

4. Б.Л.Флауменбаум Основы консервирования пищевых продуктов. М.Легкая и пищевая промышленность,1982.
5. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф., Рахманова М.М. Способ производства компота из груш и айвы. Патент РФ № 2470561, Бюл.№36 2012г.

УДК 577.35

*Исмаилов Э.Ш., Казимагомедов М.К., Абакаров Г.М.*

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ МЕХАНИКА ВОДЫ И ЕЁ РОЛЬ В ПОВЫШЕНИИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ БИОСИСТЕМ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)**

*Ismailov E. Sh., Kazimagomedov M. K., Abacarov G.M*

## **MOLECULAR MECHANICS OF WATER AND ITS ROLE IN INCREASE OF VIABILITY OF BIOSYSTEMS (STATE-OF-THE-ART REVIEW)**

*В работе рассмотрены современные данные по молекулярной структуре воды в виде аналитического обзора. Показана незаменимая роль воды в процессах жизнедеятельности. Определены пути эффективного использования активных форм воды в технологиях.*

**Ключевые слова:** молекулярная организация воды, теория строения воды, орто-пара изомерия воды, жизнедеятельность, современные высокие технологии.

*In work modern data on molecular structure of water in the form of the state-of-the-art review are considered. The irreplaceable role of water in activity processes is shown. Ways of effective use of active forms of water in technologies are defined.*

**Key words:** molecular organization of water, theory of a structure of water, orto-couple water isomerism, activity, modern high technologies.

Издrevле людям хорошо известна жизненно – важная, уникальная роль воды в природе, её незаменимое значение для нормального роста, развития и функционирования живых систем, которое во многом задаётся активным участием  $H_2O$  в формировании и работе биосистем, в повышении их устойчивости, стабилизации и функционировании. Ныне убедительно показано, что эта уникальная роль связана с определёнными особенностями состава и строения воды, установленными в самой природе и мироздании в целом. Рассмотрим более конкретно особенности строения и молекулярной организации воды [1,2].

Ещё в середине XX столетия была предложена двухструктурная (клатратная) модель строения жидкой воды, выдвинутая и рассмотренная О.Я. Самойловым (1957 г.). Согласно этой модели молекулярная структура воды формируется при плавлении льда в результате перехода определённой части молекул  $H_2O$  из узлов молекулярной кристаллической решётки в междуузлия. Соответственно, происходит увеличение плотности упаковки молекул, а молярный объём жидкой воды достигает  $18,02 \text{ см}^3$ . Подсчитано, что при температуре  $4^\circ\text{C}$  жидкая вода имеет наибольшую плотность, когда в междуузлия переходит примерно 18 % молекул (Frank, Quist, 1961). Интересно, что эта модель предполагает сохранение в жидкой воде тетраэдричности и направленности водородных связей. Как известно, лёд представляет собой молекулярный кристалл, где все молекулы воды находятся в узлах кристаллической структуры. В кристалле льда молекулы не

меняют свою дислокацию и могут совершать только колебательные движения, оставаясь в узлах кристаллической решётки.

В кристаллической решётке льда каждая молекула воды может принимать 6 различных положений, что создаёт большой набор возможных ориентаций для атомов водорода, участвующих в образовании водородных связей (Кайвирайнен А.И., 1980). Подсчитано, что элементарная ячейка такого кристалла имеет размеры  $0,352 \times 0,737$  нм и состоит из 4 молекул  $H_2O$ . Средний объём одной молекулы равен  $0,032$  нм<sup>3</sup>, а молярный объём льда составляет  $19,65$  см<sup>3</sup>. Длина водородных связей между соседними молекулами воды в кристалле равна  $0,18$  нм, а энергия этих связей – примерно  $25,5$  кДж/ моль; расстояние между двумя соседними атомами кислорода составляет  $0,282$  нм. Частота колебаний молекул  $H_2O$  в кристаллической решётке имеет порядок  $10^8$  Гц, а наблюдаемые в результате фазового перехода в жидкое состояние вращательные и трансляционные движения молекул при температуре  $0^{\circ}C$  имеют порядок  $10^5$  Гц. Вблизи этой температуры теплоёмкость льда довольно значительная. Она составляет  $38$  кДж/моль и с понижением температуры уменьшается. Однако при плавлении льда теплоёмкость воды скачкообразно возрастает в 2 раза.

Д. Эйзенберг и В. Кауцман (1975 г.) предложили выделить 3 типа структур льда: I, V и D. Структура I является динамичной и характеризует истинное состояние воды, в которой все молекулы находятся в постоянном движении. При этом определяемые реально расстояния между соседними молекулами воды в каждый данный момент времени могут более чем на 15% отличаться от средних расстояний. Если усреднить положения молекул за небольшое определённое время, сопоставимое со временем колебательных движений молекул, создаётся картина колебательно - усреднённой V структуры. А при усреднении за ещё более длительный период, сопоставимый с временами трансляционных переходов молекул воды, получается диффузионно - усреднённая D структура.

Следует также отметить, что почти в то же время была выдвинута и другая интересная модель строения жидкой воды, схожая с моделью Самойлова и получившая название континуальной (Маленков Г.Г., 1984).

Вода - универсальный растворитель и ключевой посредник жизни [3]. О том, сколь необычными свойствами наделен этот вездесущий объект, можно судить уже по особенностям твердой фазы воды – льда. Лед является протонным полупроводником и его электропроводность обусловлена движением протонов. Причина такого поведения кроется в структуре водной молекулы, благодаря чему она и образует с другими молекулами воды (а также с биомолекулами) характерный тип межмолекулярного объединения, называемый водородной связью.

Центры положительного и отрицательного зарядов в молекуле разнесены на значительное расстояние. Поэтому она обладает большим дипольным моментом и, следовательно, сильным электрическим взаимодействием с ближайшим окружением. К тому же ей присущи интересные магнитные свойства, среди которых одно из ведущих мест занимает открытая сравнительно недавно магнито-спиновая орто – пара изомерия молекул воды [4, 5].

Как отмечалось, при плавлении льда с образованием жидкой воды часть молекул из узлов переходят в междуузлия, вследствие чего происходит повышение плотности их упаковки в единице объёма и, соответственно, молярный объём воды снижается до  $18,02$  см<sup>3</sup>. При этом структура (каркас) жидкой воды в определённой мере сохраняет гексагональную структуру льда, но становится «размытой» тепловым движением молекул, которые способны теперь совершать не только колебательные, но и трансляционные и либрационные (поступательные) движения в жидкости.

Так, например, при температуре  $+4^{\circ}C$  в междуузлиях переходит примерно 18% молекул воды. Эти молекулы заполняют преимущественно междуузлия, обрамлённые другими 20, близко расположенными молекулами воды. Причём энергетические,

динамические и иные молекулярно – кинетические свойства перешедших в междуузлия молекул воды остаются такими же, как и у всех остальных молекул. Главным достоинством данной модели Самойлова является то, что она определяет сохранение в жидкой воде определённой тетраэдричности и пространственной направленности водородных связей, характерных для кристаллического состояния льда. Вместе с тем, эта модель постулирует, что чистая вода является однородной жидкостью, в которой имеется только одна жидкая фаза.

В последующем было разработано несколько других моделей структурной организации воды, в которых более конкретно рассмотрены особенности молекулярной структуры воды и возможное влияние на неё растворённых веществ. Так, например, в континуальной модели, сформулированной Г.Г. Маленковым, также определяется, что вода является структурно – однородной жидкостью, в которой существует непрерывная трёхмерная приблизительно тетраэдрическая сетка водородных связей. Геометрические характеристики этих связей распределены примерно так же, как и характеристики кристаллов, в которых молекулы  $H_2O$  соединены водородными связями. Каждая молекула воды способна к образованию 4 водородных связей. В двух связях она выступает в качестве донора, а в двух других – в качестве акцептора электронного облака. Несколько процентов молекул не образует водородных связей вовсе.

Распределение молекул воды по энергиям, согласно данной модели, имеет один максимум. Частоты трансляционных переходов в жидкой воде имеют порядок  $10^{10}$  Гц, а колебательные движения совершаются с частотой порядка  $2 \cdot 10^{13}$  Гц. При компьютерном моделировании такой структуры выходит, что около 1% молекул в I структуре  $H_2O$  образуют 5 водородных связей, из которых 2- донорные и 3 связи – акцепторные. При этом одна из акцепторных связей имеет выраженный изгиб. У редких молекул могут быть и 3 донорные связи, одна из которых является т. н. «вилочковой». Трансляционные и либрационные колебания вызывают сравнительно небольшие смещения молекул воды, вследствие чего жидкая вода, подобно льду, характеризуется также усреднённой V структурой. Определённые в континуальной модели V структуры являются непрерывными сетками, содержащими 5 ÷ 8 членные кольца, в которых каждая молекула в среднем  $H_2O$  в среднем образует 3,6 водородных связей.

### **Молекулярная структура воды: современные модели**

На протяжении прошедшего XX столетия шло постоянное расширение и углубление наших знаний по строению, свойствам и роли воды [6, 7].

Многочисленными теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что в живых организмах, его клетках и тканях основная часть воды представляет собой объёмную воду, молекулы которой находятся в свободном состоянии. Она не связана с какими-то конкретными молекулярными структурами и является свободно-растворяющей, т.е. служит в качестве растворителя. Максимальное поглощение электромагнитной энергии молекулами свободной воды происходит в микроволновом диапазоне на частотах порядка 20 ГГц. Вместе с тем, сравнительно небольшая часть молекул воды в живых системах является гидратированной; она контактирует, взаимодействует с поверхностью макромолекул, биологических мембран и других молекулярных и надмолекулярных высокоорганизованных структур и даже обволакивает их, образуя упорядоченную ажурную сетку. Это взаимодействие происходит за счёт заряд – дипольных и диполь – дипольных электрических, а также определённых магнитных сил. Такую воду называют структурированной или связанной водой.

Имеющиеся материалы показывают, что молекулярная организация, механика и динамика молекул, а также физико – химические и биологические свойства свободной и “связанной” воды имеют свои существенные отличия. В этом плане весьма интересно активное участие  $H_2O$  в стабилизации структуры и оптимизации внутренней и внешней среды живых клеток, тканей и органов организма, обеспечении целостности всего

организма и синхронизации, согласованном протекании ферментативных и других биологических реакций и процессов. Исследователи считают, что именно динамичная структура жидкой воды, её молекулярная механика тонко и точно воспринимают различные сигналы и отображают их как универсальная матрица живого [1,2,8,9,19,20].

В настоящее время всё большее внимание специалистов привлекает изучение участия двухжидкостной воды в процессах жизнедеятельности организмов и её магнито – спиновая изомерия. Серьёзный вклад в понимание научных данных по роли структурной организации воды в биоэлектромагнитных эффектах внёс состоявшийся в начале июля 2010 года в Махачкале Междисциплинарный научный симпозиум «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах», организованный:

- Академией технологических наук РФ и её Северо – Кавказским региональным отделением;

- Дагестанским государственным техническим университетом;

- Институтом проблем геотермии ДНЦ Российской АН;

- Физическим институтом им. П.Н. Лебедева Российской АН;

- Институтом общей физики им. А.М. Прохорова Российской АН и

- Институтом аналитического приборостроения Российской АН.

Все основные материалы Симпозиума опубликованы в специальном выпуске журнала АТН РФ [31].

### **Приложения в биотехнологии**

Современные биотехнологии всё шире и глубже применяются в пищевом производстве, медицине и сельском хозяйстве для получения необходимых продуктов, а также в энергетике и ряде других направлений. При этом ведущим началом выступает сам биологический объект, его участие в соответствующих технологических процессах.

По своим электрическим и магнитным свойствам биологические системы и объекты, живые клетки существенно отличаются от обычной электролитической среды. Внутри- и внеклеточное содержимое во многом представляет собой водный раствор, содержащий органические и минеральные ионы. Молекулярные компоненты биосистем, участвующие в соответствующих биохимических и биофизических реакциях и процессах, образуют надмолекулярные системы, обладающие многими важными функциональными и другими свойствами. К таким системам относятся, например, биомембраны и примембранные слои.

Известно, что в стабилизации структуры и нормальном функционировании биологических мембран, как и всего живого объекта, активную роль играет вода. Она не только выступает в качестве универсального растворителя, внутренней среды биосистем, но и определяет работу ферментативных систем, сама участвует во многих реакциях.

Приведенный выше материал убедительно показывает, что такая уникальная роль воды заложена в её природе и молекулярной организации воды как химического соединения. При этом, в зависимости от природы и состава растворённых веществ, условий получения и внешних воздействий, вода способна проявлять различную биологическую и иную активность. В данном плане многие исследователи активно изучают уникальные свойства воды и стараются разработать эффективные способы получения  $H_2O$ , обладающей оздоравливающим биологическим действием. Ныне одним из перспективных направлений здесь является исследование орто-пара спин-изомерии  $H_2O$ , её применение в технологиях, а также определение роли этих изомеров в живой природе. Так, в работе [10] было выявлено, что обогащение воды орто-изомерами позволяет выращивать кристалл из водного раствора белка лизоцима другой морфологии, а также повышает растворяющую способность воды, например, для почечного камня оксалата кальция [11].

Хорошо известно, что для человека, растений и животных и многих микроорганизмов жизненно – важную роль играет качество и состав пищи. В

современных условиях возникла и требует своего решения проблема обеспечения безопасности потребляемой пищевой продукции и, соответственно, создания необходимых новых производств на основе биотехнологий и других перспективных подходов. Одними из основных и широко используемых в пищевой промышленности микроорганизмов являются дрожжевые клетки. Для практического применения в хлебопекарной, спиртовой и других отраслях многие отечественные и зарубежные фирмы ныне в больших масштабах выпускают сухие дрожжи. Такие дрожжи сравнительно долго хранятся и удобны в употреблении. Вместе с тем, нередко при их применении процесс брожения протекает неактивно, может наблюдаться закисание образующейся дрожжевой суспензии (бражки) и недостаточно высокое качество продуктов брожения. Поэтому стоит важная биотехнологическая задача повышения активности используемых дрожжей. При этом большее значение в активации дрожжей и обеспечении необходимого качества получаемых пищевых продуктов приобретает состав и чистота применяемой воды.

В большой серии экспериментальных исследований нами были получены интересные данные по использованию микроволн и лазерного излучения [12] для повышения жизнеспособности и увеличения продуктивности дрожжевых и других полезных микроорганизмов [13, 14]; показана перспективность их применения в биотехнологии [15, 16]. При этом было установлено, что в механизмах взаимодействия микроволн и лазерного излучения с живыми системами, их биологическими мембранами и другими высокоорганизованными молекулярными и надмолекулярными структурами и системами, а также наблюдаемых эффектах действия излучений на биосистемы активную роль играет вода и возникающие в ней изменения молекулярной структуры [1, 2, 17, 18]. Биофизические аспекты этой роли  $H_2O$  рассмотрены в работах [12, 19, 20]. Более конкретно молекулярная механика и динамика гидратированной воды и физико – химические механизмы её взаимодействия с другими молекулярными компонентами установлены также в работах [21, 22] и специальном экспериментальном исследовании [23], которые оказали существенную помощь в разработке, получении и применении целебных, здоровьесберегающих средств и способов на базе лекарственных растений Дагестана [24 и др.].

Ранее было установлено, что кавитационная обработка воды приводит к изменению орто/пара отношения от неравновесного в сторону равновесного (1:3), а также или в сторону обогащения воды спин-изомерами орто- $H_2O$ , поскольку вода при комнатной температуре является сугубо неравновесной жидкостью по орто/пара отношению, перегретой по спиновой температуре на 240 К.

В данном плане было проведено экспериментальное исследование возможности повышения активности и продуктивности хлебных дрожжей при их выращивании на питательных средах различного состава с использованием воды после её кавитационной обработки (рента вода). В результате исследования установлено, что при использовании воды после кавитационной обработки брожение протекает более активно [25]. Причём, на полноценной питательной среде активность дрожжей более высокая. Производительность биомассы также выше при использовании воды, обогащенной орто-изомерами  $H_2O$ . Существенно, что производство биомассы, в отличие от выработки углекислого газа, менее чувствительно к качеству питательной среды. Эти результаты хорошо коррелируют с данными предыдущих экспериментальных работ по повышению производительности дрожжевых клеток при действии на них мембрано–активных излучений, микроволновых и лазерных, а также биологически активных соединений.

В целом, получены новые результаты при решении прикладных задач пищевого производства [26, 27], основанные на современных исследованиях воды [4, 6, 7, 10, 11, 28, 29 и др.]. Показано, что более точное и углублённое изучение структуры и свойств воды способствует решению проблемы очистки воды в пищевых целях, а также для решения и других насущных экологических и иных задач с использованием соответствующих микробиологических и растительных тест-объектов [30].

**Библиографический список:**

1. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д., Исмаилова Г.Э. Действие физических полей. Неионизирующие излучения.- М., изд. «Экономика», 2007, 181 с.
2. Исмаилов Э.Ш. Биофизическое действие СВЧ – излучений. М., «Энергоатомиздат», 1987, 144 с.
3. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д. Электромагнитные поля и излучения в природе, технике и жизни человека. Махачкала, Дагучпедгиз, 1993, 159 с.
4. Pershin S.M., Bunkin A.F., Anisimov N.V., Pirogov Yu.A. Water Enrichment by H<sub>2</sub>O ortho-Isomer: Four-Photon and NMR Spectroscopy. *LaserPhysics*, 19(3), 2009, p. 410 – 413.
5. Першин С.М. Двухжидкостная вода и орто-пара изомеры H<sub>2</sub>O: физический и технологический аспекты. Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 22 – 49.
6. Захаров С.Д., Мосягина И.В. Гетерогенная структура воды: эволюция представлений (обзор). Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 8 – 21.
7. Исмаилов Э.Ш. Возможности использования penta воды в биотехнологии. Матер. Симп. «Молекулярная структура воды и её роль в механизмах биоэлектромагнитных явлений», М., 2011, с. 14 – 15.
8. Живая вода, пойдди-ка сюда. <http://mudroctiroda.izcon.ru/2010/10/24zhivaya-voda-rojdi-ka-suyda/>.
9. МасаруЭмото. Послания воды: Тайные коды кристаллов льда (Перев. с англ). М., ООО Издательский дом «София», 2006, 96 с., ил.
10. Бункин А.Ф., Першин С.М., Рашкович Л.Н., *Опт. и спектр.*, **96(4)**, 568, 2004, 568.
11. Gvozdev N.V., Petrova E.V., Chervich T.G., Shustin O.A., Rashkovich L.N., *J.of Crystal Growth*, **261**, 2004, 539 - 548.
12. Исмаилов Э.Ш., Исмаилова Г.Э. Биофизическое действие микроволн. Матер. Международного совещ. «Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование» в Москве, Geneva, 1999, с. 47 – 54.
13. Захаров С.Д., Исмаилов Э.Ш., Стародуб А.Н. и др. Способ повышения продуктивности микроорганизмов. Патент РФ № 2208049, 2003, 14 с.
14. Исмаилов Э.Ш., Захаров С.Д., Стародуб А.Н. Использование микроволновых мембрано – активных излучений в биотехнологии. Труды VРоссийско–Японского семинара «Оборудование, технологии и аналитические системы для материаловедения, микро- и нанoeлектроники», т. 1, Саратов, 2007, с. 500 – 509.
15. Исмаилов Э.Ш., Вагабов М-З.В., Аливердиева А.А., Определение биологической активности пищевых растительных компонентов. Сб. «Аналитические методы измерений и приборы в пищевой промышленности», М., 2005, с. 246 – 249.
16. Аливердиева А.А., Исмаилов Э.Ш., Наврузова Ш.М., Получение биологически активных экстрактов ореха действием микроволн. Хранение и переработка сельхозсырья, № 2, 2007, с. 31 – 32.
17. Исмаилов Э.Ш., Гаджиева А.М., Рабаданов Г.А., Гаджиев Я.М-С., Абдулмагомедова З.Н. Выращивание активных штаммов дрожжей. Матер. IV Международной НТК «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке», С – Петербург, 2009, с. 296 – 298.
18. Исмаилов Э.Ш. Новые разработки в биотехнологии. Сб. «Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи», том 19, М., 2010, с. 387 – 391.
19. Исмаилов Э.Ш., Рабаданов Г.А., Гаджимурадова Р.М. Роль воды в биофизическом действии микроволн. Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 70 – 79.
20. Исмаилов Э.Ш., Хачиров Д.Г., Кудряшов Ю.Б., Исмаилова Г.Э. Механизмы биофизического действия микроволн. *Радиационная биология, радиоэкология*, т. 38, вып. 6, 1998, с. 920 – 923.

21. Исмаилов Э.Ш. Инфракрасные спектры теней эритроцитов в области полос амид I и амид II при микроволновом облучении. *Биофизика*, т. 21, 1976, с. 940 – 946.
22. Исмаилов Э.Ш. Действие микроволн и лазерного излучения на живые системы. Сб. «Основные научные направления ДагГТУ», Махачкала, 2002, с. 166 – 170.
23. Исмаилов Э.Ш., Абдуллаев Р.Р., Мирзаметова Р.М., Буганов Х.А., Трофименко А.В. Исследование действия СВЧ излучения и тепла на реакцию комплексообразования в системе ПАР – Cr(III). Сб. «Физико – химические методы анализа и контроля производства», Махачкала, 1984, с. 76 – 79.
24. Исмаилов Э.Ш., Дибирова М.М. Применение экстрактов мяты в пищевых технологиях. Сб. «Повышение качества и безопасности пищевых продуктов», Матер. Всероссийской НПК, Махачкала, 2012, с. 39 – 43.
25. Pershin S.M., Ismailov E.Sh., Suleimanova Z.G., Abdulmagomedova Z.N and Zagirova D.Z., Spin – Selective Interaction of Magnetic Ortho-H<sub>2</sub>O Isomers with Yeast Cells. *Physics of Wave Phenomena*, Volume 20, Number 3, 2012, p. 223 – 230.
26. Исмаилов Э.Ш., Абдулмагомедова З.Н. Жидкие питательные среды для выращивания активных штаммов дрожжей. . Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 124 – 126.
27. Исмаилов Э.Ш., Минхаджев Г.М., Загирова Д.З. Использование качественной воды в пищевой промышленности. . Сб. «Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах». М., Изд. «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, с. 127 – 129.
28. «Живая» вода. <http://huashen.do.am/blog/structuravody/2009-10-11-2> .
29. Структура воды. <http://watermarket.ru/articles/2772> .
30. Казимагомедов М.К., Исмаилов Э.Ш. Использование дрожжей как тест – объекта для оценки качества воды и жидких сред. Юг России: экология, развитие, № 3, 2010, с. 103 – 106.
31. Механизмы участия воды в биоэлектромагнитных эффектах. Материалы научного Симпозиума, состоявшегося в 2010 году в Махачкале. Академия технологических наук РФ, издание «Новые высокие технологии», специальный выпуск, 2013, 167 с.

**УДК 547.789.9**

*Абакаров Г.М.*

## **МЕТОДЫ СИНТЕЗА ВОСЬМИЧЛЕННЫХ ТЕЛЛУРСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ С НЕСКОЛЬКИМИ ГЕТЕРОАТОМАМИ**

*Abakarov G.M.*

## **METHODS OF SYNTHESIS EIGHT-TELLURIUM-CONTAINING HETEROCYCLES WITH MORE HETEROATOMS**

*В данной статье систематизированы и обобщены данные по синтезу новых восьмичленных теллурсодержащих гетероциклов и новым препаративным методам получения описанных ранее гетероциклов теллура.*

*Ключевые слова:* 1,5-дителлурациклооктан, диарилтеллуросид, теллуразоцин, восьмичленные теллурсодержащие гетероциклы.