

**МИНСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра молекулярной биологии**

Аннотация к дипломной работе

ШУЛЬГОВИЧ
Анна Михайловна

**ЦИТОХРОМЫ P450 КЛАДЫ CYP3 И CYP4 У ТЛИ
*MACROSIPHUM ROSAE***

Научный руководитель:
кандидат биологических наук,
доцент
Воронова-Барте Н.В.

Минск, 2024

РЕФЕРАТ

Дипломная работа 50 с., 11 рис., 11 табл., 65 источников.

Ключевые слова: цитохромы P450, детоксикация, геномика, эволюция генных семейств, тли.

Объект исследования: цитохромы P450 у разных видов тлей.

Цель: получение научных данных об эволюции и адаптации цитохромов P450 у тли *Macrosiphum rosae*.

Материалы и методы: цитохромы P450 тли *M. rosae*, чей геном был аннотирован впервые, цитохромы P450 тли *Aphis craccivora*, чей геном был аннотирован сотрудниками СНИЛ биоинформатики и молекулярной эволюции животных, а также цитохромы P450 7 видов тлей из генетической базы GenBank. Методы: биоинформатические, компьютерные.

По результатам работы, было обнаружено 7 генов CYP380, 7 генов CYP4, 17 генов CYP6 — цитохромов P450, относящихся к системе детоксикации у тли *M. rosae*.

Среди последовательностей CYP380 и CYP4, к группам с самой высокой филогенетической нестабильностью относится именно семейство CYP380, которое, согласно исследованиям, сверхэкспрессируется при поглощении сульфоксафлора. Полученные данные подтверждает происходящую эволюционную адаптацию к данному виду инсектицидов. В геноме *M. rosae* была найдена дупликация гена из этого семейства — CYP380C35.

К самым эволюционно-нестабильным последовательностям были отнесены гены CYP6C3, CYP6C6, CYP6C9, которые непосредственно относятся к детоксикации неоникотиноидов

В ходе расчета скорости эволюции было замечено, что паралоги имеют более высокие значения dN/dS . То есть они в большей степени находятся под действием эволюционного отбора. А также некоторые из этих паралогичных генов имеют низкий показатель ds , т.е. эти последовательности являются молодыми. Дуплицированный ген CYP380C35 имеет относительно высокий показатель dN/dS (0,4935) и низкий показатель dS (0,0298). То есть он с большей вероятностью образовался в процессе дупликации (является более молодой последовательностью), а также в ходе приспособления к ксенобиотикам быстро меняет свою функцию.

РЭФЕРАТ

Дыпломная работа 50 с., 11 мал., 11 табл., 65 крыніц.

Ключавыя словы: цытахромы P450, дэтаксікацыя, геноміка, эвалюцыя генных сямействаў, тлі.

Аб'ект даследавання: цытахромы P450 у розных відаў тлей

Мэта даследавання: атрыманне навуковых дадзеных аб эвалюцыі і адаптацыі цытахромаў P450 у тлі *Macrosiphum rosae*.

Матэрыялы і метады: цытахромы P450 тлі *M. rosae*, чый геном быў анатаваны ўпершыню, цытахром P450 тлі *Aphis craccivora*, чый геном быў анатаваны супрацоўнікамі СНДЛ біяінфарматыкі і малекулярнай эвалюцыі жывёл, а таксама цытахромы P450 7 відаў тлей з генетычнай базы GenBank. Метады: біяінфарматычныя, кампутарныя.

Па выніках працы, было выяўлена 7 генаў CYP380, 7 генаў CYP4, 17 генаў CYP6 — цытахромаў P450, якія адносяцца да сістэмы дэтаксікацыі ў тлі *M. rosae*.

Сярод паслядоўнасцяў CYP380 і CYP4, да груп з самай высокай філагенетычных нестабільнасцю ставіцца менавіта сямейства CYP380, якое, паводле даследаванняў, зверхэкспрасуецца пры паглыннанні сульфаксафлору. Атрыманыя дадзеныя пацвярджаюць эвалюцыйную адаптацыю, якая адбываецца да дадзенага тыпу інсектыцыдаў. У геноме *M. rosae* была знойдзена дуплікацыя гена з гэтага сямейства – CYP380C35.

Да самых эвалюцыйна-нестабільных паслядоўнасцяў былі аднесены гены CYP6CУ3, CYP6CУ6, CYP6CУ9, якія непасрэдна звязаны з дэтаксікацыйнай неанікатыноідаў.

У ходзе разліку хуткасці эвалюцыі было заўважана, што паралагі маюць больш высокія значэнні dN/dS. Гэта значыць, яны ў большай ступені знаходзяцца пад дзеяннем эвалюцыйнага адбору. А таксама некаторыя з гэтых паралагічных генаў маюць нізкі паказчык dS, гэта значыць гэтыя паслядоўнасці з'яўляюцца маладымі. Дупліцыраваны ген CYP380C35 мае адносна высокі паказчык dN/dS (0,4935) і нізкі паказчык dS (0,0298). Гэта значыць, што ён з большай верагоднасцю ўтварыўся ў працэсе дуплікацыі (з'яўляецца больш маладой паслядоўнасцю), а таксама ў ходзе прыстасавання да ксенабіётыкаў хутка мяняе сваю функцыю.

ABSTRACT

Diploma project 50 p., 11 figures, 11 tables, 65 sources.

Keywords: cytochromes P450, detoxification, genomics, evolution of gene families, aphids.

Object of the research: cytochromes P450 in different aphid species.

The aim of the research: to obtain scientific data on the evolution and adaptation of cytochromes P450 in aphids *Macrosiphum rosae*.

Materials and methods: cytochromes P450 of aphid *M. rosae*, whose genome was annotated for the first time, cytochromes P450 of aphid *Aphis craccivora*, whose genome was annotated by the staff of student research laboratory of Bioinformatics and Molecular Evolution of animals, as well as cytochromes P450 of 7 species of aphids from the GenBank genetic database. Methods: bioinformatics, computer.

According to the results of the work, 7 genes of CYP380, 7 genes of CYP4, 17 genes of CYP6 — cytochromes P450 related to the detoxification system in aphids of *M. rosae* were found.

Among the CYP380 and CYP4 sequences, the groups with the highest phylogenetic instability include precisely the CYP380 family, which, according to studies, is overexpressed when sulfoxaflor is absorbed. The data obtained confirms the ongoing evolutionary adaptation to this type of insecticide. A duplication of a gene from this family, CYP380C35, was found in the genome of *M. rosae*.

The genes CYP6CY3, CYP6CY6, and CYP6CY9, which are directly related to the detoxification of neonicotinoids, were attributed to the most evolutionarily unstable sequences

During the calculation of the rate of evolution, it was noticed that paralogs have higher values of dN/dS. That is, they are more under the influence of evolutionary selection. And also some of these paralogous genes have a low dS score, i.e. these sequences are young. The duplicated CYP380C35 gene has a relatively high dN/dS index (0.4935) and a low dS index (0.0298). That is, it is more likely to have been formed during duplication (it is a younger sequence), as well as during adaptation to xenobiotics, it quickly changes its function.