

24. Scheele C. M., Spall S., Sharpe G., Andes R. E., Baskin T. I. Arabidopsis thaliana Growth of the seedlings under schater deficit would be studied tontrol of-schater potential Ying nutrient agar media. *J. Ehpt. Bot.*, 2000, pp. 1555–1562.

25. Sevrova O. K., Novoselov A. N., Dianova I. I. Influence retardant CCC to oxidation – reducing activity and the system of green plant pigments in optimum conditions and intense gidrotermicheskogorezhima. “Regulators plants” growth and development. Moscow, Nauka Publ., 1981, p. 276.

26. Taiz L., Andes Zeiger E. Auhins: Groschth Tropisms Andes. *John Zeiger E. (U), Plant Physiology*, 1991, pp. 398–425.

УДК 639.41.053.1:556.541(597)

МЕХАНИЗМ НАКОПЛЕНИЯ СВИНЦА МОЛЛЮСКАМИ *MERETRIX LYRATA* В УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ БАЧ ДАНГ (ВЬЕТНАМ)

Чьонг Ван Туан, аспирант, Астраханский государственный технический университет, Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16, truongtuanvamaru@gmail.com

Моллюски, живущие на дне в морской прибрежной среде, стали объектами исследования многих ученых из-за их высокой способности их к биоаккумуляции, вкпе с тем, что они ведут малоподвижный образ жизни и питаются органическими отложениями. Токсиканты, поступающие в воду от промышленных, сельскохозяйственных и бытовых источников, накапливаются в живых организмах, обитающих в устьевой области реки Бач Данг. Один из популярных для разведения видов живых организмов в этом районе – это моллюски *Meretrix lyrata*. Исследования выявили механизм накопления и распределения свинца в мясе и желудке *Meretrix Lyrata*, выращиваемых в устьевой области реки Бач Данг. Показано, что концентрация свинца в желудке в три раза выше, чем в мясе *Meretrix lyrata*. Накопление свинца в желудке *Meretrix lyrata* связано с ее питанием и с содержанием в организме липидов. Свинец накапливается в организме *Meretrix lyrata* постепенно, вместе с их ростом, что подтверждает их роль как биомаркеров.

Ключевые слова: разведение, *Meretrix lyrata*, свинца, накопление, биомаркеров

THE LEAD ACCUMULATING MECHANISM OF THE CLAMS *MERETRIX LYRATA* SEEDING ENVIRONMENT AT BACH DANG ESTUARY (VIETNAM)

Truong Van Tuan, postgraduate student, Astrakhan State Technical University, 16 Tatishcheva Str., Astrakhan, 414056, Russian Federation, truongtuanvamaru@gmail.com

In the seashore environment, bottom feeding molluscs are the group which has been chosen by many scientists as the subject of research because of a high ability to biologically accumulate coupled with an immobile life, filtering organic mud. The plumbiferous pollutants from industry (harbour activities, marine traffic, building and repairing ships, ship breaking and other shoreline industrial areas), agriculture and other (human) activities. This toxic material accumulates in the organisms living at Bach Dang Estuary. One of the most commonly raised is the clams *Meretrix Lyrata*. The results of the research have shown that the lead accumulating mechanism of the clams farmed at Bach Dang Estuary distributes the lead into the meat and the stomach of the clam. The lead content in the on average three times higher the lead content of the clam meat. This accumulation of lead in the stomachs of the clams *Meretrix Lyrata* is related to the diet of the clams. The accumulation of lead in the clam meat tissues has a definite connection to lipid levels in the clams. The accumulation of lead in clams gradually increases throughout the growth of clams, affirming the role of lead in affecting clam biology.

Keywords: feeding, content, molluscs, accumulation, biology

Как известно бионакопление – это процесс, при котором живые организмы накапливают химические вещества непосредственно из среды (вода, воздух и земля) и из источников питания. Химические вещества из окружающей среды поглощаются

организмами через процесс пассивной диффузии. Первыми поглощают плевра, жабры и кишечник. Химические вещества должны проникнуть через липидный слой плевры, чтобы затем попасть в тело. Потенциал бионакопления химических веществ связан с возможностью растворения данных веществ в липидах. В водной среде происходит проникновение веществ, имеющих сродство с липидами, через барьер между природной средой и живым организмом [3; 7].

Так как реки, озера, океаны содержат осадки веществ, а водные организмы пропускают большое количество воды через свою дыхательную систему, некоторый объем химических веществ попадает из воды в их тела. Поэтому водные организмы могут накапливать химические вещества в концентрациях, превышающих их содержание в окружающей среде. Высокие концентрации токсичных веществ в мясе и органах водных организмов могут представлять угрозу здоровью людей при употреблении их в пищу.

Устьевая область реки Бач Данг имеет характерные черты речной области с тропическим климатом, ей присуще высокое биологическое разнообразие и активное использование акваторий для развития экономики. Пляжи в приливной зоне благоприятны для разведения *Meretrix lyrata*, так как они отвечают условиям их развития – содержат обильный источник пищи, известняк и коралловые рифы поставляют кальций для формирования раковин. Площадь добычи составляет от 150 до 4000 га [4].

В настоящее время существует опасность от вызывающих загрязнение окружающей среды отходов, которые устьевая область реки Бач Данг принимает ежегодно в больших количествах от социально-экономической деятельности. Это сточные воды, содержащие свинец, от портовой деятельности, водного транспорта, судостроения и судоремонта, разбора старых судов, а также от береговых промышленных зон, сельскохозяйственных и бытовых источников. Токсины накапливаются в живых организмах, обитающих в устьевой области реки Бач Данг, среди которых популярный для разведения в этой области вид *Meretrix lyrata*. Одним из токсинов, который особо интересен из-за его сильной токсичности и высокой способности к биоаккумуляции, является свинец.

Материалы и методы исследований

Место проведения исследования: община Донгбай, уезд Катхай, город Хайфон (Вьетнам). Время проведения наблюдений: с июня 2012 г. по май 2013 г.

Из-за того, что разница между самым высоким уровнем воды и самым низким уровнем воды в период приливов составляет около 2,5–3,2 м и в период отливов – около 0,5–1,0 м, было расположено два экспериментальных блока площадью 4 м² перпендикулярно дамбе. Экспериментальный блок ОТН находится в высокой приливной зоне, время высыхания 8–10 ч. Экспериментальный блок АД расположен в низкой приливной зоне, время высыхания 4–6 ч.

Анализ концентрации свинца. Количественный анализ производили с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра [2].

Предел обнаружения аналитическим оборудованием свинца в жидкой и твердой формах образцов: [2]

- концентрация свинца в образцах воды: $5 \cdot 10^{-4}$ мг/кг;
- концентрация свинца в твердых образцах: $5 \cdot 10^{-4}$ мг/кг.

Для оценки точности метода были проведены анализы стандартного образца (стандартный образец осадочных отложений MESS-3 из Канады с определенной концентрацией $0,091 \mu\text{г}/\text{г} \pm 0,009$ вместе с этапами анализа образцов по теме исследования) [2; 3]. Результаты измерения образца MESS-3 при трехкратном повторе показали среднюю погрешность 8 %, что свидетельствует о высокой точности метода.

Результаты исследований и их обсуждение

Загрязненная свинцом пища попадает в сифон, а затем в жабры *Meretrix lyrata*. Жабры состоят из широких жаберных пластин, они одновременно выполняют дыхательную функцию и фильтруют пищу из воды. Две части жабр (пластин) расположены по обе стороны тела, их концы – вокруг рта, они продвигают пищу непосредственно в рот. Крупная жаберная система фильтрует пищу из воды, затем продвигает ее к щупальцам, которые расположены вокруг рта, пища размельчается и продвигается в рот. *Meretrix lyrata* могут выбирать и фильтровать пищу из воды, они перемешивают ее со слизью и проталкивают в рот, затем отходы выводятся из организма в виде «псевдофекалий» (pseudofaeces).

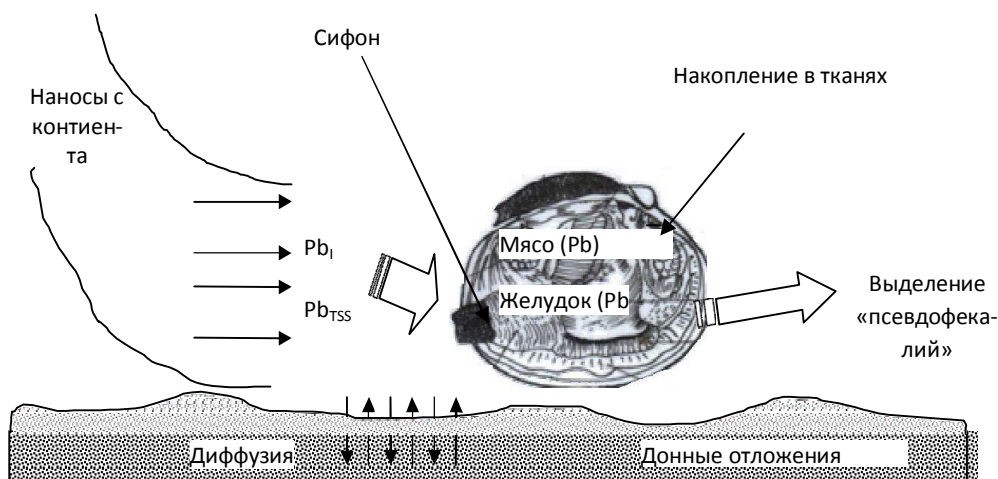


Рис. 1. Схема накопления свинца в *Meretrix lyrata* [6]

Таблица 1

Содержание свинца в мясе *Meretrix Lyrata* в двух экспериментальных блоках

Дата взятия образцов	Содержание свинца в мясе <i>Meretrix lyrata</i> из блока ОТН, мг/кг	Содержание свинца в мясе <i>Meretrix lyrata</i> из блока АД, мг/кг	Среднее значение концентрации свинца в мясе <i>Meretrix lyrata</i> , мг/кг
Этап 1 (01.06.2012)	Не обнаружено	Не обнаружено	–
Этап 2 (27.06.2012)	Не обнаружено	Не обнаружено	–
Этап 3 (27.07.2012)	0,04	0,04	0,04
Этап 4 (29.08.2012)	0,07	0,08	0,075
Этап 5 (27.09.2012)	0,08	0,10	0,09
Этап 6 (30.10.2012)	0,12	0,10	0,11
Этап 7 (04.12.2012)	0,19	0,21	0,20
Этап 8 (05.01.2013)	0,14	0,25	0,195
Этап 9 (27.01.2013)	0,15	0,26	0,20
Этап 10 (04.03.2013)	0,18	0,25	0,22
Этап 11 (08.04.2013)	0,25	0,29	0,27
Этап 12 (06.05.2013)	0,29	0,33	0,31

Как видно, содержание свинца в мясе *Meretrix lyrata* из блока АД (низкая приливная зона) выше, чем у *Meretrix lyrata* из блока ОТН (высокая приливная зона).

У *Meretrix lyrata* после 1 месяца содержания по результатам анализов не было обнаружено накоплений свинца в мясе. В последующие месяцы при взаимодействии особей со свинцом, содержащимся в воде, процесс накопления превысил процесс выведения, поэтому концентрация свинца в мясе *Meretrix lyrata* постепенно увеличивалась, начиная со 2 месяца. У *Meretrix lyrata* в возрасте от 12 до 13 месяцев концентрация свинца в мясе увеличивалась до трех раз. Это свидетельствует о том, что количество выводимого свинца невелико по сравнению с накапливаемым в мясе коли-

чеством. В январе температура составляет около 15 °С, волны и течение у пляжа с *Meretrix lyrata* очень сильные из-за влияния зимнего северного ветра, поэтому *Meretrix lyrata* обычно зарываются в песок, спасаясь от суровой погоды. При этом уровень липидов у них снижается из-за недостатка пищи. Из-за сильных волн в этот период *Meretrix lyrata* тратят много энергии, чтобы закрепиться в песке [6; 7]. При зарывании в песок *Meretrix lyrata* используют энергию, накопленную в жировых тканях. Согласно полученным результатам, показатели содержания липидов в тканях *Meretrix lyrata* на двух этапах взятия образцов (05.01.2013 и 27.01.2013) снижены (табл. 2). Анализ содержания липидов в *Meretrix lyrata* по периодам года показал, что концентрация жира у особей, содержащихся разных экспериментальных блоках (AD и OTN) различна. За январь уровень жира у исследуемых *Meretrix lyrata* снизился с 12 до 10 % в блоке AD (низкая приливная зона) и с 11 до 10 % в блоке OTN (высокая приливная зона) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание липидов в *Meretrix lyrata* согласно этапам взятия проб (% сухой массы)

Дата взятия образцов	Блок AD	Блок OTN	Среднее значение
Этап 1 (01.06.2012)	5,0	5,0	5,0
Этап 2 (27.06.2012)	4,9	4,9	4,9
Этап 3(27.07.2012)	6,0	5,0	5,5
Этап 4 (29.08.2012)	6,0	6,0	6,0
Этап 5 (27.09.2012)	9,0	8,0	8,5
Этап 6 (30.10.2012)	11,0	10,0	10,5
Этап 7 (04.12.2012)	12,0	11,0	11,5
Этап 8 (05.01.2013)	11,0	11,0	11
Этап 9 (27.01.2013)	10,0	10,0	10
Этап 10 (04.03.2013)	18,0	13,0	15,5
Этап 11 (08.04.2013)	16,0	15,0	15,5
Этап 12 (06.05.2013)	13,0	14,0	13,5

Потеря липидов может привести к высвобождению жирорастворимых токсинов и выведению некоторого количества свинца, накопленного в жировых тканях [1].

Процессы выведения и накопления происходят параллельно. В период с марта по апрель *Meretrix lyrata* быстро растут, в это время уровень накопления свинца увеличивается. Результаты анализов показывают, что концентрация свинца в мясе исследованных особей выше, чем в предыдущий период (от 6 до 1 месяц). Уровень накопления свинца постепенно увеличивается со временем в наблюдаемый период, при этом в разные отрезки времени скорость накопления разная.

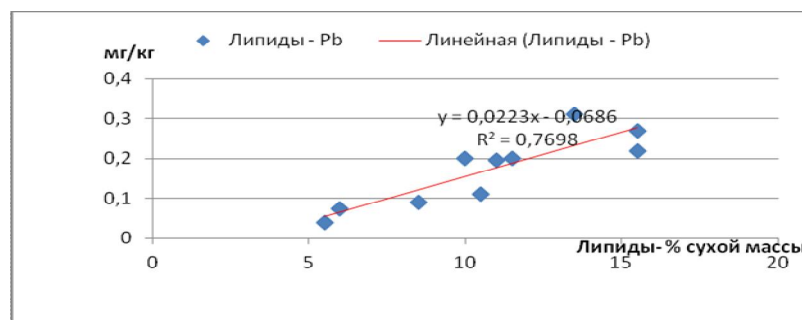


Рис. 2. Корреляция между липидами и содержанием свинца в мясе *Meretrix lyrata*

Содержание липидов в тканях *Meretrix lyrata* – это показатель, связанный с уровнем накопления жирорастворимых токсинов, таких как труднорастворимые органические вещества. Предыдущие исследования показали тесную связь между содержанием свинца и липидов в мясе живых организмов, поэтому потеря липидов может привести к высвобождению жирорастворимых токсинов [4; 5]. Растворенные

в липидах токсины также могут быть переданы следующим поколениям. Коэффициент корреляции между содержанием свинца в мясе *Meretrix lyrata* и содержанием липидов выражает тесную положительную связь между двумя факторами $R^2 = 0,7698$, $r = 0,88$ ($p < 0,03$).

Проведен однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) разницы между двумя рядами данных о содержании свинца в *Meretrix lyrata*, выращиваемых в двух экспериментальных блоках. Значение P-value $> 0,05$ показывает, что нет различий в тенденции к накоплению свинца в мясе особей, выращенных в разных блоках, но есть разница в количестве накоплений. В таблице 3 приведены средние значения накопления свинца *Meretrix lyrata*, выращиваемых в районе Бач Данг.

Таблица 3

Накопление свинца в мясе <i>Meretrix Lyrata</i> в двух экспериментальных блоках			
Дата взятия образцов	Возраст, мес.	Длина, мм	Содержание Pb, мг/кг
Этап1 (01.06.2012)	6,0	2,18	–
Этап2 (27.06.2012)	6,9	2,42	–
Этап3 (27.07.2012)	7,9	3,07	0,04
Этап4 (29.08.2012)	9,0	3,29	0,075
Этап5 (27.09.2012)	9,9	3,42	0,09
Этап6 (30.10.2012)	11,0	3,58	0,11
Этап7 (04.12.2012)	12,1	3,66	0,20
Этап8 (05.01.2013)	13,2	3,67	0,195
Этап9 (27.01.2013)	13,9	3,73	0,20
Этап10 (04.03.2013)	15,1	3,87	0,22
Этап11 (08.04.2013)	16,3	3,92	0,27
Этап12 (06.05.2013)	17,2	4,05	0,31

Согласно полученным результатам (табл. 3) видно, что содержание свинца в мясе исследуемых особей увеличивается с их ростом. А именно: содержание свинца в мясе *Meretrix lyrata* пропорционально их размерам и возрасту. На рисунке 3 отражена корреляция между возрастом и содержанием свинца в мясе *Meretrix lyrata*.

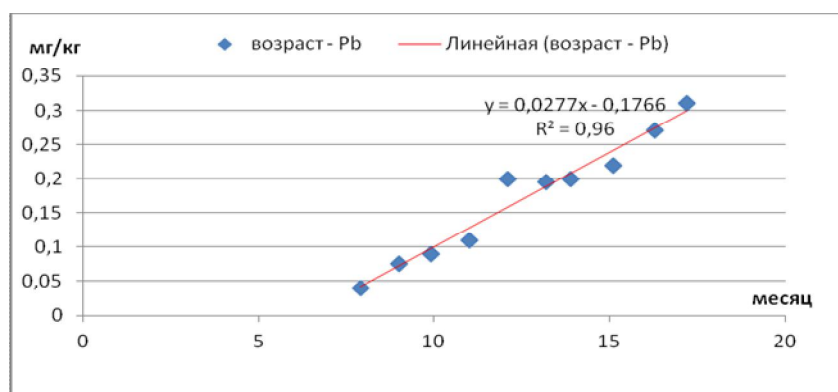


Рис. 3. Корреляция между возрастом и содержанием свинца в мясе *Meretrix lyrata*

Коэффициент корреляции между содержанием свинца в мясе *Meretrix lyrata* и возрастом выражает тесную положительную связь двух факторов $R^2 = 0,96$, $r = 0,97$ ($p < 0,01$).

Согласно полученным результатам *Meretrix lyrata* может играть роль биомаркера окружающей среды. Помимо этого, есть и другие факторы, влияющие на возможность накопления свинца *Meretrix lyrata* из окружающей среды, которые были оценены через коэффициент корреляции в CORREL (Excel 2010; табл. 4).

Таблица 4

**Коэффициент корреляции между факторами среды
и содержанием свинца в мясе *Meretrix lyrata***

Воздействующие факторы	Содержание Pb в тканях <i>Meretrix lyrata</i>
TSS	-0,35
Липиды	0,88
Соленость	0,51
Растворенный кислород	0,58
pH	0,24
Температура	-0,42
Pb ₁ (мг/кг) в воде (содержание растворенного в воде свинца)	-0,38
Возраст	0,97

Был проведен поэтапный анализ содержания свинца в желудке *Meretrix lyrata*, содержащихся в двух экспериментальных блоках (табл. 5).

Таблица 5

Содержание свинца в желудке *Meretrix lyrata*

Дата взятия образцов	Содержание свинца в желудке <i>Meretrix lyrata</i> из блока OTN, мг/кг	Содержание свинца в желудке <i>Meretrix lyrata</i> из блока AD, мг/кг	Среднее значение содержания свинца в желудке <i>Meretrix lyrata</i> , мг/кг
Этап 1 (01.06.2012)	Не обнаружено	Не обнаружено	–
Этап 2 (27.06.2012)	Не обнаружено	Не обнаружено	–
Этап 3 (27.07.2012)	0,10	0,16	0,13
Этап 4 (29.08.2012)	0,26	0,33	0,295
Этап 5 (27.09.2012)	0,45	0,57	0,51
Этап 6 (30.10.2012)	0,66	0,75	0,705
Этап 7 (04.12.2012)	0,60	0,62	0,61
Этап 8 (05.01.2013)	0,93	0,90	0,915
Этап 9 (27.01.2013)	1,08	1,15	0,615
Этап 10 (04.03.2013)	0,75	0,80	0,775
Этап 11 (08.04.2013)	0,87	0,93	0,90
Этап 12 (06.05.2013)	1,00	1,05	1,025

Результаты анализа показали, что сразу после запуска *Meretrix lyrata* в блоки их содержания, а также два месяца спустя свинец в желудке исследуемых особей не обнаруживался. В последующие периоды у *Meretrix lyrata* обнаруживался свинец в желудках, причем его содержание у *Meretrix lyrata* из блока AD было выше, чем у *Meretrix lyrata* из блока OTN. Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) показал значение P-value > 0,05, что говорит об отсутствии различий по тенденции изменений содержания свинца в желудке *Meretrix lyrata* из двух блоков, несмотря на то, что время нахождения в воде у *Meretrix lyrata* из блока AD на 3–4 ч больше, чем из OTN.

Результаты анализа показали, что на двух этапах взятия образцов (01.06.2012 и 27.06.2012) свинец в желудке не обнаружен, так как мальки были только запущены. В период с 27.09.2012 г. по 27.01.2013 г. наблюдалось заметно быстрое увеличение содержания свинца в желудках из-за влияния состава пищи *Meretrix lyrata* в данные периоды. Проведенная под микроскопом гастроскопия исследованных *Meretrix lyrata* показала следующие вероятные виды их питания (табл. 6).

Состав пищи и содержание свинца в желудке *Meretrix lyrata*

Дата взятия образцов	Фитопланктон (водоросли), %	Детрит, %	Содержание свинца, мг/кг	
			желудок <i>Meretrix lyrata</i> блока ОТН	желудок <i>Meretrix lyrata</i> блока АД
Этап 5 (27.09.2012)	16,0	84,0	0,45	0,57
Этап 6 (30.10.2012)	6,8	93,2	0,66	0,75
Этап 7 (04.12.2012)	29,6	70,4	0,60	0,62
Этап 8 (05.01.2013)	8,0	92,0	0,93	0,90
Этап 9 (27.01.2013)	13,1	86,9	1,08	1,15
Этап 10 (04.03.2013)	22,6	77,4	0,75	0,80

Таким образом, на некоторых этапах исследования, с 27.09.2012 г. по 27.01.2013 г., пища из желудка *Meretrix lyrata* содержала минимум фитопланктона (6,8–8,0 %), тогда как содержание детрита было очень высоко (93,2 %). Вероятно, причиной быстрого увеличения содержания свинца в желудке *Meretrix lyrata* стало его поступление с питанием.

Результаты исследования выявили содержание свинца в мясе и желудке *Meretrix lyrata*. Так, *Meretrix lyrata*, выращиваемые в низкой приливной зоне, имеют тенденцию к более высокому содержанию свинца по сравнению с *Meretrix lyrata* из высокой приливной зоны (среднее содержание свинца в мясе *Meretrix lyrata* из блока ОТН составляет 0,15 мг/кг, из блока АД – 0,19 мг/кг; среднее содержание свинца в желудке *Meretrix lyrata* из блока ОТН составляет 0,67 мг/кг, из блока АД – 0,73 мг/кг)

Данные анализов показали, что содержание свинца в желудке *Meretrix lyrata* выше в три раза по сравнению с содержанием в мясе исследуемых особей.

Накопление свинца тесно связано с содержанием липидов в организме. Поскольку свинец накапливается в *Meretrix lyrata* со временем, то данный вид можно использовать в качестве биомаркера.

Список литературы

1. Davidson A. M. C. M. Single and Sequential extraction schemes for trace metal speciation in soil and sediment / A. M. C. M. Davidson, R. P. Thomas // *Quality Assurance for Environment Analysis*, Elsevier Science. – 1995. – 120 p.
2. AOAC:971-21,986.15,972.23. *Methods for analysis of heavy metals in foods 2000*. – 15 p.
3. Apeti D. A. Relationship between heavy metals concentration in the American Clam (*Crassostrea virginica*) and metal levels in the water column and sediment in Apalachicola Bay, Florida / D. A. Apeti, L. Robinson, E. Johnson // *American journal of Environment Science*. – 2005. – № 1. – P. 179–186.
4. El-Moselhy Kh. M. Bioaccumulation of mercury in some marine organisms from lake tim-sah and bitter lakes (Suez canal, Egypt) / Kh. M. El-Moselhy // *Egyptian journal of aquatic research*. – 2006. – Vol. 32, № 1. – P. 124–134.
5. EPA. An Assessment of Exposure to Mercury in the United States. Mercury Study Report to Congress, Environmental Protection Agency, USA. – 1997b. – Vol. 4.
6. Phan Kim Phuong. Contamination by PCB, DDT, and heavy metals in sediment of Ho Chi Minh city's Canals Viet Nam, Bull Enviro / Phan Kim Phuong, Chu Ngoc Son, J. J. Sauvivan, J. Tarradelas // *Contam. Toxicology*. – 1998. – P. 60347–354.
7. Navarro P. Fate and tidal transport of butyltin and mercury compounds in the waters of the tropical Bach Dang Estuary (Haiphong, Vietnam) / P. Navarro, D. Amouroux, E. Rochelle-Newall, S. Ouillon // *Marine Pollution Bulletin*. – 2012. – № 64. – P. 1789–1798.

References

1. Davidson A. M. C. M., Thomas R. P. Single and Sequential extraction schemes for trace metal speciation in soil and sediment. *Quality Assurance for Environment Analysis, Elsevier Science*, 1995, 120 p.
2. AOAC:971-21,986.15,972.23. *Methods for analysis of heavy metals in foods, 2000*, 15 p.

3. Apeti D. A., Robinson L., Johnson E. Relationship between heavy metals concentration in the American Clam (*Crassostrea virginica*) and metal levels in the water column and sediment in Apalachicola Bay, Florida. *American journal of Environment Science*, 2005, no. 1, pp. 179–186.
4. El-Moselhy Kh. M. Bioaccumulation of mercury in some marine organisms from lake tim-sah and bitter lakes (Suez canal, Egypt). *Egyptian journal of aquatic research*, 2006, vol. 32, no. 1, pp. 124–134.
5. EPA. An Assessment of Exposure to Mercury in the United States. *Mercury Study Report to Congress, Environmental Protection Agency, USA*, 1997b, vol. 4.
6. Phan Kim Phuong, Chu Ngoc Son, Sauvivan J. J., Tarradelas J. Contamination by PCB, DDT, and heavy metals in sediment of Ho Chi Minh city's Canals Viet Nam, Bull Environ. *Contam. Toxicology*, 1998, pp. 60347–354.
7. Navarro P., Amouroux D., Rochelle-Newall E., Ouillon S. Fate and tidal transport of butyltin and mercury compounds in the waters of the tropical Bach Dang Estuary (Haiphong, Vietnam). *Marine Pollution Bulletin*, 2012, no. 64, pp. 1789–1798.

УДК 574.474

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Елена Николаевна Пилипко, кандидат биологических наук, доцент, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н.В. Верещагина, Российская Федерация, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2, Karlovna@ukr.net

Рассмотрена динамика гумусовых веществ с помощью трёх факторных экспериментов и полученных в их результате математических уравнений регрессий. Эксперименты проводились с помощью микролизиметров на разном по гранулометрическому составу субстрате – сушлинистых почвах и супеси. Органические вещества для эксперимента были выбраны в виде экскрементов лося (*Alces alces* L.) (**Ex**) как самого крупного фитофага Северо-Запада. Остальные два фактора – увлажнение (полив) (**Pol**) и время разложений (**Vr**). Экскременты применялись двух видов – летние и зимние. Различные свойства экскрементов заключаются в отличии сезонного питания животного. Объектом исследования являлась динамика содержания некоторых гумусовых веществ – углерода гуминовых и фульвокислот. В результате проведенных исследований было выявлено более интенсивное разложение экскрементов на супесчаных почвах. Из двух видов экскрементов быстрее и эффективнее разлагались летние экскременты, что связано с особенностями летнего питания лося преимущественно мягкими зелёными кормами в отличие от зимних, трудноразлагающихся, образовавшихся в результате процесса метаболизма грубых древесно-веточных кормов. Уравнения регрессии дают возможность не только выяснить, какой фактор влияет больше всего, но и проследить влияние факторов во взаимодействии друг с другом. Нами приведены варианты таких взаимодействий факторов, при котором происходит наиболее существенное (максимальное) повышение или понижение значений содержания Сг.к и Сф.к. в результате разложений экскрементов.

Ключевые слова: гумусовые вещества, углерод гуминовых и фульвокислот, динамика, экскременты, животное – фитофаг, лось (*Alces alces* L.), эксперимент, фактор, уравнение регрессии, коэффициент детерминации

THE DYNAMICS OF HUMIC SUBSTANCES CONTENT IN EXPERIMENTS

Yelena Nikolayevna Pilipko, Ph.D. (Biology), Associate Professor, Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, 2 Shmidt Str., Molochnoye, Vologda, 160555, Russian Federation, Karlovna@ukr.net

The dynamics of humus substances studied through 3 factorial experiments and the resulting mathematical regression equations has been considered in the article. The experiments were taken