

С.О. Володарець

САНУЮЧА ФУНКЦІЯ ДЕРЕВНО-КУЩОВИХ РОСЛИН В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

деревно-кущові рослини, фітонцидна дія, урбанізоване середовище

Вступ

Рослинність набуває провідної ролі в оздоровленні середовища за умов складної екологічної ситуації. Зелені насадження міста виконують різноманітні санітарно-гігієнічні функції: поглинають газоподібні викиди, затримують пил та інші тверді частки, змінюють мікрокліматичні умови, тощо [2, 5, 14]. На стан здоров'я мешканців промислового центру впливають не лише викиди промислових підприємств і автотранспорту, але й різноманітні мікроорганізми, більшість з яких є патогенними. Дерев та кущі в процесі життєдіяльності виділяють в повітря антибактеріальні, протистозидні та фунгіцидні леткі органічні речовини [3, 4, 15]. Дані речовини – фітонциди відіграють регуляторну роль у взаємодії організмів в урбанізованих фітоценозах, підтримуючи баланс патогенної мікрофлори у повітрі міста [7].

Фітонцидні властивості рослин змінюються залежно від погодних умов, фенофази, стану рослини, забруднення середовища та ін. [2, 3, 13]. За даними Н.М. Верейкіної, В.В. Сліпих [1, 9], за період вегетації у листопадних деревних рослин спостерігаються два піка фітонцидної активності – літній та осінній, тоді як у хвойних – зимовий та літній. Навесні у них починається збільшення виділення летких органічних речовин порівняно з зимовим періодом.

В умовах м. Донецька фрагментарні дослідження фітонцидності деревно-кущових рослин проводили більше 40 років тому [8, 12]. Однак, визначення впливу урбанізованого середовища на фітонцидні властивості рослин залишається актуальним, тому є необхідність подальших досліджень в цьому напрямку.

Мета та завдання

Метою роботи було виявити фітонцидну дію деяких видів дерев та кущів в умовах м. Донецька. У зв'язку з цим були поставлені такі завдання: визначити динаміку фітонцидної активності деяких видів хвойних та листопадних рослин у різні пори роки, вивчити вплив урбанізованого середовища на протистозидну дію рослин.

Об'єкти та методика досліджень

Об'єктом дослідження були 11 видів деревно-кущових рослин: клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), клен-явір (*Acer pseudoplatanus* L.), гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.), черемха звичайна (*Padus avium* Mill.), тополя китайська (*Populus simonii* Carrière), верба біла (*Salix alba* L.), бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.), липа звичайна (*Tilia cordata* Mill.), ялина колюча (*Picea pungens* Engelm.), туя західна (*Thuja orientalis* L.) та магонія падуболиста (*Machonia aquifolium* (Pursh) Nutt.). За системою А.Л. Тахтаджяна [10], досліджені види відносяться до 8 родин (Pinaceae, Cupressaceae, Aceraceae, Salicaceae, Tiliaceae, Rosaceae, Hippocastanaceae, Oleaceae, Berberidaceae) відділів голонасінних та покритонасінних рослин. Для дослідження було відібрано саме ці види дерев та кущів, тому що вони адаптовані до умов техногенного забруднення та широко використовуються в озелененні промислових міст України, в тому числі м. Донецька [9]. Перша (I) дослідна ділянка знаходиться вздовж Київського проспекту, друга (II) ділянка розташована у парку ім. Щербакова. У якості умовного контролю використовували рослини, які зростають у Донецькому ботанічному саду НАН України (ДБС). Фітонцидні властивості видів визначали, згідно методики Б.П. Токіна [11], за часом загибелі найпростіших (*Paramecium caudatum* Ehr.) у хвилинах. Матеріали збирали у сонячну, безвітряну погоду протягом зими, весни та літа 2010–2011 рр. Статистичну обробку проводили за загальноприйнятими методиками [6].

Результати досліджень та їх обговорення

Досліджені види деревно-кущових рослин виявили виражену протистоцидну дію. Залежно від часу загибелі інфузорій види рослин умовно розділили на три групи: 1 – види з високою фітонцидною дією (ФД), загибель найпростіших під дією летких речовин рослин відбувалась за термін до 10 хв.; 2 – види з середньою ФД – від 10 до 20 хв.; 3 – види з низькою ФД – більше 20 хв.

Фітонцидні властивості досліджених трьох видів вічнозелених рослин у зимовий період були нижчими порівняно з їхньою фітонцидністю навесні та влітку (табл. 1). За даними Г.Д. Лялюк-Вітер [7], саме на лютий у представників родини Pinaceae припадає найнижча фітонцидна активність, що пов'язано зі змінами фізіологічних процесів у рослин в зимовий період. За нашими даними, у грудні ялина колюча проявила високі показники ФД. Час загибелі найпростіших під дією летких виділень хвої ялини колючої та туї західної склав $7,62 \pm 0,51$ хв. та $10,35 \pm 0,78$ хв. у контролі, відповідно. Дані види можна віднести до групи з високою ФД. Магонія падуболиста у грудні показала середню фітонцидність.

Таблиця 1. Фітонцидна дія вічнозелених деревно-кущових рослин в умовах м. Донецька (хв.)

Місяць	<i>Picea pungens</i> Engelm.			<i>Thuja orientalis</i> L.			<i>Machonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.		
	дослідна ділянка		контроль	дослідна ділянка		контроль	дослідна ділянка		контроль
	I	II		I	II		I	II	
	M±m								
грудень	9,46 ±0,65	8,21 ±0,47	7,62 ±0,51	8,12 ±0,47	9,86 ±0,62	10,35 ±0,78	10,12 ±0,42	11,38 ±0,54	12,24 ±0,52
січень	14,24 ±0,41	13,25 ±0,58	12,84 ±0,65	12,90 ±0,66	13,48 ±0,25	14,00 ±0,69	14,35 ±0,42	15,42 ±0,37	16,86 ±0,64
лютий	40,31 ±0,81	37,48 ±0,74	33,65 ±0,69	35,58 ±0,89	36,58 ±0,56	38,43 ±0,62	26,22 ±0,47	28,33 ±0,58	29,26 ±0,75
березень	37,42 ±0,35	35,48 ±0,52	28,25 ±0,56	27,16 ±0,58	30,28 ±0,67	33,34 ±0,45	23,05 ±0,47	25,12 ±0,75	27,33 ±0,42
квітень	25,48 ±0,62	22,08 ±0,59	20,15 ±0,32	19,52 ±0,45	22,48 ±0,54	24,35 ±0,62	20,43 ±0,52	23,49 ±0,47	25,51 ±0,36
травень	19,58 ±0,45	17,25 ±0,39	14,47 ±0,44	7,18 ±0,52	12,88 ±0,51	16,02 ±0,41	13,50 ±0,50	14,25 ±0,36	16,45 ±0,53
червень	14,03 ±0,54	12,37 ±0,38	11,41 ±0,39	7,35 ±0,42	9,65 ±0,47	11,59 ±0,48	12,25 ±0,65	13,48 ±0,72	14,49 ±0,64
липень	11,53 ±0,56	9,37 ±0,35	5,02 ±0,47	5,90 ±0,30	7,24 ±0,41	10,24 ±0,49	9,25 ±0,58	10,34 ±0,67	12,05 ±0,35
серпень	14,30 ±0,37	11,86 ±0,58	7,19 ±0,45	6,39 ±0,38	8,08 ±0,54	11,28 ±0,35	11,37 ±0,62	12,36 ±0,81	13,45 ±0,76

Примітка. M±m – середнє арифметичне значення ± похибка

У січні спостерігалось зменшення фітонцидної дії летких виділень рослин, проте вона залишилась на середньому рівні. У лютому при значному зниженні температур летальна дія летких речовин *P. pungens*, *T. orientalis* та *M. aquifolium* змінювалась від $40,31 \pm 0,81$ хв. до $26,22 \pm 0,47$ хв., у цей термін вони мають низьку ФД.

У березні та квітні *P. pungens*, *T. orientalis* та *M. aquifolium* на усіх ділянках проявили низьку протистоцидність. У травні фітонцидна дія дослідних видів хвойних збільшилась. *P. pungens* та *M. aquifolium* було віднесено до групи з середньої ФД, тоді як *T. orientalis* на ділянці вздовж Київського проспекту проявила високі фітонцидні властивості.

В літні місяці фітонцидна дія *P. pungens*, *T. orientalis* та *M. aquifolium* збільшилась порівняно з весняною. *P. pungens* на ділянці вздовж Київського проспекту протягом літа виявила середні фітонцидні властивості, однак у липні в парку та в липні-серпні у ДБС, фітонцидна активність

летких виділень хвої була високою. Фітонцидна активність *T. orientalis* у червні перевищила у 1,3 рази та у 1,4 рази травневі показники у парку та ДБС. У липні та серпні *T. orientalis* на дослідних ділянках віднесена до групи з високою протистоцидною дією. Протистоцидні властивості летких виділень листків *M. aquifolium* протягом літа значно не змінювались. Завдяки високим та середнім фітонцидним властивостям дані види вічнозелених рослин зменшують кількість мікроорганізмів у повітрі.

Умови зростання неоднаково вплинули на фітонцидні властивості дослідних рослин. Так, найменший термін загибелі найпростіших від летких органічних виділень хвої *P. pungens* спостерігали у контрольному варіанті, тоді як *T. orientalis* та *M. aquifolium* кращі показники виявили на ділянці з забрудненим повітрям вздовж Київського проспекту.

Отримані нами дані узгоджуються з результатами робіт, проведених М.В. Григорьєвою та Н.М. Верейкіною з визначення протистоцидних властивостей деревно-кущових рослин у м. Воронезі [1, 2].

Дослідні види листопадних деревно-кущових рослин виявили виражену протистоцидну дію навесні та влітку (табл. 2). Для летких виділень набубнявілих бруньок клена гостролистого встановлено середню та низьку фітонцидну дію залежно від дослідної ділянки, з її зниженням у екземплярів, що зростають у парку ім. Щербакова та у ДБС порівняно з деревами вздовж автотраси. У травні термін загибелі інфузорій від дії летких виділень молодих листків *A. platanoides* був вищим і коливався від $11,62 \pm 0,49$ до $15,80 \pm 0,52$ хв. у дерев вздовж Київського проспекту та у ДБС, відповідно. Можливо, це пов'язано з підвищенням температури повітря у травні порівняно з квітнем. У *A. pseudoplatanus* фітонцидна активність як бруньок, так і листків була нижчою порівняно з *A. platanoides*. У літні місяці спостерігалось збільшення фітонцидної активності в обох видів кленів. Максимум фітонцидної дії летких виділень листків кленів на усіх ділянках був відмічений у липні.

Набубнявілі бруньки дерев гіркокаштану звичайного, що зростають вздовж Київського проспекту, виділяли малоактивні леткі речовини порівняно з рослинами у парку ім. Щербакова та на контрольній ділянці. У травні він проявив нижчу фітонцидну активність, ніж у квітні. Фітонцидні властивості молодих листків гіркокаштану характеризувались низькою дією на усіх ділянках. Протягом червня та липня протистоцидна активність листків збільшилась до середніх показників. У серпні, коли листки гіркокаштану пожовкли, через враження мінуючою міллю, їхня фітонцидна дія знизилась у 1,6 рази у дерев вздовж Київського проспекту, 1,1 рази – у парку та 1,8 рази – у ДБС.

Черемха звичайна проявила високу фітонцидну активність як у квітні, так і у травні. Протистоцидна дія летких виділень набубнявілих бруньок *P. avium* була нижчою, ніж у листків на початку розпускання. Найбільш інтенсивні виділення спостерігали у рослин на ділянці вздовж Київського проспекту – загибель інфузорій протягом $5,83 \pm 0,38$ хв. у квітні та $3,84 \pm 0,30$ хв. у травні. У червні протистоцидні властивості летких виділень листків черемхи звичайної на усіх ділянках залишаються високими. У липні та серпні фітонцидна активність листків знижується до середніх показників.

У квітні набубнявілі бруньки *Populus simonii* виявили більші протистоцидні властивості, ніж молоді листки у травні. На ділянці вздовж Київського проспекту протягом літа, у парку в липні та серпні, а в контролі лише в серпні *P. simonii* виявила високі протистоцидні властивості. Середня та висока фітонцидна активність тополі китайської протягом вегетаційного періоду, враховуючи її високі пило- та газоутримуючі властивості, свідчить про значну роль *P. simonii* в очищенні повітря міста.

Бруньки верби білої характеризувались низькою фітонцидною дією на дослідних ділянках: час загибелі найпростіших становив від $21,95 \pm 0,43$ хв. (вздовж Київського проспекту) до $33,78 \pm 0,54$ хв. (у ДБС). У травні, з розпусканням молодих листків, у *S. alba* починається виділення більш активних летких речовин. Протягом червня фітонцидна активність листків верби звичайної збільшується, досягаючи максимуму у липні. У серпні спостерігається її зниження.

Бузок звичайний був віднесений нами до групи з середньою фітонцидною дією протягом квітня та травня на усіх дослідних ділянках. Набубнявілі бруньки *S. vulgaris* виявили меншу протистоцидну дію порівняно з листками. Влітку ФД бузку звичайного збільшилась, проте високою була лише на ділянках з забрудненим повітрям, вздовж Київського проспекту. Максимум протистоцидної дії листків *S. vulgaris* на усіх ділянках припав на серпень.

Таблиця 2. Фітонцидна дія листопадних деревно-кущових рослин в умовах м. Донецька (хв.)

Види	Квітень (бруньки)				Травень				Червень				Липень				Серпень			
	дослідна ділянка		кон-троль		дослідна ділянка		кон-троль		дослідна ділянка		кон-троль		дослідна ділянка		кон-троль		дослідна ділянка		кон-троль	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
	M±m																			
<i>Acer platanoides</i> L.	15,30 ±0,80	24,35 ±0,63	28,42 ±0,52	11,62 ±0,49	13,89 ±0,55	15,80 ±0,52	5,86 ±0,31	10,23 ±0,47	11,84 ±0,65	3,97 ±0,20	8,84 ±0,57	10,60 ±0,78	8,12 ±0,20	11,51 ±0,50	15,01 ±0,60					
<i>A. pseudoplatanus</i> L.	19,95 ±0,63	31,35 ±0,91	32,74 ±0,60	12,89 ±0,64	16,31 ±0,34	18,21 ±0,57	11,27 ±0,49	14,90 ±0,47	16,05 ±0,43	6,97 ±0,62	7,49 ±0,85	11,66 ±0,45	10,30 ±0,45	11,79 ±0,68	13,32 ±0,32					
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	23,05 ±0,43	17,25 ±0,86	16,25 ±0,46	34,09 ±1,28	27,65 ±0,86	23,98 ±0,67	28,85 ±0,52	26,06 ±0,65	17,44 ±0,81	16,36 ±0,39	21,66 ±0,67	11,75 ±0,32	25,69 ±0,60	23,08 ±0,49	20,72 ±0,54					
<i>Radus avium</i> Mill.	5,83 ±0,38	7,17 ±0,48	8,90 ±0,57	3,84 ±0,30	6,85 ±0,26	8,07 ±0,43	4,25 ±0,32	7,50 ±0,40	8,57 ±0,48	11,10 ±0,50	13,05 ±0,49	15,82 ±0,63	14,09 ±0,55	15,88 ±0,60	19,62 ±0,44					
<i>Populus simonii</i> Carrière	10,82 ±0,70	14,27 ±0,49	16,01 ±0,41	18,93 ±,44	20,64 ±0,41	21,34 ±0,48	6,68 ±0,42	11,81 ±0,66	13,26 0,34	4,19 ±0,32	5,90 ±0,60	7,04 ±0,90	8,06 ±0,56	9,08 ±0,52	12,79 ±0,63					
<i>Salix alba</i> L.	21,95 ±0,43	31,89 ±0,65	33,78 ±0,54	17,05 ±0,39	19,12 ±0,53	21,55 ±0,53	14,84 ±0,72	16,38 ±0,82	18,84 ±0,68	9,64 ±0,38	12,06 ±0,42	14,17 ±0,34	14,08 ±0,44	18,67 ±0,63	22,41 ±0,92					
<i>Syringa vulgaris</i> L.	14,25 ±0,45	15,46 ±0,54	17,29 ±0,68	10,97 ±0,44	13,28 ±0,37	15,70 ±0,63	9,60 ±0,62	12,66 ±0,83	13,56 ±0,71	9,43 ±0,40	11,31 ±0,71	13,27 ±0,36	9,23 ±0,34	10,70 ±0,69	12,94 ±0,66					
<i>Tilia cordata</i> Mill.	28,04 ±0,40	25,31 ±0,41	22,33 ±0,35	16,21 ±0,62	14,51 ±0,39	13,54 ±0,53	24,10 ±0,57	19,58 ±0,95	16,09 ±0,45	12,59 ±0,43	9,25 ±0,42	7,32 ±0,31	18,00 ±0,54	11,71 ±0,61	8,35 ±0,39					

Примітка. M±m – середнє арифметичне значення ± похибка

Набубнявілі бруньки *T. cordata* виділяють малоактивні речовини. У травні фітонцидна активність листків збільшується, зростаючи у червні та досягає піку у липні.

За отриманими результатами досліджу, ФД досліджених видів вічнозелених рослин змінювалось залежно від пори року. Протягом зими фітонцидна активність *P. pungens*, *T. orientalis* та *M. aquifolium* знижувалась, досягаючи мінімуму у лютому. Навесні та влітку ФД збільшувалась. Набубнявілі бруньки усіх досліджених листопадних видів, за винятком *P. simonii*, *A. hippocastanum* та *S. vulgaris*, характеризувались меншою фітонцидною активністю порівняно з листками на початку розпускання. У літні місяці спостерігалось зростання ФД листків досліджених видів рослин, з піком при максимальних температурах повітря у липні та серпні. Забруднення повітря сприяло збільшенню протистотоксичної дії летких виділень восьми досліджених видів деревно-кущових рослин, проте *A. hippocastanum*, *P. pungens*, *T. cordata* найкращі показники проявили на відносно чистій контрольній ділянці у ДБС. Дана закономірність може бути пояснена мобілізацією сил рослинного організму по відношенню до стресогенних факторів. У зв'язку з тим, що досліджені види є декоративними, газостійкими та характеризуються високою та середньою фітонцидною активністю у період вегетації, їхнє використання в озелененні міста є доцільним для очищення міського повітря не лише від забруднюючих речовин, але й від шкідливих мікроорганізмів.

Висновки

У листопадних видів деревно-кущових рослин фітонцидна дія летких виділень в умовах міста Донецька знижується протягом зими та зростає навесні та влітку. У хвойних видів спостерігалось два піки фітонцидної активності – у зимовий період, в грудні та влітку, у липні. Пік фітонцидної активності у більшості досліджених листопадних видів припав на липень, крім *Padus avium* та *Syringa vulgaris*, пік антимікробної дії яких спостерігався у серпні. Забруднення повітря промисловими викидами стимулювало виділення летких речовин у восьми видів дерев та кущів (*Thuja orientalis*, *Machonia aquifolium*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Padus avium*, *Populus simonii*, *Salix alba*, *Syringa vulgaris*) тоді, як у трьох видів (*Aesculus hippocastanum*, *Picea pungens*, *Tilia cordata*), навпаки, фітонцидна активність пригнічувалась під дією шкідливих речовин забрудненого повітря.

1. *Верейкина Н.Н.* Фитонцидная активность интродуцентов в условиях ботанического сада БелГУ / Н.Н. Верейкина, Р.М. Маслов // Актуальні проблеми ботаніки та екології : матер. міжнар. конф. молодих вчених ботаніків України (Одеса, 21 – 22 березня 2003 р.) – Одеса, 2003. – С. 120 – 122.
2. *Григорьева М.В.* Фитонцидные свойства насаждений лесопарковой части зеленой зоны города Воронежа : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 «Экология» / М.В. Григорьева. – Воронеж, 2000. – 24 с.
3. *Гродзинский А.М.* Фитонциды в эргономике / А.М. Гродзинский, Н.М. Макачук, Я.С. Лещинская. – Киев: Наук. думка, 1986. – 188 с.
4. *Исаева Р.Я.* Фитонцидная активность растений в условиях техногенной среды / Р.Я. Исаева, А.П. Швечикова, Т.М. Косогова // Вісник Луганськ. ун-ту. – 2010. – Т. 2, вып. 15 (202), – С. 58 – 62.
5. *Кочергина М.В.* К проблеме усиления средозащитных функций насаждений промышленных территорий г. Воронежа / М.В. Кочергина, М.В. Пожидаева // Урбоэкологические проблемы и перспективы развития : матер. международ. научн.-практ. конф. (Ишим, 26 – 27 марта 2010 г.) – Ишим, 2010. – С. 21 – 25.
6. *Лакин Г.Ф.* Биометрия / Георгий Филиппович Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 325 с.
7. *Лялюк-Вітер Г.Д.* Дослідження санітарно-гігієнічних функцій лісових екосистем Карпатського національного природного парку / Г.Д. Лялюк-Вітер, Р.М. Вітер // Вісник Львів. нац. лісотех. ун-ту. – 2009. – Вип. 9.10. – С. 78 – 82.
8. *Синельщиков Р.Г.* Фитонцидная активность древесных пород в условиях городской среды Донбасса / Р.Г. Синельщиков, В.Н. Мекель // Тез. докл. VIII совещ. по проблеме фитонцидов. – Киев, 1979. – С. 78 – 86.
9. *Слепых В.В.* Природные и антропогенные факторы и фитонцидная активность древесных пород / В.В. Слепых // Лесн. хоз-во. – 2004. – № 6. – С. 17–19.
10. *Тахтаджян А.Л.* Систематика магнолиофитов / Армен Леонович Тахтаджян. – Л.: Наука, 1987. – 439 с.
11. *Токин Б.П.* Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах / Борис Петрович Токин. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1980. – 280 с.

12. Хижняк Н.А. Фитонцидная активность древесных пород в условиях городской среды Донбасса / Н.А. Хижняк, К.А. Фельдберг // Тез. докл. VIII совещ. по проблеме фитонцидов. – Киев, 1979. – С. 65 – 69.
13. Davison B. Concentrations and fluxes of biogenic volatile organic compounds above a Mediterranean macchia ecosystem in western Italy / B. Davison, R. Taipale, B. Langford [et al.] // Lancaster Environment Biogeosciences. – 2009. – № 6. – P. 1655–1670.
14. Duka R. Phytoncides and phytoalexins – vegetal antibiotics / R. Duka, D. Ardelean // Journal medical aradean (Arad medical journal). – 2010. – № 8 (3). – P. 19–25.
15. Li D.W. Volatile organic compound emissions from urban trees in Shenyang, China / D.W. Li, Y. Shi, X.Y. He, W. Chen [et al.] // Botanical studies. – 2008. – № 49. – P. 67–72.

Донецький національний університет

Надійшла 30.05.2011

УДК 628.5:634.942:581.135

САНУЮЧА ФУНКЦІЯ ДЕРЕВНО-КУЩОВИХ РОСЛИН В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

С.О. Володарець

Донецький національний університет

Проведено вивчення фітонцидної активності узимку, навесні та влітку 11 видів деревно-кущових рослин, що зростають на ділянках з різним ступенем забруднення повітря у м. Донецьку. Встановлено залежність фітонцидної активності від фенофази деревно-кущових рослин. Відмічено вплив техногенного середовища на фітонцидну дію летких виділень досліджених видів дерев та кущів.

UDC 628.5:634.942:581.135

THE SANITATION FUNCTION OF TREES AND SHRUBS IN URBAN ENVIRONMENT

S.A. Volodarez

Donetsk National University

The study of the phytoncide activity of 11 species of woody and shrub plants, growing at the areas with different degree of air pollution in Donetsk, during winter, spring and summer has been conducted. The dependence between the phytoncide activity and phenological stage of woody and shrub plants has been stated. It should be noted that the technogenic environment has an influence on the effects of volatile compounds of the trees and shrubs under consideration.