

Национальная академия наук Беларуси
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»
РУП «Институт защиты растений НАН Беларуси»
ОО «Белорусское энтомологическое общество»
ГПУ «Березинский биосферный заповедник»
Поморская Академия в Слупске
Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный университет
Гродненский государственный университет им. Я. Купалы
Белорусский государственный технологический университет

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНТОМОЛОГИИ В ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЕ

*Сборник статей
II Международной научно-практической конференции*

6–8 сентября 2017 г.,
Минск
Республика Беларусь

Минск
Издатель А.Н. Вараксин
2017

УДК
ББК
И

Редакционная коллегия:

Бородин О.И., канд. биол. наук, генеральный директор
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»;
Цинкевич В.А., канд. биол. наук, зам. ген. директора
по научной и инновационной работе
ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам».

И

Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: сборник статей II Международной научно-практической конференции, 6–8 сентября 2017 г., Минск / редкол.: О.И. Бородин, В.А. Цинкевич. – Минск : А.Н.Вараксин, 2017. – 464 с.

ISBN 978-985-7186-19-8

В сборнике представлены результаты исследований энтомологов из различных регионов Восточной Европы.

УДК
ББК

ISBN 978-985-7186-19-8

© ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», 2017.
© Оформление.
Издатель А.Н.Вараксин, 2017.

М.М. Воробьева, Н.В. Воронова

Оценка применимости метода пцр-пдрф-анализа для выявления гаплотипов гена COI у многоядных видов тлей

УДК: 577.212:595.753

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДА ПЦР-ПДРФ-АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГАПЛОТИПОВ ГЕНА COI У МНОГОЯДНЫХ ВИДОВ ТЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ *APHIS CRACCIVORA* КОСН, *APHIS GOSSYPH GLOVER*, *MYZUS PERSICAE* (SULZER))

М.М. ВОРОБЬЕВА, Н.В. ВОРОНОВА

Белорусский государственный университет,

г. Минск, Беларусь

e-mail: masch.89@mail.ru

*В работе было проанализировано 636 нуклеотидных последовательностей гена COI тлей *A. craccivora*, *A. gossypii* и *M. persicae*. В результате анализа выявлен высокий уровень внутривидовых генетических различий у анализируемых видов тлей. На основе полученных данных были построены рестрикционные карты и созданы ПЦР-ПДРФ ключи, позволяющие выявлять конкретные гаплотипы среди многоядных видов тлей *A. craccivora*, *A. gossypii* и *M. persicae*.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МНОГОЯДНЫЕ ТЛИ, РЕСТРИКЦИОННЫЙ КАРТЫ, ПЦР-ПДРФ КЛЮЧИ, *APHIS CRACCIVORA*, *APHIS GOSSYPH GLOVER*, *MYZUS PERSICAE*

Введение. Внутривидовая генетическая вариабельность, как считается, является основным фактором, обеспечивающим выживание видов в нетипичных условиях окружающей среды и способствующим противостоянию давлению естественного отбора на уровне популяций [1]. В связи с этим изучение

уровня внутривидовой генетической изменчивости у насекомых, в частности тлей, особенно из числа видов, питающихся на культурных растениях, носит фундаментальный характер.

Особого внимания среди тлей заслуживают многоядные виды, способные питаться на широком спектре кормовых растений, такие как, например, *Aphis craccivora*, *A. fabae* Scopoli, *A. gossypii*, *A. spiraecola* Patch, *Myzus persicae*, и *M. cerasi* (Fabricius) [2, 3]. В настоящем исследовании в качестве модельных объектов были выбраны три вида тлей, каждый из которых способен питаться более чем на 100 видах растений из различных ботанических семейств. В частности, люцерновая тля (*A. craccivora*) питается на 804 видах растений, принадлежащих к 77 семействам [4]. Полный жизненный цикл этого вида протекает на первичных кормовых растениях, в качестве которых выступают белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.), желтая акация (*Caragana arborescens* Lam.), гледичия колючая (*Gleditschia triacanthos* L.), аморфа (*Amorpha fruticosa* L.). При отсутствии первичных кормовых растений *A. craccivora* питается на многих травянистых, однако предпочитает растения из подсемейства Мотыльковые (*Trifolium* spp., *Vicia* spp., *Medicago* spp. и др.) [5]. Следующий модельный вид – хлопковая, или бахчевая тля (*A. gossypii*), развивающаяся на разнообразных травянистых растениях, относящихся к 119 семействам (около 1227 видов) [4]. Весной данный вид тлей питается на травянистых растениях, после чего крылатые самки-расселительницы мигрируют на культурную растительность, в частности из семейства Тыквенных (*Cucumis sativus* L., *Cucurbita maxima* Duch., *C. pepo* L. и др.) и Мальвовых (*Gossypium hirsutum* L., *Hibiscus cannabinus* L., *Asclepias cornuti* Decne и др.) [6]. Персиковая тля (*M.*

Оценка применимости метода пцр-пдрф-анализа для выявления гаплотипов гена COI у многоядных видов тлей

persicae) способна питаться на 1327 видах растений, принадлежащих к 109 семействам [4]. Первичными кормовыми растениями *M. persicae* являются персик (*Prunus persica* Sieb. et Zucc. (= *Persica vulgaris* L.)), реже миндаль (*Amygdalus communis* L.), абрикос (*Armeniaca vulgaris* L.), слива (*Prunus domestica* L.), а вторичными – оранжерейные (*Tulipa* spp., *Narcissus* spp., *Lilium* spp. и др.), сельскохозяйственные (*Lycopersicon esculentum* Mill., *Brassica oleracea* L. и др.) и полевые растения (*Papaver* spp., *Anthemis* spp. и др.) [7].

Поскольку генетическая вариабельность является залогом успешной адаптации видов к изменяющимся условиям окружающей среды, оценка внутривидового полиморфизма локальных популяций фитофагов может служить косвенным показателем благополучия этих популяций и потенциала их способности выживать в условиях давления естественного отбора, каким могут быть, например, санитарные обработки возделываемых растений. Как известно, одним из критериев, свидетельствующих о внутривидовой вариабельности у насекомых, является число и дивергенция гаплотипов некоторых митохондриальных генов, в частности, гена субъединицы I цитохром-*c*-оксидазы (COI). На сегодняшний день в литературе представлены данные о том, что у многоядных видов тлей конкретные гаплотипы COI могут быть ассоциированы с линиями тлей, питающихся на разных кормовых растениях [8], что делает этот признак интересным предметом для изучения внутривидового полиморфизма у тлей.

В настоящее время одним из наиболее широко распространенных и высокоэффективных способов для выявления уровня внутривидовых различий у насекомых является метод ДНК-диагностики, основанный на

секвенировании маркерных областей ДНК. Однако данный метод является трудоемким и дорогостоящим, в связи с чем возникает необходимость в поиске новых более дешевых и не менее эффективных методов, позволяющих изучать уровень внутривидовых генетических различий, а также выявлять носителей конкретных гаплотипов, что позволит в будущем строить прогнозы в отношении успешности адаптации видов тлей к новым кормовым растениям. По нашему мнению метод ПЦР-ПДРФ анализа можно использовать для решения такого рода задач. В связи с этим, в рамках настоящего исследования, мы построили ПЦР-ПДРФ таблицы для выявления внутривидовых гаплотипов COI у тлей *A. craccivora*, *A. gossypii* и *M. persicae*, что может быть использовано в работах по выявлению внутривидового полиморфизма у многоядных видов тлей.

Материалы и методы. В работе использовали нуклеотидные последовательности гена субъединицы 1 цитохром-*c*-оксидазы (COI) тлей *A. craccivora*, *A. gossypii* и *M. persicae*, полученные из базы данных BOLD (таблица 1) [9], а также собственные сиквенсы, полученные в рамках проведения курсов Глобальной таксономической инициативы «Быстрая идентификация инвазивных видов для достижения целевой задачи Айти 9 используя техники и методы ДНК-штрихкодирования» при финансовой поддержке Секретариата Конвенции о биоразнообразии и Фонда биоразнообразия Японии.

Оценка применимости метода пцр-пдрф-анализа для выявления гаплотипов гена COI у многоядных видов тлей

Таблица 1

Нуклеотидные последовательности гена COI, использованные в настоящем исследовании

Вид тлей	Код доступа в GenBank
<i>Aphis craccivora</i>	KY837367, KY837367, KY846980, AB506716, KF638791, HM062932, HM062930, HM062938, HM062934, KY831265, KY836830, KY845768, KR565924, KX051668, KF638781, HM062955, HM062922, KY835045, KR574437, EU701311, AB506713, AB506712, KF638774, HM062907, KY833430, KY835106, KY845926, KY846952, KY844007, EU701312, EU701308, GU668252, KR040128, KR044696, GQ904082, HM062957, HM062951, HM062945, HM062935, HM062933, HM062929, HM062925, HM062919, HM062915, HM062909, HM062952, HM062948, HM062946, HM062942, HM062940, HM062926, HM062920, HM062916, HM062914, JX051401, KF638771, KF638775, KF638778, KF638779, KF638780, KF638784, KF638785, KF638786, KF638790, KF638793, KF638788, AB506715, GU324659, HM062953, HM062943, HM062931, HM062927, HM062921, HM062911, HM062928, KY830692, KY831028, EU701313, EU701309, KR031949, KR041017, KR031923, HQ979387, KF638772, KF638773, KF638777, KF638782, KF638787, KF638789, HM062956, HM062950, HM062908, KY831241, KR036587, KR583528, KJ814963, KY838020, KY833152, KY833386, KY846650, KR562091, KR567669, KX051667, KX051669, AB506718, AB506714, HM062939, HM062937, HM062913, HM062944, HM062936, HM062910, KY840930, HQ970814, KR031338, KX051664, DQ499025, AB506717, GU324658, HM062947, HM062941, HM062923, HM062917, HM062954, HM062924, KY842424, KY831019, KY834492, KR564958, KR574862, KR567965, AB506711, HM062912, KF638783, KR572927, KR565875, KR573587, KR563906, KY836813, KR567089, KY844137, KY834859, KY844764, KY843761, KF638776, EU701314

Продолжение таблицы 1

<i>Myzus persicae</i>	KJ814969, KF286905, KC286664, AB506741, KF639564, KM362576, KM362577, KM362578, EU701798, JF883562, KR033432, AB506739, JX844384, JQ240189, GU457802, FN868601, GU568500, EU701802, JF883631, JF883900, JF883917, KR031304, KR030516, KR039790, KR033061, KR035675, GU668271, GU668272, GU668561, GU668731, KR032201, KR036666, JX051436, KF286932, KC286663, KC286666, KF639563, KF639565, KF639567, KM362579, KM362580, KM362582, KM577343, KP189479, JX844420, KR033961, KR039431, GU668755, KR044325, DQ499046, AB506740, KF286936, KC286665, KM115493, KF639566, KF639568, KM226877, KM362574, KM362575, KM362581, JX844387, JX844381, EU701803, EU701800, EU701795, KR036802, KR040516, GU668734, KR033136, KF286940, KJ814968, JX844413, EU701801, EU701797, EU701796, KR044771, KR038636, KR041548, KR042317, HQ971262, KR034247, DQ499045, KF286941, KC286667, EU701799, KR031442, KR039610, KR041523, GU668270, KR032469, KR031609
<i>Aphis gossypii</i>	AB506731, EU930162, EU930161, EU930160, EU930163, EU930159, EU930158, EU930157, EU930156, EU930155, EU930154, EU930153, EU930152, EU930151, EU930150, AB506729, AB506728, AB506727, AB506726, JX051430, JX051429, JX051428, KF286944, KF286934, KF286943, KF286942, KF286939, KF286938, KF286937, KF286935, KF286933, KF286931, KF286929, KF286928, KF286927, KF286926, KF286925, KF286924, KF286923, KF286922, KF286921, KF286920, KF286919, KF286918, KF286917, KF286916, KF286915, KF286914, KF286913, KF286912, KF286911, KF286910, KF286909, KF286908, KF286907, KF286906, KF286904, KF286902, KM115474, KM115475, KM115476, KM115477, KM115478, KM115479, KM115480, KM115481, KM115482, KM115483, KM115484, KM115485, KM115486, KM115487, KM115488, KM115490, KM115491, KM115492,

Оценка применимости метода пцр-пдрф-анализа для выявления гаплотипов гена COI у многоядных видов тлей

Продолжение таблицы 1

<i>Aphis gossypii</i>	KM115494, KM115498, KM115502, KM115506, KM115510, KM115515, KM115519, KM115523, KM115528, KF638917, KF638923, JQ067108, JQ067102, JQ067097, KJ195542, KJ195573, KJ195603, KJ195624, KJ195636, KJ195653, KM268000, KM268004, KM268008, KM268012, KM268016, KM268020, KP152398, KP152403, KP152408, KP152413, KP152418, KP152423, KP152428, KP152433, KP152438, KP152444, KP152449, KP152454, KP152459, KP152464, KP152469,	KM115495, KM115499, KM115503, KM115507, KM115511, KM115516, KM115520, KM115524, KM115529, KF638918, KF638925, JQ067107, JQ067101, JQ067096, KJ195543, KJ195575, KJ195604, KJ195626, KJ195638, KM267996, KM268001, KM268005, KM268009, KM268013, KM268017, KM268021, KP152399, KP152404, KP152409, KP152414, KP152419, KP152424, KP152429, KP152434, KP152439, KP152445, KP152450, KP152455, KP152460, KP152465,	KM115496, KM115500, KM115504, KM115508, KM115513, KM115517, KM115521, KM115525, KF638914, KF638919, KF638926, JQ067105, JQ067100, JQ067095, KJ195544, KJ195590, KJ195607, KJ195630, KJ195640, KM267997, KM268002, KM268006, KM268010, KM268014, KM268018, KP152395, KP152400, KP152410, KP152415, KP152420, KP152425, KP152430, KP152435, KP152441, KP152446, KP152451, KP152456, KP152461, KP152466,	KM115497, KM115501, KM115505, KM115509, KM115514, KM115518, KM115522, KM115526, KF638915, KF638920, KF638927, JQ067104, JQ067103, JQ067099, JQ067098, KJ195541, KJ195568, KJ195601, KJ195611, KJ195616, KJ195635, KJ195650, KM267998, KM267999, KM268003, KM268007, KM268011, KM268015, KM268019, KP152396, KP152402, KP152407, KP152412, KP152417, KP152422, KP152427, KP152432, KP152437, KP152442, KP152448, KP152453, KP152458, KP152463, KP152468, KP152473,
-----------------------	---	--	---	---

Продолжение таблицы 1

<i>Aphis gossypii</i>	KP152474, KP152475, KP152476, KP152477, KP152478, KP152479, KP152480, KP152481, KP152482, KP152483, KP152484, KR856186, GQ904133, GQ904131, GQ904129, GQ904099, GQ904097, GQ904134, GQ904132, GQ904130, GQ904100, GQ904098, GQ904096, KY835677, EU701386, EU701378, EU701379, EU701391, EU701364, EU701416, EU701422, EU701397, EU701414, EU701370, EU701363, EU701398, EU701412, EU701393, EU701395, EU701420, EU701401, EU701368, EU701371, EU701388, EU701389, EU701399, EU701372, EU701382, EU701367, EU701409, EU701417, EU701383, EU701418, EU701400, EU701411, EU701392, EU701377, EU701406, EU701374, EU701404, EU701380, COI-5P EU701387, EU701385, EU701410, EU701381, EU701375, EU701390, EU701408, EU701403, EU701405, EU701402, EU701384, EU701396, EU701362, EU701361, EU701359, EU701358, EU701357, EU701356, EU701355, EU701354, EU701352, EU701351, EU701350, EU701349, EU701347, EU701346, EU701345, EU701344, EU701343, EU701342, EU701341, EU701340, EU701339, KR035909, KR033035, KR036664, KR031875, KR032414, KR035174, KR044070, KR031266, KR031761, KR037124, KR037863, KR041527
-----------------------	---

Общая выборка включала 636 нуклеотидных последовательностей гена COI, длиной 680 п.н. каждая, 153 из которых принадлежали *A. craccivora*, 385 – *A. gossypii* и 98 – *M. persicae*. Для каждого вида тлей в отдельности провели множественное выравнивание по референсной последовательности гена COI в программе MEGA8 с использованием алгоритма MUSCLE и рассчитали парные внутривидовые генетические дистанции (GD). Число (h) и дивергенцию (Hd) гаплотипов рассчитали в программе DNAsp. Поиск сайтов рестрикции осуществили в программе BioEdit. Графические рестрикционные карты построили в программе CodonCodeAligner с использованием всех известных ферментов рестрикции и их изоизомеров. ПЦР-

Оценка применимости метода пцр-пдрф-анализа для выявления гаплотипов гена COI у многоядных видов тлей

ПДРФ таблицы создавали по результатам анализа построенных рестрикционных карт.

Результаты. Для изучения внутривидовой генетической варибельности анализируемых видов тлей провели сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей гена COI в области с 17 по 722 нуклеотид полного гена. В результате анализа парных внутривидовых генетических дистанций было установлено, что тли *A. craccivora* обладают более высоким уровнем внутривидовой генетической варибельности в сравнении с *A. gossypii* и *M. persicae*. У *A. craccivora* и *A. gossypii* было выявлено одинаковое число гаплотипов при пересчете на 100 нуклеотидных последовательностей, и оказалось несколько выше, чем у тлей *M. persicae*. Интересным представляется то, что *A. gossypii* демонстрировали большее число гаплотипов COI, однако имели низкий уровень дивергенции между ними (таблица 2). На основе полученных данных, можно заключить, что *A. craccivora* обладают более высоким уровнем внутривидовых генетических различий, чем *A. gossypii* и *M. persicae*.

Таблица 2

Внутривидовые генетические различия, рассчитанные на основе анализа нуклеотидных последовательностей гена COI, для всех анализируемых видов тлей

Критерии	Вид тли		
	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Myzus persicae</i>
GD мин.–макс. (средн.)	0,000–0,086 (0,004)	0,000–0,032 (0,002)	0,000–0,070 (0,001)
H	43	87	17
H/100	23	21	15
Hd	0,834	0,604	0,605

Учитывая вышесказанное, мы попробовали выявить конкретные гаплотипы гена COI у анализируемых видов тлей. Для каждого вида в отдельности были построены рестрикционные карты с использованием всех известных ферментов рестрикции. Оказалось, что всего для последовательностей *A. craccivora* было обнаружено 44, *A. gossypii* – 36, *M. persicae* – 37 сайтов рестрикции. После анализа рестрикционных карт нами были выбраны 6 ферментов для *A. craccivora*, 5 – для *A. gossypii* и 5 – для *M. persicae*, позволяющих выявлять конкретных гаплотипы (рисунок 1).

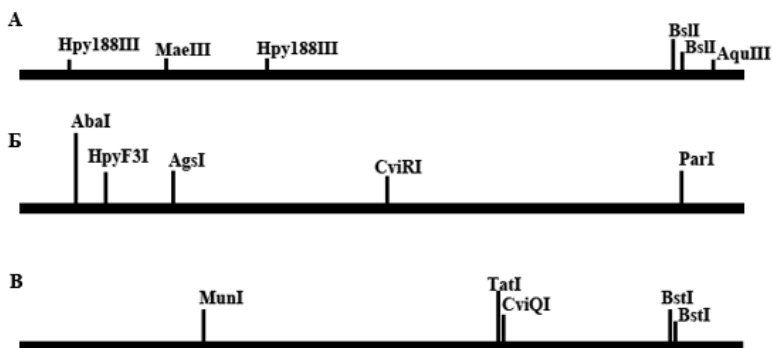


Рисунок 1 – Рестрикционные карты фрагмента COI тлей *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* и *Myzus persicae*, содержащие информацию о наличии расположения сайтов узнавания для ферментов рестрикции

На основе полученных данных мы создали ПЦР-ПДРФ ключи для выявления конкретных гаплотипов у тлей *A. craccivora*, *A. gossypii* и *M. persicae*.

Оценка применимости метода пцр-пдрф-анализа для выявления гаплотипов гена COI у многолетних видов тлей

Таблица 3

ПЦР-ПДРФ таблица для диагностики конкретных гаплотипов у тлей *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* и *Myzus persicae*, построенная на основе анализа нуклеотидных последовательностей гена COI

Вид тлей	Идентифицируемые гаплотипы	Название фермента рестрикции	Сайт узнавания фермента рестрикции	Длина образующихся фрагментов
<i>A. craccivora</i>	2	Hpy188III	TC^NNGA	54+651 245+460
	1	MaeIII	^GTNAC	148+557
	1	BstII	CTCGAG	646+59 647+58
	1	AquIII	GAGGAG (20/18)	676+29
<i>A. gossypii</i>	1	AbaI	T^GATCA	50+655
	2	HpyF3I	C^TNAG	74+631 58+647
	2	AgsI	TTS^AA	114+591 150+555
	1	CviRI	TG^CA	318+387
	1	ParI	T^GATCA	553+152
<i>M. persicae</i>	1	MunI	C^AATTG	192+513
	1	TatI	W^GTACW	473+232
	1	CviQI	G^TAC	474+231
	1	BsII	CCNNNNN^ NNGG	647+58

Примечание: ^ – точка разрезания

Таким образом, в рамках данного исследования, мы оценили разрешающую способность метода ПЦР-ПДРФ-идентификации для выявления гаплотипов COI у многолетних видов *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* и *Myzus persicae*. Прделанная работа свидетельствует о том, что

данных метод позволяет выявлять только некоторые гаплотипы COI у многоядных видов тлей, характеризующихся низким уровнем полиморфизма. Однако необходимо отметить, что метод ПЦР-ПДРФ позволяет с высокой точностью идентифицировать труднодифференцируемые по морфологическим признакам виды тлей на разных стадиях их жизненного цикла [10], а также может быть использован для выявления подвидов у так называемых «хороших» видов тлей, то есть видов, обладающих низким количеством нуклеотидных замен [11].

Авторы выражают огромную признательность кандидату биологических наук ГНПО НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам Т.П. Липинской, а также младшему научному сотруднику кафедры зоологии БГУ Д.Г. Жорову за участие в получении результатов.

Список использованных источников:

- 1) Vilcinskis, A. Biology and ecology of aphids / A. Vilcinskis – Germany, 2016. – 282 pp.
- 2) Cates, A.G. Feeding patterns of monophagous, oligophagous, and polyphagous insect herbivores: The effect of resource abundance and plant chemistry // *Oecologia*. – 1980. – Vol. 46. – P. 22–31.
- 3) Blackman R.L., Eastop V.F. Aphids of the world trees. An identification and information guide. – London: CAB International, 1994. – 1024 pp.
- 4) Holman, J. Host plant catalog of aphids. Palaearctic region. – Berlin: Springer Science, 2009. – 1216 pp.
- 5) Люцерновая тля (*Aphis craccivora* Koch) в зеленых насаждениях Беларуси / Д.Г. Жоров [и др.] // Труды БГУ. – 2015. – Т.10, ч.1. – С. 381–388.

Оценка применимости метода пцр-пдрф-анализа для выявления гаплотипов гена COI у многолетних видов тлей

6) Попова, А.А. Типы приспособлений тлей к питанию на кормовых растениях / А.А. Попова. – Л. : Наука, 1967. – 291 с.

7) Blackman, R.L. Aphids of the world trees. An identification and information guide / R.L. Blackman, V.F. Eastop. – London: CAB International, 1994. – 1024 pp.

8) Popkin, M. Large-scale phylogeographic study of the cosmopolitan aphid pest *Brachycaudus helichrysi* reveals host plant associated lineages that evolved in allopatry / M. Popkin [et al.] // Biological Journal of the Linnean Society. – 2017. – Vol. 120 (1). – P. 102–114.

9) Ratnasingham, S. BOLD: The Barcode of Life Data System (www.barcodinglife.org) / S. Ratnasingham, P.D.N. Hebert // Molecular Ecology Notes. – 2007. – doi: 10.1111/j.1471-8286.2006.01678.x. – P. 1–10.

10) Воронова, Н.В. Применимость метода ПЦР-ПДРФ анализа баркодинг-региона COI для идентификации инвазивных видов насекомых в фауне Беларуси (на примере тлей рода *Aphis* L.) / Н.В. Воронова, М.М. Воробьева, Д.Г. Жоров, С.В. Буга // Молекулярная и прикладная генетика: сб. научн. тр. – 2016. – Т. 21. – С. 64–70.

11) Воробьева, М.М. Эффективность использования метода ПЦР-ПДРФ анализа для диагностики подвидов у тлей на примере *Aphis fabae* Scopoli, 1763 и *Myzus cerasi* (Fabricius, 1775) / М.М. Воробьева, Н.В. Воронова // Зоологические чтения – 2017: сборник статей Международной научно-практической конференции, Гродно, 15–17 марта 2017 г., ГрГУ им. Я. Купалы; под ред. О.В. Янчуревич [и др.]. – Гродно: ГрГУ, 2017. – С. 49–52.

The estimation of the applicability of PCR-RFLP analysis method for detection of haplotypes among polyphagous species of aphids (on the example of *Aphis craccivora* Koch, *Aphis gossypii* Glover, *Myzus persicae* (Sulzer))

M.M. Varabyova, N.V. Voronova

KEY WORDS: POLYPHAGOUS SPECIES, RESTRICTION MAPS, PCR-RFLP KEYS, APHIS CRACCIVORA, APHIS GOSSYPHII, MYZUS PERSICAE

The 636 nucleotide sequences of the COI gene from *A. craccivora*, *A. gossypii*, and *M. persicae* were analyzed in the work. As a result of the analysis, a high level of intraspecific genetic differences in the analyzed aphid species was revealed. On the basis of the obtained data the restriction maps were constructed and the PCR-RFLP keys were created to identify some haplotypes of COI genes among the polyphagous species of aphids *A. craccivora*, *A. gossypii*, and *M. persicae*.

СОДЕРЖАНИЕ

A. Barševskis, A. Dunskis	11	
CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF <i>NEMOPHAS</i> THOMSON, 1864 AND <i>NEMOPLOPHORA</i> WALLIN, KVAMME & NYLANDER, 2014 (COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE)		
A. Rukmane, A. Barševskis	16	
TO THE KNOWLEDGE OF <i>PACHYRHYNCHUS ORBIFER</i> WATERHOUSE, 1841 (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) SPECIES FAUNA, DISTRIBUTION AND BIOGEOGRAPHY		
А.Т. Автаева, Ш.А. Кушалиева	26	
СОСТАВ	ЛОКАЛЬНЫХ	ФАУН
ЖУЖЕЛИЦ	ЧЕЧЕНСКОЙ	РЕСПУБЛИКИ
О.Р. Александрович, С.В. Бойко, А. Косэвска	46	
РАСШИРЕНИЕ АРЕАЛА ХЛЕБНОЙ ЖУЖЕЛИЦЫ (COLEOPTERA, CARABIDAE, <i>ZABRUS TENEBRIOIDES</i> (GOEZE, 1777)) НА СЕВЕР В СРЕДНЕЙ ЕВРОПЕ		
В.И. Алексеев, А. Букейс	55	
НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЖУКАМ (COLEOPTERA) КРАСНОЙ КНИГИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ		

В.В. Аникин, М.И. Никельшпарг	64
ПАРАЗИТИРОВАНИЕ <i>EUELMUS</i> <i>SP.</i> (HYMENOPTERA: EUELMIDAE) НА <i>AULACIDEA</i> <i>HIERACII</i> (HYMENOPTERA: CYNIPIDAE)	
А.А. Беспалый, О.В. Прищепчик	71
СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЖУКА-ОЛЕНЯ (<i>LUCA-</i> <i>NUSCERVUS</i>) НА ТЕРРИТОРИИ ПРИ УСАДЕБНОГО УЧАСТКА	
А. С. Богачёва, Л. А. Ганушкина, В.М. Ракова, Е. В. Шайкевич	78
КОМАРЫ ВИДА <i>OCHLEROTATUS</i> <i>CANTANS</i> MEIGEN, 1818 КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПЕРЕНОСЧИКИ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ ДИРОФИЛЯРИОЗА	
Е.В. Бречко	83
ИЗМЕНЧИВОСТЬ РИСУНКА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПЕРЕДНЕСПИНКИ ИМАГО КОЛОРАДСКОГО ЖУКА (<i>LEPTINOTARSA</i> <i>DECEMLINEATA</i> <i>SAY</i>)	
А.В. Быковская, М.Г. Немкевич	102
РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ЗЛАКОВЫХ ТЛЕЙ (ARHIDIDAE) В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ БЕЛАРУСИ	
М.В. Волосач	112
КРАТКИЙ ОБЗОР МИНИРУЮЩИХ МУХ (DIPTERA, AGROMYZIDAE) ФАУНЫ БЕЛАРУСИ	

М.М. Воробьева, Н.В. Воронова	116
ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДА ПЦР-ПДРФ-АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГАПЛОТИПОВ ГЕНА COI, У МНОГОЯДНЫХ ВИДОВ ТЛЕЙ (НА ПРИМЕРЕ <i>APHIS CRACCIVORA</i> КОСН, <i>APHIS GOSSYPHII</i> GLOVER, <i>MYZUS PERSICAE</i> (SULZER))	
Н.В. Воронова, М.М. Воробьева, Я.В. Ковалев, Р.С. Шулинский, А.Д. Раловец	130
АКТИВНОСТЬ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ ЭСТЕРАЗ И УСТОЙЧИВОСТЬ К ИНСЕКТИЦИДАМ В ЛАБОРАТОРНЫХ ЛИНИЯХ ТЛЕЙ <i>MYZUS PERSICAE</i> (SULZER)	
Н.Г. Галиновский, А.А. Кабышева	145
СООБЩЕСТВА ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (ЕСТОГНАТА, СОЛЕОПТЕРА) ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕК ИПУТЬ И СОЖ В ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА ГОМЕЛЬ	
М.Ю. Гильденков	161
К ПОНИМАНИЮ ВИДА <i>COPROPHILUS</i> (<i>S.STR.</i>) <i>CASTORIS</i> CAMPBELL, 1979 (COLEOPTERA: STARHYLINIDAE: OXYTELINAE)	
Е.И. Гляковская	168
КОМПЛЕКС ФИТОФАГОВ ПОВРЕЖДАЮЩИХ ЛИПЫ (<i>TILIA</i> L.) В УСЛОВИЯХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГРОДНЕНСКОГО ПОНЕМАНЯ	
В.В. Горбач	178