

УДК: 547.495.2

МЕТОДЫ СИНТЕЗА N-ЗАМЕЩЕННЫХ КАРБАМИДОВ И ТИОКАРБАМИДОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

М.М.Курбанова

Бакинский государственный университет

E-mail: info@bsu.az

Обобщены и систематизированы имеющиеся в литературе данные по методам синтеза и областям практического использования N-замещённых карбамидов и тиокарбамидов.

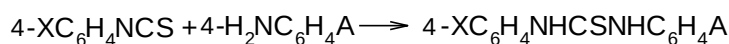
Ключевые слова: тиомочевины, фенилтиоизоцианат, галоидзамещенный анилин, изоцианаты и тиоизоцианаты, пестициды, стимуляторы роста растений.

Взаимодействие аминосоединений с изоцианатами и тиоизоцианатами.

В настоящее время взаимодействие изоцианатов и тиоизоцианатов с аминами является наиболее широко распространенным методом получения несимметричных карбамидов и тиокарбамидов. В эту реакцию

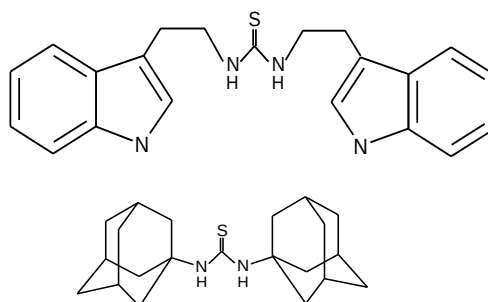
могут вступать различные соединения имеющие аминогруппу:

Взаимодействие 4-алкил- и 4-галоидзамещенных анилинов с замещенными фенилтиоизоцианатами приводит к замещенным мочевинам [1]:



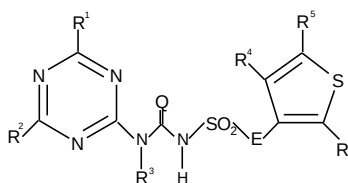
В работе [2] были получены симметрично N, N'-замещенные тиомочевины

конденсацией амингидрогалогенидов $\text{RC}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$ с KSCN типа:



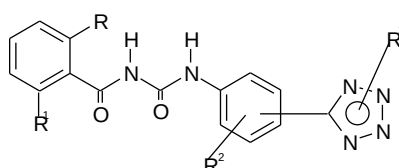
В качестве примеров можно привести замещенные тиенил(амино)-сульфонил

(тио)мочевины, полученных из производных аминов триазина и тиенилсульфонилоизоцианата [3]:



Реакция 5-(3-хлор-4-аминофенил)-тетразола с 2,6-дифторбензоилизоцианатом

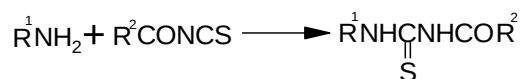
приводит к образованию замещенных мочеви [4].



Реакцией $\text{ROCH}_2\text{C}(=\text{O})\text{NCS}$ и 2-амино-5-[1-(2-хлорфенокси)этил]-1,3,4-тиадиазола в

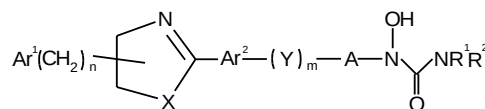
MeCN китайскими учеными [5] были синтезированы N-(R-оксиацетил)-N'-[5-[1-(2-хлорфенокси)этил]-1,3,4-тиадиазол-2-

ил]тиокарбамиды. В работе [6] осуществлен синтез симметричных тиокарбамидов:



Реакция ROCH_2COCl с KSCN и 5-амино-1,2,3,4-тетразолом приводит к образованию N-(R-оксиацетил)-N'-(1H-тетразол-5-ил)тиомочевинам [7].

Для получения производных мочевины, содержащих при одном из атомов азота

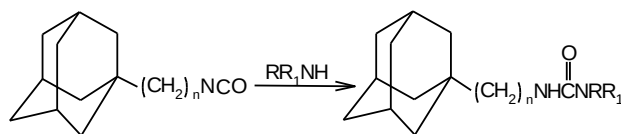


Круг изоцианатов и тиоизоцианатов, используемых в этом методе, также очень разнообразен:

В работе [9] описана реакция ундеканоилизотиоцианата с первичными аминами, что приводит к образованию N-арил-N'-ундеканойлтиокарбамидов. Причем, изо-

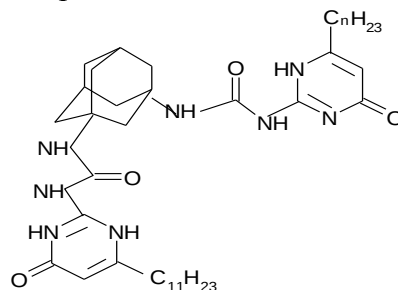
тиоцианаты получают in situ реакцией ундеканойлхлорида с изотиоцианатом калия.

Было осуществлено взаимодействие адамантилизоцианата и метиладамантилизоцианата с диэтиламином, N-этиланилином, морфолином, пиперазином, пиперидином и получены соответствующие мочевины с выходом 57-87%:



Реакцией 2-амино-4-R-пиримидин-6(1H)-онов с 1,3-адамантантандиизоцианатом, генерируемым через перегруппировку Курциуса адамантан-1,3-дикарбоновой

кислоты действием дифенилфосфорилазидом, в толуоле при 80° получают соответствующие мочевины [10]:



Исследована также реакция 1-адамантанола с цианоацетилмочевинной в концентрированной серной кислоте, приводящая к смеси продуктов адамантилирования как по амидному, так и по нитрильному атомам азота.

Взаимодействие изоцианатов и тиоизоцианатов с соединениями, содержащими аминогруппу, проводят, как правило, при комнатной температуре или при охлаждении, иногда - при нагревании. Обычно используют эквимолекулярные количества

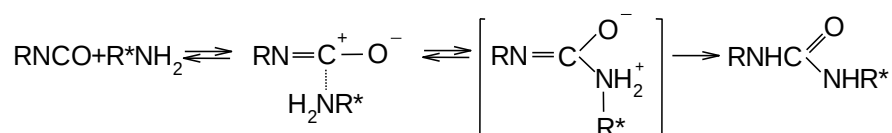
реагентов или небольшой избыток изоцианата или тиоизоцианата, реже избыток соединения, имеющего аминогруппу. Процесс обычно ведут в органическом растворителе. Иногда в качестве растворителя используют воду, поскольку изоцианаты реагируют с водой значительно медленнее, чем с аминами. В некоторых случаях реакции можно проводить и без растворителя. Реакции изоцианатов и тиоизоцианатов с замещенными аминами, как правило, протекают с высокими выходами замещенных карбамидов и тиокарбамидов, часто близкими к количественным. Отмечается, однако, что вторичные жирноароматические амины образуют с изоцианатами нестойкие продукты, разлагающиеся при нагревании.

Установлено, что молекулярная масса исходного амина мало отражается на скорости реакции его с изоцианатами. Алифа-

тические амины реагируют значительно быстрее, чем ароматические. Активность изоцианата растет по мере увеличения электрофильности заместителя, содержащегося в его молекуле.

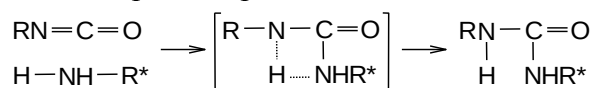
Проводились кинетические исследования реакции изоцианатов с аминами. Описано влияние заместителей в молекулах изоцианата и амина на скорость реакции, установлена её кинетическая схема. Однако до сих пор нет единой точки зрения на механизм реакции.

Предполагается, что реакция протекает в две стадии. На первой стадии образуется активированный комплекс, который далее, взаимодействуя с амином, претерпевает перегруппировку и превращается в замещенную мочевины [11].



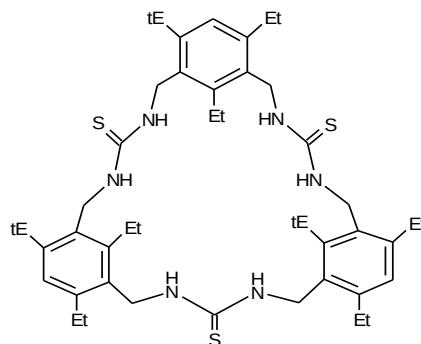
Термодинамические данные допускают возможность образования четырехцентро-

вого активированного промежуточного комплекса:



Взаимодействие аминов с фосгеном и тиофосгеном. Различные замещенные мочевины могут быть получены фосгенированием соответствующих аминов. Фосгенированием амидов галоид- и нитропроизводных бензойной кислоты в дихлорэтаноле и реакцией промежуточно образующихся изоцианатов с 1, 2, 3, 4 – тетразол – 5 – иламином могут быть получены N – (5 – тетразолил) – N' – ароилмочевины [12].

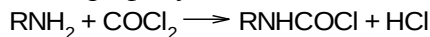
Корейские исследователи тиофосгенированием 2, 4, 6-триэтил-1-(Вос-амино)-3-аминотетразола в тетрагидрофуране в присутствии триэтиламина, в качестве акцептора хлористого водорода, и последующей циклоконденсацией полученных 1,3 – бис (изотиоцианатометил) – 2, 4, 6 – триэтилбензола получили следующее циклическое соединение [13]:



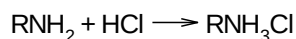
Были исследованы кинетические закономерности взаимодействия аминов с

фосгеном и установлено, что оно является сложным химическим процессом, состоя-

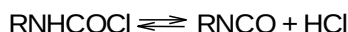
щим из нескольких параллельно-последовательных реакций [11]. Образование мочевины при фосгенировании протекает по следующей схеме: на первой стадии реакции нуклеофильный агент-амин присоединяется к сильному электрофилу-



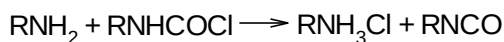
Выделяющийся при этом хлористый водород связывается с амином с образованием хлористоводородной соли амина:



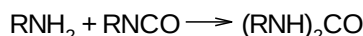
Карбаминоилхлорид, образующийся из аддукта 1:1, может отщеплять хлористый водород с образованием изоцианата:



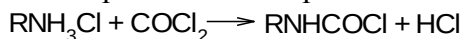
При действии карбаминоилхлорида на амины происходит не ацилирование последних, а превращение первых в изоцианаты:



Одновременно с этим карбаминоилхлорид, а также изоцианат, образовавшийся из него, взаимодействуют с амином, образуя ди-N-замещенную мочевины:



Хлористоводородные соли аминов и дизамещенные мочевины также реагируют с фосгеном, образуя соответствующие карбаминоилхлориды:



Скорость взаимодействия аминов с фосгеном возрастает с увеличением основности исходного амина. Фосгенирование аминов позволяет получать замещенные мочевины с высоким выходом, но высокая токсичность фосгена весьма затрудняет работу с ним. Поэтому в настоящее время этот метод синтеза замещенных мочевины по сравнению с другими методами используется редко.

Взаимодействие аминов с карбамидом, тиокарбамидом и их производными. Конденсация хлорацетилариламинов с



В реакции с аминами вступают не только мочевины и тиомочевина, но и замещенные мочевины. Так, реакция PhCONHCSNEt_2 с вторичными аминами в присутствии $\text{KF/Al}_2\text{O}_3$ даёт соответствующие 1-бензоил-3-алкилтиомочевины и ди-

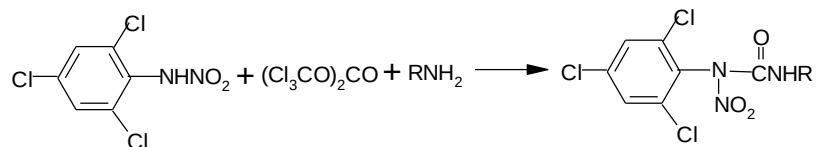
фосгену с образованием комплекса состава 1:1 или 2:1 в зависимости от соотношения реагентов. Комплексное соединение, являясь непрочным, распадается, образуя N-замещенный карбаминоилхлорид:

карбамидом в зависимости от условий реакции приводит к получению смеси продуктов: замещенных мочевины, ароматических аминов, 2-иминотиазолидин-4-онов [14]. Установлено, что мочевины диссоциируют на аммиак и изоциановую кислоту, которая при взаимодействии с первичным амином даёт монозамещенную мочевины; последняя, отщепляя аммиак, превращается в изоцианат, который снова реагирует с амином, образуя дизамещенную мочевины:

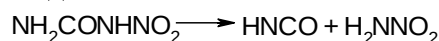
этиламин [15]. Причём, в зависимости от используемой методики реакции выход основного продукта изменяется в интервале 5-90%. Наибольший выход наблюдается в условиях микроволнового облучения.

N-Моноалкил-О-сукцинимидилкарбама-

ты реагируют с первичными и вторичными аминами с получением мочевины. В то время как N-диалкил-О-сукцинимидилкарбаматы взаимодействуют с первичными и вторичными аминами через раскрытие кольца сукцинимидида с образованием производных N - (О - карбамоил)сукцинмоноамида [16].



Нитромочевина, так же как и мочевины, при нагревании расщепляется с образованием изоциановой кислоты и нитрамида:



Поскольку нитрогруппа обладает электроноакцепторным характером, нитромочевина разлагается быстрее, чем мочевины.

При взаимодействии N,N'-динитромочевины с основанием образуются её кислые и средние соли, в реакции с гидразином-4-нитросемикарбазид, с гидроксиламином-N-гидрокси-N'-нитромочевина [19].

Карбонилирование аминов до замещённых карбамидов. Замещённые мочевины могут быть получены на основе реакции карбонилирования аминов [20]. Этот метод имеет существенные преимущества перед методом фосгенирования аминов, так как он позволяет избавиться от ядовитого компонента-фосгена, и кроме того, при карбонилировании аминов наряду с целевыми продуктами образуется не соляная кислота, как при фосгенировании, а водород и вода. При карбонилировании аминов в качестве катализаторов применяются металлы, элементарная сера, селен, а также диоксид селена. Реакцию проводят при температурах 100-280° С и давлении оксида углерода 20-300 ат. Было установлено, что ароматические амины реагируют с СО в присутствии Pd-катализатора и насы

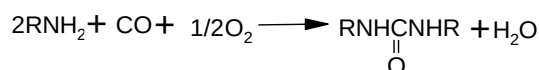
N - Алкил - N - арил - О - сукцинимидилкарбаматы в таких же условиях дают смесь обоих продуктов [17]. В работе [18] описан метод синтеза N-нитрофенильных соединений мочевины:

щенного каломельного электрода с образованием соответствующих замещённых мочевины RNHCONHR и оксида RNHCOCONRH [21]. Одновременно было выявлено изменения выходов образующихся замещённых мочевины с изменением природы Pd-катализатора. Максимальный выход составлял 83%. Выход замещённых мочевины можно увеличить до 99%, используя в качестве катализатора Au и Pd ионообменных смол [22].

Был осуществлён катализируемый селеном синтез сульфонилмочевины карбонилированием аминов монооксидом углерода с серой, с последующей конденсацией с производными сульфонамида в толуоле. Выходы составили 67-87% [23].

В работе [24] описан метод синтеза несимметричных производных N,N'-дипиридилмочевины однокатализаторным карбонилированием замещённых нитропиридинов. В реакциях использовались селен или диоксид селена в качестве катализатора, производные аминопиридина в качестве сореагентов и монооксид углерода как источник карбонила.

В работе [25] был описан эффективный синтез мочевины в присутствии PdJ_2 :



Алкилирование и арилирование карбамидов. Довольно большой интерес представляет метод получения замещённых мочевины алкилированием и арилированием мочевины и тиомочевины. В качестве алки-

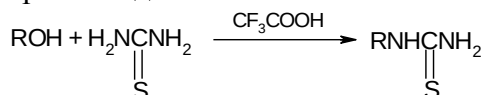
лирующих агентов используются галогениды алканов [26], а в качестве арилирующего агента-арилгалогениды [27]. Реакции проводятся в растворителях-воде, толуоле, ди-

оксане, триэтилаmine, диметилформамиде, диметилсульфоксиде, при температурах 0-150°C, в некоторых случаях используются катализаторы.

Так, в патенте [28] предлагают алкилировать мочевины $R^1R^2NCONH_2$ галогенидами прямых и разветвлённых алканов в толуоле. Алкилирование N,N'-замещённой тиомочевины проводили в присутствии триэтиламина и получали замещённые мочевины с выходом 50-80% [29].

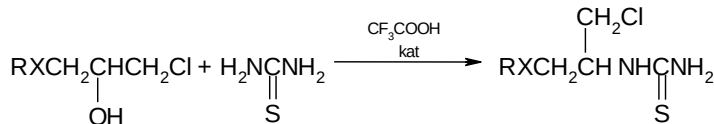
В работе [30] арилирование мочевины и фенилмочевины арилгалогенидами, содержащими электроакцепторные группы в пара-положении, проводят в диоксане в присутствии палладия как катализатора. Образуются N,N'-диарилмочевины с выходами 64-92%. Авторами работы [31] была изучена кинетика реакции симметричной дифенилмочевины с октиловым спиртом. Сделано

предположение о возможности протекания процесса по двум параллельным механизмам - «диссоциативному», при котором спирт реагирует с изоцианатом, образующимся при диссоциации исходной мочевины, и «ассоциативному», при котором происходит непосредственное взаимодействие молекул спирта и мочевины. Было выведено уравнение скорости реакции, изучено влияние природы растворителя на скорость. Карбамиды, тиокарбамиды и родственные им соединения являются амбидантными нуклеофилами, способными алкилироваться по атому кислорода (серы) или азота. Результаты проведенных исследований доказывают, что алкилирование тиокарбамида алифатическими и ароматическими спиртами в среде трифторуксусной кислоты идет по атому азота [32].



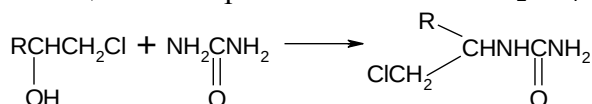
В работе [33] алкокси- и алкилтиозамещённые тиокарбамиды были синтезированы при взаимодействии алкокси- и алки-

лтиозамещённых 1,2-хлоргидринов с тиокарбамидом в присутствии каталитических количеств трифторуксусной кислоты:

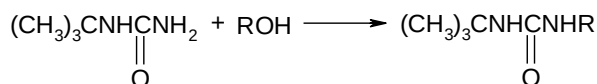


Для сравнения реакционной способности карбамидов и тиокарбамидов, был осуществлен синтез N-замещённых карба-

мидов на основе реакции 1,2-галогенгидринов с карбамидом в присутствии смеси H_2SO_4 и CH_3COOH [34,35].



Изучены реакции N-трет-бутилмочевины с некоторыми 1,2-хлоргидринами в присутствии кислот [36].



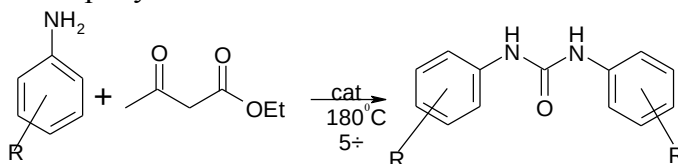
Взаимодействие карбамидов и аминов с карбонильными и карбоксильными соединениями. Другими, довольно распространёнными методами получения N- и N,N'-замещённых мочевины является взаимодействие мочевины и аминов с карбонильными и карбоксильными соединениями [37-40]: альдегидами, кетонами, карбо-

новыми кислотами, эфирами, солями и хлорангидридами кислот.

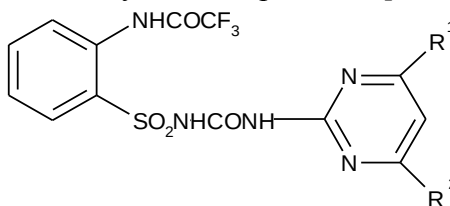
Установлено, что при взаимодействии N-арилалкилмочевины и формальдегида образуются бис(N-арилалкил)метиленмочевины. Одновременно, N-арилалкилмочевины под действием фенилйодазотрифторацетата в метанольном растворе димеризуются

с образованием того же продукта с выходом 16-57% [37].

Замещенные мочевины можно синтезировать из метилкарбаматов в присутствии оксида алюминия [38]. В работе [39] показано, что мочевины могут быть использованы как аминирующие агенты в реакциях с фурфуролом, фурфурилиденацетоном и фурфурилиденциклогексаном. Реакции проводили в условиях каталитической жидкофазной гидрогенизации. Восстановительным аминированием получили фурфурилмочевину, продукт азациклизации и кристаллические моно- и биспродукты.



Также были синтезированы N-(замещенный пиримидин-2-ил)-2-трифторцетиламинобензолсульфонилмочевины со следующим строением [43]:



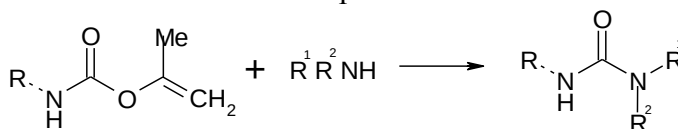
В работе [44] были синтезированы N-алкокси-N-ацилоксимочевины взаимодействием N-алкокси-N-хлормочевины с солями карбоновых кислот.

По реакции 2-аминобензиламина с хлорангидридами арилкарбамиидофосфорных кислот были синтезированы N-(замещенный фенил)-N'-[1,2,3,4-тетрагидро-2-оксидо-1,2,3-бензодиазофосфорин-2-ил] мочевины [45]. Реакции проводили в триэтиламинe при 40-45°C. Китайскими исследователями из трет-бутил-мочевины, хлорангидридов арилкарбоновых кислот и тиоизоцианата калия синтезированы N-трет-бутил-N-(замещенный

В обзоре [41] предложена прямая конденсация карбоновых кислот с производными мочевины, катализируемая 3,5-бис(трифторметил)фенилбороновой кислотой, в результате которой образуются N-ацилмочевины, N,N'-диацил-2-имидазолидоны и поли(N,N'-диацил-2-имидазолидоны). Подобные реакции можно проводить и под микроволновым облучением с использованием в качестве катализатора фторида калия на окиси алюминия. В работе [42] изучена реакция аминов с карбонильными соединениями.

ацил)(тио)мочевины $RCONHCONHMe_3$ и $RCONHC(=S)NHCONHMe_3$ [46].

N,N'-несимметричные мочевины можно синтезировать из производных карбаматов гетериланилинов, полученных взаимодействием последних с феноксикарбонилхлоридом, и производных индолина. В патенте [47] предложен способ получения производных индолилмочевины взаимодействием R-аминосулфониллиндолин-1-илкарбонилхлорида с алкил- и ариламины следующего строения. В работе [48] был осуществлен практический синтез несимметричных мочевины из изопропенилкарбаматов.



Взаимодействие карбамида и аминов с различными соединениями.

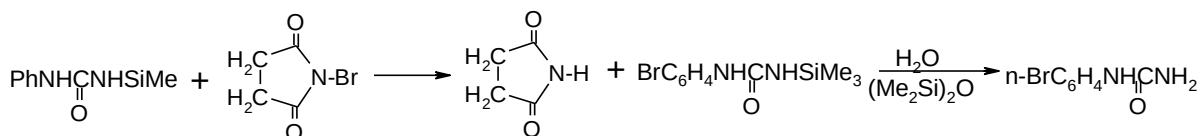
Конденсацией алифатических и ароматических аминов с CS_2 можно получать симметричные замещенные тиомочевины с

выходами 57-91% [49]. Конденсацией (тио)карбонилпроизводных (ди)имидазола с аминами получают различные производные (тио)мочевины. 1-(метилдитиокарбинол)имидазол и его N-метильная четвер-

тичная соль при взаимодействии с ароматическими аминами образуют симметричные мочевины с высокими выходами в мягких условиях [50].

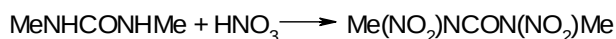
Целый ряд производных бензимидазолмочевины были получены взаимодействием R-2-аминобензимидазолкарбамата с алкил- и алкоксиаминами. Реакцией пиридина, алкилпроизводных пиперидин-4-иламина и 4-[3-(2,4-дихлорбензоил)уреидо]-3-метоксибензоилхлорида получены фенилмочевины. В работе [51] производные фенилмочевины были получены раскрытием оксазолинового кольца в бензоксазилин-2-оне при взаимодействии с ароматическими аминами в присутствии кислоты Льюиса: TiCl_4 , дибутилалюминий. При взаимодействии фенилмочевины или N-триметилсилил-N'-фенилмочевины с ванадоценом (CP_2V) в толуоле в качестве ос-

новного продукта реакции с высоким выходом получена N-(η^5 -циклопентадиенил)ванадий-N'-фенилмочевина. При реакции N-триметилсилил-N'-фенилмочевины с N-бромсукцинимидом в ТГФ образуются N-триметилсилил-N'-п-бромфенилмочевина, которая при гидролизе превращается в п-бром-фенилмочевину [52]:



Были проведены синтезы азидометилмочевин и азидометилтиомочевин из их гидроксипроизводных мочевины. В качестве азидирующего агента использовали азотистоводородную кислоту, генерируемую *in situ* из азиды натрия [53].

Ильясовом С.Г. с сотрудниками был проведен ряд работ по нитрованию мочевины [54]. Реакцией нитрования диметилмочевины конц. азотной кислотой, смесью азотной кислоты с уксусным ангидридом или пятиокисью азота в хлороформе и синтезирована N,N'-диметил- N,N'-динитромочевина:



При нитровании нитромочевины тетрафторборатом и гексафторсиликатом нитрования в среде этил- и бутилацетата или ацетонитрила получена N,N'-динитромочевина. Было проведено нитрование N-алкил-N'-нитромочевины и получены N-алкил- N,N'-динитромочевина [54].

Области применения замещенных карбамидов и тиокарбамидов. Замещенные мочевины, будучи одним из важнейших классов органических соединений, нашли широкое применение в различных областях быта: сельского хозяйства, медицине, промышленности и т.д.

В сельском хозяйстве мочевины используются в качестве:

- стимуляторов роста растений и пестицидов [27]: в основном это производные аминифенилсульфонилмочевины;
- гербицидов [43] – это производные арил- арилокси-, арилиоксиацетил-, гетерил- сульфонил(тио)мочевины;
- фунгицидов [6]-фенил-, фторалкоксифенил- и другие производные сульфонил(тио)мочевины;
- инсектицидов [51]- бензоилфенилмочевины и N'-пиридил-N-арилацилмочевины;

Все эти и другие производные мочевины являются перспективными препаратами для практического применения. Исследования в этой области интенсивно развиваются. Об этом свидетельствует боль-

шое количество работ, имеющих в литературе.

Другой областью, где очень широко применяются самые разнообразные производные мочевины – производство физиологически активных веществ и лекарственных препаратов различного назначения: в основном это противовоспалительные препараты [8], являющиеся производными N-гидроксимочевин, N-(бензофуран-3-ил)мочевины, бис(3-фенил-2-пропеноил)-замещенные мочевины, ароматические гетероциклические мочевины, и антиаллергические препараты - N-гидроксимочевин. Замещенные мочевины обладают противобактериальными и противовирусными свойствами [3]. Гетероциклические карбоксамидосодержащие тиомочевины используются при лечении вирусов герпеса [13].

Некоторые арил- и гетерил(тио) мочевины предлагаются для лечения атеросклероза и родственных ему заболеваний астмы и других заболеваний дыхательных путей, циклические мочевины пригодны для лечения урогенитальной системы, а гидроксимочевина и тиомочевина – для профилактики и лечения заболеваний глаз [7]. Производные замещенных мочевины применяются для лечения различных видов гепатитов [46], центральной нервной системы [5]. Производные дифенилмочевины пригодны для лечения наркотической зависимости и расстройств половой системы. Производные циклической мочевины могут быть использованы [12] в качестве противозачаточных средств.

1,3-Дизамещенные-4-оксоциклические мочевины и производные фенилсульфонилмочевин применяют в качестве лекарственных препаратов при лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Производные фенил- и бензоилмочевин пригодны для лечения различных форм диабета [23], ароматические гетероциклы и 3(5)-уреидопиразол-аутоиммунных заболеваний, N-(амидинофенил)цикломочевины – тромбозомболических заболеваний [45].

α - и β -Аминокислотные производные гидрометиламиномочевины, индолилбутилциклические мочевины, несимметричные диолы циклических мочевины, N-[2-(2,5-диметоксифенэтил)]- и N-[2-(тиофен-2-

ил)этил]-N'-[2-(5-бром(хлор)пиридил)]тиомочевины, фторэтилтиомочевина являются потенциальными ингибиторами обратной транскриптазы ВИЧ-1-инфекции [9].

Некоторые замещенные мочевины обладают способностью образовывать комплексы соединения с ионами некоторых металлов, поэтому их можно использовать в качественных и количественных фотометрических и электрохимических анализах. С их помощью можно определять и некоторые анионы [38].

В патенте [4] клатрат додецилдиметиламмонийбромид с мочевиной в составе композиций с другими веществами предлагается в качестве дезинфицирующего средства в пищевой промышленности, в биотехнике, при дезинфекции инвентаря, оборудования и производственных помещений. N-4-нитроарил-N'-нитроаминоэтилмочевина является подсластителем и может быть использован как заменитель сахара. Диазолидинилмочевины используются в качестве консервантов косметических средств. Особое значение в последнее время приобрели замещенные мочевины как эффективные присадки к полимерным материалам [22]. Установлено, что тиокарбамиды способны эффективно ингибировать процессы окисления полимеров как путём каталитического разрушения гидропероксидов, так и дезактивацией пероксидных радикалов. Испытания арилтиокарбамидов в качестве термоантиоксидантов в ряде полимеров, показали высокую эффективность их стабилизирующего действия в условиях переработки. Установлено, что тиокарбамиды в смесевых композициях с акцепторами радикалов и разрушителями гидропероксида проявляют синергетический антиокислительный эффект. В качестве термостабилизаторов замещенные мочевины используются не только для каучуков, но и для пластмасс. Для предохранения от окисления композиций, содержащих природные липиды и масла, в их состав в качестве антиоксидантов вводят производные 3-метоксibenзилмочевины [22].

Кроме того, алкил- и арилмочевины эффективно используются в качестве эффективных антиокислительных присадок [55] к углеводородным топливам, снижают

образование осадков в последних, являются ингибиторами коррозии легких дистиллятных топлив и применяются как моющие и антинагарные присадки, уменьшая отложения в карбюраторе двигателя внутреннего сгорания.

Замещённые мочевины используются для отбеливания и гидрофобизации тканей, для импрегнирования и улучшения формирования синтетических волокон, а также могут применяться как добавки, придающие синтетическим волокнам огнестойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Li-Jion-Ping, Wang Yulu, Wang Hong et al. / *Synth. Commun* 2001. 31. № 5. p.781.
2. Herz R. Jason, Kuhler J. Louise, Meckler Harold et al. // *J.Synthesis* 2000. № 11. p.1569.
3. Guan Qian, Mo Zheng. // *J. Cent. China Norm. Univ. Natur. Sci.* 1999. 33. № 2. p.228.
4. Пат. 6911416 США. № 10/275829; Заявл. 02.05.2001; Оpubл. 28.06.2005.
5. Wang Zi-yun, Wang Sheng, Song Xin-jian, Wang Yan-gang. // *Chin. J. Pest. Sci.* 2005. v. 7. № 3. p. 282.
6. Huang Qin, Qin Zhang-lan. / *J. Cent. China Norm.Univ. Natur. Sci.* 2005. 39. №1. С. 64.
7. Li Shu-xian. // *J. Hebei Univ. Natur. Sci. Ed.* 2004. 24. № 3. С. 281-283.
8. Пат. 2152935 Россия. № 97120233/04; Заявл. 07.06.1995; опубл. 20.07.2000.
9. Stone Benjamin R. P., Harris Gregory P., Cann Reginald O. at al. // *Tetrahedron lett.* 1998. № 34. p. 6127.
10. Keizer Henk M., Gonzalez Juan J., Segura Margarita, Prados Pilar et al. // *Chem. Eur. J.* 2005. 11. №16. С. 4602-4608.
11. Вишнякова Т.П., Голубева И.А., Глебова Е.В. // *Успехи химии.* 1985. Т. 54. Вып. 3. С.429-449.
12. Gong Yin-xiang, Wang Zi-yun, Chen Fang. // *J.Cent. China Norm. Univ. Natur. Sci.* 2004. 38. № 1. С. 60-62.
13. Lee Kwan Hee, Hong Yong-In. // *Tetrahedron Lett.* 2000. 41. № 32. С. 6080-6087.
14. Петрушина Т. Ф., Абутков А. В., Садретдинов И. Ф., Сафаров М. Г / Тезисы докладов Всероссийского симпозиума, «Химия органических соединений кремния и серы». 3-6 дек., Тезисы докладов. Иркутск. 2001. С. 147.
15. Perez Eduardo R., Plutin Ana M., Morales Margarita, Loupy Andre. // *Tetrahedron Lett.* 2000. 41. № 11. p. 1753-1756.
16. Vasilevich Natalya I., Sachinvala Navzer D., Maskos Karol, Coy David H. // *Tetrahedron Lett.* 2002. v.43. № 18. p. 3443-3445.
17. Vasilevich Natalya I., Coy David H. // *Tetrahedron Lett.* 2002. v.43. № 37. p. 6649-6652.
18. Li Xue-Gang, Chen Chang-Shui. // *Chin. J. Spectrosc. Lab.* 2004. 21. № 2. С. 380-382.
19. Ильясов С. Г., Лобанова А. А., Попов Н. И., Сатаев Р. Р. // *Ж. Орг. химии.* 2002. 38. № 12. С. 1793-1799.
20. Ling Gang, Chen Jingzhu, Lu Shiwei. // *J. Chem. Res. Synop.* 2003. № 7. p. 442-444.
21. Chiarotto Isabella, Feroci Marta. // *J. Org. Chem.* 2003. 68. № 18. p. 7137-7139.
22. Shi Feng, Deng You-Quan, Gong Cheng-Ke, Sima Yian-Cong, Yang Hang Zhou. // *Acta Chim. Sin* 2001. v.53. № 8. p. 1330-1334.
23. Mizuno Takimi, Kino Takanobu, ItoTakatoshi, Miyata Toshiyuki. // *Kagaku to Kogyo-Sci. and Ind. (Osaka).* 1999. v.73. № 5. p. 246-249.
24. Chen J., Ling G., Lu S. // *Tetrahedron.* 2003. 59. № 41. p. 8251-8256.
25. Gabriele Bartolo, Salerno Giuseppe, Mancuso Raffaella, Costa Mirco. // *J. Org. Chem.* 2004. 69. № 14. p. 4741-4750.
26. Jouani Mohamed A., Szonyi Stecphane E., Wehrli Ernst, Cambon Aime. // *J. Liposome Res.* 1999. 9. № 1. p. 95-114.
27. Avtamkina Galina A., Sergeev Alexey G., Beletskaya Irina P. // *Tetrahedron lett.* 2001. 42. № 26. p. 4381-4384.
28. Пат 3947/5 Австрия. № 1691/90; Заявл. 14.8.90; Оpubл 10.6.92.

29. Mokrushin V.S., Kybalova T.V., Gabilov Y.V., Tkachev A.V. // *Mendeleev Commun.* 2000. № 6. p. 233-235.
30. Reddy P. Vasu Govardhana, Badu Y. Hary, Reddy C. Suresh. // *J.Heterocycl. Chem.* 2003. v.40. № 3. p. 535-537.
31. Мантров С. Н. // *Успехи в химии и химической технологии. Изд-во РХТУ.* 2000. с. 46-47.
32. Магерамов А.М., Курбанова М.М., Абдинбекова и др. // *Вестник Бакинского Университета* 2001. №3. С. 5-10.
33. Magerramov A.M.Abdinbekova R.T., Kurbanova M.M., Zamanova A.V., Al-lakhverdiyev M.A. // *J. Processes of Petrochemistry and Oil Refining.* 2003. №3. p.50-52.
34. Магерамов А.М., Абдинбекова Р.Т., Курбанова М.М. и др. // *Журн. Прикл. Химии.* 2004. т.77. №10. С. 1681.
35. Курбанова М.М. // *Журнал органической химии* 2005. т.41. Вып. 11. С.1750-1751.
36. Магерамов А.М., Курбанова М.М., Ахмедова Х.Т., Аллахвердиев М.А. // *Изв. Вузов Химия и химическая технология* 2004. т. 47. Вып.7. С.95-96.
37. Мамаева Е.А., Бакибаев А.А. // *Изд-во вузов Химия и хим. тех.* 2000. 43.№ 3. С.107.
38. Vauthey Isabelle, Valot Frederic, Gozzi Christel, Fache Fabjenne, Lemaire Marc. // *Tetrahedron Lett.* 2000. v.41. № 33. . 6347-6350.
39. Семенова Н.Н., Кремнев С.В., Сазонов А.А. и др. // *Тез. докл. 2-й Всерос. конф. мол. ученых "Современные проблемы теор. и эксперим. химии": Саратов, 2-4 сент., 1999. С. 92.*
40. Kitteringham J., Shipton M. R., Volye M. // *Synth. Commun.* 2000. 30. № 11. p. 1937-1943.
41. Maki Toshikatsu, Ishihara Kazuaki, Yamamoto Hisashi. / 15 International Conference on Organic Synthesis (IUPAC ICOS-15), Nagoya, Aug. 1-6, 2004: p. 191.
42. Bigi F., Maggi R., Sartori G., Zambonin E. // *Chemical Communications Chemical Society.* 1998. № 4. p. 513-514.
43. Jiang Lin, Lin Jie, Gao Fa-Wang, Li Zheng-Ming. // *Chin. J. Appl. Chem.* 2001. 18. № 3. p. 225-227.
44. Штамбург В. Г., Клоц Е. А., Сердюк В. Н. и др. // *Укр. Хим. Журн.* 2002. 68. № 7-8. С. 49-55.
45. Nagapras Ada Rao L., Devendranath Reddy C., Sankar Reddy B. // *Indian J. Chem.* B 2001. v.40. № 9. p. 817-821.
46. Xue Si-Jia, Ke Shao-Yong, Duan Li-Ping. // *Chin. J. Org. Chem.* 2004. v. 24. № 2. p. 227-230.
47. Заявка 19927415 Германия. № 19927415.0; Заявл. 16.06.1999; Оpubл. 21.12.2000.
48. Gallou Isabelle, Eriksson Magnus, Zeng Xingzhong, Senanayake Chris, Farina Vittorio. // *J. Org. Chem.* 2005. 70. № 17. С. 6960-6963.
49. Ballini Roberto, Bosica Giovanna, Fiorini Dennis, Maggi Raimondo, Righi Paolo, Sartori Giovanni, Sartorio Raffaella. // *Tetrahedron Lett.* 2002. 43. № 47. p. 8445-8447.
50. Mohanta Pramod K., Dhat Sanchita, Samal S.K., Ma H., Junjappa M // *Tetrahedron Lett.* 2000. v.56. № 4. p. 629-637.
51. Пат. 6372933 США. № 09/763743; Заявл. 26.09.1999; Оpubл. 16.04.2002.
52. Гордецов А.С., Зимина С.В., Кулагина Н.В. и др. // *Ж. общ. химии.* 2003. т.73. № 10. С. 1650-1653.
53. Гравчикова В.А., Рудаков Р.Ф., Жилин Ф.Ф. // *Успехи в химии и химической технологии.* 2001. т. 15. Вып 4. С. 80-82.
54. Ильясов С.Г., Лобанова А.А. // *Журн. орг. Химии.* 2002. 38. № 12. С. 1866-1876.
55. Абдинбекова Р.Т., Магерамов А.М., Курбанова М.М. и др. // *Химические проблемы.* 2005. №3. С.52-56.

***N-ƏVƏZLİ KARBAMİD VƏ TİOKARBAMİDLƏRİN SİNTEZ
METODLARI VƏ ONLARIN TƏTBİQ SAHƏLƏRİ
M.M.Qurbanova***

N-Əvəzli karbamid və tiokarbamidlərin sintez metodları və tətbiq sahələri haqqında ədəbiyyat materialları ümumiləşdirilmiş və sistemləşdirilmişdir.

**METHODS OF SYNTHESIS OF N-SUBSTITUTED CARBAMIDES AND
THIOCARBAMIDES AND AREAS OF THEIR APPLICATION**

M.M.Kurbanova

Existing data in the literature on synthetic methods and areas of practical use of N-substituted ureas and thioureas have been generalized and systematized.