

УДК 574.21+581.5:581.522:581.524

ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ КАК ФИТОИНДИКАТОРЫ БИОТОПОВ ЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

© Н.Н. Назаренко

Ключевые слова: фитоиндикация; эколого-ценотические группы; степные лиственные леса.

Проведена оценка эколого-ценотических групп (ЭЦГ) видов сосудистых растений в пространстве фитоиндикационных шкал для режимов 13 экологических факторов для лиственных лесов северной Степи Украины. Выделены ведущие факторы, характеризующие фитоиндикационную ценность ЭЦГ. Выделены индикаторные ряды ЭЦГ и охарактеризованы ЭЦГ-индикаторы рядов в целом и биотопов в частности. Для лиственных лесов северной Степи Украины определены ЭЦГ-фитоиндикаторы максимальных и минимальных значений режимов экологических факторов.

ВВЕДЕНИЕ

Эколого-ценотические группы (ЭЦГ) – группы растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов и приуроченных к местопроизрастаниям определенного типа [1–2]. ЭЦГ широко используются для оценки экосистемного и структурного разнообразия растительного покрова [3], типизации растительных сообществ и определения их сукцессионного статуса [1–2; 4].

Само собой разумеющимся является использование ЭЦГ как фитоиндикаторов биотопов [5–8], однако прямая связь системы ЭЦГ с фитоиндикационными шкалами в научных публикациях однозначно не представлена, особенно на региональном уровне. Даже авторы экспертно-статистического подхода оценки системы ЭЦГ [9], используя фитоиндикационные шкалы, однозначно положение групп в пространстве этих шкал не указывают.

На Украине детальный анализ и сопоставление существующих фитоиндикационных шкал проведено Я.П. Дидуком [10–11]. Фактически унифицированные шкалы Дидука соответствуют шкалам Цыганова [12], которые были взяты как базовые для режимов термо- (Tm) и криоклимата (Cr), почвенного увлажнения (Hd), солевого (Tr, Sl), кислотного (Rc) и азотного (Nt) режимов и переменности увлажнения (fH). Также шкалам Цыганова (с незначительной детализацией) соответствуют балльные оценки континентальности (Kp) и омброрежима (Om). Шкала освещенности (Lc) Дидука фактически является шкалой освещенности Цыганова с обратным порядком отсчета (от теневых местообитаний, к освещенным). Шкала содержания гумуса (Hm) разработана на основе одноименной шкалы Ландольта с небольшой детализацией, шкала азрации (Ae) соответствует одноименной шкале Раменского с небольшой детализацией, наконец, предложена оригинальная шкала режима кальция (Ca).

Задачей данной работы является сопоставление системы ЭЦГ с вышеуказанными фитоиндикационными шкалами и описание ЭЦГ в пространстве фитоин-

дикационных шкал для лиственных лесов северной Степи Украины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились на территории Днепропетровской и северной части Запорожской области, где представлены типичные природные северо-степные лиственные леса – байрачные, пристенные (коренные крутые правые берега рек) и пойменные дубравы, березово-осиновые колки и пойменные ольшаники.

В работе использовались группы ЭЦГ в соответствии с их определением в Базе данных сосудистой флоры Центральной России [13–14]. Отнесение вида к той или иной ЭЦГ или экоморфе производилось на основе экспертно-статистической оценки [15]. Использованы фитоиндикационные шкалы Цыганова [8], а для режимов содержания гумуса, азрации и кальция – Дидука [11] с региональной корректировкой [15]. Всего в анализе использовано 156 видов сосудистых растений флоры северо-степных лиственных лесов.

Анализ положения видов в пространстве фитоиндикационных шкал выполнялся методами дискриминантного анализа с использованием пакета STATISTICA.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследованных лесов выделены следующие ЭЦГ: 1) степная (St); 2) свежелогувая (MFr); 3) сухологувая (MDr); 4) ксерофильно-дубравная (OX); 5) боровая (Pn); 6) неморальная (Nm); 7) нитрофильная (Nt); 8) водно-болотная (Wt).

Дискриминантный анализ положения ЭЦГ в пространстве фитоиндикационных шкал показал, что практически все факторы (за исключением режима криоклимата) находятся в модели. Большинство факторов являются статистически значимыми для дискриминации ЭЦГ. Ряд значимости выглядит следующим образом: Lc ← Hd ← Nt ← Tm ← Tr ← Ae ← Hm ← Kp. Таким образом, ведущими факторами, определяю-

Таблица 1

Доля правильно классифицированных видов на ЭЦГ при редукции переменной, %

ЭЦГ	Редуцированная переменная												
	Tm	Kn	Om	Cr	Lc	Hd	Tr	Rc	Nt	Hm	fH	Ca	Ae
Nm	93,9	90,9	93,9	93,9	87,9	90,9	95,5	95,5	93,9	95,5	95,5	95,5	92,4
OX	66,7	75,0	83,3	75,0	75,0	66,7	75,0	66,7	33,3	75,0	83,3	75,0	83,3
MFr	74,1	81,5	77,8	77,8	74,1	77,8	81,5	81,5	74,1	81,5	81,5	77,8	85,2
Nt	66,7	66,7	66,7	66,7	33,3	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	50,0
Wt	89,5	89,5	89,5	89,5	78,9	84,2	84,2	89,5	84,2	89,5	89,5	89,5	89,5
MDr	80,0	60,0	86,7	80,0	66,7	80,0	80,0	73,3	73,3	80,0	80,0	86,7	80,0
Pn	50,0	62,5	62,5	62,5	62,5	75,0	62,5	62,5	50,0	62,5	62,5	62,5	62,5
St	33,3	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7	33,3	66,7	66,7	66,7	33,3	66,7	33,3

щим фитоиндикационную ценность ЭЦГ, являются освещенность и почвенное увлажнение – главные лимитирующие факторы Степной зоны, а также содержание почвенного азота – ведущий фактор эдафотопов лесных экосистем в Степи.

Дискриминантный анализ с редукцией переменной (табл. 1) показал, что для большинства ЭЦГ ведущим фактором, определяющим принадлежность вида к группе, является освещенность под лесным пологом. Для неморальной, нитрофильной и водно-болотной ЭЦГ этот фактор – единственный. Две из этих ЭЦГ являются определяющими для флоры естественных ненарушенных степных лесов – неморальная, подавляющее большинство видов флоры северо-степных дубрав, и нитрофильная – виды поемных ольшанников. Последняя на режим освещенности реагирует наиболее сильно.

Вторыми по значимости являются режимы азота и терморегим. Наиболее сильно на режим азота реагирует ЭЦГ видов ксерофильных дубрав, формирующихся преимущественно на верхних третях склонов и на глубоко дренированных склоновых землях.

Следует отметить, что выделяются две ЭЦГ – свежелогувая и степная (последняя – особенно), реагирующие на комплекс экологических факторов. Это объясняется тем, что в степных лесах виды этих групп приурочены преимущественно к экотонам, маргинальным зонам и нарушенным местообитаниям, в которых

малейшие деградационные или демутационные процессы приводят к резким изменениям биотопов и вытеснению этих видов из экосистем.

Дендрограмма характера взаимодействия ЭЦГ в пространстве шкал, построенная методом максимального корреляционного пути [12] по значению квадрата расстояния Махаланобиса (рис. 1), позволяет выделить три биотопических центра – поемных ольшанников (нитрофильная и водно-болотная), естественных дубрав (неморальная, ксерофильно-дубравная и сухолуговая) и березо-осиновых колков и антропогенно нарушенных дубрав (влажно-луговая, боровая и степная).

Фактически указанные группы биотопов образуют ряд климатогенно-гигрогенного замещения в пределах основных типов природных ландшафтов северной Степи [16] – приводораздельно-балочного, придолинно-балочного и долинно-террасового, а также сукцессионные ряды естественных степных лесов.

Характер распределения видов, классифицированных на ЭЦГ, в пространстве первых двух дискриминантных функций (рис. 2) напоминает «треугольник», формирующийся тремя рядами замещения.

Первый ряд (с левого «угла» вниз), переходный от неморальной ЭЦГ через сухо-луговую и ксерофильно-дубравную к степной и боровой, является рядом увеличения освещенности. Таким образом, указанная динамика ЭЦГ является индикатором ряда замещения биото-

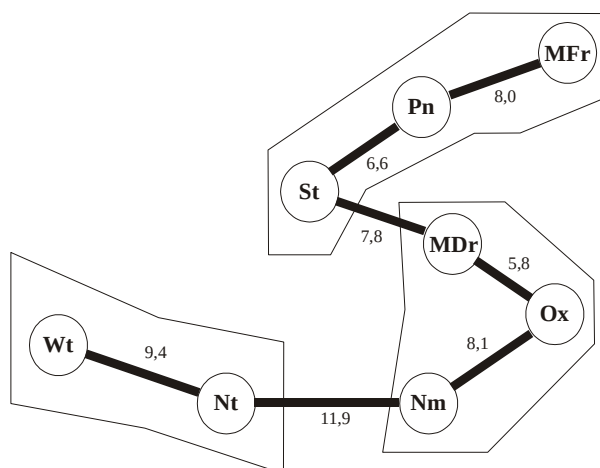


Рис. 1. Дендрограмма близости ЭЦГ в пространстве фитоиндикационных осей (цифрами показан квадрат расстояния Махаланобиса)

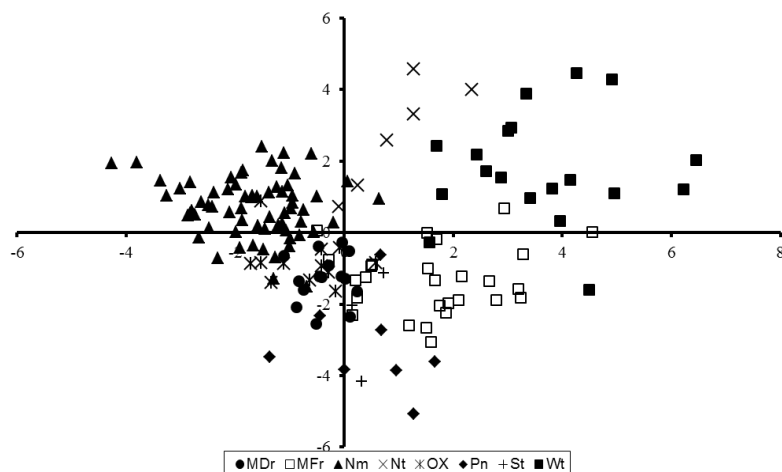


Рис. 2. Положение ЭЦГ в осях первых дискриминантных функций

Таблица 2

Центроиды ЭЦГ в пространстве фитоиндикационных шкал, баллы

ЭЦГ	Фактор												
	Tm	Kn	Om	Cr	Hd	Tr	Rc	Nt	Lc	Hm	fH	Ca	Ae
Nm	8,6	8,4	7,9	8,2	12,3	6,8	7,6	6,8	4,3	3,3	5,5	6,5	7,0
OX	8,9	8,5	7,7	8,5	11,6	7,0	7,5	4,9	4,0	3,2	5,5	7,6	6,3
MFf	8,2	8,5	7,4	7,4	11,1	7,7	6,9	6,3	2,8	2,9	7,2	6,6	6,7
Nt	8,7	8,5	7,9	8,1	14,2	6,8	7,4	7,3	3,9	3,7	5,9	5,5	8,6
Wt	8,6	8,6	7,9	7,7	14,0	7,8	7,5	6,3	3,1	3,6	6,2	5,7	8,7
MDr	9,1	8,7	7,7	8,4	10,6	6,5	8,0	6,2	3,4	3,0	6,3	7,2	6,1
Pn	8,4	8,9	7,6	7,7	9,6	7,3	7,3	5,0	3,2	2,5	7,3	7,2	5,6
St	9,4	9,2	7,4	8,2	9,9	8,2	8,3	5,2	3,5	2,8	6,8	7,3	6,2

пов от теневых к полуосветленным и осветленным. Второй ряд (с нижнего угла вправо вверх) отражает смену ЭЦГ от боровых через влажно-луговую к водно-болотной и является рядом гидрогенного замещения биотопов. Такая динамика ЭЦГ характерна для березово-осиновых колков и пойменных лесов (исключая боровую группу). Наконец, третий ряд (слева направо) от ксерофильно-дубравных (преимущественно видов краткопоемных чернокленовых дубрав) и, частично, неморальных видов через нитрофильную к водно-болотной является рядом эдафогенного замещения биотопов по азотному режиму.

Расположение центроидов ЭЦГ в пространстве фитоиндикационных шкал (табл. 2) позволяет выделить следующие индикаторные ряды замещения ЭЦГ по ведущим факторам:

- 1) освещенность (от осветленных к тенистым): MFr → (Wt + Pn) → (MDr + St) → (Nt + OX) → Nm;
- 2) почвенное увлажнение (от сухих к мокрым): Pn → St → MDr → MFr → OX → Nm → (Nt + Wt);
- 3) азотный режим (от бедных к нитрофильным): (OX + Pn) → St → (MDr + Wt + MFr) → Nm → Nt.

Для прочих режимов: Nm – минимальные показатели режимов переменности увлажнения и континентальности, OX – минимальный режим переменности увлажнения и максимальный кальция, MFr – минимальный режим кислотности и максимальный переменности увлажнения, Nt и Wt – минимальный режим

кальция и максимальные гумуса и аэрации почвы, MDr – минимальный солевой режим и максимальный кислотности, Pn – минимальные режимы гумуса и аэрации почвы и максимальный переменности увлажнения, St – максимальные режимы континентальности, солевой и кислотности.

ВЫВОДЫ

Выделенные для лесов европейской территории России эколого-ценотические группы являются ценными фитоиндикаторами биотопов для степных лесов, в первую очередь для режимов освещенности, почвенного увлажнения и азотного режима.

Эколого-ценотические группы однозначно идентифицируются в фитоиндикационных шкалах и образуют ряды замещения, отвечающие рядам климатогенно-гидрогенного замещения биотопов степных лесов в пределах степных ландшафтов.

Выделенные фитоиндикационные характеристики ЭЦГ могут быть использованы при индикации биотопов степных лесов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. Кн. 1. 479 с.
2. Нищенко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Ботанический журнал. 1969. Т. 54. № 7. С. 1002-1013.

3. Бобровский М.В., Ханина Л.Г. Количественная оценка разнообразия растительности на локальном уровне по лесотаксационным данным // Лесоведение. 2004. № 3. С. 28-34.
4. Смирнова О.В., Бобровский М.В., Ханина Л.Г. Использование демографических методов для оценки и прогноза сукцессионных процессов в лесных ценозах // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2001. Т. 106. Вып. 5. С. 26-34.
5. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. Брянск: Брянский государственный педагогический университет, 1996. 104 с.
6. Цыганов Д.Н. Системы экоморф и индикация экологических режимов местообитаний // Экология. 1975. № 6. С. 15- 21.
7. Цыганов Д.Н. Экоморфы флоры хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1976. 60 с.
8. Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических факторов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.
9. Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2006. Т. 111. Вып. 2. С. 36-47.
10. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів К.: Наукова думка, 1994. 280 с.
11. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2001. 176 p.
12. Терентьев П.В. Метод корреляционных плеяд // Вестник Ленинградского государственного университета. 1959. № 9. С. 137-141.
13. Флора сосудистых растений Центральной России: база данных. URL: <http://www.jcbi.ru/eco1/index.shtml>. Загл. с экрана.
14. Расширенная система эколого-ценотических групп видов сосудистых растений для бореальной, гемибореальной и умеренной лесных зон Европейской России. URL: <http://www.impb.ru/index.php?id=div/lce/ecg>. Загл. с экрана.
15. Назаренко Н.М., Стадник А.П. Листяні ліси північно-степового Придніпров'я (екологія, типологія фіторізноманіття). Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С., 2011. 376 с.
16. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1971. 336 с.

Поступила в редакцию 24 июля 2014 г.

Nazarenko N.N. ECOLOGICAL-COENOTICAL GROUPS AS BIOTOPES PHYTOMETERS FOR BROAD-LEAVED FORESTS OF NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

The estimation of ecological-coenotical groups (ECG) of vascular plants species is analyzed for phytometer scales of 13 ecological factors by example of broad-leaved forests of northern Steppe of Ukraine. The principal factors, which are phytometer value of ECG characterized, are described. The ECG series phytometer are characterized and ECG-phytometers are identified for biotopes and biotopes series. For broad-leaved forests of northern Steppe of Ukraine the ECG- phytometer of maximum and minimum factors value are described.

Key words: phytometer; ecological-coenotical groups; steppe broad-leaved forests.

Назаренко Назар Николаевич, Челябинский государственный педагогический университет, г. Челябинск, Российская Федерация, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры ботаники, экологии и методики преподавания биологии, e-mail: nnazarenko@hotmail.com

Nazarenko Nazar Nikolaevich, Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk, Russian Federation, Doctor of Biology, Associate Professor, Professor of Botany, Ecology and Methodics of Biology Teaching Department, e-mail: nnazarenko@hotmail.com