

Всего на литорали о-ва Чеджу было обнаружено 68 видов из 60 родов и 19 семейств. Судя по доминирующим по плотности поселения видам нематод, а также по результатам кластерного анализа было выделено 4 таксоцена нематод.

Таксоцен I располагался на литорали лагуны Seongsan, где обнаружен 31 вид нематод. Преобладающей трофической группой нематод были «соскабливатели». Значения индексов, характеризующих структуру таксоцена нематод на литорали, варьировало. Наибольшие значения индексов видового разнообразия (3.97) и выравненности (2.07) нематод отмечены в верхнем горизонте, индекс доминирования здесь был минимальным (0.07). Таксоцен II располагался на литорали Sunrise Peak. Обнаружено 8 видов нематод. Преобладающей трофической группой были «хищники» (2B). Здесь отмечены высокие значения индексов доминирования (0.32–0.57). Таксоцен III располагался на литорали Nato Beach. Всего на литорали обнаружено 19 видов нематод. Преобладающей трофической группой были «хищники» (2B). Наибольшие значения индексов видового разнообразия (3.22) и выравненности (1.65) нематод отмечены в нижнем горизонте литорали, индекс доминирования здесь был минимальным (0.12). Таксоцен IV располагался на литорали Geumneung Beach. Обнаружено 34 вида нематод. Преобладающей трофической группой в таксоцене были «хищники» (2B). Наибольшие значения индексов видового разнообразия (3.04) и выравненности (1.56) нематод отмечены в нижнем горизонте литорали, индекс доминирования здесь был минимальным (0.15).

Литоральные сообщества нематод подвержены влиянию многих факторов среды: прибойность, соленость, гранулометрический состав грунта и другие (Bouwman, 1983; Goubault, 1981). На литорали о-ва Чеджу тип грунта остается ключевым фактором, определяющим структуру сообщества нематод. Одним из подтверждений этого факта является то, что выделенные таксоцены нематод, четко распределились на четырех типах литорали с различным гранулометрическим составом донных осадков.

*Работа выполнена при поддержке гранта ARCP2010—18NMY-Lutaenko.*

#### Литература

- Bouwman L.A. 1983. Systematics, ecology and feeding biology of estuarine nematodes // Biol. Onder. Eems Dollard Estuar. № 3. 173 p.
- Goubault N. 1981. Les peuplements de nematodes du chenal de la baie de Morlaix (premiers donnees). // Cah. Biol. Mar. Vol. 22. P. 65–82.
- Ko J.-C., Koo J.-H., Yang M.-H. 2008. Characteristics of ocean environmental factors and community structure of macrobenthos around Munseon, Jeju Island, Korea. // Korean J. Malacol. Vol. 24, №3. P. 215–228.
- Lee J.J., Hyun J.M. 1997. Spatial species diversity of benthic macroinvertebrates on the intertidal zone of Chujado, Cheju Islands. // Korean J. Malacol. Vol. 13, № 1. 71–90.
- Lee J.J., Hyun J.M. 2002. Spatial diversity and community structure of macrobenthic invertebrate inhabiting the intertidal zone near Songgaksan area, Jeju Islands. // Korean J. Malacol. Vol. 18, № 1. P. 41–52.

## ЗЛАКОВЫЕ ЦИСТООБРАЗУЮЩИЕ НЕМАТОДЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

М. В. Приданников

*Центр паразитологии, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (ЦП ИПЭЭ РАН), Ленинский проспект 33, Москва, 119071, Россия, mikhail.pridannikov@yahoo.com*

Возделывание зерновых культур является основным направлением аграрной политики РФ. В России находится 10 % всех пахотных земель мира. Свыше 4/5 пашни приходится на Северный Кавказ, Центральное Поволжье, Урал и Западную Сибирь. В 2008 году в России было собрано 108 млн. тонн зерна, это крупнейший урожай с 1990 года. По итогам 2009 года было собрано 97 млн. зерна. За тот же год из России было экспортировано 16,8 млн. тонн пшеницы на сумму 2,7\$ млрд. (данные Росстата).

На начало 2010 года Россия находилась на 3-м месте в мире по экспорту зерна (после США и Евросоюза) и на 4-м месте в мире по экспорту пшеницы (после США, Евросоюза и Канады). По прогнозам «Amundi Funds Global Agriculture» в 2010 году Россия по экспорту зерна должна была вплотную приблизиться к Евросоюзу. В апреле 2010 года газета «Le Figaro» писала, что производство пшеницы в России может впервые в истории превысить её урожай в США, но

аномальная жара и засуха 2010 года погубили посевы зерновых на площади 11 млн. гектаров. Прогноз урожая зерна был снижен на треть – до 60–65 млн. тонн, против 97 млн. тонн в 2009 году (данные Росстата).

Помимо аномальных природных условий, значительные потери урожая зерновых могут быть вызваны эпифитотийным развитием отдельных видов грибных возбудителей болезней, вредителей и переносимых ими вирусов. Большинство данных патогенов достаточно хорошо диагностируются визуально, а их численность может регулироваться различными агрономическими и химическими методами. По основным вредителям имеются современные данные по биологии, порогам вредоносности и эффективным мерам сдерживания их численности.

Такие данные в «до перестроечный» период имелись и относительно одних из наиболее опасных вредителей зерновых, которым является комплекс злаковых цистообразующих нематод сем. *Heteroderidae* (Tylenchida), в том числе *Heterodera avenae*, *H. filipjevi*, *H. latipons*, *H. hordecalis* и другие виды. Эти нематоды являются одним из важнейших факторов «почвоутомления» в зерновом севообороте, где на долю злаковых культур приходится более 50 %. Среди их хозяев около 30 родов злаков, в том числе и все виды культурных злаков (пшеница, овес, ячмень, рожь) (Кириянов, Кралль, 1969; Попова, 1971, 1972; Тихонова, 1972; Осипова, 1986; и др.).

На территории бывшего СССР было описано четыре экономически значимых вида злаковых цистообразующих нематод (*H. avenae*, *H. filipjevi*, *H. hordecalis* и *H. latipons*) (Попова, 1971; Тихонова, 1972; Subbotin *et al.*, 1999; и др.). Кроме того известно о шести видах, поражающих однолетние и многолетние злаковые травы (*H. arenaria*, *H. bifenestra*, *H. pratensis*, *H. riparia*, *H. ustynovi* и *P. punctata*). При этом вредоносность этих видов для культурных злаков не изучалась вовсе или изучалась лишь фрагментарно (Кириянов, Кралль, 1969; Чижов, Идех, 1980; Казаченко, 1993; Subbotin *et al.*, 1999).

Большинство исследований распространения и вредоносности злаковых цистообразующих нематод на территории бывшего СССР активно проводились в 60–90-х годах прошлого века. При этом в большинстве работ указывается на один доминирующий вид *H. avenae*. К сожалению, материалы исследований, проводившихся в период 60–90-х годов, в настоящее время могут быть использованы лишь с определенной долей надежности. Так в 1981 году А.Р. Маджидовым был описан новый вид злаковой нематоды *H. filipjevi* (*Bidera filipjevi*, Madzhidov, 1981), паразитирующий на корнях пшеницы в окрестностях Душанбе и отличающийся от близкого вида *H. avenae* наличием заднего моста в вульварном конусе взрослых самок (Маджидов, 1985). В 2003 году появилась работа С.А. Субботина с соавторами, где он на основании анализа полиморфизма длины рестрикционных фрагментов матричной ДНК (ПДРФ мДНК – rDNA-RFLPs) пяти популяций цистообразующих нематод, собранных в Ленинградской, Нижегородской и Саратовской областях, а так же в Башкирии, делает вывод, что все описания встречаемости *H. avenae* на территории Поволжья и Урала надо считать популяциями *H. filipjevi* (Subbotin *et al.*, 2003; 2010). Однако имеется возможность того, что обнаруженные ранее на территории волжского, уральского и восточносибирского регионов популяции злаковых нематод могут быть смешанными популяциями. Так, к примеру, в США (штат Орегон) *H. filipjevi* встречается в смешанных популяциях с *H. avenae* (Smiley, 2009).

Кроме того, в период «перестройки» произошло большое сокращение посевных площадей под зерновыми культурами, а их рост, наблюдаемый в настоящее время, к сожалению, осуществляется путем насыщения севооборотов тем или иным видом сельскохозяйственных культур, невзирая на фитопатологические последствия монокультурного земледелия. Так доля возделывания основных зерновых (пшеница, овес, ячмень) по сравнению с другими культурами севооборота (пропашными, техническими и кормовыми) выросла в общем по стране более чем на 10 % (с 47,4 до 58,40 %) за 18 лет с 1992 по 2010 г и составляет 31,607 млн. га. (Таблица 1).

По данным Поповой (1975) широкое распространение и высокий уровень вредоносности злаковых цистообразующих нематод рода *Heterodera* обнаруживаются в агрономических зонах, где насыщенность зерновыми в севообороте составляет более 60–70 %. В волжском регионе, доля зерновых по данным Росстата на 2010 год составила от 45,94 % (Саратовская обл.) до 63,57 % (Самарская обл.). В уральском регионе, этот показатель так же приближается к критической отметке (от 55,96 до 79,10 %). Так в Челябинской области, доля зерновых на 2010 год составила 68,86 % (в некоторых видах хозяйств до 93 %).

**Таблица 1.** Доля зерновых культур в общем объеме посевных площадей ( %) в Волжском и Уральском зерносеющих районах.

№	Регион	Годы*			
		1992	2000	2006	2010
1.	Всего по стране	47.40	49.70	55.00	58.40
2.	Республика Татарстан	--	--	52.93	54.69
3.	Самарская область	--	62.56	64.23	63.57
4.	Саратовская область	--	--	52.76	45.94
5.	Республика Башкортостан	--	53.46	53.47	55.96
6.	Оренбургская область	--	--	64.17	66.79
7.	Челябинская область	--	--	65.76	68.86
8.	Курганская область	--	66.25	74.02	79.10

\* данные получены из открытых источников областных отделений Росстата

Учитывая то, что ранее злаковые цистообразующие нематоды были обнаружены во всех перечисленных регионах, такая ситуация в скором времени может привести к высоким и экономически ощутимым потерям зерновых культур. При этом изучению распространенности и вредоносности злаковых нематод за весь период 1990–2010 годов уделялось лишь небольшое внимание и то в связи с необъяснимо высокими потерями или гибелью урожая зерновых.

Важную роль в изменении вредоносности злаковых нематод играют и климатические изменения в отдельно взятых областях. Известно, что влажная весна и засушливое лето приводят к более значительным потерям урожая, чем при условии сухой весны и влажного лета (Шибаова, 1982). Именно такие условия наблюдались в Поволжье в 2010 г. и хотя широкомасштабных исследований не проводилось, кажется очевидным, что часть зараженных нематодами посевов были не готовы к таким условиям.

В связи с этим в наши задачи входило изучение видового состава и распространения злаковых нематод сем. *Heteroderidae* на территории основных зерносеющих регионов РФ: Волжского (Саратовская и Самарская области) и Уральского (Башкирия, Оренбургская и Челябинская области) регионов, а так же изучение их вредоносности в современных условиях ведения сельского хозяйства.

На основе литературных данных, а также учитывая экологические и биологических особенности злаковых нематод, были построены карты возможного распространения и высокой вредоносности этих видов нематод на территории Волжского и Уральского зерносеющих регионов (Рисунок 1). Было показано, что очагами с наибольшей степенью вредоносности злаковых нематод являются Приуральские степные районы Башкирии и Челябинской области. Саратовская, Самарская и Оренбургская области входят в зону умеренной вредоносности злаковых нематод.



**Рис. 1.** Территории с предполагаемой степенью вредоносности злаковых нематод от 1 до 4 (данные получены в Idrisi 32 и MapInfo 10.0 на основании агроклиматических данных).

В 2009–2010 гг. были проведены сборы материала цистообразующих нематод в Саратовской, Самарской и Челябинской областях на посевах зерновых культур областных НИИСХ, а так же некоторых зерносеющих хозяйств.

В волжском регионе цисты нематод были обнаружены на территории Саратовской области (НИИСХ Юго-востока) на опытных полях многолетнего бессменного посева пшеницы озимой, посевах викоовсяной смеси и производственных посевах пшеницы. В уральском регионе цисты найдены на опытных полях многолетнего бессменного посева яровой пшеницы; на территории Челябинского НИИСХ численность обнаруженного вида цистообразующих нематод (цист самок) составила до 100 шт. на 100 грамм почвы, это примерно соответствует 100 инвазионным личикам 1 г почвы, при нижнем пороге вредоносности в 5–7 личинок.

Проведенный морфологический анализ строения вульварного конуса взрослых самок найденных популяций показал, что они представлены одним видом – злаковой цистообразующей нематодой Филиппьева (*H. filipjevi*) (Таблица 2).

**Таблица 2.** Морфометрические характеристики цист и анально-вульварного конуса различных популяций злаковой нематоды *H. filipjevi* (измерения даны в мкм).

№	Популяция	НИИСХ Юго-востока (г. Саратов)	Челябинский НИИСХ (п. Тимирязевский)	Паратип, Таджикистан, (Маджидов, 1981)
	Показатели			
1.	Цисты (n)	20	22	25
2.	Длина (без шеи)	455–825 (624.5±99.21)	555–835 (686.4±74.01)	490–830 (690)
3.	Ширина	270–605 (445.5±88.42)	405–675 (522.7±68.62)	340–620 (490)
4.	Длина/ширина	1.0–1.8 (1.4±0.16)	1.1-1.5 (1.3±0.1)	1.1–1.6 (1.4)
5.	Вульварный конус (n)	8	12	25
6.	Задний мост	имеется	имеется	имеется
7.	Длина фенестры	50.0–55.0 (52.9±1.72)	42.5–62.5 (52.1±6.28)	41.3–64.4 (51.5)
8.	Ширина фенестры	25.0–37.5 (29.6±4.19)	20.0–35.0 (29.4±4.22)	21.0–32.9 (27.5)
9.	Ширина вульварного моста	7.5–12.5 (11.3±1.91)	7.5–12.5 (9.6±1.47)	6.3 – 9.4 (7.7)
10.	Длина нижнего моста	42.5–60.0 (50.4±5.85)	47.5–80.0 (60.0±11.81)	72.5–101.5 (82.4)
11.	Длина щели вульвы	7.5–10.0 (8.5±1.12)	7.5–12.5 (10.5±1.48)	6.3–8.4 (7.3)
12.	Расстояние вульва–анус	42.5–55.0 (49.2±4.49)	35.0–85.0 (58.1±15.88)	53.2–96.5 (63.4)

Собранный материал цист, обнаруженных популяций злаковых цистообразующих нематод, был использован для инокуляции растений пшеницы в условиях теплиц Всероссийского НИИ Фитопатологии. После получения достаточно устойчивых линий этот материал будет использован для проведения дальнейших морфологических и молекулярных исследований.

Работа была проведена при финансовой поддержке гранта МНТЦ № 3721 и программы Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов».

#### Литература

- Казаченко, И.П. (1993) Цистообразующие нематоды Дальнего востока и методы их контроля. Владивосток, Дальнаука, 77 с.
- Кирьянова, Е.С., Кралль, Э.Л. (1969) Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. Л.: Наука, 447 с.
- Осинова, Е.В. (1986) Идентификация патотипов овсяной нематоды *Biddera avenae* (Wollenweber, 1924) Krall et Krall, 1973 в Волжском регионе. Бюллетень Всесоюзного института гельминтологии им. К. И. Скрябина, № 45, с. 22–26.
- Попова, М.Б. (1971) Овсяная нематода в Поволжье и Приуралье. Защита растений. №5, с. 13.
- Попова, М.Б. (1972) Овсяная нематода *Heterodera avenae* (Wollenweber, 1924) Filipjev 1934 в Поволжье и Приуралье и биологические основы борьбы с ней. Автореферат диссертации канд. биол. наук. М.: Всесоюзный институт гельминтологии, 21с.
- Попова, М.Б. (1975) Влияние некоторых экологических факторов на распространение и численность овсяной нематоды в Поволжье и Приуралье. Бюллетень Всесоюзного института гельминтологии им. К. И. Скрябина, № 15, с. 81-86.
- Тихонова, Л.В. (1972) Проблема гетеродероза зерновых культур в СССР. Нематодные болезни с.-х. культур и меры борьбы с ними. Тезисы совещания (ред. Ершов В.С.), М.: Всесоюзный институт гельминтологии, с. 25–26.

Чижов, В.Н., Идех, С.Б. (1980) Цистообразующая нематода *Punctodera punctata* в Московской области. Бюллетень Всесоюзного института гельминтологии им. К. И. Скрябина, № 26, с. 96–98.

Шуабова, Т.Н. (1982) Факторы вредности овсяной цистообразующей нематоды. Экология вредителей сельскохозяйственных культур (ред. Иванов О.А.). Новосибирск: СибНИИЗХим, с. 32–36.

La Russie remporte la course au blé devant les Etats-Unis. (La Figaro) 16/04/2010 (<http://www.lefigaro.fr/matieres-premieres/2010/04/16/04012-20100416ARTFIG00408-la-russie-remporte-la-course-au-ble-devant-les-etats-unis-.php>)

Smiley, R.W. (2009) Occurrence, distribution and control of *Heterodera avenae* and *H. filipjevi* in western USA. In “Cereal cyst nematodes: status, research and outlook.” (Eds Riley, I.T., Nicol, J.M., Dababat, A.A.), pp. 35–40.

Subbotin, S.A., Mundo-Ocampo, M., Baldwin, J.G. (2010) Systematics of Cyst Nematodes (Nematoda: Heteroderinae), Volume 8, Part A (Nematology Monographs and Perspectives) (Eds Hunt, D.J., Perry, R.N.), p. 512.

Subbotin, S.A., Sturhan, D., Rumpfenhorst, H.J., Moens, M. (2003) Molecular and morphological characterisation of the *Heterodera avenae* species complex (Tylenchida: Heteroderidae). *Nematology* 5, 515–538.

Subbotin, S.A., Waeyenberge, L., Molokanova, I.A., Moens, M. (1999) Identification of *Heterodera avenae* group species by morphometrics and rDNA-RFLPs *Nematology*, Vol. 1(2), 195–207.

## МЕЙОБЕНТОС МЕРОМИКТИЧЕСКИХ ОЗЕР КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Т. А. Рогатых

Кафедра зоологии беспозвоночных Биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, ул. Ак. Пилюгина, 20/2/175, Москва 117393, Россия, [rotanyaro@gmail.com](mailto:rotanyaro@gmail.com)

Меромиктические озера – это химически стратифицированные двухслойные озера. Разное содержание солей создает постоянную разницу в плотностях поверхностной и придонной вод. Нижний слой (монолимнион) отличается повышенной минерализацией и не перемешивается с верхним (миксолимнионом). Эти два слоя разделены хемоклином. Фауна таких озер в районе Белого и Балтийского морей ранее практически не исследовалась. Задачей данной работы было исследование мейофауны и, в частности, фауны нематод, в меромиктических и схожих с ними озерах Кандалакшского залива Белого моря. В ходе работы были исследованы девять озер, сильно различающихся между собой. Для озера Кисло-сладкого, находящегося в районе поселка Приморского (ББС МГУ) фауна была исследована вплоть до видового состава. Нематоды в этом озере являются наиболее массовой группой животных, всего обнаружено 22 вида, численность же их могла достигать миллиона экземпляров на м<sup>2</sup>. Для остальных озер фауна исследована количественно вплоть до крупных таксонов.

### Материалы и методы

Пять из исследованных водоемов расположены на Карельском берегу Белого моря между Чупой и с. Гридино. Еще четыре озера находятся неподалеку от пос. Приморский (ББС МГУ). Одно из них – озеро Кисло-сладкое, исследовалось два года подряд (2009 и 2010).

Все исследованные озера являются отшнуровывающимися водоемами: заливами и проливами, особенности их фауны определяются, по-видимому, степенью сохранившейся связи с морем.

Пробы в 2009 году были собраны штемпель-пипеткой на 5мл, общий объем 1 пробы – 10 мл, а площадь – 6,28 см<sup>2</sup>. Пробы в 2010 году собраны шприцем на 20 мл, соответственно объем проб – 20 мл, а площадь 3 см<sup>2</sup>. Фиксировали пробы 10 % формалином.

### Результаты

В озере Кисло-сладком нематоды являются наиболее массовой группой животных. Количественные данные, а также данные по таксономическому составу группы нематод представлены в таблице. Всего в озере встречены 22 вида нематод (на литорали их 36), а численности колеблются от 200 до тысячи на 10 см<sup>2</sup> и близки к таковым на литорали. Таким образом, можно сказать, что фауна озера Кисло-сладкого представляет собой обедненную литоральную. Большая часть видов, встреченных в озере, за исключением пресноводных (Tripyloididae, Mylonchulidae, Rhabditidae), обитает на литорали, однако видовое разнообразие в озере существенно ниже.