

UDC 648.54+676.8]:612.014.46

Наталія Ткачук, Любов Зелена

ТОКСИЧНІСТЬ ДЕЯКИХ ПОБУТОВИХ ЗАСОБІВ ЗА ФІТОТЕСТУВАННЯМ  
З *LEPIDIDIUM SATIVUM* L.

Nataliia Tkachuk, Liubov Zelena

TOXICITY OF SOME HOUSEHOLD PRODUCTS ACCORDING  
TO PHYTOTESTING WITH *LEPIDIDIUM SATIVUM* L.

DOI: 10.58407/bht. 2.23.7

## АНОТАЦІЯ

Відомості щодо токсичності за фітотестом з *Lepidium sativum* L. для ароматизованих паперових серветок та деяких синтетичних миючих засобів для дитячої білизни (зокрема, безфосфатного порошку), які широко застосовуються у побуті, відсутні.

**Метою** даної роботи було дослідження токсичності деяких побутових засобів (ароматизованих паперових серветок та синтетичних миючих засобів для дитячої білизни) за ростовим тестом з *L. sativum*.

**Методологія.** Досліджували 2 види ароматизованих паперових серветок та 3 види синтетичних миючих засобів для дитячої білизни (за концентрації водних розчинів 0,05 % та 0,1 %) виробництва України. Дослідження здійснювали загальновідомим методом фітотестування з використанням як тест-рослини *L. sativum* (виробник насіння ТзОВ «Свितязь», Україна), у якої на 3-ю добу визначали енергію проростання, на 5-у добу – схожість та біометрико-морфометричні показники (довжину коріння та надземної частини проростків). За одержаними результатами розраховували фітотоксичні індекси – індекс схожості насіння та індекс довжини коріння. Результати оброблено статистично.

Наукова новизна. Вперше у фітотесті з *L. sativum* показано відсутність токсичності у ароматизованих паперових серветок та екстремальну й середню токсичність, залежно від концентрації та різновиду, у досліджуваних синтетичних засобів для прання дитячої білизни. Відзначено необхідність звернення уваги на наявність у складі, крім інших сполук, стимуляторів росту рослин, які можуть маскувати токсичність досліджуваних розчинів у ростових фітотестах.

**Висновки.** Встановлено, що досліджувані ароматизовані паперові серветки не проявляють фітотоксичності (тест-показники *L. sativum* у межах контрольних значень), а серед досліджуваних синтетичних миючих засобів для дитячої білизни найбільшу токсичність за фітотестом з *L. sativum* проявляє безфосфатний порошок для дитячої білизни. Для досліджуваного водного розчину безфосфатного порошку встановлено середню токсичність за концентрації 0,05 % (інгібування росту коріння проростків майже на 30 %) та екстремальну токсичність за концентрації 0,1 % (інгібування росту коріння проростків майже на 100 %). Відсутність фітотоксичних властивостей у кондиціонера-ополіскувача з соком листя алое вера вказує на необхідність звернення уваги на наявність стимуляторів росту рослин у складі засобів, що може вплинути на результат ростового фітотесту. За теоретичним аналізом токсичних властивостей сполук-складових досліджуваних синтетичних миючих засобів та за результатами дослідження фітотоксичності засобів встановлено їх потенційний негативний вплив як на здоров'я людини, так і на стан навколишнього середовища.

**Ключові слова:** ароматизовані паперові серветки, синтетичні миючі засоби, токсичність, фітотестування, *Lepidium sativum*

## ABSTRACT

Information on the toxicity by the phytotest with *Lepidium sativum* L. for perfumed paper napkins and some synthetic detergents for children's underwear (in particular, phosphate-free powder), which are widely used in everyday life, is not available.

**The aim** of this study was to investigate the toxicity of some household products (perfumed paper napkins and synthetic detergents for children's underwear) according to the growth test with *L. sativum*.

**Methodology.** 2 types of perfumed paper napkins and 3 types of synthetic detergents for children's underwear (with concentrations of aqueous solutions of 0.05 % and 0.1 %) produced in Ukraine were studied. The research was carried out by the well-known method of phytotesting using *L. sativum* as a test plant (producer of seeds is Svityaz LLC,

Ukraine), in which germination energy was determined on the 3rd day, germination and biometric and morphometric parameters (root length and above-ground part) on the 5th day. Based on the obtained results, phytotoxic indexes were calculated – the seed germination index and the root length index. The results were processed statistically.

**Scientific novelty.** For the first time, a phytotest with *L. sativum* showed the absence of toxicity in perfumed paper napkins and extreme and moderate toxicity, depending on the concentration and type, in the investigated synthetic detergents for washing children's underwear. The need to pay attention to the presence in the composition, in addition to other compounds, of plant growth stimulants, which can mask the toxicity of the investigated solutions in growth phytotests, is noted.

**Conclusions.** It was established that the researched perfumed paper napkins do not show phytotoxicity (test indicators of *L. sativum* within the control values), and among the studied synthetic detergents for children's underwear, the greatest toxicity according to the phytotest with *L. sativum* shows the phosphate-free powder for children's underwear. Average toxicity at a concentration of 0.05 % (inhibition of the growth of seedling roots by almost 30 %) and extreme toxicity at a concentration of 0.1 % (inhibition of the growth of seedling roots by almost 100 %) was established for the investigated aqueous solution of phosphate-free powder. The absence of phytotoxic properties after treatment with conditioner-rinse containing aloe vera leaf juice indicates that it should be considered the presence of plant growth stimulants in the composition of the products, which can affect the result of the growth phytotest. According to the theoretical analysis of the toxic properties of the constituent compounds of the studied synthetic detergents and the results of the phytotoxicity study of the detergents, their potential negative impact on both human health and the state of the environment was established.

**Key words:** perfumed paper napkins, synthetic detergents, toxicity, phytotesting, *Lepidium sativum*

### Постановка проблеми

Синтетичні миючі засоби мають понад 100-річну історію та широко застосовуються у побуті (Kogawa et al., 2017). Вони впливають на водну фауну і флору, екосистеми, зокрема, внаслідок зменшення ефективності роботи очисних споруд за їх присутності (Verenikin, 2021). Є повідомлення про зниження ефективності систем біологічного очищення стічних вод на 40 % за впливу миючих засобів на мікроорганізми активного мулу (Cornel & Schaum, 2009; Bashar et al., 2018). Евтрофікація, піноутворення та зміна температури, солоності, каламутності, зменшення поверхневого натягу води та рН води, є важливими наслідками впливу, які потрібно контролювати (Verenikin, 2021). Оскільки фосфатвмісні синтетичні миючі засоби викликають евтрофікацію водойм, їх застосування законодавчо заборонено у багатьох країнах (Pattusamy et al., 2013; Arias & Vrijs, 2014). Наразі як альтернативу фосфатам у пральних засобах широко застосовують фосфонати (Armbruster et al., 2020). Для безфосфатних порошків, які, за інформацією виробника, не містять фосфорвмісних сполук, токсичність за фітотестом не досліджена, що визначає актуальність даного дослідження та новизну отриманих даних.

Серед побутових засобів у світі зростає використання паперових серветок (Paper Napkin..., 2023). Проте є повідомлення про наявність токсичних сполук, зокрема, первинних ароматичних амінів, у складі

кольорових паперових серветок (Yavuz et al., 2016). Паперові серветки не лише фарбують, але й ароматизують, проте повідомлення про токсичність ароматизованих паперових серветок у доступній нам науково-методичній базі відсутні.

Для оцінки токсичності середовищ, синтетичних миючих засобів широко використовується метод фітотестування (Smykun & Furman, 2008; Salvatori et al., 2021; Szymanski & Dobrucka, 2022; Tkachuk et al., 2022a; Tkachuk et al., 2022b). Чутливість щодо токсикантів проявляє *L. sativum* (Liwarska-Bizukojs & Urbaniak, 2007; Tsekhmister et al., 2012; Tkachuk et al., 2014; Martínez Barroso & Vaverková, 2020; Radlińska et al., 2020; Tkachuk et al., 2022a).

Тому метою даної роботи було дослідження токсичності деяких побутових засобів (ароматизованих паперових серветок та синтетичних миючих засобів для дитячої білизни) за ростовим тестом з *L. sativum*.

### Матеріали та методи дослідження

#### Тест-рослина та фітотоксичні індекси

У фітотестуванні використали насіння *L. sativum* (виробник ТЗОВ «Світязь», Україна), яке, за інформацією виробника, відповідає ДСТУ 7160-2010. На 3-ю добу визначали енергію проростання, на 5-у добу – схожість та біометрико-морфометричні показники (довжину коріння та надземної частини) тест-рослини.

Розраховували фітотоксичні індекси: індекс схожості насіння (SGI) та індекс

довжини коріння (RLI) (Tkachuk & Zelena, 2022; Tkachuk et al., 2022a).

*Дослідження фітотоксичності паперових серветок*

У дослідженні використали паперові серветки білого кольору виробництва України: без ароматизаторів (контроль 1), з ароматом полуниці (ПС<sub>1</sub>) та з ароматом ромашки (ПС<sub>2</sub>). Для дослідження фітотоксичності паперових серветок з кожного варіанту серветок вирізали коло діаметром 9 см, розташовували його у чашці Петрі та зволожували дистильованою водою. На поверхні зволжених серветок розміщували по 10 насінин *L. sativum*. Дослідження здійснювали у потрійній повторності.

*Дослідження фітотоксичності синтетичних миючих засобів для дитячої білизни*

У дослідженні використали водні розчини синтетичних миючих засобів для дитячої білизни виробництва України: безфосфатного порошку для дитячої білизни за концентрації 0,05 % (ПДБ<sub>0,05</sub>) та 0,1 % (ПДБ<sub>0,1</sub>), а також 2-х кондиціонерів-ополіскувачів для дитячої білизни за концентрації 0,05 % (КОДБ<sub>1,0,05</sub>) та 0,1 % (КОДБ<sub>1,0,1</sub> та КОДБ<sub>2,0,1</sub>). Відповідним розчином змочували фільтрувальний папір в чашках Петрі, на якому розміщували по 10 насінин *L. sativum*. Як контроль використали чашки Петрі з фільтрувальним папером, змоченим дистильованою водою (контроль 2). Дослідження здійснювали у потрійній повторності.

Склад досліджуваних синтетичних миючих засобів наступний (за інформацією виробників):

•ПДБ: > 30 % натрій хлорид; 15-30 % натрій карбонат; > 5 % аніонні поверхнево-активні речовини (ПАР); < 5 % натрій силікат; натрій перкарбонат; мило; тетраацетилетилендіамін; піногасник; запашник; не містить фосфатів, фосфонатів та інших фосфоровмісних речовин.

•КОДБ1: < 5 % катіонні ПАР, < 5 % неіоногенні ПАР, ароматизуюча добавка (гексил циннамаль), консервант (бензізотіазолінон, метилізотіазолінон), сік з листя алое вера.

•КОДБ2: < 5 % катіонні ПАР; запашник; консервант.

*Статистична обробка результатів*

Результати оброблено статистично з використанням програми Excel 2010. Визначали середнє арифметичне та похибку середнього арифметичного. Достовірність відмінностей середніх арифметичних між контролем та дослідом оцінювали за критерієм значимості Стьюдента (t).

**Результати та їх обговорення**

*Фітотоксичність паперових серветок*

Результати дослідження фітотоксичності паперових серветок наведено на рис. 1 та у таблиці 1.

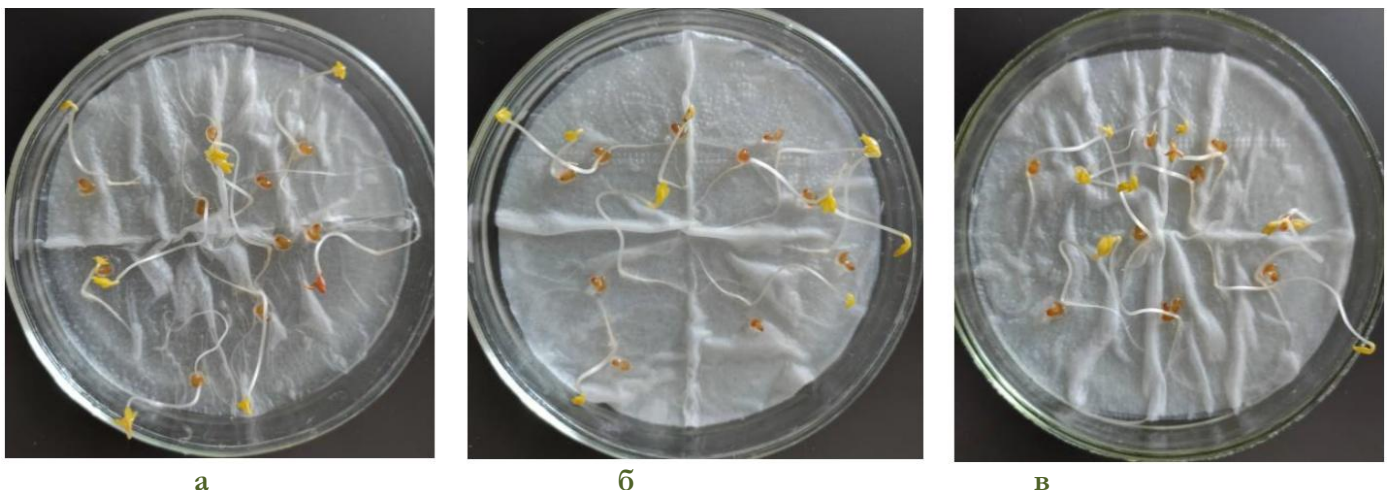


Рис. 1. Проросле насіння *L. sativum* (5-а доба) при вирощуванні:

- а – на паперових серветках без ароматизаторів (контроль 1);
- б – на паперових серветках з ароматизатором полуниці (ПС<sub>1</sub>);
- в – на паперових серветках з ароматизатором ромашка (ПС<sub>2</sub>)

Таблиця 1

Тест-показники *L. sativum* при вирощуванні на паперових серветках

Варіант дослідження	Енергія проростання, %	Схожість, %	Довжина коріння, мм	Довжина надземної частини, мм	SIG	RLI
Контроль 1	96,7 ± 3,3	96,7 ± 3,3	55,8 ± 4,9	31,9 ± 1,6	Не розраховується	Не розраховується
ПС <sub>1</sub>	93,3 ± 6,7	96,7 ± 3,3	50,1 ± 5,0	30,7 ± 2,1	0	-0,10
ПС <sub>2</sub>	100	100	66,6 ± 5,6	33,3 ± 2,7	0,03	0,19

Таблиця 2

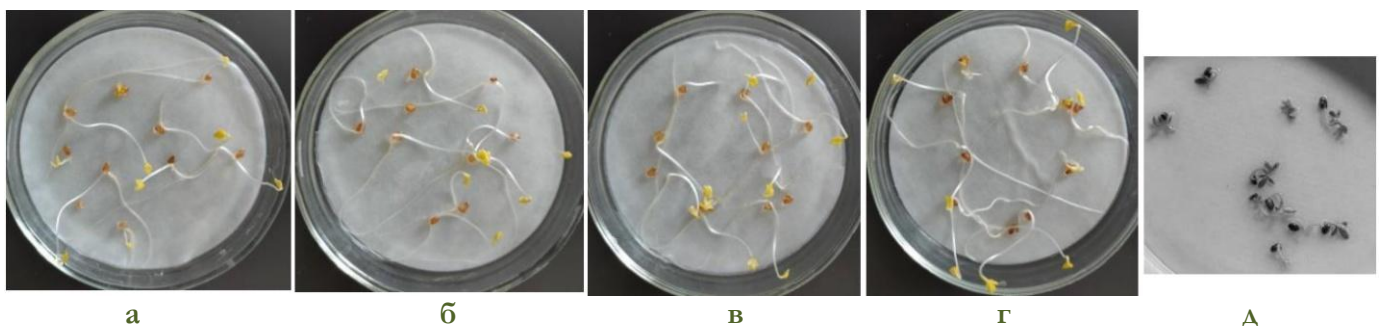
## Інтерпретація даних біотестування фітотоксичності паперових серветок (див. табл. 1)

Паперові серветки	Інтерпретація результатів фітотесту	Коментарі
Контроль 1	Токсичності немає	Ріст не інгібований
ПС <sub>1</sub>	Слабка токсичність	Слабке інгібування росту
ПС <sub>2</sub>	Токсичності немає	Ріст не інгібований

Встановлено, що тест-показники *L. sativum* при вирощуванні на серветках з ароматизаторами Полуниця та Ромашка були у межах контрольних значень (табл. 1). Отже, досліджувані ароматизовані паперові серветки за результатами біотестування з *L. sativum* не проявляють фітотоксичних властивостей.

*Фітотоксичність синтетичних миючих засобів для дитячої білизни*

Результати дослідження фітотоксичності синтетичних миючих засобів для дитячої білизни наведено на рис. 2 та у таблицях 3 та 4.

Рис. 2. Проросле насіння *L. sativum* (5-а доба) на фільтрувальному папері, змоченому:

- а – дистильованою водою (контроль 2);
- б – 0,1 %-ним водним розчином кондиціонера-ополіскувача для дитячої білизни (КОДБ<sub>0,1</sub>);
- в – 0,05 %-ним водним розчином кондиціонера-ополіскувача для дитячої білизни (КОДБ<sub>0,05</sub>);
- г – 0,05 %-ним водним розчином порошку безфосфатного для дитячої білизни (ПДБ<sub>0,05</sub>);
- д – 0,1 %-ним водним розчином порошку безфосфатного для дитячої білизни (ПДБ<sub>0,1</sub>)

Встановлено, що досліджувані кондиціонери для дитячої білизни за концентрації 0,1 % проявляють слабку токсичність, в той час, як КОДБ1 за концентрації 0,05 % токсичності не проявив (див. табл. 3 та 4). Досліджуваний безфосфатний порошок для дитячої білизни проявив середню фітотоксичність за концентрації 0,05 %. При

цьому спостерігалось зменшення довжини коріння, порівняно з контролем, на 30 % (див. табл. 3 та 4). Екстремальну фітотоксичність встановлено для досліджуваного порошку за концентрації 0,1 %. При цьому спостерігалось зменшення довжини коріння, порівняно з контролем, на 98 % (див. табл. 3 та 4).

Таблиця 3

Тест-показники *L. sativum* за впливу синтетичних миючих засобів (% щодо контролю)

Варіант досліджу	Енергія проростання	Схожість	Довжина коріння	Довжина надземної частини	SGI	RLI
Контроль 2	100	100	100	100	Не розраховується	Не розраховується
КОДБ1 <sub>0,05</sub>	111,1*	107,2	128,5 ± 6,5*	125,6 ± 7,7*	0,07	0,29
КОДБ1 <sub>0,1</sub>	92,6 ± 3,7	89,3 ± 3,5	101,6 ± 9,6	118,0 ± 8,8	-0,11	0,02
КОДБ2 <sub>0,1</sub>	100	100	90,0 ± 2,9*	85,8 ± 7,0	0	-0,09
ПДБ <sub>0,05</sub>	107,4 ± 3,7	103,6 ± 3,5	69,9 ± 6,6*	100,7 ± 8,1	0,04	-0,30
ПДБ <sub>0,1</sub>	90*	96,7 ± 3,3	1,2 ± 0,3*	7,0 ± 0,5*	-0,03	-0,98

Примітка: \* – відмінності від контролю статистично значимі  $p \leq 0,05$

Таблиця 4

Інтерпретація даних біотестування фітотоксичності синтетичних миючих засобів для дитячої білизни (див. табл. 3)

Синтетичний миючий засіб для дитячої білизни	Інтерпретація результатів фітотесту	Коментарі
Контроль 2	Токсичності немає	Ріст не інгібований
КОДБ1 <sub>0,05</sub>	Токсичності немає	Ріст не інгібований
КОДБ1 <sub>0,1</sub>	Слабка токсичність	Слабке інгібування росту
КОДБ2 <sub>0,1</sub>	Слабка токсичність	Слабке інгібування росту
ПДБ <sub>0,05</sub>	Середня токсичність	Інгібування росту на 30%
ПДБ <sub>0,1</sub>	Екстремальна токсичність	Інгібування росту майже на 100%

У складі досліджуваних синтетичних миючих засобів є поверхнево-активні речовини. Вплив цих сполук на здоров'я проявляється у порушенні імунітету, розвитку алергії, ураженні мозку, печінки, нирок, легень (Dirty laundry..., 2016). Деякі автори зазначають вплив ПАР на організм людини шляхом поступового накопичення в мозку, печінці, серці, підшкірній клітковині

(Yuan et al., 2014). Отже, вплив цих сполук на організм людини відбувається не лише на рівні шкіри. Зазначені сполуки накопичуються у доквіллі, оскільки значна більшість очисних споруд нашої країни неспроможні до їх якісного видалення (Frolova et al., 2019).

Тетрацетилетилендіамін проявляє дуже низьку токсичність за всіма

розглянутими шляхами впливу, практично не подразнює шкіру та очі, немає доказів сенсibilізуючого потенціалу при контакті зі шкірою (Human & Environmental Risk Assessment..., 2002).

У складі безфосфатного засобу використано піногасник, хімічна структура якого не зазначена. Наразі піногасник, який використовується для піни детергентів, не класифіковано за токсикологічними ефектами; додаткова інформація щодо його токсичності та екологічних ефектів відсутня (Defoamer..., 2015).

Гексил циннамаль, який входить до складу КОДБ1, відноситься до групи сполук, що викликають подразнення шкіри та є шкірними сенсibilізаторами (алергенами) (IMAP Group Assessment Report, 2016). Бензизотіазолінон, який є у складі цього синтетичного миючого засобу, викликає подразнення шкіри та може викликати шкірну алергічну реакцію, спричиняє серйозне пошкодження очей (IMAP Group Assessment Report, 2019). Метилтіазолінон є пестицидом (Methylisothiazolinone..., 1998). Ця сполука знаходить застосування у боротьбі зі слизоутворюючими бактеріями, мікроскопічними грибами, водоростями на целюлозно-паперових заводах, системах охолодження води, нафтопромислових роботах, промислових технологічних водах та системах очистки повітря (Methylisothiazolinone..., 1998). Крім того, метилтіазолінон як консервант входить до складу клеїв, покриттів, палива, рідини для обробки металів, смоляних емульсій, фарби та різних інших спеціальних промислових продуктів (Methylisothiazolinone..., 1998). Також він використовується з метою контролю розвитку цвілі на дерев'яних виробках. Метилізотіазолінон демонстрував помірну гостру токсичність (при пероральному та інгаляційному шляхах) та високу гостру токсичність (при нанесенні на шкіру або в очі) у дослідженнях з використанням лабораторних тварин. Найбільш значущий токсикологічний ефект у субхронічних дослідженнях – мікроскопічне ураження раковин носу внаслідок інгаляційного впливу. Агентство екологічного захисту

США класифікувало метилізотіазолінон як хімічну речовину групи D, яка не класифікується як канцерогенна для людини. В той же час результати дослідження мутагенності були сумнівними (Methylisothiazolinone..., 1998). Наразі фітотоксичність сполук-складових засобу КОДБ1 (ПАР, гексил циннамаль, бензизотіазолінон, метилізотіазолінон) не проявляється, можливо, маскуючись за стимулюючою дією соку з листя алое вера, який також є у складі засобу, і для якого відома властивість стимулювати ріст рослин (Alkuwayti et al., 2022). На нашу думку, при дослідженні токсичності розчинів за ростовим тестом необхідно звертати увагу на наявність у складі, крім інших сполук, стимуляторів росту рослин, які можуть вплинути на результат, маскуючи токсичність досліджуваних розчинів.

#### Висновки

Таким чином, встановлено, що досліджувані ароматизовані паперові серветки не проявляють фітотоксичності (тест-показники *L. sativum* у межах контрольних значень), а серед досліджуваних синтетичних миючих засобів для дитячої білизни найбільшу токсичність за фітотестом з *L. sativum* проявляє безфосфатний порошок для дитячої білизни. Для досліджуваного водного розчину безфосфатного порошку встановлено середню токсичність за концентрації 0,05 % (інгібування росту коріння проростків майже на 30 %) та екстремальну токсичність за концентрації 0,1 % (інгібування росту коріння проростків майже на 100 %). Відсутність фітотоксичних властивостей у кондиціонера-ополіскувача з соком листя алое вера вказує на необхідність звернення уваги на наявність стимуляторів росту рослин у складі засобів, що може вплинути на результат ростового фітотесту. За теоретичним аналізом токсичних властивостей сполук-складових досліджуваних синтетичних миючих засобів та за результатами дослідження фітотоксичності засобів встановлено їх потенційний негативний вплив як на здоров'я людини, так і на стан навколишнього середовища.

## References

- Alkuwayti, M.A., Aldayel, M.F., Yap, Y.-K., & El Sherif, F. (2022). Exogenous application of *Aloe vera* leaf extract improves silybin content in *Silybum marianum* L. by up-regulating chalcone synthase gene. *Agriculture*, 12, 1649. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101649>
- Arias, C.A., & Brix H. (2014). Phosphorus removal in constructed wetlands: can a suitable alternative media be identified? *Water Sci. Technol.*, 51, 267–273.
- Armbruster, D., Rott, E., Minke, R., & Happel, O. (2020). Trace-level determination of phosphonates in liquid and solid phase of wastewater and environmental samples by IC-ESI-MS/MS. *Anal. Bioanal. Chem.*, 412, 4807–4825. <https://doi.org/10.1007/s00216-019-02159-5>
- Bashar, R., Gungor, K., Karthikeyan, K.G., & Barak, P. (2018). Cost effectiveness of phosphorus removal processes in municipal wastewater treatment. *Chemosphere*, 7, 195–217.
- Cornel, P., & Schaum, C. (2009). Phosphorus recovery from wastewater: needs, technologies and costs. *Water Sci. Technol.*, 59, 1069–1076.
- Defoamer (for detergent foam). Safety data sheet according to regulation (EC) No. 453/2010. (2015). Version: 10.0. 2017. <https://www.trusthygiene.co.uk/wp-content/uploads/04730-Defoamer-For-Detergent-Foam.pdf>
- Dirty laundry and a clean environment. Composition of detergents. Gels or powders? (2016). [https://ecoclubrivne.org/safe\\_laundry/](https://ecoclubrivne.org/safe_laundry/)  
Брудна білизна та чисте докiлля. Склад засобiв для прання. Гелi чи порошки? (2016). URL: [https://ecoclubrivne.org/safe\\_laundry/](https://ecoclubrivne.org/safe_laundry/) (дата звернення: 04.09.2022).
- Frolova, T.V., Miasoiedov, V.V., Atamanova, O.V., Siniaieva, I.R., & Stenkova, N.F. (2019). The effect of household chemicals containing surfactants on children's health (part I). *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports*, 4(6/22), 211-216.  
Фролова Т.В., М'ясоєдов В.В., Атаманова О.В., Сiняєва I.Р., Стенкова Н.Ф. Вплив засобiв побутової хiмii, що мiстять поверхнево активнi речовини на стан здоров'я дiтей (частина I). *Український журнал медицини, бiологii та спорту*. 2019. Том 4, № 6 (22). С. 211-216.
- Human & Environmental Risk Assessment on ingredients of European household cleaning products Tetraacetylenediamine (TAED) (CAS 10543-57-4). (2002, December). <https://www.heraproject.com/files/2-F-04-HERA%20TAED%20full%20web%20wd.pdf>
- IMAP Group Assessment Report. (2016, July). *Amyl and hexyl cinnamaldehyde: Human health tier II assessment*. IMAP Group Assessment Report. [https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Amyl%20and%20hexyl%20cinnamaldehyde\\_Human%20health%20tier%20II%20assessment.pdf](https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Amyl%20and%20hexyl%20cinnamaldehyde_Human%20health%20tier%20II%20assessment.pdf)
- IMAP Group Assessment Report. (2019, December). *Benzisothiazolinone and its salts: Human health tier II assessment*. IMAP Group Assessment Report. [https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Benzisothiazolinone%20and%20its%20salts\\_Human%20health%20tier%20II%20assessment.pdf](https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Benzisothiazolinone%20and%20its%20salts_Human%20health%20tier%20II%20assessment.pdf)
- Kogawa, A.C., Cernic, B.G., do Couto, L.G.D., & Salgado, H.R.N. (2017). Synthetic detergents: 100 years of history. *Saudi Pharm. J.*, 25(6), 934-938. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2017.02.006>
- Liwarska-Bizukojc, E., & Urbaniak, M. (2007). Evaluation of phytotoxic effect of wastewater contaminated with anionic surfactants. *Biotechnologia*, 1(76), 203-217.

- Martínez Barroso, P., & Vaverková, M.D. (2020). Fire effects on soils – a pilot scale study on the soils affected by wildfires in the Czech Republic. *Journal of Ecological Engineering*, 21(6), 248-256.
- Methylisothiazolinone. Prevention, pesticides and toxic substances (7508C). EPA-738-F-98-008. (1998). [https://www3.epa.gov/pesticides/chem\\_search/reg\\_actions/reregistration/fs\\_G-58\\_1-Oct-98.pdf](https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_G-58_1-Oct-98.pdf)
- Paper Napkin Making Machine Market Size – By Product Type (Fully Automatic Paper, Semi-Automatic Paper, Manual Paper Napkin), By End-use (Foodservice, Hospitality, Household), Distribution Channel, Production Capacity, Napkin Type & Forecast, 2023 – 2032. Report ID: GMI6258. (2023, July). <https://www.gminsights.com/industry-analysis/paper-napkin-making-machine-market>
- Pattusamy, V., Nandini, N., & Bheemappa, K. (2013). Detergent and sewage phosphates entering into lake ecosystem and its impact on aquatic environment. *Int. J. Adv. Res.*, 1(3), 129–133.
- Radlińska, K., Wróbel, M., Stojanowska, A., & Rybak, J. (2020). Assessment of the «Oława» Smelter (Oława, Southwest Poland) on the Environment with Ecotoxicological Tests. *Journal of Ecological Engineering*, 21(3), 186-191.
- Salvatori, E., Rauseo, J., Patrolecco, L., Barra Caracciolo, A., Spataro, F., Fusaro, L., & Manes, F. (2021). Germination, root elongation, and photosynthetic performance of plants exposed to sodium lauryl ether sulfate (SLES): an emerging contaminant. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 28(22), 27900-27913. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12574-w>
- Smykun, N.V., & Furman, S.S. (2008). Biotesting of well water using some plants of the *Poaceae* family. *Bulletin of Zaporizhzhya National University. Series: Biological Sciences*, 2, 182-184 (in Ukrainian)  
Смикун Н.В., Фурман С.С. Біотестування колодязної води з використанням деяких рослин родини *Poaceae*. *Вісник Запорізького національного університету. Серія: Біологічні науки*. 2008. № 2. С.182-184.
- Szymanski, M., & Dobrucka, R. (2022). Application of phytotests to study of environmental safety of biologicaly synthesised Au and Au/ZnO nanoparticles using *Tanacetum parthenium* extract. *J. Inorg. Organomet. Polym.*, 32, 1354–1369. <https://doi.org/10.1007/s10904-021-02188-7>
- Tkachuk, N.V., Yanchenko, V.O., & Demchenko, A.M. (2014). Phytotoxicity of derivatives of non-standard pesticide ramrod (amides of 4-amino-4H-1,2,4-triazol-3-ylthioacetic acid) against *Lepidium sativum* L. *Restoration of disturbed natural ecosystems: Mater. V International of science conference, Donetsk, May 12–15, 2014. Donetsk, 2014*, 402-404.  
Ткачук Н.В., Янченко В.О., Демченко А.М. Фітотоксичність похідних некондиційного пестициду рамрод (амідів 4-аміно-4Н-1,2,4-триазол-3-ілтіооцтової кислоти) щодо *Lepidium sativum* L. *Відновлення порушених природних екосистем: Матер. V Міжнар. наук. конф., м. Донецьк, 12–15 травня 2014 р. Донецьк, 2014*. С. 402-404.
- Tkachuk, N., & Zelena, L. (2022). An onion (*Allium cepa* L.) as a test plant. *Biota. Human. Technology*, 3, 50–59. <https://doi.org/10.58407/bht.3.22.5>
- Tkachuk, N., Zelena, L., & Fedun, O. (2022a). Phytotoxicity of the aqueous solutions of some synthetic surfactant-containing dishwashing liquids with and without phosphates. *Environmental Engineering and Management Journal (EEMJ)*, 21(6), 965-970.
- Tkachuk, N.V., Zelena, L.B., & Krapyvnyi, S.B. (2022b). Dishwashing detergents in dishwashers as pollutants of the aquatic environment: phytotoxicity to *Lepidium sativum* L. *Ecology. Environment. Energy saving. 2022: Mater. III International science and practice conference, Poltava, December 1-2, 2022. Poltava, 2022*, 284-286.  
Ткачук Н.В., Зелена Л.Б., Крапивний С.Б. Засоби для миття посуду у посудомийних машинах як забруднювачі водного середовища: фітотоксичність за *Lepidium sativum* L. *Екологія. Довкілля. Енергозбереження. 2022: Матер. III Міжнар. наук.-практ. конф., м. Полтава, 1-2 груд. 2022 р. Полтава, 2022*. С. 284-286.



Tsekhmister, A.V., Pinchuk, L.A., Tkachuk, N.V., Yanchenko, V.O., & Demchenko, A.M. (2012). Growth indicators of *Lepidium sativum* L. in the presence of 1-aryltetrazol-containing derivatives of 1-tetralin-6-yl-ethanone. *Scientific notes of the Ternopil National Pedagogical University named after V. Hnatyuk. Series: Biology*, 3(52), 84-88. (in Ukrainian)

Цехмістер А.В., Пінчук Л.А., Ткачук Н.В., Янченко В.О., Демченко А.М. Показники росту *Lepidium sativum* L. за присутності 1-арилтетразолвмістних похідних 1-тетралін-6-іл-етанону. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В.Гнатюка. Серія: Біологія*. 2012. №3(52). С.84-88.

Verenikin, O.M. (2021). *Improvement of production technologies of environmentally friendly detergents* [Ph.D. Thesis, Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine, State Environmental Academy of Postgraduate Education and Management, Kyiv]. <https://dea.edu.ua/img/source/Diser/%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8%D0%BD.pdf> (in Ukrainian)

Веренікін О.М. Удосконалення технологій виробництва екологічно чистих мийних засобів: дис. ... канд. техн. наук: 21.06.01. Київ, 2021. 370 с.

Yavuz, O., Valzacchi, S., Hoekstra, E., & Simoneau, C. (2016). Determination of primary aromatic amines in cold water extract of coloured paper napkin samples by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Food Addit. Contam. Part A. Chem. Anal. Control. Expo. Risk. Assess.* 33(6), 1072-9. <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1184493>

Yuan, C.L., Xu, Z.Z., Fan, M.X., Liu, H.Y., & Xie, Y.H. (2014). Study on characteristics and harm of surfactants. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 6(7), 2233-2237.

Received: 18.09.2023. Accepted: 27.09.2023. Published: 18.11.2023.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Ткачук Н., Зелена Л. Токсичність деяких побутових засобів за фітотестуванням з *Lepidium sativum* L. *Biota, Human, Technology*, 2023. №2. С. 99-107

Cite this article in APA style as:

Tkachuk, N., & Zelena, L. (2023). Toxicity of some household products according to phytotesting with *Lepidium sativum* L. *Biota, Human, Technology*, 2, 99-107 (in Ukrainian)

#### Information about the authors:

**Tkachuk N.** [in Ukrainian: **Ткачук Н.**] <sup>1</sup>, Ph.D. in Biol. Sc., Assoc. Prof., email: natalia.smykun@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-5115-7716 Scopus-Author ID: 7801574248 ResearcherID: AAB-4448-2020  
Department of Biology, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»,  
53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

**Zelena L.** [in Ukrainian: **Зелена Л.**] <sup>2</sup>, Ph.D. in Biol. Sc., Senior Researcher, email: zelenalyubov@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-5148-1030 Scopus-Author ID: 6506970298 ResearcherID: H-7309-2013  
Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, NAS of Ukraine,  
154 Akademika Zabolotnoho Street, Kyiv, 03680, Ukraine  
Kyiv National University of Technology and Design,  
2 Nemyrovycha-Danchenka Street, Kyiv, 01011, Ukraine

<sup>1</sup> Study design, data collection, manuscript preparation.

<sup>2</sup> Manuscript preparation.