

КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.

1. Актуальність теми

Усі біологічні рідини організму: кров, внутрішньоклітинна рідина, лімфа, сеча, спинномозкова рідина та інші є складними дисперсними системами. Для них дуже важливими факторами є сталість рН, електролітного та білкового складу. Зміна цих параметрів може призвести до коагуляції гідрофобних частинок, еритроцитів та білків.

Коагуляційні процеси відбуваються й при зсіданні крові – комплексі ферментативних реакцій, що, з одного боку, забезпечують мінімальну втрату крові, а з другого – викликають утворення тромбів у кровоносних судинах.

У багатьох випадках у клінічних лабораторіях виконують комплекс аналізів по дослідженню зсідання крові (коагуляційного гемостазу), а до складу загального клінічного аналізу крові входить визначення ШОЕ (швидкості осідання еритроцитів).

Знання особливостей коагуляційних процесів важливі при консервації й зберіганні крові, застосуванні сучасних тромборезистентних матеріалів.

Явище колоїдного захисту має велике значення для нормального функціонування організму. Білки, полісахариди та деякі інші природні полімери адсорбуються на поверхні колоїдних гідрофобних частинок, збільшують їх гідрофільність і підвищують стабільність, захищаючи від коагулюючої дії електролітів. Частинки жиру, холестерину, нерозчинних фосфатів, уратів та оксалатів кальцію знаходяться в рідинах організму в такому “захищеному” стані. Захисна дія білків сприяє підвищенню концентрації нерозчинних речовин: протеїни сироватки крові збільшують “розчинність” кальцій карбонату майже в п’ять разів, високий вміст в молоці кальцій фосфату також пов’язаний з захисною дією білків. Деякі патологічні процеси, а також старіння організму змінюють концентрацію та захисні властивості білків і полісахаридів, що призводить до утворення холестеринових бляшок на стінках судин, каменів у нирках, сечовому та жовчному міхурах.

Явище колоїдного захисту використовується при виготовленні лікарських засобів. У медицині широко застосовують золі срібла (коларгол, протаргол, лізергін), золота, ртуті та радіоактивних ізотопів, які захищені альбумінами, казеїном, желатиною, декстрином і пектинами.

Компетентності навчання, формуванню яких сприяє дисципліна.

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, здатність вчитися і бути сучасно навченим.

Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Здатність спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.

Здатність до вибору стратегії спілкування; здатність працювати в команді; навички міжособистісної взаємодії.

Здатність до здійснення саморегуляції та ведення здорового способу життя, здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Здатність до оцінювання результатів лабораторних та практичних досліджень.

Здатність розв'язувати типові задачі та вирішувати практичні проблеми у процесі навчання.

2. Конкретні цілі

Пояснювати фізико-хімічні основи коагуляції колоїдних розчинів та визначення порогу коагуляції.

3. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція)

Назви попередніх дисциплін	Отримані навички
1. Хімія (шкільний курс)	Мати уявлення про полімери. Вміти характеризувати йони (заряд, радіус).
2. Медична біологія	Білки і полісахариди як природні полімери
3. Українська мова за професійним спрямуванням	Володіти знаннями рідної мови. Бути здатним спілкуватися рідною мовою як усно, так і письмово.
4. Безпека життєдіяльності, основи біоетики та біобезпеки	Прагнути до збереження навколишнього середовища

4. Завдання для самостійної роботи під час підготовки до заняття та на занятті.

4.1. Перелік основних термінів, параметрів, характеристик, які повинен засвоїти студент при підготовці до заняття:

Термін	Визначення
1. Стійкість дисперсної системи	Це здатність зберігати незмінними розміри частинок дисперсної фази та їх рівномірний розподіл в дисперсійному середовищі.
2. Коагуляція	Це процес зменшення дисперсності системи за рахунок укрупнення частинок дисперсної фази.
3. Поріг коагуляції	Це мінімальна концентрація електроліту, що спричиняє явну коагуляцію золю.
4. Правило Шульце-Гарді	Коагулюючу дію виявляють не всі йони електроліту, а лише той йон, який має заряд протилежний знаку

	заряду колоїдної частинки (гранули).
5. Гетерокоагуляція	Це агрегація частинок, що відрізняються за складом або величиною.
6. Колоїдний захист	Явище підвищення стійкості золів шляхом додавання високомолекулярних сполук (ВМС).
7. Захисне число	Маса (в міліграмах) сухої високомолекулярної речовини, яка здатна захистити 10 мл золю від коагуляції при добавлянні до нього 1 мл розчину натрій хлориду з масовою часткою NaCl, що дорівнює 10%.
8. Грубодисперсні системи	Це системи, в яких частинки дисперсної фази мають розмір $10^{-4} - 10^{-7}$ м.
а) аерозолі	Це дисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем та рідкою або твердою дисперсною фазою.
б) суспензії	Це грубодисперсні системи з твердою дисперсною фазою і рідким дисперсійним середовищем.
в) емульсії	Це дисперсні системи, які складаються з двох рідин різної полярності, що не змішуються.

4.2. Теоретичні питання до заняття:

1. Кінетична та агрегативна стійкість ліозолей. Фактори стійкості.
2. Коагуляція. Механізм коагулюючої дії електролітів.
3. Поріг коагуляції, його визначення.
4. Правило Шульце-Гарді.
5. Процеси коагуляції при очистці питної води та стічних вод.
6. Колоїдний захист.
7. Класифікація аерозолів, методи одержання.
8. Властивості аерозолів.
9. Застосування аерозолів в клінічній та санітарно-гігієнічній практиці.
10. Токсична дія деяких аерозолей. Порошки.
11. Суспензії, методи одержання та властивості.
12. Пасти, їх медичне застосування.
13. Емульсії, методи одержання та властивості.
14. Типи емульсій. Застосування емульсій в клінічній практиці.
15. Емульгатори. Біологічна роль емульгування.
16. Напівколоїдні мила, детергенти. Міцелоутворення у розчинах напівколоїдів.

Зміст теми:

1. Кінетична та агрегативна стійкість ліозолей. Фактори стійкості.

Стійкість дисперсної системи – це здатність зберігати незмінними розміри частинок дисперсної фази та їх рівномірний розподіл в дисперсійному середовищі.

Кінетична (седиментаційна) стійкість зумовлена здатністю системи протидіяти осіданню (седиментації) частинок під дією сили тяжіння.

Агрегативна стійкість – це здатність системи зберігати незмінним початковий розмір частинок дисперсної фази, тобто протидіяти злипанню (агрегації) частинок.

Фактори стійкості:

- 1) електростатичний (зумовлений наявністю заряду колоїдних частинок);
- 2) сольватний (зумовлений утворенням на поверхні частинок сольватних шарів);
- 3) ентропійний (виникає внаслідок адсорбції ПАР на поверхні частинок);
- 4) структурно-механічний (виникає внаслідок адсорбції поверхнево-активних речовин, таких як білки, глікозиди, похідні целюлози, мила).

2. Коагуляція. Механізм коагулюючої дії електролітів.

Коагуляція – це процес зменшення дисперсності системи за рахунок укрупнення частинок дисперсної фази.

Можливі два механізми коагуляції:

1. Нейтралізаційна (адсорбційна) коагуляція золів відбувається при додаванні електролітів, йони яких мають заряд, протилежний до заряду потенціал визначальних йонів колоїдних частинок.
2. Концентраційна коагуляція золів спостерігається при додаванні електролітів, які не можуть адсорбуватись на частинках.

Коагуляцію, викликану сумішами двох чи більше електролітів, супроводжують такі явища:

- 1) адитивність – сумарна коагулююча дія електролітів;
- 2) антагонізм – послаблення коагулюючої дії одного йона при наявності іншого;
- 3) синергізм – підсилення коагулюючої дії одного електроліта іншим.

3. Поріг коагуляції, його визначення.

Поріг коагуляції – це мінімальна концентрація електроліту, що спричиняє явну коагуляцію золю.

Обчислюють поріг коагуляції за формулою:

$$C_{\text{пор}} = \frac{V_{\text{ел}} \cdot C_{\text{min}}}{V_{\text{золю}} + V_{\text{ел}}}$$

де $C_{\text{пор}}$ – поріг коагуляції, ммоль/л;

$V_{\text{ел}}$ – об'єм електроліту, що спричинив коагуляцію, мл;
 C_{min} – молярна концентрація еквівалента електроліту, ммоль/л;
 $V_{\text{золю}}$ – об'єм золю, мл.

4. Правило Шульце-Гарді.

Правило Шульце-Гарді:

Коагулюючу дію виявляють не всі йони електроліту, а лише той йон, який має заряд протилежний знаку заряду колоїдної частинки (гранули). Коагулююча сила йона електроліту збільшується зі збільшенням його заряду.

5. Процеси коагуляції при очистці питної води та стічних вод.

Гетерокоагуляція – це агрегація частинок, що відрізняються за складом або величиною. Гетерокоагуляція лежить в основі методу очищення води. На водоочисних станціях до води додають солі алюміній сульфату або ферум (III) хлориду. Вони є добрими коагуляторами. Ці солі не тільки зменшують агрегативну стійкість системи внаслідок зниження електростатичного бар'єру негативно заряджених частинок ґрунту, мікрофлори тощо, але викликають і гетерокоагуляцію, причому це роблять не самі солі, а продукти їх гідролізу, які утворюють позитивно заряджені солі ферум (III) та алюміній гідроксидів.

1. Колоїдний захист.

Явище підвищення стійкості золів шляхом додавання високомолекулярних сполук (ВМС) називають **колоїдним захистом**. Здатність ВМС захищати золі від коагуляції кількісно характеризують **захисним числом**.

Захисне число дорівнює масі (в міліграмах) сухої високомолекулярної речовини, яка здатна захистити 10 мл золю від коагуляції при добавлянні до нього 1 мл розчину натрій хлориду з масовою часткою NaCl, що дорівнює 10%.

Біологічна роль колоїдного захисту

Кров і сеча є захищеними колоїдами. Білки захищають гідрофобні частинки кальцій карбонату і кальцій фосфату, холестеролу, краплинки жиру та інших малорозчинних у воді речовин від коагуляції.

2. Класифікація аерозолів, методи одержання.

Грубодисперсні системи – це системи, в яких частинки дисперсної фази мають розмір $10^{-4} - 10^{-7}$ м.

До них належать аерозолі, суспензії, емульсії.

Аерозолі – це дисперсні системи з газоподібним дисперсійним середовищем та рідкою або твердою дисперсною фазою.

Класифікацію аерозолей проводять за розмірами частинок та за фазовим станом дисперсної фази, а також за методами одержання.

За агрегатним станом дисперсної фази розрізняють: тумани – системи, в яких дисперсною фазою є рідина; дими і пил – з твердою дисперсною фазою. Аерозолі, що утворені при згорянні твердих чи рідких речовин, які є одночасно і димом, і туманом, називають **смогом**.

Відповідно до методів одержання аерозолі поділяють на диспергаційні та конденсаційні. Методи диспергації базуються на подрібненні твердих тіл

або розпиленні рідин. За допомогою методів диспергації одержують аерозолі з різними розмірами частинок дисперсної фази. Високодисперсні аерозолі, що практично однорідні за розмірами частинок, отримують методами конденсації.

8. Властивості аерозолів.

Для аерозолів характерні такі фізичні явища, як фотофорез, термофорез та термопреципітація.

Фотофорез — це спрямований рух частинок дисперсної фази в аерозолях в напрямку світлового променя.

Термофорез — це явище спрямованого руху частинок дисперсної фази аерозолі від нагрітих тіл.

Термопреципітація — це процес осадження частинок дисперсної фази аерозолі на холодних поверхнях внаслідок термофорезу.

9. Застосування аерозолів в клінічній та санітарно-гігієнічній практиці.

Аерозолі широко застосовують в медичній практиці. При лікуванні інфекційних захворювань легенів, а також при запаленнях верхніх дихальних шляхів використовують інгаляції різними антибіотиками (пеніциліну, стрептоміцину, гентаміцину тощо). Фармакологічні препарати в формі аерозолів дуже зручні для введення ліків за допомогою інгаляцій.

10. Токсична дія деяких аерозолей. Порошки.

Промислові аерозолі, які утворюються в процесі видобування руд та вугілля, подрібненні матеріалів, виробництві цементу та спалюванні палива, завдають шкоди природі та загрожують здоров'ю людини.

Порошки — це грубодисперсні системи з твердою дисперсною фазою в газоподібному дисперсійному середовищі.

11. Суспензії, методи одержання та властивості.

Суспензії — це грубо дисперсні системи з твердою дисперсною фазою і рідким дисперсійним середовищем.

Методи одержання суспензій — диспергаційні та конденсаційні.

Суспензіям не властива дифузія, осмос, броунівський рух. Світло, проходячи через суспензію не розсіюється, а відбивається.

12. **Пасти** — це грубо дисперсні системи з великою концентрацією твердої дисперсної фази (25 – 75%) у рідкому дисперсійному середовищі. Пасти мають велику в'язкість та міцність.

Пасти переважно застосовують зовнішньо у стоматології, дерматології, косметології.

13. Емульсії, методи одержання та властивості.

Емульсії — це дисперсні системи, які складаються з двох рідин різної полярності, що не змішуються.

Методи одержання емульсій

- диспергування (збовтування, перемішування);
- ультразвукове диспергування;
- конденсація.

Емульсії агрегативно нестійкі, і краплини дисперсної фази самовільно зливаються. Цей процес називають **коалесценцією**. Вона призводить до повного розшарування емульсії на дві фази.

В емульсіях також можливе утворення агрегатів декількох краплин, які не зливаються, а існують індивідуально, і за певних умов можуть розпастися. Цей процес називають **флокуляцією**.

Агрегативна нестійкість емульсій призводить до **седиментації**, внаслідок чого краплини дисперсної фази осідають або спливають в залежності від їх дисперсності, різниці в густині та в'язкості фаз, що їх утворили.

14. Типи емульсій. Застосування емульсій в клінічній практиці.

Розрізняють два типи емульсій:

Прямі (емульсії першого роду), в яких дисперсною фазою є масло, а дисперсійним середовищем — вода. Вони позначаються через м/в.

Зворотні (емульсії другого роду), що складаються з неполярного дисперсійного середовища (масла) та полярної дисперсної фази (вода). Вони позначаються через в/м.

15. Емульгатори. Біологічна роль емульгування.

Емульгатори – це поверхнево-активні речовини, високомолекулярні сполуки, додавання яких до емульсії сприяє підвищенню її стійкості.

Біологічна роль емульгування.

При перетравлюванні жирів їжі спостерігається їх самочинне емульгування солями жовчних кислот, що поступають із печінки через жовчовивідні протоки в кишечник.

У медицині лікарські речовини у вигляді емульсії М/В використовують для внутрішнього вживання та для ін'єкції, а емульсії В/М – для зовнішнього.

16. Напівколоїдні мила, детергенти. Міцелоутворення у розчинах напівколоїдів.

Напівколоїди при малих концентраціях утворюють істинні розчини, а при збільшенні концентрації – міцелярний колоїдний розчин. Цей процес самочинний і оборотний.

Детергенти – це поверхнево-активні синтетичні мийні засоби .

Солюбілізація – це процес колоїдного розчинення в міцелярних системах сполук, не розчинних у певному розчиннику.

Матеріали для самоконтролю:

А. Завдання для самоконтролю:

1. Вказати фактори, що зумовлюють стійкість колоїдних розчинів:

1 – знак заряду частинки;

4 – вид йонів у дифузному шарі;

2 – величина заряду частинки;

5 – броунівський рух колоїдних частинок;

3 – товщина дифузного шару;

6 – величина електрокінетичного потенціалу.

а) 1, 2, 3, 6;

б) 2, 3, 5, 6;

в) 1, 2, 4, 5;

г) 1, 3, 4, 5.

2. Вибрати фактори, що викликають коагуляцію золю:

1 – зміна температури;

4 – додавання електроліту;

- 2 – додавання розчинника; 5 – додавання водовіднімаючих засобів.
3 – зміна тиску;
а) 1, 2, 3; б) 1, 3, 4; в) 1, 4, 5; г) 2, 3, 5.

3. Вибрати фактори, від яких залежить поріг коагуляції та коагулююча здатність йонів:

- а) концентрація йона; в) заряд йона;
б) ступінь гідратації йона; г) температура.

4. Вибрати правильну характеристику явища антагонізму йонів при взаємній коагуляції:

- а) неможливість йонів існувати одночасно в одному розчині внаслідок реакції між ними;
б) зниження розчинності йонів при спільній присутності в розчині;
в) зниження порогів коагуляції йонів при спільній коагуляції;
г) зниження коагулюючої здатності йонів при спільній коагуляції.

5. Вибрати відповідь, що правильно пояснює суть захисної дії ВМС:

- а) молекули ВМС адсорбуються на поверхні колоїдних частинок і збільшують їх розміри, підвищуючи стабільність колоїдної системи;
б) молекули ВМС, одночасно адсорбуючись на декількох колоїдних частинках, сприяють утворенню більших за розмірами агрегатів;
в) молекули ВМС адсорбують на своїй поверхні йони електролітів, запобігаючи коагуляції колоїдної системи;
г) молекули ВМС, адсорбуючись на поверхні колоїдних частинок, сприяють утворенню більшої за розмірами гідратної оболонки.

6. Вибрати речовини, які в організмі людини виконують захисну дію:

- а) електроліти; б) холестерин; в) білки; г) полісахариди.

Б. Задачі для самоконтролю:

1. Золь ферум(III) гідроксиду, часточки якого заряджені позитивно коагулюють електролітами. Який з наведених електролітів має найбільшу здатність до коагуляції

- а) натрію фосфат
б) калію хлорид
в) алюмінію карбонат
г) феруму(II) сульфат
д) алюмінію нітрат

2. Вказати, до якого електрода будуть рухатися частинки золю при електрофорезі, якщо при дослідженні коагуляції цього золю одержані такі значення порогів коагуляції для електролітів (ммоль/дм³):

K_3PO_4 – 0,02; $MgSO_4$ – 1,50; $FeCl_3$ – 201,3.

- а) до катода; б) частинки не рухаються;
в) до анода; г) визначити неможливо

3. Фармацевтичний препарат протаргол – це колоїдний розчин оксиду срібла. Для підвищення його агрегативної стійкості до нього додають високомолекулярні сполуки (білки). Користуючись величинами срібного числа (в мг) виберіть ВМС, яка матиме найбільшу захисну дію

- а) желатин – 0,035 мг;
б) яєчний альбумін – 2,5;
в) гемоглобін – 0,25 мг;
г) сапонін – 35,0 мг;
д) декстрин – 100,0 мг.

Література

Основна

1. Медична хімія: підручник для ВНЗ / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук – К. ВСВ «Медицина», 2013 – 328с. (С. 230 – 244).
2. Медична хімія / В.О. Калібабчук, Л.І. Грищенко, В.І. Галинська, С.М. Гождзінський, Т.О. Овсянікова, В.А. Самарський. – К. «Інтермед», 2006, – 460с. (С. 271 – 286).
3. Харченко С. В. Медична хімія. – Полтава:Полтавський літератор, 2014. – 212 с. (С. 178 – 181).

Додаткова

1. Музиченко В.П. Медична хімія. Медицина (Київ). – 2010. – 496 с.
2. Миронович Л.М. Медична хімія: Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2008. – 159 с. (С. 139 – 143).
3. Миронович Л. М. Медична хімія : навч. посібник / Л. М. Миронович, О. О. Мардашко. - К. : Каравела, 2007. - 168 с.
4. Мороз А.С. Медична хімія : підручник / , Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська. - Вінниця : Нова книга, 2006. - 776 с. (С. 658 – 671)

Інформаційні ресурси: