



Ганна Петрівна Мегалінська,

кандидатка біологічних наук,
доцентка, доцентка кафедри здоров'язбережувальної
освіти та фізичної рекреації
факультету фізичного виховання, спорту і здоров'я,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-8662-8584>



Катерина Григорівна Посто́ва,

кандидатка психологічних наук,
провідна наукова співробітниця
відділу підтримки обдарованості,
Інститут обдарованої дитини НАПН України,
м. Київ, Україна

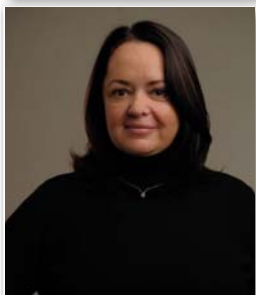
 <https://orcid.org/0000-0001-9728-4756>



Жанна Іванівна Білик,

кандидатка біологічних наук,
старша наукова співробітниця
відділу створення навчально-тематичних систем знань
НЦ «Мала академія наук України»,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-2092-5241>



Юлія Сергіївна Міщенко,

вчителька біології,
школа І–ІІІ ступенів Деснянського району міста Києва,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0009-0008-8873-2228>



Олена Володимирівна Омельчук,

кандидатка педагогічних наук, доцентка
кафедри здоров'язбережувальної освіти та фізичної рекреації
факультету фізичного виховання, спорту і здоров'я,
Український державний університет імені Михайла Драгоманова,
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0003-1771-730X>

УДК: 633.9:001.8

DOI: [https://doi.org/10.63437/3083-6425-2025-3\(98\)-07](https://doi.org/10.63437/3083-6425-2025-3(98)-07)

ПЕРЕВАГИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ТОКСИКОГЕННОСТІ ОРЛЯКА ЗВИЧАЙНОГО

Анотація.

У статті розглянуто актуальну проблему ознайомлення молоді з токсичністю папороті – орляка звичайного. Сучасні наукові дослідження констатують присутність в сировині *Pteridium aquilinum* птаквілозиду, який класифікують як мутаген із канцерогенною активністю. Результати біологічного експерименту свідчать, що орляк має як цитостатичну, так і

мітогенну активність, які залежать від концентрації рослинної сировини. Антибактеріальну активність вивчали дифузійним методом. Результати засвідчують, що водний екстракт кореневищ орляка має досить високу антибактеріальну активність щодо умовно-патогенних бактерій. Оскільки кореневище орляка має поверхнево-активні сполуки і належить до миючих рослинних засобів, то авторами було проведено дослідження антибактеріальної дії таких сапоніновмісних рослин, як мильнянка лікарська та бузина чорна. Порівняльний аналіз показав, що орляк не лише видаляє бруд, а й має високу протистафілококову активність. З метою популяризації даних стосовно токсичності орляка нами проведено педагогічний експеримент з оптимізації методики ознайомлення студентів і учнів із проблемою захисту від потрапляння птаквілозиду в організм людини.

Педагогічний експеримент підтверджує, що лабораторний підвищує показник засвоєння знань учнів на 18 % у порівнянні з лекційним. Результати аналогічного експерименту серед студентської молоді дають змогу підсумувати, що цей показник значно вищий і дорівнює 21 %. Обговорюється питання важливості ознайомлення молоді з токсичними та канцерогенними речовинами рослин.

Ключові слова: орляк звичайний; цитостатична активність; антибактеріальна активність; лекційний метод; креативність; біологічний експеримент.

Останнім часом у літературі з'являється дедалі більше даних щодо фармакологічного потенціалу та токсичності папороті орляка звичайного [1; 2].

Згідно з даними В. Мінарченко [3] в рослинній сировині орляка виявлено органічні кислоти, каротиноїди, сесквітерпени, стероїди, флавоноїди, фенольні сполуки, дубильні речовини. Комплекс біологічно-активних речовин орляка має протизапальні, тонізуючі, сечогінні, антигельмінтні та антиоксидантні властивості [3]. І хоча в народній медицині орляк використовують при захворюваннях органів дихання, шлунка, міалгії та ожирінні, проте сучасні наукові дослідження констатують [4], що біологічно-активні речовини цієї папороті стимулюють появу пухлин у великої рогатої худоби та інших сільськогосподарських тварин.

Орляк як харчовий продукт широко відомий у світі. Молоді вайї орляка у вареному, смаженому та маринованому вигляді використовують переважно в країнах Східної Азії та Південної Африки [3]. Канцерогенність орляка пов'язують з птаквілозидом, – нестійким глікозидом, який викликає появу пухлин у гризунів [4].

Так, Н. Чен та співавтори [4] висловлюють думку, що комплекс біологічно-активних речовин орляка (шікімонова кислота, кверцетин та дубильні речовини) має механізм цілющого та канцерогенного впливів, що залежить від концентрації цих речовин. При низьких концентраціях цей комплекс має канцерогенний ефект, а при більш високих – стає неканцерогенним [5].

Водночас Н. Чен [4] висловлює думку, що *Pteridium aquilinum* має компоненти, які ще не були ідентифіковані.

У своєму дослідженні С. Шиванти [2] звертає увагу на комплекс токсичних сполук орляка, до яких варто зарахувати не лише канцерогенний птаквілозид, а й ферменти тіамінази, які розщеплюють вітамін В1 – тіамін. У сировині папороті також виявлено ціаногенний глікозид – пруназин, який при пошкодженні рослинних тканин призво-

дить до вивільнення ціаніду водню. Такий механізм нагадує дію амігдаліну. Вивільнення ціаніду водню гальмує поділ клітин в області злоякісних пухлин та руйнує пухлинні клітини. Низка дослідників [6] акцентує на тому, що амігдаліноподібні речовини вбивають ракові клітини, не заподіюючи шкоди здоров'ю.

Автори дослідження [2] наголошують на екологічних наслідках поширення орляка, небезпеці отримання людиною птаквілозиду через забруднені продукти (наприклад, молоко та м'ясо). Вчені закликають підвищити ефективність боротьби з інвазивним поширенням папороті орляка, розглядають питання цілеспрямованого видалення папороті в екологічно чутливих зонах і сприяння росту місцевої рослинності. Окрім того, автори дослідження закликають проводити інформаційні кампанії щодо потенційних ризиків для здоров'я, пов'язаних із *Pteridium aquilinum*.

З огляду на це, метою представленого дослідження був пошук ефективних методик ознайомлення студентів і гуртківців – валеологів з токсичними рослинами України, зокрема з рослиною *Pteridium aquilinum*.

Одним із методів проведення гуртка було обрано лекцію на тему «**Орляк звичайний** – рослина з фармакологічним, антиаліментарним і канцерогенним потенціалом», фрагмент якої наведено нижче.

Поширену на території України папороть орляк звичайний у Китаї використовують як сечогінний та жироснижувальний засіб. Також сировину орляка застосовують для лікування ревматизму, золотухи, подагри та гельмінтозу. Як харчовий продукт використовують молоді листки-вайї. Згідно з історичними даними, кореневища заварювали для виготовлення клею та пива. Завдяки поверхнево-активним речовинам кореневища використовували як мийні засоби. У процесі еволюції рослини папороті вдосконалювали метаболізм процесами синтезу ряду вторинних метаболітів, які відіграють значну роль у захисті орляка від

патогенів і хижаків. Саме до таких речовин зараховують ціаногенні глікозиди, тіамінази та птаквілозид. Сировина орляка містить значну кількість харчових волокон, вітаміну С, вітаміну А, комплексу вітамінів групи В, калію, марганцю.

Результати експериментів щодо впливу сировини орляка як їстівного продукту на мишей свідчать, що *Pteridium aquilinum* має імуносупресивну дію і підвищує ризик виникнення раку. Причому спостерігається зниження експресії гена інтерлейкіну-1. Тривале споживання орляка молодими японцями призводить до онкологічних захворювань шлунка, стравоходу та сечового міхура. На птаквілозид припадає більше половини мутагенної активності, пов'язаної з папороттю. У щурів, які отримували двічі на тиждень орляка перорально, розвивалися пухлини молочної залози та клубової кишки через вісім тижнів [3]. Вивчення дії птаквілозиду на ДНК *in vitro* дає змогу констатувати генотоксичний спосіб дії, який і є причиною канцерогенезу [4].

Похідні птаквілозиду можуть ковалентно зв'язуватися з молекулами ДНК, націлюючись на залишки аденіну та гуаніну, що індукують депуринізацію та розрив у молекулах ДНК. Авторами дослідження [3; 4] показано, що кип'ятіння або приготування на пару можуть зменшити негативний вплив птаквілозиду та тіамінази.

Щоб ознайомити слухачів гуртка з дією водного екстракту орляка звичайного на мітотичну активність нами розроблено лабораторну роботу «Вивчення протипухлинної активності орляка». Низка авторів [7] як модель пухлинного росту пропонує використовувати меристематичні клітини рослин, для яких є характерним інтенсивний поділ. Для пошуку активних цитостатиків використовують спостереження за перичиклом проростків огірка [7]. У коренях рослин із родини гарбузових спостерігається ранній розвиток бічних коренів, які закладаються в базальній частині меристеми, а в коренях інших рослин – у зоні диференціювання клітин після розтягування. У зародковому корінці насінини огірка закладені примордії бічних коренів, де після набухання насіння починається мітотичний поділ клітин. Таким чином, вплив витяжки з кореневища орляка звичайного на кількість бічних коренів проростка огірка відбиває мітотичну активність кореневого шару, а саме перичиклу. Опис лабораторної роботи представлено нижче.

Лабораторна робота № 1. Цитостатична активність кореневища орляка звичайного

Мета: ознайомити вихованців гуртка валеології з методом вивчення цитостатичної активності водного екстракту орляка звичайного.

Матеріали та обладнання: кореневище орляка, чашки Петрі, фільтрувальний папір, дистильована

вода, мірний циліндр, шприці на 10 мл, мірні стакани, ваги, електрична плита, насіння огірка – 100 шт.

Хід роботи

1. Приготувати екстракт кореневищ орляка звичайного в співвідношенні 50 мг/мл.
2. Приготувати 10 чашок Петрі з фільтрувальним папером.
3. В першу чашку Петрі (контроль) влити 10 мл дистильованої води.
4. В усі наступні чашки заливати суміш – 1 мл екстракту + 9 мл води, 2 мл + 8 мл води; 3 мл + 7 мл води; 4 мл екстракту + 6 мл води і т. д. Таким чином, підготувати 10 чашок Петрі з екстрактами різної концентрації.
5. У всі чашки покласти по 10 насінин огірка одного сорту.
6. Після проростання насіння підрахувати показники кількості бічних коренів у проростків та довжини головного кореня залежно від концентрації водної витяжки орляка звичайного.
7. Скласти таблицю, зробити висновок.

Результати дослідження представлені в таблиці 1

Результати дослідження свідчать, що при концентрації до 150 мг/мл водний екстракт орляка має мітостимулювальний ефект. При концентрації від 200 до 400 мг/мл екстракт орляка знижує інтенсивність мітозу на 35 % при всіх проміжних значеннях концентрації. Лише при концентрації більше 450 мг/мл екстракт орляка виступає значним інгібітором проліферації.

Практично результати нашого експерименту збігаються з даними Н. Чена [4; 5] щодо дії біологічно активних речовин орляка звичайного. При малих концентраціях екстракту поділ клітин стає більш інтенсивним, а при високих концентраціях – проявляється протипухлинний ефект.

Стосовно показника довжини головного кореня отримані дані свідчать, що до концентрації 200 мг/мл не відбувається змін у роботі гетероауксинів меристеми кореня. При концентрації більше 200 мг/мл екстракт орляка інгібує синтез гетероауксинів меристеми коренів. Антибактеріальну дію сировини орляка звичайного також вивчала низка авторів [8; 9].

Антибактеріальну дію сировини орляка звичайного також вивчала низка авторів [8; 9]. Так, А. Сандей [8] досліджував антибактеріальний ефект гексанового та етанолового екстрактів листків орляка щодо кишкової палички, золотистого стафілокока та синьогнійної палички. Гексановий екстракт виявив найвищу активність проти досліджуваних мікроорганізмів із зоною гальмування від 15 до 32 мм. В екстракті були присутні каротиноїди, флаваноїди, феноли, дубильні речовини. У своєму дослідженні Д. Кардонг та співавтори [9] також продемонстрували антибактеріальну активність етанольного

Таблиця 1

Цитостатична активність кореневищ орляка звичайного

Концентрація екстракта мг/мл	Кількість бічних коренів (шт)	% по відношенню до контролю	Довжина головного кореня	% по відношенню до контролю
К (0)	30,0 ± 1,4	100,0	151,0 ± 3,3	100,0
50	31,0 ± 2,2	103,0	151,0 ± 4,1	100,0
100	34,0 ± 2,7	113,0	151,7 ± 4,6	101,0
150	22,8 ± 3,1	76,0	145,0 ± 3,6	96,0
200	20,1 ± 0,9	66,0	136,6 ± 1,1	90,4
250	19,7 ± 2,3	65,6	134,2 ± 4,1	88,7
300	19,6 ± 3,4	65,3	131,0 ± 3,9	86,7
350	19,3 ± 2,7	65,1	126,7 ± 2,4	83,9
400	18,4 ± 2,6	61,3	99,0 ± 2,8	65,5
450	13,6 ± 2,7	45,3	105,8 ± 3,1	69,5

екстракту листків орляка звичайного відносно сінної палички та протей звичайного. Ці автори популяризують використання пагонів орляку в домашніх умовах під час лікування захворювань, спричинених мікробами.

У своїй праці С. Хасан та Р. Умар та ін. [10] показали, що водний екстракт листків орляка звичайного в концентрації 50 мг/мл виявив інгібіторну активність відносно *Staphylococcus aureus* та *Pseudomonas aeruginosa*. В екстракті були виявлені дубильні речовини, ціаногенні глікозиди та серцеві глікозиди. Ці автори довели, що пероральне використання листків орляка кролями незначним чином змінює ниркові та печінкові показники, що дозволяє місцеве використання рослини проти інфекційних захворювань. Оскільки в жодній роботі не досліджувався водний екстракт кореневищ орляка звичайного, саме це стало наступним етапом нашого експерименту, на основі якого було розроблено лабораторну роботу № 2.

Лабораторна робота № 2. Антибактеріальна активність водної витяжки з кореневищ орляка звичайного

Мета: ознайомити студентів та слухачів гуртка валеології з антибактеріальними властивостями водного екстракту кореневищ орляка звичайного.

Матеріали та обладнання: чисті культури *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, чашки Петрі, пальники, середовища МПА, петлі Коха, шпатель Дригальського, фізіологічний розчин, пінцети, стерильні паперові диски.

Хід роботи

1. У стерильні чашки Петрі залити середовище МПА.

2. Після застигання середовища зробити газонний посів тестової культури.

3. Приготувати водний екстракт кореневищ орляка в концентрації 100 мг/мл.

4. Стерильно внести в чашки Петрі диски, змочені екстрактом орляка, і покласти на відстані 20 мм один від одного.

5. Через 2–3 доби зняти показники. Виміряти діаметр зони гальмування росту бактерій навколо диска. Підрахувати середнє значення зони лізису.

6. Скласти таблицю та зробити висновки.

Результати експерименту подано в таблиці 2.

Результати експерименту свідчать, що водний екстракт кореневищ орляка виявив антибактеріальну активність відносно всіх досліджуваних мікроорганізмів. Найбільш чутливими до дії екстракту виявилися стафілокок золотистий та кишкова паличка. Ці показники збігаються з даними дослідження [10] для водної витяжки з листків орляка.

Оскільки в літературі [10] кореневище орляка розглядається як відомий у народному побуті миючий засіб, ми пропонуємо додати ще фрагмент до лабораторної роботи з вивчення антибактеріальної активності таких сапоніновмісних рослин, як мильнянка лікарська (*Saponaria officinalis* L.) та бузина чорна (*Sambucus nigra* L.), які також використовують як джерело поверхнево-активних речовин і зараховують до рослинних миючих засобів.

Таблиця 2

Антибактеріальна активність водного екстракту кореневищ орляка звичайного (100 мг/мл)

Тестовий мікроорганізм	Зона гальмування в мм
<i>Escherichia coli</i>	14 ± 1,7
<i>Staphylococcus aureus</i>	15 ± 1,1
<i>Candida albicans</i>	12 ± 0,9

Результати проведеного фрагменту цієї лабораторної роботи представлено в таблиці 3.

Представлені в таблиці 3 результати дають студентам або гуртківцям змогу дійти висновків, що сапоніновмісні рослини не лише сприяють видаленню бруду, а й мають антибактеріальну активність. Причому кореневище орляка звичайного

виявило найбільшу антибактеріальну активність відносно всіх тестових мікроорганізмів. Привертає увагу високий показник антистафілококової активності водного екстракту кореневища орляка.

Представлені лабораторні роботи допомагають сформуванню уявлення щодо орляка звичайного як рослини з антибактеріальною активністю, а також з

Таблиця 3

Антибактеріальна активність деяких видів з високим вмістом поверхнево-активних речовин

Тестовий мікроорганізм	Зона лізису		
	<i>Saponaria officinalis</i> (корінь)	<i>Sambucus nigra</i> (корінь)	<i>Pteridium aquilinum</i> (кореневище)
Кишкова паличка	12 ± 0,8	13 ± 1,1	14 ± 1,7
Синьогнійна паличка	12 ± 1,1	12 ± 0,9	13 ± 1,2
Стафілокок золотистий	9 ± 0,7	11 ± 0,8	15 ± 1,1
Сінна паличка	10 ± 1,4	9 ± 0,6	14 ± 0,6

сильним мутагенним ефектом за рахунок птаквілозидів. Мітогенна активність цієї рослини виявляється лише при низьких концентраціях. Представлені результати: формують навички обережного ставлення до лікарської сировини папороті; доводять та частково спростовують народні засоби лікування, які потребують перевірки та вдосконалення експериментальним способом; підтверджують креативність педагогів у розширенні практичності лабораторного методу, що підвищує цікавість у здобувачів освіти до вивчення природничих наук.

Гуртківці та студенти, які проводили науковий експеримент у вигляді представлених вище лабораторних робіт, краще усвідомлювали фактор токсичності орляка звичайного і неоднозначність його лікарського застосування.

Нами порівнювалися результати засвоєння знань гуртківців і студентів, які вивчали тему «Отруйні рослини України» лекційним методом і за допомогою поданих представлених лабораторних робіт. Для математичної обробки отриманих даних застосовувався коефіцієнт засвоєння знань К за методом О. Киверляга [11].

$$\bar{K} = \frac{\sum I'_a}{N \cdot I_a} \cdot 100\% \quad (1)$$

де I_a – загальна кількість елементів знань, що підлягає перевірці;

$\sum I'_a$ – сума засвоєних елементів знань гуртківців обраної групи;

I'_a – кількість засвоєних елементів знань;

N – загальна кількість гуртківців обраної групи.

Результати педагогічного експерименту, у якому взяли участь гуртківці, представлено в таблиці 4.

Результати педагогічного експерименту з гуртківцями свідчать, що розроблений нами лабораторний метод підвищує рівень знань гуртківців на 18 %. Результати педагогічного експерименту, у якому взяли участь студенти, представлено в таблиці 5.

Результати педагогічного експерименту із студентами засвідчують, що розроблений нами лабораторний метод підвищує рівень знань студентів на 21 %.

Таким чином, аналіз літературних джерел дає змогу дійти висновку, що орляк звичайний має комплекс токсичних сполук, серед яких небезпечним є канцерогенний птаквілозид, ферменти тіамінази, які розщеплюють вітамін В1 і класифікуються як антиаліментарний фактор та ціаногенний глікозид – прупазин. З огляду на це, автори багатьох досліджень закликають проводити інформаційну роботу серед молоді щодо потенційних ризиків для здоров'я, що пов'язані з орляком звичайним.

Проведений нами експеримент з вивчення цитостатичної активності водної витяжки кореневищ орляка свідчить, що при концентрації від 200 до 400

Таблиця 4

Рівень засвоєння знань гуртківців щодо використання лікарської сировини орляка звичайного (за коефіцієнтом О. Киверляга)

	Лекційний метод		Лабораторний метод з використанням біологічного експерименту	
	Констатувальний експеримент	Формувальний експеримент	Констатувальний експеримент	Формувальний експеримент
Члени гуртка валеології	49,7 %	56,4 %	50,6 %	68,6 %

Таблиця 5

Рівень засвоєння знань студентів щодо використання лікарської сировини орляка звичайного (за коефіцієнтом О. Киверляга)

	Лекційний метод		Лабораторний метод з використанням біологічного експерименту	
	Констатувальний експеримент	Формувальний експеримент	Констатувальний експеримент	Формувальний експеримент
Студенти	60,2 %	61,4 %	61,6 %	82,6 %

мг/мл екстракт орляка знижує інтенсивність мітозу на 35 %. Водночас при концентрації до 150 мг/мл екстракт орляка має мітостимулювальний ефект.

В експерименті з вивчення антибактеріальної активності доведено, що водний екстракт кореневищ орляка має антибактеріальну активність відносно всіх досліджуваних мікроорганізмів, а найбільш чутливим до дії екстракту виявився стафілокок золотистий.

Під час порівняння антибактеріальної активності сапоніновмісних рослин, які використовуються як миючі засоби рослинного походження, виявлено, що найбільш ефективним антисептиком може виступати орляк звичайний.

Таким чином, літературні дані та проведений експеримент дають змогу класифікувати сировину кореневищ орляка як небезпечний засіб для внутрішнього застосування і як ефективний антисептичний мийний засіб для використання на непошкодженій шкірі.

Відповідно до результатів педагогічного експерименту застосування лабораторного методу із застосуванням біологічного експерименту підвищував рівень знань студентів на 21 %, а рівень знань учнів – на 18 %.

Використані літературні джерела

1. Zhao Z. H., Ju X. Y., Wang K. W. Structure, characterization, antioxidant and immunomodulatory activities of polysaccharide from *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Food (Basel, Switzerland)*. 2022. 11(3). 1834. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11131834>.
2. Sharma S., Dahiya D.P., Sharma A., Rana P., Bharti S. *Pteridium aquilinum* – toxic and cancerogenic effects on human and animals. *Int. J. of Pharm. Sci.* 2024. 2(4). P. 340–347. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10932874>.
3. Мінарченко В. М., Тимченко І. А., Двірна Т. С., Махія Л. М., Ковальська Н. П. Лікарські

папоротеподібні, плауноподібні та хвощеподібні України: монографія. Київ: Паливода А. В. 2018. 181 с.

4. Chen N. Study on the extraction of flavonoid compound in *Pteridium aquilinum* (L.) and its antioxidant property. *Food and Ferment. Indust.* 2003. No. 29(11). P. 63–66.

5. Pamukcu A. M., Yalciner A., Hatcher J. F., Bryan G. T. Quercetin, a rat intestinal and bladder carcinogen present in bracken fern (*Pteridium aquilinum*). *Cancer Research*. 1980. No. 40. P. 3468–3472.

6. Іванус А. В., Савіна О. І., Бріндз А. Я. Деякі аспекти використання черешні у фітофармакології. *Проблеми агропромислового комплексу Карпат*. 2020. № 28. С. 73–87.

7. Мегалінська Г. П., Панчук О. В., Ткачук І. О. Цитостатична активність ендокарпіїв деяких плодових рослин. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*. Серія: Біологія. 2023. № 83(3–4). С. 16–20.

8. Sunday A. Antibacterial, phytochemical and proximate analysis of *Pteridium aquilinum*. *International Journal of Research in Pharmacy and Biosciences*. 2015. No. 2. P. 1–7.

9. Kardong D., Upadhyaya S., Saikia L. R. Screening of phytochemicals, antioxidant and antibacterial activity of crude extract of *Pteridium aquilinum* Kuhn. *Journal of Pharmacy Research*. 2013. No. 6(1). P. 179–182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jopr.2012.11.037>.

10. Hassan S. W., Umar R. A., Dabai Y. U., Ebbo A. A., Faruk U. Z. Antibacterial, phytochemical and toxicity studies of *Pteridium aquilinum* L. (Dennstaedtiaceae) in rabbits. *Journal of Pharmacology and Toxicology*. 2007. No. 2. P. 168–175. DOI: 10.3923/jpt.2007.168.175.

11. Kiverlyag A. A. Research methods in professional pedagogy. Tallinn: Valgus. 1980. 334 p.

References

1. Zhao, Z. H., Ju, X. Y., & Wang, K. W., et al. (2022). Structure, characterization, antioxidant and immunomodulatory activities of polysaccharide from *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Food*. 11 (3), P. 1834. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11131834>.
2. Sharma, S., Dahiya, D. P., Sharma, A., Rana, P., Bharti, S., Fern, Br. (2024). *Pteridium aquilinum*-toxic and cancerogenic effects on human and animals. *Int. J. of Pharm. Sci.*, 2 (4), P. 340-347. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10932874>.
3. Minarchenko, V. M., Tymchenko, I. A., Dvirna, T. S., Makhynia, L. M., & Kovalska, N. P. (2018) Likarski paporotepodibni, plaunopodibni ta khvoshchepodibni Ukrainy [Medicinal ferns, fern-like and horsetails of Ukraine]. Kyiv. 181 p. [in Ukrainian].
4. Chen N. (2003). Study on the extraction of flavonoid compound in *Pteridium aquilinum* (L.) and its antioxidant property. *Food and Ferment. Indust.*, 29(11), P. 63-66.
5. Pamukcu, A. M., Yalciner, A., Hatcher, J. F., & Bryan, G. T. (1980). Quercetin, a rat intestinal and bladder carcinogen present in bracken fern (*Pteridium aquilinum*). *Cancer research*. 40, P. 3468-3472.
6. Ivanus, A. V., Savina, O. I., & Brindz, A. Ia. (2020). Deiaki aspekty vykorystannia chereschni u fitomarmakolohii [Some aspects of the use of sweet cherries in phytopharmacology]. *Problemy ahropromyslovoho kompleksu Karpat – Problems of the agro-industrial complex of the Carpathians*. 28, P. 73-87. [in Ukrainian].
7. Mehalinska, H. P., Panchuk, O. V., & Tkachuk I. O. (2023). Tsytostatychna aktyvnist endokarpiiv deiakykh plodovykh roslyn [Cytostatic activity of endocarps of common fruit plants]. *Naukovi zapysky Ternopilskoho Natsionalnoho Pedahohichnoho Universytetu, Seriya Biologhiia – Scientific notes of the Ternopil National Pedagogical University*. 83 (3-4), P. 16-20. [in Ukrainian].
8. Sunday Awe (2015). Antibacterial, Phytochemical and Proximate Analysis of *Pteridium aquilinum*. *International Journal of Research in Pharmacy and Biosciences*, 2, P. 1-7.
9. Kardong, D., Upadhyaya, S., & Saikia, L. R. (2013). Screening of phytochemicals, antioxidant and antibacterial activity of crude extract of *Pteridium aquilinum* Kuhn. *Journal of Pharmacy Research*. 6 (1), P. 179-182. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jopr.2012.11.037>.
10. Hassan, S. W., Umar, R. A., Dabai, Y. U., Ebbo, A. A. & Faruk, U. Z. (2007). Antibacterial, phytochemical and toxicity studies of *Pteridium aquilinum* L. (Dennstaedtiaceae) in rabbits.

Journal of Pharmacology and Toxicology. 2, P. 168-175. DOI: 10.3923/jpt.2007.168.175.

11. Kiverlyag, A. A. (1980). Research methods in professional pedagogy. Tallinn. 334 p.

Mehalinska Hanna, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Health-Preserving Education and Physical Recreation, Faculty of Physical Education, Sports and Health, Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

Postova Kateryna, Candidate of Psychological Sciences, Leading Researcher, Giftedness Support Department, Institute of Gifted Child of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Bilyk Zhanna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Department of Creation of Educational and Thematic Knowledge Systems, NC "Small Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine

Mishchenko Yulia, Biology Teacher, School of I–III Degrees of Desnyansky District of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Omelchuk Olena, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Health-Preserving Education and Physical Recreation, Faculty of Physical Education, Sports and Health, Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

ADVANTAGES OF THE EXPERIMENTAL METHOD IN STUDYING THE TOXICOGENICITY OF BRACKEN

Summary.

The paper considers the current problem of familiarizing young people with the toxicity of the fern – bracken (eagle fern). Modern scientific research states the presence of ptaquiloside in the raw material *Pteridium aquilinum*, which is classified as a mutagen with carcinogenic activity. The results of a biological experiment indicate that eagle fern has both cytostatic and mitogenic activity, which depend on the concentration of plant raw materials. Cytostatic activity was studied by observing the pericycle cells of lateral roots mitotic division of cucumber seedlings depending on the concentration of the *Pteridium aquilinum* aqueous extract. Antibacterial activity was studied by the disk-diffusion method. The results indicate that the aqueous extract of the rhizomes of the bracken has a fairly high antibacterial activity against opportunistic bacteria. Since the rhizome of the bracken has surface-active compounds and belongs to the group of herbal detergents, we conducted a study of the antibacterial activity of such saponin-containing plants as the medicinal soapwort and the black elderberry. Comparative analysis showed that the bracken not only removes dirt, but also has high anti-staphylococcal activity. The most sensitive to the action of the bracken water extract was *Staphylococcus aureus* with a diameter of the zone of inhibition of culture growth of 15 mm. *Escherichia coli* was also sensitive to the action of the extract of bracken, but with a smaller diameter of inhibition of culture growth.

In order to popularize data on the toxicity of bracken, we conducted a pedagogical experiment to optimize the methodology for familiarizing students and pupils with the problem of protection against ptaquiloside entering the human body.

During the pedagogical experiment, the academic achievements of students who participated in the constant and formative experiments were compared. A pedagogical

experiment shows that laboratory increases the rate of students' knowledge acquisition by 18 % more than lecture. The results of a similar experiment among students allow us to conclude that this rate is significantly higher and equals 21 %. The issue of the importance of familiarizing young people with toxic and carcinogenic substances of plants is discussed.

Keywords: bracken; cytostatic activity; antibacterial activity; lecture method; creativity; biological experiment.

Прийнято 19 червня 2025 року. Затверджено 30 липня 2025 року