

УДК 504.53:630+574.47

*В.В. БРИГАДИРЕНКО**

**ВОЗДЕЙСТВИЕ УСЛОВИЙ СРЕДЫ
НА СОСТАВ ЖИВОТНОГО НАСЕЛЕНИЯ ПОДСТИЛКИ И ФИТОЦЕНОЗ
ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ**

*Днепропетровский национальный университет, ул. Научная, 13, Днепропетровск, 49050 Украина
E-mail: brigad@ua.fm; brigad@mail.dsu.dp.ua*

Распределение животного населения подстилочного горизонта подчиняется многим факторам, среди которых первостепенное значение имеет состав фитоценоза, увлажнение, механический состав почвы, мощность подстилки. В работе на основе результатов факторного анализа рассмотрено формирование фитоценоза и видового состава герпетобия в лесных экосистемах Днепропетровской области. Установлено, что наибольшее значение при определении структуры зооценоза подстилочного горизонта имеют конкурентные и трофические взаимодействия между компонентами герпетобия.

Ключевые слова: герпетобий, степные леса, типология лесных экосистем А. Л. Бельгарда, пространственная структура, ординация.

Экосистемы или их части (животное население определенного биогеогоризонта, например герпетобий) являются диффузными системами [12], динамику которых невозможно объяснить изменением какого-либо одного фактора. Для таких систем большее значение имеют внутрисистемные взаимодействия, чем экзогенные факторы.

В зависимости от степени изученности объекта исследования выделяют различные уровни его понимания (этапы его изучения): образование, множество, объединение, систему [13]. Население подстилочного горизонта (герпетобий) как образование — абсолютно неопределенный объект, в котором не выделены отдельные элементы и подсистемы. Следующий этап понимания герпетобия как множества популяций различных таксономических групп — формирование списка видов, входящих в сообщество. Третий уровень понимания — объединение — предусматривает выделение связей внутри объекта (образования), т.е. выделение функциональных групп, пространственной и возрастной структуры популяций и т.д. Завершающим этапом изучения объекта является его представление как системы — объединения с характерными для него связями, изменяющимися во времени. Понимание герпетобия как системы предусматривает определение закономерностей его образования, моделирование поведения отдельных элементов — популяций (динамики пространственной и возрастной структуры) и подсистем — функциональных групп.

На современном этапе развития почвенной зоологии герпетобий большинство авторов понимают как множество, и лишь в немногих работах встречается анализ связей и структуры сообщества подстилочных беспозвоночных — уровень понимания объединения [10]. Понимание системности и моделирование процессов, происходящих в данном биогеогоризонте еще только зарождается [4; 11; 14; 15].

Целью данной работы является выявление и идентификация факторов, определяющих состав фитоценоза и состав сообщества подстилочных беспозвоночных на примере лесных экосистем степной зоны Украины.

* В.В. Бригадиренко, 2004

Материал и методы. Исследования проводились в составе Комплексной экспедиции Днепропетровского университета по изучению степных лесов на Присамарском Международном биосферном стационаре (Новомосковский р-н Днепропетровской обл.) в мае—августе 2002—2003 гг. Исследованиями охвачены все мониторинговые пробные площади стационара. Детальная характеристика геоботанических условий на данных пробных площадях приведена в работах сотрудников комплексной экспедиции [1—3; 5; 15]. Для каждой пробной площади проведено полное геоботаническое описание. Сбор беспозвоночных проведен с использованием ловушек Барбера.

Изучение связей между популяциями подстилочных беспозвоночных в рамках почвенно-зоологических исследований все чаще проводится с использованием многомерных статистических методов [6; 7]. Они позволяют нагляднее выявить структуру данных. Результаты учетов подстилочной фауны и состав фитоценоза нормализовались вычитанием среднего и делением на среднее квадратическое отклонение [9]. Подготовленные таким образом исходные данные проанализированы в пакете программ Statistica методами факторного анализа [8].

Результаты и обсуждение. А.Л. Бельгард [2] при создании типологии естественных и искусственных лесов степной зоны в качестве шкал для ординации типов леса использовал емкость (продолжительность заливания почвы при весенних половодьях), режимное увлажнение (среднее многолетнее значение увлажнения, не зависящее от погодных условий периода исследования) и трофность эдафотопы (концентрацию минеральных элементов питания в почвенном растворе, связанную с механическим составом почвы). А.Л. Бельгард подчеркивал, что кроме выделенных им ординат состав фитоценоза определяется множеством других факторов. В связи с этим представляет интерес анализ факторов, определяющих распределение популяций растений в различных фитоценозах, проведенный с использованием методов многомерной статистики.

Результаты анализа факторов, оказывающих наибольшее воздействие на состав фитоценоза лесных экосистем (для большей наглядности проанализировано также одно луговое и одно степное сообщество), свидетельствуют, что наибольшее влияние на состав флоры оказывают режимное увлажнение и механический состав почвы (рис. 1). В области отрицательных значений факторов 1 и 2 расположены виды, характерные для участков зональной плакорной степи (рис. 1а). Купырь лесной (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.), произрастающий под пологом леса, но предпочитающий освещенные позиции, расположен между стапной и лесной группами растений. В области положительных значений фактора 2 сосредоточены виды, характерные для аренных местообитаний (почвы легкого механического состава мезофильных и ксерофильных условий увлажнения).

Виды, произрастающие в широколиственных лесах степной зоны, расположены в зоне положительных значений фактора 1 и отрицательных значений фактора 2 (рис. 1б). Они закономерно сменяют друг друга в ряду увлажнения и трофности от мегатрофов — ясеня (*Fraxinus excelsior* L.), клена полевого (*Acer campestre* L.) и крапивы (*Urtica dioica* L.) — до олиготрофов — осины (*Populus tremula* L.) и липы (*Tilia cordata* Mill.).

Полученные с применением методов многомерной статистики результаты подтвердили выводы, сделанные А.Л. Бельгардом [2] более чем полвека назад: 1) важнейшими факторами, определяющими формирование фитоценоза являются увлажнение и механический состав почв, коррелирующий с минерализацией почвенного раствора; 2) отношение к данным факторам отдельных видов растений по результатам расчетов в пакете программ Statistica и данным А.Л. Бельгарда совпадают.

Логично предположить, что и состав фауны беспозвоночных животных подстилочного горизонта в наибольшей степени определяется воздействием факторов, определяющих состав фитоценоза.

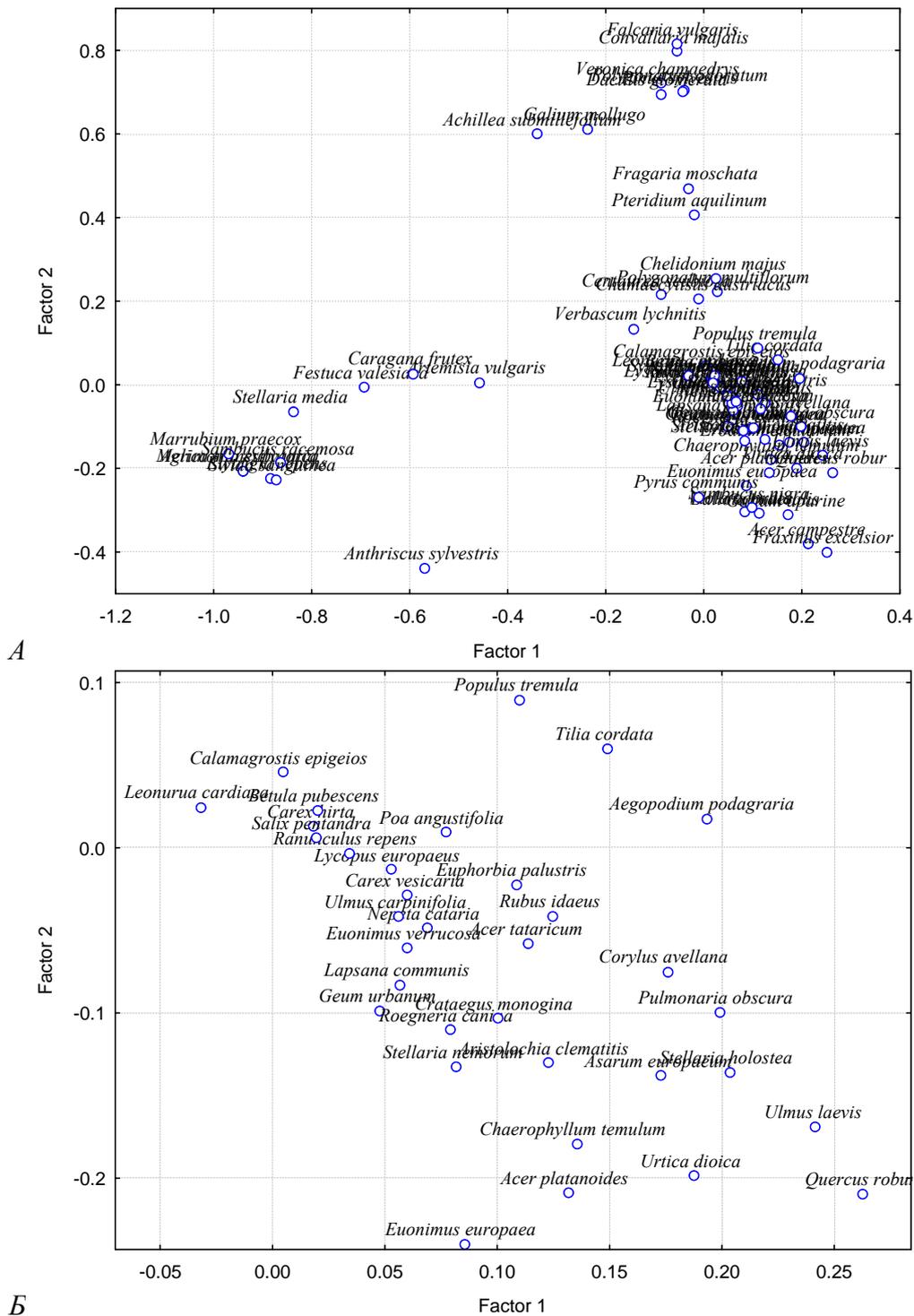
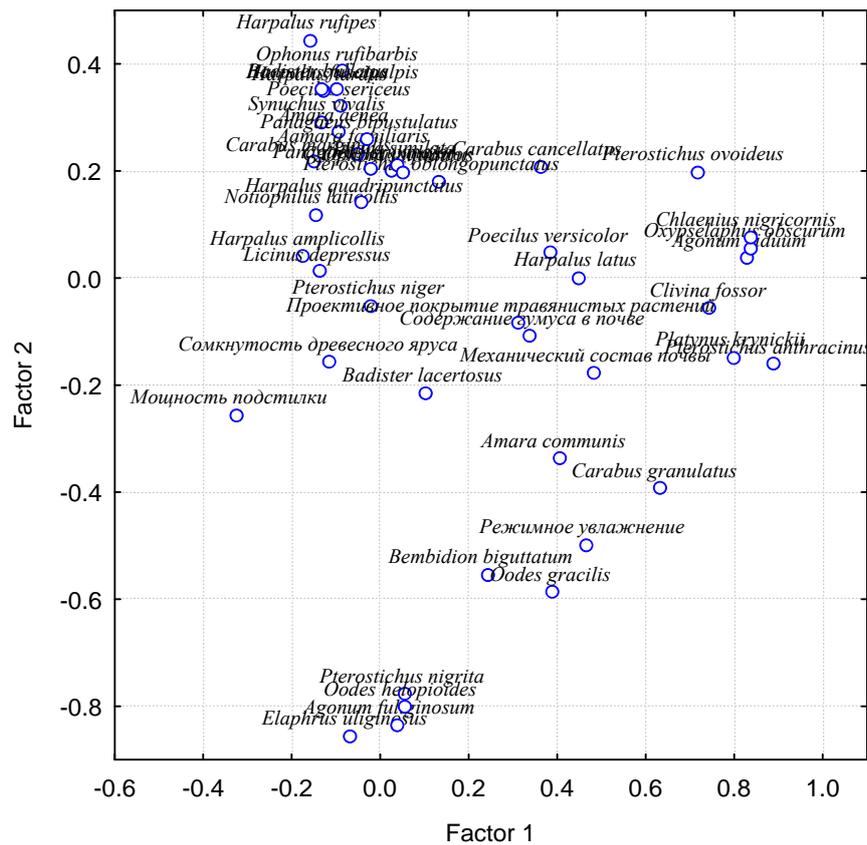
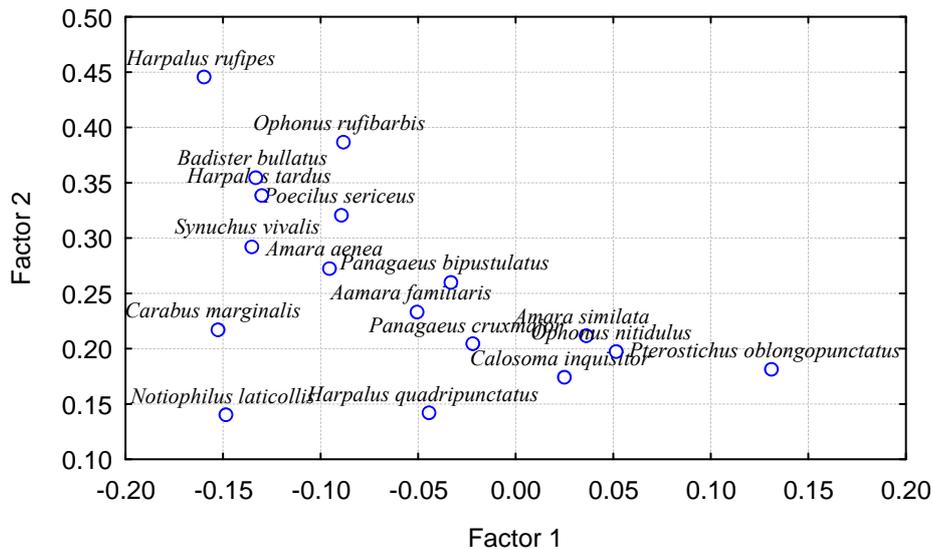


Рис. 1. Результаты факторного анализа фитоценозов 34 лесных экосистем, лугового и степного сообщества (А) и фрагмент, соответствующий мезофильным условиям увлажнения в условиях суглинистых и глинистых почв (Б): фактор 1 — режимное увлажнение эдафотопы (описывает 10,9 % дисперсии), его положительные значения соответствуют большему увлажнению; фактор 2 — механический состав почвы (описывает 8,5 % дисперсии), его положительные значения соответствуют легкому механическому составу почвы

Fig. 1. Results of factor analysis of phytocoenosis of 34 forest ecosystems, meadow and steppe communities (A) and a fragment corresponding to mesophilous moisture condition on loamy and clayey soils (B): factor 1 – regime moisture of edaphotope (describes 10.9 % of variance), its positive numbers correspond to greater moisture; factor 2 – soil mechanical composition (8.5 % of variance), its positive numbers correspond to the light soil mechanical composition



A



B

Рис. 2. Результаты факторного анализа фауны жукелиц и основных характеристик эдафотопы 34 лесных экосистем, лугового и степного сообщества (A) и фрагмент, соответствующий наибольшей концентрации лесных видов жукелиц (B): фактор 1 — комплексный, коррелирующий со степенью развития травяного яруса БГЦ, механическим составом почвы и мощностью подстилки (описывает 16,4 % дисперсии); фактор 2 — увлажнение эдафотопы (описывает 13,3 % дисперсии), его отрицательные значения соответствуют гигрофильным условиям

Fig. 2. Results of factor analysis of ground beetle's fauna and main features of edaphotope of 34 forest ecosystems, meadow and steppe communities (A) and a fragment corresponding to most concentration of forest ground beetles (B): factor 1 – complex, correlated with a degree of biogeocoenotic herbal tier development, soil mechanical composition and thickness of the litter (describes 16.4 % of variance); factor 2 – edaphotope moisture level (13.3 % of variance), its negative numbers correspond to the hygrofilous condition

В результате проведения факторного анализа фауны жужелиц установлено (рис. 2), что два наиболее значимых для сообщества жужелиц фактора описывают около 30 % общей дисперсии. Влияние увлажнения на состав сообщества жужелиц лесных экосистем в степи не только прямое, но и опосредованное (через изменение численности кормовых объектов). Однако наиболее значимый фактор, определяющий состав сообщества, трудно поддается идентификации с учетом только данных по структуре фитоценоза и свойств эдафотопы. Он коррелирует со степенью развития травяного яруса БГЦ, механическим составом почвы и мощностью подстилки, но не является ни одной из приведенных характеристик. Возникает предположение о воздействии со стороны неучтенных в данном анализе факторов. Для его подтверждения рассмотрим в качестве исходных данных также численность других компонентов герпетобия.

Для определения воздействия факторов среды на состав видов Carabidae учтены также данные по таксономической структуре герпетобия в целом (рис. 3). Первостепенное значение сохраняется за увлажнением эдафотопы, однако на второе место выходят биотические факторы — конкурентные и трофические связи внутри самого герпетобия, детерминирующую роль в составе которого выполняют муравьи.

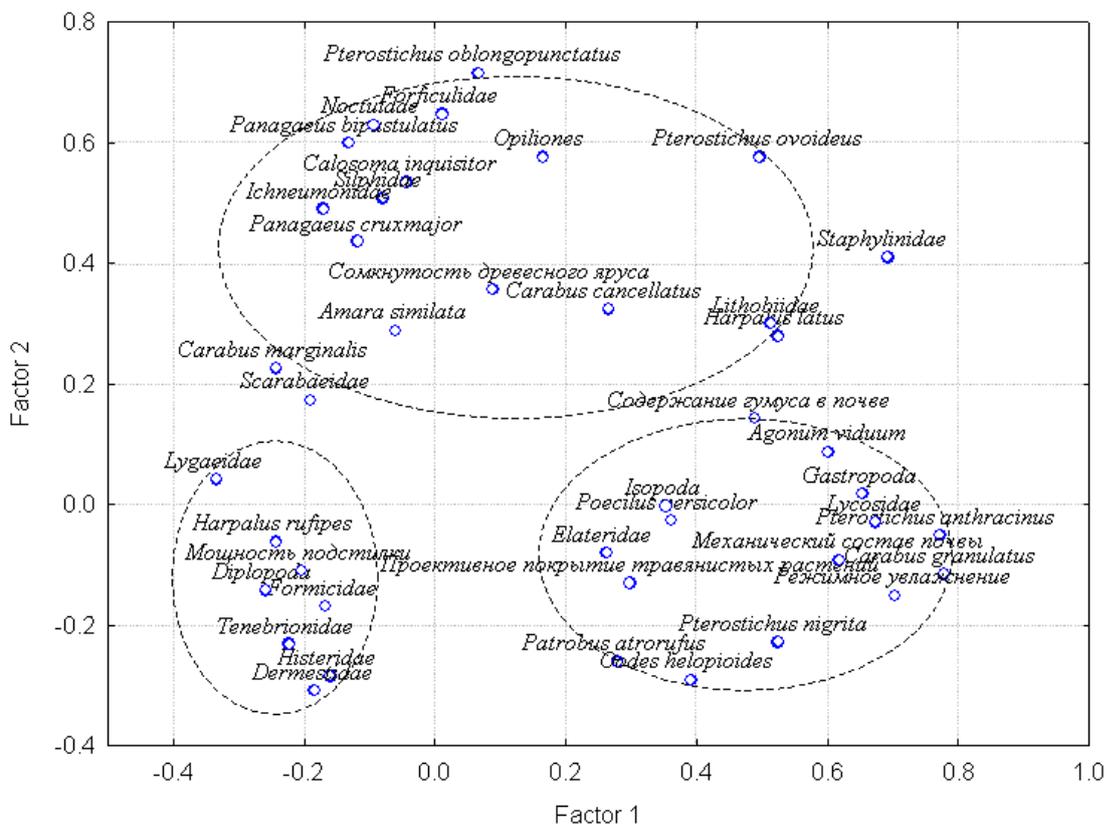


Рис. 3. Результаты факторного анализа доминантных видов жужелиц, групп герпетобия и основных характеристик эдафотопы 34 лесных экосистем, лугового и степного сообщества: фактор 1 — режимное увлажнение эдафотопы (описывает 15,7 % дисперсии), положительные значения фактора соответствуют гигрофильным условиям; фактор 2 — численность муравьев (описывает 12,0 % дисперсии), его отрицательные значения соответствуют максимальной численности муравьев

Fig. 3. Results of factor analysis of dominant ground beetle's species, litter animal groups and the main features of edaphotope of 34 forest ecosystems, meadow and steppe communities: factor 1 – regime moisture of edaphotope (describes 15.7 % of variance), positive numbers of the factor correspond to the hygrophilous condition; factor 2 – a number of ants (12.0 % of variance), its negative numbers correspond to maximal number of ants

В качестве исходных данных для факторного анализа использованы только доминантные виды жужелиц. Однако воздействие группы таксонов, сосредоточенной в области отрицательных значений факторов 1 и 2 (см. рис. 3), на все компоненты герпетобия можно считать определяющим. Доказательством этого является образование двух других, довольно четко обособленных групп таксонов, одна из которых характерна для участков с невысокой численностью муравьев а вторая — для гигрофильных условий увлажнения.

Таким образом, внутренние связи между отдельными подсистемами герпетобия играют определяющее значение в формировании его структуры. Из проанализированных факторов окружающей среды наибольшее влияние на состав герпетобия оказывают режимное увлажнение, мощность подстилочного горизонта и механический состав почвы.

Заключение. Предвидение, основанное на многолетнем изучении лесных биогеоценозов степной зоны, позволило А. Л. Бельгарду создать типологию лесов, адекватно отражающую закономерности формирования лесных сообществ. Обработка результатов геоботанических описаний современными методами многомерной статистики подтвердила правоту и объективность созданного им подхода. Ординация сообществ животных, непосредственно связанных с почвой, показала значительно более высокий уровень неопределенности в структуре зооценоза подстилочного горизонта по сравнению с фитоценозом. Наибольшее значение для структуры герпетобия имеют трофические и конкурентные взаимоотношения между самими компонентами герпетобия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Белова Н.А., Травлев А.П. Естественные леса и степные почвы. — Д.: ДГУ, 1999. — 348 с.
2. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. — К.: КГУ, 1950. — 263 с.
3. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. — М.: Лесная промышленность, 1971. — 336 с.
4. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. — М.: Наука, 1965. — 278 с.
5. Дубина А.А. Сезонная динамика накопления и разложения подстилки в различных типах лесных биогеоценозов Присамарского стационара // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. — Вып. 5. — Днепропетровск: ДГУ, 1975. — С. 32–37.
6. Емишанов Д.Г. Пограничность, амфиценотические явления в лесных экосистемах и очередные задачи их изучения // Экология и ноосферология. — 1995. — Т. 1, № 1-2. — С. 99–109.
7. Жуков А.В. Зоологическая диагностика почв степного Приднпровья: применение методов многомерной статистики // Проблемы почвенной зоологии. — Ростов-на-Дону, 1996. — С. 43–44.
8. Ким Д.О., Мюллер Ч.У. Факторный анализ: статистические методы и практические вопросы // Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1989. — С. 5–77.
9. Коросов А.В. Экологические приложения компонентного анализа. — Петрозаводск: ПГУ, 1996. — 152 с.
10. Кришталь О.П. Энтомофауна грунту та підстилки в долині середньої течії р. Дніпро. — К.: КДУ, 1956. — 423 с.
11. Мордкович В.Г. Зоологическая диагностика почв лесостепной и степной зоны Сибири. — Новосибирск: Наука, 1977. — 110 с.
12. Налимов В.В. Теория эксперимента. — М.-Л.: Наука, 1971. — 208 с.
13. Петрушенко А.А. Самодвижение материи в свете кибернетики. — М.: Наука, 1971. — 292 с.
14. Россолимо Ю.Б., Рыбалов Л.Б. Термо- и гигропреферендумы некоторых почвенных беспозвоночных в связи с их биотопическим распределением // Зоологический журнал. — 1979. — Т. 58, № 12. — С. 1802–1810.
15. Цветкова Н.Н. Особенности миграции органо-минеральных веществ в лесных БГЦ степной Украины. — Днепропетровск: ДГУ, 1992. — 236 с.

Brigadirenko V.V.

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON THE LITTER ANIMALS AND PHYTOCOENOSIS IN THE FOREST ECOSYSTEMS OF THE STEPPE ZONE OF UKRAINE

Dnipropetrovsk National University

Distribution of animals in a litteral horizon comply with many factors, amongst which the principal importance has a composition of the phytocoenosis, moisture, soil mechanical composition, thickness of the litter. On the basis of the factor analysis forming the phytocoenosis and litter's animal species composition in forest ecosystems of the Dnipropetrovsk province is under consideration. Most importance for determination of the zoocoenosis structure of the litteral horizon has competitive and trophical interaction between the litter's animal species.

Keywords: litter animals, steppe forests, typology of forest ecosystems by A. L. Belgard, spatial structure, ordination.

Бригадиренко В.В.

ВПЛИВ УМОВ СЕРЕДОВИЩА НА СКЛАД ТВАРИННОГО НАСЕЛЕННЯ ПІДСТИЛКИ ТА ФІТОЦЕНОЗ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Дніпропетровський національний університет

Розподіл тваринного населення підстилкового горизонту підпорядкований багатьом факторам, серед яких визначальні — склад фітоценозу, зволоження, механічний склад ґрунту, товщина підстилки. У роботі на основі результатів факторного аналізу розглянуто формування фітоценозу та видового складу герпетобію лісових екосистем Дніпропетровської області. Встановлено, що найбільше значення при визначенні структури зооценозу підстилкового горизонту мають конкурентні та трофічні відношення між компонентами герпетобію.

Ключові слова: герпетобій, степові ліси, типологія лісових екосистем О. Л. Бельгарда, просторова структура, ординація.