

Выводы:

1) в условиях Центрального Присивашья *H. pedunculata* характеризуется летним циклом цветения с коротким периодом пребывания в данной фазе; календарные сроки начала и окончания цветения данного вида, а также его продолжительность не зависят от интенсивности конкурентных взаимодействий;

2) конкуренция между растениями в сообществах *Halimionetum (pedunculatae) salicorniosum* влияет на количество и массу цветков *H. pedunculata*;

3) масса одного мужского и одного женского цветков у *H. pedunculata* являются генетически детерминированными, стабильными репродуктивными показателями, независимыми от плотности произрастания растений в ценопопуляции;

4) элиминация конкурентных взаимодействий в эксперименте с удалением ближайших соседей приводит к увеличению количества и массы цветков, развиваемых одной особью *H. pedunculata*.

Литературы

Василевич В.И., Котов С.Ф. Количественный анализ фитогенного поля ценопопуляций некоторых древесных видов // Тр. ГНБС. 1997. Т. 117. С. 81–92.

Вульф Е.В. Флора Крыма. М. – Л., 1947. Т. II. Вып. 1. 330 с.

Голубев В.Н. Методические рекомендации по составлению региональных биологических флор. Ялта, 1981. 28 с.

Голубев В.Н., Сова Т.В. Ритмика цветения растительных сообществ Керченского полуострова Крыма // Бюлл. МОИП. Отдел биологический. 1988. Т. 93. Вып. 3. С. 77–87.

Ильин М.М. Флора СССР. М. – Л., 1936. Т. 6. 956 с.

Котов С.Ф. Количественный подход к оценке конкурентных взаимодействий на уровне сообщества. I. Моноценозы однолетников // Экологія та ноосферологія. 1996. Т. 2. № 3–4. С. 134–139.

Котов С.Ф. Функциональная структура некоторых сообществ класса *Thero- Salicornieta* R. Tx. et Oberd. 1958 в Крыму // Укр. фітоцен. збірн. 1998. Сер. С. Вып. 1(10). С. 76–83.

Котов С.Ф. Анализ межвидовых взаимодействий в сообществах ассоциации *Halimionetum (pedunculatae) salicorniosum* // Ученые записки Тавр. нац. ун-та. Серия «Биология, химия». 2004. Т. 17 (56). № 1. С. 137–142.

БИОКЛИМАТЫ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВЫСШИХ ЕДИНИЦ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СЕВЕРНОЙ АЗИИ

Крестов П.В., Омелько А.М.

Владивосток, Биолого-почвенный институт ДВО РАН

Введение. Влияние климата на растительный покров – одна из комплексных фундаментальных проблем экологии и эволюции биоты. Решение данной проблемы дает важный, базовый компонент методологий многих дисциплин, объекты которых так или иначе связаны с растительным покровом. В течение последних десятилетий был предложен ряд сценариев постплейстоценового развития биоты и сделан ряд попыток моделирования ее изменений при индицируемых и прогнозируемых климатических трендах. Однако, выбор ограниченного числа объектов, их зависимость в большинстве случаев от растительного покрова и упрощенное представление о климатически обусловленной зональности вкладывают значительную ошибку в разработанные сценарии и делают прогнозное моделирование взаимодействия климата и биоты неточным.

С компьютеризацией и появлением возможностей обрабатывать большие массивы данных, с одной стороны, и с завершением инвентаризации флор на региональном уровне, с другой стороны, назрела необходимость использования баз данных для анализа биоразнообразия, а следовательно, появилась возможность использования и строгих, ясно определяемых признаков. Проблема взаимодействия растительного покрова и климата включает в себя ряд компонентов. Очевидный и наиболее разработанный блок – взаимодействие формализованных характеристик биоты и различных характеристик климата. Мировая литература насыщена публикациями, посвященными различным моделям растительного покрова, независимыми переменными в которых является климат. Однако основным и совершенно уместным аргументом критиков подобного моделирования закономерно выступает недостаточно разработанная методология формализации различных характеристик биоты и неравномерная изученность последних.

Цель работы: анализ основных исторических и современных факторов воздействия на растительный покров и выяснение легко измеряемых биоклиматических характеристик, пригодных для индикации наиболее существенных поясно-зональных перестроек растительного покрова на региональном уровне.

Материал и методы. Формализация характеристик растительного покрова для целей моделирования взаимодействий биоты и климата осуществлена исходя из представлений о растительном покрове как об исторически сложившемся и распределенном в пространстве в соответствии с эколого-климатическими харак-

теристиками феномена. Данный подход позволяет избежать существующих штампов, базирующихся на традиционных схемах районирования и зонирования и представляющих ряд не вписывающихся в общие схемы фитогеографических закономерностей на границе океан-континент как исключение из правил.

Достижению цели работы будет способствовать анализ трех главных направлений, которые могут быть определены как флористическое, фитосоциологическое и биогеографическое, на уровнях организации массовых данных, их анализа и моделирования на основе выявленных закономерностей. Важный этап синтеза – моделирование отношений биоты и климата на основе GIS технологий.

Флористический подход является наиболее разработанной, хотя и не абсолютно совершенной, частью биогеографической методологии. Даже современный уровень флористической изученности северо-восточной Азии дает некоторые возможности для интерпретации структуры видового разнообразия и позволяет сделать некоторые фитогеографические обобщения (Qian et al. 2003a, b; Krestov, 2003; Крестов и др., 2004; Крестов, 2004, 2005). Так как формирование флоры – это длительный исторический процесс, влияние климата на растительный покров не может быть отражено исключительно анализом флористических градиентов, полученных с помощью сравнительного анализа флор. Неизмеримо большие возможности для анализа взаимоотношений биоты и климата предоставляет фитосоциологический подход, базирующийся на экосистемном уровне.

Основой для флористического блока данной работы составляет оригинальная база данных флоры северной Пацифики (Geobotanica Pacifica, 1996–2008; Крестов, 2005), содержащая сведения по номенклатуре и распространению 22 000 таксонов видового и внутривидового рангов в пределах запада Северной Америки, российского Дальнего Востока, Сибири, Монголии, Северо-Восточного Китая, Кореи и охватывающая основные источники таксономической информации за последние 50 лет.

Климатическая база данных сформирована из российских, корейских, китайских и американских источников и включает данные по более 2200 климатическим станциям. Для каждой климатической станции были рассчитаны более 20 биоклиматических индексов (Крестов, 2006), из которых наиболее пригодными для описания регионального биоклимата оказались тепловой и холодовой индексы Кира, сумма осадков, приходящихся на период со среднемесячной температурой ниже 0°C; индекс континентальности, определяемый как разность среднемесячных температур самого теплого и холодного месяцев и индекс увлажнения, определяемый как отношение суммы осадков теплых месяцев (T>0°C) к потенциальной эвапотранспирации по Thornthwaite (1931).

Поскольку различные станции расположены на различной высоте над уровнем моря, для каждой трапеции со сторонами в 10° по широте и долготе была составлена система уравнений линейной регрессии имеющих общий вид: параметр = a + b*(ELE) + c*(LAT) + d*(LON), где (ELE) – высота над уровнем моря (м), (LAT) – широта, (LON) – долгота, a – константа, b, c и d – коэффициенты линейной регрессии, полученные при регрессионном анализе. Для всех районов северной Пацифики уравнения были достоверны (P < 0,001) для вышеуказанных индексов (тест Фишера, Zar, 1984). Биоклиматический ареал единиц растительности определялся путем решения уравнений, независимыми переменными которых были широта, долгота и высота над ур. м. вовлеченных в анализ геоботанических описаний.

Классификация растительности предусматривает структурирование растительного покрова с целью последующей корректной формализации структурных единиц, которые могут быть использованы в качестве переменных в моделировании отношений биоты и климата. Поскольку в России, Японии, США и Канаде традиционно используемые подходы к классификации растительности различны, построение общей классификации исключительно важно. Классификация растительности региона была реализована на базе 5500 оригинальных геоботанических описаний в рамках подхода Браун-Бланке на пяти уровнях иерархии (вариант, ассоциация, союз, порядок и класс), основные единицы классификации обнародованы нами (Krestov, Nakamura, 2002; Крестов и др., 2003; Krestov, 2003; Крестов и др., 2004; Krestov et al., 2006; Nakamura, Krestov, 2007; Krestov et al., 2008) и другими авторами (Ermakov et al., 2000, 2002; Ермаков, 2003; Сидельникова, 2001; Kucherov, Daniels, 2005 и др.) в соответствии с кодексом фитосоциологической номенклатуры (Weber et al., 2000). Ранее выделенные в системах других подходов единицы были также систематизированы и интерпретированы в соответствии с разрабатываемой классификацией.

Результаты и обсуждение. Распространение основных биоклиматических параметров на территории северо-восточной Азии исключительно неравномерно, что обусловлено сложнейшими взаимодействиями контролирующими климат факторов, таких как мощные барические центры, конфигурация океанических течений и обширные горные системы. Анализ моделей взаимоотношений основных индексов с единицами растительности показывает принципиальную возможность индикации климатов с помощью зональных ассоциаций растительности.

Распространение теплового индекса Кира (WK) скоррелировано с широтой и высотой над уровнем моря во внутренних областях континента. Приближение к Пацифике делает также значимой корреляцию с долготой. WK уменьшается от 100°C (вечнозеленые широколиственные леса *Cammelieta japonicae*) в южной

части Японского архипелага и юго-восточном Китае и 75°C (зона листопадных широколиственных лесов *Saso-Fagetalia*, *Aceri-Quercetalia*) до значений меньше 15°C в Арктике и Субарктике. Среди бореальных единиц растительности порядки класса *Betulo-Ranunculetea*, формирующиеся в условиях океанического климата с прохладным вегетационным сезоном, характеризуются наименьшими значениями WK.

Распределение холодного индекса Кира (СК) на территории Азии имеет концентрический характер с минимальными значениями во внутренних районах 60-х широт, включая северный полюс холода Оймякон. От Оймякона значения СК резко возрастают к Тихоокеанскому побережью и постепенно увеличиваются к западу, варьируя от -25 до -250°C. Характер распределения индекса не позволяет утверждать, что зимние холода являются существенным лимитирующим фактором распространения основных доминантов растительности, однако его тесная корреляция с распространением вечной мерзлоты позволяет определить ряд важных пределов для представителей неморальной флоры в бореальных экосистемах. Наиболее толерантны к экстремально холодным условиям зимнего времени бореальные порядки *Lathyro-Laricetalia* и *Ledo-Laricetalia*, представленные листопадными лиственными лесами и редколесьями. Значения СК находятся в прямо пропорциональных отношениях числом неморальных видов в бореальных сообществах.

Большую сопряженность с изменениями растительности вдоль градиента материк-океан демонстрирует индекс континентальности (CI). Его максимальное значение, 65°C, наблюдается в Оймяконе, по всем радиальным направлениям оно уменьшается, достигая минимума на тихоокеанских островах. Изменения растительности вдоль градиента континентальности выражается сменой зональных единиц растительности в направлении от внутренних регионов к океану в пределах зон. В умеренной зоне минимальным значениям CI соответствует порядок *Saso-Fagetalia*, с увеличением индекса его последовательно сменяют порядки классов *Quercetea mongolicae* и *Quercu-Betuletea*. В наиболее континентальных районах зональное положение занимают степи из *Cleistogenetea squarrosae*. В бореальной зоне с наименьшими показателями CI сопряжен порядок *Betuletalia ermanii*, а с наивысшими порядки бореальных листопадных сообществ *Lathyro-Laricetalia* и *Ledo-Laricetalia*. Растительность Арктики и Субарктики не показывает значительного изменения вдоль градиента континентальности, который в данном случае однонаправлен с тепловым градиентом благодаря смягчающему влиянию Северного Ледовитого океана.

Одним из наиболее значимых факторов распределения растительного покрова является увлажнение. Анализ существующих индексов влагообеспеченности позволил установить наиболее тесные корреляции растительного покрова с омбро-эвапотранспирационным индексом (IOE) Rivas-Martinez et al. (1999), поскольку он имеет критическое значение для лесной растительности, равное 1,0. Значения от 0,8 до 1,0 демонстрируют возможные периоды дефицита влаги, которые все еще могут быть пережиты лесными экосистемами за счет компенсационных эффектов (склоновый сток, водонепроницаемый горизонт и т.п.), значения IOE < 0,8 исключают развитие лесной растительности везде, кроме регионов с вечной мерзлотой. Неморальный порядок *Quercu-Betuletalia*, бореальные *Lathyro-Laricetalia* и *Ledo-Laricetalia*, а также, частично, субарктический порядок *Larici-Betuletalia divaricatae* формируются в критических условиях дефицита влаги, главным компенсатором которого в бореальной и субарктической зонах является вечная мерзлота.

Объяснение формирования ряда растительных формаций возможно исключительно благодаря анализу снежных осадков, которые определяют облик растительности в континентальных секторах умеренной и в субокеаническом и океаническом секторах бореальной зон. В первом случае отсутствие или малое количество снега приводит к жесточайшему дефициту влаги в важнейший для ростовых процессов весенний период. В условиях Камчатки, Курильских и Алеутских островов и Хоккайдо мощный снеговой покров задерживается далеко за время установления вегетационных температур, что приводит к сокращению вегетационного периода на 1–3 недели. Вдоль градиента снежных осадков при широком варьировании прочих условий располагаются сообщества *Betula ermanii*, *Alnus fruticosa*, крупнотравья (*Filipendilion*) и специфические приокеанические тундры (Крестов 2004).

Литература

- Ермаков Н.Б. Разнообразие бореальной растительности северной Азии. Континентальные гемибореальные леса: классификация и ординация. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 232 с.
- Крестов П.В. Растительный покров Командорских островов // Бот. журн. 2004. Т. 89. № 11. С. 52–74.
- Крестов П.В. Предложения к флористическому районированию северной Азии на основе сравнительного анализа флор на родовом уровне // Комаровские чтения. 2005. Вып. 51. С. 15–56.
- Крестов П.В. Растительный покров и фитогеографические линии северной Пацифики: Автореф. дис. ... д.б.н. Владивосток, 2006. 42 с.
- Крестов П.В., Баркалов В.Ю., Таран А.А. Ботанико-географическое районирование острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 67–90.
- Крестов П.В., Накамура Ю., Верхолат В.П. Синтаксономическое разнообразие лесов из *Picea glehnii* – редких экосистем островного сектора Восточной Азии // Бот. журн. 2003. Т. 88. № 7. С. 12–26.

- Синельникова Н.В. Классификация сообществ кустарниковых ив центральной и западной Чукотки (бассейны рек Анадырь, Амгуэма, Омолон) // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул, 2001. Вып. 7. С. 50–69.
- Ermakov N., Cherosov M., Gogoleva P. Classification of ultracontinental boreal forests in central Yakutia // Folia Geobot. 2002. Vol. 37. P. 419–440.
- Ermakov N., Dring J., Rodwell J. Classification of continental hemiboreal forests of North Asia // Braun-Blanquetia. 2000. Vol. 28. P. 1–132.
- Geobotanica Pacifica // <http://www.geopacific.org>. 1996–2008.
- Krestov P.V. Forest vegetation of the easternmost Russia (Russian Far East) // Forest vegetation of Northeast Asia. Dordrecht, London, Paris, New York: Kluwer Academic Publishers, 2003. P. 93–180.
- Krestov P.V., Ermakov N.B., Osipov S.V., Nakamura Y. A phytosociological study of *Larix cajanderi* and *L. gmelinii* forests of Northeast Asia // Folia Geobotanica. 2008. In Press.
- Krestov P.V., Nakamura Y. A phytosociological study of the *Picea jezoensis* forests of the Far East // Folia Geobotanica. 2002. Vol. 37. No. 4. P. 441–473.
- Krestov P.V., Song J.-S., Nakamura Y., Verkholat V.P. A phytosociological survey of the deciduous temperate forests of mainland Northeast Asia // Phytocoenologia. 2006. Vol. 36. No. 1. P. 77–150.
- Kucherov I.B., Daniels F.J.A. Vegetation of the classes Carici-Kobresietea and Cleistogenetea squarrosae in Central Chukotka // Phytocoenologia. 2005. Vol. 35. No. 4. P. 1019–1066.
- Nakamura Y., Krestov P.V. Biogeographical diversity of alpine vegetation in the oceanic regions of Northeast Asia // Berichte der R. Tüxen Gesellschaft. 2007. Vol. 19. P. 117–129.
- Qian H., Song J.-S., Krestov P.V., Guo Q., Wu Z., Shen X., Guo X. Large-scale phytogeographical patterns in East Asia in relation to latitudinal and climatic gradients // J. Biogeography. 2003a. 30. P. 129–141.
- Qian H., Krestov P., Fu P.-Y., Wang Q.-L., Song J.-S., Chourmousis C. Phytogeography of Northeast Asia // Forest vegetation of Northeast Asia. Dordrecht: Kluwer, 2003b. P. 51–91.
- Rivas-Martínez S., Sánchez-Mata D., Costa M. North American boreal and western temperate forest vegetation // Itinera Geobotanica. 1999. Vol. 12. P. 5–316.
- Thornthwaite C.W. The climates of North America according to a new classification // Geogr. Rev. 1931. Vol. 21. P. 633–655.
- Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.P. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition // J. Veg. Sci. 2000. Vol. 11. P. 739–768.
- Zar J.H. Biostatistical analysis. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1974. 620 c.

УЧАСТИЕ НЕКОТОРЫХ СЕВЕРОКАВКАЗСКИХ ВИДОВ РОДОВ *LAMIUM* L. И *STACHYS* L. В СЛОЖЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА РЕГИОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Криворотов С.Б.¹, Русских И.В.²

¹Краснодар, Кубанский государственный аграрный университет

²Майкоп, Адыгейский государственный университет

На территории Северо-Западного Кавказа (СЗК) в составе мятликово-лютиковых фитоценозов встречается *Lamium purpureum*. Ценопопуляции этого вида в пределах низкогорного лесного пояса тяготеют к открытым местностям, чаще полянам. Величина среднего проективного покрытия в изученных ценопопуляциях весьма значительна, составляет 57%. Из характеристики обилия по шкале Друде (Soc) следует, что *Lamium purpureum* является важным ценообразователем полевых фитоценозов пояса низкогорных лесов территории СЗК.

Менее распространены и обильны ценопопуляции *Lamium maculatum*, зарегистрированные в составе разнотравно-купеновых лесных фитоценозов из *Alexitoxicon scandens*, *Arum orientale*, *Fragaria vesca*, *Glechoma hederacea*, видов рода *Polygonatum*, *Rubus caesius*. Процент среднего проективного покрытия небольшой (5–6%), а обилие по шкале Друде оценено как Sol-Sp. Фитоценозы, имеющие в своем составе *Lamium maculatum*, приурочены исключительно к лесам, где данный вид яснотки выступает в роли ассектатора.

В составе разнотравных лесных сообществ из *Barbarea stricta*, *Calystegia sepium*, *Elytrigia repens*, *Fragaria vesca*, *Glechoma hederacea*, *Oxalis acetosella*, *Plantago major*, *Poa compressa*, *Ranunculus repens*, *Rumex confertus*, *Taraxacum officinale* п. Каменноостского (Хаджох) нами отмечена *Lamium album*. В данных фитоценозах *Lamium album* имеет небольшую величину покрытия – 5%, выступает в роли ассектатора (Sol) полевых, лесных растительных сообществ, иногда приуроченных к влажным местообитаниям. Выявлено, что в фитоценозах с участием *Lamium album*, произрастающих во влажных местообитаниях, роль яснотки белой как ассектатора усиливается (окрестности Мостовского и Гиагинского районов).

Установлено, что изученные ценопопуляции растений рода *Lamium* в пределах низкогорного лесного пояса чаще тяготеют к древесно-кустарниковой растительности из *Acer pseudoplatanus*, *Fagus orientalis*,