

УДК 574.472:528.854.4:(043.3)

ІНДИКАТОРИ СТАНУ АСОЦІЙОВАНОГО АГРОБІОРІЗНОМАНІТТЯ

М.П.Федюшко, старший викладач, А.А.Горбатенко, асистент, О.Г.Гриб, бакалавр

Багаторічні середні показники чисельності популяцій куріпки сірої та зайця-русака помітно корелюють з індексом MSA, що дозволяє використовувати налагоджену систему моніторингу цих видів для контролю екологічного стану навколишнього природного середовища в умовах півдня Степу України.

Ключові слова: MSA, агробіорізноманіття, індикаторні види

Актуальність термінових заходів щодо збереження різноманіття біоти визначається багатьма факторами, які можуть бути зведені до таких принципових положень: біорізноманіття є природним капіталом, ключовим чинником забезпечення екологічної рівноваги довкілля, біогеохімічних циклів та стійкості екосистем [9].

Під терміном «агробіорізноманіття» розуміють різноманіття живих організмів (рослин, тварин та мікроорганізмів), які вирощуються в сільськогосподарських регіонах, сприяють сільськогосподарському виробництву чи використовують райони ведення сільського господарства для забезпечення себе кормом і притулком. Згідно з Конвенцією про біологічне різноманіття, аграрне біорізноманіття необхідне для підтримки найважливіших функцій агроєкосистеми. Агробіорізноманіття складається з трьох компонентів: дикого, генетичного та асоційованого. Останнє включає рослини та тварини, які використовують сільськогосподарські території для пошуку їжі та притулку. Вважається, що асоційоване агробіорізноманіття є індикатором екологічного стану агроландшафтів [7]. Роль біорізноманіття в сучасному сільському господарстві, а також глобальна динаміка природних процесів в Україні досліджене недостатньо, що ускладнює розробку планів і стратегій збереження біоти. В зв'язку з цим методи вивчення біорізноманіття, зокрема його

«Наукові доповіді НУБіП» 2011-5 (27) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11fmp.pdf

кількісного оцінювання, набули особливого значення.

В розвинутих країнах Європи для дослідження стану біорізноманіття та оцінювання й прогнозування його трендів окрім фауністичних та флористичних досліджень широко використовується метод розрахунку узагальненого біорізноманіття за методикою GLOBIO, або інакше – індексу MSA (the mean species abundance) [2]. Індекс MSA визначається за допомогою даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) або статистичної звітності. Він віддзеркалює відношення поточного видового різноманіття території відносно потенційного видового різноманіття непорушеної екосистеми в межах цієї самої території. Відповідно, індекс може мати значення від 0% в абсолютно деградованій екосистемі до 100% в непорушеній. MSA розраховується як добуток типологічних одиниць агроландшафту з урахуванням відповідних показників впливу на стан біорізноманіття. Таким чином, індекс, на нашу думку, «враховує» довготривалі фактори впливу і не «реагує» на короточасні, які можуть призводити до кризи біорізноманіття: наприклад, застосування пестицидів, агрохімікатів тощо.

За допомогою фауністичних досліджень отримують інформацію щодо поточного стану видового біорізноманіття, але такий підхід потребує кропіткої аналітичної та польової роботи. Оптимальним може бути використання в якості інформативного показника індикаторних видів агробіорізноманіття, моніторинг стану популяцій яких дозволяє оперативно визначати наявність екологічних порушень. Екологічне обґрунтування потенційно індикаторних видів потребує аналізу довгих статистичних рядів спостережень за біотою. В Україні функціонує тільки два види моніторингу стану біоти агроландшафтів – фітосанітарний моніторинг (поширення шкідливих організмів в агроценозах) та контроль чисельності тварин і птахів, які є об'єктами полювання. Як бачимо, перелік потенційних видів-індикаторів обмежений. З урахуванням рясності ентомофауни, розмірів комах та складнощами їх визначення індикаторні види доцільно шукати у фауні мисливських тварин і птахів. Для обґрунтування переліку потенційних індикаторних видів агробіорізноманіття необхідно дослідити зв'язок чисельності їх популяцій з екологічним станом

«Наукові доповіді НУБІП» 2011-5 (27) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ND/2011_5/111mp.pdf

агроландшафтів. В екології обґрунтовано два прямих показника екологічного стану екосистеми – рівень біорізноманіття та рясність популяцій [10, 11]. Відповідно, індекс MSA можна розглядати як показник екологічного стану території та використати його як реперний за аналізу різних видів агробіорізноманіття, але зв'язок індексу з рясністю популяцій досліджено недостатньо.

Мета роботи полягала в екологічному обґрунтуванні потенційно індикаторних видів стану агробіорізноманіття шляхом дослідження зв'язку чисельності тварин і птахів, які є об'єктами полювання, з індексом MSA різних територій Північного Приазов'я

Методи досліджень. Об'єктами досліджень слугували природні популяції видів асоційованого агробіорізноманіття: зайця-русака (*Lepus europaeus* L.), перепілки (*Coturnix coturnix* L.), сірої куріпки (*Perdix perdix* L.), фазана звичайного (*Phasianus colchicus* L.), лисиці звичайної (*Vulpes vulpes* L.). Для аналізу стану популяцій використовували базу даних результатів таксації районів Північного Приазов'я за 1995-2009 рр., структури агроландшафтів – дані ДЗЗ (рис. 1).

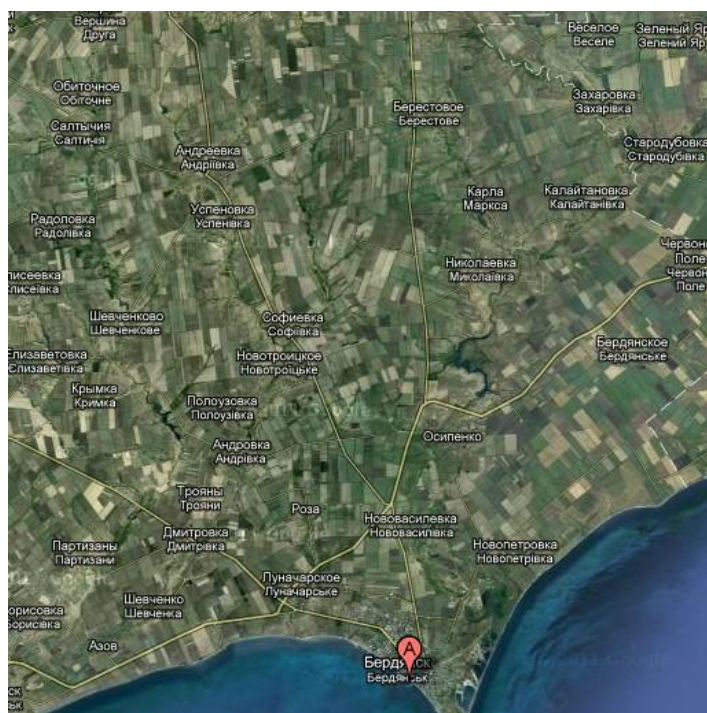


Рис. 1. Супутниковий знімок Бердянського району Запорізької обл.
(Google Earth)

Для визначення індексу MSA використовували статистичні звіти, дані агроекологічних паспортів районів [1, 12, 14, 18 – 20] та ДЗЗ. Досліджувану територію розділяли на типологічні одиниці (ліси, трав'яна рослинність, розорані землі, землі під забудовою тощо). Площу типологічних одиниць, згідно з рекомендованими методиками [13, 23, 24, 26], визначали у відсотках від площі агроландшафту (рис. 2). Стан біорізноманіття території (MSA_i) розраховували як добуток значень MSA для кожного із чинників впливу:

$$MSA_i = MSA_{LUC} * MSA_I * MSA_F * MSA_N * MSA_{CC},$$

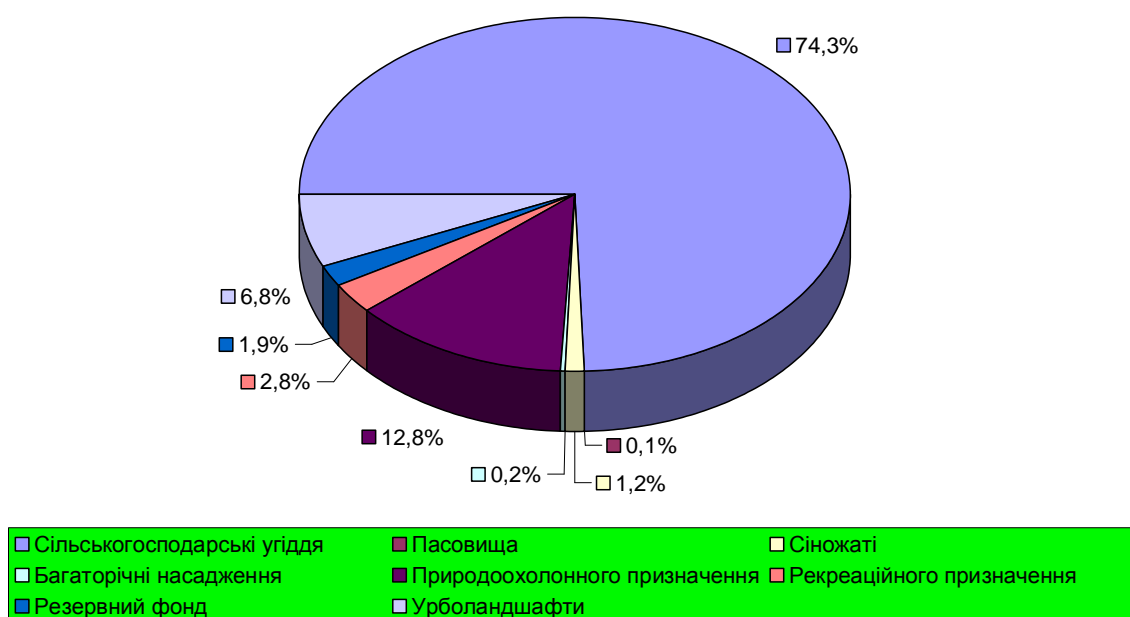


Рис. 2. Структура агроландшафту Бердянського району Запорізької обл. за типологічними одиницями

де: MSA_{LUC} – зміни у землекористуванні;

MSA_I – вплив інфраструктури;

MSA_F – показник фрагментації;

MSA_N – депозит атмосферного азоту;

MSA_{CC} , – функція від зміни середньої глобальної температури.

При розрахунках індексу використовували рекомендовані показники очікуваних значень впливу на біорізноманіття чинників антропогенного та природного походження [25].

Для ГІС-аналізу використали програмне та методичне забезпечення компанії ESRI, зокрема продукт ArcMap 9.0, а також такі програмні продукти як MO Excel 2003 та Statistica 6, для візуалізації розподілених в просторі показників – shape-file територій досліджуваних районів. Кореляційний аналіз проводили згідно рекомендованих алгоритмів [6]. Оцінювали статистичну достовірність коефіцієнта кореляції, використовували такі критерії кореляційного зв'язку [22]: $r = 0,3$ – зв'язок слабкий; $r = 0,3 - 0,5$ – зв'язок помірний; $r = 0,5 - 0,7$ – зв'язок помітний; $r = 0,7$ – зв'язок сильний.

Результати досліджень. Індекс MSA широко використовують в різних наукових проектах країн Європейської спільноти для оцінки екологічного стану навколишнього природного середовища, серед них UNEP (Глобальний екологічний прогноз), CBD (Глобальна перспектива в галузі біорізноманіття), OECD (Екологічна перспектива). Фахівцями Українського центру менеджменту землі і ресурсів (УЦМЗР) побудована карта розподілу індексу MSA за територією країни (рис. 3). В Україні майже природним стан біорізноманіття залишився тільки в Карпатській та Кримській гірських областях. Аналіз показників індексу свідчить, що стан біорізноманіття Полісся збіднілий, Лісостепу – загрозований, Степу – катастрофічний.

Достовірність результатів таксації чисельності тварин і птахів, які є об'єктами полювання, деякі фахівці із збереження біорізноманіття ставлять під сумнів [16]. На нашу думку, згідно з Законом великих чисел [8, 17], результатам такого моніторингу можна довіряти, особливо в тих випадках, коли іншого немає. Цю думку добре підтверджує порівняльний аналіз багаторічної динаміки чисельності зайця-русака та лисиці звичайної в умовах Північного Приазов'я за результатами таксації (рис. 4). Результати моніторингу дозволили отримати класичну екологічну залежність «хижак–жертва»: динаміка чисельності видів протифазна, кореляційний зв'язок від'ємний, помітний.

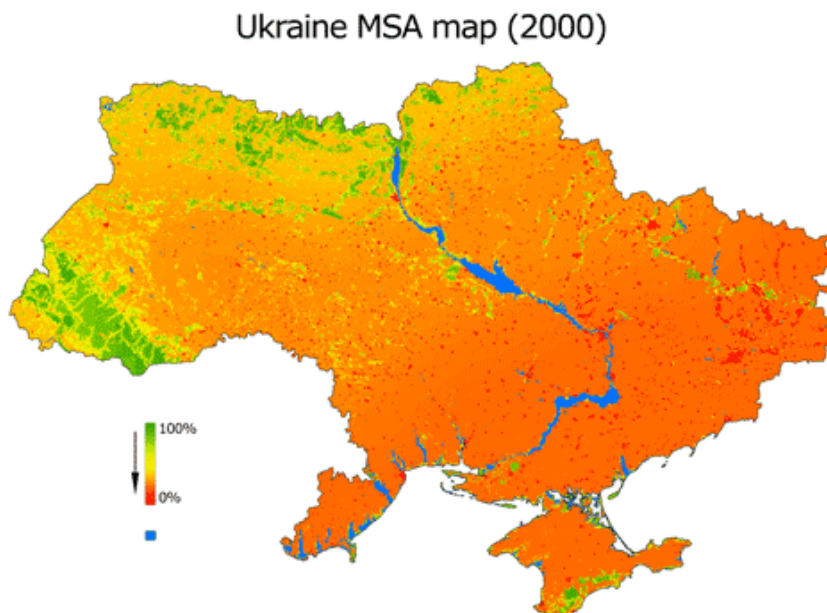


Рис. 3. Розподіл узагальненого видового багатства за областями України (Коломицев, Придатко, 2008) [23].

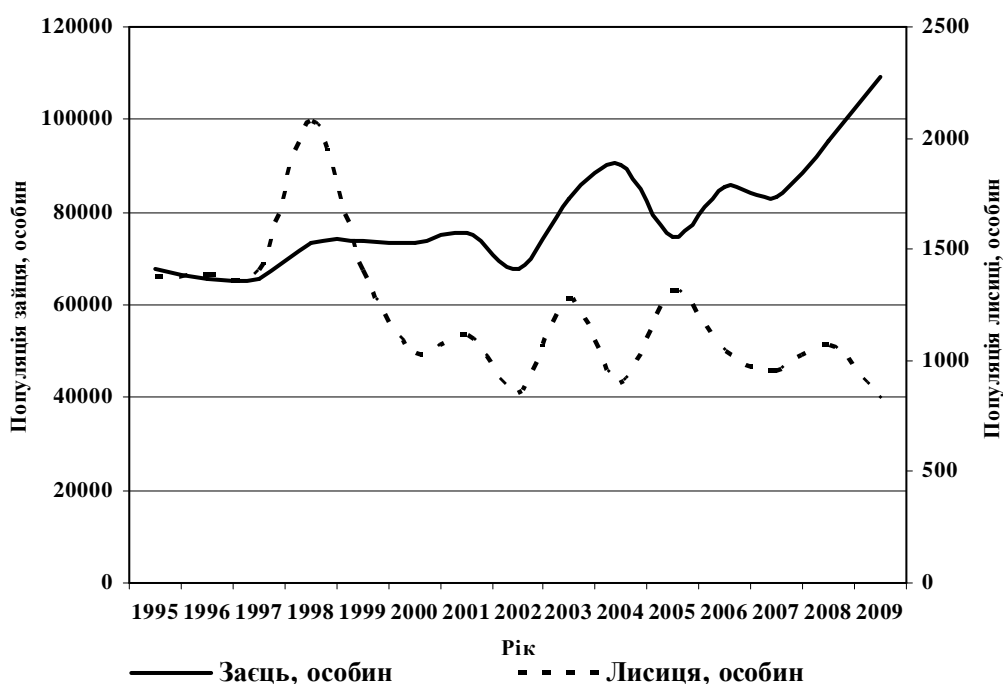


Рис. 4. Порівняльна динаміка чисельності популяцій зайця-русака та лисиці звичайної в умовах Північного Приазов'я за результатами таксації ($r = -0,5$)

Основною характеристикою агроландшафтів дослідного регіону є надмірна розораність земельного фонду. Так, рівень розораності земель за

районами Херсонської обл. становив від 72% (Генічеський р-он) до 97% (Новотроїцький р-он); Запорізької – від 72% (Мелітопольський р-он) до 85% (Якимівський р-он); Донецької області – від 54,3% (Маріупольський р-он) до 86,4% (Волноваський р-он).

Результати розрахунків індексу MSA за районами регіону досліджень, усереднених показників чисельності популяцій об'єктів моніторингу, кореляційного аналізу наведено в табл. 1.

1. Аналіз кореляційного зв'язку індексу MSA з показником усередненої чисельності популяцій асоційованого агробіорізноманіття за районами досліджень

Райони Північного Приазов'я	MSA	Усереднена чисельність популяцій (екз), 1995 – 2005 рр.			
		куріпка сіра	фазан звичайний	перепілка	заець- русак
Тельманівський	0,12	1838	1305	4943	3318
Бердянський	0,17	9108	2681	3870	6995
Волновахський	0,16	4933	925	1698	5510
Володарський	0,15	3149	1145	5525	5151
Генічеський	0,17	5956	288	5578	8260
Іванівський	0,13	4016	395	3213	853
Куйбишевський	0,15	3258	1228	3676	5029
Маріупольський	0,08	449	278	3737	431
Мелітопольський	0,2	3733	300	3424	4105
Новоазовський	0,12	328	108	3948	2382
Новотроїцький	0,17	4358	395	3354	1454
Першотравневий	0,13	1438	510	4341	1767
Приазовський	0,17	5542	572	3949	6718
Приморський	0,18	2276	504	4094	6077
Старобешівський	0,13	4007	4211	1020	5116
Чернігівський	0,16	3674	447	3789	3800
Якимівський	0,2	4601	880	7370	6699
r^*		0,60	-0,07	0,27	0,65
α^*		$p=0,012$	$p=0,793$	$p=0,293$	$p=0,005$
p^*		0,60			0,60

* r – кореляційний зв'язок;

α – рівень значущості, який свідчить, що кореляційний зв'язок між чисельністю куріпки та показником індексу MSA вірогідний у 98,8%, зайця – у 99,5% випадків;

r – свідчить, що за даного обсягу вибірок та рівнів значущості (α) коефіцієнти кореляції (r) достовірні, тому що вони дорівнюють або перевищують 0,6.

Для аналізу використовували чисельність популяцій за районами таксації. Показники щільності «прив'язані» до площі мисливських угідь, тоді як MSA розраховується за районною базою даних. Ми вважаємо такий підхід обґрунтованим, оскільки чисельність популяції зумовлена не стільки площею території, скільки ємністю екологічної ніші. Так, наприклад, чисельність куріпки сірої в Бердянському районі майже в 5 разів вища, ніж у Тельманівському. При цьому площа першого становить 135,6 тис. га, другого – 110,9 тис. га.

Наші розрахунки показують, що показник індексу MSA за районами досліджень розподілявся від 0,08 (Маріупольський р-он Донецької обл.) до 0,2 (Мелітопольський р-он Запорізької обл.). Оцінка стану поточного біорізноманіття за допомогою індексного підходу свідчить, що на території дослідних агроландшафтів залишилося лише 8 – 20% від можливих 100% узагальненого біорізноманіття. Проведені нами розрахунки показника індексу MSA добре збігаються з результатами досліджень фахівців УЦМЗР (рис. 3).

Встановлено, що кореляційний зв'язок між усередненими показниками MSA районів та чисельністю популяцій окремих видів різниться. Так, кореляційний зв'язок між MSA та чисельністю фазана слабкий ($r=-0,07$), також він слабкий для перепілки ($r=0,25$). Проте між чисельністю зайця, куріпки та MSA кореляційний зв'язок помітний відповідно $r=0,65$ та $0,60$.

Куріпка сіра, фазан звичайний та перепілка належать до ряду куриних (Galliformes) родини фазанових (Phasianidae). Таким чином, вони близькі родичі. Чим можна пояснити відмінності в кореляційних зв'язках чисельності представлених видів з екологічним станом довкілля? На нашу думку, тільки особливостями екології видів. Так, перепілка в умовах Причорномор'я – пролітний вид. Не зважаючи на те, що поодинокі особини відмічаються у відносно теплі зими та влітку, підтвердити гніздування її в регіоні поки що не «Наукові доповіді НУБіП» 2011-5 (27) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11fmp.pdf

вдається. Фазан – вид інтродукований. Його активна акліматизація на півдні України розпочалася в кінці 40-50-х рр. XX століття. Тепер його популяція більш-менш регулярно поповнюється штучно виведеними особинами [15, 21]. Екологічний статус цих видів нівелює довгострокові впливи абіотичних та біотичних чинників території на баланс народжуваності та смертності, що може зумовлювати слабкий кореляційний зв'язок чисельності із індексом MSA. Серед досліджених видів тільки куріпка сіра та заєць-русак є аборигенними.

ГІС-аналіз кореляційних зв'язків чисельності аборигенних видів з індексом MSA наведено на рис. 5 и 6.

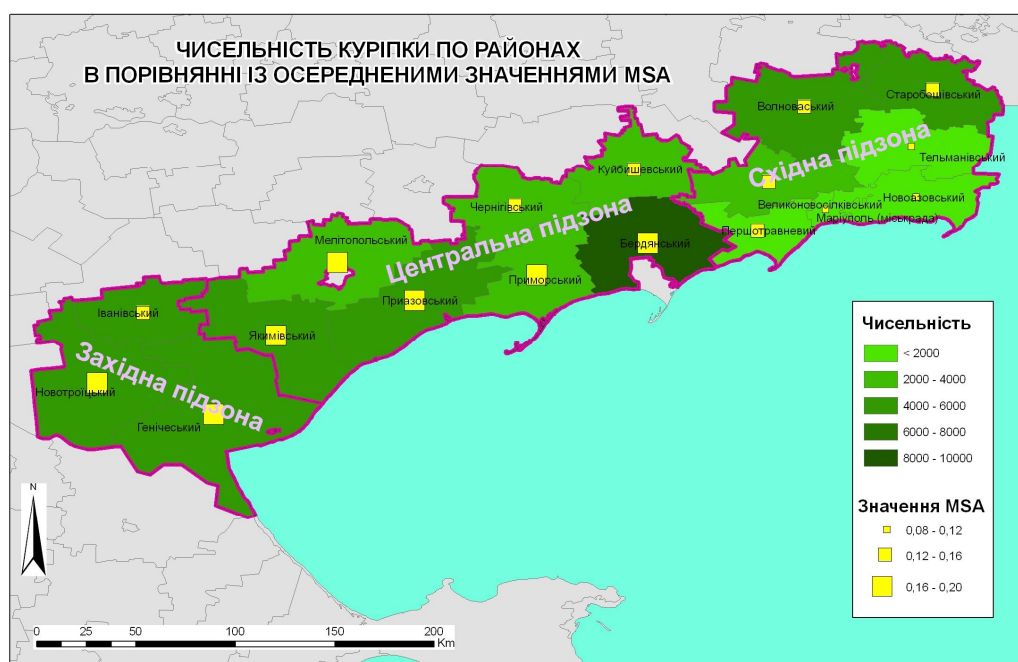


Рис. 5. Просторовий розподіл рясності популяції куріпки сірої та індексу MSA в умовах Північного Приазов'я

ГІС-аналіз свідчить, що просторовий розподіл досліджуваних популяцій характеризується мозаїчністю території сгущення та розрідження чисельності особин виду. Як видно з наведених даних, максимальна кількість особин куріпки сірої спостерігається у Бердянському районі, відносна середня – у районах Західної підзони та на півночі Східної підзони. Найбільший рівень розрідження виду спостерігається у південних районах Східної підзони (Тельмановський, Новоазовський та Маріупольський р-ни).

Подібна закономірність відзначається і у розподілі чисельності зайця-русака. Область сгущення виду припадає на Генічеський район, відносно високої чисельності – на всі південні райони Центральної підзони. Райони з мінімальною чисельністю майже збігають з таким розподілом у куріпки сірої.

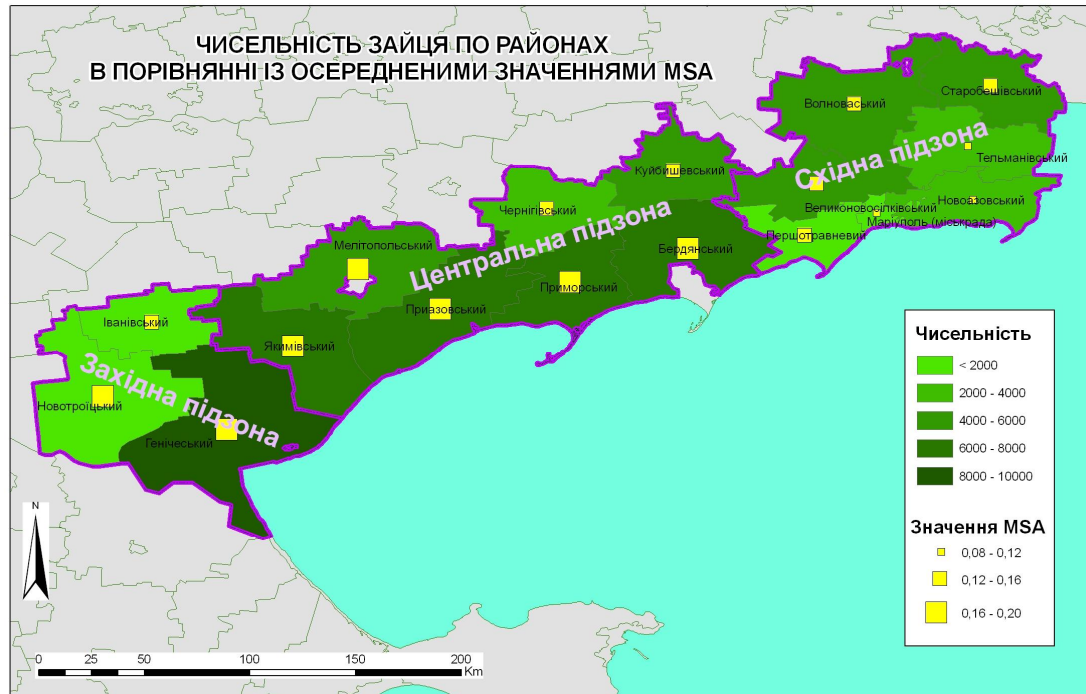


Рис. 6. Просторовий розподіл рясності популяції зайця-русака та індексу MSA в умовах Північного Приазов'я

Закономірності просторового розподілу чисельності куріпки сірої та зайця в умовах Північного Приазов'я слід шукати в типологічній структурі агроландшафтів. Відомо, що сіра куріпка воліє триматися степу (74,2%), а також окраїн кілків і тростинно-чагарникових заростей (16,2%). Значно рідше вони зустрічалися безпосередньо в колках (9,6%). У відкритому степу куріпки надають перевагу сінокісним угіддям (65,2%), де висота травостою дозволяє їм своєчасно помічати небезпеку [15]. Так, згідно з аналізом структури агроландшафтів Бердянського району (див. рис. 2), оптимальні стації куріпки сірої повинні бути прив'язані до таких типологічних одиниць: багаторічні насадження (0,2%), землі природоохоронного значення (12,8%), пасовища (0,1%), сіножаті (1,2%), резервний фонд – перелоги (1,9%). Таким чином, загальна частка території, де можуть знаходитись стації для перебування куріпки сірої, становлять 16,2% від загальних земель. У Тельманівському та «Наукові доповіді НУБіП» 2011-5 (27) http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_5/11fmp.pdf

Новоазовському районах, де чисельність куріпки сірої мінімальна, ландшафтне біорізноманіття надзвичайно збіднено – представлено тільки п'яти типологічними одиницями: орні землі, землі під забудовою, багаторічні насадження, ліси та землі природоохоронного значення. У Тельманівському районі придатні стації для перебування куріпки сірої можуть розміщатися тільки на 5,23%, Новоазовському – 2,1% від загальної території.

Заєць-русак є невід'ємною частиною українських степів, бо він мешкає переважно на відкритому просторі. Це можуть бути посіви і рілля, балки, засаджені чагарником або лісом; невеликі поля або суходільні луки з острівцями лісу; притерасний схил, зарослий чагарником; молоді посадки лісу. Заєць селиться на перелогах, в заростях чагарників, плодкових та лісозахисних насадженнях. Еврітопність виду зумовлює зв'язок його чисельності з рівнем ландшафтного біорізноманіття, який віддзеркалює індекс MSA.

Отримані нами дані дозволяють дійти висновку, що індекс MSA відбиває не тільки стан узагальненого біорізноманіття, але також має помітний кореляційний зв'язок із середньою багаторічною чисельністю деяких видів тварин і птахів, які входять до складу асоційованого агробіорізноманіття. До них належать представники аборигенних видів фауни півдня Степу України – сіра куріпка та заєць-русак, яких можна розглядати як потенційно індикаторні види. Налагоджену систему моніторингу цих видів слід використовувати для контролю екологічного стану навколишнього природного середовища. Алгоритм розрахунку MSA дозволяє моделювати оптимальні заходи із екологічного впорядкування агроландшафтів з метою збереження і відтворення біорізноманіття.

Висновки

Багаторічні середні показники чисельності популяцій куріпки сірої та зайця-русака помітно корелюють з індексом MSA, що дозволяє використовувати налагоджену систему моніторингу цих видів для контролю екологічного стану навколишнього природного середовища в умовах півдня Степу України.

Список літератури

1. Агенство стратегічних досліджень. Володарський район (адміністративний центр – смт. Володарське) http://sd.net.ua/2009/09/22/volodarskijj_rajjon_adminstrativnijj_centtr__smt_volodarske.html.
2. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 2. – К.: ЗАТ «Нічлава». – 2005. – 592 с.
3. Бабміндра Д.І. Головне управління Держкомзему в Запорізькій області. Формування інвестиційних чинників раціонального землекористування в Запорізькій області – http://zem.da.zp.ua/publications_out.php?38.
4. Волновахский городской портал. Сільськогосподарські підприємства Волноваського району - <http://www.volnov.org.ua/agriculture.php>.
5. Головне управління Держкомзему в Запорізькій області. Формування інвестиційних чинників раціонального землекористування в Запорізькій області - http://zem.da.zp.ua/publications_out.php?+
6. Зайцев Г.Н. Математика в експериментальной ботанике / Г.Н.Зайцев – М.: Наука, 1990. – 296 с.
7. Ешмен С. Що таке агробіорізноманіття? / С. Ешмен, В. Придатко // Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади. Книга 1. – К.: Нічлава, 2005. – С. 12-23.
8. Курс теории вероятности. Введение. Закон больших чисел – <http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/tv/theme0/10.asp>.
9. Мовчан Я. І. Наукові записки. Том 19. Спеціальний випуск – http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/naukma/Spec/2001_19-2/31_movchan_yai.pdf.
- 10.Одум Ю. Экология: В 2 т./ Ю. Одум - М.: Мир, 1986. – Т. 1. - 328 с.
- 11.Одум Ю. Экология: В 2 т./ Ю. Одум - М.: Мир, 1986. – Т. 2. - 376 с.

- 12.Офіційний інформаційний сайт Новотроїцького району. Інформація про район - <http://ntrayrada.ks.ua/?id=96>.
- 13.Придатко В.І., Коломицев Г.О., Бурда Р.І., Чумаченко С.А. Ландшафтна екологія: методичне керівництво з моделювання біорізноманіття із врахуванням впливів на нього для освітніх цілей національного та регіонального рівнів. Частина 1. Приклад регіону GLOBIO.
- 14.Першотравнева районна державна адміністрація. Загальні відомості про район - <http://www.donoda.gov.ua/pershotravneviy/ua/publication/content/1170.htm>.
- 15.Пирогов Н.Г. Численность, распределение и некоторые черты экологии куриных Черноморского заповедника / Н.Г.Пирогов // Беркут – 1995. – Т. 4, вип. 1-2, С.34 - 37.
- 16.Придатко В.І. Біорізноманіття і біоресурси України: огляд Сое-публікацій (1992-1998 рр.), переоцінка трендів і тенденцій (1966-1999 рр.) / Довкілля і ресурси: наукові проблеми. Збірник праць Українського інституту досліджень навколишнього середовища і ресурсів. ISBN 966-95141-1-6 - Київ: УІДНСП, 2000 – С. 194 – 217.
- 17.Рогачев. А. [Теория коинтеграции] – <http://www.nsu.ru/ef/tsy/есmr/coint/rogachov/rogachov.htm>.
- 18.Тельманівська районна державна адміністрація. Загальні відомості про район - <http://www.donoda.gov.ua/telmanivskiy/ua/publication/content/1089.htm>.
- 19.Херсонська обласна державна адміністрація. Паспорт Генічеського району - <http://www.oda.kherson.ua/html/files/1002/genich.doc>.
- 20.Херсонська обласна державна адміністрація. Паспорт Іванівського району - <http://www.oda.kherson.ua/html/files/1038/ivan.doc>.
- 21.Хоєцький П.Б. Організація та розвиток мисливського господарства в Україні у 1955-1960 рр. / П.Б. Хоєцький // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19. – С. 14-21.

22. Шевченко И.Т. Элементы вариационной статистики для медиков / И.Т. Шевченко, О.П. Богатов, Ф.П. Хриппа - К.: Здоровье, 1970.- 107 с.
23. Biomodel - http://biomodel.org.ua/?page_id=217
24. Bouman A.F., Kram T., Goldewijk K. Integrated modelling of global environmental change. An overview of MAGE 2.4.
25. The international biodiversity project. The Netherlands: The Netherlands environmental assessment agency (MNP), 2008 – 12 p.
26. Van Rooij W, Tekelenburg T. Biodiversity. Modelling and Analysis, Chiang Mai 17-10-2007/ – www.fao.org/forestry/foris/ppt/outlook2020/land-use-modelling.pdf.

Индикаторы состояния ассоциированного агробиоразнообразия

М. Федюшко, А. Горбатенко, Е. Гриб

Многолетние средние показатели численности популяций куропатки серой и зайца-русака заметно коррелируют с индексом MSA, что позволяет использовать налаженную систему мониторинга этих видов для контроля экологического состояния окружающей среды в условиях юга Степи Украины.

Ключевые слова: MSA, агробиоразнообразие, индикаторные виды

Status indicators of agrobiodiversity

M. Fedyushko, A. Gorbatenko, O. Grib

Long-term average population size of *Perdix perdix* L. and *Lepus europaeus* L. correlated with the index of MSA, which allows the use of the adjusted system for monitoring these species to monitor ecological environment in the southern steppes of Ukraine.

Key words: MSA, agrobiodiversity, indicator species