

**ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАСАДЖЕНЬ
НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ В УМОВАХ НАДМІРНОГО РОЗПОВСЮДЖЕННЯ
ОМЕЛИ БІЛОЇ (*VISCUM ALBUM L.*)**

І. О. Рыбалка

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
вул. Революції, 12, м. Харків, 61002, Україна. E-mail: Inna.Rybalka@gmail.com

Розглянуто проблему контролю розвитку популяції омели білої (*Viscumalbum L.*) – рослини-напівпаразита деревних порід – у міському ландшафті з метою підвищення рівня екологічної безпеки насаджень. У наш час у зв'язку зі змінами клімату омела біла увійшла в розряд активних інвазійних рослин: від її впливу потерпають насадження міст, дендрологічних парків із цінною деревною рослинністю, насадження вздовж авто та залізничних магістралей тощо. Дослідження проведено на території м. Харків (Україна). Для встановлення кількості кущів омели в кожній окремій дискретній групі мета-популяції застосовували оригінальну методику бальної оцінки чисельності: для кількості кущів від 1 до 5 індекс чисельності становив «1»; для 6–10 – «2»; 11–20 – «3»; 21–40 – «4» і т. д. Для відображення приблизного співвідношення кущів омели за віком у кожній окремій дискретній групі використовували популяційно-демографічний коефіцієнт $K[j-g-s]$, що відображає співвідношення ювенільних кущів (j), кущів 1-го і 2-го генеративного віку (g) та сеньєльних кущів (s). Записували його, використовуючи символи: 0 (рослини відповідної вікової групи відсутні), 1, 2, і 3 (залежно від частки кущів відповідного віку у дискретній групі). З застосуванням методів багатовимірної статистики (аналіз головних компонент) визначено фактори довкілля, які сприяють розповсюдженню омели білої на рівні ландшафту. Щільність омели позитивно корелює із переважаючим віком деревних рослин у насадженнях, а також із частками деревживителів омели білої – верби білої, каштану кінського, кленів гостролистого, сріблястого і ясенелистого, липи європейської, робінії несправжньоакацієвої, тополя бальзамічної і чорної, – що дає вагому підставу оптимізувати використання цих видів у озелененні. Видами-маркерами рослини в ландшафті є в'яз граболистий, тополя чорна і ясен високий. Отримані результати мають істотне практичне значення для покращення якості зелених насаджень у населених пунктах України.

Ключові слова: омела біла, міський ландшафт, насадження.

**К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗМЕРНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ОМЕЛЫ БЕЛОЙ (*VISCUM ALBUM L.*)**

И. А. Рыбалка

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А. Н. Бекетова
ул. Революции, 12, г. Харьков, 61002, Украина. E-mail: Inna.Rybalka@gmail.com

Рассматривается проблема контроля развития популяции омелы белой (*Viscumalbum L.*) – растения-полупаразита древесных пород – в городском ландшафте с целью повышения уровня экологической безопасности насаждений. В настоящее время в связи с изменениями климата омела белая вошла в разряд активных инвазионных растений: от ее влияния страдают насаждения городов, дендрологических парков с ценной древесной растительностью, насаждения вдоль авто- и железнодорожных магистралей и т. п. Исследование проведено на территории г. Харьков (Украина). Для установления количества кустов омелы в каждой отдельной дискретной группе мета-популяции применяли оригинальную методику балльной оценки численности: для количества кустов от 1 до 5 индекса численности составил «1»; для 6 – 10 – «2»; 11 – 20 – «3»; 21 – 40 – «4» и т. д. Для отображения приблизительного соотношения кустов омелы по возрасту в каждой отдельной дискретной группе использовали популяционно-демографический коэффициент $K[j-g-s]$, который отражает соотношение ювенильных кустов (j), кустов 1-го и 2-го генеративного возраста (g) и сеньных кустов (s). Записывали его, используя символы: 0 (растения соответствующей возрастной группы отсутствуют), 1, 2, и 3 (в зависимости от доли кустов соответствующего возраста в дискретной группе). С применением методов многомерной статистики (анализ главных компонент) определены факторы окружающей среды, которые способствуют распространению омелы белой на уровне ландшафта. Плотность омелы положительно коррелирует с преобладающим возрастом древесных растений в насаждениях, а также с долями деревьев-хозяев омелы белой – ивы белой, каштана конского, кленов остролистного, серебристого и ясенелистного, липы европейской, робиния ложноакациевой, тополя бальзамического и черного, – что дает веское основание оптимизировать использование этих видов в озеленении. Видами-маркерами растения в ландшафте являются вяз граболистный, тополь черный и ясен высокий. Полученные результаты имеют существенное практическое значение для повышения качества зеленых насаждений в населенных пунктах Украины.

Ключевые слова: омела белая, городской ландшафт, насаждения.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Останнім часом забруднення повітря у містах країни помітно збільшилося. Це засвідчує підвищення рівня захворюваності органів дихання в усіх вікових групах населення. У покращенні становища, що склалося, важлива роль

має належати вуличним і паковим насадженням. Відповідний добір деревних і чагарникових рослин під час озеленення вулиць, парків і свекрів може суттєво покращити умови праці і відпочинку людей. Однак сьогодні потрібно визнати, що до цього часу

більшість населених пунктів України озеленюються без будь-якої наукової основи. І якщо інфекційні хвороби деревних рослин певною мірою вивчені, то про вищих квіткових напівпаразитів відомо дуже мало. Це стосується омели білої (*Viscum album* L.), яка паразитує на багатьох деревних рослинах: тополях, кленах, липах, вербах, березах тощо [6].

Вважається, що ця рослина спричиняє суттєве зниження енергії росту дерев-живителів, втрату декоративності та врожайності деревних культур, а також є причиною зниження довговічності насаджень: призводить до часткової або суцільної суховерхості та поступового усихання дерев.

Нині відбувається вражаюче розповсюдження омели на території України, особливо у містах. Так, вона вже вважається справжнім екологічним лихом для насаджень м. Київ, м. Харків, м. Івано-Франківськ, м. Полтава, м. Біла Церква, м. Черкаси, м. Умань тощо, про що свідчать численні публікації у популярній і науковій літературі [7, 8, 10, 12, 14]. Спектр деревних рослин, на яких виявлена омела, включає як місцеві, так і екзотичні види.

Дослідження, проведені в Чеській Республіці на території Ледницького парку (є невід'ємною частиною Культурного комплексу Леднице-Вальтіце, який в 1996 році був зарахований міжнародною організацією ЮНЕСКО до шедеврів світової культури), дозволили виявити фактори, які впливають на поширення омели білої на рівні дерева. До них відносяться: діаметр дерева на висоті грудей (ДВН), вік, висота, ширина, площа проєкції і обсяг крони тощо [18]. Подібні дослідження були проведені в Ірані, в лісопарку р. Нур [19].

Численні дослідження у різних країнах світу присвячені визначенню видів деревних рослин, на яких може паразитувати омела біла. Зведений список дерев-живителів омели налічує 411 видів [20]. Якою мірою ця рослина-напівпаразит віддає перевагу тій чи іншій породі дерев у складі насаджень, невідомо.

Фактори, які впливають на розповсюдження омели білої на рівні ландшафту, є недостатньо дослідженими. Можна припустити, що до них належать вік насаджень і видовий склад деревостану, але цю гіпотезу необхідно перевірити.

Визначення факторів довкілля, які сприяють розповсюдженню омели у ландшафті, а також видів дерев, які є найбільш стійкими до впливу рослини, матиме істотне практичне значення для покращення якості міських зелених насаджень.

Мета даного дослідження – оцінювання впливу факторів довкілля на поширення омели білої в урбанізованих ландшафтах для підвищення рівня екологічної безпеки насаджень.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Дослідження проведено на території м. Харків. За ландшафтним районуванням вона відноситься до Харківської схилово-височинної області Середньоруської лісостепової провінції Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни і розташована на південному заході Середнь-Руської височини. Клімат помірний, із середньорічною кількістю опадів 500–570 мм і середніми температурами січня –

–8°C, липня – понад 20°C. Основні генетичні типи ґрунтів – чорноземи (які утворилися на лесах різного механічного складу) і сірі опідзолнені лісові ґрунти, які на території міста зазнали істотної антропогенної трансформації [13].

Ділянки (N = 15), на яких проводили дослідження (2006 – 2010 рр., грудень 2016 р, січень 2017 р.), знаходилися в північній (1 ділянка), північно-східній (6 ділянок), центральній (6 ділянок), західній (1 ділянка) та південно-східній (1 ділянка) частинах м. Харків, рис. 1.

Ділянки представляють собою геометричні квадрати площею 40 га, які вибиралися по карті в межах міського сельбищного ландшафту.

У польових дослідженнях визначали чисельність омели білої, видовий склад насаджень, переважаючий вік деревних рослин (табл. 1), відстань між деревами.

Натурні спостереження за омелою проведено за оригінальною методикою. Всі кущі омели на окремому дереві з одним головним стовбуром або на дереві з декількома головними стовбурами, які за вживаними в лісівництві критеріями вважаються окремими деревами, або на кількох деревах, які утворюють групу (тобто щонайменш два дерева, відстань між якими є меншою за діаметр крони кожного із них) вважалися «дискретною групою». Для відображення кількості кущів омели в кожній окремій дискретній групі застосовували шкалу чисельності: для кількості кущів від 1 до 5 індекс чисельності становив «1»; для 6–10 – «2»; 11–20 – «3»; 21–40 – «4»; 41–80 – «5»; 81–160 – «6»; 161–320 – «7»; 321–640 – «8» (враховуючи, що в межах Харкова не виявлено дискретних груп, у яких було більш ніж 640 кущів омели, розроблена шкала була обмежена індексом чисельності «8»).

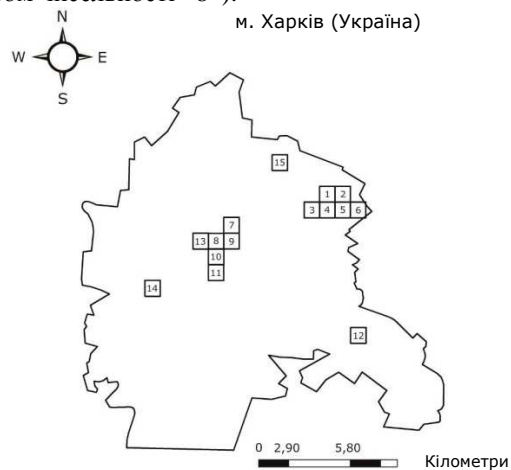


Рисунок 1 – Розміщення досліджуваних ділянок на території м. Харків

Таблиця 1 – Класифікація деревних рослин за віком

№	Вік	Тип деревостану
1	від 1 до 20 років	молоді
2	від 21 до 40 років	жердняк
3	від 41 до 60 років	середньовікові
4	від 61 до 80 років	приспіваючі
5	від 81 до 100 років	спілі
6	більш ніж 100 років	перестійні

Зважаючи на те, що найбільшу рівномірність покриття території забезпечують схеми, запропоновані О. Любишевим [11], при зборі натурних даних щодо видового складу насаджень використовували одну з його схем (рис. 2). При зборі даних про склад насаджень фіксували всі види дерев, які траплялися на маршруті у смузі 100 м завширшки. Видові назви дерев наведені згідно з «Определителем высших растений Украины» [2].

Для аналізу ландшафтних характеристик у межах досліджуваних ділянок були використані супутникові знімки земної поверхні (джерело – мережева вкладка *Google Maps*, програмне забезпечення – *SAS. Планета 100120*), які були просторово прив'язані в геоінформаційній системі (ГІС) *ArcGISDesktop 10.1*. У ході роботи для кожного досліджуваного квадрата було створено цифрову модель ландшафту. Для цього в середовищі ГІС-додатку створювали набір тематичних шарів із певним набором просторових об'єктів: будівель, насаджень (однорідні колекції географічних об'єктів були представлені у вигляді полігонів); вулично-дорожньої мережі (просторові

об'єкти були представлені у вигляді ліній), рис. 3. За допомогою ГІС для кожного досліджуваного квадрата були визначені такі параметри (ознаки або змінні), як сумарна площа забудови і насаджень, сумарна довжина вулично-дорожньої мережі, кількість окремих фрагментів (або сегментів) насаджень.

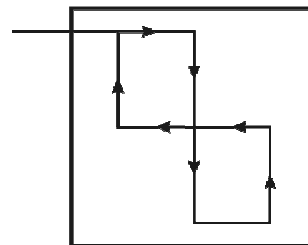


Рисунок 2 – Схема розташування маршруту обстеження у квадраті: стрілками показано напрямок руху дослідника [11]

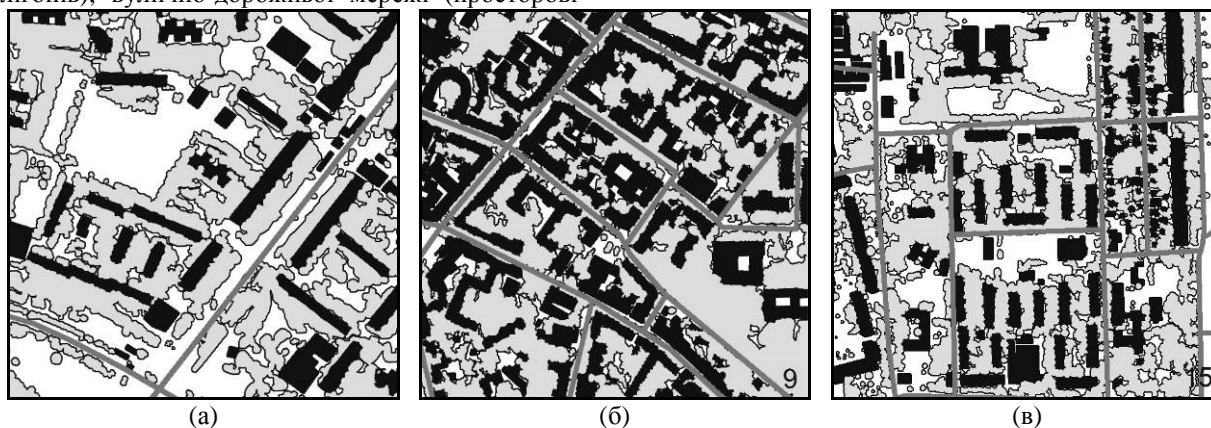


Рисунок 3 – Приклад відмінності досліджуваних ділянок за деякими ландшафтно-екологічними характеристиками в різних частинах Харкова: (а) – квадрат № 5, район Північна Салтівка; (б) – квадрат № 9, центральна частина міста; (в) – квадрат № 15, район Олексіївка

За результатами натурних спостережень за омеєю для кожної досліджуваної ділянки визначали загальну кількість кущів рослини із застосуванням індексу чисельності за формулою середнього геометричного. Далі розраховували показники щільності кущів омели (кущ./км²). Після цього визначали частку кожного виду дерев-живителів омели, які були виявлені у насадженнях. За результатами досліджень насаджень визначали середню відстань між деревами та частку кожного виду деревних рослин у складі деревостою. На підставі даних, отриманих за допомогою ГІС, розраховували показники «Частка забудови», «Частка насаджень», «Плямистість насаджень» (відношення сумарного периметра насаджень до площі квадрата), «Щільність вулично-дорожньої мережі, м/м²». При встановленні переважуючого віку дерев у насадженнях у межах 15 квадратів брали до уваги експертні оцінки, представлені у відповідних літературних джерелах [5].

Враховуючи, що за даними польових спостережень за омеєю у період із вересня 2006 р. по квітень 2010 р. в межах квадратів № 7 – № 11 і № 13 (центральна частина міста) таксономічна приналеж-

ність для кленів, тополь та ясенів була визначена до роду, а в межах квадрату № 12 (південно-східна частина міста) – таксономічна приналежність була визначена до роду для тополь, у грудні 2016 року та у січні 2017 року було проведено додаткове дослідження, яке дозволило скоригувати вибіркові дані за 2006 – 2010 рр. Для цього в межах ділянок № 7 – № 11, № 13 і № 12 було сформовано випадкові вибірки дерев-живителів омели із застосуванням маршрутного методу досліджень. При зборі фіксували усі дерева-живителі омели, які траплялися на маршруті у смузі 100 м завширшки. Для кожної деревної рослини було визначено вид, індекс чисельності омели та популяційно-демографічний коефіцієнт. За даними маршрутного обліку було визначено частоти кожного виду дерев-живителів омели у зібраній вибірці. Перш ніж скоригувати дані спостережень за 2006 – 2010 рр., дані маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2016 р. та 2017 р. були перевірені на достовірність, тобто частоти, розраховані для представників родів клен, тополя та ясен за даними маршрутного обліку, не повинні були достовірно відрізнятися від тих частот, які були по них

розраховані за даними спостережень у 2006–2010 рр. «Нульову» гіпотезу (припущення, що різниця між генеральними параметрами порівнюваних груп рівна нулю і що відмінності, які спостерігаються між вибірковими характеристиками, носять не систематичний, а виключно випадковий характер) було перевірено з застосуванням *t*-критерію Стьюдента [11].

Таки чином, у дослідженні було зроблено спробу охопити якомога більше ознак, які можуть корелювати з показником щільності омели, і проаналізувати їх усі разом.

Вибір оптимальних методів багатомірного статистичного аналізу статистичного комплексу. Поряд із відносно простими способами порівняння однієї вибірки з іншою в даному дослідженні виникло більш складне завдання, що полягало у порівнянні одночасно декількох вибірок, які об'єднувалися в єдиний статистичний комплекс: якщо проаналізувати досліджувані ознаки («Щільність омели білої (кущ./м²)», «Щільність дискретних омели білої (1/км²)», «Частка забудови», «Частка насаджень» тощо) окремо, ми не побачимо того спільного, що їх об'єднує. Охопити всю картину разом дозволяють багатовимірні методи статистики, надаючи для цього деякі додаткові можливості.

Так, кожен досліджуваний об'єкт через значення вимірних у нього ознак можна представити у вигляді точки в багатовимірному просторі. Кожна ознака є в цьому просторі окремою координатною віссю, ортогональною всім іншим. Усі об'єкти утворюють в цьому просторі деяку «хмару». Координатами точок є значення ознак [3].

У публікації [3] відзначено, що до класичних методів багатовимірної статистичної аналізу відносяться (1) множинна регресія, (2) метод головних компонент, (3) дискримінантний і (4) канонічний аналіз. Дискримінантний аналіз і множинна регресія використовують такі лінійні перетворення простору, які змінюють відстані між об'єктами в ході обробки і, відповідно, спотворюють змістовний сенс отриманих результатів. Залишаючись бездоганно правильними з математичної точки зору, ці методи разом із розрахованою ними достовірністю не зовсім адекватні тій реальності, для вивчення якої призначені. Канонічний кореляційний аналіз (запропонував Гарольд Хотеллінг) у загальному вигляді не знайшов свого застосування через труднощі в інтерпретації (іноді канонічним називається дискримінантний аналіз Фішера, який є окремим випадком канонічного аналізу Хотеллінга, а іноді – зовсім інші методи).

Метод головних компонент (МГК) у наш час застосовується найбільш широко з усіх багатовимірних методів і має на їхньому фоні ряд переваг. Зокрема він не вимагає перевірки вихідних даних на нормальність. У літературі було знайдено приклади заснування цього підходу для вирішення задач біології, прикладної екології, медицини тощо. Так, МГК дозволяє з єдиних позицій досліджувати різні форми багатовимірної мінливості біологічних об'єктів, включаючи генетичні, морфологічні, функціональні та етологічні характеристики особин,

структуру, чисельність, просторовий розподіл і динаміку популяцій і їх параметрів, а також вплив зовнішніх і внутрішніх факторів. Таким однаковим способом можуть бути вирішені наукові проблеми самих різних областей біології, які не піддаються вивченню традиційними біологічними засобами [3]. Також літературні дані свідчать, що в останні десятиліття МГК застосовують і в екологічних дослідженнях. Прикладом використання цього підходу є дослідження морського фітопланктону, спрямовані на виявлення спільної дії різних факторів середовища на якісний і кількісний склад фітопланктону, які було проведено в прибережній частині південної Каліфорнії, в районі узбережжя північно-західної Африки та у Севастопольській бухті. Аналогічні дослідження також було проведено і для прісноводних водойм. У дослідженнях весняного цвітіння діатомових водоростей з урахуванням характеристик фізіологічного стану (фотосинтезу, дихання і швидкості поділу клітин) компонентний аналіз дозволив виявити функціональну роль окремих популяцій водоростей на різних стадіях цвітіння. МГК було застосовано при вивченні впливу деяких абіотичних факторів на рівень первинної продукції в районах Саргасового моря. Із застосуванням МГК були оброблені дані щорічної гідрохімічної зйомки в Каспійському морі. Також аналіз головних компонент широко використовують при визначенні ступеня забруднення водойм. Тобто МГК дозволяє об'єднати різномірні відомості в єдину цілісну систему [15].

Тому функціональну залежність між щільністю омели і набором ландшафтних характеристик визначали за допомогою аналізу головних компонент (прикладний комп'ютерний пакет *Statistica 10.0*).

Аналіз головних компонент (вважається як одним із самостійних варіантів, так і одним із методів факторного аналізу) виконує задачу скорочення розмірності набору змінних із мінімальною втратою вихідної інформації. Так, він дозволяє розділити масив змінних на невелике число груп, які називаються компонентами. В одну компоненту (інтерпретується як причина спільної мінливості декількох вихідних змінних) об'єднуються декілька змінних, які тісно корелюють між собою і не корелюють або слабо корелюють із іншими змінними, що утворюють інші компоненти. У результаті компонентного аналізу із несистематизованого масиву даних (кореляційна або коваріаційна матриця) отримуємо декілька макрозмінних – узагальнених комбінацій вихідних ознак. Таким чином, застосування цього методу аналізу дозволяє отримати сукупність некорельованих (ортогональних) інтегральних змінних (або компонент).

З геометричної точки перша головна компонента F_1 визначає такий напрямок у площині вихідних ознак, за яким сукупність об'єктів (точок) має найбільший розкид (дисперсію). Друга головна компонента F_2 будується з таким розрахунком, щоб її напрямок був ортогонально направлений до F_1 і вона пояснювала якомога більшу частину залишкової дисперсії і т. д. до n -ої головної компоненти F_n . Так як виділення головних компонент відбувається в

низхідному порядку з точки зору пояснюваної ними дисперсії, то ознаки, що входять у першу головну компоненту, роблять максимальний вплив на диференціацію досліджуваних об'єктів [17].

У багатьох посібниках, підручниках і статистичних довідниках викладено теоретичні основи і алгоритм проведення аналізу за МГК. Класична схема проведення аналізу передбачає (1) стандартизацію вихідних даних (застосовується, якщо досліджувані ознаки мають різні одиниці вимірювання), (2) побудову кореляційної матриці ознак, (3) розрахунок власних чисел (*eigenvalues*) і власних векторів (*eigenvectors*) кореляційної матриці, а також (4) визначення коефіцієнтів кореляції ознак із головними компонентами, що дає змогу проаналізувати отриману структуру факторів і зробити відповідні висновки [3, 9].

Спосіб обробки даних, застосований в даному аналізі за МГК – «RawData» («неопрацьовані дані»), спосіб обробки пропущених значень – «Casewise» (тобто у таблиці вихідних даних ігноруються усі рядки, в яких є хоча б одне пропущене значення).

Максимально можливе число факторів m , яке може бути виділене в аналізі при заданому числі ознак p , визначалося нерівністю [3, 16]:

$$(p + m) < (p - m)^2. \quad (1)$$

Факторна модель вважається досить вдалою, якщо число уже знайдених компонент не більше, ніж:

$$F_n = \frac{m}{2}, \quad (2)$$

де m – максимально можлива кількість факторів, а дисперсія, яку вони пояснюють, становить не менш ніж 70 %, при цьому наступна компонента дає вклад у сумарну дисперсію не більш ніж 5 %. Так, якщо в

розподілі об'єктів у вихідному просторі ознак існує сенс, при втраті 20 – 30% загальної мінливості ми втрачаємо його в мінімально можливій мірі, причому, швидше за все, втратили не стільки інформацію, скільки «шум», неминуче присутній в реальних даних через дію малозначущих або випадкових причин.

На підготовчому етапі роботи вихідні дані були відцентровані. З геометричної точки зору це означає перенос початку координат у «центр ваги хмари» – точку із середнім значенням усіх ознак, яка називається центроїдом [3] (при цьому вихідні ознаки отримала нові позначення: « x_1 » – « x'_1 », « x_2 » – « x'_2 » і т. д.).

Результати та обговорення. Перша досліджувана вибірка представляла собою дані польових спостережень за омолою у період із вересня 2006 р. по квітень 2010 р. (загальна кількість виявлених дерев-живителів омели $N = 1095$), друга – дані маршрутного обліку дерев-живителів омели, зібрані у 2016 р. ($N = 107$), третя – дані маршрутного обліку дерев-живителів омели, зібрані у 2017 р. ($N = 40$). Результати визначення частот для трьох видів дерев (клен, тополя, ясен), таксономічна приналежність яких була визначена до роду (квадрати № 7 – № 11 і № 13) представлено у табл. 2, у ній же відображено результати перевірки даних маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2016 р. на достовірність. Із таблиці 2 зрозуміло, що різниця між частотами, розрахованими для представників родів клен, тополя та ясен за даними спостережень у 2006 – 2010 рр. та за даними маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2016 р. не є статистично достовірною, це дозволяє уточнити зібрані раніше дані.

Таблиця 2 – Результати статистичного аналізу дерев-живителів омели, таксономічна приналежність яких була визначена до роду на ділянках № 7 – № 11 і № 13

Родова назва деревної рослини	Вибірка, №	Об'єм вибірки	Частка деревних рослин	Помилка різниці між частками, s_{dp}	Достовірність різниці між даними польових спостережень за деревами-живителями омели	
					$t_{факт.}$	$t_{0,05}$
Клен	1	126	0,239	0,083	1,18	1,96
	2	36	0,336			
Тополя	1	202	0,383	0,092	0,91	1,96
	2	32	0,299			
Ясен	1	153	0,290	0,085	0,55	1,96
	2	36	0,336			

Результати визначення частоти дерев-живителів омели з таксономічною приналежністю до роду *Populus* за даними маршрутного спостереження в межах ділянки № 12 представлено у табл. 3, у ній же відображено результати перевірки даних маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2017 р. на достовірність. Із табл. 3 зрозуміло, що різниця між частотами, розрахованими для дерев-живителів омели за даними спостережень у 2006 – 2010 рр. та за даними маршрутного обліку дерев-живителів омели у 2017 р. не є статистично достовірною, що дозволяє уточнити зібрані раніше дані і по тополям.

За даними натурних спостережень у межах 15 досліджуваних ділянок омела біла була виявлена

на 20 видах дерев: березі повислій (0,4 % від загальної кількості вражених омолою дерев), груші звичайній (0,1 %), вербі білій (0,4 %), каштані кінській (0,4 %), клені гостролистім (29,8 %), клені сріблястім (11,3 %), клені ясенелистім (0,5 %), липі європейській (0,5 %), липі серцелистій (1,8 %), осиці (3,6 %), робінії несправжньооакацієвій (4,6 %), горобині звичайній (1,6 %), тополі бальзамічній (8,2 %), тополі білій (0,2 %); тополі пірамідальній (гібридах) (0,6 %), тополі чорній (19,6 %), яблуні домашній (0,3 %), ясені американським (15,1 %), ясені високім (0,5 %), тополі Болле (0,8 %).

Таблиця 3 – Результати статистичного аналізу дерев-живителів омели, таксономічна приналежність яких була визначена до роду на ділянці № 12

Родова назва деревної рослини	Вибірка, №	Об'єм вибірки	Частка деревних рослин	Помилка різниці між частками, s_{dp}	Достовірність різниці між даними польових спостережень за дерева-живителями омели	
					$t_{факт.}$	$t_{0,05}$
Тополя	1	147	0,368	0,127	0,26	1,96
	3	16	0,400			

Видовий склад насаджень на 15 досліджуваних квадратах був представлений 51 видом дерев: абрикос звичайний (3,17% від загальної кількості дерев на досліджуваних ділянках); алича (0,25 %); береза повисла (5,93 %); біота східна (0,17 %); вишня звичайна (1,96 %); в'яз голий (0,15 %); в'яз граблистий (1,54 %); в'яз шершавий (0,53 %); гінкго Білоба (0,02 %); груша звичайна (1,03 %); дуб черешчатий (1,10 %); ялина колюча (0,89 %); ялина звичайна (2,20 %); верба біла (0,70 %); верба ломка (0,15 %); каштан кінський (12,92 %); клен несправжньо-платановий (явір) (0,06 %); клен гостролистий (20,26 %); клен польовий (0,02 %); клен сріблястий (4,54 %); клен татарський (0,04 %); клен ясенелистий (3,31 %); липа серце листа (10,72 %); липа срібляста (0,19 %); липа широколиста (7,51 %); лох сріблястий (0,02 %); горіх волоський (0,36 %); осика (0,06 %); робінія несправжньо-оакацієва (3,08 %); горобина звичайна (1,54 %); горобина шведська (0,06 %); слива домашня (0,80 %); сосна звичайна (0,17 %); тополя бальзамічна (3,44 %); тополя біла (0,17 %); тополя Болле (0,51); тополя духмяна (0,78 %); тополя канадська (0,04 %); тополя китайська (1,18 %); тополя лавролиста (0,06 %); тополя пірамідальна (гібриди) (3,57 %); тополя срібляста (0,13 %); тополя чорна (0,53 %); туя західна (0,04 %); черемуха звичайна (0,030 %); черешня (0,08 %); шовковиця (0,02 %); яблуня домашня (1,54 %); яблуня сливолиста (0,36 %); ясен високий (1,29 %) та ясен зелений (0,51 %).

Досліджувана за МГК вибірка складалася з 15 об'єктів (квадратів), для кожного з яких було визначено значення 80 ознак: x_1 – щільність омели білої, кущ./км²; x_2 – кількість дискретних груп омели, 1/км²; x_3 – середня відстань між деревами, м; x_4 – частка забудови; x_5 – кількість окремих сегментів насаджень; x_6 – частка зелених насаджень; x_7 – плямистість насаджень; x_8 – щільність вулично-дорожньої мережі, м/км²; x_9 – переважаючий вік дерев у насадженнях, р.; x_{10} – частка берези повислої від загальної кількості вражених омелою дерев; x_{11} – частка груші звичайної від загальної кількості вражених омелою дерев; x_{12} – частка верби білої від загальної кількості вражених омелою дерев; x_{13} – частка каштану кінського від загальної кількості вражених омелою дерев; x_{14} – частка клену гостролистого від загальної кількості вражених омелою дерев; x_{15} – частка клену сріблястого від загальної кількості вражених омелою дерев і т. д. (перелік включає усі види дерев-живителів, які було виявлено на ділянках, у тій послідовності, в якій їх наведено вище); x_{30} – частка абрикосу звичайно в насадженнях; x_{31} – частка аличі в насадженнях; x_{32} –

частка берези повислої в насадженнях; x_{33} – частка біоти східної в насадженнях; x_{34} – частка вишні звичайної в насадженнях; x_{35} – частка в'язу голого в насадженнях; x_{36} – частка в'язу граблистого в насадженнях і т. д. (перелік включає усі види деревних рослин, які було виявлено на ділянках, у тій послідовності, в якій їх наведено вище).

Аналіз за методом головних компонент. На першому етапі аналізу по вихідним даним було побудовано матрицю кореляцій вимірюваних ознак. Для значимих відмінностей від нуля з $\alpha = 5\%$ коефіцієнти кореляції за абсолютною величиною повинні перевищувати 0,51 [11]. Беручи до уваги мету даного дослідження, розглянемо змінні, з якими корелює щільність омели білої, для яких коефіцієнти кореляції задовольняють такій властивості. Це виявилися 18 ознак: x'_2 (характеризує щільність дискретних груп омели), x'_8 , x'_9 (характеризують ландшафтні особливості), $x'_{12} - x'_{17}$, x'_{20} , x'_{22} , x'_{25} , x'_{26} , x'_{28} (характеризують дерев-живителів омели) та x'_{36} , x'_{37} , x'_{72} і x'_{79} (характеризують видовий склад насаджень). Проаналізуємо отримані кореляції за допомогою методу головних компонент.

Визначення головних компонент здійснювалося по кореляційній матриці ознак, власні значення якої виявилися рівними 15,721, 12,162, 9,884, 8,703, 7,373, 6,641, 4,838, 4,326, 2,781, 2,104, 1,700, 1,532, 1,380, 0,855.

Для визначення розмірності факторного простору був застосований критерій Кайзера: число компонент (факторів або осей) дорівнює числу власних чисел, які мають значення більше «1». Таким чином, доцільно розглянути перші тринадцять головних компоненти, які спільно пояснювали 98,93 % загальної дисперсії, табл. 4 (нерівність (1) у такому разі виконується).

Далі було визначено перші тринадцять власних векторів досліджуваної кореляційної матриці та коефіцієнти кореляції ознак (факторні координати, або навантаження) із головними компонентами. Факторні навантаження є аналогами парних коефіцієнтів кореляції. Вони характеризують міру взаємозв'язку між відповідними ознаками та факторами: чим більшою є абсолютна величина факторного навантаження, тим сильніший зв'язок між ознакою і фактором, тим більший внесок ознаки в фактор і тим більше цей показник зумовлює дію відповідного фактору. Особлива цінність отриманих факторних координат полягає в тому, що вони дозволяють визначити структуру головних компонент. Проаналізуємо отриману структуру факторів.

Таблиця 4 – Статистичні характеристики головних компонент

№	Власні значення	Частка загальної дисперсії, %	Кумулятивне власне значення	Кумулятивна дисперсія, %
1	15,721	19,652	15,721	19,652
2	12,162	15,203	27,883	34,854
3	9,884	12,355	37,768	47,209
4	8,703	10,878	46,470	58,088
5	7,373	9,216	53,843	67,304
6	6,641	8,301	60,484	75,605
7	4,838	6,047	65,322	81,652
8	4,326	5,408	69,648	87,060
9	2,781	3,476	72,429	90,536
10	2,104	2,630	74,533	93,166
11	1,700	2,126	76,234	95,292
12	1,532	1,915	77,766	97,207
13	1,380	1,724	79,145	98,931

Перша виділена вісь F_1 є найбільш вагомою і пояснює 19,65 % загальної дисперсії. Вона має високі коефіцієнти кореляції (від 0,7 до 1) з ознаками 1, 2, 9, 12 – 17, 20, 22, 25, 36, 72 і 79. Ці ознаки легко розбиваються на 3 групи показників: ознаки 1 і 2 характеризують поширеність омели білої у ландшафті, ознаки 12 – 17, 20, 22 та 25 – дерев-живителів рослини, ознаки 9, 36, 72 і 79 – вік і видовий склад насаджень. Друга виділена вісь F_2 пояснює 15,20 % загальної дисперсії і має високі коефіцієнти кореляції з ознаками 38, 40, 42, 45, 47, 49, 62, 76 і 80, які характеризують видовий склад насаджень. Третя виділена вісь F_3 пояснює 12,36 % загальної дисперсії і має високий коефіцієнт кореляції з ознакою 39 або часткою груші звичайної у насадженнях. Четверта виділена вісь F_4 пояснює 10,88 % загальної дисперсії і має високий коефіцієнт кореляції з ознакою 3, яка характеризує середню відстань між деревами. П'ята виділена вісь F_5 пояснює 9,22 % загальної дисперсії і має високий коефіцієнт кореляції з ознакою 18 або часткою липи серцелистої від загальної кількості уражених омелою дерев. Шоста виділена вісь F_6 пояснює 8,30 % загальної дисперсії і має високі коефіцієнти кореляції з ознаками 51 і 67, які характеризують частку клена ясенелистого і тополі канадської в насадженнях відповідно. Сьома виділена вісь F_7 пояснює 6,05 % загальної дисперсії і має високі коефіцієнти кореляції з ознаками 23 і 64, які характеризують, що досить цікаво, частку тополі білої від загальної кількості уражених омелою дерев, а також частку тополі білої від загальної кількості дерев у насадженнях. Для решти шести осей, які було виділено в аналізі, високих кореляцій з досліджуваними ознаками виявлено не було.

Результати перевірки факторної моделі на вдалість (2): при $m = 13$, $F_n = 6,5$, при цьому перші сім головних компонент пояснюють 81,65 % дисперсії, а наступна компонента дає вклад у сумарну загальну дисперсію в 5,41 %. Це вказує на те, що дана факторна модель є досить вдалою.

Зупинимося детальніше на першій осі, яка враховує показник «Щільність омели білої, куц./км²», а тому є найбільш цікавою. На основі значень факторних координат і знаків цих кореляцій її можна

суб'єктивно позначити як «Параметри ландшафту, які тісно пов'язані зі щільністю омели білої».

На рис. 4 представлено графік факторних координат для першої та другої виділених осей. Оскільки поточний аналіз заснований на кореляціях, максимальне значення координати не може перевищувати 1,0. Крім того, квадрати всіх факторних координат для всіх змінних (тобто квадрати кореляцій між змінною та всіма факторами) не можуть перевищувати значення 1,0. Таким чином, всі факторні координати потрапляють в одиничну окружність, виведену на графіку. Дане коло є візуальним індикатором того, наскільки добре кожна змінна відтворюється поточним набором факторів.

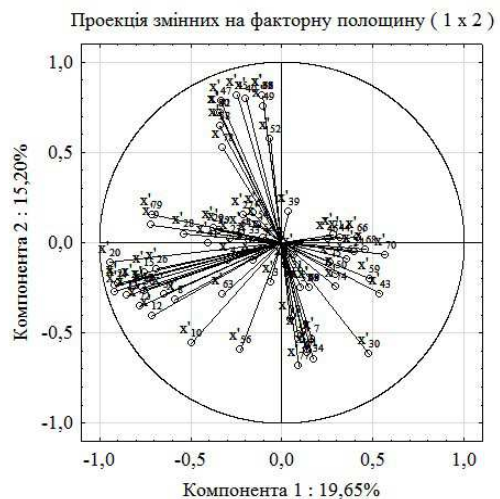


Рисунок 4 – Графік факторних координат

Так як змінні $x'_1, x'_2, x'_9, x'_{12} - x'_{17}, x'_{20}, x'_{22}, x'_{25}, x'_{36}, x'_{72}$ і x'_{79} розміщені досить близько до лінії одиничного кола, можна зробити висновок, що в системі знайдених координат вони відтворені досить добре.

На основі аналізу можна зробити висновок, що на фоні інших дерев-живителів, чисельність омели білої в ландшафті особливо тісно пов'язана з дев'ятьма видами деревних рослин: верба біла, каштан кінський, клени гостролистий, сріблястий та ясенелистий, липа європейська, робінія несправжньоакацієва, тополі бальзамічна і чорна. Також на

основі аналізу можна констатувати, що з ростом віку деревних рослин у насадженнях закономірно збільшується показник щільності омели білої (і щільності її дискретних груп). Цей результат узгоджується з результатами іранських дослідників, які встановили, що зі зростанням показника ДВН дерев (діаметр на рівні грудей; зростає у деревних рослин із віком) зростає ризик їх ураження омелою [18].

Чисельність омели білої в ландшафті тісно пов'язана також із деякими видами дерев у складі насаджень – в'яз грабослитий, тополя чорна і ясен високий, – їх можна вважати маркерами рослинності у ландшафті. Цікаво, що аналіз виявив тісні кореляції між щільністю омели і часткою тополі чорної від загальної кількості уражених омелою дерев, а також часткою тополі чорної від загальної кількості дерев у насадженнях. Тобто на фоні інших видів, зв'язок між омелою і цим видом деревних рослин є найбільш тісним. Цей результат узгоджується з результатами досліджень, які опубліковано у статтях [4, 6]. Так, після обстеження типових біотопів м. Луцьк В. В. Іванців та ін. [6] виявили значну кількість омели білої у Парку культури та відпочинку імені Лесі Українки. При цьому найвищий ступінь ураження напівпаразитом спостерігався у тополі чорної, яка вступила в сенільну фазу розвитку. Аналогічно дослідження особливостей ураження тополі у насадженнях м. Біла Церква [1] та його околицях [4] омелою білою також показали, що від впливу омели білої потерпає тополя чорна, яка досягає зрілої фази розвитку. Це можна пояснити тим, що тополя чорна, досягаючи зрілого та старого етапів розвитку, займає в насадженнях перший ярус, а тому досить помітна для численних птахів, які зупиняючись на дереві, сприяють поширенню омели. Так, за літературними даними [2], дерево може сягати до 40 м заввишки та має потужну шатроподібну (або намепоподібну) крону.

У цілому за результатами проведеного дослідження можна зробити висновок, що для підвищення рівня екологічної безпеки насаджень в умовах стрімкої інвазії омели білої доцільно оптимізувати використання в озелененні населених пунктів верби білої, каштану кінського, кленів гостролистого, сріблястого і ясенелистого, липи європейської, робінії несправжньооакацієвої, тополі бальзамічної і чорної, а також підтримувати різновікову структуру деревостою.

ВИСНОВКИ. За результатами дослідження встановлено, що чисельність омели білої в ландшафті тісно пов'язана з дев'ятьма видами дерев-живителів: верби білої, каштану кінського, кленів гостролистого, сріблястого та ясенелистого, липи європейської, робінії несправжньооакацієвої, тополі бальзамічної і чорної, тому для підвищення рівня екологічної безпеки насаджень в умовах стрімкої інвазії омели білої доцільно оптимізувати їх використання в озелененні населених пунктів України. Також виявлено, що з ростом віку деревних рослин у насадженнях закономірно збільшується показник щільності омели білої (і щільності її дискретних груп), тому у насадженнях доцільно підтримувати різновікову структуру. Подальші дослідження мають бути спря-

мовані на розробку комплексних екологічно обгрунтованих рекомендацій щодо управління популяцією омели білої в урбоекосистемах.

ПОДЯКИ. Автор висловлює подяку Ю. І. Вергелесу за безцінну допомогу у вигляді консультацій і практичних рекомендацій по збору і систематизації зібраного в ході досліджень матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Василенко І.Д., Філіпова Л.М., Фучило Я.Д. Боротьба з омелою на деревах тополі у зеленій зоні Білої Церкви // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів: НЛТУ, 2013. – Вип. 23/12. – С. 31–38.
2. Доброчаева Д.Н. Определитель высших растений Украины. – К.: Наукова думка, 1987. – 548 с.
3. Ефимов В.М., Ковалева В.Ю. Многомерный анализ биологических данных. – С-Пб.: Rizo-печать, 2008 – 87 с.
4. Житово А.В. Стан полезахисних смуг в агроландшафтах півдня Київщини // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів: НЛТУ, 2016. – Вип. 26/1. – С. 12–18.
5. История и архитектура Харькова. Основные этапы развития города. Формирование городской структуры. – Режим доступа: <http://www.kharkov.ua/culture/1.html>.
6. Іванців В.В., Іванців О.Я. Екологічні чинники погіршення стану деревних насаджень міста Луцька // Природа Західного Полісся та прилеглих територій. –Луцьк: РВВ "Вежа" ВДУ, 2013. – Вип. 10. – С. 94–100.
7. Левон Ф.М. Створення зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища: вимоги, лімітуючі чинники, шляхи оптимізації // Науковий вісник Державного лісотехнічного університету України.– Львів: НЛТУ, 2003. – Вип. 13/5. – С. 157–162.
8. Лисенко М. Зелені насадження в урбанізованому середовищі міста Івано-Франківська // Вісник Прикарпатського національного університету імені В. Стефаника.–Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника, 2007. – Вип. 7. – С. 236–240.
9. Никитин А.Я., Сосунова И.А. Анализ и прогноз временных рядов в экологических наблюдениях и экспериментах. – Иркутск: Иркутский государственный педагогический университет, 2003. – 88 с.
10. Нікітенко Л. Омела дерева замела: Україна молода – щоденна інформаційно-політична газета–2004. – № 89.– Режим доступу: <http://www.umoloda.kiev.ua/number/181/116/6274/>
11. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287 с.
12. Радова В. Поширення омели в Умані вивчатиме спеціальна комісія: Умань інфо – інформаційний сайт м. Умань. – 2013. – Режим доступу: <http://uman.info/ua/news/poshyrennya-omely-v-umani-vyvchatyme-spetsialna-komisiya--3011>.
13. Рибалка І.О., Вергелес Ю.І., Коваль І.М. Вплив омели білої (*Viscum album* L.) на динаміку радіального приросту клена сріблястого (*Acer saccharinum* L.) в Лісостеповій зоні України // Нау-

ковий вісник НЛТУ України. – Львів: НЛТУ, 2012. – Вип. 22/15. – С. 57–63.

14. Роговський С.В. Вікові дерева в зелених насадженнях Білої Церкви та їх роль у формуванні сучасного образу міста // Науковий вісник НЛТУ України. – Львів: НЛТУ, 2014. – Вип. 24/5. – С. 46–51.

15. Рузова А.И. Крупаткина Д.К. Использование метода главных компонент в экологии морского фитопланктона (обзор). – Режим доступа: http://www.vuzlib.com.ua/articles/book/21614-Ispolzovanie_metoda_glavnykh_k/1.html.

16. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск: Институт почвоведения и агрохимии, 2008. – 223 с.

17. Шевчук І.Б. Моделі компонентного та факторного аналізу розвитку системи дитячого оздоровлення в Україні // Міжнародний науково-

виробничий журнал «Сталий розвиток економіки». – Хмельницький: Університет економіки і підприємництва, 2013. – Вип. 3/20. – С. 12–17.

18. Baltazar, T. (2015), «Modelling of the distribution of European mistletoe (*Viscum album*) with dependence on local factors in the Castle park in Lednice», *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*, vol. 63, no. 156, pp. 1441–1452.

19. Kartoolinejad, D., Hosseini, S. M., Mirnia, S. K., Akbarinia, M., Shayanmehr, F. (2007), "The relationship among infection intensity of *Viscum album* with some ecological parameters of host trees", *International Journal of Environmental Research*, vol. 1, pp. 143–149.

20. Zuber, D. (2004), "Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L.", *Flora*, vol. 199, pp. 181–203.

TO THE ISSUE OF INCREASE THE LEVEL OF ECOLOGICAL SAFETY OF GREEN PLANTATIONS IN HUMAN SETTLEMENTS OF UKRAINE UNDER THE EXCESSIVE SPREAD OF THE WHITE MISTLETOE (*VISCUM ALBUM* L.)

I. Rybalka

O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy
vul. Revoliutsii, 12, Kharkiv, 61002, Ukraine. E-mail: Inna.Rybalka@gmail.com

Purpose. The aim of the study is to determine relationship between the White Mistletoe density and environmental factors in urban landscapes to improve environmental safety of green plantations. **Methodology.** Field survey has been carried out in the city of Kharkiv (Ukraine). Sample plots were located within north (1 plot), northeast (6 plots), central (6 plots), west (1 plot) and southeast (1 plot) parts of the city of Kharkiv. Semi-quantitative indexes have been used as a proxy of the White Mistletoe abundance at individual infested tree as follows: index «1» was assigned when the number of mistletoe individual shrubs was from 1 to 5, «2» – from 6 to 10, «3» – from 11 to 20, «4» – from 21 to 40 and so on. K[j-g-s] population-demographic coefficient has been used for displaying approximate ratio of the White Mistletoe shrubs by the age in each separate discrete group. With the applied of multivariate statistics (Principal Component Analysis) methods, environmental factors that affects the distribution of mistletoe at the landscape level have been identified. **Results.** Environmental variables which influence the White Mistletoe spread on the level of landscape have been evaluated. The White Mistletoe density depends on prevailing age of stands, as well as shares of the White Mistletoe hosts: White Willow, Horse Chestnut, Norway Maple, Silver Maple, Ash-leaved Maple, European Linden, Robinia Pseudoacacia, Balsamic Poplar and Black Poplar. That gives weighty grounds to optimize the application of these species in landscape gardening. Such tree species as Smooth-leaved Elm, Black Poplar and European Ash are indicators of the White Mistletoe in landscape. **Practical value.** The results of investigation have significant practical importance for improving the quality of green spaces in human settlements of Ukraine. Further research should be directed to the developing of environmentally sound recommendations on the White Mistletoe population management in urban ecosystems.

Key words: the White Mistletoe, urban landscape, plantings.

REFERENCES

1. Vasylenko, I.D., Filipova, L.M., Fuchylo, Ja.D. (2013), "Fighting of the mistletoe on poplar trees in the green area of the city of Bila Cerkva", *Scientific Journal of NLTU Ukraine*, vol. 23, no. 12, pp. 31-38, Ukraine.

2. Dobrochaeva, D.N. (1987), *Determinant of high-er plants of Ukraine*, Naukova dumka, Kyev, Russia.

3. Efimov, V.M., Kovaleva, V. Yu. (2008), *Multivariate analysis of biological data*, Rizo-pechat', Saint Petersburg, Russia.

4. Zhytovo, A.V. (2016), "State of shelter belts in agricultural landscapes of south of Kyiv region", *Scientific Journal of NLTU Ukraine*, vol. 26, no. 1, pp. 12-18, Ukraine.

5. The history and architecture of Kharkiv. The main stages of the city development. The formation of urban structures, available at: <http://www.kharkov.ua/culture/1.html>.

6. Ivanciv, V.V., Ivanciv, O.Ja. (2013), "Environmental factors of tree plantations deterioration of Lutsk", *Nature of Western Polissya and surrounding areas*, vol. 10, pp. 94-100, Ukraine.

7. Levon, F.M. (2003), "Creation of the green spaces in urban environment: requirements, limiting factors and ways of optimization", *Scientific Journal of NLTU Ukraine*, vol. 13, no. 5, pp. 157-162, Ukraine.

8. Lysenko, M. (2007), "Green areas in the urban environment of the city of Ivano-Frankivsk", *Scientific Journal of V. Stefanik Carpathian National University*, vol. 7, pp. 236-240, Ukraine.

9. Nikitin, A. Ja., Sosunova, Y.A. (2003), *Analysis and forecast of time series for environmental observations and experiments*, Irkutsk State Pedagogical University, Irkutsk, Russia.

10. Nikitenko, L. (2004), "Mistletoe widely spreads on hosts", *Ukraine is young – the daily information &*

political newspaper, available at: <http://www.umoloda.kiev.ua/number/181/116/6274/> (accessed March 10, 2010).

11. Pesenko, Yu. A. (1982), *Principles and methods of quantitative analysis in faunal studies*, Nauka, Moscow, Russia.

12. Radova, V. (2013), "Mistletoe distribution will investigate a special commission in the city of Uman", Uman info – an information site of the city of Uman, available at: <http://uman.info/ua/news/poшыrennya-omely-v-umani-vyvchatyme-spetsialna-komisiya--3011> (accessed March 12, 2010).

13. Rybalka, I.O., Vergeles, Yu.I., Koval, I.M. (2012), "Effect of White Mistletoe (*Viscum album* L.) on dynamics of radial increment of silver maple (*Acer saccharinum* L.) in the Forest-Steppe zone of Ukraine", *Scientific Journal of NLTU Ukraine*, vol. 22, no. 15, pp. 67-63, Ukraine.

14. Roghovskyy, S.V. (2014), "Old trees in green plantations in the city of Bila Cerkva and their role in shaping the modern image of the town", *Scientific Journal of NLTU Ukraine*, vol. 24, no 5, pp. 46-51, Ukraine.

15. Ruzova, A.I. Krupatkina, D.K. Using principal component analyse in phytoplankton ecology of sea commercial (overview), available at:

http://www.vuzlib.com.ua/articles/book/21614-Ispolzovanie_metoda_glavnykh_k/1.html (accessed January 15, 2017).

16. Sorokin, O.D. (2008), *Applied statistics on the computer*, Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry, Novosibirsk, Russia.

17. Shevchuk, I.V. (2013), "Models of component and factor analysis of development of children's health system in Ukraine", *International Scientific Production Journal "Sustainable economic development"*, vol. 3, no. 20, pp. 12-17, Ukraine.

18. Baltazar, T. (2015), "Modelling of the distribution of European mistletoe (*Viscum album*) with dependence on local factors in the Castle park in Lednice", *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunnensis*, vol. 63, no. 156, pp. 1441-1452.

19. Kartoolinejad, D., Hosseini, S.M., Mirnia, S.K., Akbarinia, M., Shayanmehr, F. (2007), "The relationship among infection intensity of *Viscum album* with some ecological parameters of host trees", *International Journal of Environmental Research*, vol. 1, pp. 143-149.

20. Zuber, D. (2004), "Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L.", *Flora*, vol. 199, pp. 181-203.

Стаття надійшла 20.01.2017.