

УДК 604.2

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.3.90

ОЦЕНКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТА КОРЫ ОСИНЫ

О. М. Конюхова^{1,2}, К. А. Дегтярева¹, Е. Н. Михайлова¹, Д. М. Пачкунов¹

¹Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

²Марийский государственный университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1
E-mail: KonyuhovaOM@volgatech.net

Приведены данные лабораторных исследований по поиску растительных препаратов, обладающих антибактериальным действием. Обнаружено наличие высокой чувствительности четырёх видов бактерий (*Escherichia coli* С 600, *Pseudomonasae ruginosa*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*) к водному раствору спиртового экстракта коры осины (*Populus tremula* L.), который можно рекомендовать в качестве перспективного источника биологически активных веществ. Установлены значения минимальной подавляющей концентрации (МПК) препарата для всех исследованных микроорганизмов.

Ключевые слова: осина обыкновенная; флавоноиды; *Escherichia coli*; *Pseudomonasae ruginosa*; *Salmonella*; *Bacillus cereus*.

Введение. Постоянное появление возбудителей болезней, устойчивых к антибиотикам, антисептикам и дезинфицирующим средствам, является серьёзным вызовом и стимулирует развитие инноваций в области поиска противомикробных средств [1, 2]. Эта область исследований постоянно расширяется: вновь обнаруживаются вещества, обладающие антимикробной активностью, в том числе специализированные (вторичные) метаболиты растений [3, 4]. Они сходны по структуре и действию с естественными компонентами организма человека, что обуславливает значительное снижение количества побочных эффектов от их применения [5]. К настоящему времени выявлено уже большое количество растений, препараты которых проявляют антимикробное действие в отношении различных штаммов микроорганизмов [6] и список этот постоянно пополняется.

Современным подходом к решению проблемы поиска лекарственных растений

является изучение представителей отечественной флоры, которые издавна применяются в народной медицине [7]. В этом отношении интерес представляют растения рода *Populus* семейства ивовых *Salicaceae*, которые являются источником веществ, обладающих широким спектром биологической активности [8].

Одним из перспективных растительных источников фенольных соединений является осина *Populus tremula* L., которая широко распространена в лесной зоне Евразии и представляет собой крупное дерево высотой до 25 м [Алексеев Ю.Е., Жмылев П.Ю., Карпухина Е.А. Деревья и кустарники // Энциклопедия природы России. Справочное издание. М.: АБФ, 1997. 592 с.]. В горных районах она поднимается по склонам до высоты 2000 м. Кора осины богата различными биологически активными веществами (БАВ) фенольного характера [9], которые высоко ценятся за их антиоксидантные, противоопухолевые и противомикробные

© Конюхова О. М., Дегтярева К. А., Михайлова Е. Н., Пачкунов Д. М., 2019.

Для цитирования: Конюхова О. М., Дегтярева К. А., Михайлова Е. Н., Пачкунов Д. М. Оценка антимикробной активности экстракта коры осины // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2019. № 3 (43). С. 90–99. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.3.90

свойства [10–13]. Антимикробным действием обладают также тритерпены, участвующие в механизмах защиты растений от патогенов [14–16].

Исследованием противомикробных свойств растений рода *Populus* занимались учёные из разных стран. Группа учёных из Канады занималась оценкой антимикробной активности тополя осинообразного (*Populus tremuloides*). Для анализа использовались штаммы восьми видов микроорганизмов: *E. coli*, *S. enterica*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. faecalis*, *A. niger*, *C. albicans*, *S. cerevisiae*. Результаты, полученные с использованием водного экстракта этого растения, показали максимальную его эффективность против всех микроорганизмов. Водный экстракт с минимальной ингибирующей концентрацией (МИС) 0,83 мг/мл показал умеренную эффективность против *S. enterica*, *P. aeruginosa* и *A. niger*, слабую при МИС 1,67–2,22 мг/мл – против *E. coli*, *E. faecalis*, *S. aureus* и *S. cerevisiae*. Бактерицидный эффект против *S. aureus*, *P. aeruginosa* и *S. cerevisiae* наблюдался также при МИС 1,67; 4,44 и 4,44 мг/мл. Экстракт метанола показал слабую антимикробную активность против штаммов *S. aureus*, *A. niger* и *S. cerevisiae* с величинами МИС 4,44; 1,67 и 2,22 мг/мл соответственно. Ни один из других экстрактов не продемонстрировал более значительную антимикробную активность [17]. Самую низкую антимикробную активность имеет, по данным S. Omar, B. Lemonnier, N. Jones и др. [18], *Populus grandidentata*.

Фракционирование с использованием биоанализа этилацетатного экстракта из веточки гибридного тополя «Нева» (*Populus nigra* L. × *Populus Deltoides* Marsh) привело к выделению трёх флавоноидов: 5-гидрокси-7-метокси-флавона, 5,7-дигидрокси-флавона и 5,7-дигидроксилавонола. Эти соединения дополнительно подвергали скринингу для определения их противомикробной активности против патогенов растений, включая три бактерии (*Pseudomonas*

lachrymans, *Ralstoniasolan acearum* и *Xanthomonas vesicatoria*) и один гриб (*Magnaportheoryzae*) [19].

Влияние химической изменчивости в растениях в зависимости от факторов окружающей среды доказано многими исследованиями. Большинство исследователей сходятся в том, что на сумму накопления флавоноидов оказывает воздействие один из факторов – свет. Количественный и качественный состав флавоноидов в растениях проявляется под влиянием света, так как вторичные метаболиты в большинстве случаев играют защитную роль и являются фактором приспособления растений к неблагоприятным условиям среды [20].

В 2018 году нами было проведено разведочное изучение содержания рутина в экстракте осины обыкновенной из образцов коры, собранной с разных экспозиций стволов по отношению к сторонам света¹. Бóльшее содержание в коре вторичного метаболита оказалось в коре, взятой с северной стороны ствола. Кроме того, результаты исследования показали существенное варьирование содержания рутина в коре деревьев, произрастающих в разных условиях. По результатам проведённой работы было принято решение расширить исследование и сопоставить граничные значения антимикробной активности растительного лекарственного сырья, собранного с четырёх секторов деревьев (север, юг, восток, запад).

Цель исследований – выявление антимикробной активности в экстракте коры осины (*Populus tremula* L.) в связи с особенностями отбора сырья для рациональной заготовки коры с повышенным со-

¹ Михайлова Е.Н., Колюхова О.М. Исследование содержания рутина в экстракте осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) в зависимости от направления света // Материалы III Всероссийской студенческой конференции "Инженерные кадры – Будущее инновационной экономики России". Йошкар-Ола, 21-24 ноября 2017 г. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. С.103-107.

держанием биологически активных веществ.

Объекты и методика исследований.

В качестве объекта изучения использовались образцы коры осины обыкновенной (*Populus tremula* L.), заготовленные вручную с северного, южного, восточного и западного секторов деревьев на четырёх пробных площадях (ПП) в августе-октябре 2016 года. Все ПП (табл. 1) заложены в древостоях с преобладанием осины I класса бонитета в условиях ельников липово-широкотравных (ТЛУ – С₂).

Материалом для исследования служила собранная со стволов осины (по секторам) кора, разрезанная на кусочки длиной в 3–4 см и высушенная в естественных условиях. Растительное сырьё измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм. Далее экстрагировали 70 % этиловым спиртом растительный материал 1 г (точная навеска) в течение 1 часа в трёх фазах с использованием растворителя в объёме 100 мл в соотношении 50:25:25 соответственно при первом, втором и третьем контакте фаз. В результате чего был получен экстракт коры осины обыкновенной, содержащий биологически активное вещество – рутин² [23].

Приготовление сухого экстракта проводилось путём упаривания на вакуумном выпаривателе 70 % спиртового экстракта с последующим его высушиванием.

С целью определения степени антимикробной активности экстракта из коры осины использовали стандартные тест-штаммы четырёх микроорганизмов: *Escherichia coli* С600, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*. Для эксперимента использовали чистые культуры микроорганизмов, которые предварительно выращивали при температуре 37 °С в течение 24 часов.

Для приготовления раствора-штока растворяли сухой экстракт в диметилсульфоксиде (DMSO). Растворили 80 мг сухого экстракта рутин в 0,2 мл 100 % DMSO. Затем для анализа шток доводили дистиллированной водой до необходимой концентрации. Определение чувствительности бактерий к экстракту коры осины проводили методом двукратных серийных разведений его в среде Мюллера-Хинтона³ с использованием 96-луночного планшета (рис. 1).

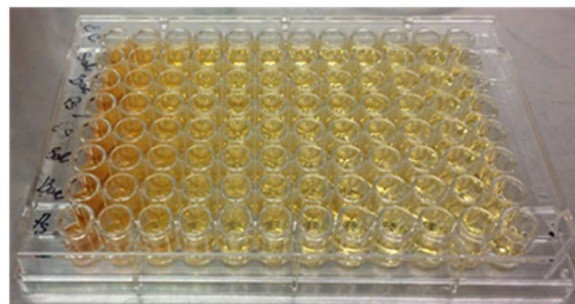


Рис. 1. 96-луночный планшет, засеянный микроорганизмами и введённым в лунки экстрактом рутин разной концентрации

Таблица 1

Характеристика насаждений осины на пробных площадях Шулкинского участкового лесничества Республики Марий Эл

№ ПП	Кв. / выдел.	Состав древостоя	Возраст, лет	Полнота	Стволовой запас, м ³ /га
1	44/18	7Ос2Б1Е+П, Лп	20	0,9	50
2	22/24	6Ос2Б2Ивд	25	0,9	80
3	44/12	5Ос1Б1Ивд2Е1П	35	0,9	160
4	44/25	5Ос2Б2Е1П	55	0,8	250

² Пат. 2633754 Российская Федерация, МПК 51 G01N 21/75, B01D 11/02. Способ количественного определения содержания рутин в осине обыкновенной / Дегтярева К.А, Конохова О.М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет. № 2016138390; заявл.27.09.2016; опубл. 17.10.2016, Бюл.№ 29. – 2 с.

³ Методические указания МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» (Утверждены главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 04.03.2004 г.).

При проведении эксперимента изучали действие экстрактивных веществ коры осины на грамотрицательные и грамположительные бактерии при концентрации экстракта (рутина) от 6 до 0,012 %.

Из выращенных ночных культур микроорганизмов готовили концентрацию клеток, соответствующую 10 мЕ по стандарту мутности, что соответствует концентрации клеток для микробов кишечной группы $0,93 \cdot 10^9$ клеток/мл.

Методом последовательных разделений доводили концентрацию бактерий до $1 \cdot 10^6$ клеток/мл. В первую лунку планшета вносили 100 микробных клеток (мкл) двукратной питательной среды, в остальные вносили по 100 мкл однократной. Во все лунки, кроме 11 и 12 (контроль 1 и 2), вносили по 5 мкл взвеси. Во всех ячейках концентрация микроорганизмов составила $5 \cdot 10^3$ микробных клеток в 1 мл (мкл/мл).

Планшет с материалом инкубировали в термостате при температуре 37 °С в течение 18 часов.

После инкубации делали высев из первых ячеек с экстрактом и из последних ячеек (контроль – культура + среда). Точно так же поступали при высевах из контрольных ячеек. Затем все чашки Петри ставили в термостат при 37 °С на сутки и затем сравнивали результаты, отмечая последнюю ячейку планшета с отчётливо выраженной задержкой роста. Количество вещества в этой ячейке расценивалось как минимальная подавляющая концентрация (далее МПК).

Для частоты эксперимента нами были заложены два контрольных посева на агаризованную среду в чашках Петри. «Контроль 1» представляет собой чистую агаризованную среду, в которой проводился рост бактерий. Проверялась контрольная стерильность самой суспензии. «Контроль 2» – агаризованная среда с высеянной суспензией бактерий, что подтверждает жизнеспособность бактерий на исследуемой питательной среде.

Результаты исследований. В результате исследования было выявлено влияние

экстракта коры осины обыкновенной на рост штаммов микроорганизмов (грамотрицательные бактерии *Escherichia coli* С600, *Pseudomonasae ruginosa*, *Salmonella* и грамположительные *Bacillus cereus*), которое возрастало пропорционально уменьшению концентрации рутина в ячейках. По мере уменьшения концентрации экстракта, в котором содержится рутин, наблюдался более интенсивный рост штаммов микроорганизмов, которые были высеяны в 96-луночный планшет.

В результате проведённых исследований установлено наличие антимикробной активности экстракта, полученного из осины обыкновенной.

Определены значения МПК для всех родов бактерий, взятых для исследования. Результаты наблюдений за ингибированием роста микроорганизмов представлены в табл. 2.

Экстракты коры осины обыкновенной активны в отношении всех четырёх штаммов микроорганизмов. Наивысшая антимикробная активность была выявлена у экстракта коры, заготовленной с северной стороны. Этот экстракт чаще всего подавлял рост исследуемых нами штаммов *Escherichia coli* С600, *Pseudomonasae ruginosa*, *Salmonella*, *Bacillus cereus* при концентрации 1,5 %.

Значительная антимикробная активность экстракта обусловлена высоким содержанием в нём фенольных соединений, таких как рутин. В изучаемой коре осины обыкновенной, взятой с северной стороны, содержание флавоноидов в пересчёте на рутин составило 0,196 %, что выше по отношению к образцам коры, взятым с других сторон ствола⁴. Можно предположить, что флавоноиды, составляющие экстракт осины обыкновенной, определяют его значительные антимикробные свойства.

⁴ Михайлова Е.Н., Конюхова О.М. Исследование содержания рутина в экстракте осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) в зависимости от направления света. С.103-107.

Наименьшим угнетающим эффектом на рост штаммов микроорганизмов обладал экстракт коры осины, полученный из коры средневозрастных растений (пробная площадь № 2), который подав-

лял рост микроорганизмов только при высокой концентрации 6 %. Наибольшей активностью обладает экстракт из коры молодых деревьев (20 лет, ПП1).

Таблица 2

Оценка антимикробной активности экстракта коры осины обыкновенной

Пробная площадь	Сектор ствола	Концентрация экстракта (рутина), %											
		6	3	1,5	0,75	0,375	0,188	0,094	0,047	0,023	0,012	Контроль 1	Контроль 2
<i>Escherichia coli</i> C600													
№ 1	север	-	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 2	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 3	север	-	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 4	север	-	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>													
№ 1	север	-	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 2	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	МПК		+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 3	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 4	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Salmonella</i>													
№ 1	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Окончание таблицы 2

Пробная площадь	Сектор ствола	Концентрация экстракта (рутина), %											
		6	3	1,5	0,75	0,375	0,188	0,094	0,047	0,023	0,012	Контроль 1	Контроль 2
№ 2	север	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 3	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 4	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг												
	запад												
	восток												
<i>Bacillus cereus</i>													
№ 1	север	-	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 2	север	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 3	север	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
№ 4	север	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	юг	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	запад	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	восток	-	-	МПК	+	+	+	+	+	+	+	-	+

Выводы

1. Экстракт осины обладает антимикробной активностью в отношении как грамотрицательных (*Escherichia coli* С600, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella*), так и грамположительных (*Bacillus cereus*) микроорганизмов.

2. Растительный экстракт коры, приготовленный из молодых растений в возрасте 20 лет, проявляет высокий бактерицидный характер активности в отношении всех взятых в эксперименте штаммов.

3. Наилучший показатель действия экстракта коры осины обыкновенной отмечается на пробной площади № 1, взятой с северной стороны, который подавляет

рост штаммов микроорганизмов при концентрации до 1,5 %.

4. Наихудший показатель действия экстракта растений, взятых с пробной площади № 2, так как подавление роста наблюдается лишь при максимальной концентрации рутина 6 %.

5. Антимикробная активность наиболее эффективна при концентрациях экстракта 1,5–3 %.

6. Экстракт коры осины обыкновенной представляет интерес для дальнейшего изучения механизма и спектра антимикробного действия, а также исследования в направлении подбора условий экстракции, при которых сумма выделенных веществ будет обладать максимальной

антимикробной активностью. Экстракт коры осины можно рекомендовать как перспективный источник биологически активных веществ, обладающих противо-

микробной активностью, который можно использовать в качестве профилактики инфекционных заболеваний как животных, так и человека.

Список литературы

1. *Cohen M.L.* Epidemiology of drug resistance: Implications for a post-antimicrobial era // *Science (Wash.)*. 1992. Vol. 257. Pp. 1050–1055, available at: <http://science.sciencemag.org/content/257/5073/1050> (Accessed 10 February 2019).
2. *Gold H.S. and Moellering R.C. Jr.* Antimicrobial-drug resistance // *N. Engl. J. Med.* 1996. Vol. 335. Pp. 1445–1453. available at: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJM199611073351907> (Accessed 10 February 2019).
3. *Gurib-Fakim A.* Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow // *Mol. Asp. Med.* 2006. Vol. 27. Pp. 1–93. available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098299705000348?via%3Dihub> (Accessed 10 February 2019).
4. *Rates S.M.K.* Plants as source of drugs // *Toxicon*. 2001. Vol. 39. Pp. 603–613. available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041010100001549?via%3Dihub> (Accessed 10 February 2019).
5. *Кут С.М., Годун В.М.* Изучение антимикробных свойств некоторых растений // *Фитонциды в народном хозяйстве*. Киев: Наукова думка, 1964. С. 16–129.
6. *Браславский В. Б., Куркин В. А., Жданов И. П.* Антимикробная активность экстрактов и эфирных масел некоторых видов *Populus L.* // *Растительные ресурсы*. 1991. Т. 27, Вып. 2. С. 77–81.
7. *Иванова Т. Н.* Лесная кладовая. Тула: Приокское кн. изд-во, 1993. С.55 - 56.
8. *Масленникова К.А., Конюхова О.М., Канарский А.В.* Фенолгликозиды растений семейства *Salicaceae* // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. Т. 17. № 14. С. 383–386.
9. Осина обыкновенная как перспективный источник получения препаратов противоязвенного и противовоспалительного действия / В.Ф. Турецкова, С.С. Рассыпнова, И.Ю. Лобанова и др. // *Бюллетень сибирской медицины*. 2011. № 5. С. 106 - 111.
10. *Cushnie T.P.T., Cushnie B. and Lamb A.J.* Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities // *Int. J. Antimicrob. Agents*. 2014. Vol. 44. Pp. 377–386, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924857914001885?via%3Dihub> (Accessed 10 February 2019).
11. Alkaloids Isolated from Natural Herbs as the Anticancer Agents / Lu, J.-J., Bao, J.-L., Chen, X.-P. et al. // *Evid.-Based Complement. Altern. Med.* 2012. Vol. 2012. Pp. 1–12, available at: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/485042/> (Accessed 10 February 2019).
12. *Pandey K.B. and Rizvi S.I.* Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease // *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2009. Vol. 2. Pp. 270–278, available at: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2009/897484/abs/> (Accessed 10 February 2019).
13. Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis / Quideau S., Deffieux D., Douat-Casassus C. et al. // *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2011. Vol. 50. Pp. 586–621, available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/anie.201000044> (Accessed 10 February 2019).
14. *Inouye S., Takizawa T. and Yamaguchi H.* Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact // *J. Antimicrob. Chemother.* 2001. Vol. 47. Pp. 565–573, available at: <https://academic.oup.com/jac/article/47/5/565/858508> (Accessed 10 February 2019).
15. Mechanisms of Antibacterial Action of Three Monoterpenes / Trombetta, D., Castelli, F., Sarpietro, M.G. et al. // *Antimicrob. Agents Chemother.* 2005. Vol. 49. Pp. 2474–2478, available at: <https://aac.asm.org/content/49/6/2474> (Accessed 10 February 2019).
16. *Tholl D.* Biosynthesis and Biological Functions of Terpenoids in Plants / in Schrader, J. and Bohlmann, J. (ed.) // *In Biotechnology of Isoprenoids* Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2015. Pp. 63–106.
17. *St-Pierre A., Blondeau D., Lajeunesse A. et al.* Phytochemical Screening of Quaking Aspen (*Populustremuloides*) Extracts by UPLC-QTOF-MS and Evaluation of their Antimicrobial Activity // *Molecules*. 2018. Vol. 23. Pp. 1739. available at: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/7/1739> (Accessed 10 February 2019).
18. Antimicrobial activity of extracts of eastern North American hardwood trees and relation to traditional medicine / S. Omar, B. Lemonnier, N. Jones et al. // *Journal of Ethnopharmacology*. 2000. Vol. 73. Pp. 161–170. available at: <https://myronsmith.files.wordpress.com/2014/07/omar-et-al2000.pdf> (Accessed 10 February 2019).
19. Antimicrobial flavonoids from the twigs of *Populus nigra* × *Populus deltoids* / Zhonga L., Zhoua L., Zhoua Y. et al. // *Natural Product Research*. 2012. Vol. 26. Pp. 307–313, available at: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786411003675667> (Accessed 10 February 2019).
20. *Ломбоева С.С., Танхаева Л.М., Оленников Д.Н.* Динамика накопления флавоноидов в надземной части ортилии однобокой (*Orthilia secunda* (L.)House) // *Химия растительного сырья*. 2008. № 3. С. 83–88.

Статья поступила в редакцию 04.06.19.

Принята к публикации 12.08.19.

Информация об авторах

КОНЮХОВА Ольга Михайловна – кандидат биологических наук, доцент кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Доцент кафедры экологии, Марийский государственный университет. Область научных интересов – интродукция растений, лекарственные растения, биотехнология. Автор 60 публикаций.

ДЕГТЯРЕВА Ксения Алексеевна – ассистент кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – химия лекарственных растений, биотехнология. Автор 20 публикаций.

МИХАЙЛОВА Екатерина Николаевна – магистр по направлению «Биотехнология» кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – биотехнология лесных растений. Автор двух публикаций.

ПАЧКУНОВ Дмитрий Михайлович – кандидат биологических наук, доцент кафедры лесных культур, селекции и биотехнологии, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – биохимия. Автор 60 публикаций.

UDC 604.2

DOI: 10.25686/2306-2827.2019.3.90

ESTIMATION OF ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF BARK EXTRACT

O. M. Konukhova^{1,2}, K. A. Degtyareva¹, E. N. Mikhailova¹, D. M. Pachkunov¹

¹Volga State University of Technology,

3, Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

²Mari State University,

1, Lenin Sq., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

E-mail: KonyuhovaOM@volgatech.net

Keywords: *Populus tremula* L.; flavonoids; *Escherichia coli*; *Pseudomonasae ruginosa*; *Salmonella*; *Bacillus cereus*.

ABSTRACT

Introduction. The work was aimed at studying the antimicrobial activity of aspen extract, which has an antibacterial effect depending on the boundary values (herbal medicinal raw materials taken from four test areas in relation to the cardinal directions). The problem of the influence of secondary metabolites in relation to the sides of the tree trunk light on the antimicrobial activity of the *Populus Tremula* is not touched upon. **The aim** of the study is to compare the antimicrobial activity in the extract of the aspen bark (*Populus tremula*) with respect to the cardinal directions for further rational harvesting of bark with a high content. **Materials and methods.** As the object of study, samples of aspen bark of *Populus tremula*, harvested by hand from different sides of the tree trunk in August-October 2016 in the Shulka forest area of the Orsha district of the Republic of Mari El, were used. **Results.** The study revealed the effect of aspen bark extract on the growth of strains of microorganisms (gram-negative bacteria *Escherichia coli* C600, *Pseudomonasae ruginosa*, *Salmonella* and gram-positive *Bacillus cereus*), which increased in proportion to the concentration of rutin in the cells. Significant antimicrobial activity of the extract is due to its high content of phenolic compounds such as rutin. In the studied aspen bark, taken from the North side, the content of flavonoids in terms of rutin was 0.196 %, which in relation to other parts of the plant bark, is higher. It can be assumed that the flavonoids that make up the extract of aspen, determine its significant antimicrobial properties. The least inhibitory effect on the growth of strains of microorganisms was observed in the extract of aspen bark collected from middle-aged plants (trial area №2), which suppressed the growth of microorganisms only at a high concentration of 6%. **Conclusion.** It is of interest to further study the mechanism and spectrum of antimicrobial action of aspen bark extract, as well as the direction of selection of extraction conditions under which the sum of the isolated substances will have maximum antimicrobial activity. Aspen bark extract can be recommended as a promising source of biologically active substances with antimicrobial activity, which can be used as a prevention of infectious diseases, both animals and humans.

REFERENCES

1. Cohen M.L. Epidemiology of drug resistance: Implications for a post-antimicrobial era. *Science (Wash.)*. 1992. Vol. 257. Pp. 1050–1055, available at: <http://science.sciencemag.org/content/257/5073/1050> (Accessed 10 February 2019).
2. Gold H.S. and Moellering R.C. Jr. Antimicrobial-drug resistance. *N. Engl. J. Med.* 1996. Vol. 335. Pp. 1445–1453. available at: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJM199611073351907> (Accessed 10 February 2019).
3. Gurib-Fakim A. Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Mol. Asp. Med.* 2006. Vol. 27. Pp. 1–93. available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S098299705000348?via%3Dihub> (Accessed 10 February 2019).
4. Rates S.M.K. Plants as source of drugs. *Toxicon.* 2001. Vol. 39. Pp. 603–613. available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S041010100001549?via%3Dihub> (Accessed 10 February 2019).
5. Kit S.M., Godun V.M. Izuchenie antimikrobnikh svoystv nekotorykh rasteniy [Study of the Antimicrobial Properties of Some Plants]. *Fitontsidy v narodnom khozyaystve* [Phytoncides in the National Economy]. Kyiv: Naukova dumka, 1964. Pp. 16–129. (In Russ).
6. Braslavskiy V. B., Kurkin V. A., Zhdanov I. P. Antimikrobnaya aktivnost ekstraktov i efinnykh masel nekotorykh vidov Populus L. [Antimicrobial Activity of Extracts and Essential Oils of Some Species of Populus L]. *Rastitelnye resursy* [Plant Resources]. 1991. Vol. 27, No. 2. Pp. 77–81. (In Russ).
7. Ivanova T. N. Lesnaya kladovaya [Forest Food Pantry]. Tula: Priokskoe kn. izd-vo, 1993. Pp. 55 - 56.
8. Maslennikova K.A., Konukhova O.M., Kanarskiy A.V. Fenolglykozidy rasteniy semeystva Salicaceae [Phenolic Glycosides of Plants of the Salicaceae Family]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Herald of Kazan Technological University]. 2014. Vol. 17. No.14. P. 383-386. (In Russ).
9. Turetskova, V.F., Rassypnova S.S., Lobanova I.Yu. et al. Osina obyknovennaya kak perspektivnyy istochnik polucheniya preparatov protivoyazvennogo i protivovospalitel'nogo deystviya [Aspen as a Promising Source of Anti-Ulcer and Anti-Inflammatory Drugs]. *Bulleten sibirskoy meditsiny* [Bulletin of Siberian Medicine]. 2011. No. 5. Pp. 106 - 111. (In Russ).
10. Cushnie T.P.T., Cushnie B. and Lamb A.J. Al-kaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. *Int. J. Anti-microb. Agents.* 2014. Vol. 44. Pp. 377–386, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924857914001885?via%3Dihub> (Accessed 10 February 2019).
11. Lu, J.-J., Bao, J.-L., Chen, X.-P. et al. Alkaloids Isolated from Natural Herbs as the Anticancer Agents. *Evid.-Based Complement. Altern. Med.* 2012. Vol. 2012. Pp. 1-12, available at: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/485042/> (Accessed 10 February 2019).
12. Pandey K.B. and Rizvi S.I. Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2009. Vol. 2. Pp. 270–278, available at: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/-2009/897484/abs/> (Accessed 10 February 2019).
13. Quideau S., Deffieux D., Douat-Casassus C. et al. Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2011. Vol. 50. Pp. 586–621, available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/anie.201000044> (Accessed 10 February 2019).
14. Inouye S., Takizawa T. and Yamaguchi H. Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *J. Antimicrob. Chemother.* 2001. Vol. 47. Pp. 565–573, available at: <https://academic.oup.com/jac/article-/47/5/565/858508> (Accessed 10 February 2019).
15. Trombetta, D., Castelli, F., Sarpietro, M.G. et al. Mechanisms of Antibacterial Action of Three Monoterpenes. *Antimicrob. Agents Chemother.* 2005. Vol. 49. Pp. 2474–2478, available at: <https://aac.asm.org/content/49/6/2474> (Accessed 10 February 2019).
16. Tholl D. Biosynthesis and Biological Functions of Terpenoids in Plants / in Schrader, J. and Bohlmann, J. (ed.). In *Biotechnology of Isoprenoids* Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2015. Pp. 63–106.
17. St-Pierre A., Blondeau D., Lajeunesse A. et al. Phytochemical Screening of Quaking Aspen (*Populus tremuloides*) Extracts by UPLC-QTOF-MS and Evaluation of their Antimicrobial Activity. *Molecules.* 2018. Vol. 23. Pp. 1739. available at: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/7/1739> (Accessed 10 February 2019).
18. Omar S., Lemonnier B., Jones N. et al. Antimicrobial activity of extracts of eastern North American hardwood trees and relation to traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology.* 2000. Vol. 73. Pp. 161–170. available at: <https://myronlsmith.files.wordpress.com/2014/-07/omar-et-al2000.pdf> (Accessed 10 February 2019).
19. Zhonga L., Zhoua L., Zhoua Y. et al. Antimicrobial flavonoids from the twigs of *Populus nigra* × *Populus deltoids*. *Natural Product Research.* 2012. Vol. 26. Pp. 307–313, available at:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14786411003675667> (Accessed 10 February 2019).

20. Lomboeva S.S., Tankhaeva L.M., Olennikov D.N. Dinamika nakopleniya flavonoidov v nadzemnoy chasti ortilii odnobokoy (*Orthilia secunda*

(L.)House) [The Dynamics of the Accumulation of Flavonoids in the Aerial Part of the *Orthilia One-Sided* (*Orthilia se-cunda* (L.) House)]. *Khimiya rastitel'nogo syrya* [Chemistry of Plant Raw Materials]. 2008. No 3. Pp. 83–88. (In Russ.).

The article was received 04.06.19.

Accepted for publication 12.08.19.

For citation: Konukhova O. M., Degtyareva K. A., Mikhailova E. N., Pachkunov D. M. Estimation of Antimicrobial Activity of Bark Extract. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.* 2019. No 3 (43). Pp. 90–99. DOI: 10.25686/2306-2827.2019.3.90

Information about the authors

Olga M. Konukhova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chair of Forest Plantations, Selection and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – introduction of plants, medicinal plants, biotechnology. The author of 60 publications.

Ksenia A. Degtyareva – Assistant of the Chair of Forest Plantations, Selection and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – chemistry of medicinal plants, biotechnology. The author of 20 publications.

Ekaterina N. Mikhailova – Master's student in Biotechnology, Chair of Forest Plantations, Selection and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – biotechnology of forest plants. The author of 2 publications.

Dmitry M. Pachkunov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Chair of Forest Plantations, Selection and Biotechnology, Volga State University of Technology. Research interests – biochemistry. The author of 60 publications.