

## ОТ РЕДАКЦИИ

Опубликованные выше переводы обзоров В. Героута и Г. Левинсона освещают направление исследований, связанное с выяснением роли низкомолекулярных природных веществ как регуляторов в биологических системах.

Вплоть до недавнего времени проблема химической регуляции разрабатывалась в основном применительно к регуляции функций на организменном уровне. Наиболее подробно этот вопрос изучался для случая гормональной системы млекопитающих. За последние 15—20 лет границы этих исследований существенно расширились — были получены новые данные о гормональной регуляции и у низших животных, в частности у членистоногих, а также у высших и низших растений.

Гораздо менее изученным оставался вопрос о возможной роли продуктов обмена веществ, выделяемых организмом в окружающую среду. Многие факты, давно известные биологам, свидетельствовали о том, что эти вещества могут выполнять функции регуляторов в определенных взаимоотношениях между организмами. Так, на уровне феноменологического описания было показано, что целый ряд биологических явлений, таких, как например, взаимное влияние растений (аллелопатия), взаимосвязь растений и насекомых, разнообразные и сложные регуляции в коллективах общественных насекомых, некоторые поведенческие реакции рыб могут быть объяснены лишь если принять, что химические вещества, выделяемые отдельными особями в среду, играют роль регуляторов, воздействующих на поведение и жизнедеятельность других особей. Однако, из-за несовершенства аналитических методов напрашивавшаяся аналогия между гормональной регуляцией внутри организма и регуляцией в сообществах с участием метаболитов, попадающих в среду (в «гормональных» количествах), долгое время оставалась в значительной степени умозрительной гипотезой, которая нашла свое отражение в появлении таких терминов как «эктокрины», «экзогормоны», «средовые гормоны».

Сравнительно недавно (в конце 50-х — начале 60-х годов) мысль о регуляторном значении метаболитов, выделяемых в среду, получила строгое экспериментальное обоснование благодаря широкому внедрению новых физико-химических методов (хроматография, ЯМР- и масс-спектрометрия). Вероятно, можно считать, что начало этому новому периоду в исследовании экзогормонов положили работы Бутенандта и Карлсона, которые выделили половой аттрактант (феромон) тутового шелкопряда и установили его структуру. Дальнейшие исследования показали, что система химической коммуникации, использующая сигнальные вещества — феромоны, имеется не только у насекомых, но и у высших животных вплоть до приматов.

Еще более сложные и многообразные химические механизмы регуляции обнаруживаются при изучении нетрофических связей в биоценозах — устойчивых сообществах различных видов живых организмов, населяющих определенный район. При этом за внешней и густой сетью трофиче-

ских связей (цепей питания — «кто кого ест») в сообществах приоткрываются более тонкие связи чисто регуляторного, сигнального характера. Иными словами, выясняется, что экология не может ограничиваться лишь изучением потока энергии и обмена веществ в сообществах, а должна также учитывать не менее важный поток веществ-сигналов, несущих информацию о наличии, поведении и физиологическом состоянии различных видов, составляющих данную биологическую систему. Именно этот аспект экологических исследований и отражает недавно появившийся термин «химическая экология». Некоторое представление о предмете и границах этого понятия дают названия статей в сборнике «Химическая экология», вышедшем в США в 1970 г.: «Растения и химическое окружение», «Химические взаимодействия между растениями и насекомыми», «Гормональные взаимодействия между растениями и насекомыми», «Внутривидовая химическая коммуникация у животных», «Химическая защита против хищников у членистоногих» и др.

Для химиков наиболее существенной стороной этой проблемы является вопрос о природе веществ, с помощью которых осуществляются процессы химической регуляции. Кажется очевидным (на что впервые обратил внимание, по-видимому, Г. Френкель), что в роли подобных химических регуляторов не могут выступать продукты обмена, участвующие в основном метаболизме, обеспечивающем организм энергией и строительным материалом (поскольку этот метаболизм однотипен для всех живых существ), а ими должны быть вещества, метаболизм которых достаточно специфичен у разных видов. Набор таких природных веществ, иногда называемых «вторичными метаболитами», чрезвычайно велик, особенно у растений. К ним обычно относят изопреноиды, алкалоиды, некоторые алифатические и ароматические соединения, антибиотики. Известно, что некоторые из этих веществ (например, стероиды) участвуют в регуляции важнейших биологических функций на организменном уровне. Однако для большинства других долгое время оставалось неясным, выполняют ли они какую-либо функцию в природе или являются просто «отбросами» метаболизма организмов-продуцентов. В настоящее время данные химической экологии убедительно показывают, что по крайней мере некоторые из «вторичных метаболитов» и являются теми веществами, которые выполняют роль регуляторов во взаимоотношениях организмов на уровне популяций и сообществ.

Таким образом, как на уровне организма, так и на уровне сообществ организмов, характерно наличие химического канала связи между отдельными составляющими биологической системы, причем в качестве сигналов широко используются некоторые типы низкомолекулярных природных веществ.

Вопрос о том, каким образом функционирует эта система хеморегуляции, пока еще неясен, но в одном из главных аспектов эта проблема является по своей сути проблемой хеморецепции. Хочется подчеркнуть, что последняя отнюдь не сводится к вопросу о механизме рецепции сигнала специализированными органами обоняния и вкуса у животных, но рассматривает всю область взаимодействий молекулы-сигнала с рецептором в той или иной биологической системе.

Другая важная сторона проблемы хеморегуляции связана с изучением вопроса об организации системы химического канала связи. Интересные данные, относящиеся к этому вопросу, получены в работах Сазерленда, который нашел, что в ряде случаев гормональная система регуляции в организме животных построена как система первичных мессенджеров — посыльных (гормонов), под действием которых в клетках мишени индуцируется образование вторичного мессенджера (цикличе-

ского аденозин-3,5'-монофосфата, цикло-АМФ). Возможно, что принцип подобной иерархии сигнальных систем является столь же общим, как и принцип иерархии управляющих систем в биологической организации.

Весь комплекс проблем, связанных с хеморегуляцией, представляет несомненный интерес для химиков. Литература по этой общей проблеме чрезвычайно обширна, и она не могла быть охвачена в рамках двух публикуемых ниже обзоров. Поэтому мы сочли необходимым привести еще дополнительный список литературы, позволяющий более полно судить об основных направлениях в изучении явлений хеморегуляции.

Список этой литературы, разбитый на несколько достаточно условных разделов, приведен в конце литературы к обзору Г. Левинсона.

### Дополнительная литература

#### I Общие вопросы химической экологии.

- «Chemical Ecology» (ed. E. Sondheim, J. Simeone), Acad. Press, N.—Y., 1970; Е. Одум, Экология, «Просвещение», М., 1968; «Механизмы биологической конкуренции» (сб. переводов под ред. Р. Л. Берт, А. Л. Тахтаджян), «Мир», М., 1964; С. С. Шварц, Изв. АН СССР, сер. биол., 1972, 822; В. Pierson Scientific American, 220, № 2, 22 (1969).

#### II Вопросы гормональной регуляции и хеморецепции

- E. Sutherland, Science, 174, 401 (1972); W. Burdette, Cancer Res., 32, 1088 (1972); K. Nair, M. Menon, Experientia, 28, 577 (1972); K. Thimann, The natural plant hormones, в кн. «Plant physiology» (ed. F. Steward), т. VIB, гл. 5, Acad. Press, N.—Y., 1972; A. Srb, Developmental genetics, Там же, т. VIC, гл. 10; F. Steward, A. Krikorian, Integration and organisation: control mechanism, там же, гл. 12; «Advances in Chemoreception» т. I. «Communication by Chemical signals» (ed. J. Johnston, D. Moulton), Appleton, N.—Y., 1970; «Olfaction and Taste» «Proceedings of the fourth International Symposium» (ed. D. Schneider), Wissensch. Verlag, Stuttgart., 1972; А. В. Минор, Н. Л. Сакина, Нейрофизиология, 5, 415 (1973).

#### III Феромоны

- «Chemical controlling insect behavior» (ed. M. Beroza), Acad. Press, N.—Y., 1970; Д. Гилмур, Метаболизм насекомых, «Мир», М., 1973; Я. Д. Киршенблат, Терпены — химические средства воздействия животных, «Наука», М., 1968; D. Evans, C. Green, Chem. Soc. Rev. 2, 75 (1973).

#### IV Химическое взаимодействие растений (аллелопатия)

- Г. Грюммер, Взаимное влияние высших растений — аллелопатия, «Наука», М., 1957; А. М. Гродзинский, Аллелопатия в жизни растений и их сообществ, «Наукова думка», Киев, 1965; F. Went, L. O. Sheps, Environmental factors in regulation of growth and development: ecological factors, в кн. «Plant physiology» (ed. F. Steward), т. VA, гл. 5, стр. 375, Acad. Press, N.—Y., 1969; A. D. Rovira, Bot. Rev., 35, 35 (1969); C. H. Muller, Vegetatio, 18, 348 (1969); C. Cook и др. J. Amer. Chem. Soc., 94, 6198 (1972); W. Grow и др., Tetrahedron Letters, 1971, 1353.

#### V Химическая регуляция взаимоотношений между растениями и насекомыми

- «Control of insect behavior by natural products» (ed. D. Wood, R. Silverstein, M. Nakajima) N.—Y., 1970; D. E. Breedlove, P. Ehroch, Science, 162, 671 (1968); K. Wada и др., Agr. biol. chem., 35, (1), 115 (1971); A. Braun, Abnormal growth in Plants, в кн. «Plant physiology» (ed. F. Steward), т. VB, гл. 9, Acad. Press, N.—Y., 1969.