

УДК 599.32 : 632.95.024.028.39

СОДЕРЖАНИЕ ЛИПИДОВ В ТКАНЯХ ГРЫЗУНОВ ПРИ КУМУЛЯЦИИ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ

О. В. Маслова, Н. А. Шебунина

Институт зоологии НАН Украины, ул. Б. Хмельницкого, 15, Киев-30, ГСП, 01601 Украина

Получено 25 мая 1998

Содержание липидов в тканях грызунов при кумуляции хлорорганических пестицидов. Маслова О. В., Шебунина Н. А. — Представлены данные по содержанию общих липидов в тканях общественной полевки (*Microtus socialis* Pallas, 1773) и лесной мыши (*Apodemus sylvaticus* L., 1758), отловленных на заповедных территориях и в агроценозах. Грызуны из агроценозов, обитая в более загрязненной среде, чем грызуны из естественных ценозов, кумулируют липофильные хлорорганические пестициды (ХОП) в больших количествах. Однако они хорошо адаптированы к таким условиям, поскольку в их тканях, благодаря лучшему питанию, содержится большее количество липидов. В то же время, при неблагоприятных условиях к внутривидовым авторегуляторным механизмам может подключаться действие стойких ХОП как хемотростерилантов, что приводит к снижению численности грызунов.

Ключевые слова: липиды, грызуны, загрязненная среда обитания.

Lipid Content in Tissues of Rodents under Conditions of Cumulation of Chlororganic Pesticides. Maslova O. V., Shebunina N. A. — The work offers the data about the content of total lipids in the tissue of the *Microtus socialis* Pallas, 1773, and of the *Apodemus sylvaticus* L., 1758, which are caught in the reserve and the agrocnoses. Rodents from the agrocnose, dwelling in more polluted environment, than those, which dwell in the natural cenose, and accumulating lipophile Chlororganische pesticidae (ChOP) in bigger amount, are well adapted to such conditions. The amount of the lipids in their tissue is bigger because of their better nourishment. However, besides of the intrapopulation self-regulatory mechanisms of the reducing of the rodents quantity, the action effect of the ChOP as chemosterillants may be included.

Key words: lipids, rodents, polluted environment.

Введение

Интенсивность применения химических средств защиты растений (пестицидов) и устойчивость некоторых из них, в частности хлорорганических пестицидов (ХОП), предопределили возрастающую роль этих веществ в загрязнении биосферы. Способность адсорбироваться органическими веществами облегчает перенос и способствует накоплению ХОП при миграции их по трофическим цепям. Остатки ДДТ, например, продолжают распространяться в течение многих лет после прекращения его применения, достигая концентраций в биоте в 106 раз больше, чем в абиотической среде. Биосфера ведет себя как гигантский сепаратор, непрерывно отделяющий липидорастворимые остатки ДДТ в богатую липидами биоту (Woodwell et al., 1971).

Опасность хронического действия ХОП выражается в нарушении репродуктивных функций животных и снижении жизнеспособности последующих поколений, что в конечном итоге приводит к нарушениям динамики численности популяций (Воронова, 1973). Загрязненная среда обитания создает условия для искусственной эволюции, проявляющейся в отборе индивидов по генетически детерминированным признакам резистентности, что особенно важно для популяций вредителей — насекомых и грызунов (Дэйвис, 1977; Засухина, 1979). Наиболее ранние признаки интоксикации животных проявляются в изменении физиолого-биохимических показателей (Каменов, 1978; Каменов, Золотарев, 1979).

Одним из основных показателей физиологического состояния организма является жировой обмен. О нем можно судить по содержанию в тканях общих липидов, которое значительно колеблется под влиянием экологических факторов. Это позволяет использовать его для изучения возможного влияния токсических веществ, в частности ХОП, на организм грызунов. В связи с этим представляло также интерес проследить зависимость накопления ХОП от степени жирности тканей грызунов.

Материал и методы

У общественной полевки (*Microtus socialis*) и лесной мыши (*Apodemus sylvaticus*), отловленных на посевах озимой пшеницы и многолетних трав, а также для сравнения на заповедных территориях, брались пробы органов и тканей (мозг, печень, мышцы, гонады, жир) для анализа на содержание остатков ХОП. Фиксация проб и экстракция из них ДДТ и гексахлорциклопексана (ГХЦГ) проводилась Н-гексаном. Экстрак-

ты подвергались сернохлорной очистке от коэкстрактивных веществ. Содержание пестицидов определяли методом газовой хроматографии (Ермаков, 1972), содержание общих липидов — по общепринятой методике Д. Фолча (Folch et al., 1957). Липиды экстрагировались из гомогенизированной навески ткани хлороформметаноловой смесью (2:1). Затем экстракт отфильтровывался и смешивался с водой для отделения нелипидных фракций. Нелипидные фракции отделялись центрифугированием, липидные высушивались и взвешивались. По формуле рассчитывалось содержание общих липидов (в мг% на грамм ткани). Статистическая обработка проводилась по программам Л. И. Францевича (1979). Поправка на малую выборку определялась по таблице Стьюдента с вероятностью выхода за пределы доверительных границ 5% ($p=0,05$) (Плохинский, 1961).

Всего было отловлено 150 животных и проанализировано химическими и биохимическими методиками около 1100 образцов органов и тканей. В связи с тем, что работа носила поисковый характер и в литературе нам не встретились подобные данные, а также учитывая высокую стоимость и громоздкость проведения химических анализов, большое значение имело правильное определение величины необходимой выборки (n), которая, с одной стороны, могла бы объективно отражать происходящие явления, а с другой — не усложнять и не повышать стоимость проводимых исследований. Для получения предварительных данных все грызуны группировались по 6–9 особей.

Результаты и обсуждение

Установлено, что содержание липидов в органах и тканях общественной полевки и лесной мыши выше у грызунов из агроценозов, чем у грызунов из естественных ценозов в целом в 2–3 раза (табл. 1, 2), что можно объяснить хорошими кормовыми условиями в агроценозах. Однако в мозге, а у половозрелых самок — и в жире, как у полевок, так и у мышей из агроценозов содержание липидов ниже. Тенденция к снижению этого показателя проявляется также и при недостоверных отличиях.

Анализ кумуляции ХОП в почве, растениях и тканях грызунов показал, что все исследованные образцы содержат ДДТ и ГХЦГ (табл. 3). Причем концентрации этих пестицидов в пробах из агроценозов в 1,5–3 раза, а в некоторых — в 10 раз выше, чем из естественных ценозов. Мигрируя в трофических цепях "почва — растения организм животного", ХОП достигают высокой концентрации в тканях, богатых липидами — жировой, мозговой, и в гонадах. Об этом свидетельствуют высокие коэффициенты накопления (K_n) ХОП.

Таким образом, грызуны из агроценозов, обитая в более загрязненной среде, чем грызуны из естественных ценозов, и кумулируя ХОП в больших концентрациях, по-видимому, хорошо приспособлены к таким условиям, поскольку в их тканях содержится большее количество липидов. Из литературных источников известно, что увеличение содержания липидов в тканях способствует компенсации интоксикации и является защитной реакцией организма, повышающей его устойчивость к пестицид-

Таблица 1. Содержание общих липидов в тканях общественной полевки, мг%/г

Table 1. Total content of lipids in tissues of *Microtus socialis*, mg%/g

Ткани	Целинная степь					Агроценозы					t-критерий
	n	M±m	lim	δ	CV	n	M±m	lim	δ	CV	
Самки половозрелые											
Жир	6	34,5±3,4	23,5–46,2	8,4	24,4	6	19,5±1,2	14,2–22,5	2,9	15,1	4,13
Мозг	6	17,7±0,04	17,7–19,0	1,0	5,8	6	15,7±1,4	10,2–20,1	3,5	22,4	1,42
Гонады	6	2,1±0,1	1,8–2,3	0,2	9,7	6	4,5±0,7	2,1–6,4	1,6	36,1	3,62*
Печень	6	4,2±1,2	1,2–9,2	2,8	66,9	6	10,9±0,8	8,3–13,4	1,9	17,1	4,82*
Мышцы	6	3,7±0,8	1,5–6,4	2,0	53,1	6	4,7±0,2	4,2–5,2	0,4	8,4	1,22
Самцы неполовозрелые											
Мозг	6	12,9±0,2	12,3–13,6	0,5	3,6	6	2,3±0,2	1,4–2,8	0,6	24,5	35,79*
Гонады	6	4,9±0,8	2,4–7,3	1,8	37,5	6	3,2±0,3	2,1–3,9	0,7	22,6	2,14
Печень	6	4,2±0,7	2,1–6,7	1,6	39,0	6	5,6±1,0	3,4–9,1	2,2	39,7	1,25
Мышцы	6	3,0±0,5	1,5–4,3	1,1	37,8	6	4,2±0,8	2,1–6,4	1,8	42,0	1,43
Самцы половозрелые											
Жир	6	22,0±0,8	19,8–24,6	1,8	8,3	6	66,8±15,8	29,4–119,6	35,4	53,4	3,10*
Мозг	6	26,6±1,4	21,8–29,4	3,2	12,1	6	24,6±3,3	11,8–30,6	7,4	30,0	0,62
Гонады	6	7,3±0,9	4,3–10,21	2,3	31,2	6	14,1±0,5	12,6–15,3	1,1	7,9	6,51*
Печень	6	13,4±0,9	10,3–15,8	2,1	15,6	6	22,5±2,5	16,7–30,6	5,64	25,1	3,69*
Мышцы	6	2,0±0,2	1,5–2,5	0,4	18,1	6	5,3±1,2	2,9–9,5	2,8	52,4	2,85*

* Различия достоверны при $P \leq 0,05$.

Таблица 2. Содержание общих липидов в тканях лесной мыши, мг%/г

Table 2. Total content of lipids in tissues of *Microtus socialis*, mg%/g

Ткани	Целинная степь					Агроценозы					t-критерий
	n	M±m	lim	δ	CV	n	M±m	lim	δ	CV	
Самки половозрелые											
Жир	6	6,1±0,8	2,5–7,7	2,0	39,7	7	6,9±0,2	6,1–7,7	0,5	7,7	2,30*
Мозг	6	21,9±5,8	8,0–45,1	14,4	64,6	7	3,6±0,1	3,3–4,0	0,2	6,0	3,46*
Гонады	—	—	—	—	—	7	2,8±0,2	2,2–3,2	0,4	14,6	—
Печень	6	5,7±0,8	3,3–8,8	1,8	32,2	7	11,4±0,9	8,1–13,7	2,4	20,8	4,77*
Мышцы	6	16,5±4,2	8,6–34,3	10,4	62,9	7	13,1±0,4	11,7–13,9	1,0	7,3	0,85
Самки половозрелые											
Жир	6	33,1±3,9	22,7–50,7	9,5	28,6	7	15,0±1,0	10,8–18,4	2,6	17,3	4,87*
Мозг	6	18,9±5,9	8,0–45,8	14,4	76,2	7	4,4±0,8	2,3–8,2	2,1	46,9	2,64*
Гонады	6	4,7±0,8	2,4–7,3	1,9	40,1	7	9,1±0,7	7,1–12,0	1,7	19,1	4,45*
Печень	6	7,7±0,9	4,0–10,8	2,2	28,4	7	12,9±0,8	10,1–15,0	1,8	14,4	4,63*
Мышцы	6	5,6±0,6	4,0–7,8	1,6	28,2	7	14,2±0,5	12,7–15,8	1,3	8,9	10,90*
Самцы неполовозрелые											
Жир	9	46,0±6,8	21,5–90,6	20,4	44,3	8	47,2±3,2	32,2–58,1	9,0	19,0	0,15
Мозг	9	22,3±4,2	12,9–50,8	12,4	55,8	8	11,7±0,9	8,4–15,2	2,5	21,1	2,37*
Гонады	9	7,8±1,9	2,2–18,5	5,3	67,5	8	10,0±0,6	8,0–13,2	1,6	16,4	1,12
Печень	9	6,4±0,7	3,1–9,5	2,2	33,5	8	9,0±0,4	7,3–10,6	1,1	12,2	3,12*
Мышцы	9	7,3±1,3	1,4–17,7	4,2	57,8	8	10,4±0,7	7,3–12,6	2,1	19,9	1,90
Самцы половозрелые											
Жир	6	19,7±6,0	8,3–45,9	14,6	76,1	7	56,1±1,9	48,2–63,3	5,0	8,9	6,30*
Мозг	6	20,3±3,3	11,8–27,5	8,2	40,2	7	26,0±1,1	22,0–30,4	3,0	11,4	1,70
Гонады	6	5,9±0,6	3,8–7,4	1,4	23,3	7	17,0±1,0	13,8–21,2	2,5	14,8	9,60*
Печень	6	9,1±1,5	5,3–14,3	3,6	40,1	7	25,4±1,5	20,2–31,2	3,8	15,2	7,80*
Мышцы	6	4,7±0,6	2,4–6,4	1,4	28,9	7	12,2±0,8	9,0–15,2	2,2	17,9	7,30*

* Различия достоверны при P<=0,05.

Таблица 3. Содержание ХОП в почве, растениях и тканях грызунов из различных биотопов

Table 3. Content of chlororganic pesticides in soil, plants and rodent tissues from various communities

Проба	ДДТ, мг/кг	Кн*	ГХЦГ, мг/кг	Кн*
Заповедная степь				
Почва	0,000023	1	0,0000017	1
Разнотравье	0,0055	239	0,0010	588
Общественная полевка (жир)**	0,88	38261	0,0040	2353
Агроценоз				
Почва	0,000118	1	0,0000092	1
Люцерна	0,013	110	0,005	544
Общественная полевка (жир)	2,59	21949	0,0727	7902
Заповедная степь				
Почва	0,000014	1	0,0000003	1
Разнотравье	0,005	357	0,0006	2000
Лесная мышь (гонады)	3,06	218571	0,0078	26000
Агроценоз				
Почва	0,000090	1	0,000004	1
Люцерна	0,01	111	0,005	1250
Лесная мышь (гонады)	4,68	52000	0,152	38000

* Кн — коэффициент накопления (отношение содержания пестицида в биопробе к содержанию в почве);

** У общественной полевки приводятся данные по содержанию ДДТ и ГХЦГ в жировой ткани, так как здесь обнаружены их максимальные концентрации.

ному загрязнению (Oladimeji, 1975; Besch, 1976). Животные, видовой особенностью которых является высокая степень жирности тканей, более устойчивы к воздействию липотропных ХОП (Чупров и др., 1983).

Более низкое, чем у грызунов из естественных ценозов содержание липидов в мозге и жире грызунов из агроценозов позволяет сделать предположение о возможном влиянии повышенных концентраций ХОП на энергетический обмен животных. По-видимому, при определенных концентрациях ХОП в организме энергетические процессы начинают преобладать над пластическими, что проявляется прежде всего в

расходевании липидов мозга, а у самок— еще и липидов жира. Можно предположить, что высвободившиеся ХОП, связанные с липидами этих тканей, могут оказывать отрицательное влияние, которое усугубляется в осенне-зимний период в связи с ухудшением кормовых условий и истощением организма. Истощенный организм подвергается большому риску погибнуть от отравления ХОП. Так, в эксперименте у погибших от голодания птиц концентрация остаточных количеств пестицидов в тканях была в 6,6 раза выше, чем у птиц той же популяции, погибших при транспортировке, но не истощенных (Vames, 1969).

Таким образом, при неблагоприятных условиях к внутривидовым авторегуляторным механизмам может подключаться действие стойких ХОП как хеомстериллантов, что приводит к снижению численности грызунов.

- Воронова Л. Д.* Предисловие // Влияние пестицидов на диких животных. — М.: ЦЛОП МСХ СССР, 1972. — С. 3–4.
- Дейвис Д.* Стратегия борьбы с грызунами // Стратегия борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками в будущем. — М.: Колос, 1977. — С. 159–173.
- Ермаков В. В.* Газохроматографические методы определения пестицидов в биологических средах. — М.: Наука, 1972. — 83 с.
- Засухина Г. Д.* Репаративные механизмы клеток и проблемы окружающей среды. — М.: Наука, 1979. — 80 с.
- Каменов Д. А., Золотарев С. А.* Влияние некоторых пестицидов на эколого-физиологические механизмы модельных групп диких домашних мышей // Докл. АН СССР. — 1979. — № 3. — С. 756–760.
- Плохинский Н. А.* Биометрия. — Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1961. — 364 с.
- Францевич Л. И.* Обработка результатов биологического эксперимента на микро-ЭВМ "Электроника БЗ-21". — Киев: Наук. думка, 1979. — 91 с.
- Чупров С. М., Лихтенвальд В. В., Антонова И. Г.* Эколого-биохимические характеристики плотвы сибирской и окуня как индикаторов состояния вод Красноярского водохранилища // Тез. докл. Всесоюз. симпоз. "Обобщенные показатели качества вод" (Практические вопросы биотестирования и биоиндикации). — Черноголовка, 1983. — С. 134–135.
- Besch W. K.* Responses of freshwater fauna to pesticides // Implic. Pesticide Use Trop. Freshwater and Terrest. Ecosist. Inform. Workshop Meet. Cent. Overseas Pest. Res., 1975. — London, 1976. — 7. — P. 100–107.
- Folch J., Lees V., Sloane S.* A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues (for brain, liver and muscle) // Journ. Biol. Chem. — 1957. — 226, № 1. — P. 497–509.
- Kamenov D.* Influence of some pesticides on the population structure of *Apodemus flavicollis* Melch (Rodentia) // II Congr. Theriolog. Internationalis (20–27 June 1978, Brno). — Abstr. of papers, 1978. — P. 262.
- Oladimeji A. A.* Effects of dietary methoxychlor on the food maintenance requirements of brook trout // Progr. Water Technol. — 1975. — 7, № 3–4. — P. 587–597.
- Vames L. R., Caffherine L. E.* The effect of starvation on insecticide contaminated herring sulls removed from a lake Michigan colony // Proc 12 th. Conf. Gr. Lakes Res. fun. Arbor. Mich. — 1969. — P. 53–60.
- Woodwell G. M., Craig P. P., Johnson H. A.* DDT in the biosphere: Where does it go? // Science. — 1971. — 174, № 4009. — P. 606–608.