



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 163770

(13) U

(51) МПК

C07D 209/04 (2006.01)

C07C 233/21 (2006.01)

C07C 391/02 (2006.01)

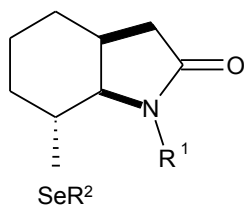
НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2026 00501	(72) Винахідник(и):	Васькевич Алла Іржіївна (UA), Мисяк Анастасія Юріївна (UA), Вовк Михайло Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки:	30.01.2026	(73) Володілець (володільці):	ІНСТИТУТ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, вул. Академіка Кухаря, 5, м. Київ, 02094 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	30.07.2026		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	29.07.2026, Бюл.№ 30		

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ 1-ЗАМІЩЕНИХ 7-(ОРГАНІЛСЕЛЕНІЛ)ОКТАГІДРО-2Н-ІНДОЛ-2-ОНІВ**(57) Реферат:**

Спосіб одержання 1-заміщених 7-(органілселеніл)октагідро-2Н-індол-2-онів загальної формули:



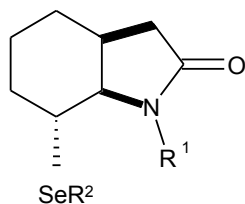
де $R^1 = \text{OPr-i}$, $\text{O}(\text{CH}_2)_2\text{OMe}$, OCH_2Ph , OPh , $\text{O}(3\text{-CNC}_6\text{H}_4)$,
 $\text{O}(4\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4)$, $\text{SO}_2(2\text{-MeC}_6\text{H}_3)$;
 $R^2 = \text{Ph}$, PhCH_2 .

При цьому аміді 2-(циклогекс-2-ен-1-іл)оцтової кислоти піддають взаємодії із діорганілдиселенідами в 99 %-вій мурашиній кислоті при перемішуванні та опроміненні LED-лампю із довжиною хвилі 455 нм при 30 °С впродовж 16-32 год із наступним виділенням цільових 1-заміщених 7-(органілселеніл)октагідро-2Н-індол-2-онів.

UA 163770 U

UA 163770 U

Корисна модель належить до органічної хімії, а саме стосується способу одержання нових 1-заміщених 7-(органілселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів загальної формули:



5

де $R^1 = \text{OPr-i}, \text{O}(\text{CH}_2)_2\text{OMe}, \text{OCH}_2\text{Ph}, \text{OPh}, \text{O}(3\text{-CNC}_6\text{H}_4),$
 $\text{O}(4\text{-NO}_2\text{C}_6\text{H}_4), \text{SO}_2(2\text{-MeC}_6\text{H}_3),$
 $R^2 = \text{Ph}, \text{PhCH}_2$

10 Сполуки такого типу можуть знайти застосування як ефективні будівельні блоки для структурної модифікації пергідрованого індолонового скафолду, а також як функціональні структури для конструювання лікоподібних речовин.

15 Полігідровані індольні системи є привілейованими молекулярними каркасами, які складають основу великого сімейства алкалоїдних природних продуктів: фортуцину [1], γ -лікорану [2], педункуларину [3], аеругіназину 98B [4], (+)дигідро- β -еритроіндину [5]. Структурні особливості біциклічного каркаса октагідроіндолу були використані для розробки інгібіторів ангіотензинперетворювального ферменту [6], антагоністів нікотинічних ацетилхолінових рецепторів нейронів [7], селективного антагоніста рецептора простагландину, який відповідає за зв'язування передачу сигналу клітині [8].

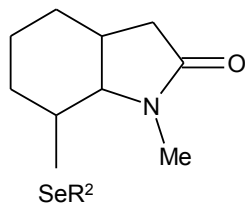
20 Окрім цього, деякі функціоналізовані похідні октагідроіндолу запропоновані як ефективні антимікробні [9], противірусні [10], знеболюючі [11], нейроактивні [12] та протиракові [13] агенти. Достатньо перспективними в ролі органокаталізаторів для асиметричного синтезу видаються хіральні октагідроіндол-2-карбонові [14, 15] та 2-фосфонові [16] кислоти.

25 Селеновмісні сполуки відіграють важливу роль в органічному синтезі, медичній хімії та біохімії [17-23]. Відомо, що азотовмісні гетероцикли, модифіковані арил- або алкілселенільними групами проявляють унікальні фармакологічні та фізико-хімічні властивості, що значно розширює їх прикладну значимість. Наглядними прикладами таких гетероциклічних структур є, зокрема, селеновмісні індоли, серед яких знайдено засоби для лікування нейродегенеративних захворювань [24, 25], антипроліферативні [26] та протипухлинні [27] агенти, а також селеновмісні хіноліни із вираженим протизапальним ефектом [28].

30 Саме тому поєднання в одній молекулярній структурі конформаційно гнучких гідрованих азотистих бігетерогетероциклів, яскравими представниками яких є октагідроіндол-2-они, із органоселенільними угрупованнями, є перспективною методологією синтетичної побудови селеновмісних структур як потенційних біоактивних сполук, а також як будівельних блоків для подальших трансформацій. В силу цього розроблення ефективного способу їх синтезу є обґрунтованою та актуальною задачею.

35 Спосіб одержання 1-заміщених 7-(органілселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів, їх властивості та застосування в науковій літературі та патентних виданнях не описані.

40 Найближчим структурним аналогом сполук, які заявляються, є єдиний відомий представник селенільованих гідрованих індолів - 1-метил-7-фенілселенілоктагідро-2H-індол-2-он формули:



45 Описаний в літературі метод одержання такої сполуки базується на ініційованій трет-бутилсульфінілхлоридом радикальній циклізації 2-(циклогекс-2-ен-1-іл)-N-метилацетаміду при дії дифенілдиселеніду, як джерела фенілселенільної функції [29, 30]. Суттєвим недоліком запропонованого методу є використання відносно важкодоступних: субстрату (2-(циклогекс-2-ен-1-іл)-N-метилацетаміду), радикального ініціатора (трет-бутилсульфінілхлориду) та відносно дорогої органічної основи - діізопропілетиламіну. Окрім цього, препаративна значимість способу

істотно знижується необхідністю проведення процесу при низьких температурах (-50 °C). Загалом, хоча вихід цільового продукту сягає 59 %, радикальний характер процесу не виключає пониження його селективності у випадку аналогів із різноманітними замісниками у положенні 1 біциклічної системи.

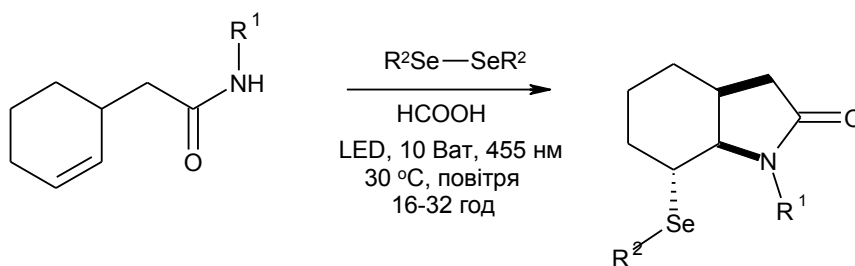
5 Задачею корисної моделі є розроблення нового способу отримання раніше невідомих 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів, що відкриває можливість їх використання як доступних об'єктів для біомедичних досліджень, а також як реагентів для синтезу біоактивних сполук.

10 Задача досягається ініційованим видимим світлом циклоселеніюванням діорганілдиселенідами N-заміщених амідів 2 (циклогекс-2-ен-1-іл)оцтової кислоти.

Спосіб отримання сполук, які заявляються, полягає в тому, що N-заміщені амід 2- (циклогекс-2-ен-1-іл)оцтової кислоти піддають взаємодії із діорганілдиселенідами в 99 %-вій мурашиній кислоті при перемішуванні та опроміненні LED-лампою із довжиною хвилі 455 нм при 30 °C впродовж 16-32 год та виділенням із реакційної суміші цільових 1-заміщених 7- (органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів звичайними методами або хроматографічним очищенням на оксиді алюмінію із виходами 52-80 % (Схема 1).

Схема 1.

Синтез 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів



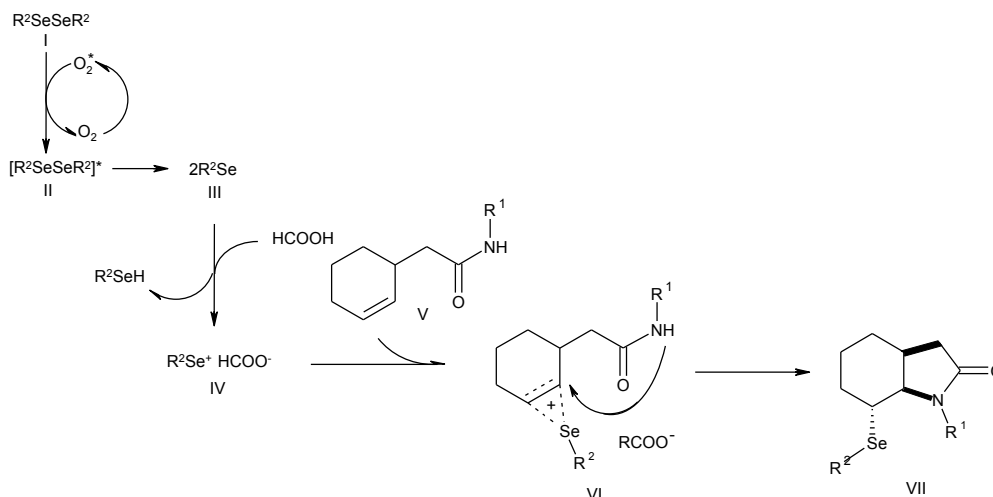
де $R^1=OPr-i$, $O(CH_2)_2OMe$, OCH_2Ph , OPh , $O(3-CNC_6H_4)$, $O(4-NO_2C_6H_4)$, $SO_2(2-MeC_6H_3)$; $R^2=Ph$, $PhCH_2$

25 Запропонований метод синтезу 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів має низку переваг порівняно із літературним аналогом. Він, окрім субстрату та реагенту, не передбачає використання додаткових дороговартісних реакційних компонентів і є екологічно безпечним. Сама реакція протікає при помірній температурі і використанні як ініціатора радикального процесу голубого діапазону видимого світла за відсутності метало- або органофотокаталізаторів. Не менш важливим є її перебіг із високою діастереоселективністю, що 30 приводить до утворення одного діастереомера (у вигляді енантіомерної пари). Конфігурація цільових продуктів надійно зафіксована методом рентгено-структурного аналізу на прикладі 1-(о-толілсульфоніл)-7-(фенілселеніл)октагідро-2H-індол-2-ону (ілюстраційна схема).

З урахуванням літературних джерел [31-36], які стосуються опосередкованої видимим світлом селенофункціоналізації органічних молекул запропоновано вірогідний механізм 35 циклоселеніювання N-ароксі(алкокси)- та N-арилсульфоніл-амідів 2-(циклогекс-2-ен-1-іл)оцтової кислоти. На першому етапі диселенід I під дією O_2 повітря та видимого світла переходить у збуджений стан II, з наступним гемолітичним розщепленням зв'язку Se-Se і генеруванням селенільного радикала III. Останній в кислому середовищі трансформується в іонну пару IV, що складається з селенільного катіона та формиат-аніона. Селенільний катіон IV 40 взаємодіє з кратним $C=C$ зв'язком субстрату V із утворенням електрофільного епіселенонієвого інтермедіата VI, в якому реалізується внутрішньомолекулярна атака нуклеофільного атома азоту, що приводить до формування цільового продукту VII (схема 2).

Схема 2.

45 Механізм циклоселеніювання N-заміщених амідів 2-(циклогекс-2-ен-1-іл)оцтової кислоти до 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів



Будова цільових 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів надійно доведена результатами елементного аналізу, ЯМР ^1H , ^{13}C спектрами та хроматомас-спектрами, а на прикладі 1-(о-толілсульфоніл)-7-(фенілселеніл)октагідро-2H-індол-2-ону - додатково методом PCA (ілюстраційна схема).

Корисна модель ілюструється загальним способом отримання 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів.

Загальний спосіб одержання 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів.

Розчин 1,0 ммоль відповідного аміду 2-(циклогекс-2-ен-1-іл)оцтової кислоти та 1,0 моль відповідного диселеніду в 10 мл 99 %-вої мурашиної кислоти перемішують при опроміненні голубим діапазоном видимого світла (довжина хвилі 455 нм) LED-лампю потужністю 10 Вт при 30 °C впродовж 16-32 год. Розчинник випарюють у вакуумі, залишок кристалізують із суміші гексан-етилацетат (7:1) або очищають колонковою хроматографією на оксиді алюмінію з використанням як елюента системи гексан-етилацетат (від 12:1 до 7:1).

Приклад 1.

(3aRS,7SR,7aSR)-1-(і-Пропокси)-7-(фенілселеніл)октагідро-2H-індол-2-он. Вихід 244 мг (69 %), олієподібна речовина. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.ч. (J, Гц): 7.58-7.58 (м, 2H, 2ArH), 7.30-7.24 (м, 3H, 3ArH), 4.15 (г, J=6.0, 1H, CHO), 3.85-3.83 (м, 1H, C 7a H), 3.76-3.68 (м, 1H, C 7 H), 2.59-2.49 (м, 1H, C 3a H), 2.38 (дд, J=7.6, 16.7, 1H, C 3 H), 2.06 (дд, J=2.7, 16.7, 1H, C 3 H), 1.93-1.67 (м, 3H, CH $_2$), 1.61-1.48 (м, 2H, CH $_2$), 1.42-1.29 (м, 1H, CH $_2$), 1.23-1.20 (м, 6H, 2CH $_3$); спектр ЯМР ^{13}C , δ , 173.8, 134.0, 129.3, 129.2, 127.7, 77.5, 62.5, 40.6, 35.6, 28.1, 27.9, 27.4, 21.3, 21.1, 20.6. Мас-спектр, m/z (I $_{\text{відн}}$, %): 354 [M+H] $^+$ (100). Знайдено, %: C, 57.89; H, 6.50; N, 3.91; C $_{17}$ H $_{23}$ NO $_2$ Se. Вираховано, %: C, 57.95; H, 6.58; N, 3.98.

Приклад 2.

(3aRS,7SR,7aSR)-1-(2-Метоксиетокси)-7-(фенілселеніл)октагідро-2H-індол-2-ОН. Вихід 225 мг (61 %), олієподібна речовина. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.ч. (J, Гц): 7.57-7.51 (м, 2H, 2ArH), 7.28-7.25 (м, 3H, 3ArH), 4.18-4.12 (м, 1H, CH $_2$ O), 4.07-3.96 (м, 2H, CH $_2$ O+C 7a H), 3.88-3.84 (м, 1H, C 7 H), 3.65-3.56 (м, 2H, CH $_2$ O), 3.35 (с, 3H, CH $_3$ O), 2.56-2.47 (м, 1H, C 3a H), 2.37 (дд, J=7.6, 16.7, 1H, C 3 H), 2.03 (д, J=16.7, 1H, C 3 H), 2.00-1.89 (м, 2H, CH $_2$), 1.79-1.54 (м, 3H, CH $_2$), 1.38-1.25 (м, 1H, CH $_2$); спектр ЯМР ^{13}C , δ , м.ч.: 174.0, 133.4, 129.5, 129.4, 127.5, 74.9, 70.4, 61.6, 59.1, 39.7, 36.3, 28.5, 27.4, 26.7, 20.6. Мас-спектр, m/z (I $_{\text{відн}}$, %): 370 [M+H] $^+$ (100). Знайдено, %: C, 55.35; H, 6.21; N, 3.74; C $_{17}$ H $_{23}$ NO $_3$ Se. Вираховано, %: C, 55.43; H, 6.29; N, 3.80.

Приклад 3.

(3aRS,7SR,7aSR)-1-(2-Метоксиетокси)-7-(бензилселеніл)октагідро-2H-індол-2-он. Вихід 199 мг (52 %), олієподібна речовина. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.ч. (J, Гц): 7.36-7.20 (м, 5H, 5ArH), 4.17-4.11 (м, 1H, CH $_2$ O), 4.04-3.97 (м, 1H, CH $_2$ O), 3.86 (с, 2H, CH $_2$ Se), 3.82-3.76 (м, 1H, C 7a H), 3.65-3.58 (м, 2H, CH $_2$ O), 3.47-3.43 (м, 1H, C 7 H), 3.39 (с, 3H, CH $_3$ O), 2.48-2.32 (м, 2H, C 3a H+C 3 H), 2.00 (д, J=16.2, 1H, C 3 H), 1.92-1.63 (м, 3H, CH $_2$), 1.56-1.43 (м, 2H, CH $_2$), 1.29-1.22 (м, 1H, CH $_2$); спектр ЯМР ^{13}C , δ , м.ч.: 174.2, 138.9, 128.6, 126.9, 74.7, 70.3, 62.5, 59.0, 36.2, 36.04, 28.3, 28.2, 27.3, 27.2, 20.7. Мас-спектр, m/z (I $_{\text{відн}}$, %): 384 [M+H] $^+$ (100). Знайдено, %: 56.47; H, 6.51; N, 3.57; C $_{18}$ H $_{25}$ NO $_3$ Se. Вираховано, %: 56.54; H, 6.59; N, 3.66.

Приклад 4.

(3aRS,7SR,7aSR)-1-(Бензилокси)-7-(фенілселеніл)октагідро-2H-індол-2-он. Вихід 305 мг (76 %), олієподібна речовина. Спектр ЯМР ^1H , δ , м.ч. (J, Гц): 7.54-7.51 (м, 2H, 2ArH), 7.37-7.26

(м, 8H, 8ArH), 4.97 (д, J=10.4 Hz, 1H, CH₂O), 4.91 (д, J=10.4, 1H, CH₂O), 3.77-3.72 (м, 2H, C⁷H+C^{7a}H), 2.53-2.42 (м, 1H, C^{3a}H), 2.37 (дд, J=7.5, 16.5, 1H, C³H), 2.05 (д, J=16.5, 1H, C³H), 1.77-1.45 (м, 5H, CH₂), 1.36-1.23 (м, 1H, CH₂); спектр ЯМР ¹³C, δ, м.ч.: 173.8, 135.2, 134.0, 129.6, 129.5, 129.4, 129.0, 128.7, 127.8, 77.0, 61.6, 40.7, 36.2, 28.3, 27.7, 26.7, 20.5. Мас-спектр, m/z (I_{відн}, %): 402 [M+H]⁺ (100). Знайдено, %: C, 62.92; H, 5.72; N, 3.44; C₂₁H₂₃NO₂Se. Вирахувано, %: C, 63.00; H, 5.79; N, 3.50.

Приклад 5.

(3aRS,7SR,7aSR)-7-Фенілселеніл-1-(феноксид)октагідро-2H-індол-2-он. Вихід 286 мг (74 %), олієподібна речовина. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.ч. (J, Гц): 7.48-7.45 (м, 2H, 2ArH), 7.33-7.26 (м, 5H, 5ArH), 7.08-7.04 (м, 3H, 3ArH), 4.00 (дд, J=3.0, 5.1, 1H, C^{7a}H), 3.73 (к, J=3.0, 1H, C⁷H), 2.71-2.60 (м, 1H, C^{3a}H), 2.56 (дд, J=7.8, 16.7, 1H, C³H), 2.22 (д, J=16.7, 1H, C³H), 1.87-1.42 (м, 6H, 3CH₂); спектр ЯМР ¹³C, δ, м.ч.: 175.3, 159.3, 133.4, 129.7, 129.5, 129.3, 127.7, 123.4, 113.9, 62.6, 39.6, 36.2, 28.8, 27.5, 26.8, 20.7. Мас-спектр, m/z (I_{відн}, %): 388 [M+H]⁺ (100). Знайдено, %: C, 62.08; H, 5.41; N, 3.55; C₂₀H₂₁NO₂Se. Вирахувано, %: C, 62.17; H, 5.48; N, 3.63.

Приклад 6.

(3aRS,7SR,7aSR)-7-Бензилселеніл-1-(феноксид)октагідро-2H-індол-2-он. Вихід 269 мг (67 %), т. пл. 91-93 °C. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.ч. (J, Гц): 7.32-7.22 (м, 7H, 7ArH), 7.07-7.00 (м, 3H, 3ArH), 3.94-3.90 (м, 1H, C^{7a}H), 3.83-3.79 (м, 2H, CH₂-Se), 3.23-3.18 (м, 1H, C⁷H), 2.59-2.51 (м, 2H, C^{3a}H+C³H), 2.18 (дд, J=4.2, 20.0, 1H, C³H), 1.81-1.43 (м, 6H, 3CH₂); спектр ЯМР ¹³C, δ, м.ч.: 175.6, 159.4, 138.7, 129.6, 129.0, 128.8, 127.1, 123.3, 114.0, 63.4, 36.4, 35.4, 28.9, 28.1, 27.5, 27.2, 20.9. Мас-спектр, m/z (I_{відн}, %): 402 [M+H]⁺ (100). Знайдено, %: C, 62.92; H, 5.72; N, 3.44; C₂₁H₂₃NO₂SC. Вирахувано, %: C, 63.00; H, 5.79; N, 3.50.

Приклад 7.

(3aRS,7SR,7aSR)-7-Фенілселеніл-1-(3-ціанофеноксид)октагідро-2H-індол-2-он. Вихід 330 мг (80 %), олієподібна речовина. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.ч. (J, Гц): 7.51-7.09 (м, 9H, 9ArH), 3.98-3.89 (м, 1H, C^{7a}H), 3.60-3.53 (м, 1H, C⁷H), 2.72-2.61 (м, 1H, C^{3a}H), 2.55 (дд, J=7.5, 16.5, 1H, C³H), 2.22 (д, J=16.5, 1H, C³H), 1.90-1.36 (м, 6H, 3CH₂); спектр ЯМР ¹³C, δ, м.ч.: 175.7, 159.5, 133.9, 130.6, 129.4, 128.8, 128.0, 127.0, 118.6, 118.2, 117.0, 113.5, 62.7, 39.8, 35.7, 28.6, 27.4, 26.9, 20.5. Мас-спектр, m/z (I_{відн}, %): 413 [M+H]⁺ (100). Знайдено, %: C, 61.23; H, 4.82; N, 6.75; C₂₁H₂₀N₂O₂Se. Вирахувано, %: C, 61.31; H, 4.90; N, 6.81.

Приклад 8.

(3aRS,7SR,7aSR)-1-(4-Нітрофеноксид)-7-(фенілселеніл)октагідро-2H-індол-2-он. Вихід 341 мг (78 %), олієподібна речовина. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.ч. (J, Гц): 8.24-8.21 (м, 2H, 2ArH), 7.50-7.47 (м, 2H, 2ArH), 7.31-7.28 (м, 3H, 3ArH), 7.16-7.13 (м, 2H, 2ArH), 4.01-3.98 (м, 1H, C^{7a}H), 3.62-3.58 (м, 1H, C⁷H), 2.77-2.67 (м, 1H, C^{3a}H), 2.60 (дд, J=7.9, 17.1, 1H, C³H), 2.26 (дд, J=1.4, 17.1, 1H, C³H), 1.93-1.77 (м, 3H, CH₂), 1.70-1.42 (м, 3H, CH₂); спектр ЯМР ¹³C, δ, м.ч.: 175.7, 164.0, 143.4, 133.9, 129.4, 128.8, 128.0, 125.9, 113.8, 62.7, 39.7, 35.8, 28.7, 27.4, 26.9, 20.5. Мас-спектр, m/z (I_{відн}, %): 433 [M+H]⁺ (100). Знайдено, %: C, 55.61; H, 4.58; N, 6.43; C₂₀H₂ON₂O₄Se. Вирахувано, %: C, 55.69; H, 4.67; N, 6.49.

Приклад 9.

(3aRS,7SR,7aSR)-1-(o-Толілсульфоніл)-7-(фенілселеніл)октагідро-2H-індол-2-ОН. Вихід 274 мг (61 %), т. пл. 180-182 °C. Спектр ЯМР ¹H, δ, м.ч. (J, Гц): 8.02 (д, J=7.8, 1H, ArH), 7.67-7.64 (м, 2H, 2ArH), 7.46 (т, J=7.8, 1H, ArH), 7.34-7.23 (м, 5H, 5ArH), 4.40 (т, J=5.9, 1H, C^{7a}H), 4.16 (к, J=5.9, 1H, C⁷H), 2.83-2.73 (м, 1H, C^{3a}H), 2.50 (с, 3H, CH₃), 2.36 (дд, J=17.0, 6.9, 1H, C³H), 2.26 (дд, J=17.0, 5.7, 1H, C³H), 2.05-1.94 (м, 1H, CH₂), 1.86-1.39 (м, 5H, CH₂); спектр ЯМР ¹³C, δ, м.ч.: 174.1, 137.7, 137.3, 134.7, 133.6, 132.4, 131.2, 129.2, 128.8, 127.9, 126.1, 65.0, 43.4, 38.0, 32.5, 28.3, 27.0, 20.5, 20.4. Мас-спектр, m/z (I_{відн}, %): 450 [M+H]⁺ (100). Знайдено, %: C, 56.18; H, 5.12; N, 3.06; C₂₁H₂₃NO₃SSe. Вирахувано, %: C, 56.24; H, 5.17; N, 3.12.

Джерела інформації:

1. Beaulieu M.A., Ottenwaelder X., Canesi S. Asymmetric synthesis of fortucine and reassignment of its absolute configuration. // Chem. Eur. J. - 2014. - Vol. 20(25). - P. 7581-7584.
2. Fujioka H., Murai K., Ohba Y., Hirose H., Kita Y. Intramolecular bromo-amination of 1,4-cyclohexadiene amination: One-pot discrimination of two olefins and concise asymmetric synthesis of (-)-γ-lycorane. // Chem. Commun. - 2006. - (8). - P. 832-834.
3. Lin X., Stien D., Weinreb S. M. A mild new procedure for production, cyclization and trapping of amidyl radicals: application to a formal total synthesis of peduncularine. // Tetrahedron Lett. - 2000. - Vol. 41. - P. 2333-2337.
4. Trost B. M., Kaneko T., Andersen N. G., Tappertzhofen C., Fahr B. Total synthesis of aeruginosin 98B. // J. Am. Chem. Soc. - 2012. - Vol. 134(46). - P. 18944-18947.

5. Clementson S., Jessing M., Pedersen H., Vital P., Kristensen J. L. Enantioselective total synthesis of (+)-dihydro- β -erythroidine. // *J. Am. Chem. Soc.* - 2019. - Vol. 141(22). - P. 8783-8786.
6. Shirley M., McCormack P. L. Perindopril/amlodipine (Prestalia®): a review in hypertension. // *Am. J. Cardiovasc. Drugs.* - 2015. - Vol. 15(5). - P. 363-370.
7. Jepsen T. H., Jensen A. A., Lund M. H., Glibstrup E., Kristensen J. L. Synthesis and pharmacological evaluation of DH β E analogues as neuronal nicotinic acetylcholine receptor antagonists. // *ACS Med. Chem. Lett.* - 2014. - Vol. 5. - P. 766-770.
8. O'Connell M., Zeller W., Burgeson J., Mishra R. K., Ramirez J., Kiselyov A. Andr sson B., Gurney M. E., Singh J. Peri-substituted hexahydro-indolones as novel, potent and selective human EP3 receptor antagonists. // *Biol. Med. Chem. Lett.* - 2009. - Vol. 19. - P. 778-782.
9. Hicks R. P., Bhonsle J. B., Venugopal D., Koser B. W., Magill A. J. De novo design of selective antibiotic peptides by incorporation of unnatural amino acids. // *J. Med. Chem.* - 2007. - Vol. 50. - P. 3036-3036.
10. Perni R. B., Chandorkar G., Cottrell K. M., Gates C A., Lin C., Lin K., Yu-Luong P., Maxwell J. P., Murcko M. A., Pitlik J., Rao G., C Schairer W., Van Drie J., Wei Y. Inhibitors of hepatitis C virus NS3-4A protease. Effect of P4 capping groups on inhibitory potency and pharmacokinetics. // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* - 2007. - Vol. 17. - P. 3406-3411.
11. Balboni G., Salvadori S., Guerrini R., Bianchi C., Santagada V., Calliendo G., Bryant S. D., Lazarus L. H. Opioid pseudopeptides containing heteroaromatic or heteroaliphatic nuclei. // *Peptides.* - 2000. - Vol. 21. - P. 1663-1671.
12. Lawandi J., Gerber-Lemaire S., Juillerat-Jeanneret L., Moitessier N. Inhibitors of prolyl oligopeptidases for the therapy of human diseases: defining diseases and inhibitors. // *J. Med. Chem.* - 2010. - Vol. 53. - P. 3423-3438.
13. Stewart J. M., Gera L., Chan D. C., York E. J., Simkeviciene V., Bunn Jr P. A., Taraseviciene-Stewart L. Combination cancer chemotherapy with one compound: pluripotent bradykinin antagonists. // *Peptides.* - 2005. - Vol. 26. - P. 1288-1291.
14. Sayago F. J., Laborda P., Calaza M. I., Jiménez A. I., Cativiela C. Access to the cis-Fused Stereoisomers of Proline Analogues Containing an Octahydroindole Core. // *Eur. J. Org. Chem.* - 2011. - Vol. 2011. - P. 2011-2028.
15. Roca-López D., Merino P., Sayago F. J., Cativiela C., Herrera R. P. Organocatalyzed Michael Addition Reaction by Novel (2R,3aS,7aS)-Octa-hydroindole-2-carboxylic Acid, a New Fused Proline. // *Synlett.* - 2011. - P. 249-253.
16. Viveros-Ceballos J. L., Martínez-Toto E. J., Eustaquio-Armenta C, Cativiela C., Ord  ez M. First and Highly Stereoselective Synthesis of Both Enantiomers of Octahydroindole-2-phosphonic Acid (OicP). // *Eur. J. Org. Chem.* - 2017. - Vol. 2017. - P. 6781-6787.
17. Mugesh G., du Mont W. W., Sies H. Chemistry of biologically important synthetic organoselenium compounds. // *Chem. Rev.* - 2001. - Vol. 101. - P. 2125-2180.
18. Nogueira C. W., Zeni G., Rocha J. B. Organoselenium and organotellurium compounds: toxicology and pharmacology. // *Chem. Rev.* - 2004. - Vol. 104. - P. 6255-6286.
19. Sonawane A. D., Sonawane R. A., Ninomiya M., Koketsu M. Synthesis of seleno-heterocycles via electrophilic/radical cyclization of alkyne containing heteroatoms. // *Adv. Synth. Catal.* - 2020. - Vol. 362(17). - P. 3485-3515.
20. Miao Q., Xu J., Lin A., Wu X., Wu L., Xie W. Recent advances for the synthesis of selenium-containing small molecules as potent antitumor agents. // *Curr. Med. Chem.* - 2018. - Vol. 25. - P. 2009-2033.
21. Álvarez-Pérez M., Ali W., Mar  M. A., Handzlik J., Domínguez-Álvarez E. Selenides and diselenides: A review of their anticancer and chemopreventive activity. // *Molecules.* - 2018. - Vol. 23. - P. 628.
22. Saeed S., Zahoor A. F., Ahmad M., Anjum M. N., Akhtar R., Shahzadi I. Synthetic methodologies for the construction of selenium-containing heterocycles: A review. // *Phosphorus Sulfur Silicon Relat. Elem.* - 2022. - Vol. 197. - P. 1096-1122.
23. Ferdousian R., Behbahani F. K. Organoselenium compounds. Synthesis, application, and biological activity. // *Phosphorus Sulfur Silicon Relat. Elem.* - 2022. - Vol. 197. - P. 1179-1212.
24. Casaril A. M., Lourenço D. D. A., Domingues M., Smaniotto T.  ., Birmann P. T., Vieira B., Sonogo M. S., Seixas F. K., Collares T., Lenard o E. J., Savegnago L. Anhedonic- and anxiogenic-like behaviors and neurochemical alterations are abolished by a single administration of a selenium-containing compound in chronically stressed mice. // *Compr. Psychoneuroendocrinol.* - 2021. - Vol. 6. - P. 100054.
25. Casaril A. M., Domingues M., Bampi S. R., de Andrade Lourenco D., Smaniotto T. A., Segatto N., Vieira B., Seixas F. K., Collares T., Lenard o E. J., Savegnago L. The antioxidant and

immunomodulatory compound 3-[(4-chlorophenyl)selenyl]-1-methyl-1H-indole attenuates depression-like behavior and cognitive impairment developed in a mouse model of breast tumor. // Brain Behav. Immun. - 2020. - Vol. 84. - P. 229-241.

26. Wen Z., Xu J., Wang Z., Qi H., Xu Q., Bai Z., Zhang Q., Bao K., Wu Y., Zhang W. 3-(3,4,5-Trimethoxyphenylselenyl)-1H-indoles and their selenoxides as combretastatin A-4 analogs: Microwave-assisted synthesis and biological evaluation. // Eur. J. Med. Chem. - 2015. - Vol. 90. - P. 184-194.

27. Engman L., Stern D., Frisell H., Vessman K., Berglund M., Ek B., Andersson C. M. Synthesis, antioxidant properties, biological activity and molecular modelling of a series of chalcogen analogues of the 5-lipoxygenase inhibitor DuP 654. // Bioorg. Med. Chem. - 1995. - Vol. 3. - P. 1255-1262.

28. Pinz M., Reis A. S., Duarte V., da Rocha M. J., Goldani B. S., Alves D., Savegnago L., Luchese C., Wilhelm, E. A. 4-Phenylselenyl-7-chloroquinoline, a new quinoline derivative containing selenium, has potential antinociceptive and anti-inflammatory actions. // Eur. J. Pharmacol. - 2016. - Vol. 780. - P. 122-128.

29. Lin X., Stien D., Weinreb S. M. A mild new procedure for production, cyclization and trapping of amidyl radicals: application to a formal total synthesis of peduncularine. // Tetrahedron Lett. - 2000. - Vol. 41. - P. 2333-2337.

30. Lin X., Artman III G. D., Stien D., Weinreb S. M. Development of efficient new methodology for generation, cyclization and functional trapping of iminyl and amidyl radicals. // Tetrahedron. - 2001. - Vol. 57. - P. 8779-8791.

31. Rafique J., Rampon D. S., Azeredo J. B., Coelho F. L., Schneider P. H., Braga A. L. Light-Mediated Seleno-Functionalization of Organic Molecules: Recent Advances. // Chem. Rec. - 2021. - Vol. 21. - P. 2739-2761.

32. Protti S., Fagnoni M. Recent advances in light-induced selenylation. // ACS Org. Inorg. Au. - 2022. - Vol. 2. - P. 455-463.

33. Hong Y. T., Park J., Kim H. Y., Oh K. Visible Light-Induced Redox-Neutral Selenocyclization of ortho-Vinylanilides: Oxygen-Controlled Synthesis of 4H-3,1-Benzoxazines. // Adv. Synth. Catal. - 2024. - Vol. 366. - P. 1212-1217.

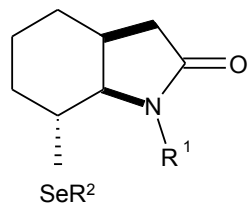
34. Ortgies S., Rieger R., Rode K., Koszinowski K., Kind J., Thiele C. M., Rehbein J., Breder A. Mechanistic and synthetic investigations on the dual selenium- π -acid/photoredox catalysis in the context of the aerobic dehydrogenative lactonization of alkenoic acids. // ACS Catal. - 2017. - Vol. 7. - P. 7578-7586.

35. Zhou X. J., Liu H. Y., Mo Z. Y., Ma X. L., Chen Y. Y., Tang H. T., Pan Y. M., Xu Y. L. Visible-light-promoted selenylative spirocyclization of indolyl-ynones toward the formation of 3-selenospiroindolenine anticancer agents. // Chem. Asian J. - 2020. - Vol. 15. - P. 1536-1539.

36. Liu H. Y., Zhang J. R., Huang G. B., Zhou Y. H., Chen Y. Y., Xu L. Visible light-promoted selenylation/cyclization of enamines toward the formation of 3-selenyl-4H-chromen-4-ones. // Adv. Synth. Catal. - 2021. - Vol. 363. - P. 1656-1661.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб одержання 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів загальної формули:



де R¹=OPr-i, O(CH₂)₂OMe, OCH₂Ph, OPh, O(3-CNC₆H₄), O(4-NO₂C₆H₄), SO₂(2-MeC₆H₃); R²=Ph, PhCH₂,

який **відрізняється** тим, що аміді 2-(циклогекс-2-ен-1-іл)оцтової кислоти піддають взаємодії із діорганілдиселенідами в 99 %-й мурашиній кислоті при перемішуванні та опроміненні LED-лампою із довжиною хвилі 455 нм при 30 °C впродовж 16-32 год із наступним виділенням цільових 1-заміщених 7-(органіселеніл)октагідро-2H-індол-2-онів.

