

4. *Межжерин С. В.* Животные ресурсы Украины в свете стратегического устойчивого развития / С. В. Межжерин. – К. : Логос, 2008. – 282 с.
5. *Рибоводне господарство* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.webfarmerstvo.org.ua/rybnuctvo/rybovodne-gospodarstvo.php>
6. *Сидоренко О. В.* Формування асортименту та якості риборослинних продуктів: монографія / О. В. Сидоренко. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2006. – 313 с.
7. *Сильчук Ю. І.* Біотехнічні основи вирощування прісноводних осетрових риб / Ю. І. Сильчук, О. В. Сидоренко, А. О. Іванюта / Інтегроване управління водними ресурсами : наук. збірник / відп. редактор В. І. Щербак. – 2014. – С. 227–232.

*В.П. Коротецький<sup>1</sup>, Е.В. Сидоренко<sup>2</sup>, Ю.І. Сильчук<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Интеллектуальный центр по вопросам рационального использования водных ресурсов Украины, Киев

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт «Держводэкологія», Киев, Украина

<sup>3</sup>Киевский национальный торгово-экономический университет, Украина

### ПЕРСПЕКТИВИ ЕФЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВОДСТВА НА УКРАИНЕ

В статье проведён системный анализ факторов, которые обуславливают перспективность, целесообразность и эффективность развития осетроводства на Украине.

*Ключевые слова:* аквакультура, осетроводство, устойчивое развитие, рыбное хозяйство

*V.P Korotetskiy<sup>1</sup>, O.V. Sidorenko<sup>2</sup>, Y.I. Silchuk<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Intellectual center on the rational use of water resources of Ukraine, Kyiv

<sup>2</sup>Research Institute "Derzhvodokologiya", Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Kyiv National University of Trade and Economics, Ukraine

### PROSPECTS EFEKTYVNOSTI STURGEON AQUACULTURE IN UKRAINE

The article provides a systematic analysis of the factors that determine the prospects, the appropriateness and effectiveness of sturgeon in Ukraine.

*Keywords:* aquaculture, sturgeon, sustainable development, fisheries

УДК 576.314:576.344+581.522.5:582.263

*К.В. КОСТЮК<sup>1</sup>, В.В. ГРУБИНКО<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Национальный медицинский университет имени О. О. Богомольца  
пр. Победы, 34, Киев, 03057, Украина

<sup>2</sup>Тернопольський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
ул. М. Кривоноса, 2, 46027, Тернополь, Украина

### РЕГЕНЕРАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАН *LEMNA MINOR* L. ПОСЛЕ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

---

В статье рассмотрены механизмы регенерации клеточных мембран с участием липидов и белков после токсического воздействия. На примере ряски показано, что мембраны растительных клеток постоянно обновляются. Высказано предположение о том, что время обновления мембранных структур является характеристикой процесса биогенеза мембран. На этом основании, сравнивая значения скоростей обновления клеточных мембран в нормальных и патологических клетках, можно оценить роль эндоплазматического ретикулюма и аппарата Гольджи в образовании отдельных участков поврежденной плазмалеммы.

*Ключевые слова:* водные растения, тяжелые металлы, дизельное топливо, вторичные концентрические мембраны, липиды, белки

Известно, что реакции и долговременные адаптации клеток на действие токсикантов в значительной мере сводятся к изменениям в их мембранных структурах.

В наших исследованиях установлено, что ионы цинка и свинца, а также дизельное топливо в токсичных концентрациях в клетках водорослей (хлорелла) и водных растений (элодея ряска) индуцируют образование вторичных концентрических мембран [1]. Этот уникальный эффект вызывает каскад изменений структуры и состава и, скорее всего, обмена веществ, как в клеточных мембранах, так и в клетках в целом. В связи с этим возникает вопрос о регенеративных свойствах клеток в отношении репарации поврежденных токсикантами клеточных мембран. Прежде всего, не установлено, что происходит с мембранами клеток после токсического воздействия, когда они возвращаются в естественные условия существования, и какие механизмы протекания такого обновления (пластические и энергетические ресурсы, скорость и кинетика процесса и т.п.).

Регенерация клеточных мембран после токсического воздействия практически не изучалась, поэтому целью исследования была оценка скорости обновления плазмалеммы в предварительно интоксигированных клетках водных растений и возвращенных в экологически нормальные условия существования.

### Материал и методы исследований

Исследования проводили на ряске *Lémma minor* L., которую выращивали в аквариумах с отстоянной водопроводной водой при освещении лампами дневного света (2500 лк) и температуре  $20 \pm 1$  °С. В экспериментах в среду выращивания растений в каждом случае отдельно добавляли водные растворы солей тяжелых металлов  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  и  $Pb(NO_3)_2$  из расчета на ион:  $Zn^{2+}$  – 2,0 мг/дм<sup>3</sup> и 5,0 мг/дм<sup>3</sup>;  $Pb^{2+}$  – 0,2 мг/дм<sup>3</sup> и 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует 2 и 5 ПДК<sub>рыб-хоз.</sub>, а также дизельное топливо в количестве 0,1 мг/дм<sup>3</sup>; 0,25 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует 2 и 5 ПДК<sub>рыб-хоз.</sub>. Период выдерживания ряски в токсической среде составил 1, 3 и 7 суток. Контрольными были растения, которые росли в среде без токсикантов. После недельной инкубации в токсической среде растения были пересажены в обычные условия (контрольная среда).

Клеточные мембраны выделяли по методике Финдлея и Эванза [4]. Липиды экстрагировали хлороформ-метаноловой смесью по методу Фолча [3]. Содержание белков определяли по Лоури и соавт. [5].

### Результаты исследований и их обсуждение

Время обновления мембранных структур является одной из ключевых характеристик процесса биогенеза мембран. Поэтому, сравнивая значения скоростей обновления клеточных мембран в нормальных и интоксигированных (патологических) клетках, можно оценить роль эндоплазматического ретикулума и аппарата Гольджи в образовании отдельных участков поврежденной плазмалеммы.

При анализе результатов исследования мы разделяли процессы синтеза отдельных компонентов мембран и их встраивание в плазмалемму. Потому как считаем, что для сборки мембранных компонентов в большинстве случаев необходима энергия, отличающаяся по величине от той, которая требуется для их биосинтеза. Предполагаем, что все количественные и качественные изменения в мембранах связаны именно с энергией, которая расходуется крайне эффективно. Так, в токсических условиях, когда клетке нужно уменьшить проницаемость клеточной оболочки с целью предотвращения поступления молекул токсичного вещества, в ней уменьшается интенсивность биосинтеза белков, так как они более проницаемы для тяжелых металлов и дизельного топлива (рис. 1). Более того этот процесс длителен во времени и является энергетически невыгодным для клетки в токсических условиях.

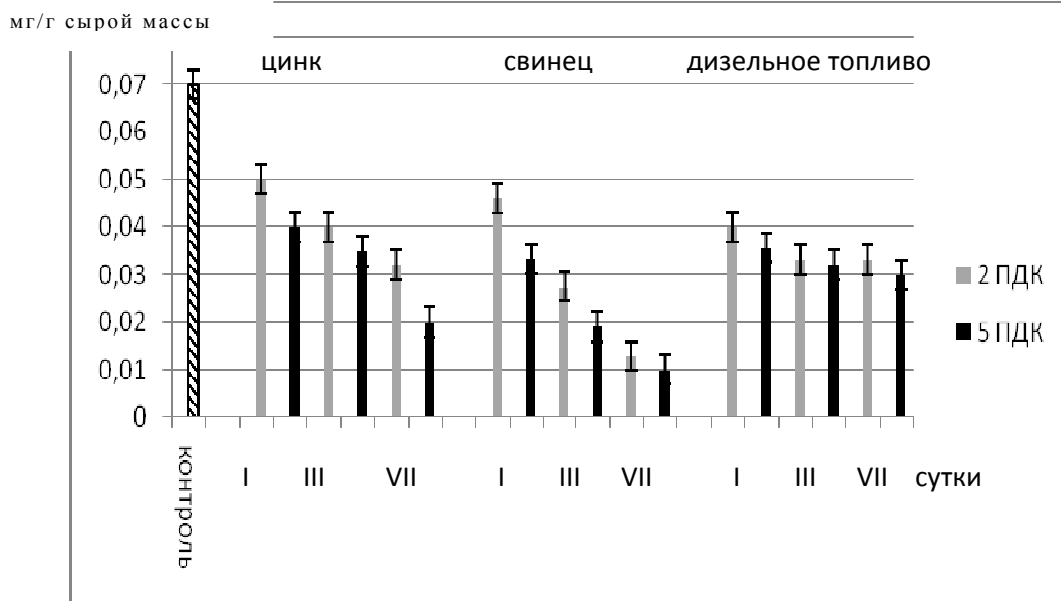


Рис. 1. Содержание белков в клеточных мембранах ряски при воздействии ионов цинка, свинца и дизельного топлива ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

При этом вся энергия может расходоваться для биосинтеза липидов, содержание которых при этом увеличиваются очень быстро. Возрастание содержания липидов, как показано нами ранее [1], связано с образованием вторичной концентричной мембранной системы (рис. 2). Считаем, что перенос мембранных липидов от места их синтеза к месту структурно-функционального назначения осуществляется при помощи трансмембранного флип-флоп-перехода, скорость которого особенно велика для тех мембран, в которых происходит биосинтез липидов – ее характерное время составляет величину порядка нескольких минут.

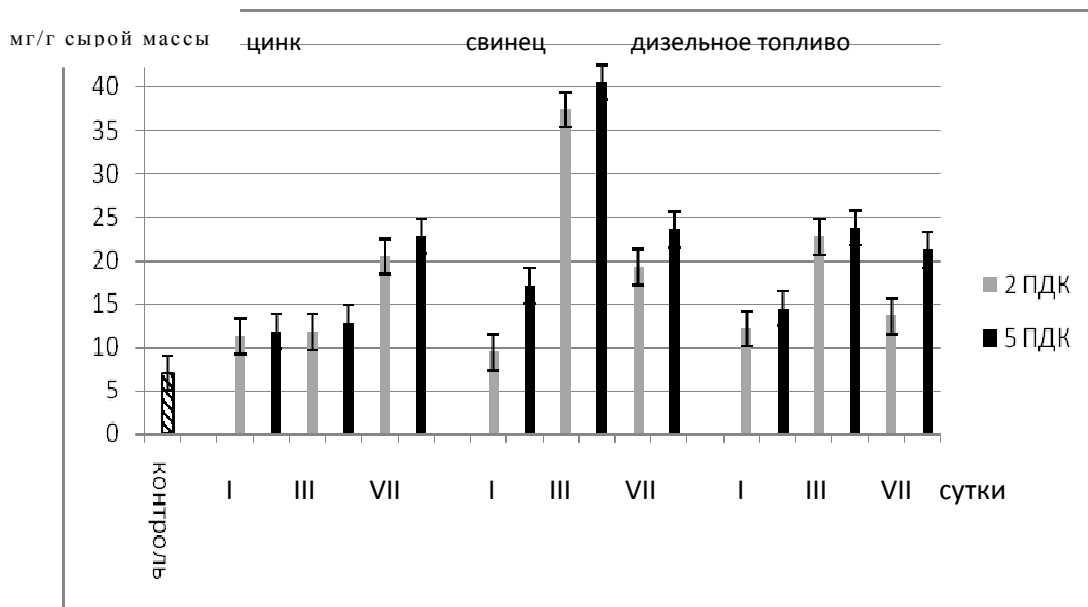


Рис. 2. Содержание липидов в клеточных мембранах ряски при воздействии ионов цинка, свинца и дизельного топлива ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

Следовательно, транспорт в эндоплазматическом ретикулуме из цитозоля в просвет происходит довольно быстро. Имеются данные о том, что этот процесс осуществляется при

участии белков и, возможно, требует гидролиза АТФ. Это также свидетельствует о большой стабильности белкового комплекса мембран растений, которая, вероятно, обеспечивает поддержание структуры макромолекул в состоянии определенной конформационной гибкости даже в токсических условиях (рис. 1).

Стимулирующий эффект физиологически адекватной среды проявляется в возрастании количества белков и снижении липидов, что противоположно изменению их содержания в клетках растений, произрастающих в токсической среде.

Увеличение содержания белков (рис. 3) связываем с необходимостью выведения из клетки токсических веществ вследствие повышения проницаемости плазмалеммы.

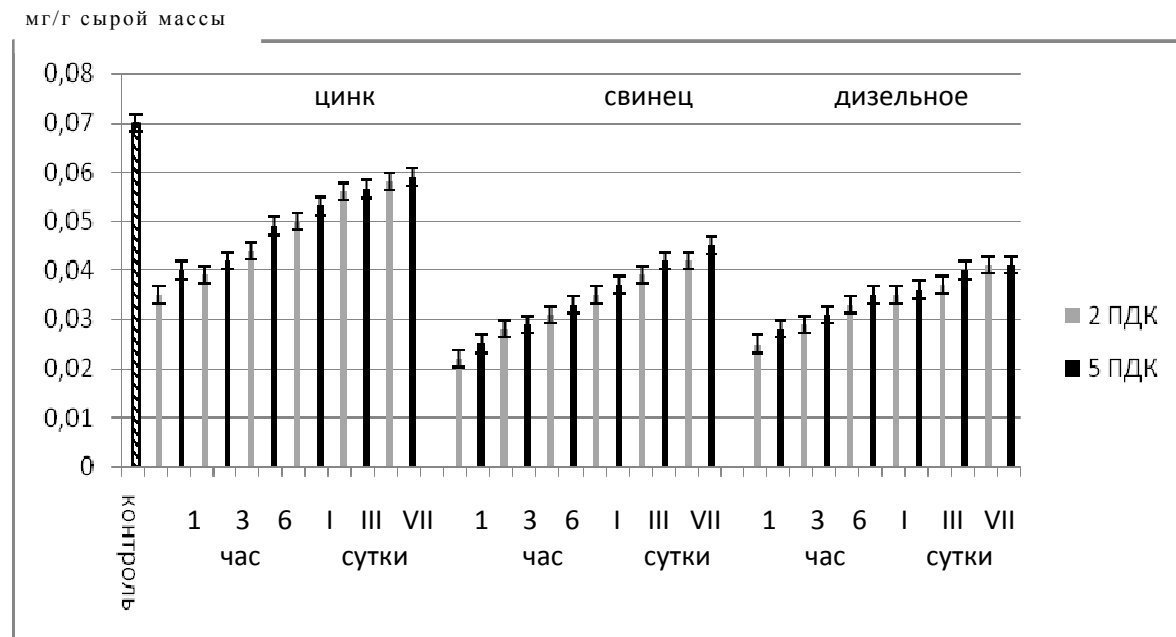


Рис. 3. Содержание белков в клеточных мембранах ряски после 7-ми дневного воздействия ионов цинка, свинца и дизельного топлива в физиологически нормальных условиях (контроль) ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

Из трех общеизвестных механизмов проникновения пептидного предшественника в мембрану предполагаем самопроизвольное включения в мембрану гидрофобных элементов полипептидного предшественника. Отметим, что этот механизм может реализовываться только тогда, когда включение в мембрану происходит после трансляции полипептида. Предполагается, что водорастворимый предшественник приобретает конформацию, обеспечивающую встраивание его в мембрану при взаимодействии с бислоем. Эта модель была предложена как часть «мембранной триггерной гипотезы». Необходимым условием нормального транспорта белков через мембрану является неполное его сворачивание в 3 и 4 структуры, а для того, чтобы перенос белков происходил со скоростью, близкой к скорости синтеза полипептида (1-10 остатков в 1 с), энергетический барьер не должен превышать ~18 ккал/моль. Заметим, что для переноса ионизированных и полярных групп из водного окружения в липидный бислой необходимо большее количество свободной энергии.

Именно с ограничением энергии в клетке связываем и медленное уменьшение содержания липидов (рис. 4). Предполагаем, что в транспорте липидов от плазмалеммы к другим клеточным мембранам задействованы процессы самопроизвольной диффузии мембранных липидов между мембранами.

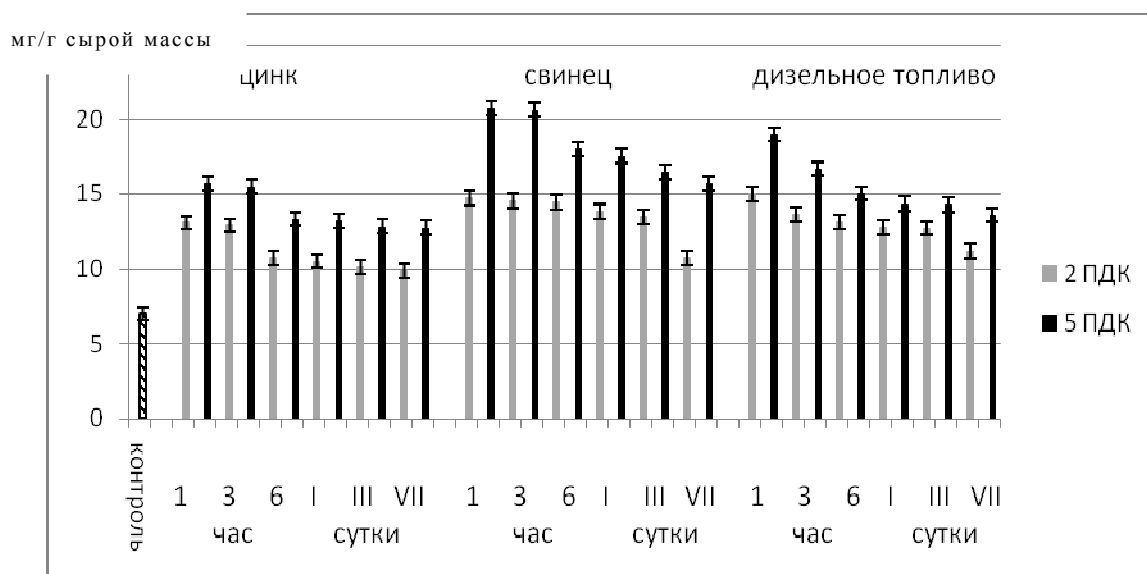


Рис. 4. Содержание липидов в клеточных мембранах ряски после 7-ми дневного воздействия ионов цинка, свинца и дизельного топлива в физиологически нормальных условиях (контроль), ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

Как известно, липиды могут самопроизвольно перемещаться между моноламеллярными везикулами и биомембранами. В большинстве случаев при этом происходит десорбция мономерных липидов с поверхности донорной мембраны и свободная диффузия через водную среду к акцепторной мембране. Лимитирующим этапом (по крайней мере при избытке акцепторных мембран) является высвобождение липидов из донорной мембраны. В этих условиях характерное время переноса зависит от величины свободной энергии десорбции. Ясно, что менее водорастворимые липиды (т. е. липиды с низкой критической концентрацией мицеллообразования) должны преодолевать при десорбции более высокий энергетический барьер, а следовательно, их перенос должен осуществляться медленнее, что можно и наблюдать, исходя из результатов, представленных на рис. 4. Заметим, что скорость переноса зависит не только от гидрофобности переносимого липида, но и от состава и физического состояния донорного бислоя.

### Выводы

Таким образом, можно утверждать, что у ряски клеточные мембраны при неблагоприятных воздействиях постоянно обновляются. Характер изменений скоростей обновления мембранных липидов и белков позволяет предположить наличие надежных механизмов образования плазмалеммы в поврежденных клетках, которые обеспечивают высокую надежность этого процесса. Последняя достигается, прежде всего, за счет самого механизма образования мембранных структур в полярных средах – явление самосборки [4]. Неизвестными остаются вопросы акцепторного запуска и регуляции механизма дупликации мембран, регуляция которых может быть положена в основу управления адаптациями водных растений к токсическим факторам среды.

1. Грубинко В. В. Структурные изменения в клеточных мембранах водных растений при действии токсических веществ / В.В. Грубинко, К.В. Костюк // Гидробиол. журн. – 2011. – Т.47, № 6. – С. 43–58.
2. Кейтс М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов / М. Кейтс. – М.: Мир, 1975. – 322 с.
3. Финдлей Дж. Биологические мембраны. Методы : Пер. с англ. / Дж. Финдлей, У. Эванз. – М.: Мир, 1990. – 423 с.
4. Lowry O. H. Protein measurement with the folin phenol reagent / O. H. Lowry, N. I. Rosebroug, A. L. Farr, R. I. Randall // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–275.

К.В. Костюк<sup>1</sup>, В.В. Грубінко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний медичний університет імені О. О. Богомольця, Київ, Україна

<sup>2</sup>Тернопільській національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна

#### РЕГЕНЕРАЦІЯ КЛІТИННИХ МЕМБРАН *LEMNA MINOR* L. ПІСЛЯ ТОКСИЧНОГО ВПЛИВУ

У статті розглянуто механізми регенерації клітинних мембран після токсичного впливу, які стосуються зміни складу ліпідів і білків. На прикладі ряски показано, що мембрани рослинних клітин постійно оновлюються. Висловлено припущення про те, що тривалість оновлення мембранних структур є характеристикою процесу їх біогенезу. Тому, порівнюючи значення швидкостей оновлення клітинних мембран в нормальних і патологічних клітинах, можна оцінити значення ендоплазматичного ретикулуму та апарату Гольджі в утворенні окремих ділянок пошкодженої плазмолемми.

*Ключові слова:* водні рослини, важкі метали, дизельне паливо, вторинні концентричні мембрани, ліпіди, білки

K.V. Kostyuk<sup>1</sup>, V.V. Grubinko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

#### REGENERATION OF THE CONCENTRIC MEMBRANES *LEMNA MINOR* L. AFTER THE TOXIC EFFECTS

The article describes the mechanisms of regeneration of concentric membranes after the toxic effects that relate to changes in the composition of lipids and proteins. On the example of duckweed shown that the membrane of plant cells are constantly being updated. It has been suggested that the update time of membrane structures is the characteristic of the process of biogenesis of membranes. Therefore, comparing the value of the update rate of concentric membranes normal and abnormal cells, it is possible to assess the role of the endoplasmic reticulum and the Golgi apparatus in the formation of individual sections of the damaged plasmalemma.

*Keywords:* freshwater plants, heavy metals, diesel fuel, double concentric membran, lipids, proteins

УДК [595.3:591.524.1]

О.В. КОШЕЛЕВ

Інститут морської біології НАН України

вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65011, Україна

### **ЕКОМОРФОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *ARTEMIA* *PARTHENOGENETICA* (BOWEN AND STERLING, 1978) В КУЯЛЬНИЦЬКОМУ ЛИМАНІ**

---

Наведені результати досліджень екоморфологічних особливостей *A. parthenogenetica* Куяльницького лиману. З'ясована залежність морфологічних ознак артемії від градієнту солоності. Показано, що наявність постійного прісноводного стоку забезпечує існування різноманітних варієтетів *Artemia parthenogenetica* (var. *principalis*, var. *milhausenii* та var. *körpeniana*), які мають різні життєві стратегії, що обумовлює стале розмноження рачків. В умовах нестримного зростання солоності Куяльницького лиману *A. parthenogenetica* var. *körpeniana* стала єдиною формою по всій акваторії лиману.

*Ключові слова:* артемія, екоморфа, солоність, Куяльницький лиман

Досліджуючи артемію Куяльницького лиману В.І. Шманкевіч [4] ще у 1875 році виявив виражену мінливість цих рачків під впливом умов середовища, що змінюються, причому ця мінливість виходить за межі не лише видових, але навіть і родових ознак. *Artemia*

*Друкується за рішенням вченої ради  
Тернопільського національного педагогічного університету  
ім. Володимира Гнатюка  
від 23.06.2015 р. (протокол № 11)*

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

<b>М. М. Барна</b>	доктор біологічних наук, професор ( <i>головний редактор</i> ) (Україна)
<b>К. С. Волков</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>В. В. Грубінко</b>	доктор біологічних наук, професор ( <i>заступник головного редактора</i> ) (Україна)
<b>Н. М. Дробик</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>О.П. Камеліна</b>	доктор біологічних наук, професор (Росія)
<b>В. З. Курант</b>	доктор біологічних наук, професор ( <i>заступник головного редактора</i> ) (Україна)
<b>В. І. Парпан</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>О. Б. Столяр</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>О.Б. Мацюк</b>	кандидат біологічних наук, ( <i>відповідальний секретар</i> ) (Україна)
<b>В. Р. Челак</b>	доктор біологічних наук, професор (Молдова)
<b>Макаї Шандор</b>	доктор габілітований, професор (Угорщина)
<b>І. В. Шуст</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ ВИПУСКУ:**

<b>В.Д. Романенко</b>	академік НАН України, доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>Б. Г. Александров</b>	член.-кор. НАН України, доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>О. М. Арсан</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>С. О. Афанасьєв</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>О. К. Віноградов</b>	доктор біологічних наук (Україна)
<b>О. М. Волкова</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>Л. В. Воробйова</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>Д. І. Гудков</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>В. Н. Золотарьов</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>Н. І. Кірпенко</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>П. Д. Клоченко</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>П. М. Линник</b>	доктор хімічних наук, професор (Україна)
<b>А. В. Ліщук</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>Г. Г. Мінічева</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>О. С. Потрохов</b>	доктор біологічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
<b>О. О. Протасов</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>В. М. Тімченко</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)
<b>Н. М. Шурова</b>	доктор біологічних наук (Україна)
<b>В. І. Щербак</b>	доктор біологічних наук, професор (Україна)

Літературний редактор: Т.П. Мельник; комп'ютерна верстка: В.О. Хоменчук

*Збірник входить до переліку наукових фахових видань ВАК України  
Свідоцтво про держреєстрацію: КВ № 15884-4356Р від 27.10.2009*