

ІНДЕКС ЛИСТКОВОЇ ПЛОЩІ (LAI) ЛІАН РОДУ *PARTHENOCISSUS* PLANCH. ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПОКАЗНИК ОЗЕЛЕНЕННЯ (GnPR)

В. П. КУЧЕРЯВИЙ, доктор сільськогосподарських наук, професор

Н. Д. ГОЦІЙ, інженер

Національний лісотехнічний університет України

E-mail: natali_gocij@ukr.net

***Анотація.** Індекс листкової площі (LAI) є одним з показників, які найчастіше використовуються для оцінки асиміляційної поверхні рослинності та її впливу на довкілля. На його основі розраховують показник озеленення (GnPR), який використовують для порівняння різноманітної рослинності досліджуваних територій. Метою досліджень було визначення LAI найбільш поширених у м. Львові представників роду *Parthenocissus Planch.* На прикладі закритого дворику виявлено ступінь впливу листкового покриття *P. tricuspidata 'Veichii'* на показник озеленення. Дослідження проводились застосовуючи біометричні методи з подальшою обробкою з допомогою програми *Arhcad*. Розрахований нами показник LAI *P. tricuspidata 'Veichii'* та *P. quinquefolia 'Engelmanii'* становить відповідно 1,3 і 2,6. LAI *P. quinquefolia (L.) Planch.* становить 2,9 і узгоджується з літературними даними. GnPR визначали як відношення загальної площі листкового покриття рослин до площі дворику. *P. tricuspidata 'Veichii'* площею покриття 405,05 м² збільшує показник озеленення (GnPR) закритого дворику площею 272,3 м² на вул. Левицького в 5,9 разів.*

***Ключові слова:** індекс листкової площі (LAI), показник озеленення (GnPR), види роду *Parthenocissus Planch.*, проективна площа (*Canopy Area*), загальна площа листкового покриття рослинами (*Total leaf area*)*

Актуальність та аналіз останніх досліджень. Урбанізаційні процеси, які негативно впливають на здоров'я мешканців великих міст, спонукають науковців розробляти нормативну базу їхнього озеленення.

Підраховано, що 1 га міських зелених насаджень поглинає протягом 1 год 8 кг CO₂, тобто таку кількість, яку виділяє за цей час 200 осіб (Кучерявий, 2003; 2010).

Для того, щоб людина мала здорове оточуюче середовище, стверджують прихильники цього досить примітивного розрахунку, необхідно на одного міського жителя мати 50м² зелених насаджень. Такі ж рекомендації дає Всесвітня

організація охорони здоров'я (ВООЗ), але додатково на одного мешканця рекомендує 300 м² замських насаджень.

Як відомо, поглинання вуглекислого газу та адсорбування різних поллютантів залежить від маси і асиміляційної поверхні рослин.

Сьогодні поширений метод оцінки асиміляційної поверхні, виражений показником LAI (Leaf Area Index). LAI також називають проективною поверхнею листя. Найпростіше визначення показника LAI – це відношення листової поверхні рослини до поверхні ґрунту, яку вона займає (Asner et al., 2003; Borowski, 2015; Kielbasa et al., 2005). У випадку дерев і чагарників це проекція крони на поверхню ґрунту (Borowski, 1996; Ong, 2003).

На думку Я. Боровскі (Borowski, 2015), можна припустити, що LAI найкраще відображає структуру і розмір рослин. Очевидно, що цей показник не відображає безпосередньо інтенсивності таких життєвих процесів як фотосинтез, дихання чи транспірацію, однак LAI використовується для оцінки чистої продуктивності зелених насаджень міських районів, екосистем і навіть біомів (Asner et al., 2003). LAI є безрозмірною величиною.

Величина показника листового покриття часто використовується для порівняння густоти облищення крон дерев, які ростуть у різних умовах. Цей показник вказує, що в урбогенному середовищі спостерігається послаблений ріст дерев. Наприклад, за даними Боровскі (Borowski, 2015), LAI п'яти видів дерев, що ростуть у Варшаві в міських умовах, був менший (1,23), ніж у природніх умовах (2,03).

Вивченням індексу листової поверхні дерев'янистих ліан займались ряд науковців (Borowski, 2015; Ottelé, 2011), котрі стверджують, що цей показник змінюється відповідно до структури покриву рослини, її віку, щільності покриття і площі листової пластинки. LAI становить менше 1 для молодих рослин з нещільним покриттям і зростає до 3-5 для дорослих рослин, для *Hedera helix* L. значення може сягати 7,7.

У наших дослідженнях ми використовували показник LAI при порівнянні ступеня озеленення житлових територій. З його допомогою був визначений

показник озеленення Green Plot Ratio (GnPR). Вперше цей термін вжив китайський вчений Онг (Ong, 2003). GnPR – це відношення площі всієї листкової поверхні рослин до території, яку вона займає і розраховується за формулою:

$$\text{GnPR} = \frac{\text{total leaf area}}{\text{site area}} = \frac{\sum \text{LAI}_1 \times \text{Canopy Area}_1 + \text{LAI}_n \times \text{Canopy Area}_n}{\text{site area}} \quad (1),$$

де *total leaf area* – загальна площа листкового покриття рослинами, м²;

site area – загальна площа ділянки, м²;

Показник LAI використовується для визначення загальної площі листкового покриття (*Total leaf area*):

$$\text{Total leaf area} = \sum \text{LAI}_1 \times \text{Canopy Area}_1 + \text{LAI}_n \times \text{Canopy Area}_n \quad (2),$$

де *LAI_n* – індекс листкової площі рослини;

Canopy Area_n – проєктивна площа, м².

Як виявилось, одна і та ж біологічно активна поверхня має різну силу впливу на міське середовище. Наприклад, трав'яна рослинність має обмежену силу природного впливу і показник GnPR для неї сягає лише до 1. Покриття площі невеликими чагарниками підвищує загальний показник GnPR від 2 до 3,5 залежно від висоти чагарників. Підвищує значення показника озеленення посадка дерев (Bogowski, 2015).

Розвиток вертикальної структури рослинності також призводить до збільшення значення показника озеленення. GnPR не є сталою величиною і зростає водночас з розвитком деревно-чагарникової групи. На його значення впливає також догляд території, старіння рослин, обрізка, тощо. Покриті ліанами поверхні, як стверджують науковці (Bogowski, 2015), показник озеленення значно збільшують, що дає підстави для широкого їх використання в озелененні.

Метою досліджень був розрахунок індексу листкової площі (LAI) *P. quinquefolia*, *P. quinquefolia* 'Engelmannii' та *P. tricuspidata* 'Veitchii' та його вплив на показник озеленення GnPR на прикладі закритого дворику у м. Львові.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом досліджень для розрахунку показника озеленення GnPR був закритий дворик на вул. Левицького (рис.1, 2), де зростає найстаріший у м. Львові (понад 70 років) екземпляр *P. tricuspidata* 'Veitchii'. Він покриває три з чотирьох стін 4 та 5-поверхових будинків північної,

південної та західної експозиції. Висота рослини - 14-18 м. Дворик площею 272,3 м² має квадратну форму (16,5×16,5м) і знаходиться в центрі міста. Він замощений бетонними плитами розміром 50×50 см. Посередині прямокутна клумба площею 98,9 м². На клумбі зростають переважно чагарникові рослини, з деревних – сумах пухнастий (*Rhus typhina* Torr.).



Рис. 1. Озеленення закритого дворику на вул. Левицького

Схематичне зображення досліджуваного об'єкта представлено на рис. 2.

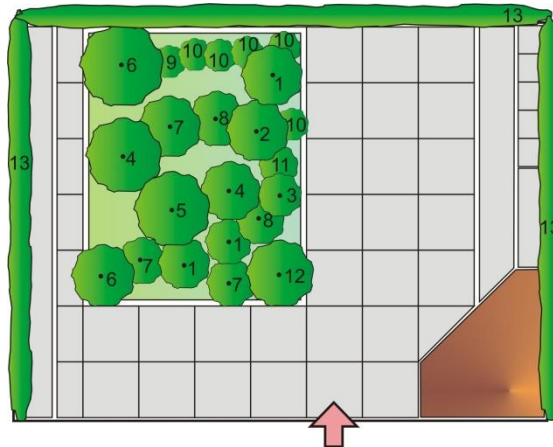


Рис. 2. Схема озеленення закритого дворику на вул. Левицького:

1 – гортензія садова; 2 – керія японська; 3 – гібіскус сирійський; 4 – форзиція проміжна; 5 – бузина чорна; 6 – жасмин садовий; 7 – бузок звичайний; 8 – самшит вічнозелений; 9 – щитник чоловічий; 10 – хоста звичайна; 11 – барвінок малий; 12 – сумах пухнастий; - 13 – дикий виноград тригострокінцевий.

LAI *P. quinquefolia*, *P. quinquefolia* 'Engelmannii' та *P. tricuspidata* 'Veichii' визначали на основі середньої площі листкової поверхні, що припадає на 1м² опори (Ottelé, 2011).

Для точного визначення площі листкового покриття *P. tricuspидata* 'Veichii' використовували метод фотофіксації з подальшим розрахунком з допомогою програми Arhiscad. З допомогою цієї ж програми розраховували площу листкової пластинки. Для цього здійснювали сканування 50 листків дикого винограду і робили заміри двох натуральних розмірів (найбільший і найменший) з допомогою лінійки з подальшим розрахунком програмою.

Кількість листків на 1 м² поверхні, висоту рослин, що зростають на клумбі та проективну площу крони розраховували використовуючи біометричні методи. Показник LAI всіх рослин, котрі ростуть в дворіку, окрім *P. tricuspидata* 'Veichii', розраховували залежно від їх висоти (рис. 3).

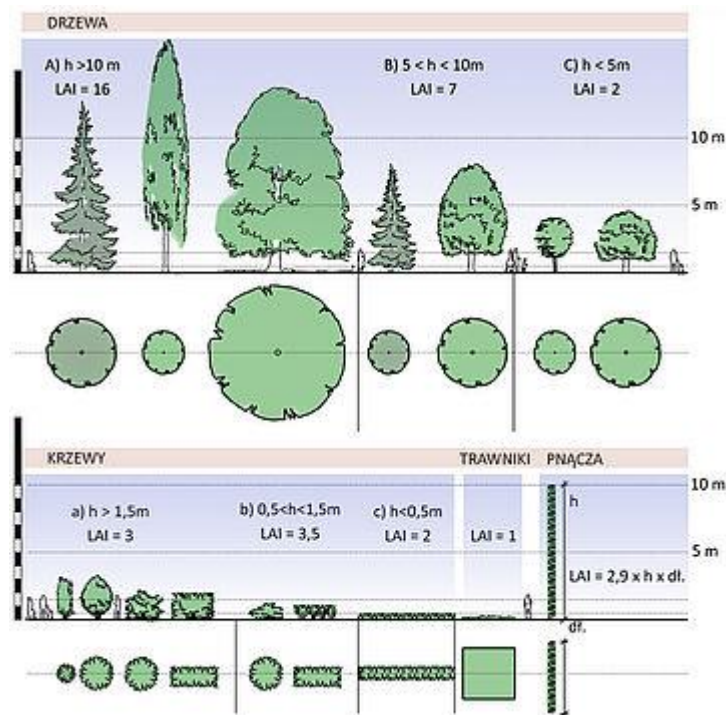


Рис. 3. Показник LAI (Leaf Area Index) дерев, чагарників, ліан і газонів залежно від їх висоти (Borowski, 2015)

Для дерев LAI був визначений на основі вимірювання густоти облиствлення LAD – Leaf Area Density згідно методики, запропонованої виробником лаіометру (Peper et al., 2003).

Результати досліджень та обговорення. LAI витких деревних рослин характеризуються високими значеннями, оскільки вони створюють дуже великі

площі листкової поверхні, займаючи невелику площу поверхні ґрунту (1 м²) (Borowski, 2015; Ottel , 2011).

Я. Боровскі в своїх дослідженнях визначив LAI дикого винограду п'ятилисточкового (*P. quinquefolia* (L.) Planch.), який становить 2,9 (Borowski, 2015; 1996).

Ми розраховуємо його для *P. quinquefolia*, *P. quinquefolia* 'Engelmanii' і *P. tricuspidata* 'Veitchii' (табл. 1).

1. Розрахунок індексу листкової площі (LAI) найбільш поширених у м. Львові представників дикого винограду

Назва таксону	К-сть листків на 1м ² , шт	Сер. пл. листк. пластинки, м ²	LAI
<i>P. quinquefolia</i> (L.) Planch.	163 ± 9	0,018	2,9
<i>P. quinquefolia</i> 'Engelmanii'	186 ± 10	0,007	1,3
<i>Parthenocissus tricuspidata</i> 'Veitchii'	155 ± 8	0,017	2,6

Як видно з таблиці 1, середня площа листкової поверхні на 1 м² (LAI) для *P. quinquefolia* (L.) Planch. становить 2,9, що співпадає з розрахунками Я. Боровскі. Згідно наших розрахунків LAI *P. quinquefolia* 'Engelmanii' і *Parthenocissus tricuspidata* 'Veitchii' становлять 1,3 та 2,6 відповідно. Найменшим значенням серед досліджуваних таксонів характеризується *P. quinquefolia* 'Engelmanii', що пояснюється найменшою площею листкової пластинки.

Визначення LAI деревно-чагарникових та трав'яних рослин та загальну площу листкового покриття на клумбі дворику розраховували для визначення показника озеленення GnPR. Дані зведені в таблиці 2.

2. Індекс листкової площі (LAI) та загальна площа листкового покриття (*Total leaf area*) рослин на клумбі

№ п/п	Українська назва	Латинська назва	К-сть, шт	Висота, м	LAI	Проективна площа крони (<i>Canopy Area</i>), м ²	Загальна площа листкового покриття (<i>Total leaf area</i>), м ²
1	Гортензія садова	<i>Hydrangea petiolaris</i> (Thunb.)	3	1,6	3	4,5	13,5
				1,4	3,5	3,1	10,8
				1,5	3,5	3,8	13,3

2	Керія японська	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC	1	2,3	3	6,1	18,3
3	Гібіскус сірійський	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	1	1,6	3	2,5	7,5
4	Форзиція проміжна	<i>Forsythia</i> <i>intermedia</i> Zab.	2	2,5 2,3	3 3	6,1 5,3	18,3 15,9
5	Бузина чорна	<i>Sambucus nigra</i> L.	1	3,5	3	7,1	21,3
6	Жасмин садовий	<i>Philadelphus</i> <i>coronarius</i> L.	2	2,7 2,0	3 3	6,1 5,3	18,3 15,9
7	Бузок звичайний	<i>Syringa vulgaris</i> L.	2	2,7 2,5	3 3	6,2 5,3	18,6 15,9
8	Самшит вічнозелений	<i>Buxus</i> <i>sempervirens</i> L.	2	2,3 2,4	3 3	3,1 2,5	9,3 7,5
9	Щитник чоловічий	<i>Dryopteris filix-</i> <i>mas</i> (L.) Schott	1	0,4	2	0,5	1,0
10	Хоста звичайна	<i>Hosta plantaginea</i> L.	5	0,3 0,4 0,4 0,3 0,4	2 2 2 2 2	0,5 0,8 0,5 0,5 0,8	1,0 1,6 1,0 1,0 1,6
11	Барвінок малий	<i>Vinca minor</i> L.		0,2	1	1	1
12	Сумах пухнастий	<i>Rhus typhina</i> L.	1	3,8	2	9,1	18,2
Σ							230,8

Отже, загальна площа листкового покриття рослин на клумбі дворику (*Total leaf area*) розрахована за формулою 2 і становить 230,8 м².

У внутріквартальних двориках через обмеженість території для озеленення деревними, чагарниковими та трав'яними рослинами чи не єдиним способом збільшення біологічно активної поверхні є застосування ліан та їх декоративних форм. Для того, щоб зрозуміти наскільки застосування ліан впливає на показник GnPR, для порівняння взято рослини, що зростають на клумбі.

Показник озеленення дворику (GnPR₁), розраховано за формулою 1:

$$\text{GnPR}_1 = \frac{230,8}{272,3} = 0,8$$

Площа покриття опори (*Canopy Area*) *P. tricuspidata* 'Veichii' на трьох стінах внутрішнього дворику становить 405,05 м². Загальну площу листкового покриття дикого винограду (*Total leaf area*_{д.в.}) розраховували згідно методики М. Оттеле (Ottelé, 2011) як добуток показника LAI *P. tricuspidata* 'Veichii' (2,6) на його площу покриття:

$$\text{Total leaf area}_{\text{д.в.}} = 2,6 \times 405,05 = 1053 \text{ м}^2 \text{ (2)}$$

Показник озеленення дворику ($GnPR_2$), який враховує площу листкового покриття дикого винограду становить:

$$GnPR_2 = \frac{230,8 + 1053,1}{272,3} = 4,7$$

Як видно з розрахунків, *P. tricuspidata* 'Veichii' збільшує показник озеленення ($GnPR$) закритого дворику площею 272,3 м² на вул. Левицького в 5,9 разів.

Висновки та рекомендації. Визначення індексу листкової поверхні (LAI) дає можливість розрахувати площу листкового покриття вертикальних опор, а також визначати питому вагу вертикального озеленення в озелененні конкретної території. Такий підхід є важливим, оскільки сьогодні площа вертикального озеленення не враховується в обчисленні його нормативної бази.

За результатами досліджень визначено LAI найбільш поширених у м. Львові ліан роду *Parthenocissus* Planch.

Показник озеленення ($GnPR$) є змінною величиною і зростає зі збільшенням індексу листкової площі (LAI) рослин.

На основі проведених досліджень підтверджено, що застосування прийомів вертикального озеленення з використанням ліан роду *Parthenocissus* Planch. суттєво збільшує значення $GnPR$.

References

1. Kucheriavyi V.P. (2003). Fitomelioratsiia [Phytomelioration]. Svit, 540. [in Ukrainian]
2. Kucheriavyi V.P. (2010) Zahalna ekolohiia [General ecology]. Svit, 520. [in Ukrainian]
3. Asner G.P., Scurlock J.M.O., Hicke J.,A. (2003). Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies. *Global Ecology & Biogeography*, 12, 191–205. [in English]
4. Borowski J. Jak pnącza mogą wpłynąć na współczynniki zazielenienia terenu? Available at: <https://www.clematis.com.pl/informacje-o-roslinach/eksperci-radza/dr-hab-jacek-borowski/1020-jak-pnacza-moga-wplynac-na-wspolczynniki-zazielenienia-terenu/> [in Poland]
5. Borowski J., Pstrągowska M. (2015). Rośliny drzewiaste w osiedlach mieszkaniowych. [Woody plants in housing estates], Warszawa, Poland: SGGW, 260. [in Poland]

6. Borowski J. (1996). Pnącza z rodzaju winobluszcz (*Parthenocissus* Planch.) w warunkach miejskich. Rocznik Dendrologiczny, 44, 49–65. [in Poland]
7. Kiełbasa P., Juliszewski T. (2005). Pomiar powierzchni liści wybranych roślin metodą video-komputerową. Inżynieria Rolnicza, 14, 169-175 [in Poland]
8. Peper P.J., McPherson E.G. (2003). Evaluation of four methods for estimating leaf area of isolated trees. Urban For. Urban Green, 2, 019–029. [in English]
9. Ong B. L. (2003). Green plot ratio: an ecological measure for architecture and urban planning. Landscape and Urban Planning, 63, 197–211. doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00191-3 [in English]
10. Ottelé M. (2011). The green building envelope: vertical greening. TU Delft, 245 [in English]

ИНДЕКС ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ (LAI) ЛИАН РОДА *PARTHENOCISSUS* PLANCH. И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА КОЭФФИЦИЕНТ ОЗЕЛЕНЕНИЯ (GNPR)

В. А. Кучерявый, Н. Д. Гоций

Аннотация. Индекс листовой площади (LAI) является одним из показателей, которые чаще всего используются для оценки ассимиляционной поверхности растительности и ее влияния на окружающую среду. На его основе рассчитывают коэффициент озеленения (GnPR), который используют для сравнения разнообразной растительности исследуемых территорий. Целью исследований было определение LAI наиболее распространенных в г. Львов представителей рода *Parthenocissus* Planch. На примере закрытого двора выявлена степень влияния листового покрытия *P. tricuspidata* 'Veichii' на коэффициент озеленения. Исследования проводились, применяя биометрические методы с последующей обработкой с помощью программы *Arhcad*. Рассчитанный нами показатель LAI *P. tricuspidata* 'Veichii' и *P. quinquefolia* 'Engelmanii' составляют 1,3 и 2,6 соответственно. LAI *P. quinquefolia* (L.) Planch. составляет 2,9 и согласуется с литературными данными. *P. tricuspidata* 'Veichii' площадью покрытия 405,05 м² увеличивает коэффициент озеленения (GnPR) закрытого двора площадью 272,3 м² на ул. Левицкого в 5,9 раз.

Ключевые слова: индекс листовой площади (LAI), коэффициент озеленения (GnPR), виды рода *Parthenocissus* Planch., проективная площадь (Canopy Area), общая площадь листового покрытия растениями (total leaf area)

LEAF AREA INDEX (LAI) OF THE *PARTHENOCISSUS* PLANCH. GENUS AND ITS IMPACT ON THE GREEN PLOT RATIO (GNPR)

V. P. Kucheriavyi, N. D. Hotsii

Abstract. The Leaf Area Index (LAI) is one of the most commonly used indicators for assessing the assimilation surface of a vegetation and its environmental impact. On this basis, a greening index (GnPR) is calculated, which is used to compare the various

vegetation of the studied areas. The purpose of the research was to determine the LAI of the most common representatives of the genus *Parthenocissus* Planch in Lviv. The degree of influence of the leaf cover of *P. tricuspidata* 'Veichii' on the landscaping indicator was found in the example of a closed courtyard. The studies were conducted using biometric methods with subsequent processing using the Arhcad program. The LAI calculated by *P. tricuspidata* 'Veichii' and *P. quinquefolia* 'Engelmanii' is 1.3 and 2.6, respectively. LAI *P. quinquefolia* (L.) Planch. is 2.9 and is consistent with the data from the other research. *P. tricuspidata* 'Veichii' with an area of 405.05 m² increases the index (GnPR) of a closed yard of 272.3 m² on the Levitsky street in 5.9 times.

Keywords: LAI, GnPR, species of *Parthenocissus* Planch. genus, canopy area, total leaf area