

УДК 340.64:577.213.32:572.2

© Яворський Б. І., Кривда Р.Г., Івашина О.Х., Войченко В.В., 2011

РЕЗУЛЬТАТИ ПОПУЛЯЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 15 АУТОСОМНИХ МІКРОСАТЕЛІТНИХ ЛОКУСІВ ГЕНОМНОЇ ДНК У ЗМІШАНІЙ ПОПУЛЯЦІЇ МЕШКАНЦІВ УКРАЇНИ

Яворський Б. І., Кривда Р.Г., Івашина*О.Х., Войченко*В.В.

Одеський національний медичний університет, Одеса, Україна; *Дніпропетровське обласне бюро судово-медичної експертизи

Яворський Б.І., Кривда Р.Г., Івашина О.Х., Войченко В.В. Результати популяційних досліджень 15 аутосомних мікросателітних локусів геномної ДНК у змішаній популяції мешканців України // Український морфологічний альманах. – 2011. – Том 9, № 2. – С. 124-131.

Проведено дослідження розподілу частот алелів 15 аутосомних STR-локусів (D8S1179, D21S11, D7S820, CSF1PO, D3S1358, TH01, D13S317, D16S539, D2S1338, D19S433, vWA, TPOX, D18S51, D5S818, FGA), які входять до складу набору AmpFISTR®Identifiler" (Applied Biosystems", США), серед сумарної вибірки, що складається з 922 неспоріднених представників змішаних популяцій Київського, Дніпропетровського, Одеського і Донецького регіонів. В роботі наведені алельні частоти для кожного дослідженого поліморфного локусу, а також значення сукупного дискримінуючого потенціалу (PD) вивченої системи локусів для кожної з досліджених популяцій.

Ключові слова: аутосомні STR-локуси, ідентифікація особи, популяційна вибірка, генетичне різноманіття.

Яворський Б.И., Кривда Р.Г., Ивашина О.Х., Войченко В.В. Результаты популяционных исследований 15 аутосомных микросателлитных локусов геномной ДНК в смешанной популяции населения Украины // Украинский морфологический альманах. – 2011. – Том 9, № 2. – С. 124-131.

Проведено исследование распределения частот аллелей 15 аутосомных STR-локусов (D8S1179, D21S11, D7S820, CSF1PO, D3S1358, TH01, D13S317, D16S539, D2S1338, D19S433, vWA, TPOX, D18S51, D5S818, FGA), которые входят в состав набора AmpFISTR®Identifiler" (Applied Biosystems", США), среди суммарной выборки, состоящей из 922 неродственных представителей смешанных популяций Киевского, Днепропетровского, Одесского и Донецкого регионов. В работе приводятся аллельные частоты для каждого исследованного полиморфного локуса, а также значения совокупного дискриминирующего потенциала (PD) изученной системы локусов для каждой из исследованных популяций.

Ключевые слова: аутосомные STR-локусы, ДНК-идентификация, популяционная выборка, генетическое разнообразие.

Yavorsky B.I., Krivda R.G., Ivashina O.H., Voichenko V.V. THE RESULTS OF population RESEARCH of 15 autosomal microsatellite genomic DNA loci in Ukrainian mixed population // Український морфологічний альманах. – 2011. – Том 9, № 2. – С. 124-131.

The research of distribution of 15 autosomal STR-loci (D8S1179, D21S11, D7S820, CSF1PO, D3S1358, TH01, D13S317, D16S539, D2S1338, D19S433, vWA, TPOX, D18S51, D5S818, FGA), included in the AmpFISTR®Identifiler" kit (Applied Biosystems", USA), has been performed among a sample of 922 blood-unrelated persons from mixed populations of Kiev, Dnepropetrovsk, Odessa and Donetsk regions. Allele frequencies and combined power of discrimination (PD) for the STR-loci investigated were estimated for the populations under study.

Key words: autosomal STR-loci, DNA-identification, population, genetic diversity.

Судово-медична молекулярно-генетична експертиза речових доказів та біологічних зразків призначається по кримінальним та цивільним справам, при розслідуванні котрих виникає необхідність судово-медичного дослідження з метою ідентифікації особи та встановлення біологічної спорідненості (батьківства або материнства). На теперішній час цей метод є найбільш доказовим при аналізі біологічних об'єктів при проведенні судово-медичної експертизи.

При цьому сучасний рівень використання молекулярно-генетичних технологій у судовій експертизі ставить високі вимоги до науково-методичного арсеналу, який базується як на новітніх досягненнях академічної біологічної науки, так і на поглиблених розробках і модифікаціях молекулярно-генетичних методів з подальшою їх адаптацією у руслі прикладного судово-медичного напрямку.

Першим етапом до початку проведення судово-медичних молекулярно-генетичних експертиз є створення популяційних (референтних) ДНК-баз даних біологічних зразків від представників досліджуваної популяції (неспоріднених індивідумів) на основі використовуваної індивідуалізуючої системи.

З розвитком сучасних молекулярно-біологічних технологій на основі полімеразної ланцюгової реакції (ПАР) значно зросли можливості високополіморфних ДНК-маркерів. Локуси з короткими тандемними повторами (short tandem repeat, STR) стали

важливим ДНК-інструментом в криміналістичних дослідженнях. Для STR-локусів характерна коротка довжина алелів, що важливо при роботі з деградованим матеріалом, а значний поліморфізм ДНК-маркерів забезпечує можливість ідентифікації особи і встановлення біологічної спорідненості з високим рівнем достовірності. Після виявлення ДНК-профілю біологічного сліду або зразка обов'язковою є стадія розрахунку достовірності експертного виводу, що вимагає окремого наукового і інформаційного забезпечення.

Для забезпечення потреб криміналістичного ДНК-аналізу і розрахунку необхідних для нього статистичних параметрів потрібні наукові відомості про частоти зустрічальності алелів у кожній конкретній популяції, оскільки практично для всіх ДНК-маркерів показана етно-расова варіабельність. Це визначає необхідність створення референтних баз даних розподілу ДНК-маркерів на основі дослідження генетичної структури населення країни з врахуванням етнічних, історичних та територіальних особливостей її формування [1].

Дослідження поліморфізму ДНК-маркерів широко проводяться в багатьох країнах світу. Перші кроки по дослідженню української популяції здійснювалися співробітниками відділу генетики людини Інституту молекулярної біології і генетики НАН України під керівництвом доктора біологічних наук

Лівшиць Л.А. [2]. Пізніше цією проблемою займався колектив Одеського обласного бюро під керівництвом доктора медичних наук, професора Кривди Г.Ф. Отримані дані дозволили визначити параметри інформативності проаналізованих мінісателітних та мікросателітних локусів та розробити панель ДНК-маркерів, перспективних для проведення ідентифікації та встановлення біологічної спорідненості [3].

У 2008 році співробітниками кафедри судової медицини ОДМУ розпочата науково-дослідницька робота по проведенню популяційно-статистичного аналізу змішаних популяцій мешканців декількох областей та великих міст України – Києва, Донецька, Одеси і Дніпропетровська з використанням сучасних індивідуалізуючих систем на основі мікросателітних локусів геному людини [4, 5, 6].

Метою даної роботи було вивчення алельного різноманіття 15 мікросателітних локусів, які складають мультиплексну систему для ПАР-ампліфікації набору AmpFISTR®Identifiler" (Applied Biosystems", США) та аналогічних монолокусних систем виробництва НПФ «АТГ-Биотех» (м. Москва, Росія), в змішаних популяціях мешканців міст Одеси, Києва, Донецька, Дніпропетровська і відповідних областей.

Для цього проводили оцінку алельних частот і значущих статистичних параметрів, оцінювали параметри придатності досліджуваних 15 локусів у чотирьох змішаних популяціях для вирішення судово-медичних експертних завдань.

У даній роботі наводяться перші дані про мінливість п'ятнадцяти мікросателітних локусів, генотипованих за допомогою мультилокусної системи AmpFISTR®Identifiler" для ПАР-ампліфікації та аналогічних монолокусних систем виробництва НПФ «АТГ-Биотех» в змішаних популяціях міста Одеси і Одеської області (N= 241), міста Києва і Київської області (N= 211), міста Донецька і Донецької області (N= 150), міста Дніпропетровська і Дніпропетровської області (N= 320).

Матеріали і методи дослідження. Вибірки з 241 неспоріднених представників змішаної популяції міста Одеси і Одеської області, з 211 неспоріднених представників змішаної популяції міста Києва і Київської області, з 320 неспоріднених представників змішаної популяції міста Дніпропетровська і Дніпропетровської області були сформовані із зразків рідкої крові, отриманих у Одеському обласному бюро СМС, Київському міському бюро СМЕ та Дніпропетровському обласному бюро СМЕ в ході проведення судово-медичних досліджень. Вибірка з 150 неспоріднених представників змішаної популяції міста Донецька і Донецької області була сформована із зразків крові, отриманих у науково-дослідному експертно-криміналістичному Центрі МВС України у Донецької області при проведенні судово-медичних молекулярно-генетичних досліджень.

Геномну ДНК виділяли з зразків рідкої крові за допомогою набору «NucleoSpin®Blood» для виділення геномної ДНК фірми «MACHEREY-NAGEL» (Німеччина) та з використанням іонообмінної смоли Chelex[®] 100 (BioRad, США) відповідно до рекомендацій, які додаються виробниками реагентів. Концентрацію виділеної ДНК, при використанні набору «NucleoSpin®Blood» вимірювали флуориметрично за допомогою ДНК-флуориметра Hoefer DyNA Quant[™]200 («Hoefer Scientific Instruments», США),

згідно з інструкцією до приладу.

Виділену геномну ДНК зразків крові типували за допомогою методу полімеразної ланцюгової реакції за наступними гіперваріабельними локусами: D8S1179 (хромосома 8); D21S11 (хромосома 21q11.2-q21); D7S820 (хромосома 7q11.21-22); CSF1PO (хромосома 5q33.3-49); D3S1358 (хромосома 3p); TH01 (хромосома 11p15.5); D13S317 (хромосома 13q22-31); D16S539 (хромосома 16q24-qter); D2S1338 (хромосома 2q35-37.1); D19S433 (хромосома 19q12-13.1); vWA (хромосома 12p12-pter); TPOX (хромосома 2p23-2pter); D18S51 (хромосома 18q21.3); D5S818 (хромосома 5q21-31); FGA (хромосома 4q28), які входять до складу мультиплексної системи набору AmpFISTR®Identifiler" (Applied Biosystems", США) згідно з інструкцією, яка додається виробником реагентів [7]. Також проводили типування виділеної ДНК за аналогічними гіперваріабельними STR-локусами в монолокусному форматі виробництва НПФ «АТГ-Биотех».

При постановці ПАР здійснювали негативний контроль (реакційна суміш містила всі компоненти, окрім ДНК) і позитивний контроль (реакційна суміш містила ДНК з відомим набором алелів по кожному локусу). Зразки контрольної ДНК надані виробником реагентів. Дослідження проводили з використанням системи «GeneAmp® PCR 2720» ("Applied Biosystems", США) та «PTC-220 DNA Engine Dyad» (Bio-Rad, США), згідно з наведеними інструкціями.

Продукти ампліфікації фракціонували електрофоретично з використанням генетичного аналізатору 3130 Genetic Analyzer ("Applied Biosystems", США) відповідно до рекомендацій виробника. Аналіз продуктів ампліфікації з встановленням алелів проводили за допомогою програми «Gene Mapper ID Software Version 3.1».

Ампліфіковані фрагменти ДНК, отримані в монолокусному форматі, розділяли електрофорезом в 8% поліакриламідних денатуруючих гелях (ПААГ) відповідно до рекомендацій виробника. Візуалізацію продуктів ампліфікації проводили фарбуванням нітратом срібла. Електрофореграми, отримані в ПААГ, сканували на сканері "HP Scanjet G2410" Розміри продуктів ПАР (номери алелів) для кожного з досліджуваних локусів ДНК визначали за допомогою відповідних локус-специфічних алельних маркерів.

Оцінку відповідності розподілу генотипів рівновазі Харді-Вайнберга проводили за допомогою точного тесту Гуо і Томпсона з використанням критерію χ^2 [8]. Статистичні параметри на основі розподілу генотипів і частот алелів для кожного локусу, які надають інформативність для популяційно-генетичних і криміналістичних досліджень, зокрема дискримінуючий потенціал (PD), індекс поліморфізму (PIC), ймовірність випадкового збігу (MP), потенціал виключення (PE) розраховували з використанням комп'ютерної програми PowerStatsV12 ("Promega Corp.", США), див. таблиця 2,3,4,5 [9]. Спостережасму гетерозиготність (Ho) і очікувану гетерозиготність (He) розраховували за методом [10].

Результати дослідження та їх обговорення. В таблицях 1-4 представлені частоти алелів і основні популяційні характеристики поліморфізму 15 STR-локусів, які складають мультиплексну систему для ПАР-ампліфікації набору AmpFISTR®Identifiler" (Applied Biosystems", США) та локусів, що входять до

складу монолукосної індивідуалізуючої системи розробленою НПФ «АТГ-Биотех» у 241 представника змішаної популяції міста Одеси і Одеської області, у 211 представників змішаної популяції мешканців міста Києва і Київської області, у 150 представників змішаної популяції міста Донецька і Донецької області, у 320 представників змішаної популяції міста Дніпропетровська і Дніпропетровської області. Всього в досліджених змішаних популяціях мешканців України виявлено 147 алелів. Число алелів в окремих популяціях варіює від 129 в Донецькій вибірці до 147 у Одеській, в Київській і Дніпропетровській популяціях встановлено 142 і 133 алелі відповідно. Середньопопуляційний рівень гетерозиготності складає 0,785, очікувана гетерозиготність сумарної вибірки - 0,787. Рівень гетерозиготності окремих популяцій статистично не розрізняється, змінюючись в діапазоні від 0,77 у Дніпропетровській популяції до 0,793 у Донецькій вибірці.

Відхиленість спостережуваних частот генотипів від рівноважного розподілу Харді-Вайнберга не виявлено, тобто перевірка гіпотези про рівновагу з використанням критерію χ^2 показала відповідність спостережуваних частот зустрічальності генотипів теоретично очікуваним.

Порівняльний аналіз отриманих нами даних при

типуюванні мікросателітних локусів у змішаних популяціях мешканців міст Одеси, Києва, Донецька, Дніпропетровська і відповідних областей виявив практично схожий характер розподілу частот алелів по локусам: D8S1179, D21S11, D7S820, TH01, D13S317, D16S539, D2S1338, D19S433, TPOX. При цьому Одеська і Донецька популяції характеризуються підвищеною частотою алеля 11 по локусу CSF1PO та алеля 15 по локусу D3S1358, між тим у Київській та Дніпропетровській популяціях найрозповсюдженим по локусу D3S1358 є алель 16. В Одеській, Київській та Дніпропетровській вибірках по локусу vWA найрозповсюдженим є алель 17, у Донецькій популяції алелі 16 та 18. Серед осіб, що мешкають у Київському та Дніпропетровському регіонах в локусі D18S51 найчастіше зустрічається алель 16, проте серед представників Донецького і Одеського регіонів більш розповсюдженими виявилися алелі 14 і 15 відповідно. В межах чотирьох досліджених популяційних вибірок серед виявлених алелів в локусі D5S818 найчастіше зустрічаються алелі 11 і 12, в локусі FGA – алелі 21 і 22.

Результати порівняльного аналізу типованих мікросателітних локусів у змішаних популяціях мешканців міст Одеси, Києва, Донецька, Дніпропетровська і відповідних областей дивись в табл. № 1.

Таблиця 1. Частоти найбільш розповсюджених алелів у змішаних популяціях мешканців міст Одеси, Києва, Донецька, Дніпропетровська і відповідних областей

Змішані популяції мешканців міст	Локуси														
	D8S1179	D21S11	D7S820	CSF1PO	D3S1358	TH01	D13S317	D16S539	D2S1338	D19S433	vWA	TPOX	D18S51	D5S818	FGA
Одеса	13 - 0,302	30 - 0,252	10 - 0,293	11 - 0,313	15 - 0,259	9,3 - 0,315	11 - 0,390	12 - 0,333	17 - 0,196	14 - 0,365	17 - 0,279	8 - 0,592	15 - 0,184	11 - 0,355 12 - 0,355	21 - 0,175 22 - 0,179
Київ	13 - 0,314	29 - 0,206 30 - 0,211	10 - 0,287	10 - 0,299 12 - 0,306	16 - 0,280	9,3 - 0,291	11 - 0,384	12 - 0,336	17 - 0,218	14 - 0,352	17 - 0,275	8 - 0,588	16 - 0,190	11 - 0,325 12 - 0,329	21 - 0,182 22 - 0,185
Донецьк	13 - 0,347	29 - 0,263 30 - 0,3	10 - 0,243	11 - 0,308 12 - 0,325	15 - 0,293	9,3 - 0,308	11 - 0,357	12 - 0,319	17 - 0,205	14 - 0,358	16 - 0,243 18 - 0,240	8 - 0,531	14 - 0,174 15 - 0,167	12 - 0,448	21 - 0,244 22 - 0,237
Дніпропетровськ	13 - 0,333	-	10 - 0,292	12 - 0,356	16 - 0,252	9,3 - 0,319	11 - 0,360	12 - 0,317	17 - 0,196	14 - 0,339	17 - 0,264	8 - 0,566	15 - 0,153 16 - 0,155	11 - 0,373	22 - 0,211

Аналіз статистичних характеристик 15 досліджених мікросателітних локусів показав, що найбільш інформативними для генетичної ідентифікації та встановлення біологічної спорідненості виявляються локуси D21S11, D2S1338, D18S51, FGA, які є найбільш варіабельними за рівнем молекулярної різноманітності (кількість спостережуваних алелів > 10) та інформаційний вміст поліморфізму (PIC) > 0,8, див. таблицях 2,3,4,5.

Високі значення індексу дискримінації (PD), які змінюються у діапазоні від 0,9 до 0,967 у Одеській, від 0,91 до 0,968 у Київській, від 0,904 до 0,965 у Донецької, від 0,904 до 0,972 у Дніпропетровській популяційних вибірках відповідно, визначаються у дванадцяти з п'ятнадцяти досліджуваних локусів - D8S1179, D21S11, D7S820, D3S1358, TH01, D13S317, D16S539, D2S1338, D19S433, vWA, D18S51, FGA.

Встановлено, що значення сукупного дискримінуючого потенціалу (PD) вивченої системи 15 мікросателітних локусів у Одеській популяційній вибірці складає 0,99999999999999988, у Київській популяційній вибірці складає 0,9999999999999993, у Донецькій популяційній вибірці складає 0,99999999999999964, у Дніпропетровській популяційній вибірці складає 0,99999999999999987 відповідно, тобто ймовір-

ність випадкового збігу мультилокусного генотипу за 15 поліморфними локусами у двох індивідуумів, обраних з досліджуваних популяційних вибірок, приблизно складає 1:10.000.000.000.000.000 людей.

Висновки: В роботі вперше одержані популяційно-статистичні дані, які характеризують генетичну варіабельність 15 STR-локусів, що складають мультиплексу систему для ПАР-ампліфікації набору AmpFISTR®Identifiler" (Applied Biosystems", США) та аналогічних монолокусних систем виробництва НПФ «АТГ-Биотех» в змішаних популяціях міста Одеси і Одеської області, міста Києва і Київської області, міста Донецька і Донецької області, міста Дніпропетровська і Дніпропетровської області.

Показана висока інформативність дослідженої індивідуалізуючої системи для популяційно-генетичного аналізу і виявлення значний потенціал для прикладних досліджень. Результати проведеної роботи дозволяють науково обґрунтувати і підвищити доказове значення експертних висновків при проведенні судово-медичних молекулярно-генетичних експертиз з метою ідентифікації особи і встановлення біологічного споріднення.

Таблиця 2. Частоти алелів і інші статистичні параметри 15 мікросателітних локусів ДНК в змішаній популяції мешканців міста Одеси і Одеської області (n=241)

Адель	Локуси														
	D8S1179	D21S11	D7S820	CSF1PO	D3S1358	TH01	D13S317	D16S539	D2S1338	D19S433	vWA	TPOX	D18S51	D5S818	FGA
4	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	+	+	-	0,230	-	-	-	-	-	+	-	-	-
7	-	-	0,017	+	-	0,154	-	0,002	-	-	-	0,002	+	0,002	-
8,3	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0,006	-	0,165	0,002	-	0,098	0,127	0,021	-	-	-	0,592	-	0,002	-
9	0,006	-	0,116	0,035	-	0,197	0,077	0,083	-	+	-	0,118	+	0,052	-
9,3	-	-	-	-	-	0,315	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,069	-	0,293	0,276	-	0,006	0,058	0,052	-	0,002	-	0,055	0,008	0,072	-
10,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
10,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0,080	-	0,200	0,313	0,002	+	0,390	0,258	-	0,002	+	0,212	0,008	0,335	-
11,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-
11,3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	0,169	-	0,169	0,298	0,002	-	0,249	0,333	-	0,104	+	0,020	0,082	0,335	-
12,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-
13	0,302	-	0,036	0,062	0,002	-	0,058	0,202	-	0,225	0,002	+	0,128	0,184	-
13,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,013	-	-	+	-	-
13,3	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	0,237	-	0,004	0,014	0,118	-	0,041	0,046	-	0,365	0,105	-	0,165	0,014	-
14,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,023	-	-	+	-	-
15	0,102	-	+	+	0,259	-	+	0,002	+	0,146	0,103	-	0,184	0,004	-
15,2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,031	-	-	-	-	-
16	0,027	-	-	-	0,247	-	-	-	0,044	0,033	0,236	-	0,167	+	+
16,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
16,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,031	-	-	-	-	-
17	0,002	-	-	-	0,243	-	-	-	0,196	0,008	0,279	-	0,119	+	0,004
17,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-	+
18	+	-	-	-	0,122	-	-	-	0,110	-	0,192	-	0,042	-	0,013
18,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,008	-	-	-	-	+
19	+	-	-	-	0,004	-	-	-	0,135	-	0,072	-	0,042	-	0,074
19,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
20	-	-	-	-	+	-	-	-	0,138	-	0,008	-	0,029	-	0,165
20,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
21	-	-	-	-	-	-	-	-	0,029	-	0,002	-	0,017	-	0,175
21,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,006
22	-	-	-	-	-	-	-	-	0,010	-	+	-	0,006	-	0,179
22,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,011
22,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
23	-	-	-	-	-	-	-	-	0,077	-	+	-	0,002	-	0,167
23,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,006
24	-	+	-	-	-	-	-	-	0,121	-	+	-	+	-	0,089
24,2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
24,3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	+	-	-	-	-	-	-	0,119	-	-	-	+	-	0,078
25,2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	+	-	-	-	-	-	-	0,019	-	-	-	+	-	0,025
26,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
27	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	0,004
28	-	+	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-	0,004
28,2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	0,024	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
29,2	-	0,147	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	0,252	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
30,2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
31	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31,2	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
32	-	0,066	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32,2	-	0,055	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
33	-	0,101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
34	-	0,013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,1	-	0,103	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34,2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
35	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,2	-	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
43,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
44,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
45,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
46,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
47,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
51.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
MP	0,068	0,050	0,066	0,118	0,081	0,091	0,100	0,088	0,033	0,076	0,072	0,216	0,034	0,128	0,041
PD	0,932	0,950	0,934	0,882	0,919	0,909	0,900	0,912	0,967	0,924	0,928	0,784	0,966	0,872	0,959
PIС	0,77	0,81	0,78	0,68	0,75	0,74	0,72	0,73	0,86	0,75	0,77	0,54	0,85	0,69	0,85
PE	0,584	0,671	0,548	0,487	0,563	0,548	0,548	0,531	0,778	0,591	0,618	0,263	0,669	0,557	0,675
PI	2,40	3,08	2,19	1,90	2,27	2,19	2,19	2,11	4,62	2,45	2,63	1,18	3,06	2,24	3,12
Ho	0,802	0,833	0,8	0,73	0,78	0,776	0,76	0,767	0,87	0,78	0,8	0,587	0,87	0,86	0,73
He	0,792	0,84	0,77	0,74	0,78	0,772	0,772	0,762	0,89	0,79	0,8	0,576	0,84	0,84	0,78

Примітка. MP – ймовірність випадкового збігу генотипів; PD – дискримінуючий потенціал; PIС – інформаційний вміст поліморфізму; PE – виключаючий потенціал; PI – індекс батьківства; Ho – спостережана гетерозиготність; He - очікувана гетерозиготність.

Таблиця 3. Частоти алелів і інші статистичні параметри 15 мікросателітних локусів ДНК в змішаній популяції мешканців міста Києва і Київської області (n=211)

Алель	Локуси														
	D8S1179	D21S11	D7S820	CSF1PO	D3S1358	TH01	D13S317	D16S539	D2S1338	D19S433	vWA	TPOX	D18S51	D5S818	FGA
4	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	0,002	-	+	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	+	0,002	-	0,251	-	-	-	-	-	+	-	-	-
7	-	-	0,012	0,002	-	0,116	-	-	-	-	-	0,002	+	0,002	-
8	0,002	-	0,136	0,005	-	0,107	0,161	0,017	-	-	-	0,588	-	0,007	-
9	0,002	-	0,156	0,043	-	0,223	0,083	0,109	-	+	-	0,095	+	0,057	-
10	0,067	-	0,287	0,299	-	0,009	0,069	0,066	-	+	-	0,045	0,005	0,081	-
11	0,064	-	0,227	0,265	+	+	0,384	0,235	-	0,007	+	0,248	0,005	0,325	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
13	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	0,167	-	0,148	0,306	+	-	0,192	0,336	-	0,074	+	0,017	0,091	0,329	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-	-	-
16	0,314	-	0,026	0,064	0,005	-	0,064	0,190	-	0,240	+	0,005	0,091	0,190	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,029	-	-	+	-	-
18	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	0,252	-	0,007	0,014	0,137	-	0,043	0,047	-	0,352	0,095	-	0,166	0,009	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,021	-	-	+	-	-
21	0,107	-	+	+	0,227	-	0,005	+	0,005	0,140	0,116	-	0,173	+	-
22	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,031	-	-	-	-	-
23	0,024	-	-	-	0,280	-	-	-	0,066	0,052	0,192	-	0,190	+	+
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,026	-	-	-	-	-
26	+	-	-	-	0,194	-	-	-	0,218	0,002	0,275	-	0,123	+	+
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,010	-	-	-	-	+
28	+	-	-	-	0,147	-	-	-	0,092	-	0,225	-	0,065	-	0,024
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,010	-	-	-	-	+
30	+	-	-	-	0,009	-	-	-	0,109	-	0,081	-	0,026	-	0,104
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,142	-	0,014	-	0,029	0,152
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
36	-	-	-	-	-	-	-	-	0,031	-	0,002	-	0,026	-	0,182
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
38	-	-	-	-	-	-	-	-	0,014	-	+	-	0,010	-	0,185
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,009
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
41	-	-	-	-	-	-	-	-	0,078	-	+	-	+	-	0,121
42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,002
43	-	+	-	-	-	-	-	-	0,097	-	+	-	+	-	0,128
44	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
45	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	-	+	-	-	-	-	-	-	0,121	-	-	-	+	-	0,081
47	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	-	0,005	-	-	-	-	-	-	0,024	-	-	-	+	-	0,009
49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
50	-	0,033	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	0,002
51	-	0,172	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-	+
52	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	-	0,206	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
54	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	-	0,211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
57	-	0,043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
58	-	0,053	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	-	0,108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
60	-	0,010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	-	0,124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
62	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	0,033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
64	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 3.

34.1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34.2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
35	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35.1	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35.2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MP	0,073	0,041	0,072	0,111	0,08	0,087	0,09	0,083	0,032	0,075	0,066	0,236	0,037	0,108	0,038
PD	0,927	0,959	0,928	0,889	0,92	0,913	0,91	0,917	0,968	0,925	0,934	0,764	0,963	0,892	0,962
PIC	0,76	0,83	0,77	0,7	0,76	0,74	0,74	0,74	0,86	0,76	0,78	0,53	0,85	0,7	0,84
PE	0,571	0,689	0,616	0,445	0,61	0,541	0,549	0,558	0,747	0,514	0,575	0,308	0,774	0,5	0,729
PI	2,32	3,27	2,61	1,73	2,57	2,15	2,2	2,24	4,04	2,02	2,34	1,3	4,52	1,95	3,77
Ноб	0,785	0,847	0,81	0,711	0,81	0,768	0,773	0,777	0,876	0,752	0,787	0,614	0,889	0,744	0,867
Hex	0,793	0,849	0,8	0,741	0,792	0,778	0,772	0,777	0,876	0,788	0,808	0,581	0,868	0,74	0,86

Примітка. MP – ймовірність випадкового збігу генотипів; PD – дискримінуючий потенціал; PIC – інформаційний вміст поліморфізму; PE – виключаючий потенціал; PI – індекс батьківства; Но – спостережана гетерозиготність; Не - очікувана гетерозиготність.

Таблиця 4. Частоти алелів і інші статистичні параметри 15 мікросателітних локусів ДНК в змішаній популяції мешканців міста Донецька і Донецької області (n=150)

Алель	Локуси														
	D8S1179	D21S11	D7S820	CSF1PO	D3S1358	TH01	D13S317	D16S539	D2S1338	D19S433	vWA	TPOX	D18S51	D5S818	FGA
4	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	+	+	-	0,199	-	-	-	-	-	+	-	-	-
7	-	-	0,017	+	-	0,154	-	-	-	-	-	+	+	+	-
8	0,010	-	0,135	+	-	0,108	0,164	0,014	-	-	-	0,531	-	0,003	-
9	0,014	-	0,167	0,031	-	0,227	0,063	0,111	-	+	-	0,115	+	0,063	-
9.3	-	-	-	-	-	0,308	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0,080	-	0,243	0,248	-	0,003	0,045	0,059	-	+	-	0,063	+	0,052	-
10.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
11	0,080	-	0,260	0,308	+	+	0,357	0,292	-	0,003	+	0,252	0,014	0,283	-
11.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
11.3	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	0,149	-	0,139	0,325	+	-	0,262	0,319	-	0,094	+	0,038	0,101	0,448	-
12.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
13	0,347	-	0,038	0,077	+	-	0,070	0,170	0,003	0,208	0,003	+	0,132	0,136	-
13.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,014	-	-	+	-	-
13.3	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	0,198	-	+	0,010	0,094	-	0,038	0,035	-	0,358	0,104	-	0,174	0,014	-
14.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,024	-	-	+	-	-
15	0,080	-	+	+	0,292	-	+	+	-	0,181	0,069	-	0,167	+	-
15.2	-	-	-	-	+	-	-	-	-	0,056	-	-	-	-	-
16	0,042	-	-	-	0,229	-	-	-	0,049	0,031	0,243	-	0,139	+	0,004
16.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
16.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,017	-	-	-	-	-
17	+	-	-	-	0,205	-	-	-	0,205	0,003	0,236	-	0,097	+	+
17.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	+
18	+	-	-	-	0,160	-	-	-	0,097	-	0,240	-	0,083	-	0,008
18.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,007	-	-	-	-	+
19	+	-	-	-	0,021	-	-	-	0,097	-	0,094	-	0,049	-	0,086
19.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
20	-	-	-	-	+	-	-	-	0,146	-	0,007	-	0,024	-	0,120
20.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
21	-	-	-	-	-	-	-	-	0,035	-	0,003	-	0,010	-	0,244
21.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
22	-	-	-	-	-	-	-	-	0,024	-	+	-	0,007	-	0,237
22.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
22.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
23	-	-	-	-	-	-	-	-	0,090	-	+	-	0,003	-	0,079
23.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
24	-	0,004	-	-	-	-	-	-	0,087	-	+	-	+	-	0,139
24.2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
24.3	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	+	-	-	-	-	-	-	0,142	-	-	-	+	-	0,068
25.2	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	0,008	-	-	-	-	-	-	0,024	-	-	-	+	-	0,015
26.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
27	-	0,017	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+

25	-	-	-	-	-	-	-	0,129	-	-	-	+	-	0,057
25.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	0,019	-	-	-	+	-	0,026
26.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
27	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	0,005
28	-	-	-	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-	-	+
28.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	-	+
29.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
30.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
43.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
44.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
45.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
46.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
47.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
48.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
50.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
51.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
MP	0,074	0,07	0,116	0,074	0,096	0,082	0,09	0,028	0,076	0,066	0,211	0,028	0,130	0,038
PD	0,926	0,93	0,884	0,926	0,904	0,918	0,91	0,972	0,924	0,934	0,789	0,972	0,87	0,962
PIC	0,77	0,77	0,69	0,76	0,74	0,75	0,73	0,87	0,77	0,78	0,55	0,87	0,67	0,84
PE	0,571	0,607	0,5	0,570	0,583	0,534	0,525	0,699	0,661	0,572	0,253	0,780	0,399	0,641
PI	2,32	2,55	1,96	2,32	2,4	2,12	2,07	3,39	2,99	2,33	1,15	4,65	1,57	2,81
Ноб	0,79	0,8	0,74	0,79	0,77	0,64	0,77	0,88	0,8	0,81	0,6	0,88	0,715	0,86
Нех	0,78	0,8	0,74	0,78	0,79	0,76	0,76	0,85	0,83	0,79	0,26	0,89	0,68	0,82

Примітка. MP – ймовірність випадкового збігу генотипів; PD – дискримінуючий потенціал; PIC – інформаційний вміст поліморфізму; PE – виключаючий потенціал; PI – індекс батьківства; Но – спостережана гетерозиготність; Не – очікувана гетерозиготність.

Дані дослідження можуть бути використані при розрахунках опорних параметрів - ймовірності випадкового збігу встановлених алелів та встановленні тотожності генотипів досліджуваних об'єктів при оцінюванні результатів судово-медичної молекулярно-генетичної експертизи з метою ідентифікації особи і встановлення біологічного батьківства або материнства, які проводяться в Україні.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Веремейчик В. М. Аутосомний STR-поліморфізм генофонда населення Беларуси і его использование в криминалистике : автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук : спец. 03.01.07 «Молекулярная генетика» / В. М. Веремейчик. – Минск, 2010. – 22 с.
2. Кравченко С. А. Алельний поліморфізм міні сателітних та мікросателітних локусів в популяціях з різних регіонів України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.26 «Молекулярна генетика» / С.А. Кравченко. – Київ, 2002. – 19 с.
3. Кривда Г. Ф. ПАР-аналіз молекулярно-генетичного поліморфізму людини в судовій медицині : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора мед. наук : спец. 14.01.25 «Судова медицина» / Г. Ф. Кривда. – Київ, 2003. – 32 с.
4. Яворський Б. І. Варіабельність 15 аутосомних мікросателітних локусів геномної ДНК у змішаній популяції мешканців Одеського регіону / Б. І. Яворський // Інтегративна антропологія. – 2009. – №2 (14). – С. 12 – 16.

5. Яворський Б. І. Варіабельність 15 аутосомних мікросателітних локусів геномної ДНК у змішаній популяції мешканців Київського регіону / Б. І. Яворський // Зб. наук. праць співробітників НМАПО ім. П. А. Шупика. — К., 2010. — Вип. 19, кн. 3. — С. 469 – 478.

6. Яворський Б. І. Варіабельність 15 аутосомних мікросателітних локусів геномної ДНК у змішаній популяції мешканців Донецького регіону / Б. І. Яворський, І. Г. Долгих // Український медичний альманах, Луганський ДМУ, 2011. – Вип. 19, кн. 1. – С.

7. Руководство пользователя набора для ПЦР-амплификации AmpFISTR®Identifiler" (Applied Biosystems", США). – 2005. – Гл. 4. – С. 44-54.

8. Guo S. Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportion for multiple alleles / S. Guo, E. Thompson // Biometrics. – 1992. – Vol. 48. – P. 361 – 372.

9. Tereba A. Profiles in DNA 3, Tools for Analysis of Population Statistics, Promega Corporation, 1999. <http://www.promega.com/geneticidtools/powerstats/>

10. Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals / M. Nei // Genetics. - 1978. - Vol. 89. - P. 583-590.

Надійшла 11.01.2011 р.
Рецензент: проф. А.М.Петруня