

Д.Д. СІГАРЬОВА, доктор біологічних наук, професор,
член-кореспондент УААН
Інститут захисту рослин УААН;

А.Г. БАБИЧ, кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
О.А. БАБИЧ, кандидат біологічних наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України

МОНІТОРИНГ ПАРАЗИТИЧНИХ НЕМАТОД ХМЕЛЮ

Досліджено видовий склад, таксономічну структуру, динаміку чисельності комплексу нематод хмелю та розроблено систему моніторингу домінуючих шкідливих видів.

хміль, комплекс нематод, моніторинг

Хміль є однією з важливих технічних культур. Його сировину використовують в пивоварній, хлібопекарній, фармацевтичній, консервній та інших галузях народного господарства.

У середині 80-х років минулого століття Україна за площею насаджень понад 9 тисяч гектарів та валового збору хмелю — 7 тисяч тонн була на п'ятому місці в світі. Наприкінці 90-х років площі під хмелем скоротилися у 3—4 рази, валовий збір — у 17 разів, урожайність — майже у 2 рази. Останніми роками завдяки державній фінансовій підтримці вдалося трохи призупинити спад виробництва. Проте більшість проблем хмелярської галузі поки що залишаються актуальними. На сьогодні вирощуванням хмелю займаються 122 господарства в 9 областях України [4].

Одним з основних резервів збільшення валового збору хмелю та поліпшення якості сировини має стати надійний захист хмеленасаджень від шкідливих організмів, серед яких найменш вивченими є фітонематоди. Тривале вирощування хмільників в монокультурі призводить до накопичення їх високої чисельності і значної шкідливості.

Мета досліджень — уточнення видового складу нематод ризосфери хмелю, вивчення біологічних особливостей і динаміки чисельності домінуючих видів фітогельмінтів, з'ясування рівнів їх шкідливості, удосконалення методів моніторингу для планування захисних заходів.

Для досягнення цієї мети вивчали видовий склад та структуру комплексу нематод ризосфери хмелю залежно від абіотичних факторів; розробили балові шкали візуальної оцінки ступеня ураження насаджень хмелю бульбовою і хмелевою цистоутворюючою нематодами; встановили рівні шкідливості домінуючих видів та комплексу фітопаразитичних нематод хмелю.

Матеріали та методи досліджень. Основні дослідження виконано в Житомирській області, де на сьогодні розміщено 70% всіх хмеленасаджень України. Роботи проводили в дослідному господарстві “Хмелярство” Інституту сільського господарства Полісся (УААН), НДГ “Великоснітинське” та фітоцентрі “Голосієво” Національного університету біоресурсів і природокористування України, а також ТОВ “Кременець” Рожищенського району Волинської області. Для виявлення зонального поширення домінуючих видів фітонематод здійснювали вибіркові обстеження також ряду господарств Київської, Львівської і Волинської областей.

Обстеження провели за загальноприйнятими методиками (Кириянова, Кралль, 1969; Метлицкий, 1978; Сигарёва, 1986). Щільність популяції хмельової цистоутворюючої нематоди визначали за кількістю личинок і яєць у цистах, виділених із 100 см³ ґрунту флотаційно-лійковим методом. Червоподібних нематод виділяли лійковим методом та перераховували на 100 см³ ґрунту та 1 г кореневої маси. Фіксували нематод ТАФом. Аанально-вульварні пластинки цист нематод виготовляли за методикою Кирияновой, Кралля (1969). Морфологічні і морфометричні показники нематод вивчали на тимчасових водно-гліцеринових препаратах із застосуванням сучасних мікроскопів [1, 5, 7, 9].

Для визначення статусу домінування видів використовували коефіцієнт постійності Кассагнау (СС) (Cassagnau, 1961), а подібності видового складу — індекс Жаккарда (Jaccard, 1912).

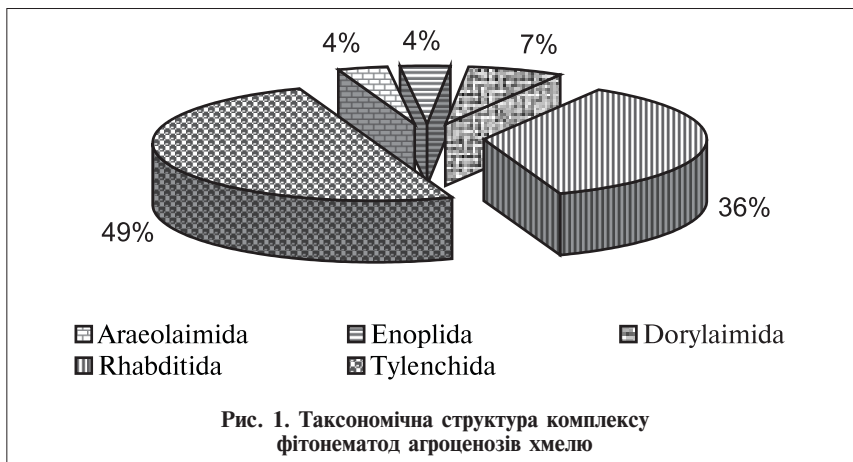
Статистичну обробку отриманих експериментальних даних здійснено методом дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу [7, 9].

Результати та обговорення. У ризосфері хмелю виявлено 30 видів фітонематод, які належать до 5 рядів, 26 родів та 18 родин. Найбільше (14 видів), що становить 49% загальної кількості, належать до ряду Tylenchida. Досить представленим виявився ряд Rhabditida — 36%, значно бідніші в видовому відношенні були ряди Dorylaimida — 7%, Enoplida — 4% і Acaolaimida — 4% (рис. 1).

Встановлено, що багаторічне вирощування хмелю в монокультурі сприяє формуванню стабільного комплексу фітонематод, які належать до трьох екотрофічних груп: 6- фітопаразитів, 7 — мікогельмінтів і 16 сапробіонтів.

Для всіх обстежених хмелеплантацій виявлено високі ступені подібності домінуючих видів нематод. Головним чинником впливу на формування нематодофауни була рослина-живитель. Виявлені нами незначні зональні відмінності видового складу, ймовірно, залежали від ґрунтово-кліматичних умов, наявності мікологічних організмів, продуктів розпаду органічних речовин, що впливали на існування і накопичення мікогельмінтів та сапробіонтів.

На відміну від польових агроценозів, де згідно з рекомендованою сівзовміною відбувається чергування різних культур, вирощування хмелю в монокультурі протягом багатьох років створює більш однотипні умови для існування живих організмів, що його заселяють. Щорічна ідентич-



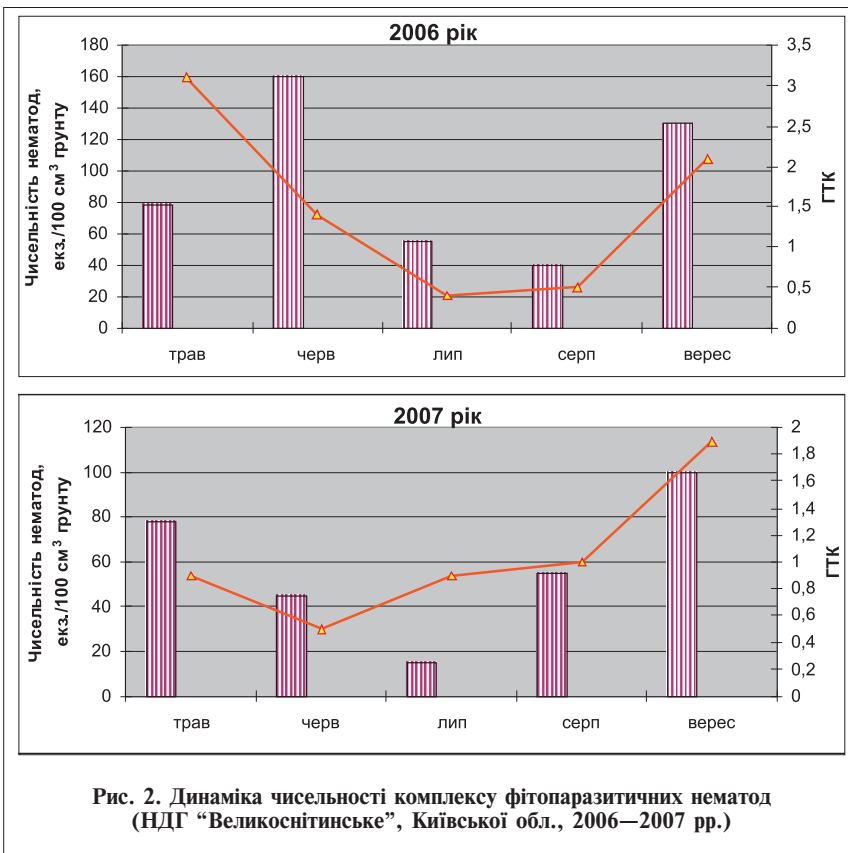
ність кормових ресурсів призводить до зменшення чисельності, чи взагалі зникнення видів, для яких хміль є несприятливою культурою. Напротивагу цьому відбувається накопичення специфічних для хмелю видів фітонематод, зокрема *H. humuli* та *D. destructor*.

Разом із тим кількісний і якісний склад нематодофауни залежали від рівня ураження рослин та інтенсивності перебігу патологічного процесу. У здорових і слабо уражених підземних органах хмелю переважали фітопаразитичні види, а при значному розкладанні тканин — сапробіонти і мікогельмінти [10].

Залежно від тривалості вирощування хмелю виявлена чітка тенденція до накопичення спеціалізованих фітопаразитичних видів, серед яких домінували (*Ditylenchus destructor*) і (*Heterodera humuli*). Крім цих видів у ризосфері хмелю виявлено також (*Tylenchorhynchus dubius*), (*Longidorus elongatus*), (*Helicotylenchus dihystera*). Проте їх чисельність здебільшого була невисокою за винятком *Tylenchorhynchus dubius*. Однак у комплексі з іншими видами вони негативно впливали на продуктивність хмільників [8].

Динаміку чисельності фітопаразитичних нематод досліджували впродовж 2006—2007 років у НДГ “Великоснітинське” Київської області (рис. 2).

Виявлено основні закономірності динаміки їх чисельності в ризосфері молодих насаджень хмелю. Зафіксована тенденція поступового збільшення щільності на початку вегетаційного періоду і періодичних коливань у літні місяці. Чисельність паразитичних нематод з деяким запізненням збільшувалась після рясних опадів і навпаки — скорочувалась у посушливі періоди вегетації. В серпні — на початку вересня популяція нематод була великою, а наприкінці вересня — в жовтні знову спостерігали спад їх чисельності, зумовлений зниженням температурного режиму ґрунту. За високих запасів продуктивної вологи зростання чисельності ком-



плексу нематод у ранньовесняний період більше залежало від підвищеної температури, а в літні місяці, особливо в липні та серпні, обмежувачим чинником була низька вологість ґрунту. За оптимальних абіотичних факторів і наявності трофічних ресурсів чисельність популяцій нематод досягала максимальних показників, а за їх зміни вона зменшувалась.

Пізнання закономірностей накопичення паразитичних нематод протягом періоду вегетації хмелю, а також їх горизонтального і вертикального розподілу в ґрунті і коренях здорових і хворих рослин дало змогу оптимізувати періоди і місця обстежень, необхідну кількість відбору зразків, методи аналізу для об'єктивної оцінки рівня зараженості хмелеплантацій. В результаті наших досліджень було уніфіковано і доповнено методики нематологічного обстеження хмеленасаджень на заселеність цистоутворюючими та червоподібними нематодами з урахуванням стану рослин і їх продуктивності. Системи моніторингу включають ряд послідовних етапів, що

відрізняються методами і термінами їх проведення (табл. 1, 2). Встановлено, що ґрунтові зразки доцільно відбирати безпосередньо в рядках у зоні максимального розміщення вторинної кореневої системи, де концентруються основні патогенні види. На супіщаних ґрунтах оптимальна глибина відбору — до 20 см, де згідно з нашими даними зосереджувалося понад 80% всієї популяції фітонематод. В наукових дослідженнях при вивченні шкідливості фітонематод, а також ефективності дії хімічних препаратів виправданим є відбір зразків на глибину до 40 см [2].

Перший відбір зразків належить здійснювати наприкінці квітня — на початку травня з початком активної вегетації хмелю (табл. 1). Кожні наступні проби відбирати періодично з інтервалом у 30 діб до збирання

1. Система моніторингу червоподібних нематод на хмелю

№	Назва етапу	Методика виконання	Період, місце виконання
1	Візуальний огляд насаджень	Виявлення уражених рослин проводять шляхом огляду кореневищ 5 рослин у 20 місцях, розташованих у шаховому порядку. Для цього навколо рослин в радіусі 25 см знімають поверхневий шар ґрунту і оглядають кореневища на наявність некрозів і гнилісних плям дитиленхозу та інших нематодозів	До появи сходів або в період вегетації
2	Відбір проб, виділення нематод з рослин і прикореневого ґрунту	Відбір зразків коренів і ґрунту проводять за попередньою схемою. Кожна окрема проба містить 5 г коренів і 20 см ³ ґрунту. Нематод із рослин і ґрунту виділяють модифікованим лійковим методом Бермана	При обстеженні насаджень В лабораторних умовах
3	Підрахунок чисельності і визначення видової належності нематод	Видову належність визначають на тимчасових водно-гліцеринових препаратах за морфометричними показниками будови тіла нематод з використанням сучасних мікроскопів. Чисельність нематод підраховують в чашках Петрі під стереоскопічним мікроскопом	В лабораторних умовах
4	Визначення рівнів шкідливості	Поріг і рівні шкідливості розраховують за допомогою кореляційного та регресійного аналізу співставленням чисельності фітогельмінтів з врожайністю хмелю	В лабораторних та польових умовах
5	Складання прогнозу	Розрахунки потенційних втрат врожаю здійснюють на основі даних щодо вихідної чисельності фітонематод згідно розроблених порогів шкідливості	В лабораторних умовах

урожаю. Таким чином, за вегетаційний період, сумарна кількість обліків фітонематод має бути у межах 5—6.

Для з'ясування рівня вихідної зараженості ґрунту хмелевою цистоутворюючою нематодою обстеження слід проводити на початку квітня чи восени (табл. 2). В ці періоди личинки другого віку перебувають у цистах у стані анабіозу.

Зважаючи на технологічні особливості вирощування, зразки ґрунту найдоцільніше відбирати в безпосередній близькості до кущів хмелю,

2. Система моніторингу хмелевої цистоутворюючої нематоди

№	Назва етапу	Методика виконання	Період, місце виконання
1	Виявлення вогнищ на плантаціях	Візуальний огляд насаджень хмелю з метою виявлення вогнищ пригнічених хлорозних рослин з кропивоподібними листками, які в'януть в жарку погоду	Впродовж всієї вегетації
2	Відбір ґрунтових зразків для виділення цист	Відбирають проби ґрунтовим буром або лопатою через один ряд у шаховому порядку з інтервалом 6 кущів. З відібраних зразків одного ряду формують об'єднану для аналізу пробу об'ємом 500 см ³	До появи сходів і після збирання врожаю
3	Візуальний огляд вторинної кореневої системи рослин	Залежно від площі плантації хмільників, викопують із розрахунку 8 облікових ям на 1 га розмірами 50 × 50 см і на глибину 60 см, розміщених у шаховому порядку	В період появи білих самоць (середина червня-серпень)
4	Підрахунок чисельності нематод	Кількість цист підраховують на фільтрах після відмочування ґрунтових зразків і промивання на ситах. Чисельність потомства встановлюють шляхом підрахунку яєць і личинок в краплині води на предметному склі під мікроскопом	В лабораторних умовах
5	Картування вогнищ	На основі аналізу ґрунтових і рослинних проб встановлюють поширеність фітопаразитичних нематод, площу вогнищ та рівень інвазії	В лабораторних умовах
6	Визначення ступеня шкідливості	Поріг та рівні шкідливості визначають співставленням чисельності фітогельмінтів з врожайністю хмелю за допомогою кореляційного та регресійного аналізу	В польових умовах В лабораторних умовах
7	Складання прогнозу	Розрахунки потенційних втрат врожаю здійснюють на основі даних щодо вихідної чисельності фітонематод згідно розроблених порогів шкідливості	В лабораторних умовах

переміщуючись при цьому у міжряддях. За загальноприйнятою схемою нематологічних обстежень інтервал відбору між кожною наступною виімкою має становити 7—8 кроків, що становить близько 6 метрів [3].

Дослідження вертикально-горизонтального поширення показало, що переважна частина популяції (79,1%) перебувала на глибині 0—20 см, у зоні максимального розміщення вторинної кореневої системи. На глибині 21—40 см виявлено 15,4% цист, а понад 60 см зустрічаються тільки поодинокі цисти. В зв'язку з цим ґрунтові зразки доцільно відбирати до глибини 20 см.

Первинні виїмки ретельно перемішують і для аналізу відбирають середню пробу об'ємом 500 см³, яку висипають в торбинку зі щільної тканини і етикетують згідно з вимогами. Наступний зразок ґрунту слід відбирати через один ряд хмелю. Таким чином, за ширини міжрядь 3 м схема відбору первинних виїмок має становити 6 × 6 метрів. Для виявлення білих самиць на коренях хмелю обстеження виконують в період вегетації (середина червня — серпень). Розкопки проводять на більшу глибину (до 40 см), де розташовані живильні корені хмелю, найбільш придатні для заселення цистоутворюючою нематодою. Для збереження вегетуючих рослин хмелю розкопки здійснюють з одного боку кушів, ґрунт пошарово, через кожних 20 см виймають з ями, а корені, в тому числі і у відібраному ґрунті, аналізують на наявність білих самиць.

З урахуванням площі плантацій, яка порівняно з ділянками польових сівозмін відносно мала і становить зазвичай 1,5—3 га, для дослідження розподілу цист на плантації площею 2 га викопують 8 облікових ям, 2—3 га — 12 ям, більше 3 га — 16 облікових ям розміром 50 × 50 см і на глибину 40 см, розміщених у шаховому порядку.

У період вегетації хмелю ступінь ураження рослин слід визначати за розробленими баловими шкалами на гетеродероз і дитиленхоз. Ступінь ураженості хмелю гетеродерозом найдоцільніше визначати у період масової появи самиць на коренях рослин наприкінці червня — на початку липня. Насамперед звертають увагу на візуальні ознаки ураження згідно з розробленою нами дев'ятибальною шкалою гетеродерозу хмелю (табл. 3), а для підтвердження наявності хмелевої нематоди проводять контрольні ґрунтові розкопки [9].

При обстеженні на хвороби підземних органів необхідно у 20 місцях, розташованих у шаховому порядку, оглянути по 5 рослин хмелю, навколо яких у радіусі 25 см знято поверхневий шар ґрунту (завглибшки до 30 см). Обстежують матки, підземні частини стебел та головні кореневища. За характерними ознаками, згідно з уніфікованою нами шкалою, підраховують кількість дитиленхозних рослин і визначають ступінь та екстенсивність ураження насаджень хмелю (табл. 4.).

Фіксують також наявність ранок, буруватих плям чи некрозів, що свідчать про пошкодження коренів пратиленхами, паратиленхами, тилеухорінхами чи іншими ектопаразитичними нематодами.

Загальноприйняті формули обліку шкідників та хвороб [9] виявились

3. Шкала оцінки ступеня ураження хмелю *Heterodera humuli*

Бал	Ступінь ураження	Кількість самок, екз./рослину	Візуальні ознаки ураження
0	Немає	0	Немає
1	Дуже слабкий	1—25	Переважно не проявляються
2—3	Слабкий	26—50	Незначний хлороз листків нижнього ярусу
4—5	Середній	51—100	Відставання рослин у рості, часткова кропиво-подібність і хлороз листків нижнього і середнього ярусу
6—7	Сильний	100—150	Пожовтіння листків нижніх ярусів, у спеку — слабе в'янення листя, мичкуватість коренів
8—9	Дуже сильний	>150	Значне пригнічення росту і розвитку, менше стеблуння, дрібні шишки, недорозвиненість кореневої системи

4. Шкала оцінки ступеня ураження дитиленхозом підземних органів хмелю

Бал ураження	Ступінь ураження	Уражено поверхні маток, %	Типові ознаки ураження кореневої системи
1	Дуже слабкий	<10	Візуально не помітні, на дотик тканини коренів в місцях ураження розм'якшені
2—3	Слабкий	11—25	Побуріння тканин, дрібні плями некрозів
4—5	Середній	26—50	Значні за площею некрози, глибоке ураження тканин, невеликі гнилісні плями
6—7	Сильний	51—75	Дуже значні, місцями суцільні некрози, часткове загнивання маток
8—9	Дуже сильний	>75	Повне загнивання маток, загибель рослини

найбільш придатними для спостережень за хмелевою нематодою. Вони модифіковані і адаптовані нами для нематологічного моніторингу хмелю.

Для перерахунку і встановлення середньої чисельності на один куш використовують таку модифіковану формулу (1):

$$S = \frac{2n}{N}, \quad (1)$$

де S — чисельність хмелевої нематоди, екз./куш;

n — кількість самиць на 1/2 куша;

N — загальна кількість облікових кущів, шт.;

2 — коефіцієнт перерахунку на цілий куш.

На основі отриманих результатів визначають бал і ступінь ураження рослин гетеродерозом за шкалою, наведеною в табл. 2. Рівень заселеності хмільників хмелевою нематою встановлюють за формулою (2):

$$P = \frac{100n}{N}, \quad (2)$$

де P — заселеність рослин хмелевою нематою, %;
 n — кількість заселених кущів, шт.;
 N — загальна кількість облікових кущів, шт.

Середній бал заселення коренів самицями хмелевої нематою визначають за формулою (3):

$$B = \frac{\sum n \cdot b}{N} \quad (3)$$

де B — середній бал ураження;
 $\sum n \cdot b$ — сума добутоків кількості заселених рослин на відповідний бал ураження;
 N — загальна кількість обстежених кущів, шт.

ВИСНОВКИ

1. У ризосфері хмелю виявлено 30 видів фітонематод, які належать до 26 родів, 18 родин та 5 рядів. Найбільшою кількістю видів (14) представлений ряд Tylenchida і Rhabditida (12). Ряд Dorylaimida був представлений 2 видами, а Enoplida і Araeolaimida лише 1 видом.

2. Вирощування хмелю в монокультурі протягом багатьох років сприяє формуванню стабільного комплексу фітонематод із досить невеликою кількістю домінуючих видів, що складається з 6 фітогельмінтів, 7 мікогельмінтів і 16 сапробіонтів.

3. Виявлено тенденцію поступового збільшення щільності на початку вегетаційного періоду і періодичних коливань в літні місяці. Чисельність паразитичних нематод з деяким запізненням збільшувалась після рясних опадів і навпаки — скорочувалась у посушливі періоди вегетації. Негативно впливали на чисельність нематод несприятливий температурний режим і відсутність опадів.

4. Хмелева цистоутворююча нематода є високоспеціалізованим фітопаразитом. Основна частина її популяції локалізована на глибині 0—20 см в зоні максимального розміщення вторинної кореневої системи. Частина цист зустрічається на глибині 20—40 см. Для визначення рівня зараженості хмільників доцільно зразки ґрунту відбирати на глибину до 40 см.

5. Під час нематологічного обстеження проби ґрунту належить відбирати в безпосередній близькості до рослин хмелю в зоні максимального розміщення кореневої системи. За ширини міжрядь 3 метри схема відбору первинних виїмок має становити 6 х 6 метрів. Для визначення ступеня ураження рослин гетеродерозом і дитиленхозом в період вегетації хмелю слід використовувати розроблені балові шкали.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Бабич А.Г.* Вдосконалення методів виявлення цистоутворюючих нематод // Збірник наукових праць Уманського державного університету. Частина 1. Агронімія. Випуск 63. — Умань, 2006. — С. 280—285.

2. *Бабич О.А.* Особливості поширення хмельової цистоутворюючої нематоди по вертикальному профілю дерново-підзолистого ґрунту // Науковий вісник Національного аграрного університету. — 2008. — Вип. 123. — С. 147—150.

3. *Бабич О.А.* Особливості поширення та вдосконалення моніторингу хмельової цистоутворюючої нематоди / Бабич О.А., Бабич А.Г. // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. — 2010. — №145. — С. 136—140.

4. *Венгер В.М.* Захист хмелю від шкідників, хвороб та бур'янів / В.М. Венгер, О.М. Лапа, В.Г. Романчик, О.П. Боровий та ін. — Київ, 2004. — 90 с.

5. *Кирьянова Е.С.* Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. — Т. 1. / Е.С. Кирьянова, Э. Л. Кралль — Л.: Наука, 1969. — 447 с.

6. *Михайлюков В.С.* Фауна фитонематод хмеля в Житомирской области // Михайлюков В.С., Сигарева Д.Д. — К.: Вестник зоологии, 1982, №2, с. 41—46.

7. *Сигарева Д. Д.* Методические указания по выявлению и учету паразитических нематод полевых культур / Д. Д. Сигарева. — К.: Урожай, 1986. — 38 с.

8. *Сігарьова Д.Д.* Комплекс фітонематод агроценозів хмелю / Сігарьова Д.Д., Венгер О.В., Бабич О.А. // Наукові доповіді НУБіПУ. — 2010. — №1(17). — С. 1—7.

9. *Сігарьова Д.Д.* Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять із напрямку 6.090101 — “Захист рослин”: Виявлення, облік та заходи захисту від найбільш шкідливих нематод хмелю / Д.Д. Сігарьова, А.Г. Бабич, О.А. Бабич, В.М. Венгер — К.: Видавничий центр НУБіПУ, 2010. — 14 с.

10. *Jensen H.J.* The hop cyst nematode found in Oregon / H.J. Jensen., Smithson H.R., Loring L.B. // Plant Disease Reporter. — 1962. — №46. — P. 702.

Д.Д. Сигарёва, А.Г. Бабич, О.А. Бабич. Мониторинг паразитических нематод хмеля

Исследован видовой состав, таксономическая структура, динамика численности комплекса нематод хмеля и разработана система мониторинга доминирующих вредоносных видов.

D.D. Sigareva, A.G. Babich, O.A. Babich. Monitoring of parasitic nematodes of hop

The species composition, taxonomy structure, the dynamics of the number of nematodes of hop have been investigated and a system of monitoring of dominant harmful species has been developed.