

УДК 574.42

## РОЛЬ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ФИТОЦЕНОЗОВ СРЕДНЕГО ПРИХОПЕРЬЯ

© А.А. Овчаренко, А.М. Кузьмичев

*Ключевые слова:* лесные экосистемы; биологически активные выделения; восстановительные сукцессии; пойменные дубравы; Прихопесье.

Рассмотрена роль биологически активных выделений древесных растений в формировании экологической среды фитоценозов Среднего Прихопесья. Выявлена зависимость показателей от стадии восстановительной сукцессии пойменных дубрав после санитарных рубок. Наибольшее значение показатель биологической активности водорастворимых выделений достигал в основных парцеллах высокоствольных дубрав по сравнению с производными демутиационными парцеллами.

### ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени накоплен значительный экспериментальный материал о том, что выделения одного вида могут при определенных условиях угнетать или стимулировать развитие других видов растений. Выделения древесных и кустарниковых растений в степных лесах формируют особый фактор экологической среды – аллелопатический режим [1]. Нами проводилось изучение данной проблемы в лабораторных и полевых опытах. *Целью* проведенных исследований являлось изучение роли биологически активных выделений древесных растений в формировании экологической среды фитоценозов Среднего Прихопесья.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу работы положены материалы обследования пойменных дубрав лесничеств в западной части Саратовской области «Балашовского», «Романовского», «Аркадакского». При выборе фитоценозов для закладки пробных площадей ставилась цель возможно полнее охватить типологическое разнообразие и возрастные ряды дубрав Среднего Прихопесья, издавна считавшихся коренными. Всего в ходе работы было обследовано 22 стандартные лесотаксационные пробные площади 0,25 га. Все пробные площади отличаются среднепоемным режимом и умеренным увлажнением. Рельеф участков ровный, волнистый, с небольшими впадинами до 1,5 м, иногда гривистый или пересеченный паводковыми протоками до 1 м глубины. Высота деревьев 17–22 м, средний диаметр 0,28 м, расстояние между деревьями 2–4 м. Леса многоярусны, с хорошо развитым подлеском. Пробные площади распределены в наиболее распространенных типах леса, древостои часто имеют неравномерную сомкнутость, разновозрастные, сохранили следы многократных эпизодических санитарных рубок.

Участки подбирались в районах с различным антропогенным влиянием на лесные сообщества: в непо-

средственной близости от городского центра (пригород г. Балашова); на 20 км выше по ходу течения (окрестности с. Б. Мелик Балашовского лесничества); на 40 км выше по ходу течения (окрестности с. Малиновка Аркадакского лесничества); на 20 км ниже по течению (с. Тростянка Балашовского лесничества); на 50 км ниже по течению (с. Лесное Романовского лесничества), в районе плотины бывшей Б. Карайской ГЭС, особое внимание уделялось распространению древесных интродуцентов в естественных лесах (*Acer negundo* L. и *Fraxinus pennsylvanica* Marsh.).

Для изучения горизонтальной структуры выделялись биогеоценотические парцеллы методическими приемами, изложенными в работах Н.В. Дылиса [2]. Диагностическими признаками служили доминирующие виды и возрастное состояние подчиненных ярусов, т. к. они отражают изменения, которые происходили за время наблюдения в составе и структуре ценозов. Членение подлесочной синузии на возрастные (онтогенетические) популяционные локусы явилось основой для выделения возрастных парцелл [3, 4]. Названия сообществ даны по доминантному [5] и флористическому принципам [6] с учетом возрастного состояния подлеска (g – генеративного, s – сенильного).

На оперативных контрольных секциях в различных парцеллах в трехкратной повторности измерялись толщина, масса и аллелопатическая активность лесной подстилки и опада. На каждой учетной площадке (25×25 см) отбирали средние образцы лесной подстилки отдельно: верхний слой – лиственной опад и нижний слой – подстилку или полуразложившийся опад, взвешивали и вычисляли среднее значение в граммах на учетную площадку (г/уч.пл.). Для определения биологического воздействия водорастворимых кобинов использовали метод биопроб. Биотестом служили прорастающие семена редиса, которые имеют высокую чувствительность [7]. Через 3 дня после закладки опыта подсчитывали количество проросших семян в процентах по отношению к контролю (дистиллированная вода), измеряли длину корня проростков в миллимет-

рах и процентах по отношению к контролю. По величине всхожести семян редиса определяли активность исследуемых растворов в биопробе отдельно для опада и подстилки по шкале в условных кумариновых единицах (УКЕ), пересчитанных по эталонной кривой стандартного тормозителя – кумарина [8].

По указаниям И.И. Смольянинова [9], об интенсивности биологического круговорота веществ, а также отдельных элементов в фитоценозе можно судить по величине опадо-подстилочного коэффициента (Кн) – это показатель интенсивности миграции элементов из неразложившегося опада в нижний перегнойный подгоризонт подстилки (Кн = подстилка/опад). Коэффициент интенсивности обмена аллелопатически активных веществ (Ка) получили по формуле Н.М. Матвеева [10] и Ю.Н. Чернобай [11]: Ка = содержание аллелопатически активных веществ в подстилке/содержание аллелопатически активных веществ в опаде. Математическую обработку результатов выполняли на ПК с помощью пакетов прикладных программ EXCEL и STATISTICA.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Важнейшая биологическая особенность леса – постоянное образование и поступление органической массы в почву, ее трансформация и потребление лесом. Масса подстилки в подкромовом пространстве является достаточно адекватным отражением отличия экологических условий среды под пологом древостоев дуба на разных стадиях лесопатологической дигрессии. В табл. 1 приведены данные об изменении массы опада и лесной подстилки в наиболее распространенных парцеллах.

Наибольшее накопление мертвых растительных остатков отмечено в основной фоновой дубово-липово-ландышевой парцелле (до 1657 г/уч. пл.). Ее масса опада (1108,1 г/уч. пл.) и подстилки (1425,8 г/уч. пл.) – самые большие показатели на всех исследуемых участках. В производных парцеллах (дубово-липово-

разнотравная, дубово-мертвопокровная), образованных в местах с более редким верхним ярусом или нарушениями напочвенного покрова, несколько меньше лесной подстилки и опада, но эти показатели также превышают среднее значение.

На пробных площадях, где ведущее положение занимают демутационные парцеллы с кленом татарским генеративного состояния, лесной опад и подстилка изменяются в пределах 75,2–122,5 и 330,0–837,7 г/уч. пл. соответственно, достигая наименьших значений в дубово-кленово-крапивной и дубово-кленово-мертвопокровной парцеллах. Максимальные значения массы опада (567 г/уч. пл.) и подстилки (925 г/уч. пл.) отмечены в сохранившихся участках основной дубово-липово-ландышевой парцеллы.

На тех участках, где наблюдался интенсивный процесс усыхания и распада яруса подлеска, количество опада и лесной подстилки варьировало от 125,0 и 695,6 г/уч. пл. в дубово-кленово-разнотравной (s) парцелле до 169,3 и 807,9 г/уч. пл. в дубово-кленово-сорно-травной парцеллах соответственно.

Таким образом, наблюдается тенденция уменьшения запасов опада и лесной подстилки в демутационных парцеллах по сравнению с основной коренной дубово-липово-ландышевой. Это может быть связано с составом, сомкнутостью древостоя и подлеска, особенностями экологического режима, а также интенсивности биологического круговорота, который сильно варьирует в пределах исследованных парцелл. Об этом косвенно свидетельствует динамика опадо-подстилочного коэффициента, который на высокополнотных участках составил 1,3–2,6; в подлесочных сообществах с преобладанием кустарников генеративного состояния – 3,9–6,1, с преобладанием субсенильного и сенильного состояния – 4,8–5,6. Как видно, в демутационных парцеллах биологический круговорот в ряде случаев имеет более высокую интенсивность в связи с поступлением большего количества тепла и других факторов. Липа

Таблица 1

Характеристика опада и лесной подстилки в парцеллах пойменных лесов Прихоперьа

Наиболее распространенные типы парцелл	Средняя масса, г/уч.пл.		Аллелопат. активность, УКЕ		Кн	Ка
	опад	подстилка	опад	подстилка		
Дубово-липово-ландышевая	1108,1	1425,8	170,0	150,0	1,3	1,1
Дубово- мертвопокровная	594,3	994,9	145,0	111,0	1,7	1,3
Дубово-липово-разнотравная	633,8	1270,8	115,0	108,0	2,0	1,1
Дубово-липово-ландышевая с самосевом <i>Acer negundo</i> L.	369,0	955,0	74,0	74,0	2,6	1,0
Дубово-кленово-бересклетовая	170,6	650,1	88,0	54,0	3,8	1,6
Дубово-кленово-крапивная	75,2	401,4	73,0	50,0	5,3	1,5
Дубово-кленово-мертвопокровная g	85,0	330,0	75,0	62,0	3,9	1,2
Дубово-кленово-сорнотравная g	119,7	837,7	74,0	49,0	7,0	1,5
Дубово-кленово-разнотравная g	122,5	748,3	72,0	70,0	6,1	1,0
Дубово-кленово-крапивная s	148,7	795,4	72,0	65,0	5,4	1,1
Дубово-кленово-сорнотравная s	169,3	807,9	68,0	43,0	4,8	1,6
Дубово-кленово-разнотравная s	125,0	695,6	53,0	53,0	5,6	1,0
Среднее	310,1	826,1	89,9	74,1	4,1	1,3

Примечание: Кн – опадо-подстилочный коэффициент, Ка – интенсивность обмена аллелопатически активных веществ.

и особенно разнотравье повышают ферментативную активность почвы, что повлияло на весовые показатели опада и подстилки. По литературным источникам [12–13] примесь клена усиливает нитрификацию, которой способствует также значительный травянистый покров.

Аллелопатическая активность в пределах изученных парцелл изменялась от 53 до 170 УКЕ (опад) и от 43 до 150 УКЕ (подстилка). Наибольших значений этот показатель достигал в высокополнотных дубравах и в дубово-липово-ландышевых парцеллах среднеполнотных участков. Во всех вариантах активность опада была больше, чем подстилки. Это вполне объяснимо, ведь по мере разложения опада и его превращения в подстилку минерализуются многие биологически активные вещества.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что основной аллелопатический фон постпатологических участков меняется в пределах 80–50 УКЕ, в отдельных вариантах достигает 108–150 УКЕ (коренные парцеллы). В производных парцеллах этот показатель, как и масса лесной подстилки, несколько меньше. Нужно отметить, что аллелопатическая активность лесной подстилки и опада могут зависеть от параметров абиотической среды [1].

В табл. 2 приведены данные о биологической активности водных вытяжек из опада древесных растений. Биотестом служили прорастающие семена редиса, которые имеют высокую чувствительность [7]. Установлено, что выделения различных видов деревьев тормозят прорастание семян и рост проростков тест-объекта. При этом число проросших семян по сравнению с контролем уменьшается на 30–61 %. Наиболее сильными ингибиторами оказались выделения *Sorbus aucuparia* L. и *Pyrus communis* L. Рост корня проростков в длину в основном стимулируется и только в вариантах с *Quercus robur* L. и *Sorbus aucuparia* L. отмечено некоторое его угнетение (16–40 %).

Таблица 2

Влияние водорастворимых выделений опада древесных растений на прорастания семян редиса

Варианты опытов	Количество проросших семян, %	Длина корня проростков	
		мм	%
Контроль	77,00	28,05 ± 0,32	100,00
Рябина обыкновенная <i>Sorbus aucuparia</i> L.	0,67	16,67 ± 0,38	59,42
Груша обыкновенная <i>Pyrus communis</i> L.	16,33	30,77 ± 0,47	109,69
Ясень пенсильванский <i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	30,33	38,07 ± 0,45	135,75
Клен ясенелистный <i>Acer negundo</i> L.	31,00	42,07 ± 0,39	149,98
Липа мелколиственная <i>Tilia cordata</i> Mill.	33,33	35,27 ± 0,48	125,74
Клен остролиственный <i>Acer platanoides</i> L.	38,00	30,80 ± 0,31	109,8
Дуб черешчатый <i>Quercus robur</i> L.	48,67	23,80 ± 0,32	84,84

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетними исследованиями пойменных дубрав Прихоперья нами обнаружено сильное нарушение древостоев и других растительных компонентов после массового отмирания дуба в 60–70 гг. прошлого столетия. В результате сформировалась динамичная парцеллярная горизонтальная структура. Анализируя полученные данные, можно отметить, что биологическая активность водорастворимых выделений лесной подстилки и опада дуба в пределах изученных парцелл изменялась в пределах 80–50 УКЕ по А.М. Гродзинскому [7]. Наибольшее значение этот показатель достигал в основных парцеллах высокоствольных дубрав по сравнению с производными парцеллами. Причинами могут быть видовые особенности аллелопатической активности опада и подстилки, а также сочетания этих компонентов, что установлено другими исследователями [14–16]. Снижение аллелопатической активности опада и подстилки в демутиационных парцеллах является одной из причин разрастания в них ценотически чужеродных сорных травянистых растений. Таким образом, можно предположить, что биологическая активность выделений деревьев и кустарников имеет существенное значение в формировании экологической среды и структуры лесных фитоценозов Среднего Прихоперья [17].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев Н.М. Аллелопатия как фактор экологической среды. Самара, 1994.
2. Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. М., 1978.
3. Смирнова О.В. [и др.] Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов европейской части СССР). Пушино, 1990.
4. Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Попадюк Р.В. Популяционная концепция в биогеоценологии // Журн. общ. биологии. 1993. Т. 53. № 3. С. 438–448.
5. Нешатаев Ю.Н. Методы анализа геоботанических материалов. Л., 1987.
6. Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л., 1969.
7. Гродзинский А.М. Основы химического взаимодействия растений. Киев, 1973.
8. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, 1965.
9. Чернобай Ю.Н. Аллелопатические свойства подстилок в лесных биогеоценозах Карпат (Черногора) // Пробл. аллелопатии: тез. докл. 5 Всесоюз. совещ. Киев, 1976. С. 99–100.
10. Матвеев Н.М. Аллелопатический режим и интенсивность биологического круговорота веществ в лесных биогеоценозах степной зоны // Вопросы лесной биогеоценологии, экологии и охраны природы в степной зоне: межвуз. сб. Куйбышев, 1990. С. 61–75.
11. Смольянинов И.И., Климова О.А. Как и чем питается лес. М., 1978.
12. Нетребенко В.Г. Влияние кустарников на биологическую активность степных почв в лесных полосах // Лесохозяйственная информация: реферативный выпуск. М., 1974. Вып. 2. С. 10–12.
13. Смольянинов И.И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов. М., 1969.
14. Золотухин А.И. Фитоценологическая роль выделений кустарников в сообществах лесных полос лесостепи: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1981.
15. Золотухин А.И., Овчаренко А.А., Вишневецкая А.А. Флористический состав постпатологических сообществ пойменных лесов Прихоперья // Структ., сост. и охр. экосистем Прихоперья: межвуз. сб. науч. ст. Балашов, 2004. С. 16–22.
16. Колесниченко М.В. Биохимические взаимодействия древесных растений. М., 1976.
17. Золотухин А.И., Овчаренко А.А. Пойменные леса Прихоперья: состояние, эколого-ценотическая структура, биоразнообразие: монография. Балашов, 2007.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (МК-1316.2011.4).

Поступил в редакцию 25 сентября 2012 г.

Ovcharenko A.A., Kuzmichev A.M. ROLE OF BIOLOGICALLY ACTIVE SELECTION OF WOODY PLANTS IN THE FORMATION OF ECOLOGICAL ENVIRONMENT OF PHYTOCENOSIS OF MIDDLE PRIKHOPERYE

The role of biologically active selection of woody plants in the formation of the ecological environment of the Middle Prihoperye plant communities is examined. The dependence of the performance on the stage of recovery after a succession of oak woods sanitary felling is determined. The greatest value of the index of the biological activity water-soluble precipitates mainly achieved parcel of tall oak compared with derivatives demutation parcels.

*Key words:* forest ecosystems; biologically active selections; restoration successions; floodplain oak woods; Prihoperye.

УДК 577.13:582.623.2

## СОДЕРЖАНИЕ САЛИЦИНА В ЛИСТЯХ И СОЦВЕТИЯХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *SALIX* (*SALICACEAE*)

© А.А. Петрук

*Ключевые слова:* Salix; салицин; метод высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Впервые определено содержание салицина в листьях и соцветиях ив, произрастающих на территории Алтайского края и Новосибирской области: *S. alba* L., *S. alba* var. *vitellina* (L.) Stokes и гибрида *S. alba* L. × *S. blanda* Anderss. Анализ, проведенный методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, показал, что наибольшее содержание салицина характерно для женского экземпляра *S. alba*, наименьшее – для *S. alba* var. *vitellina*.

### ВВЕДЕНИЕ

Представители рода ива (*Salix* L., *Salicaceae* Mierb.) – одни из самых популярных древесных растений, которые используются как в народной, так и в традиционной медицине. Наиболее используемые в качестве сырья виды – это довольно распространенные ива белая (*S. alba* L.) и ива остролистная (*S. acutifolia* Willd.) [1].

Экстракты из коры, листьев и соцветий ивы белой (*Salix alba* L.) используются много лет в народной и традиционной медицине, прежде всего, как жаропонижающее и болеутоляющее. Имеются сведения также о дезинфицирующей, вяжущей, гемостатической, диуретической и противоопухолевой активности экстрактивных веществ [2–3]. Во многих странах мира кора ивы является одним из компонентов противоревматических и противовоспалительных лекарственных препаратов [1].

Основным активным соединением, благодаря которому ива стала столь популярной в медицине, является салицин, или 2-гидроксиметил-фенил-β-D-глюкопиранозид, метаболический предшественник салициловой кислоты [1, 4].

Целью нашего исследования явилось изучение содержания салицина в листьях и соцветиях *S. alba*, *S. alba* var. *vitellina* (L.) Stokes и гибрида *S. alba* L. × *S. blanda* Anderss., ранее не исследуемых на территории Алтайского края и Новосибирской области.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для работы послужили сборы (июнь – июль 2010 г.) листьев и соцветий *S. alba* (мужской и

женский экземпляры) из природной флоры Алтайского края (Павловский район, окр. с. Кольванское), а также сборы интродуцированной культурной формы *S. alba* var. *vitellina* (L.) Stokes (женский экземпляр) и гибрида *S. alba* × *S. blanda* Anderss. (экземпляр с мужскими и обоеполюми соцветиями) на территории дендропарка Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск). Образцы соцветий были взяты в фазу полного цветения, а листья – в фазу активного роста.

Растительные пробы, после высушивания, измельчали и брали навеску 0,1 г. Для извлечения флавоноидов проводили исчерпывающую экстракцию 70 % этанолом при нагревании на водяной бане. Экстракт фильтровали. После охлаждения 1 мл экстракта разбавляли бидистиллированной водой до объема 5 мл и пропускали через концентрирующий патрон Диапак С16 (ЗАО «БиоХимМак») для освобождения от примесей гидрофильной природы. Салицин смывали 96 % этанолом, измеряли объем элюата и пропускали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,45 мкм. Перед вторичным использованием патрон промывали чистым этанолом, а затем водой.

Анализ проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа «Agilent 1200» с диодноматричным детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Разделение проводили на колонке Zorbax SB-C18, размером 4,6×150 мм, с диаметром частиц 5 мкм, применив градиентный режим элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0,1 %) изменя-