

ШУБА В. В.^{1,2✉}, ГОРПИНЧЕНКО М. Ю.¹, АТРАМЕНТОВА Л. О.¹

¹ Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,

Україна, 61022, м. Харків, площа Свободи, 4, ORCID: 0000-0002-4261-5228, 0000-0003-0362-6300, 0000-0002-7143-9411

² Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр,

Україна, 61191, м. Харків, вул. Ковтуна, 34

✉ shubavladislav@gmail.com

ПОПУЛЯЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ НАСЕЛЕННЯ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДАНИМИ ПРІЗВИЩ

Мета. Метою дослідження було отримання показників, які характеризують структуру популяцій Львівської області. **Методи.** Використано спосіб опису генетичної структури популяції з використанням прізвищ, запропонований I. Ваггаї. **Результати.** Показники популяційної структури районних популяцій Львівської області демонструють широкий діапазон значень. Базовий показник – індекс ізонімії (I) варіює у межах 2,3–26,5 ($\times 10^{-4}$). Коефіцієнт інбридингу (F_{ST}) має значення 11,2–66,1 ($\times 10^{-5}$), показник міграції (v) – 70,8–212,9 (10^{-4}), показник різноманіття (a) – 3,8–22,9 ($\times 10^2$), показник ентропії (H) – 10,0–13,0, надлишковості прізвищ (R) – 26,1–36,2. У деяких населених пунктах спостерігається скупчення носіїв одного прізвища, що можна пояснити ефектом засновника.

Висновки. Показники ізонімії, інбридингу і міграції в районних популяціях у декілька разів перевищують такі ж показники в обласній популяції. Рівень ізонімії найнижчі в районах з високою туристичною і транзитною активністю.

Ключові слова: людина, популяційна генетика, інбридинг, популяції, Україна.

Вивчення структури популяцій різних народів і процесів, які протікають у них, є актуальним напрямком досліджень у всьому світі. Це пов'язано з проблемами охорони здоров'я, збереження генофонду, а також вивчення генетичного і культурного різноманіття людства [1]. Структуру генофонду населення і процеси, які в ньому протікають, широко вивчають, застосовуючи прізвища [2]. Використання прізвищ як маркерів має ряд переваг, головні з яких це фінансова доступність і можливість швидко аналізувати великі обсяги даних. За допомогою прізвищ було проаналізовано структуру популяцій багатьох країн і етнічних груп різних народів світу. Ці дослідження проведені як на індивіду-

альному, так і на популяційному рівні [2–11]. Наші попередні дослідження продемонстрували ефективність використання прізвищ у вивченні українських популяцій. Їх тривале існування, не випадковий розподіл на території країни з різною історією й антропологічними типами мешканців, асоціація з біологічними маркерами дозволили розглядати прізвища українського населення як надійний інструмент у популяційно-генетичних дослідженнях [12].

Внаслідок військових дій на території України останні два роки західні області України зазнають значного міграційного тиску. Великі маси мігрантів зі сходу змінюють склад населення, впливаючи таким чином на структуру популяцій і їх адаптивність. Характер цих змін і їхні наслідки можна оцінити, порівнюючи нові показники з похідними через покоління. Це зумовило мету дослідження – отримати показники, які характеризують популяції Львівської області для порівняння їх із показниками наступного покоління, час якого настане у найближчі роки.

Матеріали і методи

У дослідженні використані прізвища 1 321 189 жителів Львівської області станом на 2005 рік. Для аналізу структури популяції використовується метод, розроблений I. Ваггаї і співавторами [13]. Розподіл прізвищ у загальній вибірці Львівської області досліджувався шляхом адаптації лінії регресії до логарифмічного перетворення кількості прізвищ (S), які представлені k разів у популяціях i й j . Основні статистичні характеристики, отримані з розподілу прізвищ, включають показники загальної і випадкової ізонімії. Показник ізонімії у групі j визначається як: $I_{jj} = \sum_k q_{kj}^2$, де q_{kj} – відносна частота прізвища k у групі j , а сума включає всі

прізвища. Випадкова ізонімія між групами i й j оцінюється як: $I_{ij} = \sum_k q_{ki} q_{kj}$, де q_{ki} і q_{kj} – відносні частоти прізвища k у групах i й j відповідно, а сума охоплює всі прізвища. Крім того, розраховано параметри $\alpha = 1/I_{ij}$ Фішера та $\nu = \alpha / (N - \alpha)$ Карліна – МакГрегора, де N – кількість прізвищ. Показник розподілу прізвищ H розраховано за формулами $H = -\sum q_k \log_2 q_k$ і $H_0 = \log_2 N$, де q_k – частоти прізвищ; N – кількість осіб. Показник надмірності розподілу прізвищ R розраховано за формулою $R = 100(1 - H/H_0)$. Розрахунки виконані проводилися у програмі MS Excel.

Результати та обговорення

Львівська область завдяки своєму географічному положенню і багатій історії, впродовж століть була перехрестям культур, торговельних шляхів і політичних впливів [14]. Це сформувало унікальну структуру популяцій і культурну ідентичність.

Параметри популяцій на рівні районів виявляють інший спектр варіабельності, порівнюючи з параметрами обласних популяцій, а також виявляється значна їхня дисперсія (табл. 1).

Наприклад, значення індексу ізонімії для популяції Львівської області становить $I = 2,3 \times 10^{-4}$, тоді як для районних популяцій цей показник коливається у межах 2,3–26,5 ($\times 10^{-4}$). Коефіцієнт інбридингу в обласній популяції дорівнює $F_{ST} = 5,75 \times 10^{-5}$, а в районних популяціях він значно вище і варіює в діапазоні 11,2–66,1 ($\times 10^{-5}$).

Показник ν вказує на рівень змін в популяції під впливом міграції. У районних популяціях показник ν майже на порядок вищий, ніж в обласній популяції. Це свідчить про меншу стійкість популяційної структури малочисельної популяції під впливом мігрантів. Збільшення генетичних відмінностей мігрантів від населення популяції-реципієнта і зростання коефіцієнта міграції (ν), який вказує на вагу мігрантів, призводить до сильнішого впливу міграції на генетичну структуру локальної популяції. Таким чином, показник ν свідчить про рівень генетичних змін у популяції під впливом міграційного потоку. У обласній популяції $\nu = 16,3 \times 10^{-4}$, у районах він коливається у межах 70,8–212,9 (10^{-4}).

Таблиця 1. Генетичні характеристики районних популяцій Львівської області

| Популяції | $I \times 10^{-4}$ | $F_{ST} \times 10^{-5}$ | $\nu \times 10^{-4}$ | $a \times 10^2$ | H | R |
|-------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|-----------------|-------|-------|
| Львівська область | 2,30 | 5,75 | 16,25 | 43,55 | 14,14 | 33,79 |
| Райони | | | | | | |
| Бродівський | 7,06 | 17,65 | 163,21 | 14,39 | 11,86 | 27,71 |
| Буський | 10,68 | 26,69 | 175,88 | 9,52 | 10,93 | 30,36 |
| Городоцький | 8,06 | 20,15 | 164,92 | 12,61 | 11,42 | 29,48 |
| Дрогобицький | 4,69 | 11,71 | 85,91 | 21,52 | 12,43 | 30,64 |
| Жидачівський | 7,81 | 19,52 | 150,71 | 12,99 | 11,48 | 29,89 |
| Жовківський | 8,23 | 20,59 | 113,13 | 12,27 | 11,57 | 30,74 |
| Золочівський | 7,29 | 18,23 | 169,89 | 13,94 | 11,54 | 29,18 |
| Кам'яно-бузький | 10,87 | 27,17 | 143,97 | 9,33 | 11,18 | 29,96 |
| Миколаївський | 8,22 | 20,56 | 123,86 | 12,30 | 11,52 | 30,51 |
| Мостиський | 9,14 | 22,85 | 157,73 | 11,11 | 11,06 | 31,23 |
| Перемишлянський | 9,77 | 24,44 | 212,86 | 10,44 | 11,04 | 28,99 |
| Пустомитівський | 4,47 | 11,18 | 205,73 | 22,83 | 12,37 | 26,08 |
| Радехівський | 11,68 | 29,19 | 150,41 | 8,68 | 10,89 | 31,07 |
| Самбірський | 5,89 | 14,72 | 140,75 | 17,22 | 11,95 | 29,21 |
| Сколівський | 12,30 | 30,76 | 142,62 | 8,23 | 10,54 | 33,31 |
| Сокальський | 4,72 | 11,81 | 125,65 | 21,43 | 12,47 | 28,16 |
| Старосамбірський | 8,49 | 21,22 | 136,94 | 11,93 | 11,30 | 31,08 |
| Стрийський | 6,45 | 16,12 | 111,21 | 15,67 | 12,08 | 29,28 |
| Турківський | 26,45 | 66,13 | 70,76 | 3,80 | 10,01 | 36,24 |
| Яворівський | 7,41 | 18,53 | 94,63 | 13,61 | 11,65 | 31,97 |
| м. Львів | 2,28 | 5,70 | 30,73 | 44,02 | 13,91 | 31,99 |

Примітки: I – показник ізонімії, F_{ST} – випадкова компонента інбридингу, ν – індекс міграції, a – показник різноманітності прізвищ, H – показник ентропії розподілу прізвищ, R – показник надмірності розподілу прізвищ, * – адміністративний центр

Показник різноманіття прізвищ у районних популяціях очікувано нижчий (3,8–22,8 ($\times 10^2$)), ніж в обласній ($a = 43,6 \times 10^2$). Показники ентропії H і надмірності R , які описують форму розподілу прізвищ, у районних популяціях є дещо меншими, порівняно з обласними.

Індекс ізонімії (I), який є основною характеристикою, використовувався для побудови мап, що відображають розподіл цього показника в межах області (рис. 1).

Коефіцієнт міграції (v) в українському населенні станом на 2005 рік становив $v = 0,12$, що свідчить про значний вплив доцентрової міграції на генофонд. З 2014 року на сході України спостерігаються інтенсивні міграційні процеси, які з 24 лютого 2022 року набули катастрофічного характеру, що зумовлює потребу в оцінці їх генетичних наслідків популяційними антропогенетиками.

Сучасні міграційні процеси, подібно до природного добору, неминуче впливають на структуру й адаптивність населення. Одиницею часу у популяційній генетиці є покоління, тривалість якого приблизно становить двадцять років у людини. Важливо враховувати, що наближається період, коли можна буде оцінити генетичні трансформації в українських популяціях, які відбулися за покоління. Масштаби цих змін можна буде швидко оцінити, порівнявши нові показники з отриманими в 2005 році у цьому дослідженні.

У Турківському районі Львівської області спостерігалися особливо високі значення показника ізонімії. Це свідчить про значну кількість носіїв однакових прізвищ у населення і позначається як «ефект засновника», відомий в генетиці як один із проявів дрейфу генів. Дрейф генів, як відомо, відноситься до негативних популяційних процесів, наслідком якого є часткова втрата генетичного різноманіття і випадкове підвищення частоти шкідливих алелів.

Було виявлено три прізвища з високими частотами. Так, прізвище *Комарницький* мало понад 25 % (399 з 1588) жителів с. Комарники. Прізвище *Льницький* мали 29 % жителів с. Верхнє Гусне й 29 % жителів с. Лосинець. Відстань між селами становила 30 км. Прізвище *Яворський* мали 19 % (152 з 789) жителів с. Лосинець і 16,5 % жителів с. Мельничне. Відстань між цими селами становила 10 км. Всі ці населені пункти особливо постраждали під час другої світової війни і зазнали великих демографічних зсувів [14]. Населення цих територій мало б бути об'єктом детального вивчення антропогенетиків і медичних генетиків як група підвищеного ризику захворювань з генетичним компонентом. Але все змінилося у лютому 2022 року. Потужні міграції зі сходу на захід країни змінюють структуру населення і, як наслідок, змінюється адаптивність популяцій. Якими виявиться вплив цих катастрофічних перетворень, з якими новими генетичними ризиками стикнеться населення, буде визначатися після перемоги.

Висновки

Отримані результати розширюють наші знання про генетичну різноманітність українських популяцій. Дослідження показало, що популяційно-генетичні показники демонструють широке міжпопуляційне варіювання у межах Львівської області. Базовий показник – індекс ізонімії має широкий спектр варіювання між районними популяціями ($I = 2,3–26,5 (\times 10^{-4})$). Розподіл рівня індексу ізонімії збігається з основними транзитними шляхами, міграційними і туристичними шляхами, а також має відображення в історії цієї території. Коефіцієнт інбридингу може вказувати на населені пункти з критичними значеннями генетичного ризику щодо захворювань зі спадковим компонентом.



Рис. 1. Розподіл показників ізонімії у районах популяціях (світлі зони відповідають низьким значенням показника, темні – високим, *** – Львів).

References

1. Cavalli-Sforza L. L., Bodmer W. F. The genetics of human populations. W. H. Freeman. San Francisco, 1971. 965 p.
2. Barraï I., Rodriguez-Larralde A., Mamolini E., Manni F., Scapoli C. Elements of the surname structure of Austria. *Annals of Human Biology*. 2000. Vol. 27, № 6. P. 607–622. doi: 10.1080/03014460050178696.
3. Carrieri A., Sans M., Dipierri J. E., Alfaro E., Mamolini E., Sandri M., Rodriguez-Larralde A., Scapoli C., Barraï I. The structure and migration patterns of the population of Uruguay through isonymy. *Journal of Biosocial Science*. 2020 Vol. 52, Is. 2. P. 300–314. doi: 10.1017/s0021932019000476.
4. Barraï I., Rodriguez-Larralde A., Manni F., Ruggiero V., Tartari D., Scapoli C. Isolation by language and isolation by distance in Belgium. *Annals of Human Biology*. 2004. Vol. 68, № 1. P. 1–16. doi: 10.1046/j.1529-8817.2003.00044.x.
5. Barraï I., Rodriguez-Larralde A., Mamolini E., Scapoli C. Isolation by distance in Italy. *Human Biology*. 1999. Vol. 71, № 6. P. 947–961. Retrieved from: www.jstor.org/stable/41465794.
6. Rodriguez-Larralde A., Barraï I., Nesti C., Mamolini E., Scapoli C. Isonymy and isolation by distance in Germany. *Human Biology*. 1998. Vol. 70, № 6. P. 1041–1056. Retrieved from: www.jstor.org/stable/41465701.
7. Barraï I., Rodriguez-Larralde A., Manni F., Scapoli C. Isonymy and isolation by distance in the Netherlands. *Human Biology*. Vol. 74, № 2. P. 263–283. Retrieved from: www.jstor.org/stable/41466051
8. Scapoli C., Goebel H., Sobota S., Mamolini E., Rodriguez-Larralde A., Barraï I. Surnames and dialects in France: Population structure and cultural evolution. *Journal of Theoretical Biology*. 2005. Vol. 237, № 1. P. 75–86. doi: 10.1016/j.jtbi.2005.03.035.
9. Tarskaia L., El'chinova G. I., Scapoli C., Mamolini E., Carrieri A., Rodriguez-Larralde A., Barraï I. Surnames in Siberia: a study of the population of Yakutia through isonymy. *American Journal of Physical Anthropology*. 2009. Vol. 138, № 2. P. 190–198. doi: 10.1002/ajpa.20918.
10. Liu Yan, Chen Liujun, Yuan Yida, Chen Jiawei A. Study of Surnames in China Through Isonymy. *American Journal of Physical Anthropology*. 2012. Vol. 148, № 3. P. 341–350. doi: 10.1002/ajpa.22055.
11. Barraï I., Cavalli-Sforza L. L., Moroni A. Isonymy structure of USA population. *American Journal of Physical Anthropology*. 2001. Vol. 114, № 2. P. 109–123. doi: 10.1002/1096-8644(200102)114:2<109::AID-AJPA1011>3.0.CO;2-I.
12. Gorpynchenko M. Yu., Atramentova L. A. Population genetic characteristics of the population of Ukraine obtained with the use of surnames. *Bulletin of the Kyiv National Taras Shevchenko University. Biology*. 2015. Vol. 1, № 69. P. 68–71. [in Ukrainian]

13. Barrai I., Formica G., Scapoli C. et al. Microevolution in Ferrara: Isonymy 1890–1990. *Annals of Human Biology*. 1992. Vol. 19, № 4. P. 371–385. doi: 10.1080/03014469200002242.
14. Boiko O. D. *Istoriia Ukrainy*. Kyiv : Akademydav. 2018 720 p. [in Ukrainian]

SHUBA V. V.^{1,2}, GORPYNCHENKO M. Yu.¹, ATRAMENTOVA L. O.¹

¹ V. N. Karazin Kharkiv National University,
Ukraine, 61022, Kharkiv, Svobody sq., 4

² Kharkiv Scientific Research Forensic Centre of MIA,
Ukraine, 61191, Kharkiv, Kovtuna str., 34

POPULATION GENETIC ANALYSIS OF THE LVIV REGION BASED ON SURNAME DATA

Aim. The study aimed to determine indicators characterizing the population structure of the Lviv region. **Methods.** The study employed the method of describing the genetic structure of the population using surnames, as proposed by I. Barrai. **Results.** Indicators of population structure in district populations of the Lviv region exhibited a wide range of values. The basic index, the isonymy index (I), varied between 2.3 and 26.5 ($\times 10^{-4}$). The inbreeding coefficient (F_{ST}) ranged from 11.2 to 66.1 ($\times 10^{-5}$), the migration index (v) from 70.8 to 212.9 (10^{-4}), the diversity index (a) from 3.8 to 22.9 ($\times 10^2$), the entropy index (H) from 10.0 to 13.0, and the redundancy of surnames (R) from 26.1 to 36.2. In some settlements, there is an accumulation of bearers of the same surname, which can be explained by the founder effect. **Conclusions.** The rates of isonymy, inbreeding, and migration in district populations were several times higher than those observed in the regional population. The level of isonymy was lowest in areas with high tourist and transit activity.

Keywords: human, population genetics, inbreeding, populations, Ukraine.