

УДК 547.56:504.054:581.14

**ФЛАВОНОЇДИ У ЛИСТІ КАШТАНУ КІНСЬКОГО *AESCULUS
HIPPOCASTANUM L.* ЯК ПОКАЗНИК ЕКОЛОГІЧНОГО
НАВАНТАЖЕННЯ**

Ю. А. НОВЗА, Е. М. ПОПОВА, О. В. ВІНІЧЕНКО

Національний авіаційний університет, м. Київ

Досліджено вміст флавоноїдів у листі каштану кінського зібраного, на території аеропорту Жуляни та Гідропарку м. Києва. Встановлено, що концентрація забруднювальних речовин впливає на вміст флавоноїдів у листі каштану. Вивчено рівень забруднення повітря навколишнього середовища у районах Гідропарку та Жулян. Встановлено, що вміст флавоноїдів зростає при збільшенні вмісту забруднювальних речовин у повітрі.

Ключові слова: *Aesculus hippocastanum L.*, флавоноїди, екологічний стрес, періоди розвитку.

Вступ. Механізми формування резистентності у каштанів пов'язані з морфологічними та біохімічними (фізіологічними) особливостями. Обов'язкова властивість будь-якого організму, у тому числі й рослинного, – здатність до захисту від дії несприятливих абіотичних і біотичних факторів середовища.

Одними із основних компонентів листя каштану кінського *Aesculus hippocastanum L.*, які відповідають за стійкість до несприятливих умов є біологічно активні флавоноїди – природні фенольні сполуки, похідні флавону [3]. В основі цих фенольних сполук знаходиться дифенілпропановий скелет С6–С3–С6. Залежно від структури флавоноїди поділяють на катехіни, лейкоантоціанідини, антоціанідини, флаванони, флаваноноли-3, флавоноли і флаваноли, халкони і дигідрохалкони, аурони, ізофлавоноли [4,5]. Відомо близько 3000 різноманітних флавоноїдів [5,6].

Флавоноїди квіток забезпечують привабливе для запилювачів жовте забарвлення. Функція флавоноїдів у листі – захист від впливу патогенних грибів, УФ-випромінювання та інших шкідливих факторів. Вони також беруть участь у фотосенсибілізації, активності окислювальних процесів та рослинних гормонів росту, фотосинтезі та морфогенезі [6].

Флавоноїди інгібують активність таких ферментів як альдоредуктаза, ксантиноксидаза, фосфодиестераза, Ca^{2+} АТФаза, ліпооксигеназа та циклооксигеназа. Виксокий рівень кверцетину, мірцину і кемпферолу пригнічують активність аденозиндеамінази ендотеліальних клітин [5, 7].

Біофлавоноїди володіють протизапальною, естрогенною, антимікробною, противірусною, протигрибковою, протиалергічною, антиоксидантною активністю та контролюють синтез цілої низки ферментів [5, 6]. Сполуки із незаміщеним ядром флавону «chromocor» і його комбінація з рутином та ізокверцетином «fl avose» використовуються у лікуванні атеросклерозу. Деякі інші флавоноїди мають вплив на серцево-судинну систему (антиаритмічний, судиннорозширювальний ефекти). Також деякі з них мають противиразкову, гепатопротекторну, антинеопластичну та антиоксидантну активність [5].

Пристаосування будь-якого організму до конкретних умов існування досягається за рахунок адаптаційних реакцій рослин в умовах стресу з погляду на їх фізіологію.

Встановлено, що розвиток стресу у рослин мають три фази: 1) первинна стресова реакція; 2) адаптація; 3) виснаження ресурсів надійності. Фактори, які викликають стрес у рослинних організмів, можна розділити на три основні групи:

- фізичні (недостатня чи надлишкова вологість, освітленість, температура, радіо активне випромінювання, механічні впливи);
- хімічні (солі, гази, ксенобіотики, гербіциди, інсектициди, фунгіциди, промислові відходи й ін.);
- біологічні (ураження збудниками хвороб, шкідниками, конкуренція з іншими рослинами, періодами розвитку) [1].

Рослинні організми проходять декілька періодів розвитку. Так, каштан кінський звичайний є листопадним деревом з сімейства каштанових. У каштана розрізняють такі основні фази вегетації: бутонізація, махрове цвітіння, розвиток і дозрівання плодів, листопад. Фаза розвитку рослини, що характеризується утворенням бутонів припадає на початок травня. Махрове цвітіння – це період, який починається з розпускання квіток. Початок процесу цвітіння у каштанів найбільш часто спостерігається у другій – третій декадах травня при середньодобовій температурі повітря 10–12°C і триває 15–20 днів. Ріст і дозрівання плодів починається після процесу цвітіння. На місцях квіток, які обсіпалися, з'являється зав'язь, з якої формується плід – каштан. У період листопаду дерево переходить у стан глибокого спокою, зовнішніми ознаками якого є листопад. Листя жовтіє і опадає з кінця жовтня, а масове падіння листя починається з початку листопаду [2].

Стійкість каштану кінського до несприятливих умов залежить від комплексу факторів зовнішнього середовища. Зміна або комбінація цих факторів може відповідно підвищувати чи зменшувати стійкість рослин до несприятливих умов. У випадку, коли рослина активно долає стрес за рахунок біохімічного апарату, відбувається перебудова метаболічних та фізіологічних процесів, синтезується ряд біологічно активних речовин, які й допомагають долати стресовий вплив та призводять до акліматизації рослин. Так, показано, що флавоноїди накопичуються за стресових умов, підвищуючи стійкість рослин до несприятливих умов [8–10].

Матеріали та методи дослідження. Проведено порівняльний аналіз вмісту флавоноїдів у листі каштану кінського звичайного з різних районів м. Києва.

З метою визначення впливу екологічного навантаження на розвиток каштану було обрано два райони м. Києва – аеропорт Жуляни та Гідропарк, які суттєво відрізняються вмістом забруднювальних речовин у повітрі. Вміст флавоноїдів у листі кожного дерева визначали протягом чотирьох періодів розвитку:

- I період – бутонізації;
- II період – махрового цвітіння;
- III період – ріст і дозрівання плодів;
- IV період – листопад.

Для оцінки загального вмісту флавоноїдів зразки листя відбирали з трьох дерев каштану віком 40–45 років у різні періоди розвитку та висушували до постійної ваги. Висушену рослинну сировину подрібнювали. Відбирали фракцію 1 мм для подальших досліджень. Флавоноїди екстрагували двічі 70% етиловим спиртом із зворотнім холодильником на водяній бані. Екстракт фільтрували, та визначали вміст флавоноїдів фотоколориметричним методом у перерахунку на рутин.

Вміст флавоноїдів у листі каштану визначали за методикою, описаною в літературі та виражали у мкг/1г сухої сировини [11].

Результати та їх обговорення. Проведені реакції дослідження вмісту флавоноїдів у листі каштану виражали у вмісті рутину в 1 г сухої сировини. Для цього визначали спектр поглинання рутину.

Дослідження вмісту рутину за екологічного навантаження не проводилися, а проводилися лише вивчення за фармакологічними властивостями [12, 13].

Встановлено, що максимум поглинання розчину рутину після взаємодії з 5 %-им алюмінієм хлоридом відповідає довжині хвилі 400 нм (рис. 1).

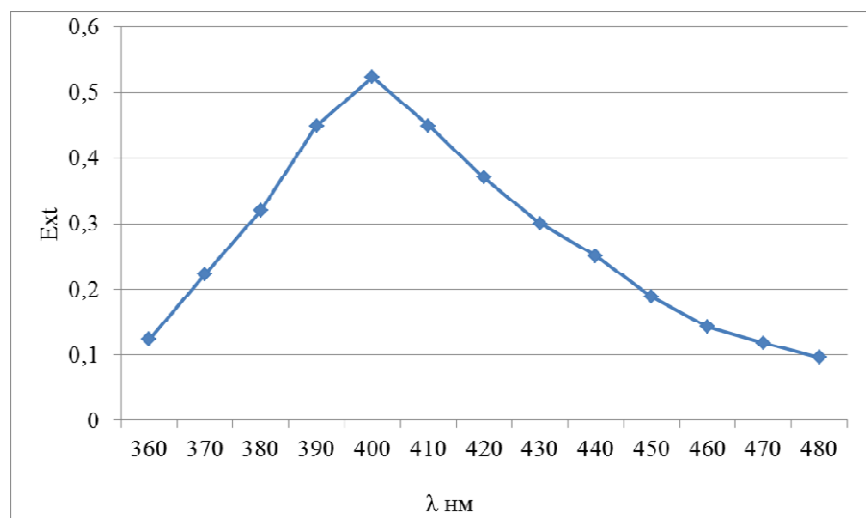


Рис. 1. Спектр поглинання розчину рутину у 70 % етиловому спирті після додавання 5 %-го алюмінію хлориду

Для визначення рівня накопичення флавоноїдів у листі каштану, які знаходилися на території аеропорту Жуляни та Гідропарку м. Києва, відбирали зразки листя рослини на різних стадіях розвитку (2015 року).

У результаті проведених досліджень встановлено, що рівень накопичення флавоноїдів у листі каштану, змінювався у залежності від періоду розвитку (табл.1, 2).

Таблиця 1

**Вміст флавоноїдів у різні періоди розвитку у листі каштану з Гідропарку
($M \pm m$, $n=3$)**

Періоди розвитку каштану	Вміст флавоноїдів (мкг в 1 г сухої сировини)
1	1570 \pm 122
2	1965 \pm 106
3	2270 \pm 114
4	1670 \pm 90

Із даних, наведених у таблиці видно, що найбільший вміст флавоноїдів спостерігається у періодах махрового цвітіння та дозрівання плодів.

Таблиця 2

**Вміст флавоноїдів у різні періоди розвитку у листі каштану
з аеропорту Жуляни ($M \pm m$, $n=3$)**

Періоди розвитку каштану	Вміст флавоноїдів (мкг в 1 г сухої сировини)
1	2360 \pm 160
2	2760 \pm 152
3	2590 \pm 156
4	2260 \pm 171

Таким чином, найвищий вміст флавоноїдів спостерігається також у періодах махрового цвітіння та дозрівання плодів.

Отже, періоди бутонізації та листопаду характеризуються найнижчим вмістом флавоноїдів, а періоди махрового цвітіння та формування плодів – високим вмістом флавоноїдів у листі каштану кінського.

З відомостей Геофізичної обсерваторії м.Києва рівень забруднювальних речовин у повітрі Гідропарку та аеропорту Жуляни представлена у таблиці 3, 4.

Таблиця 3

Концентрація забруднювальних речовин у повітрі Гідропарку у різні періоди розвитку каштанів (мг/м³)

Періоди розвитку Екологічні фактори	Бутонізація	Махрове цвітіння	Ріст і дозрівання плодів	Листопад
Пил	0,1	0,1	0,1	0,1
Двоокис сірки	0,019	0,023	0,019	0,015
Окис вуглецю	0,9	1,2	1,0	1,5
Двоокис азоту	0,11	0,13	0,13	0,11
Формальдегід	0,006	0,008	0,007	0,004

Таким чином, найбільший вміст забруднювальних речовин у повітрі Гідропарку спостерігається у періоди махрового цвітіння, тобто у червні 2015 р. та дозрівання плодів, тобто у липні 2015р., у періодах бутонізації (травень 2015 р.) та листопаду (вересень 2015 р.) рівень цих речовин дещо менший.

Отже, найвищий рівень забруднювальних речовин у періодах махрового цвітіння та дозрівання плодів (червень та липень 2015 р.), нижчий – у періодах бутонізації та листопаду (травень та вересень 2015 р.).

Динаміка накопичення флавоноїдів у листі каштану різних періодів розвитку аеропорту Жуляни та Гідропарку представлена на рис. 2.

У результаті проведених досліджень встановлено різний рівень накопичення флавоноїдів у листі каштану кінського. Їх вміст у листі каштану зростає у залежності від рівня забруднення навколишнього середовища.

Таблиця 4

Концентрація забруднювальних речовин у повітрі аеропорту Жуляни у різні періоди розвитку каштанів (мг/м³)

Періоди розвитку	Бутонізація	Махрове цвітіння	Ріст і дозрівання плодів	Листопад
Екологічні фактори				
Пил	0,1	0,1	0,1	0,1
Двоокис сірки	0,021	0,026	0,022	0,018
Окис вуглецю	0,9	2,8	2,8	1,8
Двоокис азоту	0,16	0,16	0,18	0,16
Формальдегід	0,008	0,011	0,012	0,007

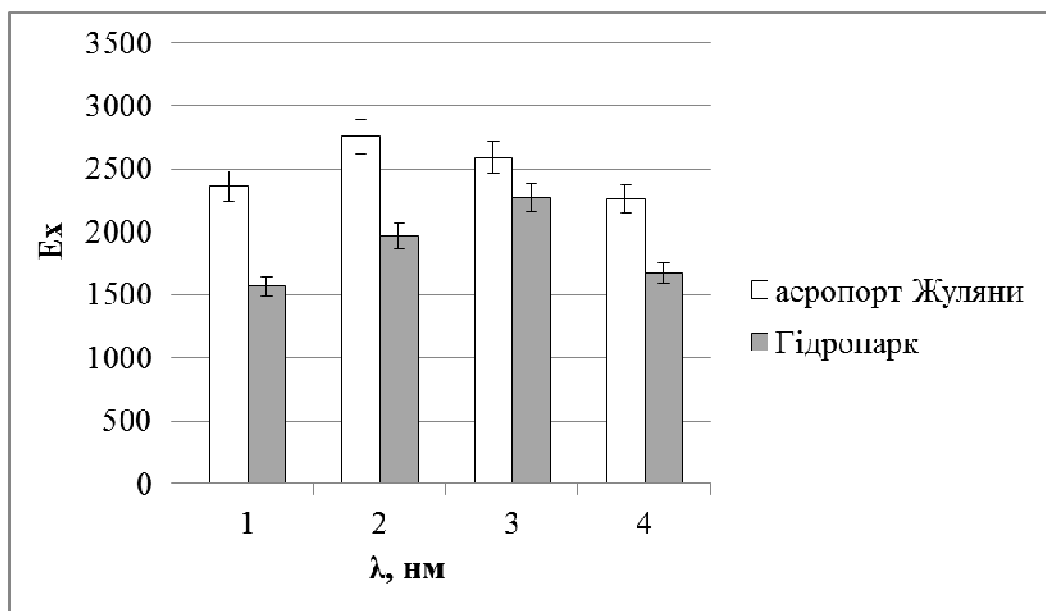


Рис. 2. Вміст флавоноїдів у листі каштану різних районів Києва

У період махрового цвітіння та дозрівання плодів вміст флавоноїдів у листі дерев зростав порівняно з попередніми періодами. Якщо звернути увагу

на періоди бутонізації та листопаду, то можна побачити також значну зміну вмісту флавоноїдів. Це можна пояснити різним рівнем екологічного навантаження.

Отримані результати свідчать про те, що показник вмісту флавоноїдів у листі каштану кінського залежить від рівня забрудненості, тобто екологічного навантаження.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що вміст флавоноїдів змінюється у залежності від періодів розвитку каштану. Найбільший вміст флавоноїдів спостерігається у період махового цвітіння та росту і дозрівання плодів (Жуляни= 2760 ± 152 мкг/1 г сировини, а у Гідропарку 2270 ± 114 мкг/1 г сировини).

Показано, що оптимальним показником для процесу екстракції флавоноїдів є максимум поглинання рутину 400 нм.

Встановлено, що вміст флавоноїдів залежить від екологічного навантаження. Найбільший їх вміст у листі каштану, зібраного на території аеропорту «Київ» (Жуляни) = 2760 ± 152 мкг/1 г сировини, що характеризується високим рівнем вмісту забруднювальних речовин.

Отримані результати свідчать про те, що показник вмісту флавоноїдів у листі каштану кінського залежить від рівня забрудненості, тобто екологічного навантаження, і може слугувати показником забруднення оточуючого середовища.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гродзинский А. М. Аллелопатия растений и почвоутомление: избр. тр. / А. М. Гродзинский. – К.: Наук. думка, 1991. – 432 с.
2. Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции / П. И. Лапин // Бюл. Главн. Бот. Сада. – 1967. – С. 14–18.
3. Муравьева Д. А. Фармакогнозия: учебник / Муравьева Д. А., Самылина И. А., Яковлев Г. П. – М.: Медицина, 2002. – 656 с.

4. Сербін А. Г. Фармацевтична ботаніка: підручник / Сербін А. Г., Сіра Л. М., Слободянюк Т. О. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2007. – 488 с.
5. Bioflavonoids classification, pharmacological biochemical effects and therapeutic potential / [K. Raj Narayana, M. Spiral Reddy, M.R. Chaluvadi, D.R. Krishna] // Indian Journal of Pharmacology. – 2001. – № 33. – P. 2–16.
6. Cushnie T.P. Antimicrobial activity of flavonoids / T.P. Cushnie, A.J. Lamb // International Journal of Antimicrobial Agents. – 2005. – № 25. – P. 343–356.
7. Giri R.K. Hepatoprotective activity of *Tagetes erecta* against carbon tetrachloride-induced hepatic damage in rats / Girir R.K, Bose A., Mishra S.K. // Acta Polonie Pharmaceutica – Drug Research. – 2011. – Vol. 68, № 6. – P. 999–1003.
8. Запрометов М. Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях / М. Н. Запрометов. – М.: Наука, 1993. – 271 с.
9. Chalker-Scott L. Environmental Significance of Anthocyanins in Plant Stress Responses / L. Chalker-Scott // Photochemistry and Photobiology. – 1999. – Vol. 70, Is. 1. – P. 1–9.
10. Harborne J.B. Leaf survey of flavonoids and simple phenols in the genus *Rhododendron* / J.B. Harborne // Phytochemistry. – 1971. – Vol. 10. – P. 2727–2744.
11. Кількісне визначення флавоноїдів і полісахаридів у лікарських засобах з листя смородини чорної / [Криворучко О. В., Морозов С. В., Лавреньева Л. И. и др.] // Токсикол. вестник. – 2005. – №1. – С. 15–20.

**ФЛАВОНОИДЫ В ЛИСТЬЯХ КАШТАНА КОНСКОГО *AESCLUS*
HIPROCASTANUM L. КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ**

Ю. А. НОВЗА, Э. М. ПОПОВА, А. В. ВИНИЧЕНКО

Национальный авиационный университет, г. Киев

Исследовано содержание флавоноидов в листьях каштана конского собранного, на территории аэропорта "Жуляны" и Гидропарке г. Киева.

Установлено, что концентрация загрязняющих веществ влияет на содержание флавоноидов в листьях каштана. Изучен уровень загрязнения воздуха окружающей среды в районах Гидропарка и Жулян. Установлено, что содержание флавоноидов возрастает при увеличении содержания загрязняющих веществ в воздухе.

Ключевые слова: *Aesculus hippocastanum L.*, флавоноиды, экологический стресс, периоды развития.

***FLAVONOISD IN LEAVES OF CHESTNUT TREE AESCULUS
HIPPOCASTANUM L. AS AN INDICATOR OF ECOLOGICAL LOADING***

Y. A. NOVZA, E. M. POPOVA, A. V. VINICHENKO

National Aviation University, Kyiv

The containing of flavonoids in the leaves of chestnut trees, gathered at the territories of airport Juliany and Hidropark of Kyiv were researched. It was established that the concentration of harmful substances influences on the containing of flavonoids in the leaves of chestnut trees. It was researched the level of air pollution on the territories of Hidropark and Juliany. It was established that the containing of flavonoids is growing with the increasing of containing of polluting substances in the air.

Keywords: *Aesculus hippocastanum L.*, flavonoids, ecological stress, periods of development.