

WIADOMOŚCI
chemiczne

BIBLIOTEKA

o10 322

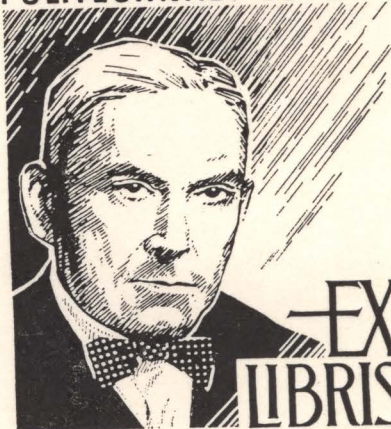
**NOMENKLATURA
STEROIDÓW**

POLSKIE TOWARZYSTWO
CHEMICZNE
KOMISJA TERMINOLOGII

BC-1340

~~SC-324~~

POLITECHNIKA ŁÓDZKA



BIBLIOTEKA CHEMICZNA
im. OSMANA
ACHMATOWICZA

**Polskie Towarzystwo Chemiczne
Komisja Terminologii**

Nomenklatura steroidów

(Zalecenia 1989)

Tłumaczyli i przygotowali do druku

Jacek W. Morzycki

(Uniwersytet Warszawski, Filia w Białymstoku)

Wojciech J. Szczepek

(Uniwersytet Warszawski, Warszawa)

Wydawnictwo

Uniwersytetu Wrocławskiego

1994

Opracowano na podstawie dokumentu Wspólnej Komisji Nomenklatury Biochemicznej (JCBN), Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) oraz Międzynarodowej Unii Biochemicznej (IUB): Nomenclature of Steroids (Recommendations 1989), przygotowanego do druku przez G.P. Mossa (Queen Mary College, London, Wielka Brytania), *Pure Appl. Chem.*, **61**, 1783-1822 (1989), © 1989 IUPAC

Forma publikacji zgodna ze stosowaną w analogicznych publikacjach IUPAC dotyczących nomenklatury chemicznej

Rada Redakcyjna

RYSZARD BODALSKI, EDWARD BOROWSKI, HENRYK BUCHOWSKI,
JÓZEF HURWIC, JERZY KONARSKI, JÓZEF KWIATKOWSKI, TADEUSZ LUTY,
LUCJAN PAWŁOWSKI, STANISŁAW PENCZEK, LUCJAN SOBCZYK (przewodniczący),
ROBERT TROĆ, KAZIMIERZ L. WIERZCHOWSKI

Komitety Redakcyjne

BOGDAN BURCZYK, JERZY P. HAWRANEK, ANDRZEJ JASIŃSKI, ADAM JEZERSKI,
ADOLF KISZA, ZDZISŁAW LATAJKA, KRYSTYNA MARKSOWA (sekretarz redakcji),
PRZEMYSŁAW MASTALERZ, IGNACY Z. SIEMION, MIROŚLAW SOROKA,
MARIA SUSZYŃSKA, JÓZEF J. ZIÓŁKOWSKI (redaktor naczelny)

Adres Redakcji

ul. F. Joliot-Curie 14, 50-383 Wrocław, tel./fax 22 14 06

Redaktor Wydawnictwa

Irena Grzeszczak

Redaktor techniczny

Bożena Sobota

Publikacja dotowana przez KBN

© Copyright 1994 by Uniwersytet Wrocławski — Wydawnictwo

ISBN 83-229-1082-7

Skład, łamanie i druk
Wrocławska Drukarnia Naukowa

Spis treści

Uwagi wstępne	5
3S-1. Postanowienia ogólne	6
Δ 1.0. Definicja steroidów i steroli	6
1.1. Numeracja atomów i oznaczenia literowe pierścieni	6
1.2. Brakujące atomy węgla	7
1.3. Konfiguracja absolutna	7
1.4. Orientacja wzorów rzutowych	7
1.5. Stereochemia skondensowania pierścieni i przyłączenia łańcucha bocznego	10
1.6. Stereochemia podstawników w łańcuchu bocznym	10
3S-2. Podstawowe układy karbocykliczne, nienasycenie i podstawienie grupą alkilową na C-17	12
2.1. Gonan	12
2.2. Estran	13
2.3. Androstan	13
2.4. Macierzyste węglowodory z łańcuchem bocznym na C-17	15
2.5. Nienasycenie	16
2.6. Stereochemia wiązań podwójnych	17
2.7. Steroidy z łańcuchem bocznym jako częścią macierzystego układu karbo-	
cyklicznego i podstawnikiem alkilowym na C-17	18
2.8. Steroidy z dwoma podstawnikami alkilowymi na C-17	19
2.9. Zastąpienie atomów węgla przez heteroatomy	20
2.10. Dodatkowe pierścienie utworzone w obrębie szkieletu steroidowego	20
3S-3. Steroidy z pierścieniami heterocyklicznymi w łańcuchu bocznym	21
3.0. Definicje ogólne	21
3.1. Kardanolidy	21
3.2. Bufanolidy	23
3.3. Spirostany	24
3.4. Furostany	26
3.5. Alkaloidy steroidowe	27
3S-4. Grupy funkcyjne	27
4.0. Postanowienia ogólne	27
4.1. Kwasy, sole i estry	28
4.2. Laktony	30
4.3. Estry steroli i alkoholi steroidowych	31
4.4. Związki okso	32
4.5. Alkohole	33
4.6. Aminy	34
4.7. Etery	34
4.8. Acetale i ketale	35
4.9. Nazwy zwyczajowe ważniejszych steroidów	35

4.10.	Użycie nie zastrzeżonych nazw międzynarodowych	37
3S-5.	Modyfikacje stereochemiczne	37
5.1.	Użycie przedrostka <i>ent</i> -	37
5.2.	Użycie α i β dla pozycji zwornikowych	38
5.3.	Użycie α/β i <i>ent</i> -	39
5.4.	Użycie przedrostka <i>rac</i> -	39
5.5.	Użycie R^* i S^*	40
3S-6.	Wydlużenie i skrócenie łańcuchów bocznych i usunięcie grup metylenowych	40
6.1.	Użycie przedrostka <i>homo</i> -	40
6.2.	Użycie przedrostka <i>nor</i> -	41
6.3.	Preferencja między <i>homo</i> - i <i>nor</i> -	42
Δ		
3S-7.	Zmniejszanie i zwiększanie pierścieni	43
7.1.	Użycie przedrostka <i>nor</i> -	43
7.2.	Użycie przedrostka <i>des</i> -	44
7.3.	Użycie przedrostka <i>homo</i> -	44
7.4.	Użycie przedrostków <i>nor</i> - i <i>homo</i> - w jednej nazwie	46
7.5.	Użycie przedrostka <i>abeo</i> -	47
3S-8.	Rozrywanie pierścieni	48
8.1.	Użycie przedrostka <i>seko</i> -	48
8.2.	Użycie α i β w <i>seko</i> -związkach	49
3S-9.	Grupa witaminy D	50
9.0.	Postanowienia ogólne	50
9.1.	Nazwy zwyczajowe	50
9.2.	Modyfikacje układu <i>trienowego</i>	52
9.3.	Modyfikacja łańcucha bocznego	52
9.4.	Dodatkowe grupy hydroksylowe	53
3S-10.	Dodatkowe pierścienie	53
10.0.	Postanowienia ogólne	53
10.1.	Steroidy mostkowane	53
10.2.	Dodatkowe pierścienie skondensowane ze steroidem	55
10.3.	Połączenie <i>spiro</i> ze steroidem	58
Literatura		60
Dodatek	Międzynarodowe nie zastrzeżone nazwy (INNs) wybranych steroidów	61

Uwagi wstępne

Zalecenia nomenklatury steroidowej mają długą historię, której zwięzłe zestawienie było przedstawione w regułach nomenklatury steroidów (1971) [1]. Od tego czasu wiele zasad utworzonych dla nomenklatury steroidów zostało ogólnie zaakceptowanych i stało się częścią nomenklatury IUPAC związków organicznych, przede wszystkim Części F [3]. Celem obecnego dokumentu, sporządzonego przy pomocy zespołu ekspertów, jest zmiana zaleceń w świetle nowych osiągnięć i obecnie panującej praktyki.

Główne zmiany są następujące: (i) modyfikacje, gdzie jest to właściwe, mające na celu dostosowanie się do Części F (Produkty Naturalne) nomenklatury IUPAC [3]; (ii) szersze zastosowanie systemu *R, S* do określania stereochemii w łańcuchu bocznym; (iii) włączenie nowych zaleceń (1981) do nomenklatury witaminy D [5]; i (iv) opuszczenie większości alkaloidów steroidowych i steroidopodobnych triterpenoidów, gdyż w zamierzeniach powinny być one rozpatrywane w uzupełnieniu do nomenklatury IUPAC, Część F [3]. Znaczące zmiany są oznaczone na marginesie przez ▲ dla większych uzupełnień i △ dla mniejszych poprawek.

Reguły są ponumerowane 3S-1, 3S-2, 3S-3 itd., początkowe 3 oznacza, że jest to trzeci poprawiony zestaw zaleceń.

Członkowie JCBN w okresie 1987-1989:

J. F. G. Vliegthart (Holandia, *przewodniczący*),

A. Cornish-Bowden (Wielka Brytania, *sekretarz*),

J. R. Bull (RPA), M. A. Chester (Szwecja), C. Liébecq (Belgia), J. Reedijk (Holandia), P. Venetianer (Węgry), G. P. Moss (Wielka Brytania), J. C. Rigg (Holandia).

W opracowaniu zaleceń uczestniczyli:

Komisja Nomenklatury IUB: H. Bielka (RFN), C. R. Cantor (USA),

H. B. F. Dixon (Wielka Brytania), P. Karlson (RFN), K. L. Loening (USA),

W. Saenger (RFN), N. Sharon (Izrael), E. I. van Lenten (USA),

S. F. Vellick (USA), E. C. Webb (Australia)

oraz

Zespół ekspertów: P. Karlson (RFN, *przewodniczący*), J. R. Bull (RPA), K. Engel (RFN), J. Fried (USA), H. W. Kircher (USA), K. L. Loening (USA),

G. P. Moss (Wielka Brytania), G. Popjak (USA), M. R. Uskokovic (USA).

Polską wersję „Nomenklatury steroidów” zaakceptowała

Podkomisja Chemii Organicznej Komisji Terminologii Polskiego Towarzystwa Chemicznego w składzie:

Teresa Sokołowska (Politechnika Gdańska, *przewodnicząca*),

Osman Achmatowicz (Instytut Farmaceutyczny, Warszawa),

Janina Kwiatkowska (Akademia Medyczna, Wrocław),

Barbara Szechner (Instytut Farmaceutyczny, Warszawa).

3S-1. Postanowienia ogólne

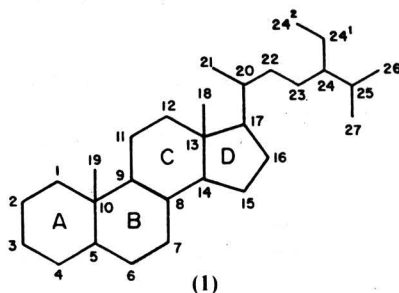
▲ 3S-1.0. Definicja steroidów i steroli

Steroidy są związkami mającymi szkielet cyklopenta[*a*]fenantrenu albo pochodzący od niego, a utworzony przez rozerwanie lub zwiększenie (zmniejszenie) jednego bądź większej liczby pierścieni. Grupy metylowe są normalnie obecne na C-10 i na C-13. Może być także obecny alkilowy łańcuch boczny na C-17. Sterole są steroidami mającymi grupę hydroksylową na C-3 i najczęściej szkielet cholestanu. W łańcuchu bocznym mogą znajdować się dodatkowe atomy węgla.

- ▲ **Uwaga:** Ta definicja steroli jest raczej ograniczająca. Jednak mniej ograniczająca definicja mogłaby powodować trudności, np. androst-16-en-3 β -ol nie jest normalnie nazywany steroidem i nie powinien być objęty tą definicją.

3S-1.1. Numeracja atomów i oznaczenia literowe pierścieni

W szkielecie steroidowym atomy węgla numeruje się, a pierścienie oznaczają się literami, jak we wzorze 1. Jeżeli jedna z grup metylowych związanych z C-25 jest podstawiona, przypisuje się jej niższy numer (26); jeżeli obydwie są podstawione, niższy numer przypisuje się grupie z podstawnikiem wymienianym wcześniej w porządku alfabetycznym. Dla trimetylosteroidów patrz Reguła 3S-2.4, uwaga 2.



- ▲ **Uwaga:** Numery (lokanty) 28, 29 i 30 są teraz przypisane dodatkowym grupom metylowym na C-4 i C-14 w triterpenoidach, np. w lanosterolu (patrz 3S-2.4, uwaga 2). Dlatego też zmieniona zostaje numeracja atomów węgla w grupie metylowej lub etylowej na C-24. Przyjęty tutaj system pozwala także

na numerację innych atomów węgla związanych ze szkieletem steroidowym. Jeżeli z tym samym atomem węgla związane są dwa łańcuchy boczne, krótszy z nich otrzymuje numery primowane, np. 17^{1'} (patrz 3S-2.7 i 3S-2.8).

3S-1.2. Brakujące atomy węgla

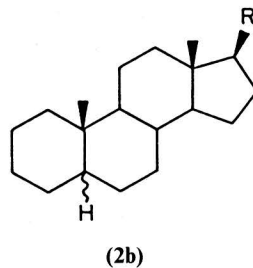
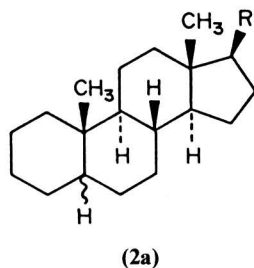
Jeżeli jeden lub więcej atomów węgla pokazanych we wzorze 1 jest nieobecnych, a używana jest nazwa steroidowa, numeracja pozostałych atomów węgla nie zostaje zakłócona.

3S-1.3. Konfiguracja absolutna

Nazwa macierzysta steroidu definiuje absolutną stereochemię niektórych centrów chiralności (patrz 3S-1.5), dla pozostałych centrów zaś stosuje się oznaczenia α , β , R i S (patrz 3S-1.4 i 3S-1.6). Jeżeli konfiguracja jednego lub większej liczby centrów nie jest znana, wskazuje się to w nazwie grecką literą ξ (ksi) poprzedzoną odpowiednim lokantem(ami).

3S-1.4. Orientacja wzorów rzutowych

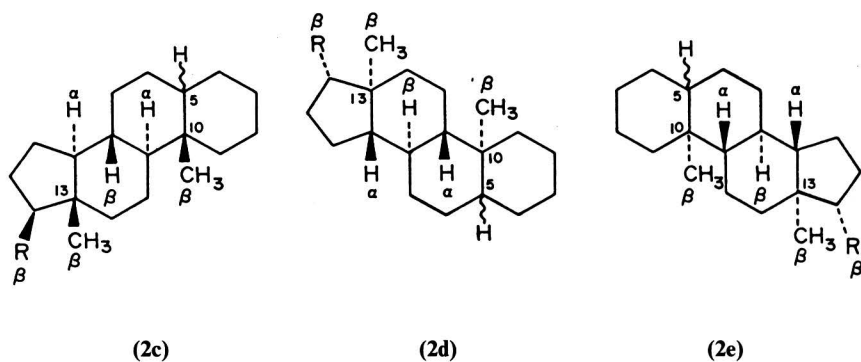
Jeżeli pierścienie steroidu są przedstawione jako rzuty na płaszczyznę papieru, wzór należy zorientować tak, jak w 2a. Atom lub grupa związana z pierścieniem w ustawieniu 2a jest określana jako α (alfa), jeżeli leży pod płaszczyzną papieru lub β (beta), jeżeli leży nad płaszczyzną papieru. Wiązania do atomów lub grup leżących pod płaszczyzną papieru (α) są rysowane jako linie przerywane (..... lub |||||), a wiązania do atomów lub grup leżących nad płaszczyzną papieru (β) są rysowane jako linie ciągłe (lepiej odpowiednio pogrubione, — lub $\blacktriangle$). Wiązania do atomów lub grup, których konfiguracja nie jest znana, zapisywane są liniami falistymi (~~~~).



Uwagi

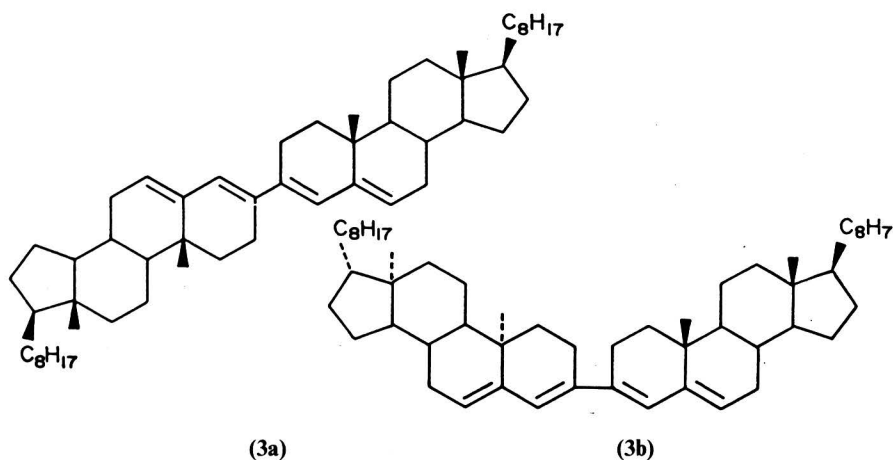
- ▲ 1) We wzorze **2a** podanym powyżej wszystkie podstawniki angularne, czyli związane z atomami zwornikowymi (przyczółkowymi), grupy metylowe i atomy H zostały wyraźnie wpisane. Jednak, gdy nie ma dwuznaczności, grupy metylowe mogą być także zaznaczone przez same wiązania, bez symbolu CH₃, jak w **2b**, zgodnie z praktyką stosowaną w innych dziedzinach. Podobnie można pominąć atomy wodoru w pozycjach zwornikowych (przyczółkach) C-8, C-9 i C-14, jeżeli nie ma dwuznaczności, tj. jeżeli są one zorientowane 8 β , 9 α , 14 α . Jeżeli jeden z atomów wodoru jest podstawiony, np. przez atom fluoru, należy zachować ostrożność w poprawnym użyciu linii przerywanych (α) i pogrubionych (β). Wiązanie atomu wodoru z atomem zwornikowym (przyczółkowym) nigdy nie powinno być rysowane bez symbolu H.

2) Rzuty wzorów steroidowych nie powinny być zorientowane jak we wzorach **2c**, **2d** lub **2e**, chyba że jest to konieczne, np. w dimerach utworzonych fotochemicznie [4].

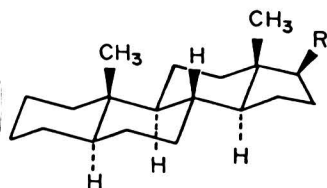


3) W preferowanej orientacji **2a** i w **2c**, która jest jedynie obrócona w płaszczyźnie papieru, wiązania α pojawiają się jako linie przerywane, a wiązania β jako linie ciągłe (pogrubione). Odwrotne oznakowanie jest prawdziwe dla wzorów **2d** i **2e**; dlatego też orientacja **2c** jest preferowana przed **2d** lub **2e**, jeżeli możliwy jest wybór. Linie faliste oznaczają wiązania ξ we wszystkich orientacjach wzorów.

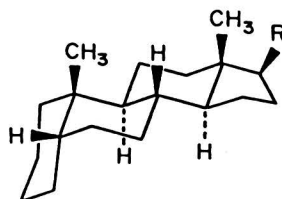
Przykład: 3,3'-bicholesta-3,5-dien powinien być przedstawiony jako **3a** a nie jako **3b**.



4) Stereochemia związku **2** może być również przedstawiona wzorem perspektywicznym jak w **2f** lub **2g**:



(2f)
5 α -steroid

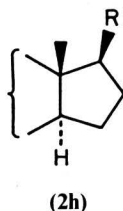


(2g)
5 β -steroid

Jeżeli wzory steroidowe są rysowane w ten sposób, wiązania zwrócone ku górze są, zgodnie z konwencją, rysowane jako pogrubione, a wiązania zwrócone ku dołowi są rysowane linią przerywaną; te sposoby przedstawienia odpowiadają β - i α -wiązaniom wzorów rzutowych, takich jak **2a** i nie stosują się do ogólnej praktyki, że pogrubione i przerywane linie oznaczają wiązania skierowane odpowiednio nad i pod płaszczyznę papieru. Należy jednak zauważyć, że ta ogólna praktyka jest stosowana w odniesieniu do krzesłowych i łodziowych form spirostanów (patrz Reguła 3S-3.3).

- △ 5) Aby zaoszczędzić miejsca i uwydatnić istotną część wzoru steroidowego można użyć nawiasu klamrowego. Na przykład **2h** pokazuje jedynie pierścień D i łańcuch boczny na C-17, lecz w tym kontekście część po lewej stronie klamry może być przyjęta jako reszta układu pierścieniowego androstanu, jak we wzorach **2a-g**. W innych kontekstach, na przykład, mogła ona reprezen-

tować resztę układu pierścieniowego estranu, włączając jakiegokolwiek podstawniki i wiązania podwójne obecne w tej części.



3S-1.5. Stereochemia skondensowania pierścieni i przyłączenia łańcucha bocznego

Jeżeli nie założono lub nie ustalono inaczej (patrz Reguła 3S-3, 3S-4.1 i 3S-5), użycie nazwy steroidowej oznacza, że atomy lub grupy przyłączone w pozycjach zwornikowych 8, 9, 10, 13 i 14 są zorientowane, jak pokazano we wzorze **2a** (to jest 8β , 9α , 10β , 13β , 14α), a łańcuch boczny przyłączony w pozycji 17 ma β orientację (patrz uwagi poniżej). Konfigurację atomu wodoru (lub podstawnika) w pozycji zwornikowej 5 należy zawsze wskazywać przez dodanie α , β lub ξ po numerze 5; ten lokant i literę umieszcza się bezpośrednio przed rdzeniem nazwy. Stereochemia podstawników połączonych z tetracyklicznym układem A-D jest wyrażana literami α , β lub ξ po odpowiednich lokantach oznaczających ich pozycje.

Uwagi

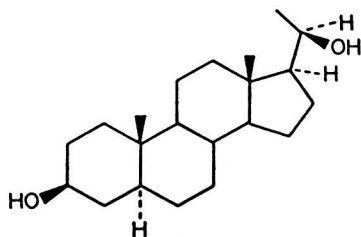
1) Jeżeli jeden z angularnych atomów wodoru jest podstawiony, może być celowe (choć nie konieczne) ponowne przedstawienie stereochemii, np. 9α -fluoro- 5α -pregnan zamiast 9-fluoro- 5α -pregnan.

2) W tej regule grupa karboksylowa w pozycji 17 jest traktowana jako podstawnik (patrz Reguła 3S-4.1).

3) Jeżeli dwa łańcuchy węglowe są związane z C-17, patrz Reguła 3S-2.7 i 3S-2.8.

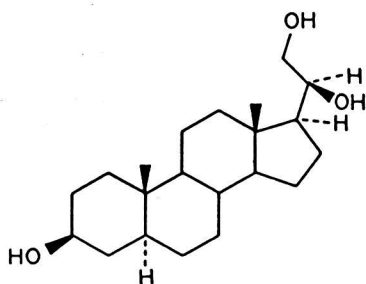
▲ 3S-1.6. Stereochemia podstawników w łańcuchu bocznym

Stereochemię podstawników w steroidowym łańcuchu bocznym opisuje się zgodnie z procedurą reguły pierwszeństwa (patrz [3], Część E), o ile stereochemia nie wynika z nazwy (patrz 3S-2.4 i Tabela 1). *Przykłady:*



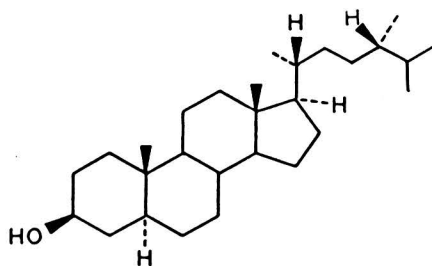
(4)

(20*R*)-5α-pregnano-3β,20-diol



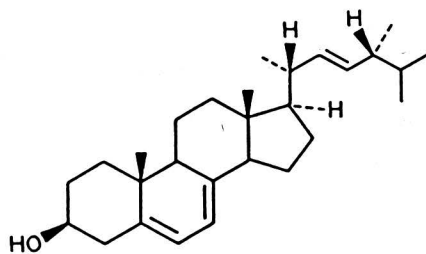
(5)

(20*S*)-5α-pregnano-3β,20,21-triol



(6)

(24*S*)-24-metylo-5α-cholestan-3β-ol
lub 5α-ergostan-3β-ol



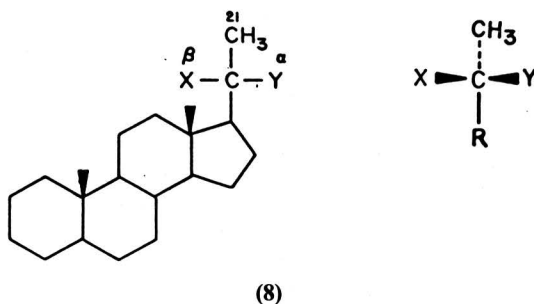
(7)

(22*E*)-(24*R*)-24-metylocholesta-5,7,22-trien-3β-ol
lub (22*E*)-ergosta-5,7,22-trien-3β-ol
nazwa zwyczajowa ergosterol

Uwagi

1) Szkielet łańcucha bocznego na C-17 najlepiej jest umieszczać w płaszczyźnie papieru (linie normalnej grubości), z podobnie zaznaczonym wiązaniem 17-20. Stereochemia wynikająca z obecności podstawników w łańcuchu bocznym jest następnie wskazywana przez zwyczajowe grube lub przerywane linie oznaczające wiązania skierowane odpowiednio nad i pod płaszczyznę Δ papieru. We wzorach łańcuch boczny przedstawia się jak w przykładach 6 i 7, taka forma jego przedstawienia jest preferowana względem używanej w poprzednim wydaniu tego dokumentu [1].

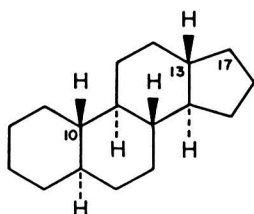
2) W serii pregnanu, stereochemia na C-20 była poprzednio oznaczana jako 20α lub 20β . Konwencja ta opierała się na projekcji Fischera z najwyższym Δ numerem u góry, jak pokazano we wzorze 8. Obecnie odradza się stosowanie tej nomenklatury na rzecz systemu *R, S*, który może być ogólnie stosowany dla wszystkich centrów chiralności w łańcuchach bocznych. Jednak, jako że α i β są niezależne od podstawników na sąsiadujących atomach, określenia te zostały zachowane dla nazw odpowiednich enzymów, np. dehydrogenaza 20α -hydroksysteroidowa.



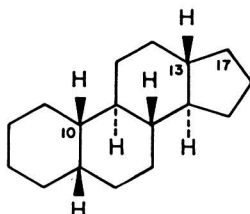
3S-2. Podstawowe układy karbocykliczne, nienasycenie i podstawienie grupą alkilową na C-17

3S-2.1. Gonan

Macierzysty tetracykliczny węglowodór bez grup metylowych na C-10 i C-13 i bez łańcucha bocznego na C-17 nosi nazwę gonan; patrz wzory 9 i 10.



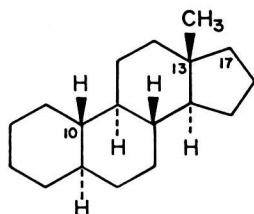
(9)
5 α -gonan



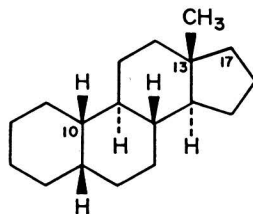
(10)
5 β -gonan

3S-2.2. Estran

Węglowodór z grupą metylową na C-13, lecz bez grupy metylowej na C-10 i bez łańcucha bocznego na C-17, nosi nazwę estran, jak pokazano w 11 i 12.



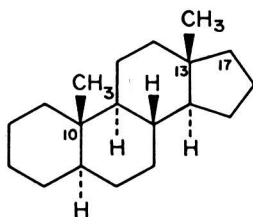
(11)
5 α -estran



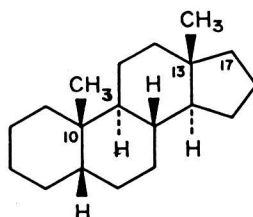
(12)
5 β -estran

3S-2.3. Androstan

Węglowodór z grupami metylowymi na C-10 i C-13, lecz bez łańcucha bocznego na C-17, nosi nazwę androstan 13 i 14.



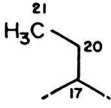
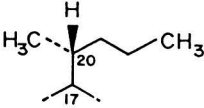
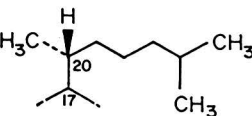
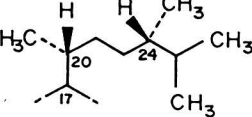
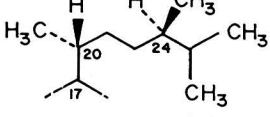
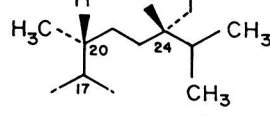
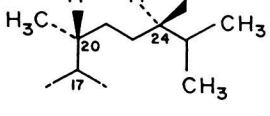
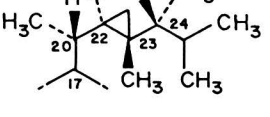
(13)
5 α -androstan



(14)
5 β -androstan

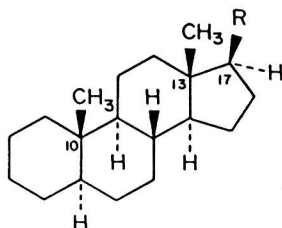
Uwaga: Tworzenie nazw węglowodorów mających grupę metylową na C-10 i atom wodoru na C-13 lub związków, w których grupa etylowa zastępuje grupę metylową, patrz 3S-6. Zwiększenie lub zmniejszenie pierścienia jest objęte przez regułę 3S-7.

Tabela 1. Węglowodory z łańcuchem bocznym na C-17

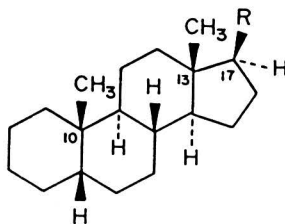
Łańcuch boczny	Konfiguracja	Szereg 5 α (15)	Szereg 5 β (16)
		5 α -pregnan (nie allopregnan)	5 β -pregnan
	20R	5 α -cholan (nie allocholan)	5 β -cholan
	20R	5 α -cholestan	5 β -cholestan (nie koprostan)
	20R, 24S	5 α -ergostan	5 β -ergostan
	20R, 24R	5 α -kampestan	5 β -kampestan
	20R, 24S	5 α -poriferastan	5 β -poriferastan
	20R, 24R	5 α -stigmastan	5 β -stigmastan
	20S, 22R, 23R, 24R	5 α -gorgostan	5 β -gorgostan

3S-2.4. Macierzyste węglowodory z łańcuchem bocznym na C-17

Nazwy stosowane dla węglowodorów **15** i **16** z grupami metylowymi zarówno na C-10, jak i C-13 oraz z łańcuchem bocznym R są wymienione w Tabeli 1.



(15)

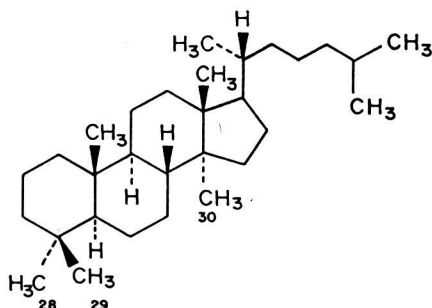


(16)

Uwagi

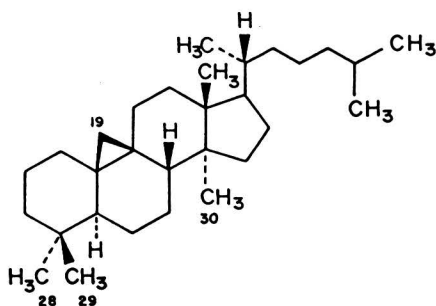
1) Z nazw węglowodorów podanych w Tabeli 1 wynikają konfiguracje centrów chiralności w łańcuchu bocznym takie, jak podane w drugiej kolumnie. Konwencje reguły pierwszeństwa oznaczają jednak, że *R* może zmienić się w *S* bez zmiany na stosownym atomie, jeżeli następuje zmiana w podstawieniu lub nienasyceniu, np. porównaj **6** i **7**.

- ▲ 2) Niektóre tetracykliczne triterpenoidy mogą być uważane za trimetylosteroidy z trzema grupami metylowymi o lokantach 28 (związana z C-4 o konfiguracji α), 29 (związana z C-4 o konfiguracji β) i 30 (związana z C-14); numeracja ta odpowiada numeracji używanej dla triterpenoidów. Ten typ nomenklatury jest szczególnie użyteczny dla tych węglowodorów macierzystych, które są biogenetycznymi prekursorami steroidów. Na przykład, lanostan **17** jest 4,4,14-trimetylo-5 α -cholestanem, która to nazwa implikuje konfiguracje: 5 α ,8 β ,9 α ,10 β ,13 β ,14 α ,17 β ,20*R*. Zmiana konfiguracji na C-9 w cykloartanie **18** jest zawarta w nazwie, chociaż musi to być sprecyzowane, jeżeli **18** będzie nazwany 4,4,14-trimetylo-9,19-cyklo-5 α ,9 β -cholestanem.



(17)

4,4,14-trimetylo-5 α -cholestan
lub lanostan



(18)

4,4,14-trimetylo-9,19-cyklo-5 α ,9 β -cholestan
lub cykloartan

3) Tworzenie nazw węglowodorów, które wywodzą się z podanych w Tabeli 1 przez dodanie lub usunięcie jednego, lub większej liczby atomów węgla, patrz 3S-6. W przypadku zwiększenia lub zmniejszenia pierścienia patrz 3S-7.

3S-2.5. Nienasycenie

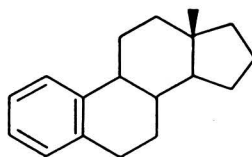
Nienasycenie jest wskazywane przez zmianę końcówki -an na -en, -adien, -yn itd. *Przykłady:*

androst-5-en, nie 5-androsten

5 α -cholest-6-en

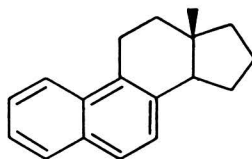
5 β -cholesta-7,9(11)-dien

5 α -cholest-6-en-3 β -ol



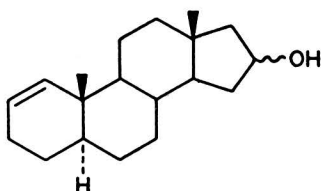
(19)

estra-1,3,5(10)-trien

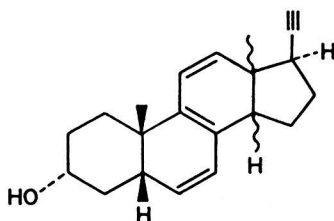


(20)

estra-1,3,5,7,9-pentaen



(21)

5 α -androst-1-en-16 β -ol

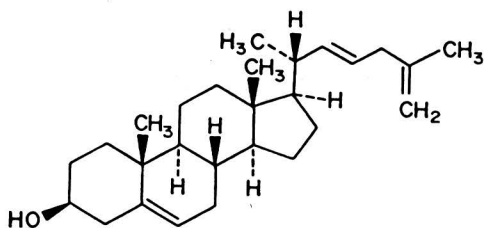
(22)

5 β ,13 ξ ,14 ξ -pregna-6,8,11-trien-20-yn-3 α -ol**Uwaga:**

- ▲ 1) Obecnie zaleca się, aby lokant podwójnego wiązania bezpośrednio poprzedzał sylabę wskazującą nienasycenie.
- 2) Jeżeli możliwy jest wybór lokantów, proste są preferowane względem złożonych, np. estra-5,7,9-trien jest preferowany względem estra-5(10),6,8-trien.
- 3) Użycie Δ (duże greckie delta) nie jest zalecane do oznaczania nienasycenia w nazwach szczegółowych. Może ona być jednak używana w wyrażeniach rodzajowych, jak np. ' Δ^5 -steroidy'.
- △ 4) Jeżeli obecne jest nie podstawione podwójne wiązanie 24(25), dwie grupy metylowe przyłączone w pozycji 25 są numerowane 26 i 27, z numerem niższym dla grupy metylowej *trans* względem pozycji 23.

3S-2.6. Stereochemia wiązań podwójnych

Stereochemię wiązań podwójnych w łańcuchu bocznym powinno się wskazywać, stosując konwencję *E*, *Z* (por. Reguła E-2.2 w [3]). Ten sam sposób stosuje się do seko związków z serii witaminy D (patrz 3S-9).

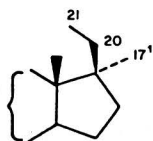


(23)

(22E)-cholesta-5,22,25-trien-3β-ol
por. także wzór (7)

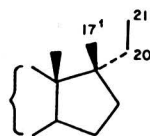
3S-2.7. Steroidy z łańcuchem bocznym jako częścią macierzystego układu karbocyklicznego i podstawnikiem alkilowym na C-17

Jeżeli steroid ma dwa łańcuchy węglowe związane z C-17 i jeden z nich jest wymieniony w Tabeli 1, związek jest nazywany jako 17-alkilowa pochodna tego steroidu. Jeżeli obydwa łańcuchy boczne na C-17 występują w Tabeli 1, wówczas o nazwie decyduje dłuższy z nich lub mający standardową konfigurację, np. 17-etylo-5α-cholestan, 17-etylo-5α-pregnan (nie 17-etylo-5α,17α-pregnan). Atomy węgla podstawnika alkilowego, np. na C-17, mogą być numerowane w wykładniku uzyskując odpowiednie lokanty, np. 17¹, 17² ... itd. (por. przykład 26). Przykłady:



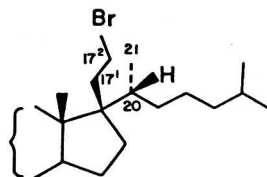
(24)

17-metylo-5α-pregnan



(25)

17-metylo-5α,17α-pregnan



(26)

17-(2-bromoetylo)-5α,17α-cholestan

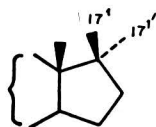
△ **Uwaga:** Lokanty z numerami w wykładniku są przeznaczone do identyfikacji atomów, np. w przypisaniach sygnałów ¹³C-nmr, nie jako lokanty do wskaza-

nia dalszego podstawienia np. oksymetolon [międzynarodowa nie zastrzeżona nazwa (INNs) patrz 3S-4.10 i Dodatek] jest 17β -hydroksy-2-(hydroksymetyleno)- 17α -metylo- 5α -androstan-3-onem, a nie $2^1,17\beta$ -dihydroksy- 17α -metylo-2-metyleno- 5α -androstan-3-onem.

3S-2.8. Steroidy z dwoma podstawnikami alkilowymi na C-17

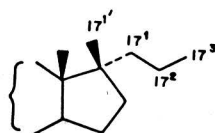
Jeżeli steroid ma związane z C-17 dwa łańcuchy węglowe, z których żaden nie jest wymieniony w Tabeli 1, wówczas związek jest nazywany jako 17,17-dwupodstawiony androstan.

Przykłady:



(27)

17,17-dimetylo- 5α -androstan



(28)

17 β -metylo-17 α -propylo- 5α -androstan

Uwagi

1) Niektóre steroidy tej grupy mogą być wyprowadzone z podstawowej struktury wymienionej w Tabeli 1 przez zastosowanie reguł wydłużenia i skrócenia łańcucha (3S-6). W ten sposób struktura **28** mogłaby być nazwana 17-metylo-21,24-dinor- 5α ,17 α -cholanem. Procedura ta nie jest zalecana, ponieważ często daje nazwy niezręczne.

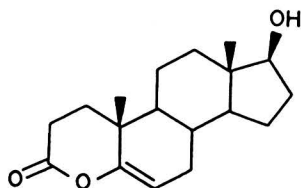
- △ 2) Atomy węgla podstawników alkilowych mogą być numerowane w układniku lokantu atomu szkieletu steroidowego, z którym podstawnik jest związany. Krótszy z dwu łańcuchowych podstawników otrzymuje w układniku numery primowane. Jeżeli obydwa podstawniki łańcuchowe związane ze steroidowym układem pierścieniowym są jednakowej długości, wówczas podstawnik leżący po β -stronie ma lokanty primowane w układniku. Jeżeli dwa podstawniki łańcuchowe są związane z łańcuchem bocznym steroidu i są jednakowej długości, lecz jeden z nich jest dodatkowo podstawiony, drugi

z nich otrzymuje lokanty primowane. W nieobecności dodatkowego podstawienia grupa *pro-S* ma lokanty primowane.

- △ 3) Lokanty z numerami w wykładniku są przeznaczone do identyfikacji atomów, np. w przypisaniach sygnałów ^{13}C -nmr, a nie jako lokanty do dalszego podstawienia (patrz uwaga do 3S-2.7).

3S-2.9. Zastąpienie atomów węgla przez heteroatomy

Jeżeli w szkielecie węglowym steroidu atom węgla jest zastąpiony przez heteroatom, stosowany jest system nomenklatury zamiennej (oksa-aza) ze steroidowymi nazwami i steroidową numeracją (por. Reguła B-4 w [3]).
Przykład:

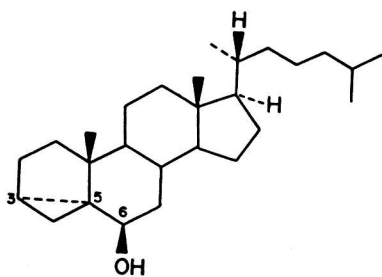


(29)

17β-hidroksy-4-oksaandrost-5-en-3-on

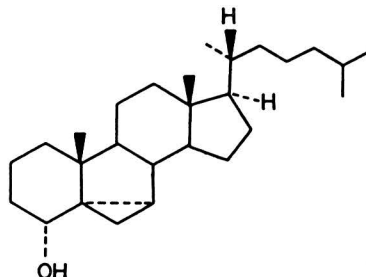
3S-2.10. Dodatkowe pierścienie utworzone w obrębie szkieletu steroidowego

Jeżeli dodatkowy pierścień jest utworzony za pomocą bezpośredniego wiązania pomiędzy dowolnymi dwoma atomami węgla steroidowego układu pierścieniowego lub jego łańcucha bocznego, przed nazwą steroidu umieszcza się przedrostek cyklo; jest on poprzedzany przez lokanty atomów połączonych nowym wiązaniem i literę (α, β, ξ) określającą konfigurację związaną z nowym wiązaniem, chyba że określenie jest już ukryte w nazwie. *Przykłady:*



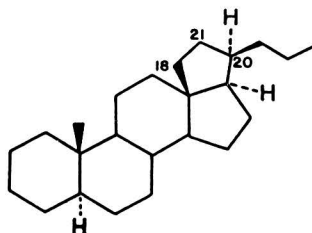
(30)

3α,5-cyklo-5α-cholestan-6β-ol



(31)

5,7α-cyklo-5α-cholestan-4α-ol



(32)

(20R)-18,21-cyklo-5 α -cholan

Uwaga: Związek 30 jest także znany jako i-cholesterol; podobnie 3,5-cyklo-steroidy są często nazywane i-steroidami.

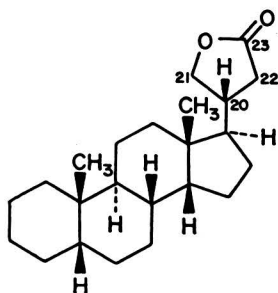
3S-3. Steroidy z pierścieniami heterocyklicznymi w łańcuchu bocznym

3S-3.0. Definicje ogólne

Wiele ważnych steroidów pochodzenia naturalnego zawiera jeden lub więcej dodatkowych pierścieni heterocyklicznych, skondensowanych lub związanych z pierścieniem D, utworzonych przez modyfikacje łańcucha bocznego. Steroidy te mogą być pogrupowane w następujące rodziny: (a) kardanolidy, (b) bufanolidy, (c) spirostany, (d) furostany, (e) alkaloidy steroidowe.

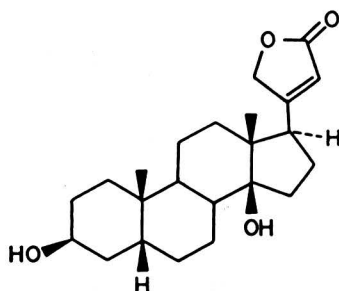
3S-3.1. Kardanolidy

Nazwa kardanolid jest stosowana dla związku o strukturze 33, tj. macierzystego związku laktonów naparstnicy o przedstawionej konfiguracji. Konfiguracja 14 β jak też konfiguracja 20R wynikają z nazwy. *Przykłady:*



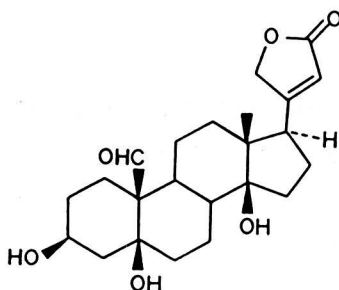
(33)

5 β -kardanolid



(34)

3 β ,14-dihydroksy-5 β -kard-20(22)-enolid
nazwa zwyczajowa: digitoksygenina

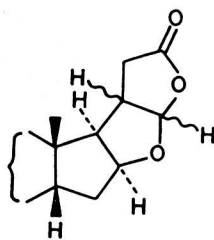


(35)

3 β ,5,14-trihydroksy-19-okso-5 β -kard-20(22)-enolid
nazwa zwyczajowa: strofantyna

Dla tego typu nienasyconych laktonów pochodzenia naturalnego stosowane są nazwy takie jak kard-20(22)-enolid. Nazwy 14,21- i 16,21-epoksykardanolid są stosowane dla związków zawierających odpowiednio mostek tlenowy 14,21- lub 16,21-, jak pokazano we wzorze 36.

- ▲ **Uwaga:** Traci ważność wcześniejsze zalecenie, że konfiguracja na C-14 musi być zawsze wyrażana jako przedrostek; jeśli nie podano inaczej, konfiguracja 14 β wynika z nazwy. Patrz także uwaga 1 do 3S-1.5.



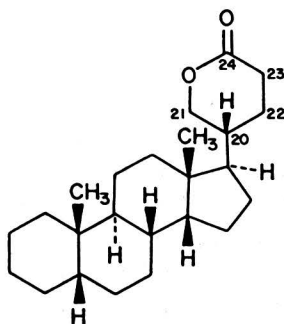
(36)

16 β ,21 ξ -epoksy-20 ξ -kardanolid

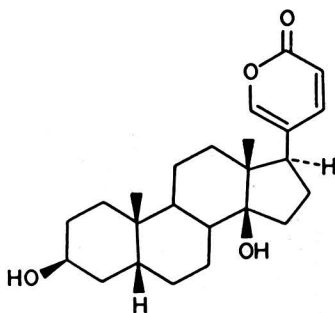
3S-3.2. **Bufanolidy**

Nazwa bufanolid jest stosowana dla związku o strukturze **37**, macierzystego związku laktonów z grupy glikozydów cebuli morskiej i trucizn ropuchy, o konfiguracjach 14β , $20R$ jak pokazano, wynikających z nazwy. Nienasycone pochodne nazywa się, zastępując przyrostek -anolid przez -enolid, -adienolid itd.; w ten sposób nazwa bufa-20,22-dienolid jest stosowana dla podwójnie nienasyconych laktonów pochodzenia naturalnego.

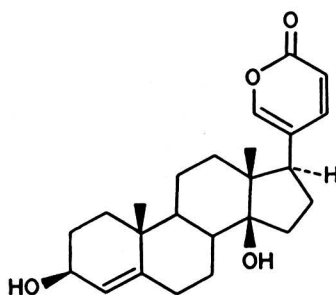
- ▲ **Uwaga:** Podobnie jak dla kardanolidów traci ważność zalecenie, aby zawsze wskazywać konfigurację na C-14. Patrz także uwaga (1) do 3S-1.5.
Przykłady:



(37)
5β-bufanolid



(38)
3β,14-dihydroksy-5β-bufa-20,22-dienolid
nazwa zwyczajowa: bufalina

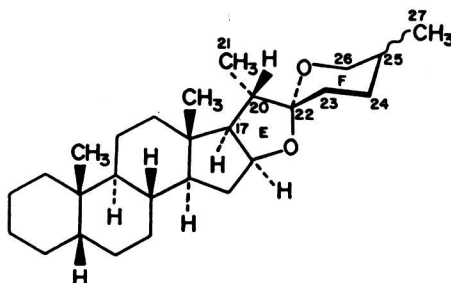


(39)

3β,14-dihydroksybufo: 4,20,22-trienolid
nazwa zwyczajowa: scylarenina

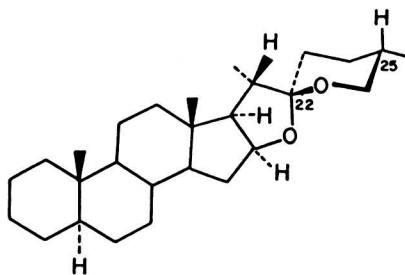
3S-3.3. Spirostany

Nazwa spirostan jest stosowana dla związków o strukturze **40** (jest to 16,22:22,26-diepoksypocholestan); nazwa ta precyzuje konfigurację pokazaną dla wszystkich centrów asymetrii, z wyjątkiem pozycji 5 i 25. Przedrostek 5α- lub 5β- jest dodawany w zwykły sposób (patrz Reguła 3S-1.5). Konfiguracje C-16 i C-17, jeżeli są różne od pokazanych we wzorze **40**, oznaczają się jako 16β(H) i 17β(H). Konfiguracje C-20 i C-22, jeżeli są różne od pokazanych we wzorze **40**, określa się wg procedury reguły pierwszeństwa (patrz Część E w [3]) lub, jeżeli nie są znane, przez ξ. Relacje przestrzenne podstawników na C-23, C-24 lub C-26 są we wszystkich przypadkach określane wg procedury reguły pierwszeństwa lub, jeżeli nie są znane, przez ξ. *Przykłady:*

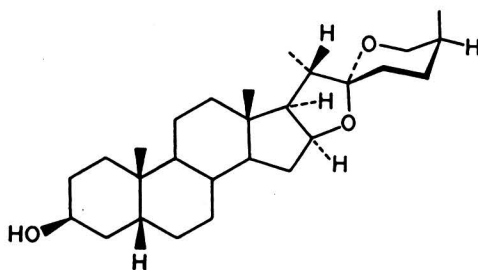


(40)

5β-spirostan



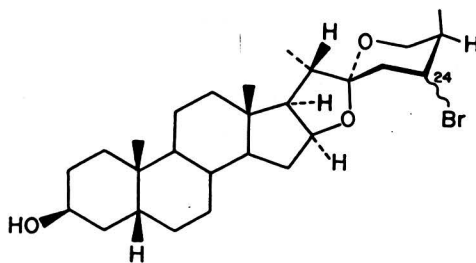
(41)

(22*S*,25*S*)-5 α -spirostan

(42)

(25*S*)-5 β -spirostan-3 β -ol

nazwa zwyczajowa: sarsasapogenina



(43)

(25*R*)-24 ξ -bromo-5 β -spirostan-3 β -ol**Uwagi**

1) Chociaż pierścień E, podobnie jak pierścienie A, B, C i D, może być bez kłopotu pokazany jako rzut na płaszczyznę papieru, pierścień F nie może być właściwie przedstawiony w ten sposób, ponieważ C-23, C-24 i C-26 oraz atom tlenu leżą w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny papieru. Wygodny sposób rysowania pierścienia F pokazują wzory **40-43**; np. we wzorze **40** przerywana linia od C-22 do atomu tlenu oznacza, że atom tlenu i C-26 pierścienia F leżą za płaszczyzną papieru i że konsekwentnie C-23 i C-24 leżą przed płaszczyzną papieru (konfiguracja *R* na C-22). We wzorze **41** konfiguracja C-22 jest przeciwna i musi być podana w nazwie jako 22*S*. Jest przyjętym zwyczajem

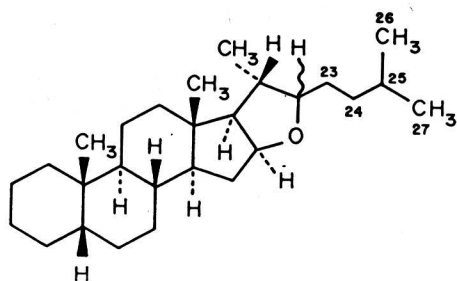
rysowanie pierścienia F jako krzesła, lecz konformacja ta nie wynika z nazwy spirostan. Bez względu na konformację pierścienia F uważa się, że atom węgla C-27 i atom wodoru na C-25 leżą w płaszczyźnie papieru, a więc nie mogą być oznaczane liniami przerywanymi lub pogrubionymi. W związku **42** grupa metylowa jest aksjalna (powyżej średniej płaszczyzny pierścienia F), a w **41** jest ekwatorialna (w średniej płaszczyźnie pierścienia F).

2) Na określenie konfiguracji *R,S* mogą również wpływać podstawniki przyłączone do pierścienia F lub do C-27, jak w związku **43** (por. **42**).

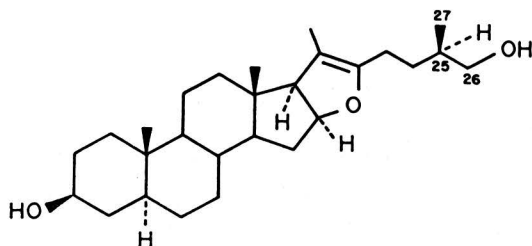
3S-3.4. Furostany

Nazwę furostan stosuje się dla związku o strukturze **44** (16,22-epoksycholestan); nazwa ta precyzuje konfigurację wszystkich centrów asymetrii, z wyjątkiem pozycji 5, 22 i (jeżeli pozycja 26 jest podstawiona) także 25. Konfiguracja C-5 jest oznaczana przedrostkiem α lub β w zwykły sposób (patrz Reguła 3S-1.5), a konfiguracje C-22 i, jeżeli konieczne, C-25 przez procedurę reguły pierwszeństwa lub we wszystkich tych przypadkach przez ξ , jeżeli nie jest znana.

Podstawniki wskazuje się w zwykły sposób jak w przykładzie **45**.



(44)
5 β -furostan



(45)
(25*R*)-5 α -furost-20(22)-en-3 β ,26-diol
nazwa zwyczajowa: pseudotyrogenina

3S-3.5. Alkaloidy steroidowe

Nazwy systematyczne alkaloidów steroidowych powinny wywodzić się od pregnanu, cholestanu lub innej nazwy macierzystej podanej w Tabeli 1.

Nazwy zwyczajowe macierzystych nasyconych struktur alkaloidów steroidowych mają końcówkę -anina. W przypadku związków nienasyconych końcówka ta jest zmieniona odpowiednio na -enina, -adienina itd. Obszerne traktowanie nomenklatury alkaloidów steroidowych nie leży w zakresie niniejszych zaleceń. Specjalne uzupełnienie części F [3] dotyczące tych problemów jest w przygotowaniu.

3S-4. Grupy funkcyjne

3S-4.0. Postanowienia ogólne

Prawie wszystkie biologicznie ważne steroidy są pochodnymi macierzystych węglowodorów (por. Tabela 1) mających różne grupy funkcyjne. Ich nomenklatura stosuje się do ogólnych zaleceń nomenklatury związków organicznych (Części C i D w [3]). Jednak są pewne specjalne problemy w stosowaniu tych zaleceń do produktów naturalnych, takich jak steroidy. Dlatego, zwłaszcza dla biochemików nie tak obeznanych z zaleceniami nomenklatury podstawnikowej, są one tutaj nakreślone w ogólnym zarysie i zilustrowane. Co do pełnych szczegółów odsyła się czytelnika do Zaleceń IUPAC [3].

Większość podstawników może być wskazywanych zarówno przyrostkami jak i przedrostkami; niektóre jednak, wśród nich najpospolitsze to chlorowce, grupy alkilowe (patrz 3S-2.7 i 3S-2.8) i grupy alkoksylowe, mogą być wskazywane jedynie przedrostkami. Wykazy podstawników tych dwóch typów są podane odpowiednio w Tabelach I i II Części C-10 w [3].

Przyrostkiem może być wskazany co najwyżej jeden typ podstawnika, a pozostałe muszą być wskazane przedrostkami. Wybór przyrostka jest dokonywany zgodnie z kolejnością pierwszeństwa grup funkcyjnych, która jest sformułowana w [3]; najbardziej znacząca dla steroidów część tego szeregu wg malejącej preferencji jest następująca: sól oniowa, kwas, lakton, ester, aldehyd, keton, alkohol, amina.

Przyrostki są dodawane do nazwy nasyconego lub nienasyconego układu macierzystego (patrz 3S-2.5).

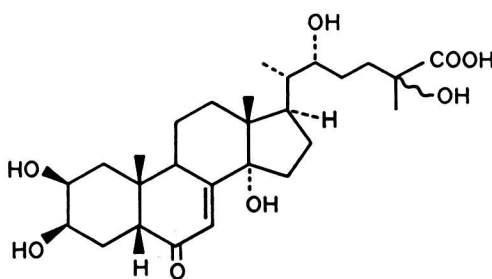
Następne zalecenia opierają się na tych zasadach. W tej części wzory związków w przykładach odpowiadają **2b**, to znaczy grupy metylowe są wskazane przez wiązania bez opisu literowego, a atomy wodoru przy C-8, C-9 i C-14 są pominięte.

3S-4.1. Kwasy, sole i estry

Kwasy, ich sole i estry są na ogół nazywane z użyciem przyrostków.

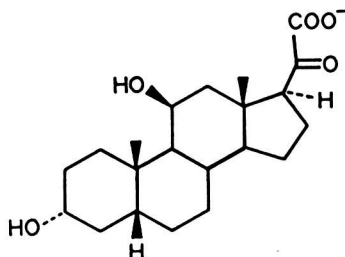
a) Jeżeli grupa metylowa jest zamieniona na grupę karboksylową, wówczas do nazwy szkieletu dodajemy przyrostek -owy z odpowiednim lokantem, a całość poprzedzamy słowem kwas. W publikacjach biochemicznych związki te są często nazywane jako aniony bez precyzowania przeciwjonu; w tym przypadku przyrostkiem jest -(i)an. *Przykłady:*

kwas 11-okso-5 α -cholan-24-owy



(46)

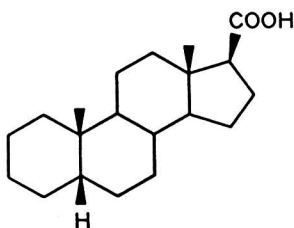
kwas (22*R*)-2 β ,3 β ,14,22,25 ξ -pentahydroksy-6-okso-5 β -cholest-7-en-26-owy
nazwa zwyczajowa: kwas ekdysonowy



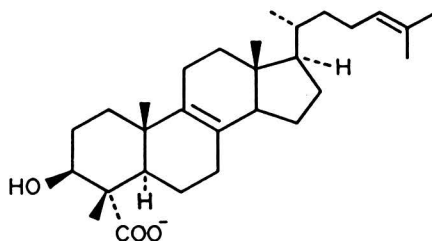
(47)

3 α ,11 β -dihydroksy-20-okso-5 β -pregnan-21-ian

b) Jeżeli kwas jest utworzony przez podstawienie atomu wodoru w >CH , >CH_2 lub —CH_3 grupą karboksylową, tj. >C—COOH , >CH—COOH lub $\text{—CH}_2\text{—COOH}$, używa się przyrostka -karboksylowy lub w formie jonowej -karboksylan. W tym przypadku kwas zawiera jeden atom węgla więcej niż związek macierzysty. *Przykłady:*



(48)

kwas 5 β -androstano-17 β -karboksylowy

(49)

3 β -hydroksy-4 β -metylo-5 α -cholesta-8,24-dieno-4 α -karboksylan
lub 3 β -hydroksy-30-norlanosta-8,24-dien-28-ian

△ **Uwaga:** Związek **48** był przedtem nazywany kwasem 5 β ,17 α (H)-etianowym. Nazwa ta, kwas etianowy, jest obecnie zarzucona.

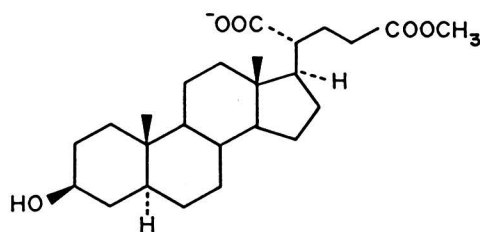
c) Nazwy soli tworzy się przez podanie nazwy jonowej formy kwasu oraz nazwy kationu. *Przykład:*

5 α -cholan-24-ian sodu

d) Estry nazywa się w podobny sposób. *Przykłady:*

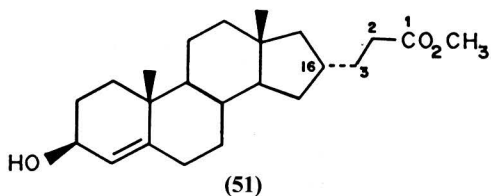
5 β -androstano-17 β -karboksylan metylu

5 α -cholano-21,24-dian dietylu



(50)

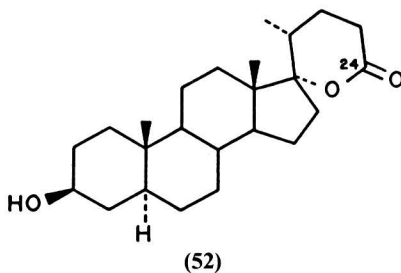
3 β -hydroksy-5 α -cholano-21,24-dian 24-metylu



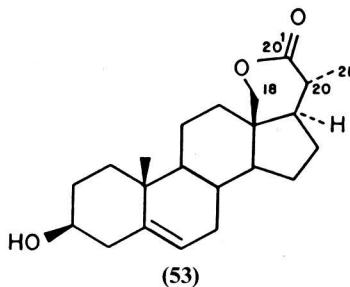
3-(3β-hydroksyandrost-4-en-16α-ylo)propanian metylu

3S-4.2. Laktony

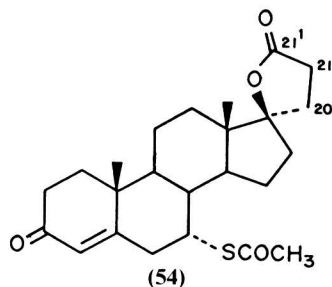
a) Nazwy laktonów, innych niż kardanolidy i bufanolidy, tworzy się od nazw odpowiednich hydroksykwasów zmieniając kwas -owy lub kwas -karboksylowy odpowiednio na przyrostek -lakton lub -karbolakton, który poprzedza lokant grupy kwasowej, a następnie lokant grupy hydroksylowej. Zlaktonizowana grupa hydroksylowa nie jest określana oddzielnie. *Przykłady:*



3β-hydroksy-5α-cholano-24,17-lakton



(20R)-3β-hydroksypregn-5-eno-20,18-karbolakton



7α-acetylotio-3-okso-17α-pregn-4-eno-21,17-karbolakton
międzynarodowa nie zastrzeżona nazwa: spironolakton (zob. Dodatek)

Uwaga: W przykładach **53** i **54** przyrostek karbolakton odpowiada podstawnikowi z dodatkowym atomem węgla, który jest odpowiednio numerowany (patrz 3S-2.7). Jeżeli związek **53** był nazwany 3 β -hydroksy-23,24-dinorchol-5-eno-21,18-lakton (nazwa nie zalecana), wówczas karbonyl laktonowy powinien być C-21 (patrz 3S-6.2 użycie nor). Podobnie, jeżeli związek **54** był nazwany 7 α -acetylotio-3-okso-21a-homo-17 α -pregn-4-eno-21a,17-lakton (nazwa nie zalecana), wówczas karbonyl laktonowy powinien być C-21a (patrz 3S-6.1 użycie homo).

b) Kardanolidy i bufanolidy. W nazwach tych związków końcówka -olid wskazuje ugrupowanie laktonowe i podstawniki muszą być wskazywane przedrostkami.

3S-4.3. Estry steroli i alkoholi steroidowych

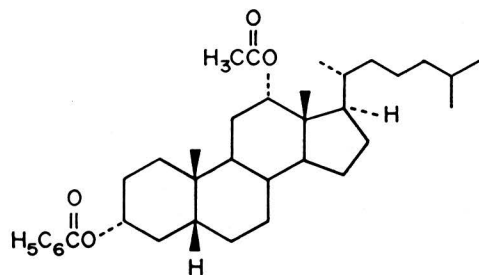
Nazwa estru alkoholu steroidowego składa się z nazwy kwasu w formie anionowej i nazwy grupy steroidowej utworzonej przez dodanie do nazwy węglowodoru końcówki -yl, -diyl itd. (w drugim przypadku) poprzedzonej lokantem z grecką literą w celu wskazania pozycji i konfiguracji. Jeżeli jest to konieczne, lokanty powinny być użyte w anionowej części nazwy. *Przykłady:*

octan 5 α -cholestan-3 β -ylu

dioctan 5 β -cholestano-3 α ,12 α -diylu

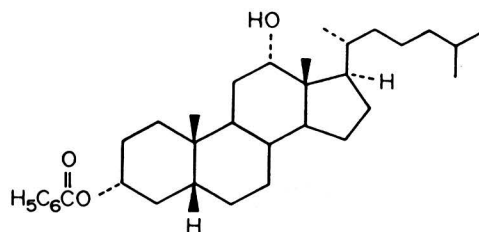
octan 3-oksoandrost-4-en-17 β -ylu (nazwa zwyczajowa octan testosteronu),

siarczan 17 α -hydroksy-20-oksopregn-5-en-3 α -ylu



(55)

3-benzoesan 12-octan 5 β -cholestano-3 α ,12 α -diylu



(56)

benzoesan 12 α -hydroksy-5 β -cholestan-3 α -ylu

Jeżeli w steroidzie obecna jest główna grupa funkcyjna nadająca końcówkę (np. kwas lub lakton), to wówczas stosuje się formę przedrostkową acyloksy- wraz z odpowiednimi lokantami. *Przykłady:*

3 α -acetoksy-5 β -kardanolid

3 α -benzoiloksy-11 β -hydroksy-20-okso-5 β -pregnan-21-ian (monoben-zoesan 47)

3 β -acetoksy-5 α -cholano-24,17-lakton (octan 52)

Jeżeli kwas steroidowy ma nazwę zwyczajową, która już specyfikuje grupę hydroksylową, wówczas zestryfikowana grupa OH musi być wskazana przedrostkiem *O*-acylo-. *Przykłady:*

kwas 3-*O*-acetylocholowy

17-*O*-benzoiloestradiol-17 β

3-*O*-linolenilocholesterol

Uwagi

1) Jeśli chce się podkreślić, że forma steroidu nie zestryfikowana jest poliolem, to związek z grupami estrowymi, np. 55 można nazwać: 3-benzoesan 12-octan 5 β -cholestano-3 α , 12 α -diolu. Ten sposób zalecany był w poprzedniej edycji reguł, ale nie jest on w pełni zgodny ze standardowymi regułami nomenklatury systematycznej [3].

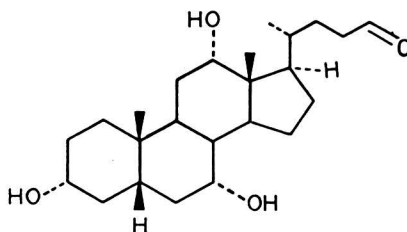
2) W przypadku prostych steroidów mających nazwy zwyczajowe, może być użyta podstawnikowa forma tej nazwy (np. linolenian cholesterylu). Ta forma nie powinna być stosowana w odniesieniu do polioli.

3S-4.4. Związki okso

a) Aldehydy nazywa się przez użycie przyrostka -al (oznaczenie to zamienia —CH₃ na —CHO, tj. bez zmiany liczby atomów węgla) lub -aldehyd (wskazuje na zmianę —COOH w —CHO, tj. bez zmiany liczby atomów węgla; nazwa pochodzi od kwasu). Przedrostek okso- wskazuje na zmianę >CH₂ w >CO, a więc również —CH₃ w —CHO bez zmiany liczby atomów węgla. *Przykłady:*

5 α -androstan-19-al

5 α -cholan-24-al

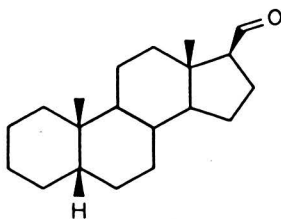


(57)

3 α ,7 α ,12 α -trihydroksy-5 β -cholan-24-al lub aldehyd cholowy (od kwasu cholowego)

Jeśli grupa aldehydowa jest utworzona przez podstawienie atomu wodoru w >CH , >CH_2 lub —CH_3 przez —CHO , tj. >C—CHO , jest stosowany przedrostek formylo lub przyrostek karboaldehyd. *Przykłady:*

kwasy 3β -formylo- 5α -cholan-24-owy



(58)

5β -androstano- 17β -karboaldehyd

b) Dla ketonów stosuje się przyrostek -on lub przedrostek okso-. *Przykłady:*

5β -androstan-3-on

pregn-5-eno- $3,20$ -dion

kwasy 11 -okso- 5α -cholan-24-owy

Uwagi

1) Przedrostek okso- powinien być również stosowany w połączeniu z terminami ogólnymi, np. 17 -okso steroidy. Określenie „ 17 -keto steroidy”, często używane w literaturze medycznej, jest niepoprawne, ponieważ C- 17 jest w nim wymieniony dwukrotnie, jako że termin keto oznacza C=O .

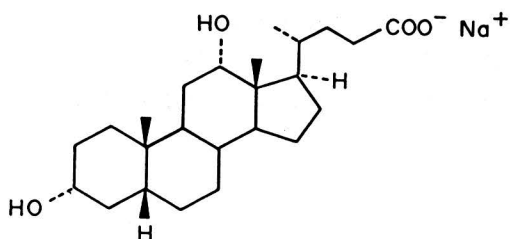
2) Wiele steroidów ma zarówno grupy hydroksylowe, jak i grupy okso. W tym przypadku należy stosować przyrostek -on, a grupy hydroksylowe wskazywać za pomocą przedrostków, z wyjątkiem związków mających nazwy zwyczajowe (patrz Tabela 2). Jeśli główna grupa funkcyjna (i odpowiedni przyrostek) ma pierwszeństwo przed grupą hydroksylową i okso, wówczas zarówno grupa hydroksylowa, jak i grupa okso są wskazywane przedrostkami.

3S-4.5. Alkohole

Alkohole nazywa się stosując przyrostek -ol, gdy grupa —OH jest grupą główną, lub przedrostek hydroksy- z odpowiednimi lokantami. *Przykłady:*

5β -cholestano- $3\alpha,11\beta$ -diol

3α -hydroksy- 5α -androstan- 17 -on (nazwa zwyczajowa: androsteron)



(59)

3 α ,12 α -dihydroksey-5 β -cholan-24-ian sodu
pospolita nazwa: 7-deoksycholan sodu

Uwagi

1) Złożone przyrostki -olon i -onol, dla oznaczenia jednoczesnej obecności grup hydroksylowej i ketonowej, nie są dozwolone przez reguły IUPAC [3] i nie powinny być stosowane.

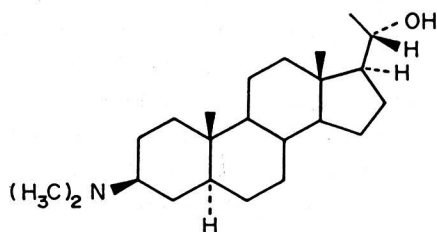
2) Niektóre hydroksy ketony (patrz Tabela 2) mają nazwy zwyczajowe.

3S-4.6. Aminy

Aminy nazywa się stosując przyrostek -amina lub przedrostek amino-.

Przykłady:

androst-5-en-3 β -amina



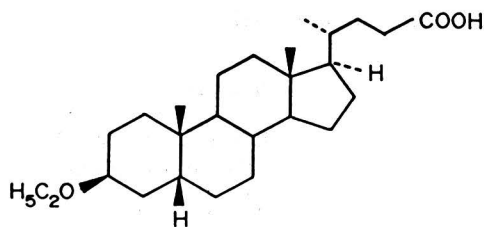
(60)

(20S)-3 β -(dimetyloamino)-5 α -pregnan-20-ol

3S-4.7. Etery

Etery nazywa się jako alkoksy pochodne. Przykłady:

17 β -metoksyandrost-4-en-3-on



(61)

kwas 3 β -etoksy-5 β -cholan-24-owy

Etery i częściowo zeteryfikowane poliole steroidowe mogą być nazywane przez użycie przedrostka alkoksy- lub też za pomocą przedrostka *O*-alkilo, jeśli zeteryfikowana grupa hydroksylowa jest już ujęta w nazwie zwyczajowej.

Przykłady:

(20*S*)-3 β ,17,20-trimetoksy-5 α -pregnan

(20*S*)-3 β ,17-dimetoksy-5 α -pregnan-20-ol

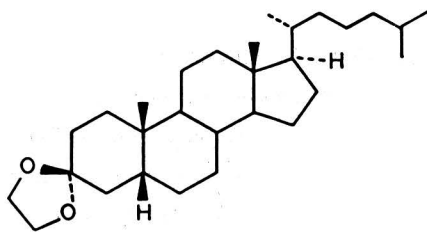
21-*O*-metylokortyzol

3S-4.8. Acetale i ketale

Acetale i ketale okso steroidów są nazywane jako dialkoksy steroidy.

Przykłady:

3,3-dimetoksycholest-4-en



(62)

3,3-(etylenodioksy)-5 β -cholestan

Podobnie acetale utworzone przez okso związek reagujący z dwiema grupami hydroksylowymi steroidu mogą być nazwane jako alkilenodioksy związki. *Przykład:*

2 α ,3 α -(metylenodioksy)pregn-5-en (patrz 102)

3S-4.9. Nazwy zwyczajowe ważniejszych steroidów

Przykłady nazw zwyczajowych zachowane dla ważnych pochodnych steroidowych, będących najczęściej związkami naturalnymi o znacznej aktywności biologicznej, są podane w Tabeli 2.

Tabela 2. Nazwy zwyczajowe niektórych ważnych pochodnych steroidowych

Nazwa zwyczajowa	Systematyczna nazwa steroidu
Aldosteron	18,11-hemiacetal 11 β ,21-dihydroksy-3,20-dioksopregn-4-en-18-alu lub 11 β ,18-epoksy-18 ξ -hydroksypregn-4-eno-3,20-dion
Androsteron	3 α -hydroksy-5 α -androstan-17-on
Brassynolid	(22R,23R)-2 α ,3 α ,22,23-tetrahydroksy-6,7-seko-5 α - -kampestano-6,7-lakton
Cholesterol	cholest-5-en-3 β -ol
Deoksykortykosteron	21-hydroksypregn-4-eno-3,20-dion (t.j. 11-deoksy pochodna kortykosteronu)
Ekdyzon	(22R)-2 β ,3 β ,14 α ,22,25-pentahydroksy-5 β -cholest-7-en-6-on
Ergosterol (7)	(22E)-ergosta-5,7,22-trien-3 β -ol
Erkalcyol = ergokal- cyferol	(5Z,7E,22E)-(3S)-9,10-sekoergosta-5,7,10(19),22-tetraen-3-ol
Estradiol-17 α	estra-1,3,5(10)-trieno-3,17 α -diol
Estradiol-17 β	estra-1,3,5(10)-trieno-3,17 β -diol
Estriol	estra-1,3,5(10)-trieno-3,16 α ,17 β -triol
Estron	3-hydroksyestra-1,3,5(10)-trien-17-on
Kalcydiol (93)	(5Z,7E)-(3S)-9,10-sekocholesta-5,7,10(19)-trieno-3,25-diol
Kalcyol (92) = chole- kalcyferol	(5Z,7E)-(3S)-9,10-sekocholesta-5,7,10(19)-trien-3-ol
Kalcytriol (94)	(5Z,7E)-(1S,3R)-9,10-sekocholesta-5,7,10(19)-trieno-1,3,25-triol
Kortykosteron	11 β ,21-dihydroksypregn-4-eno-3,20-dion
Kortyzol	11 β ,17,21-trihydroksypregn-4-eno-3,20-dion
Kortyzon	17,21-dihydroksypregn-4-eno-3,11,20-trion
Kwas cholowy	kwas 3 α ,7 α ,12 α -trihydroksy-5 β -cholan-24-owy
Kwas litocholowy	kwas 3 α -hydroksy-5 β -cholan-24-owy
Lanosterol	lanosta-8,24-dien-3 β -ol
Octan kortyzolu	21-O-acetylokortyzol
Octan kortyzonu	21-O-acetylokortyzon
Progesteron	pregn-4-eno-3,20-dion
Pseudotigogenina	(25R)-5 α -furost-20(22)-eno-3 β ,26-diol
Sarsapogenina	(25S)-5 β -spirostan-3 β -ol
Smilagenina	(25R)-5 β -spirostan-3 β -ol
Testosteron (63)	17 β -hydroksyandrost-4-en-3-on
Tigogenina	(25R)-5 α -spirostan-3 β -ol

Uwaga: Jeśli te nazwy zwyczajowe są stosowane jako podstawa do nazywania pochodnych lub stereoizomerów, powstałe pochodne nazw zwyczajowych muszą całkowicie jasno przedstawić naturę modyfikacji i byłoby wskazane, aby towarzyszyły im wymienione wcześniej systematyczne pełne nazwy. Na przykład w publikacjach steroidowych „epi” jest często stosowany w nazwach zwyczajowych w celu zaznaczenia inwersji na jednym centrum; nazwa 11-epi-kortyzol w pełni charakteryzuje związek, ponieważ kortyzol jest już zdefiniowany jako 11 β -alkohol; ale nazwa epikortyzol nie definiuje w pełni związku i jest niewłaściwa.

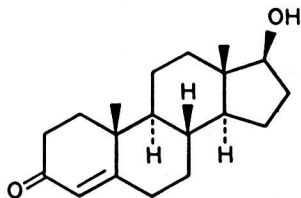
3S-4.10. Użycie nie zastrzeżonych nazw międzynarodowych

Nie zastrzeżone nazwy międzynarodowe (*International non-proprietary names* – INNs) zostały nadane wielu steroidom o znaczeniu farmaceutycznym [6]. Dla ułatwienia niektóre z tych nazw zamieszczono w dodatku. Jeśli te nazwy są używane w publikacjach biochemicznych, to zaleca się, żeby raz w publikacji np. w odnośniku lub w rozdziale Materiały i Metody podana była również pełna nazwa systematyczna. Nie zastrzeżone nazwy międzynarodowe nie powinny być stosowane jako podstawa do tworzenia nazw związków zmodyfikowanych.

3S-5. Modyfikacje stereochemiczne

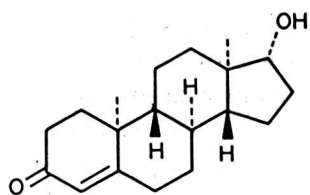
3S-5.1. Użycie przedrostka *ent*-

Jeśli, np. w związku syntetycznym, mamy do czynienia ze stereochemiczną inwersją na wszystkich centrach asymetrii, których konfiguracja powinna być wyspecyfikowana w nazwie, pisany kursywą przedrostek *ent*- (skrótowa forma od *enantio*-) umieszcza się przed pełną nazwą związku. Przedrostek ten wskazuje na inwersję na wszystkich centrach asymetrii (włączając centra, przy których znajdują się nazwane podstawniki), zarówno tych cytowanych oddzielnie, jak i zawartych w nazwie związku. *Przykłady:*



(63)

17 β -hydroksyandrost-4-en-3-on (testosteron)



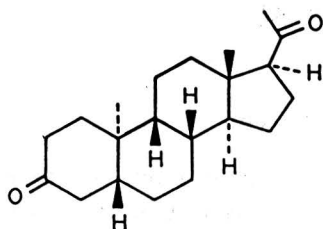
(64)

ent-17 β -hydroksyandrost-4-en-3-on (*ent*-testosteron)

Uwaga: Jeżeli wzorom przypisano w tekście numery, przedrostek *ent*- może być zastosowany do wskazania enancjomeru. Tak więc, np. związek **64** może być oznaczony jako *ent*-**63**.

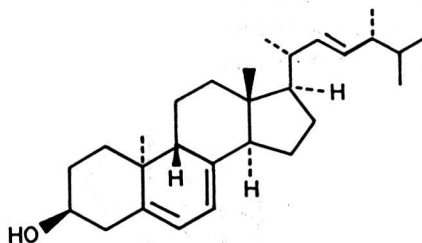
3S-5.2. Użycie α i β dla pozycji zwornikowych

Jeśli inwersja stereochemiczna dotyczy mniej niż połowy centrów asymetrii, których konfiguracja nie musi być wyspecyfikowana w nazwie, konfiguracje atomów wodoru lub podstawników na dotkniętych inwersją pozycjach zwornikowych, lub też położenie łańcucha węglowego (jeśli występuje) na C-17, przedstawia się z pomocą przedrostka lub przedrostków α , lub β , każdy z odpowiednim lokantem, umieszczonych przed rdzeniem nazwy ustalonym tak, jak w 3S-2 i 3S-3. Przykłady:



(65)

5 β ,9 β ,10 α -pregnano-3,20-dion



(66)

(22*E*)-9 β ,10 α -ergosta-5,7,22-trien-3 β -ol

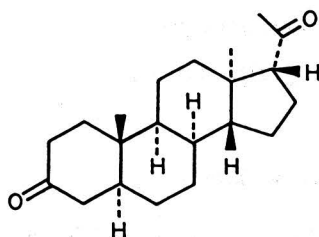
nazwa zwyczajowa: lumisterol

Uwaga: Przedrostek *retro*, wskazujący konfigurację $9\beta,10\alpha$, nie powinien być stosowany.

3S-5.3. Użycie α/β i *ent*-

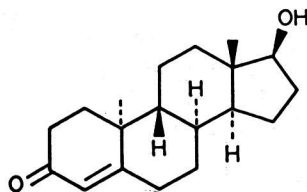
Enancjomer związku oznaczony jak w regule 3S-5.2 otrzymuje tę samą nazwę poprzedzoną przedrostkiem *ent*.

Uwaga: Reguła ta dotyczy również związków z odwróconą konfiguracją na większości (choć nie wszystkich) centrów asymetrii, które nie muszą być wyspecyfikowane w nazwie. *Przykłady:*



(67)

ent-5 β ,9 β ,10 α -pregnano-3,20-dion
(a nie 5 α ,8 α ,13 α ,14 β ,17 α -pregnano-3,20-dion)



(68)

ent-17 α -hydroksy-13 α ,14 β -androst-4-en-3-on
(a nie 17 β -hydroksy-8 α ,9 β ,10 α -androst-4-en-3-on)

3S-5.4. Użycie przedrostka *rac*-

Racematy, np. otrzymane wskutek syntezy, nazywa się przez użycie pisanego kursywą przedrostka *rac*- (skrót od *racemo*-) umieszczonego przed pełną nazwą związku, enancjomeru wybranego do nazwania zgodnie z Regułami 3S-5.1 do 3S-5.3.

Przykład: racemat składający się ze związków **63** i **64** (= *ent*-**63**) nazywa się *rac*-17 β -hydroksyandrost-4-en-3-onem lub *rac*-testosteronem.

Uwaga: Oznaczenia podstawników α i β odnoszą się do serii normalnej, a nie do *ent*-serii; przedrostek *ent*- wskazuje, że ich orientacja przestrzenna jest odwrócona.

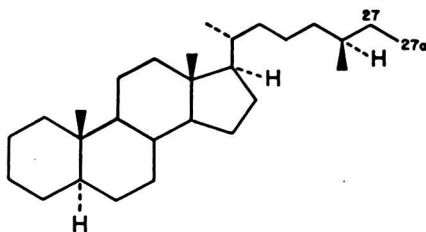
△ 3S-5.5. Użycie R^* i S^*

Jeżeli względna, ale nie absolutna, konfiguracja dwóch lub więcej centrów asymetrii w pochodnej steroidowej jest znana, może być ona wskazana przez R^* lub S^* wg Reguł E-4.10 i F-6.7 w [3].

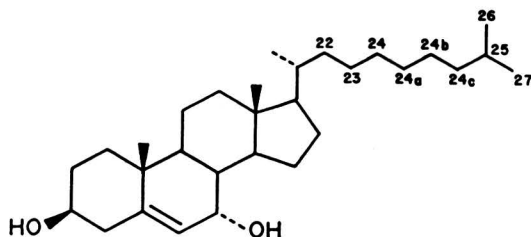
3S-6. Wydłużenie i skrócenie łańcuchów bocznych i usunięcie grup metylenowych

3S-6.1. Użycie przedrostka *homo*-

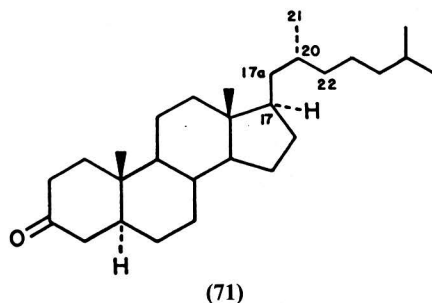
Wydłużenie łańcucha bocznego przez wprowadzenie jednej (lub większej liczby) grup metylenowych wskazuje się przedrostkiem *homo*- (*dihomo*- itp.). Przed tym przedrostkiem umieszcza się (złożony) lokant(y) wprowadzonego(ych) atomu(ów) węgla. *Przykłady:*



(69)
(25*R*)-27a-homo-5 α -cholestan



(70)
24a,24b,24c-trihomocholest-5-eno-3 β ,7 α -diol



17(20)α-homo-5α-cholestan-3-on

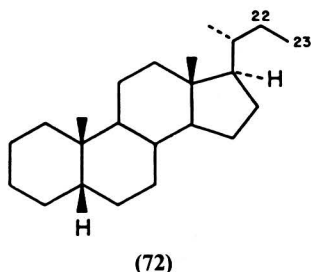
Uwagi

1) Jeśli grupa metylenowa jest włączona do metylowego wiązania C—H lub obok grupy metylenowej, dodaje się literę a (b itp.) do lokantu najwyższego ponumerowanego atomu (np. w przykładzie **69** jest 27a-homo- a nie 26a-homo-).

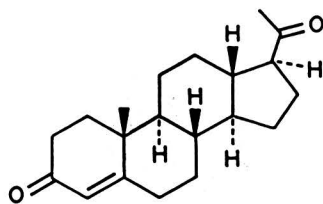
2) Jeśli grupa metylenowa jest włączona między dwa miejsca rozgałęzienia łańcucha bocznego, które są bezpośrednio związane lub pomiędzy C-17 i miejsce rozgałęzienia na C-20 (tj. Tabela 1 z wyjątkiem pregnanu) oba lokanty używa się z literą a (b itp.) i wyższy lokant jest w nawiasie. Wyższy numer może być opuszczony we wzorze strukturalnym, ale musi być użyty w nazwie homo-steroidu (np. 17a w związku **71**).

3S-6.2. Użycie przedrostka nor-

Usunięcie grupy metylenowej ($-\text{CH}_2-$) ze steroidowego łańcucha bocznego wskazuje się przedrostkiem nor-, który zawsze jest poprzedzony numerem usuniętego atomu węgla. Gdy możliwe są numery alternatywne, używa się najwyższy z nich wraz z przedrostkiem nor-. Usunięcie dwóch grup metylenowych wskazuje się przedrostkiem dinor-. Pozostała oryginalna numeracja steroidowa nie zmienia się (patrz **73**). Przykłady:



24-nor-5β-cholestan



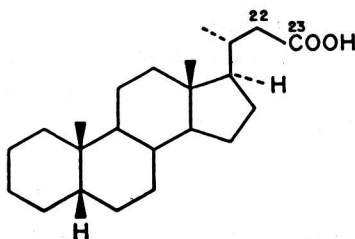
(73)

18-norpregn-4-eno-3,20-dion

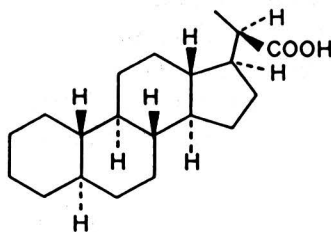
Wyjątki: Zgodnie z Regułami 3S-2.1 i 3S-2.2 nazwy gonan (dla 18,19-dinorandrostanu) i estran (dla 19-norandrostanu) stanowią wyjątki od Reguły 3S-6.2. Nazwy gonan i estran są również stosowane jako macierzyste nazwy dla ich pochodnych.

Jednakże 18-nor- i 19-nor- używa się wraz z innymi macierzystymi i zwyczajowymi nazwami, jak 19-norpregnan, 18,19-dinorspirostan i 18-norestron.

Związek otrzymany przez skrócenie łańcucha bocznego pregnanu nazywa się 17 β -metyloandrostan (lepiej niż 21-norpregnan). Patrz również Reguła 3S-6.3. *Przykłady:*



(74)

kwas 24-nor-5 β -cholan-23-owy

(75)

kwas (20R)-18,19-dinor-5 α -pregnano-20-karboksylowy
(a nie kwas 18,19,23,24-tetranor-5 α -cholan-21-owy)

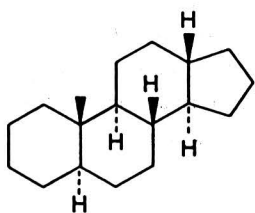
▲ 3S-6.3. Preferencja między homo- i nor-

Związek ze szkieletem różniącym się od podstawowych układów macierzystych (patrz 3S-2.1 do 3S-2.4 i 3S-3.1 do 3S-3.4) zmianami w łańcuchu(ach) bocznym(ych) może często być nazwany kilkoma różnymi metodami obejmują-

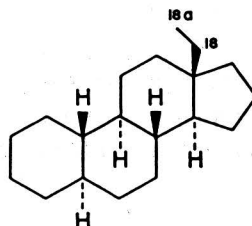
cymi wydłużenie łańcucha bocznego (3S-6.1), jego skrócenie (3S-6.2) i/lub alkiłowanie (3S-4.0), i/lub dodanie atomów węgla związanych z grupą funkcyjną [3S-4.1(b), 3S-4.2(a), 3S-4.4(a)]. Preferowaną nazwę wybiera się, stosując następujące zalecenia w kolejności:

a) Nazwa powinna zostać wyprowadzona przez najmniejszą liczbę modyfikacji podstawowego systemu macierzystego. Zarówno rozłączne (np. alkilo) lub nierozłączne (np. homo lub nor) przedrostki są traktowane jako modyfikacje. Dihomo, dinor itp. są liczone jako dwie modyfikacje.

b) Przedrostki nierozłączne mają pierwszeństwo przed rozłącznymi. *Przykłady:*



(76)
18-nor-5 α -androstan
(a nie 10-metylo-5 α -gonan)



(77)
18a-homo-5 α -estran
(a nie 13-etylo-5 α -gonan lub
13-etylo-18-nor-5 α -estran)

Uwagi

1) Jako wyjątek od powyższego zalecenia (b), 17 β -metylo-5 α -androstan jest poprawniej niż 21-nor-5 α -pregnan, zaś kwas 5 α -androstano-17 β -karboksylowy jest poprawniej niż kwas 21-nor-5 α -pregnan-20-owy.

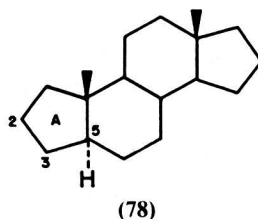
2) Związek 77 nazywa się 13-etylo-18-nor-5 α -estran w nomenklaturze obecnie stosowanej w Chemical Abstracts Service index.

3S-7. Zmniejszanie i zwiększanie pierścieni

3S-7.1. Użycie przedrostka nor-

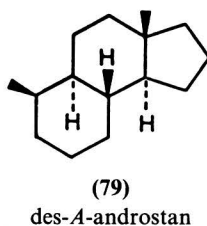
Zmniejszenie pierścienia spowodowane utratą nie podstawionej grupy metylenowej wskazuje się przedrostkiem nor-. W przypadku utraty dwóch grup metylenowych używa się dinor-. Uważa się, że tracimy grupy metylenowe z najwyższymi numerami i że lokant utraconej grupy metylenowej poprzedza przedrostek nor- w nor-związku. Pozostała część oryginalnej numeracji nie zmienia się. *Przykład:*

W 4-nor-5 α -androstanie (78) brakuje C-4.



3S-7.2. Użycie przedrostka des-

Usunięcie skrajnego pierścienia z dodaniem atomu wodoru na każdym atomie łączącym z przyległym pierścieniem wskazuje się przedrostkiem des-, po którym następuje pisana kursywą duża litera oznaczająca usunięty pierścień (3S-1.1); wynikające z nazwy zwyczajowej podstawniki oraz stereochemia pozostają bez zmian, jeśli nie podano inaczej. *Przykłady:*

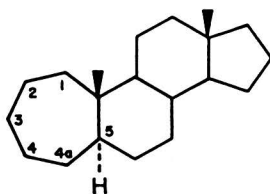


Uwaga: Stosuje się tu przedrostek des-, a nie de-, z powodu łatwości pomylenia de- z literą D w mowie.

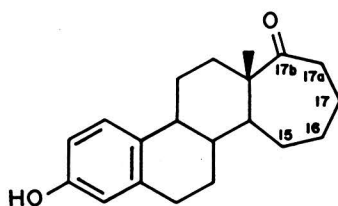
3S-7.3. Użycie przedrostka homo-

▲ Zwiększenie pierścienia przez włączenie jednej grupy metylenowej wskazuje się przedrostkiem homo-, dwóch grup metylenowych za pomocą dihomo-. Przedrostek poprzedza (złożony) lokant(y) włączonego(ych) atomu(ów) węgla. Postępuje się w następujący sposób:

a) Jeśli grupa metylenowa nie jest włączona bezpośrednio pomiędzy połączone atomy zwornikowe lub pomiędzy C-13 i C-17, przy którym znajduje się łańcuch boczny, literę a, b itp. dodaje się do lokantu atomu pierścieniowego z najwyższym numerem, nie będącego atomem zwornikowym. *Przykłady:*



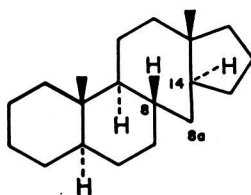
(80)

4a-homo-5 α -androstan

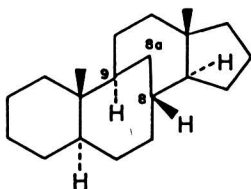
(81)

3-hydroksy-17a,17b-dihomoestra-1,3,5(10)-trien-17b-on

b) Jeśli grupa metylenowa jest włączona pomiędzy bezpośrednio połączone atomy zwornikowe lub pomiędzy C-13 i C-17, przy którym znajduje się łańcuch boczny, literę a (lub a i b) dodaje się do pary lokantów wskazujących atomy po obu stronach, przy czym lokant o wyższym numerze umieszcza się w nawiasie. *Przykłady:*

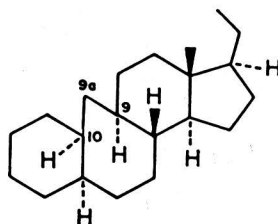


(82)

8(14)a-homo-5 α -androstan

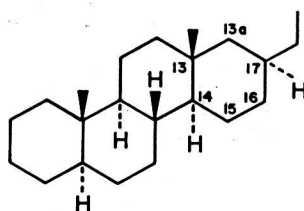
(83)

8(9)a-homo-5 α -androstan



(84)

9(10)α-homo-19-nor-5α,10α(H)-pregnan



(85)

13(17)α-homo-5α-pregnan

Lokant(y) z przedrostkiem homo- umieszcza się po przedrostkach wymaganych dla grup funkcyjnych (por. 3S-4), przed wskaźnikiem stereochemii (np. 5β) układu podstawowego, lub bezpośrednio przed rdzeniem nazwy, jeżeli wskazanie stereochemii nie jest niezbędne.

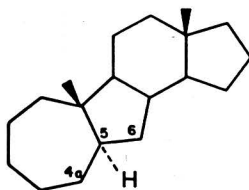
Uwagi

- △ 1) Zalecenie 3S-7.3 różni się od poprzedniej konwencji przedstawionej w 2S-8; obecne zalecenie jest w zgodzie z ogólnym Zaleceniem F-4.5 (por. Część F w [3]).

2) Chociaż złożone lokanty są niezbędne w nazwach homo-steroidów, proste lokanty mogą być używane wraz ze wzorami strukturalnymi, np. 8a w związku **82** lub 13a w związku **85** z macierzystym lokantem odpowiadającym atomowi węgla o niższej numeracji.

3S-7.4. Użycie przedrostków nor- i homo- w jednej nazwie

Powyższe zalecenia dotyczące zwiększenia i zmniejszenia pierścienia mogą być stosowane do opisu modyfikacji dwóch pierścieni w tej samej cząsteczce, jak to przedstawiono na przykładzie **86**.



(86)

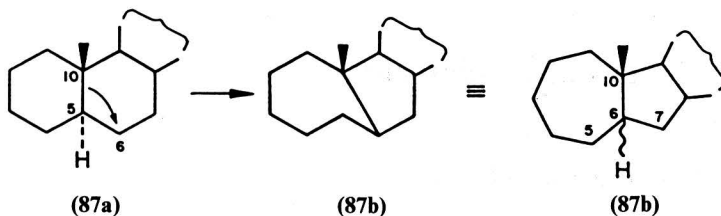
4a-homo-7-nor-5 α -androstan**Uwagi**

1) Nazwy zawierające homo- i nor- są zazwyczaj uprzywilejowane względem nazw alternatywnych zawierających cyklo- i seko- (por. przykłady 84 i 86).

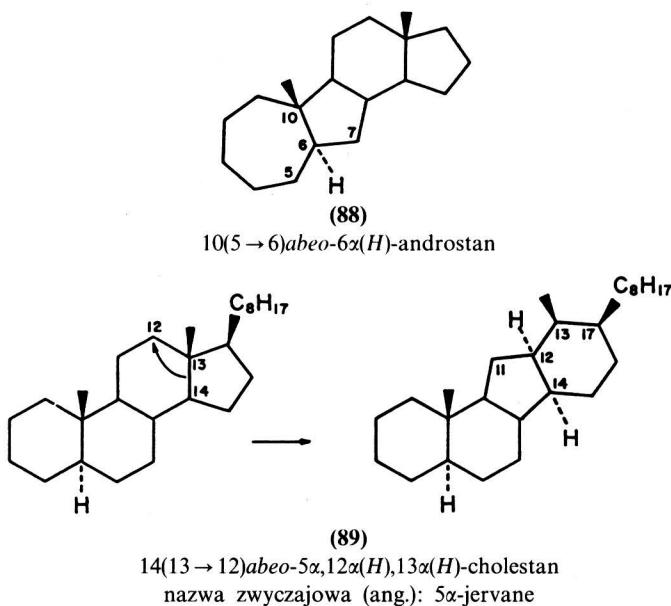
2) Związek z rozległą modyfikacją układu steroidowego zazwyczaj opisuje się najlepiej za pomocą nazwy systematycznej. Kombinację przedrostków homo- i nor- można stosować, gdy nie więcej niż dwa pierścienie steroidowe mają zmodyfikowaną wielkość.

3S-7.5. Użycie przedrostka *abeo*-

Zamiast zastosowania nor- i homo- do tej samej cząsteczki może być czasami użyty alternatywny system abeo. Jeżeli można uznać, że związek powstaje ze steroidu przez migrację wiązania, może on otrzymać nazwę ułożoną według poprzednich Reguł, do której dodaje się przedrostek w formie $x(y \rightarrow z)$ abeo-. Ten przedrostek powstaje następująco: po numerze wskazującym niezmienny koniec migrującego wiązania (x) umieszcza się w nawiasie: (i) numer wskazujący pozycję wyjściową (y), od której drugi koniec tego wiązania przesunął się, (ii) strzałkę i (iii) numer (z) wskazujący nową pozycję do której wiązanie przemigrowało (patrz wzory 87a i 87b).



Nowy związek zachowuje oryginalną numerację i z niej pochodzą numery x, y i z. Zawsze jest niezbędne określenie powstałej stereochemii. Przykłady:

**Uwagi**

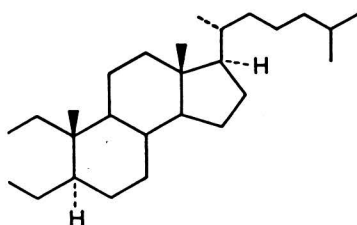
1) Nomenklatura *abeo* opisana w tej Regule jest dopuszczalna, ale nie zobowiązująca. Jej użycie jest bardzo stosowne w dyskusji mechanizmu reakcji i biogenezy. W tekstach niesteroidowych preferowane są ogólne nazwy systematyczne lub nazwy utworzone metodą homo- i nor-. Tak więc **88** jest identyczne z **86**.

2) System *abeo* ma tę zaletę, że zachowuje normalną numerację szkieletu. Przykładem jest **89**, macierzysta struktura niektórych alkaloidów steroidowych. Również **84** może być nazwany 9(10 → 19)*abeo*-5 α ,10 α (H)-pregnan i wówczas C-9a pozostaje nadal C-19.

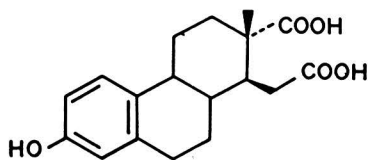
3S-8. Rozrywanie pierścieni

3S-8.1. Użycie przedrostka seko-

Rozerwanie pierścienia z dodaniem atomu wodoru przy każdej grupie końcowej w ten sposób utworzonej wskazuje się przedrostkiem seko-, przy czym zachowuje się oryginalną numerację steroidową. (Jeśli więcej niż jeden pierścień został rozerwany, preferowana jest ogólna nomenklatura systematyczna. Uwaga 2 z Reguły 3S-7.4 odnosi się również do seko-steroidów.) *Przykłady:*

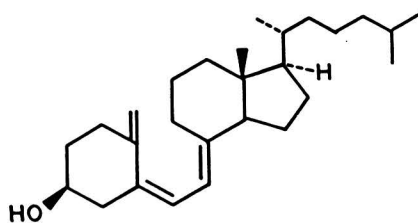


(90)

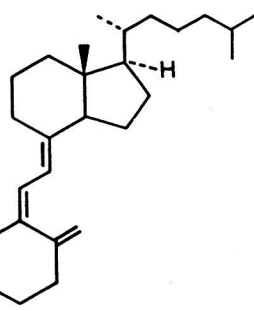
2,3-seko-5 α -cholestan

(91)

kwas 3-hydroksy-16,17-sekoestra-1,3,5(10)-trieno-16,17-diowy



(92a)



(92b)

(5Z,7E)-(3S)-9,10-sekcholesta-5,7,10(19)-trien-3-ol
nazwa zwyczajowa: cholekalcyferol lub kalcyol

▲ 3S-8.2. Użycie α i β w seko-związkach

Wskaźniki stereochemii steroidów α i β stosuje się tylko wtedy, gdy pozostałe pierścienie seko-związku są ustawione tak, jak w macierzystym steroidzie, ale nie w odniesieniu do alternatywnych konformacji (patrz wzory **92a** i **92b**). Dlatego zaleca się, aby po rozerwaniu pierścienia B stereochemię podstawników w pierścieniu A oznaczać w konwencji R,S , zaś konwencję α i β ograniczyć do pierścieni C i D. Podobnie, po rozerwaniu pierścienia C, stereochemię podstawników w pierścieniu D oznacza się w konwencji R,S , zaś określenia α i β ogranicza się do pierścieni A i B.

▲ 3S-9. Grupa witaminy D

3S-9.0. Postanowienia ogólne

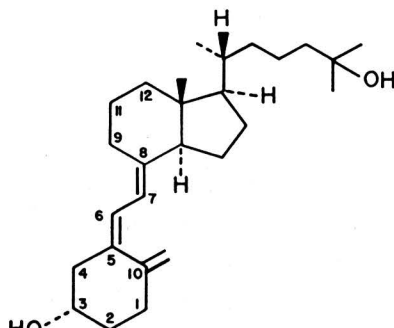
Zdecydowanie najważniejszymi seko-steroidami są witaminy D i ich pochodne. Mogą one być nazywane według Reguły 3S-8.1, ale prowadzi to do nazw bardzo niezręcznych. Z tego powodu oraz dla wygody biochemików zaproponowano zestaw nazw zwyczajowych [5], które mogą również być stosowane jako rdzenie nazw związków zmodyfikowanych. Te nazwy są dopuszczalne, ale nie zobowiązujące; autorzy mogą preferować użycie systematycznych nazw seko-steroidów, które dla struktur skomplikowanych są zazwyczaj bardziej dogodne.

Innym powodem korekty nomenklatury grupy witaminy D jest możliwość nieporozumień wynikających z zastosowania steroidowych wskaźników stereochemii α i β . Zgodnie z 3S-8.2 do opisu stereochemii podstawników w pierścieniu A powinien być stosowany system *R,S*. Podobnie geometrię wiązań podwójnych powinno się oznaczać za pomocą systemu *E,Z*.

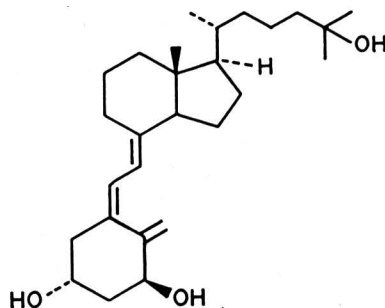
Nazwy najważniejszych przedstawicieli z grupy witaminy D są podane w Tabeli 3.

3S-9.1. Nazwy zwyczajowe

Związek **92**, znany również jako witamina D₃ lub cholekalcyferol, nazywa się kalcyol. Ta nazwa implikuje pokazaną stereochemię *3S,5Z,7E* i powinna być stosowana tylko dla związku z grupą hydroksylową na C-3 o orientacji takiej samej, jak w 3β -hydroksy steroidach. Związek **93** nazywa się kalcydiol, a związek **94** kalcytriol. Niektóre częściej używane nazwy zwyczajowe znajdują się w Tabeli 3 wraz z systematycznymi nazwami steroidowymi.



(93)
kalcydiol



(94)
kalcytriol

Tabela 3. Nazewnictwo związków z grupy witaminy D

Obecna nazwa zwyczajowa	Zalecana nazwa zwyczajowa	Systematyczna nazwa steroidowa
Cholekalcyferol	kalcyol lub cholekalcyferol (92)	(5Z,7E)-(3S)-9,10-sekokocholesta-5,7,10(19)-trien-3-ol
25-Hydroksycholekalcyferol	kalcydiol (93)	(5Z,7E)-(3S)-9,10-sekokocholesta-5,7,10(19)-trieno-3,25-diol
1 α ,25-Dihydroksycholekalcyferol	kalcytriol (94)	(5Z,7E)-(1S,3R)-9,10-sekokocholesta-5,7,10(19)-trieno-1,3,25-triol
Ergokalcyferol	erkalcyol lub ergokalcyferol	(5Z,7E,22E)-(3S)-9,10-sekoergosta-5,7,10(19),22-tetraen-3-ol ^a
1 α ,25-Dihydroksyergokalcyferol	erkalcytriol	(5Z,7E,22E)-(1S,3S)-9,10-sekoergosta-5,7,10(19),22-tetraeno-1,3,25-triol ^b
22,23-Dihydroergokalcyferol	(24S)-metylokalcyol lub 22,23-dihydroerkalcyol	(5Z,7E)-(3S)-9,10-sekoergosta-5,7,10(19)-trien-3-ol ^b
1 α ,24R,25-Trihydroksycholekalcyferol	kalcytetrol	(5Z,7E)-(1S,3S,24R)-9,10-sekokocholesta-5,7,10(19)-trieno-1,3,24,25-tetraol
Prewitamina D ₃	(6Z)-takalcyol	(6Z)-(3S)-9,10-sekokocholesta-5(10),6,8-trien-3-ol
Tachysterol ₃	takalcyol (95)	(6E)-(3S)-9,10-sekokocholesta-5(10),6,8-trien-3-ol
Dihydrotachysterol ₃	dihydrokalcyol	(5Z,7E)-(3S,10S)-9,10-sekokocholesta-5,7-dien-3-ol
Izowitamina D ₃	(5E)-izokalcyol (96)	(5E,7E)-(3S)-9,10-sekokocholesta-1(10),5,7-trien-3-ol

^a konfiguracja 24R^b konfiguracja 24S**Uwagi**

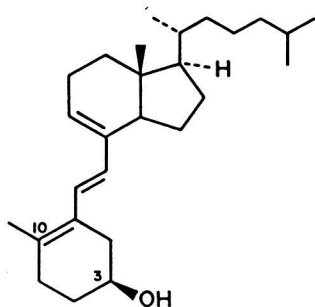
1) Nazwy kalcyol, kalcydiol, kalcytriol implikują nie tylko stereochemię, ale również położenie grup(y) hydroksylowych(ej). Związki z grupami hydroksylowymi w innych pozycjach muszą być nazwane według 3S-9.4 (poniżej) lub w zwykły półsystematyczny sposób, stosując Regułę 3S-8.1.

2) Utrzymuje się nazwy zwyczajowe cholekalcyferol i ergokalcyferol. Jednak nie powinno się ich stosować do nazywania metabolitów.

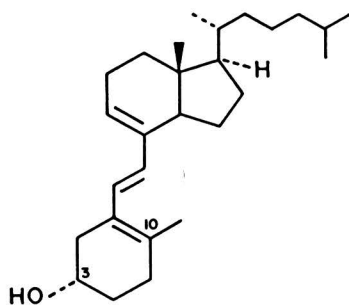
3) Z powodu natury reguły pierwszeństwa nie jest możliwe przeniesienie R lub S z jednego związku do jego pochodnych. Kalcyol jest 3S związkiem, ale kalcytriol jest 3R związkiem, chociaż konfiguracja absolutna grupy hydroksylowej na C-3 nie jest zmieniona.

3S-9.2. Modyfikacje układu trienowego

Przedrostek ta- (pochodzący od tachysterolu) wskazuje zmianę układu trienowego z (5Z,7E)-5,7,10(19) na (6E)-5(10),6,8 jak w takalcyolu **95a** i **95b**.



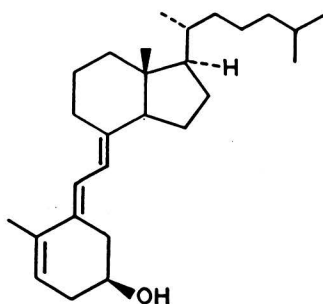
(95a)



(95b)

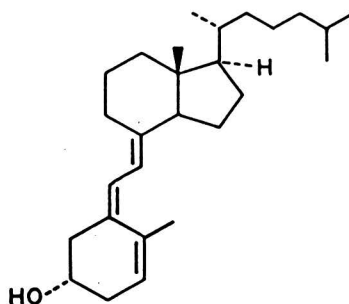
takalcyol

Przedrostek izo- (pochodzący od izowitaminy D) w zastosowaniu do kalcyolu zmienia położenie układu trienowego na 1(10),5,7 i implikuje konfigurację 7E; geometria w pozycji 5, jeśli znana, musi być podana jako 5E **96** lub 5Z **97**.



(96)

(5E)-izokalcyol

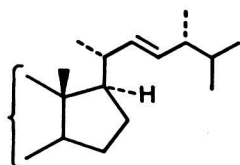


(97)

(5Z)-izokalcyol

3S-9.3. Modyfikacja łańcucha bocznego

Przedrostek er- (pochodzący od ergosterolu) używa się do wskazania łańcucha bocznego witaminy D₂ czyli ergokalcyferolu. Ten przedrostek implikuje konfigurację 22E,24R jak we wzorze **98**, chyba że podano inaczej.



(98)

3S-9.4. Dodatkowe grupy hydroksylowe

Dodatkowe grupy hydroksylowe nie mogą być wskazane przez modyfikację przyrostków -ol, -diol, -triol, -tetraol, ponieważ te określenia mają konkretne znaczenie (patrz Tabela 3). Grupy te jednak mogą być wprowadzone do nazwy w postaci przedrostków, np. (1S)-1-hydroksykalcylol, 16 β -hydroksykalcylol. Jeśli jest to możliwe, powinna być określona pełna stereochemia np. (25R)-26-hydroksykalcylol. Dla innych modyfikacji oraz bardziej szczegółowej dyskusji problemów nomenklaturowych z dziedziny witaminy D odsyłamy czytelnika do oryginalnego dokumentu [5].

3S-10. Dodatkowe pierścienie

3S-10.0. Postanowienia ogólne

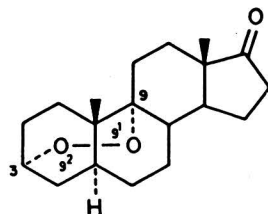
Jeżeli w obrębie steroidu lub na jego obrzeżu tworzone są dodatkowe pierścienie, często jest pożądane zachowanie steroidowego rdzenia nazwy, ponieważ implikuje on stereochemię większości centrów chiralności. Następujące zalecenia pokazują, jak można takie nazwy konstruować. Okaze się jednak, że nazwy te mogą stać się niezręczne w przypadku bardziej skomplikowanych — zwłaszcza podstawionych — struktur. Może wtedy być wskazane stosowanie ogólnej nomenklatury systematycznej.

Autorom i wydawcom pozostawia się decyzję, czy jakiś związek, w konkretnych okolicznościach, otrzyma zmodyfikowaną nazwę steroidową czy też nazwę systematyczną.

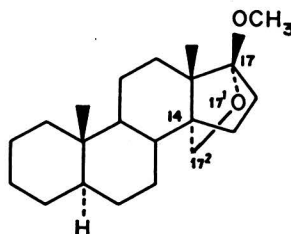
3S-10.1. Steroidy mostkowane

Steroidy, w których niesąsiadujące atomy należące do układu pierścieniowego związane są dwuwartościowym mostkiem takim, jak —O—O—, —[CH₂]_n— (patrz zalecenia A-34 i B-15 w [3]) nazywa się odpowiednią

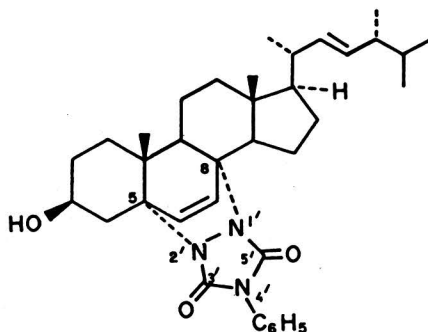
nazwą z użyciem lokantów w celu wskazania miejsc wiązania mostka oraz przedrostków α lub β w celu wskazania stereochemii, gdzie jest to niezbędne.
Przykłady:



(99)

3 α ,9-epidioxy-5 α -androstan-17-on

(100)

17 β -metoksy-17 α ,14-(epoksymetano)-5 α -androstan

(101)

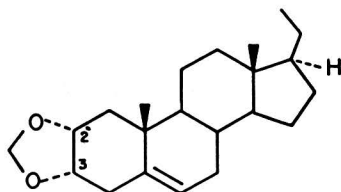
(22*E*)-3 β -hydroksy-4'-fenylo-5,8-[1,2]epi[1,2,4]triazolo-5 α ,8 α -ergosta-6,22-dieno-3',5'-dion

Uwagi

1) W złożonym mostku, takim jak epoksymetano w związku **100**, pierwszy z dwóch lokantów umieszczonych przed nazwą mostka odpowiada pierwszemu cytowanemu składnikowi złożonego mostka, tj. epoksy (Reguła B-15.2 w [3]).

- ▲ 2) W przypadku mostków liniowych, takich jak w związkach **99** i **100**, atomy mogą być oznaczone dla identyfikacji dodatkową numeracją (lokanty primowane), zaczynając od pozycji z wyższym numerem (patrz 3S-2.7). Nie zaleca się kontynuacji steroidowej numeracji na atomy mostkowe, jako że najwyższe użyte numery zależą od obecnego szkieletu steroidowego (Reguła A-34.2 w [3]).
- △ 3) W przypadku mostka cyklicznego, takiego jak w związku **101**, atomy pierścienia zachowują własną numerację, ale każdy numer uzyskuje indeks prim (jeśli to potrzebne w celu identyfikacji lub dalszego podstawienia). Nazwę mostka poprzedza pozycja połączenia. Te lokanty i jakiegokolwiek potrzebne do nazwania pierścienia podaje się w nawiasach kwadratowych bez indeksów prim (odn. 3, Reguła B-3.1). Pozycje przyłączenia dodatkowego pierścienia oznacza się możliwie niskimi numerami, przy czym niższy numer znajduje się bliżej pozycji steroidowej o wyższej numeracji.

Ten system nie powinien w zasadzie obejmować mostków na atomach sąsiadujących, z wyjątkiem prostych mostków symetrycznych, np. **102**. Dla innych przypadków patrz 3S-10.2. *Przykład:*

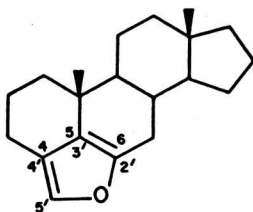


(102)

2 α ,3 α -(metylenodioksi)pregn-5-en

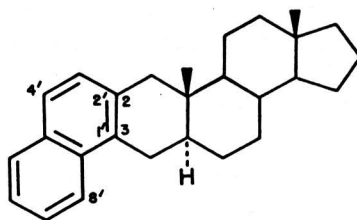
3S-10.2. Dodatkowe pierścienie skondensowane ze steroidem

Skondensowanie ze steroidem układu karbocyklicznego lub heterocyklicznego o maksymalnej liczbie nieskumulowanych wiązań podwójnych może być wskazane przez modyfikację nazwy pierścieni skondensowanych (patrz Reguły A-21.3 do A-21.6, B-3.1 do B-3.3 w [3]). Uprzywilejowanym składnikiem jest zawsze steroid. Nazwę dodatkowego pierścienia w formie przedrostkowej podaje się przed nazwą steroidu wraz ze sposobem skondensowania wskazanym w nawiasach kwadratowych. Numeracja układu steroidowego jest zachowana; atomy składnika dodatkowego oznacza się lokantami z indeksem prim. Te z nich, które biorą udział w kondensacji, podaje się w kolejności odpowiadającej numeracji steroidowej. *Przykłady:*

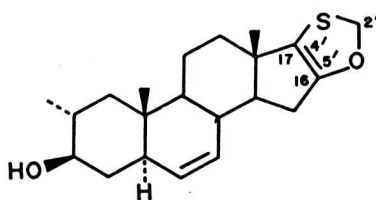


(103)

furo[4',3',2':4,5,6]androstan



(104)

nafto[2',1':2,3]-5 α -androstan

(105)

2 α -metylo[1,3]oksatiolo[5',4':16,17]-5 α -androst-6-en-3 β -ol

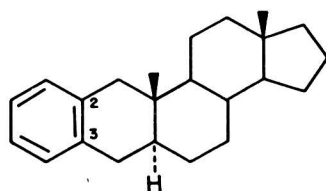
▲ Uwagi

1) Wprowadzono trzy zmiany w porównaniu z poprzednimi zaleceniami [1], które są ciągle w użyciu w nomenklaturze indeksowej Chemical Abstracts:

- (i) nie podaje się nienasycenia w pierścieniu steroidowym powstałego w wyniku dokondensowania składnika nienasyconego;
- (ii) preferowanym składnikiem jest zawsze steroid;
- (iii) nie opuszcza się końcowego a lub o w przedrostku.

2) Nazwy związków 103, 104 i 105 w bieżącym Chemical Abstracts Service index są następujące (są to tzw. nazwy odwrócone): androst-5-eno[6,5,4-bc]furan, naft[2',1':2,3]-5 α -androst-2-en i 2 α -metylo-5 α -androsta-6,16-dieno[17,16-d][1,3]oksatiol-3 β -ol.

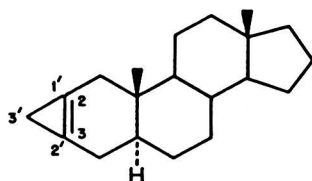
Lokanty odnoszące się do miejsca skondensowania mogą być opuszczone, jeśli nie są niezbędne. *Przykład:*



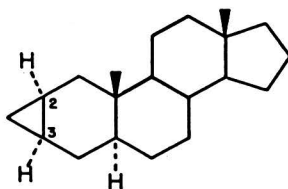
(106)

benzo[2,3]-5 α -androstan

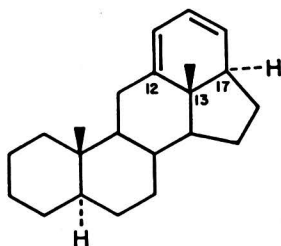
W razie potrzeby izomery rozróżnia się metodą „wskazanego atomu wodoru” (patrz Reguła A-21.6 w [3]). Jeśli w wyniku kondensacji pierścieni pojawia się możliwość użycia dwóch typów lokantów — używa się lokantów nieprimowanych. *Przykłady:*



(107)

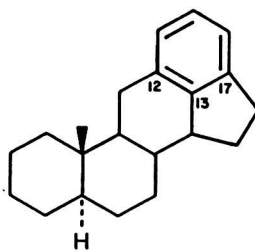
3'*H*-cyklopropano[2,3]-5 α -androstan

(108)

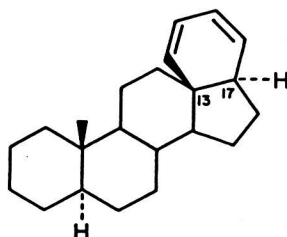
2 α ,3 α -dihydro-3'*H*-cyklopropano[2,3]-5 α -androstan

(109)

17 α *H*-benzo[12,13,17]-5 α -androstan



(110)

benzo[12,13,17]-18-nor-5 α -androstan

(111)

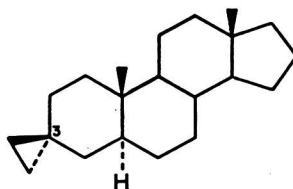
17 α H-benzo[13,17]-18-nor-5 α -androstan

Uwaga: Jak pokazano w przykładach **108** i **110**, zakłada się, że przyłączony w wyniku kondensacji składnik zawiera maksymalną liczbę nieskumulowanych wiązań podwójnych.

3S-10.3. Połączenie spiro ze steroidem

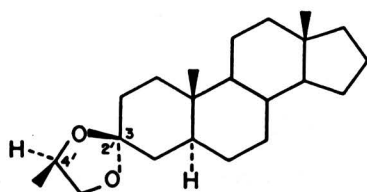
Proste układy spiro mogą być nazywane w analogiczny sposób do steroidów mostkowanych (3S-10.1). Na przykład związek **112** jest 3,3-etyleno-5 α -androstanem.

Ogólnie, połączenie spiro przedstawia się w zwykły sposób (patrz Reguły A-41.4, B-10.2 w [3]). Przykłady:



(112)

spiro[5 α -androstano-3,1'-cyclopropan]



(113)

(4'*R*)-4'-metylo-(3*S*)-spiro[5α-androstano-3,2'-[1,3]dioksolan]

Literatura

1. IUPAC-IUB The Nomenclature of Steroids Arch. Biochem. Biophys. **136**, 13-35 (1970), **147**, 4-7 (1971), Biochem. J. **113**, 5-28 (1969), **127**, 613-616 (1972), Biochemistry, **8**, 2227-2242 (1969), **10**, 4994-4995 (1971), Biochim. Biophys. Acta **164**, 453-486 (1968), **248**, 387-390 (1971), Eur. J. Biochem., **10**, 1-19 (1969), **25**, 1-3 (1972), Pure Appl. Chem., **31**, 285-322 (1972), P.T.Ch. Nomenklatura Związków Organicznych, Steroidy, Cyklitole, PWN 1979.
2. IUPAC-IUB Biochemical Nomenclature and Related Documents (White Book), The Biochemical Society, London 1978, Steroidy 133-153.
3. IUPAC Nomenclature of Organic Chemistry, Sections A, B, C, D, E, F, H (Blue Book), Pergamon Press, Oxford 1979.
P.T.Ch. Nomenklatura Związków Organicznych, Części A i B PWN 1978, Część C PWN 1979, Część D PWN 1981, Część E PWN 1979, Część F Wiad. Chem. **33**, 44 (1979), Część H Wiad. Chem. **33**, 698, 753,
P.T.Ch. Nomenklatura Związków Organicznych, Części A, B, C, D, E (wydanie zbiorcze, wznowienie) Warszawa 1992.
4. A. Butenandt, L. Poschmann, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **73**, 893 (1940), A. Butenandt *et al.*, Liebigs Ann. Chem. **575**, 123 (1951).
5. IUPAC-IUB, Nomenclature of Vitamin D, Pure Appl. Chem. **54**, 1511 (1982), Słownictwo Witamin D. Post. Bioch. **29**, 397 (1983).
6. International Non-proprietary Names for Pharmaceutical Substances, WHO, 1982.

Dodatek

Międzynarodowe nie zastrzeżone nazwy (INNs) wybranych steroidów

INN	Nazwa chemiczna	Wzór cząsteczkowy
Akryhellina	5,14-dihydroksy-3 β -[(3-metylokrotonoilo)oksy]-19-okso-5 β -bufa-20,22-dienolid	C ₂₉ H ₃₈ O ₇
Aktodigina	3 β -(β -D-glukopiranozyloksy)-14-hydroksy-24-nor-5 β ,14 β -chol-20(22)-eno-21,23-lakton	C ₂₉ H ₄₄ O ₉
Alfakalcydol	(5Z,7E)-(1S,3R)-9,10-sekocholesta-5,7,10(19)-trieno-1,3-diol	C ₂₇ H ₄₄ O ₂
Betametazon	9-fluoro-11 β ,17,21-trihydroksy-16 β -metylopregna-1,4-dieno-3,20-dion	C ₂₂ H ₂₉ FO ₅
Bromek pankuroniowy	dibromek 1,1'-(3 α ,17 β -diacetoksy-5 α -androstano-2 β ,16 β -diyl)bis(1-metylopiperydyniowy)	C ₃₅ H ₆₀ Br ₂ N ₂ O ₄
Cyproteron	6-chloro-1 β ,2 β -dihydro-17-hydroksy-3' <i>H</i> -cyklopropa[1,2]pregna-4,6-dieno-3,20-dion	C ₂₂ H ₂₇ ClO ₃
Deksametazon	9-fluoro-11 β ,17,21-trihydroksy-16 α -metylopregna-1,4-dieno-3,20-dion	C ₂₂ H ₂₉ FO ₅
Dizogluzyd	(25R)-3 β -(β -D-glukopiranozyloksy)spirost-5-en	C ₃₃ H ₅₂ O ₈
Etynyloestradiol	19-nor-17 α -pregna-1,3,5(10)-trien-20-yno-3,17-diol	C ₂₀ H ₂₄ O ₂
Fluazakort	21-acetoksy-9-fluoro-11 β -hydroksy-2'-metylo-16 β H-oksazolo[5',4':16,17]pregna-1,4-dieno-3,20-dion	C ₂₅ H ₃₀ FNO ₆
Fluokortyna	kwas 6 α -fluoro-11 β -hydroksy-16 α -metylo-3,20-dioksopregna-1,4-dien-21-owy	C ₂₂ H ₂₇ FO ₅
Gestrinon	17-hydroksy-18a-homo-19-nor-17 α -pregna-4,9,11-trien-20-yn-3-on	C ₂₁ H ₂₄ O ₂
Halometazon	2-chloro-6 α ,9-difluoro-11 β ,17,21-trihydroksy-16 α -metylopregna-1,4-dieno-3,20-dion	C ₂₂ H ₂₇ ClF ₂ O ₅
Hydrokortyzon	11 β ,17,21-trihydroksypregn-4-eno-3,20-dion	C ₂₁ H ₃₀ O ₅
Kanrenon	3-okso-17 α -pregna-4,6-dieno-21,17-karbolakton	C ₂₂ H ₂₈ O ₃
Klomegston	6-chloro-17-hydroksy-16 α -metylopregna-4,6-dieno-3,20-dion	C ₂₂ H ₂₉ ClO ₃
Kwas fusydowy	kwas (17Z)-ent-16 α -acetoksy-3 β ,11 β -dihydroksy-4 β ,8,14-trimetylo-18-nor-5 β ,10 α -cholesta-17(20),24-dien-21-owy	C ₃₁ H ₄₈ O ₆
Kwas urso-deoksycholowy	kwas 3 α ,7 β -dihydroksy-5 β -cholan-24-owy	C ₂₄ H ₄₀ O ₄
Mebolazyna	azyna 17 β -hydroksy-2 α ,17-dimetylo-5 α -androstan-3-onu	C ₄₂ H ₆₈ N ₂ O ₂

INN	Nazwa chemiczna	Wzór cząsteczkowy
Medroksyprogesteron	17-hydroksy-6 α -metylopregn-4-eno-3,20-dion	C ₂₂ H ₃₂ O ₃
Meprosylaryna	3 β -(6-deoksy-4-O-metylo- α -L-mannopiranozyloksy)-14-hydroksybufo-4,20,22-trienolid	C ₃₁ H ₄₄ O ₈
Mespironon	7 α -acetylotio-15 α ,16 α -dihydro-3-okso-3' <i>H</i> -cyklopropa[15,16]-17 α -pregna-1,4-dieno-21,17-karbolakton	C ₂₅ H ₃₀ O ₄ S
Mestranol	3-metoksy-19-nor-17 α -pregna-1,3,5(10)-trien-20-yn-17-ol	C ₂₁ H ₂₆ O ₂
Naflokort	9-fluoro-1',4'-dihydro-11 β ,21-dihydroksy-16 β H-nafto[2'3':16,17]-pregna-1,4-dieno-3,20-dion	C ₂₉ H ₃₃ FO ₄
Noretysteron	17-hydroksy-19-nor-17 α -pregn-4-en-20-yn-3-on	C ₂₀ H ₂₆ O ₂
Norgesteron	17-hydroksy-19-nor-17 α -pregna-5(10),20-dien-3-on	C ₂₀ H ₂₈ O ₂
Norgestrel	<i>rac</i> -17-hydroksy-18a-homo-19-nor-17 α -pregn-4-en-20-yn-3-on	C ₂₁ H ₂₈ O ₂
Oksandrolon	17 β -hydroksy-17 α -metylo-2-oksa- α -androstan-3-on	C ₁₉ H ₃₀ O ₃
Oksymetolon	17 β -hydroksy-2-(hydroksymetyleno)-17 α -metylo-5 α -androstan-3-on	C ₁₉ H ₂₈ O ₃
Prednizolon	11 β ,17,21-trihydroksypregna-1,4-dieno-3,20-dion	C ₂₁ H ₂₈ O ₅
Prednizon	17,21-dihydroksypregna-1,4-dieno-3,11,20-trion	C ₂₁ H ₂₆ O ₅
Proscylarydyna	3 β -(6-deoksy- α -L-mannopiranozyloksy)-14-hydroksybufo-4,20,22-trienolid	C ₃₀ H ₄₂ O ₈
Roksybolon	kwas 11 β ,17 β -dihydroksy-17 α -metylo-3-okso-androsta-1,4-dieno-2-karboksylowy	C ₂₁ H ₂₈ O ₅
Spirololakton	7 α -acetylotio-3-okso-17 α -pregn-4-eno-21,17-karbolakton	C ₂₄ H ₃₂ O ₄ S
Triamcynolon	9-fluoro-11 β ,16 α ,17,21-tetrahydroksypregna-1,4-dieno-3,20-dion	C ₂₁ H ₂₇ FO ₆
Tymobezon	9-fluoro-11 β ,17 α -dihydroksy-16 β -metylo-3-oksoandrosta-1,4-dieno-17 β -karbotianowęglan <i>S</i> -metylu	C ₂₂ H ₂₉ FO ₄ S

Notatki

Notatki

Publikacje Wydawnictwa Uniwersytetu
są do nabycia w Księgarni Uniwersyteckiej
50-137 Wrocław, pl. Uniwersytecki 9/13

Biblioteka Główna
PL BC



214000001026

Księgarnia prowadzi sprzedaż wysyłkową

ISBN 83-229-1082-7 Ch.O. - 688

POLITECHNIKA ŁÓDZKA



EX
LIBRIS

BIBLIOTEKA CHEMICZNA
im. OSMANA
ACHMATOWICZA

2

Ch.