

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОНИТОРИНГА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЦИСТООБРАЗУЮЩИХ НЕМАТОД

А.Г. БАБИЧ, А.А. БАБИЧ

кандидаты биологических наук

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины,
г. Киев, ул. Героев Оборона, 15, babich200@yandex.ru*

Усовершенствована методика проведения мониторинга распространения цистообразующих нематод с использованием телекоммуникационных технологий, аэрокосмического фотографирования, а также традиционного маршрутного обследования агроценозов. Обоснованы сроки, последовательность этапов его осуществления и перспективы практического использования различных картограмм распространенности нематодозов. Необходимо отбирать и анализировать образцы растений со всех четырех сторон поля. На прямоугольных полях отбирают и исследуют по 5 растений с каждой пробы. Для пропашных культур, многолетних бобовых трав с одного поля исследуют по 100 растений. Для взятия проб растений используют механический пробоотборник, который позволяет снизить затраты труда в 8–10 раз. Спутниковое фотографирование земной поверхности, в том числе полей, позволяет обнаружить очаги поражения растений. Аэрокосмический мониторинг распространения нематодозов растений проводят в конце июня – в первой, второй декаде июля. Для более точного обследования используют малую авиацию, беспилотные аппараты дистанционного зондирования с цифровыми фотокамерами. Спектральный анализ снимков выявляет очаги поражения растений нематодами. Для уточнения степени пораженности растений и определения видового состава нематод проводят маршрутное обследование полей, создают картограммы, прогнозы и электронные карты распространения цистообразующих нематод.

Ключевые слова: цистообразующие нематоды, мониторинг, картограмма, распространение.

Многолетнее паразитирование популяций нематод в определенных пространственных границах и постепенное расширение существующих очагов являются причиной своевременного выявления фитопаразитов.

Картограммы распространения доминирующих вредоносных видов свекловичной, овсяной, картофельной и ряда других цистообразующих нематод с детальным нанесением их очагов, площади и степени заселенности почвы должны быть основой для дифференцированного выбора и планомерного применения различных защитных мероприятий. В настоящее время такие

картосхемы разрабатывают на основе проведения маршрутных обследований, отбора и анализа растительных или почвенных проб [1, 3, 4, 6].

Мониторинг нематодозов по визуальным признакам поражения растений более доступен для широкого применения, поскольку не требуется специального оборудования, а из средств оптики достаточно обычной лупы. Однако его осуществление возможно только на сельскохозяйственных полях с вегетирующими растениями-хозяевами в период массового развития самок на корнях [6, 7].

Отбор почвенных проб, их предварительная подготовка и проведение флотационного анализа, подсчет числа цист и жизнеспособного потомства являются наиболее рутинными, трудоемкими и затратными мерами в методологии нематологического мониторинга. Поэтому, картирование значительных по площади территорий общепринятыми ныне методами весьма проблематично.

Целью исследований было совершенствование традиционного и разработка современного мониторинга распространения цистообразующих нематод, их логического объединения в систему мероприятий по диагностированию фитонематодозов.

Материалы и методы

Эффективность различных схем обследования агроценозов на заселенность цистообразующими нематодами изучали в 1991-2013 гг. в условиях опытно-селекционных станций, а также хозяйств различных форм собственности Винницкой, Киевской, Черниговской и других областей Украины.

Материалом для исследований были образцы растений, почвы, цисты, яйца, личинки, взрослые особи нематод доминирующих видов. Цисты из почвы выделяли флотационным методом. Изготовление временных и постоянных препаратов, определение видового состава нематод осуществляли в соответствии с общепринятыми методами [2].

Математические, графические и компьютерные модели разрабатывали согласно методическим положениям [3, 4, 6, 8].

Результаты и обсуждение

Первичный мониторинг сельскохозяйственных угодий на пораженность фитопаразитическими нематодами и другими фитофагами традиционно проводят по двум диагоналям. Оптимальные сроки его осуществления – вторая половина вегетации, когда проявляются признаки поражения растений (хлорозы, угнетение роста и развития, привядание, засыхание), а на корнях можно визуально обнаружить имагинальных самок. Основным недостатком такого обследования является высокая вероятность обнаружения очагов в центральной части поля и менее достоверная заселенность краевых полос. Поэтому для повышения объективности результатов необходимо дополнительно отбирать и анализировать на заселенность самками нематод растительные образцы со всех четырех сторон поля. При квадратной форме сельскохозяйственных угодий отбирают по 20 растений с каждой из диагоналей и по 15 растений с краевых полос поля. На прямоугольных полях следует отбирать по 20, а с коротких – по 10 растений. Общее число анализируемых растений для пропашных культур, многолетних бобовых трав с одного поля должно быть не менее 100 штук. На зерновых культурах целесообразно отбирать и анализировать в каждой пробе по пять растений. Исследование картофеля на заселенность карантинными видами нематод регламентируется отдельными инструкциями. Однако на производственных полях для предварительной оценки фитосанитарного состояния посадок картофеля возможно использование рекомендованной методики. При обнаружении даже единичных пораженных растений такие агроценозы подлежат детальному обследованию (картированию).

Для установления пространственного распределения очагов по площади их необходимо обследовать «челночным» способом с интервалом между маршрутными проходами не более 50 м. При необходимости уточнения границ распространенности отдельных очагов такие участки целесообразно обследовать по схеме 25×25 м.

Отбор и анализ почвенных образцов позволяет достовернее определить уровень заселенности почвы. Первоочередно следует обследовать поля, предназначенные под посев восприимчивых к нематодам культур. Учитывая значительные объемы работ, летне-осенние сроки проведения картирования более предпочтительны в сравнении с весенними. Использование механического пробоотборника позволяет в 8-10 раз снизить затраты труда в сравнении с отбором проб вручную (рис. 1, 2).

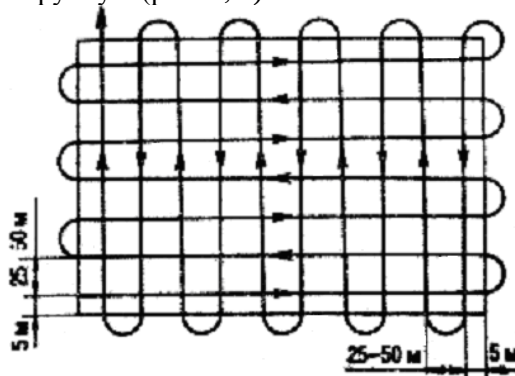


Рис. 1. Схема движения агрегата при картировании обследуемых участков

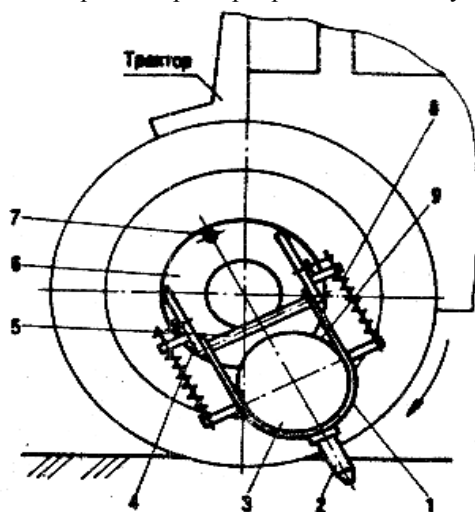


Рис. 2. Механический пробоотборник:

1 – корпус; 2 – трубчатый бур; 3 – крышка сборника проб; 4 – регулирующее отверстие; 5 – ось; 6 – кронштейн; 7 – болт; 8 – пружинные тяги; 9 – сборник почвенных проб

Наличие новейших технических средств создало предпосылки для разработки современного мониторинга земной поверхности. Космическо-информационные технологии все больше находят практическое применение во многих отраслях, в том числе и сельском хозяйстве. Однако, для реализации принципиально новых методических положений проведения аэрокосмического диагностирования фитоценозов необходимо установление четких

критериев его достоверности, избирательности и географического соответствия. В Национальном университете биоресурсов и природопользования Украины реализуется проект по созданию лаборатории космического мониторинга состояния агроресурсов.

В настоящее время спутниковое фотографирование земной поверхности преимущественно осуществляют в рамках программ [Landsat](#) (США), [ERS](#), [Envisat](#) (Евросоюз) и Дон (Россия). Современные космические снимки получают как в видимой, так и в ультрафиолетовой, инфракрасной, а также и в других диапазонах, что существенно расширяет потенциальные возможности их практического использования. Различные карты рельефа земной поверхности могут быть также выполнены с помощью радарной съемки.

В рамках проекта Landsat фотографирование поверхности Земли осуществляют с распределительной способностью в 15 м. Однако коммерческие спутники серии QuickBird фирмы DigitalGlobe позволяют распознавать на поверхности Земли объекты размерами менее полуметра, а использование автоматизированных программных комплексов типа ERDAS Imagine или ENVI обеспечивает существенное сокращение времени на дешифрование полученных снимков [9].

Минимальные затраты времени на фитосанитарный мониторинг одного административного района, а также свободный доступ к базе фотоснимков интернетсайтов ([Google Maps](#), [NASA World Wind](#), [TerraServer-US](#), [Yahoo! Maps](#), [Yandex карты](#)) и некоторых других – главное преимущество космического диагностирования агроценозов в сравнении с существующими ныне методами. Обнаружение с помощью телекоммуникационных технологий очаговой гибели растений или значительных отклонений равномерности и однородности растительного покрова позволяет сосредоточить усилия нематодологов, фитопатологов и энтомологов первоочередно на обследовании таких проблемных агроценозов традиционными методами.

Оптимальными сроками проведения аэрокосмического мониторинга в системе он-лайн основных сельскохозяйственных культур в зоне Полесья и Лесостепи Украины являются последняя декада июня, первая и вторая декады июля. Диагностирование в более поздние календарные сроки может быть осложнено проявлением микологических болезней, особенно при возникновении эпифитотий.

Преобладающая направленность проведения технологических операций с механической обработкой почвы предопределяет формирование продолговатых с «размытыми» очертаниями очагов нематодозов. В районах, подверженных ветровой эрозии почвы, их смещение может происходить также в направлении доминирующих ветров. Образовавшиеся очаги вследствие нарушения технологии применения химических препаратов (фитотоксичность) или механического уничтожения растений при проведении междурядных обработок визуально выделяются более четкими контурами прямоугольной формы, преимущественно на ширину захвата рабочих органов сельскохозяйственных орудий.

Спутниковая фотосъемка позволяет не только выявлять очаги различной патологии, но и устанавливать их точные координаты при условии, что она скомбинирована с векторными или растровыми изображениями в ГИС-системах.

Для более детального обследования проблемных в фитосанитарном отношении сельскохозяйственных районов возможно использование малой авиации. Приоритетными в данной области исследований являются методические разработки Шестеперова [5, 6]. Однако для обследования фитоценозов крупных агрохозяйств целесообразнее использовать беспилотные аппараты дистанционного зондирования, оборудованные цифровыми фотокамерами. Такие летательные аппараты разработаны во многих странах мира. Спектральный анализ снимков позволяет достовернее диагностировать очаги различной степени поражения, их форму, особенности пространственного рас-

пределения и существенно ограничить площадь обследования подозрительных участков традиционными методами.

При невозможности оперативного маршрутного обследования всех проблемных агроценозов в период вегетации растений-хозяев, их фитосанитарное состояние уточняют после сбора урожая на основании нематодологического исследования почвенных проб. Анализ фотографических изображений позволяет уточнить схему маршрутного обследования и локально отобрать первичные образцы почвы первоочередно с делянок наибольшего угнетения растений. Это значительно сокращает время и материальные затраты на проведение данной трудоемкой операции и существенно повышает вероятность выявления микроочагов цистообразующих нематод.

Методика современного мониторинга должна предусматривать разработку цифровых карт полей с разбивкой их на мелкие с координатной привязкой делянки, заблаговременное планирование маршрутов обследования, достоверное установление границ пространственного распределения очагов, уровня заселенности почвы и видового состава нематод (рис. 3).

На основании анализа и систематизации различных информационных материалов, аэровизуального и традиционного маршрутного обследования разрабатывают различные по значимости картограммы распространения цистообразующих нематод. Создание топографических (масштабных) картограмм для определенных зон, подзон, провинций позволит уточнить ареал доминирующих видов, предвидеть тенденции изменения заселенности почвы в зависимости от структуры посевных площадей основных культур, разработать многолетние прогнозы вредоносности и долгосрочные программы контроля их численности.

Значительные преимущества предоставляет создание электронных карт распространения цистообразующих нематод. Внесение результатов обследования в базу данных GPS обеспечивает воспроизведение в полевых условиях маршрута, мест расположения выявленных ранее микроочагов, а в дальнейшем отслеживание, уточнение и при необходимости корректирование границ их распространения.

В технологиях высокоточного земледелия это позволяет локально применять средства химической защиты, а также дифференцировать нормы внесения как основных удобрений, так и внекорневых подкормок культур в зависимости от пространственного распределения и уровня исходной заселенности почвы цистообразующими нематодами, что существенно сокращает материальные затраты, снижает себестоимость сельскохозяйственной продукции, уменьшает отрицательное воздействие на окружающую среду.

Реализация разработанных положений современного мониторинга на основании использования телекоммуникационных технологий, компьютерного и радионавигационного оборудования, а также усовершенствованной методологии традиционного маршрутного обследования обеспечит создание современной информативной базы фитонематодозов для обоснования, интеграции, рационального выбора и локального применения экономически обоснованных и экологически безопасных противонематодных мероприятий в четко определенных с координатной привязкой очагах распространения цистообразующих нематод.

Литература

1. Linnik L.I., Sabluk V.T., Babich A.G., Sharif V.M. Burjakova nematoda. – K.: Duma, 1995. – 95 s.
2. Kir'janova E.S., Krall' Je.L. Paraziticheskie nematody rastenij i mery bor'-by s nimi. – L., 1969. – T. 1. – 447 s.
3. Prikladnaja nematologija. Pod red. S.V. Zinov'evoj i V.N. Chizhova. – M.: Nauka, 2006. – 350 s.

4. Sagitov A.O., Perevertin K.A. Fitogel'mintologija – sel'skohozjajstvennomu proizvodstvu. - Alma-Ata: Kajnar, 1987. – 183 s.
5. Shesteporov A.A. Ispol'zovanie ajerofotos'emki v komplekse metodov vyjavlenija ochagov globoderoza kartofelja // Bjul. Vses. in-ta gel'mintologii. - 1986. - Vyp. 45. - S. 74-89.
6. Shesteporov A.A., Savotikov Ju.F. Karantinnye fitogel'mintozы. – M.: Kolos, 1995. - 463 s.7. Griffin G.D. The relationship of plant age, soil temperature, and population density of *Heterodera scachtii* on the growth of sugarbeet // J. Nematol. - 1981. - V. 13, № 2. - P. 184-190.
8. Heijbroek W., Withagen L.M. Forecasting beet cyst nematode damage and effects of control measures using computer models // 60 Congr., Cambridge, 1-3 Juill., 1997. – Cambridge, 1997. – P. 215-228.
9. http://ru.wikipedia.org/wiki/спутниковая_фотосъёмка.

Improving the monitoring of distribution of cyst nematodes

A.G. Babich, A.A. Babich

PhD in biological sciences

National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine

Kiev, ul. Geroev Oborony, 15, e-mail: babich200@yandex.ru

Methods of monitoring of cyst nematodes using telecommunication technologies, aerospace photography, as well as the traditional route investigation of agrocenosis have been improved. Terms, sequence of monitoring implementation steps and perspectives of practical use of different cartograms of nematodosis have been proved. It is necessary to select and analyze plant samples on all four field sides. 5 plants from each sample are investigated on a rectangular field. In relation to cultivated crops, perennial legumes – 100 plants from each field were studied. A mechanic sampler device is being used for plant sampling that allows to reduce 10 times labor costs. Aerial photography of the earth surface including fields enables to detect the centres of plant infection. Aerospace monitoring of plant nematodosis is being conducted at the end of June – in the first and second decades of July. For more precise examination small aircraft and remote sensing unmanned planes with digital cameras are being used. Spectral analysis of pictures allows to detect nidi of plant damage by nematodes. To determine degree of plant damage and species composition of nematodes a route examination of fields are conducted, cartograms created, forecasts fulfilled, electronic cards of cyst nematode spread created.

Keywords: cyst nematodes, monitoring, cartogram, spread.

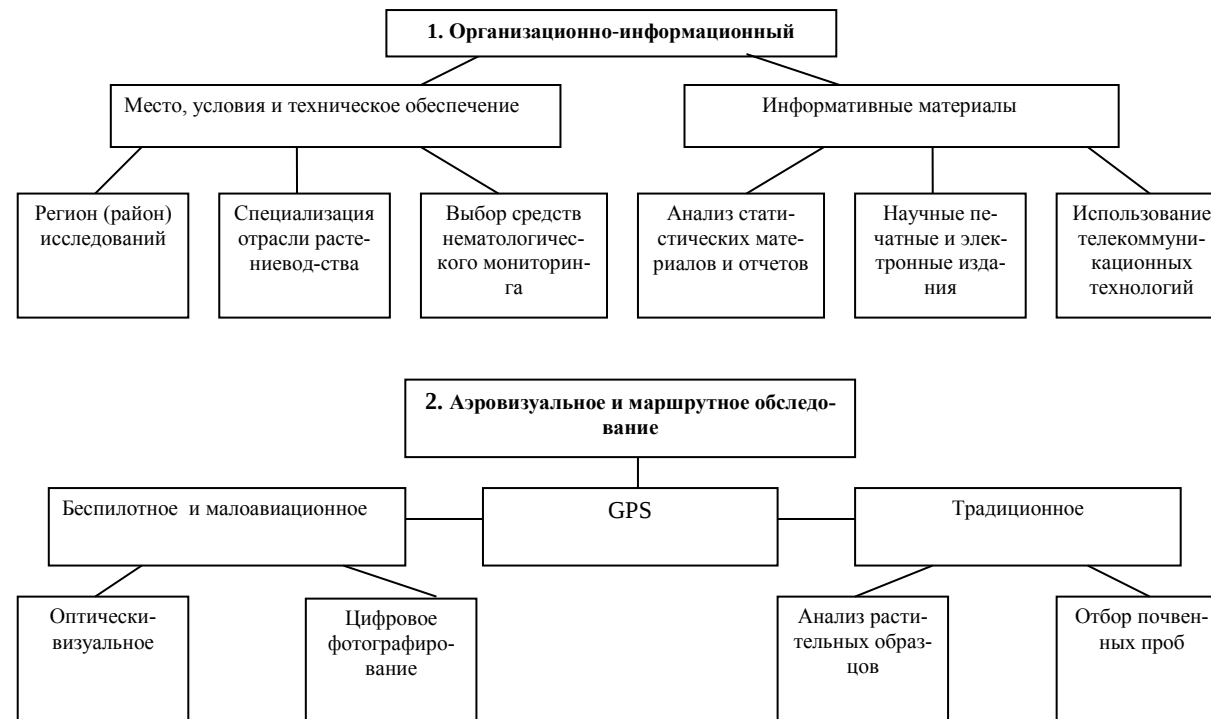




Рис. 3. Основные этапы современного мониторинга цистообразующих нематод