

УДК 581.5 + 581.524

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-51-62

Осипенко В. В., Ларіонов М. С.

**АДАПТАЦІЯ ІНВАЗІЙНОГО ВИДУ
SOLIDAGO CANADENSIS L.
В УРБОЕКОСИСТЕМІ М. ЧЕРКАСИ**

В статті розглядається інвазія золотушника канадського (*Solidago canadensis* L.) до урбоекосистеми м. Черкаси (Лісостеп України). В ході дослідження, проведеного у вегетаційні періоди 2016-2017 рр., відмічено присутність *S. canadensis* L. в 9-ти районах досліджень. В усіх районах відмічали збіднення видового складу спонтанних угруповань у зв'язку з інвазією *S. canadensis* L., який на 74% облікових майданчиків був домінантом.

В роботі наведено прогноз подальшої поведінки *S. canadensis* L. в рослинних угрупованнях, складений на основі даних проективного покриття золотушника канадського і супутніх видів, видовому складі рослинних угруповань досліджуваних районів. Виділено пріоритетні райони для боротьби з *S. canadensis* L. (з найбільшою ймовірністю розширення інвазії).

Ключові слова: урбоекосистема, синекологія, *Solidago canadensis* L., інвазія, прогнозування.

Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій. Мегаекосистема Лісостепу має велике різноманіття біотопів, придатних для освоєння адвентивними видами, що дає змогу адвентивній фракції флори закріплюватися і поширюватися у фітоценозах. Кількість чужорідних видів в Лісостепу складає 400 видів (за іншими даними – 371), це складає не менше половини спонтанної флори [1].

Загалом по Україні адвентивна фракція флори складає 14% від спонтанної флори (більше 800 видів) [2]. Лісостепова зона займає 34% території України, вона давно освоєна та має високу густоту населення, більша частина землі виділена під сільськогосподарські потреби, розораність території становить 82%, екологічний стан погіршений [1].

Останнім часом в Лісостеповій зоні України з'являються та активно поширюються нові види адвентивних бур'янів, серед яких варто виділити золотушник канадський (*Solidago canadensis* L.), оскільки площі, зайняті цією рослиною у природних фітоценозах значно розширилися за достатньо короткий час.

Так, згідно з даними Ременюка С. О. за період 2010 – 2014 рр. у Правобережному Лісостепу площа інвазії *S. canadensis* L. значно збільшилася: в середньому по Правобережному Лісостепу приріст склав 46.51% (з 860 га до 1260 га). Найшвидше площа інвазії збільшується в Київській області, приріст складає 79.17% (з 240 га до 430 га), в Черкаській області приріст складає 50% (з 20 га до 30 га) [3].

Швидке розширення площі інвазії *S. canadensis* L. відзначається дослідниками з багатьох країн.

В Республіці Білорусь він був зареєстрований в 50-х роках ХХ ст. Кадастровим дослідженням, проведеним на початку ХХІ ст., було виявлено більше 200 місцезростань загальною площею 35.3 га [4; 5]. В 2013 р. тільки на території Мінська було виявлено 198 місцезростань загальною площею близько 223.4 га [6; 7]. Подібне відбувається в Литві. В ході дослідження в період 2012 – 2015 рр. було визначено загальну площу, охоплену інвазією *S. canadensis* L., – 1702 га, а також *S. gigantea* Ait. – 401.5 га [8].

Великою проблемою *S. canadensis* L. є також в Китаї, куди він був завезений в 1913 р., а в наші дні площа його інвазії розширилась на 24 провінції [4]. Велика

швидкість розширення площ інвазії *S. canadensis* L. вказує на необхідність моніторингу його поширення і проведення стримуючих заходів.

Крім публікацій, що описують розширення площі інвазії *S. canadensis* L., існують такі, які описують особливості його впливу на видове різноманіття фітоценозів і на біорізноманіття в цілому.

Гусєв А. П. вказує на наявність різко негативного впливу *S. canadensis* L. як на видове різноманіття аборигенних видів, так і на процес відновлювальної сукцесії [9].

Румунські дослідники вивчали вплив *S. canadensis* L. на рослинні угруповання і комах-запилювачів на покинутих полях різного віку (1 – 20 років після останньої оранки). Вони виявили, що інвазія *S. canadensis* L. зменшує різноманіття місцевих видів на всіх полях, а найбільший вплив на видове різноманіття існує в старих рослинних угрупованнях. Також, згідно з їх даними, інвазія *S. canadensis* L. зменшує відвідування аборигенних видів рослин запилювачами (бджолами і метеликами) [10].

Згідно з даними польських дослідників *S. canadensis* L. чинить позитивний вплив на кількість павукоподібних в сільськогосподарських угіддях. На ділянках без *S. canadensis* L. нараховувалося 2.2 павука на 1 м², на ділянках з *S. canadensis* L. середня кількість павуків становила 124.6 на 1 м² [11].

Ряд китайських вчених стверджують, дослідивши 291 пару ділянок (з *S. canadensis* L. і без нього), що негативний вплив *S. canadensis* L. на 60% ділянок не підтверджується [12]. Інші китайські дослідники вказують на наявність сильного негативного впливу *S. canadensis* L. на видове багатство місцевих рослинних угруповань і пояснюють його вираженою алелопатичною активністю *S. canadensis* L. [13; 14]. Згідно даним американських дослідників трансформуючий вплив *S. canadensis* L. на рослинні угруповання не можна пояснити тільки алелопатичними ефектами. [15].

Як видно з вище вказаного, результати досліджень, направлених на вивчення впливу *S. canadensis* L. на видове різноманіття фітоценозів і біорізноманіття в цілому, містять багато протиріч. Вони відрізняються, залежно від місця їх проведення. Це доводить, що поведінка *S. canadensis* L. в рослинних угрупованнях сильно залежить від багатьох факторів (грунту, клімату, видового складу місцевих рослинних угруповань), а також відсутність чіткого розуміння механізмів його впливу на фітоценози, що вказує на необхідність подальшого вивчення впливу цього виду на рослинні угруповання для встановлення цього механізму.

Метою нашого дослідження було виявлення місцезростань *S. canadensis* L. в урбоекосистемі м. Черкаси, вивчення синекологічних показників *S. canadensis* L. і супутніх видів, а також його впливу на флористичний склад фітоценозів; прогнозування можливості подальшого збільшення площі інвазії і виділення пріоритетних районів для проведення заходів боротьби з ним.

Матеріали та методи

Черкаси розташовані в Лісостеповій зоні України в координатах 49°26'35" с. ш. 32°03'35" в. д., висота над рівнем моря в Черкасах складає 110 м. З північного-заходу Черкаси оточує лісовий масив природного походження Черкаський бір площею 28.5 тис. га. Місто розташоване на правому березі Кременчуцького водосховища, що чинить значний вплив на місцевий клімат. Клімат в Черкасах помірно-континентальний. Середньорічна температура в місті становить +7.7°C, середня

температура січня -5.9°C , середня температура липня $+19.8^{\circ}\text{C}$, абсолютний мінімум -35.3°C (1935 р.), абсолютний максимум $+38^{\circ}\text{C}$ (7 липня 2012 р.).

Середньорічна кількість опадів в м. Черкаси складає 517 мм, мінімальна – 303 мм (1975 р.), максимальна – 948 мм (1952 р.). Середньорічна відносна вологість повітря складає 76%. В Черкасах переважають північно-західні вітри, середня швидкість вітру в січні – 4.5 м/с, в липні – 3.1 м/с [16; 17; 18].

Золотушник канадський (*Solidago canadensis* L.) – це багаторічна трав'яниста кореневищна рослина. Від кореневища відходять наземні пагони висотою 0.8 – 1.4 м, іноді до 2 м, рослина може створювати густі зарості до 300 пагонів на 1 м^2 . Листки чергові, лінійно-ланцетні, на верхівці загострені, довжиною 5 – 12 см. Квітки дрібні, жовті, зібрані в дрібні кошики 3 – 6 мм в діаметрі; кошики, в свою чергу, зібрані в пірамідальну волоть завдовжки 5 – 20 см. Цвіте в липні – вересні. Плід – вузькоциліндрична сім'янка з численними буроватими волосками (типовий анемохор) [9; 19].

В природних умовах в здичавілому вигляді росте переважно в населених пунктах і вздовж доріг, але швидко поширюється, тому зараз зустрічається повсюдно, в тому числі на значній відстані від населених пунктів. Потрапляючи на певну територію, він швидко розростається, витісняючи аборигенні види, є видом-трансформером [3; 9].

Пошук місцезростань *S. canadensis* L. проводили маршрутним методом. Райони зростання даного виду позначали на карті.

В місцезростаннях золотушника у випадковому порядку закладали облікові майданчики площею 1 м^2 , на яких проводили визначення всіх видів рослин і окомірне визначення їх проективного покриття, підраховували кількість особин кожного виду, отримані дані обробляли статистично.

Серед статистичних характеристик використовували коефіцієнт трапляння ($R\%$), коефіцієнт розсіювання (K_p), коефіцієнт строкатості складення (K_{CC}), коефіцієнт Жаккара ($K_{ж}$) і кластерний аналіз за методом найближчого сусіда.

При обробці матеріалів польових досліджень використані стандартні геоботанічні методики [20; 21]. Назви рослин наведено за С.К. Черепановим (1995).

Результати та обговорення

Сумарно було закладено 50 облікових майданчиків у вегетаційні періоди 2016-2017 рр. На основі отриманих даних умовно виділено на території міста 9 районів поширення золотушника канадського, яким були дані наступні назви: Залізниця біля ЗТА, Полігон, Південно-західний район, Перша міська лікарня, Соборний Сквер, Район Д, Хімселище, Митниця і Долина троянд (Рис. 1).

Встановлено, що на 74% облікових майданчиків з. канадський був домінантом, а на 26% – субдомінантом, що свідчить про високу конкурентоспроможність цієї рослини, а також про його здатність адаптуватися до різних умов в урбоєкосистемі. При обстеженні території міста на наявність з. канадського було помічено, що він повністю відсутній на піщаних ділянках, які розташовані ближче до р. Дніпро в районі Митниці, хоча був присутній в значній кількості на ділянках з суглинистими і чорноземними ґрунтами в тому ж районі. Отже, з. канадський для росту потребує наявності достатньо родючих ґрунтів [22].

На облікових майданчиках разом із з. канадським виявлено 56 супутніх видів рослин, для яких розраховано коефіцієнт трапляння (Табл. 1).

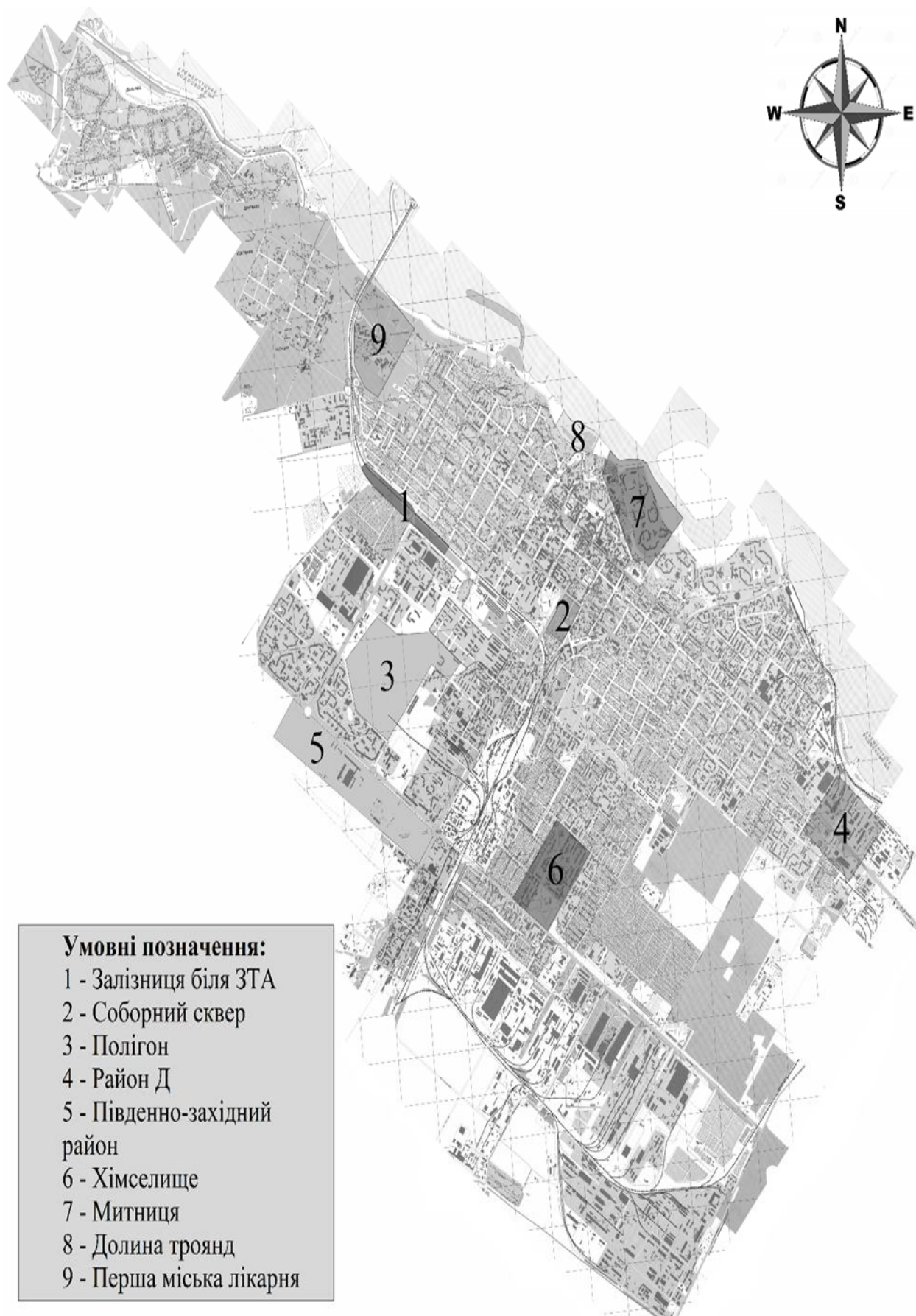


Рис. 1. Карта Черкас з відміченими районами розповсюдження *S. canadensis* L.

Таблиця 1

Коефіцієнт трапляння супутніх із *S. canadensis* L. видів

Вид рослини	R %	Вид рослини	R %
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	76	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	6
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	64	<i>Potentilla argentea</i> L.	
<i>Achillea submillefolium</i> Klok. et Krytzka	50	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	4
<i>Stenactis annua</i> (L.) Cass. ex Less.	36	<i>Arctium lappa</i> L.	
<i>Acer negundo</i> L.	30	<i>Chelidonium majus</i> L.	
<i>Sonchus arvensis</i> L.	26	<i>Fragaria vesca</i> L.	
<i>Poa trivialis</i> L.	20	<i>Galium mollugo</i> L.	
<i>Trifolium pratense</i> L.	18	<i>Hieracium pilosella</i> L.	
<i>Artemisia absinthium</i> L.	16	<i>Hypericum perforatum</i> L.	
<i>Trifolium arvense</i> L.		<i>Rubus idaeus</i> L.	
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	14	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	2
<i>Humulus lupulus</i> L.	12	<i>Asclepias syriaca</i> L.	
<i>Polygonum aviculare</i> L.		<i>Cichorium intybus</i> L.	
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	10	<i>Daucus carota</i> L.	
<i>Oenothera biennis</i> L.		<i>Erigeron canadensis</i> L.	
<i>Oxalis stricta</i> L.		<i>Eryngium campestre</i> L.	
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> Planch.		<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. & Kit.	
<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv.		<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> (Duchesne ex Weston) Duchesne ex Rozier	
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.		<i>Plantago major</i> L.	
<i>Consolida regalis</i> Gray.	8	<i>Quercus robur</i> L.	
<i>Echium vulgare</i> L.		<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	
<i>Equisetum arvense</i> L.		<i>Rubus caesius</i> L.	
<i>Festuca pratensis</i> Huds.		<i>Salix alba</i> L.	
<i>Melilotus albus</i> Medik.		<i>Trifolium fragiferum</i> L.	
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	6	<i>Trifolium repens</i> L.	
<i>Galium verum</i> L.		<i>Verbascum densiflorum</i> Bertol.	
<i>Glechoma hederacea</i> L.		<i>Vicia cracca</i> L.	
<i>Lamium purpureum</i> L.		<i>Prunus armeniaca</i> L.	

Серед них найбільший коефіцієнт трапляння мали наступні види: *Elymus repens* (L.) Gould (76%), *Ambrosia artemisiifolia* L. (64%), *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka (50%), *Stenactis annua* (L.) Cass. ex Less. (36%), *Acer negundo* L. (30%), *Sonchus arvensis* L. (26%), *Poa trivialis* L. (20%), *Trifolium pratense* L. (18%), *Artemisia absinthium* L. (16%), *Trifolium arvense* L. (16%), *Artemisia vulgaris* L. (14%). Можливо, ці види можуть успішно конкурувати із з. канадським або вони пристосувалися до умов, які він створює у фітоценозах, виступаючи едифікатором. Однак, *Ambrosia artemisiifolia* L. і *Acer negundo* L. самі є адвентивними та інвазійними видами.

В ході обробки отриманих даних було розраховано середню кількість видів на обліковому майданчику площею 1 м² – 6.68±0.23 видів, амплітуда варіювання кількості видів склала 4 – 12. Також побудовано варіаційну криву кількості видів на обліковому майданчику (Рис. 2).

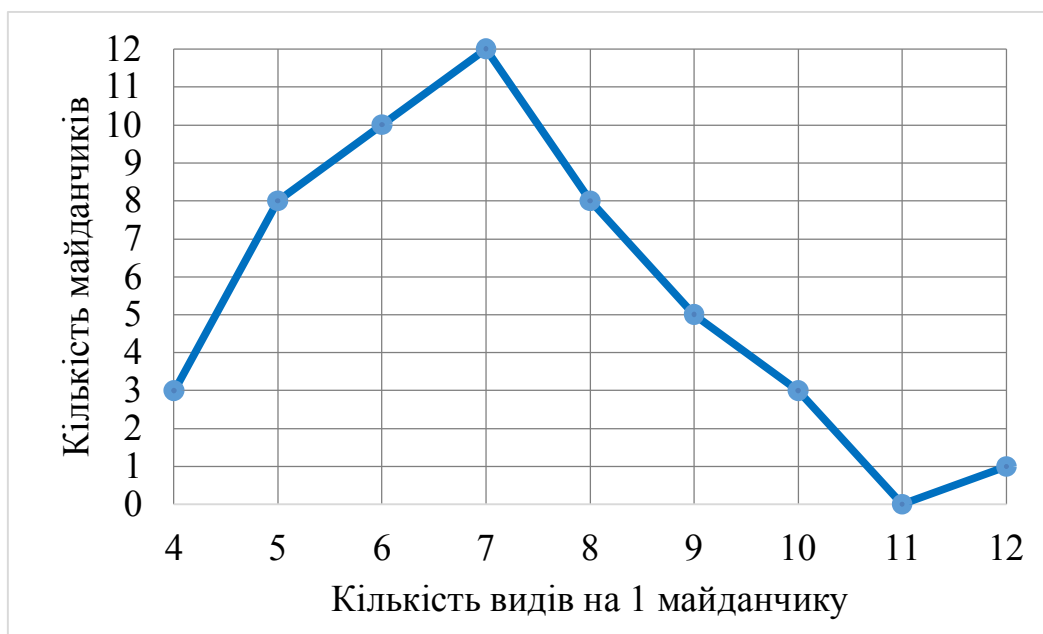


Рис. 2. Варіаційна крива кількості видів на обліковому майданчику

Середній K_p по районах складає 2.37 ± 0.25 , а середнє K_{CC} – $46.22 \pm 4.72\%$. Це вказує на достатню однорідність видового складу рослинних угруповань виділених районів і можливість порівняння їх цілком, а не окремими частинами.

Видовий склад кожного району порівнювали з іншими за допомогою коефіцієнта Жаккара (K_J). Середній K_J по генеральній сукупності складає $23.00 \pm 1.74\%$. При відкиданні малих значень K_J , що вказують на низьку подібність районів, отримали вибірку, яка містить найбільші значення K_J і розрахували для неї середнє значення K_J , а також коефіцієнт варіації ($C_v\%$) (Табл. 2) [23].

Таблиця 2

Найбільші значення K_J

Райони досліджень	Значення K_J
Залізниця біля ЗТА і Полігон	30.23 ± 6.57
Полігон і Південно-західний район	33.33 ± 6.57
Район Д і Митниця	43.75 ± 6.57
Район Д і Соборний сквер	38.89 ± 6.57
Район Д і Південно-західний район	30.00 ± 6.57
Район Д і Долина троянд	35.71 ± 6.57
Митниця і Соборний сквер	50.00 ± 6.57
Митниця і Південно-західний район	29.17 ± 6.57
Митниця і Долина троянд	33.33 ± 6.57
Соборний сквер і Південно-західний район	37.50 ± 6.57
Соборний сквер і Долина троянд	30.00 ± 6.57
Середнє значення K_J	35.63 ± 1.98
$C_v\%$	18.43

Найбільші показники $K_{ж}$ були отримані при порівнянні таких районів: Митниця і Соборний сквер – 50.00%, Район Д і Митниця – 43.75%, Район Д і Соборний сквер – 38.89%, Соборний сквер і Південно-західний район – 37.50%, Район Д і Долина троянд – 35.71%, Полігон і Південно-західний район – 33.33%, Митниця і Долина троянд – 33.33%, Залізниця біля ЗТА і Полігон – 30.23%, Соборний сквер і Долина троянд – 30.00%, Район Д і Південно-західний район – 30.00%, Митниця і Південно-західний район – 29.17 %. Отже, видовий склад рудеральних угруповань цих районів є найбільш подібним, що в свою чергу свідчить про схожі екологічні умови. Розраховані значення $K_{ж}$ дають змогу прогнозувати в майбутньому (при відсутності дій, спрямованих на боротьбу із *S. canadensis* L.), розширення площі інвазії *S. canadensis* L. і збільшення його проективного покриття (ПП) в районі Полігону (ПП – 43.78%) до його рівня в районі Залізниці біля ЗТА (ПП – 82.67%), а також аналогічне збільшення ПП в районах: Митниця (ПП – 40.00%), Південно-західний район (ПП – 32.15%), Район Д (ПП – 46.67%), Долина троянд (ПП – 20.00) до його рівня в районі Соборного скверу (ПП – 57.00%).

Розраховано середнє проективне покриття з канадського (ППзк) (в його місцезростаннях) для кожного району, а також розраховано середнє сумарне проективне покриття супутніх видів по районах (ППсв) (Рис. 3).

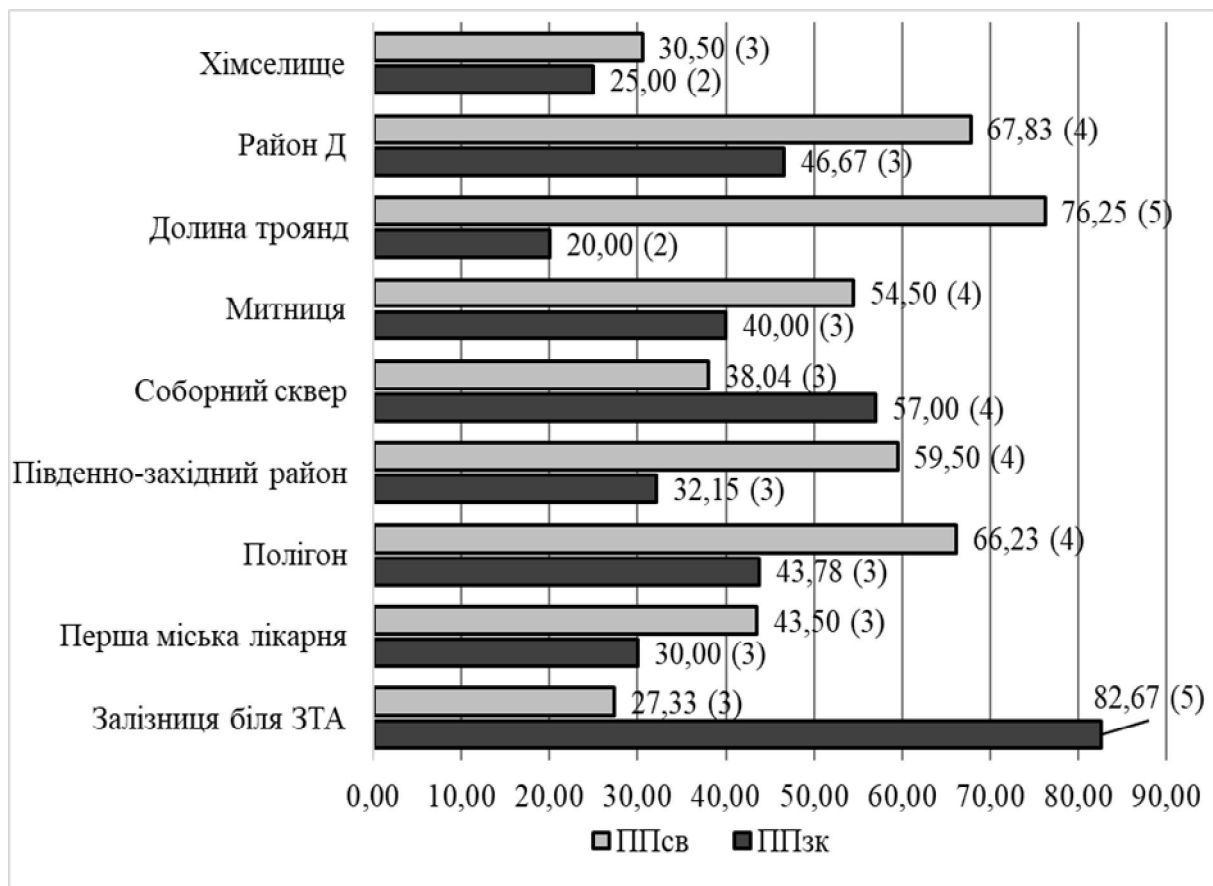


Рис. 3. ППзк і ППсв по районах у відсотках і в балах (за шкалою Браун-Бланке)

За цими двома параметрами проведено кластерний аналіз дев'яти досліджуваних районів за методом найближчого сусіда, який ілюструє побудована дендрограма (Рис.4).

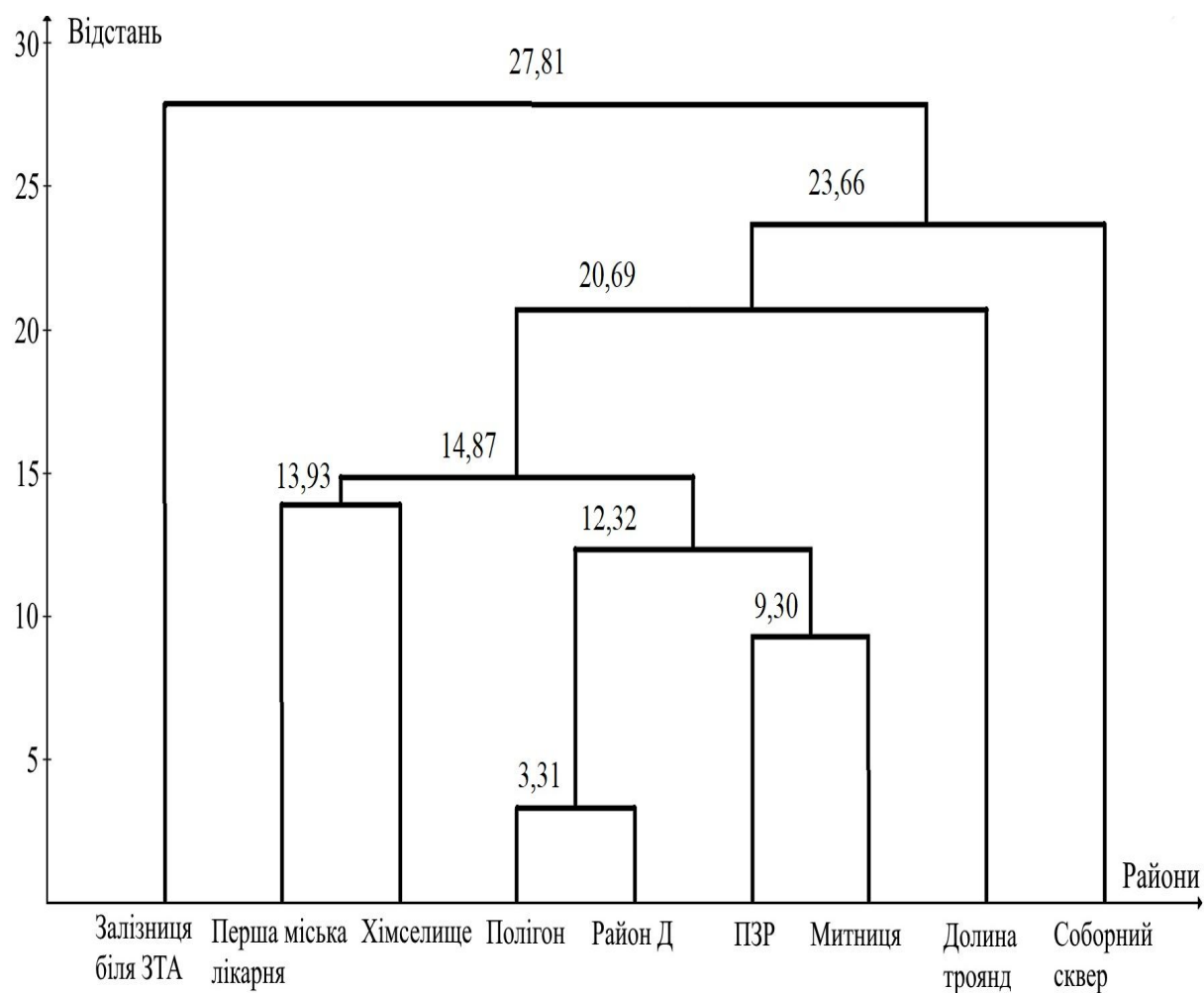


Рис. 4. Дендрограма кластерного аналізу районів за параметрами ППЗк и ППСв

Таблиця 3

Вихідні дані для кластерного аналізу

Район	ППЗк	ППСв
Залізниця біля ЗТА	82.67	27.33
Перша міська лікарня	30.00	43.50
Полігон	43.78	66.23
Південно-західний район	32.15	59.50
Соборний сквер	57.00	38.04
Митниця	40.00	54.50
Долина троянд	20.00	76.25
Район Д	46.67	67.83
Хімселище	25.00	30.50

Наведена дендрограма вказує на подібність шести районів досліджень (Першої міської лікарні, Хімселища, Полігону, Району Д, Південно-західного району і Митниці), які об'єднуються в один кластер на відстані 14.87, а також на значну

відмінність від них трьох районів (Залізниця біля ЗТА, Долини троянд і Соборного скверу), які об'єднуються з отриманим кластером на відстані 27.81, 23.66 и 20.69 відповідно. Аналіз вихідних даних і дендрограми, побудованої на їх основі, дає змогу розділити досліджувані райони за рівнем засміченості *S. canadensis* L. і трансформації (ЗіТ) природних фітоценозів на 3 групи: 1) високий рівень ЗіТ (Залізниця біля ЗТА, Соборний сквер); 2) середній рівень ЗіТ (Перша міська лікарня, Хімселище, Полігон, Район Д, Південно-західний район, Митниця); 3) низький рівень ЗіТ (Долина троянд).

Крім того, викликає занепокоєння інвазія з канадського в рослинний покрив Парку хіміків. Отримані показники дають змогу прогнозувати розширення площі інвазії в майбутньому [24].

Висновки

В результаті дослідження виявлено значний рівень присутності адвентивного виду а *S. canadensis* L. в угрупованнях урбоєкосистеми м Черкаси. Найбільший рівень засміченості *S. canadensis* L. спостерігається в районі Залізниця біля ЗТА – північних «воріт» міста (середнє проективне покриття та 82.62%).

Варіаційний ряд кількості видів на обліковому майданчику, середнє проективне покриття по районах, домінування на 74% облікових майданчиків вказує на високу конкурентоспроможність і сильний негативний вплив *S. canadensis* L. на фітоценози, що призводить до збіднення їх видового складу (4-12 видів на обліковому майданчику).

За допомогою кластерного аналізу проведено розділення 9-ти районів на 3 групи по рівню трансформації і засміченості фітоценозів *S. canadensis* L. (високий, середній і низький рівні). Найбільшій увазі і активного застосування відповідних методів боротьби потребують райони, що належать до групи з високим рівнем (Залізниця біля ЗТА, Соборний сквер). Райони групи з середнім рівнем також потребують моніторингу і застосування методів боротьби з агресивним адвентом.

При відсутності дієвих заходів, спрямованих на боротьбу з *S. canadensis* L., рівень засмічення ним угруповань в районах: Митниця, Район Д, Долина троянд може досягнути такого в районі Соборного скверу (ПП – 57.00%), у зв'язку з високим рівнем подібності цих районів за коефіцієнтом Жаккара. При несприятливому розвитку подій рівень засміченості *S. canadensis* L. в районі Полігону (відсутність догляду за рослинним покривом і наявність основних магістралей для транзитного вантажного потоку) може досягти рівня такого ж, як в районі Залізниця біля ЗТА (ПП – 82.67%). Для запобігання цьому рекомендуємо проводити багаторічний моніторинг рівня засміченості цим видом в вищезазначених районах і застосовувати відповідні заходи боротьби.

Комбінація з двох методів: кластерного аналізу і коефіцієнта Жаккара дозволила зрозуміти, що в районі Долини троянд, незважаючи на низький рівень засміченості, на даний момент існує значний ризик розширення площі інвазії і збільшення проективного покриття до рівня в Соборному сквері. Таким чином, використання цих двох методів збільшує точність дослідження. З районів групи з середнім рівнем ЗіТ найбільшій увазі заслуговує Полігон, у зв'язку з високою схожістю з Залізницею біля ЗТА за $K_{ж}$. Найменшій увазі серед районів групи з середнім рівнем ЗіТ потребують: Перша міська лікарня і Хімселище, (низька схожість за $K_{ж}$ з районами групи з високим рівнем ЗіТ).

У зв'язку із значним проникненням золотушника канадського в рослинні угруповання урбоєкосистеми м. Черкаси пропонуємо використовувати і покращувати наявні методи боротьби з *S. canadensis* L. (викошування, прополювання, перекопування, гербіциди) і розробляти нові. Слід зазначити, що необхідним компонентом боротьби з золотушником має стати поширення інформації серед населення, оскільки основним джерелом поширення *S. canadensis* L. є присадибні ділянки. Вважаємо за необхідне звернути увагу екологічно свідомої частини черкасців

на реально існуючу загрозу біорізноманіттю міського рослинного покриву, як прояву його подальшої синантропізації. Дана тема потребує подальшого розгляду і вивчення.

Дослідження виконано на кафедрі біології, екології та агротехнології Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького як складова частина наукової теми «Екологічні основи раціонального природокористування і збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку» (номер держреєстрації 0116U003852).

Література

1. Бурда Р.І., Пашкевич Н.А., Бойко Г.В., Фіцайло Т.В. Чужорідні види охоронних флор Лісостепу України. К.: Наукова думка, 2015. 116 с.
2. Бурда Р.І. Вивчення і контроль чужорідних видів рослин: час консолідації зусиль // Зб. матеріалів Другої Всеукраїнської конференції «Синантропізація рослинного покриву України». Тези наукових доповідей. Київ. Переяслав-Хмельницький, 2012. С. 17 – 18.
3. Ременюк С.О. Токарчук М.М. Золотушник канадський (*Solidago canadensis* L.) – жовта загроза Правобережному лісостепу України // Цукрові буряки. 2015. № 4. С. 15 – 16.
4. Лунева Н.Н., Ларина С.Ю. Золотарник канадский - следующий? Защита и карантин растений. 2015. № 1. С. 17-19.
5. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2011 / Под общ. ред. С. И. Кузьмина, И.В. Комоско. Минск: «Бел НИЦ «Экология», 2012. С. 201–205.
6. Чумаков Л.С., Невердасова М.А. Экологическая оценка травянистых фитоценозов и золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) Под пологом городских хвойных насаждений // Экологический вестник. 2016. No 1 (35). С. 46 – 56.
7. Чумаков Л.С., Масловский О.М., Шевкунова А.В., Сысой И.П., Чуйко Е.В. Эколого-биотопическая характеристика золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в г. Минске // Экологический вестник. 2014. No 4 (30). С. 110 – 117.
8. Karpiavičienė B., Radušienė J., Viltrakytė J. Distribution of two invasive goldenrod species *Solidago canadensis* and *S. gigantea* In Lithuania // Botanica Lithuanica, 2015. Vol. 21 (2). P. 125 – 132.
9. Гусев А.П. Вторжение золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в антропогенные ландшафты Беларуси // Российский журнал биологических инвазий. 2017. № 4. С. 28 – 35.
10. Fenesi A, Vágási C. I., Beldean M. et al *Solidago canadensis* impacts on native plant and pollinator communities in different-aged old fields // Basic Appl. Ecol., 2015. Vol. 16. P. 335–346.
11. Dudek, K., Michlewicz, M., Dudek, M. et al. Invasive Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) as a preferred foraging habitat for spiders // Arthropod-Plant Interactions, 2016. Vol. 10. P. 377 – 381.
12. Li-Jia Dong, Hong-Wei, Wei-Ming He What determines positive, neutral, and negative impacts of *Solidago canadensis* invasion on native plant species richness? // Scientific Reports, 2015. Vol. 5. Article number: 16804. doi:10.1038/srep16804.
13. Chen X., Mei L., Tang J. Allelopathic effects of invasive *Solidago canadensis* on germination and root growth of native Chinese plants // Proc. of the 4th World Congress on Allelopathy / Eds. J.D.I. Harper, M. An, H. Wu and J.H. Kent. Wagga Wagga: Charles Sturt University, 2005. P. 43 – 49.
14. Yongge Yuan, Bing Wang, Shanshan Zhang, Jianjun Tang, Cong Tu, Shuijin Hu, Jean W. H. Yong, Xin Chen Enhanced allelopathy and competitive ability of invasive plant *Solidago canadensis* in its introduced range // Journal of Plant Ecology, 2013. Vol. 6. P. 253–263.
15. Pisula N. Meiners S.J. Allelopathic Effects of Coldenrod Species on Turnover in Successional Communities // American Midland Naturalist. 2010. Vol. 163. P. 161 – 172.
16. Новікова В.І. Географія Черкаської області. Черкаси: Вибір, 2000. 79 с.
17. Український гідрометеорологічний центр: <http://meteo.gov.ua> (дата звернення 06.08.2018).
18. Черкащина. Універсальна енциклопедія. Документально-публіцистичне наукове фотоілюстративне історичне видання / Автор-упорядник Жадько В. К.: ВПК «Експрес-Поліграф», 2010. 1104 с.
19. Гречаный И.А. Полный справочник лекарственных трав и целительных сборов. Харьков: ООО Книжный клуб «Клуб семейного досуга», 2013. 544с.
20. Бурда Р.І., Ігнатюк О.А. Методика дослідження адаптивної стратегії чужорідних видів рослин в урбанізованому середовищі: Монографія. К.: НЦЕБМ НАН України, ЗАТ «Віпол», 2011. 112 с.
21. Современная наука о растительности / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломеш. М.: Логос, 2002. 264 с.
22. Ларіонов М.С., Осипенко В.В. Засміченість території м. Черкаси золотарником канадським (*Solidago canadensis* L.) // В зб. матеріалів XIX Всеукраїнської конференції молодих учених «Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених». Черкаси: вид. відділ ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. С. 64 – 66.

23. Ларіонов М.С., Осипенко В.В. *Solidago canadensis* L. в урбоекосистемі м. Черкаси / В зб. матеріалів I Міжнародної наук.-практ. конф. «Проблеми екології та еволюції екосистем в умовах трансформованого середовища». К.: ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України», 2017. С. 85 – 89.
24. Ігнатенко І.А., Осипенко В.В. Синекологічні показники угруповань з участю *Solidago canadensis* L. на території м. Черкаси // матеріали доп. Всеукраїнської наук. конф.: «Збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку». Черкаси: ФОП Белінська О. Б., 2015. С. 72 – 75.
25. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992с.

References

1. Burda, R.I., Pashkevich, N.A., Boiko, G.V., & Fitsailo, T.V. (2015). Foreign species of the protected flora of the Forest-Steppe of Ukraine. Kyiv: Naukova dumka. 116. (in Ukr).
2. Burda, R.I. (2012). Study and control of foreign plant species: a time of effort consolidation (Proc. of the 2-nd All-Ukrainian Conf. on Synantropization of the Vegetation Cover of Ukraine») Kyiv, Pereiaslav-Khmelnytskyi, 17 – 18. (in Ukr).
3. Remeniuk S.O., & Tokarchuk M.M. (2015). Canadian Goldenrod (*Solidago sanadensis* L.) - a yellow threat to the Right-bank Forest Steppe of Ukraine. *Tsukrovi buriaky (Sugar beets)*, 4, 15 – 16. (in Ukr).
4. Luneva N.N., Larina S.Yu. (2015). Will Canadian Goldenrod be next? *Zashchita i karantin rastenii (Protection and Quarantine of Plants)*, 1, 17 – 19. (in Rus).
5. Kuzmin. S. I., & Komosko. I. V. (Eds.). (2012). National Environmental Monitoring System of the Republic of Belarus: Observations, 2011. Minsk: Bel NIC «Ekologiya», 201 – 205. (in Rus).
6. Chumakov L.S., Neverdasova M.A. (2017). Ecological assessment of herbaceous phytocenoses and Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) under the canopy of urban coniferous stands. *Ekolohicheskii vestnik (Ecological Bulletin)*, 1 (35), 46 – 56. (in Rus).
7. Cumakov, L.S., Maslovskii, O.M., Shevkunova, A.V., Sysoi, I.P., & Chuiko, Ye.V. (2014). Ecological and biotopic characteristics of Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) in Minsk. *Ekolohicheskii vestnik (Ecological Bulletin)*, 4 (30), 110 – 117. (in Rus).
8. Karpavičienė, B., Radušienė, J., & Viltrakytė, J. (2015). Distribution of two invasive goldenrod species *Solidago canadensis* and *S. gigantea* in Lithuania. *Botanica Lithuanica*, 21 (2), 125 – 132. doi: 10.1515/botlit-2015-0015.
9. Husev, A.P. (2017). Invasion of Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) into Belarusian anthropogenic landscapes. *Rossiiskii zhurnal biologicheskikh invazii (Russian Journal of Biological Invasions)*, 4, 28 – 35. (in Rus).
10. Fenesi, A, Vagasi, C. I., & Beldean, M. (2015) *Solidago canadensis* impacts on native plant and pollinator communities in different-aged old fields. *Basic Appl. Ecol.*, 16. 335–346.
11. Dudek, K., Michlewicz, M., & Dudek, M. (2010). Invasive Canadian goldenrod (*Solidago canadensis* L.) as a preferred foraging habitat for spiders. *Arthropod-Plant Interactions*, 10, 377 – 381. doi: 10.1007/s11829-016-9455-7.
12. Li-Jia Dong, Hong-Wei, & Wei-Ming He. (2015). What determines positive, neutral, and negative impacts of *Solidago canadensis* invasion on native plant species richness? *Scientific Reports*, 5. Article number: 16804. doi:10.1038/srep16804.
13. Chen, X., Mei, L., & Tang, J. (2005). Allelopathic effects of invasive *Solidago canadensis* on germination and root growth of native Chinese plants (Proc. of the 4th World Congress on Allelopathy / Eds. J.D.I. Harper, M. An, H. Wu & J.H. Kent). Wagga Wagga: Charles Sturt University, 43 – 49.
14. Yongge Yuan, Bing Wang, Shanshan Zhang, Jianjun Tang, Cong Tu, Shuijin Hu, Jean W. H. Yong, & Xin Chen. (2013) Enhanced allelopathy and competitive ability of invasive plant *Solidago canadensis* in its introduced range. *Journal of Plant Ecology*, 6, 253–263. doi: 10.1093/jpe/rts033.
15. Pisula, N. & Meiners, S.J. (2010). Allelopathic Effects of Coldenrod Species on Turnover in Successional Communities. *American Midland Naturalist*, 163, 161 – 172. doi: 10.1674/0003-0031-163.1.161.
16. Novikova V.I. (2000). Geography of Cherkasy region. Cherkasy: Vibir. 79. (in Ukr).
17. Ukrainian Hydrometeorological Center, viewed 30 September 2019, <<http://meteo.gov.ua>>.
18. Zhadko V.K. (Ed.) (2010). Cherkasy region. Universal Encyclopedia. Cherkasy: VPK «Express-Polygraph». 1104. (in Ukr).
19. Hrechanyi, I.A. (2013). A complete catalog of herbs and healing gathering. Kharkov: Book club Ltd. «Klub siemieinogo dosuha». 544. (in Rus).
20. Burda, R.I., & Ihnatiuk, O.A. (2011) Methods of study of adaptive strategy of foreign plant species in urban environment (Monograph) Kyiv, NCEBM NAS of Ukraine: JSC «Vipol». 112. (in Ukr).
21. Mirkin, B.M. Naumova, L.H., & Solomesh, A.I. (2002). Modern vegetation science. Moskow: Logos. 264. (in Rus).
22. Larionov, M.S., & Osipenko, V.V. (2017). Contamination of the territory of Cherkasy by Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis* L.) (Proc. of the 19-th All-Ukrainian Conf. of Young Scientists on Actual

- Problems of Natural Sciences and Humanities in the Research of Young Scientists). Cherkasy: CNU named after B. Khmelnytskyi, 64 – 66. (in Ukr).
23. Larionov, M.S., & Osipenko, V.V. (2017). *Solidago canadensis* L. in the urban ecosystem of Cherkasy. (Proc. of the 1-st Int. Scientific and Practical Conf. on Problems of ecology and evolution of ecosystems in the transformed environment). Kyiv: SI: Institute of Evolutionary Ecology NAS of Ukraine, 85 – 89. (in Ukr).
 24. Ihnatenko, I.A., & Osipenko, V.V. (2015). Synecological indicators of phytocenoses with *Solidago canadensis* L. on the territory of Cherkasy (Proc. of the All-Ukrainian Conf. on Saiving of biodiversity in the context of sustainable development). Cherkasy: SP Belinska O.B., 72 – 75. (in Ukr).
 25. Cherepanov S.K. (1995). Vascular plants of Russia and neighboring states (within the former USSR). St. Petersburg: Mir i siemia. 992 (in Rus).

Summary. V.V Osipenko., M.S. Larionov Adaptation of invasive species of *Solidago canadensis* L. in the urban ecosystem of Cherkasy.

Introduction. There is a great deal of researches on the effects of *S. canadensis* L. on species of phytocenoses and biodiversity in general, however the results of such researches have many contradictions. They differ depending on their research locations. This proves that the behavior of *S. canadensis* L. in phytocenoses is highly dependent on many factors (soil, climate, species composition of local phytocenoses) as well as the lack of a clear understanding of the mechanisms of its impact on phytocenoses, indicating the need to further study the impact of this species on phytocenoses to understand this mechanism.

Purpose. The detection of *S. canadensis* L. localities in the Cherkasy urban ecosystem, study of synecological parameters of *S. canadensis* L. and accompanying species, as well as its influence on the floristic composition of phytocenoses; predicting the possibility of further increasing the invasion area and identifying priority areas for measures to control it.

Methods. Locations were searched using the route method. The accounting was carried out at accounting sites of 1 m², using standard geobotanical techniques. Statistical processing of the results was performed using dispersion coefficient, diversity composition coefficient, occurrence coefficient, Jaccard similarity coefficient and cluster analysis by nearest neighbor method.

Results. In the course of the research conducted during the vegetation period 2016-2017, a significant level of presence of the *S. canadensis* L. was noted in 9 districts in Cherkasy: average projective coverage of 20,00% - 82,67%. *S. canadensis* L. dominates on 74% of the accounting sites. In all districts depletion of the species composition of spontaneous plant communities due to the invasion of the *S. canadensis* L. was found: the average number of species per 1 m² was 6.68 ± 0.23 species. The occurrence coefficients of the accompanying species are calculated, the species occurring in phytocenoses with *S. canadensis* L. are most often identified: *Elymus repens* (L.) Gould (76%) *Ambrosia artemisiifolia* L. (64%) *Achillea submillefolium* Klok. et Krytzka (50%) *Stenactis annua* (L.) Cass. ex Less. (36%) *Acer negundo* L. (30%) *Sonchus arvensis* L. (26%) *Poa trivialis* L. (20%) *Trifolium pratense* L. (18%) *Artemisia absinthium* L. (16%) *Trifolium arvense* L. (16%), *Artemisia vulgaris* L. (14%). In comparing the species composition of the phytocenoses of the 9 districts by Jaccard similarity coefficient and the cluster analysis of the average projective coverage of the *S. canadensis* L. and accompanying species, priority areas were identified to control the invasion of the *S. canadensis* L. Combining cluster analysis with Jaccard similarity coefficient increases the accuracy of the results (because the species composition of the phytocenoses in addition to their quantitative indicators is taken into account). Similar invasion behavior is predicted in areas with similar species composition of phytocenoses.

Conclusion. *S. canadensis* L. was detected in 9 Cherkasy districts. Negative influence of the *S. canadensis* L. on the species composition of phytocenoses has been proved. The species that were found most often with the *S. canadensis* L. have adapted to the conditions it creates. The combination of Jaccard similarity coefficient and cluster analysis yields more accurate results than cluster analysis alone.

Keywords: urbanecosystem, synecology, *Solidago canadensis* L., invasion, prognostication.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією

14. 10. 2019

Прийнято до публікації

12.12.2019