DOI:
УДК 911.2

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ЛАНДШАФТНЫХ СТРУКТУР ВОРОНЕЖСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

кандидат сельскохозяйственных наук **О. В. Трегубов**[1]
кандидат географических наук, доцент **В. Н. Солнцев**[1]
кандидат биологических наук, доцент **М. В. Кочергина**[1]
кандидат сельскохозяйственных наук **Е. С. Фурменкова**[1]
1 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация

На основе полиструктурного подхода рассмотрены и классифицированы биоциркуляционные ландшафтные структуры Воронежского биосферного заповедника. Определена приуроченность родов экосистем к ландшафтным уровням. Полученны результаты по характеристике экологических систем, их распределения и свойств. Предагаемый подход позволил выделить на территории Воронежского заповедника тип транзитных, автономных и аккумулятивных наземные экосистемы, относящихся к семействам быстро текущих рек и ручьев, пойменных лесов и высокотравий, светлохвойных лесов, луговых степей, летнезеленых лиственных лесов(дубовых), летнезеленых лиственных лесов (мелколиственных), болот. Экосистемы автономного типа функционируют на основе экономного, а в ряде случаев и повторного использования необходимых для жизнедеятельности веществ. Абиотический перенос веществ в экосистемах автономного типа непостоянен. Накопление веществ в пределах экосистем несколько выше, чем в транзитных, но очень сильно уступает аналогичному показателю в аккумулятивных системах. Интенсивность абиотической циркуляции веществ в пределах экосистемы максимальна среди всех типов. Экосистемы транзитного типа функционируютна основе эффективного транзита и удерживания вещества. Обычно компоненты биоты экосистем транзитного типа не отличаются высокой адаптивностью к поиску веществ. Наиболее разнообразны водные транзитные экосистемы, но существуют и различные классы наземных. Экосистемы аккумулятивного типаприспособлены к избытку одних веществ и недостатку других. Экосистемы аккумулятивного типа отличаются максимальным объемом поступающих в экосистему веществ и почти полным отсутствием их выноса. По сравнению с поступлением веществ извне, интенсивность биотической циркуляции веществ внутри экосистемы очень невелика. Накопление же веществ внутри экосистемы в этом типе максимально. Биота аккумулятивных наземных экосистем отличается способностью существовать в условиях недостатка одних веществ и явного избытка других. Принадлежность экосистемы к тому или иному типу определяется особенностями исторического саморазвития биоты.

Ключевые слова: полиструктурный подход, геостационарная ландшафтная структура, биоциркуляционная ландшафтная структура, типы экосистем, роды экосистем, ландшафтный уровень.

CHARACTERISTIC OF BIOSIMULATION LANDSCAPE STRUCTURES OF VORONEZH BIOSPHERE RESERVE

PhD in Agriculture **O. V. Tregubov**[1]
PhD in Geograthy, Associate Professor **V. N. Solntsev**[1]
PhD in Biology, Associate Professor **M. V. Kochergina**[1]
PhD in Agriculture **E. S. Furmenkova**[1]
1 – Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

Abstract

On the basis of the polystructural approach biosimulation landscape structure of the Voronezh biosphere reserve are considered and classified. Distribution of ecosystem delivery to landscape levels are determined. Results on the characterization of ecological systems, their distribution and properties are obtained. Suggested approach has allowed to allocate type of transit, autonomous and accumulative terrestrial ecosystems, belonging to the family of fast flowing rivers and streams, riparian forests and high grass ones, light

coniferous forests, meadow steppes, summer-green deciduous forest(oak), summer-green deciduous forest (small-leaved), swamps in the territory of the Voronezh reserve. Ecosystems of autonomous type operate on the basis of economical use, and in some cases, and reuse of necessary for vital activity substances. Abiotic transport of substances in the self-contained ecosystems is non-permanent. The accumulation of substances within ecosystems is slightly higher than in transit ones, but it is lower than the same value in accumulative systems. The intensity of abiotic circulation of substances within ecosystems among the highest of all types. Ecosystems of transit type function on the basis of efficient transit and retention of the substance. Usually components of the biota of ecosystems of transit type do not have high adaptability to the search of substances. The most diverse systems are aquatic ecosystems, but there are different classes of land ones. Ecosystems of accumulative type are adapted to an excess of some substances and the deficiency of others. The accumulative ecosystem are characterized by a maximum flow in the ecosystem substances and almost complete lack of removal. Compared to flow of substances from outside, the intensity of the biotic circulation of substances inside the ecosystem is very small. Accumulation of substances within ecosystems in this type is the highest one. Biota of accumulation terrestrial ecosystems is characterized by the ability to exist in terms of lack of some substances and the apparent excess of others. The identity of ecosystem to a particular type is determined by the peculiarities of historical self-development of biota.

Keywords: polystructure approach, geostationary landscape structure, biocirculation landscape structure, types of ecosystems, ecosystem genus, landscape level.

Введение

Воронежский биосферный государственный заповедник расположен на границе Воронежской и Липецкой областей в западной части Окско-Донской низменности и занимает значительную часть Усманского бора – одного из немногих крупных, хорошо сохранившихся боровых массивов лесостепной зоны Русской равнины. Ландшафтное устройство бора очень разнообразно – здесь, на относительно небольшой территории, соседствуют лишайниковые боры и черноольшаники, боры-черничники и остепненные участки, дубовые леса и сфагновые болота. Усманский бор представляет собой один из лесных массивов правобережных боровых террас в западной части Окско-Донской низменности.

К настоящему времени долина р. Воронеж, как и других крупных рек лесостепной зоны, имеет зрелый вид (асимметричные склоны, хорошо выраженные террасы, сложные сегментные поймы). Это объясняется относительно небольшой глубиной вреза и песчаными толщами, слагающими территорию [4, 7]. В геоморфологическом отношении Воронежский заповедник относится к долине реки Воронеж, занимая часть этой реки, а также участки поймы, I, II, III и IV надпойменных террасс.

По схеме ботанико-географического районирования Воронежской области бор входит в состав Усманского ботанического района зеленомошных сосновых и осоковых дубовых лесов Боброво-Усманского округа Среднерусской дубово-сосновой провинции [2].

Преобладающими в числе древесных пород являются сосняки (35,1 %) и дубняки (31,4 % лесопокрытой площади). На долю осинников приходится 20,6 %, а березняков и ольшаников 6,2 % и 5,8 % соответственно [5].

Используемый в наших исследованиях полиструктурный подход позволяет наиболее всесторонне учесть реально существующее биологическое и ландшафтное разнообразие территории и на основании этого рационально спланировать программу природоохранной и научно-исследовательской деятельности [6]. Обратить внимание на устойчивости лесных экосистем [11].

Использование расширенного набора базовых характеристик рельефа позволяет выявить тесные связи пространственной изменчивости лесных экосистем с рельефом, подстилающими породами, разннобразием почв в тесной связи с растительным покровом [9, 10].

Методы и объекты.

При крупномасштабной ландшафтной съемке использовались крупномасштабные карты и аэрофотоснимки, а также лесотаксационные материалы. Полевые исследования проходили в течение пяти полевых сезонов. Общая площадь, покрытая полевой ландшафтной съемкой в масштабе 1:25 000, равняется 9576 га, что составляет почти треть всей территории заповедника.

Существуют три механизма ландшафтной структуризации геопространства: геостационарный, геоциркуляционный и биоциркуляционный. Они формируют в одном и том же пространстве три типа соответствующих структур, обязанных своим существованием трем независимым источникам энергии – гравитационному полю, действующему изнутри Земли, инсоляционному полю, действующему из Космоса, и циркуляционному полю, формирующеемуся внутри ландшафтной сферы Земли [6].

Результаты.

Геостационарная ландшафтная структура заповедника включает 9 ландшафтных уровней (ЛУ), отличающихся возрастом образования, относительными и абсолютными высотами, особенностями рельефа и литогенной основы, характером почвенного и растительного покрова зафиксированных в специфическом наборе видов урочищ: 1) ЛУ IV надпойменной террасы р. Воронеж; 2) ЛУ пологого уступа IV надпойменной террасы р. Воронеж; 3) ЛУ покато-ступенчатого уступа долины р. Усмань; 4) ЛУ III надпойменной террасы р. Воронеж; 5) ЛУ II надпойменной террасы рек Воронеж и Усмань; 6) ЛУ I надпойменной террасы р. Воронеж; 7) ЛУ долин боковых притоков рек Воронеж, Усмань и Ивница; 8) ЛУ поймы с останцами первой надпойменной террасы; 9) ЛУ поймы реки Воронеж [7, 8].

Силой, первично обуславливающей возникновение биоциркуляционного поля, является коротковолновая солнечная радиация. В результате геопространство агрегируется на основании особенностей ориентировки поверхности относительно потоков инсоляции. Подобные различия фиксируются растительным покровом и выражаются в особенностях его видового состава и идущих в зооценозах и биоценозах биохимических процессов и фотосинтеза [6]. Дополнительный отпечаток на формирование биоциркуляционных л структур накладывают различия литогенной основы, выраженные в особенностях рельефа, литологического состава геоуровней. В данной работе классификация биоциркуляционных структур основана на классификации природных экосистем, разработанной Ю. А. Исаковым, Н. С. Казанцевой, Д. В. Панфиловым [3].

На территории Воронежского заповедника нами выделены три типа экосистем - транзитные, автономные и аккумулятивные наземные [7], 7 семейств - быстро текущих рек и ручьев, пойменных лесов и высокотравий, светлохвойных лесов, луговых степей, летнезеленых лиственных лесов (дубовых), летнезеленых лиственных лесов (мелколиственных), болот (рис., табл. 1).

В наземных экосистемах транзитного типа преобладает наклонный перенос веществ водой (различной степени интенсивности). Для них характернывынос веществ, соизмеримый по объемам с привносом,

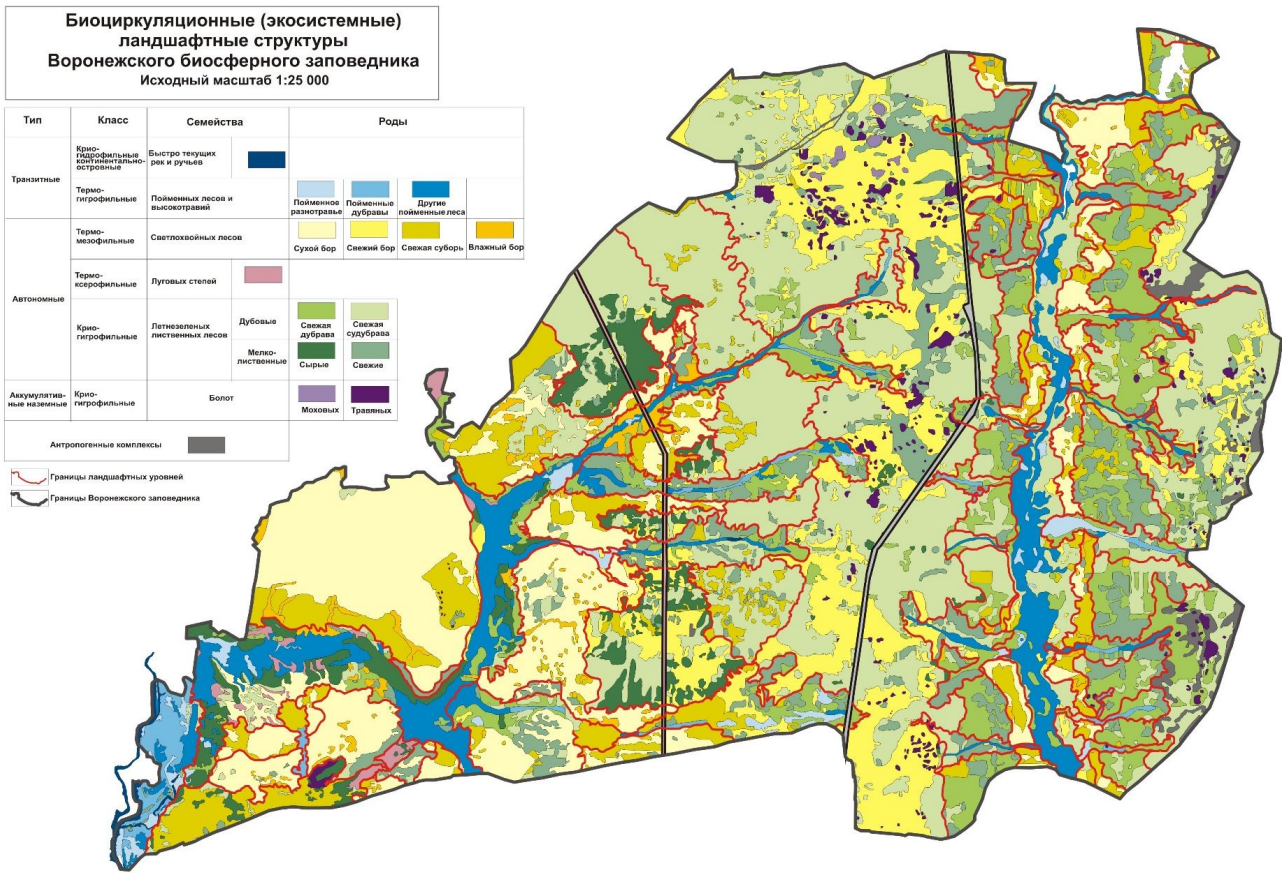

Рис. Биоциркуляционные ландшафтные структуры Воронежского биосферного заповедника

Таблица 1

Типы экосистем Воронежского заповедника

Тип	Класс	Семейство
Транзитные	Крио-гидрофильные континентально-островные	Быстро текущих рек и ручьев
	Термо-гигрофильные	Пойменных лесов и высокотравий
Автономные	Термо-мезофильные	Светлохвойных и жестколиственных лесов
	Термо-ксерофильные	Луговых степей
	Крио-гигрофильные с преобладанием покрытосеменных	Летнезеленых лиственных (дубовых) лесов
		Летнезеленых лиственных (мелколиственных) лесов
Аккумулятивные наземные	Крио-гигрофильные	Болот

постоянство абиотического движения веществ и низкий уровень накопления веществ в пределах экосистемы.

К экосистемам автономного типа относится большая часть зональных экосистем. Они характеризуются весьма ограниченным привносом веществ, преимущественно с атмосферными осадками, ветром и активно мигрирующими животными [3]. Абиотический перенос веществ в экосистемах автономного типа весьма непостоянен, накопление веществ в пределах экосистем несколько выше, чем в транзитных, но очень сильно уступает аналогичному показателю в аккумулятивных системах. Интенсивность абиотической циркуляции веществ в пределах экосистемы максимальна среди всех типов.

Экосистемы аккумулятивного типа отличаются максимальным объемом поступающих в экосистему веществ и почти полным отсутствием их выноса. По сравнению с поступлением веществ извне, интенсивность биотической циркуляции веществ внутри экосистемы очень невелика. Накопление же веществ внутри экосистемы в этом типе максимально. Биота аккумулятивных наземных экосистем отличается способностью существовать в условиях недостатка одних веществ и явного избытка других.

Основой для выделения родов экосистем служит сходство их функциональных блоков (набор ярусов растительности, их породный состав, взаимосвязи - то есть взаимные адаптации компонентов биоты) [3]. При выделении родов экосистем мы основывались в основном на типах леса Усманского бора [1].

Роды экосистем наиболее четко приурочены к ландшафтным уровням - поверхностям, относительно однородным по характеру рельефа, высотам, литологии пород. Всего на территории заповедника выделено 13 родов экосистем (табл. 2).

Таблица 2

Роды экосистем Воронежского заповедника

Род (семейство) экосистем	Ландшафтные уровни									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Травянистые пойменные сообщества							47	40	13	100%
Пойменные дубравы							56		44	100%
Другие пойменные леса							27	70	3	100%
Сухие боры					95			5		100%
Свежие боры	77			10			7	6		100%
Свежие субори		10	11	3	53	9	8	6		100%
Влажные боры					78			22		100%
Луговые степи				34		14		52		100%
Свежие дубравы	13		44				28	15		100%
Свежие судубравы	47	17	8	9	4		6	9		100%
Болота	69		6		6	2	17			100%
Сырые мелколиственные леса		8		47		6	4	35		100%
Свежие мелколиственные леса	25	3	26	2	11		29	4		100%

Ландшафтный уровень IV надпойменной террасы, самая высокая часть территории заповедника, распространен как на междуречье Ивницы и Усмани, так и на правобережье Усмани. IV надпойменная терраса представляет собой субгоризонтальную бугристо-грядовую поверхность, осложненную множеством понижений и повышений. В связи с неоднородностью геолого-геоморфологи-ческих условий и дренажа структуре экосистем здесь присуща мелкоконтурность. В песках, слагающих данный уровень, увеличивается доля суглинистых прослоек, что способствует развитию комплексов с различным участием дуба. Наибольшую площадь в пределах уровня занимают свежие дубравы и боры.

Заболоченные понижения, условия которых год от года могут сильно варьировать, хоть и занимают всего около 6 % площади уровня, являются его очень важной особенностью. Здесь сосредоточено около 70 % (по площади) всех болот и заболоченных понижений заповедника.

Ландшафтный уровень пологого уступа IV надпойменной террасы р. Воронежрасположен на междуречье Ивница -Усмань, имеет плавные переходы как к более высоко лежащему уровню IV надпойменной террасы, так и к более низко лежащему - III надпойменной террасе. Наибольшие площади в пределах пологого уступа занимают свежие судубравы.

На территории ландшафтного уровня покатоступенчатого уступа долины р. Усмань, как и во всей восточной части заповедника, среди толщи песков более распространены прослои суглинков и почвенный покров более богат. В связи с этим, покатоступенчатый уступ еще в большей мере «лиственный». Широко распространены свежие дубравы и судубравы. К понижениям приурочены мелколиственные леса.

По характеру растительности ландшафтный уровень III надпойменной террасы р. Воронеж не сильно отличается от уровня пологого уступа IV надпойменной террасы. Однако экосистемы этого уровня характеризуются заметно большими размерами. Помимо свежих судубрав, значительные площади в пределах уровня занимают сырые лощины и крупные замкнутые понижения - сырые мелколиственные леса (в основном осинники).

Ландшафтный уровень II надпойменной террасы рек Воронеж и Усмань представляет собой пологонаклонную поверхность с песчаными буграми и грядами, осложненную разного размера западинами. Данный уровень – типично сосновый, на его территории явно преобладают сухие боры. Здесь произрастает 95 % сухих боров заповедника (по площади). Характерная особенность II террасы - соседство более северных лесных видов (в понижениях, при повышенном увлажнении - можжевельник, брусника, грушанка, линнея, майник и др.) и более южных степных (на возвышенных более освещенных, сухих и прогретых участках - дрок, ракитник, тонконог и др.).

Ландшафтный уровень I надпойменной террасы р. Воронеж, выделяется в пределах заповедника лишь в юго-западной части (древняя долина р. Ивница) отличается большим, в отличие от сухой песчаной II надпойменной террасы р. Воронеж, распространением свежей субори. Уникальным для уровня является участок лугово-степной растительности на месте, где раньше непосредственно протекала река Ивница.

Экосистемы ландшафтного уровня долин боковых притоков отличаются большой пестротой и разнообразием. Здесь примерно в равной степени сочетаются варианты экосистем, присущие террасам и типично пойменные экосистемы. Следует лишь отметить, что на данном уровне широко распространена травянистая пойменная растительность, характерная для конусов выноса ручьев (в особенности ручья Змейка – приток Усмани).

Ландшафтный уровень пойм с останцами I надпойменной террасы. Пойменные леса рек Ивницы и Усмани более разнообразны, чем леса воронежской поймы. Здесь наиболее широко представлены различные виды ольшаников, ивняки, осинники и березняки. Дубовые и сосновые леса, распространенные в пределах уровня, не относятся к пойменной растительности, являются вариантами внепойменных лесов и приурочены к останцам I надпойменной террасы.

Ландшафтный уровень поймы реки Воронеж занят в основномпойменными дубравами.Дубравы, произрастающие на территории ландшафтного уровня долин боковых притоков, скорее являются более влажными вариантами различных дубовых лесов террас.

Выводы

Практически каждый из родов экосистем четко приурочен к одному из ландшафтных уровней - поверхности, однородной по литогенному составу слагающих

ее пород, рельефу, высоте и экспозиции (гравитационной - относительно базиса эрозии, инсоляционной - относительно солнечных лучей и циркуляционной, относительно направления основных потоков веществ).

Практически каждый род экосистем в наибольшей степени сосредоточен в пределах одного из ландшафтных уровней, на территории же других - встречается лишь эпизодически.

В этом смысле наиболее характерны:

- сухие боры, на 95% сосредоточенные в пределах песчаной II надпойменной террасы;

- свежие боры (вариант переходный к влажным) - на IV надпойменной террасе;

- болота, занимающие максимальную площадь также на IV террасе;

- свежие дубравы, наиболее характерные для покато-ступенчатого уступа IV террасы.

Такие экосистемы, как, например, мелколиственные леса не имеют явной приуроченности и встречаются практически на всех ландшафтных уровнях.

Библиографический список

1. Вересин, М.М. Леса Воронежские. Происхождение, облик и будущее наших лесных ландшафтов [Текст] / М. М. Вересин. – Воронеж. : Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1971. – 222 с.

2. Воронежский заповедник. Заповедники СССР / Заповедники европейской части [Текст]. – М. : Мысль, 1989. – Т. 2. – С. 164-188.

3. Исаков, Ю.А. Классификация, география и антропогенная трансформация экосистем [Текст] / Ю.А. Исаков, Н. С. Казанская, Д. В. Панфилов – М. : Наука, 1980. – 226 с.

4. Лесостепь и степь Русской равнины [Текст]. Отв. ред. Г.Д. Рихтер, Ф. Н. Мильков. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 296 с.

5. Проект организации и развития лесного хозяйства Воронежского государственного биосферного заповедника Управления особо-охраняемых территорий редких и исчезающих видов растений и животных Министерства экологии и природных ресурсов [Текст]. – Воронеж, 1992. – 137 с.

6. Солнцев, В.Н. Использование GPS и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий (на примере ландшафтной структуры Воронежского государственного природного биосферного заповедника) [Текст] / В.Н. Солнцев, О.В. Рыжков, О.В. Трегубов, Б.А. Алексеев, Н.Н. Калуцкова, А.А. Анциферова. – Воронеж, 2006. – 216 с.

7. Стародубцева, Е.А. Характеристика растительности ландшафтных разностей территории Воронежского заповедника [Текст] / Е.А. Стародубцева, О.В. Трегубов, Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов // Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана : материалы международной научной конференции, Брянск, 19-21 октября 2009 г. – Брянск, 2009. – С. 223-226.

8. Физико-географическое районирование Центральных Черноземных областей [Текст] / Под. ред. Ф.Н. Милькова. – Воронеж.: Изд-во ВГУ, 1961.- 263 с.

9. Khaziev, F.K. Soil and biodiversity [Text] / F.K. Khaziev // Russian Journal of Ecology. – 2011. Vol. 42. – 3. – pp. 199-204.

10. Kolomyts, E.G. Quantitative assessment of functional stability of forest ecosystems [Text] / E.G. Kolomyts, L.S. Sharaya // Russian Journal of Ecology. – 2015. – Vol. 46. – no. 2. – pp. 117-127.

11. Sharaya, L.S. Geomorphometric study of the spatial organization of forest ecosystems [Text] / L.S. Sharaya, P.A. Sharyi // Russian Journal of Ecology. – 2011. – Vol. 42. –no. 1. – pp. 1-8.

References

1. Veresin M.M. *Lesa Voronezhskiye. Proishozhdenie, oblik I budushee nashih lesnikh landshaftov* [Forests of Voronezh. Origin, shape and future of our forest landscapes]. Voronezh, 1971, 222 p. (In Russian).

2. *Voronezhsky zapovednik. Zapovedniki SSSP / Zapovedniki evropeiskoi chasti* [Reserves of Voronezh. Reserves of the European part]. Moscow, 1989, Vol. 2, pp. 164-188. (In Russian).

3. Isakov U.A., Kazanskaya N.S., Panfilov D.V. *Klassifikaciya, geografia i antropogennaya transformaciya ecosystem* [Classification, geography and anthropogenous transformation of ecosystems]. Moscow, 1980, 226 p. (In Russian).

4. *Lesostep i step Russkoy ravnini* [Forest-steppe and steppe of East European Plain]. Head editor G. D. Richter, F. N. Milkov. Moscow, 1956, 296 p. (In Russian).

5. *Proekt organizacii I razvitiya lesnogo khozyaistva Voronezhskogo gosudarstvennogo biosphernogo zapovednika Upravleniya osobo-ohranyaemikh territoriy redkih i ischezaushih vidov rasteniy i zhivotnikh Ministersva ekologii i prirodnikh resursov* [The project of the organization and development of forestry Voronezh national biospheric park of Management of the special protected territories of rare and disappearing species of plants and animals of the Ministry of Ecology and Natural Resources] Voronezh, 1992, 137 p. (In Russian).

6. Solncev V.N., Rizhkov O.V., Tregubov O.V., Alekseev B.A., Kaluckova N.N., Anciferova A.A. *Ispolsovanie GPS i GIS-technologii dlya izucheniya osobo ohranyaemih prirodnikh territorii (na primere landshaftnoi strukturi Voronezhskogo gosudarstvennogo priridnogo biosphernogo zapovednika)* [Using of GPS and GIS-technologies for studying of especially protected natural territories (on the example of landscape structure of the Voronezh national natural biospheric park)]. Voronezh, 2006, 216 p. (In Russian).

7. Starodubceva E.A., Tregubov O.V., Hanina L.G., Smirnov V.E. *Kharakteristika rastitelnosti landshaftnikh raznostei territorii Voronezhskogo zapovednika* [Characteristic of vegetation of landscape differences of the territory of the Voronezh reserve]. *Rastitel'nost' Vostochnoj Evropy: klassifikacija, jekologija i ohrana : materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, Brjansk, 19-21 oktjabrja 2009 g* [Vegetation of Eastern Europe: classification, ecology and protection : materials of the international scientific conference, Bryansk, 19-21 october 2009]. Bryansk, 2009, pp. 223-226. (In Russian).

8. Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Centralnih Chernozemnih oblastei [Physiographic division into districts of the Central Chernozem regions] Head editor F. N. Milkov. Voronezh, 1961, 263 p. (In Russian).

9. Khaziev F.K. Soil and biodiversity. Russian Journal of Ecology, 2011, Vol. 42, 3, pp. 199-204.

10. Kolomyts E.G., Sharaya L.S. Quantitative assessment of functional stability of forest ecosystems. Russian Journal of Ecology, 2015, Vol. 46, no. 2, pp. 117-127.

11. Sharaya L.S., Sharyi P.A. Geomorphometric study of the spatial organization of forest ecosystems. Russian Journal of Ecology, 2011, Vol. 42, no. 1, pp. 1-8.

Сведения об авторах

Трегубов Олег Викторович – заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: o.v.tregubov@gmail.com

Солнцев Владимир Николаевич – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат географических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: kafedra.laip@inbox.ru

Кочергина Марина Владимировна – доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат биологических наук, доцент, г. Воронеж, Российской Федерации; e-mail: diamond-kmv@yandex.ru

Фурменкова Евгения Сергеевна – доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат сельскохозяйственных наук, г. Воронеж, Российской Федерации; e-mail: furmenkova.eu@yandex.ru.

Information about authors

Tregubov Oleg Viktorovich – Head of Department of Landscape Architecture and Soil Science Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD in Agriculture, Voronezh, Russian Federation; e-mail: o.v.tregubov@gmail.com

Solncev Vladimir Nikolaevich – Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD in Geography, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: kafedra.laip@inbox.ru

Kochergina Marina Vladimirovna – Associate Professor of Department of Landscape Architecture and Soil Science Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD in Biology, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: diamond-kmv@yandex.ru

Furmenkova Evgeniya Sergeevna – Associate Professor of Department of Landscape Architecture and Soil Science, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD in Agriculture, Voronezh, Russian Federation; e-mail: furmenkova.eu@yandex.ru.

DOI:
УДК (577:21): (630*228)

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СОРТООБРАЗЦОВ ТОПОЛЯ (POPULUS L.) НА ОСНОВЕ SSR-МАРКЕРОВ

доктор биологических наук **Т. П. Федулова**[1]
кандидат биологических наук **А. М. Кондратьева**[1]
кандидат биологических наук **П. М. Евлаков**[1]
И. И. Марчук[2]
1 – ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж, Российская Федерация
2 – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация

Объектом исследований являлись растения 28 – ми селекционно-ценных исходных генотипов 40-летних сортоиспытательных культур тополя белого (*Populus alba* L.), тополя сереющего (*P. canescens* Sm.), представленных сортообразцами различного происхождения. Цель исследований заключалась в подборе наиболее эффективных микросателлитных праймеров для генетической идентификации селекционно-ценных генотипов тополя. Подбор высокополиморфных маркеров проводился путем тестирования группы 12 специфических SSR праймеров. Молекулярный анализ представленных образцов тополя с использованием комбинаций праймеров позволил выявить для каждого исследованного генотипа определённый набор ДНК – фрагментов, отличающий его от других форм. Наибольшую эффективность в выявлении сортового полиморфизма тополя белого и сереющего показали праймерные комбинации (PMGC 2060, PMGC 2163, PMGC 2571, PMGC 2679). Процент полиморфных фрагментов, детектированных с их помощью, составил 100. По результатам микросателлитного анализа построена бинарная матрица наличия (1) / отсутствия (0) ДНК – ампликонов. По данной комбинации микросателлитных локусов на электрофограмме обнаружено всего 106 полиморфных ДНК – фрагментов длиной от 60 до 550 п.н., по которым в дальнейшем оценивали генетические различия между сортами, видами и гибридами тополя. Наиболее полиморфными оказались образцы №№ 10 (Робуста), 17 (Ведуга), 25 (Бробантика). У них на электрофореграмме проявляется по 7 ДНК – фрагментов. Всего одна полоса (80 п.н.) обнаружена у образца №3 (вид Максимовича), что свидетельствует о его фундаментальном генетическом отличии от других генотипов. Определен уровень дивергенции между исследованными генотипами методом кластеризации. Рассчитаны генетические (евклидовы) расстояния, которые варьировали от 1,0 до 4,7. Использованные олигонуклеотидные праймеры обладают специфичностью, высоким уровнем полиморфизма и позволяют эффективно проводить идентификацию и паспортизацию образцов тополя.

Ключевые слова: тополь белый, тополь сереющий, генетический полиморфизм, генетические дистанции, SSR-маркеры, паспортизация