

Метатезис олефінів з функціональними групами

Д.А. Матвійчук, В.І. Кашиковський

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України,
Україна, 02094 Київ, вул. Мурманська, 1; факс: (044) 573-25-52

В сучасній органічній хімії особливе місце належить реакціям метатезису олефінів. Метатезис олефінів – це унікальний перерозподіл вуглецевого скелету, в якому ненасичені зв'язки вуглець-вуглець розміщуються по-новому в присутності каталізаторів. Даний огляд присвячено реакціям метатезису функціоналізованих олефінів. Метатезис олефінів з різноманітними функціональними групами дозволяє одержувати широкий спектр продуктів від простих лінійних олефінів до складних макроциклічних сполук, а також успішно використовувати як сировину відновлювальні рослинні ресурси.

Відкриття реакцій метатезису стало значною подією в хімії, оскільки з'явилась можливість перетворювати одні олефіни в інші більшої або меншої молекулярної маси. За останні роки ця реакція знаходить все ширше застосування як ефективний і перспективний підхід в органічному синтезі. Її використання робить можливим отримання багатьох сполук, які раніше було неможливо або дуже складно одержати, наприклад феромонів комах, регуляторів росту рослин, компонентів парфумових композицій, лікарських препаратів тощо. Також за допомогою метатезису можна отримувати різноманітні полімерні матеріали та інші речовини [1, 2].

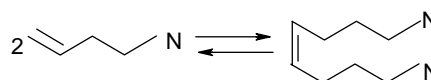
Ця реакція має чимало переваг перед іншими методами органічного синтезу, зокрема, метатезис дає змогу проводити набагато точніший, більш швидкий і чистий синтез, відрізняється малостадійністю технологічних схем, доступністю сировини і реагентів, високоактивними каталізаторами, екологічністю реакцій.

У запропонованій статті розглянуто відомі в літературі основні досягнення в галузі метатезису функціонально заміщених олефінів. На деяких прикладах показано не лише наукову, а й значну практичну цінність цього напрямку в органічному синтезі.

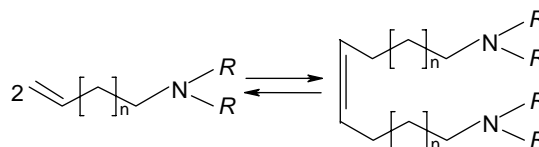
На сьогодні існує декілька промислових процесів, в основі яких лежить ця реакція. Найбільші з них – процес “триолефін” фірми “Philips Triolefin”, в ході якого з пропілену отримують етилен і бутилени [3]; процес одержання пропілену з етилену і бутилену фірми “Liondel Petrochemical Co”; процес FEAST – синтез α,ω -дієнів співметатезисом циклоолефінів з етиленом, здійснюваний фірмою “Shell”; процес синтезу неогексену з ізобутилену, здійснюваний фірмою “Phillips”; процес SHOP (Shell High Olefin Process), спрямований на отримання вищих олефінів, які використовують в синтезі детергентів [4], та інші процеси.

Особливе місце посідає метатезис олефінів із функціональними групами. Використання функціона-

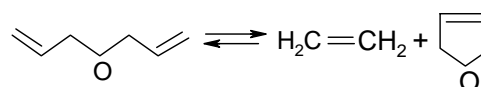
лізованих олефінів у метатезисі дає змогу отримувати широкий спектр продуктів від простих лінійних олефінів до складних макроциклічних сполук. Цей процес детально вивчено для олефінів, які містять етерні, амінні, нітрильні, галогенні та кремнійвмісні групи [5]. Ненасичені вторинні і третинні аміни реагують з утворенням ненасичених діамінів (Схема 1) [5].



Є повідомлення про метатезис аліліціаніду [6] в присутності гетерогенної каталітичної системи $\text{WCl}_6/(\text{CH}_3)_2\text{Si}/\text{Si}(\text{CH}_3)_2$ з виходом 45–55 %.



Детально вивчено реакцію метатезису ненасичених етерів й інших функціоналізованих сполук на алюмо-рениєвому каталізаторі [7–10]. Запатентовано спосіб отримання 2,5-дигідрофурану з діалілового етеру [11]:

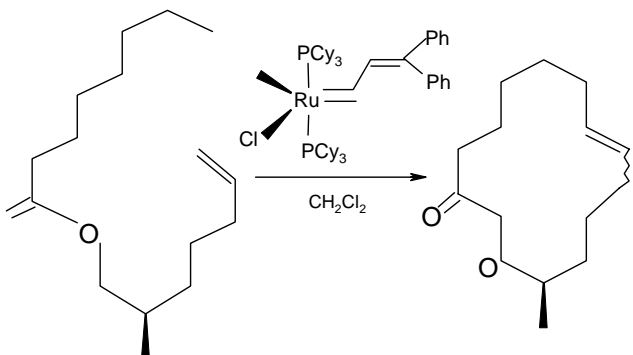
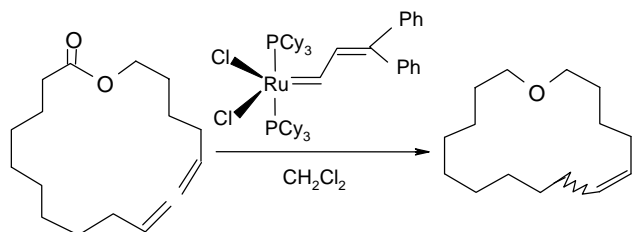


Основною проблемою є те, що більшість каталізаторів метатезису як твердих, так і рідких, ефективних для звичайних олефінів (без функціональних груп), неактивні або слабоактивні для олефінів з функціональними групами [12], що зумовлено взаємодією функціональних груп з компонентами каталітичної системи і отруєнням активних центрів каталізаторів [5, 12]. Прорив у цьому напрямі зробили молібденові каталізатори Шрока [13] і рутенієві каталізатори Граббса [14–16].

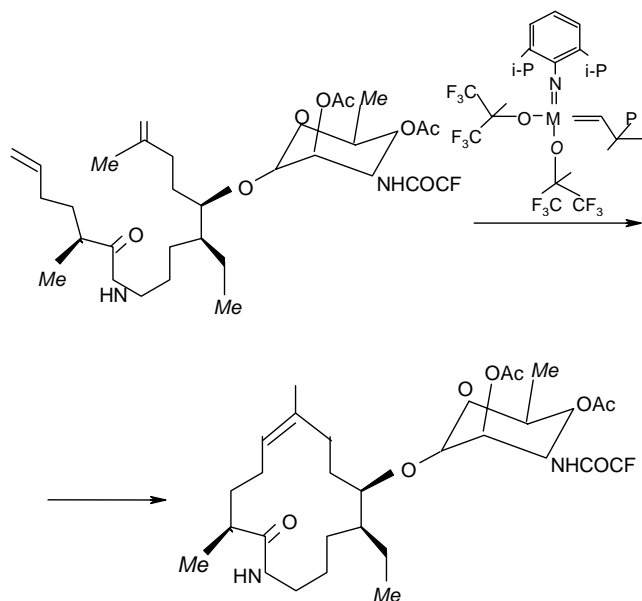
На сьогоднішній день за допомогою цих каталізаторів проведено багато гідних подиву синтезів, які було неможливо або дуже складно реалізувати іншими шляхами. Зокрема, їх поява сприяла інтенсивному розвитку такого напрямку метатезису, як метатезис із замиканням ланцюга (RCM), за допомогою якого можна отримувати численні й різноманітні циклічні природні

сполуки із ациклических олефінових попередників, в тому числі з олефінів, які містять функціональні групи.

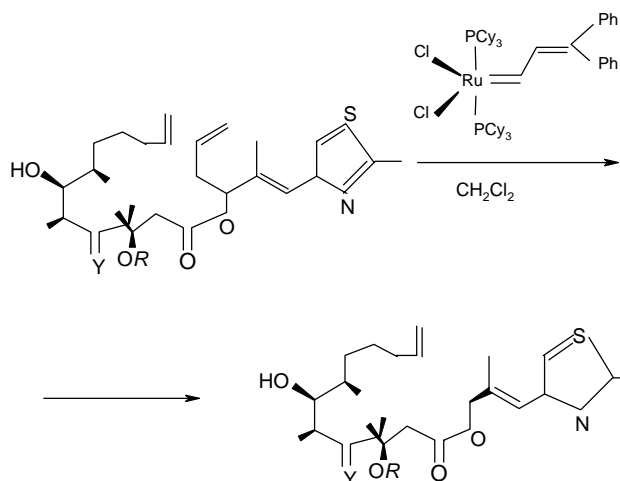
Яскравим прикладом метатезисної макроциклізації дієнів є процес отримання 16-членного лактону як олефінового попередника екзальтоліду – насиченого лактону – цінного інгредієнту парфумової промисловості. Також було одержано 14-членний лактон шляхом α,β -дієнового естеру, який містить метильну групу [15]:



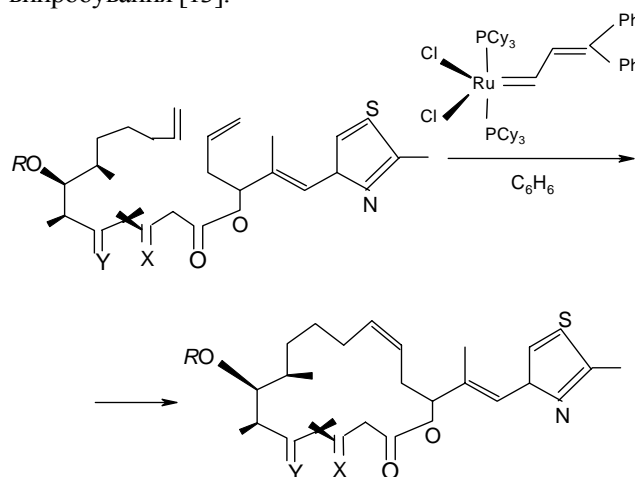
Hoveyda A. та співавтори [18] запропонували прямий синтез попередника антифунгіцидного агента (Sch 38516) через RCM функціоналізованого нециклического дієну з використанням молібденового комплексу Шрока:



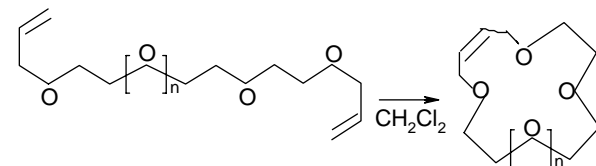
На основі RCM синтезовано біологічно активний природний антиканцероген ептонолу і його похідні. Першими про синтез макроциклического скелета ептонолу повідомили K. Nicolaou і співавтори [19]:



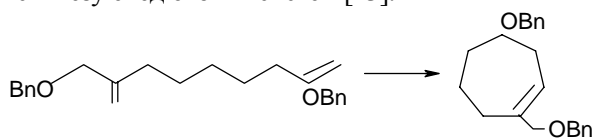
Danishefsky V. і співавтори синтезували велику кількість похідних ептонолу та провели їх біологічне випробування [13]:



Цікаві результати одержано при макроциклізації α,β -дієнових етерів, яка приводить до утворення суміші краун-етерів [21].

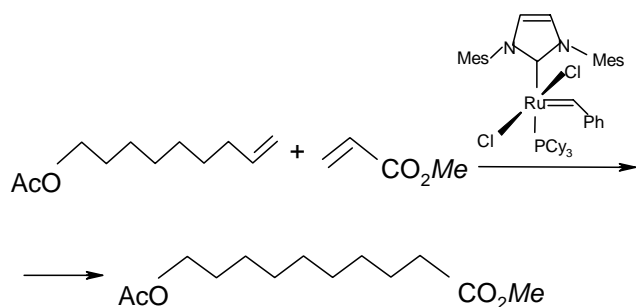


Синтезовано 1,4-дифункціоналізований циклогептен, який можна використати як проміжний продукт для синтезу енедієнових систем [13].



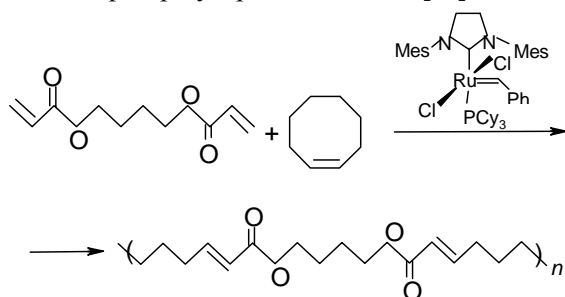
У 1999 р. R. Grabbs із співробітниками вдосконалили отримані раніше рутенієві комплекси зміною одного з трициклогексилфосфінових лігандів на N-гетероциклический карбенієвий ліганд, створивши, таким чином, каталізатори Грabbса другого покоління [22, 23].

A. Chatterjee і R. Grabbs [24], за допомогою цих каталізаторів, провели метатезис суміші 6-ацетокси-1-гептену з метилакрилатом і отримали заміщений акрилат з виходом 94 %:



Реакція алкілзаміщеного олефіну з кротоновим альдегідом забезпечує дуже ефективний метод отримання ненасичених альдегідів, які є головним попередником у багатьох перетвореннях, включаючи органо-каталітичні реакції МакМіллана [23].

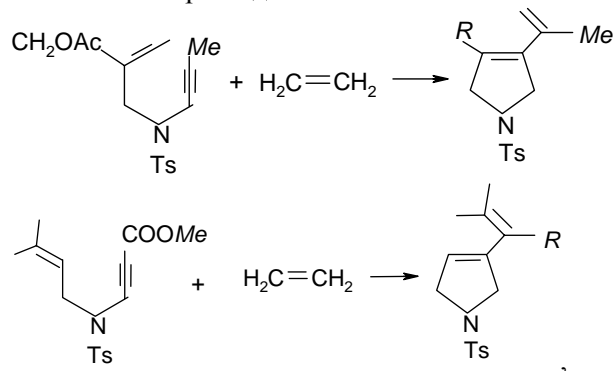
За допомогою одного з катализаторів Граббса другого покоління, крос-метатезисом циклічного олефіну, наприклад циклооктену, з діакрилатом можна отримати полімери з регулярними ланками [25].



Останнім часом цікавим стає такий напрям метатезису, як крос-енін метатезис, за допомогою якого відбувається перетворення алкенів і алкінів у 1,3-дієни. Продукти цієї реакції знаходять дуже широке практичне застосування для отримання поліциклічних кільцевих систем, які, в свою чергу, використовують для синтезу складних біологічно активних речовин і аналогів природних сполук [22, 26].

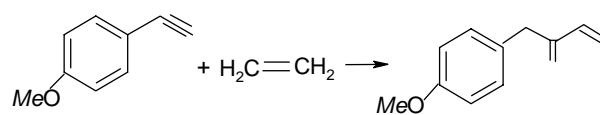
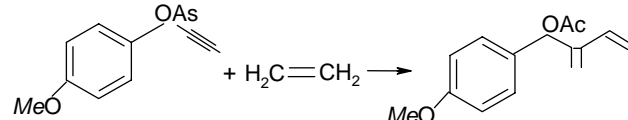
Рутенієві катализатори Граббса широко використовують для крос-енін метатезису. Проте катализатори другого покоління виявляють вищу реакційну здатність, ніж їх попередники і забезпечують вищі виходи циклічних 1,3-дієнових продуктів.

У праці [22] описано проведення крос-енін метатезису для олефінів із різними функціональними групами, включаючи етерні, кетонні, ацилокси, амідні, спиртові та амінні. Наприклад:

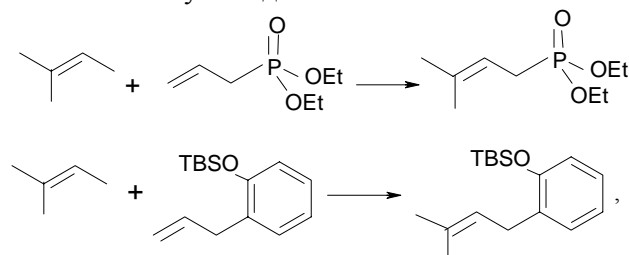


де Ts – тозил.

Дослідження, проведені Tonogaku Y. та Moru S. [20], показали, що крос-енін метатезис алкінів, які мають ацетокси, бензоїлокси або тозиламідну групу в пропаргіловому положенні, супроводжується високими виходами 1,3-дієну, тоді як алкіни без таких груп дають низькі виходи 1,3-дієну. Використання катализаторів Граббса другого покоління дає змогу отримувати високі виходи 1,3-дієнів незалежно від наявності чи відсутності вказаних груп. Наприклад, крос-енін метатезис як алкіну з ацетокси групою в пропаргіловому положенні, так і алкіну, який її не має відбувається доволі ефективно [26, 27]:



Здійснено також крос-метатезис 2-метил-2-бутилену з алілфосфонатом і з захищеним алілфенолом [28]. Продукти цих реакцій мають пренільні групи, що входять структурними елементами до багатьох природних сполук. Ці продукти також часто використовують в хімії сполук з подвійними зв'язками.



де TBS – трибутилсилан.

Є відомості про аналогічні реакції для заміщених алілбензолів, незахищених альдегідів і нітrostиrolів [29].

Для сучасної хімічної промисловості актуальним є пошук альтернативних шляхів і джерел для синтезу корисних хімічних сполук. Природні тваринні й рослинні жири й олії є цінною сировиною для отримання багатьох хімічних продуктів. На відміну від хімічних сполук, одержаних з нафтової сировини, продукти з відновлюваної рослинних джерел біорозкладаються до CO₂, що є значною перевагою з погляду екологічності хімічних продуктів.

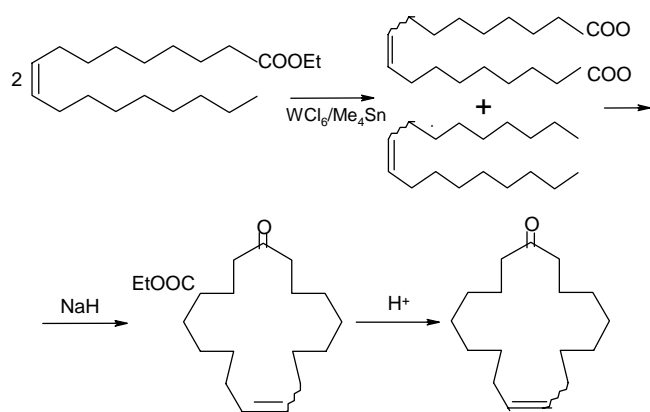
Природні жири та олії, які складаються переважно з гліцеридів жирних кислот, – важливе джерело сировини як для харчової, так і для жирової промисловості. Близько 14 % світового виробництва жирів і олій (річне виробництво 103 млн. т) використовують в жировій промисловості як вихідну сировину для виробництва широкого спектра хімічних продуктів [30]. Найважливішими є довголанцюгові олії, такі, як соєва, соняшни-

кова і ріпакова, що містять C_{16} – C_{18} ненасичені кислоти. Коротко- і середньоланцюгові олії, такі, як кокосова і пальмова (пальмоядра), містять головним чином лауринову (C_{12}) і міристинову (C_{14}) кислоти і використовуються для виробництва косметики, мила, детергентів, емульгаторів та ін. Не менш корисні як сировина деякі інші олії. Наприклад, касторова, що містить 85 – 95 % рицинової (12-гідроксіоктадецевої) кислоти.

Олії, які є багатообіцяючою і дешевою сировиною для метатезису, роблять цю реакцію цікавою для хімічної промисловості, відкриваючи неіснуючі раніше шляхи до нових і вже відомих матеріалів.

Здебільшого для метатезису вищих жирних кислот та їх похідних використовують вольфрам- і ренійвмісні гетерогенні каталітичні системи разом зі співкаталізаторами, такими як Me_4Sn , Bu_4Sn [30]. Проте є повідомлення про спроби застосування для метатезису олій гомогенних каталітичних систем, наприклад, рутенієві комплекси Граббса [31].

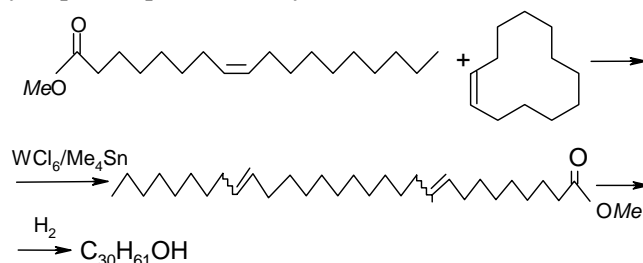
Уперше метатезис лінійних олефінів з функціональними групами почали використовувати як ключову реакцію для синтезу різноманітних аналогів природних речовин у 1970-х роках. Так, у 1972 році Р. Van Dam, М. Mittelmeijer, С. Voelhouwer [32–34] провели метатезис етилового етеру олеїнової кислоти (октадецеаноату), що відкрило короткий шлях до отримання діетилового етеру-9-октадецендієнової кислоти, який є проміжним продуктом у синтезі духмяної речовини циветону (ненасичений макроциклічний кетон $C_{17}H_{30}O$). Як каталізатор було використано систему WCl_6/Me_4Sn :



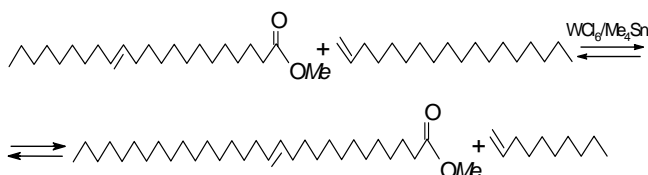
Дещо пізніше R. Nakamura та співавтори [35] і R. Rossi [36] використали співметатезис 5-децену або 1-гексену з метиловим або етиловим етерами олеїнової кислоти в присутності WCl_6/Me_4Sn для синтезу 9-тетрадеценіл ацетатів, які входять до складу статевих феромонів великої кількості лускокрилих комах. Цей підхід значно скоротив кількість стадій синтезу цих речовин.

У 1983 р. D. Villemin [37] здійснив синтез лінійного насиченого спирту триаконтанолу ($C_{30}H_{61}OH$) – ефективного стимулятора росту рослин. Цей синтез базова-

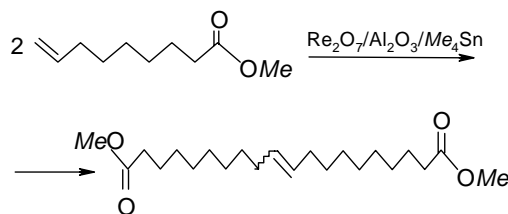
но на співметатезисі метилового етеру олеїнової кислоти з циклододеценом або метилового етеру ерукової кислоти з циклооктеном з утворенням етерів ненасичених жирних кислот (НЖК) складу C_{30} , відновлення яких (етерної групи і подвійних зв'язків) приводить до утворення триаконтанолу:



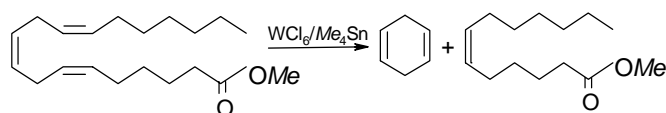
Триаконтанол можна отримати також метатезисом метилового етеру ерукової кислоти з 1-октадеценом у присутності каталізатора WCl_6/Me_4Sn з наступною гідрогенізацією одержаного метил-13-триаконтеноату на каталізаторі Cu/Zn при $280\text{ }^\circ\text{C}$ і тиску 250 бар. Проте як доповнення до цільових продуктів метатезису в цій реакції утворюються два побічні продукти [38]:



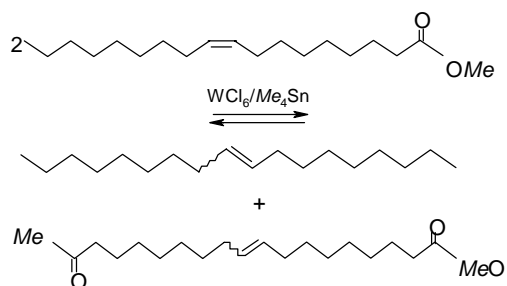
Метатезисом метил 10-ундецеаноату отримано доволанцюговий етер дикарбонової кислоти [39]:



Метатезисом етерів поліненасичених жирних кислот, таких, як метиловий етер лінолевої кислоти (метил 9,12-октадецендієноат) і метиловий етер ліноленової кислоти (метил 9,12,15-октадецентрієноат), одержано три основні продукти: полієни, монокарбоксієтери і дикарбоксієтери, які є цікавими об'єктами для синтезу ненасичених полієтерів і поліамідів [39]. Метатезис метилового етеру ліноленової кислоти наведено нижче [40]:



Було проведено перетворення легкодоступного метилового етеру олеїнової кислоти в еквімолярну кількість 9-октадецену та 9-октадецен-1,18-діоата [33]:

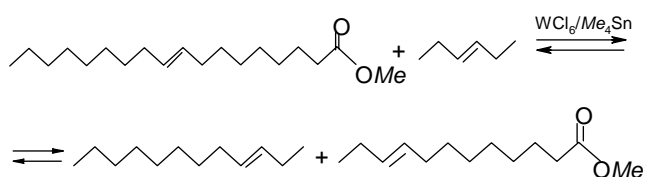


З наведеної реакції видно, що метатезис етерів ненасичених жирних кислот забезпечує зручний і селективний шлях до ненасичених дієтерів і внутрішніх алкенів, кожен з яких є важливим попередником у синтезах різноманітних корисних продуктів.

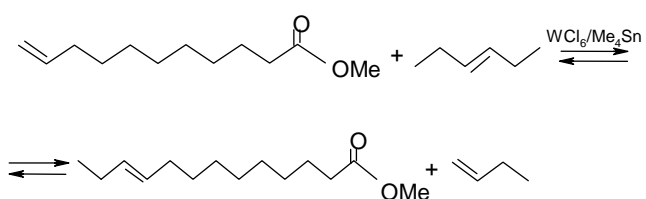
Ненасичені дієтери можна використовувати для виробництва таких важливих хімічних продуктів як макроциклічні компоненти, наприклад циветон, про отримання якого вже згадано вище і який іншим способом може бути синтезований лише через багато стадій з низьким виходом [34, 39].

Крім того, дикарбонові етери і кислоти – цікавий вихідний матеріал для виробництва ненасичених полієтерів і поліамідів. Водночас, співпродукт 9-октадецен може, наприклад, бути димеризований і гідрогенований до 10,11-діоктилзосану, гідрокарбонowego попередника різноманітних олів [40].

З олій більшості промислових культур отримують переважно жирні етери з дуже довгими ланцюгами (16–22 вуглецевих атомів). Ці довголанцюгові етери можуть бути вкорочені шляхом крос-метатезису з нижчими олефінами з утворенням менших, переважно середньоланцюгових етерів жирних кислот з довжиною ланцюга C_{12} – C_{14} . Наприклад, крос-метатезис метилового етеру олеїнової кислоти з 3-гексеном дає 3-додецен і метил 9-додеценоат [41, 42]:



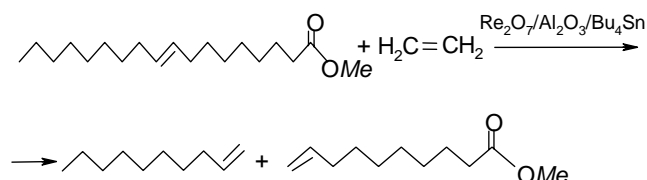
Крім скорочення вуглецевих ланцюгів ненасичених етерів, також можливо їх подовження, як показано для крос-метатезису між метил 10-ундеценоатом і 3-гексеном:



Синтез біологічно активних компонентів, таких, як феромони комах, інший приклад органічного синтезу крос-метатезисом. Використання таких феромонів передбачає ефективний, селективний і корисний для на-

вколишнього середовища метод контролю популяції шкідливих комах. Так, крос-метатезис етилового етеру олеїнової кислоти з 5-деценом дає цис/транс змішаний етил-9-тетрадеценоат, а метил цис-5-ейкоценоат з надлишком 5-децену – метил транс-5-деценоат, тобто сполуки, які є вихідними речовинами для синтезу феромонів комах [39].

При крос-метатезисі метилового етеру олеїнової кислоти з етиленом продуктами реакції будуть 1-децен і метил 9-деценоат [43]:



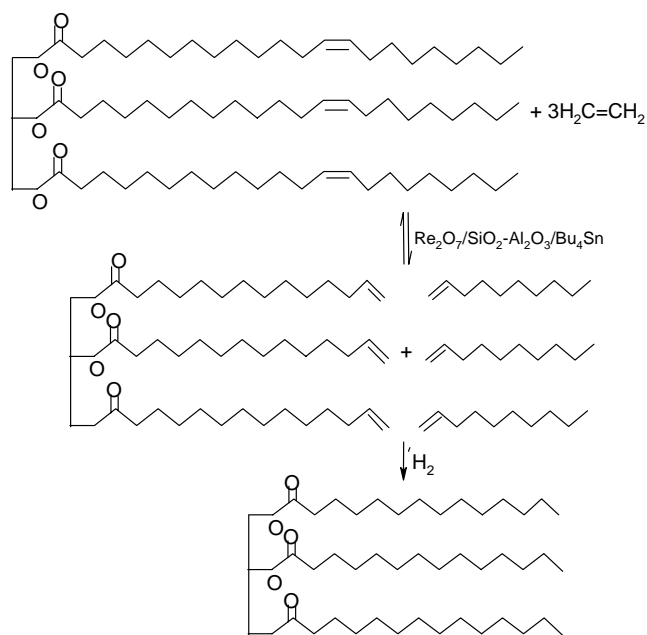
Метил 9-деценоат є головною складовою в синтезі багатьох хімічних продуктів. Після гідролізу і гідрогенізації він утворює деканол або деканолову кислоту, речовини, які використовують при синтезі мастил і пластифікаторів. Його також застосовують для виробництва ароматичних речовин (9-децен-1-ол), феромонів (9-окси-транс-2-деканолова кислота), простогландинів (9-оксидеканолова кислота, попередник простогландину) та інших продуктів [44, 45].

Співпродукт 1-децен є важливою складовою при виробництві полімерів, поверхнево-активних речовин, олів і мастил [39, 46].

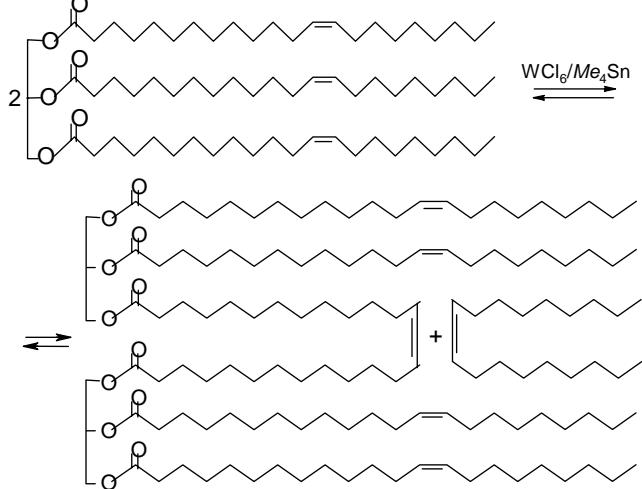
Метатезис метилового етеру ерукової кислоти (основний компонент високоерукованої ріпакової олії) з етиленом дає інший ω -ненасичений етер метил 13-тетрадеценоат, який має застосування, аналогічні метил 9-деценоату.

Нещодавно з деяких етерів ω -ненасичених жирних кислот, які отримано метатезисом метилових етерів внутрішньо ненасичених жирних кислот з етиленом, синтезовано ненасичені поліетери [47].

Використання природних олій і жирів для практичних цілей значною мірою визначається жирнокислотним складом, тобто довжиною ланцюга ацильного радикала, який входить у тригліцерид, ступенем ненасиченості, положенням подвійного зв'язку, наявністю функціональних груп. Реакція співметатезису, як показано вище, здатна вирішувати завдання, пов'язані з отриманням олій з регульованим жирнокислотним складом, який можна варіювати зміненням довжини ацильного радикала і ступеню ненасиченості. Так, крос-метатезисом світлих олій (оливкової, соєвої, ріпакової, бавовняної), які складаються з довголанцюгових тригліцеридів НЖК, з нижчими олефінами можна отримати жирні олії з низькою молекулярною масою [48], наприклад трикаприн з оливкової олії етенолізом з наступною гідрогенізацією:



За допомогою каталітичної системи WCl_6/Me_4Sn метатезисом тригліцеридів олеїнової кислоти, які входять до складу оливкової олії, можна отримати 9-октадецен і полімерні тригліцериди, переважно димери і тримери [39].



Таким чином, з використанням функціоналізованих олефінів, можна в результаті метатезису і співметатезису отримувати надзвичайно важливі хімічні речовини, які важко, а іноді й неможливо синтезувати традиційними методами органічної хімії. Перспективне майбутнє має відновлювана сировина як джерело ненасичених сполук різної молекулярної маси з подальшим перетворенням їх за допомогою метатезису.

1. Кашковський В.И., Григорьев А.А., *Катализ и нефтехимия*, 2006, **14**, 1.
2. Кашковський В.И., Григорьев А.А., *Там же*, 11.
3. Banks R.L., Baily G.C., *Ind. and Eng. Chem. Prod. Res. and Develop.*, 1964, **3** (3), 170.
4. Robert L. Banks., *Chemtech*, 1972, (2), 110.

5. Коршак Ю.В., Тленкопачев М.А., *Всесоюз. хим. о-во им. Д.И. Менделеева*, 1989, (6), 665.
6. Беспалова Н.Б., Бовина М.А., Вдовин В.М., *Изв. АН СССР Сер. Хим.*, 1988, (4), 920.
7. Боголепова Е.И., Вербовецкая С.Б., Клигер Г.А., *Нефтехимия*, 1984, **24** (5), 668.
8. Боголепова Е.И., Фридман Р.А., Башкиров А.Н., *Изв. АН СССР. Сер. Хим.*, 1978, (10), 2429.
9. Боголепова Е.И., Выгодская И.В., Буланова А.В., *Нефтехимия*, 1989, **29** (2), 234.
10. Боголепова Е.И., Вербовецкая С.Б., Выгодская И.В., *Там же*, 1986, **26** (2), 234.
11. Башкиров А.Н., Боголепова Е.И., Фридман Р.А., А. с. СССР № 639883, Опубл. в Б. и., 1978, (48), 89.
12. Grubbs R., *Comprehensive Organomet. Chem.*, 1982, (8), 500.
13. Grubbs R., Chang S., *Tetrahedron Lett.*, 1998, (54), 4413.
14. Wilhelm T., Belderrain T., Brown S., *Organometallics*, 1997, **16** (18), 3866.
15. Belderrain T., Grubbs R., *Ibid.*, 4001.
16. Schwab P., Grubbs R., Joseph W., *Amer. Chem. Soc.*, 1996, **118** (1), 100.
17. Fuerstner A., Langemann K., *J. Org. Chem.*, 1996, (12), 3942.
18. Xu Z., Johannes C.W., Salman S.S., Hoveyda A., *J. Am. Chem. Soc.*, 1996, (44), 10926.
19. Nicolaou K.C., He Y., Vourloumis D., Vallberg H., Yang Z., *Angew. Chem.*, 1996, **108** (20), 2554.
20. Yang Z., He Y., Vourloumis D., Vallberg H., Nicolaou K., *Ibid.*, 1997, **1** (2), 166.
21. Marsella M., Mayanard H., Grubbs R., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 1997, (10), 1101.
22. Scholl M., Trnka T., Morgan J., *Tetrahedron Lett.*, 1999, (40), 2247.
23. Storm C., Madsen R., *Synthesis*, 2003, (1), 18.
24. Chatterjee A., Grubbs R., *Org. Lett.*, 1999, **1** (11), 1751.
25. Grubbs R., *Tetrahedron*, 2004, (60), 7117.
26. Keisuke T., Miwako M., *Tetrahedron Lett.*, 2002, (43), 2235.
27. Grubbs R., Miller S., *Accounts. Chem. Res.*, 1995, (28), 446.
28. Amab K., Chatterjee A., Grubbs R., *Org. Lett.*, 2002, (11), 1939.
29. Ulman M., Belderrain T., Grubbs H., *Tetrahedron Lett.*, 2000, (41), 4689.
30. Baumann H., Buhler M., Fochem H., Hirsinger F., Zobelein H., Falbe J., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 1989, (27), 62.
31. Refvik M., Larock R., Tian Q., *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 1999, (76), 93.
32. Boelhouwer C., *J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, 1972, 1221.
33. Van Dam P., Mittelmeijer M., Boelhouwer C., *J. Amer. Oil. Chem. Soc.*, 1974, **51** (9), 389.

34. Tsuli J., Hashiguchi S., *Tetrahedron Lett.*, 1980, (21), 2955.
35. Nakamura R., Matsumoto S., Echigoya E., *Chem.Lett.*, 1976, 1019.
36. Rossi R., *Synthesis*, 1977, (12), 817.
37. Villemin D., *Tetrahedron Lett.*, 1983, (28), 2855.
38. Penninger J., Biermann M., Krouse H.J., *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 1989, (85), 239.
39. Mol J., *Green Chemistry*, 2002, 4 (1), 5.
40. Verkuijlen E., Mol J., Boelhouwer C., *J. Amer. Chem. Soc.*, 1977, 189.
41. Verkuijlen E., Dirks R., Boelhouwer C., *Recl. Trav. Chim. Pays-Bas*, 1977, 96 (11), 86.
42. Warwel S., Deckers A., *Tenside. Surfactants Deterg.*, 1989, (26), 252.
43. Фурман Д.Б., Дмитриев Р.В., Баркова А.П. и др., *Нефтехимия*, 2004, 44 (2), 131.
44. Mol J.C., *Mol. Catal.*, 1991, (65), 145.
45. Boelhouwer C., Mol J., *Prog. Lipid Res.*, 1985, (242), 43.
46. Sibeijn M., Mol J.C., *Mol. Catal.*, 1992, (76), 345.
47. Warwel S., Tillach J., Demes C., *Macromol. Chem. Phys.*, 2001, (202), 1114.
48. Быков В.И. Метатезис олефинов в новой стратегии синтеза ферромоннов и других природных соединений. Дис. ... д-ра хим. наук., Москва, 2003, 348.

Надійшла до редакції 27.02.2007 р.

Метатезис олефинов з функціональними групами

Д.А. Матвійчук, В.И. Кашиковский

Інститут біоорганічної хімії і нефтехімії НАН України,
Україна, 02094 Київ, ул. Мурманська, 1; факс: (044) 573-25-52

В современной органической химии особое место принадлежит реакциям метатезиса олефинов. Метатезис олефинов – это уникальное перераспределение углеродного скелета, в котором ненасыщенные связи углерод-углерод размещаются по-новому в присутствии катализаторов. Данный обзор посвящен реакциям метатезиса функционализированных олефинов. Метатезис олефинов с различными функциональными группами позволяет получать широкий спектр продуктов от простых линейных олефинов до сложных макроциклических соединений, а также успешно использовать в качестве сырья, восстанавливаемые растительные ресурсы.

Metathesis of functional olefins

D.A. Matviichuk, V.I. Kashkovsky

Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of NAS of Ukraine,
1, Murmanskaya Str., Kyiv, 02094, Ukraine, Fax: (044) 573-25-52

The olefin metathesis reactions are of a special interest in modern organic chemistry. Olefin metathesis is a unique redistribution carbon's backbone in which new unsaturated carbon-carbon double bonds are formed in the presence of catalysts. The present review is focused on metathesis of different functionality olefins. This reaction allow to derive various practically useful substrates from simple linear olefins up composite to macrocyclic compounds from renewable natural resources.