БИОХИМИЯ

С. Я. ЗОЛОТНИЦКАЯ

О ЗНАЧЕНИИ МИКРОВЕЩЕСТВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ

В. И. Вернадским [1] и А. П. Виноградовым [2] неоднократно подчеркивалось, что главными (макро) элементами, принимающими на 99,9% участие в построении живых существ, являются элементы от I до 26 по системе Менделеева. Остальные встречаются редко, в микроколичествах и часто весьма специфичны для различных организмов. Обширные исследования, проведенные в СССР и за рубежом, показали совершенную необходимость присутствия для нормального роста растений мельчайших количеств разнообразных элементов (называемых поэтому обычно микроэлементами).

Медициной в настоящее время используются разнообразные по составу и строению физиологически активные вещества — алкалоиды, глюкозиды, витамины, стероиды, пигменты и т. д., как правило встречающиеся в очень ограниченном количестве у различных растений. Жиры, белки и углеводы, составляющие основу живого организма у всех видов, состоят из более однотипных соединений, достаточно сказать, что, как известно, всего 20—25 аминокислот образуют в различных сочетаниях все известные виды белков. Эти вещества до некоторой степени также применяются в медицине, но главное значение их в области питания. Итак, между неорганическим и органическим составом организмов наблюдается аналогия, позволяющая различать наряду с макро- и микроорганические соединения.

Микроэлементы и микроорганические соединения в организмах гораздо разнообразнее макросоединений. Встречаются они у различных (причем далеко не у всех) видов, что представляет еще одну интересную параллель к закономерности, установленной вышеупомянутыми авторами для неорганических веществ. Органические соединения с высоким молекулярным весом, как и элементы с большим атомным весом, в общем, встречаются реже более простых, с низким весом веществ. Просматривая локализацию микроэлементов и микроорганических веществ в растениях, нетрудно заметить, что те и другие обычно накапливаются у точек роста, в молодых развивающихся тканях, особенно часто в органах репродукции. Это показано большим числом исследований, в отношении алкалоидов и нашими данными в том числе. В качестве одного из примеров можно указать, что лишь спороносные (а не стерильные) побеги *Aspidium filix mas*, по Мадаусу, содержат Al [11], а у *Lithospermum purpureo* — *coeruleum* алкалоиды в небольшом количестве находятся в плодущих ветках, тогда как вегетативные побеги дают отрицательную реакцию. Причину указанной

аналогии надо искать в общности свойств этих веществ и их значения в жизни растений.

Общими и важными для растений свойствами микроэлементов и микроорганических соединений, несомненно, являются их аналогичные или близкие химические и физические свойства. Общеизвестно, что большинство алкалоидов по своей основности, способности к солеобразованию и т. д. близко к металлам, группы циана и родана по химическим свойствам сходны с галоидами и т. д. Некоторые микроэлементы, как бор, марганец, цинк, медь, способны влиять на вязкость плазмы [8], что присуще таким микроорганическим соединениям, как колхицин, сульфгидрильные группы и т. д.

Как известно, близкие по свойствам вещества в физиологических процессах нередко выступают, как антитоды (противоядия). Антагонистические отношения указаны для цинка и стрихнина при прорастании семян *Sinapis alba*, отмечалось «противокумарное» действие калия [10] и т. д. Антагонистические отношения характерны также и внутри обеих групп (например, «антивитамины»).

Для различных систематических групп показательное содержание определенных элементов [2] и микроорганических соединений, например, для злаков и осоковых — кремния, для бобовых и сложноцветных — кальция, для разодветных — цианогенных соединений, пасленовых — алкалоидов группы тропана и т. д. Согласно Мадаусу, магний, а по нашим данным алкалоиды и токоферолы чаще встречаются у масличных видов, чем у крахмалистых.

Фитонциды и металлы в аналогичных условиях не только могут угнетать развитие микробов, но и прорастание семян, причем действие тем сильнее, чем выше атомный номер металла [7]. Нитраты кальция и серебра, подобно пиридолину и некоторым другим веществам способны удлинять жизнь цветов [12].

Весьма характерна взаимозаменяемость веществ как внутри, так и между группами. Факты, указываемые в литературе, весьма многочисленны, но, к сожалению, не могут быть здесь приведены по недостатку места. Еще Варбургом было показано, что истинным кофактором при дыхании плазмы является хлорид, но он может быть заменен и другими галоидами, а также нитратами. Теперь установлено, что поведение галоидов в некоторых реакциях менее связано с их специфичностью, чем с концентрацией в растворе, ибо ионы элементов с одинаковым числом электронов во внешней оболочке весьма сходны между собой.

Среди эфиромасличных, алкалоидоносных и т. п. видов встречаются хемотипы. Хемотипы обнаружены и по элементарному составу как у животных, так и у растений. У ряда астрагалов селен в белках заменяет серу, цинк в питательных средах дрожжей может быть заменен ураном [3]. Наличие у хемотипов-растений веществ близких по свойствам уже указывалось нами ранее [5]. Возможность существования хемотипов объясняется закономерностями подобия свойств элементов, гениально отображенных в законе Менделеева и подобием реакций микроорганических соеди-

нений, что в известной мере дает растению возможность их замены и существования в условиях разнообразной, вечно изменяющейся среды. В реакциях взаимодействия молекул роль принадлежит не элементу, как таковому, а внешней электронной оболочке, определяющей его физические и химические свойства. Поскольку сера является аналогом селена лишь для определенных валентностей, можно считать существенным значение заряда, что сходно с использованием изотопов. Применяя подстановку элементов в одних случаях, растение в других проявляет себя тонким анализатором, тщательно избирающим из смеси необходимые ему изотопы калия и радиоактивных элементов.

Аналогично тому, как в атоме одни свойства зависят от внешней оболочки, другие от ядра, в микроорганических соединениях некоторые качества связаны с кольчатым ядром, другие с радикалами, боковыми группировками, что показано многочисленными примерами и т. д. Так, нередко эфиры и соли многих циклических кислот обладают действием, сходным с вызываемым кислотой. С общебиологической точки зрения способность замены биокатализатора в изменчивой среде является важнейшим фактором эволюции и сама порождается ею.

Среди микроорганических веществ и микроэлементов много оптически активных соединений, поглощающих в различных отрезках спектра, особенно в ультрафиолетовой и инфракрасной областях. Как в неорганической природе лишь группа элементов, занимающих в таблице Менделеева среднее место и следующих друг за другом (титан, ванадий, хром, марганец, железо, кобальт, никель и медь, в меньшей степени вольфрам и редкие земли), по счастливому выражению Феромана, являются «красителями мира», так и среди микроорганических соединений определенная группа окрашивает все растительные организмы. Большинство цветов заключает желтый пигмент или бесцветны, что способствует поглощению коротких лучей. Синие цветы, отражающие сине-фиолетовые лучи, встречаются относительно редко и зачастую у растений, синтезирующих алкалоиды (дельфинум, акониты, виды бурачниковых). Окраска самоцветов (обусловленная, главным образом, микроэлементами), до некоторой степени повторяет ту же правильность. По Ферсману, самоцветы желтого цвета составляют 20%, бесцветные — 15%, красные — 10%, синие — 5%, фиолетовые — 3%. Отсюда следует, что среди производных микроэлементов-красителей самоцветов преобладают соединения, поглощение которых сдвинуто к области коротковолнового излучения. Интересно, что в древности самоцветы применялись для врачевания.

Обычно отражается свет, не поглощаемый телом, но металлы, алкалоиды, некоторые красители, как фуксин и другие, способны сильнее отражать те лучи, которые более всего поглощаются, на чем в ряде случаев и основано их биокаталитическое действие. Для обеих групп характерны аналогичные или близкие превращения внутри — и межмолекулярной энергии, проявляющиеся в явлениях флуоресценции сенсбилизации, фосфоресценции и т. д. Бензол, нафталин, флуоресценин могут быть рассматриваемы, как «органические фосфоры», чем, вероятно, и объясняется роль их

производных в трансгликозидировании. Полная аналогия найдена по сенсibiliзирующему действию для окиси Zn и фотодинамическим красителям [9]. Фотоокисление, ускоряемое галондами, солями хрома, цинка, титана, вольфрама, ванадия и т. д., так же, как антрахинонами, ванилином, фенантрехинонами и прочими, является частным случаем процесса фотоприсоединения, противоположным которому является вызываемый световой энергией распад. С другой стороны, быстроокисляемые соединения обеих групп, как хлорное олово, фенол, пирогаллол, гидрохинон и т. д., в известных смесях играют роль «антиоксидантов», столь распространенных в растительном мире.

Обычно в одном и том же виде редко встречаются различные вещества в одинаковом количестве, хотя не исключено наличие переходных форм. Примером могут служить алкалоиды и эфирные масла, салициловые глюкозиды и дубильные вещества у ивы (по нашим данным) и др. Вместе с тем несомненны связи некоторых соединений, например, алкалоидов и пигментов, эфирных масел и смол и т. д. и возможности, в известных пределах, перехода одних соединений в другие.

Микроорганические вещества обычно носят произвольные названия — кумарин, ванилин, коричная, салициловая кислота и т. д., вуалирующие то обстоятельство, что большинство из них может быть сведено в ограниченное число групп с близкими соединениями, базирующихся на кольце бензола, принадлежащих к гетероциклическому ряду с большей или меньшей сложностью боковых группировок или включающих иные соединения с двойной связью. По ряду свойств эти соединения близки между собой, в частности, гетероциклические соединения во многом повторяют свойства бензольных соединений. Тиофены и их производные по реакциям также подобны ароматическим соединениям. Заместители аминная и фенольная группы усиливают поглощение света и обуславливают ионную характеристику. Ароматические соединения, содержащие N, O и S, обладают основными свойствами.

Бензол и многие его производные так же, как окись цинка, щелочно-галлоидные соли, являются носителями «голубого спектра». До настоящего времени ультрафиолетовое излучение рассматривалось, главным образом, как фактор, нарушающий жизненные процессы у растений. Уже ранее [5] приводился ряд фактов, свидетельствующих о важных физиологических функциях коротковолновой части спектра и отмечалась роль различных оптически активных веществ, в частности алкалоидов (особенно, поглощающих в ультрафиолетовой области) в жизни растений. Ультрафиолетовые лучи обладают высокой фотохимической активностью и вызывают фотоэлектрический эффект-отщепление электрона от атома. Именно ультрафиолетовый свет вызывает фотохимическую полимеризацию ацетиленов и его производных в бензол и близкие производные, расщепляет крахмал, разлагает аммиак, кислород, активизирует водород и т. д. Химическим реакциям, ими вызываемым, посвящена огромная литература. Напомним хотя бы опыты Бэли, получившего в водных

растворах азотного калия, формальдегида и аммония — аминокислоты, соединения с пиррольными, пиридиновыми кольцами и даже алкалоиды.

Коротковолновое излучение, во многих случаях действующее противоположно видимому свету в реакциях синтеза и разложения, играет важную роль при репродукции растений. Не исключено, что соединения, поглощающие в ультрафиолетовой зоне, обуславливают прохождение ряда фотохимических реакций в ядре клетки, вызываемых лучами высокой частоты и связанных с размножением. Действие ультрафиолетовых лучей мягче соседних рентгеновских, дающих в большинстве случаев патологические изменения в половых клетках («рентгеномутанты»).

А. Н. Теренин [9], наблюдая подобие сенсбилизации восстановления ионов серебра полупроводником (кристаллы окиси цинка) и ионами растворенного красителя, высказал мысль об общности первичного механизма, состоящего в переносе электронов. Им далее указано на сходство полупроводника электронного типа с фотоокисляющими красителями, а дефектных с фотовосстанавливающими. Алкалоиды хинолиновой группы, как и окислы микроэлементов (например, окись мышьяка), могут повышать напряжение на катоде, выделяющем кислород [10].

Как известно, основным аккумулятором солнечной энергии (причем обычно под этим подразумевают поглощение видимого света в части активности хлорофилла) являются растения. Лишь в самое последнее время наукой найдены фотоэлементы непосредственно трансформирующие световую энергию в электричество. В полупроводниках, которые представляют собой некоторые микроэлементы и их соединения (сернистый таллий, селен, закись меди и т. д.) связь между электронами настолько слаба, что свет и другие воздействия освобождают электроны. По-видимому, и определенные микроорганические вещества с двойной связью способны быть источником электронов из-за слабой их связи, т. е. являются органическими «полупроводниками». Хотя бензольные кольца и не содержат чередующихся двойных и простых связей, они, согласно имеющимся данным, ведут себя как система сопряженных связей. Бензольное кольцо передает взаимное влияние атомов, что особенно важно для реакций между азотом и кислородом. Бомбардировка фотонами ультрафиолетового света так же, как и электронами, вызывает разрыв двойных связей у непредельных, ароматических и гетероциклических соединений, освобождение реакционно способных и подвижных электронов, ионизацию, диссоциацию молекулы на атомы, перегруппировки в молекуле и т. д.

Таким образом, вещества, поглощающие ультрафиолетовое излучение, способствуют переходу световой энергии в электрическую. Под влиянием поглощенного ультрафиолетового света ряд ароматических и гетероциклических соединений отщепляют электроны и превращаются в электролиты, как, например, α -нафтиламин, трифениламин и др. Некоторые алкалоиды, как и многие органические красители, также являются электролитами. Ультрафиолетовые лучи ионизируют и делают электропроводными растворы антрацена, являющегося изомером фенантрена и обладающего как бы тремя бензольными ядрами. Среди производных антрацена,

широко встречающихся в растительном мире, назовем антрахиноны, в частности ализарин, пурпурин, эмодин, хризофановую кислоту. Что касается фенантрена, то это группировка лежит в основе многих алкалоидов, глюкоалкалоидов, глюкозидов, стероидов, половых гормонов и т. д. Отдельные производные бензола, гетероциклического ряда и т. д. могут рассматриваться не только как биокатализаторы, но и как промежуточные стадии образования различных соединений, обладающие электрооптическими свойствами, повышенной способностью к самодвижению и реакциям при обмене веществ и распределении их в растении. Признание за микроорганизмами свойствами, присущих *in vitro* объясняет многие неясные моменты из жизни растений. Эфирно-масляные испарения цветов, их разнообразная окраска, пигментация разросшихся чашечек, как у *Physalis*, выростов околоцветника у *Chenopodiaceae*, окрашенность, алкалоидность плодов и т. д., служат растениям, и в первую очередь их репродуктивным органам, для поглощения различных отрезков солнечного спектра, обеспечивающих обмен веществ.

Органические вещества обычно не являются электролитами, поэтому большое значение для жизненных отправлений обмена веществ имеют (вместе с неорганическими) микроорганические соединения, способные к образованию солей (как алкалоиды), диссоциирующие и проводящие электрический ток. Отсюда понятно, почему введение алкалоидов, а также некоторых других соединений с аминной и сульфгидрильной группами, поглощающих в ультрафиолетовых лучах, резко повышает окислительно-восстановительные процессы у растений. Группы CN и NH₂ могут, подобно галогенам, обеспечивать комплексную связь и образование проводящих систем с неэлектролитами. Вероятно поэтому в семействах с цианогенными соединениями не известны алкалоиды пиридиновой группы.

Адсорбция ионов мицеллой коллоидов обеспечивает передвижение белков и углеводов. Для растения, преимущественно включающего металлоиды с малым положительным зарядом ядра, при наличии в окружающей среде столь мощного окислителя, как кислород, весьма существенны восстановители, что доказывается их многообразием (алкалоиды, альдегиды, холин, редуцирующие сахара и др.). Благодаря малой полярной связи C и H в углеводных радикалах они сходны с атомами водорода, который в растворах ведет себя подобно металлу. Широко распространенные у растений сложные полисахариды и их производные — агар-агар водорослей, пектиновые вещества, камеди могут играть роль защитных коллоидов, придающих устойчивость системы к электролитам. Дифференцированный просмотр электрических и оптических свойств этих веществ, в частности уроновых кислот, крайне желателен.

Внутренний хлорофилл в феллодерме также сенсibiliзирует трансформацию и движение органических веществ. При освещении зеленого листа, как показал Уоллер, наблюдается возникновение электрического тока, тогда как при отсутствии хлорофилла ток не был обнаружен. Вместе с тем при этиоляции, хлорозе наблюдается резко выраженная задержка оттока сахаров, глюкозидов, в транслокации которых видная роль при-

надлежит фосфору и аглюконам того же значения. Накопление отмечалось нами и другими авторами также для алкалоидов и, следовательно, органических кислот, в продвижении которых они участвуют, т. к. соли органических кислот диссоциируют сильнее кислот.

Ввиду связи движения органических веществ со светом, флоэма расположена на периферии. Алкалоиды, хлорофилл, пигменты, эфирные масла и т. д. также отмечаются в поверхностных тканях. Движение в ксилеме не нуждается в непосредственном притоке света, т. к. (схематически) диссоциированные ионы передвигаются в противоположных направлениях вследствие электрополярности и разности потенциалов, возникающей между находящейся в темноте корневой системой и поверхностью наземной части, днем благодаря освещению электроотрицательной и электроположительной почью. Рядом исследований (и нашими в том числе) показана локализация в ксилеме алкалоидов, что, быть может, объясняется возможностью их самодвижения.

Несомненно, движение электролитов в растениях может регулироваться общими закономерностями (электроосмос, электрокапиллярность, образование проводящих систем с неэлектролитами, комплексных ионов с переменной заряда, что в частности указано для CN^- катафорез и т. д.). Наличие электрических явлений в клетках показано непосредственными опытами.

Известно, что окисление и восстановление может осуществляться не воздействием одного вещества на другое, но при помощи электрического тока. Вместе с тем водород, теряющий под влиянием освещения электрон, действует как водородный электрод, у которого происходит окисление. В этой связи весьма интересно исследование взаимоотношений между электрическими явлениями, вызываемыми поглощением ультрафиолетового света и первой (инграмолекулярной), а также последующими фазами дыхания. Примечательно, что у животных дыхательный центр раздражается водородными ионами. Мы далеки от мысли свести все сложные физиологические явления к химико-физическим, однако учет последних в применении к растениям может оказаться столь же плодотворным, как в физиологии животных.

Растения в основном (через хлорофилл) поглощают красно-оранжевые лучи солнечного спектра, что хорошо согласуется с тем, что на долю видимого света приходится около половины (40—45%) всей доставляемой Земле солнцем энергии, но они имеют приспособления для поглощения также в ультрафиолетовой и инфракрасной областях.

Биокаталитические функции при возникновении жизни выполнялись в большей мере, по-видимому, галоидами, солями щелочных и щелочноземельных металлов, радиоактивными элементами и др., поглощавшимися примитивными формами из водной среды, обтекавшей их тело. Эти соединения и в настоящее время характерны для водорослей и некоторых других организмов, обитающих в воде. Ультрафиолетовые лучи, достаточно хорошо проникающие в воду, трансформированные соединениями галонидов и щелочных металлов в поток электронов, обеспечивали растению не-

обходимую энергию и (быть может отчасти) кислород воды для окислительно-восстановительных процессов. Изменение условий существования при переходе к наземному образу жизни (ограниченность поступления га-лоидов и др., иное освещение, воздушная среда и т. д.) вызвало развитие у прикрепленных к субстрату растений ряда оптически активных веществ и других биокатализаторов органического происхождения [6]. Способность синтеза микроорганических соединений, реагентов во многих процессах, совершающихся в живом организме и обеспечивающих связи организма с окружающей средой, явилась определенным этапом в эволюционном развитии живых существ.

В отдаленные геологические эпохи бедность атмосферы кислородом и повышенное ультрафиолетовое излучение, доходившее до земной поверхности, обуславливали, надо полагать, значительный удельный вес в окислительно-восстановительных процессах растений реакций без участия атмосферного кислорода. Доказательством служит сохранившееся и в наши дни выделение при дыхании кислорода воды, как следствие первоначального обитания в водной среде и наличие у растений ряда окислительных систем (каротиноидная, флавоноловая и т. д.), свидетельствующих о разнообразных условиях их возникновения. Уже древние растительные формы обладали сложным набором микроорганических соединений, поглощавших в ультрафиолете и обеспечивавших электропроводность сока. Усиленное развитие терпенов и алкалоидов характерно для более старых семейств и в современную эпоху.

Вместе с тем, электрические разряды у мельчайших «электролю» способствовали образованию активного атомного кислорода из атмосферы, который по мере увеличения, благодаря фотосинтезу, все больше вовлекался в окислительные процессы растений, а затем и животных. Известно, например, что простейшие производные бензола в присутствии ультрафиолетового света связывают газообразный кислород с образованием бензойной кислоты, весьма обычной для многих растений. Энергетический обмен суккулентов, по-видимому, в какой-то мере определяется богатством их щелочными металлами, соли которых дают фотоэлектрический эффект в ультрафиолете (фосфоресцируют и т. д.), что хорошо согласуется с ослабленным (по выделению кислорода) дыханием и накоплением воды в их теле, расходуемой экономно в связи с общим ее недостатком в почве полупустынных областей. Увеличение суккулентности можно наблюдать у многих видов при их продвижении на засоленные почвы, например, у верблюжьей колючки.

В последнее время в литературе появились указания на то, что такие морфологические образования, как шипы, колючки и т. п. связаны с большой плотностью заряда на остриях и выпуклых поверхностях. Эти образования особенно развиваются в засушливых условиях, что также следует поставить в связь с характером окислительно-восстановительного обмена в условиях недостатка влаги. Развитие кислородного дыхания эволюционно прогрессивно, ибо создавало более выравненные условия для дыхания и расселения по мере уменьшения поступления ультрафиолето-

вых лучей и локализации оптимальных условий. У животных, как известно, дыхание идет за счет атмосферного кислорода, а биотоки сопровождают реакции возбуждения физиологических процессов.

Для обслуживания нового течения реакции, на смену старым выдвигались новые соединения. Среди молодых в филогенетическом смысле семейств все уменьшалось число алкалоидоносов, видов продуцирующих терпены, широко распространились холин, стеролы и стерины, сесквитерпены, пигменты, витамины, ферменты, содержащиеся в простетических группах пиримидиновые и микроэлементные компоненты и т. д. В процессе филогении поэтому может быть установлен прогрессивный ряд биокатализаторов от микроэлементов, через группу микроорганических веществ (например, алкалоидов), до сложных микроэлементоорганических соединений, как многие витамины (витамины В₁₂ и другие), пигменты, дыхательные ферменты. Интересно, что, например, галондозамещенные флуоресцеина увеличивают скорость окисления в шесть раз. Вследствие неравномерности развития признаков уже простейшие формы обладают столь сложным соединением, как хлорофилл.

На эволюционном пути высшие формы животных потеряли способность к синтезу многих физиологически активных веществ, но сохранили потребность в них, которая удовлетворяется за счет растительного мира. На единстве каталитических функций для растительного и животного организмов и основано, в сущности, лекарственное значение микроэлементов и микроорганических соединений. Наличие бесконечно разнообразных и сводимых в то же время к немногим исходным формам микроорганических соединений хорошо отображает многообразие живых существ и удивительную однообразность жизненных отправления. Использование этих веществ для лечебного процесса служит одним из лучших тому подтверждений.

Интересны возможности использования микроорганических соединений и в другом плане, как разновидности удобрений, увеличивающих концентрацию определенных энзим, усиливающих дыхание, поглощение света и т. д. Особо интересны соединения с сульфгидрильными и аминными группами [4], показавшие, в частности в наших последних вегетационных опытах, снижение вредных последствий запала зерна. Отметим здесь, однако, что в то время как микроэлементы целиком поглощаются из внешней среды (воды, почвы), микроорганические соединения образуются самим организмом и гораздо реже заимствуются из органических остатков почвы или от других организмов путем поедания, паразитного образа жизни и т. д. Поэтому особое значение здесь могут иметь дозировки, ибо при излишней концентрации можно ожидать отрицательный эффект.

Таким образом: 1. Наблюдается ряд аналогичных моментов в распределении и роли микроэлементов и микроорганических соединений в растениях, объясняемых известной аналогией в их химических и физических свойствах. 2. Возникновение хемотипов зависит в одних случаях от общности реакций электронных оболочек, в других — от наличия одинаковых свойств кольцевых ядер, радикалов, группировок и т. д. 3. Распро-

страненная у растений группа производных бензола и весьма сходных с ними гетероциклических производных, а также ряда непредельных соединений, благодаря слабой связи электронов, играет в растениях, по-видимому, роль фотоэлементов, передающих энергию для окислительно-восстановительных реакций, необходимых при обмене веществ и репродукции.

4. Необходимо усилить внимание к соединениям растительного происхождения, поглощающим в ультрафиолетовой области и к вызываемым ими реакциям, особенно связанным с репродуктивным процессом. 5. В процессе эволюции отмечается развитие биокаталитических веществ от микроэлементов через микроорганические соединения к сложным микроэлементорганическим соединениям, хотя вследствие неравномерного развития признаков и наблюдаются отклонения.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Поступило 18 X 1956 г.

Ս. ՅԱ. ԶՈԼՈՏՆԻՑԿԱՅԱ

ՄԻԿՐՈՆՅՈՒԹԵՐԻ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հեղինակը բերում է մի շարք անալոգիական մոմենտներ միկրոէլեմենտների և միկրոօրգանական միացությունների քիմիական ու ֆիզիոլոգիական հատկությունների և բույսերի կյանքում նրանց նշանակության վերաբերյալ: Միկրոէլեմենտների և միկրոօրգանական միացությունների փոխադարձ փոխադրվելը, որի հետևանքով հաճախ առաջանում են փոփոխություններ, բացատրվում են էլեմենտների էլեկտրոնային թաղանթի սեպիցիայի քննադատական մասը, իսկ միկրոօրգանական միացությունների համար՝ քննադատը կամ նման օգակների, խմբավորումների ներկայությամբ:

Շատ միացություններ, որոնք կլանում են ուլտրամանրաշաղկապային ճառագայթներ, առանձնապես բենզոլի ածանցյալները, իզոպրենի հետերոցիկլիկ օգակը, կարող են բույսերի մեջ նյութափոխանակության և զարգացման պրոցեսների համար էներգիայի փոխադրիչի՝ ֆոտոսինթեզի վեր խաղալ: Էփոլյուցիայի պրոցեսում նշվում է բիոլոգիական նյութերի բարդացումը՝ սկսած միկրոէլեմենտներից մինչև միկրոօրգանական և միկրոէլեմենտա-օրգանական միացությունները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Вернадский В. И. Биосфера, 1—2, 1925.
2. Виноградов А. П. Тр. биохимической лаборатории АН СССР, III, 1935.
3. Гаузе Г. Ф. Успехи современной биологии, т. XXII, в. 3, 1946.
4. Золотницкая С. Я. и Авакян А. А. ДАН АрмССР т. IX, в. 1, 1948.
5. Золотницкая С. Я. Тр. Бот. сада, т. II, 1949.
6. Золотницкая С. Я. Изв. АН АрмССР (биол. и сельхоз. науки), т. VI, 5, 1953.
7. Надсон Г. А. и Штерн Е. А. Докл. АН СССР, т. II, 2, 1934.
8. Натансон Н. Е. Докл. АН СССР, т. XXXVII, 6, 1952.
9. Теренин А. Н. Фотохимия красителей, 1947.
10. Bocris J. O. a. Coway B. E. Nature, 4017, 1947.
11. Madaus G. Lehrbuch der biol. Heilm. Abt. I. Heilpflanzen., 1938.
12. Pastac M. et Diguett. V. Comp. Rend. de L'ac. d'agric., 15, 1947.