

УДК [378.016:547]:615-057.875
DOI: 10.31652/2786-5754-2024-6-103-115

Решнова С.Ф.

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри хімії та фармації,
Херсонський державний університет
ORCID ID 0000-0002-9475-529X
e-mail: sreshnova@ksu.ks.ua

ВІДБІР ПРОФЕСІЙНО ОРІЄНТОВАНОГО ЗМІСТУ ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ФАРМАЦІЯ, ПРОМИСЛОВА ФАРМАЦІЯ»

Сучасна підготовка здобувачів вищої освіти за спеціальністю «Фармація, промислова фармація» вимагає глибокого оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками, які є основою для формування фахових компетентностей. Органічна хімія, як одна з фундаментальних дисциплін, відіграє ключову роль у цьому процесі, оскільки вона забезпечує базові знання про будову, властивості, методи синтезу та перетворення органічних сполук, що є основою створення лікарських препаратів.

Мета роботи полягала у відборі професійно орієнтованого змісту навчального матеріалу з органічної хімії для здобувачів спеціальності «Фармація, промислова фармація».

Відбір змісту органічної хімії здійснювали шляхом аналізу змісту підручників з фармацевтичної хімії. Основний акцент зроблено на добір навчального матеріалу, що відповідає специфіці майбутньої професійної діяльності студентів, а також сприяє їхній готовності до вирішення практичних завдань у фармацевтичній сфері. Відібраними елементами інформації (перелік лікарських препаратів, окремих представників, ідентифікаційних реакцій та способів промислового синтезу) доповнена програма з органічної хімії для здобувачів спеціальності «Фармація, промислова фармація». Це дозволило посилити професійну спрямованість вивчення органічної хімії, розвинути позитивну мотивацію здобувачів вищої освіти до засвоєння навчального матеріалу з дисципліни «Органічна та біологічна хімія», сформувати необхідні компетентності у майбутніх фармацевтів.

Запропонований підхід до відбору професійно орієнтованого змісту органічної хімії для здобувачів спеціальності «Фармація, промислова фармація» є важливим кроком у забезпеченні якісної підготовки майбутніх фахівців.

Ключові слова: *зміст, професійна спрямованість, відбір, елементи інформації, органічна хімія, фармацевтична хімія, компетентність.*

Reshnova S.F.

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Chemistry and Pharmacy
Kherson State University
ORCID ID 0000-0002-9475-529X
e-mail: sreshnova@ksu.ks.ua

SELECTION OF PROFESSIONALLY ORIENTED ORGANIC CHEMISTRY CONTENT FOR STUDENTS OF THE SPECIALTY «PHARMACY, INDUSTRIAL PHARMACY»

Modern training of higher education applicants in the specialty «Pharmacy, Industrial Pharmacy» requires in-depth mastery of theoretical knowledge and practical skills, which are the basis for the formation of professional competencies. Organic chemistry, as one of the fundamental disciplines, plays a key role in this process, since it provides basic knowledge about the structure, properties, methods of synthesis and transformation of organic compounds, which is the basis for the creation of medicinal products.

The purpose of the work was to select professionally oriented content of educational material in organic chemistry for applicants in the specialty «Pharmacy, Industrial Pharmacy».

The selection of organic chemistry content was carried out by analyzing the content of textbooks on

pharmaceutical chemistry. The main emphasis is placed on the selection of educational material that meets the specifics of the future professional activities of students, and also contributes to their readiness to solve practical problems in the pharmaceutical field. Selected elements of information (a list of drugs, individual representatives, identification reactions and methods of industrial synthesis) supplemented the organic chemistry program for applicants for the specialty «Pharmacy, Industrial Pharmacy». This allowed to strengthen the professional orientation of the study of organic chemistry, to develop positive motivation of applicants for higher education to master the educational material in the discipline «Organic and Biological Chemistry», to form the necessary competencies in future pharmacists.

The proposed approach to the selection of professionally oriented content of organic chemistry for applicants for the specialty «Pharmacy, Industrial Pharmacy» is an important step in ensuring the quality training of future specialists.

Keywords: *content, professional orientation, selection, elements of information, organic chemistry, pharmaceutical chemistry, competence.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Важливим завданням органічної хімії при підготовці майбутніх фармацевтів є вивчення класів та природних груп сполук, тому що більша частина лікарських препаратів представлена органічними сполуками. Крім того, для засвоєння матеріалу фармацевтичної хімії потрібні знання основних законів і положень органічної хімії. Таким чином, органічна хімія створює фундамент для вивчення фармацевтичної хімії, а саме для вивчення лікарських препаратів органічної природи.

Викладачі кафедри хімії та фармації Херсонського державного університету постійно приділяють увагу удосконаленню методики викладання хімічних та фармацевтичних дисциплін [1-3]. Але безперервний ріст інформації в галузі фармацевтичної хімії висуває нові проблеми в методиці викладання, зокрема, проблему відбору професійно орієнтованого змісту органічної хімії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема відбору та удосконалення змісту навчальної дисципліни не нова, але завжди була і є актуальною. Проблема відбору, структурування і оновлення змісту освітніх компонент розглядається в роботах Дубрової С. [4], Деркач Т. [5], групи вчених з американських університетів [6] та інших. Так, Губський Ю.І. у своєму підручнику з біоорганічної хімії [7] наводить інформацію про медико-біологічне та фармацевтичне значення сполук кожного класу органічних сполук. Окремо розглядається «Анілін у синтезі лікарських засобів» [7, с.148-151]. Цей матеріал заохочує майбутніх фармацевтів до вивчення органічної хімії.

Розпочавши викладання фармацевтичної хімії, стикнулися з тим, що багато потрібного матеріалу було випущено при викладанні органічної хімії здобувачам спеціальності «Фармація, промислова фармація». І в той же час, здобувачі одержали багато зайвої інформації з органічної хімії, що підвищило складність матеріалу і порушило принцип оптимальності при відборі змісту.

Потреба у відборі оптимального змісту освітньої компоненти «Органічна та біологічна хімія» для здобувачів спеціальності «Фармація, промислова фармація» зумовила актуальність роботи.

Мета статті полягає у відборі професійно орієнтованого змісту навчального матеріалу з органічної хімії для здобувачів спеціальності «Фармація, промислова фармація».

Виклад основного матеріалу. Відбір змісту органічної хімії для здобувачів спеціальності «Фармація, промислова фармація» здійснювали шляхом аналізу підручника фармацевтичної хімії [8] за наступним алгоритмом:

1. Складаємо перелік ліків певної класифікаційної групи. Наприклад, група «Карбонові кислоти та їх солі» включає ліки калію ацетат, кальцію лактат, натрію цитрат, натрію гідроксид, кальцію глюконат [8, с. 149]. Відповідно до цього професійно орієнтований зміст органічної хімії повинен містити інформацію про склад і будову оцтової, молочної, лимонної та глюконової кислот на атомно-молекулярному рівні.

2. Складаємо список способів добування вищеперелічених ліків [8, с. 149-153]. Це взаємодія кислот з солями, молочну кислоту одержують бродінням, а глюконову – окисненням глюкози. Трансформуємо одержану інформацію у зміст органічної хімії – при розгляді хімічних властивостей карбонових кислот обов'язково потрібно розглянути наступні хімічні властивості:

- взаємодія оцтової кислоти з калію карбонатом;
- взаємодія молочної та глюконової кислот з кальцію карбонатом;
- взаємодія лимонної кислоти з натрію карбонатом.

При розгляді в курсі органічної хімії промислових способів синтезу карбонових кислот потрібно розглянути:

- добування молочної кислоти молочнокислим бродінням глюкози;
- добування глюконової кислоти окисненням глюкози бромною водою.

3. Складаємо список ідентифікаційних проб калію ацетату, кальцію лактату, натрію цитрату, натрію гідроксиду, кальцію глюконату [8, с. 149-153]. Трансформуємо одержану інформацію у зміст органічної хімії – при розгляді в курсі органічної хімії хімічних властивостей карбонових кислот потрібно розглянути наступні якісні реакції:

- взаємодію оцтової кислоти з феруму(III) хлоридом та реакцію естерифікації;
- окиснення лактату калію перманганатом у кислому середовищі;
- окиснення цитрату калію перманганатом у кислому середовищі;
- взаємодію натрій цитрату з кальцію хлоридом;
- взаємодію глюконової кислоти з феруму(III) хлоридом.

Як результат роботи одержали для майбутніх фармацевтів наведені нижче професійно орієнтовані елементи знань (перелік лікарських препаратів, окремих представників, ідентифікаційних реакцій та способів промислового синтезу) з органічної хімії. У підпункті «Окремі представники» наведені назви органічних речовин, знання яких потрібно для вивчення фармацевтичної хімії.

У статті використовується номенклатура згідно Державної фармакопеї України [9].

Ненасичені вуглеводні

Окремий представник. Етилен, вініл.

Хімічні властивості. Реакція поліконденсації.

Циклоалкани

Окремий представник. Циклопропан.

Хімічні властивості. 1. Реакція з 2-нітроіндан-1,3-діоном. 2. Реакція з натрію нітропрусидом. 3. Реакція з реактивом Фелінга.

Добування: 1) циклопропану з алілхлориду; 2) мідантану з адамантану; 3) ремантадину відновлювальним амінуванням адамантилметилкетону формамідом.

Лікарські засоби. Циклопропан, мідантан, ремантадин, глудантан.

Галогенопохідні алканів

Окремі представники. Хлороформ, йодоформ, етилхлорид, фторотан.

Хімічні властивості. 1. Розклад йодоформу при нагріванні. 2. Лужний гідроліз етилхлориду. 3. Ідентифікаційні реакції на галогени: проба Бейльштейна, проба Лукаса.

Добування: 1) хлороформу електролізом розчину натрію хлориду в присутності спирту або ацетону; 2) етилхлориду електролізом розчину калію йодиду в присутності спирту або натрій карбонату; 3) фторотану бромованням 1,1,1-трифлуор-2-хлоретану.

Лікарські засоби. Хлороформ, йодоформ, етилхлорид, фторотан.

Ароматичні сполуки

Окремий представник. Бензол.

Хімічні властивості. Реакції електрофільного заміщення.

Спирти

Окремі представники. Етанол, гліцерин, пропан-1,2-діол, бутан-1,4-діол, пентаеритрит, інозитол, бензгідрол.

Хімічні властивості. 1. Реакція естерифікації. 2. Реакції окиснення. 3. Ідентифікаційні реакції: йодоформна, акролеїнова, бензоїлування.

Добування: 1) етанолу спиртовим бродінням глюкози; 2) гліцеролу омиленням жирів.

Лікарські засоби. Етанол, гліцерин, пентаеритрит.

Етери

Окремий представник. Діетиловий ефір.

Хімічні властивості: 1. Реакція з мінеральними кислотами. 2. Кислотний гідроліз.

Добування: 1) діетилового ефіру з етилового спирту; 2) дифенгідраміну з бензгідролу та бета-метиламіноетилхлориду в лужному середовищі.

Лікарські засоби. Діетиловий ефір, димедрол.

Феноли

Окремі представники. Фенол, тимол, резорцин, ванілін, пікринова кислота.

Хімічні властивості. 1. Реакція з ферум(III) хлоридом. 2. Реакція з натрій гіпохлоритом. 3. Реакція з бромною водою. 4. Реакція азосполучення. 5. Реакція з хлороформом в присутності натрій гідроксиду. 6. Взаємодія резорцину з калій гідрофталатом. 7. Нітрування. 8. Реакція фенолфталеїну з водним розчином лугу.

Добування: 1) фенолу і резорцину з бензену; 2) фенолу з кам'яновугільної смоли; 3) тимолу з *m*-крезолу; 4) фенолфталеїну з фенолу і фталевого ангідриду; 5) ксероформу з фенолу.

Лікарські засоби. Фенол, тимол, резорцин, фенолфталеїн, ксероформ, оксолін.

Карбонільні сполуки

Окремі представники. Формальдегід, ацетон, кетен, фурфурол, семикарбазид, фенілгідазин, уротропін.

Хімічні властивості: 1. Окиснення альдегідів ("срібне дзеркало"). 2. Реакція ацетону з бромом. 3. Проба з фуксинсірчистою кислотою. 4. Реакція з фенілгідазином і калій фериціанідом. 5. Реакція з саліциловою кислотою у присутності концентрованої сульфатної кислоти. 6. Реакція з реактивом Неслера. 7. Кислотний гідроліз уротропіну. 8. Взаємодія хлоралгідрату з натрію гідроксидом.

Добування: 1) формальдегіду з метилового спирту; з метану; 2) уротропіну з формальдегіду і амоніаку; 3) хлоралгідрату електрохімічним окисненням етанолу.

Лікарські засоби. Формальдегід, уротропін, хлоралгідрат.

Карбонові кислоти, солі

Окремі представники. Кислоти: оцтова, валеріанова, масляна, ніотинова, фталева, галова, 2,2-дифенілоцтова, 2,2-дифенілпропіонова, гліоксалева, левулінова, молочна, лимонна та глюконова.

Хімічні властивості. 1. Взаємодія з солями: оцтової кислоти з калію карбонатом і феруму(III) хлоридом; молочної кислоти з кальцію карбонатом; лимонної кислоти з натрію карбонатом; глюконової кислот з кальцію карбонатом і феруму(III) хлоридом. 2. Реакція естерифікації. 3. Окиснення лактату і цитрату калію перманганатом у кислому середовищі. 4. Взаємодія натрію цитрату з кальцію хлоридом.

Добування: 1) молочної кислоти молочнокислим бродінням глюкози; 2) глюконової кислоти окисненням глюкози бромною водою.

Лікарські засоби. Солі: калію ацетат, кальцію лактат, натрію цитрат, натрію гідроксидат, кальцію глюконат.

Ароматичні кислоти

Бензойна кислота

Окремі представники. Бензойна кислота, натрію бензоат.

Хімічні властивості. 1. Реакція з феруму(III) хлоридом. 2. Реакція з аргентуму нітратом.

2. Реакція на бензоати.

Добування: 1) бензойної кислоти а) окисненням толуену, б) хлоруванням толуену, в) декарбоксілюванням фталевої кислоти; 2) натрію бензоату реакцією бензойної кислоти з натрію карбонатом.

Лікарські засоби. Бензойна кислота, натрію бензоат.

Саліцилова кислота

Окремі представники. Кислота саліцилова, натрію саліцилат, кислота ацетилсаліцилова, фенілсаліцилат, саліциламід.

Хімічні властивості. 1. Реакція з феруму(III) хлоридом. 2. Розклад при нагріванні. 3. Реакція з формальдегідом. 4. Прожарювання з ацетоном. 5. Кислотний гідроліз. 6. Бромовання. 7. Лужний гідроліз.

Добування: 1) саліцилової кислоти карбоксілюванням натрію феноляту (метод Кольбе-Шмідта); 2) натрію саліцилату реакцією саліцилової кислоти з натрію гідрогенкарбонатом; 3) кислоти ацетилсаліцилової а) ацилюванням саліцилової кислоти оцтовим ангідридом без і в присутності фосфор трихлориду, б) взаємодією саліцилової кислоти з кетеном; 4) фенілсаліцилату взаємодією натрію феноляту і натрію саліцилату з хлороксидом фосфору; 5) саліциламіду взаємодією метилсаліцилату з розчином амоніаку концентрованим.

Лікарські засоби. Кислота саліцилова, натрію саліцилат, кислота ацетилсаліцилова, фенілсаліцилат (салол), саліциламід, оксафенамід, дерматол.

Фенілоцтова кислота

Окремі представники. Фенілоцтова кислота.

Хімічні властивості. Реакції з калію фериціанідом, феруму(III) хлоридом.

Добування: з о-хлорбензойної кислоти та 2,6-дихлораніліну.

Лікарський засіб. Натрію диклофенак (вольтарен).

Естери

Окремі представники. Ацетооцтовий і малоновий естери. Гамма-бутиролактон.

Хімічні властивості. 1. Гідроліз (лужний і кислотний). 2. Синтези за допомогою ацетооцтового і малонового естерів.

Естери мінеральних кислот

Окремі представники. Нітрогліцерин, кальцію гліцерофосфат.

Хімічні властивості. 1. Реакція з дифеніламіном у концентрованій сульфатній кислоті (нітрогліцерол). 2. Реакція з плюмбуму(II) ацетатом на кислоту гліцерофосфатну (кальцію гліцерофосфат). 3. Дослідження продуктів мінералізації на фосфати (фітин). 4. Гідроліз спиртовим розчином луку (міелосан). 5. Лужний гідроліз (міелосан). 6. Дослідження продуктів мінералізації на сульфати (міелосан).

Добування: 1) нітруванням гліцеролу, пентаеритриту; 2) естерифікацією гліцеролу натрію дигідрогенфосфатом в кислому середовищі.

Лікарські засоби. Нітрогліцерин, ериніт (пентаеритриту тетрагідрат), кальцію гліцерофосфат, фітин, міелосан.

Естери арилаліфатичних кислот

Хімічні властивості. 1. Гідроліз з наступним визначенням температури плавлення 2,2-дифенілоцтової кислоти (спазмолітин). 2. Розчинення в концентрованій сульфатній кислоті з наступною ідентифікацією продуктів окиснення натрій нітропрусидом/піперидин (апрофен). 3. Реакція з купрум(II) сульфатом і амонію тіоціанатом (апрофен). 4. Реакція з реактивом Маркі (розчин формальдегіду в концентрованій сульфатній кислоті) (апрофен). 5. Реакція Віталі-Морена (апрофен). 6. Реакція з амонію ванадатом (апрофен).

Добування: реакцією естерифікації.

Лікарські засоби. Апрофен, спазмолітин.

Ангідриди

Окремі представники. Оцтовий, фталевий ангідриди.

Аміди

Окремі представники. Діетиламід нікотинової кислоти, циклофосфамід, формамід.

Аміди сульфанілової кислоти

Окремий представник. Сульфаніламід.

Хімічні властивості. 1. Ідентифікаційні реакції на сульфаніламідні препарати: 1.1. Бромовання. 1.2. Діазотування. 1.3. Реакція з натрію нітропрусидом. 1.4. Лігнінова проба. 1.5. Реакція з солями важких металів. 2. Реакція окиснення гідрогену пероксидом або феруму(III) хлоридом (стрептоцид). 3. Проба на первинну ароматичну аміногрупу (стрептоцид, альбуцид, норсульфазол, етазол, сульфадиметоксин, сульфален, сульфаметоксазол). 4. Кислотний гідроліз (стрептоцид розчинний, альбуцид, фталазол). 5. Реакція з купрум(II) сульфатом (альбуцид, норсульфазол, етазол, сульфадимезин, сульфадиметоксин, сульфален, сульфазин). 6. Лужний гідроліз (стрептоцид, сульгін та уросульфан). 7. Проба з фенолфталеїном (сульгін). 8. Нітрузування (уросульфан). 9. Реакція з кобальту(II) хлоридом (норсульфазол, етазол, сульфазин). 10. Розплавлення (стрептоцид, сульгін, норсульфазол, уросульфан, етазол).

Добування: 1) з сульфанілової кислоти; 2) з *N*-карбометоксианіліну.

Лікарські препарати. Сульфаніламідні препарати (стрептоцид, стрептоцид розчинний, сульфацил-натрій (альбуцид), сульгін, уросульфан, норсульфазол, етазол, сульфадимезин, фталазол, сульфадиметоксин, сульфален, сульфазин, сульфаметоксазол, ко-тримоксазол, фтазин, салазопіридазин, салазодиметоксин).

Амідовані похідні карбонатної кислоти

Окремі представники. Уретани, уреїди, сечовина.

Хімічні властивості. 1. Лужний гідроліз. 2. Декарбоксілювання сульфатною кислотою (розведений розчин). 3. Одержання діацетильної похідної дією оцтового ангідриду, сульфатної кислоти (концентрований розчин) (мепротан). 4. Біуретова реакція (бромізовал).

Добування: 1) мепротану взаємодією 2-метил-2-пропілпропандіолу-1,3 з карбамоїлхлоридом; 2) бромізовалу ацилюванням сечовини бромангідридом альфа-бромізовалеріанової кислоти.

Лікарські препарати. Мепротан, бромізовал.

Алкілуреїди сульфокислот

Окремий представник. Бутамід.

Хімічні властивості. 1. Лужний гідроліз (бутамід і хлорпропамід). 2. Нагрівання з сульфатною кислотою (50 %) (бутамід і хлорпропамід).

Добування: 1) бутаміду з толуолу; 2) хлорпропаміду з *n*-хлорбензолсульфаміду.

Лікарські препарати. Бутамід, хлорпропамід, букарбан, глібенкламід, предіан.

Амідовані похідні сульфокислот ароматичного ряду

Окремий представник. Хлорамін.

Хімічні властивості. 1. Гідроліз (хлорамін). 2. Реакція з гідрогену пероксидом (хлорамін). 3. Розклад при нагріванні (хлорамін). 4. Реакція з лужним розчином метилового червоного (пантоцид). 5. Реакція з хлоридною кислотою (пантоцид).

Лікарські препарати. Хлорамін, пантоцид.

Аміни

Окремі представники. Дифеніламін, пропаноламін, бензидин.

Хімічні властивості. 1. Реакції з нітратною(III) кислотою. 2. Реакції діазотування. 3. Одержання азобарвників. 4. Реакції алкілювання. 5. Реакції ацилювання.

Похідні біс-(бета-хлоретил)-аміну

Хімічні властивості. 1. Ідентифікаційні реакції похідних біс-(бета-хлоретил)-аміну: 1.1. Реакція з нікотиновою кислотою і бензидином. 1.2. Реакція з діетиламідом нікотинової кислоти. 2. Реакція з реактивом Драгендорфа (новембіхін). 3. Реакція з концентрованою сульфатною кислотою при нагріванні (циклофосфамід). 4. Реакція з нітрувальною сумішшю

(циклофосфамід). 5. Окиснення хромовою сумішшю (сарколізин і хлорбутин). 6. Нінгідрінова реакція (сарколізин).

Добування: 1) похідних біс-(бета-хлоретил)-аміну реакцією амінопохідної з хлоретанолом, потім дія тіонілхлоридом; 2) новембіхіну з пропіленіміну; 3) циклофосфаміду з *N*-біс-(бета-хлоретил)-аміду дихлорангідриду фосфорної кислоти і пропаноламіну; 4) сарколізину з фенілацетальдегіду; 5) хлорбутину з гамма-фенілмасляної кислоти.

Лікарські препарати. Новембіхін, циклофосфамід (циклофосфан), сарколізин, хлорбутин.

Ароматичні аміни

Окремий представник. Анілін.

Хімічні властивості. 1. Окиснення хромовою сумішшю продуктів кислотного гідролізу (парацетамол). 2. Реакція на ацетил. 3. Реакція з феруму(III) хлоридом. 4. Реакція з солями діазонію. 5. Реакція діазотування продуктів кислотного гідролізу парацетамолу. 6. Реакція нітрузування продуктів кислотного гідролізу ксикаїну. 7. Реакція нітрузування продуктів лужного гідролізу тримекаїну.

Добування: 1) парацетамолу з фенолу (нітрузування з наступним відновленням і ацилюванням); 2) ксикаїну і тримекаїну з 2,6-диметиланіліну.

Лікарські препарати. Парацетамол, ксикаїн (лідокаїн), тримекаїн.

Аміноароматичні кислоти

Окремі представники. Амінобензойні кислоти.

n-Амінобензойна кислота

Хімічні властивості. 1. Лужний гідроліз з наступною ідентифікацією продуктів реакції (анестезин). 2. Окиснення а) хлораміном, б) калію перманганатом у кислому середовищі, в) пергідролем (анестезин). 3. Реакція з ароматичними альдегідами (анестезин). 4. Реакція на первинну ароматичну аміногрупу (анестезин, новокаїн, прокаїнамід гідрохлорид). 5. Реакція з натрій гідроксидом (анестезин). 6. Реакція на вторинну аміногрупу після лужного гідролізу (дикаїн). 7. Нітрування (анестезин і дикаїн).

Добування: 1) анестезину з толуолу; 2) новокаїну переестерифікацією анестезину з бета-діетиламіноетанолом; синтез з *n*-нітротолуолу; 3) прокаїнаміду гідрохлориду (новокаїнамід) з хлорангідриду *n*-нітробензойної кислоти; 4) дикаїну з ПАБК.

Лікарські препарати. Анестезин, прокаїну гідрохлорид (новокаїн), прокаїнамід гідрохлорид (новокаїнамід), дикаїн.

o-Амінобензойна (антранілова) кислота

Хімічні властивості. 1. Реакція на вторинну ароматичну аміногрупу (кислота мефамінова та мефаміну натрієва сіль). 2. Флуоресценція: розчин препарату у хлороформі – блідо блакитна; розчин препарату у концентрованій сульфатній кислоті – зелена (кислота мефамінова та мефаміну натрієва сіль).

Лікарські препарати. Кислота мефамінова, мефаміну натрієва сіль.

n-Аміносаліцилова кислота

Хімічні властивості. 1. Реакція з феруму(III) хлоридом (натрію *n*-аміносаліцилат, бепаск). 2. Реакція на первинну ароматичну аміногрупу (натрію *n*-аміносаліцилат).

Добування: 1) натрію *n*-аміносаліцилату з *m*-нітрофенолу; 2) бепаску бензоїлуванням натрію *n*-аміносаліцилату.

Лікарські препарати. Натрію *n*-аміносаліцилат (ПАСК), бепаск.

Амінокислоти

Окремі представники. Аланін, цистеїн, антранілова та глютамінова кислоти.

Хімічні властивості: 1. Відношення до нагрівання та купруму(II) сульфату альфа-, бета- і гамма-амінокислот. 2. Нінгідрінова реакція. 3. Біуретова реакція. 4. Реакція з нітратною(III) кислотою (аланін). 5. Реакція з натрію гідроксидом і формальдегідом (глютамінова кислота). 6. Сплавлення з резорцином (глютамінова кислота). 7. Реакція з гідрогену пероксидом і

феруму(III) хлоридом (цистеїн). 6. Реакція з натрію нітропрусидом (цистеїн). 7. Реакція з феруму(III) хлоридом (цистеїн). 8. Сплавлення з калію тіоціанатом (ГАМК). 9. Нагрівання з алоксаном у середовищі диметилформаміду (ГАМК). 10. Лужний гідроліз (метіонін).

Добування: 1) амінокислот ферментативним гідролізом білків; 2) глутамату і метіоніну з ацетиламінмалонового естеру; 3) цистеїну відновленням цистіну; 4) аміналону лужним гідролізом піролід-2-ону.

Лікарські препарати. Аланін, глутамінова кислота, цистеїн, аміналон (ГАМК), метіонін.
Гетероциклічні сполуки

Фуран

Окремий представник. Фуран.

Хімічні властивості. 1. Реакція калію гідроксиду з розчином препарату у диметилформаміді (нітрофурал, фурадонін, фуразолідон). 2. Реакція з водними розчинами лугів (нітрофурал, фурадонін, фуразолідон). 3. Реакція з цинковим пилом у кислому середовищі (нітрофурал).

Добування: з фурфуролу.

Лікарські препарати. Нітрофурал, нітрофурантоїн, фуразолідон, фурсемід.

Пірол

Окремий представник. Пірол.

Хімічні властивості. 1. Лужний гідроліз (пірацетам). 2. Окиснення калію дихроматом в присутності хлоридної кислоти (повідон). 3. Реакція з диметилбензальдегідом (повідон). 4. Реакція з йодом (повідон). 5. Реакція з реактивом Драгендорфа (калію тетраїодбісмутат) (повідон). 6. Реакція з реактивом Несслера (калію тетраїодмеркурят) (повідон). 7. Проба з крохмалем (повідон-йод). 8. Окиснення калію дихроматом (повідон-йод).

Добування: повідону з гамма-бутиролактону.

Лікарські препарати. Пірацетам, повідон, повідон-йод.

Піразол

Окремий представник. Піразол.

Хімічні властивості. 1. Утворення піразолонового барвника (феназон). 2. Реакція з 2-нітроіндантіоном (1:20000) (феназон). 3. Реакція з гідрогену пероксидом (анальгін). 4. Розклад (анальгін). 5. Реакція з калію йодатом (анальгін). 6. Реакція з феруму(III) хлоридом (феназон, анальгін). 7. Реакція нітрузування (феназон, бутадіон). 8. Реакція з купрум(II) сульфатом (бутадіон).

Добування: 1) феназону конденсацією ацетооцтового естеру з фенілгідразинном; 2) анальгіну з монометиламіноантипірину; 3) бутадіону конденсацією *n*-бутилмалонового естеру з гідразобензолом.

Лікарські препарати. Феназон, анальгін, бутадіон.

Імідазол

Окремий представник. Імідазол.

Хімічні властивості. 1. Реакція з солями важких металів (мерказоліл). 2. Реакція з натрію нітропрусидом (мерказоліл). 3. Лужний гідроліз (метронідазол). 4. Реакція утворення азобарвника (метронідазол).

Лікарські препарати. Мерказоліл, метронідазол.

Триазол

Окремий представник. Триазол.

Хімічні властивості. 1. Розплав. 2. Реакція з *n*-диметиламінобензальдегідом.

Добування: з 5-меркапто-3-метил-1,2,4-триазолу і хлороцтової кислоти.

Лікарський препарат. Тіотриазолін.

Імідазолін

Окремий представник. Імідазолін.

Лікарський препарат. Клофелін.

Піридин

Окремий представник. Піридин.

Хімічні властивості. 1. Реакція з ціанобромідом (діетиламід нікотинової кислоти). 2. Лужний гідроліз (діетиламід нікотинової кислоти, нікодин). лужний гідроліз. 3. Реакція з динатрієвою сіллю хромотропової кислоти (нікодин). 4. Реакція з ваніліном (ізоніазид). 5. Реакція з амоніачном розчином аргентуму нітрату (ізоніазид). 6. Реакція з купруму(II) сульфатом (діетиламід нікотинової кислоти, ізоніазид). 7. Реакція на піридиновий цикл (з 2,4-динітрохлорбензолом) (діетиламід нікотинової кислоти, нікодин, ізоніазид, фтивазид). 8. Реакція з натрію гідроксидом (фтивазид). 9. Кислотний гідроліз (фтивазид).

Добування: 1) діетиламиду нікотинової кислоти взаємодією нікотинової кислоти або її хлорангідриду з діетиламіном; 2) нікодину конденсацією нікотинаміду з формальдегідом; 3) ізоніазиду з піколіну; 4) фтивазиду конденсацією ізоніазиду з ваніліном.

Лікарські препарати. Діетиламід нікотинової кислоти, кордіамін, нікодин, ізоніазид, фтивазид.

Піперидин

Окремий представник. Піперидин.

Хімічні властивості: 1. Реакція з реактивом Маркі (формальдегід у концентрованій сульфатній кислоті). 2. Утворення пікрату. 3. Реакція з амонію ванадатом.

Лікарські засоби. Промедол.

Хінукледин

Окремий представник. Хінукледин.

Хімічні властивості. 1. Реакція з кислотою лимонною і оцтовим ангідридом (ацеклідин). 2. Реакція на саліцилат-іони (з феруму(III) хлоридом) (ацеклідин). 3. Гідроксамова проба (ацеклідин, оксилідин). 4. Реакція з розчином амонію рейнекату (фенкарол). 5. Реакція з реактивом Маркі (на фенільний замісник) (фенкарол).

Добування: ацеклідину з 3-гідроксихінукледину.

Лікарські засоби. Ацеклідин, оксилідин, фенкарол.

Барбітурова кислота

Окремий представник. Барбітурова кислота.

Хімічні властивості. 1. Ідентифікаційні реакції на барбітурати:

1.1. Реакції солями важких металів. 1.2. Реакція сплавлення з натрію гідроксидом. 1.3. Реакції конденсації: 1) з формальдегідом та 2) з *n*-диметиламінобензальдегідом. 2. Реакція з натрію нітратом (фенобарбітал).

3. Лужний гідроліз (бензонал). 4. Реакція з калію перманганатом (гексенал).

5. Реакція з бромною водою (гексенал).

Добування: 1 стадія – отримання відповідного естеру маленової кислоти; 2 стадія – конденсація отриманого естеру з сечовиною.

Лікарські засоби. Барбітал, фенобарбітал, бензонал, етамінал-натрій, гексенал, тіопентал-натрій.

Гексагідропіримідиндіон

Окремий представник. Гексагідропіримідиндіон.

Хімічні властивості. 1. Сплавлення з натрій гідроксидом. 1. Реакція з динатрієвою сіллю хромотропової кислоти.

Лікарський засіб. Гексамідин.

Урацил

Окремий представник. Урацил.

Хімічні властивості. 1. Реакції з солями важких металів (урацил). 2. Реакція з бромною водою (метилурацил). 3. Одержання азобарвника (метилуроцил). 4. Лужний гідроліз в присутності цинкового пилу (фторафур). 5. Мурексидна проба (калію оротат). 6. Реакція з формальдегідом продуктів окиснення препарату калію перманганатом у лужному середовищі

(триметоприм).

Добування: циклізацією аліфатичних сполук.

Лікарські засоби. Метилурацил, калію оротат, фторафур, фторурацил, триметоприм.

Бензопірон

Окремий представник. Бензопірон.

Хімічні властивості. 1. Реакція з ферум(III) хлоридом. 2. Реакція з концентрованою сульфатною кислотою. 3. Сплавлення з калію гідроксидом. 4. Лужний гідроліз, далі реакція сполучення з діазотованою сульфаніловою кислотою на кумарин та йодоформна реакція на залишок етилового естеру. 5. Одержання діацетату неодикумарину.

Добування: з 4-оксикумарину та етилового естеру гліоксалевої кислоти.

Лікарський засіб. Неодикумарин.

Бензімідазол

Окремий представник. Бензімідазол.

Хімічні властивості. Ідентифікаційні реакції на дибазол: 1. Реакція з йодом у кислому середовищі. 2. Реакція з кобальту(II) нітратом. 3. Реакція з амонію ванадатом.

Добування: 1) дибазолу конденсацією *o*-фенілендіаміну з фенілоцтовою кислотою; 2) омепразолу з 2,3,5-триметилпіридину *N*-оксиду.

Лікарські засоби. Дибазол, омепразол.

Індол

Окремий представник. Індол.

Хімічні властивості. 1. Реакція утворення феруму(III) гідроксамату. 2. Реакція з *n*-диметиламінобензальдегідом. 3. Реакція з натрію гідрогенкарбонатом.

Добування: конденсацією *n*-метоксифенілгідразину і метилового естеру левулінової кислоти.

Лікарський засіб. Індометацин.

Хінолін

Окремий представник. Хінолін.

Хімічні властивості. 1. Реакція з феруму(III) хлоридом (нітроксолін). 2. Утворення азобарвника (нітроксолін). 3. Реакція з натрію гідроксидом (нітроксолін). 4. Утворення пікрату (хінгамін). 5. Реакція з калію дихроматом (хіноцид).

Добування: 1) нітроксоліну з фенолу; 2) хінгаміну з *m*-хлораніліну.

Лікарські засоби. Нітроксолін, хінгамін, хіноцид.

Фторхінолони

Окремі представники. Фторхінолони.

Хімічні властивості. Реакції на гетероциклічний атом нітрогену (калію йодбісмутат, пікринова кислота).

Лікарські засоби. Офлоксацин (таривід), норфлоксацин, ломефлоксацин (максаквін), ципрофлоксацину гідрохлорид (ципробай, цифран).

Акридин

Окремий представник. Акридин.

Хімічні властивості. 1. Реакція з солями (кобальту(II) хлорид, калію фероціанід). 2. Лужний гідроліз. 3. Реакція нітрозування. 4. Реакція з йодом.

Добування: з *n*-нітротолуолу.

Лікарський засіб. Етакридину лактат.

Фенотіазин

Окремий представник. Фенотіазин.

Хімічні властивості. 1. Реакції окиснення. 2. Реакція з бромною водою. 3. Реакція з кислотою сульфатною концентрованою. 4. Реакції на третинний атом нітрогену (загальноалкалоїдні реактиви). 5. Реакція з натрію гідроксидом.

Добування: хлорпромазину гідрохлориду з 2-хлорфенотіазину.

Лікарські засоби. Хлорпромазину гідрохлорид, прометазину гідрохлорид, трифторперазину гідрохлорид (трифтазин), етаперазин, етмозин.

Бензодіазепін

Окремий представник. Бензодіазепін.

Хімічні властивості. 1. Реакції з концентрованими мінеральними кислотами. 2. Утворення азобарвника. 3. Реакції на гетероциклічний атом нітрогену (загальноалкалоїдні осаджувальні реактиви). 4. Розплав. 5. Сплавлення з натрію гідроксидом. 6. Кислотний гідроліз.

Добування: оксазепану з *n*-нітрохлорбензену і бензилціаніду.

Лікарські засоби. Діазепам (седуксен, валеум), оксазепам, нітразепам, хлосепід (еленіум), феназепам.

Бензотіадіазин

Окремий представник. Бензотіадіазин.

Хімічні властивості. 1. Кислотний гідроліз. 2. Реакція з кобальту(II) хлоридом. 3. Сплавлення з калію гідроксидом. 4. Нітрузування продуктів лужного гідролізу.

Добування: конденсацією 6-хлор-4-аміно-1,3-бензолдисульфаміду із формальдегідом.

Лікарський засіб. Гідрохлортіазид.

Нуклеозиди пуріну

Окремі представники. Нуклеозиди пуріну.

Хімічні властивості. 1. Реакція з солями (меркурію(II) ацетат, плюмбуму(II) ацетат) (меркаптопурин). 2. Реакція з натрію нітропрусидом (меркаптопурин). 3. Реакція з купрум(II) хлоридом і гідроксиламіну гідрохлоридом (меркаптопурин). 4. Орциновий реактив на рибозу (аденозинтрифосфорна кислота).

Добування: 1) ацикловіру з бензоїлхлориду і етиленгліколю; 2) меркаптопурину з гіпоксантину.

Лікарські засоби. Ацикловір, меркаптопурин, кислота аденозинтрифосфорна (АТФ), рибоксин.

Терпеноїди

Моноциклічні терпеноїди

Окремий представник. Ментол.

Хімічні властивості. 1. Реакція з ваніліном (ментол і валідол). 2. Реакція з динітробензоїлхлоридом (ментол). 3. Реакція з концентрованою сульфатною кислотою (терпінгідрат). 4. Реакція з спиртовим розчином феруму(III) хлориду (терпінгідрат).

Добування: 1) ментолу з ефірної м'ятної олії, з ментону, з *m*-крезолу і ізопропілхлориду; 2) валідолу естерифікацією ментолу ізовалеріановою кислотою; 3) терпінгідрату гідратацією пінену.

Лікарські засоби. Ментол, левоментол, валідол, терпінгідрат.

Біциклічні терпеноїди

Окремий представник. Камфора.

Хімічні властивості. 1. Реакція з гідроксиламіном гідрохлоридом (камфора). 2. Кольорові реакції з альдегідами (камфора). 3. Реакція з натрію гідроксидом і цинком (бромкамфора). 4. Реакція з 2,4-динітрофенілгідразином (кислота сульфокамфорна).

Добування: 1) камфори з подрібненої деревини камфорного дерева, з смерекової олії, з пінену; 2) бромкамфори бромуванням камфори.

Лікарські засоби. Камфора, бромкамфора, кислота сульфокамфорна.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Відібраними елементами інформації з органічної хімії доповнена програма ОК «Органічна та біологічна хімія» для здобувачів спеціальності «Фармація, промислова фармація». Вважаємо, що це сприятиме посиленню професійної спрямованості вивчення органічної хімії і формуванню необхідних компетентностей у майбутніх фармацевтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Речицький О.Н., Решнова С.Ф. Вдосконалення фундаментальної підготовки майбутніх провізорів з хімічних дисциплін. *Сучасна фармація: історія, реалії та перспективи розвитку* : матер. наук.-практ. конф. з міжнародною участю, присвяченої 20-й річниці заснування Дня фармацевтичного працівника України (Харків, Національний фармацевтичний університет, 19-20 вересня 2019 р.). Харків : НфаУ, 2019. Т. 2. С. 356-358.
2. Решнова С.Ф., Речицький О.Н., Гришко А.І. Поєднання професійної і фундаментальної підготовки майбутніх провізорів з хімічних дисциплін. *Фундаментальні та прикладні дослідження в сучасній хімії та фармації*: матер. VII Міжнарод. заочної наук.-практ. конф. молодих учених (Ніжин, 21 квітня 2020 р.). Ніжин : НДУ, 2020. С. 88-90.
3. Решнова С.Ф., Речицький О.Н., Попович Т.А. Шляхи вдосконалення фундаментальної підготовки бакалаврів фармації з хімічних дисциплін. *Дистанційна освіта: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти*: матер. III Міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Київ, Україна, 30 листопада 2022 р.). Київ : НАУ, 2023. С. 353-363.
4. Дуброва С. Відбір, структурування та оновлення змісту фахових навчальних дисциплін у процесі професійної підготовки майбутніх вчителів іноземних мов. *Педагогічний дискурс*. Випуск 16. 2014. С. 55-58.
5. Tetiana M. Derkach. Progress in Chemistry Studies for Students of Industrial Pharmacy Speciality with Different Learning Styles. *Orbital: Elektron. J. Chem.* 2019. 11(3). P. 219-227. URL: <https://periodicos.ufms.br/index.php/orbital/article/view/15942>
6. Kevin R Kearney, Melany P Puglisi, Esther P Black, Pramod B Mahajan. What do pharmacy students need to know about biochemistry? *Pharmacy Education*. 2020. 20 (1). P. 324-335. URL: <https://doi.org/10.46542/pe.2020.201.324335>
7. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія : Підручник для студ. вищ. мед. та фармац. закл. освіти III-IV рівнів акредитації. Вінниця : Нова книга, 2019. 416 с.
8. Фармацевтична хімія : Підручник для студ. вищ. фармац. навч. закл. і фармац. ф-тів вищ. мед. навч. закл. III-IV рівнів акредитації /За заг. ред. П.О. Безулого. Вінниця : НОВА КНИГА, 2008. 560 с.
9. Державна фармакопея України. 1-е вид. Доповнення 1. Харків : РІРЕГ, 2004. 494 с.

REFERENCES

1. Rechytskyi, O.N., Reshnova, S.F. (2019). Vdoskonalennia fundamentalnoi pidhotovky maibutnix provizoriv z khimichnykh dystsyplin. *Suchasna farmatsiia: istoriia, realii ta perspektyvy rozvytku* : mater. nauk.-prakt. konf. z mizhnarodnoiu uchastiu, prysviachenoi 20-y richnytsi zasnuvannia Dnia farmatsevychnoho pratsivnyka Ukrainy (Kharkiv, Natsionalnyi farmatsevychnyi universytet, 19-20 veresnia 2019 r.). Kharkiv : NfaU, T. 2. S. 356-358 [in Ukrainian].
2. Reshnova, S.F., Rechytskyi, O.N., Hryshko, A.I. (2020). Poiednannia profesiinoi i fundamentalnoi pidhotovky maibutnix provizoriv z khimichnykh dystsyplin. *Fundamentalni ta prykladni doslidzhennia v suchasni khimii ta farmatsii*: mater. VII Mizhnarod. zaochnoi nauk.-prakt. konf. molodykh uchenykh (Nizhyn, 21 kvitnia 2020 r.). Nizhyn : NDU, S. 88-90 [in Ukrainian].
3. Reshnova, S.F., Rechytskyi, O.N., Popovych, T.A. (2023). Shliakhy vdoskonalennia fundamentalnoi pidhotovky bakalavriv farmatsii z khimichnykh dystsyplin. *Dystantsiina osvita: innovatsiini, normatyvno-pravovi, pedahohichni aspekty*: mater. III Mizhnarod. nauk.-prakt. konf. (m. Kyiv, Ukraina, 30 lystopada 2022 r.). Kyiv : NAU, S. 353-363 [in Ukrainian].
4. Dubrova, S. (2014). Vidbir, strukturuvannia ta onovlennia zmistu fakhovykh navchalnykh dystsyplin u protsesi profesiinoi pidhotovky maibutnix vchyteliv inozemnykh mov. *Pedahohichniy dyskurs*. Vypusk 16. S. 55-58 [in Ukrainian].
5. Tetiana M. Derkach (2019). Progress in Chemistry Studies for Students of Industrial Pharmacy Speciality with Different Learning Styles. *Orbital: Elektron. J. Chem.* 11(3). P. 219-227. URL: <https://periodicos.ufms.br/index.php/orbital/article/view/15942>
6. Kevin R Kearney, Melany P Puglisi, Esther P Black, Pramod B Mahajan. (2020). What do pharmacy students need to know about biochemistry? *Pharmacy Education*. 20(1). P. 324-335. URL: <https://doi.org/10.46542/pe.2020.201.324335>

7. Hubskiy Yu.I. (2019). Bioorhanichna khimiia: Pidruchnyk dlia stud. vyshch. med. ta farmats. zakl. osvity III-IV rivniv akredytatsii. Vinnytsia : Nova knyha. [in Ukrainian].

8. Farmatsevtychna khimiia: Pidruchnyk dlia stud. vyshch. farmats. navch. zakl. i farmats. f-tiv vyshch. med. navch. zakl. III-IV rivniv akredytatsii (2008). /Za zah. red. P.O. Bezuhloho. Vinnytsia : NOVA KNYHA [in Ukrainian].

9. Derzhavna farmakopeia Ukrainy (2004). 1-e vyd. Dopovnennia 1. Kharkiv : RIREH [in Ukrainian].

Статтю надіслано до редколегії 21.02.2024 р.

Статтю рекомендовано до друку 10.03.2024 р.