

<https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.5.10>

УДК 678.746

ЛЯШОК І. О., ПЛАВАН В. П., КРЮКОВА О. А., ПОЛУШКІН М. М.,
ШВЕЦЬ В. В., ШАПОВАЛОВА Я. С.

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

ВПЛИВ ПОЛІСАХАРИДІВ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛІВОК ТА ГІДРОГЕЛІВ ПВС НА ОСНОВІ ВОДНОГО ЕКСТРАКТУ РОМАШКИ ЛІКАРСЬКОЇ (*MATRICARIA CHAMOMILLA*)

Мета. Встановити вплив полісахаридів на фізичні властивості плівок та гідрогелів полівінілового спирту (ПВС) на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*.

Методика. Композиції на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* готували при змішуванні розчинів 10% ПВС, 10% крохмалю (Кр) та/або 5% карбоксиметилкрохмалю (КМК) у співвідношенні ПВС/Кр та ПВС/КМК як 1:1. Гідрогелі отримували шляхом одноразового заморожування композицій протягом 24 годин при температурі -15°C , а плівки – способом поливу з подальшим висушуванням при нормальних умовах. Сорбційні характеристики гідрогелів та плівок визначали гравіметричним методом по відношенню до дистильованої води та фізіологічного розчину NaCl. Реологічні дослідження композицій ПВС, ПВС/Кр, ПВС/КМК проводили за допомогою ротаційного віскозиметра NDJ-9S (КНР) згідно з ДСТУ 33–2003.

Результати. Доведено, що наявність у складі гідрогелів на основі водного екстракту ромашки лікарської, крохмалю та карбоксиметилкрохмалю призводить до зменшення ступеню набрякання у дистильованій воді на 28% та 77% та у фізіологічному розчині на 64% та 135% відповідно. Доведено, що при кімнатній температурі всі досліджувані зразки гідрогелів висихають за 30 годин до значення вологовмісту у межах 100%. Встановлено, що наявність у складі плівок крохмалю та карбоксиметилкрохмалю призводить до збільшення ступеню набрякання у дистильованій воді на 55% та 107% відповідно, і до зменшення ступеню набрякання у фізіологічному розчині на 13% та 40% відповідно. Доведено, що додавання до розчину ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* розчинів Кр та КМК призводить до зниження в'язкості при збільшенні напруження зсуву плівок.

Наукова новизна. Доведена можливість отримання плівок та гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* з додаванням полісахаридів у вигляді Кр та КМК. Встановлено, що сорбційна здатність гідрогелів у дистильованій воді та фізіологічному розчині NaCl збільшувалася при введенні полісахаридів, а для плівок – ступінь набрякання у дистильованій воді збільшується, а у фізіологічному розчині NaCl знижується. Доведено, що в'язкість досліджуваних полімерних систем знижується зі збільшенням напруження зсуву при введенні в композицію Кр та КМК.

Практична значимість. Розроблена технологія виготовлення плівок та гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* з додаванням полісахаридів у вигляді Кр та КМК, досліджений вплив останніх на фізичні властивості полімерних композицій та виробів на їх основі. Надані рекомендації щодо можливості застосування в косметичній ПВС плівок та гідрогелів на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* з урахуванням їх сорбційних властивостей.

Ключові слова: полівініловий спирт; крохмаль; карбоксиметилкрохмаль; ромашка лікарська *Matricaria chamomilla*; гідрогель; плівки; фізичні властивості.

Вступ. Гідрофільні полімерні плівки і гідрогелі – це сучасні біосумісні матеріали, які звожують шкіру, вбирають ексудати, випаровують зайву воду, а також зберігають тонкий шар на поверхні шкіри, який додатково зупиняє трансепідермальну втрату вологи, що допомагає прискорити процес загоєння. У медицині досить широко використовуються плівки на основі різних полімерів, таких як колаген, полівінілхлорид і поліетилен, поліпропілен, полівініловий спирт та ін. [1].

Полівініловий спирт (ПВС), завдяки своїй хімічній універсальності, є потенційним агентом для різних фармацевтичних, біомедичних та косметичних застосувань. ПВС водорозчинний і біосумісний полімер з високими показниками адгезивності та набрякання, що

робить його придатним для виготовлення різних систем доставки ліків та/або матеріалів косметичного призначення, в яких шляхом маніпулювання властивостями або зміни процесу приготування, включаючи тип і концентрацію зшивок в гідрогелевому матеріалі, можна регулювати кінетику вивільнення активних інгредієнтів з контролем набрякання [2–4].

Більшість плівкових матеріалів на основі ПВС володіють задовільними фізико-механічними властивостями і зручні у використанні, але газо- і вологопроникність не в повній мірі відповідають вимогам до пов'язок для шкіри. Для вирішення цієї проблеми у плівкових покриттях роблять отвори, проникні для газів, але непроникні для мікроорганізмів, щоб відводити зайву вологу. Така пов'язка на рану прозора і дозволяє спостерігати за процесом загоєння, не знімаючи пов'язку. Для додання лікувальних властивостей препарат вводять в полімерну матрицю [5]. Альтернативою синтетичним лікарським засобам є використання рослинних екстрактів, які є менш токсичними і не мають побічних ефектів [6, 7].

В роботі, як основу для створення плівок та гідрогелей, використано водний екстракт ромашки лікарської, яка має протизапальний, заспокійливий, кровоспинний, знеболювальний, антигістамінний та противірусний ефект, знімає спазм, прискорює регенерацію епітелію, зупиняє процеси гниття і бродіння.

Суцвіття ромашки містять 0,2–0,8% ефірної олії, сесквітерпенові вуглеводи; сесквітерпенові спирти (бізаболол, бізабололоксид, кетоспирт); сесквітерпенові лектони матрицин і матрикарин, флавоноїди, кумарини, ситостерин, холін, полісахариди, каротин, аскорбінову, ізовалер'янову, каприлову та інші органічні кислоти [8].

Розширення асортименту плівкових та гідрогелевих матеріалів медичного та косметологічного призначення на основі біосумісних полімерів з додаванням фітокомпонентів є актуальним завданням. Особливий інтерес, як пролонгатори дії активних інгредієнтів у полімерних композиціях, представляють полісахариди: крохмаль (Кр) та карбоксиметилкрохмаль (КМК). З метою дослідження впливу природи полісахаридів в композиції ПВС на основі екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* в роботі проводили аналіз сорбційних властивостей плівок та гідрогелів ПВС/Кр, ПВС/КМК. Досліджували кінетику їх набрякання в дистильованій воді та фізіологічному розчині NaCl протягом 72 годин.

Постановка завдання. Метою дослідження є розробка технології виготовлення плівок і гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* та визначення впливу додавання крохмалю та карбоксиметилкрохмалю на їх властивості.

Методологія досліджень. Як основу гідрогелевих матеріалів використовували ПВС марки 16/1, масова частка ацетатних груп не більше 0,9–1,7%, картопляний крохмаль ДСТУ 4286:2004 та карбоксиметильований крохмаль CAS: 9063-38-1. Для створення розчинів ПВС, Кр та КМК готували водний екстракт ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* у співвідношенні 100 г сухої сировини квітів *Matricaria chamomilla* на 1 л дистильованої води. Проводили настоювання на водяній бані протягом 40 хвилин при температурі екстракції 85 °С. Після охолодження проводили фільтрацію через складчастий фільтр для виключення попадання частин рослин у екстракт. На основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* готували на водяній бані 10% розчин ПВС, 10% розчин Кр і при кімнатній температурі 5% розчин КМК та змішували у співвідношенні 1:1 композиції ПВС/Кр та ПВС/КМК.

Методика одержання гідрогелів полягає у заморожуванні композицій ПВС, ПВС/Кр та ПВС/КМК при температурі -15 °С протягом 24 годин з наступним поступовим розморожуванням при кімнатній температурі. При цьому кріоструктурування ПВС компонента відбувається при заморожуванні, а Кр і КМК – при розморожуванні [9, 10]. Плівки отримували методом поливу та висушуванням при кімнатній температурі протягом 48 годин.

Сорбційні властивості плівкових та гідрогелевих матеріалів оцінювали із застосуванням вагового методу за зміною ступеню набрякання X (%) за розрахунковою формулою:

$$X = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%,$$

де m_2 – маса зразка в певний момент часу перебування у воді, г; m_1 – маса сухого зразка, г.

Реологічні дослідження композицій ПВС, ПВС/Кр, ПВС/КМК проводили за допомогою ротаційного віскозиметра NDJ-9S (КНР) згідно з ДСТУ 33-2003.

Залежності напруження та швидкості деформації дають можливість отримати інформацію про властивості, структуру та перетворення полімерної системи. Найбільш важливим показником з практичної точки зору є величина в'язкості розчину полімерних композицій ПВС, ПВС/Кр та ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*. В'язкість визначається, як співвідношення між напруженням зсуву τ та градієнтом швидкості зсуву γ за формулою: $\eta = \tau/\gamma$.

Для характеристик структурних змін, які відбуваються під дією напруження зсуву, застосовують показник індексу течії розчину n : $n = d \lg \tau / d \lg \gamma$. Для ньютонівських рідин $n = 1$, але з ростом структурованості розчину та збільшенням аномальної в'язкості течії показник n знижується.

Результати дослідження.

На першому етапі роботи досліджували сорбційні властивості плівкових та гідрогелевих матриць ПВС/Кр та ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*. На рис. 1 наведено криві сорбції гідрогелів полівінілового спирту з Кр або КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*.

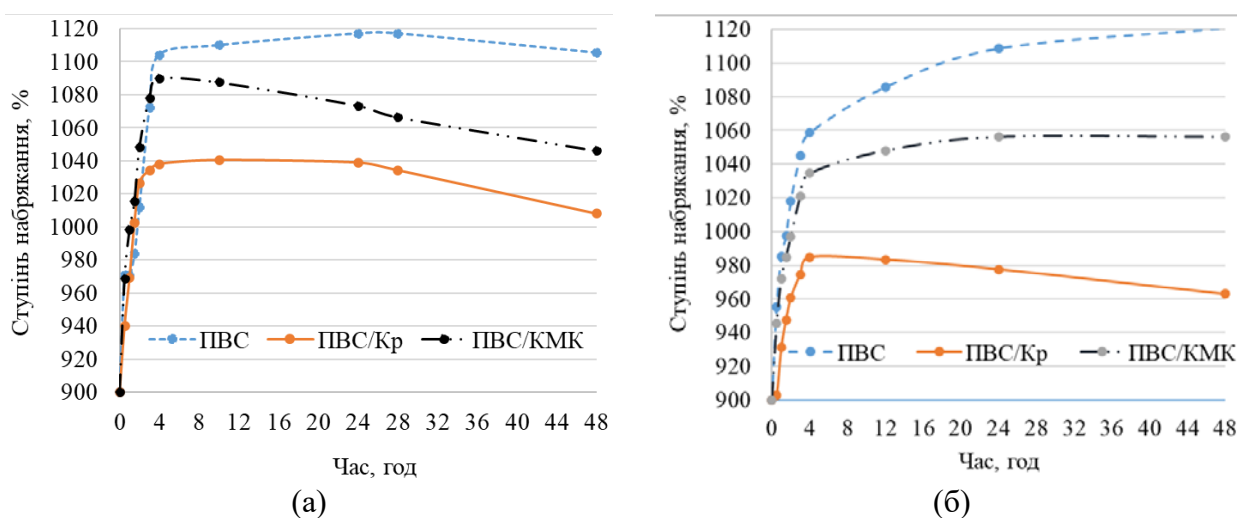


Рис. 1. Сорбція дистильованої води (а) та фізіологічного розчину (б) гідрогелів ПВС на основі екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*

Для зразків гідрогелів ПВС на основі екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* через 8 годин встановлюється рівноважне значення ступеню набрякання у дистильованій воді (рис. 1 а), що свідчить про утворення під час кріоструктурування просторово зшитої структури з обмеженим набряканням. Для зразків ПВС/Кр та ПВС/КМК через 8 годин перебування у дистильованій воді показник ступеню набрякання досягає максимального значення, після чого знижується через 48 годин на 32% та 41% відповідно до рівноважного значення. Зниження ступеню набрякання через 24 години у дистильованій воді може бути пов'язано з вивільненням екстракту ромашки, що візуально фіксується появою характерного забарвлення розчину при збереженні цілісності гідрогелю.

Для кривих сорбції фізіологічного розчину NaCl (рис. 1б) максимальний і рівноважний ступінь набрякання гідрогелів настає для зразків ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* через 48 годин, а для ПВС/КМК через 24 години, і становить 1120% та 1056% відповідно. Для зразків гідрогелів ПВС/Кр через 4 години після початку перебування у фізіологічному розчині NaCl настає максимальний ступінь набрякання 984%, після чого протягом наступних 44 годин ступінь набрякання знижується на 20%. Це може бути пов'язано з вивільненням екстракту ромашки, як і у випадку набрякання зразків у дистильованій воді.

При порівнянні кривих сорбції гідрогелів через 4 години перебування у дистильованій воді та фізіологічному розчині гідрогелі ПВС на основі ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* за ступенем набрякання розташовані у порядку зростання ПВС/Кр → ПВС/КМК → ПВС. Тобто найнижчий ступінь набрякання спостерігається у гідрогелевих композиціях ПВС/Кр.

Встановлено, що введення полісахаридів Кр та КМК у склад гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* знижує їх рівноважну сорбційну здатність щодо гідрогелів ПВС на 64% та 135% відповідно для фізіологічного розчину NaCl та на 28% і 77% відповідно для дистильованої води.

Для гідрогелів, як вологовмісних матеріалів, важливим показником є процес висихання. На рис. 2 наведені криві десорбції води з гідрогелів полівінілового спирту з Кр або КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*.

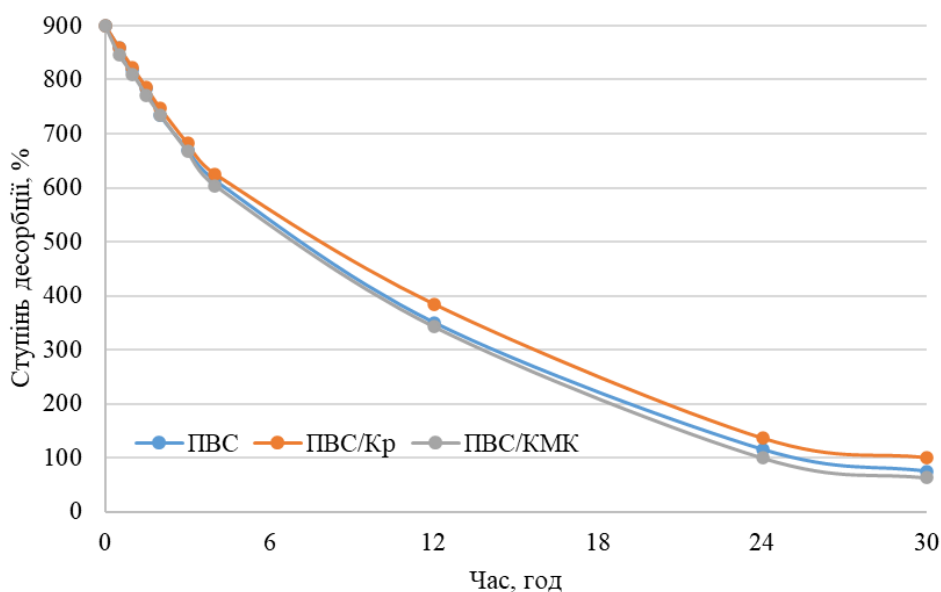


Рис. 2. Залежність десорбції води з гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* від часу

Як видно з рисунка, криві десорбції мають класичний вигляд і практично не відрізняються за характером та швидкістю висихання. Через 30 годин висихання встановлюється ступінь десорбції у межах 100% для всіх зразків.

В роботі були досліджені зразки плівкових полімерних матеріалів ПВС, ПВС/Кр та ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*. На рис. 3 наведена залежність ступеню набрякання плівок у дистильованій воді (а) та фізіологічному розчині (б) від часу занурення зразків плівок на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*.

Криві сорбції для всіх зразків плівок ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* мають класичний для кристалічних полімерних матеріалів характер. Для плівок ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* значення максимального та рівноважного ступеню набрякання у дистильованій воді та фізіологічному розчині практично співпадають та складають 155% та 150% відповідно.

Для зразків плівок ПВС/Кр на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* максимальний ступінь набрякання у фізіологічному розчині NaCl – 150%, а рівноважний – 130%. У дистильованій воді ці ж зразки набрякали на 55% більше, при цьому максимальний ступінь набрякання (205%) практично співпав з рівноважним (200%).

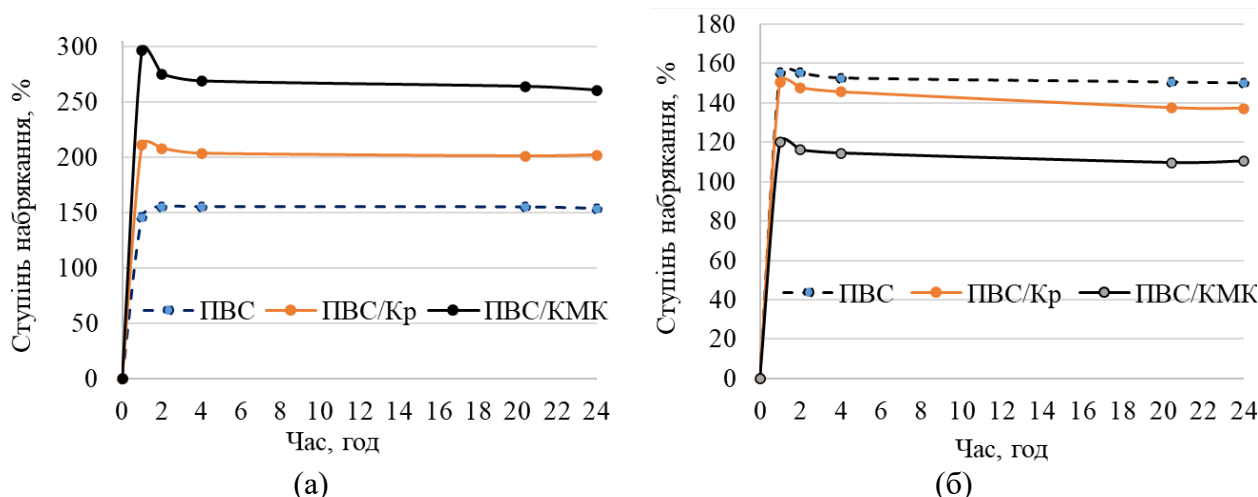


Рис. 3. Сорбція дистильованої води (а) та фізіологічного розчину (б) з плівок ПВС на основі екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*

Для зразків плівок ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* максимальний ступінь набрякання у фізіологічному розчині складає 120%, а рівноважний 110%, тоді як при набряканні у дистильованій воді ці показники становлять 300% та 260%.

Для плівок з додаванням Кр та КМК характерний пік на кривих сорбції через 1 годину набрякання та його спад на 2-ій годині досліду. Це може бути пов'язано з вивільненням частини екстракту ромашки, що візуально фіксується появою характерного забарвлення розчину при збереженні цілісності плівок. При порівнянні кривих сорбції плівок у дистильованій воді за зростанням ступеню набрякання спостерігається така послідовність: ПВС→ПВС/Кр→ПВС/КМК; у фізіологічному розчині має місце послідовність протилежного характеру: ПВС/КМК→ПВС/Кр→ПВС. Отже, наявність у складі плівок ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* полісахаридів Кр та КМК призводить до збільшення ступеню набрякання у дистильованій воді і до зменшення ступеню набрякання у фізіологічному розчині.

Важливими технологічними характеристиками полімерних систем є їх реологічні властивості, які характеризують поведінку при деформації. На рис. 4 наведено залежність в'язкості розчину полімерної композиції на основі екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* ПВС, ПВС/Кр та ПВС/КМК у співвідношенні 1:1 від швидкості зсуву.

Як видно з рис. 4, для 10%-го розчину ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* зі збільшенням швидкості зсуву відбувається зростання в'язкості системи. Для композицій ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* з додаванням Кр та КМК зі збільшенням швидкості зсуву відбувається аномальне зниження в'язкості, як і для більшості полімерних систем.

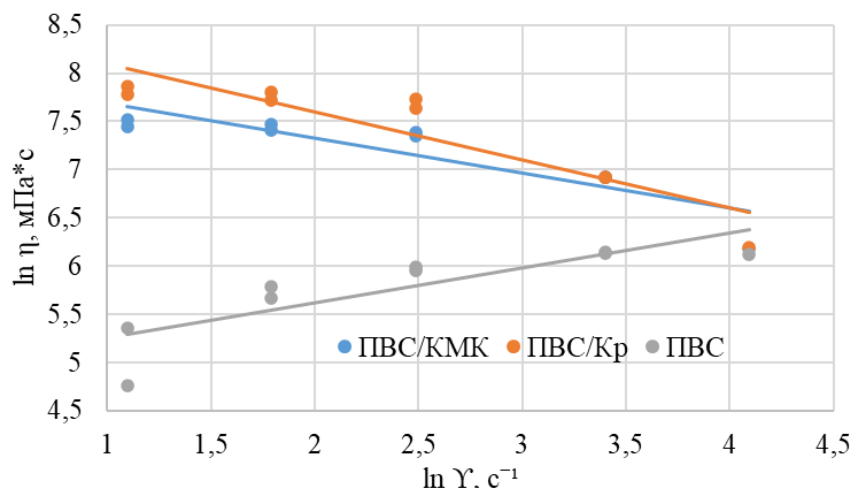


Рис. 4. Залежність в'язкості розчинів полімерної композиції ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* від швидкості зсуву

В досліджуваному інтервалі швидкостей зсуву в'язкість розчинів композиції ПВС, ПВС/Кр та ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* відповідає ступеневому закону та описується рівнянням Оствальда–де-Вілла: $\eta = K \dot{\gamma}^{n-1}$, де K – коефіцієнт консистенції, що залежить як від природи матеріалу, так і від виду вимірювальної апаратури; n – індекс течії.

За рівняннями ліній тренду в роботі було визначено константи K та n рівняння Оствальда–де-Вілла для розчинів досліджуваних композицій (таблиця).

Таблиця 1

Розрахункові значення констант K та n рівняння Оствальда–де-Вілла для розчинів ПВС, ПВС/Кр та ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*

Композиція	Рівняння лінії тренду	R^2	n	K
ПВС	$y = 0,3608x + 4,9015$	0,9061	0,639	4,9015
ПВС/Кр	$y = -0,4989x + 8,596$	0,8071	1,4989	8,596
ПВС/КМК	$y = -0,362x + 8,0499$	0,8650	1,362	8,0499

Аналізуючи отримані дані, встановлено, що для розчину ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* $n < 1$, що характеризує його як псевдопластичну композицію, для якої в'язкість рідини зменшується при збільшенні напруження зсуву. При додаванні в композицію ПВС полісахаридів Кр та КМК індекс течії розчину n зростає порівняно з чистими розчинами ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, що, ймовірно, пов'язане зі зниженням структурованості системи. Розчини ПВС/Кр та ПВС/КМК із співвідношенням 1:1, для яких $n > 1$ при збільшенні коефіцієнту K , називають дилатантними рідинами, тобто системами, у яких в'язкість зростає при збільшенні швидкості деформації зсуву. Отже, додавання до композиції ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* полісахаридів Кр та КМК сприяє переходу до неньютонівського характеру течії, яка властива дилатантним рідинам, що може бути враховано у подальшому в технологічних параметрах виготовлення плівок та гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*.

Висновки. Таким чином, в роботі доведена можливість отримання плівок та гідрогелів на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* з додаванням полісахаридів. Встановлено, що введення полісахаридів Кр та КМК у склад гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* знижує їх сорбційну

здатність щодо гідрогелів ПВС на 135% та 64% відповідно для фізіологічного розчину NaCl; на 77% та 28% відповідно для дистильованої води. Для всіх досліджуваних зразків гідрогелів через 30 годин висихання за кімнатної температури встановлюється рівноважний вологовміст у межах 100%.

При дослідженні сорбції плівок ПВС, ПВС/Кр та ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* встановлено, що при набряканні у дистильованій воді введення у композицію Кр та КМК призводить до збільшення ступеню набрякання у порівнянні з плівками ПВС на 55% та 107% відповідно. А при набряканні у фізіологічному розчині NaCl призводить до зменшення ступеню набрякання у порівнянні з плівками ПВС на 13% та 40% відповідно.

Доведено, що введення в композицію ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* полісахаридів Кр та КМК знижує в'язкість досліджуваних полімерних композицій зі збільшенням напруження зсуву, що характерно для дилатантних рідин.

Подальші дослідження будуть проведені у напрямку визначення характеру вивільнення активних інгредієнтів екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* для встановлення ефективності використання плівок та гідрогелів на основі рослинних екстрактів в космецевтиці.

References

Література

1. Krykhovets, O. V., Slobodanyk, V. H. (2023). Doslidzhennia plivok na osnovi polivinilovoho spyrtu yak ekolohichnoho hnuchkoho pakuvannia [Research on polyvinyl alcohol-based films as ecological flexible packaging]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu = Bulletin of Vinnytsia Polytechnic Institute*, No. 2, P. 15–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2023_2_4 [in Ukrainian].
1. Криховець О. В., Слободяник В. Г. Дослідження плівок на основі полівінілового спирту як екологічного гнучкого пакування. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2023. № 2. С. 15–20. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2023_2_4.
2. Popescu, M.C. (2017). Structure and sorption properties of CNC reinforced PVA films. *International journal of biological macromolecules*, No. 101, P. 783–790. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.168>.
2. Popescu M. C. Structure and sorption properties of CNC reinforced PVA films. *International journal of biological macromolecules*. 2017. No. 101. P. 783–790. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.168>.
3. Jiang, S., Liu, S., Feng, W. (2011). PVA hydrogel properties for biomedical application. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, No. 4 (7), P. 1228–1233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2011.04.005>.
3. Jiang S., Liu S., Feng W. PVA hydrogel properties for biomedical application. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2011. No. 4 (7). P. 1228–1233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2011.04.005>.
4. Kamoun, E. A., Kenawy, E. R., Chen, X. A. (2017). Review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings. *Journal of advanced research*, No. 8 (3), P. 217–233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.01.005>.
4. Kamoun E. A., Kenawy E. R., Chen X. A. Review on polymeric hydrogel membranes for wound dressing applications: PVA-based hydrogel dressings. *Journal of advanced research*. 2017. No. 8(3). P. 217–233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.01.005>.
5. Kupriianova, O. M., Khokhlenkova, N. V., Yarkykh, T. H. (2011). Vyvchennia aktualnosti rozrobky novykh pereviazuvalnykh zasobiv z vykorystanniam syrovyny pryrodnoho pokhodzhennia [Study of the relevance of developing new dressings using raw materials of natural origin]. *Zaporozhskiy medytsynskiy zhurnal = Zaporizhzhia Medical Journal*, No. 13 (4), P. 114–115 [in Ukrainian].
5. Купріянова О. М., Хохленкова Н. В., Ярких Т. Г. Вивчення актуальності розробки нових перев'язувальних засобів з використанням сировини природного походження. *Запорізький медичний журнал*. 2011. № 13 (4). С. 114–115.

6. Suberliak, S. A., Petrina, R. O., Hrytsenko, O. M., Fedorova, O. V. (2020). Antymikrobna aktyvnist' hidrohelevykh materialiv na osnovi kopolimeriv polivinilpyrrolidonu v kompleksi z ekstraktamy Calendula Officinalis i Arnica Montana [Antimicrobial activity of hydrogel materials based on polyvinylpyrrolidone copolymers in combination with extracts of Calendula Officinalis and Arnica Montana]. *Chemistry, Tehnology and Application of Substances*, No. 3 (1), P. 135–141. DOI: <https://doi.org/10.23939/ctas2020.01.135> [in Ukrainian].
7. Nikitina, O. O., Robak, A. Yu., Tsyba, D. S. (2024). Innovatsiini pidkhody do vykorystannia likarskykh roslyn u suchasni farmatsevtysi [Innovative approaches to the use of medicinal plants in modern pharmaceuticals]. *Tekhnologii ta inzhynirynh = Technologies and engineering*, № 3 (20), P. 110–126. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.3.9> [in Ukrainian].
8. Mustafakulovna, M. M., Kurbonaliyeva, S. M. (2022). Pharmacological action of the components of chamomile pharmacy and its use in cosmetics. *World Bulletin of Public Health*, No. 17, P. 90–93. URL: <https://www.scholarexpress.net> [in Ukrainian].
9. Meirelles, L. M., Raffin, F. N. (2017). Clay and polymer-based composites applied to drug release: A scientific and technological prospect. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, No. 20, P. 115–134. DOI: <https://doi.org/10.18433/J3R617>.
10. Liashok, I. O., Plavan, V. P., Ishchenko, O. V., Hodunko, A. A., Shvets, V. V. (2023). Vlastyvoli hibrydnykh hidroheliy z dodavanniam modyfikovanoho krokhmalu ta hliny montmorylonitovoho typu [Properties of hybrid hydrogels with the addition of modified starch and montmorillonite-type clay]. *Tekhnologii ta inzhynirynh = Technologies and Engineering*, No. 3 (14), P. 47–55. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.3.5> [in Ukrainian].
6. Суберляк С. А., Петріна Р. О., Гриценко О. М., Федорова О. В. Антимікробна активність гідрогелевих матеріалів на основі кополімерів полівінілпіролідону в комплексі з екстрактами Calendula Officinalis i Arnica Montana. *Chemistry, Tehnology and Application of Substances*. 2020. № 3 (1). P. 135–141. DOI: <https://doi.org/10.23939/ctas2020.01.135>.
7. Нікітіна О. О., Робак А. Ю., Циба Д. С. Інноваційні підходи до використання лікарських рослин у сучасній фармацевтиці. *Технології та інжиніринг*. 2024. № 3 (20). С. 110–126. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.3.9>.
8. Mustafakulovna M. M., Kurbonaliyeva S. M. Pharmacological action of the components of chamomile pharmacy and its use in cosmetics. *World Bulletin of Public Health*. 2022. No. 17. P. 90–93. URL: <https://www.scholarexpress.net>.
9. Meirelles, L. M., Raffin, F. N. Clay and polymer-based composites applied to drug release: A scientific and technological prospect. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*. 2017. № 20. P. 115–134. DOI: <https://doi.org/10.18433/J3R617>.
10. Ляшок І. О., Плаван В. П., Іщенко О. В., Годунко А. А., Швець В. В. Властивості гібридних гідрогелів з додаванням модифікованого крохмалю та глини монтмориленітового типу. *Технології та інжиніринг*. 2023. № 3 (14). С. 47–55. <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.3.5>.

LIASHOK IRINA

Associate Professor, Department of Chemical Technologies and Resource Saving, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9171-1075>

Scopus Author ID: 6508201621

Researcher ID: rid47052

E-mail: lyashok.io@knuud.com.ua

KRYUKOVA OLENA

Associate Professor, Department of Chemical Technologies and Resource Saving, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8638-3580>

Scopus Author ID: 24335433200

E-mail: kryukova.oa@knuud.com.ua

PLAVAN VIKTORIYA

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Chemical Technologies and Resource Saving, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

<http://orcid.org/0000-0001-9559-8962>

Scopus Author ID: 6603130130

Researcher ID: I-5852-2015

E-mail: plavan.vp@knuud.edu.ua

SHVETS VYACHESLAV

Postgraduate Student, Department of Chemical Technologies and Resource Saving, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

E-mail: svyev2528@gmail.com

POLUSHKIN MAXIM

Student, Department of Chemical Technologies and
Resource Saving, Kyiv National University of
Technologies and Design, Ukraine
E-mail: djonnidjostar19@gmail.com

SHAPOVALOVA YANA

Student, Department of Chemical Technologies and
Resource Saving, Kyiv National University of
Technologies and Design, Ukraine
E-mail: shapovalova85@gmail.com

**LIASHOK I. O., PAVAN V. P., KRYUKOVA O. A.,
POLUSHKIN M. M., SHVETS V. V., SHAPOVALOVA Ya. S.**

Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

**INFLUENCE OF POLYSACCHARIDES ON PHYSICAL PROPERTIES
OF PVA FILMS AND HYDROGELS BASED ON AQUEOUS EXTRACT
OF THE MEDICINAL CHAMOMILE (*MATRICARIA CHAMOMILLA*)**

Purpose. To determine the influence of polysaccharides on the physical properties of films and hydrogels composed of polyvinyl alcohol (PVA) based on the aqueous extract of the medicinal chamomile *Matricaria chamomilla*.

Methodology. Compositions based on the aqueous extract of medicinal chamomile *Matricaria chamomilla* 10% PVA, 10% Kr and 5% KMK were prepared by mixing PVA/Kr and PVA/KMK solutions in a ratio of 1/1. Hydrogels were obtained by one-time freezing of compositions for 24 hours at a temperature of -15 °C, and films by the method of watering with subsequent drying under normal conditions. Sorption characteristics of hydrogels and films were determined by the gravimetric method in relation to distilled water and physiological NaCl solution. Rheological studies of PVA, PVA/Kr, PVA/KMK compositions were carried out using a rotary viscometer NDJ-9S (PRC) in accordance with DSTU 33–2003.

Findings. It was established that the presence of medicinal starch and carboxymethyl starch in the composition of hydrogels based on the aqueous extract of chamomile leads to a decrease in the degree of swelling in distilled water and in physiological solution. It has been proven that the presence of starch and carboxymethyl starch polysaccharides in the composition of hydrogels based on the aqueous extract of chamomile leads to a decrease in the percentage of swelling in distilled water by 28% and 77% and in physiological solution by 64% and 135%, respectively. It has been proven that at room temperature all studied hydrogel samples dry in 30 hours to a moisture content within 100%. It was established that the presence of starch and carboxymethyl starch polysaccharides in the composition of the films leads to an increase in the percentage of the degree of swelling in distilled water by 55% and 107%, respectively, and to a decrease in the degree of swelling in physiological solution by 13% and 40%, respectively. It has been proven that the addition of a PVA solution of Kr and KMK solutions to the aqueous extract of the medicinal chamomile *Matricaria chamomilla* leads to a decrease in viscosity with an increase in the shear stress of the films.

Originality. The possibility of obtaining films and hydrogels based on the aqueous extract of medicinal chamomile *Matricaria chamomilla* with the addition of polysaccharides has been proven. It was established that the sorption capacity of hydrogels in distilled water and physiological NaCl solution increased with the introduction of polysaccharides, and for films, the degree of swelling in distilled water increased, and in physiological NaCl solution it decreased. It has been proven that the viscosity of the studied polymer systems decreases with an increase in shear stress when the polysaccharides Kr and KMK are introduced into the composition.

Practical value. The technology for the production of films and hydrogels based on the aqueous extract of medicinal chamomile *Matricaria chamomilla* was developed and the effect of Kr and KMK on the physical properties of polymer compositions and products based on them was investigated. Recommendations are provided on the possibility of using PVA films and hydrogels based on the aqueous extract of *Matricaria chamomilla* in cosmeceuticals, taking into account the sorption properties.

Keywords: polyvinyl alcohol; starch; carboxymethyl starch; medicinal chamomile *Matricaria chamomilla*; hydrogel; films; physical properties.