

развитии исследований Института общей и неорганической химии АН БССР, будучи организатором и руководителем лаборатории аналитической химии этого института в 1959—1961 гг.

Известный ученый химик-органик член-корреспондент АН БССР И. Г. Тищенко много сил и энергии отдал подготовке высококвалифицированных специалистов в области органической химии, которые успешно работают в Академии наук БССР и других научно-исследовательских учреждениях и высших учебных заведениях.

В настоящее время И. Г. Тищенко с сотрудниками ведет работы по синтезу функционально-замещенных кислород- и азотсодержащих гетероциклов, функциональных органических соединений на основе непределных систем в рамках республиканской комплексной программы «Исследование химических превращений циклических органических соединений и синтез на их основе ценных продуктов» (Оргсинтез), головной организацией которой является Институт физико-органической химии АН БССР.

В качестве других примеров проведения комплексных и совместных исследований можно назвать работы, выполняемые Институтом физико-органической химии, Научно-исследовательским институтом физико-химических проблем и кафедрой неорганической химии, по исследованию способов нанесения металлических покрытий на полиимидную пленку, а также по разработке новых методов получения стабильных нанесенных катализаторов, изучению их свойств и механизма действия. Исследования по синтезу светочувствительных составов, гидротермальной обработке неорганических ионообменных материалов, разработке волокнистых катализаторов проводятся Институтом общей и неорганической химии АН БССР и кафедрами общей химии, высокомолекулярных соединений и коллоидной химии, физической химии.

Есть еще немало других «точек соприкосновения», которые должны вылиться в совместные работы институтов химии Академии наук БССР, химфака и Научно-исследовательского института физико-химических проблем. Результативность таких работ, как показывает практика, очень высока, так как проявляет, образно говоря, своего рода синергический эффект.

В заключение сердечно поздравляем профессорско-преподавательский состав и всех сотрудников химфака с 60-летием университета и с золотым юбилеем химического факультета от имени всех его выпускников, работающих в Академии наук БССР. Желаем новых больших успехов в научной работе и подготовке высококвалифицированных кадров, личного счастья, доброго здоровья.

УДК 547.717

И. Г. ТИЩЕНКО, И. Ф. РЕВИНСКИЙ, ПРАДИП НАХАР

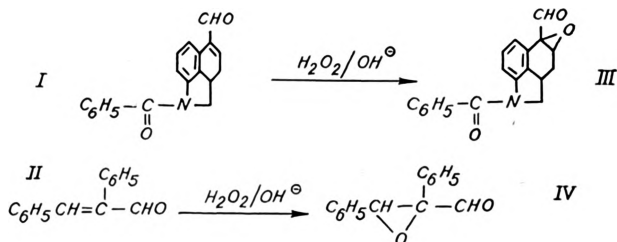
ХИМИЯ α -ФОРМИЛОКСИРАНОВ

В последнее десятилетие возрос интерес к химии α -формилоксиранов. Это в значительной степени связано с их высокой реакционной способностью, обусловленной наличием формильной группы и оксиранового цикла. Реакции α -формилоксиранов по двум реакционным центрам позволяют использовать их в тонком органическом синтезе при получении функциональнозамещенных органических веществ, труднодоступных при синтезе другими методами. Так, избирательное взаимодействие формилоксиранов по формильной группе позволяет простым путем получать различные функциональные производные оксиранов. Реакции, протекающие при участии формильной группы и оксиранового цикла, приводят к получению производных фурана, тиазола, диоксана, 1,3-диоксаланов, пиразола, имидазола и некоторых других важных соединений, применяемых в производстве красителей, гербицидов, лекарственных средств.

В настоящем обзоре рассмотрены основные литературные данные по химии α -формилоксиранов, опубликованные до 1980 г. и включающие реакции по двум реакционным центрам. Механизм протекания этих реакций постулирован в соответствии с принятыми литературными данными.

1. Синтез α -формилоксиранов

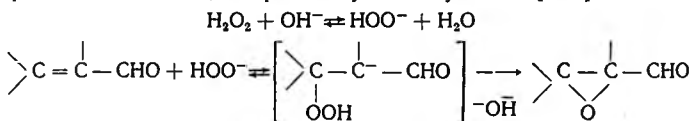
Первые попытки получения α -формилоксиранов основывались на эпексидировании α , β -непредельных альдегидов надбензойной кислотой [1] или перекисью водорода в щелочной среде [2]. В первом случае, однако, были выделены моно- и дикарбонильные соединения, во втором — кислотные продукты реакции. Возможно, из-за этих неудач до 1958 г. заметные исследования по синтезу α -формилоксиранов не проводились. В 1956 г. Корнфельдом [3] было проведено эпексидирование щелочной перекисью водорода 1-бензоил-5-формил-1, 2, 2а, 3-тетрагидробензиндола (I), а затем Циммерманом [4] эпексидирование 2, 3-дифенилакролеина (II), в результате чего были получены первые представители этого класса соединений (III, IV).



Методика направленного синтеза α -формилоксиранов была разработана Пайном [5]. Оказалось, что хорошие выходы формилоксиранов могут быть получены, если окисление α , β -непредельных альдегидов щелочной перекисью водорода вести при некоторой оптимальной для каждого альдегида концентрации щелочи. Это значение pH выбирают таким, чтобы скорость эпексидирования была достаточно большая, а скорость окисления альдегидной группы минимальная.

На практике эпексидирование по Пайну проводят добавлением раствора щелочи к эквимолекулярной смеси непредельного альдегида и перекиси водорода в водном или водно-метанольном растворе при pH 8—9,5.

Надо полагать, что, как и при эпексидировании α , β -непредельных кетонов по Вейтцу [2], эпексидирующим агентом здесь является гидроперекисный ион OOH^- , который атакует двойную связь [6—8]:

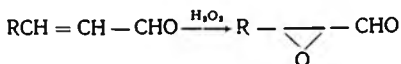


Контроль pH реакционной смеси проводится обычно с помощью pH-метра. Для этой цели могут быть применены и кислотно-основные индикаторы [9].

По этой методике Пайном [10, 11] были получены 2-метил-2-формил-, 3-метил-2-формил- и 3-фенил-2-формилоксираны, а также окиси цитраля и 3-формил-5,6-дигидро-2H-пирана, выход которых составлял 46—70% и лишь при окислении коричного альдегида — 24%. По мнению автора [10], главным продуктом при окислении последнего щелочной перекисью

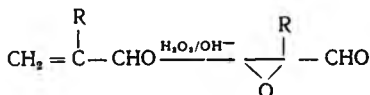
водорода является органическая перекись. Впоследствии [12] эпоксицирование указанного альдегида было осуществлено с помощью гидроперекиси трет-бутила в метанольном растворе при pH 8,5, что позволило получить соответствующий эпоксид с выходом 73%.

Яновская и сотр. [13] осуществили эпоксицирование α , β -непредельных альдегидов с электроноакцепторными заместителями в β -положении. Окисление велось перекисью водорода в водно-метанольном растворе при pH 8—8,5. Таким образом, из моноацетата фумарового альдегида получен моноацеталь 2,3-эпоксиантарного альдегида (V), а из β -карбэтокснакролена — 3-карбэтоксн-2,3-эпоксипропионовый альдегид (VI).



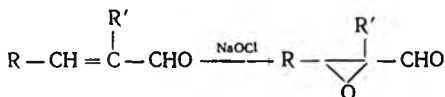
V, VI: $R = CH(OC_2H_5)_2, COOC_2H_5$

Недавно авторами этого обзора аналогичным окислением α -алкилнакроленов в водно-метанольном растворе при pH 8—9 были получены соответствующие 2-алкил-2-формилоксираны (VII—IX) с выходом 52—57%, один из которых описан в работе [14].



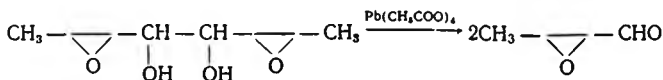
VII—IX: $R = C_2H_5, n-C_3H_7, \text{изо}-C_3H_7$

Из других методов получения α -формилоксиранов следует отметить окисление α , β -непредельных альдегидов гипохлоритом натрия [15]. Этим методом получены 2-этил-2,3-эпоксигексанааль (X), 2,3-эпоксигексанааль (XI) и 2,3-эпоксибутанааль (XII).



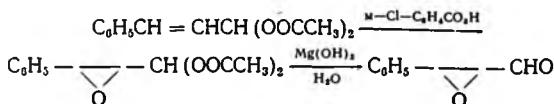
X: $R = n-C_3H_7, R' = C_2H_5$; XI: $R = n-C_3H_7, R' = H$; XII: $R = CH_3, R' = H$

Известно получение 2,3-эпоксибутанала (XII) окислением 2,3,6,7-диэпоксиоктан-4,5-диола тетраацетатом свинца.



XII

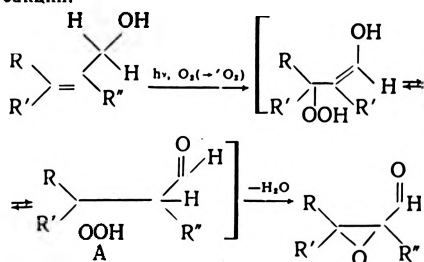
α -Формилоксираны могут быть получены также электрофильным окислением диацетатов α , β -непредельных альдегидов м-хлорнадбензойной кислотой по реакции Прилежаева с последующей регенерацией формильной группы в слабо щелочной среде. Так, из соответствующего диацетата был успешно получен [17] 2-формил-3-фенилоксиран (XIII).



XIII

Самсоновой и Покатило [18] было показано, что окись цитраля может быть получена с хорошим выходом окислением последнего 30%-ной перекисью водорода в щелочной среде в присутствии триэтилбензиламмонийхлорида.

В работе [19] отмечается, что формилоксираны в качестве основных продуктов образуются при фотоокислении 3,3-дизамещенных аллиловых спиртов молекулярным кислородом. Авторы предлагают следующий механизм этой реакции:

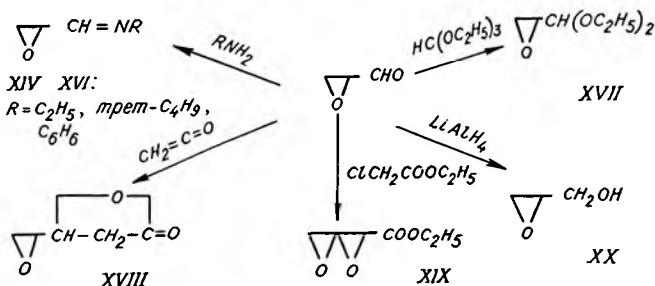


Интересно отметить, что промежуточное β -гидропероксикарбонильное соединение (A) напоминает собой промежуточный продукт эпексидирования щелочной перекисью водорода [6].

2. Реакции формилоксиранов с сохранением оксиранового цикла.

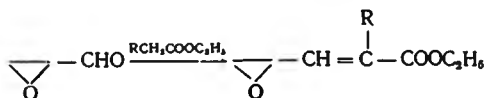
Уже в одном из первоначальных исследований свойств формилоксиранов Пайн [10] реакцией гидроксилamina и 2,4-динитрофенилгидразина с глицидным альдегидом получил соответственно оксим и гидразон последнего, а также ацетат оксима. Оксирановый цикл при этом сохранился.

Широкая возможность применения 2-формилоксирана для синтеза различных многофункциональных органических соединений была показана Виллиамсом и сотр. [20]. Авторы установили, что взаимодействие глицидного альдегида с первичными алифатическими и ароматическими аминами в бензоле идет исключительно по альдегидной группе с образованием эпексикальдиминнов (XIV—XVI). С ортомуравьиным эфиром в присутствии нитрата аммония получают диэтилацеталь (XVII). Реакции с кетеном и этиловым эфиром хлоруксусной кислоты приводят к лактону 4,5-эпоксипентановой (XVIII) и эфиру 2,3,4,5-диэпоксипентановой кислот (XIX) соответственно. При восстановлении боргидридом калия в этаноле или алюмогидридом лития в эфире реакция протекает избирательно по альдегидной группе с образованием эпексиспирта (XX).



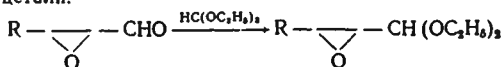
Конденсация глицидного альдегида с малоновым эфиром и этиловым эфиром циануксусной кислоты в условиях реакции Кновенагеля проте-

кает нормально [20] с образованием обычных продуктов реакции (XXI—XXII).



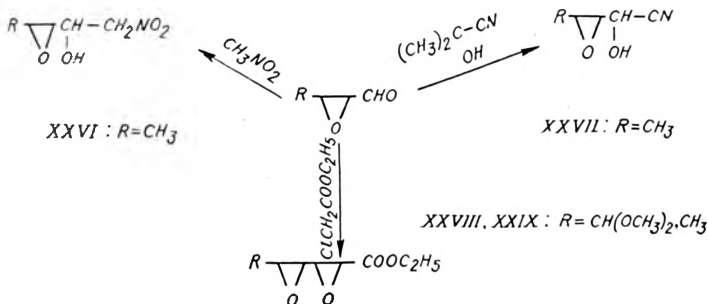
XXI—XXII: R = COOC₂H₅, CN

Яновская, Козыркин и Кучеров [13] показали, что диметилацеталь эпоксифумарового альдегида (XXIII) β-карбэтоксипоксиакролеина (XXIV) и 2,3-эпоксибутаналь (XXV) подвергаются ацетализации при действии спиртового раствора ортомуравьиного эфира, давая соответствующие ацетали.

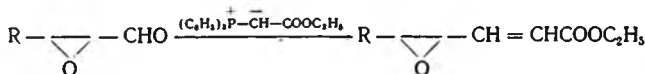


XXIII—XXV: R = CH(OCH₃)₂, COOC₂H₅, CH₃

Конденсация 2,3-эпоксибутаналь с нитрометаном в водной или спиртовой среде в присутствии поташа или этилата натрия сопровождается разрывом окисного кольца и осмолением. Однако в присутствии каталитических количеств триэтиламина реакция протекает гладко при комнатной температуре и с удовлетворительным выходом образуется 1-нитро-3,4-эпокси-пентанол-2 (XXVI). Триэтиламин при этом оказался лучшим катализатором конденсации 2,3-эпоксибутаналь с ацетонциангидрином, приводящей к нитрилу 3,4-эпокси-2-оксипентановой кислоты (XXVII). Оксираны (XXIII, XXV) вступают в реакцию с этиловым эфиром хлоруксусной кислоты в присутствии метилата натрия с образованием этиловых эфиров 6,6-диметокси-2,3,4,5-диэпокси- и 2,3,4,5-диэпоксигексановых кислот (XXVIII, XXIX).



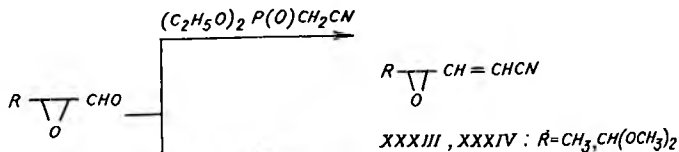
Оксираны (XXIII—XXV) вступают также в реакцию Виттига с устойчивыми фосфоранами и фосфонатами, давая продукты конденсации по альдегидной группе с сохранением окисного цикла [21]. Взаимодействием их с карбэтоксиметилентрифенилфосфораном получены этиловые эфиры 4,5-эпоксигексен-2-овой (XXX) 6,6-диметокси-4,5-эпоксигексен-2-овой (XXXI) и 5-карбэтокси-4,5-эпокси-пентен-2-овой (XXXII) кислот.



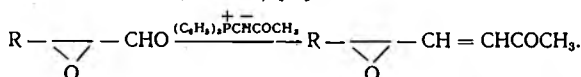
XXX—XXXII: R = CH₃, CH(OCH₃)₂, COOC₂H₅

Реакцией оксиранов XXIII, XXV с диэтиловым эфиром цианметилфосфоновой кислоты и цианметилентрифенилфосфораном получены ни-

трилы 4,5-эпоксигексен-2-овой (XXXIII) и 6,6-диметокси-4,5-эпоксигексен-2-овой (XXXIV) кислот.

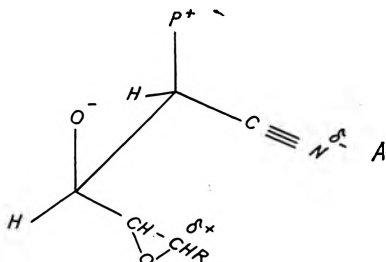


С ацетилметилентрифенилфосфором соединения (XXIII—XXV) с хорошим выходом дают соответственно: 7,7-диметокси-5,6-эпоксигептен-3-он-2 (XXXV), 6-карбэтокси-5,6-эпоксигексен-3-он-2 (XXXVI) и 5,6-эпоксигептен-3-он-2 (XXXVII) [21].



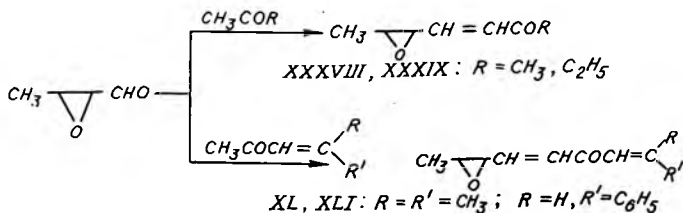
XXXV—XXXVII: R = CH(OCH₃)₂, COOC₂H₅, CH₃

Соединения (XXX—XXXII, XXXV—XXXVII) имеют транс-конфигурацию. Примесь цис-изомеров для них не превышает 5—8%. Продукты (XXXIII—XXXIV) представляют собой смесь цис- и транс-изомеров. Образование цис-изомера авторы объясняют стабилизацией промежуточного соединения (A) за счет электростатического взаимодействия нитрильной группы и звена CH—CH эпиксидного цикла.

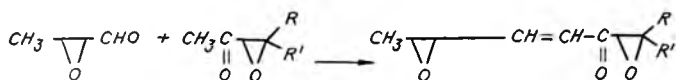


2-Формилоксираны вступают в реакцию Кляйзена — Шмидта с предельными и непредельными кетонами с образованием непредельных эпоксикетонов.

Исследовано [22] взаимодействие 2,3-эпоксибутанала с ацетоном, метилэтилкетон, окисью мезитила и бензальацетоном. Реакция протекает легко при 0° С в присутствии 5%-ного водного раствора натривой щелочи. Выход продуктов конденсации (XXXVIII—XLI) составляет 50—70%.

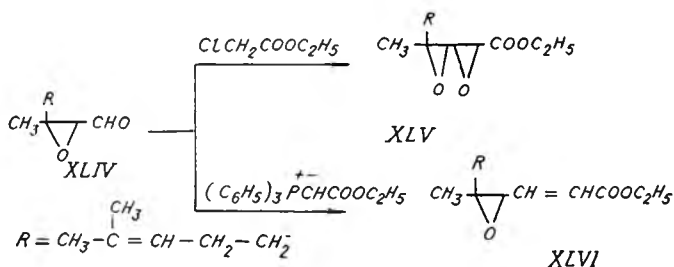


В аналогичных условиях 2,3-эпоксибутаналь реагирует с окисями бензальацетона и окиси мезитила с образованием непредельных диэпоксикетонов (XLII—XLIII).

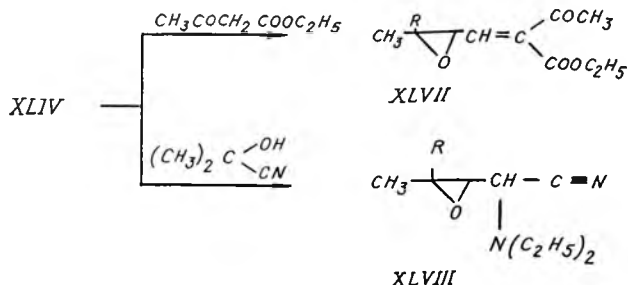


XLII, XLIII: R, R' H, C₆H₅; CH₃, CH₃

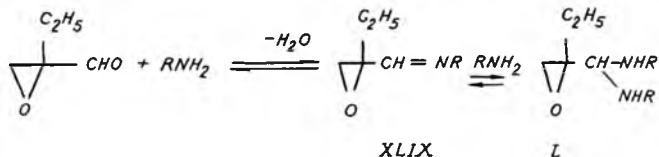
Ряд реакций конденсации по альдегидной группе описаны для окиси цитраля [18]. Эпоксид этого природного терпеноида (XLIV) с этиловым эфиром хлоруксусной кислоты и карбэтоксиметилентрифенилфосфором дает соответственно этиловые эфиры 5,9-диметил-2,3:4,5-диэпоксидецен-8-овой (XLV) и 5,9-диметил-4,5-эпоксидадецен-2,8-овой (XLVI) кислот.



При взаимодействии указанной окиси цитраля с ацетоксусным эфиром в условиях межфазного катализа получается 6,10-диметил-5,6-эпокси-3-карбэтоксинундекадиен-3,9-он-2. (XLVII), а с ацетонциангидрином в присутствии диэтиламина — нитрил 4,8-диметил-3,4-эпокси-2-диэтиламинононен-7-овой кислоты (XLVIII).

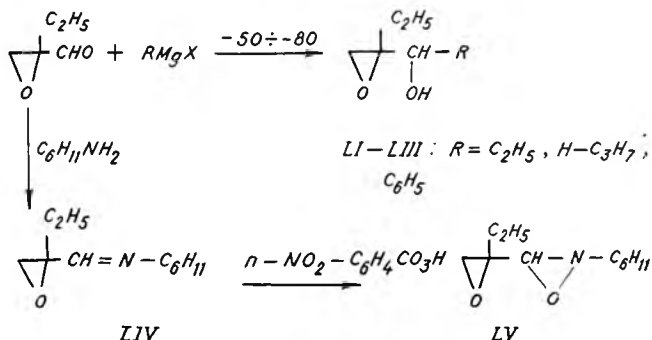


В работе [23] показано, что при взаимодействии 2-формилоксиранов с избытком первичных алифатических и особенно ароматических аминов, содержащих электроноакцепторные группы в орто-положении, кроме эпоксиальдиминов (XLIX) образуются эпокси-N, N-ацетали (L).

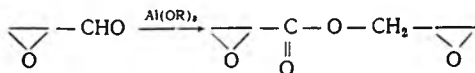


Эпокси-N, N-ацетали неустойчивы и при нагревании разлагаются на эпоксиальдины и первичные амины. Такое превращение особенно легко идет при перегонке в вакууме.

Исследуя химическую особенность 2-этил-2-формилоксирана мы установили [24], что последний избирательно реагирует при низких температурах по альдегидной группе с реактивами Гриньяра, образуя соответствующие эпоксиспирты (LI—LIII), а при взаимодействии с циклогексиламино в неводном растворителе образует эпоксиазометин (LIV), который действием п-нитронадбензойной кислоты в растворе хлористого метилена превращается с выходом 50% в 2-циклогексил-3-(2-этилокси-ранил-2) оксазиран (LV), содержащий два сопряженных трехчленных гетероцикла [25].

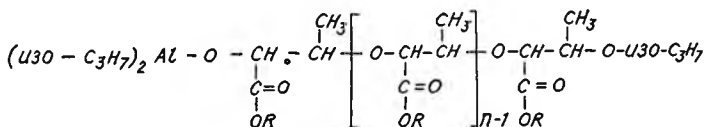


Пайн и Вильямс [26] в 1964 г. показали, что 2-формилоксиран в присутствии изопропилата алюминия по обычной реакции Тищенко превращается в 2,3-эпоксипропиловый эфир 2,3-эпоксипропионовой кислоты (LVI).



LVI

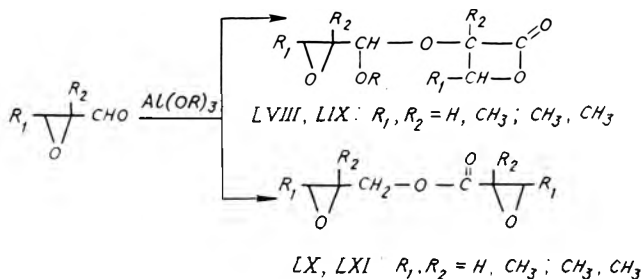
Едлинский и сотр. [27], используя в этой реакции 2-формил-3-метилоксиран наряду с обычным продуктом реакции диспропорционирования выделили полимер (LVII) состава:



LVII

То, что эпоксиальдегиды являются интересным классом мономеров, содержащих такие функциональные группы, как альдегидную и оксирановый цикл и которые хорошо полимеризуются в определенных условиях, показано в ряде других работ [28—30].

Несколько по другому протекает реакция диспропорционирования 2-формилоксиранов, если в положении 2 окисного цикла находятся электронодонорные группы [31—33]. Так, при обработке 2-метил-2-формил- и 2,3-диметил-2-формилоксиранов алкоголями алюминия в качестве основного продукта образуются 2-(1-алкокси-2,3-эпокси-2-метилпропилокси)-2-метилпропанолиды (LVIII, LIX) наряду с обычными продуктами реакции (LX, LXI).

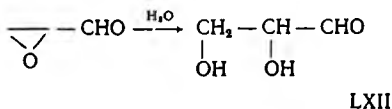


Избежать образования производных β -пропиолактона из 2-метил-2-формилоксирана можно, применив в качестве катализатора гидрид натрия [34].

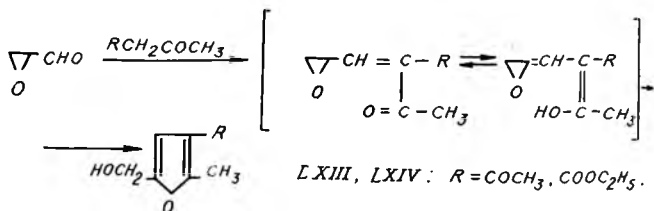
Катализатором реакции Тищенко и перегруппировки в производные β -пропиолактона 2-метил-2-формилоксирана может быть и триалкилалюминий [35]. При этом выход продуктов перегруппировки составляет 23—27%, а в качестве основного продукта с выходом 41% образуется 2,3-эпокси-2-метилпропиловый эфир 2,3-эпокси-2-метилпропионовой кислоты. Отмечается, что суммарная скорость обоих процессов заметно выше для триалкилалюминия по сравнению с триалкоксиалюминием.

3. Реакции формилоксиранов при участии оксиранового цикла.

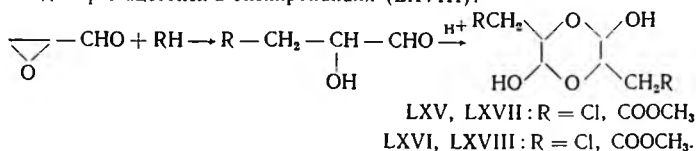
Реакции формилоксиранов, протекающие при участии оксиранового цикла, исследованы мало. В одном из первых своих сообщений Пайн [10] показал, что при гидролизе глиcidного альдегида образуется глицериновый альдегид (LXII).



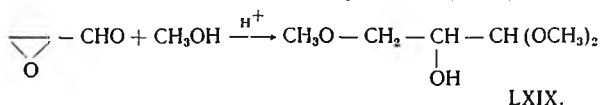
Описано своеобразное взаимодействие 2-формилоксирана с ацетил-ацетоном и ацетоуксусным эфиром в условиях реакции Кювенагеля [20]. Образующиеся вначале обычные продукты конденсации через енольную форму циклизуются в производные фурана (LXIII, LXIV).



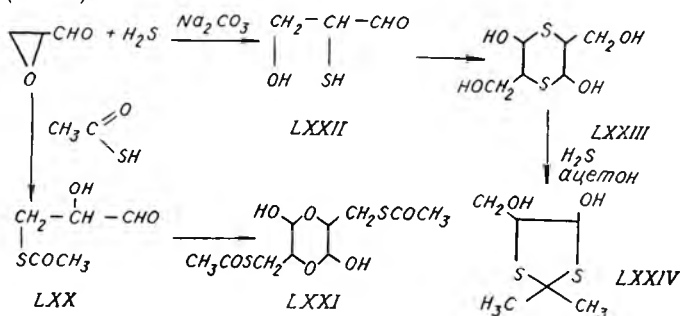
Хлористый водород при взаимодействии с глицидным альдегидом образует с количественным выходом 3-хлор-2-оксипропаналь (LXV) [20], который димеризуется в кислой среде в циклический димер (LXVI). С уксусной кислотой реакция протекает аналогично (LXVII), но очень медленно даже при кипячении. Конечным продуктом в этом случае является димер 3-ацетокси-2-оксипропанала (LXVIII).



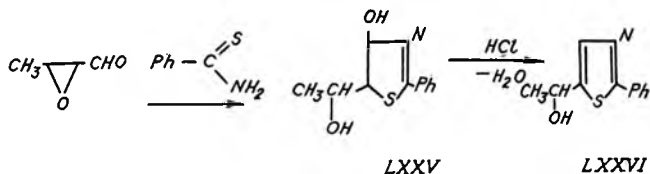
С метанолом в кислой среде глицидный альдегид образует с выходом 77% диметилацеталь 3-метоксипропанала (LXIX).



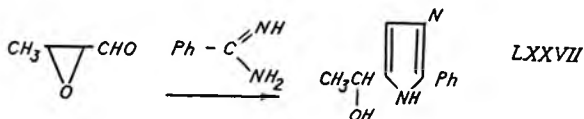
Сэлливан и Вильямс [36] показали, что при действии на глицидный альдегид тиоуксусной кислоты эпиксидный цикл раскрывается со стороны β -углеродного атома. Образующийся 2-окси-3-ацетилтиопропаналь-1 (LXX) димеризуется в (LXXI). Сероводород в водно-ацетоновом растворе раскрывает оксирановый цикл глицидного альдегида наоборот, причем промежуточный 3-меркапто-2-оксипропаналь (LXXII) превращается через димер (LXXIII) в 2,2-диметил-5-окси-4-оксиметил-1,3-дитиолан (LXXIV).



Взаимодействие 2-формил-3-метилоксирана с бензтиоамидом при нагревании в этилацетате приводит к образованию 4-гидрокси-5-(1-гидроксиэтил)-2-фенил-2-тиазолина (LXXV), который при действии соляной кислоты дегидратируется в производное тиазола (LXXVI) [37].

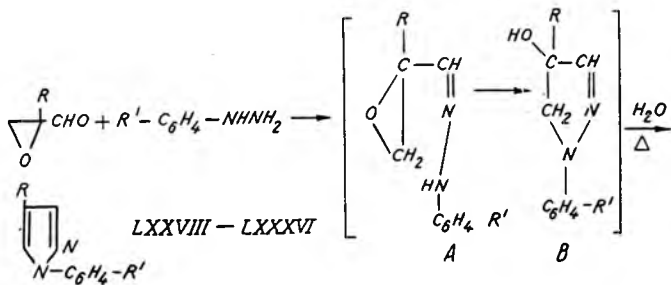


Аналогично солянокислый бензамидин реагирует с указанным оксираном в метаноле в присутствии метилата натрия, образуя 5-(1-гидроксиэтил)-2-фенилимидазол (LXXVII) [37].



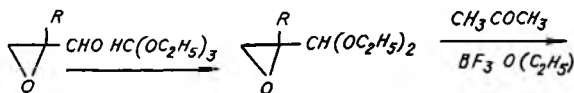
На основе 2-алкилзамещенных формилоксиранов при взаимодействии их с фенилгидразином и его замещенными в ароматическом ядре в мягких условиях с препаративным выходом могут быть получены 1-арил-4-алкилпиразолы.

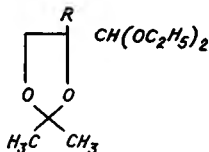
Несомненно, что реакция при этом протекает через стадию образования арилгидразонов (А) формилоксиранов. Последние внутримолекулярно циклизируются в промежуточные 4-оксипиразолины (В), дегидратирующиеся в 1-арил-4-алкилпиразолы (LXXVIII—LXXXVI), труднодоступные при получении другими методами и лежащие в основе ряда биологически активных препаратов [38].



$\text{R}, \text{R}' = \text{CH}_3, \text{H}; \text{C}_2\text{H}_5, \text{H}; \text{C}_3\text{H}_7, \text{H}; \text{UZO} \text{---} \text{C}_3\text{H}_7, \text{H}; \text{CH}_3, \text{o-CH}_3;$
 $\text{CH}_3, \text{p-CH}_3; \text{C}_2\text{H}_5, \text{o-CH}_3; \text{C}_2\text{H}_5, \text{p-CH}_3; \text{UZO} \text{---} \text{C}_3\text{H}_7, \text{o-CH}_3.$

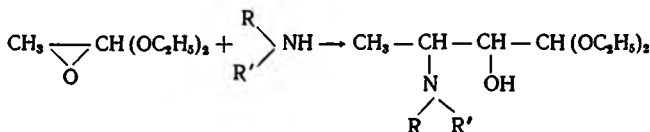
Окисный цикл 2-алкил-2-формилоксиранов может быть расширен до 1,3-диоксоланового (LXXXVII, LXXXVIII) после защиты альдегидной группы, переводом ее в диэтилацетальную [39].





LXXXVII, LXXXVIII: $R = \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$.

Аналогичную защиту применяют и при нуклеофильном аминоллизе эпоксицикла 2-формилоксиранов. Яновская и сотр. [40, 41] изучили взаимодействие 2,3-эпоксибутанала с аммиаком, первичными аминами (метиламин, этиламин, н-гексиламин, бензиламин) и вторичными аминами (диметиламин, диэтиламин).



LXXXIX

Раскрытие окисного цикла указанными аминами идет таким образом, что образуются ацетали 2-окси-3-аминобутанала (LXXXIX) эритро-конфигурации. Небольшое количество treo-изомера выделено только в случае диэтиламина.

Взаимодействие диэтилацетала 2-этил-2-формилоксирана с первичными и вторичными аминами идет также структурно избирательно и с высоким выходом образуются ацетали 2-окси-2-этил-3-аминобутанала [24].

ЛИТЕРАТУРА

1. Прилежаев Н. А. Органические перекиси и применение их для окисления непредельных соединений.— Варшава, 1912.
2. Weitz E., Scheffer A.—Ber., 1921, B. 54, S. 2327.
3. Kornfeld E. C., et al.—J. Am. Chem. Soc., 1956, v. 78, p. 3087.
4. Zimmerman H. E., Singer L., Thyagarajan.—J. Am. Chem. Soc., 1959, v. 81, p. 108.
5. Payne G. B.—J. Am. Chem. Soc., 1958, v. 80, p. 6461.
6. Bunton, Minkoff J. J.—J. Chem. Soc., 1949, p. 665.
7. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф.—ЖФХ, 1971, т. 45, с. 2326.
8. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Сытин В. Н.—ЖОрХ, 1977, т. 13, с. 347.
9. Jedlinski Z., Majnusz J.—Collected Papers of Silesian Institute of Technology, 1964, v. 106, p. 197.
10. Payne G. B.—J. Am. Chem. Soc., 1959, v. 81, p. 4901.
11. Payne G. B., Williams P. H.—J. Org. Chem., 1961, v. 26, p. 250.
12. Payne G. B.—J. Org. Chem., 1960, v. 25, p. 275.
13. Яновская Л. А., Козыркин Б. И., Кучеров Л. К.—Изв. АН СССР. Сер. хим. наук, 1966, № 9, с. 1595.
14. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Гринкевич В. Г., Суббач В. П.—Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1978, № 1, с. 28.
15. Schaer C.—Helv. Chim. Acta, 1958, v. 41, № 75, p. 614.
16. Kogl F., Veldstra H.—Ann. 1942, S. 552.
17. Olstein Rita, Stephenson Emily F. M.—Australian J. of Chem., 1979, v. 32, № 7, p. 1596.
18. Самсонова В. Н., Покатило Л. И. Новые методы синтеза и исследования орг. соед., ч. 2.—Рукопись деп. в ОНИИТЭХИМ г. Черкассы. № 3047—79. Деп. от 24.09.79.
19. Schulte-Elte K. H., Muller B. L., Pamingle H.—Helv. Chim. Acta, 1979, v. 62, p. 816.
20. Williams P. H., Payne G. B., Sullivan W. J., Vann Ess P. R.—J. Am. Chem. Soc., 1960, v. 82, p. 4883.
21. Козыркин Б. И., Яновская Л. А., Кучеров В. Ф.—Изв. АН СССР. Сер. хим., 1966, № 4, с. 683.

22. Садых-Заде С. И., Курбанов С. Б., Пашаев З. М., Абдулаев Л. С.— Докл. АН Аз. ССР, 1977, т. 33, № 9, с. 19.
23. Тищенко И. Г., Гринкевич В. Г.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1980, № 1, с. 30.
24. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1980, № 3, с. 18.
25. Тищенко И. Г., Гринкевич В. Г.— ХГС, 1979, № 5, с. 707.
26. Payne G. B., Williams P. H.— Пат. США. N 3136788, 1964.
27. Jedlinski Z., Majnusz J.— Makromol Chem., 1972, p. 155.
28. Furukawa J., Saegusa T.— «Special lectures at the international Symposium of Macromolecular Chemistry», Butterworths, London, 1962, p. 401.
29. Sullivan W. J., Williams P. H.— Пат. США N 3067175, 1962.
30. Sullivan W. J.— Пат. США. № 3067174, 1962.
31. Jedlinski Z., Rybezyk J., Janik S.— Macromol. Chem., 1975, v. 176, p. 905.
32. Jedlinski Z., Kowalezuk M.— J. Org. Chem., 1979, v. 44, p. 222.
33. Jedlinski Z., Kowalezuk M.— Bull. Acad. Pol. Sci. Ser. Sci. Chim., 1979, v. 27, p. 191.
34. Klecan T., Rybezyk M., Jedlinski Z.— Roczn. Chem., 1974, v. 48, p. 401.
35. Jedlinski Z., Kowalezuk M.— Synthesis, 1979, N 11, p. 900.
36. Sullivan W. J., Williams P. H.— J. Org. Chem., 1960, v. 25, p. 2138.
37. Eiichi Haruki, Shoichi Izumita, Eiji Imoto— J. Chem. Soc. Japan, 1965, v. 86, p. 942.
38. Раевский К. С., Батулин Ю. М.— Фармакол. и токсикол., 1963, № 5, с. 551.
39. Тищенко И. Г., Ревинский И. Ф., Нахар П.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геогр., 1981, № 2, с. 70.
40. Яновская Л. А., Козыркин Б. И., Кучеров Л. К.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1966, № 5, с. 919.
41. Козыркин Б. И., Яновская Л. А., Кучеров Л. К.— Изв. АН СССР. Сер. хим., 1966, № 9, с. 1669.

Поступила в редакцию
04.04.81.

Кафедра органической химии

УДК 581.15 : 575,125-631

В. С. АНОХИНА

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ГЕНЕТИКЕ ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ КУЛЬТУР

В материалах XXVI съезда КПСС указывается на необходимость решения важнейших научных проблем, в том числе «...выведение высокопродуктивных сортов растений, пород животных и культур полезных микроорганизмов...», а также «...познание механизма физиологических, биохимических, генетических и иммунологических процессов жизнедеятельности» [1].

Успешное развитие селекции сельскохозяйственных культур, как важнейшего средства научно-технического прогресса в земледелии, невозможно без совершенствования существующих и разработки новых методов и приемов селекции растений, без познания закономерностей изменчивости и наследственности основных хозяйственно-ценных признаков, генетических и других особенностей развития растений.

Современной генетикой разработан ряд методов, которые дают возможность создавать разнообразный исходный материал для отбора и ускоряют процесс выведения новых сортов. Применение некоторых приемов позволило резко повысить урожайность многих культур.

Начало генетических исследований в Белгосуниверситете имени В. И. Ленина связано с формированием в 1954 г. под руководством акад. ВАСХНИЛ и АН БССР Н. В. Турбина кафедры дарвинизма и генетики. В это время были организованы и первые генетические лаборатории в АН БССР, которые вошли позже в Институт генетики и цитологии. Здесь под руководством акад. Н. В. Турбина были возобновлены генетические исследования, ранее проводившиеся акад. АН БССР А. Р. Жебраком.