

5. *Comparative cytogenetic analysis of three stylommatophoran slugs (Mollusca, Pulmonata) / M. Colomba [at el.] // Malacologia. – 2009. – Vol. 51, № 1. – P. 173–179.*
6. *Foltz D. Genetic diversity and breeding systems in terrestrial slugs of the families Limacidae and Arionidae / D. Foltz, H. Ochman and K. Selander // Malacologia. – 1984. – Vol. 25, № 2. – P. 593–605.*
7. *McCracken G. Self – fertilization and monogenic strains in natural populations of terrestrial slugs / G. McCracken, R. Selander // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. – 1980. – Vol. 77, № 1. – P. 684 – 688.*
8. *Thiriot-Quievreux C. Advances in chromosomal studies of gastropod mollusks / C. Thiriot-Quievreux // J. Moll. Stud. – 2003. – Vol. 69. – P. 187–201.*
9. *Vitturi R. Spermatoocyte chromosome analysis of the *Lehmannia melitensis* (Lesson and Pollonera, 1891) (Mollusca, Pulmonata) using conventional, NOR – and C – banding techniques / R. Vitturi, I. Sparacio // Caryologia – 1993. – № 46. – P. 189–199.*

*T. H. Чернишова, О. В. Гарбар*

Житомирський державний університет ім. Івана Франка

#### ГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЙ І МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *LIMAX CINEREONIGER* WOLF, 1803 (*LIMACIDAE*) НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

В результаті аналізу алозимної мінливості встановлено, що в *L. cinereoniger* амфіміксіс характерний для природних популяцій, тоді як синантропні популяції представлені генетичними лініями з фіксованими гомо- і гетерозиготними генотипами. Відсутність проміжних алозимних спектрів в умовах співіснування доводить репродуктивну ізоляцію останніх. Хромосомний набір *L. cinereoniger* характеризується стабільністю і консервативністю ( $2n=62$ ;  $n=31$ ). Амфіміктічна форма істотно відрізняється від інших по параметрах статеві системи (рівень дискримінації 81,82%).

*Ключові слова: слизні, амфіміксіс, генотип, біотип, каріотип*

*T. N. Chernyshova, A. V. Garbar*

Zhytomyr Ivan Franko State University

#### POPULATION GENETIC STRUCTURE AND MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF *LIMAX L. CINEREONIGER*, 1803 (*LIMACIDAE*) ON THE TERRITORY OF UKRAINE

As a result of allozymic changeability analysis *L. cinereoniger* amphimixis is established to be characteristic for natural populations, while the synanthropic population are presented with genetic lines of fixed homo- and heterozygous genotypes. The absence of intermediate allozymic spectra in coexistence proves reproductive isolation of the latter. *L. cinereoniger* chromosome set is characterized with stability and conservatism ( $2n=62$ ;  $n=31$ ). Amphimictic form greatly differs from the other ones in reproductive system parameters (the discrimination level is 81,82 %)

*Key words: slugs, amphimixis, genotype, biotype, karyotype*

УДК 594.5:591.05

Г. Е. ШУЛЬМАН

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского НАН Украины  
пр-т Нахимова, 2, Севастополь, 99011, Украина

### **ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА ГОЛОВОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ**

Головоногие моллюски обладают специфическими особенностями метаболизма, выявленными, в основном, на пелагических кальмарах рода *Sthenoteuthis* в сопоставлении с другими представителями класса (каракатицами и осьминогами), а также с брюхоногими и двустворчатými моллюсками. Отмечены: 1) чрезвычайно высокий уровень энергетического обмена; 2) значительная роль гепатопанкреаса в аккумуляции и использовании энергии; 3) доминирующая роль белков и азотистых продуктов в энергетическом метаболизме; 4) высокое

содержание омега-3 ненасыщенных жирных кислот в фосфолипидах биомембран. Полученные данные могут быть использованы для оценки обеспеченности популяций моллюсков пищей и для объяснения своеобразной адаптации к гипоксическим зонам Мирового океана.

*Ключевые слова:* кальмары, энергетический обмен, гепатопанкреас, использование белка, омега-3 кислоты, обеспеченность пищей, адаптация к гипоксии

Головоногие моллюски (Mollusca, Cephalopoda) являются не только общепризнанными «приматами моря», обладающими высоко организованной нервной деятельностью, но и своеобразными чертами метаболизма, которые выделяют их среди других обитателей морской среды. Прежде всего, это очень высокий уровень энергетического обмена. По данным отдела физиологии животных и биохимии нашего института [1], кальмары *Sthenoteuthis pteropus* из тропической зоны Америки при стандартном обмене потребляют 1,76 массы тела в час, а кальмары того же рода *Sth. oualaniensis* из Индийского океана 2,8. (все данные приведены к 20°C). Для сравнения: стандартный обмен черноморской мидии *Mytillus galloprovincialis* составляет всего лишь 0,06. Даже активные тропические летучие рыбы *Exocoetus volitans* и золотистая макрель *Coryphaena hippurus* на один грамм массы потребляет соответственно 0,55 и 0,73 мл кислорода (величины, сравнимые с потреблением кислорода осьминогом *Octopus sp.*, – 0,41 мл. Активный обмен исследованных видов кальмаров в 1,5 – 3 раза превышает стандартный обмен. У кальмаров высокого развития достигает гепатопанкреас: гепатосоматический индекс составляет 4–10%. При этом содержание белка в нем около 20%, в то время как жира – менее 10%. При этом именно белок, а не жир является основным источником энергии при плавании кальмаров. В этом убеждают данные по аммонийному коэффициенту (O/N), который составляет всего 3,3–6,9%, что указывает на значительное использование белка в анаэробном обмене. У мидий этот коэффициент выше 20, т.е. у них весь белок используется аэробно. Вместе с тем содержание омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в фосфолипидах кальмаров очень велико. Эти кислоты составляют опорную структуру клеточных биомембран, и их содержание сопряжено с функциональной активностью животных. У *Sth. pteropus* содержание самой ненасыщенной докозагексаеновой кислоты C<sub>22:6</sub> омега-3 равно 44,0% от суммы всех жирных кислот, в то время как у каракатицы *Heteroteuthis dispar* 32,0, осьминога *Eledonella pygmaea* – 22,8, гребешка *Pecten maximus* – 8,4, мидии *M. Edulis* – 3,2, устрицы *Ostrea edulis* – 2,3%.

Полученные данные могут быть использованы для оценки состояния кальмаров в природной обстановке. Так, по содержанию сухой массы и белка в гепатопанкреасе *Sth. pteropus* можно судить об обеспеченности пищей его популяций в Гвинейском заливе. Она увеличивается по мере приближения к африканскому побережью, что связано с влиянием стока рек на продуктивность прибрежных районов океана. Особый интерес представляет своеобразный феномен адаптации кальмаров *Sth. oualaniensis* к обширным гипоксическим зонам Аравийского моря (на глубинах 500-800 м), где концентрация кислорода не превышает 0,1–0,2 мл/л воды. Здесь обитает популяция кальмаров гигантских для этого вида размеров (48–51 см) и массы (3,9–4,8 кг); максимальные длина 62 см и масса 8,9 кг. В то же время особи кальмаров, живущих на меньших глубинах в насыщенной кислородом зоне имеют размеры 15–18 см и массу 0,1–0,2 кг (максимум 32 см и 0,9 кг соответственно). Это, очевидно, связано с резким сокращением энергетических трат у животных в более глубокой гипоксической зоне, основанных на катаболизме белков и азотистых продуктов, что позволяет очень сильно повысить эффективность использования пищи на рост. Не случайно кальмары, выловленные с этих глубин, имеют сильный запах аммиака.

1. *Metabolic strategy in pelagic squid of genus Sthenoteuthis (Ommastrephidae) as the basis of high abundance and productivity: an overview of the Soviet investigations* / G. E. Shulman, M. V. Chesalin, G. I. Abolmasova [et al.] // Bulletin of Marine Science. – 2002. – Vol. 71, №2. – P. 815–836.

Г. Е. Шульман

Інститут біології південних морів ім. О. О. Ковалевського НАН України

### ОСОБЛИВОСТІ МЕТАБОЛІЗМУ ГОЛОВОНОГИХ МОЛЮСКІВ

Головоногі молюски відзначаються специфічними особливостями метаболізму, виявленими, в основному, на пелагічних кальмарах роду *Sthenoteuthis* порівняно з іншими представниками класу (каракатицями і восьминогами), а також з черевоногими і двостулковими молюсками. Відзначено: 1) надзвичайно високий рівень енергетичного обміну; 2) значну роль гепатопанкреасу в акумуляції і використанні енергії; 3) домінуючу роль білків і азотистих продуктів в енергетичному метаболізмі; 4) високий вміст омега-3 ненасичених жирних кислот у фосфоліпідах біомембран. Отримані дані можуть бути використанні для оцінки забезпеченості популяцій молюсків їжею і для пояснення їх своєрідної адаптації до гіпоксійних зон Світового океану.

*Ключові слова:* кальмари, енергетичний обмін, гепатопанкреас, використання білка, омега-3 кислоти, забезпеченість їжею, адаптація до гіпоксії

G. Y. Shulman

The A. O. Kovalevsky Institute of the Southern Seas NAS of Ukraine, Sevastopol

### METABOLISM FEATURES OF CEPHALOPODS

Cephalopods are characterized with specific features of metabolism, which were revealed, mainly, on pelagic squids of genus *Sthenoteuthis* in comparison with other class representatives (cattle fish and octopus) as well as Gastropoda and Bivalvia. These features are: 1) very high level of energy metabolism; 2) considerable significance of hepato-pancreas for accumulation and utilization of energy; 3) prevailing role of proteins and nitrogenous products in energy metabolism; 4) high content of omega-3 unsaturated fatty acids in phospholipid biomembranes. Data obtained may be used for estimation of population food supply and clearing the character of adaptation to World Ocean hypoxic zones.

*Key words:* squids, energy metabolism, hepato-pancreas, protein utilization, omega-3 acids, food supply, adaptation to hypoxia

УДК [594.1 (282.247.41)]

Г. Х. ЩЕРБИНА

Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН

Некоузский р-н, Ярославская обл., Борок, 152742, Россия

### **РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И СТРУКТУРА ДРЕЙССЕНИД В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ**

Изучено современное распространение дрейссенид и их роль в экосистеме водоемов Верхней Волги. Исследована средообразующая роль *Dreissena polymorpha* в речном участке Горьковского водохранилища и в экспериментальных мезокосмах объемом 1,5 и 15 м<sup>3</sup>. В биоценозе дрейссены водохранилища и в экспериментальных мезокосмах, где биомасса дрейссены была наибольшей, наблюдалось максимальное обилие и видовое разнообразие макробеспозвоночных, особенно пиявок, полихет, ракообразных и гетеротопных насекомых. Показано, что помимо средообразующей роли и очистки вод велика роль дрейссенид в питании многих видов рыб-бентофагов, особенно плотвы.

*Ключевые слова:* *D. polymorpha*, распространение, структура, мезокосмы, питание рыб

В район Верхней Волги дрейссена попадала неоднократно в течение 20 века, но массового размножения она достигла здесь лишь после сооружения Рыбинского водохранилища [8]. В