

**АНАТОМО-ФІЗІОЛОГІЧНІ ОЗНАКИ СТІЙКОСТІ РОСЛИН
ГІРКОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО ПРОТИ
КАШТАНОВОЇ МІНУЮЧОЇ МОЛІ**

О. С. ПЕНТЕЛЮК, аспірантка*,

А. Ф. ЛІХАНОВ, кандидат біологічних наук,

І. П. ГРИГОРЮК, доктор біологічних наук, член-кореспондент НАН України
Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: creadle_of_death@mail.ru

***Анотація.** Ступінь стійкості рослин гіркокаштана звичайного проти КММ визначається комплексом структурно-анатомічних і біохімічних ознак. З'ясовано, що травмування поверхні листкової пластинки у стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного супроводжується специфічною пігментацією тканин навколо ушкоджених ділянок листка. У будові верхнього епідермісу визначено специфічні клітинні структури, які заповнені в'язкою базифільною субстанцією. Визначено, що вміст пластидних пігментів у листках стійкої проти КММ форми значно перевищує відповідний показник порівняно з нестійкою.*

Ключові слова: *гіркокаштан звичайний, каштанова мінуюча міль, листок, епідерміс, мезофіл, стійкість, хлорофіл, каротиноїд*

Стійкість рослин проти фітофагів і шкідників є надзвичайно складною багаторівневою системою, яка обумовлена тісно пов'язаними конституціональними ознаками, фізіологічним статусом, а також здатністю живого організму до швидкої перебудови під впливом зовнішніх чинників. Важливою складовою системи стійкості рослин є будова зовнішніх покривних тканин, що виконують бар'єрні функції і перешкоджають проникненню збудників хвороб, ураженню фітофагами, захищають внутрішні структури від надмірної дії світла, вологи тощо. Для рослин гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) останні 10 років найбільшої шкоди завдають гусениці каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (КММ)), які після відродження проникають у тканини листка і живляться спочатку клітинним соком, а згодом клітинами мезофілу. На думку деяких дослідників [9], стійкість рослин гіркокаштана звичайного проти КММ

* Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України І.П. Григорюк

пов'язана з товщиною кутикули верхнього епідермісу. Вважають також, що високу стійкість рослинам роду *Aesculus* L. забезпечують поліфенольні сполуки [8, 9], переважна більшість яких синтезується в хлоропластах і нагромаджується у вакуолях [1]. За нашими даними, для стійких проти КММ форм гіркокаштана звичайного нагромадження проантоціанідинів та інших поліфенольних сполук у листках не є вирішальним. Навпаки, показано, що саме для стійких проти КММ форм рослин характерною є невисока концентрація катехинів і проантоціанідинів [2]. У зв'язку з цим, метою даної роботи було вивчити особливості анатомічної будови листків стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного і визначити фізіологічний стан їх асиміляційного апарату за кількісними та якісними показниками вмісту пластидних пігментів.

Матеріали та методи досліджень. Експерименти проводили на рослинах гіркокаштана звичайного селітебних насаджень м. Києва. Відбір стійких проти КММ форм гіркокаштана здійснювали за результатами багаторічних моніторингових досліджень (2010 – 2015 рр.). Листки для аналізу пігментного складу відбирали з нижнього ярусу (1,8-2,0 м) генеративних дерев віком 25-30 років до появи перших ознак пошкоджень асиміляційної поверхні КММ, а також через 3 доби після травматичного пошкодження листових пластинок. Анатомічну будову листків вивчали на постійних мікропрепаратах поперечних і поздовжніх зрізів листків товщиною 8-10 мкм. Повторність цитологічних та гістохімічних досліджень 10-разова. Рослинні тканини обробляли фіксатором Чемберлена (60 % етиловий спирт, формалін і льодяна оцтова кислота у співвідношенні 90 : 5 : 5; тривалість фіксації – 24 год) та фарбували сафраніном – водним синім [3]. Якісне визначення вторинних метаболітів у тканинах виконували за стандартними прописами [3], яке досліджували на мікроскопі Nikon Eclipse E-200. Кількісний вміст хлорофілів та каротиноїдів визначали за формулою [4]:

$$c_a (\text{мг/мл}) = 16,72A_{665,2} - 9,16A_{652,4}$$

$$c_b (\text{мг/мл}) = 34,09A_{652,4} - 15,28A_{665,2}$$

$$c_{(x+c)} (\text{мг/мл}) = (1000A_{700} - 1,63c_a - 104,96c_b) / 221$$

Оптичну густину метанольних екстрактів листків вимірювали на спектрофотометрі Optizen POP (Південна Корея). Якісний склад пластидних пігментів визначали методом високоефективної тонкошарової хроматографії (ВЕТШХ) на платівках Silicagel G 60 (Merck) з використанням системи розчинників: толуол – ацетон – мурашина кислота (v/v/v – 34/10/6). Хроматограму обробляли 10 % спиртовим розчином сірчаної кислоти і нагрівали 5 хв за температури 105⁰ С. Фотоденситометричний аналіз хроматограм проводили в програмному модулі Sorbfil TLC Videodensitometer. Фотодокументацію і опрацювання отриманих експериментальних даних здійснювали у спеціалізованій програмі для аналізу цифрових зображень – Image-Pro Premier 9.0. Статистичну обробку отриманих даних виконували за допомогою комп'ютерних програм Statistica 6.0 та Sigma Plot 12.0.

Результати досліджень та їх обговорення. У міських зелених насадженнях м. Києва нами виявлено стійкі проти КММ форми гіркокаштана звичайного, унікальність яких полягає у здатності зберігати асиміляційну поверхню непошкодженою упродовж вегетаційного періоду (рис. 1). Для з'ясування механізмів стійкості рослин проти КММ нами проведено комплексні морфолого-анатомічні та фітохімічні дослідження. Показано, що листки стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного мають типову макро- і мікроморфологічну будову. Особливих ознак, які дозволили б вирізнити їх від інших рослин гіркокаштана звичайного, нами не встановлено. Стійкі проти КММ форми дерев гіркокаштана зростають в оточенні рослин, які інтенсивно пошкоджуються фітофагом. Отже, пряма залежність рівня стійкості рослин від абіотичних чинників є мало вірогідною.



Рис. 1. Листки стійкої (ліворуч) і нестійкої (праворуч) форм гіркогоаштана звичайного проти КММ (кінець серпня 2015 р.)

Протягом 5-6 років листки зберігають характерну форму і забарвлення від початку до кінця вегетації і не виявляють зовнішніх ознак захисних реакцій. Утворення мікротравм (мін гусениць першого віку) на адаксіальній поверхні листків стійкої форми гіркогоаштана звичайного за архітектонікою розташування і рясністю утворень узгоджується з специфікою кладки яєць метелика КММ. Стає очевидним, що стійка проти КММ форма гіркогоаштана звичайного не виділяє у повітря специфічних репелентів, які б відлякували комах. Водночас у рослин не порушується синтез ольфакторів, за якими метелики знаходять джерело кормової бази для гусениць. Після відродження гусениці КММ достатньо легко долають кутикулярний бар'єр і вмонтовуються всередину клітин верхнього епідермісу. Слід зазначити, що підвищена товщина клітинної стінки потребує значних енергетичних витрат на шляху гусениці до життєво необхідного клітинного соку. З'ясовано, що травматичне пошкодження поверхневої тканини листкової пластинки у стійкої проти КММ форми гіркогоаштана звичайного супроводжується метаболічною відповіддю, яка пов'язана з синтезом жовто-коричневих пігментів (рис. 2).



Рис. 2. Утворення мікрмінін (міни гусениць першого віку) на адаксіальній поверхні листків форми гіркокаштана звичайного, яка стійка проти КММ (стрілками показано зони специфічної пігментації навколо мікрмінін на ушкоджених ділянках листка й уздовж дрібних жилок)

До таких сполук відносяться каротиноїди, халкони (сполуки класу флавоноїдів з незамкненим пірановим кільцем) та інші фенольні сполуки, у тому числі конденсовані таніни (проантоціанідини), які є характерними для рослин гіркокаштана звичайного. Пігменти, які синтезуються у відповідь на біогенне пошкодження, нагромаджуються навколо травмованих ділянок листкової пластинки, концентрація яких у периферичних зонах легко візуалізується і сполучена з магістральними шляхами дрібних жилок листка. Внутрішньоклітинна локалізація і хімічні властивості пігментів ускладнюють їх активний дальньодистантний транспорт. За анатомічною будовою листків нагромадження пігментів у клітинах жилок II і III порядку й міжпетлевих ареолах значною мірою відбувається у вакуолях епідермісу та клітинах обкладинки провідних пучків стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного (рис. 2). Встановлений факт підтверджує наявність індукованої імунної відповіді рослинного організму на проникнення фітофага.

У випадку з КММ збільшення кількості захисних сполук саме в епідермісі уздовж жилок листків є надзвичайно ефективною реакцією. На

поперечному зрізі листка стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного у будові верхнього епідерміса нами визначено анатомічні особливості. Вони пов'язані з наявністю специфічних клітинних структур (рис. 3, б-в), які заповнені в'язкою базофільною субстанцією (забарвлена червоним), що майже не розчиняється в органічних розчинниках.

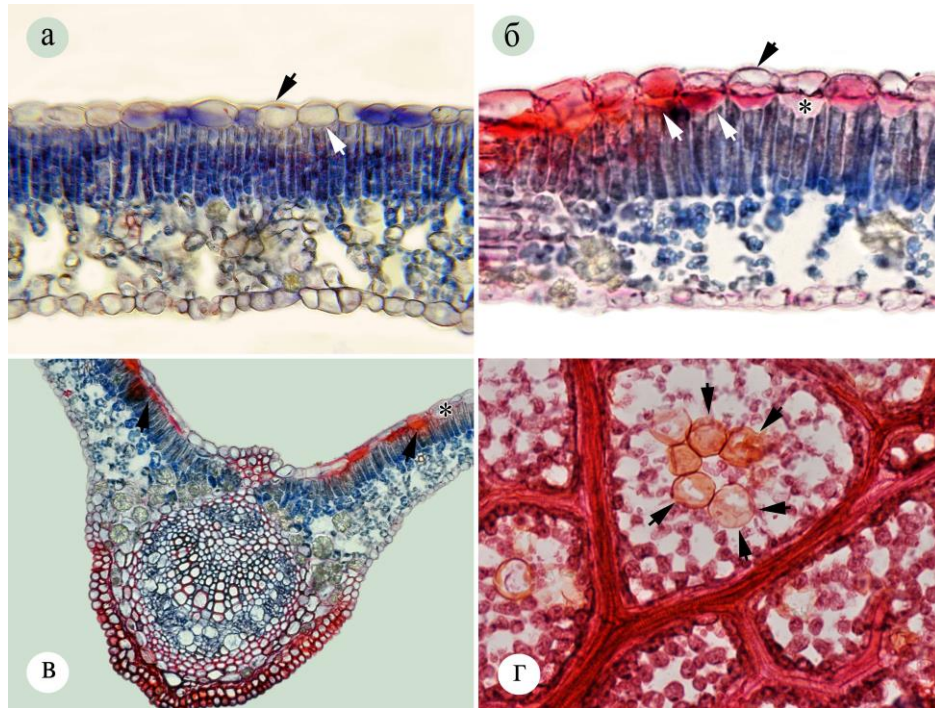


Рис. 3. Анатомічна будова стійкої (а, в) і нестійкої (б, г) проти КММ форм гіркокаштана звичайного: а – поперечний зріз листової пластинки нестійкої форми (стрілкою позначено тонкостінні клітини верхнього епідермісу); б – поперечний зріз листової пластинки стійкої форми (стрілками позначені потовщені стінки верхнього епідермісу і накопичення специфічних метаболітів у папілах, які не характерні для гіркокаштана звичайного); в – поперечний зріз жилки II порядку (стрілками показано накопичення вторинних метаболітів у папілах); г – повздовжній зріз листової пластинки (стрілками позначено масляні клітини, які утворюються в губчастому мезофілі в зоні утворення міни)

До таких сполук відносяться полімеризовані фенольні речовини, у тому числі флобафени, перетравлення яких у кишковоки гусениці 1-го віку є досить складним. Флаван-3-оли накопичуються у вакуолях і за умов порушення цілісності мембран і наявності достатньої кількості кисню з участю ферментів оксидазного стресу швидко полімеризуються та утворюють сполуки з вираженою інсектицидною дією. Зазначені фізико-хімічні умови, що

прискорюють синтез проантоціанідинів, створюються внаслідок проходження гусениці через клітинну стінку. За умов потрапляння токсичних сполук у травну систему гусениць ймовірність їх загибелі на ранніх стадіях онтогенезу є надзвичайно високою. На відміну від стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного, епідерміс нестійкої має типову будову. На поперечному зрізі розташовані прямокутні клітини з відносно тонкими периклінальними стінками. Специфічних клітинних структур, карманів, папіл та інших нетипових виростів на неушкоджених ділянках тканин, що топологічно пов'язані з мінами, нами не виявлено (рис. 3, а). Зрештою, у тканинах губчастого мезофілу виявлено утворення специфічних кулеподібних клітин 40-60 мкм в діаметрі, що заповнені органічною субстанцією, яка виявляє позитивну реакцію на судан III (рис. 3, г). У роботах з анатомічної будови листків гіркокаштана звичайного їх позначають як олійні клітини [10], фізіологічна функція яких досі не з'ясована. Показано тільки, що збільшення кількості олійних клітин у середній частині мезофілу рослин відбувається на початкових етапах формування мін. Водночас швидкість їх утворення фізіологічно пов'язана з пошкодженням тканин КММ, що підтверджено також і нашими дослідженнями.

Анатомічний аналіз тканин листкових пластинок свідчить, що суттєвих відмінностей в будові мезофілу і нижнього епідермісу не простежується (табл. 1). На особливу увагу заслуговує лише незначне збільшення висоти і діаметра клітин стовпчастої паренхіми у стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного. Вона є основною тканиною, що виконує асиміляційні функції, де сконцентрована основна кількість хлорофілів і інших пластидних пігментів, від яких залежить фотопродуктивність рослин. Установлено, що стійка проти КММ форма відзначається підвищеним вмістом хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів у листках гіркокаштана звичайного.

1. Морфометричні показники тканин листкових пластинок стійких (С) і нестійких (Н) проти КММ форм гіркокаштана звичайного (n = 10)

Тканина	Показник	Форма	М ± m	σ	CV, %
Верхній епідерміс	Висота клітини, мкм	Н	14,5 ± 0,80	1,79	12,3
		С	27,1 ± 0,98*	2,20	8,1
Стовпчаста паренхіма	Висота клітини, мкм (В)	Н	41,5 ± 1,03	2,31	5,6
		С	48,0 ± 1,69	3,77	7,9
	Ширина клітини, мкм (Ш)	Н	6,2 ± 0,34	0,77	12,4
		С	9,7 ± 0,33	0,73	7,5
	Відношення – В/Ш	Н	6,80 ± 0,49	1,09	16,1
		С	5,0 ± 0,30	0,67	13,4
Губчаста паренхіма	Висота, мкм (Г)	Н	50,6 ± 1,27	2,84	5,6
		С	51,3 ± 1,11	2,49	4,8
	Відношення – В/Г	Н	0,8 ± 0,02	0,06	6,7
		С	0,9 ± 0,04	0,10	10,4
Нижній епідерміс	Висота клітини, мкм	Н	15,5 ± 0,90*	2,01	12,9
		С	9,6 ± 0,52	1,16	12,1

Примітка: * різниця між показниками достовірна за $p = 0,05$

На електронних спектрограмах метанольних екстрактів листків нами виявлено чіткі максимуми поглинання за довжини хвиль – 467, 538, 610 і 665 нм, що характерно для хлорофілів, каротинів та ксантофілів. За умов механічних пошкоджень листкових пластинок рослин прослідковувалось зменшення кількості пластидних пігментів. Спектрофотометричні дослідження показують, що у посттравматичний період у нестійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного інтенсивність піку за довжини хвилі 538 нм залишається незмінною (рис. 5). Уміст пластидних пігментів у листках стійкої форми значно перевищував відповідний показник у нестійкої. Концентрація хлорофілу *a* в 1,5-1,6, а каротиноїдів – у 2,2-2,3 разів була вищою, ніж у листках рослин гіркокаштана звичайного, що пошкоджуються КММ. Накопичення каротиноїдів в листках характеризує адаптаційний потенціал і спроможність рослин нівелювати шкодочинні наслідки травматичного стресу.

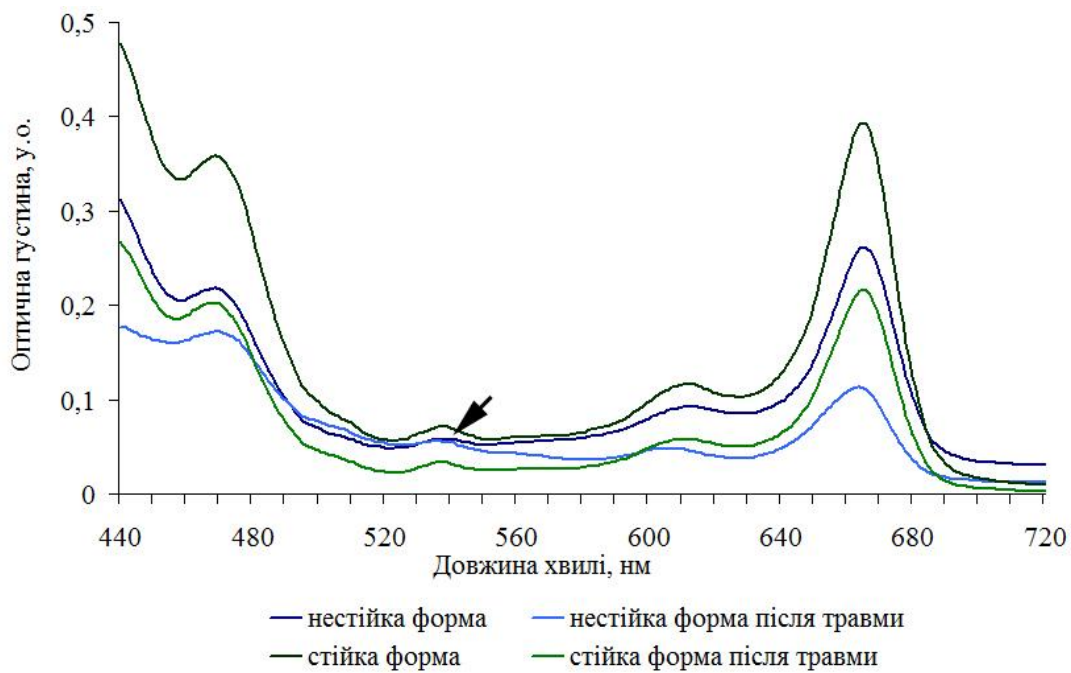


Рис. 5. Електронограма метанольних екстрактів листків стійких й нестійких проти КММ форм гіркокаштана звичайного до і після механічного пошкодження

Каротиноїди завдяки Ван-дер-Ваальсовим взаємодіям здатні гасити надлишкове збудження молекул хлорофілу [6], виконувати роль донорів електронів, нейтралізувати синглетний кисень і виступати тригером у процесах відновлення фотосистеми II [5, 7].

У відповідь на механічне пошкодження загальний пул пластидних пігментів у листках знижувався, проте у листках стійкої проти КММ форми він залишався відносно високим (табл. 2). Так, за умов травматичного стресу сума хлорофілів у листках зменшувалась майже вдвічі. Втім, показник співвідношення хлорофілів (a / b) виявляв мало очікувану високу стабільність умісту хлорофілу a, який є основним фотосинтезуючим пігментом. Кількість пігментів групи каротиноїдів у листках рослин нестійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного залишався незмінним. Співвідношення суми хлорофілів до сумарної кількості каротиноїдів у листках гіркокаштана звичайного внаслідок травматичного стресу знижувалось, що підтверджує їх захисну функцію та особливе значення у стратегії виживання виду.

2. Вміст і співвідношення пластидних пігментів у листках стійких та нестійких проти КММ форм гіркокаштана звичайного (мг/г)

Пігменти та їх співвідношення	А	Б	В	Г
Хл а	2,9 ± 0,12	1,1 ± 0,05	4,5 ± 0,18	2,5 ± 0,09
Хл b	1,4 ± 0,06	1,1 ± 0,06	1,8 ± 0,07	0,9 ± 0,05
Хл а/ Хл b	2,1 ± 0,08	1,0 ± 0,05	2,5 ± 0,10	2,9 ± 0,12
Хл а + Хл b	4,3 ± 0,17	2,2 ± 0,09	6,3 ± 0,23	3,4 ± 0,14
Кр + Кс	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,02	0,7 ± 0,03	0,5 ± 0,02
Хл а + Хл b/ Кр + Кс	14,2 ± 0,57	8,6 ± 0,34	8,8 ± 0,35	6,9 ± 0,28

Примітка: Хл – хлорофіл; Кр + Кс – сума каротиноїдів і ксантофілів; А – нестійка форма; Б – нестійка після травми; В – стійка форма; Г – стійка форма після травми (жирним позначено дані, різниця між непошкодженими і травмованими листками яких є достовірною за $p = 0,05$)

Нами доведено, що якісний склад пігментного комплексу в листках стійкої і нестійкої проти КММ форм гіркокаштана звичайного суттєво не вирізняється (рис. 6).

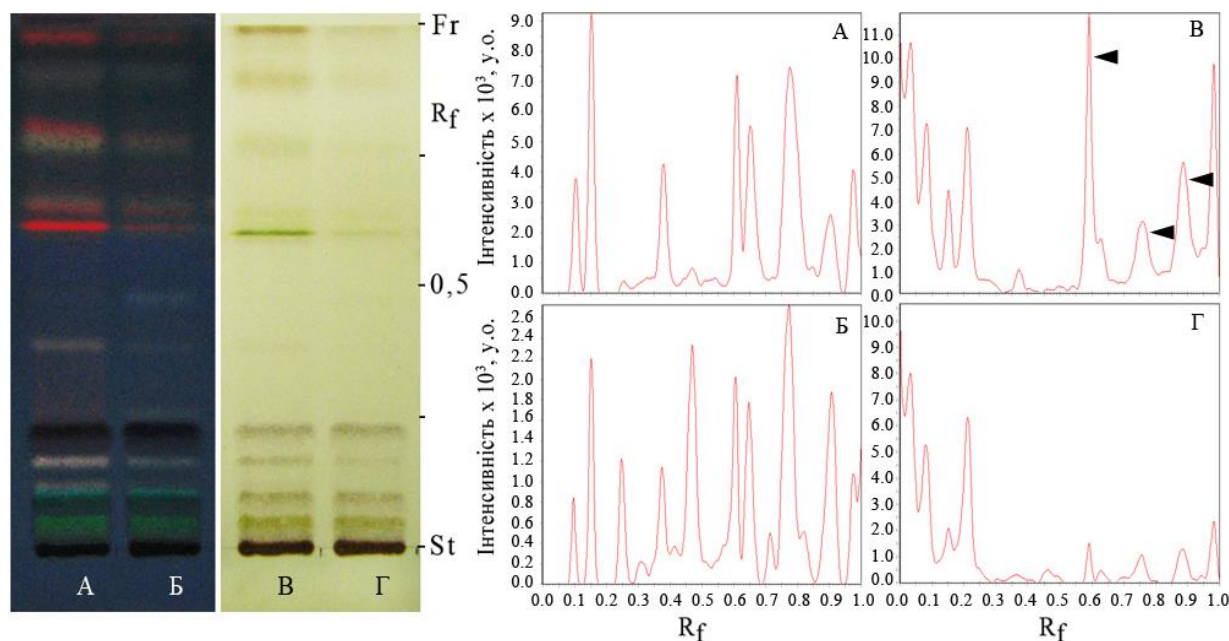


Рис. 6. Хроматографічне розділення і фотоденситограми пігментів листків гіркокаштана звичайного: А, В – стійка і Б, Г – нестійка проти КММ форми рослин; А,Б – під УФ (366 нм) і ВГ за умов видимого світла після обробки хроматограми 10 % спиртовим розчином сірчаної кислоти

Важливою відмінністю стійкої проти КММ форми рослин гіркокаштана звичайного є висока концентрація пігментів, яку визначала за площами піків. Установлено, що у цих рослин пули індивідуальних пігментів з показниками $R_f \sim 0,47, 0,78$ і $0,98$ були у 16, 7 та 41 разів вищими.

Таким чином, ступінь стійкості рослин гіркокаштана звичайного проти КММ визначається комплексом структурно-анатомічних і біохімічних ознак, серед яких визначальними є будова клітин верхнього епідермісу й накопичення у вакуолях поліфенольних сполук, які унеможливають оптимальне живлення гусениць одразу після їх відродження. Активізація процесів синтезу і конденсації фенольних сполук навколо ушкоджених ділянок листка підтверджує наявність у стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного функціонування ефективної системи екстрацелюлярного сигналінгу, що забезпечує формування індукованого імунітету рослинного організму проти КММ й інших потенційно небезпечних фітофагів та патогенів.

Висновки

1. У міських зелених насадженнях м. Києва виявлено рослини гіркокаштана звичайного, які виділялись стійкістю проти КММ. На адаксіальній поверхні листків стійкої проти КММ форми рослин з часом утворювались мікрomini, які за архітектонікою розташування і рясністю утворень узгоджувались з особливостями кладки яєць. Отже, стійка форма гіркокаштана звичайного не виділяє у повітря специфічних репелентів і в тканинах листків рослин не порушується синтез ольфакторів, за якими метелик знаходить джерело кормової бази для гусениць.

2. Важливою гістохімічною ознакою стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного є нагромадження у клітинах верхнього епідермісу листків специфічних базифільних сполук, які ускладнюють процеси живлення гусениць одразу після відродження.

3. Листки стійкої проти КММ форми гіркокаштана звичайного відзначаються стабільно високим умістом хлорофілів, концентрація яких залишається відносно високою після травматичного пошкодження тканин.

Список літератури

1. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функция в растениях / М. Н. Запрометов. – М. : Наука, 1993. – 272 с.
2. Пентелюк О. С. Динаміка вмісту поліфенолів у листках рослин гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) / О. С. Пентелюк,

А. Ф. Лиханов, И. П. Григорюк // Биоресурсы и природокористування. – 2016. – Т. 7, № 1-2. – С. 5-12.

3. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей / Г. Г. Фурст. – М.: Наука, 1979. – 155 с.

4. Handbook of food analytical chemistry/ Pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components // ed. by Ronald E. Wrolstad [et. al.]. Wiley-interscience – 2005 – V.2. – P. 171-176.

5. Anderson, J. M., Chow, W. S. Structural and functional dynamics of plant photosystem II. Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B – biol. sci. – 2002 – V.357. – P. 1421–1430.

6. Krinsky N. I. Carotenoids: Chemistry and Biology. – 1989 – 378 p.

7. Telfer A. What is beta-carotene doing in the photosystem II reaction centre? Philos. Trans. R. Soc. Lond. ser. B-biol. sci. – 2002. – 357. – P. 1431–1439.

8. Oszmianski J. The content of phenolic compounds in leaf tissues of *Aesculus glabra* and *Aesculus parviflora* Walt. / J. Oszmianski, J. Kolniak-Ostek, A. Biernat // Molecules. – 2015. – V. 20. – P. 76-89.

9. Oszmianski J. The content of phenolic compounds in leaf tissues of white (*Aesculus hippocastanum* L.) and red horse chestnut (*Aesculus carnea* H.) colonized by the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) / J. Oszmianski, S. Kalisz, W. Aneta // Molecules. – 2014. – V.19. – P. 625-636.

10. Weryszko-Chmielewska E., Haratym W. Changes in leaf tissues of common horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) colonised by the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ochridella* Deschka & Dimić) // Acta agrobotanica – 2011 – V. 64 (4). – P. 11-22.

11. Weryszko-Chmielewska E., Haratym W. Leaf micromorphology of *Aesculus hippocastanum* L. and damage caused by leaf-mining larvae of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić // Acta agrobotanica – 2012 – V. 65 (3). – P. 25-34.

References

1. Zaprometov M. N. (1993). *Fenol`nye soedinenija. Rasprostranenie, metabolizm i funkcija v rastenijah [Phenolic compounds. Distribution, metabolism and function in plants]*. Moskva: Nauka, 272.

2. Pentelyuk, O. S., Likhonov, A. F. & Grygoryuk, I. P. (2016). Dynamika vmistu polifenoliv u lystkax roslyn girkokashtana zvyčajnogo (*Aesculus hippocastanum* L.) [Dynamics content of polyphenols in the leaves of plants *Aesculus hippocastanum*]. *Bioresursy i pryrodokorystuvanny, 1-2*, 5-12.

3. Furst G. G. (1979). *Metody anatomo-gistohimicheskogo issledovanija rastitel'nyh tkanej [Methods of anatomical and histochemical study of plant tissues]*. Moskva: Nauka, 155.

4. Handbook of food analytical chemistry/ Pigments, colorants, flavors, texture, and bioactive food components // ed. by Ronald E. Wrolstad [et. al.]. Wiley-interscience – 2005 – V.2. – P. 171-176.

5. Anderson, J. M., Chow, W. S. Structural and functional dynamics of plant photosystem II. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B – biol. sci.* – 2002 – V.357. – P. 1421–1430.
6. Krinsky N. I. *Carotenoids: Chemistry and Biology.* – 1989 – 378 p.
7. Telfer A. What is beta-carotene doing in the photosystem II reaction centre? *Philos. Trans. R. Soc. Lond. ser. B-biol. sci.* – 2002. – 357. – P. 1431–1439.
8. Oszmianski J. The content of phenolic compounds in leaf tissues of *Aesculus glabra* and *Aesculus parviflora* Walt. / J. Oszmianski, J.Kolniak-Ostek, A. Biernat // *Molecules.* – 2015. – V. 20. – P. 76-89.
9. Oszmianski J. The content of phenolic compounds in leaf tissues of white (*Aesculus hippocastanum* L.) and red horse chestnut (*Aesculus carnea* H.) colonized by the horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) / J. Oszmianski, S. Kalisz, W. Aneta // *Molecules.* – 2014. – V.19. – P. 625-636.
10. Weryszko-Chmielewska E., Haratym W. Changes in leaf tissues of common horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) colonised by the horse-chestnut leaf miner (*Cameraria ochridella* Deschka & Dimić) // *Acta agrobotanica* – 2011 – V. 64 (4). – P. 11-22.
11. Weryszko-Chmielewska E., Haratym W. Leaf micromorphology of *Aesculus hippocastanum* L. and damage caused by leaf-mining larvae of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić // *Acta agrobotanica* – 2012 – V. 65 (3). – P. 25-34.

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ КАШТАНА КОНСКОГО ОБЫКНОВЕННОГО К КАШТАНОВОЙ МИНИРУЮЩЕЙ МОЛИ

Е.С. Пентелюк, А.Ф. Лиханов, И.А. Григорюк

Аннотация. Степень устойчивости растений каштана конского обыкновенного к КММ определяется комплексом структурно-анатомических и биохимических признаков. Установлено, что травмирование поверхности листовой пластинки в устойчивой к КММ форме каштана конского обыкновенного сопровождается специфической пигментацией тканей вокруг поврежденных участков листа. В строении верхнего эпидермиса определены специфические клеточные структуры, которые заполнены вязкой базофильной субстанцией. Определено, что содержание пластидных пигментов в листьях устойчивой против КММ формы значительно превышает соответствующий показатель по сравнению с неустойчивой.

Ключевые слова: конский каштан обыкновенный, каштановая минирующая моль, листок, эпидермис, мезофилл, устойчивость, хлорофилл, каротиноид

**ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PLANT
RESISTANCE COMMON HORSE CHESTNUT AGAINST HORSE-
CHESTNUT MINER MOTH**

O. S. Penteliuk, A. F. Likhanov, I. P. Grigoryuk

***Abstract.** The degree of plant resistance against the common horse chestnut was determined by a complex structural and anatomical and biochemical characteristics. It was found, that the surface of the leaf blade injury in resistant forms to HCLM horse chestnut was accompanied by specific pigmentation tissue around the damaged areas of the leaf. The structure of the upper epidermis was identified by specific cellular structures were filled by basophilic viscous substance. It was determined, that the content of plastid pigments in leaves of resistant forms HCLM was significantly higher than the corresponding factor versus unresistable.*

***Key words:** common horse chestnut, horse-chestnut leaf miner, leaf, epidermis, mesophyll, resistance, chlorophyll, carotenoid*