УДК 615.32:616-092.18:574

М.М. Маринюк[1], И.И. Харченко[1], Г.М. Ткаченко[2], Л.И. Буюн[1], М. Виташек[2], П. Пажонтка-Липинский[2], З. Осадовский[2]

[1]Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко, Национальная академия наук Украины, 01014, Украина, г. Киев, ул. Тимирязевская, 1

[2]Институт биологии и охраны окружающей среды, Поморская академия в Слупске, 76-200, Польша, г. Слупск, ул. Арцишевского, 22б

IN VITRO ИССЛЕДОВАНИЕ МАРКЕРОВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM) ПРИ ИНКУБАЦИИ С ЭКСТРАКТАМИ ИЗ ЛИСТЬЕВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ *SANSEVIERIA* THUNB. (*ASPARAGACEAE*)

Целью нашей работы было изучение изменений в течении процессов перекисного окисления липидов в мышечной ткани радужной форели (Oncorhynchus mykiss Walbaum) при инкубации с экстрактами из листьев различных видов Sansevieria Thunb. (Asparagaceae), направленное на последующее усовершенствование мер борьбы и профилактики болезней путем повышения естественной резистентности организма рыб с использованием антибактериальных и антиоксидантных препаратов. Листья Sansevieria francisii Chahin, S. caulescens N.E.Br., S. suffruticosa N.E.Br., S. roxburghiana Schult. & Schult.f., S. metallica Gérôme & Labroy, S. hyacinthoides (L.) Druce, S. cylindrica Bojer ex Hook., S. canaliculata Carrière, S. aethiopica Thunb., S. kirkii Baker, S. trifasciata Prain., S. forscaoliana (Schult. & Schult.f.) Hepper & J.R.I.Wood, S. fisheri (Baker) Marais, S. dooneri N.E.Br., S. intermedia N.E.Br., S. gracilis N.E.Br., S. parva N.E.Br. (syn. S. dooneri N.E.Br.) были собраны в Национальном ботаническом саду имени Н.Н. Гришко Национальной академии наук Украины (Киев, Украина). Мышечная ткань была выделена из рыб после быстрой декапитации. Образцы тканей промывали и гомогенизировали в ледяном 100 мМ Трис-HCl буфере (pH 7,2), используя стеклянный гомогенизатор H500 (POL-EKO). Полученные 10%-е гомогенаты центрифугировали при 3000g в течение 15 мин при 4 °С. После центрифугирования супернатант мышечной ткани рыб использовали для инкубации с экстрактами листьев различных видов Sansevieria (в соотношении 19 : 1) при комнатной температуре. Контрольную группу (мышечную ткань форели) инкубировали с 100 мМ трис-HCl буфером (pH 7,2) (в соотношении 19 : 1). Время инкубации составляло 2 ч, после чего в инкубированном гомогенате изучали интенсивность процессов перекисного окисления липидов. Все ферментативные анализы проводили при 22±0,5 °С с использованием спектрофотометра Specol 11 (Carl Zeiss Jena, Germany) в шести повторно. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по содержанию ТБК-активных продуктов согласно Katyshnikov, 2004. Результаты инкубации мышечной ткани с экстрактами растений показывают, что содержание ТБК-активных продуктов варьируют в пределах от (48,06±5,35) до (76,86±6,64) нмоль/мг белка. Существенное увеличение содержания ТБК-активных продуктов было отмечено у экстрактов из листьев S. cylindrica, S. canaliculata, S. trifasciata, S. metallica (увеличение содержания ТБК-активных продуктов на 52,1, 44,4, 43,1, 40,1%, $p<0,05$ соответственно) по сравнению с контрольной группой мышечного гомогената. Инкубация с экстрактами видов S. forscaoliana, S. parva, S. hyacinthoides сопровождалась несущественными изменениями содержания маркера ПОЛ–ТБК-активных продуктов (64,57±5,33, 63,78±6,56 и 63,06±6,22 нмоль/мг белка соответственно). Экстракты листьев S. fisheri, S. intermedia, S. gracilis и S. kirkii также несущественно изменяли содержание маркеров ПОЛ [(58,46±5,03), (57,88±5,64), (57,41±4,60), (56,41±5,39) нмоль/мг белка соответственно]. Таким образом, анализ представленных данных позволяет заключить, что наиболее токсичными среди исследованных экстрактов при изучении антиоксидантных свойств in vitro относительно мышечной ткани радужной форели являются S. cylindrica, S. canaliculata, S. trifasciata, S. metallica. Результаты изучения показателей перекисного окисления липидов в мышечной ткани радужной форели свидетельствуют о разной степени их выраженности в зависимости от химического состава исследуемых видов. При этом некоторые из изученных соединений

увеличивают свободнорадикальную активность, т.е. проявляют прооксидантные свойства. Это не противоречит данным литературы, согласно которым проявление анти- или прооксидантных свойств зависит от химической природы соединений, их концентрации и т.д.

Ключевые слова: *радужная форель (Oncorhynchus mykiss), мышечная ткань, Sansevieria, листья, экстракты, пероксидное окисление липидов.*

Myroslava Maryniuk[1], Igor Kharchenko[1], Halyna Tkachenko[2], Lyudmyla Buyun[1], Marlena Witaszek[2], Paweł Pażontka-Lipiński[2], Zbigniew Osadowski[2]

IN VITRO STUDY OF LIPID PEROXIDATION MARKERS IN THE MUSCLE TISSUE OF THE RAINBOW TROUT (ONCORHYNCHUS MYKISS WALBAUM) UNDER INCUBATION WITH EXTRACTS FROM LEAVES OF VARIOUS SPECIES OF *SANSEVIERIA* THUNB. (*ASPARAGACEAE*)

The main objective of the present study was to evaluate the lipid peroxidation biomarkers in the muscle tissue of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Walbaum) under incubation with extracts derived from the leaves of various Sansevieria Thunb. (Asparagaceae) species, aimed at the further improving methods for preventing and treating fish diseases by increasing the natural resistance of fish organism using antibacterial and antioxidant agents in aquaculture. The leaves of Sansevieiria francisii Chahin, S. caulescens N.E.Br., S. suffruticosa N.E.Br., S. roxburghiana Schult. & Schult.f., S. metallica Gérôme & Labroy, S. hyacinthoides (L.) Druce, S. cylindrica Bojer ex Hook., S. canaliculata Carrière, S. aethiopica Thunb., S. kirkii Baker, S. trifasciata Prain., S. forscaoliana (Schult. & Schult.f.) Hepper & J.R.I.Wood, S. fisheri (Baker) Marais, S. dooneri N.E.Br., S. intermedia N.E.Br., S. gracilis N.E.Br., S. parva N.E.Br. (syn. S. dooneri N.E.Br.) were sampled at M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine). Muscle tissue was removed from trout after immediate decapitation. The tissue samples were rinsed and homogenized in ice-cold 100 mM Tris-HCl buffer (pH 7.2) using laboratory glass homogenizer H500 (POL-EKO). Obtained 10 % supernatants were subjected to centrifugation at 3000g for 15 min at 4°C. After centrifugation the supernatant of fish muscle tissue was used for incubation with leaf extracts of various Sansevieria species (in ratio 19:1) at ambient temperature. The control group (rainbow trout muscle tissue) was incubated with 100 mM Tris-HCl buffer (pH 7.2) (in ratio 19:1). The incubation time was 2 hrs, after that the intensity of lipid peroxidation processes was evaluated. All enzymatic analyses were conducted at 22±0,5°C using spectrophotometer Specol 11 (Carl Zeiss Jena, Germany) with 6 replicates per analysis. 2-Thiobarbituric acid-reacting substances (TBARS) assay has been applied to evaluate the intensity of lipid peroxidation of the sample according to the method of Kamyshnikov (2004). The results obtained after incubation of muscle tissue with plant-derived extracts exhibit that content of TBARS vary in the range of (48.06±5,35) to (76.86±6,64) nmol per mg protein. The significant increasing of TBARS content was observed in sample incubated with the leaf extracts of S. cylindrica, S. canaliculata, S. trifasciata, S. metallica (increasing of TBARS content by 52.1%, 44.4%, 43.1%, 40.1%, $p<0.05$, respectively) as compared with control group of muscle tissue homogenate. Incubation of muscle tissue sample with leaf extracts of S. forscaoliana, S. parva, S. hyacinthoides leaves was accompanied by insignificant changes of lipid peroxidation marker (TBARS) content (64.57±5.33, 63.78±6.56 and 63.06±6.22 nmol/mg protein, respectively). Also, the leaf extracts of S. fisheri, S. intermedia, S. gracilis and S. kirkii have not changed lipid peroxidation marker (TBARS) significantly [(58.46±5.03), (57.88±5.64), (57.41±4.60), (56.41±5.39) nmol/mg protein, respectively]. Thus, from the above study, it can be concluded that among plant extracts screened for in vitro antioxidant properties in rainbow trout muscle tissue the strongest toxicity responses were exhibited by S. cylindrica, S. canaliculata, S. trifasciata, S. metallica extracts. The results obtained from the preliminary study of lipid peroxidation levels *in rainbow trout muscle tissue indicate that these* values *are determined by the chemical composition of the leaves of plant species tested. Furthermore, some compounds tend to increase free radical activity, i.e. exhibit prooxidant properties. It is in line with literature data, suggested that manifestation of anti- or prooxidant properties of plant extracts are strongly influenced by the chemical nature of compound, it concentration etc.*

Key words: *Rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), muscle tissue, Sansevieria, leaf extracts, lipid peroxidation.*

Введение

Рыбоводство на современном этапе развития приобретает характер промышленного производства, основанного на выращивании рыб в индустриальных условиях. Искусственное выращивание рыб, гидробионтов и растений в контролируемых и управляемых человеком условиях – это наиболее динамично развивающаяся продовольственная отрасль в Европе. Особое место в производстве мировой рыбной продукции занимают лососевые и осетровые виды в связи с особенностями их биологии, сложным жизненным циклом и высокой пищевой ценностью [2].

Искусственное содержание гидробионтов в условиях, значительно отличающихся от естественных, приводит к изменению поведенческих реакций рыб и появлению новых, ранее не известных болезней. Скученное содержание, обильное кормление, техногенные факторы, стрессы различного характера оказывают негативное влияние на организм млекопитающих и рыб, в результате приводят к депрессии иммунной системы и возникновению различных патологических процессов [4]. Следует иметь в виду, что некоторые заболевания различной этиологии у рыб протекают с похожими клиническими признаками. И при этом только у некоторой части рыб развиваются адаптивные реакции, направленные на сохранение вида и, как правило, довольно длительное время отрицательно сказывающиеся на их продуктивности [11].

Если раньше стратегия лечения была направлена на уничтожение возбудителей болезней в организме рыб, то в настоящее время предпочтение отдается использованию препаратов, обеспечивающих повышение устойчивости макроорганизма к заражению болезнетворными агентами. В первую очередь, это адаптогены и иммуностимуляторы [5]. Другим важным фактором, обеспечивающим стабильность любого организма в условиях влиянии патологических процессов, является антиоксидантная защита (АОЗ). Процессы окислительного стресса и АОЗ находятся в динамическом равновесии. Нарушение этого равновесия приводит к развитию у рыб различных патологий [3].

В современной практике рыбоводства для профилактики и борьбы с болезнями рыб широко используют различные антибактериальные лекарственные средства, в то время как вопросам коррекции про- и антиоксидантных процессов уделяется еще недостаточно внимания. В качестве альтернативы общеизвестным антибиотикам и химиотерапевтантам в рыбоводстве рассматриваются экстракты из листьев различных видов *Sansevieria* Thunb. (*Asparagaceae*), которые уже нашли свое применение в разных сферах народной медицины. Род *Sansevieria* включает около 70 видов ксерофитных, корневищных, многолетних растений, распространенных в засушливых, тропических и субтропических регионах Старого света [14, 25], с диапазоном распространения от Африки до Юго-Восточной Азии и о-вов Индийского океана [8, 22]. Этноботанические исследования показали широкую сферу использования видов рода *Sansevieria* при лечении широкого спектра заболеваний [21, 25, 26]. Разные виды сансевьер оказывают противовоспалительное, обезболивающие действия [7, 9, 10, 15, 18]. Изучение водных экстрактов некоторых видов *Sansevieria*, в частности, *S. liberica* и *S. senegambica* показало кардиозащитный потенциал экстрактов в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний [16, 19]. Этанольный экстракт *S. trifasciata* обладал противоаллергической, антианафилактической и антиоксидантной активностью [10].

Поэтому целью нашей работы было изучение изменений в течении процессов перекисного окисления липидов в мышечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) при инкубации с экстрактами из листьев различных видов *Sansevieria* Thunb. (*Asparagaceae*) с последующим усовершенствованием мер борьбы и профилактики болезней путем повышения естественной резистентности организма рыб, с использованием антибактериальных и антиоксидантных препаратов.

Объекты и методы исследования

Листья *Sansevieiria francisii* Chahin, *S. caulescens* N.E.Br., *S. suffruticosa* N.E.Br., *S. roxburghiana* Schult. & Schult.f., *S. metallica* Gérôme & Labroy, *S. hyacinthoides* (L.) Druce, *S. cylindrica* Bojer ex Hook., *S. canaliculata* Carrière, *S. aethiopica* Thunb., *S. kirkii* Baker, *S. trifasciata* Prain., *S. forscaoliana* (Schult. & Schult.f.) Hepper & J.R.I.Wood, *S. fisheri* (Baker) Marais, *S. dooneri* N.E.Br., *S. intermedia* N.E.Br., *S. gracilis* N.E.Br., *S. parva* N.E.Br. (syn. *S. dooneri* N.E.Br.) были собраны в Национальном ботаническом саду имени Н.Н. Гришко Национальной академии Украины (Киев, Украина).

Все биохимические анализы проводили на кафедре зоологии и физиологии животных Института биологии и охраны окружающей среды Поморского университета в Слупске (Польша). Свежие измельченные листья промывали, взвешивали, измельчали и гомогенизировали в 100 мМ трис-HCl буфере (pH 7,2) (в соотношении 1 : 19) при комнатной температуре и центрифугировали при 3000g в течение 5 мин. Супернатанты хранились при -20 °С в стерильных условиях.

Радужная форель содержалась в отделе исследований лососевых рыб Института пресноводного рыбного хозяйства (Жуково, Польша). Использовали клинически здоровую радужную форель с массой тела 80–120 г, которую содержали в 250-литровых резервуарах (по 70–75 рыб) при температуре воды 16±2 °С и pH 7,5. Уровень растворенного кислорода составлял около 12 м. д. с дополнительной подачей кислорода с потоком воды 25 л/мин. Рыбу кормили коммерческим гранулированным кормом.

Мышечная ткань была выделена из рыб после быстрой декапитации. Образцы тканей промывали и гомогенизировали в ледяном 100 мМ Трис-HCl буфере (pH 7,2), используя стеклянный гомогенизатор H500 (POL-EKO). Полученные 10%-е гомогенаты центрифугировали при 3000g в течение 15 мин. при 4 °С. После центрифугирования супернатант мышечной ткани рыб использовали для инкубации с экстрактами различных видов *Sansevieria* (в соотношении 19 : 1) при комнатной температуре. Контрольную группу (мышечную ткань форели) инкубировали с 100 мМ трис-HCl буфором (pH 7,2) (в соотношении 19 : 1). Время инкубации составляло 2 ч, после чего в инкубированном гомогенате изучали интенсивность процессов перекисного окисления липидов. Содержание белка определялось с использованием метода Брэдфорда [13] с бычьим сывороточным альбумином в качестве стандарта. Абсорбция регистрировалась при 595 нм.

Все ферментативные анализы проводили при 22±0,5 °С с использованием спектрофотометра Specol 11 (Carl Zeiss Jena, Germany) в шести повторностях. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по содержанию ТБК-активных продуктов [20]. Полученные результаты анализировали с помощью пакета программы STATISTICA 8.0 (StatSoft, Poland) [27].

Результаты и их обсуждение

Экспериментальные исследования перекисного окисления липидов (ПОЛ) мышечной ткани радужной форели после воздействия экстрактов из листьев различных видов сансевьер показали значительные изменения в содержании ТБК-активных продуктов (таблица).

Основным маркером оценки наличия окислительного стресса является накопление первичных и вторичных продуктов свободнорадикального окисления. В силу стабильности продукты перекисного окисления полиненасыщенных жирных кислот, включая диеновые конъюгаты (ДК) и основной продукт реакции с тиобарбитуровой кислотой – малоновый диальдегид (МДА), являются наиболее информативными маркерами развития перекисного окисления липидов.

Как показали результаты наших исследований, содержание ТБК-активных продуктов (маркера ПОЛ) в контрольной пробе гомогената мышечной ткани рыб составило

(50,53±4,23) нмоль/мг белка. Результаты инкубации мышечной ткани с экстрактами растений показывают, что содержание ТБК-активных продуктов варьируют в пределах от (48,06±5,35) до (76,86±6,64) нмоль/мг белка. Существенное увеличение содержания ТБК-активных продуктов было отмечено у экстрактов из *S. cylindrica*, *S. canaliculata, S. trifasciata, S. metallica* (увеличение содержания ТБК-активных продуктов на 52,1, 44,4, 43,1, 40,1 %, $p<0,05$ соответственно) по сравнению с контрольной группой мышечного гомогената. Инкубация с экстрактами видов *S. forscaoliana, S. parva, S. hyacinthoides* сопровождалось несущественными изменениями содержания маркера ПОЛ–ТБК-активных продуктов (64,57±5,33, 63,78±6,56 и 63,06±6,22 нмоль/мг белка соответственно). Экстракты листьев *S. fisheri, S. intermedia, S. gracilis и S. kirkii* также несущественно изменяли содержание маркеров ПОЛ [(58,46±5,03), (57,88±5,64), (57,41±4,60), (56,41±5,39) нмоль/мг белка соответственно] (таблица).

Содержание маркеров перекисного окисления липидов–ТБК-активных продуктов в мышечной ткани радужной форели после инкубации с экстрактами из листьев различных видов сансевьер (M±m, n=6)

The content of markers of lipid peroxidation–TBA-active products in the muscular tissue of rainbow trout after incubation with extracts from leaves of various species of Sansevieria (M±m, n=6)

Виды	Содержание ТБК-активных продуктов, нмоль/мг белка	Достоверность, p
Контрольная группа	50,53±4,23	
Sansevieria francisii	48,06±5,35	0,723
Sansevieria caulescens	53,21±1,80	0,672
Sansevieria suffruticosa	54,32±3,55	0,571
Sansevieria roxburghiana	55,79±4,60	0,453
Sansevieria metallica	70,83±3,01*	0,006
Sansevieria hyacinthoides	63,06±6,22	0,111
Sansevieria cylindrica	76,86±6,64*	0,003
Sansevieria canaliculata	72,97±8,04*	0,015
Sansevieria aethiopica	55,58±3,23	0,446
Sansevieria kirkii	56,41±5,39	0,420
Sansevieria trifasciata	72,31±7,26*	0,014
Sansevieria forscaoliana	64,57±5,33	0,065
Sansevieria fisheri	58,46±5,03	0,273
Sansevieria dooneri	54,53±5,03	0,575
Sansevieria intermedia	57,88±5,64	0,322
Sansevieria gracilis	57,41±4,60	0,329
Sansevieria parva	63,78±6,56	0,099

* – изменения статистически достоверные ($p<0,05$) в сравнении с контрольной группой.

Окислительный стресс – нарушение окислительно-антиоксидантного баланса в организме – наблюдается практически при всех заболеваниях и, соответственно, рассматривается сегодня в качестве неспецифических реакций при патологических процессах [3]. В течение последних двух десятилетий окислительный стресс принадлежит к числу наиболее

широко обсуждаемых в биологии тем. Среди многочисленных патологий, которые в настоящее время связывают с окислительным стрессом, часто называют атеросклероз, сахарный диабет, нейродегенеративные расстройства, злокачественные и аутоиммунные заболевания, ревматизм и т.д. [12], поэтому первичный скрининг препаратов с антиоксидантными свойствами, перспективных для использования в качестве лекарственных и профилактических средств, является достаточно актуальной и важной проблемой. Наиболее широко используемым методом анализа карбонильных продуктов ПОЛ является определение содержания веществ, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК-продукты). Однако уровень ПОЛ зависит не только от уровня накопления свободных радикалов, но и от функций антиоксидантной защиты [1].

В исследовании, посвященном *S. roxburghiana* и *S. trifasciata*, было обнаружено присутствие таких важных соединений, как алкалоиды, флавоноиды, сапонины, гликозиды, терпеноиды, танины, белки и углеводы [9]. В настоящее время растет число исследований физико-химических и биологических свойств вторичных метаболитов высших растений, широко используемых в народной медицине, к которым относится и семейство алкалоидов и флавоноидов. Алкалоиды, как правило, обладают более высокими показателями биологической активности, в том числе мощными антиоксидантными свойствами [23]. Полифенольные соединения также способны взаимодействовать с гидроксильным (L–O•)- и пероксильным (L-OO•)-радикалами липидов (алькоксилами) благодаря их способности отдавать электрон (или атом водорода). В результате образуются радикалы фенолов – феноксилы, которые не участвуют в распространении окислительного процесса [6].

Стероидные сапонины, тритерпеноиды и флавоноиды, присутствующие в этанольном экстракте *S. trifasciata*, проявляют антиаллергическую и антиадгезивную активность (ингибирование высвобождения химических медиаторов из тучных клеток [10]. Более того, гидроэтанольный экстракт корня *S. liberica* и водно-спиртовой экстракт из корневища *S. roxburghiana* обладают значительной противоопухолевой активностью [7, 17]. Кроме того, экстракты из диэтилового эфира, спирта и ацетона корневища *S. roxburghiana* проявили антибактериальную активность относительно *Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae* и *Staphylococcus aureus* [24].

Выводы

Таким образом, анализ представленных данных позволяет заключить, что наиболее токсичными среди изученных экстрактов при оценке *in vitro* антиоксидантных свойств в отношении мышечной ткани радужной форели являются экстракты листьев *S. cylindrica, S. canaliculata, S. trifasciata, S. metallica*. Результаты изучения показателей перекисного окисления липидов в мышечной ткани радужной форели свидетельствуют о разной степени их выраженности в зависимости от химического состава исследуемых видов. При этом некоторые из изученных соединений увеличивают свободнорадикальную активность, т.е. проявляют прооксидантные свойства. Это не противоречит данным литературы, согласно которым проявление анти- или прооксидантных свойств зависит от химической природы соединений, их концентрации и т.д.

This study was carried out during Scholarship Program supported by The Polish National Commission for UNESCO in the Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Slupsk (Poland). We thank to The Polish National Commission for UNESCO for the supporting of our study.

Список литературы

1. Владимиров Ю.А., Азизова О.А., Деев А.И. и др. Свободные радикалы в живых системах // Итоги науки и техники. Биофизика. 1992. Т. 29. С. 3–250.

2. Гамыгин Е.А. Кормление лососевых рыб в индустриальной аквакультуре: автореф. дис. … д-ра биол. наук. М., 1996. 77 с.

3. Зенков Н.К., Ланкин В.З., Меньшикова Е.Б. Окислительный стресс. М. : Наука, Интерпереодика, 2001. 343 с.

4. Микряков В.Р. Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб: дис. … д-ра биол. наук. Б., 1984. 471 с.

5. Новоскольцева Т.М. Аэромоноз карпов: совершенствование мер борьбы и профилактики болезни: дис. … канд. вет. наук. М., 2002. 207 с.

6. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С. Абдрасилов, Е.Н. Музафаров, (отв. ред. Е.И. Маевский). Пущино: Synchrobook, 2013. 310 с.

7. Akindele, A.J. *In Vitro* and *In Vivo* Anticancer Activity of Root Extracts of *Sansevieria liberica* Gerome and Labroy (*Agavaceae*) / A.J. Akindele, Z.A. Wani, S. Sharma, G. Mahajan, N.K. Satti, O.O. Adeyemi, D.M. Mondhe, A.K. Saxena // Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2015. Article ID 560404.

8. Alfani, A. Histochemistry, ultrastructure and possible significance of dead parenchyma cells with specialized walls in the leaf and rhizome of *Sansevieria* / A. Alfani, R. Ligrone, A. Fioretto, A. Virzo de Santo // Plant Cell and Environment. 1989. № 12. P. 249–259.

9. Anbu, J.S. Analgesic and antipyretic effects of *Sansevieria trifasciata* leaves / J.S. Anbu, P. Jayaraj, R. Varatharajan, J. Thomas, J. Jisha, M. Muthappan // Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med. 2009. 6(4). P. 529–533.

10. Andhare, R.N. Evaluation of antiallergic and anti-anaphylactic activity of ethanolic extract of *Sanseveiria trifasciata* leaves (EEST) in rodents / R.N. Andhare, M.K. Raut, S.R. Naik // J. Ethnopharmacol. 2012. 142(3). P. 627–633.

11. Antychowicz, J. Choroby i zatrucia ryb. Warszawa : Wyd. SGGW, 1996. 359 s.

12. Birben, E. Oxidative stress and antioxidant defense / E. Birben, U.M. Sahiner, C. Sackesen, S. Erzurum, O. Kalayci // World Allergy Organ J. 2012. 5(1). P. 9–19.

13. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. 72. P. 248–254.

14. Brown N.E. A monograph of all the known species // Bulletin of Miscellaneous Infromation. 1915. № 5. P. 185–261.

15. Burkill H.M. The Useful Plants of West Tropical Africa // Royal Botanic Gardens, Kew. 1985. Vol. 3.

16. Chigozie I.J., Chidinma I.C. Positive moderation of the hematology, plasma biochemistry and ocular indices of oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats, by an aqueous extract of the leaves of *Sansevieria liberica* Gerome and Labroy // Asian Pac. J. Trop. Med. 2013. 6(1). P. 27–36.

17. Haldar, P.K. Antidiabetic activity and modulation of antioxidant status by *Sansevieria roxburghiana* rhizome in streptozotocin–induced diabetic rats / P.K. Haldar, B. Kar, S. Bhattacharya, A. Bala, S. R. B. Kumar // Diabetologia Croatica. 2010. 39(4). P. 115–123.

18. Hedberg I., Staugard F. Traditional medicinal plants: Traditional medicine in Botswana. Broadhurst, Gaborone : Ipeleng publishers, 1989. 324 p.

19. Ikewuchi C.C. Hypocholesterolemic effect of an aqueous extract of the leaves of *Sansevieria senegambica* Baker on plasma lipid profile and atherogenic indices of rats fed egg yolk supplemented diet // EXCLI J. 2012. 11. P. 346–356.

20. Kamyshnikov V.S. Reference book on clinic and biochemical researches and laboratory diagnostics. M. : MEDpress-inform, 2004 (in Russian).

21. Khalumba, M.L. Uses and conservation of some highland species of the genus *Sansevieria* Thunb. in Kenya / M.L. Khalumba, P.K. Mbugua, J.B. Kung'u // African Crop Science Conference Proceedings. 2005. 7. P. 527–532.

22. Purseglove J.W. Tropical crops. Monocotyledons 1. London : Longman groups Ltd, 1972.

23. Senchina, D.S. Alkaloids and athlete immune function: caffeine, theophylline, gingerol, ephedrine, and their congeners // D.S. Senchina, J.E. Hallam, M.L. Kohut, N.A. Nguyen, M.A. Perera // Exerc. Immunol. Rev. 2014. 20. P. 68–93.

24. Sheela D.J. Antimicrobial activity and phytochemical analysis of *Sansevieria roxburghiana* leaf / D.J. Sheela, S. Jeeva, I.M.R. Shamila, N.C.J. Packia Lekshmi, J. Raja Brindha // Asian J. Plant Sci. Res. 2012. 2(1). P. 41–44.

25. Staples G.W., Herbst D.R. A Tropical Garden Flora: Plants cultivated in the Hawaiian Island and other tropical places. – Honolulu, Hawaii : Bishop Museum Press, 2005. 908 p.

26. Takawira-Nyenya, T. Ethnobotanical uses of *Sansevieria* Thunb. (*Asparagaceae*) in Coast Province of Kenya / T. Takawira-Nyenya, L.E. Newton, E. Wabuyele, B. Stedje // Ethnobotany Research and Application. 2014. 12(1). P. 51–69.

27. Zar J.H. Biostatistical Analysis 4th ed. New Jersey : Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, 1999. 663 p.

Сведения об авторах: Маринюк Мирослава Михайловна, ведущий инженер, e-mail: Miroslava.Marinyuk@yandex.ru;

Харченко Игорь Иванович, кандидат биологических наук, e-mail: kharchenko.ing@gmail.com;

Ткаченко Галина Михайловна, кандидат биологических наук, e-mail: tkachenko@apsl.edu.pl;

Буюн Людмила Ивановна, доктор биологических наук, e-mail: buyun@nbg.kiev.ua;

Виташек Марлена, студентка, e-mail: mena9wit@wp.pl;

Пажонтка-Липинский Павел, студент, e-mail: pajo7@vp.pl;

Осадовский Збигнев, доктор биологических наук, e-mail: zbigniew.osadowski@apsl.edu.pl.