

УДК 577.115:582.715

Л. С. Пащенко, Н. І. Штеменко

Дніпропетровський національний університет ім. Олесь Гончара

ВПЛИВ АРОМАТИЧНИХ СПОЛУК НА КІЛЬКІСТЬ І ГЕТЕРОГЕННИЙ СКЛАД ПОВЕРХНЕВИХ ЛІПІДІВ РОСЛИН КАЛАНХОЕ

Вивчено компонентний склад поверхневих ліпідів листя каланхоє, що вирощувалися на концентрованих розчинах хлорбензолу, нонілфенолу та 2,4,6-тринітрофенолу. Адаптація рослин до екзогенних чинників відбувається за участю процесів елонгації оксосполук специфічно до структури ксенобіотиків при збільшенні загальної кількості поверхневих ліпідів від їх природи. Для хлорбензолу характерне гальмування біосинтезу та порушення процесу елонгації оксосполук, що призводить до появи коротколанцюгових, більш полярних компонентів. Нонілфенол також гальмує синтез оксосполук, але процес елонгації при цьому значно активується. Для впливу 2,4,6-тринітрофенолу характерне збільшення фракції оксосполук та активації процесу елонгації.

Л. С. Пащенко, Н. И. Штеменко

Днепропетровский национальный университет им. Олесь Гончара

ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА КОЛИЧЕСТВО И ГЕТЕРОГЕННЫЙ СОСТАВ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЛИПИДОВ РАСТЕНИЙ КАЛАНХОЕ

Изучен компонентный состав поверхностных липидов листьев каланхоэ, которые выращивались на концентрированных растворах хлорбензола, нонилфенола и 2,4,6-тринитрофенола. Адаптация растений к экзогенным факторам происходит при участии процессов элонгации оксосоединений специфически к структуре ксенобiotиков при увеличении общего числа поверхностных липидов независимо от их природы. Для хлорбензола характерно количественное торможение процесса биосинтеза оксосоединений и нарушение элонгации оксосоединений, что приводит к образованию короткоцепочечных, более полярных компонентов. Для нонилфенола характерно также торможение синтеза оксосоединений, но процесс элонгации при этом значительно активизируется. Для влияния 2,4,6-тринитрофенола характерно увеличение фракции оксосоединений и активизация процесса элонгации.

L. S. Paschenko, N. I. Shtemenko

Oles' Gonchar Dnipropetrovsk National University

INFLUENCE OF AROMATIC COMPOUNDS ON THE QUANTITY AND HETEROGENEITY OF SURFACE LIPIDS OF *KALANCHOE*

The component composition of surface lipids of kalanchoe leaves under the influence of strong solutions of monochlorobenzene, nonylphenol and 2,4,6-trinitrophenol was studied. It was shown that the plants adaptations to the exogenous influence included the elongation processes of the oxocompounds specifically to the structure of the xenobiotic and the increasing of the total quantity of the surface lipids independently from their nature. Monochlorobenzene decreases the biosynthesis of oxocompounds and upsets its elongation. It results in creation of short-chain polar substances. Nonylphenol also decreases the biosynthesis of oxocompounds, but it is accompanied by the activation of its elongation. 2,4,6-trinitrophenol increases of the oxocompounds fraction and activates its elongation.

Вступ

Поверхневі ліпіди (ПЛ) листя рослин – позаклітинний біохімічний бар'єр, який забезпечує пасивну стійкість рослинного організму. Найважливіші функції ПЛ – захист фотосинтетичного апарату рослини від УФ-випромінення, проникнення гідрофільних токсикантів, патогенних мікроорганізмів і комах [1; 4; 5; 8]. Поверхневі ліпіди рослин яляють собою гетерогенну суміш естерів (восків), алканів, спиртів, оксиполук, жирних кислот і мінорних компонентів, яким властива гідрофобність унаслідок значної величини (C_{18} – C_{36}) вуглеводневого радикала [6]. Сучасні наукові дослідження доводять, що поверхневі ліпіди рослин не є інертним нерухомим шаром, якому притаманна тільки бар'єрна або захисна функції. Наприклад, пошкодження кутикули бактеріями та грибами призводить до 20 % втрати врожаю за рік у всьому світі [5; 7]. Отже, важливо вивчити механізми, що містяться в основі пошкодження нормального поверхневого шару рослин. Для досліджень впливу деяких речовин ми обрали каланхое Дегремона (*Kalanchoe digremonia* L.), оскільки ця рослина має відносно високий вміст поверхневих ліпідів, їй притаманний особливий тип вегетативного розмноження (вівіпарія). Останній полягає в утворенні дочірніх рослин на материнській, що дає можливість працювати з генетично однорідними рослинами. Також ця рослина невибаглива до умов вирощування, швидко росте. Мета цього дослідження – оцінити зміни компонентного складу поверхневих ліпідів та оксиполук поверхневих ліпідів під впливом деяких токсичних ароматичних речовин.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкти досліджень – рослини каланхое Дегремона (*Kalanchoe digremonia* L.), які росли в лабораторії. Контрольну групу рослин вирощували на дистильованій воді, а дослідні групи – на розчинах хлорбензолу (300 мг/л), нонілфенолу (300 мг/л), 2,4,6-тринітрофенолу (300 мг/л). Дослід тривав 30 діб. Наприкінці експерименту проводили екстракцію поверхневих ліпідів за [2]. Певну масу зразка свіжого листа обробляли очищеним і перегнаним киплячим (+42 °C) хлороформом у співвідношенні 1 : 2 за об'ємом. Екстрагували протягом 30 с трічі. Об'єднані екстракти сушили над безводним Na_2SO_4 при +20 °C протягом 2 годин. Екстракт фільтрували, випаровували у потоці азоту та отримували сумарну фракцію. Зважували. У подальшому аналізували сумарну фракцію методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) на платівках Silufol (Чехія) висхідним способом [3] у системі розчинників “петролейний естер : диетиловий естер : льодяна оцтова кислота” у співвідношенні 80 : 20 : 1 за об'ємом [2; 3]. Хроматограму проявляли в парах йоду. Отримані хроматографічні зони порівнювали зі стандартними значеннями R_f для відповідних компонентів.

Аналіз сумарної фракції поверхневих ліпідів методом тонкошарової хроматографії проводили на платівках Silufol (Чехія) висхідним способом у системі розчинників “хлороформ : етанол : вода” у співвідношенні 10 : 2 : 1. Компоненти попередньо були переведені у форму динітрофенілгідрозонних похідних (ДНФГ). Отримані хроматографічні зони порівнювали зі стандартними значеннями R_f для відповідних компонентів і використовували чистий динітрофенілгідрозин як стандарт.

Результати та їх обговорення

Під впливом усіх ароматичних сполук відбувається збільшення кількості поверхневих ліпідів (табл. 1). Під впливом хлорбензолу, нонілфенолу та 2,4,6-тринітрофенолу відбувається підвищення кількості поверхневих ліпідів у 2,78, 4,64 та 7,49 раза порівняно з контролем відповідно. Таку реакцію рослин можна вважати адаптивною, оскільки товс-

тіший поверхневий шар в умовах екзогенного впливу ефективніше захищає фотосинтетичний апарат рослини. ТШХ поверхневих ліпідів рослин, що вивчали, представлені п'ятьма компонентами. Порівняння з відомими даними про розділення нейтральних ліпідів методом ТШХ у цій самій системі розчинників дає можливість віднести сполуки, що аналізували, до таких класів: $Rf 0,96 \pm 0,03$ – вуглеводні, $Rf 0,91 \pm 0,04$ – естери стеринів, $Rf 0,77 \pm 0,06$ – метилові естери жирних кислот і дигліцериди, $Rf 0,69 \pm 0,01$ – альдегіди, $Rf 0,62 \pm 0,03$ – кетони. В експериментальних групах рослин, які вирощували на розчинах токсикантів із високою концентрацією, відбувалися різні зміни складу поверхневих ліпідів.

Таблиця 1

Кількість (%) та гетерогенність (значення Rf) поверхневих ліпідів у листі каланхоє при вирощуванні на насичених розчинах ароматичних речовин

Умови експерименту	Кількість поверхневих ліпідів, %	Rf поверхневих ліпідів
Контроль	$0,055 \pm 0,170$	$0,96 \pm 0,03, 0,91 \pm 0,04, 0,77 \pm 0,06, 0,69 \pm 0,01, 0,62 \pm 0,03$
Хлорбензол	$0,154 \pm 0,070$	$0,95 \pm 0,04, 0,84 \pm 0,04, 0,79 \pm 0,01, 0,70 \pm 0,04, 0,61 \pm 0,06$
Нонілфенол	$0,256 \pm 0,030$	$0,90 \pm 0,01, 0,83 \pm 0,08, 0,75 \pm 0,04, 0,63 \pm 0,02, 0,56 \pm 0,05$
2,4,6-тринітрофенол	$0,414 \pm 0,040$	$0,96 \pm 0,05, 0,87 \pm 0,04, 0,82 \pm 0,01, 0,72 \pm 0,03, 0,58 \pm 0,03$

Під впливом хлорбензолу практично не відбувається змін полярності компонентів поверхневих ліпідів, оскільки величини Rf близькі до контрольних. Під впливом нонілфенолу зменшується полярність вуглеводневої фракції (на 9,4 %) та фракції оксосполук (на 10,3 %). Під впливом 2,4,6-тринітрофенолу знайдено тільки значні зміни полярності оксосполук (зменшення на 10,4 %). На основі отриманих даних можна зробити висновок про різний характер змін у складі поверхневих ліпідів під впливом застосованих ароматичних сполук. Щодо впливу ароматичних сполук на полярність компонентів поверхневих ліпідів, то токсиканти можна розташувати у такий ряд: нонілфенол > тринітрофенол > хлорбензол.

Під впливом хлорбензолу, нонілфенолу та 2,4,6-тринітрофенолу відбувається зниження кількості оксосполук на 65,0, 79,4 та 115,5 % порівняно з контролем відповідно (табл. 2).

Таблиця 2

Кількість (%) та гетерогенність (Rf) оксосполук у листі каланхоє при вирощуванні на насичених розчинах ароматичних речовин

Умови експерименту	Кількість оксосполук, %	Rf оксосполук
Контроль	$0,412 \pm 0,380$	$0,88 \pm 0,04, 0,80 \pm 0,09, 0,60 \pm 0,06, 0,53 \pm 0,05, 0,36 \pm 0,05$
Хлорбензол	$0,268 \pm 0,120$	$0,75 \pm 0,04, 0,74 \pm 0,03, 0,62 \pm 0,04, 0,47 \pm 0,09, 0,33 \pm 0,07$
Нонілфенол	$0,327 \pm 0,120$	$0,91 \pm 0,04, 0,83 \pm 0,02, 0,72 \pm 0,05, 0,59 \pm 0,02, 0,53 \pm 0,05$
2,4,6-тринітрофенол	$0,475 \pm 0,050$	$0,95 \pm 0,02, 0,85 \pm 0,05, 0,72 \pm 0,05, 0,58 \pm 0,08, 0,38 \pm 0,05$

Різні за хімічною структурою ароматичні сполуки проявляють різний вплив на кількість оксосполук у поверхневих ліпідах. Компонентний склад оксосполук поверхневих ліпідів дослідженого виду представлено п'ятьма компонентами. Ці компоненти являють собою кетони або альдегіди з різною величиною гідрофобного радикала. Чим більше Rf , тим більша гідрофобність сполуки. Оскільки у складі поверхневих ліпідів практично не знайдено поліфункціональних сполук [6], а усі компоненти представляють собою монофункціональні сполуки, їх розташування на ТШХ-носії (Rf) визначається тільки величиною радикала. Під впливом хлорбензолу спостерігається зменшення Rf , особливо суттєве для високомолекулярних компонентів (на 14,8 та 7,5 %). Це свідчить про гальмування процесу елонгації оксосполук під

впливом хлорбензолу. В експериментах із нанілфенолом і тринітрофенолом знайдено підвищення R_f сполук під впливом токсикантів (на 20,0 та 47,2 %).

Очевидно, процес адаптації рослин до екзогенних чинників відбувається за участю процесів елонгації оксосполук, специфічних до структури ксенобіотиків. Для хлорбензолу характерне гальмування біосинтезу оксосполук і порушення процесу елонгації оксосполук, що призводить до появи коротколанцюгових, більш полярних компонентів. Нонілфенол також гальмує синтез оксосполук, але процес елонгації при цьому значно активується. Для впливу 2,4,6-тринітрофенолу характерне збільшення фракції оксосполук і активація процесу елонгації.

Висновки

Ароматичні сполуки проявляють різний вплив на кількість оксосполук у поверхневих ліпідах. Реакцію рослин можна вважати адаптивною, оскільки потужніший поверхневий шар захищає фотосинтетичний апарат рослини. За інтенсивністю впливу ароматичних сполук на полярність компонентів поверхневих ліпідів токсиканти можна розташувати у такий ряд: нонілфенол > тринітрофенол > хлорбензол.

Бібліографічні посилання

1. **Особливості** жирнокислотного складу поверхневих ліпідів водних рослин під впливом забруднювачів / І. О. Алексєєвська, С. В. Головей, В. М. Шепеленко, Н. І. Штеменко // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. – 2008. – Вип. 16, т. 2. – С. 3–7.
2. **Гудвин Т.** Введение в биохимию растений / Т. Гудвин, Э. Мерсер. – М. : Мир, 1987. – Т. 1. – 674 с.
3. **Гусакова С. Д.** Липиды // Химия природных соединений. – 1986. – № 5. – С. 677–679.
4. **Кейтс М.** Техника липидологии. – М. : Мир, 1975. – 322 с.
5. **Kunst L.** Biosynthesis and secretion of plants cuticular wax / L. Kunst, A. L. Samuels // Progress in Lipid Research. – 2003. – Vol. 42. – P. 51–88.
6. **Riederer M.** Byology of the plant cuticle / M. Riederer, C. Muller. – Germany, 2006. – P. 145.
7. **Surface** lipids composition of emergent plants used in constructed wetlands / N. I. Shtemenko, V. N. Shepelenko, H. Richnow, P. Kusch // NATO Science Series: Earth and Environmental Sciences. – 2005. – P. 4. – Vol. 48. – P. 325–330.
8. **Investigation** of surface lipids of water plants grown on contaminated water / N. Shtemenko, M. Moeder, P. Kusch et al. // Counteraction to Chemical and Biological Terrorism at National and Local Level in the East Europe Countries / NATO Science for Peace and Security Series – A: Chemistry and Biology. – 2009. – P. 101–108.

Надійшла до редколегії 02.12.2009