

ЧО.Е. КЛЕЧКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

Л.Г. ТИТОВА, кандидат біологічних наук

Л.М. БОНДАРЕВА, кандидат сільськогосподарських наук

¹Дослідна станція карантину винограду і плодових культур
Інституту захисту рослин НААН, вул. Фонтанська дорога, 49,
м. Одеса, 65049, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

РОЗШИРЕННЯ АРЕАЛУ АДВЕНТИВНОГО ВИДУ *METCALFA PRUINOSA* SAY (ЦИКАДКА ЦИТРУСОВА) В УКРАЇНІ

Мета. Визначення можливості подальшого поширення адвентивного виду комахи *Metcalfa pruinosa* (Say) на території України з використанням сучасних комп'ютерних програм: AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®). **Методи.** Моделювання за допомогою сучасних комп'ютерних програм AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®), які дають змогу в автоматизованому режимі створювати прогностичні карти поширення адвентивних організмів. **Результати.** Встановлено, що кліматичні умови на всій території України задовольняють умовам проживання виду за низкою показників: сумою активних температур, багаторічною середньорічною температурою, багаторічними середньорічними температурами найхолоднішого (січень) і найтеплішого (липень) місяців, середньорічною кількістю опадів. Аналіз моделі показує, що потенційним ареалом *M. pruinosa* може бути вся територія України, це зумовлено наявністю великого кола рослин-господарів і відповідністю кліматичних умов вимогам виду. **Висновки.** Цитрусова цикада добре адаптується і розмножується на різних дикорослих і декоративних рослинах, що слугують для неї резерватами. Існуючі фітосанітарні заходи не можуть надійно запобігти ризику поширення *M. pruinosa* в Україні. Необхідна розробка системи контролю чисельності шкідника для запобігання подальшому поширенню та зниження шкідливості. Як ефективний захід управління ризиком може бути включення *M. pruinosa* до списку регульованих некарантинних організмів Переліку регульованих шкідливих організмів в Україні.

карантин рослин; *Metcalfa pruinosa*; моделювання потенційного ареалу

Адвентивний вид — це широка категорія інорайонних для даного біоценозу (формації, території) видів, занесених з інших місцевостей у результаті еволюції фітоценозів та антропогенної діяльності. Чужорідні види, які дуже успішно розмножуються на новому місці й активно поширюються, є інвазійними або проблематичними чужорідними видами. Інвазійні чужорідні види, згідно зі звітом Міжурядової науково-політичної платформи з біорізноманіття та екосистемних послуг ООН (МНППБЕП) (The Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: opportunities for the social sciences. Innovation: IPBES), становлять серйозну глобальну загрозу природі, економіці, продовольчій безпеці та здоров'ю людей. Поряд із різкими змінами в біорізноманітті та екосистемах, пов'язаних зі зміною клімату, чужорідні види спричиняють глобальні економічні витрати. У 2019 р. вони вже перевищили \$423 млрд. Витрати збільшуються щонайменше в 4 рази кожне десятиліття, починаючи з 1970 р. Зареєстровано 34% наслідків біологічних інвазій у Північній і Південній Америці, 31% — у Європі та Центральній Азії, 25% — в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні та близько 7% — в Африці. За оцінками, через чужорідні види Європейський союз втрачає близько 12 млрд євро на рік [1]. Тому чужорідні види, що вторглися в нове середовище проживання, це глобальна проблема. МНППБЕП ООН вказує на недостатні заходи для розв'язання цих проблем, відсутність планів зі збереження біорізноманіття та управління чужорідними видами. Виходячи з вищезазначеного, виявлення у 2011 р. адвентивного північноамериканського виду *Metcalfa pruinosa* Say (цикадка цитрусова або біла) в Україні потребує вивчення всіх аспектів життєдіяльності комахи і, в першу чергу, визначення потенційного ареалу шкідника в країні.

Цикадки являють собою одну з найбільших і найпоширеніших груп шкідників, що висмоктують соки рослин, які є в дикій природі та в сільськогосподарських середовищах існування. Вони завдають шкоди рослинам безпосередньо через живлення та відкладання яєць або опосередковано через передачу небезпечних патогенів рослин [2, 3]. До них належить і цитрусова (біла) цикадка (*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) — вид, що здатен розвиватися на сотнях видів рослин із багатьох ботанічних родин.

Батьківщиною *M. pruinosa* є Північна Америка, де комаха має широке розповсюдження в різних кліматичних зонах, що простягаються від Техасу та Флориди по всій східній частині США до південного Онтаріо та Квебека в Канаді. Випадково завезена з Північної Америки в Італію в 1979 р. [4]. Шкідник швидко поширився й наразі присутній майже в усіх європейських країнах, спричиняючи економічну шкоду важливим сільськогосподарським культурам і фруктовим деревам [5, 6]. Відомо, що цитрусова цикадка може бути переносником

Pseudomonas syringae pv. *actinidiae* (Psa), які викликають важке бактеріальне ураження рослин [2]. Особлива загроза існує в сильну спеку, коли виділяється рясна медвяна «роса», на якій розвиваються сажисті, що закупорюють продиhi рослин і утруднюють фотосинтез.

Наразі комаха зареєстрована в ряді європейських країн: Албанія, Австрія, Боснія і Герцеговина, Болгарія, Угорщина, Німеччина, Греція, Іспанія, Італія, Росія, Румунія, Сербія, Словаччина, Словенія, Франція, Хорватія, Чорногорія, Чехія, Швейцарія, Польща, Азербайджан [6]. У 1994 р. *M. pruinosa* була зафіксована у Великій Британії, проте інвазійну популяцію вдалося знищити [7].

Перша інформація про виявлення *M. pruinosa* в Україні датується 2011 роком, коли поодинокі особини були зафіксовані на айланті найвищому (*Ailanthus altissima*) в Одесі, після чого відбулося розселення шкідника [8]. В Овідіопольському районі Одеської області на сьогоднішній день сформувалася стійка популяція шкідника, яка була виявлена під час обстеження насаджень плодovих, декоративних та овочевих культур [9]. *M. pruinosa* швидко поширилася в деяких регіонах України менше ніж за 10 років. Вогнища цитрусової цикадки були виявлені в містах Донецьк, Сімферополь, Київ, у Виноградівському та Ужгородському районах Закарпатської області, у Харківській, Дніпропетровській областях [10–13]. Однак, інформацію про площі осередків не наведено. *M. pruinosa* має понад 300 видів рослин-господарів [14], тому досить імовірно, що вона приживеться в усіх районах України, умови яких відповідають вимогам виду (відповідність клімату і наявність рослин-господарів). Висока екологічна пластичність цикадки цитрусової може являти собою фітосанітарну небезпеку.

Факт виявлення *M. pruinosa* в Україні та її потенційна шкідливість зумовлюють необхідність виявлення території України, придатних для подальшого розселення шкідника, та визначення потенційного ареалу для наступної процедури аналізу фітосанітарного ризику (АФР) на основі біокліматичного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних програм. Підґрунтям побудови біокліматичної моделі є вдалі результати побудови таких моделей для України щодо інших інвазійних видів, таких як *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, *Oenona hirta* Fabricius, *Thaumatotibia leucotreta* Meyrick, *Grapevine roditis leaf discoloration-associated virus* [15–18].

Мета. Метою дослідження було встановлення потенційного ареалу адвентивного шкідника рослин *Metcalfa pruinosa* (Say), який з початку першого виявлення у 2011 р. значно розповсюдився на території України. *M. pruinosa*, будучи поліфагом, пошкоджує 55 видів рослин із 50-ти родин, що являє значну загрозу рослинним ресурсам держави. Визначення потенційного ареалу шкідника дозволяє своєчасне прийняття превентивних заходів захисту рослин для уникнення шкоди.

Матеріали і методи. Визначення потенційного ареалу *Metcalfa pruinosa* в Україні проводили з використанням сучасних комп'ютерних програм AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®), які дають змогу в автоматизованому режимі створювати прогностичні карти поширення адвентивних організмів [15, 19].

З цією метою проводили кілька послідовних операцій:

1. Побудова векторної карти європейської частини ареалу *M. pruinosa* в програмі MapInfo Pro15.0.
2. Експорт побудованої векторної карти європейської частини ареалу *M. pruinosa* в програму IDRISI SELVA.
3. Визначення середніх багаторічних показників кліматичних чинників у різних частинах європейського ареалу на світових кліматичних картах (середньорічна температура, сума активних температур_10, температури найтеплішого та найхолоднішого місяців, середньорічна кількість опадів).
4. Визначення максимальних і мінімальних показників у кількісних амплітудах кожного з лімітуючих чинників.
5. Визначення придатності кліматичних умов території України для існування виду за кожним з окремих показників клімату.
6. Побудова векторних карт екологічно придатних територій за кожним із лімітуючих факторів на кліматичних картах програми AgroAtlas.
7. Побудова карти потенційного ареалу *M. pruinosa* в Україні з проведенням операції накладення одна на одну трьох векторних карт екологічно придатних територій, визначення території, придатної для існування виду за комплексом кліматичних чинників.

Результати і обговорення. Наразі *M. pruinosa* зафіксована в кількох регіонах України, але можлива поява шкідника і в інших місцях [9, 20]. В умовах Києва *M. pruinosa* має одне покоління. Дорослі особи зустрічаються з липня до кінця серпня, масово — у 2—3 декадах липня (рис. 1). На території Донбасу личинок старших вікових груп та імаго реєстрували з серпня до кінця жовтня 2018 р. [10]. Абіотичні чинники середовища мають суттєвий вплив на цикадку. Дослідження показали, що денна та нічна температура повітря, кількість опадів та їхня тривалість мали вирішальне значення в темпах розвитку комахи. Розвиток шкідника обмежується мінімальною температурою повітря 17—20°C та значною кількістю опадів [12].

Будучи поліфагом, на території Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАНУ (м. Київ) *M. pruinosa* пошкоджує 55 видів рослин із 50-ти родин [12]. Широкий спектр культур, що використовуються для живлення цикадкою, слугує так само резерватами для цього виду. Місцями зимівлі є лише деревні рослини, тому лісові



Рис. 1. *Metcalfa pruinosa*: а, б — імаго; в — колонія личинок *Metcalfa pruinosa*, які живляться на бур'янистих трав'янистих рослинах (фото Л.М. Бондарева, Київ, 2021)

смуги відіграють важливу роль для зимівлі та подальшого збільшення чисельності, особливо на польових культурах.

На рисунку 2 наведено карту областей України, де виявлено осередки цикадки цитрусової. Виявлення шкідника в різних регіонах країни водночас вказує на можливість стрімкого різновекторного розповсюдження фітофага та вимагає екстренної розробки системи контролю і заходів із запобігання його поширенню, що мають базува-



Рис. 2. Облaсті України, де виявлено осередки *Metcalfa pruinosa*

тися на прогнозі можливості акліматизації та визначенні потенційного ареалу *M. pruinosa* в Україні.

Відомо, що причиною поширення фітофагів та зміни їхнього ареалу є навмисна або ненавмисна діяльність людини, а також глобальні кліматичні зміни. Однією з основних умов оселення виду на новій території є відповідність кліматичних умов умов наявного ареалу. З цією метою було проведено аналіз типів клімату європейської частини ареалу *M. pruinosa* та України.

Клімат європейської частини ареалу цитрусової цикадки вирізняється різноманітністю і включає кілька зон: помірного, континентального, помірно континентального, субтропічного середземноморського типу. Зона помірного клімату характеризується середньою температурою найхолоднішого місяця вище 0°C і нижче 18°C , а також наявністю хоча б одного місяця з температурою вище 10°C . Такий тип клімату характерний для Німеччини, більшої частини Франції, Чехії, Польщі. Зона континентального клімату характеризується середньою температурою найхолоднішого місяця, нижчою за 0°C , та наявністю хоча б одного місяця з температурою, вищою за 10°C . Такий тип клімату характерний для Румунії та півночі Сербії, гірських районів Албанії. Помірно континентальний клімат поширений у центральній і Східній Європі: в Австрії, Угорщині, Боснії і Герцеговині, півдні Сербії, Словаччині, Швейцарії. Середземноморський субтропічний клімат трапляється по всій прибережній зоні Албанії, на південному заході Боснії і Герцеговини, більшій частині Греції, в Іспанії, Італії, на південному узбережжі Франції, Хорватії.

Віддаленість України від океанів, континентальної Євразії та переважно рівнинний характер території визначають клімат країни як помірно континентальний, з континентальністю, що поступово змінюється із заходу на схід. Середні температури січня становлять близько -5°C , липня — $+20^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів варіює від 300—350 мм на південному сході та півдні до 550—650 мм на заході та північному заході. Режим атмосферних опадів: максимум — влітку і мінімум — взимку. На Південному березі Криму клімат субтропічний (середземноморського типу), спостерігається середземноморський тип літнього режиму опадів: максимум — узимку, мінімум — улітку. Встановлено, що деякі типи клімату, характерні для європейської частини ареалу, такі як континентальний, помірно континентальний і середземноморський, визначають клімат України в різних частинах країни.

На світових кліматичних картах було визначено середні багатрічні значення кліматичних показників у різних частинах європейського ареалу шкідника (середньорічна температура, сума активних температур 10, температури найтеплішого і найхолоднішого місяців, середньорічна кількість опадів) та виявлено максимальні й мінімальні значення в кількісних амплітудах кожного з лімітуючих чинників. Дані проведеного ГІС-аналізу застосовували для визначення прийнятних кліматичних умов в Україні для існування *M. pruinosa* та побудови векторних карт екологічно придатних територій за кожним із лімітуючих факторів. Використовували максимальні та мінімальні значення екологічних амплітуд у європейській частині ареалу (табл.).

Побудова електронної векторної карти потенційного ареалу, проведена з використанням комп'ютерних програм AgroAtlas, MapInfo Pro 15.0 та IDRISI SELVA, дає змогу графічно відобразити прийнят-

Показники амплітуд коливань кліматичних показників європейської частини ареалу *Metcalfa pruinosa*

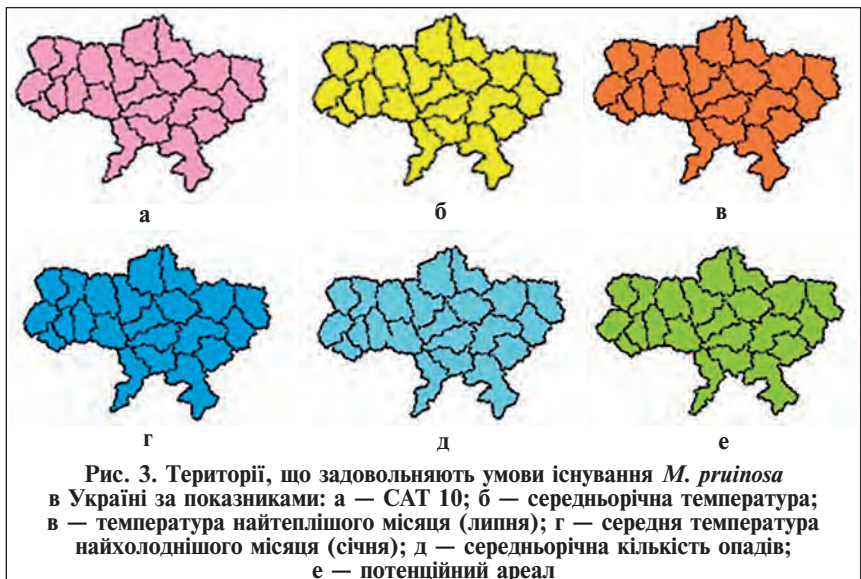
САТ_10, $^{\circ}\text{C}$	1635; 1882; 2010; 2030; 2124; 2187; 2430; 2582; 2639; 2706; 3384; 3550; 3550; 3597; 3857; 6189; 6266; 6481
Середньорічна температура, $^{\circ}\text{C}$	3,5; 3,8; 4,4; 6,3; 7,2; 7,4; 7,7; 7,8; 9,1; 9,3; 10,1; 10,4; 12,7; 13,3; 13,8; 14,7; 15,7; 17,2; 17,8; 18,2; 19,5
Температури найтеплішого місяця, $^{\circ}\text{C}$	15,3; 15,9; 16,4; 16,7; 16,8; 17,1; 17,5; 18,6; 19,1; 20,3; 20,6; 20,6; 22,6; 23,2; 23,4; 24,2; 24,5; 25,2; 25,3; 26,2; 26,3; 26,5
Температури найхолоднішого місяця, $^{\circ}\text{C}$	-16,2; -15,1; -15,1; -12,8; -12,0; -11,8; -10,9; -10,8; -9,2; -7,9; -6,1; -5,5; -4,2; -3,9; -3,7; -3,0; -2,4; -1,9; -1,7; -1,3; -1,0; 0
Середньорічна кількість опадів, мм	158; 387; 409; 471; 482; 506; 515; 516; 525; 543; 543; 563; 575; 612; 639; 645; 646; 665; 704; 736; 764; 764; 799; 841; 871; 1088; 1360; 1487; 2046

ність клімату на території України для *M. pruinosa*. При цьому повністю виключається суб'єктивний фактор, оскільки межі ареалу визначає програма на підставі біологічних особливостей об'єкта.

Програма IDRISI SELVA прибирає зони, які не відповідають необхідним заданим параметрам, що дає змогу на основі аналізу систематизувати всі дані та чітко прогнозувати можливі зони акліматизації та поширення шкідника. Непридатні для існування виду території забарвлені чорним, а території, придатні за кожним із проаналізованих кліматичних чинників, і потенційного ареалу мають заданий програмою колір.

Побудовані векторні карти свідчать, що кліматичні умови на всій території України задовольняють умовам проживання виду за низкою показників: сумою активних температур, багаторічною середньорічною температурою, багаторічними середньорічними температурами найхолоднішого (січень) і найтеплішого (липень) місяців, середньорічною кількістю опадів (рис. 3 а, б, в, г, д). В результаті об'єднання в єдину карту кліматично придатних за кожним із лімітуючих чинників показників було визначено потенційний ареал *M. pruinosa*, який охоплює всю територію України (рис. 3 е).

Технології еколого-географічного аналізу та моделювання поширення біооб'єктів широко використовуються в усьому світі при складанні прогнозів поширення шкідливих об'єктів. Відомо кілька моделей прогнозу поширення цитрусової цикадки за межі наявного



ареалу. В Австрії для визначення географії потенційного поширення випадково завезеної в Європу *M. pruinosa* та областей фітосанітарного ризику використовували програму CLIMEX. Визначено зони, що забезпечують найбільш сприятливий клімат для розвитку шкідника і схильні до ризику його впровадження. За даними G. Strauss (2010) території органічного виробництва в південному Бургенланді та південно-східній Штирії, а також райони Відня, Нижньої та Верхньої Австрії особливо схильні до фітосанітарного ризику [21].

Результати моделювання поширення *M. pruinosa* в Кореї, проведені за допомогою програмного забезпечення MaxEnt, обґрунтували швидке поширення шкідника за рахунок низки чинників, серед яких антропогенний та екологічний (температурний) фактори були найбільш важливими агентами довкілля [22].

Вивчення ймовірності інтродукції та поширення цитрусової цикадки в європейських країнах показало, що вперше її було виявлено в розплідниках і відкритих центрах декоративного садівництва, що вказує на те, що цей шкідник заноситься на нові території через торгівлю рослинами для висаджування [7]. Яйця шкідник відкладає під кору, де вони добре захищені взимку. Тому виживання комахи на стадії яйця під час транспортування та зберігання рослин є дуже ймовірним. Ще один ймовірний шлях потрапляння комахи — це рух транспортних засобів. *M. pruinosa* була знайдена вздовж доріг, автобусних маршрутів, автомагістралей і паркувальних місць у різних європейських країнах. Пасивне поширення комахи через туристичні поїздки в Європейських країнах під час літнього сезону відпусток також можна розглядати як другорядний шлях поширення [21].

Найкращий спосіб звести до мінімуму шкоду від інвазійних видів — запобігти їхньому вторгненню, адже викоринити види, що вже розселилися, надзвичайно складно. Багато розвинених країн шукають способи запобігти вторгненню чужорідних видів за допомогою початкового моніторингу. Геопросторове моделювання з використанням комп'ютерного програмного забезпечення CLIMEX, MaxEnt, AgroAtlas, MapInfo Pro 15.00 і IDRISI SELVA вже використовувалося в багатьох інших розвинених країнах і широко застосовувалося для прогнозу поширення інвазійних видів [20]. Його можна використовувати як ефективний інструмент для превентивного моніторингу з метою раннього виявлення та швидкого реагування на чужорідні види, а також для розроблення моделей прогнозування міграції, розселення та поширення інвазійних видів, спричинених зміною клімату.

ВИСНОВКИ

В Україні існує загроза подальшого поширення *M. pruinosa* за межі виявлених місць перебування шкідника, що зумовлено наявністю вели-

кого кола рослин-господарів і відповідністю кліматичних умов вимогам виду. Існуючі фітосанітарні заходи не можуть надійно запобігти ризику поширення *M. pruinosa* в Україні. Необхідна розробка ефективної системи контролю чисельності шкідника для зниження його шкідливості та запобігання подальшому поширенню. Як ефективний захід управління ризиком може бути включення *M. pruinosa* до списку Регульованих некарантинних шкідливих організмів Переліку України. Рекомендується проводити моніторинг насаджень на території України на наявність *M. pruinosa*, а також інформувати населення про цього шкідника.

Фінансування: науково-дослідні роботи проводили в межах ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»). Підпрограма 6 «Моніторинг регульованих шкідливих організмів відповідно до міжнародних вимог» («Прогноз та карантин рослин»). 24.06.02.03.Ф Аналіз фітосанітарного ризику (АФР) для України шкідливих організмів сигнального списку ЄОЗР (Alert list eppo) *Grapevine roditis leaf discoloration-associated virus*, *Xylosandrus compactus*, *Xylotrechus chinensis*, *Zaprionus indianus*, *Zaprionus tuberculatus*. ДР № 0121U000078.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Merike Linnamägi. Võõrliik: kas edukuse musternäide? Eesti Loodus. 2019. № 3. P. 16-23. URL: <https://loodusveeb.ee/ru/themes/chuzherodnye-vidy/chuzherodnye-vidy-obrazec-uspekha>.
2. Donati I., Mauri S., Buriani G. et al. Role of *Metcalfa pruinosa* as a vector for *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Plant Pathology Journal. 2017. № 33. P. 554-560. DOI:10.5423/PPJ.OA.04.2017.0074
3. El Hady R., El Hawagry M., Soliman M. Diversity and temporal variations of the leafhopper fauna (Cicadellidae, Auchenorrhyncha, Hemiptera) in two ecological zones of Egypt. Journal of Natural History. 2021. № 54(43-44): P. 2869-2887. <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1874560>
4. Zangheri S., Donadini P. Comparsa nel Veneto di un omottero neartico: *Metcalfa pruinosa* Say (Homoptera, Flatidae). Redia. 1980. 63: 301-305. URL: <https://flow.hemiptera-databases.org/flow/?id=1315&page=explorer&db=flow&card=author&lang=en>
5. Kim Y., Kim M., Hong K.-J., Lee S. Outbreak of an exotic flatid, *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae), in the capital region of Korea. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2011. № 14. P. 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.06.002>.
6. *Metcalfa pruinosa*. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.35054>

7. Malumphy C., Baker R., Cheek S. *Citrus planthopper*. Plant Pest Notice. Central Science Laboratory. 1994. № 19. P. 1-2.

8. Ужевская С.Ф., Попова Е.Н., Рыжко В.Е. Белая цикадка (*Metcalfa pruinosa* Say, 1830) в Одессе. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія : Фітопатологія та ентомологія. 2012. № 11. С. 123-133.

9. Попова Л.В., Бондарева Л.М., Положенец В.М., Немерицкая Л.В. Образование устойчивой популяции инвазионного вида *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (*Auchenorrhyncha*: Flatidae) на юге Украины. <https://doi.org/10.1134/S2075111719010132>

10. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Первая находка инвазивного вида Меткалфа пруиноза (Say, 1830) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Flatidae) в фауне Донбасса. Промышленная ботаника. 2018. № 18 (4). С. 54-62.

11. Стрюкова Н.М., Стрюков А.А. Новые данные об инвазивных насекомых в Республике Крым. Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2020. № 1(157). С.56-66. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-4-157-56-66>

12. Кушнир Н.В., Бондарева Л.М. Распространение, трофическая связь и фенология *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (*Auchenorrhyncha*: Hemiptera) в Национальном Ботаническом саду им. Н.Н. Гришка НАН Украины. <https://doi.org/10.1134/S207511172201009X>

13. UkrBIN: Ukrainian Biodiversity Information Network [public project & web application]. Retrieved from: URL:<http://www.ukrbn.com> (Accessed:01.02.2022).

14. Wilson S.W., Lucchi A. Distribution and ecology of *Metcalfa pruinosa* and associated planthoppers in North America (Homoptera: Fulgoroidea). Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Rendiconti. 2001. № 49. P. 121-130.

15. Борзих О.І., Клечковський Ю.Е., Тітова Л.Г., Палагіна О.В. Використання сучасних комп'ютерних технологій для визначення можливості акліматизації адвентивних фітофагів в Україні при проведенні аналізу фітосанітарного ризику (АФР). Захист і карантин рослин. 2018. № 64. С. 3-10.

16. Klechkovskiy Y., Titova L., Palagina O., Janse, L. *Grapevine roditis leaf Discoloration-associated virus*: express pest risk analysis for Ukraine. Agricultural Science and Practice. 2022. № 9 (1). P. 39-49. <https://doi.org/10.15407/agrisp9.01.039>.

17. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. *Oemona hirta* Fabricius. Аналіз фітосанітарного ризику для України. Карантин і захист рослин. 2017. № 7–9. С. 12-14.

18. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. *Eutetranychus orientalis* Klein (східний павутинний кліщ) — аналіз фітосанітарного ризику для України. Карантин і захист рослин. 2020. № 1. С. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.01.1-4>

19. Шумилин В.П., Ли Ю.С. 2009. AgroAtlas программное ГИС обеспечение.

20. Константинова М. Сисні шкідники винограду. Садівництво по-українськи. 2016. № 2. С. 70-71.

21. Strauss G. Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. Journal of Pest Science. 2010. № 83. P. 381-390. DOI 10.1007/s10340-010-0308-3

22. Min-Jung Kima, Sunghoon Baeka, Sang-Bum Leeb. et al. Current and future distribution of *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) in Korea: Reasoning of fast spreading. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2019. №22. С. 933-940. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.07.007>

Klechkovskiy Yu., ORCID: 0000-0003-4404-5553

Titova L., ORCID: 0000-0003-4168-7753

Bondareva L., ORCID: 0000-0002-8171-2338

¹Quarantine Station of grape and fruit cultures of Institute of Plant Protection of the NAAS, 49, Fountain Road str., Odesa, 65049, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences, 13, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

Expansion of the range of the adventive species *Metcalfa pruinosa* Say (citrus cicada) in Ukraine

Goal. Determination of the possibility of further spreading of the adventitious insect species *Metcalfa pruinosa* (Say) in Ukraine using modern computer programs: AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®). **Methods.** Computer programs AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) and IDRISI SELVA (Clarklabs®), which allow for automated creation of predictive maps of the spread of adventitious organisms. **Results.** According to our modeling, it was found that climatic conditions throughout Ukraine meet the species' habitat requirements in terms of a number of indicators: the sum of active temperatures, long-term average annual temperature, long-term average annual temperatures of the coldest (January) and warmest (July) months, and average annual precipitation. The model analysis shows that the potential range of *M. pruinosa* can be the entire territory of Ukraine, due to the presence of a large range of host plants and the compliance of climatic conditions with the requirements of the species. **Conclusions.** The citrus cicada is well adapted and reproduces on various wild and ornamental plants that serve as reserves for it. Existing phytosanitary measures cannot reliably prevent the risk of *M. pruinosa* spreading in Ukraine. It is necessary to develop a pest control system to prevent further spread and reduce the damage caused by the pest. The inclusion of *M. pruinosa* in the list of regulated non-quarantine organisms of the List of Regulated Pests of Ukraine may be an effective risk management measure.

plant quarantine; *Metcalfa pruinosa*; modeling of the potential area

REFERENCES

1. Merike Linnamägi. (2019). Võõrliik: kas edukuse musternäide? Eesti Loodus, (3), 16-23. <https://loodusveeb.ee/ru/themes/chuzherodnye-vidy/chuzherodnye-vidy-obrazec-uspekha> (in Estonia).
2. Donati I., Mauri S., Buriani G., Cellini A., Spinelli F. (2017). Role of *Metcalfa pruinosa* as a vector for *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Plant Pathology Journal, (33), 554-560. DOI:10.5423/PPJ.OA.04.2017.0074
3. El Hady R., El Hawagry M., Soliman M. (2021). Diversity and temporal variations of the leafhopper fauna (Cicadellidae, Auchenorrhyncha, Hemiptera) in two ecological zones of Egypt. Journal of Natural History, 54 (43-44), 2869-2887. <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1874560>
4. Zangheri S., Donadini P. (1980). Comparsa nel Veneto di un omottero neartico: *Metcalfa pruinosa* Say (Homoptera, Flatidae). Redia, (63), 301-305. <https://flow.hemiptera-databases.org/flow/?id=1315&page=explorer&db=flow&card=author&lang=en>
5. Kim Y., Kim M., Hong K.-J., Lee S. (2011). Outbreak of an exotic flatid, *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae), in the capital region of Korea. Journal of Asia-Pacific Entomology, (14), 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.06.002>
6. *Metcalfa pruinosa*. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.35054>
7. Malumphy C., Baker R., Cheek S. (1994). *Citrus planthopper*. Plant Pest Notice. Central Science Laboratory, (19), 1-2.
8. Uzhevskaya S.F., Popova E.N., Ryzhko V.E. (2018). Belaya tsikadka (Say, 1830) v Odesse 2012. [White leafhopper Say, 1830 in Odessa]. Visnyk Harkivskogo natsionalnogo agrarnogo universytetu. Seriya «Fitopatologiya ta entomologiya», (11), 123-133. (in Russian)
9. Popova L.V., Bondareva L.M., Polozhenets V.M., Nemeritskaya L.V. (2019). Formation of Persistent Population of Invasive Species *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Flatidae) in the South of Ukraine. Russian Journal of Biological Invasions, 10 (1), 110-115. (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S2075111719010132>
10. Martynov V.V., Nikulina T.V. (2018). The first record of the invasive species *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Hemiptera:Auchenorrhynchna: Flatidae) in the fauna of Donbassa. Industrial Botany, (18), 54-62.
11. Stryukova N.M., Stryukov A.A. (2020). New data on invasive insects in the republic of Crimea. Plant Biology and Horticulture: theory, innovation, 4 (157), 56-66. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-4-157-56-66> (in Russian).
12. Kushnir N.V., Bondareva L.M. (2022). Propagation, Trophic Connection, and Phenology of *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Hemiptera)

in the Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. <https://doi.org/10.1134/S207511172201009X> (in Russian).

13. UkrBIN: Ukrainian Biodiversity Information Network [public project & web application]. Retrieved from: <http://www.ukrbin.com> (Accessed:01.02.2022)

14. Wilson S.W., Lucchi A. (2001). Distribution and ecology of *Metcalfa pruinosa* and associated planthoppers in North America (Homoptera: Fulgoroidea). *Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Rendiconti*, (49), 121-130.

15. Borzykh O.I., Klechkovskiy Y.E., Titova L.G., Palahina O.V. (2018). The use of modern computer technologies to determine the possibility of acclimatization of adventitious phytophages in Ukraine in the course of phytosanitary risk analysis (PRA). *Plant protection and quarantine*, (64), 3-10. (in Ukrainian).

16. Klechkovskiy Y., Titova L., Palagina O., Janse L. (2022). *Grapevine rodent leaf discoloration-associated virus*: express pest risk analysis for Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 9(1), 39-49. <https://doi.org/10.15407/agrisp9.01.039>

17. Titova L.G., Klechkovskiy Y.E., Palagina O.V. (2017). *Oemona hirta* Fabricius. Phytosanitary risk analysis for Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, (7-9), 12-14. (in Ukrainian).

18. Titova L.G., Klechkovskiy Y.E., Palagina O.V. (2020). *Eutetranychus orientalis* Klein (eastern spider mite) — phytosanitary risk analysis for Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, (1), 1-4. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.01.1-4> (in Ukrainian).

19. Shumilin V.P., Li Yu.S. (2009). *AgroAtlas GIS software*. (in Russian).

20. Konstantinova M. (2016). Sucking pests of grapes. *Gardening in Ukrainian*, (2), 70-71.

21. Strauss G. (2010). Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. *Journal of Pest Science* (83), 381-390. DOI 10.1007/s10340-010-0308-3

22. Min-Jung Kima, Sunghoon Baeka, Sang-Bum Leeb, Sang-Ku Leeb, Bueyong Parkb, Young Su Leec, Ki-Su Ahnd, Yong-Seok Choie, Hwa-Young Seoe, Joon-Ho Leea. (2019). Current and future distribution of *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) in Korea: Reasoning of fast spreading. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, (22), 933-940. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.07.007>

Надійшла до редакції: 05.07.2024

Прийнята до друку: 16.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025