

поведінку. Втім, на протидію впливові на продукційні показники, сумісний вплив іонів кадмію і коливань солоності на показники взаємодії між особинами не характеризується адитивністю. Оскільки фізіологічні механізми формування соціальної поведінки у риб знаходяться ще у стані вивчення, можна лише зробити припущення, що всі досліджувані фактори просто знизили кількість і якість взаємодій до певного критичного рівня.

**Висновки.** Сумісний вплив іонів  $\text{Cd}^{2+}$  і коливань солоності справляє адитивний вплив на ростові і продукційні показники молоді гупі, знижуючи рівень доступної для цих процесів енергії. Сумісний вплив зазначених факторів порушує взаємодію всередині соціальних груп гупі.

**Подяки.** Ми вдячні Лукашову Д.В., д.б.н., зав. каф. екології та охорони навколишнього середовища, за проведення атомно-адсорбційної спектрофотометрії зразків і за консультації з приводу інтерпретації даних.

УДК 575:581.144.2:581.133.8:582.683.2

**Список використаної літератури.** 1. Environmental Stressors in Health and Disease / Ed. by Fuchs J., Packer L. – New York, 2001. 2. Saverino, C., Gerlai R. The social zebrafish: behavioral responses to conspecific, heterospecific, and computer animated fish // Behavioural brain research. – 2008. – 191(1). – P. 77-87. 3. Scott G.R., Sloman K.A. The effects of environmental pollutants on complex fish behavior: integrating behavioural and physiological indicators of toxicity // Aquatic Toxicology. – 2004. – 68. – P. 369-392. 4. Wheatly M.G. Integrated Responses to Salinity Fluctuation // Amer. Zool. – 1988. – 28. – P. 65-77. 5. Zhang L., Wang W.X. Waterborne cadmium and zinc uptake in a euryhaline teleost *Acanthopagrus schlegelii* acclimated to different salinities // Aqua Toxicol. – 2007. – 84(2). P. 173-181. 6. Гандзюра В.П. Продуктивність біосистем за токсичного забруднення середовища важкими металами. – К., 2002. 7. Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века. – М., 2002. 8. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. – К., 1983. 9. Константинов А.С. Статический и астатический оптимум абиотических факторов в жизни рыб // Первый конгресс ихтиологов в России: Тез. докл. – 1997. – С. 221-222. 10. Кузнецов В.А. Оптимизация эмбрионально-личиночного развития пойкilotермных гидробионтов в астатических условиях среды // Тез. докл. IV междунар. конф. "Современные проблемы гидроэкологии". – СПб, 2010. – С. 98.

Надійшла до редколегії 02.10.12

Я. Абдуллаєва, студ., С. Хаблак, канд. біол. наук

## ВИДОЗМІНА КОРИННЯ У КОРЕНЕВІЙ СИСТЕМІ *ARABIDOPSIS THALIANA* (L.) HEYNH. ПІД ВПЛИВОМ МУТАЦІЙ ГЕНІВ *COB1*, *LIT1* І *SAB1*

Встановлено, що мутації *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* викликають у рослин *Arabidopsis thaliana* потовщення і вкорочення довшини бічного і додаткового коріння. В результаті у мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* формується не типове коріння у вигляді корневих шишок, які утворюються внаслідок метаморфозу бічного і додаткового коріння.

**Ключові слова:** коренева система, мутація генів, мікрофібрили.

Установлено, что мутации *cob-1*, *lit-1* и *sab1-1* вызывают у растений *Arabidopsis thaliana* утолщение и уменьшение длины бокового и придаточных корней. В результате мутантных линий *cob-1*, *lit-1* и *sab1-1* формируются не типичные корни в виде корневых шишек, образующиеся в результате метаморфоза бокового и придаточных корней.

**Ключевые слова:** корневая система, мутация генов, микрофибрилы.

Found that mutations in *cob-1*, *lit-1* and *sab1-1* cause the plant *Arabidopsis thaliana* thickening and shortening of the length of lateral and adventitious roots. As a result, the mutant lines, *cob-1*, *lit-1* and *sab1-1* not the typical formed roots in the form of root buds which are formed by the metamorphosis of lateral and adventitious roots.

**Keywords:** the root system, the mutation of genes mikrofibrily.

**Вступ.** Типову будову мають коріння більшості рослин, але у багатьох видів у процесі еволюції коріння помітно видозмінилося. В одних випадках коріння спеціалізувалося у зв'язку з пристосуванням до виконання функції вмістилища запасних речовин, вегетативного розмноження або втягування рослини в ґрунт (геофілізація). В інших випадках першорядне значення мало пристосування до певного середовища проживання (болото, вода, слабоаеровані ґрунти та ін.) [8]. У філогенії покритонасінних рослин з'явилися такі незвичайні органи, як ходувальні, досковидні, дихальні, повітряні корені, коренеплоди, кореневі бульби, корені-підпирки і корені-прицепки. Ці нетипові органи є метаморфозами, або видозмінами, кореня [7]. Виникнення метаморфозів кореня у рослин в процесі еволюції мало характер мутацій, тому вони закріпилися спадково. Розуміння механізмів формування у рослин різних видозмін кореня є однією з актуальних проблем генетики розвитку. Рослинна клітина на відміну від тваринної зовні покрита твердою оболонкою (стілкою). Функції оболонки багатогранні. Вона додає клітці певну форму, захищає її вміст від фізичних та механічних впливів, забезпечує надходження речовин у клітину, в тому числі регулює ступінь і напрямку росту клітини [1]. Процеси росту стінки клітки здійснюються шляхом утворення і впровадження між старими нових частинок. Такий спосіб наростання оболонки клітини називають інтусусцепцією [4]. Він був досить добре досліджений за допомогою електронного мікроскопа ще більш півстоліття тому. Проте, до цих пір залишається дуже мало відомо про молекулярні механізми, що контролюють характер росту клітин. У той же час, розуміння того, як клітинна стінка росте, має важливе значення для функціонування рослини, так як

процеси біосинтезу оболонки і її наростання є вирішальними факторами для утворення форми її органів. Хімічну основу оболонки клітини становить целюлоза (клітковина). Вона відноситься до складних вуглеводів – полісахаридів. Основною структурною одиницею целюлози є мікрофібрила. Мікрофібрили мають форму прямих паличок, які об'єднуються в фібрили. Кожна фібрила складається зазвичай із 400 мікрофібрил [8]. Вважають, що характер розташування мікрофібрил в клітинній оболонці визначає напрямку росту клітини [16]. Існують докази того, що в процесі росту клітини відкладення мікрофібрил в клітинній стінці орієнтоване таким чином, щоб керувати її властивостями. Це в свою чергу обумовлює напрямку росту і остаточну форму клітини та органів рослини [13]. Тим не менш, механізми, що лежать в основі регулювання орієнтації мікрофібрил в оболонці клітини, залишаються в основному невивченими. Крім того, дуже мало відомо про їх генетичний контроль, який в свою чергу визначає орієнтацію та ступінь росту клітини. Порівняно недавно у рослин *Arabidopsis thaliana* (*A. thaliana*) отримані мутації, що викликають аномальний поперечний ріст клітин кореня, що тягне за собою різке збільшення діаметру коріння [10]. Це мутації генів *COBRA1* (*COB1*) [14], *LION'S TAIL1* (*LIT1*) [19] і *SABER1* (*SAB1*) [9]. Ген *COB1* кодує білок GPI (glycosyl-phosphatidyl inositol-anchored protein), який бере участь в утворенні стінок клітин кореня шляхом регулювання орієнтації в них субмікроскопічних целюлозних мікрофібрил, які армують різні вуглеводи і пектинові речовини [15]. Мутація *cob-1* по гену *COB1* викликає у рослин в оболонках клітин кореня порушення характеру розташування мікрофібрил [12]. Ген *LIT1*, відомий так само як *RADIALLY SWOLLEN2* (*RSW2*) або

**KORRIGAN1 (KOR1)**, контролює каталітичну субодиницю целлюлозосінтази енд-1,4- $\beta$ -D-глюконази (endo-1,4- $\beta$ -D-glucanase (EGase)) ферментного комплексу розетки, бере участь у біосинтезі целюлози клітинної стінки [17]. Мутація *lit-1* в цьому гені призводить у рослин до дефектів в мультимерному комплексі ферментів розетки, що порушує синтез полісахаридних компонентів оболонки клітини, знижує кількість мікрофібрил целюлози в ній і утворює абerratну її стінку [11]. Ген *SAB1* кодує білок SAB, що перешкоджає дії етилену в радіальному розширенні клітин кореня [18]. Мутація *sab1-1* в гені *SAB1* обумовлює в рослині зміну напрямку росту клітин з поздовжнього на поперечний, що призводить до зменшення їх довжини і потовщення кореня [10]. Відомо, що різні варіанти потовщення частин кореня є метаморфозами кореня. Найчастіше спостерігається сильне потовщення головного кореня, бічного і додаткового коріння. У цих випадках корінь поряд з виконанням основних функцій перетворюється на орган, запасуючий поживні речовини. До таких видозмін кореня відносяться коренеплоди і кореневі бульби [7]. Скоріш за все, під проявом мутацій *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* у рослин арабідопсису відбувається видозміна коріння. Вочевидь, що для подібних тверджень потрібні додаткові дослідження впливу мутацій генів *COB1*, *LIT1* і *SAB1* на будову коріння. Тому метою роботи було вивчити особливості морфології кореневих систем у рослин мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1*, несучих мутації в генах *COB1*, *LIT1* і *SAB1*, відповідно.

**Матеріали і методи.** Матеріалом для досліджень слугували рослини *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. екотипу (раси) Columbia – Col-O (дикий тип) і мутантних ліній *cobra-1* (*cob-1*), *lion's tail-1* (*lit-1*) і *saber1-1* (*sab1-1*). Насіння мутантних ліній були отримані з Ноттінгемського центру зразків арабідопсису (Nottingham Arabidopsis Stock Centre (NASC), UK). Рослини вирощували в асептичній пробірковій культурі на агаризованому живильному середовищі Кнопа, збагаченому мікроелементами [2]. Живильну суміш розливали в пробірки розміром 14x120 мм і закривали їх щільними ватяними пробками. Насіння до посіву готували шляхом яровизації протягом 5 діб при температурі 4-6° С і подальшого однодобового пророщування при кімнатній температурі. Пробірки для оберігання від нагрівання та попадання світла на коріння рослин обгортали двома шарами паперу. Після посіву насіння пробірки накривали поліетиленовою плівкою. Знімали поліетиленову плівку при досягненні сім'ядольних листків її поверхні. Рослини культивували при температурі 18-20° С, освітленість цілодобова в межах 4000-7000 лк. При проведенні спостережень за

рослинами керувалися загальноприйнятими методиками вегетаційних та порівняльно-морфологічних досліджень [3, 6]. Фази розвитку і росту рослин розрізняли за зовнішніми ознаками. Під час фенологічних спостережень відзначали початок фази (коли в неї вступить 10-15% рослин) і повну фазу (70-75% рослин) [6]. Обсяг вибірки у раси Col-O та мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* складав по 30 рослин. Облік кількості коріння і їх товщини в кореневих системах у рослин екотипу Col-O та досліджуваних мутантних ліній проводили у фазах другої пари справжніх листків, бутонізації та цвітіння. Довжину коріння вимірювали за допомогою електронного штангенциркуля типу ШЦЦ-1. Товщину коріння визначали під мікроскопом типу МБС-9. Математичну обробку результатів проводили за методами, описаними Б.А. Доспеховим [3] і Г.Ф. Лакініним [5].

**Результати та їх обговорення.** В результаті досліджень встановлено, що будова кореневих систем у мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* зовні принципово відрізняється від вихідної раси Col-O, оскільки у рослин під впливом рецесивних алелів *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* відбувається потовщення коріння. При цьому вони стають м'ясистими, що обумовлено особливостями мутацій *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* викликати порушення в радіальному зростанні клітин коріння. Це є причиною у рослин мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* різкої зміни будови коріння і видозміни всієї кореневої системи. При детальному вивченні морфології кореневих систем у рослин ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* у відповідності з походженням ми розгледіли три групи коріння: головний, бічні і додаткові. Додаткове коріння розташовується на початку організації пагону на гіпокотилі, а бічне коріння знаходиться як на головному, так і на додатковому корінні. На відміну від головного кореня бічні і додаткові коріння різко потовщені. Порівняльне дослідження кореневих систем у вихідній раси Col-O і мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* дозволило виявити у них суттєві відмінності по довжині і товщині бічного і додаткового коріння. У табл. 1 узагальнені результати досліджень в порівнянні довжини і товщини коріння кореневих систем у раси Col-O і мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* в фазу другої пари справжніх листків. У цих мутантних ліній кореневі системи різко відрізняються від екотипу Col-O по характеристиці середніх значень ознак коріння. З даних табл. 1 видно, що рослини ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* мають більшу товщину бічного і додаткового коріння, ніж початкова раса Col-O. Крім того, для рослин досліджуваних ліній характерна менша довжина головного, бічного і додаткового коріння у порівнянні з диким типом Col-O.

**Таблиця 1.** Середні значення біометричних параметрів (довжини і товщини) коріння кореневих систем у екотипу Col-O і мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* в фазу другої пари справжніх листків (на 10 день після проростання насіння)

| Позначення лінії і назва статистики                                                                    | Назва коріння       |                      |                     |                      |                                |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
|                                                                                                        | головний корінь     |                      | додаткові корені    |                      | бічне коріння головного кореня |                      |
|                                                                                                        | довжина коріння, мм | товщина коріння, мкм | довжина коріння, мм | товщина коріння, мкм | довжина коріння, мм            | товщина коріння, мкм |
| WT (Col-O)                                                                                             | 10,8±0,3            | 113,0±0,2            | 4,4±0,5             | 80,0±1,7             | 3,3±0,1                        | 100,0±1,3            |
| <i>cob-1</i>                                                                                           | 6,2±0,1             | 124,5±0,4            | 1,9±0,2             | 352,0±1,1            | 1,8±0,3                        | 338,0±1,5            |
| <i>lit-1</i>                                                                                           | 5,4±0,4             | 123,5±0,1            | 1,7±0,1             | 253,0±0,8            | 1,9±0,2                        | 251,0±1,2            |
| <i>sab1-1</i>                                                                                          | 5,7±0,2             | 121,9±0,2            | 1,9±0,3             | 264,0±0,3            | 1,9±0,1                        | 254,0±1,4            |
| Найменша суттєва різниця при 5% рівні значущості (НСР <sub>05</sub> ), міліметри (мм)/мікрометри (мкм) | 1,39                | 13,20                | 0,97                | 28,98                | 0,46                           | 24,75                |

Звертає на себе увагу те, що у мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* кореневі системи значно відрізняються між собою по товщині бічного і додаткового коріння. Слід зазначити, що найбільший діаметр бічного і додаткового коріння формують рослини мутантної лінії *cob-1*, а найменший – рослини мутантної лінії *lit-1*.

Як відомо, у багатьох однодольних і дводольних рослин часто товсті, м'ясисті коріння виконують функцію запасання поживних речовин. Зазвичай у рослин, як за походженням, так і за зовнішньою будовою, розрізняють два типи запасуючого коріння: кореневі бульби, або кореневі шишки, і м'ясисті корені. Останній тип запасу-

ючих коренів часто ще називають коренеплодами [8]. Коренеплід – агрономічний термін, який є лише образним виразом. Однак він широко поширений і у вітчизняній ботанічній літературі [1]. Коренеплоди формуються за рахунок головного кореня, але в утворенні їх можуть приймати участь також підсідим'ядові коліно і частково дещо видозмінений (укорочений) пагін. Кореневі бульби на відміну від м'ясистих коренів виникають не на головній осі рослини (корень–гіпокотиль–стебло), а на бічних коренях, тобто осях другого і більш високих порядків, а також на додатковому корінні [8]. Ймовірно, що у рослин мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* корені видозмінилися в кореневі бульби. Такі метаморфози характерні для різних представників дводольних і однодольних рослин (жоржина, батат та інші). Дійсно в нашому випадку у рослин мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* утворюються не звичайне для *A. thaliana* коріння у вигляді корневих шишок, яке формується в результаті метаморфозу бічного і додаткового коріння. Зовні ці корені уподібнюються їм. Однак на відміну від типових запасючих коренів вони не є органами, де відбувається накопичення запасних поживних речовин. Від звичайних бульб, наприклад жоржини, батату, ці корені відрізняються відсутністю в клітинах паренхіми відкладень надлишкових запасних продуктів. Тобто перетворення (видозміна) даного коріння в кореневій системі не пов'язано з виконанням функцій запасання поживних речовин. Тим не менш, у рослин мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* бічне і додаткове коріння різко товщає і стає м'ясистим. Їх зростання в товщину є наслідком зміни форми клітин, викликаної мутаціями в генах *COB1*, *LIT1* і *SAB1* шляхом порушення розтягування клітинних оболонок в радіальному напрямку. У таких випадках у рослин під впливом мутацій *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* при потовщенні бічного і додаткового коріння утворюються кореневі бульби.

**Висновки.** Таким чином, дані наших досліджень будови корневих систем у рослин мутантних ліній *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* показали, що мутації *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* генів *COB1*, *LIT1* і *SAB1* обумовлюють в кореневій сис-

темі, як потовщення, так і укорочення довжини бічного і додаткового коріння. В результаті у рослин під впливом рецесивних алелів *cob-1*, *lit-1* і *sab1-1* формується не типове коріння у вигляді корневих шишок, що представляє собою потовщене бічне і додаткове коріння.

**Список використаної літератури.** 1. Андреева И.И., Родман Л.С. Ботаника. – М., 1999. 2. Большой практикум по физиологии растений: Учебн. пособие для студентов биол. спец. вузов / Б.А. Рубина, И.А. Чернавина, Н.Г. Потапов и др. – М., 1978. 3. Доспехов Б.А. Методика (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1985. 4. Жуковский П.М. Ботаника. – М., 1982. 5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М., 1990. 6. Мойсейченко В.Ф., Ещенко В.О. Основы научных исследований в агрономии. – К., 1994. 7. Тутаяков В.Х. Анатомия и морфология растений. – М., 1972. 8. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники (цитология, гистология, органогенез, размножение). – М., 1982. 9. Aeschbacher R.A., Hauser M.T., Feldmann K.A., Benfey P.N. The SABRE gene is required for normal cell expansion in Arabidopsis // *Genes Dev.* – 1995. – Vol. 9, № 3. – P. 330–340. 10. Benfey P.N., Linstead J., Roberts K. et al. Root development in Arabidopsis: four mutants with dramatically altered root morphogenesis // *Development.* – 1993. – Vol. 119, №5. – P. 57–70. 11. Bhandari S., Fujino T., Thammanagowda S. et al. Xylem-specific and tension stress-responsive coexpression of KORRIGAN endoglucanase and three secondary wall-associated cellulose synthase genes in aspen trees // *Planta.* – 2006. – Vol. 224, №4. – P. 828–837. 12. Brady S.M., Song S., Dhugga K.S. et al. Combining expression and comparative evolutionary analysis. The COBRA gene family // *Plant Physiol.* – 2007. – Vol. 143, №1. – P. 172–187. 13. Cosgrove D.J. How do plant cell walls extend? // *Plant Physiol.* – Vol. 102, №2. – P. 1–6. 14. Roudier F., Fernandez A.G., Fujita M. et al. COBRA, an Arabidopsis extracellular glycosyl-phosphatidyl inositol-anchored protein, specifically controls highly anisotropic expansion through its involvement in cellulose microfibril orientation // *Plant Cell.* – 2005. – Vol. 17, №6. – P. 1749–1763. 15. Roudier F., Schindelman G., De Salle R., Benfey P.N. The COBRA family of putative GPI-anchored proteins in Arabidopsis. A new fellowship in expansion // *Plant Physiol.* – 2002. – Vol. 130, №2. – P. 538–548. 16. Schindelman G., Morikami A., Jung J. et al. COBRA encodes a putative GPI-anchored protein, which is polarly localized and necessary for oriented cell expansion in Arabidopsis // *Genes Dev.* – 2001. – Vol. 15, №9. – P. 1115–1127. 17. Szyjanowicz P.M., Mc Kinnon I., Taylor N.G. et al. The irregular xylem 2 mutant is an allele of korrigan that affects the secondary cell wall of Arabidopsis thaliana // *Plant J.* – 2004. – Vol. 37, №5. – P. 730–740. 18. Tanaka K. Three distinct rice cellulose synthase catalytic sub-unit genes required for cellulose synthesis in the secondary wall // *Plant Physiol.* – 2003. – Vol. 133, №4. – P. 73–83. 19. Zuo J., Niu Q.W., Nishizawa N. et al. KORRIGAN, an Arabidopsis endo-1,4-beta-glucanase, localizes to the cell plate by polarized targeting and is essential for cytokinesis // *Plant Cell.* – 2000. – Vol. 12, №7. – P. 1137–1152.

Надійшла до редколегії 16.03.12

УДК 587.871.1:8.04.615.28

М. Борецька, канд. біол. наук, О. Радченко, канд. біол. наук, Л. Степура, канд. техн. наук, Ю. Юмина, канд. біол. наук

## ВПЛИВ ДОДЕЦИЛСУЛЬФАТУ НАТРІЮ НА МОРФОЛОГІЮ КЛІТИН *STENOTROPHOMONAS MALTOPHILIA*

**Культивування *Stenotrophomonas maltophilia* на МПА з додецилсульфатом натрію в концентрації 0,005% призводило до суттєвих змін у морфології клітин. Уже після першого пасажу клітини вкорочувалися з 2,05 до 1,2 мкм, погано поглинали барвник сафранін. Після 4-го пасажу вони деформувалися, цитоплазма мала ділянки з різною оптичною щільністю, порушувалося розходження при поділі, утворювалися ланцюжки. Після 10 пасажу довжина клітин частково відновлювалася, спостерігалось утворення великої кількості темних і прозорих округлих включень. Товщина клітин не змінювалася і становила 0,55–0,7 мкм.**

**Ключові слова:** морфологія клітин, сафранін, поверхнево-активні речовини.

**Культивирование *Stenotrophomonas maltophilia* на МПА с додецилсульфатом натрия в концентрации 0,005% приводило к существенным изменениям в морфологии клеток. Уже после первого пассажа клетки уменьшались с 2,05 до 1,2 мкм, плохо поглощали краситель сафранин. После 4-го пассажа они деформировались, цитоплазма с различной оптической плотностью, нарушались различия при разделении, образовывались цепочки. После 10 пассажа длина клеток частично восстанавливалась, наблюдалось образование большого количества темных и прозрачных округлых включений. Толщина клеток не менялась и составляла 0,55–0,7 мкм.**

**Ключевые слова:** морфология клеток, сафранин, поверхностно-активные вещества

***Stenotrophomonas maltophilia* cultivation on meat peptone agar with sodium dodecyl sulfate at a concentration of 50 mg / l showed a significant changes in the cells morphology. Cells become shorter already after first passage from 2.05 to 1.2 microns, poorly absorbed dye safranin. They changed its form after 4th passage, cytoplasm had a lot of different optical density differences, raised at division, formed chains. Length of cells partially restored after 10 passage, formation of a large number of dark and transparent rounded inclusions observed. The thickness of the cells did not change and amounted 0,55–0,7 microns.**

**Keywords:** cell morphology, safranin, surface-active substances.

**Вступ.** Поверхнево-активні речовини (ПАР) – це велика група синтетичних хімічних сполук, які завдяки дифільній молекулярній структурі здатні концентруватися на міжфазних поверхнях, змінюючи їх властивості. ПАР широко використовуються в хімічній, нафтопереробній, целюлозно-паперовій, металургійній, приладо-

будівній, харчовій, парфумерній, текстильній, поліграфічній, медичній та інших промисловостях в якості стабілізаторів, гідрофобізаторів, модифікаторів поверхні, емульгаторів, диспергаторів, піноутворювачів, миючих засобів, антистатиків, інгібіторів корозії, тощо [5]. За характером дисоціації всі ПАР поділяють на аніонні,

© Борецька М., Радченко О., Степура Л., Юмина Ю., 2013