

# ВЛИЯНИЕ НЕМАТОД НА РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНЕЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ И МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ИХ ЧИСЛЕННОСТИ

**О.И. Стогниенко**, доктор биологических наук  
**М.Ю. Гаврилова, Е.С. Герр**  
**А.А. Шамин**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**О.К. Боронтов**, доктор сельскохозяйственных наук  
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт  
сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»  
e-mail: stogniolga@mail.ru

**Аннотация.** Установлено влияние основной обработки почвы и удобрений на численность почвенных свободноживущих нематод. Одним из способов ее снижения является инсектицидная обработка семян сахарной свеклы, которая уменьшает численность нематод в прикорневой зоне на 40–60 %.

**Ключевые слова:** сахарная свекла, нематоды, севооборот, удобрения, протравители.

Нематоды – круглые черви, живущие в почве и растениях, являются одним из самых многочисленных организмов из почвенных беспозвоночных, богатых по видовому составу [8]. Обычно в 100 см<sup>3</sup> почвы пахотного горизонта может содержаться до 4000–5000 нематод. Видовой состав и размеры популяции в значительной мере зависят от условий окружающей среды, особенно от почвенно-климатических факторов и растительного покрова. В почве постоянно встречаются фитопаразитические нематоды. Вещества, выделяемые ими, по-разному действуют на ткани и клетки пораженного растения. Наряду с превращением содержимого клетки в усвояемую для нематоды форму, что является основной задачей большинства ферментов, последние могут вызвать характерные изменения в тканях и клетках растения-хозяина [3, 6]:

– растворение срединной пластинки, находящейся между стенками клетки, что часто ведет к разрушению соединения между клетками (стеблевая нематода *Ditylenchus dipsaci*);

– растворение стенок клетки – в результате погибает вся клетка, происходит некроз пораженных тканей (эндопаразитические корневые нематоды рода *Pratylenchus*);

– торможение деления клеток в верхушечной меристеме. Приостанавливается рост корней (эктопаразитическая корневая нематода *Trichodorus christiei*);

– стимулирование деления клеток, что может привести к образованию многочисленных боковых корней (галловая нематода *Meloidogyne hapla*);

– гипертрофия клеток – ткани становятся губчатыми (эндопаразитическая корневая нематода *Radopholus similis*);

– образование особых форм клеток («гигантские клетки») вблизи головного конца внедрившегося паразита. Такие «гигантские клетки» жизненно необходимы для многих неподвижных паразитов (*Heterodera*).

Симптомы, наблюдающиеся у растений при поражении нематодами, зависят от видовой принадлежности паразита, возраста и вида растения-хозяина, а также от места поражения [4].

**Корневые галлы.** Из числа всех симптомов, вызываемых нематодами на подземных частях растений, наиболее заметны галлы. Представители родов *Meloidogyne* приводят к образованию типичных галлов. Некоторые эктопаразитические виды нематод (*Hemicycliophora arenaria*, *Xiphinema diversicaudatum*) могут спровоцировать образование опухолей или галлоподобных утолщений [6].

**Изъязвления (язвы).** Представляют собой более или менее резко ограниченные некрозы в различных слоях тканей. Такие язвы типичны при поражении эндопаразитическими видами *Pratylenchus* и *Radopholus similis*. Язвы, вначале маленькие или средних размеров, в дальнейшем могут развиваться до тех пор, пока некроз не охватит всего отрезка корня, что ведет к отмиранию его концевой части [3].

**Сухая гниль.** При поражении мясистых органов (клубни, корнеплоды, столоны) некоторые виды нематод, часто вместе с грибами и другими вторично внедряющимися организмами, способствуют обширным разрушениям тканей, известных под названием сухих гнилей, возбудителями которых чаще всего бы-

вают *Ditylenchus destructor*. У некоторых культур сухую гниль может вызвать также *Ditylenchus dipsaci* (гниль головки свеклы) [3, 4].

**Поражения кончиков корней.** Паразитируя, некоторые виды нематод приводят к торможению роста кончиков корней, а также усиленно образующихся боковых корней. В результате корневая система принимает укороченную и утолщенную форму. Такие поражения вызываются преимущественно эктопаразитическими корневыми нематодами, принадлежащими к родам *Trichodorus*, *Xiphinema*, *Longidorus* и *Hemicycliophora*.

**Ненормальное образование боковых и ветвящихся корней.** Различные виды нематод на пораженных молодых корнях стимулируют образование боковых корней. Поскольку они также могут быть поражены нематодами, вся корневая система разветвляется и, перепутавшись, принимает сетчатую форму. Часто это бывает обусловлено повреждением различных растений нематодами *Meloidogyne hapla*. К этой же категории поражения относится «бородатость корня», вызываемая видами *Heterodera* [3, 5].

В последние годы заметно повысилась вредоносность и расширилось распространение фитогельминтов. Особую опасность эти паразиты представляют для крупных специализированных хозяйств. Большое количество видов паразитических нематод с их различными особенностями и отношениями требует разработки разных способов и средств борьбы с ними. Борьба с нематодами включает в себя почти все методы, известные в защите растений.

В исследованиях было прослежено влияние севооборотов, агротехники возделывания, удобрений, протравителей семян на численность свободноживущих нематод в почве под сахарной свеклой.

У всех перечисленных видов нематод самцы, личинки, самки на отдельных этапах развития находятся в свободноживущей форме в почве. При этом они питаются не только на специфичном растении, но отдельные виды могут, прокалывая стилетом корешки, питаться соком и других видов растений.

### Влияние основной обработки почвы и фона удобрений на численность свободноживущих нематод в почве полей свекловичного агроценоза

Для учета численности свободноживущих нематод за основу взят вороночный метод Г. Ваерманна. Для изучения динамики их численности пробы почвы отбирали методом квадрата в поле сахарной свеклы в паровом и клеверном звеньях восьмипольного стационарного севооборота: июнь, июль, август, сентябрь (табл. 1).

Установлено, что в 2021 г. в паровом звене численность свободноживущих нематод, как и в 2020 г., выше, чем в клеверном. Наибольшая численность нематод отмечена в июне, когда шли дожди и почва

Таблица 1. Схема отбора проб в полях сахарной свеклы в паровом и клеверном звеньях стационарного севооборота, ВНИИСС, 2021 г.

Вариант	1. Без удобрений	2. Удобрения внесены под три культуры	3. Удобрения внесены под все культуры
А. Глубокая пахота	А-1	А-2	А-3
Б. Мелкая пахота	Б-1	Б-2	Б-3
Г. Безотвальная обработка	Г-1	Г-2	Г-3
Д. Комбинированная обработка	Д-1	Д-2	Д-3

была влажной. В течение вегетации численность нематод постепенно снижалась и была минимальной в паровом звене в августе, в клеверном звене – в сентябре (табл. 2).

В течение вегетации численность нематод сокращалась, что объясняется засушливыми погодными условиями: увеличением температуры и снижением влажности почвы.

Таблица 2. Динамика численности свободно живущих нематод (шт./100 см<sup>3</sup> почвы) в зависимости от способа основной обработки почвы и фона питания, ВНИИСС, 2021 г.

Вариант	июнь	июль	август	сентябрь
Черный пар				
А-1	450	175	0	25
А-2	350	150	0	0
А-3	200	75	0	75
Б-1	100	25	0	0
Б-2	125	50	0	0
Б-3	175	75	0	75
Г-1	100	0	75	25
Г-2	75	25	0	0
Г-3	175	50	0	75
Д-1	50	0	0	0
Д-2	50	25	0	0
Д-3	250	125	0	75
Среднее	175	65	6	29
Клеверное звено				
А-1	250	50	0	0
А-2	200	25	0	0
А-3	125	75	25	25
Б-1	175	50	75	0
Б-2	125	25	0	0
Б-3	250	75	0	75
Г-1	100	0	25	0
Г-2	50	0	50	0
Г-3	150	25	0	0
Д-1	0	0	0	0
Д-2	100	75	0	0
Д-3	275	225	25	50
Среднее	150	52	17	13

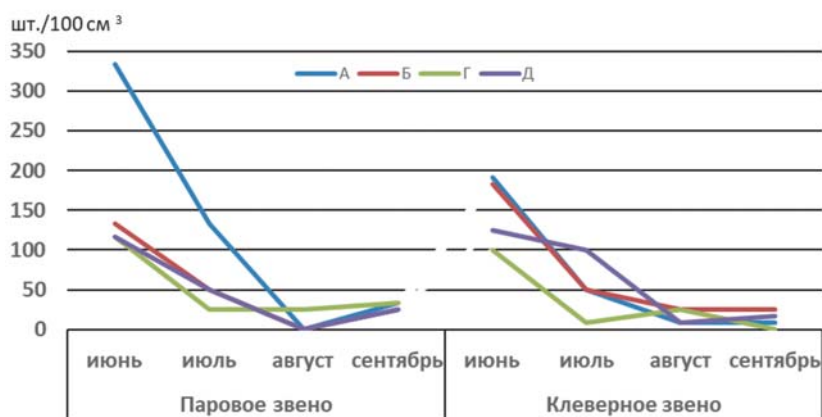


Рисунок 1. Влияние пред-предшественника и способа основной обработки почвы на численность свободноживущих нематод в течение вегетации, 2021 г.

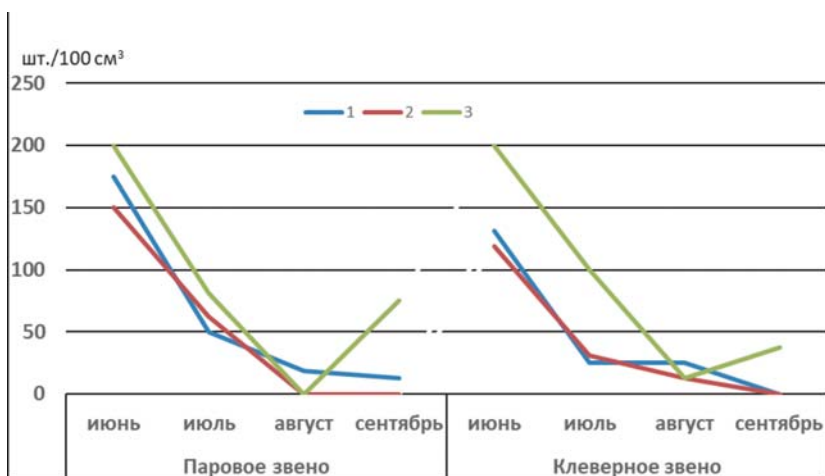


Рисунок 2. Влияние пред-предшественника и удобрений на численность свободноживущих нематод в течение вегетации, 2021 г.

Установлено, что наибольшая численность свободноживущих нематод – 200–350 шт./100 см<sup>3</sup> – приходится на период, когда в почве содержится влага. В нашем случае – начало июня (рис. 1, 2). Это совпадает с очень уязвимой фазой ювенильного развития «семядоли – две пары настоящих листьев», когда корешок сахарной свеклы имеет тонкую первичную кору и очень уязвим для нематод. После укола нематод вторичным фактором является развитие бактериальной или грибной инфекции, а симптомы соответствуют корнееду.

Исследования показали ярко выраженное влияние пред-предшественника на численность нематод: в клеверном звене она значительно ниже, чем в паровом, особенно на глубокой отвальной вспашке (рис. 1). Прослеживается также влияние удобрений: на максимальном фоне удобрения наблюдается наибольшая численность нематод в обоих звеньях севооборота (рис. 2).

### Влияние инсектицидных протравителей на численность нематод в прикорневой зоне сахарной свеклы

В связи с тем, что максимальная численность нематод приходится на период корнееда, было решено проверить влияние системы инсектицидной защиты семян на численность нематод в прикорневой зоне сахарной свеклы.

В лабораторном опыте в вегетационных сосудах, наполненных почвой с разных вариантов, выращивали сахарную свеклу (гибрид РМС 127), семена которой были обработаны разными инсектицидными протравителями в сравнении с контролем без обработки инсектицидами в четырехкратной повторности. Выращивали при комнатной температуре в вегетационном боксе с досветкой. В фазу двух пар настоящих листьев проведен анализ почвы для определения численности свободноживущих нематод в прикорневой зоне.

Семена обработаны по следующей схеме:

1. Контроль (без инсектицидов);
2. Форс Магна: Инсектициды: Тиаметоксам 15 г д.в./1 п.е., Тефлутрин 6 г д.в./1 п.е. Фунгициды: Тирам 6 г д.в./1 п.е., Гимексазол 14,5 г д.в./1 п.е.;
3. Круйзер Форс: Инсектициды: Тиаметоксам 45 г д.в./1 п.е., Тефлутрин 6 г д.в./1 п.е. Фунгициды: Тирам 6 г д.в./1 п.е., Гимексазол 14,5 г д.в./1 п.е.

В результате проведенного опыта установлено, что происходит снижение численности свободноживущих нематод в прикорневой зоне при обработке по системе Форс Магна на 40 %, при обработке Круйзер Форс в почве парового звена – на 60 %; в почве клеверного звена – соответственно на 50 и 60 % (табл. 3).

Таким образом, одним из способов снижения численности нематод в прикорневой зоне сахарной свеклы и их вредоносности является качественная инсектицидная защита семян, которая позволяет предотвратить развитие вторичных болезней: корнееда и корневых гнилей.

Помимо этого, необходимо применять и другие агротехнические и карантинные методы, у которых есть положительные и отрицательные стороны.

#### Методы снижения численности почвенных нематод:

– для существенного уменьшения плотности и вредоносности популяций растительных нематод необходимо составлять научно-обоснованные севообороты [4];

– в свекловичных севооборотах для снижения численности свекловичной нематоды рекомендуется высевать сидеральную культуру – горчицу белую, которая



провоцирует выход свекловичной нематоды из цист, а затем в начале массового цветения посева дискуются и заделываются в почву, вызывая при этом гибель нематод;

– следует уничтожать сорняки и дикорастущие растения, которые служат резервантами нематоды в посевах сельскохозяйственных культур [11];

– рыхление, вспашка, боронование и др. виды обработки не предотвращают поражение фитопатогенными нематодами, но могут уменьшить их популяцию и вредоносность [9];

– рекомендуется использовать дефекант 5–6-летней давности и только с высоким содержанием извести;

– проведение дезинфекции рабочих органов комбайна и колес для предотвращения переноса фитопатогенных нематод в почву, что происходит в процессе переезда свеклоуборочной техники и другого транспорта в из южных регионов в северные;

– против паразитических нематод эффективны ранние сроки посева;

– использование нематоустойчивых сортов и растений, которые обладают ярко выраженным враждебным действием, что позволяет ограничить развитие нематод;

– почвенные нематоды обладают высокой эффективностью, но применение возможно только в тепличных условиях в связи с высокой стоимостью;

– использование семян, прошедших инсектицидную обработку на семенных заводах [5, 10].

#### Список литературы

1. Бабич, А.Г. / А.Г. Бабич, А.А. Бабич // Российский паразитологический журнал. - 2016. - Т. 38. - № 4. - С. 568-574.

2. Волкова, Т.В. Соевая нематода (*Tylenchida: Heteroderidae: Heterodera glycines*) в Приморском крае / Т.В. Волкова. - Владивосток, 2013. - 92 с.

3. Деккер, Х. Нематоды растений и борьба с ними (фитонематология). Перевод с нем. Л.А. Гуськовой, О.В. Лисовской, О.З. Метлицкого, Т.В. Покровской, Т.Г. Терентьевой; общая редакция к.б.н. Н.М. Свешниковой. - М.: Колос, 1972. - 444 с.

4. Ерошенко, А.С. Нематоды растений Дальнего Востока России: Отряды *Tylenchida* и *Aphelenchida*

Таблица 3. Изменение численности (шт./100 см<sup>3</sup>) свободноживущих нематод в прикорневой зоне сахарной свеклы в зависимости от системы инсектицидной обработки семян, 2021 г.

Черный пар			
Вариант	контроль (без инсектицидов)	Форс Магна	Круйзер Форс
А-1	125	50	0
А-2	75	0	25
А-3	150	150	100
Б-1	50	50	25
Б-2	175	75	150
Б-3	125	75	0
Г-1	225	175	150
Г-2	25	25	25
Г-3	200	150	100
Д-1	125	100	25
Д-2	125	0	0
Д-3	75	25	25
Среднее	123	73	52
Клеверное звено			
Вариант	контроль (без инсектицидов)	Форс Магна	Круйзер Форс
А-1	175	25	75
А-2	125	125	50
А-3	800	225	375
Б-1	250	275	100
Б-2	725	250	275
Б-3	75	75	25
Г-1	350	125	75
Г-2	325	250	175
Г-3	450	225	100
Д-1	375	350	175
Д-2	250	175	375
Д-3	350	150	0
Среднее	354	188	150

/ А.С. Ерошенко, Т.В. Волкова. - Владивосток: Дальнаука, 2005. - 225 с.

5. Зиновьева, С.В. Фитопаразитические нематоды России. Монография / С.В. Зиновьева, В.Н. Чижов. - Москва: КМК, 2012. - 385 с.

6. Кирьянова, Е.С. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними / Е.С. Кирьянова, Э.Л. Кралль. - Ленинград: Наука, 1969. - 443 с.

7. Приданников, М.В. Злаковые цистообразующие нематоды на территории России / М.В. Приданников. - М.: Центр паразитологии, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 2011. - 5 с.

8. Савкина, Е.В. Биоиндикационная роль почвенных нематод при различных методах обработки почвы в черноземах Северного Казахстана / Е.В. Савкина // Почвоведение и агрохимия. - 2013. - № 3. - С. 39-46.

9. Стогниенко, О.И. Изменение численности почвенных свободноживущих нематод в свекловичном агроценозе / О.И. Стогниенко, М.Ю. Гаврилова // Сахарная свекла. - 2021. - № 10. - С. 31-32.

10. Шестеперов, А.А., Концепция агрофитоценологического метода борьбы с фитогельминтами / А.А. Шестеперов, С.В. Лычагина, О.А. Федорова // Защита и карантин растений. - 2016. - № 4. - С. 38-43.

11. Шестеперов, А.А. Свекловичная цистообразующая нематода и ее опасность для сахарной свеклы / А.А. Шестеперов, К.А. Перевертин, М.В. Приданников // Сахарная свекла. - 2017. - № 2. - С. 18-22.

#### **Influence of nematodes on development of beet root system diseases and methods to reduce their numbers**

**O.I. Stognienko, M.Yu. Gavrilova,**

**E.S. Gerr, A.A. Shamin, O.K. Borontov**

**Summary.** Influence of main tillage and fertilizers on the number of soil free-living nematodes has been determined. One of the methods of its decrease is treatment of sugar beet seeds with insecticides that reduces nematode number in the near root zone by 40–60%.

**Key words:** sugar beet, nematodes, crop rotation, fertilizers, picklers.