

суточных птенцов их размер составляет $14,57 \pm 1,69$ мкм, что в 1,61 раза больше размеров интерреналоцитов I типа, в 1,71 раза – интерреналоцитов II типа и в 2,21 раза – интерреналоцитов III типа. За весь период исследований размер хромаффиноцитов увеличивается в 1,18 раза. К 45-м суткам диаметр ядер увеличивается в 1,46 раза ($p < 0,05$) клеток, который равен $5,87 \pm 0,92$ мкм. К 35-м суткам в опытной группе перепелов размер хромаффиноцитов увеличивается в 1,34 раза ($p < 0,05$), а диаметр их ядер – в 1,59 раза ($p < 0,01$) по отношению к контролю. К концу опыта диаметр хромаффиноцитов достоверно выше к контролю в 1,20 раза ($p < 0,05$) и составляет $19,55 \pm 0,11$ мкм.

Закключение. Наши данные указывают, что структурно-функциональная активность щитовидной железы у перепелов зависит от поступления в рацион селена и йода. В опытной группе птиц, рацион которых обогащен селеном, быстрее происходит полная морфологическая дифференциация структурных элементов железы и наблюдается наибольшая ее функциональная активность с 15 суток. Таким образом, доказаны положительные эффекты действия селена на конверсию и метаболизм тиреоидных гормонов, профилактике развитию тиреоидной дисфункции в результате структурных преобразований щитовидной железы.

Установлено, что у контрольной группы перепелов относительное содержание интерреналоцитов в надпочечнике за весь период исследования увеличивается в 1,62 раза, в опытной группе – в 1,69 раза. Относительное содержание хромаффиноцитов в надпочечнике за весь период исследования снижается в 2,74 раза в контрольной группе и в 3,47 раза - в опытной группе. Наши данные указывают, что структурно-функциональная активность надпочечников у перепелов зависит от поступления в рацион селена и йода. В опытной группе птиц, рацион которых обогащен селеном, быстрее происходит полная морфологическая дифференциация структурных элементов железы и наблюдается наибольшая ее функциональная активность с 15 суток. Таким образом, доказаны положительные эффекты действия селена на морфологические перестройки надпочечника птиц.

Литература. 1. Биологические основы и технология выращивания перепелов : монография / А. М. Субботин, Д. Н. Федотов, М. С. Орда, М. П. Кучинский, Е. А. Жвицова. – Витебск : ВГАВМ, 2014. – 152 с. 2. Федотов, Д. Н. Закономерности возрастной структурной перестройки щитовидной железы у перепелов, содержащихся на промышленной основе / Д. Н. Федотов, М. П. Кучинский // Животноводство и ветеринарная медицина : ежеквартальный научно-практический журнал. – 2013. – № 2 (29). – С. 49–51. 3. Федотов, Д. Н. Микроскопическое строение надпочечников у японского перепела в возрастном аспекте / Д. Н. Федотов // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», – 2013. – Т. 49, вып. 2, ч. 1. – С. 154–158. 4. Федотов, Д. Н. Морфологические исследования надпочечников птиц в ветеринарной и биологической практике: рекомендации / Д. Н. Федотов, М. П. Кучинский // Утверждены Департаментом ветеринарного и продовольственного надзора Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 21.01.2014 г., №449. – Минск, 2014. – 42 с. 5. Bedwal, R. S. Selenium - its biological perspectives / R. S. Bedwal, N. Nair, M. P. Sharma, R. S. Mathur // Med. Hypotheses. – 1993. – V. 41. – P. 150–159. 6. Sunde, R. A. Molecular biology of selenoproteins / R. A. Sunde // Annu. Rev. Nutr. – 1990. – V. 10. – P. 451–474. 7. Fiadotau, D. The histology of thyroid gland of gray heron (*Ardea cinerea*) regarding its age / D. Fiadotau // Journal of Veterinary Anatomy. – 2013. – Vol. 6, №2. – P. 87–91. 8. Fiadotau, D. N. The comparative morphology of the adrenal gland in broiler chickens and quail / D. N. Fiadotau, M. P. Kuchynski // Theoretical and Applied Sciences in the USA : proceedings of the 7th International scientific conference, New York, 25 January 2016. – New York : Cibur Publishing (USA), 2016. – P. 3-5.

Статья передана в печать 27.10.2017 г.

УДК 632.95.024:[577.152.3:54-386]

ВЛИЯНИЕ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ НА АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА ПЕПТИДГИДРОЛАЗ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ

*Фодченко И.А., *Ващик Е.В., ***Никитчина Т.И., ***Маноли Т.А.

*Сумский национальный аграрный университет, г. Сумы, Украина

**Сумский государственный университет, г. Сумы, Украина

***Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса, Украина

В статье представлены результаты исследования влияния хлорорганических пестицидов (ХОП) на протеолитическую активность ферментов мышечной ткани и внутренних органов черноморской мидии в осенний и зимний периоды. Экспериментальные данные свидетельствуют о влиянии ХОП на активность комплекса пептидгидролаз черноморской мидии. Установлено, что наиболее активными в мышечной ткани были щелочные и нейтральные протеазы, а во внутренних органах - кислые протеазы. При накоплении тканями мидий осеннего лова ДДТ в количестве $16,8 \times 10^{-3}$ мг/кг наблюдалось снижение до 85% активности кислых и нейтральных протеаз. Мидии зимнего вылова характеризовались снижением активности этих же протеаз до 97%, а нейтральные и щелочные протеазы внутренних органов утратили до 95% активности при накоплении ДДТ $15,1 \times 10^{-3}$ мг/кг. **Ключевые слова:** черноморские мидии, протеолитические ферменты, безопасность, хлорорганические пестициды (ХОП), активность комплекса пептидгидролаз (КПГ).

INFLUENCE OF ORGANOCHLORINE PESTICIDES ON THE ACTIVITY OF PEPTIDGIDROLAZ COMPLEX OF THE BLACK SEA MUSSEL

*Fodchenko I.A., *Vashchuk Ye.V., ***Nikitchina T.I., ***Manoli T.A.

*Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Sumy State University, Sumy, Ukraine

***Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine

*The article presents the results of the study of the effect of organochlorine pesticides on the proteolytic activity of the enzymes of muscle tissue and internal organs of the Black Sea mussel during the autumn-winter period. Experimental data indicate the effect of the HOP level on the activity of the peptide hydrolase complex of the Black Sea mussel. It was found that alkaline and neutral proteases remain the most active in muscle tissue and acid proteases in internal organs. When the tissues of the autumn mussel accumulated DDT in an amount of 16.8×10^{-3} mg/kg, a decrease to 85% of the activity of acidic and neutral proteases was observed. Winter catching mussels were characterized by a decrease in the activity of these same proteases to 97%, and neutral and alkaline proteases of internal organs lost up to 95% of activity with accumulation of DDT 15.1×10^{-3} mg/kg. **Keywords:** Black Sea mussels, proteolytic enzymes, safety, organochlorine pesticides, activity of the peptide hydrolase complex.*

Введение. Актуальной проблемой современности является обеспечение населения высококачественными и безопасными продуктами питания в отношении хлорорганических пестицидов (ХОП). Наиболее часто встречающимися и стойкими органическими загрязнителями являются такие соединения, как дихлордифенилтрихлорметилметан (ДДТ) и его метаболиты: дихлордифенилтрихлорэтилен (ДДЕ), дихлордифенилтрихлоретан (ДДД); гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и его изомеры (α, β, γ), с периодом полураспада от 10 до 20 лет [1].

Изучение присутствия ХОП в морской среде и влияние их на морских обитателей, которые являются промежуточным звеном пищевой цепочки, где конечным звеном является человек, в настоящее время важно и актуально.

Основные пути распространения ХОП – это стоки талых, дождевых и грунтовых вод с сельскохозяйственных угодий, сточные воды промышленных предприятий, сбрасываемые в открытые водоемы [2, 3].

Пестициды влияют на все уровни пищевой цепи от самого низкого, начиная от морского фитопланктона – и до самого высокого уровня [4, 5]. Мидии являются фильтраторами и при попадании в организм ХОП накапливают их, вызывая серьезные изменения в тканях пищеварительных органов, жабрах и яичниках; снижают иммунологическую реактивность и повышают восприимчивость к инфекционным болезням. Поэтому загрязненное пищевое звено, мигрируя по пищевой цепи к человеку, не только передает пестициды, а и вызывает их накопление в организме, что может вызвать необратимые процессы, связанные с их мутагенными и канцерогенными свойствами [6].

Регуляторами обмена веществ являются ферменты, которые играют важнейшую роль во всех процессах жизнедеятельности организма, и органические загрязнители различной химической природы, включая ХОП, могут изменять их активность.

Протекающие реакции в организме мидий при участии ферментов идут постоянно в направлении распада и образования необходимых организму веществ. Под воздействием ХОП ферментные процессы сводятся к распаду этих веществ и снижению их активности. Изучена сезонная изменчивость протеаз в моллюсках. Установлено, что в летний период активность ферментов выше, чем в зимний. А также обнаружена связь между степенью загрязнения морской воды и активностью некоторых нуклеаз в тканях мидий. Увеличение уровня загрязнения морской воды приводит к уменьшению активности кислых РНКаз и фосфодиэстераз в жабрах и печени мидий.

Снижение активности ферментов указывает на реакцию организма черноморской мидии на действие загрязняющих веществ, таких, как пестициды [7].

Изменение активности протеолитических ферментов в мышцах и внутренних органах черноморской мидии под воздействием хлорорганических пестицидов изучено недостаточно.

Поэтому целью данной работы является изучение влияния уровня ХОП в органах и мышечной ткани черноморских мидий на активность комплекса пептидгидролаз осеннего и зимнего периода лова.

В соответствии с этой целью были поставлены следующие задачи:

1. Оценить степень аккумуляции хлорорганических пестицидов из морской воды мидиями черноморскими.
2. Определить динамику активности протеолитических ферментов тканей мидий в теплый и холодный сезоны в естественных условиях и при наличии накопления ДДТ.
3. Провести сравнительный анализ активности протеолитических ферментов мышечной ткани и внутренних органов.
4. Изучить влияние хлорорганических пестицидов на активность протеолитических ферментов мышечной ткани и пищеварительных органов.

Материалы и методы исследований. Материал исследования – мидии черноморские живые, сезон отбора: сентябрь-декабрь 2016 г. Место отбора – прибрежная зона поселка Лески

(Коминтерновский район, Одесская область). Лабораторные исследования проб мидий осуществляли на базе Одесского филиала государственного научно-исследовательского института по лабораторной диагностике и ветеринарно-санитарной экспертизе и в Одесской национальной академии пищевых технологий в соответствии с действующими стандартами и нормативными документами. Исследования проводили в 4 группах живых мидий размером 5-6 см. Экспериментальные группы мидий выдерживали в аквариумах с морской водой с добавлением $20 \text{ мг/дм}^3 \times 10^{-3}$ ДДТ в течение трех суток и определяли степень аккумуляции хлорорганических пестицидов из морской воды черноморскими мидиями методом газовой хроматографии. Активность комплекса пептидгидролаз в мышцах и внутренних органах мидий определяли по методу Черногорцева. Препараты готовились из живых мидий с сохранением природной активности тканевых ферментов.

Результаты исследований. Первоначально нами была изучена динамика изменения содержания ХОП в морской воде, контрольных и опытных группах живых мидий для оценки уровня сорбции токсикантов мидиями. Продолжительность воздействия токсикантов на организм мидий составляла трое суток. Результаты исследований приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Содержание ХОП в морской воде и мидиях (осенний лов, экспозиция 72 часа)

Наименование хлорорганических пестицидов (ХОП)	Содержание ХОП в морской воде		Содержание ХОП в мидиях	
	до внесения до- бавки ДДТ	после добавки ДДТ, $20 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$	до внесения до- бавки ДДТ	после добавки ДДТ, $20 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$
Σ ГХЦГ	1,69±0,03	0,83±0,02	0,37±0,02	1,23±0,03
Альдрин	0,61±0,01	0,14±0,01	0,13±0,02	0,6±0,01
Гептахлор	8,4±0,02	2,1±0,02	0,49±0,01	6,79±0,02
ДДЕ	2,81±0,01	0,48±0,03	0,89±0,01	3,22±0,02
ДДД	2,05±0,01	0,32±0,02	0,76±0,03	2,63±0,01
ДДТ	3,1±0,02	2,9±0,01	0,52±0,02	16,8±0,03

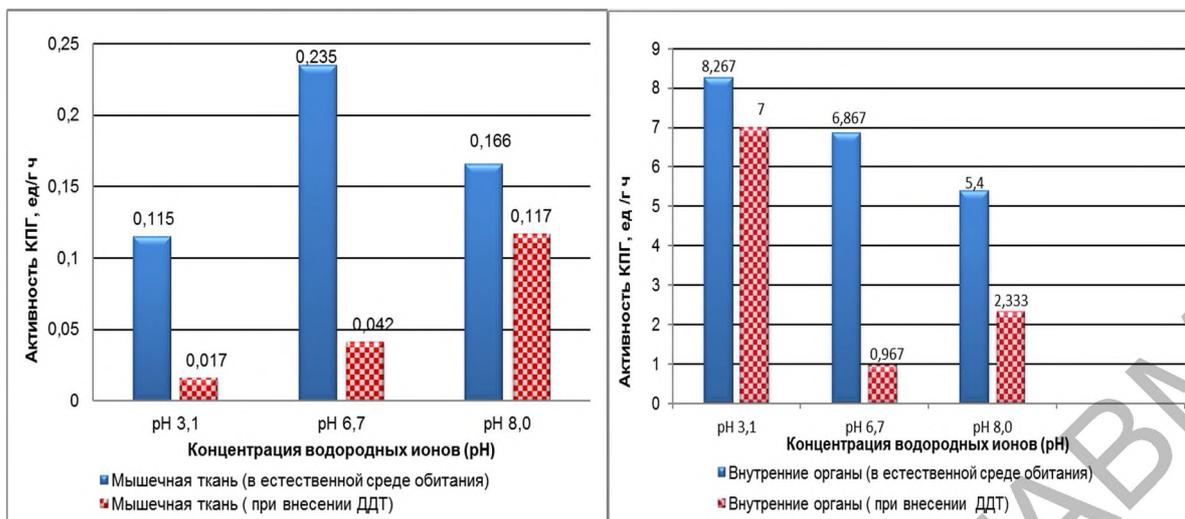
Как видно из таблицы 1, изначально в морской воде были выявлены остаточные количества хлорорганических пестицидов. Среди всех исследуемых видов ХОП в морской воде наибольшее содержание было характерно для гептахлора, а наименьшее – альдрина ($8,4 \pm 0,02$ и $0,61 \pm 0,01 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$ соответственно). Начальное количество ДДТ в морской воде было на уровне $3,1 \pm 0,02 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$. После внесения добавки ДДТ в количестве $20 \times 10^{-3} \text{ мг/л}$ и выдержки мидий в морской воде было установлено, что содержание ДДТ в воде уменьшилось на 92%. Через 72 часа в воде осталось 8% от внесенного $20 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$ ДДТ, что указывает на аккумуляцию мидиями загрязняющих веществ из морской воды.

Таблица 2 – Содержание ХОП в морской воде и мидиях (зимний лов, экспозиция 72 часа)

Наименование хлорорганических пестицидов (ХОП)	Содержание ХОП в морской воде		Содержание ХОП в мидиях	
	до внесения до- бавки ДДТ	после добавки ДДТ, $20 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$	до внесения до- бавки ДДТ	после добавки ДДТ, $20 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$
Σ ГХЦГ	0,37±0,02	0,21 ±0,01	0,26±0,01	1,86±0,03
Альдрин	0,19±0,03	0,09±0,03	0,10±0,03	0,2±0,01
Гептахлор	0,85±0,01	0,23±0,02	0,48±0,01	1,1±0,02
ДДЕ	0,15±0,02	0,05±0,03	0,48±0,01	0,58±0,02
ДДД	1,8±0,02	0,45±0,02	0,59±0,03	1,94±0,01
ДДТ	0,23±0,03	7,9±0,03	0,41±0,01	15,1±0,03

Результаты исследования показали, что в зимний период времени морская вода характеризуется меньшим количеством хлорорганических пестицидов по сравнению с осенним периодом. Также выявлено, что через 72 часа мидии аккумулировали 88% от внесенного $20 \times 10^{-3} \text{ мг/дм}^3$ ДДТ, что указывает на уменьшение концентрации ДДТ в морской воде и увеличение накопления ДДТ в организме мидий.

Дальнейшие исследования были направлены на изучение изменения активности комплекса пептидгидролаз мышечной ткани и внутренних органов живых мидий черноморских при внесении ХОП (ДДТ). Результаты исследований приведены в диаграммах на рисунке 1 (а, б).



а) активность протеолитических ферментов мышечной ткани

б) активность протеолитических ферментов внутренних органов

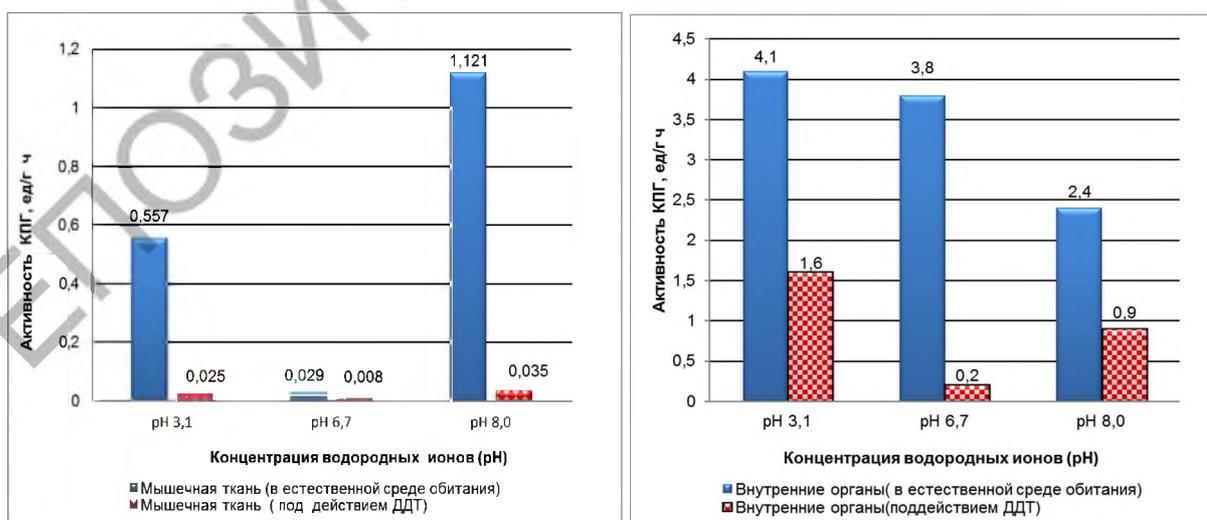
Рисунок 1 (а, б) - Влияние ХОП на активность протеолитических ферментов мышечной ткани и внутренних органов мидий в осенний период лова 2016 г.

В живых мидиях при изначальном количестве ДДТ $0,52 \pm 0,02 \times 10^{-3}$ мг/кг наиболее активными были выявлены нейтральные протеазы (0,235 ед/г/ч) и менее активными - кислые протеазы 0,115 ед/г/ч. Активность протеаз внутренних органов мидий (рисунок 1 б) была в 5-8 раз выше мышечных протеаз, максимальная активность наблюдалась среди кислых протеаз. Максимальная активность кислых и нейтральных протеаз внутренних органов была выше, чем щелочных протеаз, и соответственно составляла 8,267 ед/г/ч; 6,867 ед/г/ч; 5,4 ед/г/ч.

При наличии ДДТ в мышечной ткани в количестве $16,8 \pm 0,03 \times 10^{-3}$ мг/дм³ наиболее восприимчивыми оказались кислые и нейтральные протеазы. Их активность уменьшилась в 6,7 и 5,5 раз соответственно и составила 0,017 и 0,042 ед/г/ч. Активность щелочных протеаз мышечной ткани снизилась всего в 1,4 раза и составила 0,117 ед/г/ч (рисунок 1 а). Во внутренних органах содержание кислых протеаз снизилось в 1,18 раз, а нейтральных и щелочных – соответственно в 7,1 и 2,3 раза, что соответствует 7,0,967 и 2,333 ед/г/ч (рисунок 1 б).

Известно, что в течение года ферментативная активность гидробионтов изменяется, что связано с физиологическими циклами организма. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на изучение и сравнительную оценку активности комплекса пептидгидролаз мидий черноморских в зимний период вылова.

Результаты исследований приведены на рисунке 2 (а, б).



а) активность протеолитических ферментов мышечной ткани

б) активность протеолитических ферментов внутренних органов

Рисунок 2 (а, б) - Влияние ХОП на активность протеолитических ферментов мышечной ткани и внутренних органов мидий в зимний период лова 2016 г.

Из данных рисунка 2а видно, что наибольшая протеолитическая активность ферментов мышечной ткани мидий в естественных условиях обитания характерна для щелочных протеаз и составляет 1,121 ед/г/ч, минимальная – для нейтральных протеаз и составила всего 0,029 ед/г/ч. Во внутренних органах наиболее активными оказались кислые и щелочные протеазы. Их активность составила 4,1 и 3,8 ед/г/ч соответственно (рисунок 2б).

При накоплении ДДТ в количестве $15,1 \pm 0,03 \times 10^{-3}$ мг/кг ДДТ в мышечной ткани активность ферментов снизилась до 97%. Для всех групп протеаз и составила: в кислых - 0,025 ед/г/ч, нейтральных - 0,008 ед/г/ч и щелочных - 0,035 ед/г/ч. Активность нейтральных протеаз внутренних органов снизилась в 19 раз, щелочных и кислых - в 2,5 раза.

Заключение. 1. После внесения добавки ДДТ в количестве 20×10^{-3} мг/дм³ и выдержки мидий в морской воде в течение 72 часов было установлено, что содержание ДДТ в воде уменьшилось на 92% – в теплое и на 88% – в холодное время вылова. Уменьшение концентрации ДДТ в морской воде и увеличение содержания ДДТ в организме мидий указывает на аккумуляцию мидиями загрязняющих веществ из морской воды.

2. Активность протеаз внутренних органов мидий была в 5-8 раз выше мышечных протеаз, причем максимальная активность характерна для кислых протеаз.

3. Экспериментальные данные свидетельствуют о влиянии уровня ХОП на изменение активности групп протеолитических ферментов мышечной ткани и внутренних органов. При накоплении ХОП в организме мидий осеннего лова в количестве $16,8 \times 10^{-3}$ мг/кг существенно снижалась активность кислых, нейтральных и щелочных протеаз в 6,7; 5,5; 1,4 раза (мышечная ткань) и 1,18; 7,1; 2,3 раза (внутренние органы). При накоплении ХОП в количестве $15,1 \times 10^{-3}$ мг/кг при зимнем лове - в 22,2; 3,6; 32,0 раза (мышечная ткань) и 2,5; 2,6; 19 раз (внутренние органы) соответственно.

Литература. 1. Butler, P. A. *Pesticides in the marine environment* / P. A. Butler. // *Journal of Applied Ecology*. – 1966. – С 253-259. 2. Карпенко, О. О. Оцінка еколого-економічних наслідків від нераціонального використання пестицидів на регіональному рівні / О. О. Карпенко, М. О. Муравкіна // *Економічні інновації*. – 2012. – №48 – 10 с. 3. Wurl, O. *Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in Singapore's coastal marine sediments* / O. Wurl, J. P. Obbard // *Chemosphere*. – 2005. – Т. 58. – № 7. – P. 925-933. 4. Dailianis, S. *Environmental impact of anthropogenic activities: the use of mussels as a reliable tool for monitoring marine pollution* / S. Dailianis // *Mussels anatomy, habitat and environmental impact*. New York: Nova Science Publisher. – 2011. – P. 43-72. 5. Islam, M. S. *Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis* / M. S. Islam, M. Tanaka // *Marine pollution bulletin*. – 2004. – Т. 48. – № 7. – P. 624-649. 6. Livingstone, D. R. et al. *Development of biomarkers to detect the effects of organic pollution on aquatic invertebrates: recent molecular, genotoxic, cellular and immunological studies on the common mussel (Mytilus edulis L.) and other mytilids* / D. R. Livingstone, J. K. Chipman, D. M. Lowe [et al.] // *International Journal of Environment and Pollution*. – 2000. – Т. 13. – № 1-6. – С. 56-91. 7. Зюзьгина, А. А. Амилолитическая и протеолитическая активности печени некоторых гидробионтов [Электронный ресурс] XXI век – перспективы развития рыбохозяйственной науки: материалы Всероссийской Интернет-конференции молодых ученых Владивосток, ТИПРО-Центр. 13-31 мая 2002 г – Режим доступа <http://libed.ru/konferencii-physiology/516075-4-tihookeanskiy-nauchno-issledovatel'skiy-ribnohozaystvennyy-centr-tinro-centr-sovet-molodih-uchenih-xxi-vek-perspe.php>.

Статья передана в печать 06.09.2017 г.

УДК 619:576.895.122.21:636.213(476)

ПАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОТРАСЛИ

Ятусевич А.И., Братушкина Е.Л., Ковалевская Е.О.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь многие годы изучают паразиты животных. Сложность ликвидации паразитарных болезней состоит в видовом многообразии возбудителей и возможностях в трансформации циклов развития в изменяющейся экологической обстановке. К настоящему времени у крупного рогатого скота сформировалась паразитарная система с доминированием отдельных видов паразитов. Так, в целом крупный рогатый скот инвазирован различными видами паразитов на 44,85% с выраженной возрастной динамикой. При этом инвазированность по отдельным паразитозам составляет: фасциолез – 26,98%, парамфистоматоз – 11,03%, стронгилятозы желудочно-кишечного тракта жвачных – 57,37%, стронгилоидоз – 23,17%, неоскариоз – 18,40%, трихоцефалез – 22,83%, капилляриоз – 14,03%. Перспективным подходом к системному оздоровлению жвачных от основных гельминтозов является применение пролонгированных болюсов с антигельминтиками широкого спектра действия. **Ключевые слова:** фасциолез, парамфистоматоз, стронгилятозы желудочно-кишечного тракта жвачных, стронгилоидоз, неоскариоз, трихоцефалез, капилляриоз, болюсы с антигельминтиками.