

Технология переработки
водных биоресурсов

УДК 664.97:[658.562.012.7:543.92]

Безопасность и эффективность кормовой
продукции из внутренностей кукумарии

Т.Н. Слуцкая, Г.Н. Тимчишина, А.Е. Карлина, К.Г. Павель

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

E-mail: t.slutskaya@mail.ru

Представлены данные о химическом составе внутренностей кукумарии, которые являются отходом при её разделке. Показано, что объект исследования характеризуется высоким содержанием воды и незначительным белком не более 8%, липидов 2,6–3,2%. Общее содержание минеральных веществ колеблется от 3,4 до 5,3%. В составе минеральных веществ преобладают калий, магний, натрий и кальций, в заметных количествах содержится цинк, железо, йод. Белки представлены полноценными аминокислотами; из заменимых преобладают глицин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Внутренности содержат биологически активные гликозиды и аминоксахара. Содержание белка в кормовой продукции, полученной из внутренностей, составляет 40–41%, липидов — 17–21%, минеральных веществ — 32–36%. Липиды представлены насыщенными жирными кислотами (27–41%), в том числе — разветвлёнными (14–26%), моновенасыщенными (21–23%), количество полиненасыщенных кислот составляет 31–42%. Безопасность кормовой продукции определяли по уровню токсичных элементов, который не превышал допустимых пределов, а также — при биологических испытаниях, в результате которых установлено отсутствие токсического действия кормовой продукции и показан её антиоксидантный эффект, который выражается в снижении содержания диеновых конъюгатов, малонового диальдегида и оснований Шиффа по сравнению с контрольной группой. Эффективность использования кормовой продукции в качестве кормовой добавки при испытаниях на норках заключается в увеличении массы тела в опытной группе по сравнению с контролем, а также в отсутствии дефектов шкурки и увеличенном количестве крупных и особо крупных шкурки. При использовании кормовой продукции в рационах кроликов установлено положительное влияние на плодовитость, количество потомства, выживаемость крольчат.

Ключевые слова: кукумария, внутренности, кормовая добавка, безопасность, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Основными промысловыми видами голотурий Дальневосточных морей являются кукумарии — *Cucumaria frondosa japonica* Semper, 1868 и *C. okhotensis* Levin, Stepanov, 2003, относящиеся к семейству Cucumariidae. Величи-

на рекомендуемого вылова кукумарий (ОДУ) на 2017 г. составляет 7,8 тыс. т. [Состояние промысловых ресурсов..., 2017], они являются пищевым сырьём, а также могут использоваться для получения биологически активных добавок к пище.

При разделке кукумарии её оболочка составляет 34–50%, щупальцы и внутренности 30–40%. Известно, что внутренности являются источником биологически активных соединений: тритерпеновых гликозидов, полиеновых жирных кислот, минеральных компонентов, витаминов. Описаны способы выделения и свойства этих соединений, при этом особое внимание уделяется тритерпеновым гликозидам, проявляющим биологическое действие широкого спектра. Эти соединения обладают антигрибковой, противоопухолевой, иммуномоделирующей активностями [Kalinin et al., 2000; Попов, 2002; Naug et al., 2002].

Кукумариозиды (тритерпеновые гликозиды, выделенные из животных сем. Cucumariidae), обладают противовирусным действием, что явилось основанием применить их с целью повышения резистентности и увеличения плодовитости животных в эксперименте [Калинин и др., 1994]. Гликозиды оказывают протективное антибактериальное действие, стимулируя неспецифическую резистентность подопытных животных, что послужило основанием для разрешения к практическому применению их в ветеринарии в качестве адаптогенного средства для пушных зверей и других животных [Авилон, 2000]. Технология биологически активной кормовой добавки из внутренностей кукумарии разработана с учётом данных об активности компонентов, входящих в их состав, а также — исходя из целесообразности температурно-временных параметров процесса [Афанасьева, 2002], на основании чего утверждена действующая нормативная документация [ТУ 9283–277–00472012–05, ТИ 36–277–05].

Целью настоящей работы является установление эффективности и безопасности кормовой продукции из внутренностей кукумарии как в формате биологического эксперимента, так и при испытаниях в животноводческих хозяйствах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований служили *C. okhotensis* (п-ов Камчатка), *C. f. japonica* (зал. Петра Великого, зал. Терпения, Сахалин), добытые с мая по июнь. Кукумарию промывали чистой пресной водой и, после кратковремен-

ного стекания, разделявали путём продольного разреза от анального отверстия по всей длине туловища с брюшной (более светлой) стороны тела. Внутренности кукумарии собирали в перфорированные ёмкости с диаметром отверстий 2–3 мм и направляли на стекание внутриволокнистой жидкости в течение 15–20 мин, затем замораживали блоками в полимерных плёночных пакетах и хранили при температуре минус 18 °С, срок хранения составлял 2–3 мес. Кормовая продукция из внутренностей кукумарии получена по ТИ 36-277-05 [Тимчишина и др., 2004]. При производстве кормовой продукции из внутренностей кукумарии использовали следующую технологическую схему: размораживание, измельчение, сушка, охлаждение, упаковывание, хранение. На момент проведения исследований срок хранения сушёной кормовой продукции составлял 1–5 месяцев при температуре от 4 до 6 °С.

Исследование химического состава внутренностей кукумарии проводили согласно [ГОСТ 7636–85]. Для количественного определения гликозидов использовали модифицированный метод [Чумак и др., 1995].

Измерение содержания минеральных элементов проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы “Shimadzu” модели АА-6800. Применяли стандартные растворы электролитов, прошедших государственную проверку и включённых в реестр [Славин, 1971].

Экстракцию липидов проводили по методу Блайя и Дайера [Bligh, Dyer, 1959]. Общее содержание липидов устанавливали гравиметрически. Для определения состава жирных кислот (ЖК) общие липиды конвертировали в метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) по известной методике [Carreau, Dubacq, 1978]. МЭЖК очищали методом препаративной тонкослойной хроматографии на стеклянных пластинках с силикагелем (MerckCo. Ltd, Германия, 5 мкм) с использованием системы растворителей бензол: гексан — 7: 3 в качестве элюента. Газо-жидкостную хроматографию метиловых эфиров проводили на хроматографе GC-16A (Shimadzu, Япония) с использованием капиллярной колонки Supelcowax™ 10 (30,0 м × 0,32 мм, толщина плёнки 0,25 мкм, Supelco, США) и пламенно-ионизационного

детектора при температуре колонки 190 °С, температуре инжектора и детектора 240 °С. В качестве газа-носителя использовали гелий со скоростью потока 1 мл/мин и делителем потока 1/60. Идентификацию ЖК проводили с использованием индексов эквивалентной длины цепи [Christie, 1988; Thompson, 1996]. Содержание ЖК определяли с помощью базы обработки данных C-R4A Chromatorac (Shimadzu, Япония).

Аминокислотный анализ образцов проводили после кислотного гидролиза 6 N раствором соляной кислоты в течение 24 ч [Остерман, 1985] методом ионно-обменной хроматографии на высокоскоростном анализаторе Hitachi L-8800.

Установление безопасности и эффективности кормовой продукции из внутренностей кукумарии для теплокровных животных проводилось на базе Владивостокского государственного медицинского университета и ТИН-РО-Центра согласно рекомендациям [МУК 2.3.2.721–98]. Объектом исследования служили самки крыс, в стандартный рацион которых ежедневно в течение 10 недель добавляли кормовую продукцию из внутренностей кукумарии в количествах 0,02 г, 0,2 г и 2,0 г на 1 кг массы животного. Исходная масса животных составляла $48,3 \pm 3,3$ г, общее количество — 30, из которых выделялись контрольная и опытная группы. Определялась относительная масса животных, исследовалась морфология внутренних органов [Сова, Шефтель, 1983; Тихонов, Шитиков, 1984], показатели перекисного окисления липидов в печени: диеновые конъюгаты (ДК), малоновый диальдегид (МДА) и основания Шиффа (ОШ) [Владимиров, Арчаков, 1972].

На молодняке норки эксперименты проводили в условиях хозяйства «Тигровое» ОАО

«БАМР» в течение трёх месяцев. Количество добавки составляло 10 мг на 1 кг массы животного. Эффективность определяли по размеру шкурок и наличию или отсутствию дефектов. При использовании добавки из кукумарии в рационах самцов кроликов (Крестьянское фермерское хозяйство «Братец кролик») животные опытной группы получали рацион с добавкой 5 мг на 1 кг массы в течение трёх месяцев. При этом фиксировалось количество и качество потомства, а также — плодовитость, которую рассчитывали делением количества выживших крольчат на общее количество самцов либо самок.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета статистических программ «Statistica».

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали (табл. 1), что внутренности кукумарии, количество которых составляет 34–41% от общей массы тела, содержат от 4 до 8% белка, 2,6–3,2% липидов и высокое количество минеральных веществ (3–5%). Высокая минерализация внутренностей объясняется биологическими особенностями, образом жизни и питания животного. Известно, что передвигаясь по дну, кукумария захватывает щупальцами верхний слой рыхлого осадка, содержащий песок, частицы детрита, фрагменты морских растений, обломки раковин моллюсков и скелетных элементов иглокожих [Hamel, Mercier, 1998; Левин, 2000].

Высокое содержание макроэлементов, особенно калия и магния, позволяет отнести этот вид сырья к источнику компонентов, необходимых для поддержания кислотно-щелочного баланса организма [Рисман, 1998; Тутельян и др., 1999] Существенным является то, что в заметных количествах содержатся железо,

Таблица 1. Химический состав внутренностей кукумарии, среднее $\pm \sigma$

Объект (район промысла)	Содержание, %			
	воды	белка	липидов	минеральных веществ
<i>C. okhotensis</i> (п-ов Камчатка)	87,1 \pm 0,3	4,4 \pm 0,7	3,2 \pm 0,2	5,3 \pm 0,4
<i>C. f. japonica</i> (зал. Петра Великого)	88,9 \pm 0,4	5,1 \pm 0,9	2,6 \pm 0,1	3,4 \pm 0,2
<i>C. f. japonica</i> (зал. Терпения)	84,1 \pm 0,1	7,7 \pm 0,2	3,2 \pm 0,2	5,0 \pm 0,2

цинк и другие микроэлементы, в частности йод (табл. 2).

При этом, как свидетельствуют результаты атомно-абсорбционного определения элементов (табл. 3), во внутренностях кукумарии в процессе жизнедеятельности не накапливаются токсичные элементы, что важно при оценке безопасности.

Несмотря на то, что содержание белка во внутренностях невелико, они по аминокислотному составу полноценны, о чем свидетельствует соотношение триптофан/оксипролин, равное 2. По этому показателю белки внутренностей кукумарии приближаются к белкам мяса наземных животных. Содержание незаменимых аминокислот (34,9%) выше, чем таковое в мышечной ткани (20,2%), но ниже среднего содержания у рыб в 1,3 раза. Во внутренностях, как и в мышечной ткани, преобладают такие аминокислоты, как глицин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты (табл. 4), составляющие в сумме более 40% к содержанию белка.

Известно, что во внутренностях кукумарии содержатся тритерпеновые гликозиды. Для дальневосточной голотурии *S. f. japonica* установлено строение 11 тритерпеновых гликозидов [Дроздова и др., 1992, 1993 а, б], обладающих физиологическим действием [Калинин и др., 1994]. Данные по иммуномодулирующему действию гликозидов *S. f. japonica* представляют значительную практическую ценность, так как их сумма не обладает мутагенной активностью и разрешена к практическому применению [Поликарпова и др., 1990].

Установлено [Карлина, 2009], что в течение промыслового периода (с апреля по ноябрь) количество тритерпеновых гликозидов во внутренностях *S. f. japonica* зал. П. Великого составляет от 500,0 до 4560,0 мкг/г ткани, во внутренностях *S. okhotensis* содержание гликозидов варьирует от 600,0 до 1565,0 мкг/г, *S. f. japonica* зал. Терпения — 1636,9–1779,6 мкг/г. Колебания концентрации гликозидов можно объяснить разным биологическим состоянием взятых для исследова-

Таблица 2. Средние концентрации макро- и микроэлементов во внутренностях кукумарии, (мг/100 г)

Элемент	<i>S. okhotensis</i>	<i>S. f. japonica</i>
Na	69,8	49,0
K	126,8	108,8
Mg	85,7	51,9
Ca	25,4	18,3
Zn	1,0	0,7
Fe	1,5	3,2
Cu	0,04	0,05
Cr	0,09	0,07
Ni	0,05	0,03
Mn	0,01	0,07
I	0,05	0,9

Таблица 3. Средние концентрации токсичных элементов во внутренностях, мг/кг

Объект (район промысла)	Pb	Cd	As	Hg
<i>S. okhotensis</i> (п-ов Камчатка)	0,08	0,06	—	—
<i>S. japonica</i> (зал. Петра Великого)	0,08	0,03	0,39	0,01
Предельно допустимый уровень [ТР ЕАЭС 040/2016]	10,0	2,0	5,0	0,2

«—» — элемент не обнаружен.

Таблица 4. Аминокислотный состав белков внутренностей кукумарии (среднее содержание)

Аминокислота	в % к содержанию белка
Валин	1,9
Лейцин	4,8
Изолейцин	3,0
Треонин	4,7
Метионин	6,1
Лизин	1,0
Фенилаланин	5,4
Триптофан	8,0
Всего незаменимых	34,9
Глицин	20,1
Аланин	7,3
Серин	1,7
Аспарагиновая кислота	10,3
Глутаминовая кислота	12,2
Аргинин	2,9
Цистин	0,7
Пролин	3,7
Тирозин	0,9
Гистидин	1,2
Оксипролин	4,1
Всего заменимых	65,1

дования животных. Так, известно, что в момент, предшествующий нересту, массовая доля гликозидов возрастает, что связывают с защитным действием этих веществ от разного рода хищников [Вакус, 1981; Левин, 1989; Калинин и др., 1990, 1994].

Особенностью кукумарии, в том числе, её внутренних органов, является высокое содержание аминсахаров, количество которых несколько увеличивается в осенний период лова (табл. 5).

Достаточно давно известно, что гексозаминсодержащие вещества кукумарии свидетельствуют о содержании хондроитинсульфатов [Motohiro, 1960; Слуцкая, 1975], которые считаются физиологически активными [Tully et al., 2006; Xiong, 2007]. Это — главные полисахариды хрящевой ткани, матрицы кости, межклеточного вещества роговицы и других соединительнотканых структур [Панасюк, Ларионов, 2000; Lauder, 2009]. При этом считается, что большинство положительных эффектов при применении хондроитинсульфатов является прямым результатом увеличения доступности моно- и дисахаридных остатков, выделяющихся под действием ферментов, присутствующих в пищеварительном тракте [Hong et al.; 2002, Barthe et al., 2004].

Исходя из полученных данных, сделано заключение, что внутренности кукумарии являются уникальным природным источником нутриентов (полноценных аминокислот, макро- и микроэлементов, аминсахаров, тритерпеновых гликозидов), которые могут оказывать положительное влияние на многие функции организма. На основании этого обоснована и разработана технология сушки, условия хранения и утверждена нормативная документация на кормовую продукцию из внутренностей кукумарии, химический состав которой представлен в табл. 6.

Как видно из результатов табл. 6, кормовая продукция из внутренностей кукумарии представляет собой белково-минеральный комплекс с высоким содержанием липидов, характеризующихся высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот (табл. 7).

Отмечено высокое содержание разветвлённых насыщенных жирных кислот [Рыбин и др., 2009], некоторые из которых, в частности 12-метилтетрадекановая кислота, характе-

Таблица 5. Содержание аминсахаров (гексозаминов) во внутренностях кукумарии (*C. f. japonica*), мг/г±σ

Объект	Время вылова		
	Апрель	Июль	Ноябрь
Внутренности	0,68±0,01	0,7±0,01	0,75±0,03

Таблица 6. Характеристика кормовой продукции из внутренностей кукумарии

Объект	Содержание, %±σ				Содержание гликозидов, мкг/г
	вода	белок	липиды	Минеральные вещества	
<i>C. okhotensis</i>	6,4±0,6	41,0±0,5	17,0±0,1	35,6±0,9	1500–5780
<i>C. f. japonica</i>	6,5±0,8	40,6±0,7	21,0±0,1	31,9±0,1	3981–12445

Таблица 7. Содержание жирных кислот (% к общему содержанию) в кормовой продукции из внутренностей кукумарии

Жирные кислоты	<i>C. f. japonica</i>	<i>C. okhotensis</i>
Насыщенные, в том числе:	40,70	26,98
разветвленные насыщенные	25,87	13,96
Мононенасыщенные	23,39	21,51
Полиненасыщенные	30,97	41,91

ризируются высокой биологической активностью [Yang et al., 2003].

Полученные результаты позволили предположить высокую эффективность и безопасность кормовой продукции из внутренностей кукумарии.

Данные показывают, что динамика прибавки в массе опытных групп, получающих добавку в дозах 0,2 и 2,0 г на кг в течение 10 недель значительно выше, чем в контрольной группе (табл. 8).

Наблюдения за внешним видом и поведением животных, проводимые ежедневно, позволили установить, что они полностью поедали корм, потребляли обычное количество воды, видимые слизистые были розовые, шерстный покров всех животных имел нормальный блеск, обычную густоту. Отмечено, что в опытных группах животных не было случаев заболевания лимфоденитом при вспышке инфекции

в виварии, в то время как в контрольной группе произошло заражение 33% животных.

Сравнение массы внутренних органов (табл. 9) позволило установить отсутствие существенных отличий между контрольной и опытными группами животных, что свидетельствует об отсутствии токсичности.

Гистологические исследования органов, полученных как от опытных, так и интактных животных, показало, что строма печени и печёночные клетки, клубочки и эпителий канальцев почек, а также мышца сердца имеют гистологическое строение без морфологических признаков дистрофии, что свидетельствует об отсутствии повреждающего действия при употреблении кормов из внутренностей кукумарии.

При изучении окислительных процессов (на гомогенатах печени), прослеживается закономерное и достоверное снижение диеновых конъюгатов, малонового диальдегида в опыт-

Таблица 8. Динамика прибавки относительной массы крыс, получавших кормовую добавку из внутренностей кукумарии, %

№ п/п	Группа животных	Доза добавки, г/кг	1 неделя	3 недели	5 недель	7 недель	9 недель	10 недель
1	Контроль	Без добавки	115	150	227	269	321	340
2	Опыт	0,02	108	130	194	252	287	320
3	Опыт	0,2	114	139	235	300	340	360
4	Опыт	2,0	119	166	270	349	368	389

ных группах по сравнению с контрольной. Что же касается оснований Шиффа, то количество их в 1,5 раза ниже (в зависимости от дозировки добавки) по сравнению с контролем. Полученные данные (табл. 10) показывают возможную активацию антиоксидантной системы животных опытных групп, что согласуется с результатами, опубликованными в литературе [Zhong et al., 2007].

Таким образом, в результате подострого эксперимента установлено отсутствие токсического действия кормовой добавки из кукумарии на животных. Результаты биохимических

и морфометрических исследований дали основание рекомендовать применение кормовой добавки для кормов животных в количествах от 0,02 до 2,0 г на кг массы.

Положительные результаты биологических исследований на лабораторных животных явились основанием для проведения экспериментов на объектах товарного выращивания.

Установлена эффективность применения кормовой продукции в дозе 10 мг/кг живой массы норок (табл. 11).

В конце проведения эксперимента установлено, что в целом масса животных в опытной

Таблица 9. Абсолютная масса внутренних органов животных опытных и контрольных групп после 10 недель эксперимента, $\pm\sigma$

№ п/п	Группа животных	Печень, г	Почка, мг	Селезёнка, г	Сердце, мг	Тимус, мг	Надпочечник, мг
1	Контроль	7,3 \pm 0,25	630 \pm 28	740 \pm 60	698 \pm 37	360 \pm 20	22 \pm 2,1
2	Опыт (0,02 г/кг)	6,7 \pm 0,20	652 \pm 15	790 \pm 40	600 \pm 26	351 \pm 24	21 \pm 1,9
3	Опыт (0,2 г/кг)	6,5 \pm 0,46	613 \pm 26	638 \pm 69	612 \pm 34	356 \pm 22	21 \pm 3,5
4	Опыт (2 г/кг)	7,1 \pm 0,45	626 \pm 66	756 \pm 59	653 \pm 28	365 \pm 49	25 \pm 0,6

Таблица 10. Влияние добавки из кукумарии в составе кормов на содержание продуктов окисления липидов подопытных животных, $\pm\sigma$

№ п/п	Группа животных	ДК, нмоль/мг липидов	ОШ, УЕ/мг липидов	МДА, нмоль/мг липидов
1	Контроль	5,36 \pm 0,14	2,41 \pm 0,13	2,37 \pm 0,12
2	Опыт (0,02 г/кг)	5,07 \pm 0,16	2,27 \pm 0,21	2,10 \pm 0,14
3	Опыт (0,2 г/кг)	4,26 \pm 0,21	1,71 \pm 0,08	1,85 \pm 0,19
4	Опыт (2 г/кг)	3,92 \pm 0,17	1,42 \pm 0,19	1,71 \pm 0,30

Таблица 11. Влияние кормовой продукции из кукумарии на качественные шкурки показатели при испытании на норках

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	Количество, шт.	Проценты	Количество, шт.	Проценты
Всего шкурок	30	100	30	100
Без дефектов	26	86,7	30	100
Малый дефект	3	10,0	отсутствуют	—
Средний дефект	1	3,3	отсутствуют	—
Особо крупные	1	3,3	4	13,3
Крупные	10	33,3	19	63,4
Средние	14	46,7	7	23,3
Мелкие	5	16,7	отсутствуют	—

Таблица 12. Влияние кормовой продукции из кукумарии на некоторые зоотехнические показатели при испытании на кроликах

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Количество самцов, голов	15	15
Количество самок, голов	75	75
Родилось крольчат:		
живых, голов	399	548
мёртвых, голов	15	9
Плодовитость:		
самок	5,1	7,2
самцов	25,6	35,9

группе была на 15–20% выше, чем в контрольной.

Сделано заключение, что кормовая добавка из кукумарии стимулирует рост зверей и способствует повышению качества шкурки.

При использовании кормовой продукции из кукумарии в рационах кроликов в стандартный комбикорм добавляли расчётное количество её, обеспечивающее 5 мг на 1 кг живой массы.

Результаты таблицы 12 показывают эффективность кормовой продукции из кукумарии, способствующей повышению таких важных зоотехнических показателей как плодовитость, выживаемость поколения, количество родившихся крольчат, которое существенно выше по сравнению с контролем.

Приведённые выше данные подтверждают ранее полученные при исследовании влияния кормовой добавки на рост, развитие и увеличение живой массы перепелов [Шемуранова и др., 2017].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кормовая продукция из кукумарии характеризуется высоким содержанием биологически активных групп соединений: тритерпеновых гликозидов, природных макро- и микроэлементов, аминокислот и жирных кислот, в том числе — высоконепредельных, каждая из которых обладает выраженным физиологическим эффектом.

Уникальный состав кормовой продукции обеспечивает её высокую эффективность, что выражается в увеличении продуктивности, высокой выживаемости поколений, индиф-

ферентности к инфекционным заболеваниям, повышении массы разных групп подопытных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 7636–85. 1991. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Издательство стандартов. 134 с.
- Авилов С.А. 2000. Тритерпеновые гликозиды голотурий отряда Dendrochirotida. Автореф. дисс. ... док. хим. наук. Владивосток: Дальнаука. 61 с.
- Афанасьева А.Е. 2002. Обоснование технологии обработки внутренностей кукумарии как источника биологически активных добавок // Тез. докл. Всерос. конф. молодых учёных, посвящённой 140-летию со дня рождения Н.М. Книповича. Мурманск, 23–25.04.2002 г. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С. 17–18.
- Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. 1972. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Наука. 252 с.
- Дроздова О.А., Авилов С.А., Калиновский А.И., Стоник В.А. 1992. Минорный гликозид из голотурии *Siscimaria japonica* // Химия природных соединений. № 5. С. 593.
- Дроздова О.А., Авилов С.А., Калиновский А.И., Стоник В.А., Мильгром Ю.М., Рашкес Я.В. 1993 а. Новые гликозиды из голотурии *Siscimaria japonica* // Химия природных соединений. № 2. С. 242–248.
- Дроздова О.А., Авилов С.А., Калиновский А.И., Стоник В.А., Мильгром Ю.М., Рашкес Я.В. 1993 б. Трисульфатированные гликозиды из голотурии *Siscimaria japonica* // Химия природных соединений. № 3. С. 369–374.

- Карлини В.И., Левин В.С., Стоник В.А. 1994. Химическая морфология: тритерпеновые гликозиды голотурий (Holothurioidea, Echinodermata). Владивосток: Дальнаука. 284 с.
- Карлини В.И., Стоник В.А., Авиллов С.А. 1990. Гомологическая изменчивость и направленность в эволюции тритерпеновых гликозидов голотурий (Holothurioidea, Echinodermata) // Журнал общей биологии. Т. 51. № 2. С. 247–260.
- Карлина А.Е. 2009. Безотходная технология пищевых продуктов и биологически активных добавок из кукумарий дальневосточных морей. Дисс. ... канд. технических наук. Владивосток, ТИПРО-Центр. 238 с.
- Левин В.С. 1989. О биологической роли и происхождении токсичных гликозидов иглокожих // Журнал общей биологии. Т. 50. № 2. С. 207–212.
- Левин В.С. 2000. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Голанд. 200 с.
- МУК 2.3.2.721–98. 1999. Определение безопасности и эффективности биологически активных добавок к пище. 1999. М.: 87 с.
- Остерман Л.А. 1985. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. М.: Наука. 536 с.
- Панасюк А.Ф., Ларионов Е.В. 2000. Хондроитинсульфаты и их роль в обмене хондроцитов и межклеточного матрикса хрящевой ткани // Научно-практическая ревматология. № 2. С. 46–55.
- Поликарпова С.И., Волкова О.Н., Седов А.М., Стоник В.А., Лиходед В.Г. 1990. Цитогенетическое изучение мутагенности кукумариозида // Генетика. Т. 26. № 9. С. 1682–1684.
- Попов А.М. 2002. Сравнительное изучение цитотоксического и гемолитического действия тритерпеноидов женьшеня и голотурий // Изв. РАН. Сер. Биол. № 2. С. 155–164.
- Рисман М. 1998. Биологически активные пищевые добавки. Неизвестное об известном. Справочник. М.: Арт-Бизнес-Центр. 489 с.
- Рыбин В.Г., Павель К.Г., Тимчишина Г.Н., Карлина А.Е. 2009. Сравнительная характеристика липидов дальневосточных голотурий *Cucistaria japonica* и *Cucistaria okhotensis* // Известия ТИПРО. Т. 159. С. 312–324.
- Славин У. 1971. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Л.: Химия. 296 с. (Slavin W. 1968. Atomic absorption spectroscopy. Interscience (Wiley), New York).
- Слуцкая Т.Н. 1975. Исследования по химии и технологии трепанга и кукумарии. Дисс. ... канд. технических наук. Владивосток: ТИПРО. 118 с.
- Сова Р.Е., Шефтель В.О. 1983. К вопросу об оценке различий между подопытной и контрольной группами в токсикологическом эксперименте // Гигиена и санитария. № 5. С. 83–84.
- Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2017 г. (краткая версия). 2017. Владивосток: ТИПРО-Центр. 407 с.
- ТИ 36–277–05. 2005. Технологическая инструкция по изготовлению продукции кормовой из внутренностей кукумарии сушёной.
- Тимчишина Г.Н., Слуцкая Т.Н., Афанасьева А.Е., Павель К.Г., Андреев Н.Г. 2004. Способ комплексной переработки голотурий, биологически активная добавка «Акмар», кормовая биологически активная добавка: Пат. 2236155 РФ. Заявл. 05.08.2002. Опубл. 20.09.2004. Б. И. № 26
- Тихонов В.Н., Шитиков В.К. 1984. Анализ изменений массы внутренних органов в токсикологическом эксперименте // Фармакология и токсикология. № 5. С. 113–116.
- ТР ЕАЭС 040/2016. 2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Доступно через: <http://docs.cntd.ru/document/420394425>
- ТУ 9283–277–00472012–05. 2005. Продукция кормовая из внутренностей кукумарии сушёная.
- Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н. 1999. Коррекция микро-нутриентного дефицита — важнейший аспект концепции здорового питания населения России // Вопросы питания. Т. 68. № 1. С. 3–12.
- Чумак А.Д., Павель К.Г., Тимчишина Г.Н. 1995. Определение тритерпеновых гликозидов в голотуриях // Известия ТИПРО. Т. 118. С. 36–40.
- Шемуранова Н.А., Филатов А.В., Сапожников А.Ф., Атаманова М.И., Якуш Е.В., Слуцкая Т.Н., Тимчишина Г.Н. 2017. Эффективность применения биодобавки из кукумарии в перепеловодстве // Птицеводство. № 5. С. 32–35.
- Bakus G.J. 1981. Chemical defence mechanisms on the Great Barrier Reef, Australia // Science. V. 211. № 4481. P. 497–499.
- Barthe L., Woodley J., Lavit M., Przybylski C., Philibert C., Houin G. 2004. In vitro intestinal degradation and adsorption of chondroitin sulfate, a glycosaminoglycan drug // Arzneimittelforschung. V. 54. № 5. P. 286–292.
- Bligh E.G., Dyer W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification // Canad. J. Biochem. Physiol. V. 37. № 8. P. 911–917.
- Carreau J.P., Dubacq J.P. 1978. Adaption of a macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. A. Vol. 151. № 3. P. 384–390.

- Christie W.W. 1988. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography. A reappraisal // J. Chromatogr. A. V. 447. P. 305–314.
- Hamel J., Mercier A. 1998. Diet and feeding behavior of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* in the St. Lawrence estuary, eastern Canada // Can. J. Zool., V. 76. № 6. P. 1194–1198.
- Haug T., Kjuul A.K., Styrvold O.B., Sandsdalen E., Olsen O.M., Stensvag K. 2002. Antibacterial activity in *Strongylocentrotus droebachiensis* (Echinoidea), *Cucumaria frondosa* (Holothuroidea), and *Asterias rubens* (Asteroidea) // J. Invertebr. Pathol. V. 81. № 2. P. 94–102.
- Hong S.W., Kim B.T., Shin H.Y., Kim W.S., Lee K.S., Kim Y.S., Kim D.H. 2002. Purification and characterization of novel chondroitin ABC and AC lyases from *Bacteroides stercoris* HJ-15, a human intestinal anaerobic bacterium // Eur. J. Biochem. V.269. № 12. P. 2934–2940.
- Kalinin V.I., Avilov S.A., Stonik V.A. 2000. Triterpene glycosides from sea cucumbers (Holothuroidea): structure, function and evolution // Saponins in food, feedstuffs and medicinal plants. Boston: Kluwer Acad. Publ. P. 155–162.
- Lauder R.M. 2009. Chondroitin sulphate: a complex molecule with potential impacts on a wide range of biological systems // Complementary Therapies in Medicine. V.17. № 1. P. 56–62.
- Motohiro T. 1960 a. Mucoprotein in marine products. I. Isolation of a mucoprotein from the meats of *Stichopus japonicus* and *Cucumaria japonica* // Nippon Suisan Gakkaishi. V. 26. P. 1171–1174.
- Thompson R.H. 1996. Simplifying fatty acid analyses in multicomponent foods with a standard set of isothermal GLC conditions coupled with ECL determinations // J. of Chromatographic Science. V. 34. P. 495–504.
- Tully S.E., Rawat M., Hsieh-Wilson L.C. 2006. Discovery of TNF-alpha antagonist using chondroitin sulfate microarrays // J. of American Chemistry Society. V. 128. № 24. P. 7740–7741.
- Xiong S.L. 2007. The free radical-scavenging property of chondroitin sulfate from pig laryngeal cartilage in vitro // J. of Food Biochemistry. V. 31. № 1. P. 28–44.
- Yang P., Collin P., Madden T., Chan D., Sweeney-Gotsch B., McConkey D., Newman R.A. 2003. Inhibition of proliferation of PC3 cells by the branched-chain fatty acid, 12-methyltetradecanoic acid, is associated with inhibition of 5-lipoxygenase // Prostate. V. 55. № 4. P. 281–291.
- Zhong Y., Khan A.M., Shahidi T. 2007. Compositional characteristics and antioxidant properties of fresh and processed sea cucumber (*Cucumaria frondosa*) // J. Agric. Food Chem. V. 55. № 4. P. 1188–1192.

Поступила в редакцию 22.08.2018 г.
Принята после рецензии 12.12.2018 г.

Aquatic bioresources processing technologies

Safety and efficiency of feed production from the intestines of cucumaria

T.N. Slutskaya, G.N. Timchishina, A.E. Karlina, K.G. Pavel'

Pacific branch of FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok

The data on the chemical composition of the viscera of cucumaria, which are waste products during its cutting, are presented. It was established that the object of study contains a small amount of proteins (not more than 8.0%), lipids (2.6–3.2%), while it is characterized by high water content. The composition of the mineral substances is dominated by potassium, magnesium, sodium and calcium, in appreciable amounts its contain zinc, iron, iodine. Proteins are represented by valuable amino acids; glycine, aspartic and glutamic acids are predominant among the replaceable ones. The viscera contains biologically active glycosides and amino sugars. The protein content in feed products derived from viscera is 40–41%, lipids — 17–21%, mineral substances — 32–36%. Lipids are represented by saturated fatty acids (27–41%), including branched acids (14–26%), monounsaturated acids (21–23%), the amount of polyunsaturated acids is 31–42%. The safety of feed products was determined by the level of toxic elements, which did not exceed the permissible limits, as well as by biological tests, which resulted in the absence of the toxic effect of feed products and showed its antioxidant effect, which is reflected in a decrease in the content of diene conjugates, malonic dialdehyde and Schiff bases compared to the control group. The efficiency of using feed products as a feed additive in tests on minks is in increasing the body weight in the experimental group compared to the control, as well as in the absence of defects in skins and an increased number of large and especially large skins. When using feed products in rabbits rations, a positive effect on fertility, the number of offspring, and the survival rate of rabbits has been established.

Keywords: cucumaria, viscera, feed additive, safety, efficiency.

REFERENCES

- GOST 7636–85. 1991. Ryba, morskije mlekopitayushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza [GOST 7636–85. 1991. Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis]. M.: Izdatel'stvo standartov. 134 s.
- Avilov S.A. 2000. Triterpenovye glikozidy goloturij otryada Dendrochirotida [Triterpene glycosides of the holothurians of the order Dendrochirotida]. Avtoref. diss. ... dok. khim. nauk. Vladivostok: Dal'nauka. 61 s.
- Afanas'eva A.E. 2002. Obosnovanie tekhnologii obrabotki vnutrennostej kukumarii kak istochnika biologicheskii aktivnykh dobavok [Substantiation of the technology for processing the intestines of cucumaria as a source of biologically active additives] // Tez. dokl. Vseros. konf. molodykh uchenykh, posvyashchennoj 140-letiyu so dnya rozhdeniya N.M. Knipovicha. Murmansk, 23–25.04.2002 g. Murmansk: Izd-vo PINRO. S. 17–18.
- Vladimirov YU.A., Archakov A.I. 1972. Perekisnoe okislenie lipidov v biologicheskikh membranakh [Peroxide oxidation of lipids in biological membranes]. M.: Nauka. 252 s.
- Drozdova O.A., Avilov S.A., Kalinovskij A.I., Stonik V.A. 1992. Minornyj glikozid iz goloturii Cucumaria japonica // [Minor glycoside from holothuria Cucumaria japonica] // Khimiya prirodnykh soedinenij. № 5. S. 593.
- Drozdova O.A., Avilov S.A., Kalinovskij A.I., Stonik V.A. Mil'grom Yu.M., Rashkes Ya.V. 1993 a.

- Novye glikozidy iz goloturii *Cucumaria japonica* // [New glycosides from the holothuria *Cucumaria japonica*] // Khimiya prirodnykh soedinenij. № 2. S. 242–248.
- Drozdova O.A., Avilov S.A., Kalinovskij A.I., Stonik V.A., Mil'grom Yu.M., Rashkes Ya.V. 1993 b. Trisul'fatirovannye glikozidy iz goloturii *Cucumaria japonica* // [Trisulfated glycosides from holothuria *Cucumaria japonica*] // Khimiya prirodnykh soedinenij. № 3. S. 369–374.
- Kalinin V.I., Levin V.S., Stonik V.A. 1994. Khimicheskaya morfologiya: triterpenovye glikozidy goloturij (Holothurioidea, Echinodermata) [Chemical morphology: triterpene glycosides of holothurians (Holothurioidea, Echinodermata)]. Vladivostok: Dal'nauka. 284 s.
- Kalinin V.I., Stonik V.A., Avilov S.A. 1990. Gomologicheskaya izmenchivost' i napravlenost' v ehvolyutsii triterpenovykh glikozidov goloturij (Holothurioidea, Echinodermata) // [Homological variability and direction in the evolution of triterpene glycosides of holothurians (Holothurioidea, Echinodermata)] // Zhurnal obshchej biologii. T. 51. № 2. S. 247–260.
- Karlina A.E. 2009. Bezotkhodnaya tekhnologiya pishchevykh produktov i biologicheski aktivnykh dobavok iz kukumarij dal'nevostochnykh morej [Wasteless technology of food products and biologically active additives from the cucumbers of the Far Eastern seas]. Diss. ... kand. tekhnicheskikh nauk. Vladivostok, TINRO-Tsentr. 238 s.
- Levin V.S. 1989. O biologicheskoy roli i proiskhozhdenii toksichnykh glikozidov iglokozhihkh [On the biological role and origin of toxic glycosides of echinoderms] // Zhurnal obshchej biologii. T. 50. № 2. S. 207–212.
- Levin V.S. 2000. Dal'nevostochnyj trepang. Biologiya, promysel, vosproizvodstvo [Far Eastern trepang. Biology, fishery, reproduction]. SPb.: Goland. 200 s.
- MUK 2.3.2.721–98. 1999. Opredelenie bezopasnosti i ehffektivnosti biologicheskii aktivnykh dobavok k pishche. 1999. M.: 87 s.
- Osterman L.A. 1985. Khromatografiya belkov i nukleinykh kislot. M.: Nauka. 536 s.
- Panasyuk A.F., Larionov E.V. 2000. Khondroitinsul'faty i ikh rol' v obmene khondrotsitov i mezhkletchnogo matriksa khryashchevoj tkani [Chondroitin sulfates and their role in the metabolism of chondrocytes and intercellular matrix of cartilaginous tissue] // Nauchno-prakticheskaya revmatologiya. № 2. S. 46–55.
- Polikarpova S.I., Volkova O.N., Sedov A.M., Stonik V.A., Likhoded V.G. 1990. Tsitogeneticheskoe izuchenie mutagenosti kukumariozida // [Cytogenetic study of the mutagenicity of cucumarioside] // Genetika. T. 26. № 9. S. 1682–1684.
- Popov A.M. 2002. Sravnitel'noe izuchenie tsitotoksicheskogo i gemoliticheskogo dejstviya triterpenoidov zhen'shenya i goloturij [A comparative study of the cytotoxic and hemolytic effects of ginseng triterpenoids and holothurians] // Izv. RAN. Ser. Biol. № 2. S. 155–164.
- Risman M. 1998. Biologicheski aktivnye pishchevye dobavki. Neizvestnoe ob izvestnom. Spravochnik [Biologically active food additives. Unknown about the known. Handbook]. M.: Art-Biznes-Tsentr. 489 s.
- Rybin V.G., Pavel' K.G., Timchishina G.N., Karlina A.E. 2009. Sravnitel'naya kharakteristika lipidov dal'nevostochnykh goloturij *Cucumaria japonica* i *Cucumaria okhotensis* [Comparative characteristics of lipids of Far Eastern holothurians *Cucumaria japonica* and *Cucumaria okhotensis*] // Izvestiya TINRO. T. 159. S. 312–324.
- Slavin U. 1971. Atomno-absorbtsionnaya spektroskopiya. L.: Khimiya. 296 s. (Slavin W. 1968. Atomic absorption spectroscopy. Interscience (Wiley), New York.).
- Slutskaya T.N. 1975. Issledovaniya po khimii i tekhnologii trepanga i kukumarii [Research in chemistry and technology of trepang and cucumaria]. Diss. ... kand. tekhnicheskikh nauk. Vladivostok: TINRO. 118 s.
- Sova R.E., Sheftel' V.O. 1983. K voprosu ob otsenke razlichij mezhdum podopytnoj i kontrol'noj gruppami v toksikologicheskom ehksperimente // [To the question of assessing the differences between the experimental and control groups in a toxicological experiment] // Gigiena i sanitariya. № 5. S. 83–84.
- Sostoyanie promyslovykh resursov. Prognoz obshchego vylova gidrobiontov po Dal'nevostochnomu rybokhozyajstvennomu bassejnu na 2017 g. (kratkaya versiya). 2017. Vladivostok: TINRO-Tsentr. 407 s.
- TI 36–277–05. 2005. Tekhnologicheskaya instruksiya po izgotovleniyu produktsii kormovoj iz vnutrennostej kukumarii sushennoj.
- Timchishina G.N., Slutskaya T.N., Afanas'eva A.E., Pavel' K.G., Andreev N.G. 2004. Sposob kompleksnoj pererabotki goloturij, biologicheski aktivnaya dobavka «Akmar», kormovaya biologicheski aktivnaya dobavka: Pat. 2236155 RF. Zayavl. 05.08.2002. Opubl. 20.09.2004. B. I. № 26.
- Tikhonov V.N., Shitikov V.K. 1984. Analiz izmenenij massy vnutrennikh organov v toksikologicheskom ehksperimente // [Analysis of changes in internal organs in a toxicological experiment] // Farmakologiya i toksikologiya. № 5. S.113–116.
- TR EAEhS040/2016. 2016. Tekhnicheskij reglament Evrazijskogo ehkonomicheskogo soyuza «O

- bezopasnosti ryby i rybnoj produkcii» Accessible via: <http://docs.cntd.ru/document/420394425>
- TU9283–277–00472012–05. 2005. Produktsiya kormovaya iz vnutrennostej kukumarii sushenaya.
- Tutel'yan V.A., Spirichev V.B., Shtanyuk L.N. 1999. Korrektsiya mikro-nutrientnogo defitsita — vazhnejshij aspekt kontseptsii zdorovogo pitaniya naseleniya Rossii // [Correction of micro-nutrient deficiency is the most important aspect of the concept of healthy nutrition in Russia] // Voprosy pitaniya. T. 68. № 1. S. 3–12.
- Chumak A.D., Pavel' K.G., Timchishina G.N. 1995. Opreделение triterpenovykh glikozidov v goloturiyakh // [Determination of triterpene glycosides in sea cucumbers] // Izvestiya TINRO. T. 118. S. 36–40.
- Shemuranova N.A., Filatov A.V., Sapozhnikov A.F., Atamanova M.I., Yakush E.V., Slutskaya T.N., Timchishina G.N. 2017. Ehffektivnost' primeneniya biodobavki iz kukumarii v perepelovodstve // [The effectiveness of Cucumaria based bioadditive in diets for meat-type quails] // Ptitsevodstvo. № 5. S.32–35.
- Bakus G.J. 1981. Chemical defence mechanisms on the Great Barrier Reef, Australia // Science. V. 211. № 4481. P. 497–499.
- Barthe L., Woodley J., Lavit M., Przybylski C., Philibert C., Houin G. 2004. In vitro intestinal degradation and adsorption of chondroitin sulfate, a glycosaminoglycan drug // Arzneimittelforschung. V. 54. № 5. P. 286–292.
- Bligh E.G., Dyer W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification // Canad. J. Biochem. Physiol. V. 37. № 8. P. 911–917.
- Carreau J.P., Dubacq J.P. 1978. Adaption of a macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. A. Vol. 151. № 3. P. 384–390.
- Christie W.W. 1988. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography. A reappraisal // J. Chromatogr. A. V. 447. P. 305–314.
- Hamel J., Mercier A. 1998. Diet and feeding behavior of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* in the St. Lawrence estuary, eastern Canada // Can. J. Zool., V. 76. № 6. P. 1194–1198.
- Haug T., Kjuul A.K., Styrvold O.B., Sandsdalen E., Olsen O.M., Stensvag K. 2002. Antibacterial activity in *Strongylocentrotus droebachiensis* (Echinoidea), *Cucumaria frondosa* (Holothuroidea), and *Asterias rubens* (Asteroidea) // J. Invertebr. Pathol. V. 81. № 2. P. 94–102.
- Hong S.W., Kim B.T., Shin H.Y., Kim W.S., Lee K.S., Kim Y.S., Kim D.H. 2002. Purification and characterization of novel chondroitin ABC and AC lyases from *Bacteroides stercoris* HJ-15, a human intestinal anaerobic bacterium // Eur. J. Biochem. V.269. № 12. P. 2934–2940.
- Kalinin V.I., Avilov S.A., Stonik V.A. 2000. Triterpene glycosides from sea cucumbers (Holothuroidea): structure, function and evolution // Saponins in food, feedstuffs and medicinal plants. Boston: Kluwer Acad. Publ. P. 155–162.
- Lauder R.M. 2009. Chondroitin sulphate: a complex molecule with potential impacts on a wide range of biological systems // Complementary Therapies in Medicine. V.17. № 1. P. 56–62.
- Motohiro T. 1960 a. Mucoprotein in marine products. I. Isolation of a mucoprotein from the meats of *Stichopus japonicus* and *Cucumaria japonica* // Nippon Suisan Gakkaishi. V. 26. P. 1171–1174.
- Thompson R.H. 1996. Simplifying fatty acid analyses in multicomponent foods with a standard set of isothermal GLC conditions coupled with ECL determinations // J. of Chromatographic Science. V. 34. P. 495–504.
- Tully S.E., Rawat M., Hsieh-Wilson L.C. 2006. Discovery of TNF-alpha antagonist using chondroitin sulfate microarrays // J. of American Chemistry Society. V. 128. № 24. P. 7740–7741.
- Xiong S.L. 2007. The free radical-scavenging property of chondroitin sulfate from pig laryngeal cartilage in vitro // J. of Food Biochemistry. V. 31. № 1. P. 28–44.
- Yang P., Collin P., Madden T., Chan D., Sweeney-Gotsch B., McConkey D., Newman R.A. 2003. Inhibition of proliferation of PC3 cells by the branched-chain fatty acid, 12-methyltetradecanoic acid, is associated with inhibition of 5-lipoxygenase // Prostate. V. 55. № 4. P. 281–291.
- Zhong Y., Khan A.M., Shahidi T. 2007. Compositional characteristics and antioxidant properties of fresh and processed sea cucumber (*Cucumaria frondosa*) // J. Agric. Food Chem. V. 55. № 4. P. 1188–1192.

TABLE CAPTIONS

- Table 1.** Chemical composition of the viscera of cucumaria, mean $\pm\sigma$
- Table 2.** Average concentrations of macro- and microelements in the viscera of cucumaria, (mg/100 g)
- Table 3.** Average concentrations of toxic elements in the viscera of cucumaria (mg/kg)
- Table 4.** Amino acid composition of proteins in the viscera of cucumaria (mean content)
- Table 5.** Amino sugars (hexosamines) content in the viscera of cucumaria (*C. japonica*), mg/g $\pm\sigma$
- Table 6.** Characteristics of feed production from the viscera of cucumaria
- Table 7.** Fatty acids content (% of total content) in the feed production from the viscera of cucumaria
- Table 8.** Increase in the relative mass of rats fed with feed supplement from the viscera of cucumaria, %
- Table 9.** Absolute mass of internal organs of animals in experimental and control groups after 10 weeks of experiment, $\pm\sigma$
- Table 10.** Influence of the supplement from cucumaria in the feed composition on the lipid oxidation products content in experimental animals, $\pm\sigma$
- Table 11.** Influence of the feed production from cucumaria on the qualitative skin indices during testing on minks
- Table 12.** Influence of the feed production from cucumaria on some zootechnical indices during testing on rabbits