

COLIPHAGE ABSORPTION-ELUTION WITH POLYMER COAGULANTS

Korchak G.I., Surmasheva Ye.V., Mikhienkova A.I.

АДСОРБЦІЯ-ЕЛЮЦІЯ КОЛІФАГІВ ПОЛІМЕРНИМИ КОАГУЛЯНТАМИ



**КОРЧАК Г.І.,
СУРМАШЕВА О.В.,
МІХІЄНKOBA Г.І.**

ДУ "Інститут гігієни
та медичної екології
ім. О.М. Марзєєва
Академії медичних наук
України"

УДК 578.82:578.835:614.777-078

**АДСОРБЦИЯ-ЭЛЮЦИЯ
КОЛИФАГОВ ПОЛИМЕРНЫМИ
КОАГУЛЯНТАМИ**

**Корчак Г.И.,
Сурмашева Е.В.,
Михиенкова А.И.**

Изучен процесс адсорбции-элюции коагулянтами оксихлорид алюминия и сульфат алюминия колифагов T₂ та MS₂, которые были использованы как модель энтеральных вирусов. Установлена эффективная адсорбция фагов из воды оксихлорид алюминием и незначительный эффект элюции колифагов из частиц продуктов гидролиза коагулянта (на уровне 0,1-3,7% исходной величины), что рассматривается как наличие антивирусной активности у оксихлорид алюминия. Изучено влияние на элюцию состава элюента, pH, фазы процесса гидролиза коагулянта. Дана высокая оценка антивирусной активности полимерных коагулянтов.

Проведення вірусологічних досліджень води різного походження зазвичай пов'язане з необхідністю попереднього виділення вірусів із значних об'ємів води у малі, які потім підлягають дослідженню, тобто проведення процедури концентрації вірусів. Така потреба зумовлена низькою концентрацією вірусів у водних об'єктах, що насамперед стосується питної води, де у більшості випадків середній показник кількості вірусів не перевищує 10⁻² бляшкотвірних одиниць (БТО/л) [1]. Об'єм води для дослідження визначають виходячи з діючих у країні стандартів, і цей об'єм коливається у межах від 10 л до 1000 л питної води. Природно, що такий об'єм води не може бути безпосередньо досліджений за допомогою вірусологічних та молекулярно-біологічних методів без етапу концентрації збудників у малому об'ємі води. Кінцевий об'єм проби для вірусологічних досліджень становить 0,1-10 см³, залежно від мети та використаних методів.

Нині найчастіше використовують два методи: адсорбцію-елюцію на різному субстраті та ультрафільтрацію [2-13]. Усі методи концентрування вірусів мають свої переваги та недоліки, тому пошук нових адсорбуючих речовин та елюентів, вдосконалення існуючих методів виділення вірусів з великих об'ємів води залишаються актуальними завданнями санітарної вірусології.

Метою роботи було вивчення адсорбуючих властивостей поліалюмінієвих коагулянтів, підбір елюентів та дослідження механізмів адсорбції та елюції вірусів.

Матеріали і методи дослідження. Останніми роками у процесі водопідготовки за-

мість сірчаноокислого алюмінію з успіхом застосовують поліалюмінієві коагулянти, в основному це оксихлорид алюмінію (ОХА₇₈, ОХА₆₈) та оксихлорид сульфаталюмінію (ОХСА). ОХА відомий під різними назвами, зокрема поліалюмінію хлорид, хлоргідроксид алюмінію, хлорид алюмінію тощо і має загальну формулу Al(OH)_mCl_{3n-m}. Під час обробки води поліалюмінієвими коагулянтами утворюються мономерні, полімерні та різні аморфні структури. Вони мають такі переваги перед традиційними алюмінієвими коагулянтами: високу ефективність видалення з води органічних сполук та зменшення її кольоровості, економічність (2-6 мг/л за Al₂O₃), сумісність з усіма лужними реагентами, добру розчинність за будь-якої температури, особливо за низької, суттєве підвищення ефективності дії у разі застосування разом з флокулянтами. Цим не вичерпуються усі переваги ОХА, який став достатньо відомим коагулянтом. Вивчено ефективність застосування ОХА для видалення органічних та неорганічних сполук. На жаль, не досліджено його властивості як засобу очищення води від вірусів, тобто їх видалення. Нами [14-16] вперше досліджено деякі аспекти механізму процесу адсорбції вірусів пластівцями продуктів гідролізу поліалюмінієвих коагулянтів, точніше кажучи, умов, які впливають на ефективність цього процесу. Встановлено, що у досліджених об'ємах води видалення вірусів може сягати 100%. Найбільш ефективним був ОХА₇₈, тобто він може бути ефективною речовиною для концентрації вірусів. Разом з тим не вивчено такий важливий аспект, як елюція вірусів з часток продуктів гідролізу коагулянту.

З урахуванням викладеного нами вивчено процес адсорбції-елюції модельних вірусів — коліфагів T₂ та MS₂ — з використанням ОХА₇₈. За своєю будовою коліфаг MS₂ дуже близький до вірусу гепатиту А і поліовірусу. Як і вказані представники ентеровірусів, він має розмір близько 27 нм, за формою нагадує двадцятигранник, нуклеїнова кислота являє собою одноланцюжкову РНК, не має оболонки. Коліфаг T₂ має більші розміри та складнішу будову: складається з головки та хвоста з шістьма хвостовими нитками, розмір головки становить 125x81 нм, має дволанцюжкову ДНК та оболонку.

У процесі проведення експериментальних досліджень вивчено ефективність різних елюентів при елюції вірусів з ОХА, вплив рН на ефективність процесу та інших його складових.

Для з'ясування деяких особливостей сторін адсорбції та елюції вірусів паралельно вважали за доцільне досліджувати цей процес за умов застосування сульфату алюмінію СА (традиційного коагулянту на водочисних спорудах в Україні).

Дослідження виконували за такою методикою. У два флакони зі стерильною водопровідною водою, (об'ємом по 100 мл) вносили кишковий бактеріофаг T₂ чи MS₂ з розрахунку сотні та тисячі БТО/мл. Вміст флаконів інтенсивно перемішували за допомогою Vortex. Відбирали проби для встановлення кількості внесеного бактеріофага. В один флакон вносили досліджуваний коагулянт (ОХА₇₈) з розрахунку 0,1 та 0,01%, у другий — СА — 0,2 та 0,1% за Al₂O₃. Проводили корекцію рН до величини 5,9-6,0.

Проби перемішували склянкою паличкою зі швидкістю 1 об/с протягом 1 хв. і залишали на 10 хв. для контакту коагулянтів з бактеріофагами. Після цього проби центрифугували зі швидкістю 2000 об/хв протягом 20 хв. Відбирали надосадову рідину для встановлення ступеня адсорбції фагу коагулянтами у відсотках. Надосадову рідину виливали, до осаду додавали 10 мл того чи іншого елюенту, струшували 10 хв., знов центрифугували і визначали кількість БТО/мл фагу в елю-

COLIPHAGE ABSORPTION-ELUTION WITH POLYMER COAGULANTS Korchak G.I., Surmashva Ye.V., Mikhienkova A.I.

An absorption-elution process with Aluminum oxychloride and Aluminum sulphate coagulants of the T₂ and MS₂ coliphages, used as a model of enteral viruses, was studied.

Effective phage absorption with Aluminum oxychloride from the water and insignificant effect of coliphage elution from the products of coagulant hydrolysis (at the level of 0,1-3,7% of base value) has been determined. It is considered as a presence of antiviral activity in Aluminum chloride. Impact of eluent content, pH, phase of coagulant hydrolysis process on the elution were studied. A high assessment of antiviral polymer coagulant activity is presented.

енті та вираховували ефективність елюції у відсотках до вихідної величини. Кількість БТО/мл фага визначали двошаровим агаровим методом [17].

Результати досліджень та їх обговорення. Результати вивчення ефективності видалення фагів коагулянтами з води подано у табл. 1.

Вихідна кількість фагів T₂ та MS₂ була на рівні 2,7-4,8x10⁹ БТО/мл. Активність ОХА₇₈ у дозі величиною 0,1% була достатньо високою, а у надосадовій рідині у деяких серіях дослідів фіксували наявність лише десятків БТО/мл обох представників кишкових бактеріофагів. Значно гірші результати були отримані у тому разі, коли доза ОХА₇₈ становила 0,01%.

Таким чином, щодо ОХА₇₈ основною робочою дозою вважали дозу 0,1%. Дозу 0,01% використовували у подальшому для порівняння впливу величини дози коагулянта на процеси, які вивчали.

СА проявляв значно нижчу активність стосовно коліфагів T₂. Але, як уже відзначалося, СА використовували для з'ясування деяких питань щодо механізмів взаємодії вірусів з продуктами гідролізу коагулянтів та для порівняльної оцінки цих реагентів стосовно їхньої ефективності в очищенні води від вірусів.

Відомо, що елюція вірусів, які можна розглядати як великі

молекули білків, зростає із збільшенням в'язкості розчинів елюентів та рН. Тому застосували соєво-триптиказний бульйон, м'ясо-пептонний бульйон (МПБ) з додаванням Na₂HPO₄ у різних комбінаціях (МПБ одинарної та подвійної концентрації з 4, 8, 10% Na₂HPO₄ за рН від 8,6 до 9,2).

Для елюції фагів застосували також нетрадиційну сполуку — Трилон Б (натрієву сіль етилендіамінтетрауксусної кислоти), який у лужному середовищі утворює комплексні сполуки з іонами металів. Використовували його у розбавленні 1:3 та 1:9, доводили рН до 9,2. Крім того, розчиняли у 4% та 10% Na₂HPO₄ з соєво-триптиказним бульйоном в одинарній та подвійній концентрації, а також вводили у МПБ з 10% Na₂HPO₄.

Загалом було застосовано 10 елюентів. Найбільший ефект отримали у разі застосування МПБ у дворазовій концентрації з 10% Na₂HPO₄ за рН 9,2. Подальші дослідження провадили саме з цим елюентом.

У разі застосування Трилону Б не одержали очікуваного результату. Трилон Б не вступав у взаємодію з алюмінієм і не відбувалося вивільнення фагу з утвореного комплексу (оксид алюмінію + фаг).

Ефективність визначеного нами елюенту МПБ-2х + 10%

Таблиця 1

Ефективність видалення коліфагів коагулянтами ОХА₇₈ та СА

Коагулянт, дози за Al ₂ O ₃ (%)	Коліфаг T ₂	Коліфаг MS ₂
	% адсорбції	% адсорбції
ОХА ₇₈ 0,1	100-99,3	100-98,7
ОХА ₇₈ 0,01	68-50	не досліджували
СА 0,2	61,1	100-92,6
СА 0,1	не досліджували	100-85,9

Na_2HPO_4 за рН 9,2 було вивчено у порівняльних дослідженнях з адсорбції-елюції коліфагів T_2 та MS_2 за умов застосування коагулянтів ОХА₇₈ та СА. Вихідна концентрація фагів у цих серіях досліджень становила сотні та тисячі БТО/мл, коагулянтів — ОХА — 0,1%, СА — 0,1% та 0,2%.

Встановлено 100% видалення фагу MS_2 з води коагулянтном ОХА. Елюція ж відбувалася на рівні 0,1-0,8% від вихідної величини, що становило 70-345 БТО/мл, тобто 99,2-99,9% бактеріофагу не вдавалося вивільнити з комплексу коагулянт+фаг.

Аналогічну картину отримали під час дослідження ефективності взаємодії фагу T_2 з ОХА у процесі коагуляції і подальшої елюції. Елюція коливалась у межах 0,57-3,70%. Залишалося 96,30-99,43% фагу T_2 в осаді, який не можна було відокремити від пластівців осаду коагулянту.

Посіви осаду коагулянту за двошаровим агаровим методом дали негативний результат. Корпускули фагу, які опинялися між частинками продукту гідролізу коагулянту,

втрачали свою активність і не могли інфікувати клітини хазяїна, у даному разі *E.coli* С чи *E.coli* K_{12} .

У разі порівняння результатів елюції фагів MS_2 та T_2 за коефіцієнтом Ст'юдента не виявлено значимої різниці, $t=1,49$, $p>0,05$.

Іншими були результати вивчення процесів адсорбції та елюції коліфагів коагулянтном СА. Більш результативним було видалення з води цим коагулянтном коліфагу MS_2 — 96-100%. Коліфаг T_2 видалявся СА з води лише на 38,8-61,0%. Водночас взаємодія СА з фагом T_2 була менш стійкою, порівняно з фагом MS_2 : вдалося елювати 47,37-57,42% фагу T_2 від кількості взятого для дослідження. Різниця ефектів елюції фагів T_2 та MS_2 була статистично значимою $t=50,35$, $p<0,001$.

Відомо, що початкова фаза коагуляції є найбільш активною у видаленні органічних і неорганічних часток. Віруси не є виключенням. Утворюється комплекс між трьохвалентним іоном алюмінію та поверхневими білками віріону вірусу. Порівняння результатів елюції фагів з часток гідролізу СА та ОХА свідчить про більш виражену адсорбцію оксихлоридом алюмінія, тобто у разі взаємодії фагів з попередньо гідролізованою сіллю оксихлориду алюмінію.

Часткова чи майже цілковита неможливість виділити фаги з осаду ОХА трактується авторами [18] як знезараження вірусів коагулянтами, з чим можна не погодитися, оскільки не з'ясовано механізм вза-

ємодії, а звідси — й оцінку кінцевого результату: відбувається загибель вірусів чи втрата ними здатності інфікувати клітину хазяїна. В останньому випадку вірус зберігає свою життєздатність і за певних умов не виключається можливість відновлення його інфекційності.

Виявлене явище, тобто виражена взаємодія часток продуктів гідролізу коагулянтів з фагами, що унеможливує інфікування вірусами клітин хазяїна (ми так вважаємо на даному етапі досліджень), має суттєве значення у медицині взагалі і особливо у гігієні. Тому одним із завдань було дослідження деяких складових процесу адсорбції-елюції коліфагів у коагуляційній системі.

На функціонування коагуляційної системи, до складу якої входять вода, коагулянт, бактеріофаг, впливає багато факторів. Насамперед, до них належать фізико-хімічні характеристики часток продуктів гідролізу коагулянту даного типу, домішки водного середовища, властивості оболонки вірусу, а також супутні умови, в яких відбувається взаємодія складових системи (рН, температура, іонна сила, лужність, кількість коагулянту та вірусу, тривалість контакту тощо). Від механізму взаємодії коагулянту та вірусу залежить кінцевий результат (віруліцидна дія коагулянту чи втрата інфекційності вірусом) та ефективність елюції.

З огляду на можливий механізм взаємодії можна відокремити три складових:

□ гідроліз коагулянту із захопленням вірусів частками продуктів гідролізу;

□ електростатичну взаємодію катіона алюмінію та поверхні вірусу;

□ хімічну взаємодію алюмінію з пептидами віріона.

В усіх випадках відбувається утворення комплексів та агрегація утворених асоціантів.

Адсорбція може бути специфічною та неспецифічною. Відомо, що для поліалюмінію (у даному випадку ОХА) характерна неспецифічна адсорбція, оскільки йому притаманна підвищена активність до мікрочасток розчинів, і віруси не є винятком. Якщо відбувається звичайне захоплення вірусів, то можливе їх вивільнен-



Примітка: * — контроль фагу T_2 — 106 БТО/мл.

ня після розчинення поліалюмінію. Якщо переважаючою є хімічна взаємодія алюмінію з пептидами вірусу, то білок при цьому незворотно денатурує, і відокремити вірус від алюмінію неможливо, вірус втрачає свою життєздатність.

Виходячи з цих міркувань поставили завдання встановити вплив рН на життєздатність фагів та фази процесу гідролізу коагулянтів, яку вважають більш значимою і для адсорбції, і для елюції.

Передусім, дослідили вплив на життєздатність фагів T_2 та MS_2 водного середовища з рН 5,0; 5,2; 5,4; 5,8; 6,0; 6,2, за наявності якої активно відбувається адсорбція.

На рис. 1 подано коливання кількості фагів T_2 за період спостереження. Можна стверджувати, що динаміка, як така, відсутня. Кількість фагів за усіх значень рН та за плином часу була практично незмінною.

Рис. 2 відображає результати виживання фагу MS_2 у таких саме умовах експерименту. Насамперед необхідно відзначити, що вже негайно кількість фагу зменшилася, порівняно з контролем, у 2-4 рази, залежно від значень рН. Найбільш негативно впливала рН у діапазоні 5,4-6,0. Можливо, це пов'язано з ізоелектричною точкою коліфагу MS_2 , і за вказаних рН відбувається часткова денатурація протеїнів оболонки.

Про меншу життєздатність коліфага MS_2 , порівняно з T_2 , свідчать статистичні показники ($t=11,83-14,85$).

Отримані результати свідчать про те, що коліфаг T_2 є більш привабливою вірусною моделлю, у разі якої використовують, а також вказують на необхідність вивчення механізму процесу коагуляції з фагом MS_2 за рН вище 6,0, що і виконували у подальшому.

Наступним етапом було дослідження впливу фази утворення продуктів гідролізу на ефективність видалення вірусів та їх елюцію з осаду, тобто намагалися з'ясувати вплив процесу гідролізу на силу взаємодії між вірусами та частками продуктів гідролізу зважаючи на те, що перша фаза гідролізу, тобто процес, який відбувається одразу після внесення коагулянту, вважається найбільш ефективним.

63*E&H

У попередніх досліджах вносили у воду той чи інший фаг, а потім коагулянт, тобто перша фаза гідролізу проходила за наявності фагів, і взаємодія відбувалася миттєво (фаг у надосадовій рідині не визначався вже за 10 хв.). На цьому етапі досліджень фаг вносили у воду за 4 доби після додавання коагулянту: до флаконів з 0,1% ОХА та з 0,2% СА, де вже закінчився процес гідролізу, додавали бактеріофаг MS_2 чи T_2 , перемішували, потім центрифугували та здійснювали елюцію, як у попередніх дослідках. Результати, отримані з фагом MS_2 , подано у табл. 2.

Як видно з табл. 2, незважаючи на те, що осад, до якого додали фаг, утворився за 4 доби до моменту додавання фагу, його адсорбція частками гідролізу ОХА та СА була так само ефективною, як і на першій стадії гідролізу. Не змінився також результат елюції з пластівців ОХА, він був на рівні 1,01%. На відміну від ОХА елюція з пластівців СА була значною і сягала 84,80%.

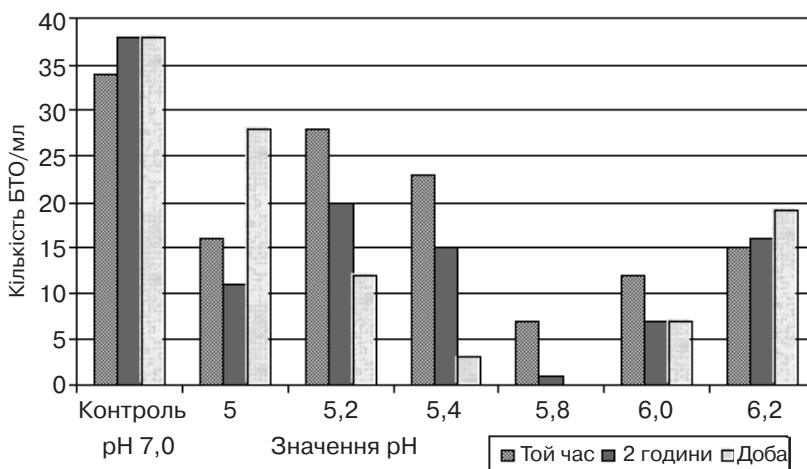
Аналогічні дослідження проведено з фагом T_2 . Отримано такі самі результати. Це вказує на те, що внесення фагів до або після закінчення першої фази гідролізу мало значення лише для СА. Мінявся характер взаємодії фагів з продуктами гідролізу СА, і елюція адсорбованих фагів проходила ефективно. Взаємодія фагу з ОХА була однаково вираженою, незалежно від фази гідролізу, що підтверджує високу активність поліалюмінієвого коагулянту

ОХА до вірусів і надає йому безперечну перевагу.

Щодо механізму взаємодії коліфагів і коагулянтів можна припустити, що гідроліз ОХА після його внесення до коагуляційної системи не впливає на міцність зв'язування бактеріофагів, оскільки ОХА — полімер, який пройшов попередній гідроліз, у той час як СА гідролізує зв'язки $Al-SO_4$ до $Al-OH$ не одразу, а поступово, що відображається на його активності до видалення вірусів та міцності агломератів, які утворюються. Важливе значення у взаємодії ОХА з фагами мають також стеричні ефекти, які пов'язані з тим, що ОХА — полімер і у розчинах має вторинну та третинну структуру і діє як катіонний поліелектроліт. При цьому, можливо, реакційні центри цього полімеру максимально суміщені у просторі з аналогічними центрами вірусів. Тобто на даному етапі вивчення виявленого явища можна надавати перевагу неспецифічній адсорбції фагів на агломераті гідролізованого поліалюмінату. Водночас не можна

Рисунок 2

Вплив різних значень рН на життєздатність коліфагу MS_2 *



Примітка: * — контроль фагу MS_2 — 34 БТО/мл.

дати обґрунтовану оцінку явищу щодо життєздатності коліфагів після їх зв'язування конгломератами частинок продуктів гідролізу коагулянтів. На наш погляд, на даному етапі можна говорити лише про наявність антивірусної активності в ОХА та менш вираженої такої саме активності у СА, яка супроводжується втратою фагами здатності інфікувати клітини хазяїна.

Таким чином, під час пошуку ефективних сорбентів з метою їх використання для концентрації вірусів у разі дослідження великих об'ємів питної води, а саме: використання для цього такого високоактивного коагулянту, як ОХА, виявлено зворотний бік цього процесу — неможливість відокремити віруси від пластівців коагулянту, що є не менш важливим, ніж вирішення методичного питання — концентрації вірусів. Отримані результати дають змогу припуститися думки про наявність антивірусної активності у поліалюмінієвих коагулянтів. Виявлене явище має важливе практичне значення для очистки води від вірусів і не менш важливе — теоретичне, спрямоване на синтез інших полімерних коагулянтів для очистки води та інших рідин, які застосовуються у різних галузях медицини та біології, від вірусів.

Важливо також дати належну оцінку небезпечності осадів,

які утворюються на очисних спорудах у процесі коагуляції у разі застосування ОХА та об'єктивно вирішити питання щодо шляхів їх утилізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дроздов С.Г., Казанцева В.А. Патогенные вирусы и проблемы охраны окружающей среды // Вестник АМН СССР. — 1981. — № 3. — С. 85-93.

2. Payment P., Trudel M. Wound fiberglass depth filters as a less expensive approach for the concentration of viruses from water // Canadian J. Microbiol. — 1985. — Vol. 34. — P. 271-272.

3. Sobsey M., Hickey A. Effects of humic and fulvic acids on poliovirus concentration from water by microporous filters // Appl. Environm. Microbiol. — 1985. — Vol. 49, № 2. — P. 259-264.

4. Influence of salts on virus adsorption to microporous filters / J. Lukasik, T.M. Scott, D. Andryshak, S.R. Farrar // Appl. Environm. Microbiol. — 2000. — Vol. 66 (7). — P. 2914-2920.

5. Katayama H., Shimasaki A., Ohgaki S. Development of a Virus Concentration Method and Its Application to Detection of Enterovirus and Norwalk Virus from Coastal Seawater // Appl. Environm. Microbiol. — 2002. — Vol. 68, № 3. — P. 1033-1039.

6. Haramoto E., Katayama H., Ohgaki S. Detection of Norovirus in tap water in Japan by means of a new Method for Concentrating Enteric Viruses in large volumes of freshwater // Appl. Environm. Microbiol. — 2004. — Vol. 70, № 4.

7. Ширококов В.П. Применение бентонита для концентрирования и очистки ЭВ // Вопр. вирусологии. — 1974. — № 2. — С. 228-233.

8. Григорьева Л.В., Корчак Г.И. К методике концентрации вирус в воде // Гигиена и санитария. — 1977. — № 6. — С. 62-64.

9. Разработка метода индикации энтеровирус в воде различной степени загрязне-

ния с использованием глинистых материалов / Г.А. Багдасарьян, Ц.Б. Веселинова-Стоянова, Л.А. Мышляева, Т.И. Семкина // Научное обоснование гигиенических мероприятий по оздоровлению объектов окружающей среды: Сб. тр. — М., 1983. — С. 99-103.

10. Выделение вирусов из воды с использованием пористых кремнеземов / И.В. Красильников, В.А. Казанцева, О.Е. Иванова и др. // Вопр. вирусологии. — 1985. — № 5. — С. 608-610.

11. Активный оксид алюминия — новый адсорбент для концентрирования кишечных вирусов из воды / Т.В. Амвросьева, О.В. Дьяконова, В.Г. Гудков и др. // Вопросы вирусол. — 1999. — № 2. — С. 92-95.

12. Использование разных сорбентов для концентрирования энтеровирус / Л. Баева, Г. Ширман, В. Гиневская и др. // Журн. гиг., эпидемиол., микробиол., иммунол. — 1990. — Т. 34, № 2. — С. 199-205.

13. Новый метод концентрирования кишечных вирусов, содержащихся в воде / Т.В. Амвросьева, О.В. Дьяконова, Р.М. Шарко и др. // Медицинские новости. — 1998. — № 7. — С. 43-44.

14. Корчак Г.И., Скороход И.Н. Влияние ионной силы и щелочности воды на извлечение модельных вирусов коагулянтами // Химия и технология воды. — 2003. — Т. 25, № 6. — С. 585-593.

15. Скороход И.М. Вплив температури та рН води на процес видалення модельних вірусів коагулянтами // Гігієна населених місць. — 2003. — Вип. 42. — С. 95-100.

16. Корчак Г.И., Скороход И.Н., Сурмашева Е.В. Обоснование модельного значения соматического колифага T₂ при вирусологическом контроле технологии водоподготовки // Гигиена и санитария. — 2006. — № 1. — С. 37-39.

17. Методичні вказівки МВ 10.2.1.-113-2005 "Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води", затв. наказом МОЗ України від 03.02.05 № 60.

18. Virus inactivation in aluminum and polyaluminum coagulation / Y. Matsui, T. Matsushita, S. Sakuma et al. // Environ. Sci. Technol. — 2003. — Nov. 15; 37 (22). — P. 5175-80.

Таблиця 2

Ефективність елюції коліфагів MS₂* у разі їх додавання до осаду коагулянтів

Етап дослідження	ОХА 0,1%	У 5 мл елюента	% елюції	СА 0,2%	У 5 мл елюента	% елюції
I (надосадова рідина)	0 БТО/мл	50 БТО	1,01	4 БТО/мл	4200 БТО	84,80
II (елюція)	10 БТО/мл			840 БТО/мл		

Примітка: * — контроль фагу MS₂ — 4950 БТО/100 мл.