



УДК 631.4:634.9

Роль ландшафтного різноманіття у динаміці чисельності популяцій шкідників цукрового буряку у Полтавській області

О.В. Жуков¹, П.В. Писаренко², О.М. Кунах¹, О.Ю. Диченко²

¹Дніпропетровський національний університет імені Олеса Гончара, Дніпропетровськ, Україна

²Полтавська державна аграрна академія, Полтава, Україна

Установлено показники ландшафтно-екологічного різноманіття території Полтавської області за даними дистанційного зондування Землі та оцінено його роль у визначенні динаміки чисельності шкідників цукрового буряку. У результаті проведених розрахунків з'ясовано, що найбільше ландшафтно-екологічне різноманіття характерне для східних і центральних районів Полтавської області. Найбільше ландшафтне різноманіття встановлено для Решетилівського (у середньому індекс Шеннона становить 1,07 біт/піксель) та Великобагачанського (1,06 біт/піксель) районів, розташованих у центрі Полтавської області. Найменше ландшафтне різноманіття властиве для Чернухінського, Семенівського, Глобинського та Кобеляцького районів. Загальний рівень ландшафтно-екологічного різноманіття та його динаміка впливають на стан і динаміку чисельності шкідників цукрового буряку в межах Полтавської області. Ландшафтне різноманіття визначає умови, за яких найвірогідніше різке зростання чисельності шкідників. Низький рівень ландшафтного різноманіття відображає екологічну обстановку, за якої ризики спалахів чисельності шкідників найбільші. Рівень ландшафтного різноманіття в умовах Полтавської області передусім визначається співвідношенням агроєкосистем до ландшафтних комплексів інших типів. Значні одноманітні території, зайняті сільськогосподарськими угіддями, створюють умови для спалахів чисельності шкідників.

Ключові слова: ландшафтне різноманіття; динаміка чисельності; шкідливі комахи; екологічна стабільність

Role of landscape diversity in dynamics of abundance of sugar beet pests population in Poltava region

O.V. Zhukov¹, P.V. Pisarenko², O.M. Kunah¹, O.J. Dichenko²

¹Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

²Poltava State Agrarian Academy, Poltava, Ukraine

Indicators of landscape-ecological diversity of territory of the Poltava region according to remote sensing of the Earth have been established, and its role in determination of dynamics of abundance of sugar beet pests has been found. The greatest landscape-ecological diversity has been calculated to be characteristic for the east and central areas of the Poltava region. The greatest landscape diversity has been revealed for Reshetilovsky (by the average Shannon index it is equal to 1,07 bit/pixel) and Velikobagachansky (1,06 bit/pixel) districts which are in the center of the Poltava region. The least landscape diversity is characteristic for Chernuhinsky, Semenovskyy, Globinsky and Kobeljansky districts. General level of the landscape-ecological diversity and its dynamics has its effect on the condition and dynamics of sugar beet pests' abundance within the Poltava region. Landscape diversity defines the conditions where sharp growth of abundance of sugar beet pests may occur with the highest probability. Low level of landscape diversity displays ecological conditions at which risks of high infestations of sugar beet pest insects are the greatest. Level of landscape diversity in the conditions of the Poltava region, first of all, is

Дніпропетровський національний університет імені Олеса Гончара, пр. Гагаріна, 72, Дніпропетровськ, 49000, Україна
Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Gagarin Ave., 72, Dnipropetrovsk, 49010, Ukraine
Tel.: +38-098-858-23-79. E-mail: zhukov_dnepr@rambler.ru

Полтавська державна аграрна академія, вул. Ворошилова, 1/3, Полтава, 36003, Україна
Poltava State Agrarian Academy, Voroshilov Str., 1/3, Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: pysarena@mail.ru

defined by the relation of agroecosystems to the landscape complexes of other types. Large unvaried territories which are occupied by agricultural lands create the conditions for high infestations of sugar beet pest insects.

Keywords: landscape diversity; abundance dynamics; pest insects; ecological stability

Вступ

Аналіз літературних джерел, виконаний у праці Vianchi et al. (2006), свідчить про важливість природних місцеперебувань у структурі аграрного ландшафту для регуляції чисельності шкідників сільськогосподарських культур. Комплексний агроландшафт, який охоплює щільну мережу природних місцеперебувань, забезпечує сприятливі умови для популяцій ворогів шкідливих комах, унаслідок чого ці популяції здатні збільшувати свою чисельність на сільськогосподарських полях. Різноманіття агроландшафту забезпечує високий рівень індексу сервісу біологічного контролю (Gardiner et al., 2009). В агроекосистемах різноманіття та чисельність природних ворогів шкідників зазнають впливу від структури та складу ландшафтів, які оточують сільськогосподарські поля (Thies et al., 2003; Schmidt and Tschamntke, 2005; Tschamntke et al., 2005).

Динаміка чисельності популяцій комах визначається біотичними, абіотичними та антропогенними чинниками (Barsov et al., 1996; Pakhomov et al., 2011). Біотичні чинники можуть мати екзогенну та ендогенну природу (Sumarokov and Zhukov, 2013). Важливою особливістю екологічних факторів є їх ієрархічна упорядкованість (Sumarokov and Zhukov, 2006). У практиці сільського господарства моніторинг стану популяцій шкідливих тварин ведеться на рівні окремого поля, господарства, адміністративного району та регіону (області). У нашій роботі об'єктом дослідження стала динаміка чисельності шкідників цукрового буряку на рівні адміністративних районів Полтавської області. Тому поряд із варіюванням кліматичних факторів важливий вплив на динаміку чисельності шкідливих комах може здійснювати ландшафтно-екологічне різноманіття територій. Кліматичні чинники, а також динаміку рослинного покриву можна віднести до категорії таких, що регулюють стан популяцій комах, а ландшафтно-екологічне різноманіття можна оцінити як фактор, що визначає стан популяцій комах (Barsov et al., 1997; Zhukov et al., 2011, 2013; Bobyliv et al., 2014).

Екологічні системи зазнають впливу факторів зовнішнього середовища. Їх відповідь на пертурбації характеризується якісно поняттям «стабільність», що відображає відповідь системи на пертурбації (Bulakhovet et al., 2003; Zhukov, 2005). Крім того, існує кількісна характеристика – еластичність системи, яка вимірює, як швидко відбувається повернення у вихідний стан системи після пертурбації (Holling, 1973; Beddington et al., 1976; Harrison, 1979; DeAngelis, 1980, 1989; Pimm, 1979, 1982, 1984, 1991). Теоретичні та експериментальні роботи в екології були спрямовані на вивчення впливу на еластичність екосистемних характеристик, таких як потік енергії (DeAngelis, 1980; OiNeill, 1986), кількість і кругообіг поживних речовин (Harwell et al., 1977, 1979; DeAngelis, 1980; DeAngelis et al., 1989; Steinman et al., 1991; Cottingham, Carpenter, 1994; Loreau, 1994, 2000), стохастичність умов навколишнього середовища (Ives,

1995), довжина трофічних ланцюгів (Pimm and Lawton, 1977; Vincent and Anderson, 1979; DeAngelis et al., 1989; Steinman et al., 1991; Carpenter et al., 1992; Cottingham and Carpenter, 1994), вплив фітофагів (Lee and Inman, 1975) і тварин із широкими трофічними режимами (Pimm and Lawton, 1978; Pimm, 1979).

Цукрові буряки пошкоджує чимало видів шкідливих організмів, серед яких домінують місце належить кохам. Нині відомо близько 250 видів шкідників, у тому числі до 50 видів особливо небезпечні. Із багатодітних комах це, насамперед, личинки хрущів, коваліків і чорнишів, жуки піщаного мідляка, гусениці озимої, окличної, совки-гами, капустяної та інших видів совок, метелика лучного. Зі спеціалізованих видів комах – бурякові блішки, довгоносики, клопи тощо. Узагальнення історичних даних про масові розмноження комах – основних шкідників цукрових буряків є запорукою визначення закономірностей їх динаміки популяцій у просторі та часі як основи прогнозування останньої для прийняття оптимальних рішень у захисті рослин цукрових буряків. Це одна з актуальних проблем сучасного буряківництва (Dychenko, 2011, Pisarenko and Dychenko, 2014). У результаті наших досліджень установлено, що масові розмноження основних шкідників цукрових буряків в Україні циклічні, проте не періодичні. Їх популяційні цикли синхронні з різкими змінами сонячної активності. До того ж останню рекомендується використовувати для прогнозування початку чергових масових розмножень (Dychenko, 2012, Pisarenko and Dychenko, 2014). Для прогнозування початку чергових популяційних циклів совки озимої, совки-гами, совки капустяної, метелика лучного та довгоносика бурякового звичайного доцільно використовувати роки різких змін сонячної активності (Dychenko, 2011; Pisarenko and Dychenko, 2014). Але слід зазначити, що прогноз стосується значних територій і на основі цього підходу не може бути зроблений для умов конкретного регіону або адміністративного району.

Мета даної статті – встановити показники ландшафтно-екологічного різноманіття території Полтавської області за даними дистанційного зондування Землі та оцінити його роль у визначенні динаміки чисельності шкідників цукрового буряку.

Матеріал і методи досліджень

Для кількісної оцінки впливу ландшафтно-екологічного різноманіття на динаміку чисельності комах треба розробити відповідні методичні прийоми. Сучасні технології дистанційного зондування поверхні Землі з космосу та обробки просторово-координованих даних дозволяють провести глобальну типізацію ландшафтно-екологічного покриву. Для оцінки типів використання земель можуть бути застосовані результати програми глобального моніторингу покриву Землі – Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000)

(Global ..., 2003). Класифікація типів покриву Землі проведена в результаті опрацювання знімків, які робили щодня протягом 14 місяців із супутника SPOT 4. Проект GLC 2000 застосовує класифікаційну систему типів покриву Землі ФАО (FAO Land Cover Classification System – LCCS). Це ієрархічна класифікація, що дозволяє описати типи рослинності для кожного регіону з деталізацією, найбільшою мірою придатною для експертизи ландшафтного різноманіття регіону, відповідно до стандартизованого підходу до класифікації. LCCS дає можливість регіональні легенди карт транслювати у більш загальні класи типів покриву Землі для такого глобального продукту, яким є GLC 2000. Продукт GLC 2000 може бути завантажений за допомогою сервісів EarthExplorer (www.earthexplorer.usgs.gov) або USGS Global Visualization Viewer (www.glovis.usgs.gov). Геоінформаційна база даних створена у програмі ArcMap 10.0. У цій програмі для обчислення індексу ландшафтного різноманіття Шеннона застосовано модуль Land Facet Corridor Designer 1.2.884 (www.corridordesign.org). Статистичний аналіз виконано у програмі Statistica 7.0.

У статті розглянуто матеріали динаміки чисельності шкідників цукрового буряку по районах Полтавської області у період 2008–2014 рр. Шкідники представлені такими видами: бурякова листкова попелиця (*Aphis fabae* Scopoli, 1763), бурякова коренева попелиця

(*Pemphigus (Pemphigus) fuscicornis* (Koch, 1857)), звичайний буряковий довгоносик (*Asproparthenis punctiventris punctiventris* (Germer, 1824)), сірий буряковий довгоносик (*Tanymecus (Tanymecus) palliatus* (Fabricius, 1787)), бурякова та лободова щитоноски (облік проводився разом) (*Cassida (Cassida) nebulosa* Linnaeus 1758 + *C. (Cassidulella) nobilis* Linnaeus, 1758). Назви видів наведено за базою даних Fauna Europaea (www.faunaeur.org). Облік шкідників в агробіогеоценозах виконано за стандартними методиками (Vasil'ev, 1989).

Результати та їх обговорення

Результати аналізу типів покриву земної поверхні у межах Полтавської області на основі GLC 2000-підходу наведені на рисунку 1. Аналіз даних свідчить про те, що значна територія області розорана та зайнята агроекосистемами. У межах земель сільськогосподарського призначення ландшафтне різноманіття формується за рахунок ріллі, територій із мозаїкою ріллі та трав'янистого покриву та територій із розрідженим рослинним покривом. Назви одиниць типів земного покриву, які застосовуються для глобальної класифікації у рамках GLC 2000-підходу, у реаліях Полтавської області відповідають різним фазам агротехнологічного циклу.

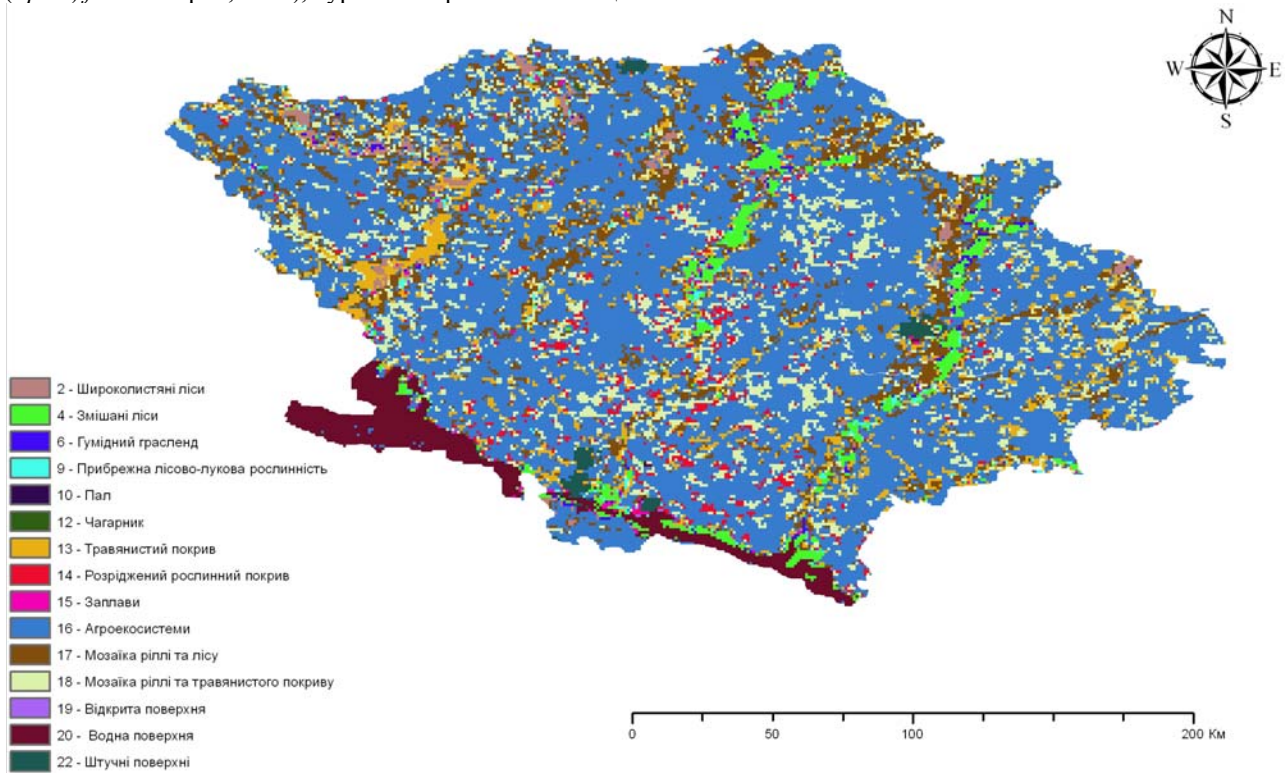


Рис. 1. Різноманіття типів ландшафтного покриву Полтавської області за даними GLC 2000

Компоненти природних екосистем зосереджені у заплавах річок регіону та представлені заплавними лісами, луками та болотами. Заплави річок можна розрізняти як такі, що представлені переважно лісовими або лучними та болотними екосистемами. Картографічне відображення структури ландшафтного покриву земної поверхні надає можливість обрахувати зональні статистики та таким чином визначити співвідношення головних типів покриву в межах адміністративних районів Полтавської області

(табл.). Агроекосистеми (разом із мозаїками з природною рослинністю) є найбільшим за площею типом покриву, займають від 56,6% (Кременчуцький р-н) до 92,9% (Шишацький р-н) території адміністративних районів. Частка складних мозаїчних агроекосистем (мозаїки з лісовою або лучною рослинністю) від площі суцільних агроекосистем становить від 24,1% (Кременчуцький р-н) до 63,4% (Чорнухінський р-н). Складний характер мозаїк дозволяє припустити вищий рівень біологічного різноманіття цих

типів земної поверхні. У межах мозаїчних ландшафтних комплексів вірогідне існування рефугіумів хижих членистоногих, які здатні виконувати регулювальні функції в агроекосистемах. Площа трав'яного покриву (луки, вологі луки, або грасленд, заплавні болота) посідають друге місце у структурі ландшафтного покриву регіону. Ця гру-

па типів складає від 3,4% (Шишацький р-н) до 15,4% (Оржицький р-н) від площі адміністративних районів. На відміну від агроекосистем, природні трав'янисті комплекси у просторі розташовані дифузно, оскільки пов'язані із заплавами річок або іншими депресіями рельєфу (балки, байраки).

Таблиця

Ландшафтно-екологічне різноманіття Полтавської області за даними GLC 2000

Райони	Типи ландшафтного покриву, % (умовні позначки – див. рис. 1)														
	2	4	6	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22
1 В-Багачанський	0,30	8,60	0,77	1,78	–	–	6,82	5,69	0,83	55,42	5,16	14,64	–	–	–
2 Гадяцький	0,77	7,41	1,38	0,27	–	–	5,57	1,00	0,15	61,57	14,43	7,14	–	0,04	0,27
3 Глобинський	0,05	0,95	0,16	0,25	–	–	5,56	3,60	0,33	46,69	3,33	10,19	0,03	28,78	0,08
4 Гребінківський	0,22	0,22	0,22	0,32	–	0,43	4,95	0,75	0,11	66,52	17,55	8,72	–	–	–
5 Диканський	1,85	1,30	0,46	–	–	–	3,43	1,20	–	67,04	10,74	13,98	–	–	–
6 Зіньківський	1,83	2,88	0,78	–	–	–	5,53	0,46	0,05	55,71	20,89	11,88	–	–	–
7 Карлівський	0,08	–	–	–	–	–	9,22	0,15	–	68,71	7,18	14,66	–	–	–
8 Кобеляцький	0,40	6,84	0,73	0,55	–	–	7,85	2,69	0,47	53,71	6,15	8,91	0,04	11,67	–
9 Козельщинський	–	0,20	–	–	–	–	5,61	8,18	–	66,13	5,14	14,74	–	–	–
10 Котелевський	0,40	9,69	2,62	0,08	–	–	5,56	0,56	–	58,46	10,41	12,23	–	–	–
11 Кременчуцький	1,25	6,82	1,06	1,35	0,10	–	5,57	3,60	2,11	45,60	5,09	5,91	0,24	13,84	7,45
12 Лохвицький	3,56	0,05	0,15	0,78	–	0,29	3,75	0,63	0,44	57,57	15,98	15,10	–	–	1,70
13 Лубенський	2,17	0,04	0,04	0,27	–	0,18	12,95	0,93	0,31	55,25	14,63	13,22	–	–	–
14 Машівський	0,28	0,91	0,07	0,42	–	0,07	12,13	0,28	0,07	68,02	4,84	12,90	–	–	–
15 Миргородський	2,16	2,45	0,29	0,33	–	–	6,27	1,37	0,25	62,12	15,15	9,63	–	–	–
16 Новосанжарський	0,24	2,35	0,24	1,34	–	–	7,59	0,58	0,14	66,43	9,08	12,01	–	–	–
17 Оржицький	3,84	0,06	0,26	0,26	–	0,90	14,73	1,09	0,38	55,48	8,58	14,41	–	–	–
18 Пирятинський	6,08	0,14	0,79	1,22	–	0,29	6,94	0,86	0,43	54,22	15,67	13,38	–	–	–
19 Полтавський	0,55	5,98	0,75	0,65	–	–	7,87	1,10	0,45	55,95	12,86	9,62	–	0,20	4,04
20 Решетилівський	–	–	–	–	–	–	4,22	3,77	–	71,15	4,35	16,51	–	–	–
21 Семенівський	0,25	0,35	0,05	0,76	–	0,05	5,24	3,33	0,66	63,39	8,93	16,84	–	0,15	–
22 Хорольський	0,06	–	–	0,42	–	0,12	5,56	2,03	0,06	70,31	11,05	10,39	–	–	–
23 Чорнухінський	6,94	0,09	1,32	0,88	–	–	6,59	0,26	0,79	50,88	18,89	13,36	–	–	–
24 Чутівський	2,02	–	0,07	–	–	–	10,10	–	–	63,71	10,32	13,78	–	–	–
25 Шишацький	–	0,59	–	0,17	–	–	3,28	2,94	0,08	69,83	3,03	20,08	–	–	–

Наслідком дифузного просторового розподілу стала значна відносна довжина межі з навколишніми типами покриву, якими є переважно агроекосистеми. Трав'янисті екосистеми слід розглядати як важливе джерело інвазії в агроекосистеми тварин-хижаків. Важливість цього джерела підкреслюється ценотичною подібністю агроекосистем і природних трав'янистих екосистем. Вони представлені переважно степовими (степантами) або лучними (пратантами) ценотичними елементами (Sumarokov, 2009).

Полтавська область розташована у межах лісостепової зони, але лісовий покрив представлений на дуже обмеженій території. Лісові масиви, які можна ідентифікувати за даними дистанційного зондування поверхні Землі засобами супутника MODIS, майже відсутні у Решетилівському,

Хорольському, Карлівському, Козельщинському районах. Лісові масиви у межах цих адміністративних одиниць представлені фрагментами у рамках складніших мозаїчних комплексів. Значну площу лісові масиви займають у Кременчуцькому (8,1%), Гадяцькому (8,2%), Великобагачанському (8,9%) та Котелевському (10,1%) районах. Штучні поверхні представлені урбанізованими територіями та пов'язані з розташуванням у межах області міських населених пунктів. Інші типи земної поверхні складають не значні за площею ділянки та не формують регулярних або закономірних патернів. Сукупність типів земної поверхні може бути відображенням ландшафтно-екологічного різноманіття. Цей показник кількісно визначено за допомогою індексу Шеннона (рис. 2).

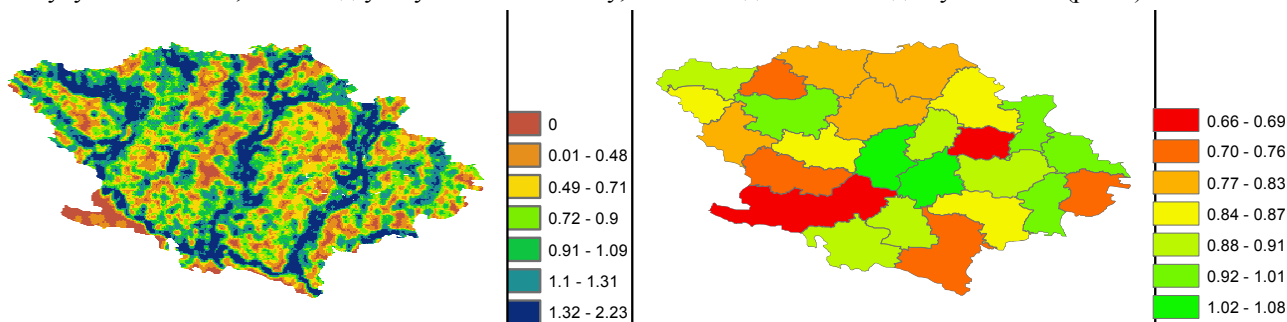


Рис. 2. Ландшафтно-екологічне різноманіття Полтавської області за індексом Шеннона (біт/піксель): зліва – просторове варіювання індексу; справа – зональна статистика за адміністративними районами

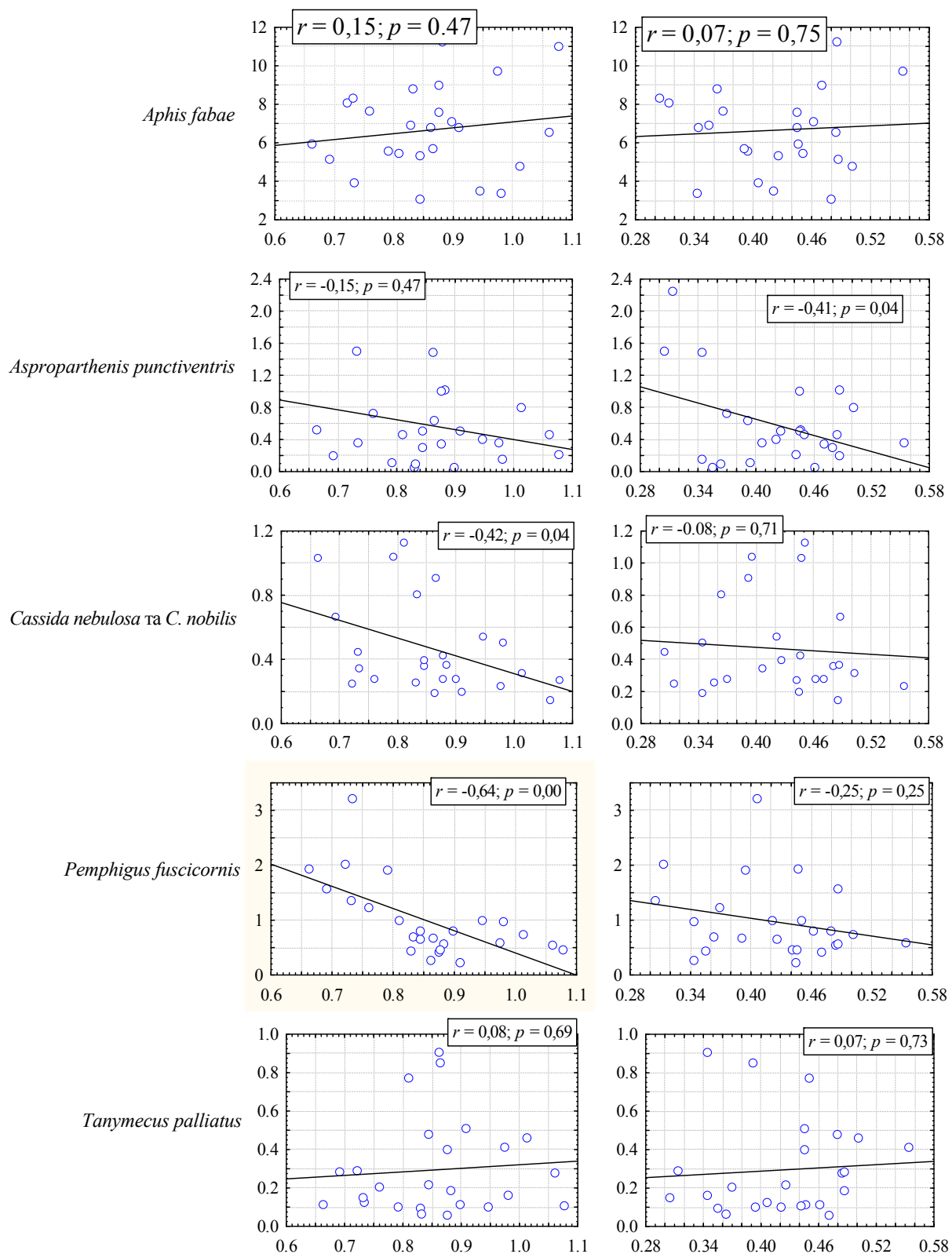


Рис. 3. Залежність варіювання чисельності шкідливих комах по районах Полтавської області за період 2008–2014 рр. (вісь ординат, стандартне відхилення) від ландшафтно-екологічного різноманіття (зліва) та просторового варіювання індексу Шеннона (стандартне відхилення, справа)

Найбільше ландшафтне різноманіття характерне для східних і центральних районів області. Найбільше ландшафтне різноманіття встановлене для Решетилівського (у середньому індекс Шеннона становить 1,07 біт/піксель) та Великобагачанського (1,06 біт/піксель) районів, розташо-

ваних у центрі Полтавської області. Найменше ландшафтне різноманіття властиве для Чорнухінського, Семенівського, Глобинського та Кобеляцького районів. Ми дослідили припущення про залежність чисельності шкідливих комах по районах Полтавської області від се-

реднього значення та стандартного відхилення індексу Шеннона, який характеризує ландшафтне різноманіття (рис. 3). Між варіюванням чисельності бурякової попелиці (*A. fabae*) та показниками ландшафтного різноманіття на обраному масштабному рівні не встановлено статистично вірогідного зв'язку.

Чисельність звичайного бурякового довгоносика (*A. punctiventris*) негативно залежить від стандартного відхилення індексу Шеннона у межах адміністративних районів. За умов високого рівня ландшафтного різноманіття чисельність цього шкідника не сягає високих значень. У свою чергу, низький рівень ландшафтного різноманіття створює передумови для спалахів чисельності звичайного бурякового довгоносика.

Для сірого бурякового довгоносика (*T. palliatus*) не встановлено статистично вірогідної лінійної залежності чисельності від індексу ландшафтного різноманіття та стандартного відхилення його варіювання. Але графічний аналіз дозволяє припустити нелінійну залежність між цими показниками. Нелінійність визначає зону екстремуму, у межах якої чисельність шкідників може сягати найбільших значень. Для індексу Шеннона ця зона становить 0,8–0,9 біт/піксель.

Чисельність бурякової та лободової щитоносок (*C. nebulosa* та *C. nobilis*) демонструє залежність від ландшафтного різноманіття, вираженого індексом Шеннона. Найбільший ризик виникнення спалахів чисельності цих шкідників спостерігається в умовах низького ландшафтного різноманіття. Зі стандартним відхиленням індексу Шеннона існує нелінійний зв'язок: спостерігається рівень варіабельності різноманіття у діапазоні 0,40–0,46, за якого чисельність шкідників сягає найбільших значень. Аналогічна залежність спостерігається для бурякової кореневої попелиці (*P. fuscicornis*).

Для чисельності *P. fuscicornis* встановлено вірогідний статистичний зв'язок з індексом ландшафтного різноманіття Шеннона. Графічний аналіз залежності чисельності від стандартного відхилення значень індексу Шеннона дозволяє знайти зону, в межах якої спостерігаються найбільші рівні чисельності. Це діапазон значень стандартного відхилення індексу Шеннона 0,38–0,42.

Таким чином, ландшафтне різноманіття визначає умови, за яких найвірогідніше різке зростання чисельності шкідників. Низький рівень ландшафтного різноманіття відображає екологічну обстановку, за якої ризики спалахів чисельності шкідників найбільші. Рівень ландшафтного різноманіття в умовах Полтавської області передусім визначається співвідношенням агроєкосистем до ландшафтних комплексів інших типів. Значні одноманітні території, зайняті сільськогосподарськими угіддями, створюють умови для спалахів чисельності шкідників. Безумовно, природна хвилеподібна варіабельність чисельності популяцій тварин визначається комплексом екзогенних та ендегенних стосовно популяції чинників. Амплітуда коливань і, таким чином, господарсько-значима шкода від комах-фітофагів, визначаються рівнем ландшафтного різноманіття. Слід наголосити, що важливим чинником є саме ландшафтне різноманіття, а не тривіальна частка сільськогосподарських угідь у структурі покриву відповідної території.

Висновки

1. Найбільше ландшафтно-екологічне різноманіття характерне для східних і центральних районів Полтавської області. Найбільше ландшафтне різноманіття встановлене для Решетилівського (у середньому індекс Шеннона становить 1,07 біт/піксель) та Великобагачанського (1,06 біт/піксель) районів, розташованих у центрі Полтавської області. Найменше ландшафтне різноманіття властиве для Чорнухінського, Семенівського, Глобинського та Кобеляцького районів.

2. Загальний рівень ландшафтно-екологічного різноманіття та його динаміка впливають на стан і динаміку чисельності шкідників цукрового буряку в межах Полтавської області. Ландшафтне різноманіття визначає умови, за яких найвірогідніше різке зростання чисельності шкідників. Низький рівень ландшафтного різноманіття відображає екологічну обстановку, за якої ризики спалахів чисельності шкідників найбільші.

3. Рівень ландшафтного різноманіття в умовах Полтавської області передусім визначається співвідношенням агроєкосистем до ландшафтних комплексів інших типів. Значні одноманітні території, зайняті сільськогосподарськими угіддями, створюють умови для спалахів чисельності шкідників.

Бібліографічні посилання

- Barsov, V.A., Pilipenko, A.F., Zhukov, A.V., Kul'bachko, J.L., Kisenko, T.I., 1996. Sezonnnyye, godovyye i vyzvannyye antropogennymi faktorami izmeneniya struktury populacij pochvennyh i nazemnyh bespozvonochnyh zhivotnyh v nekotoryh biogeocenoazah central'nogo stepnogo Pridneprov'ya [Seasonal, annual and caused by anthropogenous factors structure population changes of soil and land invertebrates animals in some central steppe Pridniprovia biogeocoenosis]. Visn. Dnipropetr. Univ. 2, 24–30 (in Russian).
- Barsov, V.A., Kisenko, T.I., Kul'bachko, J.L., Zhukov, A.V., 1997. Problemy ohrany jentomofauny landshaftov Dnepropetrovshhiny, nahodjashhijhsja pod ugrozoy ischeznovenija [Dnipropetrovsk landscapes protection problems of entomofauna which is under the threat of disappearance]. Frantsiya ta Ukrayina, Naukovo-Praktychnyy Dosvid u Konteksti Dialohu Natsional'nykh Kul'tur 2(2), 6–7 (in Russian).
- Vasil'ev, V.P. (ed.), 1989. Vrediteli sel'skohozyajstvennykh kul'tur i lesnyh nasazhdenij [Pests of agricultural crops and wood plantings]. Urozhaj, Kiev 3 (in Russian).
- Dychenko, O.Y., 2012. Tsyklichnist' masovykh rozmnozen' komakh-shkidnykiv tsukrovykh buryakiv v Ukrayini [Cyclic dynamic of the high infestations of sugar beets pest insects in Ukraine]. Visnyk Poltavsk'koyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi 1, 81–83 (in Ukraine).
- Dychenko, O.Y., 2011. Istoriya masovykh rozmnozen' osnovnykh shkidnykiv tsukrovykh buryakiv [History of high infestations of sugar beets main pest]. Visnyk Poltavsk'koyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi 3, 185–187 (in Ukraine).
- Zhukov, A.V., Kunah, O.N., Zadorozhnaja, G.A., Andrusovich, E.V., 2013. Landshaftnaja jekologija kak osnova prostranstvennogo analiza produktivnosti agrocenozov [Landscape ecology as a basis of the spatial analysis of the agrocoenosis productivity]. Ecology and Noospherology 24(1), 68–80 (in Russian).
- Zhukov, A.V., 2005. Bioraznoobrazie i ustojchivost' v prostranstve pochvennoj mezofauny [Biodiversity and spatial stabil-

- ity of the soil mesofauna]. Ecology and Noospherology 16(3–4), 165–177 (in Russian).
- Zhukov, A.V., Kunah, O.N., Konovalova, T.P., 2011. Landshaftnyj aspekt jekologicheskoy nishi slepyshej [Landscape aspect of the mole rats (*Spalax microphthalmus* Guldenstaedt 1770) ecological niche]. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University 3, 13–27 (in Russian).
- Pysarenko, P.V., Dychenko, O.Y., 2014. Odnochasnist' (synkhronnist') zminy dynamiky shkidnykiv buryakiv tsukrovyykh u Tsentral'nomu Lisostepu Ukrayiny [Synchronize dynamic changes of the sugar beets pest in Central Ukrainian Forest Steeple]. Visnyk Poltav'skoyi Derzhavnoyi Ahrarnoyi Akademiyi 3, 33–35 (in Ukrainian).
- Sumarokov, A.M., Zhukov, A.V., 2006. Obosnovanie vosstanovleniya jekologicheskogo potentsiala agrobiocenozov pri umen'shenii pesticidnyh nagruzok v Ukraine [Ground of renewal of ecological potential of agrobiocenoses at diminishing of pesticidal loadings in Ukraine]. Kharkov Entomological Society Gazette 14(1–2), 145–154 (in Russian).
- Sumarokov, A.M., Zhukov, A.V., 2013. Pokazatel' vosstanovleniya bioticheskogo potentsiala agrojekosistem pri umen'shenii pesticidnyh zagruzok [Recovery rates of biotic potential of agrarian ecosystems with reduction of pesticide load]. Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University 9(4), 83–108 (in Russian).
- Beddington, J.R., Free, C.A., Lawton, J.H., 1976. Concepts of stability and resilience in predator – prey models. J. Anim. Ecol. 45, 791–816.
- Bianchi, F., Booi, C.J.H., Tschamtker, T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: A review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. Proc. R. Soc. B. 273, 1715–1727.
- Bobyliov, Y.P., Brygadyrenko, V.V., Bulakhov, V.L., Gaichenko, V.A., Gasso, V.Y., Didukh, Y.P., Ivashov, A.V., Kucheriavyi, V.P., Maliovanyi, M.S., Mytsyk, L.P., Pakhomov, O.Y., Tsaryk, I.V., Shabanov, D.A., 2014. Ekologija [Ecology]. Folio, Kharkiv (in Ukrainian).
- Bulakhov, V.L., Emel'janov, I.G., Pakhomov, O.Y., 2003. Bio-raznoobrazie kak funkcional'naja osnova jekosistem [Biodiversity as functional basis of ecosystems]. Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol. 11(1), 3–8.
- Carpenter, S.R., Kraft, C.E., Wright, R., He, X., Soranno, P.A., Hodgson, J.R., 1992. Resilience and resistance of alake phosphorus cycle before and after a food web manipulation. Am. Nat. 140, 781–798.
- Cottingham, K.L., Carpenter, S.R., 1994. Predictive indices of ecosystem resilience in models of north temperate lakes. Ecology 75, 2127–2138.
- DeAngelis, D.L., 1980. Energy flow, nutrient cycling, and ecosystem resilience. Ecology 61, 764–771.
- DeAngelis, D.L., Bartell, S.M., Brenkert, A.L., 1989. Effects of nutrient recycling and food chain length on resilience. Am. Nat. 134, 778–805.
- Gardiner, M.M., Landis, D.A., Gratton, C., DiFonzo, C.D., O'Neal, M., Chacon, J., Wayo, M., Schmidt, N., Mueller, E., Heimpel, G.E., 2009. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. Ecol. Appl. 19(1), 143–154.
- Global Land Cover 2000 database, 2003. European Commission, Joint Research Centre, <http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php>.
- Harrison, G.W., 1979. Stability under environmental stress: Resistance, resilience, persistence, and variability. Am. Nat. 113, 659–669.
- Harwell, M.A., Ragsdale, H.L., 1979. Eigengroup analyses of linear ecosystem models. Ecol. Model. 7, 239–255.
- Harwell, M.A., Cropper, W.P., Ragsdale, H.L., 1977. Nutrient recycling and stability: A reevaluation. Ecology 58, 660–666.
- Holling, C.S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annu. Rev. Ecol. Syst. 4, 1–23.
- Ives, A.R., 1995. Measuring resilience in stochastic systems. Ecol. Monogr. 65, 217–233.
- Lee, J.J., Inman, D.L., 1975. The ecological role of consumers – an aggregated systems view. Ecology 56, 1455–1458.
- Loreau, M., 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: Recent theoretical advances. Oikos 91, 3–17.
- Loreau, M., 1994. Material cycling and the stability of ecosystems. Am. Nat. 143, 508–513.
- O'Neill, R.V., DeAngelis, D.L., Waide, J.B., Allen, T.F.H., 1986. A hierarchical concept of ecosystems. Princeton University Press. Princeton.
- Pakhomov, O.Y., Gasso, V.Y., Goloborodko, K.K., Poljakov, M.V., Grycan, Y.I., Bulakhov, V.L., Brygadyrenko, V.V., Kljuchko, Z.F., Mezhzherin, S.V., Novicky, R.O., Pysanec, Y.M., Pljushh, I.G., Ponomarenko, O.L., Puchkov, O.V., Radchenko, V.G., 2011. Chervona knyha Dnipropetrovskoi oblasti. Tvarynnyj svit [The red book of Dnipropetrovsk region. Animals]. New Print, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Pimm, S.L., Lawton, J.H., 1978. On feeding on more than one trophic level. Nature 275, 542–544.
- Pimm, S.L., Raven, P., 2000. Extinction of numbers. Nature 403, 843–845.
- Pimm, S.L., 1984. The complexity and stability of ecosystems. Nature 307, 321–326.
- Pimm, S.L., 1979. The structure of food webs. Theor. Popul. Biol. 16, 144–158.
- Schmidt, M.H., Tschamtker, T., 2005. Landscape context of sheetweb spider (Araneae: Linyphiidae) abundance in cereal fields. J. Biogeogr. 32, 467–473.
- Steinman, A.D., Mulholland, P.J., Palumbo, A.V., Flum, T.F., DeAngelis, D.L., 1991. Resilience of lotic ecosystems to a light-elimination disturbance. Ecology 72, 1299–1313.
- Thies, C., Steffan-Dewenter, I., Tschamtker, T., 2003. Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. Oikos 101, 18–25.
- Tschamtker, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity: Ecosystem service management. Ecol. Lett. 8, 857–874.
- Vincent, T.L., Anderson, L.R., 1979. Return time and vulnerability for a food chain model. Theor. Popul. Biol. 15, 217–231.

Надійшла до редколегії 23.02.2015