

## Энтомологическая оценка эпидемического сезона дирофиляриоза

Криворотова Е. Ю., Нагорный С. А., кандидат биологических наук, ФБУН «Ростовский НИИ микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора, 344000, г. Ростов-на-Дону, Газетный переулок, 119

Приведены рекомендации по энтомологической оценке эпидемического сезона дирофиляриоза. Приведена методика расчетов сроков сезонов эффективной заражаемости комаров и передачи дирофиляриоза и количества возможных генераций личинок дирофилярий за сезон трансмиссии. Определение энтомологических показателей эпидемического сезона дирофиляриоза поможет оптимизировать мероприятия по профилактике дирофиляриоза, в том числе по борьбе с переносчиками возбудителей этого заболевания.

**Ключевые слова:** дирофиляриоз, сезон эффективной заражаемости комаров, сезон передачи дирофиляриоза, генерация личинок, единица развития дирофилярий.

Дирофиляриоз – единственный гельминтоз с трансмиссивным путем передачи, вызывающий заболевание человека в странах с умеренным климатом. В континентальном климате передача трансмиссивных болезней не может осуществляться круглогодично: в зимний период отсутствуют условия для развития переносчиков и возбудителей в переносчиках трансмиссии. Во время холодного периода риск заражения дирофиляриозом сводится к нулю.

Для оценки эпидемической обстановки по дирофиляриозу необходимо использовать данные о сроках:

– **сезона эффективной заражаемости комаров** – периода эпидемического сезона, в течение которого местные температурные условия допускают развитие личинок в теле комара до инвазионной стадии (L3);

– **сезона передачи дирофиляриоза** – часть года, в течение которой происходит (или может происходить) передача дирофилярий окончательным хозяевам (собаки, кошки и другие животные отрядов хищные и виверовые) и человеку через укусы инвазированных комаров.

Расчет эпидемического сезона дирофиляриоза должен основываться на метеорологических данных и результатах фенологических наблюдений за кровососущими комарами родов *Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, которые являются основными переносчиками дирофилярий.

### Переносчики дирофиляриоза

Промежуточные хозяева дирофилярий комары семейства *Culicidae* – р. р. *Anopheles*, *Aedimorphus*, *Armigeres*, *Ochlerotatus*, *Aedes*, *Culex*, *Coquillettidia* и *Mansonia* [6]. Вид комаров может выступать в качестве вектора при дирофиляриозе, если личинка па-

разита в теле насекомого завершает развитие до инвазионной стадии (L3). Присутствие личинок стадий L1–L2 в организме комара не доказывает его компетентность как переносчика [8]. Считается, что около 70 видов комаров способны поддерживать развитие личинок *Dirofilaria immitis* до инвазионной стадии L3 [5, 7]. Значимость определенных видов комаров в качестве компетентных векторов инфекций и инвазий отличается в различных регионах мира. Наиболее значимыми переносчиками филярий в Европе являются *Ae. vexans*, *Cx. pipiens pipiens* и *Ae. albopictus* [6]. В ряде регионов мира фактические переносчики дирофиляриоза остаются неизученными. Необходимо принимать во внимание угрозу проникновения и расселения на обследуемой территории новых «экзотических» видов комаров – потенциальных переносчиков возбудителей трансмиссивных заболеваний (например *Ae. albopictus* и *Ae. aegypti*).

### Определение начала сезонов эффективной заражаемости комаров и передачи дирофиляриоза

Возбудители дирофиляриоза (*Dirofilaria repens* и *Dirofilaria immitis*) в теле комара развиваются при среднесуточной температуре воздуха окружающей среды, превышающей пороговую (+14°С) [9]. При понижении температуры (менее +14°С) развитие возбудителей в теле комара останавливается, при этом личинки сохраняют жизнеспособность.

За **начало сезона эффективной заражаемости комаров** принимают дату, с которой устанавливают среднесуточные температуры воздуха выше +14°С. Необходимо учитывать, что эндофильные самки комаров переваривают кровь на дневках (жилые или нежилые помещения для скота), в которых температура обычно выше, чем температура воз-

духа окружающей среды, поэтому делают поправку на температуру дневок. Для экзотической части популяций комаров поправку на температуру дневки не делают.

Определение периода передачи дирофиляриоза окончательным и факультативным хозяевам проводят ретроспективно на основе среднесуточных температур воздуха местной метеостанции. Расчет начинают со дня, когда установилась среднесуточная температура воздуха  $+14^{\circ}\text{C}$  (0 единиц развития). При температуре, превышающей порог ( $+14^{\circ}\text{C}$ ), накапливаются единицы развития дирофилярий (ЕРД).

Для расчета ЕРД можно использовать формулу (1):

$$\text{ЕРД} = \begin{cases} T_{\text{ср ст}} - 14 & \text{если } T_{\text{ср ст}} > 14 \\ 0 & \text{если } T_{\text{ср ст}} \leq 14 \end{cases} \quad (1)$$

где ЕРД – единицы развития дирофилярий;  $T_{\text{ср ст}}$  – среднесуточная температура воздуха окружающей среды, в  $^{\circ}\text{C}$ .

Для развития личинок дирофилярий в комаре до инвазионной стадии необходима сумма эффективных температур в 130 ЕРД. За начало сезона передачи дирофиляриоза принимается дата, когда сумма ЕДР достигла 130.

Сроки развития инвазионных личинок дирофилярий в комарах можно представить в виде формулы 2

$$\sum_{N_1, 2, t} [T_{\text{ср ст}} - 14] = 130^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

$N_1$  – срок развития первой генерации инвазионных личинок дирофилярий в комарах, т. е. число дней между датой первого превышения пороговой температуры (А) и датой, когда сумма разностей достигает 130 (В). Срок последующего развития личинок ( $N_2$ ) будет исчисляться заново от даты В до даты С, когда сумма разностей температур вновь достигнет 130,  $N_3$  от даты С и т. д. до  $N_t$ , когда температура воздуха снижается ниже  $14^{\circ}\text{C}$ .

Для перезимовавших самок расчет начала сезона передачи дирофиляриоза начинают с установленной даты сезона эффективной заражаемости комаров, хотя обычно до эпидемически значимого возраста эти самки фактически не доживают.

### Количество генераций личинок дирофилярий в комарах и зоны рисков передачи дирофиляриоза

Длительность сезона передачи зависит от температурных условий на территории. В зависимости от величины суммы ЕРД и продолжительности сезона передачи могут развиваться разные количества генераций личинок дирофилярий в комарах. Количество генераций личинок в сезон определяется:

1) простым делением сумм ЕРД в сезон передачи на 130 ( $N = \sum \text{ЕРД} / 130$ );

2) с использованием временного фильтра. При этом учитывается, что срок накопления 130 ЕРД не должен превышать 30 дней, т. к. считается, что зараженные комары в природе, как правило, живут не более месяца. Если срок накопления 130 ЕРД превышает 30 дней, необходимо сдвинуть дату отсчета накопления суммы эффективных температур (ЕРД) на более позднее число (сдвигают дату начала расчета на последующий день и повторяют расчет). Если при наборе суммы развития личинок дирофилярий (130 ЕРД) попадают дни с температурой воздуха ниже  $+14^{\circ}\text{C}$ , то эти дни опускаются, а суммирование производится по последующим благоприятным дням (Табл.). При понижении температур на длительное время (более 10 дней) расчет инкубации генераций личинок начинают заново после прекращения холодов и установления температуры воздуха выше пороговой. При втором способе расчета количество генераций личинок дирофилярий в сезон получается более объективным.

В зависимости от температурных условий в сезон передачи дирофиляриоза в Российской Федерации определены три зоны риска заражения: низкого, умеренного и устойчивого. Зона низкого риска передачи расположена в пределах широт  $54-58^{\circ}30'$  с. ш. и характеризуется минимальными условиями для развития возбудителя: период с температурами выше  $14^{\circ}\text{C}$  длится в течение 60–90 дней. Зона умеренного риска расположена на широтах  $51-55^{\circ}$  с. ш., число дней с температурой выше пороговой 90–105. Зона устойчивого риска передачи в России расположена на широтах  $41^{\circ}30'-52^{\circ}30'$  с. ш., с длительностью в 110–120 (до 150) дней [1, 2, 4].

С увеличением длительности сезона передачи и количества генераций личинок дирофилярий в комарах риски заражения дирофиляриозом увеличиваются.

### Определение окончания сезонов эффективной заражаемости комаров и передачи дирофиляриоза

Для определения окончания эффективной заражаемости комаров производят расчет даты окончания развития последней возможной генерации личинок в комаре в текущем году. Для этого устанавливают последний день со среднесуточной температурой воздуха выше  $14^{\circ}\text{C}$  (периоды кратковременного потепления после длительного похолодания не учитываются). От этой даты в обратном порядке ведут расчет последнего цикла развития личинок дирофилярий в комарах. Число, на которое приходится сумма в 130 ЕРД, считается датой окончания сезона эффективной заражаемости комаров.

За окончание сезона передачи дирофиляриоза принимают дату исчезновения последних

Таблица

## Пример накопления единиц развития диروفиллярий

Дата	Месяц	Год	ССТ*	ЕРД**	Общая сумма ЕРД	Накопление 130 ЕРД
13	май	2009	13,1	0,0	0,0	0
14	май	2009	13,6	0,0	0,0	0
15	май	2009	14,3	0,3	0,3	0,3
16	май	2009	15,6	1,6	1,9	1,9
17	май	2009	17,3	3,3	5,2	5,2
18	май	2009	18,8	4,8	10,0	10
19	май	2009	15,4	1,4	11,4	11,4
20	май	2009	17,7	3,7	15,1	15,1
21	май	2009	18,5	4,5	19,6	19,6
22	май	2009	20,5	6,5	26,1	26,1
23	май	2009	21,6	7,6	33,7	33,7
24	май	2009	16,5	2,5	36,2	36,2
25	май	2009	13,8	0,0	36,2	36,2
26	май	2009	14,8	0,8	37,0	37,0
27	май	2009	15,0	1,0	38,0	38,0
28	май	2009	15,6	1,6	39,6	39,6
29	май	2009	15,9	1,9	41,5	41,5
30	май	2009	17,9	3,9	45,4	45,4
31	май	2009	20,5	6,5	51,9	51,9
1	июнь	2009	22,4	8,4	60,3	60,3
2	июнь	2009	21,7	7,7	68,0	68
3	июнь	2009	22,2	8,2	76,2	76,2
4	июнь	2009	22,4	8,4	84,6	84,6
5	июнь	2009	20,5	6,5	91,1	91,1
6	июнь	2009	20,3	6,3	97,4	97,4
7	июнь	2009	22,1	8,1	105,5	105,5
8	июнь	2009	23,8	9,8	115,3	115,3
9	июнь	2009	24,5	10,5	125,8	125,8
10	июнь	2009	25,7	11,7	137,5	<b>137,5</b>
11	июнь	2009	27,7	13,7	151,2	13,7
12	июнь	2009	26,8	12,8	164,0	26,5
13	июнь	2009	25,9	11,9	175,9	38,4
14	июнь	2009	21,7	7,7	183,6	46,1
15	июнь	2009	21,2	7,2	190,8	53,3
16	июнь	2009	20,0	6,0	196,8	59,3
17	июнь	2009	22,3	8,3	205,1	67,6
18	июнь	2009	21,0	7,0	212,1	74,6
19	июнь	2009	18,2	4,2	216,3	78,8
20	июнь	2009	20,6	6,6	222,9	85,4
21	июнь	2009	23,6	9,6	232,5	95
22	июнь	2009	25,0	11,0	243,5	106
23	июнь	2009	26,9	12,9	256,4	118,9
24	июнь	2009	28,3	14,3	270,7	<b>133,2</b>
25	июнь	2009	29,2	15,2	285,9	15,2

Стойкий переход через температурный порог развития 14 °С



Начало сезона эффективной заражаемости комаров

< 30 дней

Сумма тепла достигла 130 ЕРД.

Инвазированный комар может передавать личинок

Начало сезона передачи диروفилляриоза

< 30 дней

Сумма тепла достаточна для развития 2-й генерации личинок в комарах

\*ССТ – среднесуточная температура, \*\* ЕРД – единицы развития диروفиллярий

самок с кровью на дневках, т. к. большая часть комаров зиму проводят в состоянии диапаузы – в этот период они не питаются кровью.

В ряде неблагоустроенных многоквартирных домов передача инвазии при наличии зараженного диروفилариозом окончательного хозяина может осуществляться круглогодично «подвальными» комарами *Cx. pipiens molestus*. Личинки этого подвиды комаров развиваются в обводненных отапливаемых подвалах. Самки имаго *Cx. p. molestus* автотенны, поэтому популяция в подвале может поддерживаться длительное время и без питания кровью. Однако второй гонотрофический цикл эти комары могут проделать только после приема порции крови, в связи с чем возникает эпидемическая опасность в отношении круглогодичной передачи инвазии диروفиларий.

### Заключение

В континентальном климате передача трансмиссивных болезней не может осуществляться круглогодично: в зимний период отсутствуют условия для развития переносчиков и возбудителей в них. Во время холодного периода года (при температуре ниже 14°C) риск заражения диروفилариозом сводится к нулю. Сроки начала и окончания сезонов эффективной заражаемости комаров и передачи диروفилариоза необходимо рассчитывать ежегодно, так как они существенно меняются в зависимости от колебаний климатических условий каждого года. Определение энтомологических показателей эпидемического сезона диروفилариоза поможет специалистам (энтомологам, помощникам энтомологов) оптимизировать мероприятия по борьбе с переносчиками возбудителей этого заболевания.

### Список использованной литературы References

**1. Дирофиляриоз человека в России** / В. П. Сергиев, В. Г. Супряга, Н. Н. Дарченкова [и др.] // Рос. паразитологический журн. – 2012. – №4. – С. 60-64. / *Dirofilyarioz cheloveka v Rossii* / V. P. Sergiyev, V. G. Supryaga, N. N. Darchenkova [i dr.] // *Ros. parazitologicheskij zhurn.* – 2012. – №4. – S. 60-64.

**2. МУ 3.2. 2568-09 Контроль численности кровососущих комаров р. *Culex***, места выплода которых находятся в населенных пунктах: издание официальное: утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом РФ 15.12.2009. – М., 2009. – 57 с. / *MU 3.2. 2568-09 Kontrol' chislennosti krovososushchikh komarov r. Culex, mesta vyploda kotorykh nakhodyatsya v naselennykh punktakh: izdaniye ofitsial'noye: utv. Federal'noy sluzhboy po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley*

*i blagopoluchiya cheloveka, Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 15.12.2009.* – М., 2009. – 57 с.

**3. Распространение дирофиляриоза человека в России** / Н. Н. Дарченкова, В. Г. Супряга, М. В. Гузеева [и др.] // *Мед. паразитол.* – 2009. – №3. – С. 3-6. / *Rasprostraneniye dirofilyarioza cheloveka v Rossii* / N. N. Darchenkova, V. G. Supryaga, M. V. Guzeyeva [i dr.] // *Med. parazitol.* – 2009. – №3. – S. 3-6.

**4. Ermakova L. A., Nagorny S. A., Krivorotova E. Y., Pshenichnaya N. Y., Matina O. N.** *Dirofilaria repens* in the Russian Federation: current epidemiology, diagnosis, and treatment from a federal reference center perspective // *Int. J. Inf. Dis.* – 2014. – Vol. 23. – P. 47-52.

**5. Ludlam, K. W.** Potential vectors of *Dirofilaria immitis* / K. W. Ludlam, L. A. Jr. Jachowski, G.F. Otto // *J. Am. Vet. Med. Assoc.* – 1970. – Vol. 157, №1. – P. 1354-1359.

**6. Mosquitoes and their control** / N. Becker, D. Petrić, M. Zgomba [et al.]. – 2nd ed. – Heidelberg, Dordrecht, New York: Springer, 2010. – 577 p

**7. Otto, G. F.** Mosquitoes and canine heartworm disease / G. F. Otto, L. A. Jachowski // *Proceedings of the Heartworm Symposium '80* / ed. by G. F. Otto. – Edwardsville, Kansas: Veterinary Medicine Publishing Co, 1981. – P. 17-32

**8. Scoles, G.** Surveying for vectors of dog heartworm / G. Scoles // *Vector Control Bull. North Central States.* – 1994. – Vol. 3. – P. 59-67.

**9. Slocombe, J. O. D.** Determination of heartworm transmission period and its use in diagnosis and control / J. O. D. Slocombe, G. A. Surgeoner, B. Srivastava // *Proc. Heartworm Symposium '89.* – Washington, DC, 1989. – P. 19-26.

### Entomological evaluation of dirofilariasis epidemic season

*Krivorotova E. Yu., Nagorny S. A., Ph.D (Biol.) Rostov Scientific Research Institute of Microbiology and Parasitology by Rospotrebnadzor, 344000, Rostov on Don, Gazenty per., 119*

Recommendations for the entomological evaluation of dirofilariasis epidemic season are presented. The calculation technique the terms of the efficient mosquitoes infecting and dirofilariasis transmission as well as the number of possible *Dirofilaria* larvae generations for the transmission season is described. Determining the entomological indexes of dirofilariasis epidemic season is useful for optimization of dirofilariasis prevention, including this infection pathogens vectors control measures.

Keywords: dirofilariasis, effectual mosquitoes infecting season, dirofilariasis transmission season, larvae generation, *Dirofilaria* development unit.