
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА БІОБЕЗПЕКА ЕКОСИСТЕМ

УДК 574.2:574.21+579.6+579.64

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ БІОЛОГІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ГРУНТУ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ

І.С. Бровко, Я.В. Чабанюк, А.П. Корецький, С.В. Мазур

Інститут агроекології і природокористування НААН

Досліджено взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту (дихання, токсичність, біомаса, чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних та таксономічних груп, активність ґрунтових ферментів тощо) за дії гербіцидів на основі кломазону та імазамоксу під час вирощування сої. Висвітлено, що вирощування цієї культури з використанням ґрунтових гербіцидів спричиняє порушення природного ценозу, що змінює внутрішню будову взаємозв'язків різних біологічних показників і позначається на ґрунтовій родючості, основна складова якої «фактор природного ценозу» ($R = 0,99$, при $p \leq 0,001$), що демонструє зв'язок та кореляцію між більшістю біологічних показників стану ґрунтів.

Ключові слова: ґрунтові гербіциди, біодіагностичні показники, факторний аналіз, ґрунтова родючість, кореляційні матриці.

Формування системи репрезентативних біодіагностичних показників для оцінки ґрунтів агроекоосистем є неможливим без вивчення екологічних функцій ґрунтової мікробіоти [1–3]. Кожна екосистема має свої унікальні властивості, сформовані одночасно біотичною і абіотичною складовими. Біодіагностичні показники не вважаються інформативними без їх статистичної та математичної оцінки.

Встановлення зв'язків між двома і більше множинами величин є одним із найскладніших завдань статистики. Одним із підходів може бути використання моделі аналізу головних компонентів. Розраховуючи головні компоненти для кожної множинності змінних і кореляцію між отриманими компонентами, іноді вдається встановити складні взаємозв'язки між цими множинами. Однак такий аналіз передбачає припущення про існування апріорної структури, властивої досліджуванім показникам (змінним). Щоб уникнути тако-

го припущення, доцільно створити групи (множини) всередині матриці, яка містить дані щодо досліджуваних показників, і провести аналіз таких груп за допомогою моделі канонічного кореляційного аналізу.

Порівняння кореляційних матриць, отриманих для досліджених природних екосистем, дає змогу умовно розподілити їх на два основних типи: перший — екосистеми, в яких досліджені коефіцієнти не корелюють з іншими показниками (за деяких винятків), другий тип — екосистеми, в яких досліджені коефіцієнти проявляють чисельні кореляції з іншими визначеними показниками [4–6].

Метою роботи було встановити взаємозв'язки між біологічними показниками ґрунту за дії пестицидів і виокремити репрезентативні та ті, які є головними для оцінки стану ґрунтів агроекоосистем.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Полеві дослідження проводили впродовж 2014–2016 рр. у короткотривалих експериментах з вивчення ефективності

грунтових гербіцидів (кломазон, імазамокс) на посівах сої сорту Либідь на Дослідному полі відділу агроекології і біобезпеки ІАП НААН (Вінницька обл.), тип ґрунту – чорнозем типовий. Відбір зразків ґрунту здійснювали впродовж фаз онтогенезу рослин. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних та таксономічних груп визначали загальноприйнятими методами [7–9]. Вплив ґрунтових гербіцидів на біологічні властивості ґрунту встановлювали за порівнянням з ґрунтом природної екосистеми.

Взаємозв'язки між дослідженими показниками встановлювали стандартним методом факторного аналізу шляхом виділення головних компонент за допомогою програми Statistica 10 (StatSoft, Inc., 2011).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Було використано варіант аналізу, за якого спільності дорівнюють квадрату коефіцієнта множинної кореляції. Цей метод об'єднує декілька показників із високим ступенем кореляції у так звані головні компоненти, що дає змогу зменшити кількість показників для оцінки залежної змінної. Наявність головних компонент вказує на приховану, або латентну структуру в досліджуваному ценозі. У рамках проведеного дослідження використовували два основні поняття факторного аналізу: (i) «фактор», або «головна компонента» — це прихована змінна, що визначається математично і відносно якої відбуваються зміни виявлених змінних; (ii) «навантаження» — кореляція між вихідною змінною та *i* фактором, або головною компонентою. Вважається, що фактор добре описує змінну (власне, її дисперсію), якщо значення коефіцієнта кореляції *R* (факторне навантаження) більше ніж 0,70. Відповідно до критерію Кайзера, головні компоненти, власні значення яких перевищували 1, вважали вагомими для подальшого аналізу. Оптимізацію головних компонент здійснювали шляхом математичного обернення моделі відносно досліджуваних змінних за допомогою доступних у програмі Statistica методів (варімаксу,

біквартімаксу, квартімаксу та еквмаксу) з метою нівелювання впливу на неї суміжних складових (тобто показників, які доволі добре можуть бути описані кількома головними компонентами).

Для визначення взаємозв'язків між дослідженими показниками було проведено факторний аналіз методом виділення головних компонент. Цей метод дає змогу об'єднати декілька показників із високим ступенем кореляції у так звані головні компоненти і у такий спосіб зменшити кількість показників для оцінки залежної змінної. Кількість головних компонент і їх склад (уміст змінних) вказують на внутрішню структуру досліджуваного ценозу і надають можливість встановити взаємозв'язки між досліджуваними змінними і відповідними змінами, спричиненими дією досліджуваних факторів, наприклад культивуванням різних сортів сої.

За результатами аналізу зв'язків між досліджуваними змінними природної екосистеми методом факторного аналізу було виявлено дві головні компоненти, які охоплюють 90,3% загальної дисперсії (табл. 1).

Такий результат вказує на двокомпонентну структуру природної екосистеми за дослідженими показниками. За оптимізації головних компонент (шляхом математичного обернення моделі відносно досліджуваних змінних за доступними в програмі Statistica методами) за вмістом досліджуваних змінних з метою нівелювання впливу на головну компоненту суміжних складових (тобто показників, які доволі добре можуть бути описані кількома головними компонентами) було отримано такий розподіл: дисперсія основної кількості змінних (18 з 20-ти) добре описується головною компонентою 1 (ГК 1 — фактор природного ценозу) — кумулятивна часта поясненої дисперсії становить 75,3%; варіювання інших двох змінних («кількість спор» і «коефіцієнт педотрофності») відбувається відносно головної компоненти 2 (ГК 2 — фактор педотрофності), що охоплює 15,0% загальної дисперсії (табл. 2). Так, для фактора 1 отримано позитивний характер кореляційної залежності із усіма

Таблиця 1

Основні статистичні показники головних компонент, виявлених у природному ценозі*

Головна компонента	Власне значення	% загальної дисперсії	Кумулятивне власне значення, максимум = 20	Кумулятивна частка, %
1	15,09	75,5	15,1	75,5
2	2,98	14,9	18,1	90,3

Примітка: * кількість змінних = 20.

Таблиця 2

Оцінка факторних навантажень у природному ценозі після їх оптимізації шляхом обернення методом квантімаксу*

Змінна	Фактор 1	Фактор 2
Дихання	0,97	0,03
Біомаса	0,95	-0,18
Фітотоксичність	0,73	0,63
Амоніфікатори	0,69	0,68
Кількість спор	0,54	0,68
Бактерії, що використовують мін. азот	0,93	0,29
Азотфіксувальні бактерії	0,97	0,01
Оліготрофи	0,85	0,44
Педотрофи	0,94	0,14
Фосфатмобілізувальні бактерії	0,97	0,04
Стрептоміцети	0,87	0,43
Мікроміцети	0,91	0,15
<i>Azotobacter</i>	0,96	-0,15
Фосфатазна активність	0,89	-0,12
Поліфенолоксидазна активність	0,93	-0,17
Пероксидазна активність	0,93	-0,27
Коефіцієнт мінералізації/імобілізації	0,71	-0,66
Коефіцієнт педотрофності	0,66	-0,71
Коефіцієнт оліготрофності	0,84	-0,24
Коефіцієнт гумусонакопичення	0,95	-0,11
Вплив фактора	15,07	3,00
Частка поясненої дисперсії, %	75,3	15,0

Примітка: * виокремлені жирним шрифтом значення перевищують показник кореляції $R > 0,70$.

залученими змінними, тоді як для фактора 2 кореляція із кількістю спор була позитивною, а із коефіцієнтом педотрофності — негативною.

Отриманий результат свідчить про високий рівень залежності майже всіх досліджених змінних у природній екосистемі: фактор 1 може описати близько 75,3% від

загальної дисперсії 18 із 20-ти показників у ценозі. Тому такий фактор (головну компоненту) можна умовно назвати «фактором природного ценозу». Лише варіювання коефіцієнта педотрофності і кількості спор не вкладаються в загальну схему взаємовідносин із іншими змінними, а тому описуються фактором 2.

Під час оцінки кореляційних взаємовідносин між дослідженими змінними, визначеними для популяції «Контроль», було відзначено утворення трьох головних компонентів (ГК 1, ГК 2, ГК 3 — фактор оліготрофності), здатних описати 94,2% дисперсії.

Обернення функції, що описує кожну з головних компонент за допомогою методу еквмаксу, дає змогу розподілити фактори між трьома головними компонентами із описовим потенціалом: ГК 1, ГК 2, ГК 3 — 47, 24 і 23% відповідно. Кореляційні індекси між виявленими головними компонентами варіюють в діапазоні 24–32%, що вказує на високий рівень незалежності, а відповідно й унікальності, кожної з головних компонент, які описують внутрішню будову ценозу. Однак ієрархічний аналіз математично обернених факторів: природного ценозу (ГК 1), педотрофності (ГК 2) та оліготрофності (ГК 3) засвідчив про наявність трьох суміжних змінних — показники «педотрофи», «стрептоміцети» і «коефіцієнт гумусонакопичення», які корелюють з кожним із факторів, однак кореляційні індекси є недостатньо потужними.

Такий результат вказує на порушення залежностей між змінними «фактора природного ценозу», що спостерігаються в ценозі, — «контроль» і прогностична ефективність цього фактора (фактор 1) знижується до 47,3% порівняно із 75,3% у природній екосистемі. Такі змінні, як «мікроміцети» і «коефіцієнт мінералізації — іммобілізації», включаються до фактора 2, а змінні «бактерії, що використовують мінеральний азот», «оліготрофи» і відповідний «коефіцієнт оліготрофності» описуються новим фактором 3. Це свідчить, що в ценозі «Контроль» найбільш чутливими до антропогенного навантаження є мікроміцети, оліготрофи і

бактерії, які використовують мінеральний азот. Виділення головних компонент у ценозі «Кломазон» продемонструвало наявність трьох основних змінних (факторів), які описують 93,3% загальної дисперсії.

Обернення функції головних компонент дає змогу розподілити фактори між трьома головними компонентами так, що мінімальна кількість суміжних змінних досягає лише п'яти: «стрептоміцети», «мікроміцети», «пероксидазна активність», «коефіцієнт мінералізації — іммобілізації» і «коефіцієнт педотрофності». Описовий потенціал для цих трьох факторів становить 61,5, 16,3 і 15,5% відповідно. Кореляційні індекси між головними компонентами 1 і 3 досягають 55,0%, тоді як між іншими факторами індекси кореляції не перевищують 8,5%. Такий результат свідчить про певну незалежність змін, що відбуваються в змінних, описаних головними компонентами 1 і 2, а також про можливий зв'язок між значеннями змінних головної компоненти 3 і 1. Саме тому змінні головної компоненти 3 відносяться до суміжних.

За результатами факторного аналізу встановлено, що ценоз «Кломазон» є більш подібним до природного ценозу за характером кореляційних зв'язків, про що свідчить доволі високе описове значення фактора 1 (фактор природного ценозу), який становить 61,5% порівняно із 71,5% у природному ценозі та 47,3% у ценозі «Контроль». Крім того, змінні фактора 3 так само, здебільшого, можуть бути поєднані із фактором природного ценозу, адже є суміжними із ним, і коефіцієнт кореляції між головними компонентами 1 і 3 становить 55,0%. Такий характер змін може свідчити про незначний рівень антропогенного навантаження на ценоз від застосування гербіцидів на основі кломазону. Основний вплив на ценоз відбувається внаслідок змін значень оліготрофних мікроорганізмів, чисельність яких і відповідний коефіцієнт оліготрофності змінюються незалежно від змін інших факторів. Про це свідчить низький рівень кореляції головного компонента 2, що виходить із головних компонентів 1 і 3 (8,1 і 8,4% відповідно).

Факторний аналіз ценозу «Імазамокс» так само продемонстрував три головні компоненти і фактори, які їх описують, здатні охопити близько 93,4% загальної дисперсії. Оборнення функцій головних компонент дає змогу розподілити фактори між трьома їх різновидами у такий спосіб, що суміжні змінні проявляються слабо і не мають необхідного впливу (за умови $R > 0,70$). Описовий потенціал для трьох факторів становить 54,4, 19,3 і 19,7% відповідно. Кореляційні індекси між головними компонентами варіюють у межах 5,5–25,8%, що свідчить про незалежність змін, які відбуваються у змінних і описуються винайденими головними компонентами.

Головна компонента, кластер якої містить змінну «коефіцієнт педотрофності» ймовірно є незалежним фактором, до якого у разі порушення функціонування ценозу можуть відноситися й інші змінні, передусім «коефіцієнт мінералізації — іммобілізації», разом з яким «коефіцієнт педотрофності» утворює найвагоміші (мажорні) детермінуючі чинники у межах цього кластера із величиною факторного навантаження понад 90%. До мінорних детермінант, виявлених в усіх ценозах із антропогенним впливом, відноситься лише одна змінна — «мікроміцети» з коефіцієнтом факторного навантаження в діапазоні 77–82%. До інших мінорних детермінант, які спорадично проявляються з різною величиною факторного навантаження в різних ценозах, відносяться «амоніфікатори» і «кількість спор». У природному ценозі ці дві змінні так само є присутніми, як і можливі компоненти спільного із «коефіцієнтом педотрофності» кластера, однак коефіцієнт факторного навантаження для них становить лише 0,68. Унаслідок застосування різних гербіцидів відбуваються зміни у величині і знаку (+/–) факторного навантаження для цих двох змінних, а тому можна припустити, що вони так само є показниками різних ланок антропогенного навантаження на ценоз.

Отже, структура природного ценозу характеризується двома основними факторами, які умовно можуть бути названі —

«фактор природного ценозу», що описує більшість досліджених змінних, і «фактор педотрофності», основною детермінуючою змінною в якому виступає «коефіцієнт педотрофності». Коефіцієнт педотрофності є похідною функцією від змінних, які описуються фактором 1, а тому цілком ймовірно припустити, що така відокремленість від загальної кількості змінних є випадковою і визначається лише недостатньою величиною розміру вибірки. Однак подальший аналіз, на прикладі інших ценозів, засвідчив, що цей фактор є окремою складовою внутрішньої структури всіх досліджених ценозів.

Значна реакція оліготрофних мікроорганізмів на культивування рослин сої та досліджуваних гербіцидів і відокремлення їх із кластера змінних, які відносяться до «фактора природного ценозу», у окремий кластер надає підстави надати йому умовну назву «фактор оліготрофності», адже до кластера, який корелює із цим фактором, одночасно потрапляють і «кількість оліготрофів», і «коефіцієнт оліготрофності», а залучення іншої змінної, такої як «бактерії, що використовують мінеральний азот» (за розгляду ценозу «Контроль»), ймовірно, є вторинним і може бути результатом істотніших змін у ценозі під впливом антропогенних чинників.

Унаслідок застосування різних гербіцидів низка змінних випадають із «фактора природного ценозу» і переходять у «фактор педотрофності», одночасно формуючи «фактор оліготрофності». Близькі величини кумулятивної дисперсії для обох цих факторів можуть свідчити про їх рівнозначність за оцінки стану ценозу. А тому величина кумулятивної дисперсії «фактора природного ценозу» може бути показником рівня його порушення. І в цьому аспекті найбільших змін щодо природного ценозу набуває ценоз «Контроль», в якому показник кумулятивної дисперсії зменшується до 47,3% порівняно із 75,3% на контролі, а найменших — ценоз «Кломазон», де цей показник становить 61,5%. Вказаний показник проявляє пряму кореляцію ($R = 0,99$, при $p \leq 0,001$) із показником «урожайність». Так, найменшу врожайність зафіксовано в ценозі «Контроль» ($2,2 \pm 0,6$ т/га), а найбіль-

Таблиця 3

Показники продуктивності досліджуваних ценозів порівняно із кумулятивною дисперсією «фактора природного ценозу» (головна компонента 1) за дії ґрунтових гербіцидів, %

Показник	Природний ценоз	Контроль	Кломазон	Імазамокс
Фактор природного ценозу (ГК1)	75,3	47,3	61,5	54,4
Фактор педотрофності (ГК2)	15,0	23,6	15,5	19,7
Фактор оліготрофності (ГК3)	0	23,3	16,3	19,3
Кількість бульбочок, од./рослину	–*	79,1±18,9	61,3±18,3	65,5±21,5
Маса бульбочок, г/рослину	–	1,1±0,3	0,7±0,2	0,8±0,3
Урожайність, т/га	–	2,2±0,6	2,7±0,7	2,5±0,7
Білок, %	–	32,5±1,1	31,1±2,0	31,5±2,9

Примітка: * – дисперсія відсутня.

шу – у ценозі «Кломазон» (2,7±0,7 т/га). Інші показники, такі як «кількість бульбочок», «маса бульбочок», мають обернену залежність від величини кумулятивної дисперсії «фактора природного ценозу», натомість проявляють позитивну кореляцію із «фактором педотрофності» ($R = 0,95$, при $p \leq 0,01$) і «фактором оліготрофності» ($R = 0,98-0,99$, при $p \leq 0,01$). Уміст білка у насінні сої в різних варіантах, загалом, не відрізняється і становить 31–33%.

ВИСНОВКИ

За вирощування сої з використанням ґрунтових гербіцидів відбуваються зміни

у внутрішній будові взаємозв'язків між різними біологічними показниками ґрунту, що позначається на основних показниках його родючості. Основною складовою ґрунту, що визначає родючість ($R = 0,99$, при $p \leq 0,001$), є так званий «фактор природного ценозу», який демонструє взаємозв'язок між більшістю із досліджених показників стану ґрунтів. Висока родючість ґрунту, очевидно, визначається стабільністю «фактора природного ценозу» і мінімізацією впливу інших факторів, наприклад «фактора педотрофності» і «фактора оліготрофності», що набувають певного значення в процесі вирощування сої.

ЛІТЕРАТУРА

1. Структурно-функціональна роль почв и почвенной биоты в биосфере / Г.В. Добровольский, И.П. Бабьева, Л.Г. Богатырев и др. – М.: Наука, 2003. – 364 с.
2. *Nannipieri P.* Microbial diversity and soil functions / P. Nannipieri, J. Ascher, M. Ceccherini // *European Journal of Soil Science* – 2003. – Vol. 54. – P. 655–670.
3. *Fierer N.* The diversity and biogeography of soil bacterial communities / N. Fierer, R.B. Jackson // *PNAS*. – 2006. – Vol. 103. – No. 3. – P. 626–631.
4. Формування біорізноманіття та філотипової структури еубактеріального комплексу чорнозему типового при вирощуванні пшениці озимої / М.В. Патики, С.П. Танчик, О.Ю. Колодяжний та ін. // *Доповіді НАН України*. – 2012. – № 11. – С. 163–171.
5. *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions* / F. Buscot et al. – Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2005. – 419 p.
6. *Chau J.F.* The effect of soil texture on richness and diversity of bacterial communities / J.F. Chau, A.C. Bagtzoglou, M.R. Wilig // *Environ Forensics*. – 2011. – Vol. 12. – P. 333–341.
7. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія / В.В. Волкогон, О.В. Надкєрнична, Л.М. Токмакова та ін.; за ред. В.В. Волкогона. – К.: Аграрна наука, 2010. – 464 с.
8. *Звягинцев Д.Г.* Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
9. Большой практикум по микробиологии / Т.В. Аристовская, М.Е. Владимирская, М.М. Голлербах и др.; под ред. Г.Л. Селибера. – М.: Высшая школа, 1962. – 492 с.

REFERENCES

1. Dobrovolskiy G.V., Babjeva I.P., Bogatyriov L.G. (2003). *Strukturno-funkcionalnaya rol' pochv i pochvennoi bioty v biosfere* [Structural and functional role of soils and soil biota in the biosphere]. Moskva: Science Publ., 364 p. (in Russian).
2. Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M. (2003). Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, Moscow, Vol. 54, pp. 655–670 (in English).
3. Fierer N., Jackson R.B. (2006). The diversity and biogeography of soil bacterial communities, *PNAS*, Vol. 103, No. 3, pp. 626–631 (in English).
4. Patyka M.V., Tanchyk S.P., Kolodyazhnyi O.U. (2012). *Formuvannya bioriznomanitnya ta filotypovoi struktury eubakterialnoho kompleksu chornozemu tyrovoho pry vyroshchuvanni psenytsi ozymoi* [The formation of biodiversity and phylotypical structure of eubakterial complex of typical chernozem in the process of growing winter wheat]. *Dopovid NAN Ukrainy* [Reports of NAS of Ukraine]. No. 11, pp. 163–171 (in Ukrainian).
5. Buscot F. (2005). *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 419 p. (in English).
6. Chau J.F., Bagtzoglou A.C., Wilig M.R. (2011). The effect of soil texture on richness and diversity of bacterial communities, *Environ Forensics*, Vol. 12, pp. 333–341 (in English).
7. Volkogon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M. (2010). *Experymentalna gruntova mikrobiolohiya: monohrafiya* [Experimental soil microbiology: Monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka Publ., 464 p. (in Ukrainian).
8. Zvyaginets D.G. (1991). *Metody pochvennoi mikrobiologii i biohimii* [The methods of soil microbiology and biochemistry]. Moskva: MGU Publ., 304 p. (in Russian).
9. Aristovskaya T.V., Vladimirskaia M.E., Gollerbah M.M. (1962). *Bolshoi praktikum po mikrobiologii* [Big Practicum of Microbiology]. Moskva: Vysshaya shkola Publ., 492 p. (in Russian).

УДК 579.266.4:574.34

**ЧИСЕЛЬНІСТЬ ЕКОЛОГО-ТРОФІЧНИХ ГРУП
МІКРООРГАНІЗМІВ ЯЗІВСЬКОГО РОДОВИЩА СІРКИ**

О.М. Чайка, Т. Б. Перетятко, С.П. Гудзь

Львівський національний університет імені Івана Франка

Досліджено чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів на території Язівського родовища сірки. Встановлено, що чисельність усіх еколого-трофічних груп аеробних мікроорганізмів у ґрунті на глибині 50 см знижується порівняно із відповідним показником на глибині 30 см. У воді виявлено найменше бактерій усіх еколого-трофічних груп. З'ясовано, що в усіх пробах ґрунту і води, відібраних на території Язівського родовища сірки, переважають ацидофільні безбарвні сіркоокиснювальні бактерії. Значно нижчою є чисельність нейтрофільних безбарвних сіркоокиснювальних бактерій, анаеробних мікроорганізмів, сірководновловлювальних, сульфатвідновлювальних бактерій у ґрунті, мулі, воді тощо. У контрольних зразках ґрунту біля джерела і води у с. Раковець денітрифікувальних бактерій не виявлено, окрім мулу, де їх міститься незначна кількість.

Ключові слова: еколого-трофічні групи мікроорганізмів, гідроген сульфід, сульфур, нітроген, карбон.

У другій половині минулого століття гірничо-видобувні підприємства, що проєктувалися в 50–60-ті роки і передбачали відкритий спосіб видобування сірки, стали

нерентабельними. Тому виникла необхідність ліквідації гірничих об'єктів та відновлення ландшафту навколо найбільших сірчаних кар'єрів, розташованих на території Львівської області [1].

© О.М. Чайка, Т. Б. Перетятко, С.П. Гудзь, 2017