

<https://doi.org/10.30857/2786-5371.2026.3.1>

Received: 21.04.2025  
Revised: 05.05.2026  
Accepted: 29.05.2026  
Published: 29.05.2026

УДК 615.451.1:  
678.744.72:616.31

Вячеслав ШВЕЦЬ, Ірина ЛЯШОК

Київський національний університет технологій та дизайну, Україна

## ВПЛИВ ФІТОЕКСТРАКТІВ НА РЕОЛОГІЧНУ ПОВЕДІНКУ ТА ЩІЛЬНІСТЬ ПОЛІМЕРНИХ МАТРИЦЬ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ/КАРБОКСИМЕТИЛКРОХМАЛЮ У ТЕХНОЛОГІЇ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ПЛІВОК

**Мета.** Встановити вплив водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica*, та кори дуба *Quercus cortex* на реологічну поведінку полімерних розчинів полівінілового спирту/карбоксиметилкрохмалю та фізичні параметри сформованих на їхній основі плівок для обґрунтування технології стоматологічних плівок;

**Методика.** Об'єктами вивчення були композиції полівінілового спирту (марки 16/1) та карбоксиметилкрохмалю CAS: 9063-38-1e cgsddslyjityys 1/1, виготовлені на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex*. Екстрагування проводили на водяній бані (85–95 °С) з наступним приготуванням 10% розчину полівінілового спирту та 5% розчину карбоксиметилкрохмалю на основі водних фітоекстрактів. Реологічні параметри визначали на ротаційному віскозиметрі NDJ-9S (ДСТУ 33–2003). Тип течії та константи рівняння Оствальда–де-Вілла розраховували за залежністю напруги зсуву від швидкості зсуву. Полімерні плівки формували методом поливу на органічне скло (аплікатор 750 мкм) із подальшим висушуванням протягом 48 годин. Щільність зразків визначали методом гідростатичного зважування у повітрі та дистильованій воді при 19,7 °С на аналітичних вагах Radwag AS 220.R2 з автоматичним розрахунком значень.

**Результати.** Встановлено, що введення фітоекстрактів суттєво змінює реологію систем полівініловий спирт/карбоксиметилкрохмаль. Системи без фітоекстрактів та на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* та кори дуба *Quercus cortex* характеризуються дилатантною поведінкою розчинів, а система полівініловий спирт/карбоксиметилкрохмаль на основі водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* – псевдопластичною поведінкою, що забезпечує оптимальні реологічні умови для формування стоматологічних плівок методом поливу. Використання екстракту кори дуба є найбільш доцільним для створення комбінованих плівок завдяки максимальній в'язкості системи  $\ln \eta \approx 10,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$  та щільності плівок  $1,36 \text{ г/см}^3$ , що зумовлює стійкість у агресивному середовищі ротової порожнини. Екстракт кропиви сприяє зниженню в'язкості композицій на 20–25% порівняно з контролем, що дозволяє отримати швидкорозчинні форми зі щільністю  $1,31 \text{ г/см}^3$ . Діапазон в'язкості композицій  $6,0\text{--}10,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$  забезпечує варіювання товщини плівок у межах  $0,05\text{--}0,25 \text{ мм}$  із середньою щільністю близько  $1,32 \text{ г/см}^3$ , що є задовільним для створення еластичних терапевтичних систем. Отримані результати підтверджують перспективність використання фітоекстрактів для розробки сучасних аплікаційних лікарських форм у стоматології.

**Наукова новизна.** Вперше встановлено вплив виду фітоекстрактів на зміну типу течії (від дилатантної до псевдопластичної) та константи консистенції систем полівініловий спирт/карбоксиметилкрохмаль. Виявлено пряму кореляцію між ступенем структурування розчинів та щільністю сформованих плівок.

**Практична значимість.** Обґрунтовано вибір фітоекстрактів для створення стоматологічних плівок із заданими властивостями, зокрема, міцних бар'єрних покриттів на основі водного екстракту кори дуба *Quercus cortex*, еластичних аплікацій на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* та швидкорозчинних форм на основі водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* з товщиною плівок  $0,05\text{--}0,25 \text{ мм}$ .

**Ключові слова:** полівініловий спирт; карбоксиметилкрохмаль; фітоекстракти; реологічні властивості полімерних композицій; щільність; стоматологічні плівки.

**Вступ.** Сучасна стоматологія потребує створення нових біоактивних матеріалів, здатних поєднувати механічну міцність із лікувальними властивостями. Традиційні полімерні плівки та гідрогелі часто не забезпечують достатньої адаптивності до умов ротової порожнини, що обмежує їх ефективність у терапії запальних процесів та профілактиці

інфекційних ускладнень. Тому актуальним завданням є пошук композиційних систем, які б поєднували структурну стійкість із біологічною активністю, забезпечуючи пролонговане вивільнення діючих речовин та надійний захист слизової оболонки [1–3].

Доцільність дослідження зумовлена потребою у матеріалах, що відповідають сучасним вимогам стоматологічної практики: вони мають мати механічну міцність, біосумісність, легко формуватися у вигляді плівок чи гідрогелів та проявляти антимікробну, протизапальну й антиоксидантну дію. Використання полімерної системи на основі полівінілового спирту (ПВС) [4] та карбоксиметилкрохмалю (КМК) [5] відкриває широкі можливості для модифікації її властивостей шляхом введення рослинних екстрактів, що містять біологічно активні сполуки.

Важливим напрямом сучасних досліджень є пошук біоактивних добавок, здатних не лише модифікувати реологічні характеристики полімерних матриць, але й забезпечувати терапевтичний ефект. У цьому контексті особливу увагу привертають екстракти лікарських рослин, які поєднують антисептичні, протизапальні та антиоксидантні властивості з можливістю впливати на фізико-хімічні параметри плівок [6].

Зокрема, екстракти ромашки лікарської (*Matricaria chamomilla*) [7,8] та кропиви дводомної (*Urtica dioica*) [9] продемонстрували здатність змінювати ступінь набрякання та щільність ПВС-плівок, що відкриває перспективи для створення стоматологічних матеріалів із контрольованим вивільненням активних речовин. Аналогічну роль відіграють дубильні речовини кори дуба, які можуть виступати функціональними наповнювачами, підвищуючи міцність та біоактивність композицій. Дослідженнями авторів [10] підтверджено доцільність використання екстракту кори дуба у складі комбінованих гетерогенних систем для лікування захворювань пародонту, де поєднання з іншими біоактивними речовинами дозволяє оптимізувати вивільнення діючих сполук та забезпечити виражений протизапальний ефект. У контексті технології плівок введення такого екстракту не лише надає системі терапевтичних антисептичних властивостей, а й виступає чинником модифікації фізико-хімічних параметрів плівкового полотна, що є важливим для забезпечення адгезійної здатності та механічної стабільності стоматологічних засобів у вологому середовищі ротової порожнини.

Водночас питання комплексного порівняння реологічних та фізичних характеристик композицій ПВС/КМК з різними фітоекстрактами залишається недостатньо вивченим. Зокрема, потребує вирішення проблема вибору оптимального наповнювача для створення матеріалів із заданими властивостями.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є встановлення впливу екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex* на реологічні параметри та щільність композицій ПВС/КМК у технології стоматологічних плівок.

**Результати дослідження.** У роботі досліджували полімерні композиції полівінілового спирту (ПВС) у композиції з карбоксиметилкрохмалем (КМК) у співвідношенні 1/1 використовували розглянуто можливість створення біоактивних плівок та гідрогелів на основі на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex*. Як базові компоненти використовували ПВС марки 16/1 (масова частка ацетатних груп 0,9–1,7%) та карбоксиметилкрохмаль (CAS: 9063-38-1).

Для приготування екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* та кропиви дводомної *Urtica dioica* 100 г сухих квітів та сухого листа відповідно заливали 1 л дистильованої води. Сировину настоювали на водяній бані протягом 15 хв при температурі 95 °С, після чого охолоджували 45 хв при кімнатній температурі. Отримані водні екстракти проціджували та додатково фільтрували для видалення механічних домішок.

Особливу увагу приділено екстракту кори дуба *Quercus cortex*. Ця сировина містить до 29% дубильних речовин, а також значні кількості флавоноїдів (кверцетин), галової та елагової кислот, пентозанів, пектинових сполук, цукрів та мінеральних елементів. Завдяки такому

складу екстракт дуба характеризується вираженою в'язучою, протизапальною, антимікробною та антиоксидантною дією, що робить його перспективним для стоматології. Для отримання екстракту 100 г сухої подрібненої кори дуба заливали 1 л кип'яченої води, екстрагували на водяній бані 30 хв при температурі 85 °С, після чого охолоджували та фільтрували.

На основі цих фітоекстрактів готували 10% розчин ПВС (40 хв на водяній бані) та 5% розчин КМК (15 хв при кімнатній температурі) та змішували у співвідношенні ПВС/КМК 1/1.

Реологічні властивості отриманих композицій досліджували за допомогою ротаційного віскозиметра NDJ-9S (КНР) відповідно до ДСТУ 33–2003. В'язкість розраховували як відношення напруження зсуву ( $\tau$ ) до градієнта швидкості зсуву ( $\dot{\gamma}$ ):  $\eta = \tau/\dot{\gamma}$ . Для оцінки структурних змін використовували показник індексу течії  $n = d \lg \tau/d \lg \dot{\gamma}$ .

На рис. 1 наведено залежність в'язкості розчину полімерних композицій ПВС/КМК у співвідношенні 1/1 на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex* від швидкості зсуву.

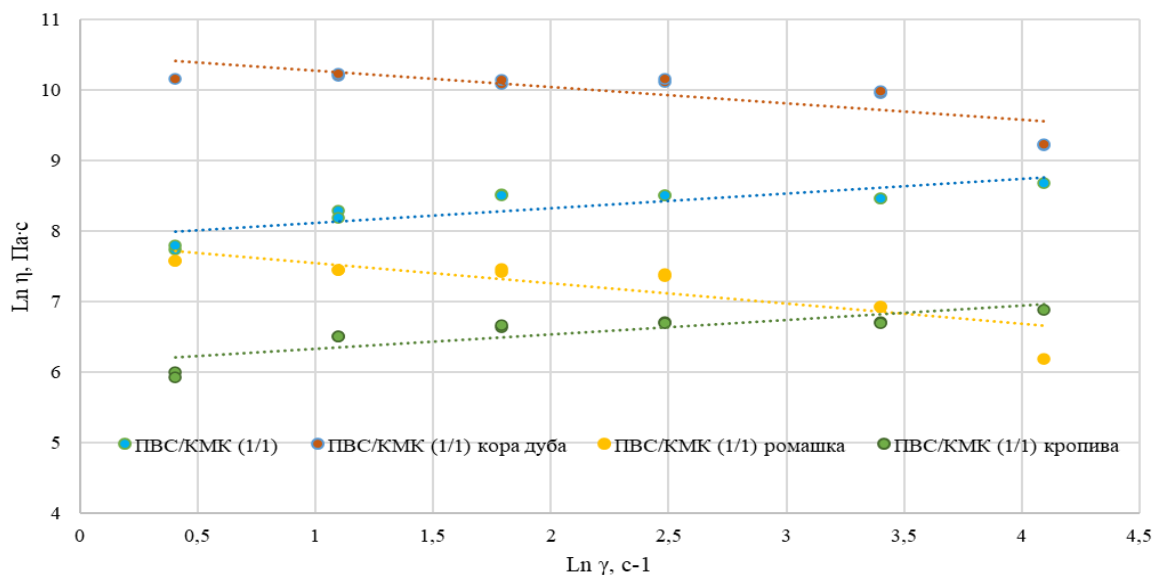


Рис. 1. Залежність в'язкості розчину полімерної композиції ПВС/КМК у співвідношенні 1/1 на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex* від швидкості зсуву

У ході дослідження було встановлено, що додавання різних фітоекстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica*, кори дуба *Quercus cortex* до полімерної системи ПВС/КМК суттєво змінює її реологічну поведінку. Це проявляється у зміні в'язкості розчинів та індексу течії залежно від швидкості зсуву.

Композиція ПВС/КМК без екстрактів характеризується відносно стабільною структурою та помірною кореляцією між швидкістю зсуву та в'язкістю. Це свідчить про базову придатність системи для створення плівок і гідрогелів, але без вираженої біоактивності.

Екстракт ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* зумовлює псевдопластичну поведінку системи: зі збільшенням швидкості зсуву в'язкість знижується. Така властивість є корисною для створення плівок та гідрогелів, які легко адаптуються до тканин ротової порожнини та забезпечують антисептичний ефект.

При використанні в якості основи для композиції ПВС/КМК екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* забезпечується висока початкова в'язкість, яка зменшується зі зростанням швидкості зсуву. Це свідчить про наявність структурних елементів, що руйнуються під дією механічного навантаження. Така композиція може бути використана для матеріалів, які потребують високої густини та антиоксидантної активності.

Екстракт кори дуба *Quercus cortex* підвищує структурованість системи, що пояснюється високим вмістом танінів та флавоноїдів. В'язкість розчину зростає, а система демонструє більший опір деформації. Це робить композицію перспективною для створення міцних стоматологічних плівок із вираженою протизапальною та антимікробною дією.

Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про те, що введення кожного з досліджуваних фітоекстрактів зумовлює формування специфічного реологічного профілю полімерної системи ПВС/КМК, що дає можливість для регулювання властивостей стоматологічних плівок та гідрогелів. Зокрема, використання екстракту кори дуба сприяє інтенсивному структуруванню та підвищенню когезійної стійкості матриці, що є критично важливим при розробці механічно тривких плівок для терапії гострих запальних процесів. Натомість додавання екстракту ромашки надає системі виражених псевдопластичних властивостей та здатності до легкої деформації, що робить її оптимальною основою для м'яких протизапальних гідрогелів з високою адаптивністю до рельєфу слизової оболонки. Екстракт кропиви, забезпечуючи поєднання високої початкової в'язкості з подальшим її зниженням під дією напруження зсуву, дозволяє створювати ефективні антиоксидантні покриття з керованою кінетикою вивільнення активних компонентів.

У досліджуваному інтервалі швидкостей зсуву було встановлено, що реологічна поведінка розчинів композицій ПВС/КМК на основі водних екстрактів рослинних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex* відповідає степеневому закону течії. Такі системи описуються рівнянням Оствальда–де-Вілла:

$$\eta = K \cdot \dot{\gamma}^{n-1}, \quad (1)$$

де  $K$  – коефіцієнт консистенції, що залежить від природи матеріалу та умов вимірювання, а  $n$  – індекс течії, який характеризує структурованість системи.

На основі рівнянь ліній тренду, отриманих для кожної композиції, було визначено значення констант  $K$  та  $n$  для розчинів ПВС/КМК на основі водних фітоекстрактів, а також для контрольних систем без додавання цих екстрактів. Розраховані параметри наведено у таблиці, що дозволяє порівняти вплив кожного фітоекстракту на консистенцію та індекс течії полімерних композицій.

Таблиця 1

**Розрахункові значення констант  $K$  та  $n$  рівняння Оствальда–де-Вілла для композицій розчинів ПВС/КМК 1/1 на основі водних фітоекстрактів**

Фітоекстракт	Рівняння лінії тренду	$R^2$	$n$	$K$
–	$y = 0,2049x + 7,9112$	0,683	0,7951	7,9112
Ромашка лікарська <i>Matricaria chamomilla</i>	$y = -0,2883x + 7,8331$	0,7472	1,2883	7,8331
Кропива дводомна <i>Urtica dioica</i>	$y = 0,2049x + 6,1223$	0,7087	0,7951	6,1223
Кора дуба <i>Quercus cortex</i>	$y = -0,2331x + 10,503$	0,6278	1,2331	10,503

Вид фітоекстракту визначає характер реологічної поведінки композицій ПВС/КМК. Контрольна система без фітоекстрактів та композиція на основі водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* мають індекс течії  $n < 1$ , що свідчить про тенденцію до псевдопластичності – в'язкість зростає зі збільшенням швидкості зсуву. Це означає, що такі системи більш стійкі до механічного навантаження, але менш пластичні.

Композиції ПВС/КМК на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* та кори дуба *Quercus cortex* характеризуються значенням  $n > 1$ , що відповідає дилатантній поведінці – в'язкість зменшується зі зростанням швидкості зсуву. Це робить їх більш адаптивними до деформації, що важливо для створення плівок та гідрогелів, які повинні легко контактувати з тканинами ротової порожнини.

Константа К також варіює залежно від виду водного екстракту лікарських рослин. Найвищу структурованість композицій ПВС/КМК забезпечує водний екстракт кори дуба *Quercus cortex* ( $K = 10,503$ ), тоді як найнижчу – водний екстракт кропиви дводомної *Urtica dioica* ( $K = 6,1223$ ). Це підтверджує, що дубильні речовини, як містяться в корі дуба, значно підвищують опір системи до деформації, тоді як водний екстракт кропиви дводомної *Urtica dioica* формує менш щільну структуру.

Таким чином, кожен фітоекстракт формує специфічний реологічний профіль системи ПВС/КМК. Екстракт кори дуба *Quercus cortex* забезпечує найбільш виражену структурованість та стабільність, екстракт ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* зумовлює високу пластичність, а екстракт кропиви дводомної *Urtica dioica* надає системі більшої густини при нижчому рівні структурованості. Контрольна композиція займає проміжне положення між цими варіантами. Отримані результати свідчать про можливість цілеспрямованого підбору фітоекстрактів для створення полімерних композицій ПВС/КМК для стоматологічних плівок із заданими властивостями.

З досліджуваних композицій ПВС/КМК у співвідношенні 1/1 на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex* було отримано плівки на платформі з органічного скла за допомогою ручного рамкового аплікатора для нанесення покриттів товщиною 750 мкм та робочою шириною 100 мм, температура композицій при цьому становила 60 °С, з наступним висушуванням за нормальних умов протягом 48 годин.

Наступним етапом роботи стало проведення порівняльного аналізу щільності отриманих зразків плівок для встановлення впливу природи рослинної сировини на компактність полімерної матриці, що є визначальним фактором для прогнозування дифузійної проникності та механічних властивостей стоматологічних матеріалів. Визначення щільності зразків здійснювали методом гідростатичного зважування за допомогою аналітичних ваг Radwag AS 220.R2, оснащених спеціалізованим модулем. Для вимірювання щільності зразки плівок послідовно зважували у повітрі та у дистильованій воді при  $t = 19,7$  °С. Розрахунок значень виконувався автоматично програмним забезпеченням приладу на основі отриманих даних про масу зразка та об'єму витісненої рідини, що забезпечило високу точність і відтворюваність результатів.

На рис. 2 наведено залежність щільності плівок з полімерних композицій ПВС/КМК у співвідношенні 1/1 на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex*.

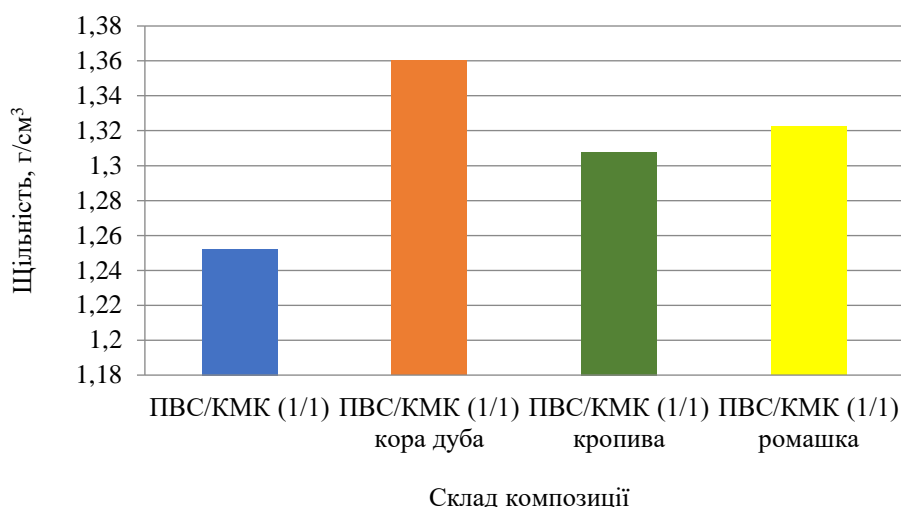


Рис. 2. Залежність щільності плівок з полімерних композицій ПВС/КМК у співвідношенні 1/1 на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex*

Аналіз експериментальних даних щодо щільності сформованих плівок на основі композиції ПВС/КМК у співвідношенні 1/1 дозволив встановити чітку залежність між природою введеного рослинного екстракту та компактністю макромолекулярної упаковки отриманих матеріалів. Згідно з результатами дослідження, контрольний зразок без додавання біоактивних компонентів характеризується найнижчим значенням щільності на рівні  $1,25 \text{ г/см}^3$ , що відповідає базовому рівню взаємодії полімерних ланцюгів ПВС та КМК. Введення водних екстрактів лікарських рослин у всіх випадках сприяє зростанню цього показника, що зумовлено включенням низькомолекулярних екстрактивних речовин у вільний об'єм полімерної матриці та ймовірним формуванням додаткової системи водневих зв'язків.

Зокрема, композиція ПВС/КМК на основі водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* продемонструвала зростання щільності до  $1,31 \text{ г/см}^3$ , що, попри відносно низьку константу консистенції вихідного розчину, свідчить про ефективне наповнення структури плівки компонентами екстракту. Плівки на основі водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* характеризуються щільністю  $1,32 \text{ г/см}^3$ , що добре корелює з встановленою раніше псевдопластичною поведінкою системи, яка забезпечує формування гомогенної структури при видаленні розчинника. Найвищий показник щільності зафіксовано для зразків із вмістом водного екстракту кори дуба *Quercus cortex* –  $1,36 \text{ г/см}^3$ . Такий результат є наслідком високої концентрації дубильних речовин та танінів, що діють як ефективні структурувальні агенти та забезпечують ущільнення полімерного каркаса. Виявлена закономірність підтверджує прямий взаємозв'язок між реологічними характеристиками вихідних композицій та фізичними параметрами твердих плівок, дозволяючи прогнозувати їхню механічну міцність та здатність до пролонгованого вивільнення діючих речовин у стоматологічній практиці.

Вимірювання геометричних параметрів сформованих зразків дозволило встановити пряму залежність товщини плівок від реологічних характеристик вихідних розчинів та природи фітоекстракту. Найбільшу товщину ( $0,22\text{--}0,25 \text{ мм}$ ) продемонстрували Плівки з композиції ПВС/КМК на основі водного екстракту кори дуба *Quercus cortex*, що зумовлено високою в'язкістю та інтенсивним структуруванням системи танінами, тоді як плівки на основі водного екстракту ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* мають оптимальні для еластичних аплікацій показники –  $0,15\text{--}0,18 \text{ мм}$ . Найменша товщина зафіксована для зразків на основі водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* ( $0,08\text{--}0,12 \text{ мм}$ ) та контрольних систем ПВС/КМК без добавок рослинних екстрактів ( $0,05\text{--}0,07 \text{ мм}$ ), що корелює з їхньою низькою щільністю та в'язкістю. Отримані дані підтверджують можливість регулювання товщини стоматологічного покриття в діапазоні  $0,05\text{--}0,25 \text{ мм}$  шляхом цілеспрямованого вибору рослинного наповнювача відповідно до необхідного часу резорбції та терапевтичного завдання.

**Висновки.** Системи на основі водних екстрактів кори дуба *Quercus cortex* та ромашки лікарської *Matricaria chamomilla* характеризуються дилатантною поведінкою композиційних розчинів, а системи на основі водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* характеризуються псевдопластичною поведінкою, що забезпечує сприятливі реологічні умови для формування плівок методом поливу з рівномірною товщиною та високою якістю поверхні матеріалу. Встановлено, що використання водного екстракту кропиви дводомної *Urtica dioica* сприяє зниженню в'язкості композицій ПВС/КМК на  $20\text{--}25\%$  порівняно з контролем, що сприяє можливості для створення швидкокорозчинних форм стоматологічних плівок зі щільністю  $1,31 \text{ г/см}^3$ . Найбільш доцільним є використання водного екстракту кори дуба *Quercus cortex* для створення стоматологічних плівок ПВС/КМК комбінованої дії, оскільки він забезпечує максимальну в'язкість системи  $\ln \eta \approx 10,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , сприяє структуруванню полімерної композиції та отримання плівки щільністю  $1,36 \text{ г/см}^3$ . Це прямо пов'язано з стійкістю покриття в умовах агресивного середовища ротової порожнини.

Діапазон в'язкості композицій ПВС/КМК на основі водних екстрактів водних екстрактів ромашки лікарської *Matricaria chamomilla*, кропиви дводомної *Urtica dioica* та кори дуба *Quercus cortex* від 6,0 до 10,2 Па·с у логарифмічній шкалі дозволяє варіювати товщину плівок у межах 0,05–0,25 мм зі щільністю порядку 1,32 г/см<sup>3</sup>, що є найбільш оптимальним для створення еластичних терапевтичних систем, які відповідають сучасним вимогам до апікаційних лікарських форм у стоматології.

Таким чином, результати роботи підтверджують значущий вплив фітоекстрактів на реологічні характеристики та щільність полімерних матриць ПВС/КМК, що відкриває перспективи для цілеспрямованого конструювання стоматологічних плівок різного типу дії.

## References

1. Jagtap, V., Khanolkar, C., & Rukari, T. (2024). Advances in Buccal Film Technology: A Modern Drug Delivery Approach. *International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(11), 1728–1738. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14249511>.
2. Rokaya, D., Srimaneepong, V., Sapkota, J., Qin, J., Siraleartmukul, K., & Siriwongrungson, V. (2018). Polymeric materials and films in dentistry: An overview. *Journal of Advanced Research*, 14, 25–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2018.05.001>.
3. Karki, S., Kim, H., Na, S. J., Shin, D., Jo, K., & Lee, J. (2016). Thin films as an emerging platform for drug delivery. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 11(5), 559–574. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2016.05.004>.
4. Liang, X., Zhong, H.-J., Ding, H., Yu, B., Ma, X., Liu, X., Chong, C.-M., & He, J. (2024). Polyvinyl Alcohol (PVA)-Based Hydrogels: Recent Progress in Fabrication, Properties, and Multifunctional Applications. *Polymers (Basel)*, 16(19), 2755. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym16192755>.
5. Ishchenko, O., Plavan, V., Valeika, V., Koliada, M., Liashok, I., Budash, Y., & Bessarabov, V. (2022). Modified Starch in Composition with Polyvinyl Alcohol as a Basis for Development of the Polymeric Materials for Pharmaceutical Use. *Starch – Stärke*, 74 (9–10), 2200062. DOI: <https://doi.org/10.1002/star.202200062>.
6. Nikitina, O. O., Robak, A. Yu., Tsyba, D. S. (2024). Innovatsiini pidkhody do vykorystannia likarskykh roslyn u suchasni farmatsevtitsi [Innovative approaches to the use of medicinal plants in modern pharmaceuticals]. *Tekhnolohii ta inzhynirynh*, 3(20), 110–126. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.3.9> [in Ukrainian].
7. Liashok, I. O., Plavan, V. P., Kriukova, O. A., Polushkin, M. M., Shvets, V. V., & Shapovalova, Ya. S. (2024). Vplyv polisakharydiv na fizychni vlastyvyosti plivok ta hidroheliiv PVS na osnovi vodnoho ekstraktu romashky likarskoї (*Matricaria Chamomilla*) [Influence

## Література

1. Jagtap V., Khanolkar C., Rukari T. Advances in Buccal Film Technology: A Modern Drug Delivery Approach. *International Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2024. № 2 (11). P. 1728–1738. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14249511>.
2. Rokaya D., Srimaneepong V., Sapkota J., Qin J., Siraleartmukul K., Siriwongrungson V. Polymeric materials and films in dentistry: An overview. *Journal of Advanced Research*. 2018. № 14. P. 25–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2018.05.001>.
3. Karki S., Kim H., Na S. J., Shin D., Jo K., Lee J. Thin films as an emerging platform for drug delivery. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2016. № 11 (5). P. 559–574. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2016.05.004>.
4. Liang X., Zhong H.-J., Ding H., Yu B., Ma X., Liu X., Chong C.-M., He J. Polyvinyl Alcohol (PVA)-Based Hydrogels: Recent Progress in Fabrication, Properties, and Multifunctional Applications. *Polymers (Basel)*. 2024. № 16 (19). Art. 2755. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym16192755>.
5. Ishchenko O., Plavan V., Valeika V., Koliada M., Liashok I., Budash Y., Bessarabov V. Modified Starch in Composition with Polyvinyl Alcohol as a Basis for Development of the Polymeric Materials for Pharmaceutical Use. *Starch – Stärke*. 2022. № 74 (9–10), Art. 2200062. DOI: <https://doi.org/10.1002/star.202200062>.
6. Нікітіна О. О., Робак А. Ю., Циба Д. С. Інноваційні підходи до використання лікарських рослин у сучасній фармацевтиці. *Технології та інженіринг*. 2024. № 3 (20). С. 110–126. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.3.9>.
7. Ляшок І. О., Плаван В. П., Крюкова О. А., Полушкін М. М., Швець В. В., Шаповалова Я. С. Вплив полісахаридів на фізичні властивості плівок та гідрогелів ПВС на основі водного екстракту ромашки лікарської (*Matricaria*

- of polysaccharides on physical properties of pva films and hydrogels based on aqueous extract of the medicinal chamomile (*Matricaria Chamomilla*). *Tekhnolohii ta inzhynirynh*, 5(22), 101–109. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.5.10> [in Ukrainian].
8. McKay, D. L., & Blumberg, J. B. (2006). A review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). *Phytotherapy Research*, 20 (7), 519–530. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.1900>.
9. Liashok, I. O., Kriukova, O. A., Kychuzhynets, M. S., Shvets, V. V., Halahan, V. V., & Stadnik, D. V. (2024). Fizychni vlastyvyosti hidroheliu ta plivok PVS na osnovi vodnoho ekstraktu kropyvy dvodomnoi [Physical properties of hydrogels and PVA films based on aqueous extract of stinging nettle]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky*, 343 (6 (1)), 412–417. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-61> [in Ukrainian].
10. Tsubanova, N. A., Zhurenko, D. S., Khokhlenkova, N. V., Artiukh, T. O. (2017). Screening Study for Finding the Optimal Combination Gel Composition for the Treatment of Periodontal Disease, Which Contains Extracts of Aloe Vera and Oak Bark. *Asian Journal of Pharmaceutics*, 11 (2), 353–357. DOI: <https://doi.org/10.22377/ajp.v11i02.1276>.
- Chamomilla). *Технології та інженіринг*. 2024. № 5 (22). С. 101–109. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.5.10>.
8. McKay D. L., Blumberg J. B. A review of the bioactivity and potential health benefits of chamomile tea (*Matricaria recutita* L.). *Phytotherapy Research*. 2006. № 20 (7). P. 519–530. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.1900>.
9. Ляшок І. О., Крюкова О. А., Кичужинець М. С., Швець В. В., Галаган В. В., Стаднік Д. В. Фізичні властивості гідрогелів та плівок ПВС на основі водного екстракту кропиви дводомної. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*. 2024. № 343 (6(1)). С. 412–417. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-61>.
10. Tsubanova N. A., Zhurenko D. S., Khokhlenkova N. V., Artiukh T. O. Screening Study for Finding the Optimal Combination Gel Composition for the Treatment of Periodontal Disease, Which Contains Extracts of Aloe Vera and Oak Bark. *Asian Journal of Pharmaceutics*. 2017. № 11 (2). P. 353–357. DOI: <https://doi.org/10.22377/ajp.v11i02.1276>.

SHVETS VYACHESLAV

Postgraduate Student,  
Department of Chemical Technologies  
and Resource Saving,  
Kyiv National University of Technologies  
and Design, Ukraine  
<https://orcid.org/0009-0003-0149-4364>  
E-mail: [svecv2528@gmail.com](mailto:svecv2528@gmail.com)

LIASHOK IRINA

PhD, 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  
E-mail: [lyashok.io@knuud.edu.ua](mailto:lyashok.io@knuud.edu.ua)

Vyacheslav SHVETS, Irina LIASHOK

Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

## INFLUENCE OF PHYTOEXTRACTS ON THE RHEOLOGY AND DENSITY OF POLYVINYL ALCOHOL/CARBOXYMETHYL STARCH POLYMER MATRICES IN DENTAL FILM TECHNOLOGY

**Purpose.** To establish the effect of aqueous extracts of *Matricaria chamomilla*, *Urtica dioica*, and *Quercus cortex* on the rheological behavior of Polyvinyl Alcohol/Carboxymethyl Starch polymer solutions and the physical parameters of films formed on their basis to substantiate the technology of dental films.

**Methodology.** The objects of study were compositions of Polyvinyl Alcohol (grade 16/1) and Carboxymethyl Starch CAS: 9063-38-1e cgsddslyjityys 1/1, made on the basis of aqueous extracts of chamomile *Matricaria chamomilla*, stinging nettle *Urtica dioica* and oak bark *Quercus cortex*. Extraction was carried out in a water bath (85–95 °C) with subsequent preparation of 10% Polyvinyl Alcohol solution and 5% Carboxymethyl Starch solution based on aqueous phytoextracts. Rheological parameters were determined using a rotational viscometer NDJ-9S (DSTU 33–2003). The type of flow and constants of the Ostwald–de Villa equation were calculated based on the dependence of shear stress on shear rate. Polymer films were

formed by the method of pouring onto organic glass (applicator 750  $\mu\text{m}$ ) with subsequent drying for 48 hours. The density of the samples was determined by hydrostatic weighing in air and distilled water at 19.7 °C on a Radwag AS 220.R2 analytical balance with automatic calculation of values.

**Findings.** It was found that the introduction of phytoextracts significantly changes the rheology of Polyvinyl Alcohol/Carboxymethyl Starch systems. Systems without phytoextracts and based on aqueous extracts of chamomile *Matricaria chamomilla* and oak bark *Quercus cortex* are characterized by dilatant behavior of solutions, and the Polyvinyl Alcohol/Carboxymethyl Starch system based on aqueous extract of stinging nettle *Urtica dioica* is characterized by pseudoplastic behavior, which provides optimal rheological conditions for the formation of dental films by the irrigation method. The use of oak bark extract is most appropriate for the creation of combined Polyvinyl Alcohol/Carboxymethyl Starch films due to the maximum viscosity of the system  $\ln\eta \approx 10.2 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  and the density of the films 1.36  $\text{g}/\text{cm}^3$ , which determines stability in the aggressive environment of the oral cavity. Nettle extract contributes to a decrease in the viscosity of the compositions by 20–25% compared to the control, which allows obtaining quickly dissolving forms with a density of 1.31  $\text{g}/\text{cm}^3$ . The viscosity range of the compositions 6.0–10.2  $\text{Pa}\cdot\text{s}$  provides a variation in the thickness of the films within 0.05–0.25 mm with an average density of about 1.32  $\text{g}/\text{cm}^3$ , which is satisfactory for the creation of elastic therapeutic systems. The results obtained confirm the promising use of plant extracts for the development of modern application dosage forms in dentistry.

**Originality.** For the first time, the influence of the type of phytoextracts on the change in the type of flow (from dilatant to pseudoplastic) and the consistency constant of Polyvinyl Alcohol/Carboxymethyl Starch systems was established. A direct correlation was found between the degree of structuring of solutions and the density of the formed films.

**Practical value.** The choice of phytoextracts for creating dental films with specified properties is justified, in particular, strong barrier coatings based on aqueous extract of oak bark *Quercus cortex*, elastic applications based on aqueous extract of medicinal chamomile *Matricaria chamomilla* and quick-dissolving forms based on aqueous extract of stinging nettle *Urtica dioica* with a film thickness of 0.05–0.25 mm.

**Keywords:** Polyvinyl Alcohol; Carboxymethyl Starch; phytoextracts; rheological properties of polymer compositions; density; dental films.