

УТЕВСКАЯ О.М.✉, АТРАМЕНТОВА Л.А.

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина,

Украина, 61022, г. Харьков, Майдан Свободы, 4

✉ outevska@karazin.ua, (057) 707-54-52

НЕРАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГАПЛОГРУПП Y-ХРОМОСОМЫ В ОБЛАСТНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ УКРАИНЦЕВ

Цель. Целью данной работы было сравнить спектры частот гаплогрупп Y-хромосомы среди украинцев из разных областей, выявить нетипичные популяции и определить их особенности. **Методы.** Исследована выборка украинцев ($n = 1141$) из 12 областей Украины. Образцы ДНК были генотипированы по SNP маркерам Y хромосомы. Частоты Y-хромосомных гаплогрупп для областей сравнивались с помощью критериев χ^2 и F . **Результаты.** Определены различия между областями по распределению частот гаплогрупп, выявлены нетипичные популяции и изучены особенности их Y-хромосомного спектра. **Выводы.** Самыми близкими к усредненным для Украины частотам Y-хромосомных гаплогрупп оказались Львовская и Ровенская выборки. Наибольшее своеобразие выявлено у выборки из Хмельницкой (высокая частота R-M198(×M458), низкая частота R-M458), Запорожской (отсутствие E-M78) и Черниговской (высокая частота R-M458, низкая частота R-M198(×M458)) областей. **Ключевые слова:** Y-хромосома, гаплогруппы, украинцы, генофонд.

Одним из наиболее чувствительных инструментов для прослеживания структуры и эволюции популяций человека являются SNP маркеры Y хромосомы, определяющие варианты Y хромосомы – гаплогруппы. Изучение географии отдельных гаплогрупп представляет особый интерес, так как их распространение отражает демографические события в эволюционной истории популяций [1, 2]. Маркеры Y хромосомы широко используются для реконструкции миграций. В частности, распространение определенных вариантов гаплогрупп G и J отражает миграции с Кавказа [3]. Распространение гаплогруппы R1a связывается с движением населения курганной культуры из Северного Прикаспия в Причерноморье и далее в Европу 3–5 тыс. лет назад [4, 5]. Географическая локализация различных подветвей внутри R1a отражает диффе-

ренциацию восточно-европейского населения, в том числе славянского [6, 7].

Не исключено также, что распространение отдельных гаплогрупп связано с их селективным преимуществом из-за возможной связи между Y-хромосомным вариантом и мужским бесплодием [8]. В частности, исследования среди жителей Западного региона Украины выявили, что риск возникновения делеций в AZF регионе и их тип не являются одинаковыми для носителей разных гаплогрупп [9].

Несмотря на то, что украинцы очень однородны по маркерам Y хромосомы, частоты разных гаплогрупп в областных популяциях существенно варьируют [10, 11]. Такие местные особенности могут отражать локальные миграции, дрейф или адаптивные процессы. В связи с вышесказанным, целью данной работы было сравнить спектры частот гаплогрупп Y-хромосомы среди украинцев из разных областей, выявить нетипичные популяции и определить их особенности. Результаты анализа послужат исходным материалом для детального изучения внутренней структуры украинского генофонда и исследования трансграничных миграций.

Материалы и методы

В общую выборку был включен 1141 неродственный между собой мужчина, коренной житель неурбанизированных населенных пунктов, относящий себя и своих родственников к третьему поколению украинского этноса, из 12 областей Украины (табл. 1). Участие в исследовании было добровольным и анонимным, каждый донор подписал информированное согласие на проведение исследования.

Выделение ДНК из донорской венозной крови проводилось методом фенольно-хлороформной экстракции. Генотипирование образцов ДНК по SNP маркерам Y хромосомы проводилось методом ПЦР в реальном времени (7900HT, Applied Biosystems) с набором *TaqMan* зондов на Y-хромосомные SNP маркеры

© УТЕВСКАЯ О.М., АТРАМЕНТОВА Л.А.

(Applied Biosystems), определяющие принадлежность образца к конкретной гаплогруппе Y-хромосомы. Образцы ДНК генотипировались по 48 SNP-маркерам. В анализ были включены данные по девяти гаплогруппам, частоты которых превышали 1% (E-M78, G-P15, I-M253, I-P37.2, J-12f2.1, N-M178, R*-M198(×M458), R-M458, R-M269), а также по остальным гаплогруппам суммарно («другие»).

Для каждой областной популяции были рассчитаны частоты Y-хромосомных гаплогрупп. Распределения частот гаплогрупп в областных популяциях сопоставлялись с помощью критерия χ^2 . Сравнения частот отдельных гаплогрупп в областных популяциях сравнивались с помощью критерия F .

Результаты и обсуждение

Для каждой областной выборки получены частотные характеристики гаплогрупп Y-хромосомы. Для выявления региональных различий области попарно сравнивались между собой по распределению частот гаплогрупп с помощью критерия χ^2 (табл. 1).

В большей части сравнений статистически значимых различий между популяциями не выявлено. От средних по Украине данных отличалась только одна из исследованных областных выборок – Хмельницкая ($p < 0,05$). Львовская и

Ровенская, выборки не имели статистически значимых различий ни с одной из других областей. Житомирская, Закарпатская, Ивано-Франковская, Сумская, Харьковская и Черкасская выборки имели различия не более чем с одной другой областной популяцией. Наиболее своеобразными оказались выборки из Хмельницкой, Запорожской и Черниговской областей, имеющие статистически значимые различия соответственно с шестью, пятью и тремя другими областями (табл. 1). Особенности Хмельницкой, Запорожской и Черниговской выборок были проанализированы более подробно.

Хмельницкая область. Распределение частот гаплогрупп Y-хромосомы в Хмельницкой области не имело значимых различий с областями, расположенными севернее и западнее, – Закарпатской, Львовской, Ровенской, а также с областями Слобожанщины на северо-востоке – Белгородской (Российская Федерация), Сумской и Харьковской. В то же время имелись статистически значимые различия с более южными Ивано-Франковской и Черновицкой областями на западе Украины, а также с более северными и восточными Житомирской, Запорожской, Черкасской и Черниговской областями. Кроме того, распределение частот гаплогрупп в Хмельницкой области отличалось от распределения по Украине в целом (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение распределений частот гаплогрупп в областных популяциях

	ЖТ	ЗК	ЗП	ИФ	ЛВ	РВ	СУ	ХА	ХМ	ЧС	ЧГ	ЧЦ	У
<i>n</i>	100	50	88	57	101	100	101	55	179	114	96	100	1141
ЖТ	-	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05*	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ЗК	14,6	-	<0,05*	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ЗП	12,0	21,0*	-	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05*	<0,05*	>0,05	<0,05*	<0,01*	>0,05
ИФ	10,4	10,1	11,6	-	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05*	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ЛВ	10,9	10,2	12,2	5,1	-	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
РВ	10,0	7,0	13,1	7,3	6,6	-	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
СУ	12,6	13,0	15,1	12,8	4,4	7,5	-	>0,05	>0,05	>0,05	=0,05*	>0,05	>0,05
ХА	12,8	12,3	17,2*	9,5	5,5	9,7	5,1	-	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
ХМ	20,3*	14,0	18,0*	21,4*	11,5	11,7	8,7	9,8	-	<0,01*	<0,001*	<0,001*	<0,05*
ЧС	12,8	9,2	13,1	10,8	8,0	10,0	12,7	11,6	21,8*	-	>0,05	>0,05	>0,05
ЧГ	13,5	11,2	18,5*	4,9	7,3	12,2	16,9*	13,9	33,4*	7,4	-	>0,05	>0,05
ЧЦ	11,1	12,9	23,4*	11,7	8,7	9,8	9,9	13,6	28,2*	12,9	6,9	-	>0,05
У	10,7	10,8	12,8	9,6	3,0	4,6	7,8	10,9	19,4*	10,5	14,8	12,3	-

Примечания: под диагональю – значения критерия χ^2 , над диагональю – уровень значимости p ; n – объем выборки. Число степеней свободы $df = 9$. Значения χ^2 и p , указывающие на статистическую значимость различий ($p < 0,05$), выделены подчеркиванием и знаком *. Ряды сопоставлялись по частотам гаплогрупп: E-M78, G-P15 (включая все подгруппы), I-M253, I-P37.2, J-12f2.1 (включая все подгруппы), N-M178, R-M198(×M458), R-M458, R-M269, другие суммарно. *Обозначения выборок:* ЖТ – Житомирская, ЗК – Закарпатская, ЗП – Запорожская, ИФ – Ивано-Франковская, ЛВ – Львовская, РВ – Ровенская, СУ – Сумская, ХА – Харьковская, ХМ – Хмельницкая, ЧС – Черкасская, ЧГ – Черниговская, ЧЦ – Черновицкая, У – Украина.

Детальный анализ на уровне отдельных гаплогрупп выявил, что различия между Хмельницкой областью и тотальной украинской выборкой касались частот гаплогрупп J-12f2.1, R-M198(×M458) и R-M458 (табл. 2). Наибольший уровень различий наблюдался по частотам гаплогруппы R-M198(×M458). В Хмельницкой области частота этого маркера была наивысшей среди исследованных украинских выборок (41,3%); разница в частотах была статистически значимой с частотами в девяти областях (табл. 2), статистически значимых различий не наблюдалось лишь с Закарпатской и Запорожской областями. При этом частоты R-M458 (варианта в пределах общей гаплогруппы R-M198) в Хмельницкой области (8,4%) были одними из самых низких по Украине и статистически значимо ниже, чем в Черкасской и Черниговской областях – лидерах по процентному содержанию этой гаплогруппы.

Кроме того, выборка из Хмельницкой области характеризовалась одной из самых низких частот гаплогруппы J-12f2.1 (1,1%), и эта частота была статистически значимо ниже, чем в Житомирской, Запорожской, Ивано-Франковской и Черниговской областях. Наибольшее количество различий у выборки из Хмельницкой области наблюдалось с выборками из более северных областей – Житомирской (по гаплогруппам G-P15, I-P37.2, J-12f2.1, R-M198) и Черниговской (по гаплогруппам J-12f2.1, R-M198(×M458), R-M458).

Запорожская область. Частотное распределение гаплогрупп в Запорожской области не имело статистически значимых различий с большинством правобережных областей Лесостепи и Полесья (табл. 1). К выборкам, которые отличались от Запорожской области, относились: левобережные Харьковская и Черниговская, карпатские Черновицкая и Закарпатская, а также наиболее нестандартная Хмельницкая. Отличительной особенностью выборки из Запорожской области было отсутствие носителей гаплогруппы E-M78, одной из наиболее частых среди украинцев гаплогрупп (табл. 3). При этом частоты R-M198(×M458), J-12f2.1 и N-M78 были одними из наиболее высоких по Украине (3,4%; 8%; 8% соответственно), а частота R-M269, наоборот, самой низкой (3,5%).

Черниговская область. Частотное распределение гаплогрупп в Черниговской области не имело статистически значимых различий с большинством правобережных областей Лесостепи, Полесья и Карпат (табл. 1). Отличия касались Хмельницкой области и нескольких левобережных областей (Белгородская (Российская Федерация), Сумская, Запорожская), в том числе географически соседних. Особенностью Черниговской области являются высокая частота R-M458 при низкой частоте R-M198(×M458) (табл. 4). Данная выборка – единственная из изученных, в которой частота R-M198(×M458) среди украинцев была ниже, чем частота R-M458.

Таблица 2. Статистическая значимость различий по частотам гаплогрупп от выборки из Хмельницкой области, значения *F* критерия

Гаплогруппы	Выборки											
	ЖТ	ЗК	ЗП	ИФ	ЛВ	РВ	СУ	ХА	ЧС	ЧГ	ЧЦ	У
E-M78	0,4	3,3	13,4*	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,1
G-P15	7,2*	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,0	1,9	0,0	1,1	7,2*	0,2
I-M253	1,5	0,4	0,0	2,4	0,2	0,3	1,3	0,6	0,1	1,3	0,3	0,1
I-P37.2	5,8*	1,8	0,2	0,1	0,0	1,8	0,6	1,0	1,3	0,6	2,9	2,0
J-12f2.1	5,1*	0,2	7,6*	8,7*	2,3	2,3	0,3	1,9	0,9	5,4*	2,3	5,5*
N-M178	0,6	8,9*	0,5	1,9	0,1	2,4	0,0	0,0	0,2	0,9	1,1	0,1
R-M198(×M458)	7,8*	2,6	1,8	5,1*	6,2*	4,3*	7,1*	5,5*	12,5*	17,1*	20,8*	12,7*
R-M458	0,5	2,2	1,7	3,3	2,7	2,1	0,0	0,3	11,6*	13,2*	3,6	5,2*
R-M269	0,2	0,6	1,4	0,3	0,9	0,2	0,9	1,8	1,5	0,0	1,5	0,1
Другие	0,0	3,5	0,3	0,3	1,4	0,6	1,4	0,3	0,0	1,6	1,5	0,6

Примечания: обозначения и объем выборок см. табл. 1. $df_1=1$; значения *F*, указывающие на статистическую значимость различий ($p<0,05$; $F>3,8$), выделены подчеркиванием и знаком *.

Таблица 3. Статистическая значимость различий по частотам гаплогрупп от выборки из Запорожской области, значения F критерия

Гаплогруппы	Выборки											
	ЖТ	ЗК	ИФ	ЛВ	РВ	СУ	ХА	ХМ	ЧС	ЧГ	ЧЦ	У
E-M78	7,6*	18,8*	7,4*	13,3*	9,5*	11,4*	7,5*	13,4*	12,5*	13,7*	15,4*	20,4*
G-P15	4,3*	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	2,0	0,1	0,0	0,4	4,3*	0,0
I-M253	0,8	0,2	1,6	0,1	0,4	1,2	0,3	0,0	0,0	0,7	0,4	0,0
I-P37.2	2,6	0,7	0,0	0,2	0,5	0,0	0,3	0,2	0,2	0,0	1,0	0,2
J-12f2.1	0,3	2,6	0,3	1,4	1,3	3,9*	11,1*	7,6*	3,0	0,2	1,3	2,5
N-M178	0,0	10,4*	3,2	0,7	3,9*	0,3	0,3	0,5	0,1	2,2	2,3	1,3
R*-M198	1,5	0,2	1,0	0,9	0,4	1,2	1,2	1,8	3,1	5,7*	7,4*	1,1
R-M198(×M458)	0,3	0,1	0,4	0,1	0,0	1,1	0,2	1,7	2,8	3,9*	0,2	0,0
R-M269	1,9	0,0	1,8	3,4	1,9	3,4	4,3*	1,4	0,0	1,4	4,3*	2,7
Другие	0,4	4,4*	0,0	0,3	1,4	0,3	0,0	0,3	0,1	0,4	0,3	0,0

Примечания: обозначения и объем выборок см. табл. 1. $df_1=1$. Значения F , указывающие на статистическую значимость различий ($p<0,05$; $F>3,8$), выделены подчеркиванием и знаком *.

Таблица 4. Статистическая значимость различий по частотам гаплогрупп от выборки из Черниговской области, значения F критерия

Гаплогруппы	Выборки											
	ЖТ	ЗК	ЗП	ИФ	ЛВ	РВ	СУ	ХА	ХМ	ЧС	ЧЦ	У
E-M78	1,0	1,6	13,7*	0,3	0,0	0,4	0,1	0,2	0,3	0,1	0,0	0,2
G-P15	2,0	0,2	0,4	1,1	1,0	0,3	1,0	4,1*	1,1	0,8	2,0	0,7
I-M253	0,0	0,1	0,7	0,3	0,4	2,3	4,0*	0,0	1,3	0,6	2,3	1,3
I-P37.2	2,0	0,4	0,0	0,1	0,5	0,3	0,0	0,1	0,6	0,1	0,7	0,0
J-12f2.1	0,0	1,6	0,2	0,9	0,5	0,5	2,4	8,9*	5,4*	1,7	0,5	1,0
N-M178	2,3	4,2*	2,2	0,3	0,4	0,3	0,9	0,5	0,9	1,7	0,0	0,8
R-M198(×M458)	1,5	2,3	5,7*	1,2	2,2	3,4	1,8	0,9	17,1*	0,5	0,1	5,0*
R-M458	6,7*	1,7	3,9*	1,2	3,2	3,8*	9,6*	4,9*	13,2*	0,1	2,5	6,8*
R-M269	0,0	0,7	1,4	0,1	0,4	0,0	0,4	1,2	0,0	1,5	0,8	0,0
Другие	1,5	7,0*	0,4	0,3	0,0	3,3	0,0	0,2	1,6	0,9	0,0	0,8

Примечания: обозначения и объем выборок см. табл. 1. $df_1=1$. Значения F , указывающие на статистическую значимость различий ($p<0,05$; $F>3,8$), выделены подчеркиванием и знаком *.

Другие области. Аналогичным образом статистически значимые отличия от среднеукраинских показателей были выявлены для некоторых других областей. Эти отличия, как правило, были обусловлены отсутствием определенных гаплогрупп в этих выборках. Так, в Житомирской и Черновицкой выборках отсутствовали носители вариантов гаплогруппы G-P15, в Харьковской – вариантов J-12f2.1, в Закарпатской – гаплогруппы N-M178 и редких «других» гаплогрупп. Черновецкая выборка отличалась низкими частотами R-M198(×M458).

Выводы

Самыми близкими к усредненным для Украины частотам Y-хромосомных гаплогрупп

оказались Львовская и Ровенская выборки. Наибольшее своеобразие выявлено у выборок из Хмельницкой, Запорожской и Черниговской областей. Особенностью Хмельницкой выборки является наивысшая среди обследованных популяций частота R-M198(×M458), при этом частоты R-M458 являются одними из самых низких по Украине. Черниговская область, наоборот, характеризуется высокой частотой R-M458 при низкой частоте R-M198(×M458). Отличительной особенностью выборки из Запорожской области является отсутствие носителей E-M78. В Житомирской, Белгородской (Российская Федерация) и Черновицкой выборках отсутствовали носители вариантов G-P15, в Харьковской – J-12f2.1, в Закарпатской – N-M178.

Исследование выполнено при финансовой поддержке МОН Украины, номер госрегистрации гранта 0117U004836. Авторы выражают благодарность зав. лаб. популяционной генетики человека МГНЦ РАМН проф. Е.В. Балановской, руководителю

группы геномной географии ИОГен имени Н.И. Вавилова РАН проф. О.П. Балановскому, а также научным коллективам их лабораторий за эффективное сотрудничество и всестороннюю поддержку.

Литература

1. Jobling M., Tyler-Smith C. The human Y chromosome: an evolutionary marker comes of age. *Nat. Rev. Genet.* 2003. No. 4. P. 598–612.
2. Underhill P.A., Passarino G., Lin A.A., Shen P., Mirazón L.M., Foley R.A., Oefner P.J., Cavalli-Sforza L.L. The phylogeography of Y chromosome binary haplotypes and the origins of modern human populations. *Ann. Hum. Genet.* 2001. No. 65. P. 43–62.
3. Balanovsky O., Dibirova K., Dybo A., Mudrak O., Frolova S., Pocheshkhova E., Haber M., Platt D., Schurr T., Haak W., Kuznetsova M., Radzhabov M., Balaganskaya O., Romanov A., Zakharova T., Soria Hernanz D.F., Zalloua P., Koshel S., Ruhlen M., Renfrew C., Wells R.S., Tyler-Smith C., Balanovska E. Parallel Evolution of Genes and Languages in the Caucasus Region. *Mol. Biol. Evol.* 2011. Vol. 28, No. 10. P. 2905–2920.
4. Keyser C., Bouakaze C., Crubézy E., Nikolaev V.G., Montagnon D., Reis T., Ludes B. Ancient DNA provides new insights into the history of south Siberian Kurgan people. *Hum. Genet.* 2009. Vol. 126, No. 3. P. 395–410.
5. Allentoft M.E., Sikora M., Sjögren K.G., Rasmussen S., Rasmussen M., Stenderup J., Damgaard P.B., Schroeder H., Ahlström T., Vinner L., Malaspinas A.S., Margaryan A., Higham T., Chivall D., Yepiskoposyan L., Zhitenev V., Orlando L., Sicheritz-Pontén T., Brunak S., Nielsen R., Kristiansen K., Willerslev E. Population genomics of Bronze Age Eurasia. *Nature.* 2015. Vol. 522 (7555). P. 167–172.
6. Underhill P.A., Myres N.M., Rootsi S., Metspalu M., Zhivotovsky L.A., King R.J., Lin A.A., Chow CE., Semino O., Battaglia V., Kutuev I., Järve M., Chaubey G., Ayub Q., Mohyuddin A., Mehdi S.Q., Sengupta S., Rogaev EI., Khusnutdinova E.K., Pshenichnov A., Balanovsky O., Balanovska E., Jeran N., Augustin DH., Baldovic M., Herrera R.J., Thangaraj K., Singh V., Singh L., Majumder P., Rudan P., Primorac D., Vilems R., Kivisild T. Separating the post-Glacial coancestry of European and Asian Y chromosomes within haplogroup R1a. *Eur. J. Hum. Genet.* 2010. Vol. 18, No. 4. P. 479–484.
7. Underhill P.A., Poznik G.D., Rootsi S., Järve M., Lin A.A., Wang J., Passarelli B., Kanbar J., Myres N.M., King R.J., Di Cristofaro J., Sahakyan H., Behar D.M., Kushniarevich A., Sarac J., Saric T., Rudan P., Pathak A.K., Chaubey G., Grugni V., Semino O., Yepiskoposyan L., Bahmanimehr A., Farjadian S., Balanovsky O., Khusnutdinova E.K., Herrera R.J., Chiaroni J., Bustamante C.D., Quake S.R., Kivisild T., Vilems R. The phylogenetic and geographic structure of Y-chromosome haplogroup R1a. *Eur J Hum Genet.* 2015. No. 23. P. 124–131.
8. Ran J., Han T.T., Ding X.P., Wei X., Zhang L.Y., Zhang Y.P., Li T.J., Nie S.S., Chen L. Association study between Y-chromosome haplogroups and susceptibility to spermatogenic impairment in Han People from southwest China. *Genet Mol Res.* 2013. Vol. 12, No. 1. P. 59–66.
9. Макух Г.В. Мутації, що успадковуються як генетичний тягар: частота, фенотипові асоціації, діагностика: автореф. дис ... д-ра біол. наук. К., 2012. 39 с.
10. Утевская О.М., Атраментова Л.А., Балановская Е.В., Балановский О.П. Изменчивость STR локусов Y-хромосомы в популяциях украинцев. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Біологія.* 2015. Т. 68. С. 55–60.
11. Утевская О.М., Агджоян А.Т., Пшеничнов А.С., Дибирова Х.Д., Чухряева М.И., Атраментова Л.А., Балановский О.П., Балановская Е.В. Сходство украинских популяций из различных территориальных подразделений по маркерам Y-хромосомы. *Факторы экспериментальной эволюции организмов: сб. науч. работ.* К.: Логос, 2013. Т. 13. С. 338–341.

References

1. Jobling M., Tyler-Smith C. The human Y chromosome: an evolutionary marker comes of age. *Nat. Rev. Genet.* 2003. No. 4. P. 598–612.
2. Underhill P.A., Passarino G., Lin A.A., Shen P., Mirazón L.M., Foley R.A., Oefner P.J., Cavalli-Sforza L.L. The phylogeography of Y chromosome binary haplotypes and the origins of modern human populations. *Ann. Hum. Genet.* 2001. No. 65. P. 43–62.
3. Balanovsky O., Dibirova K., Dybo A., Mudrak O., Frolova S., Pocheshkhova E., Haber M., Platt D., Schurr T., Haak W., Kuznetsova M., Radzhabov M., Balaganskaya O., Romanov A., Zakharova T., Soria Hernanz D.F., Zalloua P., Koshel S., Ruhlen M., Renfrew C., Wells R.S., Tyler-Smith C., Balanovska E. Parallel Evolution of Genes and Languages in the Caucasus Region. *Mol. Biol. Evol.* 2011. Vol. 28, No. 10. P. 2905–2920.
4. Keyser C., Bouakaze C., Crubézy E., Nikolaev V.G., Montagnon D., Reis T., Ludes B. Ancient DNA provides new insights into the history of south Siberian Kurgan people. *Hum. Genet.* 2009. Vol. 126, No. 3. P. 395–410.
5. Allentoft M.E., Sikora M., Sjögren K.G., Rasmussen S., Rasmussen M., Stenderup J., Damgaard P.B., Schroeder H., Ahlström T., Vinner L., Malaspinas A.S., Margaryan A., Higham T., Chivall D., Yepiskoposyan L., Zhitenev V., Orlando L., Sicheritz-Pontén T., Brunak S., Nielsen R., Kristiansen K., Willerslev E. Population genomics of Bronze Age Eurasia. *Nature.* 2015. Vol. 522 (7555). P. 167–172.
6. Underhill P.A., Myres N.M., Rootsi S., Metspalu M., Zhivotovsky L.A., King R.J., Lin A.A., Chow CE., Semino O., Battaglia V., Kutuev I., Järve M., Chaubey G., Ayub Q., Mohyuddin A., Mehdi S.Q., Sengupta S., Rogaev EI., Khusnutdinova E.K., Pshenichnov A., Balanovsky O., Balanovska E., Jeran N., Augustin DH., Baldovic M., Herrera R.J., Thangaraj K., Singh V.,

- Singh L., Majumder P., Rudan P., Primorac D., VILLEMS R., Kivisild T. Separating the post-Glacial coancestry of European and Asian Y chromosomes within haplogroup R1a. *Eur. J. Hum. Genet.* 2010. Vol. 18, No. 4. P. 479–484.
7. Underhill P.A., Poznik G.D., Rootsi S., Järve M., Lin A.A., Wang J., Passarelli B., Kanbar J., Myres N.M., King R.J., Di Cristofaro J., Sahakyan H., Behar D.M., Kushniarevich A., Sarac J., Saric T., Rudan P., Pathak A.K., Chaubey G., Grugni V., Semino O., Yepiskoposyan L., Bahmanimehr A., Farjadian S., Balanovsky O., Khusnutdinova E.K., Herrera R.J., Chiaroni J., Bustamante C.D., Quake S.R., Kivisild T., VILLEMS R. The phylogenetic and geographic structure of Y-chromosome haplogroup R1a. *Eur J Hum Genet.* 2015. No. 23. P. 124–131.
 8. Ran J., Han T.T., Ding X.P., Wei X., Zhang L.Y., Zhang Y.P., Li T.J., Nie S.S., Chen L. Association study between Y-chromosome haplogroups and susceptibility to spermatogenic impairment in Han People from southwest China. *Genet Mol Res.* 2013. Vol. 12, No. 1. P. 59–66.
 9. Makukh H.V. The mutations inherited as a genetic load: frequency, phenotype associations, diagnosis: Thesis for the Doctor of biological science degree. Kyiv, 2012. 39 p.
 10. Utevska O., Atramentova L., Balanovska E., Balanovsky O. Y-chromosome STR variation in Ukrainian populations. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology.* 2016. Vol. 72, No. 72. P. 55–60.
 11. Utevska O.M., Agdzhoyan A.T., Pshenichnov A.S., Dibirova Kh.D., Chuhryaeva M.I., Atramentova L.A., Balanovska E.V., Balanovsky O.P. Similarity of Ukrainian populations from different regions revealed by Y-chromosomal markers. *Faktori eksperimental'noi evolucii organizmiv.* Kyiv: Logos, 2013. Vol. 13. P. 338–341.

UTEVSKA O.M., ATRAMENTOVA L.A.

V.N. Karazin Kharkiv National University,

Ukraine, 61022, Kharkiv, Maidan Svobody, 4, e-mail: outevska@karazin.ua

UNEVEN DISTRIBUTION OF Y-CHROMOSOME HAPLOGROUPS IN THE REGIONAL POPULATIONS OF UKRAINIANS

Aim. The aim was to compare the frequency spectra of Y chromosome haplogroups among Ukrainians from different regions, identify atypical populations and determine their characteristics. **Methods.** A sample of Ukrainians ($n = 1141$) from 12 regions of Ukraine was investigated. DNA samples were genotyped by the SNP markers of the Y chromosome. The frequencies of Y chromosome haplogroups for the regions were compared using the χ^2 and F tests. **Results.** Differences between regions in the haplogroup frequency distribution were determined, atypical populations were detected, and the features of their Y-chromosome spectrum were studied. **Conclusions.** Lviv and Rivne samples were the closest to frequencies of Y-chromosome haplogroups averaged for Ukraine. The highest specificity was found in samples from Khmel'nitska (R-M198(×M458) high frequency, R-M458 low frequency), Zaporozhska (E-M78 absence) and Chernigov (R-M458 high frequency, R-M198(×M458) low frequency) regions.

Keywords: Y-chromosome, haplogroup, Ukrainians, gene pool.

УТЕВСЬКА О.М., АТРАМЕНТОВА Л.О.

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,

Україна, 61022, м. Харків, Майдан Свободи, 4, e-mail: outevska@karazin.ua

НЕРІВНОМІРНИЙ РОЗПОДІЛ ГАПЛОГРУП Y-ХРОМОСОМИ В ОБЛАСНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ УКРАЇНЦІВ

Мета. Метою роботи було порівняти спектри частот гаплогруп Y-хромосоми серед українців із різних областей, виявити нетипові популяції і визначити їх особливості. **Методи.** Досліджено вибірку українців ($n = 1141$) з 12 областей України. Зразки ДНК були генотиповані за SNP маркерами Y хромосоми. Частоти Y-хромосомних гаплогруп для областей порівнювали за допомогою критеріїв χ^2 і F. **Результати.** Визначено відмінності між областями за розподілами частот гаплогруп, виявлено нетипові популяції та вивчено особливості їх Y-хромосомного спектра. **Висновки.** Найближчими до усереднених для України частот Y-хромосомних гаплогруп виявилися Львівська та Рівненська вибірки. Найбільшу своєрідність виявлено у вибірках з Хмельницької (висока частота R-M198 (×M458), низька частота R-M458), Запорізької (відсутність E-M78) і Чернігівської (висока частота R-M458, низька частота R-M198 (×M458)) областей.

Ключові слова: Y-хромосома, гаплогрупи, українці, генофонд.