

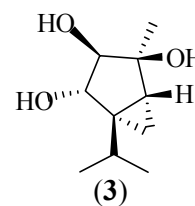
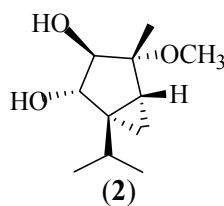
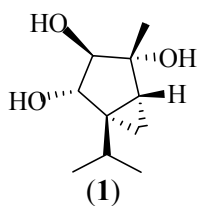
Р.И.Жалмаханбетова¹, Ж.Ж.Жұмағалиева²¹Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана;²Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті
(E-mail: rozadichem@mail.ru)**Циклопропан сақинасы бар табиғи қосылыстар:
синтездеу әдістері және биологиялық белсенділігі**

Мақалада өсімдік құрамынан бөлініп алынған циклопропан сақинасы бар қосылыстар және химиялық модификациялау жолымен құрамында хлор-, бром-, фторциклопропан сақинасы бар қосылыстарды алу жолдары бойынша мағлұматтар келтірілген. Мұндай қосылыстарға әкелетін жолдардың бірі галоциклопропандау реакциясы болып табылады. Табиғи терпеноидтар, алкалоидтар және стероидтар негізінде алынған циклопропан сақинасы бар қосылыстардың биологиялық белсенділігі бойынша мәліметтер келтірілген. Жүргізілген шолуға сәйкесті мұндай қосылыстардың көксіңге, вирусқа, микробқа, ісікке, туберкулезге қарсы, Anti-Hiv-1, инсектицидті әсерлері бар екендігі анықталған.

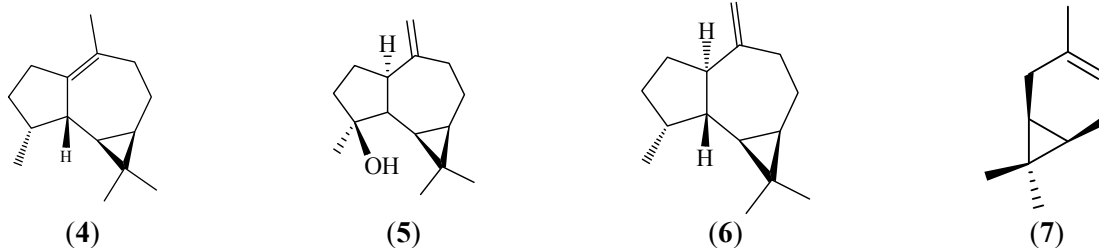
Кілт сөздер: терпеноидтар, алкалоидтар, стероидтар, циклопропан сақинасы, химиялық түрлендіру, синтез, құрылым, биологиялық белсенділік.

Биологиялық белсенді қосылыстарды алудың бірден-бір көзі өсімдіктер екені белгілі. Өсімдік көздерінен жоғары биологиялық белсенді қосылыстарды іздестіру үлкен қарқынмен дамуда. Қазіргі уақытта дәрілік заттардың табиғи қосылыстар негізінде алынуы да маңызды болып саналады. Осы айтылғандарға байланысты жүргізіліп жатқан жұмыстар айтарлықтай [1–3]. Табиғи қосылыстардан алынған биологиялық белсенді қосылыстар саны жылдап артуда. Мұндай қосылыстар бактерияға қабынуға, көксіңге қарсы, цитоуытты және басқа да белсенділікке ие [4–8]. Өсімдіктерді химиялық зерттеуде құрамындағы жеке компоненттерді бөліп алуда тиімді және оңтайлы әдістерді қолдану және табиғи қосылыстарға химиялық өзгертулер жүргізу арқылы әр түрлі құрылымды биологиялық белсенділігі жоғары қосылыстарды синтездеу жолдарын айқындау маңызды болып саналады. Химиялық өзгертулер жүргізу арқылы табиғи терпеноидтар, алкалоидтар, стероидтар, тағы басқа қосылыстар негізінде галоген, азот, фосфор, күкірт атомдары бар қосылыстар синтезделген [9–13]. Циклопропан фрагменті өте жоғары реакциялық қабілетті және биологиялық белсенділігі жоғары екендігі бізге белгілі. Сондықтан да құрамында циклопропан сақинасы бар табиғи қосылыстарды зерттеу өте үлкен қызығушылық туғызады. Мұндай қосылыстардың табиғатта кездесуі көптеген зерттеушілердің жұмыстарында баяндалған.

Авторлар [14] *Artemisia suksdorfii* Piper өсімдігінің жер беті бөлігінен циклопропан сақинасы бар үш монотерпен (1–3) бөліп алған. ПМР-спектріндегі δ 0,44 (д.д., $J=8,5$; 6,5) және δ 0,99 (д.д., $J=6,5$; 3,5), сонымен қатар $[M+H]^+$ m/z 187 болуы молекуланың (1) бициклді екенін дәлелдейді. ПМР-спектріндегі δ 0,44, 0,99 және 1,20 циклопропан сақинасына тән. Спектрлік мәліметтер бойынша, қосылыс (1) (+)-(3*S*, 4*R*, 5*R*)-үшгидроксисабинан екендігі айқындалды. Молекуланың (2) ¹H және ¹³C ЯМР-спектрлерінің қосылыстың (1) спектрлік мәліметтерінен айырмашылығы δ_H 3,31, δ_C 50,6 болуы болып табылады. Ал (2) стереохимиясында ерекшелік жоқ. Сонымен, қосылыс (1) (+)-(3*S*, 4*R*)-екігидрокси-(5*R*)-метоксисабинан екендігі айқындалды. Үшінші монотерпеноид (3), спектрлік мәліметтері бойынша, молекуланың (1) эпимері екендігі анықталған. Бұл қосылыс (3) (+)-(3*S*, 4*R*, 5*S*)-үшгидроксисабинан болып табылды.



Циклопропан сақинасы бар моно-, бициклды монотерпеноидтарға леден (4), спатуленол (5), аромадендрен (6), карен (7) жатады [15, 16].



Зерттеушілер [17] *Leontice darvasica* өсімдігін зерттеп, пиридин (анабазин), дифенил (таспин), цитизин (N-метилцитизин), спартейн (*l*-лупанин), матрин (леонтин, *d*-софоридин, дарвазамин (8), дарвазин (9), леонталбинин) және леонтидин тобына жататын алкалоидтарды бөліп алған. Бұл алкалоидтардың ішінде дарвазаминның (8) және дарвазинның (9) құрамында циклопропан сақинасы кездеседі.



Сонымен *L. darvasica* өсімдігін зерттеуде алкалоидтар қоспасының сандық және сапалық құрамы өсімдіктің өскен жеріне байланысты екендігін айқындай отырып, дарвазаминнің (8) және дарвазинның (9) абсолютті конфигурациясын анықтаған.

Jatropha gossypifolia өсімдігінің тамырынан циклопропан сақинасы бар екітерпеноидтар ятрофолон А (10) және оның С-2 эпимері ятрофолон В (11) бөлініп алынған [18].

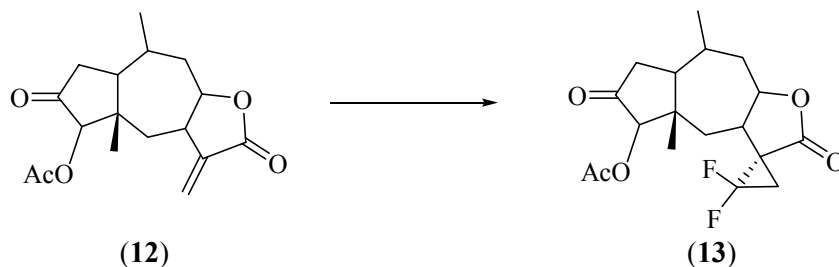


Үштерпеноидтар, стероидтар қатарында да циклопропан сақинасы бар қосылыстар бөлініп алынған [19–22].

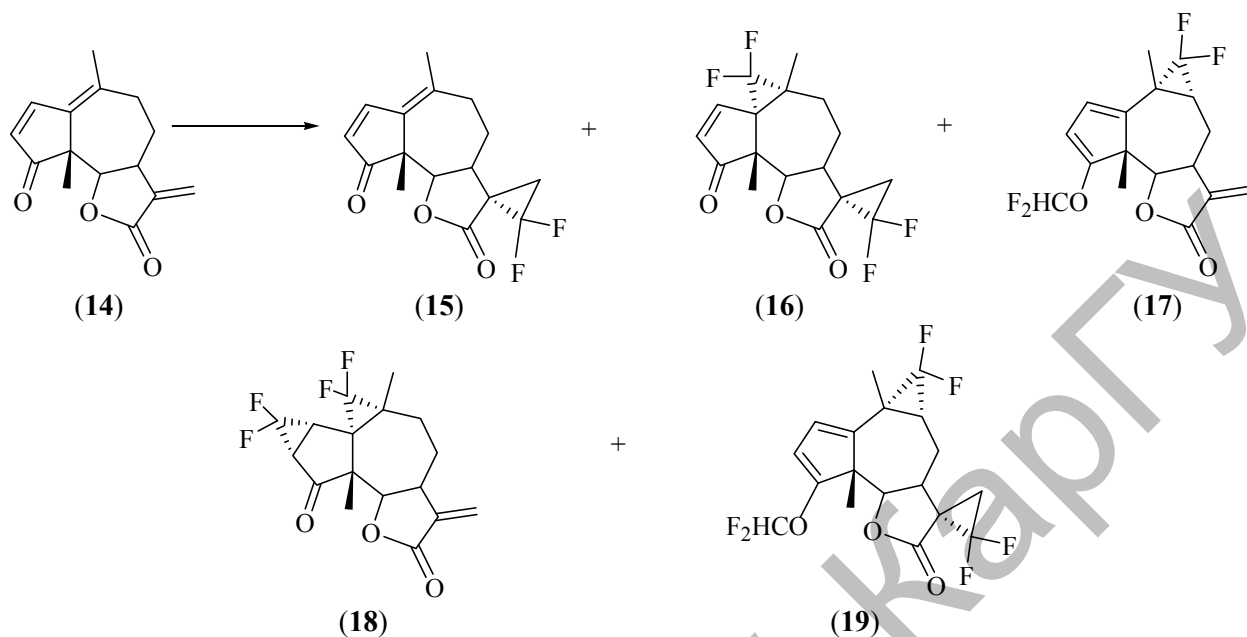
Синтездеу жолымен алынған циклопропан сақинасы бар табиғи қосылыстар сирек кездеседі. Мұндай қосылыстарға әкелетін жолдардың бірі галоциклопропандау реакциясы болып табылады. Бұл реакцияда фазааралық әдіс жиі қолданылады. Катализатор ретінде аммоний тұздары, үшіншілік аминдер, краун-эфирлері, т.б. қолданылады [23–25].

I.Salazar және E.Dfaz [26] циклопропандау реакциясын табиғи сесквитерпенді лактондар псевдогваянолидтер қатарында зерттеген. Мақалада псевдогваянолидтер перувининнің (12), ангидропартениннің (14) және геленалин ацетатының (20) екіфторциклопропан сақинасы бар туындыларының синтездеу жолдары көрсетілген.

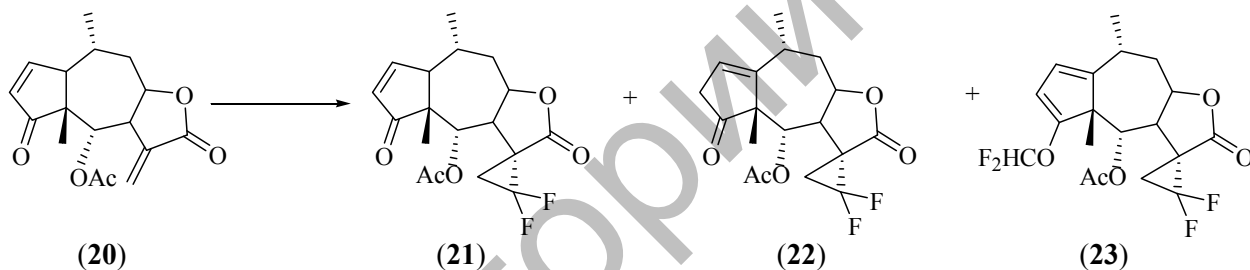
Перувининді (12) апротонды еріткіш диглимде хлорекіфторсірке қышқылының натрий тұзымен әрекеттестіргенде циклопропан сақинасы бар қосылысқа (13) әкеледі.



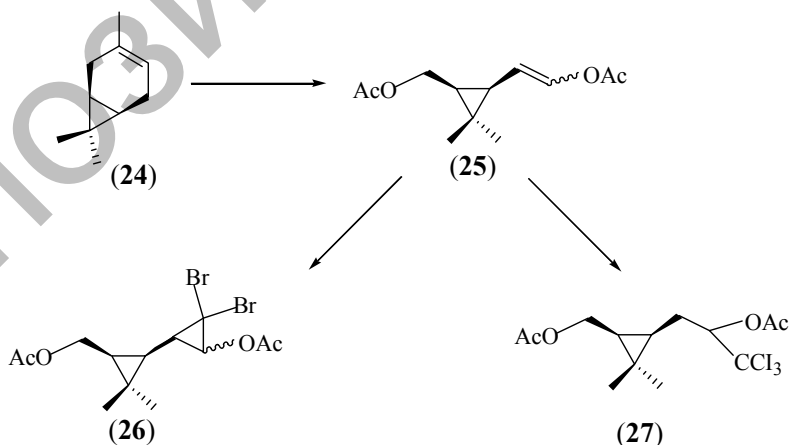
Ангидропартенинді (14) құрғақ диглимде хлорекіфторсірке қышқылының натрий тұзы ерітіндісімен әрекеттестіргенде (15) және өте аз шығыммен (16–19) түзілген.



Геленалин ацетаты (20) бұл жағдайда үш өнім (21–23) түзеді.

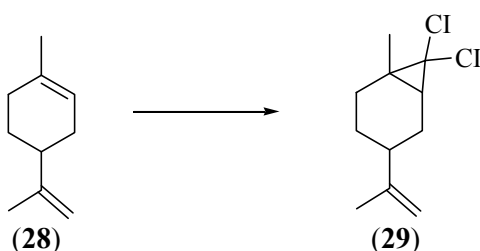


Зерттеушілер [27] жұмысында циклопропандау реакциясына электроны жеткіліксіз қос байланысына циклопропан фрагментінің әсерін зерттеген. Монотерпен өкілі кареннің (24) енолацетатын (25) циклопропандау нәтижесінде қосылыстар (26–27) синтездеген.

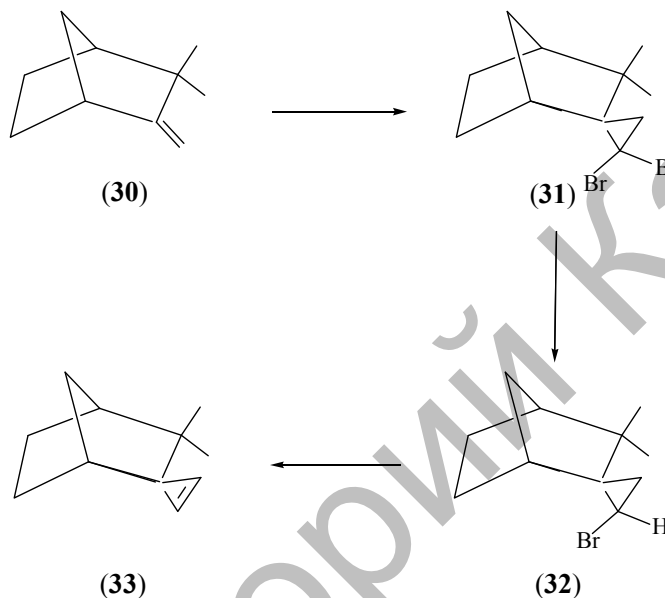


Енолацетаттағы (25) циклопропан фрагменті қос байланыстың белсендігін арттыру салдарынан реакцияға азырақ электрофильді екібромкарбеннің кірісуіне мүмкіндік береді. Ал неғұрлым электрофильді екіхлоркарбенге қос байланыстағы белсенділік жеткіліксіз, сондықтан да үшхлорметил анионы (CCl_3^-) қосылуына әкеледі.

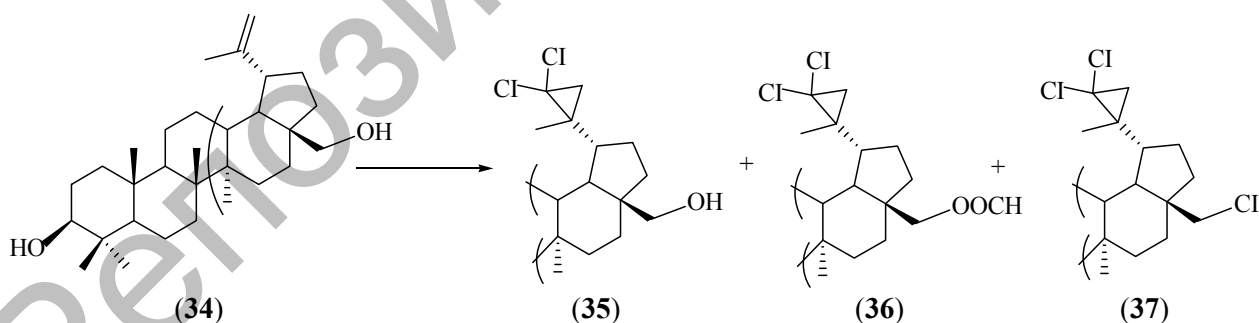
Лимоненді (28) фазааралық катализ жағдайында селективті катализатор β -гидроксиэтилүш-алкиламмоний ионын қолданып, екіхлоркарбенмен әрекеттестіргенде шығымы 62 % екіхлорциклопропан туындысы (29) алынған [28].



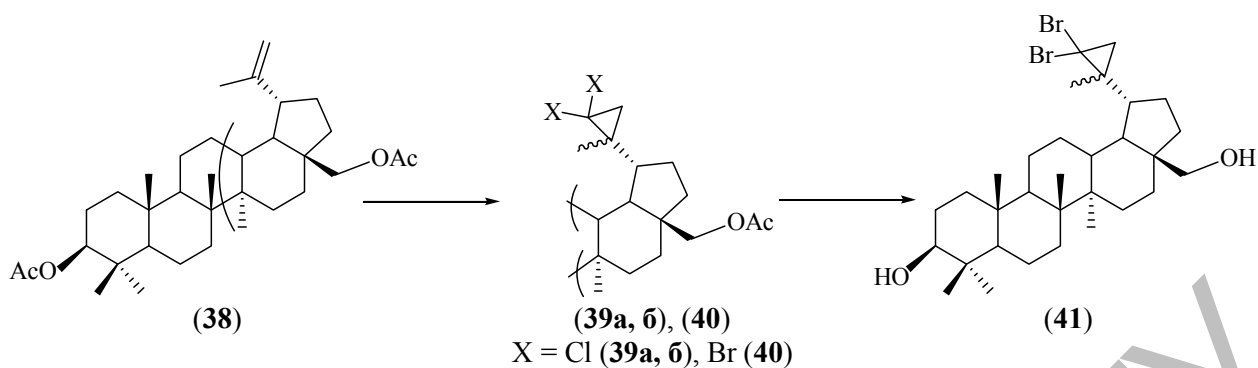
Камфенді (30) екібромкарбенмен әрекеттестіргенде 2,2-екіметилнорборнан-3-спиро-2,2-екі-циклопропанның (31) түзілуіне әкеледі. Авторлар қосылысты (30) электрохимиялық тотықсыздандыру арқылы монобромидті (32) синтездеген. Соңғы сатысында монобромидті (32) диметилсульфоксид ерітіндісінде *t*-BuOK-мен әрекеттестіріп, циклопропен (33) алған [29].



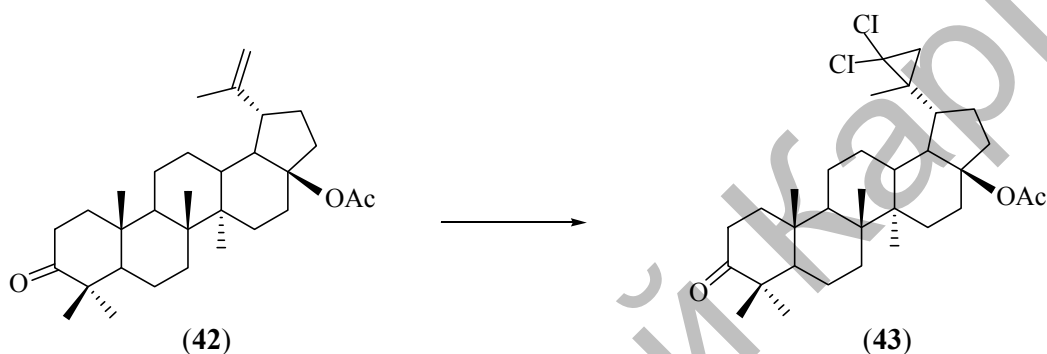
Авторлар [30] циклопропандау реакциясын үштерпеноидтар қатарында зерттеген. Зерттеу нәтижесінде үштерпеноидтардың лупан қатарында гем-екіхлор және гем-екібромциклопропан фрагменті бар өкілдерін синтездеген. Бетулинді (34) үшэтил-бензиламмонихлоридінің қатысында екіхлоркарбенмен әрекеттестіргенде (35–37) қоспасы алынған.



Бетулин ацетатын (38) жоғарыда айтылған жағдайда циклопропандау екі диастереомерлер қоспасына әкеледі. Стереомер (39а) қайта кристалдандыру арқылы таза күйде бөлініп алынған. Минорлы изомер (39б) ^{13}C ЯМР спектрінің мәліметі бойынша, дәлелденген. Бетулин ацетатының (38) екібромкарбенмен реакциясында гем-екібромциклопропан туындысы (40) түзіледі. Қосылысты (40) метанолда 5 %-ды КОН ерітіндісімен әсер еткенде жоғары шығымды диолға (41) әкеледі.

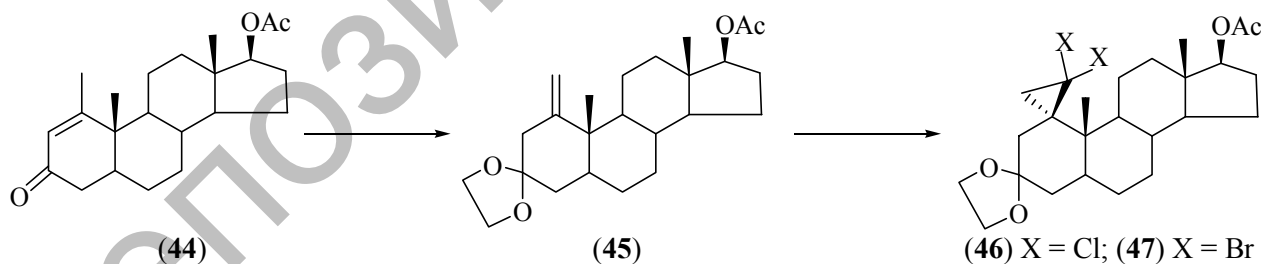


Сонымен қатар зерттеушілер [30] 17-ацетокси-28-норлупан-3-онның (42) циклопропан туындысын (43) синтездеген.

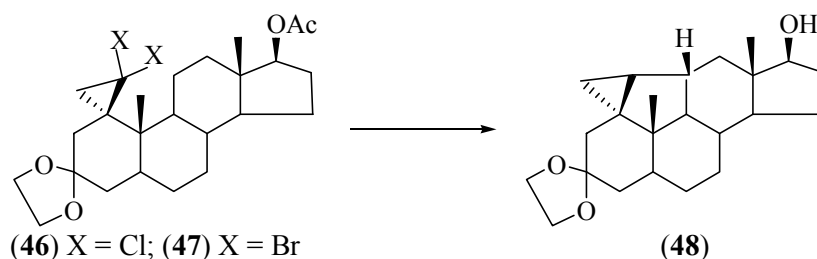


Сонымен, жүргізген зерттеулер нәтижесі бойынша үштерпеноидтардың бүйір тізбегінде гем-екіхлор- және гем-екібромциклопропан фрагменті бар қосылыстар синтезделген. Үштерпеноидтардың лупан қатарына жататын бұл қосылыстарды одан әрі трансформациялау үшін, сонымен қатар «құрылым – белсенділік» өзара байланысын зерттеу үшін интермедиаттар ретінде қолдануға болады.

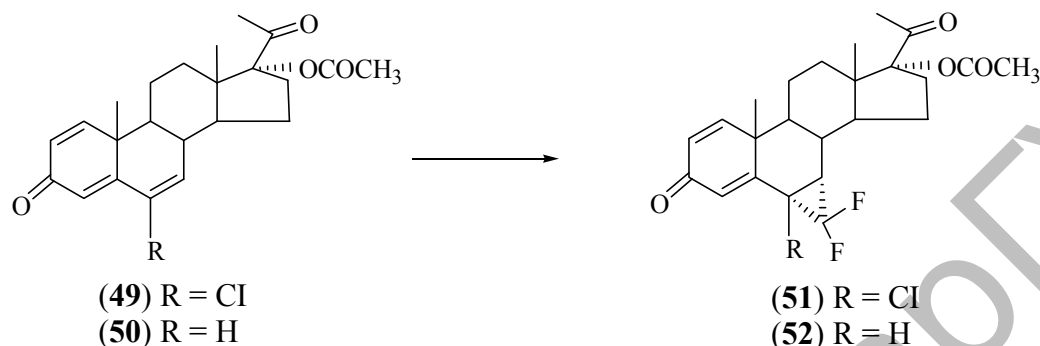
Авторлар [31] 17β-ацетокси-1-метил-5α-андрост-1-ен-3-онға (44) химиялық өзгерту жүргізіп, түзілген қосылысты (45) бөлме температурасында бензилүшэтиламмоний хлоридінің каталитикалық мөлшерінің қатысында хлороформнан генерирленген екіхлоркарбенмен циклопропандағанда 52%-ды жалғыз диастереоизомерді (46) синтездеген. (45) және катализатор *t*-BuOK суспензиясына бромформның циклогександағы ерітіндісімен әсер етіп, екібромциклопропан туындысы (47) алынған.



Галогенциклопропан туындысын (47) аргон атмосферасында эфирдегі метил-литийдің (MeLi–Et₂O) артық мөлшерімен әрекеттестіргенде шығымы 86% қосылыс (48) түзіледі. Екіхлортуынды (46) осы жағдайда шығымы 80% циклопропанды қосылысқа (48) әкеледі.



Моно- және поликанықпаған кетостероидтарға циклопропандау реакциясын екіфторметиленнің қосылуы арқылы зерттеген [32]. $\Delta^{4,6}$ - және $\Delta^{1,4,6}$ -кето-стероидтарды натрий хлорекіфторацетатынан генерирленген екіфторкарбенмен аprotонды еріткіш диглимде қайнатып циклопропан сақинасы бар бірқатар стероидты қосылыстар синтездеген. 17α -Ацетокси-6-хлорпрегна-4,6-диен-3,20-дионды (**49**) және 17α -ацетокси-прегна-4,6-диен-3,20-дионды (**50**) $\text{ClF}_2\text{CCOONa}$ -дың артық мөлшерімен әрекеттестіргенде сәйкесті қосылыстар (**51–52**) түзілген.



Циклопропан сақинасы бар табиғи қосылыстардың биологиялық белсенділігі

Қосылыстар құрамындағы циклопропан сақинасының реакциялық қабілеттілігі жоғары болуымен қатар, мұндай қосылыстар биологиялық белсенділіктің кең спектріне ие екендігі белгілі. J.Salaün [33] жариялаған жұмысында циклопропан туындыларының инсектицидті, көксінге, вирусқа, микробқа, ісікке қарсы белсенділіктерін келтірген. Зерттеушілер өсімдік көзінен бөлініп алынған табиғи стероидтардың, үштерпеноидтардың цитоуытты, Anti-Hiv-1 белсенділігін анықтаған [20, 21]. Үштерпеноид бетулиннің екіхлорциклопропан туындысының (**35**) туберкулезге қарсы әсерін зерттеу үшін компьютерлік болжау жүргізілген. Эксперименттік мәліметтерден белгілі болғандай, зерттеуге алынған қосылыс айрықша белсенділік көрсеткен [34].

Сонымен, жоғарыда келтірілген мәліметтер циклопропандау реакциялары негізінде әр түрлі биологиялық белсенді циклопропан сақинасы бар табиғи қосылыстар қатарын кеңейту және жаңа туындыларын синтездеу маңыздылығын негіздейді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Адеkenов С.М. Синтез и биологическая активность новых производных арглабина и перспективы производства оригинальных фитопрепаратов // Российский биотерапев. журн. — 2005. — № 2. — С. 7–14.
- 2 Володин В.В. Эндистероидсодержащие растения: ресурсы, использование и перспективы создания новых адаптогенных средств // Химия и технология растительных веществ. — Сыктывкар, 2006. — С. 16.
- 3 Кусаинова Д.Д. Фармакологическая характеристика препарата «Салсоколлин» // Фармация Казахстана. — 2004. — Спец. вып. — С. 31–33.
- 4 Wu T.Sh., Damu A.G., Su Ch.R., Kuo P.Ch. Terpenoids of *Aristolochia* and their biological activities // Nat. Prod. Rep. — 2004. — No. 21. — P. 594–624.
- 5 Huo J., Yang Sh.P., Ding J., Yue J.M. Cytotoxic Sesquiterpene Lactones from *Eupatorium lindleyanum* // J. Nat. Prod. — 2004. — Vol. 67. — P. 1470–1475.
- 6 Fuller R.W., Cardellina J.H., Kato Y., Brinen L.S., Clardy J., Shader K.M., Boyd M.R. A Pentahalogenated Monoterpene from the Red Alga *Portieria hornemanii* Produces a Novel Cytotoxicity Profile against a Diverse Panel of Human Tumor Cell Lines // J. Med. Chem. — 1992. — No. 16. — P. 3007–3011.
- 7 Muhammad I., Dunbar D.Ch., Takamatsu S., Walker L.A., Clark A.M. Antimalarial, Cytotoxic and Antifungal Alkaloids from *Duguetia Hadrantha* // J. Nat. Prod. — 2001. — No. 5. — P. 559–562.
- 8 Rodriguez I.I., Rodriguez A.D., Franzblau S.G. Ileabothoxazole: a novel benzoxazole alkaloid with antimycobacterial activity // Tetrahedron Letters. — 2006. — No. 19. — P. 3229–3232.
- 9 Адеkenов С.М. Перспективы фитохимических исследований в создании оригинальных лекарственных препаратов // Хим. журн. Казахстана. — 2005. — № 3. — С. 8–35.
- 10 Жалмаханбетова Р.И. Сесквитерпенді лактондардың фосфонат туындыларының синтезі // Қазақстанның химия журналы. — 2005. — № 3. — С. 140–151.
- 11 Артемова Н.П., Никитина Л.Е., Юшков Д.А., Шигабутдинова О.Г., Племенков В.В., Клочков В.В., Хайрутдинов Б.И. Синтез серосодержащих производных сесквитерпенового лактона британина // Химия природ. соед. — 2005. — № 1. — С. 37–38.

- 12 *Sobarzo-Sanchez T.M., Arbaoui J., Protais Ph., Cassels B.K.* Halogenated Boldine Derivatives with Enhanced Monoamine Receptor Selectivity // *J. Natur. Prod.* — 2000. — Vol. 63, No. 4. — P. 480–484.
- 13 *Суразиева Е.В.* О присоединении тиолов к (–)-карвону // *Химия природ. соедин.* — 2004. — № 5. — С. 393–395.
- 14 *Ahmed Ah.A., El-Moghazy S.A., El-Shanawany M.A., Abdel-Ghani H.F., Karchesy J., Sturtz G., Dalley K., Pare P.W.* Polyol Monoterpenes and Sesquiterpene Lactones from the Pacific Northwest Plant *Artemisia suksdorfii* // *J. Natur. Prod.* — 2004. — Vol. 67. — P. 1705–1710.
- 15 *Wu T., Damu A.G., Su Ch., Kuo P.* Terpenoids of *Aristolochia* and their biological activities // *Nat. Prod. Rep.* — 2004. — Vol. 21. — P. 594–624.
- 16 *Салахутдинов Н.Ф., Бархаш В.А.* Реакционная способность терпенов и их аналогов в «организованной среде» // *Успехи химии.* — 1997. — Т. 66, № 4. — С. 376–400.
- 17 *Зуннунжанов А., Искандаров С., Юнусов С.Ю.* Алкалоиды *Leontice darvasica* // *Химия природ. соедин.* — 1974. — № 3. — С. 373–377.
- 18 *Purushothaman K.K., Chandrasekharan S., Cameron A.F., Connolly J.D., Labbe C., Maltz A., Rycroft D.S.* Jatropholones A and B, New Diterpenoids from roots of *Jatropha Gossypifolia* (Euphorbiaceae) — Crystal Structure Analysis of Jatropholone B // *Tetrahedron Letters.* — 1979. — No. 11. — P. 979–980.
- 19 *Cantillo-Ciau Z., Brito-Loeza W., Quijano L.* Triterpenoids from *Tillandsia fasciculata* // *J. Nat. Prod.* — 2001. — No. 7. — P. 953–955.
- 20 *Xiao W., Tian R., Pu J., Li X., Wu L., Lu Y., Li S., Li R., Zheng Y., Zheng Q., Sun H.* Triterpenoids from *Schisandra lancifolia* with Anti-Hiv-1 Activity // *J. Nat. Prod.* — 2006. — No. 2. — P. 277–279.
- 21 *Levina E.V., Kalinovsky A.I., Andriyashenko P.V., Dmitrenok P.S., Aminin D.L., Stonik V.A.* Phrygiasterol, a Cytotoxic Cyclopropane-Containing Polyhydroxysteroid, and Related Compounds from the Pacific Starfish *Hippasteria phrygiana* // *J. Nat. Prod.* — 2005. — No. 10. — P. 1541–1544.
- 22 *D'Armas H.T., Mootoo B.S., Reynolds W.F.* Steroidal Compounds from the Caribbean Octocoral *Eunicea laciniata* // *J. Nat. Prod.* — 2000. — No. 12. — P. 1669–1671.
- 23 *Розанцев Г.Г., Файнзилберг, Новиков С.С.* Успехи химии карбенов // *Успехи химии.* — 1965. — № 34. — С. 177–218.
- 24 *Костиков Р.Р., Молчанов А.П.* Двухфазный метод получения гем-дигалогенциклопропанов в присутствии краун-эфира // *Журн. орг. химии.* — 1975. — Т. 11, Вып. 8. — С. 1767.
- 25 *Makosza M., Kasproicz A., Fedorynski M.* How do trialkylamines catalyze reaction of dichlorocarbene in a two-phase system? // *Tetrahedron Letters.* — 1975. — No. 25. — P. 2119–2122.
- 26 *Salazar I., Dfaz E.* Carbofluorination of pseudoguaianolide sesquiterpene lactones // *Tetrahedron.* — 1979. — Vol. 35. — P. 815–818.
- 27 *Климкин М.А., Куковинец О.С., Касрадзе В.Г., Спирихин Л.В., Галин Ф.З.* Взаимодействие (1S,3S)-1-(2-ацетокси-винил)-2,2-диметил-3-ацетоксиметилциклопропана с галоформами в условиях межфазного катализа // *Изв. РАН. Сер. химия.* — 2002. — № 9. — С. 1620–1621.
- 28 *Niyama T., Sawada H., Tsukanaka M., Nozaki H.* β -Hydroxyethyltrialkylammonium ion as a selective phase-transfer catalyst for dihalocyclopropanation // *Tetrahedron Letters.* — 1975. — No. 34. — P. 3013–3016.
- 29 *Шкуро О.А., Никитина Л.Е., Племенков В.В., Струнская Е.И.* Подход к синтезу циклопропанов терпенового ряда на примере камфена // *Журн. орг. химии.* — 1997. — Т. 33, Вып. 6. — С. 902–904.
- 30 *Комиссарова Н.Г., Беленкова Н.Г., Шитикова О.В., Спирихин Л.В., Юнусов М.С.* Циклопропанирование бетулина и его диацетата дигалогенкарбенами // *Журн. орган. химии.* — 2004. — Т. 40. — С. 1511–1516.
- 31 *Künzer H., Bittler D., Sauer G., Wiechert R.* A Carbenoid route to C(1)-C(11) bridged steroids // *Tetrahedron Letters.* — 1990. — No. 43. — P. 6171–6174.
- 32 *Beard C., Berkov B., Dyson N.H., Harrison I.T., Hodge P., Kirkham L.H., Lewis G.S., Giannini D., Lewis B., Edwards J.A., Fried J.H.* The methylenation of unsaturated ketones — Part VII. Addition of difluoromethylene to mono and polyunsaturated ketosteroids // *Tetrahedron.* — 1969. — Vol. 25. — P. 1219–1239.
- 33 *Salaiin J.* Синтетический потенциал и биоактивность циклопропанов // *Журнал орг. химии.* — 1997. — Т. 33, Вып. 6. — С. 806–848.
- 34 *Погребняк А.В., Василенко Ю.К., Оганесян Э.Т., Глушко А.А., Суздаев К.Ф., Погребняк Л.В.* Компьютерный прогноз и направленный синтез нового производного бетулина, обладающего противотуберкулезным действием // *Хим.-фарм. журн.* — 2002. — № 10. — С. 18–20.

Р.И.Джалмаханбетова, Ж.Ж.Жумагалиева

Природные соединения, содержащие циклопропановый цикл: методы синтеза и биологическая активность

В статье представлены сведения о циклопропансодержащих соединениях, выделенных из растительных источников, а также методы получения хлор-, бром-, фторциклопропансодержащих соединений путем химической модификации. Одним из путей получения таких соединений является реакция галоциклопропанирования. Приведены данные по биологической активности циклопропансодержащих соединений, полученных на основе природных терпеноидов, алкалоидов и стероидов. Соответственно проведенному обзору показано, что такие соединения обладают противогрибковой, противовирусной, антимикробной, противотуберкулезной, Anti-Hiv-1, инсектицидной активностью.

R.I.Jalmakhanbetova, Zh.Zh.Zhumagalieva

Natural compounds containing cyclopropane cycle: methods of synthesis and biological activity

This paper presents information about cyclopropane-containing compounds isolated from plant sources, as well as methods of obtaining of chloro-, bromo-, fluoro-containing compounds by chemical modification way. One way of obtaining of such compounds is the reaction of halocyclopropanation. The data on biological activity of cyclopropane-containing compounds obtained from natural terpenoids, alkaloids and steroids was shown. Accordingly to the review it is shown that these compounds have antifungal, antiviral, antimicrobial, antitubercular, Anti-Hiv-1, insecticidal activity.

References

- 1 Adekenov S.M. *Russian biotherap. journal*, 2005, 2, p. 7–14.
- 2 Volodin V.V. *Chemistry and technology of plant substances*, Syktyvkar, 2006, p. 16.
- 3 Kusainova D.D. *Pharmacy Kazakhstan*, 2004, Special release, p. 31–33.
- 4 Wu T.Sh., Damu A.G., Su Ch.R., Kuo P.Ch. *Nat. Prod. Rep.*, 2004, 21, p. 594–624.
- 5 Huo J., Yang Sh.P., Ding J., Yue J.M. *J. Nat. Prod.*, 2004, 67, p. 1470–1475.
- 6 Fuller R.W., Cardellina J.H., Kato Y., Brinen L.S., Clardy J., Shader C.M., Boyd M.R. *J. Med. Chem.*, 1992, 16, p. 3007–3011.
- 7 Muhammad I., Dunbar D.Ch., Takamatsu S., Walker L.A., Clark A.M. *J. Nat. Prod.*, 2001, 5, p. 559–562.
- 8 Rodriguez I.I., Rodriguez A.D., Franzblau S.G. *Tetrahedron Letters*, 2006, 19, p. 3229–3232.
- 9 Adekenov S.M. *Chemical journal of Kazakhstan*, 2005, 3, p. 8–35.
- 10 Jalmakhanbetova R.I. *Chemical journal of Kazakhstan*, 2005, 3, p. 140–151.
- 11 Artemova N.P., Nikitina L.E., Yushkov D.A., Shigaboutdinova O.G., Plemenkov B.B., Klochkov V.V., Khairutdinov B.I. *Chemistry of natural comp.*, 2005, 1, p. 37–38.
- 12 Sobarzo-Sanchez T.M., Arbaoui J., Protais Ph., Cassels B.K. *J. Natur. Prod.*, 2000, 63, 4, p. 480–484.
- 13 Sirazieva E.V. *Chemistry of natural comp.*, 2004, 5, p. 393–395.
- 14 Ahmed Ah.A., El-Moghazy S.A., El-Shanawany M.A., Abdel-Ghani H.F., Karchesy J., Sturtz G., Dalley K., Pare P.W. *J. Natur. Prod.*, 2004, 67, p. 1705–1710.
- 15 Wu T., Damu A.G., Su Ch., Kuo P. *Nat. Prod. Rep.*, 2004, 21, p. 594–624.
- 16 Salakhutdinov N.F., Barkhash V.A. *Russian chemical reviews*, 1997, 66, 4, p. 376–400.
- 17 Zunnunzhanov A., Iskandarov S., Yunusov C.Yu. *Chemistry of natural comp.*, 1974, 3, p. 373–377.
- 18 Purushothaman K.K., Chandrasekharan S., Cameron A.F., Connolly J.D., Labbe C., Maltz A., Rycroft D.S. *Tetrahedron Letters*, 1979, 11, p. 979–980.
- 19 Cantillo-Ciau Z., Brito-Loeza W., Quijano L. *J. Nat. Prod.*, 2001, 7, p. 953–955.
- 20 Xiao W., Tian R., Pu J., Li X., Wu L., Lu Y., Li S., Li R., Zheng Y., Zheng Q., Sun H. *J. Nat. Prod.*, 2006, 2, p. 277–279.
- 21 Levina E.V., Kalinovskiy A.I., Andriyashenko P.V., Dmitrenok P.S., Aminin D.L., Stonik V.A. *J. Nat. Prod.*, 2005, 10, p. 1541–1544.
- 22 D'Armas H.T., Mootoo B.S., Reynolds W.F. *J. Nat. Prod.*, 2000, 12, p. 1669–1671.
- 23 Rozantsev G.G., Fainzilberg, Novikov S.S. *Russian chemical reviews*, 1965, 34, p. 177–218.
- 24 Kostikov R.R., Molchanov A.P. *Journal of org. chemistry*, 1975, 11, 8, p. 1767.
- 25 Makosza M., Kacprowicz A., Fedorynski M. *Tetrahedron Letters*, 1975, 25, p. 2119–2122.
- 26 Salazar I., Dfaz E. *Tetrahedron*, 1979, 35, p. 815–818.
- 27 Klimkin M.A., Kukovinets O.S., Kasradze V.G., Spirikhin L.V., Galin F.Z. *Izv. RAS. Ser. chemistry*, 2002, 9, p. 1620–1621.
- 28 Hiyama T., Sawada H., Tsukanaka M., Nozaki H. *Tetrahedron Letters*, 1975, 34, p. 3013–3016.
- 29 Shkuro O.A., Nikitina L.E., Plemenkov V.V., Strunskaya E.I. *Journal of org. chemistry*, 1997, 33, 6, p. 902–904.
- 30 Komissarova N.G., Belenkova N.G., Shitikova O.V., Spirikhin L.V., Yunusov M.S. *Journal of org. chemistry*, 2004, 40, p. 1511–1516.
- 31 Künzer H., Bittler D., Sauer G., Wiechert R. *Tetrahedron Letters*, 1990, 43, p. 6171–6174.
- 32 Beard C., Berkoz B., Dyson N.H., Harrison I.T., Hodge P., Kirkham L.H., Lewis G.S., Giannini D., Lewis B., Edwards J.A., Fried J.H. *Tetrahedron*, 1969, 25, p. 1219–1239.
- 33 Salaün J. *Journal of org. chemistry*, 1997, 33, 6, p. 806–848.
- 34 Pogrebnyak A.V., Vasilenko Yu.K., Oganessian E.T., Glushko A.A., Suzdalev C.F., Pogrebnyak L.V. *Chem.-pharm. journal*, 2002, 10, P. 18–20.