

УДК 582.573.16 + 615.451.1 + 615.322 + 582.688

ВПЛИВ ВОДНО-ЕТАНОЛЬНИХ ЕКСТРАКТІВ РОСЛИН РОДИНИ *ERICACEAE* НА ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ЕФЕКТИ, ІНДУКОВАНІ КАДМІЄМ

Фрич Н. І.

Вплив водно-етанольних екстрактів рослин родини *Ericaceae* на цитогенетичні ефекти, індуковані кадмієм. — Н.І. Фрич. — З метою встановлення впливу водно-етанольних екстрактів рослин родини *Ericaceae* на рівень цитогенетичних ефектів, спричинених 0,0005 М хлоридом кадмію досліджено їх дію на мітотичний цикл та частоту хромосомних аберацій у клітинах апікальної меристеми *Allium cepa*. Доведено, що в концентрації 0,0005 М хлорид кадмію $CdCl_2$ пригнічує ріст корінців, знижує мітотичну активність клітин меристеми, а також індукує появу хромосомних пошкоджень. Водно-етанольні екстракти рослин родини *Ericaceae* знижують число аномальних мітозів і нормалізують співвідношення кількостей клітин у різних фазах мітозу, проявляють корегуючі властивості стосовно цитогенетичних порушень, пов'язаних із дією хлориду кадмію.

Ключові слова: *Allium cepa*-тест, мітотичний індекс, хромосомні аберації, цитотоксичність, рослини родини *Ericaceae*.

Адреса: Івано-Франківський національний медичний університет, вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ, 76000, Україна; e-mail: frych@yandex.ru

The influence of aqueous-alcoholic extracts of *Ericaceae* plants on the cytogenetic effect, induced by $CdCl_2$. — N. Frych. — With the purpose of identification of influence of aqueous-alcoholic extracts of *Ericaceae* family plants on the level of cytogenetic effects, caused by 0,0005 M $CdCl_2$ their effect on a mitotic cycle, frequency of chromosomal aberrations in meristem cells of *Allium cepa* has been studied. It was established, that 0,0005 M $CdCl_2$ inhibits the roots growth, reduces meristem cells mitotic activity and induces appearance of chromosomal damages as well. Aqueous-alcoholic extracts of *Ericaceae* plants decreased a number of anomalous mitoses and normalize the correlation of cells in the varies mitoses phases. So, investigated extracts can correct the cytogenetic violations, induced by $CdCl_2$.

Keywords: *Ericaceae* plants, *Allium cepa*-test, cytogenetic effects, $CdCl_2$, mitotic index, chromosomal aberration.

Address: Ivano-Francivsk national medical university, Galytska str., 2, Ivano-Francivsk, 76000, Ukraine; e-mail: frych@yandex.ru

Вступ

Різноманітні хімічні речовини (солі важких металів, барвники, ліки) впливають на генотипи живих організмів і, в кінцевому результаті, призводять до зміни генетичної структури популяції. Велика кількість таких ксенобіотиків виявляють мутагенну активність [1,8]. Вивчення цито- і генотоксичності потенційних мутагенів є актуальним питанням сьогодення.

У зв'язку з вищесказаним пріоритетним завданням є розпізнавання потенційних мутагенів у довікллі та розробка профілактичних заходів щодо їхнього впливу на спадковий апарат людини. Провідні позиції у вирішенні цього питання належать речовинам-антимутагенам природного, зокрема, рослинного походження. Складові компоненти рослин за хімічною структурою подібні або навіть ідентичні фізіологічно активним речовинам організму. Препарати на їх основі характеризуються низькою токсичністю, а також посилюють адаптивний статус організму [3,5]. Перспективним потенційним джерелом таких ліків є рослини родини вересові (*Ericaceae*). Є відомості про антимутагенну та антиоксидантну активність рослин цієї родини, яку пов'язують з

присутністю біологічно активних речовин. Дані по вивченню антимутагенних властивостей цих рослин є недостатньо висвітлені, що зумовлює актуальність представлених нами досліджень.

Метою даного дослідження було встановлення впливу водно-етанольних екстрактів окремих рослин родини вересові (*Ericaceae*) на рівень цитогенетичних ефектів, спричинених хлоридом кадмію в концентрації 0,0005 М.

Об'єкт і методи дослідження

Для дослідження використано водно-етанольні екстракти надземної частини, листя семи лікарських рослин: вересу звичайного *Calluna vulgaris* (L.) Hull., брусниці *Vaccinium vitis-idaea* (L.), багна болотного *Ledum palustre* (L.), буяхів *Vaccinium uliginosum* (L.), мучниці звичайної *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., рододендрону східнокарпатського *Rhododendron kotschyi* Simonk. та чорниці *Vaccinium myrtillus* (L.). Рослини заготовляли на території Івано-Франківської області.

Із висушеної і подрібненої рослинної сировини виготовляли екстракти на 90, 70 і 40% водному етанолі (співвідношення сировина-екстракт 1:10).

Екстрагування виконували за кімнатної температури згідно з вимогами Державної фармакопеї. Для дослідів використовували 90%, 70% та 40% екстракти у розведенні 1:128. Контролем слугувала дистильована вода. В якості мутагену використовували хлорид кадмію $CdCl_2$ у концентрації 0,0005 М. При вивченні впливу рослинних субстанцій на індукований мутагенез до розчину хлориду кадмію додавали досліджувані екстракти у відповідному розведенні. Цитогенетичну активність досліджуваних розчинів було вивчено за допомогою *Allium cepa*-тесту.

Насіння цибулі посівної висівали в чашки Петрі із дослідними та контрольними зразками розчинів, пророщували в термостаті за температури 21°C. Відбір корінців, проводили через 48–72 години. Фіксація, фарбування та виготовлення препаратів проводилося за загальноприйнятою методикою [4]. Мітотичну активність визначали шля-

хом обчислення профазного, метафазного, анафазного, телофазного, а також мітотичного індексів (МІ). Мутагенну дію визначали за збільшенням кількості змінених ана-телофаз, частоти хромосомних аберацій (ХА). Всі експериментальні дані опрацьовували за загальноприйнятими методами математичної статистики за програмою Microsoft Excel.

Результати дослідження

При пророщуванні насінин *A. cepa* в розчині хлориду кадмію з додаванням екстрактів досліджуваних рослин у різних концентраціях (90 %, 70 %, 40 %) першочергово аналізувалася довжина корінців. Цей показник залежить від концентрації діючих речовин [6], оскільки в його основі лежить мітотична активність клітин верхівкової меристеми. Результати досліджень інтенсивності росту корінців наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Вплив різних водно-етанольних екстрактів рослин родини вересові в розведенні 1:128 на інтенсивність росту корінців *Allium cepa* в розчині 0,0005 М хлориду кадмію, $M \pm m$

Table 1. The influence of aqueous-alcoholic extracts of Ericaceae plants in breeding 1:128 on the intensity of growth of *Allium cepa* roots in the solution of 0,0005 M $CdCl_2$

№ п/п	Об'єкт дослідження	Вміст етанолу, %	Довжина корінців, мм	Мітотичний індекс, %
1	Контроль (дистильована вода)		9,80±0,11	5,90±0,19
2	$CdCl_2$	0,0005 М	8,07±0,25*	5,53±0,14*
3	Багно болотне <i>Ledum palustre</i>	90	13,22±0,7*	12,01±0,26*
		70	11,59±0,4*	13,18±0,26*
		40	12,00±0,53*	17,45±0,26*
4	Брусниця звичайна <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	90	14,40±0,99*	12,95±0,26*
		70	11,31±0,61*	14,4 ±0,26*
		40	11,14±0,94*	15,83±0,26*
5	Буяхи <i>Vaccinium uliginosum</i>	90	16,13±0,92*	15,52±0,27*
		70	10,53±0,33*	12,58±0,21*
		40	12,50±0,85*	14,32±0,26*
6	Верес звичайний <i>Calluna vulgaris</i>	90	15,47±1,28*	14,30±0,25*
		70	11,11±0,32*	12,49±0,26*
		40	10,38±0,49*	14,46±0,25*
7	Мучниця звичайна <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	90	13,11±0,51*	16,70±0,25*
		70	11,40±0,45*	13,79±0,26*
		40	10,42±0,73*	13,98±0,25*
8	Рододендрон східнокарпатський <i>Rhododendron kotschyi</i>	90	13,40±0,98*	12,78±0,21*
		70	10,90±0,80*	16,28±0,30*
		40	12,00±0,92*	14,26±0,25*
9	Чорниця <i>Vaccinium myrtillus</i>	90	14,50±0,81*	11,92±0,26*
		70	14,86±0,61*	15,11±0,21*
		40	15,15±0,93*	14,58±0,21*

Примітка: відмінність від контролю достовірна при * – $p < 0,001 - 0,05$; відмінність від розчину хлориду кадмію достовірна при • – $p < 0,001 - 0,05$

Встановлено, що хлорид кадмію достовірно пригнічував ростові процеси порівняно з контролем на 18% ($p < 0,05$). Поряд з інгібуванням кореневого росту після проростання насінин *Allium cepa* в розчині кадмію спостерігалася потемніння кінчиків корінців, що, очевидно, може свідчити про некроз клітин меристеми [2]. Цікавим виявився той факт, що всі без винятку досліджувані екстракти рослин родини вересові зменшували гальмівну дію $CdCl_2$

на проростання насіння *Allium cepa*. Серед досліджених екстрактів зареєстровано позитивний ефект на активацію поділу клітин верхівкової меристеми 90% екстрактів буяхів, вересу звичайного, брусниці, багна болотного, рододендрону східнокарпатського, мучниці звичайної та екстрактів чорниці у всіх концентраціях. При цьому довжина корінців *Allium cepa* в екстрактах названих рослин переважала таку і в контролі. Це дозволяє висло-

вити припущення, що діючі речовини вище перерахованих рослин стимулюють мітоз. Незначне нівелювання гальмівної дії розчину CdCl₂ виявили 70% екстракти буяків, рододендрону східнокарпатського, 40% екстракти вересу та мучниці звичайної.

Оскільки ріст корінців визначається поділом первинної меристеми та інтенсивністю обміну речовин у клітинах зони розтягу, то закономірним продовженням роботи було визначення мітотичного індексу (МІ). Встановлено, що МІ при пророщуванні насіння *A. cepa* у розчині CdCl₂ достовірно не відрізнявся від значень контролю ($p < 0,05$) і дорівнював 5,53%. Це свідчить про незначне сповільнення проходження мітозу порівняно з контролем. Найбільш виражений стимулюючий вплив на проліферативну здатність клітин корінців цибулі посівної виявили 40% екстракти багна болотного та брусниці, 70% екстракти рододендрону східнокарпатського, 90% екстракти буяків, мучниці та усі види екстрактів чорниці (табл. 1).

Для визначення механізму впливу екстрактів досліджуваних рослин на проліферативну здатність клітин корінців *A. cepa* визначали динаміку фаз мітозу (табл. 2). Отримані значення мітотичних індексів, наведені у таблиці 2, дозволяють проаналізувати співвідношення клітин у різних мітотичних фазах. При внесенні хлориду кадмію

профазний індекс в незначній мірі зростає, порівняно з контролем, сприяючи нагромадженню невеликої кількості профазних клітин. Метафазний індекс достовірно збільшується порівняно з таким у дистильованій воді. Це може бути доказом утворення так званого метафазного блоку, який пов'язаний з формуванням веретена поділу. Пригнічення проліферативної здатності клітин корінців *A. cepa* під впливом CdCl₂ підтверджується кількісними значеннями ана- та телофазного індексів. Причиною такого розподілу клітин за фазами мітозу є, на нашу думку, сильна спіралізація хромосом під час поділу (рис. 1 а, б), яка й зумовлює неможливість нормального перебігу мітозу.

При поєднаному внесенні в тест-систему водно-етанольні екстракти в значній мірі змінюють вплив хлориду кадмію на процес поділу клітин. Як видно з даних таблиці 2, під дією досліджуваних екстрактів рослин значення профазного індексу зростали, що може свідчити про стимулюючий вплив присутніх в них біологічно активних речовин на поділ клітин *A. cepa*.

Заслужовує на увагу той факт, що рослинні субстанції пом'якшували негативний вплив CdCl₂ через зменшення мета-, ана- і телофазних індексів. Отже, можна припустити, що досліджувані рослинні екстракти нормалізують співвідношення клітин у різних фазах мітозу.

Таблиця 2. Динаміка фаз мітозу в клітинах апікальної меристеми *Allium cepa* під впливом різних водноетанольних екстрактів рослин в розведенні 1:128, %

Table 2. Dynamics of mitoses phases in meristem cells of *Allium cepa* under the influence of aqueous-alcoholic extracts of *Ericaceae* plants in breeding 1:128, %

№ п/п	Об'єкт дослідження	Вміст етанолу, %	Профазний індекс, %	Метафазний індекс, %	Анафазний індекс, %	Телофазний індекс, %
1	Контроль (дистильована вода)		41,66±0,56	21,58±0,11	17,12±0,31	19,64±0,17
2	CdCl ₂	0,0005 М	42,17±0,45	26,10±0,03*	14,18±0,28*	17,55±0,19*
3	Багно болотне <i>Ledum palustre</i>	90	66,12±0,91*	13,75±0,25*	10,14±0,33*	9,99±0,33*
		70	57,99±0,67*	16,58±0,17*	11,42±0,28*	14,01±0,22*
		40	59,31±0,53*	13,16±0,19*	13,05±0,19*	14,48±0,16*
4	Брусниця звичайна <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	90	65,45±0,85*	14,09±0,23*	11,57±0,28*	8,89±0,34*
		70	57,22±0,60*	15,93±0,17*	15,93±0,17*	10,92±0,26*
		40	60,35±0,60*	16,80±0,14*	11,19±0,23*	11,66±0,23*
5	Буяхи <i>Vaccinium uliginosum</i>	90	66,51±0,73*	13,75±0,20*	8,49±0,29*	11,25±0,24*
		70	58,41±0,51*	16,38±0,15*	12,90±0,21*	12,31±0,22*
		40	67,03±0,78*	12,17±0,24*	12,44±0,23*	8,36±0,31*
6	Верес звичайний <i>Calluna vulgaris</i>	90	65,67±0,76*	13,11±0,22*	11,27±0,25*	9,95±0,28*
		70	60,77±0,78*	14,35±0,23*	11,90±0,28*	12,98±0,26*
		40	65,23±0,73*	12,58±0,23*	10,90±0,26*	11,29±0,25*
7	Мучниця звичайна <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	90	66,49±0,64*	14,24±0,17*	7,77±0,27*	11,50±0,21*
		70	57,05±0,63*	18,86±0,12*	12,46±0,25*	11,63±0,26*
		40	65,99±0,75*	13,87±0,20*	10,39±0,27*	9,75±0,28*
8	Рододендрон східнокарпатський <i>Rhododendron kotschyi</i>	90	60,53±0,61*	15,02±0,17*	12,11±0,22*	12,34±0,22*
		70	63,71±0,75*	12,88±0,24*	12,46±0,24*	10,95±0,27*
		40	62,52±0,68*	14,01±0,20*	10,13±0,27*	13,35±0,21*
9	Чорниця <i>Vaccinium myrtillus</i>	90	62,52±0,85*	14,10±0,25*	12,82±0,28*	10,56±0,33*
		70	61,23±0,63*	15,32±0,17*	12,47±0,22*	10,98±0,25*
		40	61,19±0,54*	14,20±0,16*	11,36±0,20*	13,25±0,18*

Примітка: відмінність від контролю достовірна при * – $p < 0,001 - 0,05$; відмінність від розчину хлориду кадмію достовірна при • – $p < 0,001 - 0,05$

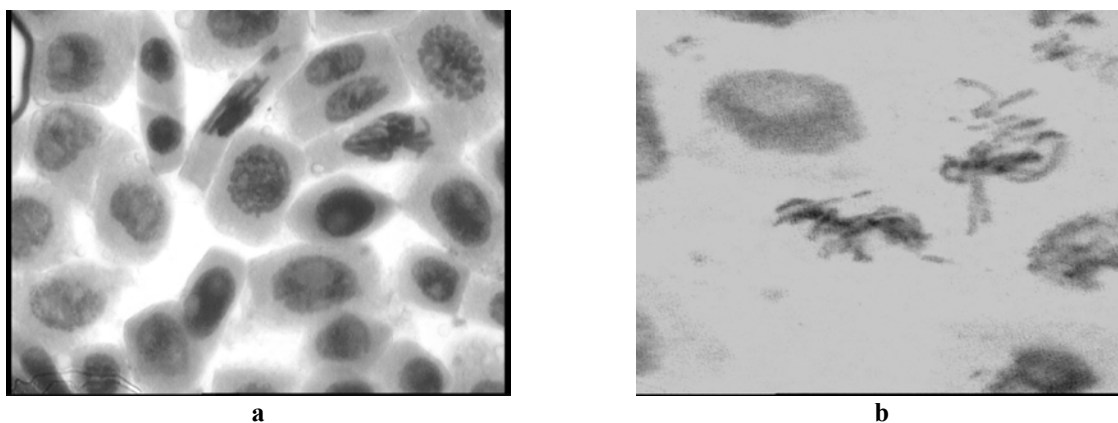


Рис. 1. Посилення спіралізації хромосом у клітинах апікальної меристеми *Allium cepa* на стадіях мітозу під дією хлориду кадмію: а – профаза, б – метафаза. Забарвлення ацето-орсеїном. Зб.: ок. 15, об. 40

Fig. 1. Strengthening of spiralization of chromosomes in meristem cells of *Allium cepa* in varies mitozes phases under the action of $CdCl_2$: a) prophase, b) metaphase

Таблиця 3. Вплив різних водно-етанольних екстрактів в розведенні 1:128 на частоту та спектр хроматидних і хромосомних аберацій, індукованих хлоридом кадмію в клітинах апікальної меристеми *Allium cepa*

Table 3. The influence of aqueous-alcoholic extracts of *Ericaceae* plants in breeding 1:128 on the frequency and spectrum of chromatids and chromosome aberrations induced by $CdCl_2$

№ п/п	Назва рослини	Вміст етанолу, %	Кількість аберацій, %	К-мітоз	Відставання хромосом
1	Контроль (дистильована вода)		2,43±0,14	–	–
2	$CdCl_2$	0,0005 М	12,54±0,10*	2,01	1,63
3	Багно болотне <i>Ledum palustre</i>	90	10,86±0,05*	3,09	1,54
		70	7,86±0,08*	2,25	0,57
		40	1,97±0,23*	–	–
4	Брусниця звичайна <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	90	3,75±0,28*	–	–
		70	5,37±0,16*	1,38	0,57
		40	3,09±0,26*	0,51	1,05
5	Буяхи <i>Vaccinium uliginosum</i>	90	5,66±0,20*	1,9	0,62
		70	1,86±0,27*	0,47	0,45
		40	3,72±0,28*	2,5	–
6	Верес звичайний <i>Calluna vulgaris</i>	90	4,28±0,25*	–	–
		70	3,99±0,23*	–	–
		40	3,43±0,13*	0,57	–
7	Мучниця звичайна <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	90	3,36±0,27*	1,69	1,12
		70	5,14±0,20*	0,56	–
		40	2,90±0,23*	1,19	0,56
8	Рододендрон східнокарпатський <i>Rhododendron kotschyi</i>	90	6,91±0,11*	0,5	–
		70	3,34±0,23*	0,47	0,48
		40	1,40±0,16*	–	0,71
9	Чорниця <i>Vaccinium myrtillus</i>	90	9,59±0,02*	2,75	–
		70	5,24±0,18*	–	0,5
		40	1,53±0,13*	–	–

Примітка 1: відмінність від контролю достовірна при * – $p < 0,001 - 0,05$; відмінність від розчину хлориду кадмію достовірна при • – $p < 0,001 - 0,05$. Примітка 2: “–” – хромосомні аберації даного типу не виявлені

На мікропрепаратах корінців *Allium cepa*, пророщених у розчині $CdCl_2$, зареєстровано збільшення абераційних клітин в 5,16 разів, порівняно з контролем (табл. 3).

Варто зауважити, що всі досліджувані екстракти пригнічували розвиток патологічних мітозів, спричинених розчином $CdCl_2$. Незначний вплив на генотоксичність хлориду кадмію виявили 90% екстракти багна болотного та чорниці, про що свідчать високі

показники хромосомних аберацій. 40% екстракти рододендрону східнокарпатського, чорниці, багна болотного, мучниці та 70% екстракти буяхів знижували частоту абераційних мітозів до рівня, що був нижчим за контроль або наближеним до нього. Інші досліджувані екстракти пом'якшували мутагенний ефект $CdCl_2$, проте число абераційних клітин перевищувало спонтанний фон.

Для оцінки ступеню порушень мітотичного циклу проведено аналіз спектру хромосомних абера-

цій. Серед численних патологій, спричинених хлоридом кадмію, зареєстровані мости, одиночні та парні фрагменти (аберації хроматидного та хромосомного типу). Такі аномалії пояснюються тим, що важкі метали індують пошкодження різних компонентів хромосом. Ідентифіковано також інші патології, зв'язані з пошкодженнями мітотичного апарату (відставання хромосом, К-мітози).

Згідно літературних даних [7], відставання хромосом і поява вагрантних хромосом, свідчать, що тестована сполука може специфічно пошкоджувати цитоскелет клітини. На це вказує також виявлений нами метафазний блок. Вивчення спек-

тру хромосомних аберацій (табл. 3 і табл. 4) дозволило встановити, що під впливом 70 і 40% екстрактів брусниці, 70% буяхів, 40% вересу звичайного, 70 і 40% мучниці звичайної, 90 і 70% рододендрону східнокарпатського знижувалося число К-мітозів. Проте 90 і 70 % екстракти багна болотного, 90 % екстракт чорниці та 40 % екстракт буяхів частоту К-мітозів не знижували. Можливо, це означає, що в даній концентрації досліджувані екстракти хоч і знижують частоту мутацій індукованих хлоридом кадмію, проте повністю не запобігають негативному впливу останнього на метаболізм клітин.

Таблиця 4. Вплив різних водно-етанольних екстрактів в розведенні 1:128 на частоту та спектр хроматидних і хромосомних аберацій, індукованих хлоридом кадмію в клітинах апікальної меристеми *Allium cepa*

Table 4. The influence of aqueous-alcoholic extracts of *Ericaceae* plants in breeding 1:128 on the frequency and spectrum of chromatids and chromosome aberrations induced by CdCl₂

№ п/п	Назва рослини	Вміст етанолу, %	Хроматидні				Хромосомні				Інші аномалії
			мости		фрагменти		мости		фрагменти		
			один.	подв.	один.	подв.	один.	подв.	один.	подв.	
1	Контроль (дистильована вода)		2,18	0,25	–	–	–	–	–	–	–
2	CdCl ₂	0,0005 М	2,18	2,5	1,67	–	1,72	0,83	–	–	–
3	Багно болотне <i>Ledum palustre</i>	90	1,55	–	–	–	1,45	1,67	0,79	–	0,77
		70	–	–	–	–	1,68	2,81	0,55	–	–
		40	0,52	–	1,0	–	0,45	–	–	–	–
4	Брусниця звичайна <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	90	1,26	0,61	0,62	–	1,26	–	–	–	–
		70	0,49	0,97	–	–	0,97	–	–	–	–
		40	–	–	0,51	–	0,51	0,51	–	–	–
5	Буяхи <i>Vaccinium uliginosum</i>	90	1,26	–	0,62	–	1,26	–	–	–	–
		70	–	–	–	–	–	0,94	–	–	–
		40	–	–	0,61	–	0,61	–	–	–	–
6	Верес звичайний <i>Calluna vulgaris</i>	90	–	–	0,61	–	1,84	1,83	–	–	–
		70	–	–	–	–	2,61	–	1,38	–	–
		40	–	–	–	–	1,71	–	1,15	–	–
7	Мучниця звичайна <i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	90	0,55	–	–	–	–	–	–	–	–
		70	2,3	–	–	–	1,71	0,57	–	–	–
		40	–	–	–	–	–	0,58	0,57	–	–
8	Рододендрон східнокарпатський <i>Rhododendron kotschyi</i>	90	0,98	–	0,99	–	1,97	0,49	1,49	–	0,49
		70	–	0,47	0,47	–	0,49	0,96	–	–	–
		40	–	0,69	–	–	–	–	–	–	–
9	Чорниця <i>Vaccinium myrtillus</i>	90	–	0,69	–	–	1,39	0,67	0,67	–	3,42
		70	2,11	–	–	–	0,52	0,54	1,57	–	–
		40	0,5	–	–	–	–	0,52	0,51	–	–

Примітка: "–" – хромосомні аберації даного типу не виявлені

Як видно з таблиці 3 і 4 40 % екстракти багна болотного, рододендрону східнокарпатського, 90 і 70 % екстрактів буяхів, 90 та 40 % екстракти мучниці зменшували частоту індукованих хлоридом кадмію мостів та фрагментів, знижували кількість відставань хромосом в метакезезі. Це дозволяє припустити, що екстракти цих рослин сприяють зростанню репаративної здатності клітин кореневої меристеми *A. cepa*, які зазнали впливу CdCl₂.

Висновки

1. Хлорид кадмію володіє вираженою фітото- і генотоксичною активністю. У концентрації 0,0005 М він

зумовлює достовірні порушення мітозу та цитокінезу клітин верхівкової меристеми корінців цибулі.

3. Водно-етанольні екстракти рослин родини вересові зменшують генотоксичний вплив хлориду кадмію, нормалізуючи співвідношення клітин у різних фазах мітозу та зменшуючи рівень хромосомних аберацій.

4. Всі досліджувані екстракти рослин родини *Ericaceae* проявляють антимутагенну дію, а 40 % екстракти багна болотного, рододендрону східнокарпатського, 90 і 70 % екстракти буяхів, 90 та 40 % екстракти мучниці сприяють репараційним процесам у клітинах.

Перспективи подальших досліджень

Планується дослідити з антимутагенну дію рослин родини *Ericaceae* в інших експериментальних сис-

темах, а також з використанням мутагенних факторів іншої природи.

1. *Антиоксидантные и антимутагенные свойства растительных экстрактов Ginkgo Biloba и пищевой добавки «Биовит»* / Ю. Н. Талакина, Л. А. Сергеева, С. Ф. Давыдова, А. Н. Сумская // *Современные проблемы токсикологии*. – 2005. – №4. – С. 76 – 79.
2. *Довгалюк А. И.* Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука. / А. И. Довгалюк, Т. Б. Калиняк, Я. Б. Блюм // *Цитология и генетика*. – 2001. – № 1. – С. 3 – 9.
3. *Мусіяка В.К.* Антимутагенні властивості препаратів природного походження / В. К. Мусіяка // *Физиол. и биохим. культ. растений*. – 2001. – т.33, № 3. – с. 216 – 225.
4. *Паушева З. П.* Практикум по цитологии растений. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
5. *Смирнов В. В.* Антибиотики из лекарственных растений: Некоторые итоги, перспективы изучения и применения в медицине. / В. В. Смирнов, А. С. Бондаренко // *Фітотерапія в Україні*. – 1999. – № 1 – 2. – С. 7 – 12.
6. *Токсические и цитогенетические эффекты, индуцируемые у Allium сера низкими концентрациями Cd и ²³²Th.* / Евсеева Т. И. Майстренко Т. А., Гераськин С. А., Бельх Е. С., Казакова Е. В. // *Цитология и генетика* – 2005. – т. 39, № 5. – С. 73 – 80.
7. *Шкарупа В. М.* Мутагенез, індукований діоксидином в *Allium*-тесті. / В. М. Шкарупа, І. Р. Баріляк // *Цитология и генетика*. – 2006. – № 5. – С. 31 – 35.
8. *Cusido L., Puijol R.* Cyclophosphamide-induced synaptonemal complex damage during meiotic prophase of female *Rattus norvegicus* // *Mutat. Res. Fund and Mol. Mech. Mutagen.* – 1995. – V. 329, №2. P.131 – 141.

Отримано: 10 грудня 2009 р.

Прийнято до друку: 4 лютого 2010 р.