірно-вікових груп майже не відрізнялись (відповідно 37,7±0,1 і 37,5±0,1) і були вірогідно вище ( $p < 0,05$ ) за показники природної популяції (35,7±0,2 і 36,2±0,1). З підвищенням швидкості зростання температури різниця у терморезистентності між дрібно- та великорозмірними особинами лабораторної популяції посилюється ( $p < 0,05$ ) за рахунок зниження рівня критичного температурного максимуму (КТМ) у молоді (37,3±0,1) та зростання – у дорослих (37,9±0,1). У представників природної популяції *Ch. ischnus* за цих умов середні значення КТМ для обох розмірних груп зближуються (відповідно 37,1±0,1 і 36,9±0,1  $p > 0,05$ ).

Важливо відмітити, що в природній популяції максимальні рівні теплостійкості молоді мало поступаються показникам дорослих тварин. За нашими спостереженнями, при підвищеній температурі водного середовища молодь бокоплавів може відносно тривалий час знаходитись у поверхневій плівці води в малоактивному стані, що, очевидно, суттєво пом'якшує пошкоджуючу дію температури. Однак, при повільнішому прогріванні середовища, коли доза теплового впливу зростає, молодші особини стають більш вразливими порівняно з дорослими. При швидкому прогріванні середовища, навпаки, спостерігається суттєве підвищення та зближення рівнів теплостійкості обох розмірних груп, що свідчить про значний адаптаційний потенціал молоді.

На відміну від природної популяції, в лабораторній зближення рівнів теплостійкості різнорозмірних особин було відмічено за умов повільнішої зміни температури водного середовища та супроводжувалось значним зниженням варіювання показника. При збільшенні швидкості зростання температури адаптаційні можливості молоді знизилась, що виявилось у підвищенні чутливості, зниженні теплостійкості та збільшенні амплітуди індивідуальної мінливості ознаки. Слід звернути увагу, що діапазон летальних температур у представників лабораторної популяції *Ch. ischnus*, в цілому, значно вужче, ніж у природної, що свідчить про зменшення різноякісності індивідуальних рівнів теплостійкості особин.

Важливими індикаторами змін функціонального стану водяних тварин під впливом чинників оточуючого середовища є поведінкові реакції [8–11]. Найбільш інформативним параметром, який дозволяє характеризувати потенційний ефект впливу чинника на популяційному рівні, є локомоторна активність. Відмічені нами особливості поведінкових реакцій *Ch. ischnus* в умовах змін температурного режиму середовища представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Поведінкові реакції *Ch. ischnus* в умовах підвищення температури водного середовища з постійною швидкістю (6 і 12°C/год.)

Поведінкові реакції	Температурні умови існування тварин			
	18–25°C (лабораторна популяція)		4–28°C (природна популяція)	
	6°C/год	12°C/год	6°C/год	12°C/год
Підвищення локомоторної активності	28,5	28,0	28,2	27,5
Підйом до поверхні води («свічки»)	31,3	31,8	30,5	29,4
Зависання у поверхневій плівці води	31,5	32,4	31,0	30,5
Зниження локомоторної активності; порушення координації рухів	35,0	33,5	32,4	32,4
Судоми	35,8	36,5	34,3	36,0
Смерть	> 37,0	> 36,5	> 35,0	> 35,0

Як видно з таблиці 1, в обох популяціях *Ch. ischnus* підвищення рухової активності тварин спостерігалось при температурі 27,5–28,5°C, тобто при її наближенні до крайніх значень толерантного діапазону, що у природних умовах дає можливість гамаридам залишити несприятливу зону. З подальшим зростанням температури на фоні підвищеної активності тварин з'являються ознаки нестачі кисню (зависання у поверхневій плівці води, стрімкі підйоми до поверхні води).

Вихід температури у зону летальних значень супроводжується зниженням рухової активності рачків, що свідчить про обмеження енергетичних витрат і перерозподіл наявної енергії на компенсацію негативного впливу. Подальше перебування тварин під впливом екстремальних температур призводить до порушення координації рухів, судом та загибелі. Наведені особливості поведінкових реакцій гамарид в умовах прогресуючого підвищення температури водного середовища добре узгоджуються з даними, отриманими для *Ch. ischnus* в умовах стресової дії константних температур.

### Висновки

Дослідження резистентності гамарид *Ch. ischnus* до дії підвищених температур водного середовища виявило зміни рівня теплостійкості особин в залежності від характеру дії чинника та попередніх температурних умов існування тварин. При статичному впливі високих температур в межах толерантного діапазону недіяльна температура становила 29°C, летальна – 32°C як для представників лабораторної популяції, адаптованої до більш вузького інтервалу температур 19–21°C, так і для природної, що існує в діапазоні температурних коливань 4–28°C. В умовах статичної дії екстремальних температур (35°C) та прогресуючого зростання температури водного середовища зі швидкістю 6 та 12°C/год. витривалість і середні значення КТМ для особин лабораторної популяції *Ch. ischnus* були вірогідно вищими (відповідно 57,5±6,7 хвил. і 37,3–37,9°C; p<0,05) за показники природної популяції (відповідно 3,8±0,6 хвил. і 35,7–37,1°C).

Таким чином, тривала дія підвищених температур водного середовища з відносно невеликою амплітудою коливань (20±1°C), яку зазнавала лабораторна популяція *Ch. ischnus*, призвела до підвищення загального рівня теплостійкості особин та їх здатності протидіяти стресовому впливу високих температур порівняно з природною популяцією.

Отримані результати свідчать про можливість створення ліній гамарид *Ch. ischnus* з підвищеною терморезистентністю, стійкістю до стресових ситуацій та зниженою чутливістю до підвищеної щільності посадки, біотехнічних маніпуляцій тощо. Цілеспрямований вплив на метаболічні процеси при культивуванні гамарид, оптимізація умов їх росту, розвитку і відтворення на різних етапах онтогенезу сприятиме підвищенню продуктивності регульованих систем.

1. Біргер Т.І. Кормова цінність безхребетних для риб / Т.І. Біргер. — К.: Вид-во АН УРСР, 1961. — 109 с.
2. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования / В.И. Жадин. — М.: Высш. школа, 1960. — 190 с.
3. Жукинський В.Н. Адвентивные виды и изменение ареалов аборигенных гидробионтов в поверхностных водных объектах Украины. Сообщ. 1 Водные беспозвоночные / В.Н. Жукинський, Т.А. Харченко, А.В. Ляшенко // Гидробиологический журнал. — 2006. — Т. 42, № 6. — С. 3—21.
4. Ивлева И.В. Количественные закономерности изменения скоростей энергетического обмена у водных животных под влиянием температуры : автореф. дисс. на соискание уч. степ. докт. биол. наук / И.В. Ивлева. — Севастополь, 1981. — 50 с.
5. Романенко В.Д. Водяні ракоподібні – продуценти хитину / В.Д. Романенко, Ю.Г. Крот // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2008. — № 2 (36). — С. 178—184.
6. *Определитель* фауны Черного и Азовского морей: в 3 т. / [под рук. Ф.Д. Мордухай-Болтовского]. — К.: Наук. думка, 1969. — Т. 2: Свободноживущие ракообразные. — 545 с.
7. *Светотемпературная* взаимосвязь и ее значение при определении экологических границ существования гидробионтов / Ю.Г. Гигиняк: тр. зоол. ин-та [«Продукционные гидробиол. исследования водных экосистем»]. — 1987. — Т. 165. — С. 91—97.
8. Dick J. T. A. Intraguild predation and species exclusion in amphipods: The interaction of behaviour, physiology and environment / J. T. A. Dick, D. Platvoet // *Freshwater Biology*. — 1996. — Vol. 36. — P. 375—383.

9. Gerhardt H.C. Phonotaxis in female frogs and toads: execution and design of experiments / H.C. Gerhardt // *Animal Psychophysics: Design and Conduct of Sensory Experiments*; Ed. by in: G. M. Klump, R. R. Dooling, R. R. Fay, W. C. Stebbins. — Basel: Birkhäuser Verlag, 1995. — P. 209—220.
10. Kivivuori L. Thermal resistance and behaviour of the isopod *Saduriaentomon*(L.) / L. Kivivuori, K. Y. H. Lagerspetz // *Ann. Zool. Fennici*. — 1990. — Vol. 27. — P. 287—290.
11. *Physiological* and behavioral responses of *Gammaruspulex* (Crustacea: Amphipoda) exposed to cadmium / V. Felten, G. Charmantier, R. Mons [et al] // *Aquatic Toxicology*. — 2008. — Vol. 86. — P. 413—425.

В.Д. Романенко, Ю.Г. Крот, Т.І. Леконцева, А.Б. Подругина

Інститут гідробіології НАН України, Київ

**РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ГАММАРИД *CHAETOGAMMARUS ISCHNUS* STEBBING (CRUSTACEA: AMPHIPODA) К ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Исследована резистентность гаммарид *Chaetogammarus ischnus* к действию повышенных температур водной среды. Выявлены особенности изменений уровня термостойкости организма в зависимости от характера влияния фактора (статический или динамический режимы) и предварительных условий существования. Показаны межпопуляционные, возрастные отличия поведенческих реакций и индивидуальной изменчивости уровня резистентности особей.

*Ключевые слова:* резистентность, гаммариды, температура, адаптация, толерантность, культивирование, регулированные системы

V.D. Romanenko, Y.G. Krot, T.I. Lekontseva, A.B. Podrugina

Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

**THE RESISTANCE OF THE *CHAETOGAMMARUS ISCHNUS* STEBBING (CRUSTACEA: AMPHIPODA) TO THE INFLUENCE OF FLUCTUATING TEMPERATURES OF AQUATIC ENVIRONMENT**

Resistance of the *Chaetogammarus ischnus* Gammaridae to the influence of increased temperatures were examined. The features of the thermostability level changes of organisms depending on the character of factor influence ( static or dynamic modes) and condition of precedent existence were revealed. The interpopulation and age-related differences, behavioural reactions and individual changeability of the resistance level of Gammaridae were set.

*Key words:* resistance, gammaridae, temperature, adaptation, tolerance, cultivation, regulated systems

Рекомендує до друку

Надійшла 06.06.2013

В.В. Грубінко

УДК 582.288

Я.І. САВЧУК, І.М. КУРЧЕНКО

Інститут мікробіології і вірусології НАН України

вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, МСП, Д03680, Україна

**АНТИФУНГАЛЬНА АКТИВНІСТЬ ДЕЯКИХ МІКРОМІЦЕТІВ ЩОДО ШТАМІВ *ALTERNARIA ALTERNATA* (FR.) KEISSL.**

Досліджено антифунгальну активність очищених екстрактів *Aspergillus niveus* 2411, *Myrothecium cinctum* 910, *Penicillium* sp. 10-51 щодо 27 штамів *A. alternata*, серед яких 13 штамів представлені фітопатогенними ізолятами, а 14 - ендofітами.