

## **Паразиты растений**

УДК 632.651:591.557.8

DOI:

Поступила в редакцию: 15.01.2016

Принята в печать: 10.03.2016

### **Для цитирования:**

Удалова Ж.В., Зиновьева С.В., Хасанова О.С. Влияние устойчивости томатов на морфо-физиологическое разнообразие и популяционные характеристики галловой нематоды *Meloidogyne incognita* (Kofoid, White, 1919), Chitwood, 1949). // *Российский паразитологический журнал*. – М., 2016. – Т.36. – Вып.2. – С.

### **For citation:**

Udalova Zh.V., Zinovieva S.V., Khasanova O.S. The influence of resistance of tomatoes on the morpho-physiological diversity and population characteristics of root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* (Kofoid, White, 1919), Chitwood, 1949. *Russian Journal of Parasitology*, 2016, V.36, Iss.2, pp.

## **ВЛИЯНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ТОМАТОВ НА МОРФО- ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАЛЛОВОЙ НЕМАТОДЫ *MELOIDOGYNE INCOGNITA* (KOFOID, WHITE, 1919), CHITWOOD, 1949)**

Удалова Ж. В.<sup>1,2</sup>, Зиновьева С. В.<sup>1</sup>, Хасанова О.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Центр паразитологии Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, 119071, Ленинский пр., д.33

<sup>2</sup> ВНИИП им. К.И.Скрябина, Москва, 117218, Б.Черемушкинская, д.28  
e-mail:zinovievas@mail.ru, udalova.zh@rambler.ru

### **Реферат**

Целью настоящей работы - это приведение данных о влиянии растений томатов с различной сортовой устойчивостью и иммунно-химических характеристик растений на морфо-физиологические и популяционные особенности галловой нематоды *Meloidogyne incognita* (Kofoid, White, 1919), Chitwood, 1949).

Материалы и методы: заражение растений и их выращивание проводили по стандартным методикам. Исследовали параметры нематод (размеры, плодовитость, продолжительность жизненного цикла, возрастно-половая структура) 156 линий, гибридов и сортов томата *Lycopersicon esculentum* (Mill.) различной степени устойчивости к изучаемой нематоды, а также из одного сорта томата (F<sub>1</sub>Карлсон), иммунный статус которого изменяли при помощи иммунокорректоров.

Результаты и обсуждение. Повышение устойчивости растений оказывает значительное влияние на всю совокупность исследованных морфо-физиологических и некоторых популяционных показателей (размеры, плодовитость, время достижения половозрелости, сроки развития, число самцов и т.д.). Данный факт может указывать на модифицирующее влияние факторов иммунитета на паразитов. Исследованные морфо-физиологические индикаторы, отражают закономерный характер связи между уровнем действия фактора иммунитета и формированием "нормы инвазии" паразитов, необходимой для обеспечения относительной устойчивости паразито-хозяйинных систем в каждой конкретной ситуации.

*Ключевые слова:* иммунитет, элиситоры, морфо-физиологические и популяционные характеристики, *Meloidogyne incognita*, *Lycopersicon esculentum*

### **Введение**

В настоящее время большой интерес вызывает проблема биоразнообразия на всех уровнях его проявления. Международная программа исследования биоразнообразия включает три основных уровня: генетический, таксономический и экологический (сообщества и экосистемы). В паразитологии особое внимание исследователей привлекает один из аспектов изучения биоразнообразия - проблема модификационной изменчивости, т.е. те особенности изменения морфо-физиологического состояния паразита, которые определяются действием конкретных факторов среды и имеют закономерно-зависимый характер.

Ранее нами было показано, что при паразитировании нематод одного вида на растениях-хозяевах различной таксономической принадлежности могут образовываться достаточно дискретные формы, т.е. внутривидовые группировки, в той или иной степени различающиеся по морфо-физиологическим характеристикам [2].

В настоящей работе приводятся данные о влиянии растений-хозяев разной сортовой принадлежности и иммуно-химических характеристик на морфо-физиологические и популяционные особенности галловой нематоды *Meloidogyne incognita* (Kofoid, White, 1919), Chitwood, 1949.

### **Материалы и методы**

Исследованы параметры нематод (размеры, плодовитость, продолжительность жизненного цикла, возрастно-половая структура) 156 линий, гибридов и сортов томата *Lycopersicon esculentum* (Mill.) различной степени устойчивости к изучаемой нематоды (индекс устойчивости - ИУ от 20 до 90%), а также из одного сорта томата (F<sub>1</sub>Карлсон), иммунный статус которого изменяли при помощи иммунокорректоров. Заражение растений и их выращивание проводили по стандартным методикам [8]. Инвазия составляла 3000 личинок/растение. В качестве индукторов устойчивости использовали хитозан и арахидоновую кислоту (АК). Морфо-физиологические и популяционные характеристики нематод из инвазированных растений оценивали на 24 день после заражения растений.

Для исследования морфо-физиологических параметров нематод (размеры и число яиц в оотеке) использовали материал из коллекции ЦП ИПЭЭ РАН).

### **Результаты и обсуждение**

Известно, что морфофункциональное состояние и особенности развития *M. incognita* на различных по устойчивости сортах томатов имеют определенную специфику. Из числа таких специфических особенностей выделили ряд показателей (размеры, продолжительность жизненного цикла, плодовитость, возрастно-половая структура нематод), которые отвечали требованиям морфо-физиологических индикаторов [4], используемых для оценки состояния популяции, и по этим критериям оценивали степень напряженности отношений в системе нематоды – растения, различных по степени устойчивости.

1. Размеры. Размер взрослых особей в популяции является одним из основных показателей ее состояния. При проведении анализа размерной структуры нематод мы отмечали уменьшение средних размеров по мере повышения устойчивости растений (Табл. 1). При этом крайние значения показателей длины и ширины тела нематод оставались практически без изменений. Оценка степени изменчивости размеров по величине коэффициента вариации (CV) позволила охарактеризовать размах индивидуальной изменчивости размеров в конкретных условиях и сравнить степень изменчивости признака в зависимости от устойчивости растений томатов.

Таблица 1

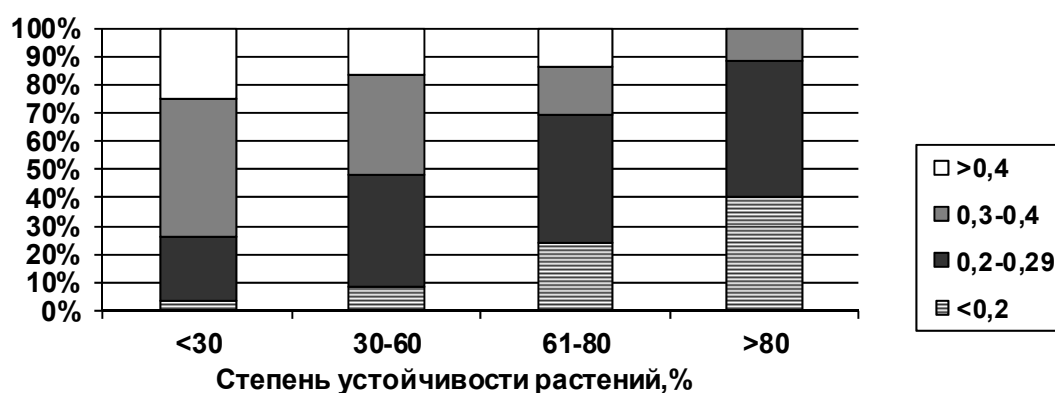
## Размеры галловой нематоды на томатах различной устойчивости

ИУ растений, %	< 30	30-60	61-80	> 80
Размеры среднее* (M)	<u>0,324±0,028**</u>	0,208±0,023	0,173±0,025	<u>0,121±0,030</u>
НСР (при P= 0,05)	0,092			
Коэффициент вариации CV (%)	18,5	25,7	29,7	41,6
Коэффициент асимметрии СА	0,168	0,165	0,480	0,712

\* длина x ширина, мм<sup>2</sup>

\*\* достоверное различие между вариантами с вероятностью более 95% подчеркнуто.

Значения CV указывают на то, что размеры нематод, независимо от условий их обитания, имеют значительную вариабельность. Снижение средних размеров нематод сопровождалось, как правило, повышением CV, что указывает на существование прямой зависимости изменчивости паразитов от устойчивости растений. Для того, чтобы показать размерное распределение нематод в различных по устойчивости растениях, было выделено 4 размерных класса, с интервалом 0,1 мм<sup>2</sup>. Анализ размерной структуры нематод из различных по устойчивости растений, показал, что популяция нематод с ИУ <30% состояла в основном из крупных особей (>0,3 мм<sup>2</sup>); в устойчивых растениях преобладали особи, размер которых не превышал 0,3 мм<sup>2</sup> (Рис.1). Корреляционная связь между ИУ и размерами самок характеризуется как значительная (-0,64). Тем самым, очевидно, что уменьшение средних размеров происходит за счет существенного перераспределение доли различных размерных групп в сообществах нематод, обитающих в различных по устойчивости растениях. Однако оказалось, что не только преобладание нематод мелкого размера в устойчивых растениях определяет снижение средних размеров

Рис. 1. Распределение нематод по размерным классам (мм<sup>2</sup>) в зависимости от

степени устойчивости растений

в выборках нематод из этих растений. Дисперсионный анализ, проведенный на нематодах из растений с различной устойчивостью, показал достоверные различия в размерах (при P = 0,05) между двумя группировками нематод из растений с ИУ до 30%

и из растений с ИУ выше 60% (Табл. 2). Анализ нематод из аналогичных размерных классов из контрастных по устойчивости растений выявил заметное изменение в размерах нематод по всем классам. При этом значения CV в устойчивых растениях были настолько больше (более, чем в 2 раза), что не остается сомнений в активном влиянии иммунитета на размерный состав популяции нематод.

Таблица 2

Взаимосвязь изменчивости размеров *M. incognita* со степенью устойчивости растений

Размерный класс нематод, $\mu\text{м}^2$	Индекс устойчивости 30		Индекс устойчивости >60		НСР между аналогичными размерными группами
	Средний размер (длина x ширина) $\text{мм}^2$	Коэффициент вариации	Средний размер (длина x ширина) $\text{мм}^2$	Коэффициент вариации	
< 0,2	0,14 ±0,03	24,0	0,12±0,03	51,7	0,016
0,2-0,29*	0,26±0,04	19,4	0,23±0,04	41,7	0,015
0,3-0,4	0,33±0,05	17,2	0,34±0,05	36,6	0,026
>0,4*	0,55±0,06	17,0	0,45±0,06	24,6	0,168

\* достоверное отклонение

Полученные данные показали, что уменьшение среднего размера нематод в устойчивых растениях происходит не только за счет преобладания в популяции особей меньшего размера, но и за счет абсолютного снижения размеров нематод. Следует отметить, что в растениях с ИУ > 80% отсутствовали самки, размер которых был более 0,4  $\text{мм}^2$ . Ряд размерного распределения нематод в устойчивых растениях более асимметричен. Величина и направленность коэффициента асимметрии ряда распределения размеров нематод из растений с индексом устойчивости более 80% указывает на возможное лимитирующее действие исследуемого фактора (Табл. 1).

2. Продолжительность жизненного цикла. Реализация жизненного цикла за определенный промежуток времени является адаптивной реакцией, необходимой для сохранения вида, существование которого связано со сроками и условиями жизни хозяина. Наши данные показали, что темпы развития галловой нематоды и продолжительность жизненного цикла зависят от устойчивости растений. На устойчивых сортах происходит более замедленное развитие нематод по сравнению с восприимчивыми. Половозрелость нематод в устойчивых сортах наступает на 5-7 дней позже, чем в восприимчивых (Табл. 3).

Таблица 3

Развитие *M.incognita* в корнях томатов различной устойчивости

ИУ, (%)	Число сортов	Сроки проникновения в корни, дни	Время достижения половозрелости, дни	Плодовитость	% развития личинок
< 30	34	4 ÷ 6	16 ÷ 21	47 ÷ 414	> 70
30-60	37	6 ÷ 9	23 ÷ 27	25 ÷ 400	30-60
61-80	14	7 ÷ 12	23 ÷ 27	13 ÷ 314	10-30
> 80	20	7÷15	Половозрелых особей нет	Нет	нет

3. Плодовитость. Одним из наиболее важных механизмов приспособления к окружающим условиям нематод является плодовитость. Наши данные показали, что имеется сильное отличие по показателям плодовитости у нематод из различных по устойчивости растений. (Табл.4).

Таблица 4

Количество яиц в оотеках самок *M.incognita* из устойчивых и восприимчивых растений томатов\*

Размерные классы нематод, мм <sup>2</sup>	Число яиц в оотеке	
	ИУ < 30	ИУ > 60
< 0,2	71	24
0,2-0,29	112	85
0,3-0,4	156	105
>0,4	414	138

\* по результатам анализа 2013 года

В устойчивых растениях число яиц в оотеках нематод может быть на порядок ниже восприимчивых, а при ИУ растений более 90% нематоды не откладывали яйца вовсе, хотя на корнях присутствовали немногочисленные галлы и в них были самки, но без желатинового матрикса. Средняя плодовитость самок из сильновосприимчивых растений (ИУ <30%) и высокоустойчивых растений может различаться более, чем в 10 раз (Рис. 2).

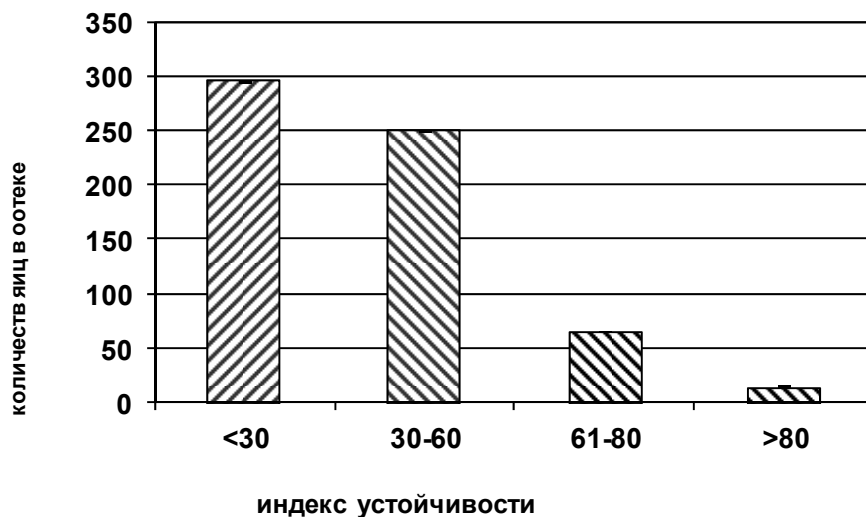


Рис. 2. Плодовитость нематод из растений томатов различной степени устойчивости

Число яиц в оотеках у нематод из разных по устойчивости растений отличалось достоверно лишь в крайних вариантах, (у растений с ИУ <30 % и >60%). В ряду сильновосприимчивые - высокоустойчивые число нематод с высокой индивидуальной плодовитостью уменьшалось, что приводило к достоверному снижению средней плодовитости нематод из высокоустойчивых растений (Табл.3). Интересно отметить тот факт, что самки нематод одинакового размера, выделенные из растений с различной устойчивостью, имели разное количество яиц в оотеках (Табл. 4). По коэффициенту корреляции связь между ИУ и плодовитостью характеризуется как значительная (-0,60) [3].

**4. Половая структура.** Одним из основных показателей структуры популяции животных, наряду с численностью и распределением в пространстве, является соотношение полов. Известно, что «генетический механизм определения пола обеспечивает расщепление по полу в отношении 1: 1» [1]. Однако в силу биологических, физиологических и этологических различий между самцами и самками это первичное соотношение в дальнейшем, как правило, изменяется. Размножение галловой нематоды (*M.incognita*) осуществляется в основном партеногенетически, однако бывают случаи и амфимиксиса. Как правило, в популяции имеется незначительное количество самцов, которым отводят роль «активаторов» развития яиц [6]. При ухудшении условий количество самцов в популяции, как правило возрастает [5]. Наши исследования показали разницу в половом составе популяции: в восприимчивых растениях количество самцов составляло около 1 % от общей численности нематод, в устойчивых - > 10 %.

**5. Возрастное распределение нематод.** Одним из важных аспектов структуры популяции является возрастное распределение, т.е. соотношение численности особей различных возрастных групп. Популяции нематод из растений с низким иммунным статусом (ИУ <30%) через 40 дней после инвазии содержала в своем составе 60% половозрелых нематод (из них самцов менее 1 %), 17% самок без оотек, около 5% самок 4-го возраста, 17 % личинок 2-го возраста. В высокоустойчивых растениях количество половозрелых особей было не более 15 %, количество самок без оотек - 46%, самок 4-го возраста - 24%, личинок 2-го возраста около 23%.

Таким образом, данные наших исследований с полной определенностью показывают, что сортовые особенности растения-хозяина оказывают весьма серьезное влияние на паразитов и приводят к формированию полиморфной структуры в

пределах вида фитонематод. Тем не менее, вопрос о действующем факторе оставался открытым до тех пор, пока не были получены объективные биохимические критерии, характеризующие иммунный потенциал растений-хозяев и не были установлены корреляции между иммунохимическими показателями растений и их ИУ. Как показали наши исследования, в устойчивых растениях при инвазии происходит индукция синтеза фитоалексинов (ФА) и повышение активности ингибиторов протеиназ (ИП) [7].

Можно предположить, что структурные изменения в популяции нематод в устойчивых растениях связаны (в числе прочих иммунохимических механизмов) с появлением токсичных ФА и изменением в активности ИП. Однако достоверное модифицирующее влияние на паразитов факторов иммунитета возможно проследить только в случае исследований нематод, паразитирующих на растениях одного сорта, но имеющих различный иммунный статус, созданный при помощи известных иммуномодуляторов.

Нами проведен анализ популяционных характеристик галловой нематоды *M. incognita* из растений томатов, семена которых перед посадкой были обработаны биогенными иммуномодуляторами - элиситорами хитозаном и АК в различных концентрациях. Обработка растений АК в концентрациях ( $10^{-7}$ - $10^{-5}$  М) достоверно изменяла зараженность растений нематодами, и снижала плодовитость (в 1,5 - 2 раза), обработка растений хитозаном в концентрации 100 мкг/мл. достоверно снижала (почти в 3 раза) численность нематод на корнях (табл. 5; 6). Плодовитость нематод снижалась в 2 раза по сравнению с контролем. (табл. 6) . Выявлены также значительные различия в возрастной и половой структуре группировок нематод из растений при обработке вышеуказанными препаратами. Ранее проведенные исследования показали корреляцию между плодовитостью (число яиц в оотеке), интенсивностью инвазии и количественными показателями иммунных характеристик растений (количеством ФА активность ИП) [7].

Таблица 5

Влияние АК на показатели устойчивости томатов, инвазированных галловой нематодой

Концентрация АК, М	Индекс галлообразования*	Число яиц в оотеке	Число самок с оотекой, %	Вес стебля, г
$10^{-7}$	2,3с**	121с	78	61,7b
$10^{-6}$	2,0с	155с	70	61,2b
$10^{-5}$	3,0b	189b	64	54,4a
Контроль	4,0a	253a	100	52,0a

\* по 4-х бальной шкале: 0=нет галлов, 1=1-10%, 2=11-35%, 3=36-70%, 4=70-100% корневой системы инвазировано.

\*\*буквенные литеры множественного t-критерия Дункана; наличие одинаковых букв означает отсутствие существенных различий между вариантами при  $P=0,05$

При этой же концентрации хитозана количество ФА в тканях растений при инвазии приближалось к содержанию в устойчивых сортах [7]. Выявлены также значительные различия в возрастной и половой структуре группировок нематод из растений при обработке вышеуказанными препаратами.

Действие хитозана на поражаемость растений, морфо-физиологическое состояние нематод и развитие инвазированных растений томатов

Кон-ция хитозана, мкг/л	Число галлов/ растение	Размер самок (мм)		Длина стебля (см)
		ширина	длина	
Контроль	1097	0.714	0.459	102
100	340	0.595	0.400	70
250	417	0.695	0,425	83
500	499	0.646	0,400	86
1000	525	0.714	0.400	99

### Заключение

Полученные данные об изменении морфо-физиологических параметров нематод в растениях различных по устойчивости могут свидетельствовать о модифицирующем влиянии факторов иммунитета на паразитов. Индуцируемое изменение иммуногенеза растений биогенными элиситорами (хитозаном или АК) в пределах одного сорта приводит к морфогенетической реорганизации нематод, развивающихся в условиях более жесткого иммунологического пресса. При этом, по глубине морфо-физиологических преобразований и по масштабам изменений морфометрических характеристик отличия не только не уступают, но часто и превосходят таковые у особей паразитов того же вида, обитающих на растениях различных сортов или даже видов растений. Исследованные морфо-физиологические индикаторы, отражают закономерный характер связи между уровнем действия фактора иммунитета и формированием "нормы инвазии" паразитов, необходимой для обеспечения относительной устойчивости паразито-хозяйных систем в каждой конкретной ситуации.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (№№ 15-04-04625\_a, 15-29-02528).

### Литература

1. Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Гловов Н.В. Очерк учения о популяциях. - М.: Наука, 1973, - 229 с.
2. Удалова Ж.В. Особенности взаимоотношений галловой нематоды с растениями-хозяевами различных семейств //Материалы международной научной конференции «Фауна биология, морфология и систематика паразитов» Москва. - 2006. - С.291-293.
3. Филиппченко Ю.А. Изменчивость и методы её изучения. - М.: Наука, 1978, - 236 с.
4. Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных. - Свердловск. Труды ИЭРиЖ, 1968, - 387с.
5. Papadopoulou J., Triantaphillou A.C. Sex differentiation in *Meloidogyne incognita* and anatomical evidence of sex reversal. // J. Nematol. – 1982. - V. 14, N.4, - P. 549-566.
6. Triantaphillou, A. C. Oogenesis in the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* // Nematologica. – 1962. - V.7, N 2. - P.105.
7. Udalova Zh.V., Zinovieva S.V. Systemic induced plant resistance as a control strategy to parasites alternative to pesticides. // Ecological Engineering and Environment Protection. - 2015, N 2. - P. 59-66.



8. Zinovieva S.V., Ozeretskovskaya O.L., Iliinskaya L.I., Yasyukova N.I., Udalova Zh.V. Biogenic elicitor (arachidonic acid) induced resistance in tomato to *Meloidogyne incognita* // Rus. J. Nematol. - 1995, V.3, N 1. - P. 65–67.

### References

1. Timofeev-Resovskiy N.V., Yablokov A.V., Glotov N.V. *Ocherk ucheniya o populyatsiyah* [Essay on the doctrine of the population]. M., Nauka, 1973, 229 p. (In Russian).
2. Udalova Zh.V. Features of the relationship between the root-knot nematode and different species of host plants. *Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Fauna biologiya, morfologiya i sistematika parazitov»* [Proc. of int. sci. conf. «Fauna, biology, morphology and systematics of parasites»], M., 2006, pp. 291-293. (In Russian).
3. Filipchenko Yu.A. *Izmenchivost' i metody ee izucheniya* [Variability and methods of its study]. M., Nauka, 1978, 236 p. (In Russian).
4. Shvarc S.S., Smirnov V.S., Dobrinskii L.N. *Metod morfofiziologicheskikh indikatorov v ekologii nazemnykh pozvonochnykh* [The method of morpho-physiological indicators in the ecology of terrestrial vertebrates]. Sverdlovsk, Trudy IERiZh, 1968, 387p. (In Russian).
5. Papadopoulou J., Triantaphillou A.C. Sex differentiation in *Meloidogyne incognita* and anatomical evidence of sex reversal. *J. Nematol.*, 1982, vol. 14, no.4, pp. 549-566.
6. Triantaphillou, A. C. Oogenesis in the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Nematologica*, 1962, vol.7, no. 2, pp.105.
7. Udalova Zh.V., Zinovyeva S.V. Systemic induced plant resistance as a control strategy to parasites alternative to pesticides. *Ecological Engineering and Environment Protection*, 2015, no. 2, pp. 59-66.
8. Zinovyeva S.V., Ozeretskovskaya O.L., Ilyinskaya L.I., Yasyukova N.I., Udalova Zh.V. Biogenic elicitor (arachidonic acid) induced resistance in tomato to *Meloidogyne incognita*. *Rus. J. Nematol.*, 1995, vol. 3, no. 1, pp. 65–67.

**Russian Journal of Parasitology, 2016, V.36, Iss.2**

DOI: .....

Received: 15.01.2016

Accepted: 10.03.2016

### THE INFLUENCE OF RESISTANCE OF TOMATOES ON THE MORPHO-PHYSIOLOGICAL DIVERSITY AND POPULATION CHARACTERISTICS OF ROOT-KNOT NEMATODES *MELOIDOGYNE INCOGNITA* (KOFOID, WHITE, 1919), CHITWOOD, 1949

**Udalova Zh.V.<sup>1,2</sup>, Zinovieva S.V.<sup>1</sup>, Khasanova O.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> The Center of Parasitology of A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS.

<sup>2</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plants named after K.I. Skryabin

### Abstract

**Objective of research:** to provide data on the effect of tomato plants with different varietal resistance and immuno-chemical characteristics on the morpho-physiological and

population features of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* (Kofoid, White, 1919), Chitwood, 1949.

**Materials and methods:** Tomato plants were infected and cultivated by standard methods.

Parameters of nematodes (size, fertility, duration of life cycle, age and sex structure) of 156 lines in hybrids and cultivars of tomato *Lycopersicon esculentum* (Mill.) with different degrees of resistance to that nematode (resistance index - 20% to 90%), as well the tomato cultivar (F1Karlson) which immune status was corrected with the use of immunomodulators.

**Results and discussion:** The increased resistance of plants has a significant effect on total morpho-physiological and some population parameters (size, fertility, time to reach sexual maturity, terms of development, the number of males, etc.). This fact may indicate the modifying effect of immunity factors on parasites. Morpho-physiological features express a regular association between the level of immunity and standard features of parasitic invasions, which is required to ensure a relative stability of host-parasite systems in each particular case.

**Keywords:** immunity, elicitors, morpho-physiological and population characteristics, *Meloidogyne incognita*, *Lycopersicon esculentum*

© 2016 The Author(s). Published by All-Russian Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plants named after K.I. Skryabin. This is an open access article under the Agreement of 02.07.2014 (Russian Science Citation Index (RSCI)[http://elibrary.ru/projects/citation/cit\\_index.asp](http://elibrary.ru/projects/citation/cit_index.asp)) and the Agreement of 12.06.2014 (CA-BI.org/Human Sciences section: <http://www.cabi.org/Uploads/CABI/publishing/fulltext-products/cabi-fulltext-material-from-journals-by-subject-area.pdf>)