

Д.Д. СІГАРЬОВА, доктор біологічних наук, член кор. УААН,
В.В. ОЛЕНЕНКО, молодший науковий співробітник,
Н.В. ГРАЦІАНОВА, молодший науковий співробітник
Інститут захисту рослин УААН

ГЕОГРАФІЧНЕ ПОШИРЕННЯ ЕНТОМОПАТОГЕННИХ НЕМАТОД РОДІВ *STEINERNEMA* І *HETERORHABDITIS* (NEMATODA: RHABDITIDA)

Ентомопатогенні нематоди родів Steinernema і Heterorhabditis широко розповсюджені в світі: їх виявлено на всіх континентах, крім Антарктики. Список місць виявлення ЕПН включає 36 європейських країн, 8 — з Південної Америки і Карибського басейну, 4 — в Північній Америці, 12 — в Азії, по одній в Африці і Австралії та дві — в районі Тихого океану.

ентомопатогенні нематоди, *Steinernema*, *Heterorhabditis*, поширення

Виявлення ентомопатогенних нематод (ЕПН) і темпи, з якими вони описуються, корелює з історичною необхідністю біологічної альтернативи контролю шкідливих комах. Після першого виявлення і подальшого використання *Steinernema glaseri* як агента біологічного контролю, на початку 20 сторіччя цей напрям перебував майже незатребуваним, у той же час хімічні засоби контролю залишалися основними, ефективними і порівняно недорогими. Після визнання негативного впливу пестицидів на навколишнє середовище в 60-х роках минулого століття застосування їх стали обмежувати. Тому дослідження біологічних альтернатив хімічним програмам управління шкідниками відновлено.

Починаючи з 80-х років минулого століття, підтримані значними ресурсами від урядів і промисловості, дослідження ентомопатогенних нематод у різних країнах світу швидко розширюються. Інтенсифіковувалися пошуки нових видів нематод, які мали здатність забезпечити в подальшому ефективний контроль прихованоживучих видів шкідників. Стало зрозуміло, що ЕПН широко розповсюджені. До 1990 року переважна більшість інформації свідчила, що ЕПН убіквісти, проте спостерігалось багато порушень в ідентифікації ізолятів, що проводилась лише до визначення їх роду. В 90-х роках удосконалені ключі для ідентифікації і молекулярні методи дали можливість зробити визначення нематод більш досконалим. Роботи Poinar [1] і Gaugler, Kaya [2] забезпечили основу і надійність інформації щодо географічного розподілу ізолятів ЕПН.

Географічне поширення. До 1990 року більшість дослідників ідентифікували знайдені ними ізоляти родини *Steinernematidae* з трьома найбільш

поширеними видами, *S. feltiae*, *S. carpocapsae* або *S. bibernis* [3]. Після 1990 року види, які неможливо було визначити, були виключені зі списку відповідних родів (як inquegnida), що полегшило подальші дослідження.

З'явилася інформація, що ентомопатогенні нематоди виявлено на п'яти континентах (крім Антарктики) [4]. Список місць виявлення ЕПН включає 36 європейських країн, 8 — з Південної Америки і Карибського басейну, 4 — в Північній Америці, 12 — в Азії, по одній в Африці і Австралії, та дві — в районі Тихого океану. Номінік [5] дає географічне розповсюдження 20 штейнернематид, із загальної кількості 43 видів, оскільки решта видів недостатньо описана для їх ідентифікації. Велика кількість неописаних видів зберігається в лабораторіях різних країн.

У таблиці 1 наведено розповсюдження ЕПН за Номінік [5], в основу якої також покладено дані Роінар [1]. Проте слід зауважити, що з 25 валідних видів р. *Steinernema* — 16 описано після 1989 року. Те ж саме спостерігається і в роді *Heterorhabditis*, де після 1989 року описано 7 видів з 9 відомих. Отже, основна інформація про виявлення нових видів надходить в останніх 20 років, тобто після 1990 року. Це результат значного збільшення досліджень щодо ЕПН, коли за період з 1990 до 1998 р. кількість публікацій налічувала 125 порівняно з 30-ма за період 1973—1979 р. [6].

Як видно з наведених даних, рід *Steinernema* налічує 31 вид, які описані в різних країнах світу. Три види із зазначеного переліку (*S. feltiae*, *S. carpocapsae* і *S. kraussei*) мають найбільш поширенні та виявлені більше ніж у 20—30 країнах світу. Ще 3 види (*S. affinus*, *S. bicornutum*, *S. arenarium*) виявлено в ряді країн Європи і Америки. Інших 3 види (*S. intermedium*, *S. capterisa*, *S. longicandatum*) в 3—4 країнах. Решта видів знайдено лише в типових місцях виявлення. Більшість цих видів описано з США та Південної Америки, а також з Китаю, Кореї і В'єтнаму.

Хоча нематода *S. feltiae* відома в багатьох частинах світу, проте вона не була виявлена на континентальному материку США, доки Роінар [7] не знайшов її штаб в грибних комариках у Каліфорнії. Згодом цей вид був виявлений в Нью Джерсі і Флориді [6].

S. carpocapsae — рідко зустрічається в центральній і північній Європі. Оригінал описано як абориген Чеської Республіки, проте вона не була виявлена в подальших дослідженнях. Sturhan і Liskova [8] знайшли *S. carpocapsae* в 2-х із 40 зразків з ЕПН в сусідній Словаччині. Цей вид, здається, віддає перевагу регіонам з помірним кліматом.

S. feltiae і *S. carpocapsae* можна вважати дуже поширеними в помірному регіоні. Це пояснюється широким колом їх господарів, відповідно їх генеральній життєвій стратегії [9].

Нематода *S. kraussei* була вперше виділена в Німеччині, а потім у багатьох країнах Європи. Відтоді вважається, що вона має Палеарктичне поширення. Проте недавнє її виявлення в кількох місцях Північної Америки свідчить про Голарктичне поширення цього виду.

Два види *S. affine* і *S. feltiae* — звичайні для Європи [8]. *S. affine* — природний паразит двокрилих [9] і, можливо, є звичайним для Палеарктич-

**1. Відомі види роду Steinernematidae та їх географічне поширення
(за Hominick, 2002)**

Вид і автор	Спосіб виявлення	Місця поширення	
		Типове	Інше
Steinernema kraussei (Steiner, 1923) Travassoss, 1927	З загиблих пильщиків	Німеччина	Бельгія, Чехія, Словенія, Тайланд, Швеція, Англія, Канада, США, Росія
S. glaseri (Stener, 1929) Wouts, Mracek, Gerdin and Bedding, 1982	Мертві личинки Жука (<i>Popilia japonica</i>)	США	
S. feltia (Filipjev, 1934) Wouts, Gerdin and Bedding, 1982	З загиблих гусениць совок	Східна Росія	Австрія, Бельгія, Чехія, Данія, Фінляндія, Франція, Естонія, Німеччина, Греція, Голандія, Польща, Словенія, Китай, Швеція, Англія, Італія, Індія, Туреччина, Австрія, Нова Зеландія
S. affina (Bobien, 1937) Wouts, Mracek, Gerdin and Bedding, 1982	Грунтові проби з полів	Данія	Бельгія, Чехія, Франція, Німеччина, Італія, Голандія, Словенія, Іспанія, Швеція, Англія
S. carpocapsae (Weiser, 1955) Wouts, Mracek, Gerdin and Bedding, 1982	Грунтові проби з садів	Угорщина	Австрія, Франція, Грузія, Німеччина, Італія, Польща, Росія, Канада, Мексика, США, Аргентина, Китай, Корея, Тайвань, Австрія, Нова Зеландія
S. arenarium (Artykhovskiy, 1967) Wouts, Mracek, Gerdin and Bedding, 1982	Грунтові проби з лісу	Росія	Італія, Іспанія
S. intermedium (Poinar, 1985) Mamiya, 1988	Грунтові проби з лісу	США	Угорщина, Словенія, Швейцарія
S. rarum (de Doucet, 1986) Mamiya, 1988	Грунтові проби з кукурудзного поля	Аргентина	
S. kushidai Mamiya, 1988	Загиблі грушаки (<i>Anomala curpaea</i>)	Японія	

Продовження табл. 1

Вид і автор	Спосіб виявлення	Місця поширення	
		Типове	Інше
<i>S. ritteri de Doucet and Douset</i> 1990	Ґрунтові проби	Аргентина	
<i>S. scapterisci</i> Nguyen and Smart, 1990	Ґрунтові проби	США	Аргентина, Урагвай
<i>S. caudatum</i> Xu, Wang and Li, 1991	Ґрунтові проби	Китай	
<i>S. longicadatum</i> Shen and Wang, 1992	Данні відсутні	Китай	США, Австралія
<i>S. neocurtillae</i> Nguyen and Smart, 1992	Загиблі комахи вовчка (<i>Neocurtilla hexadactyla</i>)	США	
<i>S. cubanum</i> Marek, Hemander, Baemare, 1924	Ґрунтові проби з цукрових плантацій	Куба	
<i>S. puertoricense</i> Roman and Figueroa, 1994	Ґрунтові проби з пальмових плантацій	Пуерта Ріка	
<i>S. riobrave</i> Cubanillas, Poinar and Raulston, 1994	Ґрунтові проби з експериментальних ферм	США	
<i>S. bicornutum</i> Tallosi, Paters and Ehiers, 1995	Ґрунтові проби зі схилів горного хребта	Сербія	Чехія, Данія, Німеччина, Словенія, Швейцарія, Ямайка, Канарські острови
<i>S. oregonense</i> Liu and Berry, 1996	Ґрунтові проби під травостоем	США	
<i>S. abbasi</i> Elowad, Reid, 1997	Ґрунтові проби з люцернового поля	Оман	
<i>S. ceratophorum</i> Jian, Reid and Hunt, 1997	Ґрунтові проби	Китай	
<i>S. karii</i> Waturu Hunt and Reid, 1992	Ґрунтові проби	Кенія	
<i>S. monticulum</i> Stock, Choo and Kaya, 1992	Ґрунтові проби з листяного лісу	Корея	
<i>S. siamrayai</i> Stock, Somsook and Reid, 1998	Ґрунтові проби з тамаринового саду	Тайланд	

Вид і автор	Спосіб виявлення	Місця поширення	
		Типове	Інше
S. tami Van Lue, Khuong, Reid and Spiridonov, 2000	Ґрунтові проби	В'єтнам	
S. diaprepesi Nguyen, Dulkan, 2002	Ґрунтові проби з плантацій цитрусових	США	
S. loci Phan, Nguyen, Moens, 2001	Піщаний ґрунт морського пляжу	В'єтнам	
S. paristanense Lui, Berry, 1996	Ґрунтові проби під овочевими культурами	США	
S. sangi Phan, Nguyen, Moens 2001	Ґрунтові проби з лісу	В'єтнам	
S. termophilum Yanguly, Singk, 2000	Ґрунтові проби з полів	Індія	
S. thanki Phan, Nguyen, Moens, 2001	Ґрунтові проби з фруктового саду	В'єтнам	

них регіонів, в той час як *S. glasseri*, який є паразитом жука скарабея і географічно широко розповсюджений, для цього регіону менш звичайний.

Вид *S. bicornutum* вперше виділений в Сербії, згодом виявлений в сусідніх країнах. А от його виявлення в тропічному кліматі Ямайки і Канарських островів є раптовим і потребує підтверджень та пояснень.

S. intermedium була відома лише в США, але пізніше її виявили в декількох європейських країнах. Вивчення морфологічної варіабельності серед географічно віддалених популяцій, як це зробив Stock et al. [10] для *S. krausssei*, дає додаткову інформацію щодо їх таксономічної належності.

ЕПН родів *Steinernema* і *Heterorhabditis* розвиваються в тканинах комах і інюкують своїх господарів патогенними бактеріями. На сьогодні відомо біля 40 видів *Steinernema* і 9 видів *Heterorhabditis*, загальною ознакою яких є симбіоз з бактеріями. Отже, в світі існує набагато більше *Steinernema*, ніж *Heterorhabditis*, і вони мають більше біологічне різноманіття з відповідно різними особливостями, корисними для використання в програмах біологічного контролю [11].

Слід зазначити, що поряд з переважанням за кількістю описаних видів *Steinernema* над кількістю видів *Heterorhabditis*, існує ще більше видів, що підлягають описові. Різниця в кількості видів в обох родах може бу-

2. Відомі види роду *Heterorhabditis* та їх географічне поширення
(за Hominick, 2002)

Вид, автор	Спосіб виявлення	Місце виявлення	
		Типове	Інші
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Poinar, 1976		Австралія	Франція, Німеччина, Югославія, Італія, Молдова, Польща, Іспанія, Швейцарія, США, Домініканська республіка, Гваделупа, Пуерто Ріко, Тринедат, Бразилія, Колумбія, Китай, Ізраїль, Корея, Нова Зеландія, Південна Африка
<i>H. megidis</i> Poinar, Jackson and Klein, 1987		США	Чехія, Греція, Швейцарія, Канада, США, Ізраїль, Японія.
NW European group			Естонія, Німеччина, Голландія, Бельгія, Данія, Польща, Росія, Англія, Швейцарія
Irish group			Данія, Югославія, Ірландія, Англія, Шотландія
<i>H. zelandica</i> Poinar, 1990		Нова Зеландія	Росія, Австрія, Нова Зеландія
<i>H. indica</i> Poinar, Karunakar and David, 1992		Індія	США, Куба, Домініканська Республіка, Гваделупа, Пуерто Ріка, Тринідад, Ісландія, Венесуела, Індонезія, Ізраїль, Японія, Малайзія, Пакистан, Шрі Ланка, Єгипет, Кенія, Австралія
<i>H. argentinensis</i> Stock, 1993		Аргентина	—
<i>H. brevicaudis</i> Liu, 1994		Китай	—
<i>H. hawaliensis</i> Gangler, Stock and Kaya, 1994		США Гаваїї	—
<i>H. marelatus</i> Liu and Berry, 1996		США (Каліфорнія)	—
<i>H. poinari</i> Kakulia and Mikaia 1997 (sp. inquirenda)		Грузія	—

ти простим артефактом, що відображає існуючі труднощі в визначенні консервативних морфологічних відмінностей, притаманних видам роду *Heterorhabditis*. Hominick [11] вважає, що біорізноманіття *Steinernema* значно більше, ніж у *Heterorhabditis*. Downes and Griffin [12] вважають,

що генотипові варіації в популяціях *Heterorhabditis*. екстремально знижує їх гермафродитизм. Цим самим підтверджується, що нематоди можуть бути клоновими або наближено клоновими організмами. Порівняно обмежена дисперсія комбінацій з низькою генетичною варіабельністю може бути результатом високої адаптації популяції до локальних умов навколишнього середовища. Існування груп всередині таксону *H. megidis* і поява схожих між собою описів, що свідчать про їх синоніміку, підтримують цю гіпотезу. Stock et al. [10] вважають, що обмін генами всередині виду *H. indica* може бути обмеженим. Вони також вважають, що існує репродуктивна несумісність між ізолятами *H. bacteriophora*.

Подальше вивчення триває і ідентифікація стає реальнішою, коло валідних видів продовжує розширюватись. Німеччина має найвищу (рекордну) кількість аборигенних (місцевих) видів ЕПН, з 13 виявлених видів — 5 належать до неописаних *Steinernema*. Екстенсивний відбір зразків і методи прямої екстракції частково пояснюють, чому виявлено таке біорізноманіття [13]. Неправильно припускати, що лише Німеччина є унікальною для такого різноманіття ЕПН.

Відомо, що всі організми, навіть дуже відомі види, виявлені в незвичайних місцях і постійно змінюють характер розповсюдження [14]. Більшість добре описаних видів свідчить про розширення біогеографії ЕПН і зокрема про таке:

- географічно, найбільше поширеним серед нематод роду *Heterorhabditis* є вид *H. bacteriophora*, який виявлено в районах з континентальним і середземноморським кліматом, в той час як вид *H. indica* широко поширений в тропіках [15]. Далі, вид *H. megidis* виявлено лише в північній півкулі, де він має більш північне і більш обмежене поширення ніж *H. bacteriophora* [10];
- Griffin et al. [16] пишуть про існування географічної ізоляції в Європі між комплексом нематод *H. megidis* (новими Irish видом і NWE типом) і групою *H. bacteriophora*. Однак вони зазначають, що випадки виявлення Irish типу в Угорщині і *H. megidis* в Греції вказують на проблематичність точного розподілу між північно локалізованою групою *H. megidis* і групою *H. bacteriophora*;
- раніше важали, що види роду *Steinernema* адаптовані до звичайної чи холодної температури, в той час як види роду *Heterorhabditis* більш тропічні. Проте на сьогодні така точка зору не здається незаперечною, оскільки більшість видів адаптується до широкого температурного діапазону. Те, що більшість видів роду *Steinernema* описано з помірному регіону, можливо, більшою мірою відображає розподіл нематологів, ніж нематод. Багато видів роду *Steinernema* існує, але їх не описано [5];
- такі види як *S. feltiae*, *S. carpocapsae*, *H. bacteriophora* і *H. indica* є насправді космополітами. Це означає, що поширення цих видів дуже активне, воно включає такі способи розповсюдження як вітер, вода і людська діяльність. Ґрунт переміщується, як продукт

торгівлі, з ним необережно поширюються і ґрунтові нематоди. Один з відомих прикладів — це поширення картопляної цистоутворюючої нематоди, яка коеволюціувала з картоплею в Андах і була завезена до Європи в 16-му сторіччі, коли іспанські колонізатори повернулися з дивовижними новими рослинами. Цікаво також, що ЕПН поширені в ґрунті пов'язаному з рослинним матеріалом. Наприклад, Rosa et al. [17] зазначає, що ЕПН були знайдені лише в східних і центральних ґрунтах Азорських островів і, що більшість видів рослин і тварин, знайдених на архіпелазі були інтродуковані з Європи і Африки;

- Використання ЕПН у програмах біологічного контролю і іншої людської діяльності ускладнює інтерпретацію природного розподілення. Інтродукція могла бути здійснена в ті ареали, де нематоди ЕПН не мали природного поширення, але з часом були виявлені. В штаті Нью Джерсі (США), вид *S. glaseri* широко використовувався для контролю чисельності Японського жука (*Japanese beetle*), але обстеження через 50 років показало, що колонізація в більшості випадків була невдалою і обмежилась лише південною частиною штату, можливо, це спричинено низькими для виду температурами [18]. З іншого боку *S. scapterisci* з Уругваю інтродукували до Флориди для контролю вовчка (*Gryllotalpidae*), що здійснило значний вплив на його чисельність. Слід припустити, що поширення відбувається постійно і що це є причиною адаптації екзотичних видів і штамів.

Коли Poinar і Kozodoi [19] розглядали близьку спорідненість таких видів як *S. glaseri* і *S. anomali* (= *S. arenarium*), вони помітили, що *S. glaseri* не був виділений в Європі. Вони припускають, що види нового світу еволюціували в Південній Америці, коли дві Америки з'єдналися. З'єднання Північної і Південної Америки відбулося в Пізньому Палеозої, близько 3 млн років тому [14]. Поїнар і Козодой [19] доходять висновку, що два види виникли, як результат паралелізму після розщеплення батьківського потомства набагато раніше — в Середній Юрі. Проте вид *S. glaseri* виявлено в Іспанії, на Азорських островах, в Китаї, Кореї так само часто, як і на материках Америки.

Нині доведено, що *S. glaseri* і *S. arenarium* виникли в той час, коли Євразія і Північна Америка були частиною одного материка, в пізньому Криптозої, близько 90 млн років тому [14]. Проте є думка, що пов'язує наявність *S. glaseri* в Південній Америці з недавнім геологічним процесом, і це суперечить висновкам Поїнара і Козодоя. Два види, можливо, існували ще до від'єднання Південної Америки від Європи, а отже, за певних обставин, *S. arenarium* буде виявлено в Новому Світі. Обидва види було виявлено в Іспанії, отже вони, вірогідно, можуть співіснувати.

Місце локалізації, частота виявлення в пробах. Незважаючи на те, що перші виявлення ЕПН були саме в загиблих комах, згодом виявилось, що в природних популяціях рівень зараження комах невисокий. Біль-

шість учених дійшли згоди, що аналіз ґрунтових зразків порівняно з загиблими комахами є ефективнішим методом виявлення ЕПН. При можливості не буде зайвим використання обох методів. Так, наприклад, у Німеччині в природних осередках довгоносиків *Phyllobrius urticae*, де нематода *S. feltiae* була основною причиною загибелі личинок шкідника, інтенсивність зараження в вересні становила 16%. Проте щодо рівня зараженості природних популяцій комах є і протилежні данні.

Обстеження на виявлення ЕПН іноді поєднують з іншими зоологічними дослідженнями. Наприклад, у Німеччині перші обстеження проводили в рамках фауністичних досліджень, нематод виявляли методом екстракції ґрунтових зразків. ЕПН виявили в кожному четвертому обстежуваному регіоні. Переважали види *S. bibionis*, *S. intermedium*, *S. affinis*, *S. sp.*, *H. sp.* Частіше вони зустрічалися в пробах з лісу та лук, рідше в — пробах з орних земель. Проте подальші дослідження не підтвердили цього висновку, агроценози Німеччини виявились надто щільно заселеними ЕПН. Так, на експериментальному полі з сівозміною цукровий буряк—озима пшениця—озимий ячмінь (Німеччина, поблизу Брауншвейга) нематоди родів *Steinernema* зустрічалися в 94% ґрунтових проб із 1248 відібраних. За частотою виявлення переважав вид *S. affinis*. Нематоди роду *Steinernema* зустрічалися, в основному, у верхньому шарі ґрунту товщиною 30 см, де їх щільність становила 66 івазійних личинок в 250 г або 130 000 екз./м³. При цьому в шарі до 15 см містилося 58,6% особин. Впливу сільськогосподарських культур, добрив чи пестицидів на розподіл нематод не виявлено [20].

В інших країнах основною метою обстежень були ЕПН. Прикладом можуть бути роботи у Великобританії. Досить інтенсивно заселені ґрунтови зразки з Великобританії (Шотландія, Ірландія, Уельс), де вони виявлені в 24 пробах з 53. Це, в основному, представники роду *Steinernema* (*S. affinis*, *S. feltiae*, *S. kraussei*, *S. sp.*). Представники іншого роду — *Heterorhabditis* зустрічалися значно рідше, в основному — в прибережній зоні. В Ірландії вони заселяли 18 проб з 169 відібраних, в Шотландії — 2 з 51 проби, в Уельсі в 9 з 20 проб [21]. Послідуючий відбір та аналіз 1014 зразків ґрунту в Шотландії дозволив виявити ЕПН лише в 2,2% зразків (всі вони відносились до *S. sp.*). Така слабка заселеність пояснюється низькими температурами ґрунту, які рідко перевищували 13°C [22].

У південних районах Норвегії ЕПН знайдено в 18% відібраних зразків виявлені лише представники роду *Steinernema*.

Досить щільно заселені ЕПН ґрунти Бельгії. З 27 проб ґрунту відібраних в різних агротехнічних умовах в провінції Північна Фландрія, 21 проба містили нематод. При цьому представники роду *Steinernema* виділені з 21 зразка, а з решти проб — *Heterorhabditis*.

В Болгарії було проаналізовано 65 ґрунтових проб, виділено *S. feltiae*, *S. kraussei*, *S. sp.*, *H. bacteriophora*.

Перше повідомлення про виявлення ЕПН в Туреччині надійшло в 1995 [23]. З 105 проб ґрунту, відібраних на оброблюваних полях і в лі-

сах, лише 5 (під ліщиною) містили нематод. Їзолят з чорноморського узбережжя ідентифікували як *S.feltiae* [23]. Нематоди *S. carpocapsae* виявлені в лісових ґрунтах Анталії.

Аналіз ґрунтових зразків в Шрі-Ланка свідчить, що поширення нематод обмежується піщаними ґрунтами, де виявляють два види представників роду *Heterorhabditis* і три — *Steinernema*. Заражені комахи не виявлені, хоча потенціальні хазяї були обстежені.

В Ірані виявлено два види ЕПН *S.anomali* і *H. bacteriophora*. З 150 ґрунтових зразків зараженими виявились 32%. Більш зараженими виявились зразки ґрунту відібрані на полях, в садах, в міських насадженнях.

На території Росії ЕПН родів *Steinernema* і *Heterorhabditis* виявлено в різних екосистемах. Проте частіше вони зустрічаються в необроблюваних ґрунтах: у лісах, лісосмугах, в міжряддях і пристовбурових кругах дерев. Не виявлено ЕПН на полях під капостою, багаторічними травами, озимую пшеницею [24]. При цьому штейнернематиди зустрічаються в різних біоценозах від Якутії до південних кордонів, проте гетерорабдитид виявлено лише в Ростовській області і Краснодарському краї [24].

Отже, ентомопатогенні нематоди родів *Steinernema* і *Heterorhabditis* широко розповсюджені в світі, виявлені на всіх континентах, крім Антарктики. Список місць виявлення ЕПН включає 36 європейських країн, 8 — з Південної Америки і Карибського басейну, 4 — в Північній Америці, 12 — в Азії, по одній — в Африці і Австралії та по дві — в районі Тихого океану.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Poinar, G.O. Taxonomy and biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae. /Poinar, G.O.// In: Gaugler, R. and Kaya, H.K. (eds) *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1990 — pp. 23—61.
2. Gaugler, R. *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*. /Gaugler, R. and Kaya, H.K.// CRC Press, Boca Raton, Florida, 1990 — 365 pp.
3. Poinar, G.O. Examination of the neoaplectanid species *feltiae* Filipjev, *carpocapsae* Weiser and *bibionis* Bovien (Nematoda : Rhabditida). / Poinar, G.O. // *Revue de Nematologie* 1989. — № 12, — pp. 375—377.
4. Griffin, C.T. Tests of antarctic soils for insect parasitic nematodes. / Griffin, C.T., Downes, M.J. and Block, W.// *Antarctic Science* 1990 — №2, — pp. 221—222.
5. Hominick, W.M. Systematics and biogeography of entomopathogenic nematodes. /Hominick, W.M., Reid, A.P., Hunt, D.J. and Briscoe, B.R.// In: Griffin, C.T., Burnell, A.M., Downes, M.J. and Mulder, R. (eds) *COST 819 Developments in Entomopathogenic Nematode/Bacterial Research*. European Commission, DG XII, Luxembourg, — 2000. — pp. 17—28.
6. Kerry, B.R. Biological control. /Kerry, B.R. and Hominick, W.M.// In: Lee, D.L. (ed.) *The Biology of Nematodes*. Harwood Academic Publishers, Reading, UK. — 2001

7. Poinar, G.O. *Steinernema feltiae* (Steinernematidae: Rhabditidae) parasitizing adult fungus gnats (Mycetophilidae: Diptera) in California. / Poinar, G.O. // *Fundamental and Applied Nematology*. — 1992. — №15, — pp. 427–430.

8. Sturhan, D. Occurrence and distribution of entomopathogenic nematodes in the Slovak Republic. / Sturhan, D. and Liskova, M. // *Nematology*. — 1999. — №1, — pp. 273–277.

9. Peters, A. The natural host range of *Steinernema* and *Heterorhabditis* spp and their impact on insect populations. / Peters, A. // *Biocontrol Science and Technology*. — 1996. — №6, — pp. 389–402.

10. Stock, S.P. Morphological variation between allopatric populations of *Steinernema kraussei* (Steiner, 1923) (Rhabditida: Steinernematidae). / Stock, S.P., Mracek, Z. and Webster, J.M. // *Nematology* — 2000. — №2, — pp. 143–152.

11. Hominick, W.M. Biosystematics of entomopathogenic nematodes: current status, protocols and definitions. / Hominick, W.M., Briscoe, B.R., Garcia del Pino, F., Heng, J., Hunt, D.J., Kozodoy, E., Mracek, Z., Nguyen, K.B., Reid, A.P., Spiridonov, S., Stock, P., Sturhan, D., Waturu, C. and Yoshida, M. // *Journal of Helminthology*. — 1997. — 71, — pp. 271–298.

12. Downes, M.J. Dispersal behaviour and transmission strategies of the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis* and *Steinernema*. / Downes, M.J. and Griffin, C.T. // *Biocontrol Science and Technology* — 1996. — №6, — pp. 347–356.

13. Sturhan, D. Occurrence and distribution of entomopathogenic nematodes in the Slovak Republic. / Sturhan, D. and Liskova, M. // *Nematology* — 1999 — №1, — pp. 273–277.

14. Cox, C.B. and Moore, P.D. Biogeography: an Ecological and Evolutionary Approach, / Cox, C.B. and Moore, P.D. // 6th edn. Blackwell, Oxford, — 2000. — pp. 298.

15. Burnell, A.M. *Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts — lethal pathogens of insects. / Burnell, A.M. and Stock, S.P. // *Nematology*. — 2000. — № 2, — pp. 31–42.

16. Griffin, C.T. Isolation and characterisation of *Heterorhabditis* spp. (Nematoda: Heterorhabditidae) from Hungary, Estonia and Denmark. Griffin, / C.T., Dix, I., Joyce, S.A., Burnell, A.M. and Downes, M.J. // *Nematology* — 1999. — № 1, — pp. 321–332.

17. Rosa, J.S. Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernema, Heterorhabditis) in the Azores. / Rosa, J.S., Bonifassi, E., Amaral, J., Lacey, L.A., Simoes, N. and Laumond, C. // *Journal of Nematology* — 2000. — 32, — pp. 215–222.

18. Gaugler, R. Large-scale inoculative releases of the entomopathogenic nematode *Steinernema glaseri*: assessment 50 years later. / Gaugler, R., Campbell, J.F., Selvan, S. and Lewis, E.E. // *Biological Control* — 1992. — №2, — pp. 181–187.

19. Poinar, G.O. *Neoaplectana glaseri* and *N. anomali*: sibling species or parallelism. / Poinar, G.O. and Kozodoi, E.M. // *Revue de Nematology*. — 1988. — №11, — pp. 1.

Д.Д. Сигарева, В.В. Олененко, Н.В. Грацианова. Географическое распространение энтомопатогенных нематод родов *Steinernema* и *Heterorhabditis* (Nematoda: Rhabditida)

*Энтомопатогенные нематоды родов *Steinernema* и *Heterorhabditis* широко распространены в мире, они обнаружены на всех континентах кроме Антарктиды. Список мест обнаружения энтомопатогенных нематод включает 36 европейских стран, 8 — из Южной Америки и Карибского бассейна, 4 в Северной Америке, 12 в Азии, по одной в Африке и Австралии, и две — в районе Тихого океана.*

D.D. Sigareva, V.V. Olenenko, N.V. Gratsianova. Geographical spreading of entomopathogenic nematodes genera *Steinernema* and *Heterorhabditis* (Nematoda: Rhabditida)

*Entomopathogenic nematodes *Steinernema* and *Heterorhabditis* genera are widely distributed throughout the whole world, they are found on all continents except Antarctic continent. List of places detection of entomopathogenic nematodes includes 36 European countries, 8 — from South America and the Caribbean, 4 — in North America, 12 — in Asia, by one — in Africa and Australia and two — in the Pacific.*

**Захист і карантин рослин. 2010. Вип. 56.
УДК 632.633.15**

**С.О. ТРИБЕЛЬ, доктор сільськогосподарських наук, професор
О.О. СТРИГУН, кандидат сільськогосподарських наук
С.В. РЕТЬМАН, доктор сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин УААН**

КОНЦЕПЦІЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ

Наведено народногосподарське значення кукурудзи та обсяги виробництва зерна в світі та Україні. Показано рівень реалізації потенційної продуктивності сучасних гібридів (на 35—40%) та обґрунтовано значення шкідливих організмів. Значні посівні площі засіваються непротруєним захисно-стимулюючими засобами насінням, що призводить до зрідженості посівів від шкідників і збудників хвороб у середньому на 30%. Загальні втрати зерна кукурудзи в абсолютному виразі сягають 3—3,5 т/га, а їх зменшення на 80% дасть змогу додатково отримати 2,5—3,0 т/га зерна.

Обґрунтовано доцільність використання стійких проти шкідливих ор-