

## ФИТОЦЕНОТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ НА ЗАПАДНОЙ ГРАНИЦЕ АРЕАЛА (НА ПРИМЕРЕ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

© 2012 С.А. Грозовский

Костромской государственной университет имени Н.А. Некрасова

Поступила 15.03.2012

Проанализированы видовой состав, эколого-ценотическая структура и многомерное экологическое пространство сообществ с пихтой сибирской в качестве эдификатора древостоев в Кологривском районе Костромской области. Выявлена высокая положительная корреляция между факторами щелочности и богатства почвы азотом. Леса с древостоем из пихты предварительно сгруппированы в пять фитоценонов.

**Ключевые слова:** пихта сибирская, край ареала, видовое богатство, средняя видовая насыщенность, эколого-ценотические группы, анализ соответствий с удаленным трендом, фитоценон.

Растительность Костромской области в настоящее время остается недостаточно исследованной; имеются проблемы (в т.ч. теоретического характера) с организацией отвечающей требованиям времени охраны природы. Лишь в последние несколько лет, поздно относительно большинства субъектов Российской Федерации, в Костромской области утверждено несколько особо охраняемых природных территорий (ООПТ), издана региональная Красная книга, открыт первый федеральный заповедник – «Кологривский лес». Анализ истории ботанической и экологической науки в регионе показывает относительно больший охват исследованиями юго-западных районов и относительно меньший – центральных и восточных. Вместе с тем, уже первые исследователи региона отмечали своеобразие положения флористических элементов на данной территории, заключающееся в обрыве ареалов целого ряда видов, являющихся массовыми в более восточных и северо-восточных регионах. Такие погранично-ареальные виды в Костромской области есть не только среди трав, но и среди деревьев. Одной из актуальных проблем теоретического обоснования охраны видов и экосистем, в т.ч. на уровне лесозаготовительных методик, высоко ориентированных на столь важный для России рынок экспорта древесины, является выявление зависимостей произрастания уязвимых травянистых видов от доминантов древесного полога [1; 3]. Данная статья представляет собой пример исследования ценотической роли погранично-ареального древесного вида – пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) с целью дальнейшего анализа приуроченности определенных травянистых видов к пихтовым древостоям.

Из общего массива стандартных геоботанических описаний лесной растительности на учетных площадках в 100 м<sup>2</sup> (данные экспедиций в Кологривский район, проведенных в 2004–2007 гг.; всего 309 древостоев) вычленены все описания с

*A. sibirica* в качестве доминанта (73 древостоя под условным названием «пихтачи») и все описания с елью (*Picea abies* (L.) Karst.) в качестве доминанта (185 древостоев, условные «ельники»). Обычно пихта не образует чистых древостоев и согосподствует с елью [2], что подтверждается и в данном случае: лишь 3 «пихтача» были полностью лишены ели. Поэтому сделано допущение, согласно которому в «пихтачах» ель может присутствовать, а в «ельниках» пихта присутствовать не может.

Эколого-флористическая классификация древостоев с пихтой проведена классическим табличным методом Браун-Бланке, который позволяет вручную контролировать все перекомпоновки строк и столбцов на каждом этапе компактизации информации [6]. На синтетическом этапе выделено 5 фитоценонов – безранговых единиц классификации. В силу недостатка данных, не представляется возможным интерпретировать их принадлежность к тем или иным синтаксонам. Так, например, лишь один фитоценон (5-й) представлен хотя бы пятью древостоями. Это видно из табл. 1, в которой показано постоянство диагностических видов как показатель приуроченности их к определенным фитоценонам. Римскими и арабскими цифрами обозначены классы постоянства видов и число геоботанических описаний с каждым видом (в случае, если оно в фитоценоне менее 5) соответственно. Надстрочные знаки – баллы обилия по шкале Браун-Бланке и диапазоны видов по обилию. Учитываются (и потому показаны в таблице) классы постоянства начиная со 2-го (I – до 20 %; II – 21 % — 40 %; III – 41 % — 60 %; IV – 61 % — 80 %; V – от 81 %).

Предварительная классификация растительности «пихтачей» не выявила выраженных синтаксонов. В дальнейших исследованиях представляется необходимым придать наибольшее значение методологии комбинирования при классификации лесных сообществ т.н. доминантного подхода (у истоков которого стояли отечественные ученые, например В. Н. Сукачев и В. В. Алехин) с эколого-флористическим табличным методом (широкое применение которого в европейской науке о растительности связано с именем Ж. Браун-Бланке).

Грозовский Сергей Александрович, аспирант кафедры ботаники факультета естествознания Костромского государственного университета, e-mail: sergeygrozovskiy@rambler.ru

Таблица 1. Синоптическая таблица классификации «пихтачей» табличным методом Ж. Браун-Бланке

Диагностические виды / фитоценоны	1	2	3	4	5
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench.	2				
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim	$3^{1-3}$	$2^{2-3}$			
<i>Paris quadrifolia</i> L.	$3^{+1}$	$2^{+1}$			
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	$2^2$	$2^{+2}$			
<i>Valeriana officinalis</i> L.	2	$2^{r-2}$			
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	$2^{+1}$	2			
<i>Pyrola rotundifolia</i> L.	$2^{1-2}$		2		
<i>Ranunculus repens</i> L.	2			1	
<i>Urtica dioica</i> L.	1	$3^{r-1}$			
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	1	$2^{+r}$			
<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.			$2^{+2}$		
<i>Melampyrum pratense</i> L.			$2^{+2}$		
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House				$2^{r-1}$	II <sup>++1</sup>
<i>Carex digitata</i> L.					III <sup>r-1</sup>
<i>Viola mirabilis</i> L.					III <sup>+1</sup>

Исследователям неоднократно указывалось на необходимость модификации эколого-флористического подхода применительно к задачам классификации лесной растительности, для которой характерны наличие небольшого числа явных доминантов и сравнительно высокая степень дискретности [2].

Ординация «пихтачей» проведена одним из наиболее современных методов непрямого градиентного анализа – методом анализа соответствий с удаленным трендом (DCA) [7]. Использована стандартная методика представления многомерных данных геоботанических описаний в матричном виде как систем с относительно слабыми связями.

Главная матрица является более или менее разреженной и имеет в качестве объектов пихтовые древостои (строки), а в качестве количественных переменных – глазомерные значения обилия (проективного покрытия Браун-Бланке) для каждого вида в этих древостоях (столбцы). Баллам обилия «г» присвоено значение переменных 0,2; «+» – 0,5; «1» — «5» соответствуют 1—5.

Экологическая характеристика древостоев и интерпретация осей ординации проведена по точечным экологическим шкалам Элленберга. Поэтому 2-я матрица входных данных имеет те же строки, что и главная, но столбцами являются средние значения шкал Элленберга. Это шкалы: освещенности-затенения (L), температурная (T), континентальности климата (K), увлажнения почвы (F), pH почвы (R), богатства почвы минеральным азотом (N) [5]. Переменные во всех столбцах являются количественными; дополнительный столбец содержит качественные переменные – принадлежность каждого древостоя к определенному фитоценону [7].

Следует отметить, что, если изначальное экологическое пространство имеет 73 измерения (по числу древостоев с пихтой), то экологическое пространство ординации трехмерно (оси ординации: Axis 1, Axis 2, Axis 3), поэтому может быть получено 3 варианта двухмерного графика

ординации. На выбор наиболее наглядной пары осей влияет определение коэффициентов детерминации  $R^2$  для корреляции между расстояниями объектов друг от друга в ординационном пространстве и соответствующими расстояниями в изначальном многомерном пространстве:

Таблица 2. Пост-ординационная оценка отношения объяснимой дисперсии к общей (коэффициента детерминации  $R^2$ )

Оси	приращение	накопление
Axis 1	0,318	0,318
Axis 2	0,115	0,434
Axis 3	0,067	0,5

Из табл. 2 следует, что наилучшим образом дисперсию объясняет пара осей Axis 1 и Axis 2. Результаты ординации схематически показаны на Рис. 1.

Показаны лишь те древостои, для которых метод Браун-Бланке выявил принадлежность к одному из выделенных фитоценонов (обозначены разными значками). Векторы, радиально расходящиеся из центроида (точки с координатами, являющимися средними от соответствующих координат всех объектов), являются шкалами Элленберга, выступающими в пространстве ординации в качестве средовых переменных. Векторы большей длины отражают более сильную связь переменных со средой. Каждая из осей ординации теоретически обозначает некий комплексный градиент, а чем меньше угол между данной осью и данным вектором, тем вероятнее тождественность скрытого средового градиента известному фактору среды [7].

Для интерпретации осей ординации рассчитаны коэффициенты линейной корреляции  $r$  между координатами описаний и их экологическими характеристиками. В результате из всех визуальных выводов из рис. 1 подтверждены следующие: существует положительная корреляция средней силы шкал R и N с осью Axis 1 ( $r=0,554$  и  $r=0,524$  соответственно); существует сильная положительная корреляция между самими этими шкалами ( $r=0,856$ ).

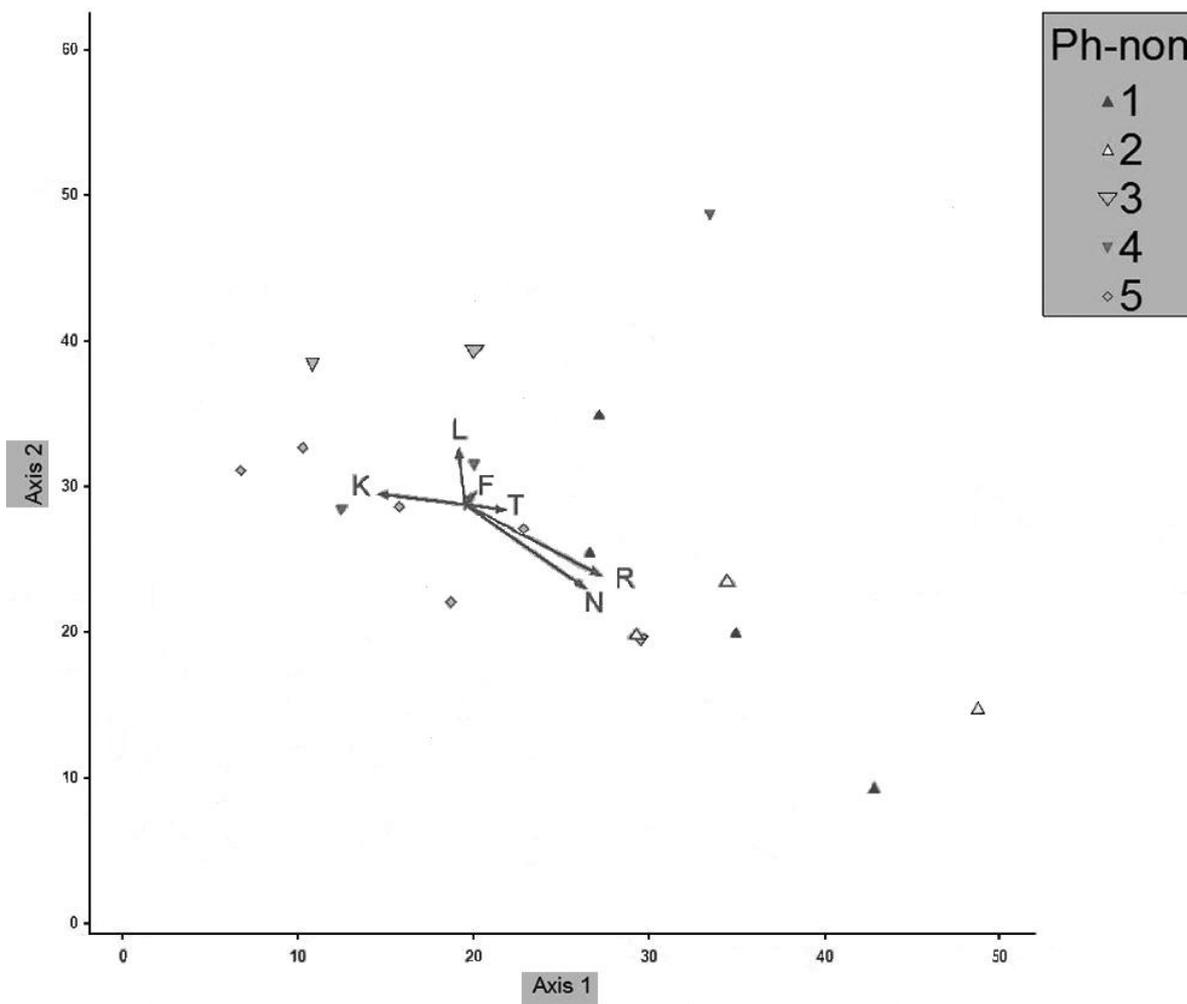


Рис. 1. График DCA ординации пихтовых древостоев определенных фитоценозов

По-видимому, наличие сильной положительной корреляции между шкалами N и R может быть связано с известным явлением повышения доступности N при небольшом подщелачивании почв (до pH=8) [8].

В работе также выявлены особенности ценотической роли пихты путем сравнения видового разнообразия лесов с пихтой и лесов без пихты. Условные «пихтачи» сравнивались с условными «ельниками» по следующим показателям: а) общее число видов сосудистых растений (видовое богатство); б) среднее число видов сосудистых растений на один учетный древостой (средняя видовая насыщенность). Видовая насыщенность «пихтачей» оказалась выше, чем «ельников» (23,699 и 21,054 соответственно). Видовое богатство «ельников» ожидаемо выше (264 против 169), однако для сравнимости этих результатов видовое богатство «пихтачей» следовало бы усреднить отношением числа древостоев «ельников» к числу древостоев «пихтачей», и тогда видовое богатство пихтовых сообществ, увеличившись в более чем 2,5 раза, значительно превысило бы видовое богатство сообществ без пихты. Таким образом, пихтовые древостои

относительно богаты во флористическом отношении. Общих видов у «пихтачей» с «ельниками» оказалось 52,632 %.

Эколого-ценотическая структура пихтовых сообществ в сравнении с сообществами без пихты выявлена на основе того объема базовых эколого-ценотических групп (ЭЦГ), которые разрабатываются в Пущинском научном центре РАН (Пущино Московской области) совместно с Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (Москва) [4]. Это ЭЦГ: бореальная (Br), лугово-опушечная (Md), неморальная (Nm), нитрофильная (Nt), олиготрофная (Olg), боровая (Pn), водноболотная (Wt). Результаты определения среднего числа видов каждой ЭЦГ в «ельниках» и «пихтачах» приведены на Рис. 2.

Выводы, проистекающие отсюда, свидетельствуют в пользу позднесукцессионного статуса пихтовых древостоев даже по сравнению с древостоями из ели, этого позднесукцессионного древесного вида. Наиболее существенно превышение по Nt, что согласуется с выводами по ординации.

Автор благодарит своих коллег по экспедициям и их организаторов за помощь в сборе материала.

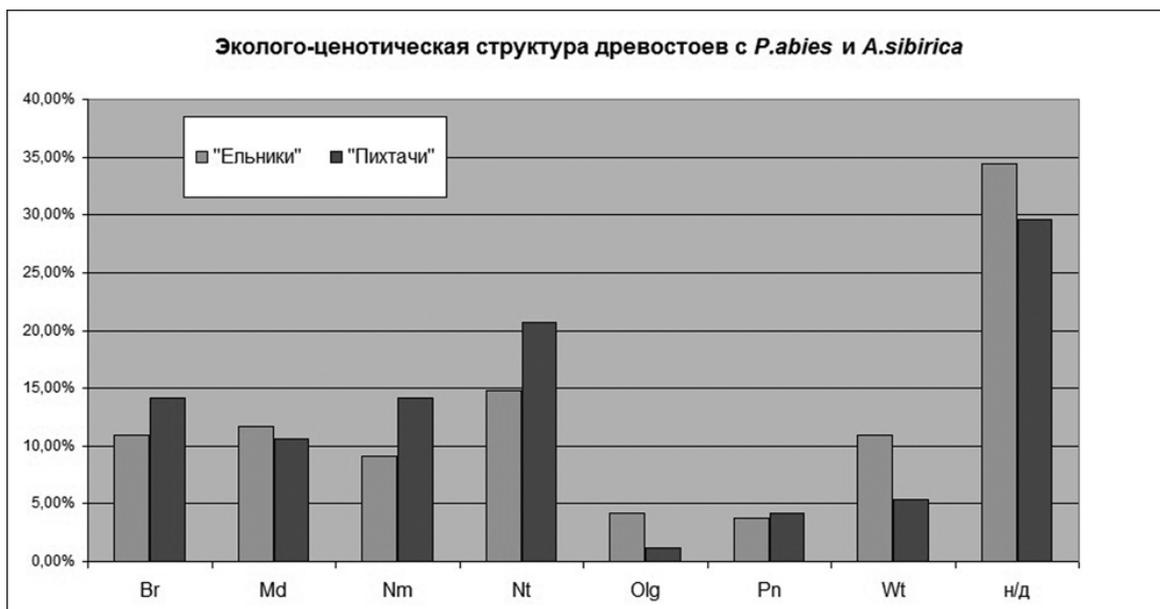


Рис. 2. Эколого-ценотическая структура древостоев с *P. abies* и *A. sibirica*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Браславская, Т. Ю., Тихонова, Е. В. Оценка биоразнообразия южнотаежных лесов на северо-востоке Костромской области // Лесоведение. 2006. № 2. С. 34-50.
2. Заугольнова, Л. Б., Морозова, О. В. Типология и классификация лесов европейской России: методические подходы и возможности их реализации // Лесоведение. 2006. № 1. С. 34-48.
3. Немчинова А. В. Разработка методов относительной комплексной оценки лесных участков в границах арендных территорий предприятий с использованием ГИС // Регионы в условиях неустойчивого развития: материалы международной научно-практической конференции «Регионы в условиях неустойчивого развития» (Кострома-Шарья, 28-30 апреля 2010): в 2 т. Т. 2 / сост. А. М. Базанков, И. Г. Криницын, А. П. Липаев. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2010. С. 232-237
4. 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 // Бюлл. МОИП. Сер. Биологическая. 2006. № 111 (1). С. 27-49.
5. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas / H. Ellenberg // Scripta geobotanica. Göttingen. 1974. Vol. 9. 197 p.
6. Maarel, E. van der. Vegetation ecology / E. van der Maarel, ed. // Blackwell Science Ltd., 2005. 399 p.
7. McCune, B. and M. J. Mefford. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4.0. / B. McCune, M. J. Mefford // MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon. 237 pp.
8. Sparks, D. L. Environmental soil chemistry / D. L. Sparks // Academic Press. London, UK. - 2nd Ed - Pp: 64-67.

### PHYTOCOENOTIC ROLE OF SIBERIAN FIR AT WESTERN EDGE OF DISTRIBUTION (ON EXAMPLE OF KOSTROMA REGION)

© 2012 S.A. Grozovskiy

Nekrasov Kostroma State University

Species structure, ecologic-coenotic structure and multidimensional ecologic space are analyzed with respect to communities with Siberian fir as key species of stands in Kologriv District of Kostroma Region. High positive correlation between factors of soil alkalinity and nitrogen richness is revealed. Forests with stands formed with fir are preliminarily grouped into five phytocoenons.

**Key words:** Siberian fir, distribution edge, species richness, mean species density, ecologic-coenotic groups, detrended correspondence analysis, phytocoenon.