

6. ЕКОЛОГІЯ ТА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНА СПРАВА



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412035>

Article received 2020.03.18

Article accepted 2020.12.28

ISSN 1991-606X print

ISSN 2616-5015 online

@ ✉ Correspondence author

Myroslava Soroka

myroslava_soroka@yahoo.com

General Chuprynka str., 103, Lviv, 79057, Ukraine

УДК 635.927

Особливості формування фітобіоти плоских зелених дахів екстенсивного типу у м. Львові

О.Є. Галевич¹, М.І. Сорока²

Досліджено таксономічний склад, біоекологічні та хорологічні характеристики культивованих видів рослин плоских зелених дахів екстенсивного типу. Виявлено структурні особливості флори культивованих видів, досліджено їх рівні морозо- і зимостійкості та USDA-районування, вивчено вертикальний розподіл типів зелених дахів. Для озеленення покрівель використовують п'ять основних типів – «Седумний килим», «Газонний дах», «Духмяні трави», «Злаковий сад» і «Сад на даху». Більшість втілених проектів виконано за технологією і з використанням субстратів, газонних сумішей і асортименту рослин німецької компанії «ZinCo GmbH». Виявлено також об'єкти колективної та приватної власності у малоповерховій забудові, де для озеленення дахів здійснено індивідуальні проекти, а асортимент рослин підібрано згідно проектних пропозицій. Найбільше озеленення дахів створено на будівлях заввишки 10-20 м (45% зелених дахів). Також популярним у місті є озеленення дахів висотних житлових будівель 10-ти і вищих поверхів (22%). Для озеленення плоских дахів використано 230 видів рослин та 105 їх культурварів. У спектрі життєвих форм домінують фанерофіти (129 видів; 44%) і гемікриптофіти (98; 33%). Більшість видів рослин, використаних для озеленення дахів, природно ростуть у Південно-Східній Азії – 56 видів (24%), Європі (50; 22%), Північній Америці (39; 17%) та Євразії (32; 14%); 11 видів (5%) мають гібридне походження.

Серед представників хвойних переважають карликові рослини з блакитним забарвленням хвої, серед листяних дерев і кущів – строкатолисті, облямовані та пурпурнолисті низькорослі форми. Газонні дахи виконані, переважно, посівом із травосумішей низькорослих злаків та мікроконюшини, однорічні рослини практично не використовуються.

Аналіз зимостійкості видів показав, що на зелених дахах найкраще зимують види з гірських районів Центральної і Східної Азії, де панує континентальний клімат. Натомість види з європейських гір мають нижчу зимостійкість. Розподіл видів за USDA-зонами показав, що найбільше використано видів п'ятої зони морозостійкості (96 видів; 33%), широко представлені також види четвертої (69; 23%) і третьої зон (61; 21%).

Ключові слова: озеленення покрівель; видовий склад; культурвари; біоморфологічна структура; морозостійкість; USDA-зони.

¹ Галевич Оксана Євгенівна – аспірант кафедри ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, Львів 79057, Україна. Тел.: +38-032-239-27-11. E-mail: oksana.galevich2019@gmail.com

² Сорока Мирослава Іванівна – науковий керівник, академік Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, професор. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, Львів 79057, Україна. Тел.: +38-032-239-27-11. E-mail: myroslava_soroka@yahoo.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1037-6904>

Вступ. Озеленення експлуатованих покрівель є одним із видів інтродукції рослин, який потребує наукового підходу та ретельного підбору асортименту задля успішного функціонування зелених дахів – самостійного елементу урбоценозу, який покращує естетичні характеристики міського озеленення і виконує екологічну та економічну ролі. Зелені дахи, вкриті мохами й травами, з'явилися природним шляхом у Скандинавії, Ісландії, на островах Океанії, у Середній Азії та Африці. На сьогоднішні дослідження у напрямі озеленення дахів довели високу ефективність таких покрівельних технологій.

Останні мають багато переваг порівняно зі звичайними даховими матеріалами. Відомо, що забудовані території через значні площі водонепроникних поверхонь, які перешкоджають переведенню води у внутрішньогрунтовий стік, генерують значно більше опадової води, аніж території, вкриті рослинами. Звичайні дахи є водонепроникними, а тому їхнє озеленення – один із способів регулювання опадових стоків у місті (VanWoert et al., 2005; Villarreal & Bengtsson, 2005; Getter & Rowe, 2006; Teemusk & Mander, 2007; Simmons, Gardiner, Windhager & Tinsley, 2008; Nagase & Dunnett, 2012; Nardini, Andri & Crasso, 2012; Burszta-Adamiak, Łomotowski & Wiercik, 2014; Ткаченко, 2016; Ksit, & Pożegowiak, 2017), що значно економить енергоносії, витрачені на каналізацію та водовідведення (Liu & Minor, 2005; Мельничук, 2008; Castleton, Stovin, Beck & Davison, 2010; Feng, Meng & Zhang, 2010; Počurová, Vranay, & Vranayova, 2016). Одночасно зелені дахи сприяють пом'якшенню міського парникового ефекту (Köhler et al., 2002; Takebayashi & Moriyama, 2007; Wong & Lau, 2013; Berardi, Ghaffarian Hoseini & Ghaffarian Hoseini, 2014), дають змогу покращити мікроклімат будівель (Palomo & Barrio, 1998; Niachou, Papakonstantinou, Santamouris, Tsangrassoulis & Mihalakakou, 2001; Theodosiou, 2003; Wong, Chen, Ong, & Sia, 2003), зменшити шумове та хімічне забруднення (Van Renterghem & Botteldooren, 2011) та збільшити термін служби покрівельних матеріалів (Kosareo & Ries, 2007).

Актуальним на сьогодні є підбір легких субстратів для зелених дахів (VanWoert et al., 2005; Getter & Rowe, 2006; Rowe & Monterusso, Rugh, 2006; Durhman, Rowe & Rugh, 2007) та асортименту рослин, придатних для озеленення покрівель (Thompson, 1998; Monterusso, Rowe & Rugh, 2005; Villarreal & Bengtsson, 2005; Köhler, 2006; Rowe, Monterusso & Rugh, 2006; Snodgrass & Snodgrass, 2006; Emilsson, 2008; Wolf & Lundholm, 2008; Getter & Rowe, 2009; Nagase & Dunnett, 2010; MacIvor & Lundholm, 2011; Susca, Gaffin & Dell'Osso, 2011; Nagase & Dunnett, 2012; Blanusa, Monteiro, Fantozzi, Vysini, Li, & Cameron, 2013; Дьяченко, Клименко, 2013; Coma, Pérez, Solé, Castell, & Cabeza, 2016), серед яких все частіше застосовують природні види (Butler, Butler & Orians, 2012; Benvenuti, 2014).

Доведено важливу роль зелених дахів у збільшенні біорізноманіття урбоценозів і формуванні своєрідних екосистем, де, окрім рослин, вижи-

вають і багато представників фауни (Kadas, 2005; Baumann, 2006; Brenneisen, 2006; Dunnett, 2006; Grant, 2006; Oberndorfer et al., 2007; Schindler, Griffith, & Jones, 2011; Benvenuti, 2014; Williams, Lundholm & Scott MacIvor, 2014; Sutton, 2015).

Мікроклімат дахів, як і макроклімат регіонів – величини широтно- і висотно детерміновані, проте на дахах мікроклімат має зовсім інші показники, аніж на поверхні землі (Liu & Minor, 2005). На життєвість рослин на дахах, окрім загальних кліматичних показників, мають значний вплив також висота будівлі, товщина і тип субстрату, добова амплітуда температур, вологість повітря, наявність поливу та зимового вкриття, а також тип покрівельного матеріалу, який зумовлює додаткове нагрівання влітку і охолодження – взимку. У зв'язку з цим, підбір рослин потребує використання чітких критеріїв придатності видів для озеленення дахів. На практиці ж він базується лише на рекомендаціях проектних компаній, а принципи і методи вибору рослин для конкретних типів дахів розроблені дуже слабо, оскільки це новий напрям ландшафтної архітектури, який тільки напрацьовує теоретичну базу, і експериментальних даних щодо поведінки рослин на висотах, не притаманних їм у природі, дуже мало.

Також не існує єдиного показника, який однозначно визначив би з достатнім рівнем достовірності успішність інтродукції рослинного виду на даху. Одним із таких критеріїв є морозостійкість видів, для показника якої використовують середні багаторічні значення мінімальних температур, які здатен витримати вид. Цю методикау вперше запровадив американський дендролог А. Render (1949), виділивши для території США і Канади сім агрокліматичних зон. G. Krussmann (1995) виконав подібне зонування для Європи, а О.І. Колесников (1974) – для території колишнього СРСР.

Загальноновизнаним на сьогодні є USDA-зонування світу на 13 зон морозостійкості, розроблене Міністерством сільського господарства США (United States Department of Agriculture, USDA), яке є підставою для інтродукції та акліматизації рослин, теоретичною підставою для практики зеленого будівництва (Heinze, Schreiber, 1984; Find Plants by Hardiness Zone). Територія України вписується у п'яту, шосту і частково – у сьому зони, а територія м. Львова розташована у межах підзони ба, яка характеризується діапазоном мінімальних температур від -20,6 до -23,3 °С. Проте відомо, що із просуванням на схід і зростанням континентальності клімату, у культурі виживають більш теплолюбні рослини, ніж це визначено USDA-зонуванням. Цей аспект було вирішено дослідити також і у випадку із озелененням дахів та встановити асортимент рослин, які декілька років виживають на існуючих зелених дахах у м. Львові.

Об'єкти та методика досліджень. *Об'єкт дослідження* – формування насаджень на плоских зелених дахах екстенсивного типу в умовах м. Львова. *Предмет дослідження* – систематична, біомор-

фологічна, екологічна і хорологічна структура культивованої флори плоских зелених дахів.

Мета досліджень полягала в аналітичному вивченні складу і структури культивованої флори зелених дахів м. Львова та здійсненні її еколого-флористичного аналізу.

Дослідження видового складу рослин плоских зелених дахів здійснювали впродовж 2016-2020 рр. методом облікових ділянок. Визначення видів рослин та їх культиварів виконували за допомогою спеціалізованих визначників (Деревья и кустарники..., 1949-1962; Доброчаева, Котов, Прокудин, 1987; Колесников, 1974; Кохно, 2001, 2002; Cheers, 2003). Латинські назви судинних рослин наведені за таксономічною електронною базою даних The Plant List. Життєві форми рослин виокремлено за С. Raunkiaer (1934), а типи озеленення дахів визначали за домінуючими біоморфами. Зони морозостійкості наведені за категоріями USDA-зонування Європи (Heinze, Schreiber, 1984; Find Plants by Hardiness Zone; Climatic zoning). До хорологічного аналізу було залучено лише види рослин, до біоморфологічного аналізу і USDA-зонування – всі визначені види і культивари.

Результати та обговорення. У м. Львові зелені дахи почали споруджувати з 2013 року. Переважна більшість серед них – це екстенсивні дахи з обмеженим доступом людей. Найпоширенішими у м. Львові є системи озеленення дахів німецької компанії «ZinCo GmbH», представником якої в Україні є «ZinCo Ukraine». Під час облаштування зелених дахів за цією технологією використовують субстрати із полегшених композитних матеріа-

лів, а асортимент рослин підбирають за стандартними критеріями (*Каталог стандартных решений ZinCo*). Натомість зелені дахи приватних будівель мають набагато ширший асортимент рослин, а у ролі субстратів тут використовують покращені, іноді – й універсальні ґрунтосуміші. Експерименти з видовим складом рослин тут часто завершуються однорічними посадками, оскільки особливі умови дахів будівель є найкращим рушієм природного добору видового складу, що добре помітно в процесі аналізу морозо- зимо- та посухостійкості використаних рослин.

Упродовж 2016-2020 рр. на території м. Львова було обстежено 18 об'єктів з експлуатованими плоскими покрівлями, на яких влаштовано озеленення екстенсивного типу або з мінімальним інтенсивним навантаженням. Серед усіх досліджених об'єктів у м. Львові виявлено п'ять типів озеленення дахів – «Седумний килим», «Газонний дах», «Духмяні трави», «Злаковий сад» і «Сад на даху». Найчастіше вони влаштовані на державних установах і багатоповерхових житлових будівлях. Садіння рослин здійснюють безпосередньо у субстрат різної товщини, інколи – у гряди чи контейнери. У процесі досліджень видового складу рослин плоских зелених дахів встановлено, що в їхній композиції використано 230 видів рослин та 105 їх культиварів, а загалом 292 таксони (табл.).

Аналіз ценофлори культивованих на дахах видів засвідчив, що за життєвими формами переважають фанерофіти (129 видів; 44%), другу групу складають гемікриптофіти (98; 34%). Менше використано криптофітів (34; 12%), хамефітів (27; 9%), і практично не застосовано терофітів (5; 2%) (рис. 1).

Таблиця

Таксономічний склад рослин плоских зелених дахів екстенсивного типу

<i>Acanthus mollis</i> L.	<i>Juniperus horizontalis</i> Moench 'Blue Chip'
<i>Acer campestre</i> L.	<i>Juniperus procumbens</i> (Siebold ex Endl.) Miq. 'Nana'
<i>Acer palmatum</i> Thunb.	<i>Juniperus sabina</i> (Aiton) A. E. Murray 'Tamariscifolia'
<i>Acer platanoides</i> L. 'Crimson King'	<i>Juniperus sabina</i> (Aiton) A. E. Murray 'Femina'
<i>Acer rubrum</i> L.	<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.
<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i> (Maxim.) Wesm.	<i>Juniperus scopulorum</i> Sarg. 'Skyrocket'
<i>Aethionema grandiflorum</i> Boiss. & Hohen.	<i>Juniperus squamata</i> Buch.-Ham. ex D. Don 'Blue Carpet'
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	<i>Juniperus squamata</i> Buch.-Ham. ex D. Don 'Blue Star'
<i>Agrostis stolonifera</i> L. 'Kromi'	<i>Juniperus virginiana</i> L.
<i>Agrostis capillaris</i> L. 'Highland'	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.
<i>Akebia quinata</i> (Houtt.) Decne	<i>Kniphofia uvaria</i> (L.) Oken
<i>Alchemilla mollis</i> (Buser) Rothm.	<i>Kolkwitzia amabilis</i> Graebn.
<i>Allium cristophii</i> Trautv.	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.
<i>Allium karataviense</i> Regel	<i>Leontopodium nivale</i> (Ten.) Huet ex Hand.-Mazz.
<i>Amelanchier canadensis</i> (L.) Medik.	<i>Leucanthemum vulgare</i> (Vaill.) Lam.
<i>Amelanchier lamarckii</i> F. G. Schroed.	<i>Leymus arenarius</i> (L.) Hochst.
<i>Amelanchier arborea</i> (F. Michx.) Fernald 'Robin Hil'	<i>Liatris spicata</i> (L.) Willd. 'Alba'
<i>Anaphalis triplinervis</i> (Sims) Sims ex C. B. Clarke	<i>Liatris spicata</i> (L.) Willd. 'Kobol'
'Sommerschnee'	

<i>Anemone pulsatilla</i> L.	<i>Ligustrum vulgare</i> L.
<i>Aquilegia vulgaris</i> L.	<i>Lolium perenne</i> L.
<i>Arabis caucasica</i> Willd.	<i>Lolium perenne</i> L. 'Bloomfield'
<i>Armeria maritima</i> (Mill.) Willd.	<i>Lonicera acuminata</i> Wall.
<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliott	<i>Lonicera ligustrina</i> var. <i>pileata</i> (Oliv.) Franch. 'Variegata'
<i>Artemisia stelleriana</i> Besser 'Boughton Silver'	<i>Lonicera x tellmanniana</i> Meisn.
<i>Astilbe rubra</i> Hook.f. & Thomson	<i>Luzula nivea</i> (Nathh.) DC.
<i>Azorella trifurcata</i> (Gaertn.) Pers.	<i>Lychnis coronata</i> Thunb.
<i>Begonia cucullata</i> Willd.	<i>Matricaria breviradiata</i> (Ledeb.) Rauschert
<i>Berberis</i> × <i>frikartii</i> C. K. Schneid. ex Vandel. 'Verrucandii'	<i>Miscanthus sinensis</i> Andersson
<i>Berberis thunbergii</i> DC.	<i>Nepeta</i> × <i>faaseni</i> Bergmans ex Stearn
<i>Berberis thunbergii</i> DC. 'Atropurpurea'	<i>Nothofagus antarctica</i> (G. Forst.) Oerst.
<i>Berberis thunbergii</i> DC. 'Atropurpurea Nana'	<i>Oenothera macrocarpa</i> Nutt.
<i>Berberis thunbergii</i> DC. 'Helmond Pillar'	<i>Oenothera missouriensis</i> Sims
<i>Berberis aquifolium</i> Pursh	<i>Origanum majorana</i> L.
<i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch	<i>Origanum vulgare</i> L. 'Compacta'
<i>Betula pendula</i> Roth	<i>Pachysandra terminalis</i> Siebold & Zucc.
<i>Betula utilis</i> D. Don 'Doorenbos'	<i>Panicum virgatum</i> L.
<i>Buddleja alternifolia</i> Maxim.	<i>Panicum virgatum</i> L. 'Heavy Metal'
<i>Buddleja davidii</i> Franch.	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.
<i>Buddleja davidii</i> Franch. 'Empire Blue'	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch.
<i>Buglossoides purpureoacerulea</i> (L.) I. M. Johnst.	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold & Zucc.) Planch. 'Veitchii Robusta'
<i>Buxus sempervirens</i> L.	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng. 'Hameln'
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	<i>Perovskia abrotanoides</i> Kar.
<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	<i>Phedimus selskianus</i> (Regel & Maack) 't Hart 'Spirit'
<i>Carex montana</i> L.	<i>Philadelphus coronarius</i> L. 'Dame Blanche'
<i>Carex ornithopoda</i> Willd. 'Variegata'	<i>Phuopsis stylosa</i> (Trin.) Hook.f. ex B. D. Jacks 'Purpurea'
<i>Caryopteris incana</i> (Thunb. ex Houtt.) Miq.	<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim. 'Luteus'
<i>Catalpa bignonioides</i> Walt. 'Nana'	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst. 'Little Gem'
<i>Cerastium tomentosum</i> L.	<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss. 'Conica'
<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	<i>Picea omorika</i> (Pancic) Purk. 'Nana'
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray bis) Parl.	<i>Pinus cembra</i> L.
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray bis) Parl. 'Minima Glauca'	<i>Pinus heldreichii</i> Christ
<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	<i>Pinus heldreichii</i> Christ 'Compact Gem'
<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl. 'Boulevard'	<i>Pinus mugo</i> Turra 'Gnom'
<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All. 'Plena'	<i>Pinus mugo</i> Turra 'Mops'
<i>Clematis alpina</i> (L.) Mill.	<i>Pinus mugo</i> Turra 'Pumilio'
<i>Clematis tangutica</i> (Maxim.) Korsh.	<i>Pinus mugo</i> Turra 'Mughus'
<i>Clematis vitalba</i> L.	<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold
<i>Clematis jackmanii</i> T. Moore	<i>Pinus sylvestris</i> L.
<i>Clinopodium nepeta</i> (L.) Kuntze	<i>Pistorinia hispanica</i> (L.) DC.
<i>Cornus alba</i> L. 'Argenteo-marginata'	<i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco
<i>Cornus alba</i> L. 'Aurea'	<i>Poa pratensis</i> L.
<i>Cornus alba</i> L. 'Elegantissima'	<i>Poa pratensis</i> L. 'Broadway'
<i>Cornus alba</i> L. 'Sibirica'	<i>Poa pratensis</i> L. 'Evora'
<i>Cornus controversa</i> Hemsl.	<i>Poa pratensis</i> L. 'Sobra'

<i>Cornus kousa</i> F. Buerger ex Hanse	<i>Poa pratensis</i> L. 'Mercury'
<i>Cornus kousa</i> F. Buerger ex Hanse 'Milky Way'	<i>Polypodium vulgare</i> L.
<i>Cornus mas</i> L.	<i>Potentilla fruticosa</i> L.
<i>Cornus sanguinea</i> L.	<i>Prunus laurocerasus</i> L.
<i>Corylopsis pauciflora</i> Siebold & Zucc.	<i>Prunus nigra</i> Aiton
<i>Corylus colurna</i> L.	<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem.
<i>Cotinus coggygria</i> Scop. 'Royal Purple'	<i>Rhododendron catawbiense</i> Michx.
<i>Cotoneaster adpressus</i> Bois	<i>Ribes alpinum</i> L.
<i>Cotoneaster bullatus</i> Bois	<i>Ribes sanguineum</i> Pursh
<i>Cotoneaster dammeri</i> C.K. Schneid 'Coral Beauty'	<i>Rosa canina</i> L.
<i>Cotoneaster dammeri</i> C.K. Schneid 'Streibs Findling'	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.
<i>Cotoneaster dammeri</i> C.K. Schneid 'Major'	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.
<i>Cotoneaster divaricatus</i> Rehder & E.H. Wilson	<i>Rosa spinosissima</i> L.
<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne	<i>Rudbeckia hirta</i> L.
<i>Cotoneaster lucidus</i> Schltld.	<i>Salvia sclarea</i> L.
<i>Cotoneaster microphyllus</i> Wall. ex Lindl.	<i>Salvia splendens</i> Sellow ex Schult.
<i>Crataegus coccinea</i> L.	<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.
<i>Crocus tommasinianus</i> Herb.	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.
<i>Cymbalaria muralis</i> P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	<i>Sedum acre</i> L.
<i>Cytisus</i> × <i>kewensis</i> Bean	<i>Sedum acre</i> L. 'Aureum'
<i>Dasiphora fruticosa</i> (L.) Rydb. 'Alba'	<i>Sedum aizoon</i> L.
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	<i>Sedum aizoon</i> L. 'Euphorbioides'
<i>Deutzia gracilis</i> Siebold & Zucc.	<i>Sedum album</i> L.
<i>Dianthus alpinus</i> L.	<i>Sedum album</i> L. 'Coral Carpet'
<i>Dianthus arenarius</i> L.	<i>Sedum alpestre</i> Vill.
<i>Dianthus gratianopolitanus</i> Vill.	<i>Sedum ewersii</i> Ledeb.
<i>Digitalis purpurea</i> L.	<i>Sedum forsterianum</i> Sm.
<i>Duchesnea indica</i> (Jacks.) Focke	<i>Sedum hidakanum</i> Tatew. ex Kawano
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	<i>Sedum hispanicum</i> L.
<i>Elymus canadensis</i> L.	<i>Sedum hispanicum</i> L. 'Blue Carpet'
<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz. 'Emerald 'n' Gold'	<i>Sedum hybridum</i> L.
<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz. 'Gracilis'	<i>Sedum kamtschaticum</i> Fisch.
<i>Euphorbia myrsinites</i> L.	<i>Sedum rupestre</i> L.
<i>Festuca amethystina</i> L.	<i>Sedum rupestre</i> L. 'Angelina'
<i>Festuca gautieri</i> (Hack.) K. Richt. 'Pic Carlit'	<i>Sedum rupestre</i> L. 'Blue Spruce'
<i>Festuca glauca</i> Vill.	<i>Sedum sexangulare</i> L.
<i>Festuca rubra</i> L.	<i>Sedum sarmentosum</i> Bunge
<i>Festuca rubra</i> L. 'Jasperina'	<i>Sedum sichotense</i> Vorosch.
<i>Festuca rubra</i> L. 'Mystic'	<i>Sedum spectabile</i> Boreau
<i>Festuca rubra</i> L. 'Rossinante'	<i>Sedum spectabile</i> Boreau 'Brilliant'
<i>Festuca rubra</i> L. 'Greenlight'	<i>Sedum spectabile</i> Boreau 'Herbstfreude'
<i>Festuca rubra</i> L. 'Casanova'	<i>Sedum spurium</i> M. Bieb.
<i>Festuca rubra</i> L. 'Raymond'	<i>Sedum spurium</i> M. Bieb. 'Roseum'
<i>Festuca rubra</i> L. 'Sergei'	<i>Sedum spurium</i> M. Bieb. 'Purpur Winter'
<i>Festuca rubra</i> L. 'Chancellor'	<i>Sorbus americana</i> Marshall
<i>Festuca rubra</i> L. 'Carousel'	<i>Sorbus aucuparia</i> L.
<i>Festuca rubra</i> L. 'Rufilla'	<i>Spiraea</i> × <i>arguta</i> Zabel

<i>Festuca rubra</i> L. ‘Mustang’	<i>Spiraea × bumalda</i> Burv.
<i>Festuca trichophylla</i> (Ducros, ex Gaud.) K. Richt.	<i>Spiraea betulifolia</i> Pall.
<i>Festuca trichophylla</i> (Ducros, ex Gaud.) K. Richt. ‘Bomado’	<i>Spiraea douglasii</i> Hook.
<i>Forsythia × intermedia</i> Zabel	<i>Spiraea japonica</i> Desv. ‘Goldflame’
<i>Fragaria vesca</i> L.	<i>Spiraea thunbergii</i> Siebold ex Blume ‘Ogon’
<i>Genista lydia</i> Boiss.	<i>Sporobolus heterolepis</i> (Gray) A. Gray
<i>Genista radiata</i> (L.) Scop.	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel ‘Crispa’
<i>Genista tinctoria</i> L.	<i>Stipa calamagrostis</i> (L.) Wahlenb. ‘Lemperg’
<i>Geranium dalmaticum</i> (Beck) Rech. f.	<i>Symphoricarpos × chenaultii</i> Rehder
<i>Geranium macrorrhizum</i> L. ‘Spessart’	<i>Syringa oblata</i> Lindl.
<i>Geranium sanguineum</i> L.	<i>Syringa pubescens</i> Turcz.
<i>Gypsophila paniculata</i> L.	<i>Tamarix chinensis</i> Lour.
<i>Hedera helix</i> L.	<i>Taxus × media</i> Rehder
<i>Heuchera sanguinea</i> Engelm.	<i>Taxus baccata</i> L.
<i>Heuchera villosa</i> Michx.	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc. ‘Nana’
<i>Hosta sieboldiana</i> (Hook.) Engl. ‘Obscura’	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.
<i>Hydrangea arborescens</i> L. ‘Annabelle’	<i>Thuja occidentalis</i> L. ‘Ericoides’
<i>Hydrangea paniculata</i> Siebold	<i>Thuja occidentalis</i> L. ‘Globosa’
<i>Hydrangea petiolaris</i> Siebold & Zucc. ‘Anomala’	<i>Thuja occidentalis</i> L. ‘Hoseri’
<i>Hypericum polyphyllum</i> Boiss. & Balansa	<i>Thuja occidentalis</i> L. ‘Holmstrup’
<i>Hyssopus officinalis</i> L.	<i>Thuja occidentalis</i> L. ‘Smaragd’
<i>Ilex crenata</i> Thunb.	<i>Trifolium repens</i> L. ‘Rivendel’
<i>Inula ensifolia</i> L.	<i>Trifolium repens</i> L. ‘Pipolina’
<i>Iris × germanica</i> L.	<i>Trifolium repens</i> L. ‘Liflex’
<i>Iris pumila</i> L.	<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carrière
<i>Iris barbatula</i> Noltie & K. Y. Guan	<i>Tulipa gesneriana</i> L.
<i>Jasminum nudiflorum</i> Lindl.	<i>Viburnum farreri</i> Stearn
<i>Juncus conglomeratus</i> L.	<i>Viburnum opulus</i> L.
<i>Juniperus × media</i> V.D. Dmitriev	<i>Vinca minor</i> L.
<i>Juniperus × pfitzeriana</i> (Späth) P.A. Schmidt	<i>Vitis californica</i> Benth. ‘Roger’s Red’
<i>Juniperus × pfitzeriana</i> (Späth) P.A. Schmidt ‘Gold Coast’	<i>Waldsteinia ternata</i> (Stephan) Fritsch
<i>Juniperus chinensis</i> L.	<i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC.
<i>Juniperus communis</i> L.	<i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC. ‘Nana Variegata’
<i>Juniperus communis</i> L. ‘Repan’	<i>Weigela florida</i> (Bunge) A. DC. ‘Red Prince’
<i>Juniperus horizontalis</i> Moench	<i>Yucca filamentosa</i> L. ‘Variegata’

Хорологічна структура ценофлори культивованих видів свідчить, що за походженням тут найбільше рослин, природно поширених у Південно-Східній Азії (56 видів; 24%) та Європі (50; 22%). Для 11 видів (5%) гібридного походження ареали не визначено (рис. 2). Територія м. Львова за USDA-зонуванням належить до 6а підзони морозостійкості, тоді як в озелененні дахів найбільше використано видів п’ятої зони (96 видів; 33%) і практично не використано видів восьмої (5; 2%), дев’ятої (1; 1%) і десятої зон (2; 1%) (рис. 3).

Висотний розподіл зелених дахів засвідчив, що вони розташовані на висотах від 3 до 40 м. Най-

більше зелених дахів створено на будівлях заввишки 10-20 м (45%). Популярним є озеленення дахів висотних житлових будівель 10-ти і вище поверхів (22%) та гаражів до 5 м (11%) (рис. 4). Розподіл дахів за типами озеленення свідчить, що на будівлях до 5 м створюють, переважно, газонні дахи, у висотному діапазоні до 20 м використовують всі системи озеленення дахів, а на висоті 40 м і більше найчастіше використовують «Седумний килим» за участю злаків.

Аналіз зимостійкості видів показав, що на зелених дахах найкраще зимують види з континентальних гірських районів Центральної і Східної Азії,

натомість монтанні європейські види мають значно нижчу зимостійкість. На висотах понад 5 м регулярно підмерзають *Azorella trifurcata*, *Stephanandra incisa* 'Crispa', *Clematis jackmanii*, *Sedum album* 'Coral Carpet', *Sedum ewersii*, а влітку у випадку неналежного поливу гинуть *Pachysandra terminalis*, *Picea glauca* 'Conica', *Leymus arenarius*.

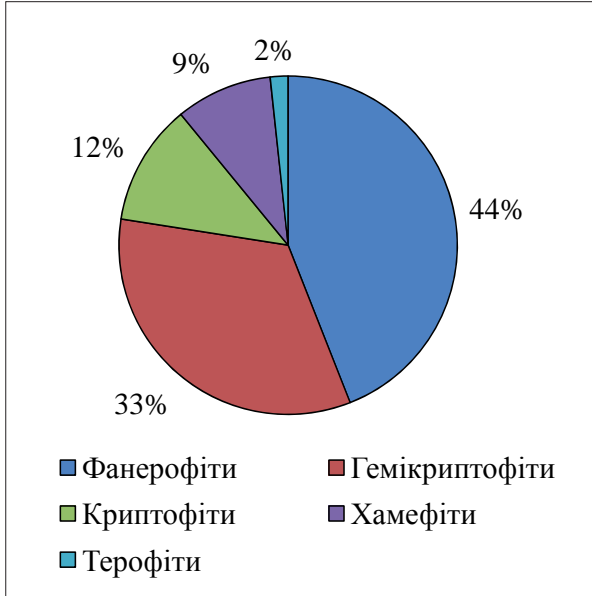


Рис. 1. Біоморфологічна структура культивованої флори зелених дахів

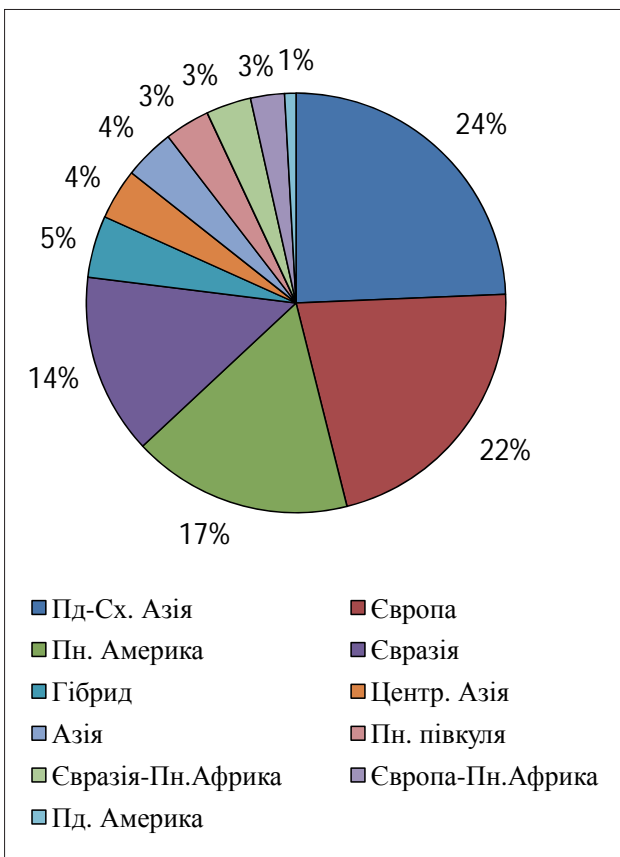


Рис. 2. Хорологічна структура культивованої флори зелених дахів

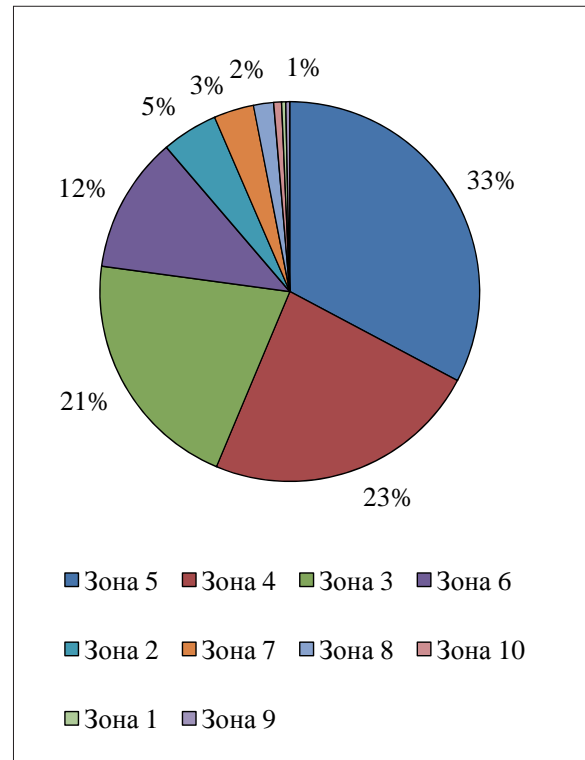


Рис. 3. Розподіл видів зелених дахів за USDA-зонами

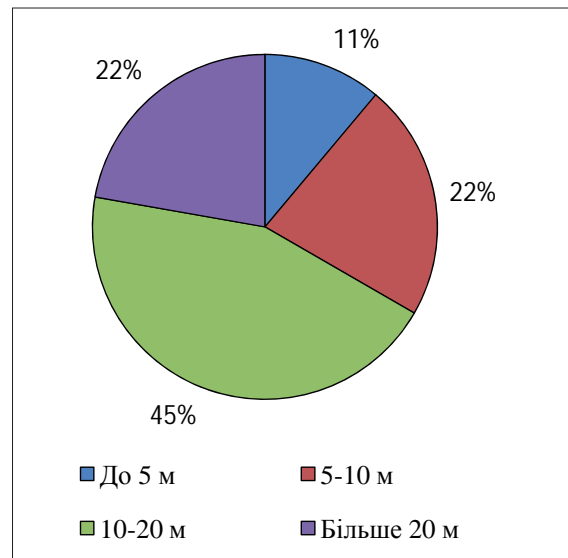


Рис. 4. Розподіл плоских зелених дахів за висотами будівель

Композиційний аналіз декоративних насаджень засвідчив, що найпоширенішим стилем озеленення дахів є пейзажний. Лише на двох дахах створено контейнерний сад модульного типу у регулярному стилі. Серед систем зелених дахів домінує «Седумний килим», який потребує мінімальної товщини субстрату та є найлегшим за масою. «Седумний килим» створено на дахах бібліотеки Українського католицького університету (УКУ), бізнес-центру «Легенда», кількох будівель на вул. Бортнянського, Козельницької, Княгині Ольги та зелених зупинках (рис. 5, 6).



Рис. 5. «Седумний килим», бібліотека УКУ (фото О. Галевич)



Рис. 6. «Седумний килим», бізнес-центр «Легенда» (фото О. Галевич)

Систему «Духмяні трави» у м. Львові застосовують найрідше, для неї використовують як грядові, так і контейнерні посадки. Це композиції у середземноморському стилі з використанням ефіроносних трав і напівкущиків з родин *Lamiaceae*, *Geraniaceae* і *Ariaceae* – *Clinopodium nepeta*, *Geranium dalmaticum*, *G. macrorrhizum* ‘Spessart’, *Hyssopus officinalis*, *Lavandula angustifolia*,



Рис. 7. Фрагменти «Злакового саду» на будівлі УКУ (фото О. Галевич)

Nepeta × faassenii, *Origanum majorana*, *O. vulgare*, *Perovskia abrotanoides*, *Santolina chamaecyparissus*, *Waldsteinia ternata*, які створюють субтропічний колорит. Вони створені на дахах будівель на вул. Бортнянського і Володимира Великого.

Систему озеленення «Газонний дах» найчастіше використовують на підземних паркінгах чи перекриттях технічних будівель. Останнім часом їх влаштовують також на дахах надземних паркінгів, як, наприклад, на вул. Княгині Ольги та Ожешко, або на висотних будівлях (фабрика «Трембіта»), де влаштовують відпочинкові зони. Газонні дахи часто поєднують з дитячими і спортивними майданчиками. У такому випадку дах є інтенсивного типу, але заміщення полімерними матеріалами і гумою основної частини майданчика дає змогу газонам залишатися неексплуатованими. Для газонних дахів найчастіше використовують суміші низькорослих злаків «Ліліпут», «Канада Грін» і «Гном», або використовують рулонний газон, вирощений із тих же низькорослих трав. Це, зазвичай, *Festuca rubra* та її культивари ‘Jasperina’, ‘Mystic’, ‘Rossinante’, ‘Greenlight’, ‘Casanova’ та ‘Raymond’ з домішкою інших низькорослих злаків – *Festuca trichophylla*, *Lolium perenne* ‘Bloomfield’, *Poa pratensis* ‘Broadway’, ‘Evora’, ‘Sobra’ і ‘Mercury’. На дахах напівінтенсивного типу у газонну суміш підсівають сучасні мікрсорти – *Trifolium repens* ‘Rivendel’, ‘Pipolina’, ‘Liflex’ та ін.

Фрагментарно на дахах формують композиції із високорослих злаків, утворюючи «Злаковий сад», наприклад, на будівлях УКУ, вул. Кульпарківська, Бортнянського, Личаківська та Моршинська. У таких посадках домінують *Miscanthus sinensis*, *Pennisetum alopecuroides*, *Calamagrostis epigejos*, *Elymus canadensis*, *Festuca amethystina*, *Panicum virgatum* ‘Heavy Metal’, *Stipa calamagrostis* ‘Lemperg’ (рис. 7).

Найефектнішим і вартісним прийомом озеленення дахів є «Сад на даху», який можна створити лише на потужному шарі субстрату. Цілі композиції або окремі елементи такого саду можна побачити на будівлях УКУ та будівлях по вул. Бортнянського, Личаківської, Моршинської, Княгині Ольги (рис. 8).

Часто на дахах гаражів створюють дитячі майданчики і спортивні зони, поєднані із газонами, композиціями з дерев і кущів, а також контейнерними посадками дерев. Це створює прецедент поєднання екстенсивної та інтенсивної зон на одному даху, суттєво ускладнює як конструкцію такого даху, так і композиційну побудову озеленення, зумовлює підбір специфічного асортименту рослин (рис. 9).



Рис. 8. «Сад на даху» на будівлі УКУ (фото О. Галевич)

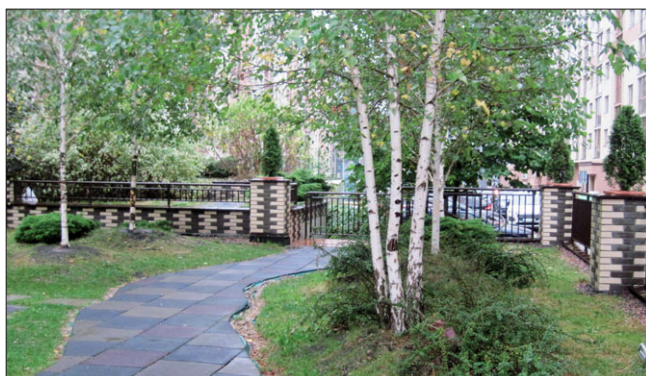


Рис. 9. «Сад на даху» по вул. Княгині Ольги (фото М. Сороки)

Висновки. Незважаючи на те, що озеленення плоских дахів м. Львова тільки починає розвиватися, тут представлені практично всі відомі системи озеленення, запропоновані німецькою компанією «ZinCo Ukraine», за винятком «Квітучої луки» та «Альпінарію». У процесі досліджень видового складу рослин встановлено, що у рослинних композиціях плоских зелених дахів використано 230 видів рослин та 105 їхніх культиварів. Серед представників хвойних переважають карликові рослини з блакитним забарвленням хвої, серед листяних дерев і кущів – строкатолісті, облямовані та пурпурнолісті низькорослі форми. За життєвими формами на дахах переважають фанерофіти (129 видів; 44%), гемікриптофіти (98; 34%), криптофіти (34; 12%). Розподіл видів зелених дахів за USDA-зонами показав, що найбільше використано видів п'ятої (96 видів; 33%), четвертої (69; 23%)

та третьої (61; 21%) зон морозостійкості, серед них переважають види, природно поширені у Південно-Східній Азії, Європі та Північній Америці. Аналіз зимостійкості рослинних видів показав, що на зелених дахах найкраще зимують види з гірських районів Центральної і Східної Азії, натомість види з європейських гір мають нижчу зимостійкість.

Висотний розподіл зелених дахів засвідчив, що найбільше озеленено дахів на будівлях заввишки 10-20 м (45%). На технічних будівлях до 5 м заввишки створюють, переважно, газонні дахи, на будівлях до 20 м використовують усі системи озеленення дахів, а на висоті 40 і більше метрів найчастіше використовують «Седумний килим».

Список літератури

- Деревья и кустарники СССР (1949-1962). Том 1-6. Москва-Ленинград: Изд-во АН СССР [Trees and bushes of the USSR (1949-1962). Vol. 1-6. Moscow-Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences (in Russian)].
- Доброчаева, Д. Н., Котов, М. И., Прокудин, Ю. Н. (1987). *Определитель высших растений Украины*. Киев: Наукова думка [Dobrochayeva, D. N., Kotoy, M. I., & Prokudyn, Yu. N. (1987). *Guide to higher plants of Ukraine*. Kyiv: Scientific thought (in Russian)]
- Дьяченко, А. Д., Клименко, А. В. (2013). Перспективный ассортимент растений для использования на крышах подземных сооружений. *Научный вестник НЛТУ Украины*, 23.5, 219-225 [Dyachenko, A. D., & Klimentko, A. V. (2013). Promising range of plants to be used on the roofs of underground structures. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23.5, 219-225 (in Russian)]
- Каталог Стандартных Решений ZinCo* [Catalog of standard ZinCo solutions. Design guide (in Russian)]. Retrieved from: http://zincocatalogue.mystrikingly.com/#gallery_2-16/
- Колесников, А. И. (1974). *Декоративная дендрология*. Москва: Лесная промышленность [Kolesnikov, A. I. (1974). *Decorative dendrology*. Moscow: Forestry industry (in Russian)]
- Кохно, М. А. (2001). *Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Голонасінні*. Київ: Фітосоціоцентр [Kokhno, M. A. (2001). *Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Gymnosperms*. Kyiv: Phytosocial Center (in Ukrainian)]
- Кохно, М. А. (2002). *Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні*. Київ: Фітосоціоцентр [Kokhno, M. A. (2002). *Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Angiosperms*. Kyiv: Phytosocial Center (in Ukrainian)]
- Мельничук, І. В. (2008). Про напрями енергозбереження у житловому фонді. *Економічний простір*, 12 (2), 164-170. [Melnychuk, I. V. (2008). On the directions of energy saving in the housing stock. *Economic space*, 12 (2), 164-170 (in Ukrainian)]

- Ткаченко, Т.М. (2016). Зелені покрівлі як ресурс дощової води в сучасному урбоценозі. *Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки*, 27, 364-369. [Tkachenko, T.M. (2016). Green roofs as a resource of rainwater in the modern urbocoenosis. *Problems of water supply, drainage and hydraulics*, 27, 364-369. (in Ukrainian)]. Retrieved from <http://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/17/201627.pdf>
- Baumann, N. (2006). Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland: preliminary observations. *Urban habitats*, 4 (1), 37-50. Retrieved from http://www.urbanhabitats.org/v04n01/birds_abs.html
- Benvenuti, S. (2014). Wildflower green roofs for urban landscaping, ecological sustainability and biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 124, 151-161. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.004>
- Berardi, U., Ghaffarian Hoseini, A.H., & Ghaffarian Hoseini, A. (2014). State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*, 115, 411-428. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.047>
- Blanusa, T., Monteiro, M.M.V., Fantozzi, F., Vysini, E., Li, Y., & Cameron, R. W. (2013). Alternatives to Sedum on green roofs: Can broad leaf perennial plants offer better 'cooling service'?. *Building and Environment*, 59, 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.08.011>
- Brenneisen, S. (2006). Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban habitats*, 4, 27-36. Retrieved from http://www.urbanhabitats.org/v04n01/wildlife_abs.html
- Burszta-Adamiak E., Lomotovski J., & Wiercik P. (2014). Green roofs as solutions improving rainwater management in cities. *Ecological Engineering*, 39, 26-32. <https://doi.org/10.12912/2081139X.47>
- Butler, C., Butler, E., & Orians, C.M. (2012). Native plant enthusiasm reaches new heights: Perceptions, evidence, and the future of green roofs. *Urban forestry & urban greening*, 11 (1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.11.002>
- Castleton, H.F., Stovin, V., Beck, S.B., & Davison, J.B. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and buildings*, 42 (10), 1582-1591. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.004>
- Cheers, G. (2003). *Botanica. Das ABC der Pflanzen*. Köln: Könenmann.
- Climatic zoning*. Winter hardiness zones. Retrieved from: <http://www.diy.ru/post/2969/>.
- Coma, J., Pérez, G., Solé, C., Castell, A., & Cabeza, L.F. (2016). Thermal assessment of extensive green roofs as passive tool for energy savings in buildings. *Renewable energy*, 85, 1106-1115. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.07.074>
- Dunnett, N. (2006). Green roofs for biodiversity: reconciling aesthetics with ecology. *Proceedings of the 4th Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities, Boston*, 11-12. <https://doi.org/10.1641/B571005>
- Durhman, A.K., Rowe, D.B., & Rugh, C.L. (2007). Effect of substrate depth on initial growth, coverage, and survival of 25 succulent green roof plant taxa. *HortScience*, 42 (3), 588-595. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.3.588>
- Emilsson, T. (2008). Vegetation development on extensive vegetated green roofs: Influence of substrate composition, establishment method and species mix. *Ecological engineering*, 33 (3-4), 265-277. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.05.005>
- Feng, C., Meng, Q., & Zhang, Y. (2010). Theoretical and experimental analysis of the energy balance of extensive green roofs. *Energy and buildings*, 42 (6), 959-965. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2009.12.014>
- Find Plants by Hardiness Zone*. Retrieved from: <https://www.gardenia.net/plants/hardiness-zones/>
- Getter, K.L., & Rowe, D.B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience*, 41 (5), 1276-1285. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.5.1276>
- Getter, K.L., & Rowe, D.B. (2009). Substrate depth influences Sedum plant community on a green roof. *HortScience*, 44 (2), 401-407. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.2.401>
- Grant, G. (2006). Extensive green roofs in London. *Urban habitats*, 4 (1), 51-65. Retrieved from http://www.urbanhabitats.org/v04n01/london_abs.html
- Heinze, W., & Schreiber, D. (1984): A new mapping of the hardiness zones for woody plants in Central Europe. *Messages from the German Dendrological Society*, 75, 11-56.
- Kadas, G. (2005). Green roofs for biodiversity—designing green roofs to meet targets of BAP (Biodiversity Action Plan) species. *Organisers/Veranstalter*, 177.
- Köhler, M. (2006). Long-term vegetation research on two extensive green roofs in Berlin. *Urban habitats*, 4 (1), 3-26. Retrieved from http://www.urbanhabitats.org/v04n01/berlin_abs.html
- Köhler, M., Schmidt, M., Grimme, F.W., Laar, M., de Assunção Paiva, V.L., & Tavares, S. (2002). Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics—far beyond the aesthetics. *Environmental management and health*, 13 (4), 382-391. <https://doi.org/10.1108/09566160210439297>
- Kosareo, L., & Ries, R. (2007). Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. *Building and environment*, 42 (7), 2606-2613. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.06.019>
- Krussmann, G. (1995). *Manual of Cultivated Conifers*. Portland, Oregon: Timber Press.
- Ksit, B., & Pożegowiak, A. (2017). The concept of a rainwater harvesting solution as an aspect of ecological design. *Building Review*, 88, 59-61.
- Liu, K., Minor, J. (2005). Performance evaluation of an extensive green roof. In *Greening rooftops for sustainable communities* (pp. 1-11). Washington, DC.
- MacIvor, J.S., & Lundholm, J. (2011). Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecological*

- Engineering*, 37(3), 407-417. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.10.004>
- Monterusso, M.A., Rowe, D.B., & Rugh, C.L. (2005). Establishment and persistence of *Sedum* spp. and native taxa for green roof applications. *Hort-Science*, 40 (2), 391-396. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.2.391>
- Nagase, A., & Dunnett, N. (2010). Drought tolerance in different vegetation types for extensive green roofs: effects of watering and diversity. *Landscape and urban planning*, 97 (4), 318-327. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.07.005>
- Nagase, A., & Dunnett, N. (2012). Amount of water runoff from different vegetation types on extensive green roofs: Effects of plant species, diversity and plant structure. *Landscape and urban planning*, 104 (3-4), 356-363. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.11.001>
- Nardini, A., Andri, S., & Crasso, M. (2012). Influence of substrate depth and vegetation type on temperature and water runoff mitigation by extensive green roofs: shrubs versus herbaceous plants. *Urban Ecosystems*, 15 (3), 697-708. <https://doi.org/10.1007/s11252-011-0220-5>
- Niachou, A., Papakonstantinou, K., Santamouris, M., Tsangrassoulis, A., & Mihalakakou, G. (2001). Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance. *Energy Build*, 33, 719-729. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00062-7](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00062-7)
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R.R., Doshi, H., Dunnett, N., & Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience*, 57 (10), 823-833. <https://doi.org/10.1641/B571005>
- Palomo, E., & Barrio, D. (1998). Analysis of the green roofs cooling potential in buildings. *Energy Build*, 27, 179-193. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(97\)00029-7](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(97)00029-7)
- Poórová, Z., Vranay, F., & Vranayová, Z. (2016). Green roof as a saving technology and creator of microclimate. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Теорія і практика будівництва*, 844, 311-315. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPTPB_2016_844_49
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford: Clarendon Press.
- Render, A. (1949). *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America*. New York, NY.
- Rowe, D.B., Monterusso, M.A., & Rugh, C.L. (2006). Assessment of heat-expanded slate and fertility requirements in green roof substrates. *Horttechnology*, 16, 471-477. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.16.3.0471>
- Schindler, B.Y., Griffith, A.B., & Jones, K.N. (2011). Factors influencing arthropod diversity on green roofs. *Cities and the Environment (CATE)*, 4 (1), 5. Retrieved from <https://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol4/iss1/5/>
- Simmons, M.T., Gardiner, B., Windhager, S., & Tinsley, J. (2008). Green roofs are not created equal: the hydrologic and thermal performance of six different extensive green roofs and reflective and non-reflective roofs in a sub-tropical climate. *Urban Ecosystems*, 11 (4), 339-348. <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0069-4>
- Snodgrass, E.C., & Snodgrass, L.L. (2006). *Green roof plants: a resource and planting guide*. Portland, OR: Timber Press.
- Susca, T., Gaffin, S.R., & Dell'Osso, G.R. (2011). Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. *Environmental pollution*, 159 (8-9), 2119-2126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.007>
- Sutton, R.K. (2015). *Green Roof Ecosystems*. Cham: Springer.
- Takebayashi, H., & Moriyama, M. (2007). Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island. *Building and environment*, 42 (8), 2971-2979. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.06.017>
- Teemusk, A., & Mander, Ü. (2007) Rainwater runoff quantity and quality performance from a greenroof: the effects of short-term events. *Ecological Engineering*, 30 (3), 271-277. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.01.009>
- The Plant List*. Retrieved from: <http://www.theplantlist.org>
- Theodosiou, T.G. (2003) Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique. *Energy Build*, 35, 909-907. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(03\)00023-9](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(03)00023-9)
- Thompson, J.W. (1998). Grass-roofs movement. *Landscape architecture*, 88 (5), 46-51.
- Van Renterghem, T., & Botteldooren, D. (2011). In-situ measurements of sound propagating over extensive green roofs. *Building and environment*, 46 (3), 729-738. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.10.006>
- VanWoert, N.D., Rowe, D.B., Andresen, J.A., Rugh, C.L., Fernandez, R.T., & Xiao, L. (2005). Green roof stormwater retention: effects of roof surface, slope, and media depth. *Journal of environmental quality*, 34 (3), 1036-1044. <https://doi.org/10.2134/jeq2004.0364>
- Villarreal, E.L., & Bengtsson, L. (2005). Response of a *Sedum* green-roof to individual rain events. *Ecological Engineering*, 25 (1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.11.008>
- Williams, N.S., Lundholm, J., & Scott MacIvor, J. (2014). Do green roofs help urban biodiversity conservation? *Journal of applied ecology*, 51 (6), 1643-1649. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12333>
- Wolf, D., & Lundholm, J.T. (2008). Water uptake in green roof microcosms: effects of plant species and water availability. *Ecological Engineering*, 33 (2), 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.02.008>
- Wong, J.K.W., & Lau, L.S.K. (2013). From the 'urban heat island' to the 'green island'? A preliminary investigation into the potential of retrofitting green

roofs in Mongkok district of Hong Kong. *Habitat International*, 39, 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.10.005>

Wong, N.H., Chen, Y., Ong, C.L., & Sia, A. (2003). Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. *Building and environment*, 38 (2), 261-270. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(02\)00066-5](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(02)00066-5)

Peculiarities of forming of phytobiota formation of the flat green roofs of extensive type in the city of Lviv

O. Galevych¹, M. Soroka²

The taxonomic composition, bioecological and chorological characteristics of cultural plant species of flat green roofs of extensive type in the city of Lviv were investigated. The structural features of the flora of cultivated species were identified, the levels of their frost-resistance and winter hardiness and USDA-zoning, and the vertical distribution of green roofs types were studied. It was found that five design types are used for greening roofs in Lviv – “Sedum carpet”, “Rooftop lawn”, “Fragrant herbs”, “Cereals garden” and “Garden on the roof”. Most of the implemented projects were carried out according to technology and using substrates, lawn mixtures and a list of plants from the German company “ZinCo GmbH”. The exceptions are objects of collective and private property in low-rise buildings, where individual projects were implemented for roof greening, and the list of plants was selected according to project proposals.

Most green roofs are created on buildings with a height of 10-20 m (45% green roofs). Also, popular is greening of high-rise 10-storey and higher apartment buildings (22% green roofs). It was found that 230 species of plants and 105 of their cultivars were used for greening flat roofs. The spectrum of viable forms is dominated by phanerophytes (129 species, 44%) and hemicryptophytes (98 species, 33%). Most plant species grow naturally in Southeast Asia – 56 species (24%), Europe (50 species, 22%), North America (39, 17%), and Eurasia (32,14%). 11 species (5%) are of hybrid origin.

Among coniferous cultivars, dwarf and blue-colored conifers predominate – *Chamaecyparis lawsoniana* ‘Minima Glauca’, *Juniperus horizontalis* ‘Blue Chip’, *J. procumbens* ‘Nana’, *J. squamata* ‘Blue Carpet’, *Picea glauca* ‘Conica’, *P. omorika* ‘Nana’, *Pinus heldreichii* ‘Compact Gem’, *P. mugo* ‘Gnom’, *P.m.* ‘Mops’, *Taxus cuspidata* ‘Nana’, *Thuja occidentalis* ‘Globosa’, *Th. o.* ‘Hoseri’. Variegated-leaved plants are often used (*Cornus alba* ‘Elegantissima’, *Lonicera ligustrina* var. *pileata* ‘Variegata’, *Euonymus fortunei* ‘Emerald ‘n’ Gold’, *Weigela florida* ‘Nana Variegata’), limbate (*Cornus alba* ‘Argenteo-marginata’) and purple-leaved forms (*Acer platanoides* ‘Crimson King’, *Berberis thunbergii* ‘Atropurpurea’, *B. th.* ‘Atropurpurea Nana’, *Cotinus coggygria* ‘Royal Purple’, *Phuopsis stylosa* ‘Purpurea’). Annual plants are practically not used in roof greening, with the exception of *Begonia cucullata*, *Liatris spicata* ‘Alba’, *L. s.* ‘Kobol’, *Matricaria breviradiata*, *Salvia splendens*, which are annually planted in the “pockets” of compositions to create a color accent. Of uncommon species and new varieties of plants on green roofs the following species are found: *Azorella trifurcata*, *Betula utilis* ‘Doorenbos’, *Caryopteris incana*, *Cornus kousa* ‘Milky Way’, *Cytisus* × *kewensis*, *Kniphofia uvaria*, *Leontopodium nivale*, *Nothofagus antarctica*, *Vitis californica* ‘Roger’s Red’. Rooftop lawns are made mainly by sowing with grass mixtures of low-growth cereals and micro-clover that do not require frequent mowing (Lilliputian, Canada Green and Gnome) or using a roll lawn.

The territory of Lviv belongs to the 6 USDA-zone; however, the roof greening uses species regionalized for other USDA-zones. It is shown that the majority of species planted on flat roofs belong to the 5 USDA-zone (96 species, 33%); species of the 4 zone (69 species, 23%) and 3 zone (61 species, 21%) are also widely represented. Almost never are used species of zones 8 (5 species, 2%), 9 (1 species, 1%), and 10 (2 species, 1%). The analysis of winter hardiness of the species showed that species from the mountainous regions of Central and East Asia, where the continental climate dominates, pass the winter on green roofs best. But species from European mountains have lower winter hardiness. It was found that cultivars also have lower winter hardiness than the species from which they were derived.

For high-quality, durable, ecologically and economically feasible greening of flat roofs in Lviv, it is essential to select winter- and frost-resistant plant species that belong to higher USDA-zones than the territory of the city of Lviv, as well as to use plant species from the mountains of Central and East Asia. It is necessary to take into account the height of the building, which creates a vertical zonation of vegetation.

Key words: roof greening; species composition; cultivars; biomorphological structure; frost resistance; USDA-zones.

¹ *Oksana Galevych* – graduate student at the Department of Botany, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka str., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-032-239-27-11. E-mail: oksana.galevich2019@gmail.com

² *Myroslava Soroka* – scientific director, full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Biological Sciences, Professor at the Department of Botany, Ukrainian National Forestry University, General Chuprynka str., 103, Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-032-239-27-11. E-mail: myroslava_soroka@yahoo.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1037-6904>

Особенности формирования фитобиоты плоских зеленых крыш экстенсивного типа в г. Львове

О. Е. Галевич¹, М. И. Сорока²

Исследованы таксономический состав, биоэкологические и хорологические характеристики культивируемых видов растений плоских зеленых крыш экстенсивного типа. Выявлены структурные особенности флоры культивируемых видов, исследованы их уровни морозо- и зимостойкости, изучено вертикальное распределение типов зеленых крыш. Для озеленения крыш в г. Львове используют пять основных типов: «Седумный ковер», «Газонная крыша», «Душистые травы», «Злаковый сад» и «Сад на крыше». Большинство воплощенных проектов выполнены по технологии и с использованием субстратов, газонных смесей и ассортимента растений немецкой компании «ZinCo GmbH».

Выявлены объекты коллективной и частной собственности в малоэтажной застройке, где для озе-

ленения крыш выполнены индивидуальные проекты, а ассортимент растений подобран согласно проектным предложениям. Наибольшее количество зеленых крыш создано на зданиях высотой 10-20 м (45% зеленых крыш). Также популярным в городе является озеленение крыш высотных жилых зданий 10-ти и более этажей (22%). Для озеленения плоских крыш использовано 230 видов растений и 105 их культиваров. В спектре жизненных форм доминируют фанерофиты (129 видов; 44%) и гемикриптофиты (98; 33%). Большинство видов растений естественно растут в Юго-Восточной Азии – 56 видов (24%), Европе (50; 22%), Северной Америке (39; 17%) и Евразии (32; 14%); 11 видов (5%) имеют гибридное происхождение.

Среди представителей хвойных преобладают карликовые растения с голубой окраской хвои, среди лиственных деревьев и кустарников – пестролистные, окаймленные и пурпурнолистные низкорослые формы. Газонные крыши выполнены преимущественно посевом из травосмесей низкорослых злаков и микроклевера, однолетние растения практически не используются. Анализ зимостойкости видов показал, что на зеленых крышах лучше зимуют виды из горных районов Центральной и Восточной Азии, где господствует континентальный климат. Виды из европейских гор имеют низкую зимостойкость. Распределение видов по USDA-зонам показало, что больше всего использовано видов пятой зоны морозостойкости (96 видов, 33%), широко представлены также виды четвертой (69; 23%) и третьей зон (61; 21%).

Ключевые слова: озеленение крыш; видовой состав; культивары; биоморфологическая структура; морозостойкость; USDA-зоны.

¹ Галевич Оксана Евгеньевна – аспирант кафедры ботаники, древесиноведения и недревесных ресурсов леса. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупринки, 103, Львов 79057, Украина. Тел.: +38-032-239-27-11. E-mail: oksana.galevich2019@gmail.com

² Сорока Мирослава Ивановна – научный руководитель, академик Лесной академии наук Украины, доктор биологических наук, профессор. Национальный лесотехнический университет Украины, ул. Генерала Чупринки, 103, Львов 79057, Украина. Тел.: +38-032-239-27-11. E-mail: myroslava_soroka@yahoo.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1037-6904>