

ГОРПИНЧЕНКО М. Ю.<sup>✉</sup>, АТРАМЕНТОВА Л. О.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

Україна, 61022, м. Харків, площа Свободи, 4

<sup>✉</sup> 8.gelios.8@gmail.com, (057) 707-55-71

## ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ НАСЕЛЕННЯ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДАНИМИ ПРІЗВИЩ

**Мета.** Мета дослідження – проаналізувати популяції Закарпатської області, з'ясувавши, як змінюється здатність прізвищ диференціювати популяції районного рівня порівняно з обласним. **Методи.** Використана база тотального списку прізвищ населення Закарпатської області. Використано спосіб опису генетичної структури популяції, запропонований I. Barrai. Наявний матеріал проаналізовано із застосуванням методичних підходів, розроблених О.В. Балановською. **Результати.** Розраховані популяційно-генетичні показники для області загалом – індекс ізонімії ( $I=6,1 \times 10^{-4}$ ), коефіцієнт інбридингу ( $F_{ST}=15,2 \times 10^{-5}$ ), показник міграції ( $v=12,8 \times 10^{-4}$ ), показник різноманіття ( $a=16,4 \times 10^2$ ), показник ентропії ( $H=12,8$ ) і надлишковості прізвищ ( $R=36,7$ ) а також для тринадцяти районів Закарпатської області. **Висновки.** Показники ізонімії, інбридингу і міграції в декілька разів вищі в популяціях районного рівня, ніж обласного; показник різноманіття в районних популяціях має нижчі значення, ніж в обласній популяції.

**Ключові слова:** квазігенетичні маркери, популяція, ізонімія, інбридинг, міграція.

Дослідження структури популяцій різних народів та процесів, що протікають у них, проводяться у всьому світі у зв'язку з проблемами здоров'я, охорони генофонду, збереження генетичного і культурного різноманіття.

Населення світу складається з різних народів, що відрізняються за мовою, історією, культурою, традиціями, освітою, релігією тощо. Народи складаються з елементарних популяцій, які в сучасному світі зазвичай діляться за територіально-адміністративною приналежністю, і часто адміністративні кордони не відповідають межах народів. На процеси, що протікають у популяціях, впливають різні фактори, серед яких зовнішньо-популяційні (географічні) [1] та внутрішньо-популяційні (расові, національні, мовні, освітні, кастові, релігійні та ін.) [2, 3]

бар'єри, що розчленовують генофонди на відносно незалежні частини, які стійко відтворюються в низці поколінь.

Структуру генофонду населення та процеси, які в ньому протікають, вивчають, застосовуючи різні маркери. Використання прізвищ як маркерів має ряд переваг: фінансово не затратні, можливість швидко аналізувати великі обсяги даних (тотальні списки). За допомогою прізвищ було проаналізовано багато різних народів світу як на індивідуальному, так і на популяційному рівнях [6–18].

Наші попередні дослідження довели можливість використовувати прізвища під час вивчення українських популяцій [19], бо їх тривале існування [20], не випадковий розподіл на території країни, що різняться історією, антропологічними типами населення, і частотою генетичних маркерів [21], дали підставу розглядати їх в якості надійного інструменту у популяційно-генетичних дослідженнях.

У попередніх наших дослідженнях із використанням прізвищ визначені загальні популяційно-генетичні характеристики українського населення, що розглянуті на рівні регіонів, областей, а також районів Одеської, Полтавської та Чернігівської областей [22].

Метою пропонованого дослідження було проаналізувати популяції Закарпатської області, а також порівняти їх із уже вивченими, з'ясувавши, як змінюється здатність прізвищ диференціювати популяції районного рівня в областях із різною географічною локалізацією.

### Матеріали і методи

Була використана база тотального списку прізвищ населення Закарпатської області. У дослідженні використано спосіб опису генетичної структури популяції, запропонований I. Barrai із співавторами [23]. Наявний матеріал проаналізовано із застосуванням методичних підходів, розроблених О. В. Балановською з колегами [1]. Обчислені індекс ізонімії ( $I$ ), коефіцієнт інбри-

дингу ( $F_{ST}$ ), індекс міграції ( $v$ ), показник різноманіття ( $a$ ), показник ентропії ( $H$ ) і надлишковості прізвищ ( $R$ ).

### Результати та обговорення

Закарпатська область є прикордонною і відділена від основної території України природним фізичним бар'єром – Карпатами (рис.). Через особливості географічного положення Закарпаття пройшло складний історичний шлях, перебуваючи під впливом різних держав. За даними істориків, Закарпаття з IX по XI століття входило до складу Київської Русі. В XI столітті на Підкарпатську Русь поширюється влада Угорського королівства. Після цього протягом десяти століть (до середини XX століття) Закарпаття входило до складу Угорського королівства, Австрійської Габсбурзької монархії, Чехословацької республіки, але, зберігаючи етноніми «Русь», «русини», ніколи не втрачало своєї слов'янської сутності. Лише в 1946 році територія Закарпаття була приєднана до України.

Область розташована на південному заході України в межах західної частини Українських Карпат та Закарпатської низовини. На півночі межує з Львівською, на сході з Івано-Франківською областями України. На півдні межує з Румунією, на південному заході – з Угорщиною, на заході – зі Словаччиною, на північному заході – з Польщею. Площа області 12777 км<sup>2</sup>. Майже 80 % території займають гори: хребти і гірські масиви. Закарпатська об-

ласть є прикордонною, до того ж вона відділена від основної території України фізичним бар'єром – Карпатами. Ця обставина може суттєво вплинути на структуру популяції.

У наших попередніх дослідженнях було з'ясовано, що Закарпатська область за значної чисельності населення має відносно невелике різноманіття і порівняно високі показники інбридингу та ізонімії [24]. Для того, щоб зрозуміти, з чим пов'язані ці особливості, було проведено детальне дослідження області на популяціях районного рівня.

Показник випадкового інбридингу є одним із найважливіших параметрів у популяційній генетиці і має важливе практичне значення, оскільки кровна спорідненість подружжя підвищує ймовірність спадкових хвороб серед нащадків. Спеціальними дослідженнями доведено, що ймовірність споріднення у людей з однаковими прізвищами більша, ніж у людей з різними прізвищами [11]. Рівень інбридингу, як відомо, сполучений із частотою генетичних захворювань, в етіології яких присутня генетична компонента у вигляді рецесивних алелів схильності, тому, чим вищий цей показник, тим вищий генетичний тягар у популяції. Показник інбридингу в популяції Закарпатської області становить  $F_{st}=15,23 \times 10^{-5}$ . Найвище його значення притаманне популяції Свалявського району ( $F_{st}=119,99 \times 10^{-5}$ ), найнижче – Ужгородського району ( $F_{st}=16,50 \times 10^{-5}$ ).



Рис. Закарпатська область (<https://pmg.ua/life/32117-plan-obyednannya-gromad-zakarpattya-pidtrymaly-v-uryadi>).

Таблиця. Популяційно-генетичні характеристики популяцій Закарпатської області

Популяції	$I \times 10^{-4}$	$F_{ST} \times 10^{-5}$	$v \times 10^{-4}$	$a \times 10^2$	$H$	$R$	Чисельність населення
Закарпатська область	6,09	15,23	12,78	16,42	12,84	36,7	1 283 619
Райони							
Ужгородський	6,60	16,50	77,62	15,26	12,59	28,35	195 039
Мукачівський	10,53	26,33	47,62	9,53	11,70	33,55	199 213
Тячівський	27,48	68,70	20,44	3,64	9,94	42,98	177 557
Хустський	22,56	56,41	32,97	4,44	10,36	39,17	134 108
Виноградівський	17,90	44,74	50,95	5,61	10,66	36,34	109 474
Берегівський	27,78	69,45	44,47	3,61	10,75	34,03	80 726
Рахівський	22,13	55,32	48,40	4,53	10,14	38,60	93 175
Іршавський	23,21	58,04	44,72	4,32	9,94	39,97	96 093
Свалявський	48,00	119,99	37,32	2,08	9,72	38,33	55 559
Міжгірський	30,04	75,10	61,69	3,34	9,33	40,62	53 799
Перечинський	23,39	58,47	124,03	4,32	9,94	34,05	34 394
Великобerezнянський	22,08	55,21	152,64	4,59	9,67	34,91	29 604
Воловецький	40,15	100,38	99,72	2,51	9,04	38,06	24 878

Примітки: \*  $I$  – індекс ізонімії,  $F_S$  – коефіцієнт інбридингу,  $v$  – показник міграції,  $a$  – показник різноманіття,  $H$  – показник ентропії,  $R$  – показник надлишковості.

Чим більше мігранти генетично відрізняються від корінних жителів і чим їх більше, тим сильніші наслідки міграції, тобто показник міграції показує, як вплинули на структуру популяції міграційні процеси. Загалом для Закарпатської області показник міграції становить  $v=12,78 \times 10^{-4}$  і вказує на те, що в минулому в області була доволі слабка міграція порівняно з іншими територіальними утвореннями України. По районах цей показник варіює від  $v=20,44 \times 10^{-4}$  (Тячівський район) до  $v=152,64 \times 10^{-4}$  (Великобerezнянський район).

Одним із позитивних наслідків міграції є збільшення генетичного різноманіття, що призводить до зменшення ймовірності утворення ізонімних (в нашому контексті – родинних) пар, наслідком чого може бути зменшення генетичного тягаря. Математично значення різноманітності відображається показником  $\alpha$ , в якому присутній показник різноманітності прізвищ через індекс міграції і чисельність популяції. Показник різноманіття в Закарпатській обласній популяції дорівнює  $16,42 \times 10^2$ . Найвище його значення спостерігається в популяції Ужгородського району ( $a=15,26 \times 10^2$ ), тоді як найнижче – в популяції Свалявського району ( $a=2,08 \times 10^2$ ).

Дві популяції з однаковими чисельністю і різноманітністю можуть мати різні частоти прізвищ, а отже, і різну ізонімію. Показник ентропії  $H$  як міри апріорної невизначеності полягає в тому, що він залежить від частотного розподілу прізвищ конкретного населення. Показник має зворотний зв'язок з асиметричним розподілом прізвищ, тобто, якщо одна група прізвищ буде мати високі частоти, то внаслідок цього зросте і ймовірність виникнення ізонімних пар, що призведе до зменшення значення показника  $H$ . Загалом для області він складає  $H=12,84$ , варіюючи в районах від  $H=9,04$  до  $H=12,59$ .

Показником ступеня відхилення розподілу частот прізвищ від рівної пропорції є показник надмірності розподілу прізвищ  $R$ , для обчислення якого розраховують показники  $H$  і  $H_0$ . Для популяції Закарпатської області цей показник склав  $R=36,7$ , з максимальним значенням в Тячівському ( $R=42,98$ ) та мінімальним в Ужгородському районі ( $R=28,35$ ).

### Висновки

Проведене дослідження показало, що важливі популяційно-генетичні показники демонструють широке міжпопуляційне варіювання в межах області.

Похідний показник – індекс ізонімії – демонструє широкий спектр варіювання між районними популяціями. Коефіцієнт інбридингу може вказувати на населені пункти з критичними значеннями генетичного ризику щодо захворювань із спадковою компонентою. Індекс міг-

рації може стати у нагоді для реконструкції історії популяції.

Дослідження виконане за фінансової підтримки МОН України, номер держреєстрації гранту 0117 U 004836. Автори висловлюють подяку професору О. В. Балановській за методичні консультації та цінні поради.

## References

1. Balanovska E.V., Balanovsky O.P. Russian Gene Pool on the Russian Plain. Luch. Moscow. 2007. 416 p. [in Russian] / Балановская Е.В., Балановский О.П. Русский генофонд на Русской равнине. М.: Луч, 2007. 416 с.
2. Cavalli-Sforza L.L., Bodmer W.F. The genetics of human populations. W.H. Freeman. San Francisco, 1971. 965 p.
3. King T.E., Ballereau S.J., Schurer K.E., Jobling M.A. Genetic signatures of coancestry within surnames. *Curr. Biol.* 2006. Vol. 21, № 16. P. 384–388.
4. Revazov A.A., Paradeeva G.M., Rusakova G.I. Suitability of Russian surnames as a “quasigenetic” marker. *Russian Journal of Genetics.* 1986. № 22. P. 699–703. [in Russian] / Ревазов А.А., Парадеева Г.М., Русакова Г.И. Пригодность русских фамилий в качестве «квазигенетического» маркера. *Генетика.* 1986. № 22. С. 699–703.
5. Jobling M.A. In the name of the father: surnames and genetics. *Trends Genet.* 2001. Vol. 17, № 6. P. 353–357.
6. Sykes B., Irvén I. Surnames and the Y chromosome. *Am. J. Hum. Genet.* 2000. Vol. 66, № 4. P. 1417–1419.
7. Atramentova L.A., Ishchuk M.L., Utevska O.M. Genetic demographic analysis of Western Ukrainian populations: The marriage structure of populations from the Khmel'nitskii oblast with respect to ethnicity and birthplace. *Russian Journal of Genetics.* 2004. Vol. 40, № 8. P. 1131–1137. doi: 10.1023/B:RUGE.0000039727.82043.3f.
8. Scapoli C., Goebel H., Sobota S., Mamolini E., Rodriguez-Larralde A., Barrai I. Surnames and dialects in France: population structure and cultural evolution. *J Theor Biol.* 2005. Vol. 237, № 1. P. 75–86.
9. Immel U.D., Krawczak M., Udolph J., Richter A., Rodig H., Kleiber M., Klitschar M. Y-chromosomal STR haplotype analysis reveals surname associated strata in the East-German population. *Eur. J. Hum. Genet.* 2006. Vol. 14, № 5. P. 577–582.
10. McEvoy B., Bradley D.G. Y-chromosomes and the extent of patrilineal ancestry in Irish surnames. *Hum. Genet.* 2006. Vol. 119, № 1–2. P. 212–219.
11. Balanovska E.V., Romanov A.G., Balanovsky O.P. Namesakes or relatives? Approaches to investigating the relationship between Y chromosome haplogroups and surnames. *Molecular Biology.* 2011. Vol. 45, № 3. P. 430–441 doi: 10.1134/S0026893311030022.
12. Sorokina I.N., Churnosov M.I., Balanovska E.V. The gene pool of the Belgorod oblast population I. Differentiation of all district populations based on anthroponymic data. *Russian Journal of Genetics.* 2007. Vol. 43, № 6. P. 697–704. doi: 10.1134/S1022795407060142.
13. King T.E., Jobling M.A. Founders, drift, and infidelity: the relationship between Y chromosome diversity and patrilineal surnames. *Mol. Biol. Evol.* 2009. Vol. 26, № 5. P. 1093–1102.
14. Martinez-Cadenas C., Blanco-Verea A., Hernando B., Busby G., Brion M., Carracedo A., Salas A., Capelli C. The relationship between surname frequency and Y chromosome variation in Spain. *Eur. J. Hum. Genet.* 2016. Vol. 24, № 1. P. 120–128. doi: 10.1038/ejhg.2015.75.
15. Dipierri J., Rodríguez-Larralde A., Barrai I., López Camelo J., Gutiérrez Redomero E., Rodríguez A., Ramallo V., Bronberg R., Alfaro E. Random inbreeding, isonymy, and population isolates in Argentina. *Journal of Community Genetics.* 2014. Vol. 5, № 3. P. 241–248. doi: 10.1007/s12687-013-0181-x.
16. Solé-Morata N., Bertranpetit J., Comas D., Francesc C. Y-chromosome diversity in Catalan surname samples: insights into surname origin and frequency. *Eur. J. Hum. Genet.* 2015. Vol. 23, № 11. P. 1549–1557. doi: 10.1038/ejhg.2015.14.
17. Kandt J., Cheshire J., Longley P. Regional surnames and genetic structure in Great Britain. *Transactions of the Institute of British Geographers.* 2016. Vol. 41, № 4. P. 554–569. doi: 10.1111/tran.12131.
18. Monasterio L. Surnames and ancestry in Brazil. *PLoS One.* 2017. Vol. 12, № 5. e0176890. doi: 10.1371/journal.pone.0176890.
19. Gorpynchenko M. Yu., Burkova V. V., Utevska O. M., Atramentova L. A. Ukrainian surnames as quasi-genetic marker. The correlation with blood group and Y-chromosome haplogroups. *The Journal of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology".* 2015. Vol. 25. P. 101–109. [in Russian] / Горпинченко М. Ю., Буркова В. В., Утевская О. М., Атраментова Л.А. Украинские фамилии как квазигенетические маркеры. Ассоциация с группами крови и гаплогруппами Y-хромосомы. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: біологія.* 2015. Вип. 25. С. 101–109.
20. Red'ko Yu.K. Modern Ukrainian surnames. Kyi'v: Naukova dumka, 1966. 216 с. [in Ukrainian] / Редько Ю.К. Сучасні українські прізвища. К.: Наукова думка, 1966. 216 с.
21. Utevska O.M. The gene pool of Ukrainians revealed by different systems of genetic markers: the origin and statement in Europe: dis. ... d-r boil. nauk. K., 2017. 371 с. [in Ukrainian] / Утевська О.М. Генофонд українців за різними системами генетичних маркерів: походження і місце на європейському генетичному просторі: дис. ... д-р біол. наук. К., 2017. 371 с.
22. Gorpynchenko M. Yu., Atramentova L.A. Characteristics of Chernigov's population by the presentation data. Factors in Experimental Evolution of Organisms. 2018. Т. 22. P. 40–45. [in Ukrainian] / Горпинченко М.Ю., Атраментова Л.О. Характеристики Чернігівської популяції за даними прізвищ. *Фактори експериментальної еволюції організмів.* 2018. Т. 22. С. 40–45.
23. Barrai I., Formica G., Scapoli C., Beretta M., Mamolini E., Volinia S., Barale R., Ambrosino P., Fontana F. Microevolution in Ferrara: Isonymy 1890–1990. *Ann. Human Biol.* 1992. Vol. 19, № 4. P. 371–385.

24. Gorpynchenko M.Yu., Atramentova L.A. Population genetic characteristics of the population of Ukraine obtained with the use of surnames. *Bulletin of the Kiev National Taras Shevchenko University. Biology.* 2015. Vol. 1, № 69. P. 68–71. [in Ukrainian] / Горпинченко М.Ю., Атраментова Л.А. Популяційно-генетичні характеристики населення України, отримані з використанням прізвищ. *Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Біологія.* 2015. Т. 1, № 69. С. 68–71.

**GORPYNCHENKO M. Yu., ATRAMENTOVA L. A.**

*V.N. Karazin Kharkiv National University, Department of Genetics and Cytology, Ukraine, 61022, Kharkov, Svobody sq., 4, e-mail: 8.gelios.8@gmail.com*

**POPULATION GENETIC ANALYSIS OF THE POPULATION OF TRANSCARPATHIAN REGION BASED ON SURNAME DATA**

**Aim.** The purpose of research is to analyse the populations of Transcarpathian region, finding out, as ability of surnames changes to differentiate the populations of area level as compared with regional. **Methods.** The base of total list of surnames of the population of Transcarpathian region is used. The way of description of genetic structure of the population offered I. Barrai. Material is analysed with use of methodical approaches developed of E.B. Balanovskaya. **Results.** Population genetic ratings for area as a whole - index of isonymy ( $I=6,1 \times 10^{-4}$ ), index of inbreeding ( $F_{ST}=15,2 \times 10^{-5}$ ), migration index ( $v=12,8 \times 10^{-4}$ ), rate of names diversity ( $a=16,4 \times 10^2$ ), index of entropy ( $H=12,8$ ) and redundancy of surnames ( $R=36,7$ ), as well as for thirteen areas of Transcarpathian region are designed. **Conclusions.** Index isonymy, inbreeding and migration in a few times above in the populations of area level, than regional, the rating of diversity in area populations has more low values, than in regional population.

**Keywords:** quasigenetic markers, population, isonymy, inbreeding, migration.