

АЛЕЛОПАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИДІВ РОДУ CALENDULA L.

Досліджено динаміку алелопатичної активності виділень з різних органів 5 видів календули. Встановлено, що найвищою алелопатичною активністю характеризуються водорозчинні сполуки, а найменшою — леткі. Вміст інгібіторів у різних органах календул змінюється за фазами розвитку рослин залежно від виду. Найвища рістінгібуюча активність характерна для листків і стебел, найнижча — для коренів.

Біологізація сучасного землеробства — важлива й актуальна проблема сьогодення. Тому впровадження в агрофітоценози нових нетрадиційних рослин з гербіцидними, антимікробними, протистотцидними та алелопатично активними властивостями, здатних поліпшувати фітосанітарний стан ґрунту і його родючість, є актуальним завданням альтернативного землеробства.

У цьому аспекті великий науковий інтерес становлять представники роду *Calendula* L., яких у світовій флорі нараховується 15 видів [8]. Інтродуцентами в Україні є види *C. alata* C., *C. suffruticosa*, *C. striptercarpa*. Види календули широко культивуються як квітничково-декоративні рослини. Вони знаходять різноманітне застосування у парфюмерно-косметичній, медичній, харчовій промисловостях та інших галузях народного господарства.

У літературі є дані щодо бактерицидних, фунгіцидних, нематоцидних, інсектицидних властивостей календули лікарської [7, 9, 10], а відомості про властивості інших видів відсутні. Алелопатичний потенціал їх не вивчався. Відомо, що представники роду *Calendula* містять значну кількість каротиноїдів, флавоноїдів, саліцилової кислоти, вітамінів та інших сполук [7], що, можливо, свідчить про наявність високої алелопатичної активності.

Алелопатичні властивості рослин визначаються кількісним та якісним складом алелопатично активних речовин гальмувального характеру (колінів), які в процесі життєдіяльності рослинного організму і після його відмирання виділяються в навколишнє середовище, впливаючи, таким чином, на ріст і розвиток інших рослин, родючість ґрунту, його хімічний склад, мікрофлору, мікрофауну тощо [1, 3].

У зв'язку з цим метою нашої роботи було вивчення алелопатичної активності різних типів виділень (водо- та спирторозчинних, летких) у динаміці росту та розвитку рослин.

Об'єктами дослідження були 5 видів роду *Calendula*: *C. alata* Rech., *C. suffruticosa* Vahl, *C. striptercarpa* Rech., *C. officinalis* L., *C. arvensis* L.

Методика

Досліди проводили у фазах початку вегетації рослин, бутонізації, цвітіння. Рослини вирощували в умовах дрібноділянкових дослідів на чорноземі опідзоленому середньосуглинистому на лесах агроділянки Тернопільського національного педагогічного університету. Повторність дослідів — 4-разова.

Алелопатичну активність виділень вивчали методом біологічних тестів [3]. Досліджуваний матеріал подрібнювали і настоювали в дистильованій воді (водні витяжки, ВРВ) та в 70% етанолі (спиртові витяжки, СРВ) протягом однієї доби за температури 26—27 °С. Співвідношення між наважкою

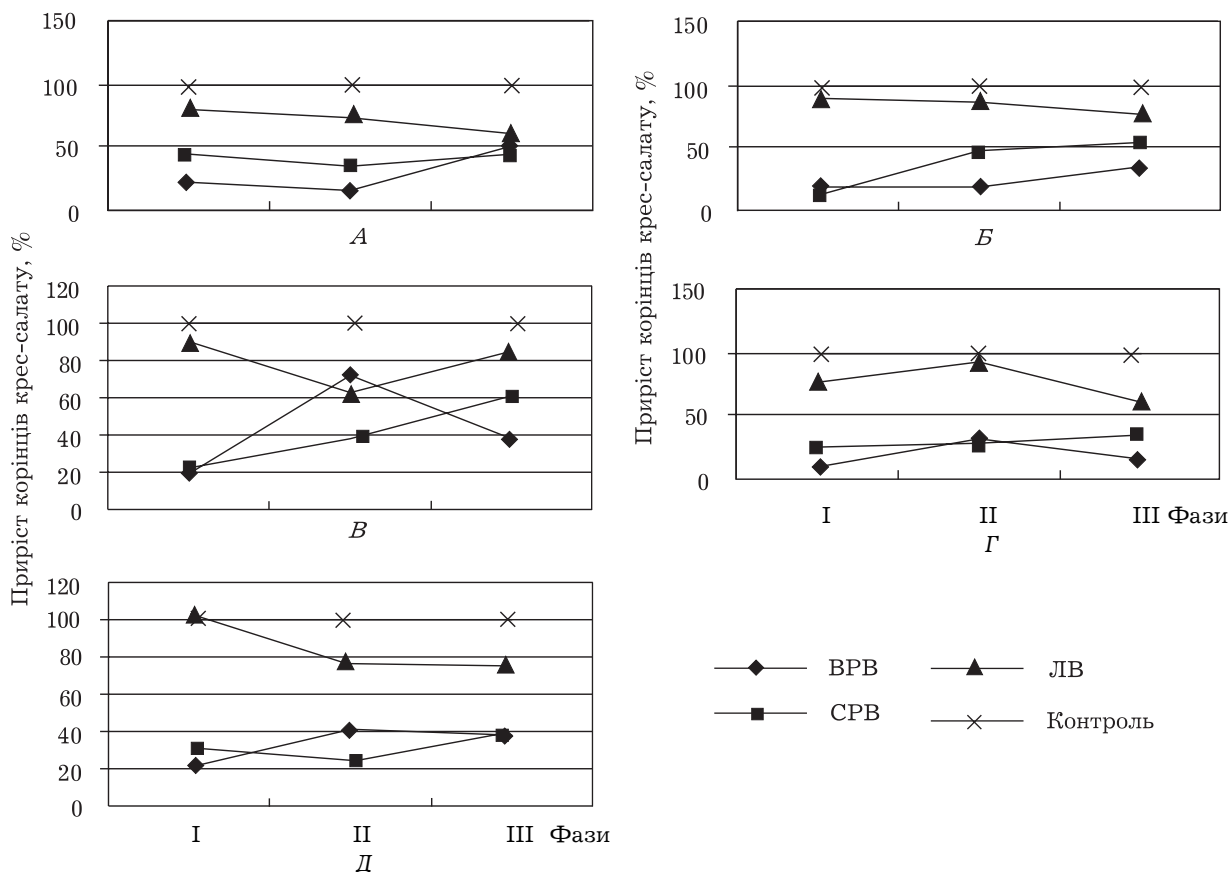


Рис. 1. Алелопатична активність метаболітів з листків календули в динаміці її росту та розвитку. Тут і на рис. 3: А — *C. arvensis*; Б — *C. suffruticosa*; В — *C. stripterocarpa*; Г — *C. officinalis*; Д — *C. alata*; фази розвитку рослин: І — початок вегетації; ІІ — бутонізація; ІІІ — цвітіння

рослинного матеріалу і об'ємом води чи спирту — 1:10, 1:50, 1:100.

У чашки Петрі вносили по 5 мл екстракту і рівномірно розкладали по 40 біотестів. У контрольні чашки вносили чистий екстрагент. Дослідні чашки витримували в термостаті впродовж 24 і 48 год за температури 26—27 °С. Потім вимірювали довжину коренів чи колеоптилів, приріст розраховували у відсотках до контролю.

Для визначення активності летких виділень (ЛВ) використовували подрібнений матеріал, наважку якого (3 г) клали у фар-

форовий тигель, розміщений у центрі чашки Петрі, на зволожений 5 мл дистильованої води фільтр. Навколо нього розташовували біотести і чашки Петрі герметизували. Умови вирощування біотестів були такі самі, як і при дослідженні водо- та спирто-розчинних сполук.

Тест-об'єктами були проростки крес-салату (*Lepidium sativum* L.) і озимої пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) сорту Миронівська 61.

Статистичну обробку даних проводили за Г.Н. Зайцевим [5] і Б.А. Доспеховим [4].

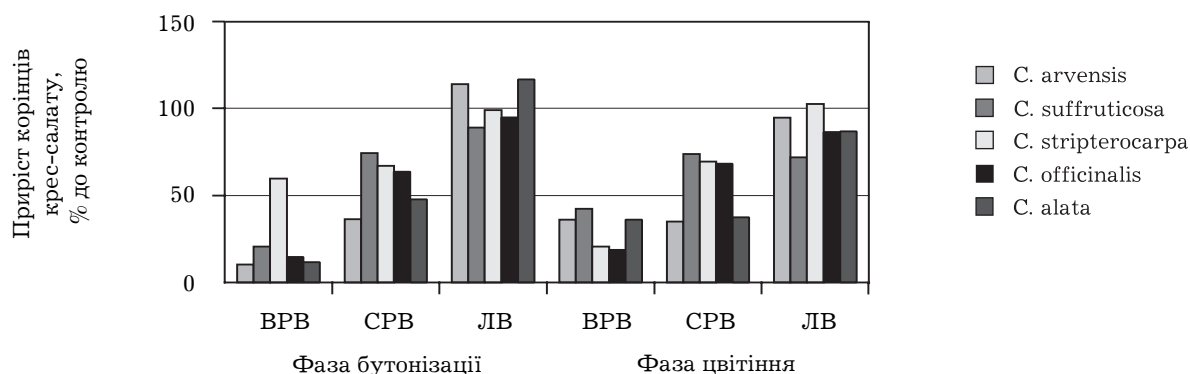


Рис. 2. Динаміка алелопатичної активності трьох типів виділень зі стебел календули

Результати та обговорення

Результати досліджень свідчать про видоспецифічний характер усіх типів виділень календул.

Встановлено, що водорозчинні виділення є фізіологічно найактивнішими, найменш активні — леткі виділення, спирторозчинні — займають проміжне положення. Всі три типи виділень виявляють фітотоксичну дію. Витяжки з різних органів рослин містять неоднакову кількість алелопатично активних сполук. Ця відмінність простежується як між окремими видами й окремими органами, так і в межах певного виду впродовж вегетації. Нижче розглядаються отримані результати за співвідношення рослинної наважки й екстрагента 1:10, біотест — крес-салат.

З'ясовано, що у початковій фазі вегетації алелопатична активність є найвищою і має рістінгуючий характер стосовно приросту коренів крес-салату (ВРВ з листків усіх видів календул) (рис. 1). Вона становить для *C. officinalis* 91,8%, *C. alata* — 89,1, *C. suffruticosa* та *C. striptero- carpa* — по 80,9, *C. arvensis* — 78,9%.

У фазу бутонізації у всіх видів календул гальмувальна активність знижується, але різною мірою (у *C. arvensis*, *C. suffruticosa* та *C. officinalis* практично мало, тоді як у *C. alata* та *C. striptero- carpa* відповідно на 29,5 і 25,9%). У фазу цвітіння вона знижується у *C. arvensis* і *C. suffruticosa*, залишається

майже на тому самому рівні, що й у фазу бутонізації, у *C. alata* і зростає у *C. striptero- carpa* і *C. officinalis*. В останнього виду водні ексудати найбільш активні (85,6%).

Отже, алелопатична активність водорозчинних екзометаболітів найбільша у листків *C. officinalis* упродовж вегетації, дещо менша — у *C. suffruticosa*, *C. alata*, *C. arvensis*, найменша — у *C. striptero- carpa* (фаза бутонізації).

Алелопатична активність спирторозчинних екстрактів з листків *C. officinalis* майже аналогічна активності водорозчинних, лише у фазу цвітіння вона дещо зменшується. В інших видів (*C. arvensis*, *C. suffruticosa*) характер кривої алелопатичної активності спирторозчинних виділень свідчить про нижчий їх вміст у всі фази розвитку. Лише у *C. striptero- carpa* та *C. alata* алелопатична активність спирторозчинних екстрактів вища за активність водорозчинних у фазу бутонізації.

Дослідження динаміки алелопатичної активності летких сполук з листків показало, що вони відзначаються найнижчою активністю в усі досліджувані фази розвитку календул, причому у *C. alata* зафіксовано навіть стимулюючий ефект у початкову фазу вегетації (на 5,3%). Лише у *C. striptero- carpa* в період бутонізації алелопатична активність фітогенних сполук вища, ніж водорозчинних аналогів.

Порівняльний аналіз алелопатичної активності трьох типів виділень зі стебел

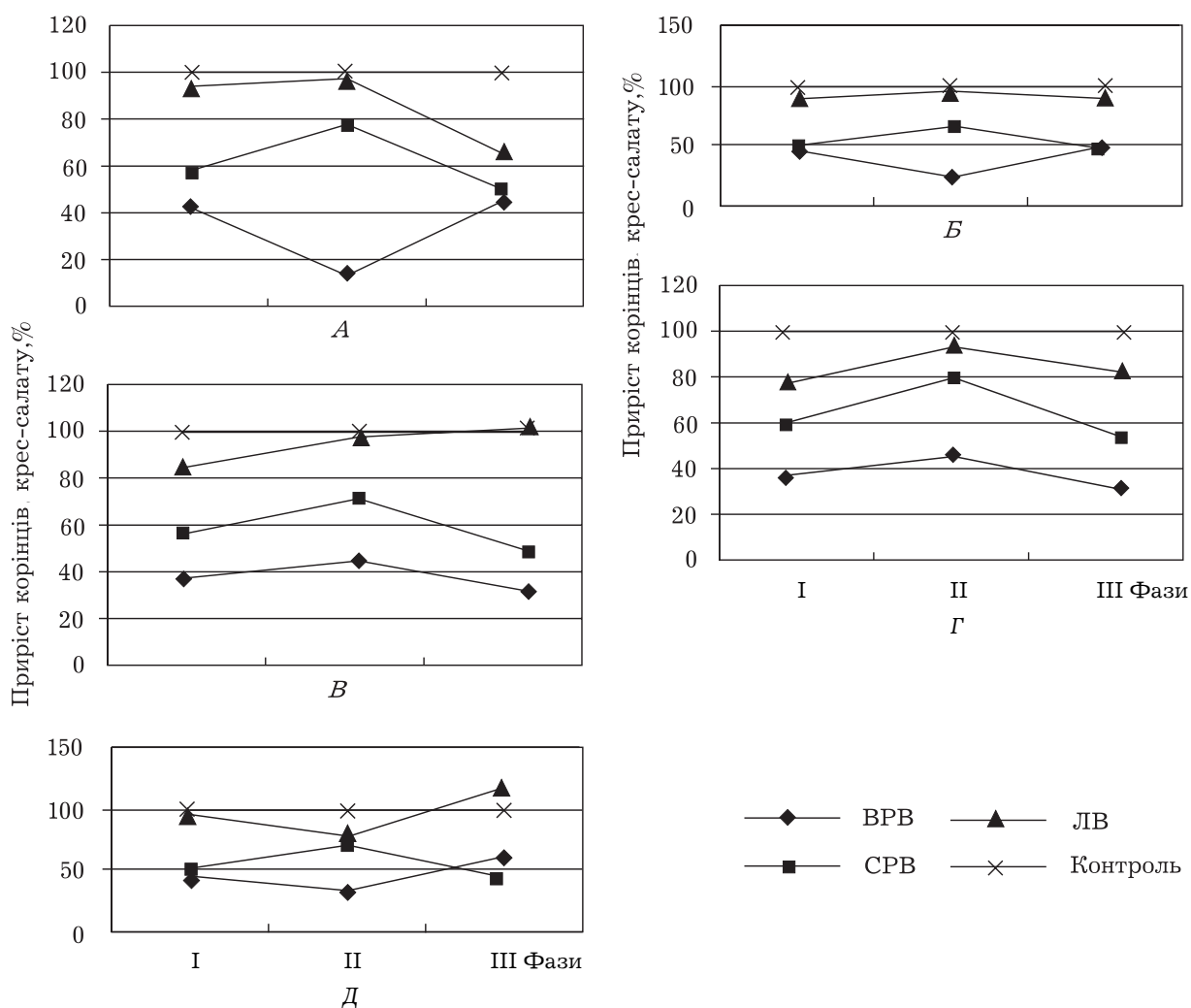


Рис. 3. Алелопатична активність виділень з коренів календул.

5 видів календул (рис. 2) свідчить також про вищий її рівень у водо- та спирторозчинних сполук, ніж у летких, причому у фазу бутонізації у ВРВ вона вища, ніж у фазу цвітіння, тоді як спирторозчинні екстракти мають майже однакову активність в обидві фази розвитку рослин. Алелопатична активність летких сполук посилюється у фазу цвітіння. Таким чином, алелопатична активність водорозчинних виділень зі стебел календул вища порівняно з активністю летких і спирторозчинних екзометаболітів.

Алелопатична активність виділень із суцвіть також залежить від фази розвитку рослин. Водні екстракти виявили дещо більшу активність у фазу бутонізації, ніж у період масового цвітіння. Найактивніші витяжки із суцвіть *C. suffruticosa* і *C. arvensis*.

Спирторозчинні екстракти із суцвіть мали інгібуючі властивості, особливо у *C. arvensis* і *C. stripteroscarpa*. Леткі виділення із суцвіть календули також пригнічують ріст корінців крес-салату, крім виділень *C. officinalis*, які виявляють стимулюючий ефект

Таблиця 1. Алелопатична активність виділень із суцвіть п'яти видів календули (приріст корінців крес-салату, % до контролю)

Вид	Фаза бутонізації			Фаза цвітіння		
	Водорозчинні виділення	Спирторозчинні виділення	Леткі виділення	Водорозчинні виділення	Спирторозчинні виділення	Леткі виділення
<i>C. arvensis</i>	20,1 ± 1,1	32,1 ± 1,6	71,4 ± 1,1	43,3 ± 3,2	33,7 ± 1,4	56,3 ± 0,8
<i>C. suffruticosa</i>	19,4 ± 1,9	56,4 ± 1,5	73,5 ± 0,9	40,2 ± 1,8	57,3 ± 2,5	56,3 ± 1,1
<i>C. stripteroscarpa</i>	29,1 ± 1,2	35,9 ± 2,1	84,9 ± 1,6	54,6 ± 2,9	35,1 ± 1,8	73,7 ± 2,0
<i>C. officinalis</i>	26,5 ± 0,9	53,6 ± 1,9	102,1 ± 1,5	51,6 ± 1,7	51,6 ± 2,1	94,0 ± 0,6
<i>C. alata</i>	30,4 ± 1,7	36,3 ± 1,7	69,6 ± 0,8	71,1 ± 1,8	37,3 ± 1,7	67,1 ± 1,3

(2,1%) у фазу бутонізації. У період цвітіння рівень фітотоксичного ефекту збільшується (табл. 1).

Найбільша алелопатична активність у фазу цвітіння у суцвіть *C. suffruticosa* (ЛВ, ВРВ), *C. arvensis* (ЛВ, СРВ, ВРВ) і *C. stripteroscarpa* (СРВ). Загальна картина приросту корінців крес-салату змінюється в межах 28,9—59,8% (ВРВ), 42,74—66,3 (СРВ), 6,0—43,7% (ЛВ).

Коліни, що містяться у коренях рослин календули, також виявляють фітотоксичну дію щодо росту корінців крес-салату (рис. 3). Так, у початкову фазу вегетації найбільше інгібіторів містили водні витяжки *C. stripteroscarpa* (64,1%), *C. officinalis* (61,9) *C. arvensis* (57,5%). У фазу бутонізації вміст інгібіторів збільшується у *C. arvensis* (86,8%), *C. suffruticosa* (80,9), *C. alata* (68,4%), а у період цвітіння їх вміст зменшується і становить від 69,1 до 38,1%.

Динаміка нагромадження колінів у спирто-розчинних екстрактах має протилежний характер. Найменша активність зафіксована у фазу бутонізації (*C. arvensis* — 22,2%, *C. officinalis* — 19,9%), а найбільша у фазу цвітіння в *C. suffruticosa* і *C. alata* (по 57,5%), *C. stripteroscarpa* (52,7%).

Активність летких виділень з кореневих систем календул найменша. У початкову фазу вегетації цей показник у *C. alata* дорівнює 3,8%, тобто виявляється стимулюючий ефект, у фазі цвітіння у *C. stripteroscarpa* і *C. alata* відповідно — 1,2 і 18,6%. Алелопатична активність виділень з корневих систем у *C. officinalis* у початковій фазі вегетації досягає 77,4%, у *C. stripteroscarpa* — 83,5, у *C. arvensis* і *C. suffruticosa* — 94,0%. У фазу бутонізації цей показник коливається у межах — 2,8—20,0%, а у період цвітіння найбільшого значення (64,7%) він досягає у *C. arvensis*.

При зменшенні концентрації водорозчинних і спирторозчинних колінів з різних органів рослин алелопатична активність їх зменшувалася, що узгоджується з літературними даними [2, 6]. Однак при цьому всі досліджувані рослини містили високий відсоток інгібіторів, їх дія виявлялася навіть при розведенні 1:100.

Результати досліджень з алелопатичної активності різних типів виділень з використанням показника приросту корінців і колеоптилів другого біотесту — озимої пшениці — мають деякі відмінності порівняно з результатами дослідів з крес-салатом: вони свідчать про їх видоспецифічний і органотропний характер дії. Алелопатична активність виділень з надземних і підземних органів календул меншою мірою виявляє фітотоксичний характер за приростом колеоптилів пшениці, ніж за приростом корінців крес-салату, причому фітотоксичність виділень з надземних органів перевершує фітотоксичність виділень з корневих систем (табл. 2).

Проаналізувавши алелопатичну активність виділень з листків календул за фазами росту і розвитку рослин, доходимо вис-

Алелопатичні властивості видів роду *Calendula* L.

Таблиця 2. Алелопатична активність різних типів виділень п'яти видів роду *Calendula* (приріст колеоптилів озимої пшениці, % до контролю)

Тип виділень	Фаза початку вегетації		Фаза бутонізації			Фаза цвітіння		
	Листки	Корені	Листки	Корені	Суцвіття	Листки	Корені	Суцвіття
<i>C. arvensis</i>								
Водні	60,9 ± 0,7	65,6 ± 2,6	22,2 ± 6,1	29,9 ± 2,3	39,2 ± 2,5	220,0 ± 0,1	325,0 ± 0,6	101,0 ± 0,5
Спирторозчинні	43,9 ± 2,6	77,4 ± 2,6	49,7 ± 2,9	37,1 ± 2,3	79,9 ± 1,4	144,0 ± 0,5	45,1 ± 1,8	7,7 ± 2,1
Леткі	91,4 ± 1,9	192,8 ± 1,1	120,4 ± 1,7	147,5 ± 1,4	106,3 ± 1,8	101,3 ± 0,9	102,4 ± 0,5	105,1 ± 1,8
<i>C. suffruticosa</i>								
Водні	75,5 ± 1,2	167,2 ± 0,9	42,4 ± 2,2	37,5 ± 1,4	63,3 ± 2,4	210,0 ± 1,8	265,0 ± 3,2	255,0 ± 2,3
Спирторозчинні	60,2 ± 1,8	88,9 ± 0,9	53,9 ± 2,3	83,9 ± 1,3	84,1 ± 0,9	65,9 ± 2,8	108,8 ± 3,3	96,7 ± 1,3
Леткі	99,3 ± 1,9	121,6 ± 1,8	166,1 ± 1,2	135,9 ± 0,8	111,5 ± 2,9	98,3 ± 1,8	139,4 ± 1,0	103,0 ± 2,2
<i>C. stripterocarpa</i>								
Водні	15,8 ± 3,3	107,8 ± 2,3	143,8 ± 1,9	84,6 ± 1,1	56,8 ± 1,8	345,0 ± 3,1	75,0 ± 2,0	285,0 ± 3,6
Спирторозчинні	21,1 ± 1,1	82,4 ± 2,3	21,0 ± 1,8	81,8 ± 1,1	83,9 ± 2,1	23,1 ± 2,8	101,1 ± 2,0	125,3 ± 2,4
Леткі	56,1 ± 1,2	176,3 ± 2,5	58,8 ± 1,0	120,0 ± 1,3	73,1 ± 3,2	70,0 ± 3,3	63,3 ± 1,8	54,6 ± 3,0
<i>C. officinalis</i>								
Водні	21,2 ± 2,4	65,6 ± 5,3	57,6 ± 4,4	109,7 ± 4,9	91,2 ± 2,7	250,0 ± 1,4	245,0 ± 1,1	370,0 ± 1,4
Спирторозчинні	33,3 ± 2,5	79,3 ± 5,3	27,3 ± 2,2	79,0 ± 4,1	77,5 ± 1,7	42,9 ± 3,3	98,9 ± 1,0	37,4 ± 2,5
Леткі	138,0 ± 1,0	142,5 ± 0,8	61,6 ± 2,3	121,3 ± 1,8	87,4 ± 2,5	53,2 ± 2,1	60,6 ± 1,2	56,6 ± 1,5
<i>C. alata</i>								
Водні	67,9 ± 0,5	117 ± 0,5	63,2 ± 1,8	88,9 ± 3,1	45,1 ± 2,3	260,0 ± 4,2	315,0 ± 2,2	220,0 ± 3,4
Спирторозчинні	51,5 ± 1,6	91,4 ± 0,5	47,6 ± 1,4	41,3 ± 3,5	96,5 ± 1,0	23,1 ± 2,8	42,9 ± 2,2	122,0 ± 2,2
Леткі	103,6 ± 2,1	112,9 ± 1,1	100,9 ± 1,3	87,0 ± 1,2	63,5 ± 3,5	59,3 ± 1,3	121,9 ± 1,5	54,6 ± 1,7

новку, що вона має гальмувальний характер у водо- та спирторозчинних ексудатів усіх 5 видів календул лише у фазі початку вегетації і бутонізації (крім *C. stripterocarpa* у фазу бутонізації). У період цвітіння рослин спостерігається зміна характеру алелопатичної активності водних витяжок на стимулюючий, у спирторозчинних він залишається незмінним (за винятком *C. arvensis*). Алелопатична активність фітогенних сполук з листків календул має видоспецифічний характер, змінюючись за фазами розвитку рослин. Лише у летких сполуках *C. stripterocarpa* вона впродовж всієї вегетації має гальмувальну спрямованість.

Спирторозчинні екстракти з коренів календул упродовж всієї вегетації мають аналогічну дію: у початкову фазу вегетації — у всіх 5 видів, а у *C. officinalis*, *C. alata* і *C. arvensis* також і в інші фази вегетації.

Інгібуючий характер дії властивий для всіх трьох типів виділень із суцвіть 5 видів календул за виключенням *C. arvensis* і *C. suffruticosa* (ЛВ) у фазу бутонізації. У період цвітіння рослин він зберігається лише в спиртових екстрактах *C. arvensis*, *C. suffruticosa*, *C. officinalis*, тоді як для водорозчинних і летких (вибірково за видами) характерна стимулююча дія.

Таким чином, отримані нами дані свідчать про те, що всі 5 видів роду *Calendula* належать до рослин з високою алелопатичною активністю, що виявляється в усі фази розвитку рослин, періодично змінюючи характер дії то в бік пригнічення, то в бік стимулювання біотестів. Найбільшу алелопатичну активність зафіксовано у рослин *C. arvensis*, *C. alata*, дещо нижчу — у *C. suffruticosa*, *C. officinalis*, найнижчу — у *C. stripterocarpa*.

1. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. — К.: Наук. думка, 1965, — 199 с.
2. Гродзинский А.М., Кострома Е.Ю., Шроль Т.С., Хохлова И.Г. Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов // Аллелопатия и продуктивность растений. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 121—124.
3. Гродзинський А.М. Основи хімічної взаємодії рослин. — К.: Наук. думка, 1973. — 205 с.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
5. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. — М.: Наука, 1973. — 256 с.
6. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста // Физиология растений. — 1997. — 44, № 3. — С. 471—480.
7. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / За ред. А.М. Гродзинського. — К.: УРЕ ім. М.П. Бажана, 1989. — С. 291—292.
8. Флора УРСР. — К.: Изд-во АН УРСР, 1962. — Т. 11. — С. 411—413.
9. Чекман И.С., Липкан Г.Н. Растительные лекарственные средства. — К.: Наук. думка, 1993. — С. 146—149.
10. Щербановский Л.Р., Фадеев Ю.М., Капелев И.Г. Антифунгальные свойства некоторых пряноароматических растений // Аллелопатия в естественных и искусственных фитоценозах. — К.: Наук. думка, 1982. — С. 140—144.

Рекомендував до друку
Е.А. Головка

Л.Д. Юрчак, С.А. Радиоза

Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко
НАН Украины, Украина, г. Киев

АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВИДОВ РОДА CALENDULA L.

Исследована динамика аллелопатической активности выделений из разных органов 5 видов календулы. Установлено, что наибольшей аллелопатической активностью характеризуются водорастворимые соединения, а наименьшей — летучие. Содержание ингибиторов в разных органах календул изменяется по фазам развития растений в зависимости от вида. Наибольшая ростингибирующая активность характерна для листьев и стеблей, самая низкая — для корней.

L.D. Yurchak, S.A. Radioza

M.M. Grishko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF CALENDULA GENUS SPECIES

Dynamics of allelopathic activity of excretions from different bodies of 5 species of Calendula genus have been studied. The investigation results have shown that the water-soluble excretions displayed the greatest allelopathic activity and the volatile ones the least. The content of inhibitors varies with regard to the growth phase depends of the varieties of plant. The greatest growth inhibitors activity belong to the leaves and stems, the least — to the roots.