

## ВПЛИВ ОКСИКОРИЧНИХ І ОКСИБЕНЗОЙНИХ КИСЛОТ НА МЕТАБОЛІЗМ ТА РЕГЕНЕРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ЕКСПЛАНТАТАХ ТРОЯНДИ ЕФІРООЛІЙНОЇ У КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

О. О. ОЛІЙНИК, А. Ф. ЛІХАНОВ, М. Д. МЕЛЬНИЧУК

*Національний університет біоресурсів та природокористування України  
Факультет захисту рослин, біотехнології та екології  
Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття  
e-mail: osa\_solodar@ukr.net*

*Висвітлено результати впливу оксисбензойних та оксикоричних кислот на регенераційні процеси в тканинах та органах троянди ефіроолійної. Дослідження проводилися на рослинах-регенерантах троянди ефіроолійної сорту Лань. Рослинні експлантати культивували на живильних середовищах Куаріна-Леповре із додаванням фенольних кислот у концентрації 1 мМ/л. на 25 добу культивування у листках рослин-регенерантів визначали вміст фенолів, флавоноїдів, пігментів і катехинів та антиоксидантну активність у метанольних екстрактах листків. Показано, що ванілінова, сирінгова, ферулова і галова кислоти активно впливали на гістогенез і органогенез рослин-регенерантів у мілімолярних концентраціях. Усі досліджувані фенольні кислоти індукували утворення калюсів на базальних частинах пагонів в зоні їх безпосереднього контакту з ЖС. Найбільшу стимуляцію росту пагонів показали метильовані кислоти. Оксикоричні кислоти були індукторами калюсогенезу у пагонів троянди ефіроолійної. За наявності 4-окси і 3-метокси груп, фенольні кислоти стимулювали ріст пагонів. Зі збільшенням кількості оксигруп (кавова і галова кислоти) оксисбензойні і оксикоричні кислоти сприяють зниженню суми хлорофілів у листках. Оскільки значна частка фенольних сполук синтезується в хлоропластах і опосередковано пов'язана із процесами фотосинтезу, логічний той факт, що у листках троянди під впливом какової і галової кислот виявлено найменшу кількість фенолів, зокрема катехинів і флавоноїдів. Найбільшу стимулюючу дію на фенілпропанойдний синтез здійснювала ванілінова кислота. Встановлено, що підвищення кількості гідроксильних груп в молекулярній структурі оксисбензойних кислот сприяє уповільненню синтезу загальних фенолів і катехинів (галова кислота). Наявність однієї-двох метоксигруп в структурі бензольного кільця надає фенольним кислотам властивості підвищувати активність фенілпропанойдного синтезу (ванілінова, сирінгова). Наявність заміщувачів першого роду в структурі оксикоричних кислот послаблюють їх потенційний вплив на синтез фенольних сполук у листках троянди ефіроолійної. Доведено, що оксисбензойні (ванілінова, сирінгова, галова) і оксикоричні (р-кумарова, кавова, ферулова) кислоти у складі живильного середовища (конц. 1 мМ/л) в зоні контакту з живими тканинами ініціюють калюсогенез. Зазначено, що використання галової кислоти у складі живильних середовищ у мілімолярних концентраціях може бути доцільним на перших етапах введення сортів троянди ефіроолійної в культуру *in vitro* для зменшення ризиків автоінтоксикації тканин продуктами окислювання фенолів.*

*Ключові слова: троянда ефіроолійна, оксисбензойні кислоти, оксикоричні кислоти, фенольні сполуки, пігментний комплекс.*

**Вступ.** Фенольні сполуки у рослинному організмі виконують різноманітні функції (Запрометов М.Н., 1993). В аспекті біотехнології рослин особливу увагу привертають процеси, пов'язані із регуляцією їх росту та розвитку, регенерацією тканин і органів *in vitro*.

За останніми повідомленнями біологічна активність виявлена для переважної більшості фенольних сполук (Вольнец, 2013; Charles S. Betal., 2010). Втім, фізіологічний ефект від їх дії часто носить видоспецифічний характер і залежить від генотипу рослин та умов середовища. Зазвичай низькомолекулярні фенольні сполуки активніші, ніж їх кон'юговані форми (Вольнец, 2013). За нашими даними, за травматичного стресу на початкових етапах

введення первинних експлантатів у культуру *in vitro* в клітинах синтезується значна кількість фенольних сполук, які швидко окислюються і створюють біохімічні бар'єри для доступу можливих патогенних організмів і вірусів (Олійник О.О. та ін., 2016). Окислені та полімеризовані феноли у більшості випадків пригнічують ріст і розвиток апікальних меристем експлантатів, а за умов гіперпродукції викликають некротизацію тканин через часткове або повне відмирання.

Із часом у регенераційно здатних експлантатів синтез фенольних сполук знижується, рослини адаптуються до компонентів ЖС і штучно створених умов. Загальна фізіологічна збалансованість регенерантів, яка зберігається

протягом кількох пасажів, дозволяє ефективно використовувати генетично однорідний матеріал. У виконаних дослідях розглядалася роль деяких продуктів фенольного синтезу в регуляції процесів прямого і непрямого морфогенезу троянди ефіроолійної сорту Лань. Тому метою нашої роботи було дослідження специфіки впливу оксикоричних і оксibenзойних кислот на вторинний метаболізм і регенераційні процеси експлантатів троянди ефіроолійної.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження проводилися на рослинах-регенерантах троянди ефіроолійної сорту Лань, які попередньо культивували протягом 14 діб на середовищі Мурасіге-Скуга з половинним вмістом макро- та мікросолей. У подальшому їх було перенесено на живильне середовище Куаріна-Леповре з додаванням 3-оксibenзойних (ванілінова, сирінгова, галова) та 3-оксикоричних (р-кумарова, ферулова, кавова) кислот у концентрації 1 мМ/л. На 25 добу культивування готували метанольні екстракти із листків троянди, які культивували на базовому живильному середовищі та з фенольними кислотами. Спектрофотометричними методами визначали вміст у листках пігментів, фенолів, флавоноїдів, катехинів та антиоксидантну активність (Сибгатуллина Г.В, 2011; Починок Х.Н., 1976).

**Результати та їх обговорення.** Узагальнені результати впливу простих фенольних сполук на морфогенні процеси троянди ефіроолійної в культурі *in vitro* представлено у таблиці 1. За даними таблиці очевидно, що досліджувані фенольні кислоти здатні суттєво впливати на гістогенез і органогенез рослин у низьких

концентраціях, які можна співвідносити із концентрацією у рослинних тканинах ауксинів і цитокінінів.

З'ясовано, що майже всі без винятку фенольні кислоти у троянди ефіроолійної індують калусогенез. Найбільшу стимуляцію росту показали метильовані кислоти.

Додаткова метоксигрупа в молекулі бензойної кислоти у 5 положенні (4-гідрокси-3,5-диметоксибензойна кислота) знижувала калусогенну дію модифікованого ЖС, до складу якого вона входила. З додаванням сирінгової кислоти ефект гальмування процесів закладання і витягування міжвузлів значно знижувався. Сирінгова кислота здатна інгібувати альфа-глюкозидази і при високих концентраціях уповільнювати процеси розкладання сахарози на глюкозу та фруктозу, а також впливати на транспорт і обмін вуглеводів у клітинах і рослинний організм у цілому. За літературними даними поява однієї оксигрупи в о-положенні (саліцилова кислота) підвищувала активність фенольної сполуки, наявність другої оксигрупи (2,4-діоксибензойная кислота) призводила до подальшого зростання її фізіологічної активності (Вольнец, 2013).

Оксикоричні кислоти також виявили калусогенні властивості в зоні безпосереднього контакту пагонів троянди ефіроолійної з ЖС. Незначне стимулювання розтягування стебел виявила р-кумарова кислота. За умов її додавання до живильного середовища пагони видовжувались на 20–30 % інтенсивніше порівняно з контролем, збільшувалася також загальна площа листочків складного листка.

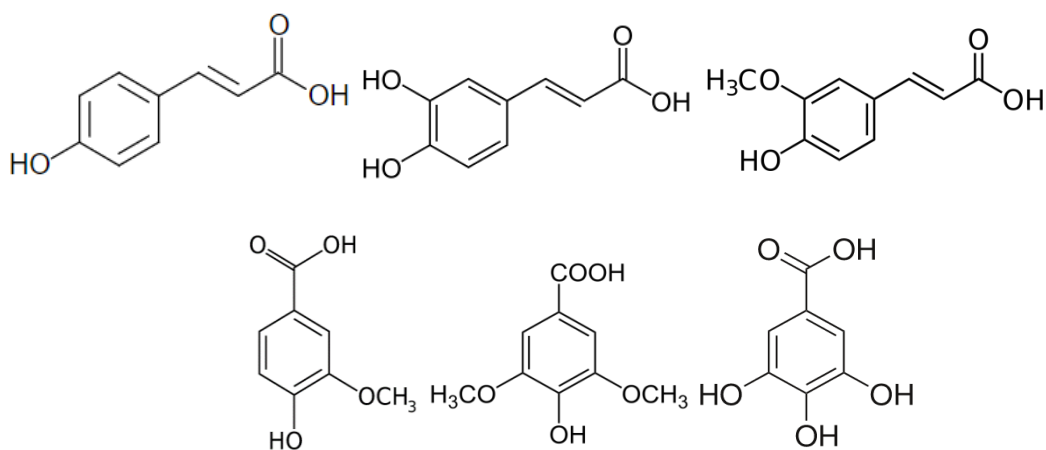
**Таблиця 1.**

*Вплив оксibenзойних і оксикоричних кислот на регенерацію рослин троянди ефіроолійної сорту Лань в культурі in vitro*

**Table 1.**

*Effect of oxybenzoic and cinnomic acids on the regeneration of roses of Lan' variety of Rosa essential oil under in vitro conditions*

Фенольні кислоти	Довжина пагона, мм	Ризогенез	Калус	Кількість міжвузлів, шт.
контроль	15-20	+	–	2-4
ванілінова	8-15	+	+++	1-2
сирінгова	7-20	–	+	1-3
галова	7-20	–	+	2-3
р-кумарова	10-25	–	–	3-4
кавова	7-15	–	++	1-3
ферулова	10-15	–	+	2-3



**Рис.1. Формули оксикоричних і (верхній ряд, зліва направо): *p*-кумарова (3-(4-гідроксифеніл)пропенова), кавова (3,4-діоксикорична), ферулова (3-метокси-4-гідроксикорична кислота) і оксибензойних (нижній ряд, зліва направо): ванілінова (4-гідрокси-3-метоксибензойна), сирінгова (4-гідрокси-3,5-диметоксибензойна), галова (3,4,5-триоксикорична кислота).**

**Fig.1. Formulas of cinnamic (upper row from left to right): *p*-coumaric (3-(4-hydroxyphenyl)propenoic), caffeic (3-(3,4-Dihydroxyphenyl)-2-propenoic), ferulic (3-methoxy-4-hydroxycinnamic) and oxybenzoic (lower row from left to right): vanillic (4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid), syringic (4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzoic acid), gallic (3,4,5-trihydroxybenzoic acid) acids.**

Ферулова і кавова кислоти у концентрації  $1 \cdot 10^{-6}$  мМ/л викликала незначну калюсогенну активність і пригнічувала процеси розтягнення міжвузлів. У досліджених нами оксикоричних кислот збільшення заміщених атомів водню в ароматичному кільці на оксигрупи посилювало прямий або опосередкований вплив на ініціацію утворення калюсів на базальних частинах експлантатів. Отже, в експерименті були виявлені ефекти, які можуть бути пов'язані, можливо, з регуляцією транспорту ауксинів, накопиченням фітогормонів у нижній частині стебел із балансом, який сприяє проліферації клітин паренхіми з утворенням калюсу.

Дослідження пігментного комплексу в листках пагонів троянди ефіроолійної на

модифікованих ЖС показали, що найбільший вміст хлорофілів встановлено у контролі і ЖС, що містило  $1 \cdot 10^{-6}$  М/л *p*-кумарової кислоти. Остання викликала збільшення вмісту хлорофілу *a* на 10 %. Втім, показники концентрації хлорофілу *b* і каротиноїдів залишалися майже незмінними (табл. 2).

Електронні спектри показали, що за умов додавання до ЖС ферулової кислоти в листках збільшується кількість допоміжних пігментів групи ксантофілів (417–418 нм).

За впливом фенольних кислот на вміст хлорофілів у листках рослини-регенеранти розташувались наступним чином: кавова < галова < ферулова < сирінгова < ванілінова < *p*-кумарова.

**Таблиця 2.**

**Вплив оксикоричних кислот на вміст пластидних пігментів у листках троянди ефіроолійної *in vitro***

**Table 2.**

**Effect of cinnamic acids on the content of plastidic pigments in leaves of *Rosa essential oil in vitro***

Пігменти та їх співвідношення	К	Фенольні кислоти					
		В	С	Кв	Ф	Г	Км
Хл а*, мг/г	7,6 ± 0,38	7,0 ± 0,35	6,6 ± 0,32	5,1 ± 0,26	5,9 ± 0,30	5,3 ± 0,27	7,9 ± 0,40
Хл b, мг/г	3,0 ± 0,15	2,5 ± 0,13	2,4 ± 0,12	2,0 ± 0,10	2,3 ± 0,12	2,1 ± 0,11	2,9 ± 0,15
Хл (a+b), мг/г	10,5 ± 0,53	9,5 ± 0,48	8,9 ± 0,45	7,2 ± 0,36	8,3 ± 0,41	7,4 ± 0,37	10,8 ± 0,54
Хл а / Хл b	2,5 ± 0,13	2,8 ± 0,14	2,7 ± 0,14	2,5 ± 0,13	2,5 ± 0,13	2,6 ± 0,13	2,7 ± 0,14
Кр, мг/г	3,0 ± 0,15	2,7 ± 0,13	2,6 ± 0,13	2,1 ± 0,11	2,4 ± 0,12	2,3 ± 0,11	3,1 ± 0,16
Хл (a+b) / Кр	3,5 ± 0,18	3,6 ± 0,18	3,5 ± 0,18	3,4 ± 0,17	3,5 ± 0,18	3,3 ± 0,16	3,5 ± 0,18

\* Хл – хлорофіл, Кр – каротиноїди; К – контроль; В – ванілінова, С – сирінгова, Кв – кавова, Ф – ферулова, Г – галова, Км – *p*-кумарова кислоти

Отже, за наявності 4-окси (р-кумарова) і 3-метокси (ванілінова) груп фенольні кислоти позитивно впливали на стан пігментного комплексу. Зі збільшенням кількості оксигруп оксибензойні (галова) і оксикоричі (кавова) фенольні кислоти негативно впливали на накопичення зелених пігментів і призводили до зниження суми хлорофілів у листках.

Оскільки значна частка фенольних сполук синтезується у хлоропластах і опосередковано пов'язана з процесами фотосинтезу, логічно, що у листках троянди, під впливом кавової і галової кислот, виявлено найменшу кількість фенолів, зокрема катехінів і флавоноїдів. Найбільшу стимулюючу дію на фенольний синтез здійснювала ванілінова кислота. Під її впливом порівняно з контролем кількість загальних фенолів у листках збільшувалась у 2,0–2,1 разу (табл. 3). Значну перебудову вторинного метаболізму в листках викликала галова кислота. Так, на фоні зменшування загального пулу фенолів суттєво знижувався і показник співвідношення кількості фенолів до катехінів. Враховуючи, що катехіни при окиснюванні створюють токсичні сполуки, які полімеризуються, і тому ускладнюють живлення тканин, використання галової кислоти у мМ концентраціях доцільно використовувати на перших етапах введення сортів троянди ефіроолійної в умови *in vitro*.

За впливом оксикоричних і оксибензойних кислот на вміст фенольних сполук у листках троянди ефіроолійної вони розташовувалися наступним чином: галова < кавова < ферулова < р-кумарова < сирінгова < ванілінова; за вмістом катехінів ряд дещо змінюється: галова < ферулова < кавова < р-кумарова < сирінгова < ванілінова. Отже, оксибензойні кислоти з однією і двома метоксигрупами стимулюють фенілпропанойдний синтез, що призводить до нагромадження фенольних сполук у листках і пагонах троянди.

Проведення множинного кореляційного аналізу дозволило встановити певні взаємозв'язки між процесами синтезу пластидних пігментів і нагромадженням у листках фенольних сполук. Встановлено, що найтісніша кореляція існує між кількісними показниками вмісту загальних фенолів і катехінів, а також фенолів і співвідношенням суми хлорофілів до каротиноїдів ( $r = 0,99$ ). Останній має певну біологічну обумовленість, яка пов'язана з тим, що підвищення вмісту допоміжних пігментів ксантофілового ряду, зазвичай, пов'язану з необхідністю створення захисних систем, спрямованих на зниження негативної дії активних форм кисню, радикалів і інших продуктів окиснювального стресу. Оскільки підвищення значення цього показника супроводжується зниженням фотосинтетичної активності, відповідне уповільнення активності фенольного синтезу є її очевидним наслідком. Висока кореляція між вмістом каротиноїдів і флавоноїдів ( $r = 0,96$ ) характеризує збалансованість двох регуляторно-захисних систем, інтегральна функція яких полягає у зменшенні деструктивної дії продуктів окиснювального стресу на мембрани та інші важливі компоненти клітин. Для троянди ефіроолійної виявлено також тісний позитивний зв'язок між кількісними показниками каротиноїдів і вмістом хлорофілу *b* ( $r = 0,96$ ) та сумою хлорофілів ( $r = 1,00$ ). Даний факт підтверджує здатність оксикоричних і оксибензойних кислот впливати на важливі ланки метаболізму рослини. За результатами факторного аналізу з'ясовано, що біологічний ефект використаних в експериментах фенольних речовини має певну залежність, пов'язану з наявністю в структурі молекули окси- і метоксигруп. За специфікою регуляторної дії фенольні кислоти займають у площині двох факторів відповідне розташування (рис. 2).

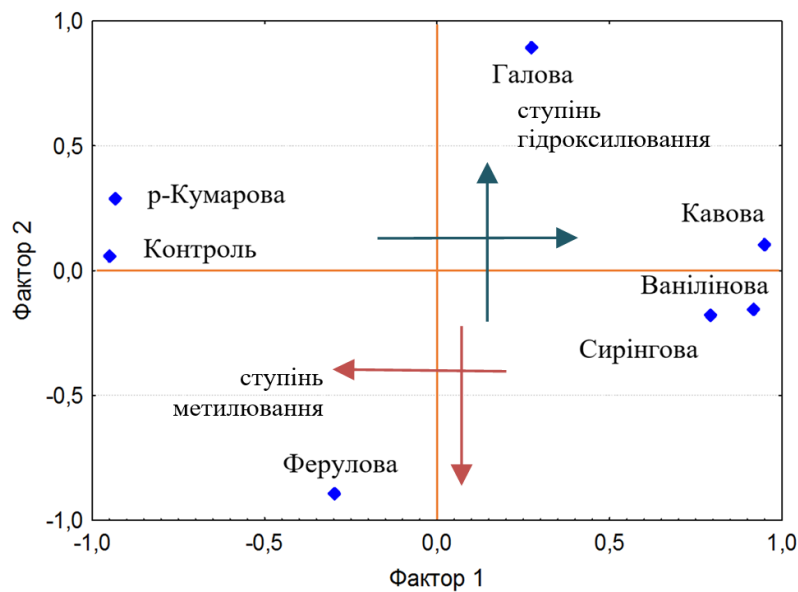
Таблиця 3.

Вплив оксикоричних кислот на вміст фенольних сполук у листках троянди ефіроолійної *in vitro*

Table 3.

Effect of cinnomic acids on the content of phenolic compounds in leaves of Rose essential oil *in vitro*

Кислота	Фн	Фл	Кт	Фн/Фл	Фн/Кт
ванілінова	64,5 ± 3,23	3,1 ± 0,16	56,8 ± 2,84	18,3	1,14
сирінгова	44,5 ± 2,23	2,9 ± 0,15	25,2 ± 1,26	15,3	1,76
кавова	25,2 ± 1,26	2,2 ± 0,11	11,7 ± 0,59	11,5	2,16
ферулова	33,9 ± 1,70	3,0 ± 0,15	7,8 ± 0,39	11,3	4,36
галова	22,5 ± 1,13	2,4 ± 0,12	3,2 ± 0,16	9,4	7,02
р-Кумарова	43,9 ± 2,20	3,6 ± 0,18	23,8 ± 1,19	12,2	1,85
контроль	27,5 ± 1,38	3,3 ± 0,17	16,5 ± 0,83	8,3	1,67



**Рис. 2.** Результати факторного аналізу впливу оксикоричних кислот на синтез фенольних сполук і пластидних пігментів у листках троянди ефіроолійної *in vitro*

**Fig. 2.** Results of factor analysis of cinnamic acids influence on the synthesis of phenolic compounds and plastidic pigments in the leaves of *Rosa essential oil in vitro*

Підвищення кількості гідроксильних груп у молекулах сприяє уповільненню синтезу загальних фенолів і катехінів (галова кислота). Наявність однієї - двох метоксигруп у структурі бензольного кільця надає оксибензойним кислотам (ванілінова, сирінгова) властивості сприяти синтезу і збільшенню в листках загального пулу фенолів. Наявність заміщувачів у структурі оксикоричних кислот послаблює їх потенційний вплив на синтез фенольних сполук у листках троянди ефіроолійної.

**Висновки.** Доведено, що оксибензойні (ванілінова, сирінгова, галова) і оксикоричні (р-кумарова, кавова, ферулова) кислоти у складі живильного середовища (концентрація 1 мМ/л) у зоні контакту з живими тканинами ініціюють калусогенез. Встановлено, що підвищення кількості гідроксильних груп в молекулярній структурі оксибензойних кислот (галова) і наявність заміщувачів першого роду в структурі оксикоричних кислот сприяє їх здатності уповільнювати синтез загальних фенолів і катехіну в листках троянди ефіроолійної. Наявність однієї-, двох метоксигруп в структурі бензольного кільця надає оксибензойним кислотам (ванілінова, сирінгова) властивість підвищувати активність синтезу фенолів.

З'ясовано, що галова кислота зумовила зменшення загального пулу фенолів, зокрема катехінів, у листках експлантатів троянди ефіроолійної сорту Лань. Отже, використання її у складі живильних середовищ у мілімолярних

концентраціях може бути доцільним на перших етапах введення сортів троянди ефіроолійної в культуру *in vitro* для зменшення ризиків автоінтоксикації тканин продуктами окиснювання фенольних сполук.

#### Список літератури:

1. Вольнец А.П. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений.- Минск: Беларус. наука, 2013.- 283с.
2. Запрометов М. Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функция в растениях. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
3. Олійник О.О. Вплив фенольних сполук на ефективність введення сортів *RosadamascenaMill.* у культуру *in vitro* / О.О. Олійник, А.А. Клюваденко, А.Ф. Ліханов, М.Д. Мельничук // Вісник аграрної науки . – 2016. – № 2 . – с. 28–31.
4. Олійник О.О. Особливості нагромадження фенольних сполук в експлантатах троянди ефіроолійної в умовах *in vitro* / О.О. Олійник, А.А. Клюваденко, А.Ф. Ліханов, М.Д. Мельничук // *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality* . –2016. – с. 337–341.
5. Сибгатуллина Г.В. Методы определения редокс-статуса культивируемых клеток растений /, Л.Р. Хаертдинова, Е.А. Гумерова и др.. – Казань: Казанский Федеральный университет, 2011. – 61с.
6. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – К.: Наукова думка, 1976. – 336с.
7. Charles S.B., Imin N., Djordjevic M. A. Flavonoids: new roles for old molecules // *Journal of Integrative Plant Biology*, 2010. – V. 52 (1). – Pp. 98-111.

## References:

1. Volynets, A.P., Phenolic compounds in plant life //Mynsk: Belarus. navuka. -2013. - 283 p.
2. Zaprometov, M. N., Phenolic compounds. Distribution, metabolism and function in plants // M.: Science.– 1993. - 272p.
3. Sibgatullina, G.V., Khayertdinova, L.R., Gumerova, E.A. et al, Methods for determining the redox status of cultured plant cells // Kazan: Kazanskiy Federalnyy universitet. -2011.– 61p.
4. Olijnyk O.O. Influence of phenolic compounds on the efficiency of introduction of *Rosa damascena* Mill. In culture in vitro // Visnyk agrarnoyi nauky`.-2016.– № 2 . – P. 28–31
5. Olijnyk O.O, Features accumulation of phenolic compounds in explants of rose essential oil in conditions in vitro// Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality . –2016.–P. 337–341.
6. Pochynok, Kh. N., Methods of biochemical analysis of plants //K.: Scientific thought. –1976 .– 336p.
7. Charles, S.B., Imin, N. and Djordjevic, M. A., Flavonoids: new roles for old molecules // Journal of Integrative Plant Biology . –2010. – №52.–P. 98–111.

## INFLUENCE OF CINNOMIC AND OXYBENZOIC ACIDS ON METABOLISM AND REGENERATION PROCESSES IN EXPLANTS OF ROSA ESSENTIAL OIL UNDER IN VITRO CONDITIONS

O. Olijnyk, A. Likhanov, M. Melnychuk

*The paper highlights the effects of oxybenzoic and cinnomic acids on the regeneration processes in tissues and organs of Rosa essential oil. The research was carried out on plants-regenerates of Lan' variety of Rosa essential oil. Plant explants were cultured on Quoirin and Lepoivre nutrient media with the addition of phenolic acids at a concentration of 1 mM / l. On the 25th day of cultivation in the leaves of plants-regenerants, the content of phenols, flavonoids, pigments and catechins and antioxidant activity in methanol extract of leaves were determined. It has been shown that vanillic, syringic, ferulic and gallic acids actively influenced the histogenesis and organogenesis in plants-regenerants in millimolar concentrations. All investigated phenolic acids induced callus formation at the basal part of shoots in the areas of direct contact with NM. The greatest stimulation of growth of the shoots was shown by methylated acids. Cinnomic acids acted as inducers of callusogenesis in shoots of Rosa essential oil. In the presence of 4-hydroxy and 3-methoxy groups, phenolic acids stimulated the growth of stems. With an increase in the number of oxygroups (caffeic and gallic acids) of oxybenzoic and cinnomic acids affected the decrease in the amount of chlorophylls in the leaves. Since a significant portion of phenolic compounds is synthesized in chloroplasts and is indirectly associated with photosynthesis processes, it was quite obvious that the least amount of phenols, in particular catechins and flavonoids, were found in the leaves of ROSA that were under influence of caffeic and gallic acids. The most stimulating effect on the phenylpropanoid synthesis had vanillin acid. It has been established that the increase in the number of hydroxyl groups in the molecular structure of oxybenzoic acids contributes to the decrease in the synthesis of common phenols and catechins (gallic acid). The presence of one or two methoxy groups in the structure of benzene ring gives phenolic acids properties to increase the activity of phenylpropanoid synthesis (vanillic, syringic). The presence of substitutes of the first kind in the structure of cinnomic acids weakens their potential impact on the synthesis of phenolic compounds in leaves of Rosa essential oil. It has been proved that oxybenzoic (vanilli, syringic, gallic) and cinnomic (p-coumaric, caffeic, and ferulic) acids in the nutrient medium (conc. of 1 mM / l) in the area of contact with living tissues initiate the callusogenesis. It has been shown that the use of gallic acid in nutrient media in millimolar concentrations may be appropriate at the first stages of introducing the Rosa essential oil plants into in vitro culture to reduce the risk of auto-toxication of tissues by the oxidation of phenols.*

*Key words: Rosa essential oil, oxybenzoic acids, cinnomic acids, phenolic compounds, pigment complex.*

*Отримано редколегією 01.06.2017*