

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 615.322:57.04:579

doi: 10.25128/2078-2357.23.3–4.8

¹Г. П. МЕГАЛІНСЬКА, ¹В. Г. БЛИК, ²О. В. ПАНЧУК, ³Є. В. ДАНИЛЕНКО

¹Український державний університет імені М. Драгоманова
вул. Пирогова, 9, Київ, 02000

²Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
просп. Берестейський, 34, Київ, 03057

³Київський палац дітей та юнацтва
вул. Івана Мазепи, 13, Київ, 01010
e-mail: geranium@ukr.net

ПОРІВНЯННЯ АНТИБАКТЕРІАЛЬНОЇ ДІЇ СІРКОВМІСНИХ ТА ЙОДОВМІСНИХ РОСЛИН

У роботі представлено дані порівняння антибактеріальної активності водних екстрактів рослин, які концентрують такі елементи, як сірка, йод та містять поверхнево-активні речовини. Досліджували рослини *Glechoma hederacea* L., *Brassica oleracea* L. та *Sinapis alba* L., які містять сірку в різних формах. *Glechoma hederacea* має високий вміст вільних сірковмісних амінокислот – цистеїну, серину, метіоніну. *Brassica oleracea* містить метіонін та важкі метали. *Sinapis alba* – джерело глікозиду синігріну, який розкладається на сульфат калію, глюкозу та гірничу ефірну олію.

Як концентратори йоду досліджували *Xanthium strumarium* L., *Zostera marina* L., *Lemna minor* L. та *Laminaria saccharina* L. Усі перераховані рослини містять йодиди. Як сапоніновмісні рослини досліджували *Saponaria officinalis* L. та *Sambucus nigra* L.

Антибактеріальну активність досліджували диско-дифузійним методом. Тестовими мікроорганізмами були *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Bacillus subtilis*.

Результати експерименту свідчать, що серед сірковмісних рослин більшу антибактеріальну активність чинить екстракт рослин із більшим вмістом сульфгідрильних груп, а саме *Glechoma hederacea*. Ця ж рослина з високим вмістом сірки має найбільшу фунгіцидну активність відносно *Candida albicans*. Екстракти *Brassica oleracea* і *Sinapis alba* мають найбільшу протистафілококову дію, але це можна пов'язати з наявністю лізоциму в сировині цих рослин.

Аналіз антибактеріальної дії йодовмісних рослин свідчить, що найбільшу протимікробну дію чинить екстракт *Xanthium strumarium*, який містить найбільшу кількість йодидів.

Фунгіцидна дія відносно *Candida albicans* спостерігається з боку *Lemna minor* та *Xanthium strumarium*, що може бути пов'язано з високим вмістом міді в сировині цих рослин. *Proteus vulgaris* та *Pseudomonas aeruginosa* більш чутливі до дії йодовмісних рослин, як-от: *Xanthium strumarium*, *Zostera marina*. Серед сірковмісних рослин ріст *Proteus vulgaris* більш пригнічує *Glechoma hederacea*, а ріст *Pseudomonas aeruginosa* – *Glechoma hederacea* і *Sinapis alba*.

Сапоніновмісні рослини виявили більший антибактеріальний ефект відносно *Escherichia coli*.

Обговорено питання заміни шкідливих хімічних речовин рослинними антисептиками, що особливо доцільно в польових умовах військового стану.

Представлені дані також свідчать, що хоча антибактеріальний ефект в рослинній сировині мають і флавоноїди, і ефірні олії, і органічні кислоти, але концентрування важких металів, хімічних окиснювачів, поверхнево-активних речовин теж може бути індикатором підбору рослинних антисептиків.

Ключові слова: антибактеріальна активність, сірковмісні рослини, йодовмісні рослини, сапоніновмісні рослини.

Хімічні речовини можуть чинити на мікроорганізми стимулюючу, бактеріостатичну та бактерицидну дію. Антисептики – це речовини, що токсично діють на бактерії. Антисептики, що належать до поверхнево-активних речовин, найчастіше пошкоджують клітинну стінку мікроорганізмів. Фенольні сполуки руйнують оболонку і білки цитоплазми. Формалін денатурує білки не тільки вегетативних форм бактерій, а і їх спор. Солі важких металів утворюють комплекси з білками та порушують структуру нуклеїнових кислот. Для дезінфекції питної води в медицині та сільському господарстві найчастіше використовують групу окиснювачів, до яких належать йод, перманганат калію, хлор та пероксид водню. Сірку застосовують для боротьби з грибними захворюваннями тварин і рослин [1]. У той же час у рослинному світі існують види, які містять майже всі перераховані антисептики. Тому метою представленого дослідження було порівняння антибактеріальної активності екстрактів йодовмісних, сірковмісних та сапоніновмісних рослин. Сапоніни – безазотисті глікозиди з поверхнево-активними властивостями, які добре розчинюються як у спирті, так і в воді і надають рослині властивості мийного засобу.

Матеріали та методи досліджень

Серед сірковмісних рослин досліджували розхідник плющовидний *Glechoma hederacea* L., капусту городню *Brassica oleracea* L. та гірчицю білу *Sinapis alba* L. У сировині розхідника плющовидного високий вміст вільних сірковмісних амінокислот – цистеїну, серину, метіоніну [1]. Капуста городня теж містить метіонін та мікроелементи: сірку, срібло, олово, свинець, титан, нікель, ванадій. Експериментально доведено, що сік капусти має антибактеріальну дію в зв'язку з наявністю не тільки сірковмісних сполук, а й лізоциму [2]. Насіння гірчиці білої містить глікозид синігрин, який розкладається на сульфат калію, глюкозу та гірчичну ефірну олію.

У ролі йодовмісних рослин ми досліджували зостеру морську *Zostera marina* L., нетребу звичайну *Xanthium strumarium* L., ряску малу *Lemna minor* L., ламінарію цукристу *Laminaria saccharina* L.

Моделлю сапоніновмісних рослин у нашому експерименті були мильнянка лікарська *Saponaria officinalis* L. та бузина чорна *Sambucus nigra* L. Антибактеріальну активність вивчали диско-дифузійним методом [5].

За допомогою фізіологічного розчину змивали культуру тестового мікроорганізму і вносили в стерильну чашку Петрі з поживним середовищем. Після зараження газон підсушували і на поверхню стерильно закладали паперові диски, змочені в досліджуваній екстракті, і розкладали на однорідній відстані один від одного. Розміри зони гальмування пропорційні чутливості мікроорганізмів до досліджуваного екстракту.

Тест-мікроорганізмами були: *Escherichia coli* (Migula 1985) Castellani and Chalmers 1919 ATCC 25922 (кишкова паличка), *Proteus vulgaris* Hauser, 1885 ATCC 6896 (протей звичайний), *Pseudomonas aeruginosa* Schroeter 1872, Migula 1900 ATCC 9027 (синьогнійна паличка), дріжджі *Candida albicans* (C.P. Robin) Berkhout 1923 ATCC 885-653 (кандида біла), *Staphylococcus aureus* УКМВ-904 (стафілокок золотистий), *Bacillus subtilis* ІМВ-7023 (сінна паличка). Перераховані організми були отримані з Української колекції мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати експерименту з вивчення сірковмісних рослин представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Антибактеріальна активність водного екстракту деяких сірковмісних рослин (екстракт гарячою водою)

Тестові мікроорганізми	Зона лізису (мм)		
	Вид рослинної сировини		
	<i>Glechoma hederacea</i> L. Розхідник плющовидний	<i>Brassica oleracea</i> L. Капуста городня	<i>Sinapis alba</i> L. Гірчиця біла
<i>Escherihia coli</i> Кишкова паличка	15±1,7	9±0,9	9±1,2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> Синьогнійна паличка	9,5±1,1	8±1,1	9±0,8
<i>Proteus vulgaris</i> Протей звичайний	12±2,1	10±1,2	10±0,6
<i>Staphylococcus aureus</i> Стафілокок золотистий	8±1,8	15±1,4	12±1,5
<i>Candida albicans</i> Кандида біла	20±1,3	14±0,8	9±1,3

Як свідчать результати експерименту, водний екстракт розхідника плющовидного має високу фунгіцидну активність відносно *Candida albicans*. Серед тестових бактерій найбільш чутливою до екстракту розхідника виявилася кишкова паличка, зона лізису 15 мм, що можна прирівняти до дії таких антибіотиків, як ампіцилін, цефалотин, рифампін [2]. Зона гальмування росту культури *Proteus vulgaris* – 12 мм – свідчить про незначний антибактеріальний вплив розхідника на цю бактерію. Найменш чутливими виявилися *Pseudomonas aeruginosa* та *Staphylococcus aureus*, зона гальмування 8–9 мм. Аналогічної зони лізису серед антибіотиків не знайдено. Проведений експеримент доводить, що *Glechoma hederacea* L. володіє антибактеріальною та фунгіцидною активністю, значення якої більше для грам-негативних бактерій.

Дія екстракту капусти городньої зумовлена сірковмісною амінокислотою метіоніном та лізоцимом. Найбільш чутливими до дії капусти виявилися *Staphylococcus aureus* та гриб *Candida albicans*. Подібний ефект демонструють антибіотики цефотетан, цефтазидим, норфлуксацин. Менш чутливими виявилися грам-негативні бактерії: кишкова паличка, синьогнійна паличка та протей звичайний. Порівняння дозволяє зробити висновок, що суміш сірковмісних амінокислот *Glechoma hederacea* має більшу антибактеріальну активність, ніж метіонін та лізоцим *Brassica oleracea*.

Антибактеріальна активність насіння *Sinapis alba* може бути зумовлена сульфат-йонами та вмістом гірчичної ефірної олії. Екстракт *Sinapis alba* виявив майже однакову антибактеріальну активність відносно всіх досліджуваних мікроорганізмів, яка незначним чином збільшувалася відносно *Staphylococcus aureus*. Антисептична активність насіння *Sinapis alba* та її абсорбційні властивості роблять рослину хорошим мийним засобом. Порошок насіння використовують для миття посуду, прання білизни і навіть миття волосся. Антибактеріальну активність сапоніновмісних рослин вивчали відносно двох видів бактерій – *Escherihia coli* та *Bacillus subtilis*. Такий вибір тестових мікроорганізмів дозволяє оцінити вплив поверхнево-активних речовин на симбіонта тварин – кишкову паличку та на симбіонта рослин – січну паличку [3]. Результати дослідження представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

Антибактеріальна активність деяких сапоніновмісних рослин

Тестові мікроорганізми	Зона лізису (мм)	
	Вид рослинної сировини	
	<i>Saponaria officinalis</i> L. Мильнянка лікарська (корінь)	<i>Sambucus nigra</i> L. Бузина чорна (корінь)
<i>Escherichia coli</i> Кишкова паличка	12±0,8	13±1,1
<i>Bacillus subtilis</i> Сінна паличка	10±1,4	9±0,6

Як свідчать представлені результати, сапоніни досліджуваних лікарських рослин мають більшу антибактеріальну активність відносно кишкової палички і меншу відносно сінної палички. Результати вивчення антибактеріальної активності йодовмісних рослин представлені в таблиці 3 [4].

Таблиця 3

Результати визначення антибактеріальної активності йодовмісних рослин

Тестові мікроорганізми	Зона гальмування росту мікроорганізму (мм)			
	Досліджувана рослина			
	<i>Zostera marina</i> Зостера морська	<i>Xanthium strumarium</i> Нетреба звичайна	<i>Laminaria saccharina</i> Ламінарія цукриста	<i>Lemna minor</i> Ряска мала
<i>Escherichia coli</i> Кишкова паличка	11±0,4	29,8±1,1	7,2±0,4	12,2±0,3
<i>Staphylococcus aureus</i> Стафілокок золотистий	12±0,5	20±1,3	7,2±0,6	9,6±0,7
<i>Proteus vulgaris</i> Протей звичайний	11±0,8	11,1±0,7	-	8,8±0,4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> Синьогнійна паличка	14,4±1,1	13,4±1,2	11±0,9	10,8±0,6
<i>Candida albicans</i> Кандіда біла	-	8±0,9	7,2±1,1	11,1±0,7

З тестових мікроорганізмів до грацілікутних мікроорганізмів належали кишкова паличка, синьогнійна паличка та протей звичайний. Кишкова паличка виявилась найбільш чутливою до екстракту нетреби звичайної, про що свідчить зона гальмування – майже 30 мм. Зона гальмування такого ж розміру характерна також для антибіотиків ампицилін, цефазолін, цефотетан.

Стафілокок золотистий теж виявився найбільш чутливим до екстракту нетреби звичайної з зоною гальмування 20 мм. Результат свідчить, що нетреба звичайна має сильний антибактеріальний ефект як відносно грацілікутних, так і фірмакутних бактерій. Така картина аналогічна дії хімічних антисептиків із групи окиснювачів. Ламінарія цукриста, яка містить найменшу кількість йодидів, характеризувалась найменшою антибактеріальною активністю. Незначну антибактеріальну активність спостерігали з боку ряски малої. Найбільш чутливими мікроорганізмами до дії зотери морської виявили синьогнійна паличка, стафілокок золотистий, протей звичайний та кишкова паличка. Кандіда біла виявилась стійкою до дії зотери морської.

Фунгіцидна активність відносно кандіди білої спостерігалася з боку *Lemna minor* та *Xanthium strumarium* (зона гальмування – 11 мм.) Такий характер фунгіцидної активності може бути пов'язаний із високим вмістом міді в сировині нетреби звичайної та ряски малої.

Висновки

Узагальнення проведеного експерименту дозволяє зробити висновок, що найбільшу антимікробну активність мають такі йодовмісні рослини, як нетреба звичайна з вмістом йодидів. Для пригнічення розвитку кишкової палички та стафілокока золотистого кращим

антисептиком рослинного походження виступає саме нетреба звичайна. Серед сірковмісних рослин найбільшу активність відносно кишкової палички має *Glechoma hederacea*, а відносно стафілококу золотистого найбільш активними антисептиками виступають екстракти *Brassica oleracea* та гірчиці білої. Можна зробити висновок, що більшу антибактеріальну активність мають вільні сірковмісні амінокислоти, ніж сульфати *Sinapis alba*. Протеї звичайний та синьогнійна паличка більш чутливі до дії йодовмісних рослинних антисептиків (*Xanthium strumarium*, *Zostera marina*) [5]. Серед сірковмісних рослин ріст протей звичайного більше пригнічує розхідник плющовидний, а ріст синьогнійної палички – розхідник і гірчиця.

Сапоніновмісні рослинні антисептики (мильнянка лікарська, бузина чорна) виявили більший антибактеріальний ефект відносно кишкової палички.

Аналіз фунгіцидної активності досліджуваної сировини відносно кандиди білої свідчить про перевагу *Glechoma hederacea*. Водний екстракт цього рослинного антисептика пригнічує розвиток кандиди на 50 % ефективніше, ніж йодовмісна ряска мала. Проведений експеримент дозволяє зробити висновок, що хімічні антисептики можуть бути замінені на антисептики рослинного походження, серед яких найбільш активним виявилися нетреба звичайна та розхідник плющовидний.

1. Гарна С. В., Владимірова І. М., Бурдь Н. Б. Сучасна фітотерапія: навч. посіб. Харків : Друкарня Мадрид, 2016. 579 с.
2. Гудзь С. П., Гнатюш С. О., Звір Г. І. Санітарна мікробіологія: підручник. Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2016. 347 с.
3. Коршомна А. Ю., Махоткіна А. В., Мегалінська Г. П. Антибактеріальна активність деяких водних рослин. *Науковий збірник «Інтегроване управління водними ресурсами»*. Київ : ДІА, 2013. С. 380–335.
4. Megainska A., Strashko St., Bilyk Zh., Bilyk V. & Kuts V. The importance of some iodine-containing plants for the prevention of iodine deficiency and their antibacterial and cytostatic activity. *World Science*. 2022. 2(74)). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7776.
5. Valgas C. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2007. Vol 38. P. 369–380. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200034>.

References

1. Harna S. V., Vladymyrova I. M., Burd N. B. Suchasna fitoterapiia: navch. posib. Kharkiv : Drukarnia Madryd, 2016. 579 s. [in Ukrainian]
2. Hudz S. P., Hnatush S. O., Zvir H. I. Sanitarna mikrobiolohiia: pidruchnyk. Lviv : Vyd. tsentr LNU im. Ivana Franka, 2016. 347 s. [in Ukrainian]
3. Korshomna A. Yu., Makhotkina A. V., Mehalinska H. P. Antybakterialna aktyvnist deiakyykh vodnykh roslyn. *Naukovyi zbirnyk «Intehrovane upravlinnia vodnymy resursamy»*. Kyiv : DIA, 2013. S. 380–335. [in Ukrainian]
4. Megainska A., Strashko St., Bilyk Zh., Bilyk V. & Kuts V. The importance of some iodine-containing plants for the prevention of iodine deficiency and their antibacterial and cytostatic activity. *World Science*. 2022. 2(74)). https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/28022022/7776.
5. Valgas C. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2007. Vol 38. P. 369–380. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200034>.

¹A. P. Megalinska, ¹V. H. Bilyk, ²O. V. Panchuk, ³Ye. V. Danilenko

¹National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

²Bogomoles National Medical University, Ukraine

³Kyiv Palace of Children and Youth, Ukraine

COMPARISON OF THE ANTIBACTERIAL EFFECT OF SULFUR AND IODINE-CONTAINING PLANTS

The paper presents the comparative data of antibacterial activity of water extracts of plants that concentrate such elements as sulfur, iodine and contain surfactants. *Glechoma hederacea* L., *Brassica oleracea* L., and *Sinapis alba* L., containing sulfur in various forms, were investigated as sulfur-

containing plants. *Glechoma hederacea* has a high concentration of free sulfur-containing amino acids - cysteine, serine, and methionine. *Brassica oleracea* contains methionine and heavy metals. *Sinapis alba* is a source of sinigrin glycoside, which breaks down into potassium sulfate, glucose and mustard essential oil.

Xanthium strumarium L., *Zostera marina* L., *Lemna minor* L. and *Laminaria saccharina* L. were researched as iodine concentrators. All the enumerated plants contain iodides. *Saponaria officinalis* L. and *Sambucus nigra* L. were investigated as saponin-containing plants.

Antibacterial activity was studied with the application of the disk-diffusion method. The test microorganisms were *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Bacillus subtilis*.

The results of the experiment have figured out that the extract of plants with a higher concentration of sulfhydryl groups, namely *Glechoma hederacea*, has the major antibacterial activity among sulfur-containing plants. This plant containing a high-sulfur concentration has the most fungicidal activity against *Candida albicans*. Extracts of *Brassica oleracea* and *Sinapis alba* have the greatest anti-staphylococcal effect, but it cannot be associated with the presence of lysozyme in the raw material of these plants.

The analysis of antibacterial effect of iodine-containing plants shows that the extract of *Xanthium strumarium*, which contains the largest amount of iodides, has the greatest antimicrobial effect.

Fungicidal action against *Candida albicans* is observed on the part of the *Lemna minor* and *Xanthium strumarium*, which may be related to the high contents of copper in the raw material of these plants. *Proteus vulgaris* and *Pseudomonas aeruginosa* are more sensitive to the action of iodine-containing plants (*Xanthium strumarium*, *Zostera marina*). Among sulfur-containing plants, the growth of *Proteus vulgaris* is more inhibited by *Glechoma hederacea*, and the growth of *Pseudomonas aeruginosa* by both *Glechoma hederacea* and *Sinapis alba*.

Saponin-containing plants have shown a greater antibacterial effect against *Escherichia coli*.

The issue of replacing harmful chemicals with herbal antiseptics is discussed, that is particularly reasonable in the field conditions of martial law.

The presented data are also evident of the fact that, though flavonoids, essential oils, and organic acids have an antibacterial effect in plant raw materials, however, the concentration of heavy metals, chemical oxidizers, and surfactants can also be an indicator of the plant antiseptics' selection.

Key words: antibacterial activity, sulfur-containing plants, iodine-containing, saponin-containing plants.

Надійшла 16.10.2023.