

ОНТОГЕНЕТИЧНО-ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ *SINAPIS ARVENSIS* L. В АГРОЦЕНОЗАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В.І. Стародуб, Є.Д. Ткач

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: myrzavica88@ukr.net; ORCID: 0000-0003-3883-9453

e-mail: bio_eco@ukr.net; ORCID: 0000-0002-0666-1956

У статті представлено результати детального онтогенетично-популяційного аналізу адвентивного виду *Sinapis arvensis* L. (гірчиця польова) широко розповсюдженого в агроценозах польових культур Правобережного Лісостепу України. Дослідження проводились на території приватних фермерських господарств Одеської та Вінницької обл., що характеризувались інтенсивним веденням землеробства. Адвентивний вид умовно визначено як модельний, завдяки його високому сегетальному потенціалу, що підтверджено значними показниками ясності, проективного покриття та частотою трапляння виду в цих агроценозах. Аналіз вікової структури виявив, що популяції *S. arvensis* L. характеризуються високою щільністю особин та формуванням повночленних правосторонніх спектрів онтогенетичних станів. Це свідчить про присутність усіх вікових груп (від проростків до генеративних та старіючих особин), що забезпечує стабільність та ефективне відтворення популяції в умовах антропогенно трансформованих ландшафтів. За класифікацією «дельта-омега» (Δ/ω) визначено, що популяції *Sinapis arvensis* L. належать переважно до молодих та зрілих типів. Упродовж багаторічного дослідження (2013–2024 рр.) спостерігалось «омолодження» популяцій в агроценозах озимих зернових (пшениці озимої, ячменю озимого) та олійних (ріпаку озимого), тоді як у посівах соняшника та кукурудзи їхній тип залишався молодим. Натомість в агроценозах буряків цукрових зафіксовано перехід популяції від зрілої стадії до молодшої та навпаки від молодшої до зрілої залежно від господарства, що вказує на екологічну пластичність виду та його адаптацію до різних агротехнологій та можна стверджувати про формування більш стабільних угруповань, що здатні до самовідтворення. Ця визначена динамічність онтогенетичної структури популяції підкреслює високу конкурентоспроможність та здатність *S. arvensis* L. до ефективної самопідтримки чисельності. Отримані результати мають фундаментальне значення для розуміння біоекології інвазійних видів та є науковою основою для розробки ефективних інтегрованих систем контролю поширення гірчиці польової, спрямованих на мінімізацію її негативного впливу на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах інтенсивного землеробства України.

Ключові слова: агрофітоценоз, ценопопуляція, вікова структура, адвентивний вид, інвазійність, натуралізація, класифікація дельта-омега, інтегрована система захисту.

ВСТУП

Поширення адвентивних видів рослин є однією з найактуальніших екологічних проблем сучасності глобального масштабу. Для України це питання має особливе значення, адже інтенсивна антропогенна діяльність та історично сформовані шляхи обміну біологічними ресурсами створили ідеальні умови для інвазій.

Процес занесення адвентивних видів, відомий як фітоінвазія, не лише загрожує

біорізноманіттю природних та агроеко-систем, а й спричиняє значні економічні втрати й соціальні виклики, які пов'язані з негативним впливом на здоров'я людини та сталість аграрного сектору.

У сучасному світі адвентивні види рослин є об'єктом пильного фітосанітарного та екологічного моніторингу з подальшим контролем їх чисельності. Це зумовлено тим, що їхнє поширення призводить до так званого «флористичного забруднення території», що потенційно може знижу-

вати біологічне різноманіття, витісняючи місцеві (аборигенні) види рослин. Однак, за занесення «нового» виду на певну територію (ареал) відбувається збільшення біологічного різноманіття за рахунок таких видів рослин. Наукові публікації авторів [1; 2] підтверджують, що збитки, завдані адвентивними видами рослин сільському господарству, є співмірними зі збитками від шкідників, хвороб та інших негативних чинників.

Незважаючи на значне вивчення адвентивних видів рослин, досі залишаються актуальними питання щодо структури, складу, динаміки та адаптаційних можливостей популяцій адвентивних видів рослин, територія поширення яких невпинно зростає з року в рік [3].

З огляду на зазначену проблематику та недостатнє вивчення довгострокової динаміки популяцій адвентивних видів в умовах інтенсивного землеробства України, **метою цієї роботи** було провести комплексний аналіз адвентивного виду *Sinapis arvensis* L. за його онтогенетично-популяційною структурою в агроценозах Правобережного Лісостепу України. Це дасть можливість оцінити адаптивні стратегії виду та розробити науково обґрунтовані підходи до регулювання його чисельності.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідження онтогенетичної та популяційної структури рослин є фундаментальним напрямом екології, який отримав значний розвиток у працях багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. Ця проблематика набуває особливої актуальності в контексті вивчення адвентивних (заносних) видів, здатність яких до успішної інвазії та натуралізації безпосередньо залежить від особливостей їхньої популяційної біології. Серед українських дослідників, що зробили вагомий внесок у цю сферу, слід відзначити наукову школу Ю.А. Злобіна, а також праці В.В. Протопопової та Я.П. Дідуха [4–6], які системно вивчають адвентивну флору України та її вплив на екосистеми.

Здатність адвентивних видів до утворення стійких місцевих популяцій, ефективно адаптованих до нових абіотичних, біотичних та антропогенних чинників, становить значний інтерес як для теоретичної, так і для прикладної екології. Заносний вид, що в процесі адаптації набуває здатності формувати популяції з широким віковим спектром, тобто з представництвом усіх або більшості онтогенетичних станів, отримує істотні переваги над видами з вузькою онтогенетичною амплітудою. Така популяційна стратегія забезпечує його успішну інвазію, натуралізацію та ефективне поширення в нових ареалах.

Вивчення особливостей онтогенезу та структури ценопопуляцій є ключовим для об'єктивної оцінки стану популяцій адвентивних видів. Цей підхід допомагає не лише визначити їхнє процвітання або пригнічення у конкретному місцезростанні, а й встановити їхній екологічний та інвазійний потенціал. Для адвентивних видів саме онтогенетична структура має першочергове значення для прогнозування їхнього подальшого поширення та можливого впливу на аборигенні фітоценози.

Наразі онтогенетична структура визнається фундаментальним аспектом внутрішньопопуляційної організації, що вірізняється серед інших її характеристик — генетичної, статевої, вікової, віталітетної та розмірної [4]. Її функціональне значення полягає у відображенні кількісного співвідношення особин різних онтогенетичних станів, що дає змогу оцінити динаміку зміни поколінь та передбачити життєздатність популяції в умовах постійних екологічних трансформацій. Саме від цієї структурної характеристики безпосередньо залежить здатність популяції до автономного функціонування (самопідтримання) та її стійкість до стресових чинників середовища, включаючи значне антропогенне навантаження, що особливо актуально для агроєкосистем. Поточний стан онтогенетичної структури також слугує важливим показником фази розвитку популяції та її подальших перспектив, визначаючи її роль у формуванні біологічного різноманіття та функціонуванні екосистем.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали на території приватних фермерських господарств Одеської та Вінницької обл. України, які розташовані в межах Правобережного Лісостепу. Ця зона характеризується помірно континентальним кліматом, достатнім рівнем зволоження та родючими чорноземними ґрунтами, що створює сприятливі умови для інтенсивного землеробства та, водночас, відбувається потенційно високий тиск адвентивних видів на агроценози. Період досліджень — 2013–2024 рр., що дало змогу проаналізувати багаторічну динаміку популяцій адвентивного виду *Sinapis arvensis* L. Польові дослідження проводились у різних типах агроценозів, що охоплювали основні сільськогосподарські культури регіону: пшеницю озиму, ячмінь озимий, ріпак озимий, соняшник, кукурудзу та буряк цукровий.

Камеральна обробка зібраного польового матеріалу була критично важливою для точної ідентифікації таксономічної структури сегетальної флори, з особливим акцентом на адвентивні види. Для цього застосовувались загальновизнані та авторитетні ботанічні визначники. Основним джерелом було багатомне видання «Екофлора України» [6], яке забезпечує детальні морфологічні описи та ареали поширення адвентивних видів. Додатково використовувались спеціалізовані визначники П.М. Косолапа та О.О. Іващенко [7; 8], що зосереджуються на ідентифікації та екологічних особливостях сегетальних та адвентивних видів рослин в агроценозах України. Такий підхід забезпечив високий рівень достовірності таксономічної ідентифікації [7–9].

Для поглибленого дослідження адвентивних видів обрано *Sinapis arvensis* L. як модельний вид. Цей вибір обґрунтований його великим сегетальним потенціалом, що проявляється у значній частоті трапляння та високій рясності в більшості досліджуваних агроценозів. *S. arvensis* L. є показовим прикладом бур'яну, який успішно адаптується до антропогенно трансформованих сільськогосподарських ландшафтів.

Онтогенетично-популяційний аналіз був застосований як основний метод, оскільки він допомагає комплексно оцінити адаптаційний потенціал виду, його конкурентоспроможність та стратегії виживання в умовах постійного антропогенного впливу, що є ключовим для розуміння інвазійних процесів.

Для забезпечення репрезентативності даних на типових ділянках агроценозів закладались трансекти розміром 5×20 м. Кожна трансекта поділялась на квадрати площею 25 м², що є оптимальним для детального обліку рослинності в умовах агроценозів. У межах кожного квадрата проводився облік, а саме: фіксація всіх видів рослин, що траплялись в агроценозах, для оцінки фітоценотичного середовища; детальний облік кількості особин модельного виду *S. arvensis* L. з диференціацією за різними онтогенетичними (віковими) станами. Це дало можливість побудувати вікові спектри популяцій. Оцінка проективного покриття кожного виду та загального покриття для визначення домінування та конкурентних взаємодій. Візуальна оцінка, що відображає ступінь покриття ґрунту рослинністю та вплив на його структуру. Обліки здійснювались систематично, тричі за вегетаційний період сільськогосподарських культур (як правило, на початкових, середніх і пізніх фазах розвитку), що допомагало простежити динаміку популяцій та їхню реакцію на агроекологічні чинники.

Життєвість *S. arvensis* L. оцінювалась візуально за ступенем розвитку їхніх надземних органів (розмір, розвиток листків, стебла, генеративних органів тощо). Хоча візуальна оцінка має певну суб'єктивність, її перевагами є оперативність та можливість інтегрального визначення фізіологічного стану рослин за комплексом морфологічних ознак у польових умовах. Для забезпечення достовірності результатів, спостереження проводились упродовж усього періоду вегетації з чітко визначеною періодичністю, що мінімізувало вплив тимчасових абіотичних та біотичних чинників на оцінку життєвості. Типізація популя-

цій за онтогенетичними спектрами базувалась на класичних підходах Т.О. Работнова (1950), О.О. Уранова та О.В. Смирнкової (1969), які є основоположними популяційної екології рослин [10].

Для кількісної оцінки онтогенетично-популяційної структури застосовувалась класифікація «дельта-омега», запропонована Л.А. Животовським. Ця класифікація є потужним інструментом для аналізу вікового розподілу популяцій та визначення їхнього стану. Вона ґрунтується на обчисленні двох ключових індексів — це індекс Δ (дельта) — характеризує середній вік популяції, відображаючи частку молодих особин та індекс ω (омега) — виявляє частку старих особин та вказує на ефективність відтворення та старіння популяції. Обчислення цих індексів проводилось на основі повного вікового розподілу особин популяції, від сходів до стадій масового цвітіння та плодоношення. Типізація популяцій (молоді, перехідні, зріючі, зрілі, старіючі, старі) відбувалась на базі онтогенетичного стану, в якому спостерігався абсолютний максимум вікового розподілу виду (g_1 — молоді генеративні, g_2 — середні генеративні, g_3 — старі генеративні особини), згідно з такими критеріями за Животовським:

молоді:	$\Delta < 0,35, \omega < 0,60;$
перехідні:	$0,35 < \Delta < 0,70;$
зріючі:	$\Delta < 0,35, \omega > 0,60;$
зрілі:	$0,35 < \Delta < 0,55, \omega > 0,70;$
старіючі:	$\Delta > 0,55, \omega > 0,60;$
старі:	$\Delta > 0,55, \omega < 0,60.$

Такий детальний онтогенетично-популяційний аналіз дав змогу отримати об'єктивні характеристики популяцій *Sinapis arvensis* L. та визначити їхню класифікацію за вищезазначеною шкалою [10–12].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Sinapis arvensis L. (гірчиця польова) є поширеним адвентивним видом, що зустрічається в різноманітних рослинних угрупованнях на території України. Її можливість колонізувати різні біотопи, включаючи агроценози польових культур, лісосмуги,

луки й узбіччя доріг, свідчить про високу екологічну пластичність популяцій та їхню успішну адаптацію до різних умов середовища.

Біологічні особливості *S. arvensis* L. прямо зумовлюють високу інвазійну здатність тим самим визначають її статус адвентивності виду. Належність до однорічних рослин (терофітів) допомагає популяціям *S. arvensis* L. швидко завершувати життєвий цикл та ефективно генерувати нові покоління за допомогою насіння впродовж короткого вегетаційного періоду. Ця стратегія репродукції є ключовою для адаптації популяції виду до динамічних умов агроценозів, де регулярна агротехнічна обробка ґрунту перешкоджає розвитку багаторічних видів, віддаючи перевагу видам зі швидким обігом поколінь. Висока репродуктивна здатність проявляється в утворенні надзвичайно великої кількості насіння, яке до того ж має високу схожість і може зберігати життєздатність у ґрунті впродовж тривалого часу (до 100 років). Це сприяє формуванню значного та стійкого насінневого банку популяцій, що є одним з основних механізмів персистенції популяцій *S. arvensis* L. в агроєкосистемах та забезпечення їхнього постійного поширення та відновлення навіть після інтенсивних заходів контролю.

S. arvensis L. є типовим світлолюбним видом (геліофітом), який оптимально розвивається на відкритих, добре освітлених ділянках, що характерно для ріллі та для просапних культур. Популяції цього виду — переважно у помірно вологих умовах зростання (мезофіт). Хоча *S. arvensis* L. демонструє певну толерантність до тривалої посухи, максимальний ріст та репродуктивна продуктивність спостерігаються за умов достатнього зволоження. Незважаючи на відсутність специфічних вимог до типу ґрунту, гірчиця польова краще культивується на родючих, добре аерованих ґрунтах, що є характерним для більшості сільськогосподарських угідь. Висока конкурентоспроможність популяцій *S. arvensis* L. в агроценозах зумовлена комбінацією чинників, а саме: швидкий початковий ріст,

активний розвиток вегетативної маси, здатність до рясного насіннеутворення та ефективне використання доступних ресурсів (світло, вода, поживні речовини). Завдяки цим властивостям, популяції *S. arvensis* L. є злісними бур'янами, які чинять значну конкуренцію культурним рослинам, що призводить до зниження їхньої врожайності та ускладнює механізовані процеси збирання врожаю.

Детальний аналіз вікової структури популяцій *S. arvensis* L. виявив наявність особин на всіх ключових онтогенетичних стадіях, що відповідають повним фазам розвитку рослини (рис. 1). Ця повночленність популяцій є важливою характеристикою, яка вказує на їхню високу життєздатність, стабільність та здатність до безперервного відтворення в умовах агроценозів.

Наявність усіх вікових груп, від проростків до генеративних і постгенеративних особин, свідчить про стабільний та безперервний популяційний процес. Зокрема, в період масового розвитку популяцій *S. arvensis* L. спостерігалось переважання генеративних особин. Це є критичним індикатором успішної репродуктивної стратегії, оскільки значна частина популяції досягає фази плодоношення, забезпечуючи максимальний вихід насіння. Таке домінування генеративних особин вказує на сприятливі умови для реалізації повного життєвого циклу виду в даних екосистемах та високий потенціал для швидкого збільшення чисельності популяції.

Важливою особливістю популяційної динаміки *S. arvensis* L. є значна динамічність вікової структури, яка може швидко змінюватися залежно від умов середовища та інтенсивності антропогенного впливу (наприклад, агротехнічних заходів, як-от оранка або гербіцидна обробка). Ця здатність до швидкої реакції є природною рисою однорічних бур'янів, що мають короткий життєвий цикл і високу швидкість росту, дозволяючи популяціям швидко адаптуватися до мінливих зовнішніх чинників та відновлювати свою чисельність.

Проведені дослідження в агроценозах Правобережного Лісостепу показали, що ценопопуляції *S. arvensis* L. характеризуються високою щільністю особин та формуванням повночленних правосторонніх спектрів онтогенетичних станів. Правостороння форма спектра, з домінуванням більш дорослих та генеративних особин, вказує на те, що популяція не перебуває під значним пригніченням з боку культурних рослин і має високий потенціал до активного розмноження та поширення. Це означає, що в популяціях представлені всі вікові групи — від проростків до старіючих генеративних рослин, що забезпечує стабільність та ефективне відтворення популяції в часі й просторі. Такий спектр свідчить про перебування виду в умовах екологічного та фітоценотичного оптимуму. Сприятливі кліматичні умови регіону (помірний клімат, достатнє зволоження) у поєднанні з високою родючістю чорноземних ґрунтів

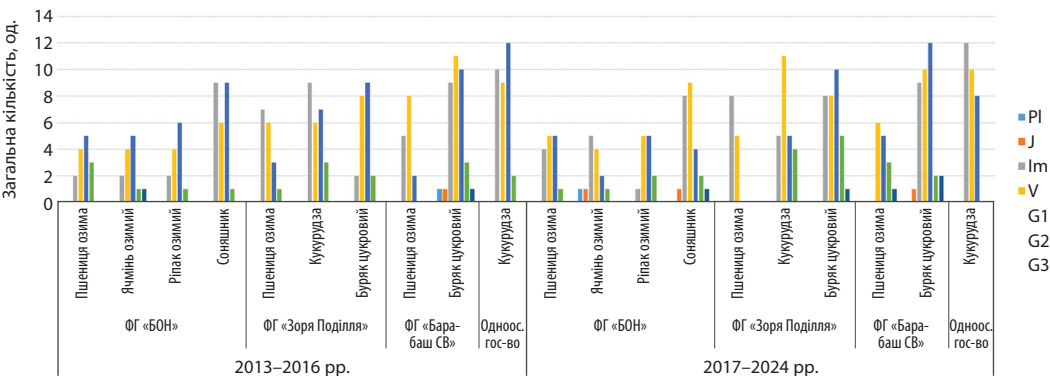


Рис. 1. Онтогенетичні стани популяцій *Sinapis arvensis* L.

створюють оптимальні умови для росту багатьох видів рослин, включаючи і *S. arvensis* L., що сприяє формуванню аномально високої щільності її популяцій — у середньому від 5 до 25 особин на 1 м². Така велика щільність популяцій *S. arvensis* L. чинить значний конкурентний тиск на культурні рослини, що безпосередньо впливає на їхню продуктивність та врожайність.

У вертикальній структурі агроценозів *Sinapis arvensis* L. переважно займала середній та нижній яруси, тоді як культурні рослини, як правило, домінували у верхньому ярусі. У досліджених популяціях *S. arvensis* L. були представлені віргінільні та генеративні стани, що свідчить про активний розвиток та репродуктивний потенціал виду.

Важливо відзначити, що конкурентний тиск адвентивного виду на агроценози, особливо в період колосіння зернових культур, визначався переважно чисельністю генеративних, а в окремих випадках і субсенільних особин. Це вказує на те, що основна негативна дія *S. arvensis* L. на врожайність культур пов'язана саме з розвитком її репродуктивних фракцій, які конкурують за світло, воду та поживні речовини в критичні фази розвитку культурних рослин.

За результатами багаторічних спостережень встановлено, що в межах свого природного ареалу популяції *S. arvensis* L. демонструють високу екологічну пластичність та значну адаптивність до різноманітних умов середовища. Це дає можливість виду успішно існувати та натуралізуватися в антропогенно змінених екосистемах, зокрема в агроландшафтах. Отже, глибоке розуміння екологічних особливостей цього виду має принципове значення для розробки ефективних методів його контролю в агроценозах та інших типах рослинних угруповань.

Аналіз даних за роки дослідження виявив, що ценопопуляції *S. arvensis* L. спочатку належали до молодого типу. Однак, у період 2017–2024 рр. було зафіксовано тенденцію до збільшення коефіцієнтів Δ (дельта) та ω (омега). Така зміна призвела до граничного положення ценопопуляцій між молодим і зрілим типом, що може свідчити про поступову стабілізацію вікової структури популяцій та їхнє наближення до зрілого стану в умовах тривалого існування в агроценозах. Така динаміка стверджує про формування стійких та самовідтворюваних популяційних систем (рис. 2).

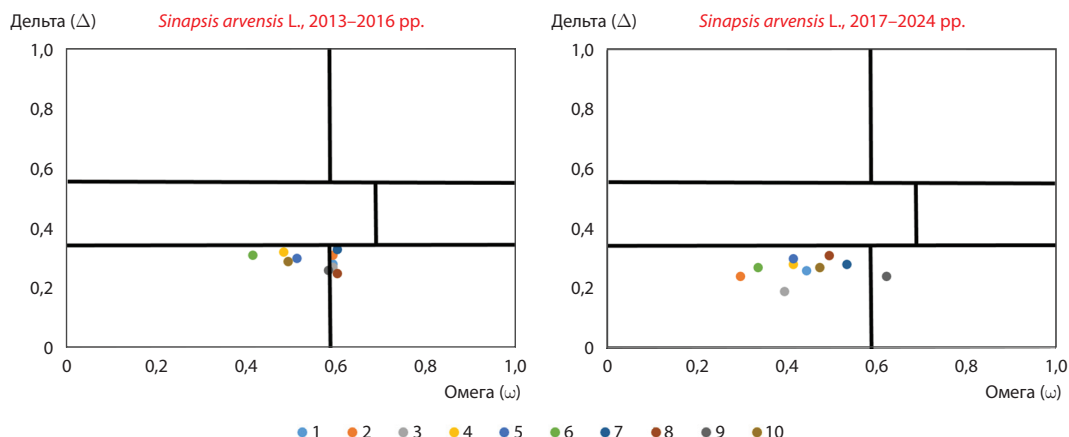


Рис. 2. Стан популяцій *Sinapis arvensis* L. за класифікацією Δ/ω

Примітки: 1 — ФГ «БОН» (пшениця озима); 2 — ФГ «БОН» (ячмінь озимий); 3 — ФГ «БОН» (ріпак озимий); 4 — ФГ «БОН» (соняшник); 5 — Одноос. гос-во (кукурудза); 6 — ФГ «Зоря Поділля» (пшениця озима); 7 — ФГ «Зоря Поділля» (кукурудза); 8 — ФГ «Зоря Поділля» (буряк цукровий); 9 — ФГ «Барабаш СВ» (пшениця озима); 10 — ФГ «Барабаш СВ» (буряк цукровий).

За багаторічним спектром онтогенетичних характеристик, зокрема за величинами індексу віковості О.О. Уранова та індексу ефективності Л.А. Животовського виявлено, що всі досліджувані популяції *S. arvensis* L. належать до числа молодих та зріючих. Це вказує на активне відновлення та розвиток популяцій, що є характерним для таких видів (табл.) [10].

Аналіз багаторічної динаміки популяцій *S. arvensis* L. за класифікацією Δ/ω визначив значні трансформації їхньої онтогенетичної структури в різних агроценозах Правобережного Лісостепу.

В агроценозах озимих зернових та ріпаку озимого спостерігалася виражена тенденція до молодих популяцій. Зокрема, на прикладі ФГ «БОН» в Одеській обл., популяція *S. arvensis* L. у посівах пшениці озимої здійснила перехід від зріючої ($\Delta/\omega=0,28/0,60$; 2013–2016 рр.) до молоді ($\Delta/\omega=0,26/0,45$; 2017–2024 рр.) стадії. Аналогічна динаміка була зафіксована в агроценозах ячменю озимого, де популяція також перейшла від зріючої ($\Delta/\omega= 0,31/0,60$; 2013–2016 рр.) до молоді ($\Delta/\omega= 0,24/$

0,30; 2017–2024 рр.) стадії. У посівах ріпаку озимого досліджувались молоді типи популяції: показники Δ/ω змінилися від 0,27/0,60 (2013–2016 рр.) до 0,19/0,48 (2017–2024 рр.). Цей перехід до молодого вікового спектра свідчить про інтенсивне відновлення популяцій, ймовірно, внаслідок постійного антропогенного тиску (обробіток ґрунту, застосування гербіцидів), який елімінує дорослі особини, але створює сприятливі умови для проростання нового насіння з ґрунтового банку.

Натомість в агроценозах соняшника популяція *S. arvensis* L. зберігала статус молоді впродовж усього періоду спостережень ($\Delta/\omega=0,32/0,49$ у 2013–2016 рр. та 0,28/0,42 у 2017–2024 рр.). Ця відносна стабільність онтогенетичної структури вказує на те, що в цих агроекологічних умовах створюються постійно сприятливі умови для інтенсивного проростання насіння та формування переважно молодих вікових груп.

У посівах кукурудзи на зерно спостерігались різноспрямовані тенденції. В умовах одноосібного господарства популяція

Основні ознаки популяції *Sinapis arvensis* L. в агроценозах Правобережного Лісостепу

Господарство/ Агроценоз	2013–2016 рр.		Тип	2017–2024 рр.		Тип
	Δ	ω		Δ	ω	
ФГ «БОН»						
Пшениця озима	0,28	0,60	зріюча	0,26	0,45	молода
Ячмінь озимий	0,31	0,60	зріюча	0,24	0,30	молода
Ріпак озимий	0,27	0,60	зріюча	0,19	0,48	молода
Соняшник	0,32	0,49	молода	0,28	0,42	молода
Одноосібне господарство						
Кукурудза	0,30	0,52	молода	0,30	0,42	молода
ФГ «Зоря Поділля»						
Пшениця озима	0,31	0,42	молода	0,27	0,34	молода
Кукурудза	0,33	0,51	зріюча	0,28	0,54	молода
Буряк цукровий	0,25	0,61	зріюча	0,31	0,55	молода
ФГ «Барабаш СВ»						
Пшениця озима	0,26	0,39	зріюча	0,24	0,63	молода
Буряк цукровий	0,29	0,50	молода	0,27	0,48	зріюча

Примітки: індекс Δ — дельта (відображає середній вік або «віковість» популяції); індекс ω — омега (відображає середню енергетичну ефективність популяції).

S. arvensis L. за весь період досліджень (2013–2024 рр.) зберігала статус молодой ($\Delta/\omega=0,30/0,52$ у 2013–2016 рр. та $0,30/0,42$ у 2017–2024 рр.). Однак, у Вінницькій обл., в агроценозах кукурудзи на зерно, зазначено перехід популяції *S. arvensis* L. від зрілого до молодого типу (від $\Delta/\omega=0,33/0,51$ у 2013–2016 рр. до $\Delta/\omega=0,28/0,54$ у 2017–2024 рр.).

У ФГ «Зоря Поділля» відбувалася зміна показників від $\Delta/\omega=0,25/0,61$ (2013–2016 рр.) до $\Delta/\omega=0,31/0,55$ (2017–2024 рр.), що вказує на перехід популяції до зрілого типу. Це свідчить про її стабілізацію та посилення життєздатності, можливо, через менший конкурентний тиск із боку культурних рослин або особливості агротехніки, що сприяють виживанню та розвитку більшої частки дорослих особин.

Аналогічно, у ФГ «Барабаш СВ» популяція *S. arvensis* L. у посівах пшениці озимої зазнала трансформації від зріючої ($\Delta/\omega=0,26/0,39$; 2013–2016 рр.) до молодой ($\Delta/\omega=0,24/0,63$; 2017–2024 рр.) стадії. Однак у посівах буряків цукрових спостерігався перехід: від молодой ($\Delta/\omega=0,29/0,50$; 2013–2016 рр.) до зріючої ($\Delta/\omega=0,27/0,48$; 2017–2024 рр.) популяції. Ця різноспрямованість динаміки підкреслює високу адаптацію виду до специфічних умов кожного агроценозу та чутливість його популяційної структури до змін конкурентного середовища та агротехнологій.

Узагальнюючи дані встановлено, що у структурі агроценозів Правобережного Лісостепу відзначається активна адаптація популяцій *S. arvensis* L. до умов сучасного інтенсивного землеробства. Висока конкурентоспроможність цього виду обумовлена комплексом його біологічних особливостей: високою насінневою продуктивністю, широкою екологічною пластичністю та здатністю до тривалої персистенції в агроценозах за рахунок життєздатного насіння в ґрунті. Ці чинники в комплексі сприяють стабілізації популяційного стану *S. arvensis* L., що допомагає їй формувати стійкі угруповання навіть за умов постійного антропогенного впливу.

Отже, *S. arvensis* L. є показовим прикладом адвентивного виду, що здатний істотно порушувати екологічну рівновагу агроєкосистем і потребує впровадження інтегрованих стратегій контролю його поширення. Отримані дані засвідчують високу динамічність онтогенетичної структури популяцій цього виду та її залежність від комплексу екологічних, фітоценотичних і антропогенних чинників популяцій цього виду та її залежність від низки чинників.

ВИСНОВКИ

Здійснений онтогенетично-популяційний аналіз модельного виду *Sinapis arvensis* L. в агроценозах польових культур Правобережного Лісостепу України переконливо довів про його високий сегетальний потенціал. Завдяки широкому розповсюдженню, значній рясності та репрезентативній віковій структурі, цей адвентивний вид розглядається як модельний для подальших досліджень у галузі популяційної екології бур'янів. Аналіз ценопопуляцій *S. arvensis* L. за індексами «дельта-омега» (Δ/ω) чітко визначив їхню приналежність до молодих та зріючих типів. Ця характеристика свідчить про високу стійкість, конкурентоспроможність, ефективну самопідтримку чисельності виду в досліджуваних агроценозах. Присутність усіх вікових станів у популяціях *S. arvensis* L. є беззаперечним індикатором перебування виду в умовах екологічного та фітоценотичного оптимумів. Під час проведення дослідження виявлено динамічні зміни в онтогенетичній структурі популяцій *S. arvensis* L. упродовж багаторічних спостережень (2013–2024 рр.). Зокрема, в агроценозах пшениці озимої, ячменю озимого та ріпаку озимого спостерігався перехід ценопопуляцій від зріючих до молодих типів. Ця тенденція, ймовірно, обумовлена інтенсивним землеробством, що здійснюється в господарствах. Водночас, в агроценозах соняшника та кукурудзи популяції зберігали статус молодих, а в буряках цукрових зафіксовано перехід від молодого типу до зрілого та навпаки. Це підкреслює екологічну пластичність *S. arvensis* L. та його виняткову

здатність до адаптації до різноманітних агроекологічних умов. Тому, *S. arvensis* L. є чітким прикладом адвентивного виду, що має потенціал істотно порушувати екологічну рівновагу агроекосистем. Це зумовлює нагальну потребу в розробці та впровадженні інтегрованих стратегій контролю його поширення. Отримані дані підтвер-

джують високу динамічність онтогенетичної структури популяцій цього виду та її складну залежність від комплексу екологічних, фітоценотичних і антропогенних чинників. Подальші дослідження мають бути спрямовані на поглиблення розуміння цих взаємозв'язків для розробки ефективних заходів управління.

ЛІТЕРАТУРА

1. IPBES. (2023). Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In H. E. Roy, A. Pauchard, P. Stoett, T. Renard Truong, S. Bacher, B. S. Galil, P. E. Hulme, T. Ikeda, K. V. Sankaran, M. A. McGeoch, L. A. Meyerson, M. A. Nuñez, A. Ordóñez, S. J. Rah-lao, E. Schwindt, H. Seebens, A. W. Sheppard, & V. Vandvik (Eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7430692>.
2. Dawson, W. (Ed.). (2023). Horizon scanning for potential invasive non- native species across the United Kingdom Overseas Territories. *Conserv. Lett.*, 16(1), e12928, 12. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12928>.
3. Department of Environmental Affairs. (2020). National Environmental Management: Biodiversity Act 2004. Alien and Invasive Species Regulations. *Government Gazette*, 1020, 43735. URL: https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/202009/43735rg11176gon1020.pdf.
4. Злобин, Ю. А., Скляр, В. Г., & Клименко, А. А. (2013). *Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: моногр.* Сумы: Университетская книга.
5. Протопопова, В. В., & Шевера, М. В. (2019). Інвазійні види у флорі України. І. Група високо активних видів. *Geo & Bio.*, 17, 116–135. DOI: <https://doi.org/10.15407/gb.2019.17.116>.
6. Дідух, Я. П. (2010). *Екофлора України*. (Т. 6). Київ: Фітосоціоцентр.
7. Косолап, М. П., Іванюк, М. Ф., Примак, І. Д., Анісімова, А. А., & Бабенко, А. І. (2022). *Атлас бур'янів: навч. посібн.* Київ.
8. Івашенко, О. О. (2018). Гербологія — пріоритети і перспективи. *Карантин і захист рослин*, 3, 2–3.
9. Starodub, V., & Tkach, E. (2016). Ontogenetic and population structure of alien species. *Agroecological journal*, 2, 144–148. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2016.249292>.
10. Шерстобоева, О. В., Ткач, Є. Д., Стародуб, В. І., Довгич, К. І., Шавріна, В. І., & Богословська, М. С. (2012). *Оцінка стану напівприродних фітоценозів агроландшафтів України: метод. реком.* Київ.
11. Романюк, Д. Л., Оптасюк, О. М., & Григорчук, І. Д. (2022). Онтогенетична структура популяцій *Phalacrologium annuum* Dumort. (*Asteraceae*) на території Кам'янецького Придністров'я. *Biological systems*, 14(2), 178–186.
12. Kumschick, S., Wilson, J. R. U., & Foxcroft, L. C. (2020). A framework to support alien species regulation: The Risk Analysis for Alien Taxa (RAAT). *Neo-Biota*, 62, 213–239. DOI: <https://doi.org/10.3897/neobiota.62.51031>.

Стаття надійшла до редакції журналу 21.03.2025